

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty Of Dentistry
Fixed Prosthodontics
Department



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم تعويضات الأسنان الثابتة

مقارنة بين طريقتي تلوين للقبعات الزيركونية وأثرها على اللون النهائي للخزف المغطّي

(دراسة مخبرية)

A Comparative study of the effect of two shading techniques on the final color of zirconia based crowns

(In Vitro study)

أطروحة قُدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير
في قسم تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحث: علاء نجدات شاهين

إشراف الأستاذ المساعد الدكتور

نبيل الحوري

2018م/1439هـ

تصريح

" لا يوجدُ أيُّ جزءٍ من هذه الأطروحة تمَّ اقتباسه بالكامل
من عمل علمي آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى
في جامعة دمشق أو أية جامعة أخرى أو معهدٍ تعليميٍّ داخل
أو خارج القطر "

الإهداء

إلى من كان السند والقلب الكبير.....والذي رحمك الله

إلى عنوان الصبر والحنان.....والدتي

إلى توأم الروح ونبض القلبزوجتي

إلى رفيقات الدرب والزهور التي تملأ حياتي.....أخواتي

إلى الأمل الجديد الذي ملأ حياتنا.....خالو جوري

الشكر

- أتوجه بالشكر للأستاذ الدكتور نبيل الحوري الذي تشرفت بأن أكون طالباً من طلابه في سنوات دراستي الجامعية الأولى والدراسات العليا والذي كان عنواناً للرفق بكل ما تحمله الكلمة من معنى وقوة حسنة أفتخر بها ما حييت، كما أشكره على تكريمه بالإشراف على هذا البحث وعلى كل ما قدمه لي من مساعدة ودعم طيلة الفترة الماضية، له مني كل التقدير والاحترام.
- كما أخص بالشكر الأستاذ الدكتور محمد لؤي مراد رئيس قسم تعويضات الأسنان الثابتة والأستاذة الدكتورة سعاد عبود أستاذة في قسم المداواة، لتكرمهم بتدقيق هذا البحث وتحكيمه ، فلهم مني كل الشكر والتقدير .
- خالص الشكر لجميع أعضاء الهيئة التدريسية في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في جامعة دمشق، وجميع أصدقائي من طلاب الدراسات العليا.
- كما أتوجه بالشكر الجزيل إلى عمادة كلية طب الأسنان في جامعة دمشق متمثلةً بالأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب عميد الكلية، والأستاذة الدكتورة رانية حداد نائب العميد للشؤون العلمية، والأستاذ الدكتور محمد أسامة الجبان نائب العميد للشؤون الإدارية لما يقدمونه من دعم لمسيرة البحث العلمي.
- كما أتوجه بالشكر لصديقي وأخي الدكتور معاذ الخولي على ما قدمه لي من دعم ومساعدة في فترة إنجاز البحث.
- كل الشكر للمدرسة ميساء حيدر لتدقيقها اللغوي لهذا البحث ، ولالأستاذ المهندس بسام مارديني والأستاذ المخبري علاء مشنوق لمساعدتهم لي في إتمام هذا البحث.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	العنوان	
7	المقدمة	
10	الهدف من البحث	
12	الباب الأول المراجعة النظرية	
13	الزيركونيا	1-1
13	تعريف الزيركونيا	1-1-1
13	الخواص البنيوية للزيركونيا وأنواعها	2-1-1
15	الأشكال التجارية للزيركونيا المستخدمة في طب الأسنان	3-1-1
15	مميزات الزيركونيا	4-1-1
16	استخدامات الزيركونيا	5-1-1
16	مضادات استطباب الزيركونيا	6-1-1
18	طريقة تحضير الدعامة لاستقبال القبة الزيركونية	7-1-1
18	تقنية التصميم والتصنيع الآلي بمساعدة الحاسب CAD/CAM	2-1
18	مميزات تقنية التصميم والتصنيع الآلي بمساعدة الحاسب	1-2-1
19	لمحة تاريخية	2-2-1
20	مكونات جهاز ال CAD/CAM	3-2-1
21	تصنيف أنظمة ال CAD/CAM	4-2-1
23	أنواع الخزف المستخدمة مع تقنية التصميم والتصنيع الآلي CAD/CAM	5-2-1
24	اللون	3-1
24	تعريف اللون	1-3-1
24	أنظمة دراسة اللون	2-3-1
28	أنظمة دراسة اللون	3-3-1
28	أنظمة اختيار اللون التقليدية (البصرية)	1-3-3-1
33	الخواص المطلوبة في دليل الألوان المثالي	1-1-3-3-1
33	خطوات انتقاء (اختيار) اللون السني	2-1-3-3-1
35	سليبات انتقاء اللون بالطريقة التقليدية	3-1-3-3-1
35	أنظمة اختيار اللون الإلكترونية	2-3-3-1
36	جهاز اختيار اللون الإلكتروني (Vita Easysshade)	1-2-3-3-1
37	عوامل تؤثر على اختيار اللون في طب الأسنان	3-3-3-1

رقم الصفحة	العنوان	
40	الباب الثاني المواد والطرائق	
42	عينة البحث	1-2
42	مواد وأجهزة البحث	2-2
42	المواد	2-2-1
44	الأجهزة	2-2-2
47	طريقة تحضير العينة	3-2
51	التحليل إحصائية	4-2
53	الباب الثالث النتائج	
54	وصف العينة	1-3
55	الدراسة الإحصائية التحليلية	2-3
55	الدراسة الإحصائية الوصفية لقياس قيم المعاملات اللونية في عينة البحث	1-2-3
57	دراسة مقدار التغير اللوني ΔE	2-2-3
57	إحصاءات وصفية	1-2-2-3
58	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب (ANOVA)	2-2-2-3
59	نتائج المقارنة الثنائية بطريقة (Bonferroni)	3-2-2-3
60	دراسة القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة	3-2-3
61	نتائج اختبار كروسكال-واليس (Kruskal-Wallis Test)	1-3-2-3
63	نتائج اختبار مان وتني (Mann-Whitney Test)	2-3-2-3
65	الباب الرابع المناقشة	
67	مناقشة تحضير عينة البحث	1-4
68	مناقشة قياس العينات	2-4
69	مناقشة أثر تلوين القبة الزيركونية على اللون النهائي للقطعة التعويضية	3-4
70	مناقشة القبول السريري لطرق التلوين الأربعة المتبعة	4-4
75	الباب الخامس الاستنتاجات	
77	الباب السادس المقترحات والتوصيات	
80	الباب السابع المراجع	
	الملخص باللغة العربية	
	الملخص باللغة الانكليزية	

قائمة الجداول

الجدول	المحتوى	رقم الصفحة
1	جدول لمقارنة الخواص الميكانيكية	14
2	أنظمة الـ CAD/CAM المعروفة الخاصة بالمخبر والخاصة بالعيادة	21
3	أنواع الخزف المستخدمة بتقنية الـ CAD/CAM	22
4	ترتيب الألوان ضمن الدليل وفق درجة السطوع	28
5	توزيع عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة	53
6	الإحصاءات الوصفية لقيم المعاملات اللونية (Hue ، Chroma ، Value) في عينة البحث	54
7	قيم الإحصاءات الوصفية للتغير اللوني ΔE في عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة	56
8	نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي لدراسة الفروق في متوسط التغير اللوني بين المجموعات	57
9	نتائج اختبار Bonferroni للمقارنات البعدية المتعددة	58
10	التكرارات والنسب المئوية للنتائج الزيركونية في مجموعات الدراسة الأربعة تبعاً للقبول السريري	59
11	متوسط الرتب لدرجة القبول السريري للتغير اللوني في عينة الدراسة	60
12	نتائج اختبار كروسكال واليس لدراسة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة	61
13	نتائج اختبار مان وتي لدراسة دلالة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة	62
14	طريقة اختيار مجال القبول السريري لعينة البحث	72

قائمة الأشكال

الشكل	المحتوى	رقم الصفحة
1	البنية البلورية للزيركونيا والتحولات البنيوية	13
2	التثنية العلوية والرحى السفلية بعد التحضير لاستقبال تاج خزفي كامل	16
3	الأجزاء الثلاث لجهاز التصميم والتصنيع الآلي بالإضافة لفرن التفسية الخاص	20
4	نظام مانسيل اللوني وتوزع الألوان ضمن الدولاب وازدياد ونقصان السطوع والاشباع اللوني	24
5	نظام CIELAB	26
6	دليل الألوان vita classical	29
7	دليل الألوان Chromascop shade guide	29
8	دليل الألوان 3D master	30
9	دليل ألوان العاج	31
10	جهاز انتقاء اللون الالكتروني	36
11	قالب الزيركونيا المستخدم في عينة البحث	41
12	سائل تغطيس القبعات	41
13	سائل دهن القبعات	42
14	الخزف المغطى المستخدم فوق القبعات الزيركونية	42
15	مادة لتمثيل لون الدعامة المحضرة	42
16	مطاط سيليكوني تكتيفي التفاعل	43
17	جهاز CAD/CAM والماسح الضوئي	43
18	ميكرو موتور صناعي لإنهاء وتلميع الخزف المغطى	44
19	جهاز مقياس الشخانة اليدوي	44
20	جهاز تصليب ضوئي	45
21	جهاز تحديد اللون الالكتروني	45
22	دعامتين نحاسيتين محضرتين لصنع مثال العمل الرئيسي	46
23	مثال العمل الرئيسي المصنوع من الجبس المحسن	46
24	مسح المثال الجبسي وتصميم الهيكل الزيركوني على الحاسب	47
25	الهيكل الزيركونية لعينة البحث	47
26	عينة البحث كاملة بعد الانتهاء من تطبيق الخزف المغطى	48
27	ترقيم جسور المجموعة الأولى	48

قائمة الأشكال

الشكل	المحتوى	رقم الصفحة
28	نسخة إيجابية عن دعامات البحث مصنوعة من مادة ذات لون مماثل للون العاج الطبيعي للسن المحضر	49
29	قياس العينات و طريقة استخدام جهاز Vita Easyshade	50

قائمة المخططات

المخطط	المحتوى	رقم الصفحة
1	النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المستخدمة	53
2	المتوسط الحسابي لقيم التغير في المعامل اللوني Value في عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المستخدمة	55
3	المتوسط الحسابي لقيم التغير في المعامل اللوني Chroma في عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المستخدمة	55
4	المتوسط الحسابي لقيم التغير في المعامل اللوني Hue في عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المستخدمة	55
5	المتوسط الحسابي لقيم التغير في المعامل اللوني Hue في عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المستخدمة	56
6	متوسط الرتب لدرجة القبول السريري للتغير اللوني في عينة الدراسة	60

قائمة الاختصارات

الاختصار	المعنى	رقم الصفحة
M.P	الطور الأحادي monoclinic phase	13
T.P	الطور الرباعي tetragonal phase	13
C.P	الطور المكعبي cubic phase	13
3Y-TZP	yttrium cation-doped tetragonal zirconia polycrystals	14
Mg-PSZ	magnesium cation-doped partially stabilized zirconia	14
ZTA	zirconia-toughened alumina	14
HT	high translucent zirconia	15
UHT	Ultra-high translucent zirconia	15
CAD/CAM	Computer-aided design and computer aided manufacturing	18
CEREC	Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics	21
CIE	Commission International de l'Eclairage	24
H	Hue	24
C	Chroma	25
V	Value	25
ΔE	التغير اللوني	27

المقدمة

Introduction

المقدمة :

إنَّ ازدياد الحاجات والمتطلّبات التجميلية لدى المرضى دفع الشركات المنتجة للمواد السنية إلى العمل على تطوير وتحسين الخواص التجميلية للمادة السنية بهدف تلبية هذه المتطلبات، وأصبحت تعتبر الجزء الأهم من المتطلّبات الأساسية للمادة التعويضية، لتساعد الطبيب في الحصول على المعالجة التجميلية الأنسب، ومن هذه المتطلّبات لون المادة التعويضية وتوافقه مع لون الأسنان الطبيعيّة. (Odaira et al. 2011)

وتعتبر التعويضات الخزفية ذات القاعدة الزيركونية من المواد شائعة الاستخدام في الفترة الحالية لما تتمتع به من خواص ميكانيكية وتقبل حيوي جيد، ولون أبيض على خلاف الخلائط المعدنية، لذلك كثرت الأبحاث حول هذا النوع من التعويضات لتحسين خواصها اللونية وزيادة استخدامها في المعالجات التجميلية، فكان التركيز على لون هذه المادة ودقة مطابقته للون الأسنان الطبيعيّة لتلبي رغبات المريض التجميلية (Denry and Kelly 2008;

Ban et al. 2013; Kim and Kim 2016)

ولكن من أهم سيئات هذا النوع من التيجان هو اللون الأبيض الطباشيري والشفوفية القليلة للقبعة الزيركونية، والتي بدورها تؤثر على الخواص اللونية للتعويض النهائي، لذلك عملت الأبحاث الحديثة على تحسين هذه السيئات من خلال إضافة خزف مغطي فوق القبعة الزيركونية، وإضافة ملونات على سطح القبعة أو تغطيسها بسوائل تلوين، أو إنتاج قوالب زيركونية بألوان جاهزة ومتنوعة، كما تم تحسين الشفوفية من خلال تقليل البلورات التي تحجب وتشتت الضوء دون التأثير على الخواص الميكانيكية. (Kaya 2013; Kim and Kim 2016; Mahshid et al. 2015)

إنّ لتلوين القبة الزيركونية قبل وضع الخزف المغطّي دور مهم في تحسين الخواص اللونية، فبعد عملية القطع والخراطة عن طريق جهاز الـ CAD/CAM يتم إضافة ملونات تعمل على جعل لون القبة مماثل للون الخزف المغطّي، إمّا بغمرها لمدة زمنية ضمن سوائل التلوين أو بتطبيق اللون عن طريق فرشاة على السطح الخارجي للقبة، ليتم بعدها إدخال القبة للفرن لإجراء عملية التّسَيّة sintering ، ثم يتم إضافة الخزف المغطّي. (Ahangari et al. 2015; Kim and Kim. 2016; Mahshid et al.2015)

لوحظ بالتجربة السريرية وجود اختلاف في النتيجة النهائية للقطعة التعويضية بين المخابر بالرغم من اتباع نفس الخطوات واستخدام نفس المواد ، وهذا الاختلاف يؤدي في بعض الأحيان إلى نتائج غير مقبولة سريرياً، ولقلّة الأبحاث حول أفضل طريقة لتلوين القبعات الزيركونية وأثر سوائل التلوين على اللون النهائي للخزف المغطّي تم إجراء هذا البحث.

هدف البحث

Aim of Study

• هدف البحث :

يهدفُ هذا البحث للحصول على أفضل طريقة لتلوين القبّعة الزيركونية بأقلّ تغيير لوني مقبول سريرياً أثناء تصنيع التيجان الخزفيّة ذات القاعدة الزيركونية وذلك من خلال :

1. إجراء مقارنة بين طريقتين مختلفتين لتلوين القبّعة الزيركونية (دهن السطح الخارجي أو التغطيس) ودراسة اللون النهائي للتاج بعد وضع الخزف المغطّي.
2. دراسة أثر زيادة زمن تطبيق سوائل التلوين أو زيادة طبقات الدهن على اللون النهائي للتاج الخزفي ذي القاعدة الزيركونية.
3. دراسة القبول السريري بالرؤية المباشرة لطرائق التلوين المقترحة ومعرفة الأفضل بينها.

الباب الأول

المراجعة النظرية *Literature Review*

1_الزيركونيا :

1_1 تعريف الزيركونيا :

تعرفُ الزيركونيا علمياً بأوكسيد الزيركون (ZrO_2)، تتواجد في الطبيعة على شكل فلز من سيليكات الزيركون ($ZrSiO_2$)، ليتم بعدها إرجاعه كيميائياً للحصول على أوكسيد الزيركون. (Pilathadka et al. 2007)

هي نوع من أنواع الخزف السني الخالي من الطور الزجاجي ، يكون عبارة عن مسحوق معدني أبيض اللون (Bona et al. 2015)، يستخدم لصناعة القبعات والهياكل الأساسية للتعويضات السنية ليحل محل النيكل كروم والذهب والمعادن الأخرى، وليعطي مظهر أكثر بياضاً وخياراً تجميلاً مرغوباً بشكل أكبر لدى المرضى (Manicone et al. 2007).

2_1 الخواص البنيوية للزيركونيا وأنواعها :

يتواجد أوكسيد الزيركون بثلاثة أطوار مختلفة وذلك تبعاً لدرجة الحرارة، كما أنّ شكل البلورة يختلف باختلاف هذا الطور ولكن يعدّ التركيب الكيميائي واحداً لجميع البلورات، وهذه الأطوار هي كالتالي (Pilathadka et al. 2007):

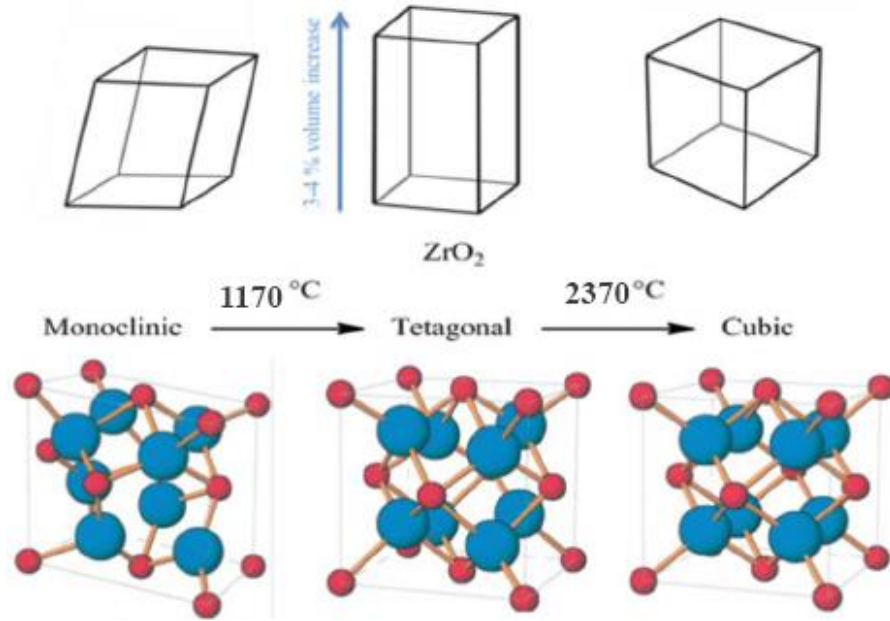
الطور الأحادي monoclinic phase (M) من درجة حرارة الغرفة حتى درجة 1170°م.

الطور الرباعي tetragonal phase (T) من درجة حرارة 1170°م حتى درجة 2370°م.

الطور المكعبي cubic phase (C) من درجة حرارة 2370°م حتى درجة الانصهار 2680°م.

وإنّ انتقال الزيركونيا من طورٍ إلى آخر يكون مصحوباً بتغيراتٍ حجمية ملحوظة، فالانتقال من الطور الرباعي إلى الأحادي بالتبريد يترافق بازديادٍ حجمي يقارب 4 %، وهذا التغير الحجمي الكبير يترافق أيضاً بتصدعات داخلية تنتج عنه، لذلك تم إضافة أكاسيد مثبّنة مثل ($CaO - MgO - CeO_2 - Y_2O_3$) يكون الهدف منها تحسين الخواص الفيزيائية

للزركونيا بالإضافة إلى المحافظة على شكل البلورة المكعبي أو الرباعي عند التبريد، وعدم عودتها للشكل الأحادي ومنع تشكل هذه التصدعات الداخلية، وتختلف نسبة إضافة الأكاسيد المثبتة تبعاً للطور المراد العمل به سواءً كان رباعياً أو مكعبياً.



الشكل رقم (1): البنية البلورية للزركونيا والتحولات البنيوية (Hannink et al. 2000)

و للزركونيا المستخدمة في طب الأسنان ثلاثة أنواع تبعاً للطور الموجودة فيه ونوع الأكسيد المثبت المستخدم (Denry and Kelly 2008):

- i. (3Y-TZP)
- ii. (Mg-PSZ)
- iii. (ZTA)

الجدول رقم (1): جدول لمقارنة الخواص الميكانيكية. (Madfa et al. 2014; POWERS and WATAHA 2013)

الخواص الميكانيكية	الزركونيا	الميناء السني	العاج السني	الخزف الفلديسباري
مقاومة الانحناء	900-1200 MPa	10 MPa	98 MPa	40 MPa
القساوة	1200 HV	13.5 HV	2.1 HV	14.4 HV
مقاومة الضغط	2000 MPa	400 MPa	297 MPa	150 MPa
معامل التمدد الحراري	$11 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$	$12 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$	$8 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$	$8 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$

1-3 الأشكال التجارية للزيركونيا المستخدمة في طب الأسنان :

توجد الزيركونيا على شكل قوالب تقسم إلى نوعين رئيسيين، النوع الأول هو عبارة عن قوالب مقسّاة بشكل كامل لا تحتاج إلى عملية تقسية في المخبر، حيث تعالج بدرجة حرارة عالية (1500 درجة مئوية لمدة ساعتين) لتصل المادة للكثافة العظمى ويتم نحتها بشكل مباشر في المخبر عن طريق جهاز الـ CAD/CAM وتدعى Hard machining zirconia ، أما النوع الآخر فهو زيركونيا مقسّاة جزئياً يكون القالب ذا قوالم هشّ طبشوري يتم نحته بالبداية ثم يتم إدخاله إلى فرن التقسية sintering process ليتحول لشكله الصلب ويدعى soft machining zirconia (Madfa et al. 2014).

حديثاً تم تطوير أنواع جديدة من القوالب الزيركونية ذات الشفافية العالية (HT zirconia) بهدف زيادة الخواص التجميلية للتيجان الزيركونية دون الحاجة لاستخدام الخزف المغطي، واستخدامها كتيجان كاملة وليس كقبعات (monolithic) أو (full contour zirconia) (Johansson et al. 2014)، بالإضافة لقوالب زيركونية جديدة تدعى (Ultra-high translucent full zirconia) والتي أصبحت تقارب بشفافيتها تيجان Emax ولكن بخواص فيزيائية أفضل.

كما تم إنتاج قوالب زيركونية بألوان جاهزة دون الحاجة لتلوينها في المخبر أو قوالب زيركونية متدرجة الشفافية تستخدم جميعها لصنع التيجان الزيركونية (monolithic) أو (full contour zirconia) (Kaya 2013).

1_4 ميزات الزيركونيا :

تتميز التعويضات والترميمات التي تعتمد على الزيركونيا بتقبل حيوي جيد ضمن الحفرة الفموية، كما أن البنية البلورية عالية الكثافة للزركونيا وعدم احتوائها على الزجاج زادت من مقاومتها للانحلال ضمن سوائل الحفرة الفموية (Studart et al. 2007)، كما تتمتع بقدرة عالية على العزل الحراري وحماية اللب السنّي من التغيرات الحرارية (Raigrodski and Chiche 2001).

وأظهرت دراسات أخرى أُجريت على الزيركونيوم النقي عدم وجود أي تأثيرات مسرطنة أو مشوهه للخلايا (Covacci et al. 1999).

كما أكدت الدراسات أن نسبة تراكم اللويحة السنّية حول مادة الزيركونيا أقل من التيتانيوم (Scarano et al. 2004).

1_5 استخدامات الزيركونيا :

تستخدم الزيركونيا في طب الأسنان لصناعة :

1. قلوب وأوتاد جذرية ذات نتائج تجميلية عالية تحت التيجان الخزفية الكاملة مقارنةً بالقلوب والأوتاد المعدنية (Koutayas and Kern 1999).
2. تيجان وجسور أمامية وخلفية (Tinschert et al. 2007).
3. حاصرات تقويمية (Keith et al. 1994).
4. دعامات للزّرعات السنّية (Tan and Dunne 2004)، وتيجان فوق دعامات الزرع (Yildirim et al. 2003) ، وحديثاً تم صنع زرعات سنّية متقبلة حيويّاً مصنوعة من الزيركونيا (Balmer et al. 2018).
5. جسور الحشوات الضمنية والمغطّية والجسور اللّصاقة (Inokoshi et al. 1992; Rosentritt et al. 2009).

1_6 مضادات استطبّاب الزيركونيا: (Stawarczyk 2017; Daou 2014)

- 1- الأسنان التي تحتاج إلى جمالية عالية.
- 2- الجسور التي تحتاج إلى وصلات إحكام.
- 3- عدم وجود مسافات إطباقية أقل من 1 ملم و محورية كافية.
- 4- عادات إطباقية غير وظيفية (كالكَزّ) bruxism.
- 5- الجسور المجنحة.

1-7 طريقة تحضير الدعامة لاستقبال القبة الزيركونية :

إن تحضير الأسنان لاستقبال القبة الزيركونية يجب أن يكون ذا كتف مدور الزاوية بعرض 1 ملم من أجل التوزيع الأمثل للقوى الإطباقية على الأسنان الداعمة خلال الوظيفة المضغية، ويجب تحضير الحد القاطع للأسنان الأمامية 1.5-2 ملم، والسطح الطاحن للأسنان الخلفية 2 ملم ، ويجب ألا تقل كمية التحضير عن 1.2-1.5 ملم على كامل محيط السن، (von Steyern Vult 2005) ولا ينصح بتحضير خط الإنهاء على شكل حد السكين في الترميمات الخزفية الخالية من المعدن لأن الإجهادات تتركز في المناطق ذات الثخانات الرقيقة من الترميم، والتي تنتج عن التحضير غير الكافي، لا سيما في منطقة الحواف. (Comlekoglu et al. 2009)



الشكل رقم (2): شكل النتية العلوية والرحى السفلية بعد التحضير لاستقبال تاج خزفي كامل

وقد أكد McLaren and Hyo عام 2006 أن ثخانة التحضير من الناحية الدهليزية للسن يجب ألا تقل عن 1.5 ملم في ترميمات الزيركونيا، وذلك للوصول إلى ناحية تجميلية جيدة من جهة، وللحصول على قبة زيركونية لا تقل ثخانتها عن 0.3 ملم من جهة أخرى، وإن

تحضير السطوح المحورية والسطح اللساني بمقدار 1 ملم كاف للحصول على ترميم جيد.

(McLaren and Hyo 2006)

2- تقنية التصميم والتصنيع الآلي بمساعدة الحاسب CAD/CAM

(Computer-aided design and computer aided manufacturing) :

إنَّ التطور الحاصل في عالم التعويضات السنية ساعد على الانتقال من العمل اليدوي في المخبر إلى الاعتماد بشكل كلي على الآلة، ومن أهمها جهاز الـ CAD/CAM وهو بالتعريف التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب ، أي إنَّ تصميم القطعة التعويضية يتم عن طريق برنامج خاص بالجهاز ثم يتم نحتها وإعطائها الشكل المطلوب في هذا التصميم.

يرتبط الجهاز بماسح ضوئي تكون مهمته نقل المعلومات والبيانات إلى الحاسب إما عن المثال الجبسي المصبوب للطبعة النهائية أو عن فم المريض مباشرةً (طبعة رقمية)

(digital impression). (Tinschert et al. 2004)

2-1 ميزات تقنية التصميم والتصنيع الآلي بمساعدة الحاسب :

1. تسريع المعالجة وإمكانية صنع تعويض نهائي للمريض في جلسة واحدة دون الحاجة

لصنع تعويض مؤقت. (Trost et al. 2006)

2. الدقة في العمل وتلافي الأخطاء التي من الممكن أن تحدث نتيجة الأعمال المخبرية

والعمل اليدوي. (Luthardt et al. 2001 ; Bindl and Mörmann 2005)

3. ارتباط الجهاز بالطبعة الرقمية يُسهل العمل والتواصل بين العيادة والمخبر حيث

يمكن إرسال المعلومات بالبريد الإلكتروني دون الحاجة لاستخدام مواد الطبع.

(Abdullah et al. 2018)

2-2 لمحة تاريخية :

بدأت الأبحاث وعمليات التطوير في أنظمة CAD/CAM السنية بشكل واسع منذ عام 1980، وكان الباحث Duret المساهم الأول في مجال تطوير أنظمة الـ CAD/CAM الحالية، ففي عام 1971 بدأ بتصنيع التيجان بشكل وظيفي مع سطح إطباق باستخدام مجموعة من الأجهزة بدأت بأخذ طبعة للدعامة في الفم وتلاها تصميم التاج، آخذاً بعين الاعتبار الحركة الوظيفية، ثم بعد ذلك قام بنحت التاج باستخدام آلة نحت مضبوطة رقمياً، كما قام فيما بعد بتطوير نظام (SOPHA (Sopha Bioconcept System الذي كان له تأثير ملحوظ في التطورات اللاحقة في أنظمة الـ CAD/CAM في العالم. (Mehl and Hickel 1999 ; Liu 2005).

أما Mormann فقد قام بتطوير نظام CEREC عام 1989، إذ حاول استعمال تقنية جديدة في المراكز السنية يمكن تطبيقها بشكل سريري على كرسي الأسنان chair-side؛ وقام بإجراء قياس مباشر داخل التجويف الفموي باستخدام كاميرا داخل فموية، ونحت الحشوة المصبوبة inlay من قالب خزفي باستخدام آلة مدمجة موضوعة في chair-side. (Mormann 1989)

وأما الباحث Anderson فيعتبر المطور لنظام Procera عام 1993، والذي اعتمد على مجس يستند على سطح السن المحضرة لنقل أبعاده، ونحت قالب خزفي أو معدني يحاكي تلك السطوح السنية.

ومع تطور الأنظمة المختلفة لم يعد استخدام الـ CAD/CAM مقتصرًا على الحشوات المصبوبة والتعويضات الثابتة وإنما دخل في مجالات طب الأسنان المختلفة كجراحة الوجه والفكين والزراعة والتقويم. (Kim et al. 2018; Brandt et al. 2018)

2-3 مكونات جهاز الـ CAD/CAM :

يتكون جهاز التصميم والتصنيع الآلي من ثلاثة أقسام رئيسية (Beuer et al. 2008):
القسم الأول الذي يقوم بجمع المعلومات ، وهو عبارة عن ماسح ضوئي أو ليزري ويكون إما بالمخبر أو في العيادة، يقوم بجمع المعلومات عن المثال الجبسي أو فم المريض مباشرةً وتحويلها إلى معلومات افتراضية على الحاسب.
القسم الثاني هو البرنامج الخاص بالجهاز ، وهو المسؤول عن تصميم التعويض أو الترميم بناءً على المعلومات المُدخلة إليه (ثخانة - شكل - انطباق حواف - عرض وارتفاع).
القسم الثالث هو قسم الخراطة أو النحت، وهو القسم المسؤول عن تحويل التصميم الافتراضي الموجود إلى تعويض نهائي، ويتكون من مجموعة من السنايل الخاصة والحوامل الخاصة بها التي تعمل على القوالب الزيركونية لنصل إلى الشكل النهائي المطلوب.



الشكل رقم (3): يمثل الأجزاء الثلاث لجهاز التصميم والتصنيع الآلي بالإضافة لفرن التقسية الخاص (Susic et al.2017).

2-4 تصنيف أنظمة الـ CAD/CAM :

قُسمت الأنظمة إلى قسمين وهي أنظمة مخبرية (خاصة بالمخبر) وأنظمة خاصة بالعيادة

CEREC وفق الجدول رقم (2)

الجدول رقم (2): أنظمة الـ CAD/CAM المعروفة وفق التقسيم الخاص بالمخبر والخاص بالعيادة

(Abdullah et al. 2018; Li et al.2014 ; Zimmermann et al.2015)

أنظمة مخبرية		
شركات أنتجت الماسح الضوئي فقط CAM	شركات أنتجت الماسح الضوئي فقط .CAD	شركات أنتجت الماسح الضوئي وجهاز النحت الخاص بها CAD/CAM
1.DWX-50 2.Roland DGA Corporation; inLab MC X5 3. Sirona; M5 4. Zirkonzahn; Tizian Cut 5 Smart 5. Schütz Dental; S2 Model 6. vhf camfacture AG; Ceramill Motion 2 7. Amann Girrbach	1. D2000 2. 3 Shape; Dental Wings 7 series 3. Dental Wings; IScan D104 4. Imetric 3D SA; Ceramill Map 5. Amann Girrbach; Activity 850 3D 6. Smart Optic	1.Amann Girrbach 2.3M ESP 3. Sirona Dental Systems 4.Zirkon Zahn 5. vhf camfacture AG 6.Weiland Dental 7.Pou-Yuen and U-Best Dental 8. Planmeca 9.KaVo Dental 10.Dentsply Prosthetics
أنظمة للعيادة CEREC		
شركات أنتجت الماسح الضوئي فقط CAD		شركات أنتجت الماسح الضوئي وجهاز النحت الخاص بها CAD/CAM
1.True Definition Scanner 2. 3M ESPE; iTero 3. Align Technology 4. Inc; Trios 5. 3Shape; Apollo DI 6. Sirona; CS 3500 7. Carestream Dental LLC		1.Sirona 2.Planmeca

حيث تتميز الأنظمة الخاصة بالعيادة (CEREC) باختصار الوقت وإمكانية إنجاز التعويض بجلسة واحدة، أما الأنظمة المخبرية فهي تحتاج إلى نفس تسلسل العمل التقليدي (طبعة -تعويض مؤقت - إرسال إلى المخبر -عمل مخبري -عودة الى العيادة والتجربة) .

وهناك تقسيم آخر للأنظمة وهي أنظمة مفتوحة والتي تكون فيها صيغة المعلومات مشتركة بين الأنظمة المختلفة حيث من الممكن جمع المعلومات بنظام لشركة ما وإرساله ليتم نحت التعويض أو تصميمه على جهاز لنظام آخر، أما الأنظمة المغلقة فهي الأنظمة التي لا يتم فيها مشاركة المعلومات أبداً و تتم كامل خطوات العمل ضمن منظومة عمل واحدة لشركة واحدة فقط.

2-5 أنواع الخزف المستخدمة مع تقنية التصميم والتصنيع الآلي CAD/CAM :

استخدم العديد من أنواع الخزف المختلفة مع هذه التقنية وقُسمت وفق الجدول التالي :

الجدول رقم (3): أنواع الخزف المستخدمة بتقنية الـ CAD/CAM (Abdullah et al. 2018)

نوع المادة الترميمية	نوع النظام المستخدم	الاستطباعات
خزف الفلدسباري	Cerec	حشوات: ضمنية ومغطية- وجوه- تيجان أمامية
الخزف الزجاجي المقوى باللويسيت	Cerec	حشوات: ضمنية ومغطية- وجوه- تيجان أمامية
(أكسيد المغنيزيوم)	Cerec 3D, Cerec inLab	تيجان أمامية
ألومينا (أكسيد الألمنيوم)	Cerec 3D, Cerec inLab, DSC Precident	تيجان وجسور أمامية
ألومينا	Procera	تيجان وجسور
الزيركونيا (أكسيد الزركون)	Cerec 3D, Cerec inLab, DSC Precident	تيجان وجسور
الزيركونيا المقساء جزئياً (أكسيد الزيركونيوم)	DSC Precident, Lava, Procera, Everest, Cercon	تيجان وجسور
الزيركونيا المقساء كلياً	DSC Precident, Everest	تيجان وجسور

3- اللون :

3-1 تعريف اللون :

يعرّف اللون بأنه إحساس يدرك بحاسة البصر، وتتم دراسته بناءً على خصائص ومعايير تدعى بالأبعاد اللونية وفق نظامين (Wee 2006):

1- (Munsell color order system) نظام وصفي وشائع الاستخدام.

2- نظام CIE Lab وهو نظام كمّي أكثر دقة من النظام السابق يستخدم في الأبحاث العلمية والدراسات.

3-2 أنظمة دراسة اللون :

• نظام (Munsell color order system) :

هو النظام الأول لدراسة اللون (Sproull 1973)، وهو نظام وصفي شائع الاستخدام قديماً في طب الأسنان، ولا يزال حالياً يتم الاعتماد عليه في اختيار لون التعويضات السنية.

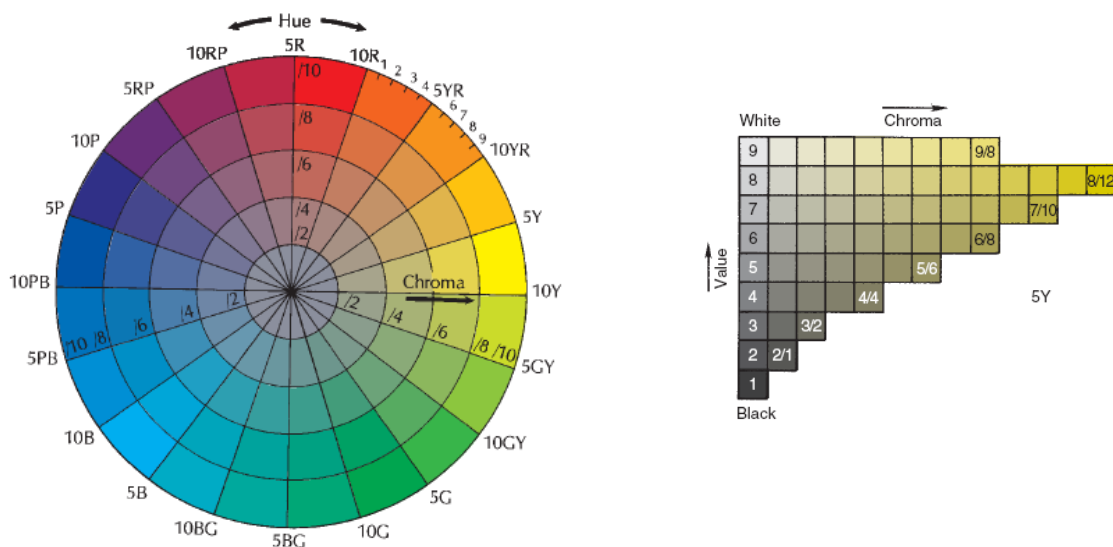
يعتمد هذا النظام على أبعاد اللون الثلاث وهي الصبغة اللونية Hue والإشباع اللوني Chroma والسطوع اللوني Value، وهي بالتعريف:

✓ الصبغة اللونية Hue: ويشار إليها بـ H وهي الخصوصية اللونية (الاسم العائلي) كاللون الأحمر والأصفر والأخضر....، ويعتمد هذا البعد اللوني على طول الموجة المعكوسة من الجسم إلى العين، وتترتب درجات اللون في نظام MUNSELL بشكل دوائر وعلى توزيع الصبغة اللونية ضمن حلقات،

الشكل رقم (4) . (Cochrane 2014)

من الداخل باتجاه الخارج، الشكل رقم(4). (Cochrane 2014)

رقم (4). (Cochrane 2014).



(Wee 2006)

• نظام CIE Lab (Commission International de l'Eclairage) :

هو نظام كمي رقمي ظهر في عام 1976، واعتمد عليه في الدراسات والأبحاث لدقته ولقدرة هذا النظام على التعبير عن اللون بالأرقام على عكس نظام Munsell الوصفي، فهو نظام أكثر دقة وأكثر مرجعية وبالتالي فإن الأخطاء في اختيار اللون أصبحت أقل. (Wee 2006)

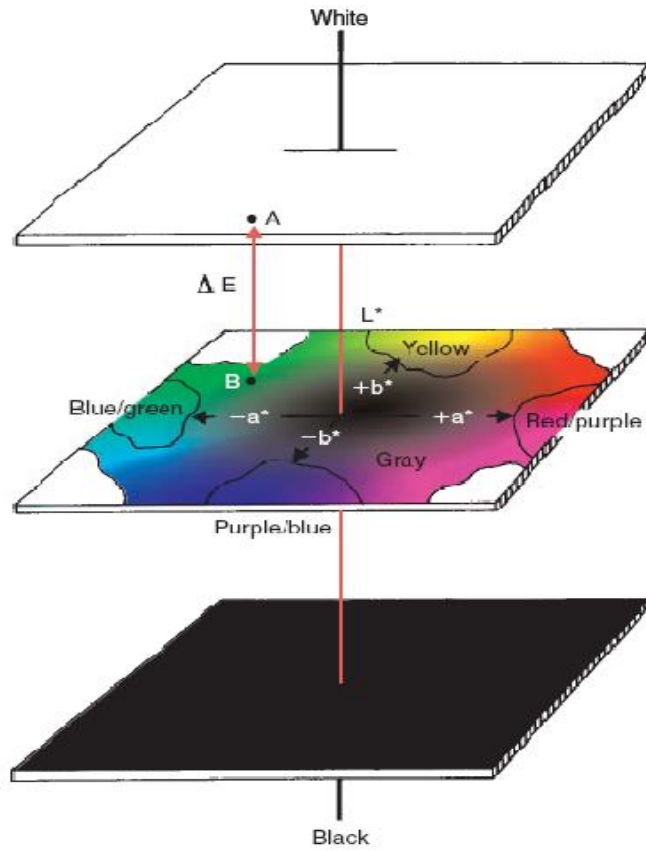
أبعاد اللون في هذا النظام هي (L , a , b) ، ويعتمد على توزيع الألوان على شكل جزر لونية متوضعة ضمن مستويات متوازية فوق بعضها البعض على حسب درجة السطوع اللوني L، حيث يمكن تشبيهها بصفحات الكتاب فكل صفحة من هذا الكتاب هنالك درجة سطوع لوني مختلفة، وضمن كل مستوي يتوضع اللون المطلوب على المحورين الخطيين a و b بقيم إيجابية وسلبية (Wyszecki and Stiles 1982 ; Westland 2003):

- L^* تمثل درجة سطوع اللون value المماثل لما هو موجود في نظام Munsell، ويمثل خواص الأبيض والأسود للون المطلوب، وتتراوح بين (L=0) أسود و (L=100) أبيض.

- a^* - b^* : تمثل الخواص اللونية (Chromatic characteristics) حيث إن:

(1) a^* : تقيس درجة الأحمر إذا كانت $a < 0$ أو الأخضر $a > 0$.

(2) b^* : تقيس درجة الأصفر إذا كانت $b < 0$ أو الأزرق $b > 0$.



الشكل رقم (5): نظام CIELAB حيث يمثل المحور الشاقولي درجة السطوع من الأبيض إلى الأسود (L^*) ونلاحظ توزع

الألوان بشكل جزر تمثل كلا من درجة الإشباع والصبغة اللونية (a^*-b^*). (Wee 2006)

يتميز هذا النظام عن سابقه بقدرته على حساب قيمة التغير اللوني (ΔE)، أي حساب فرق التغير بين لونين وهذا ما ساعد على تطوير أجهزة قياس اللون الإلكترونية الخاصة بالتعويضات والترميمات السنية.

يمكن حساب التغير اللوني بتطبيق المعادلة التالية بعد معرفة المعاملات اللونية الثلاث

الخاصة باللونين المراد معرفة الفرق بينهما (L, a, b) (Westland 2003) :

$$\Delta E = \sqrt{(L2 - L1)^2 + (a2 - a1)^2 + (b2 - b1)^2}$$

3-3 اختيار اللون في طب الأسنان :

يعدُّ اختيار اللون في المعالجات التعويضية والترميمية في طب الأسنان من المراحل المهمة، وتعدُّ من أهم متطلبات المريض في العيادة السنية، وإنَّ اختيار اللون يتم باستخدام أحد النظامين التاليين (Van der Burgt et al. 1990) :

- أنظمة اختيار اللون التقليدية (بصرية).
- أنظمة اختيار اللون الإلكترونية.

3-3-1 أنظمة اختيار اللون التقليدية (البصرية):

وهي عبارة عن مجموعة من العينات اللونية تم طرحها من قبل الشركات المنتجة للخزف، وتم تصنيعها بناءً على نتائج عدد كبير من الأبحاث والدراسات التي قامت بحصر أكبر عدد ممكن من العينات اللونية بين فئات المجتمع لنحصل على ما يسمى بالدليل اللوني. تعتمد أنظمة اختيار اللون التقليدية على المقارنة البصرية بين الدليل اللوني وأسنان المريض من أجل الحصول على أقرب لون مماثل من عينات الدليل.

ولهذا النظام مجموعات من الدلائل اللونية المتعارف عليها وهي (Wee 2006):

1. دليل لشركة Vita يسمى Vita Classical، الشكل (6):

هو الدليل الأكثر استخداماً في طب الأسنان، يتألف من عينات يوجد عليها أحرف

(A,B,C,D) والتي بدورها تمثل الصبغة اللونية المختلفة :

A: يمثل اللون الأصفر المحمر (البنّي)

B: يمثل اللون الأصفر

C: يمثل اللون الرمادي

D: يمثل اللون الرمادي المحمر

وأرقام (1,2,3,4) والتي بدورها تمثل إشباع لوني مختلف لزمرة الصبغة اللونية المرفقة وعلى سبيل المثال (A1 , A2 , A3.5) جميعها تمتلك نفس الصبغة اللونية ولكن بإشباع وسطوع لوني مختلف.

واختيار اللون في هذا الدليل يتم عن طريق اختيار الصبغة اللونية Hue أولاً ثم يتم اختيار الإشباع اللوني Chroma ثم السطوع اللوني value، وذلك بترتيب دليل الألوان السنّي التقليدي وفق درجة السطوع من الأفصح إلى الأعمق وفق الجدول رقم (3):

الجدول رقم (4): يمثل ترتيب الألوان ضمن الدليل وفق درجة السطوع

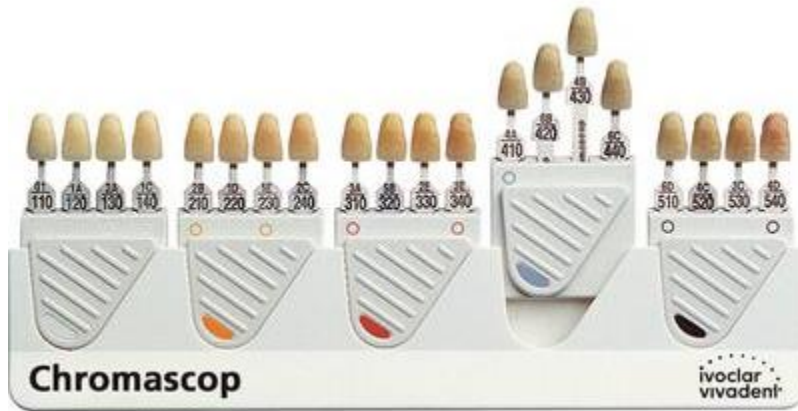
C4	A4	C3	B4	A3.5	B3	D3	A3	D4	C2	C1	A2	D2	B2	A1	B1
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

وفي حال كانت درجة سطوع اللون المُختار بحسب الصبغة والإشباع اللوني غير مناسبة يُمكننا أن نغيّر اللون بحسب درجة السطوع ولو غيّرنا الصبغة اللونية؛ فمثلاً: إذا اخترنا للمريض لون A2 بحسب الصبغة والإشباع اللوني (Hue , Chroma)، وتبيّن بعدها أن درجة السطوع غير مناسبة يُمكننا أن نغيّر اللون إلى D2 أو C1 بحسب الترتيب المذكور سابقاً (في حال كان اللون المختار أعمق من لون السن الطبيعي). أما إذا كان لون السن المختار أفتح من لون السن الطبيعي فيمكننا أن نضيف ملونات خارجية أو داخلية لإعطاء اللون المختار درجة أعمق. (Wee 2006)



الشكل رقم (6): دليل الألوان vita classical

2. دليل لشركة Ivoclar Vivadent يسمى (chromascop shade guide)



الشكل رقم (7): دليل الألوان chromascop shade guide

3. دليل شركة Vita يسمى (Vita Toothguide 3D- Master):

يعدّ هذا الدليل الأحدث و الأشمل لاحتوائه على عينات لونية أكثر وبتفاصيل أكثر دقة، حيث أنّ كل عينة لونية يرمز لها بثلاث رموز.

الرمز الأول (من 1 إلى 5) ويمثل السطوع اللّوني value، ثم الرمز الثاني الموجود في الوسط (L,M,R) ويمثل الصبغة اللّونية Hue، وأخيراً الرقم الأخير يمثل الإشباع اللّوني الـ chroma .

و اختيار اللون في هذا الدليل يتم بتحديد درجة السطوع اللّوني Value، ومن ثمّ درجة الإشباع اللّوني Chroma، فالصبغة اللّونية Hue.



الشكل رقم (8): دليل الألوان 3D master

4. نظام أو دليل ألوان العاج Dentin Shade Guide:

يستعمل هذا الدليل لتحديد لون العاج للأسنان المحضرة المراد تنويعها بترميمات خزفية كاملة (خالية من المعدن) أو ترميمها بوجوه تجميلية، وذلك لتأمين أفضل ناحية تجميلية للمريض ومعرفة اختيار لون الخزف الخاص بالعاج، ويعدُّ دليل ألوان العاج من شركة Ivoclar Vivadent الذي يشمل على تسعة ألوان أساسية الأكثر استعمالاً بينها.



الشكل رقم (9): دليل ألوان العاج

3-3-1-1 الخواص المطلوبة في دليل الألوان المثالي (O'Brien 2002 ; Davis et al.

1992 ; MILLER 1993):

- (1) التعدد الكافي للألوان ليشمل عينة كبيرة موجودة في الأسنان الطبيعية.
- (2) الانسجام مع دلائل الألوان الأخرى وقابلية المقارنة مع المواد السنية مثل الخزف والكومبوزيت، وأسنان الأجهزة الصناعية.

(3) الترتيب العملي والسهل للألوان .

(4) القدرة على تقليد التنوع الموجود في الأسنان الطبيعية من حيث:

- شفافية المينا

- ثخانة المينا

- طبيعة سطح المينا

- التآلق

- اللمعان

(5) يجب أن تكون مادة دليل الألوان من نفس مادة الترميم ، وثخانة مادة الدليل يجب أن لا

تتعدى ثخانة الخزف المغطى.

3-3-1-2 خطوات انتقاء (اختيار) اللون السنّي (Wee 2006):

- أن تكون الإضاءة المحيطة مناسبة، ويفضل أن تكون في ضوء النهار أو ما يماثله.

- تجنب كل ما يؤثر في اختيار اللون من ملابس ذات ألوان فاقعة أو أحمر شفاف...

- تنظيف الأسنان جيداً وإزالة التصبغات والفلح قبل أخذ اللون.

- اختيار لون الأسنان في أول زيارة للمريض وتدوينه في سجله.

- استعمال مُبعد الشفتين أو ما يسمى فاتح الفم.

- أن تكون وضعية المريض عمودية والفم على مستوى عين الناظر.

- اختيار اللون من على بُعد 25 سم (مسافة تساعد على تقييم درجة سطوع اللون).

- أن تكون الأسنان رطبة.

- يجب أن يكون اختيار اللون بسرعة أقل من خمس ثوانٍ للمشاهدة الواحدة.

- ويجب أن يريح الطبيب عينيه بين المشاهدات؛ وذلك بالنظر إلى سطح رمادي مباشرة لكي يوازن مستقبلات اللون الموجودة في الشبكية.
- يجب الاعتماد على الناب عند اختيار الصبغة اللونية للأسنان لامتلاكه أعلى قيم صبغة وإشباع لوني في الفم.
- اختيار لونين أو أكثر من ألوان الدليل الأقرب للون السن الطبيعي مع وضع كل نموذج لوني على حدة بجانب السن وحذف الألوان غير المناسبة، ثم اختيار اللون الأقرب لمحاكاة لون السن الطبيعي.
- يتم تأكيد اختيار اللون بزيارة أخرى، أو زيارتين للمريض وتحت عدة ظروف إضاءة ومن الممكن الاستعانة بالطاقم الطبي المساعد أو المريض .
- يجب تحديد خواص سطح السن: قد تُظهر بعض الأسنان تصبغات داخلية أو خارجية أو نقص تكلس أو شفوفية زائدة للحد القاطع ففي هذه الحالة لا يوجد دليل ألوان يؤمن لوناً مناسباً للترميم النهائي، ومن الممكن استعمال ملونات خارجية توضع على سطح الترميم لمحاكاة الأسنان الطبيعية.

3-1-3-3 سلبيات انتقاء اللون بالطريقة التقليدية :

يعدُّ اختيار اللون عن طريق مقارنة أسنان المريض مع ألوان الدليل القياسية من الوسائل الأكثر استخداماً في طب الأسنان (Van der Burgt et al. 1990)، إلا أن هذا الاختيار يتصف بالتناقض وعدم الدقة (Okubo et al. 1998)، وبأنه غير موثوق به وغير قابل للتكرار (Browning 2003)، يضاف إلى ذلك عدة مساوئ لدليل الألوان البصري مثل:

• التوزع غير المنتظم للألوان و قلة الألوان المتوفرة (Schwabacher and Goodkind 1990).

• التناقض بين الدليل اللوني ولون الخزف المطبق لاختلاف السماكة بين الدليل والقطعة التعويضية والتي تزيد من تعقيد مهمة اختيار اللون. (Dagg et al. 2004)

3-2-3 أنظمة اختيار اللون الإلكترونية :

تقسم أجهزة اختيار اللون الإلكترونية إلى ثلاثة أقسام تبعاً لطريقة العمل (Wee 2006 ; Odaira et al. 2011):

• أجهزة تحليل شدة الضوء وقياس اللون Spectrophotometers Spectroradiometers.

• أجهزة تحديد اللون Colorimeters.

• أجهزة رقمية لتحليل اللون Digital Color Analyzers .

وقد أظهرت الدراسات السريرية لبعض الأجهزة نتائج سريرية مطابقة للقراءة البصرية، وقدمت أجهزة تحديد اللون Colorimeters قياسات دقيقة قابلة للتكرار لبعض الأمثلة الخزفية والأسنان الطبيعية. (Seghi et al. 1989; Tung et al. 2002)

أما الأجهزة الرقمية فبإمكانها تحديد اللون بدقة أكثر من القياس البصري مع القابلية لتكرار القياس نفسه (Li and Wang 2007)، وقد زاد تطور العديد من أجهزة تحديد اللون وأجهزة تحليل شدة الضوء وقياس اللون من استعمالها في مجال الأبحاث السنية. (Chu et al. 2010)

3-3-2-1 جهاز اختيار اللون الإلكتروني (Vita Easyshade) :

جهاز رقمي حديث يستخدم في انتقاء اللون الخاص بالسن والتعويض، و يتمتع بدقة وسهولة وموضوعية في انتقاء اللون مقارنةً مع الطريقة التقليدية، وأثبتت الدراسات أن دقة هذا النوع من الأجهزة لا تقل عن 96.4 % (Kim-Pusateri et al. 2009)

مميزات هذا الجهاز :

- (1) لا يتأثر بظروف الإضاءة المحيطة أو الشخص الفاحص.
- (2) خفيف الوزن و سهل الاستعمال.
- (3) يأخذ اللون بسرعة.
- (4) له شاشة واضحة.
- (5) يمكن وصله بالحاسب.
- (6) يمكنه قياس لون مناطق محددة من السن.
- (7) يسمح بدراسة تفاصيل لون السن الدقيقة في فضاء الألوان.
- (8) يعطي ثلاثة أنماط مختلفة في القياس اللوني: السن، الترميم، دليل الألوان.
- (9) يمكنه تخزين ثلاثين قراءة لونية في ذاكرة الجهاز.



الشكل رقم (10): جهاز انتقاء اللون الالكتروني

3-3-3 عوامل تؤثر على اختيار اللون في طب الأسنان :

تقسم هذه العوامل إلى قسمين، الأول يتعلق بالدعامة المحضرة والأسنان الطبيعية المجاورة، والثاني يتعلق بالقطعة التعويضية التي سوف توضع فوقها.

- عوامل تؤثر على اختيار اللون خاصة بالدعامة والأسنان الطبيعية

:(Christensen 2006)

(1) العاج والمينا :حيث أن شفافية المينا وكثافة العاج ولونه تحت المينا له

دور هام ويجب محاولة تقليده بالقطعة التعويضية.

(2) شكل السن وحجمه وقطره.

(3) كثافة ووضع المينا السني (تضاريس خارجيه ومقدار صقل السطح).

(4) انكسار وانعكاس الضوء على سطح السن.

(5) بعض التشوهات اللونية والتشريحية التي قد تؤدي إلى إعطاء صفات لونية

خاصة مثل: نقص تكلس - سوء تكوّن - تآكل - شقوق - تصبغات لونية

مختلفة.

(6) نوع المادة المستخدمة في ترميم الدعامة ولونها (كومبوزيت - أملغم - قلب

معدني - وتد فايبر).

• عوامل تؤثر على اختيار اللون خاصة بالقطعة التعويضية :

يجب الانتباه عند صنع القطعة التعويضية إلى المحاور التالية (الخزف المغطّي و

طبقة الخزف الزجاجي Glaze - القبة الداعمة - إسمنت اللاصق - الأسنان

المحضرة أو الخلفيات Backgrounds).

✓ الخزف المغطّي و طبقة الخزف الزجاجي Glaze (Joiner 2004 ;

Barghi and ; Jorgenson and Goodkind 1979 ; Christensen 2006

: (McAlister 2003

1. نوع النظام الخزفي المستعمل وتركيبه ومكوناته.

2. الخصائص الشكلية.

3. درجة البريق Fluorescence .

4. التلألؤ opalescence .

5. عدد مرات خبز الخزف وتقنية التكثيف.

6. لون الترميم أو التعويض.

7. ثخانة الخزف.

8. التقنيات المخبرية المستخدمة في إعطاء الصفات اللونية.

9. حالة السطح ودرجة الإنهاء والصقل والتلميع.

10. درجة الشفافية والظلالية.

✓ عوامل تتعلق بالقبّعة الداعمة (Dikicier et al. 2014 ; Christensen 2006):

1. نوع المادة المكونة للقّبعة الداعمة.

2. اختلاف ثخانات القّبعات الداعمة للترميم.

3. لون القبة الداعمة أو تلوينها بملونات خارجية.

✓ لون ونوع وثخانة إسمنت الإلصاق المستخدم (Barath et al. 2003 ;

(Karaagacclioglu and Yilmaz 2008

الباب الثاني

المواد والطرائق

Materials & Methods

1_2 عينة البحث Sample :

تألفت عينة البحث من 32 قبة زيركونية (16 جسر) بثخانة 0,5 ملم فوقها خزف مغطي بثخانة 1 ملم، وقُسمت عينة البحث إلى أربع مجموعات تبعاً لطريقة التلوين المستخدمة وطريقة التطبيق، تشمل كل مجموعة 8 قبعات (4جسور).

- المجموعة الأولى: تألفت من 8 قبعات زيركونية (4 جسور) تمّ تغطيسها بسائل تلوين لون A2 لمدة 30 ثانية تبعاً لتعليمات الشركة المصنعة، ووضع خزف مغطي فوقها بثخانة 1 ملم بلون A2 .
- المجموعة الثانية: تألفت من 8 قبعات زيركونية (4 جسور) تمّ تغطيسها بسائل تلوين لون A2 لمدة 60 ثانية، ووضع خزف مغطي فوقها بثخانة 1ملم بلون A2 .
- المجموعة الثالثة: تألفت من 8 قبعات زيركونية (4 جسور) تمّ التلوين بدهن طبقة واحدة من الملون الخاص بلون A2 بواسطة فرشاة، ووضع خزف مغطي فوقها بثخانة 1 ملم بلون A2 .
- المجموعة الرابعة: تألفت من 8 قبعات زيركونية (4 جسور) تمّ التلوين بدهن طبقتين من الملون الخاص بلون A2 بواسطة فرشاة، ووضع خزف مغطي فوقها بثخانة 1ملم و بلون A2 .

2_2 مواد وأجهزة البحث : materials and devices

1_2_2 المواد :

- قالب زيركونيا نوع (copravantage HS) من شركة (white peaks) الألمانية،
الشكل (11) .



الشكل (11) : قالب الزيركونيا المستخدم في عينة البحث

- سائل تلوين لتغطيس القبعات الزيركونية (coprancolor) من شركة (white peaks)، الشكل (12).



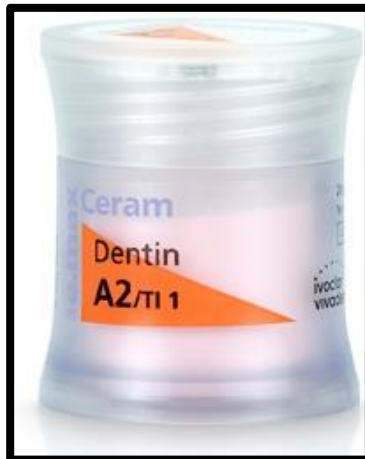
الشكل (12) : سائل تغطيس القبعات

- سائل تلوين لدهن القبعات الزيركونية (CupraSmile Color PaintOn) من شركة (White peaks)، الشكل (13).



الشكل (13) : سائل دهن القبعات

- خزف مغطي بودة وسائل نوع (Emax ceram) من شركة (Ivoclar)، الشكل (14).



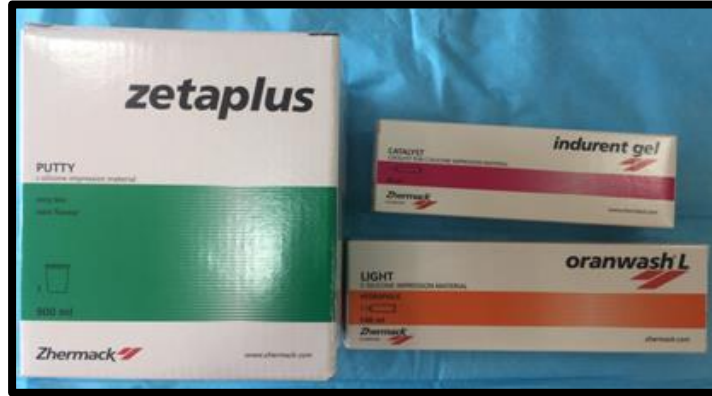
الشكل (14) : الخزف المغطي المستخدم فوق القبعات الزيركونية

- مادة لتمثيل لون الدعامة المحضرة وعمل مثال للدعامات المحضرة بلون العاج الطبيعي Natural Die Material من شركة (Ivoclar)، الشكل (15).



الشكل (15) : مادة لتمثيل لون الدعامة المحضرة

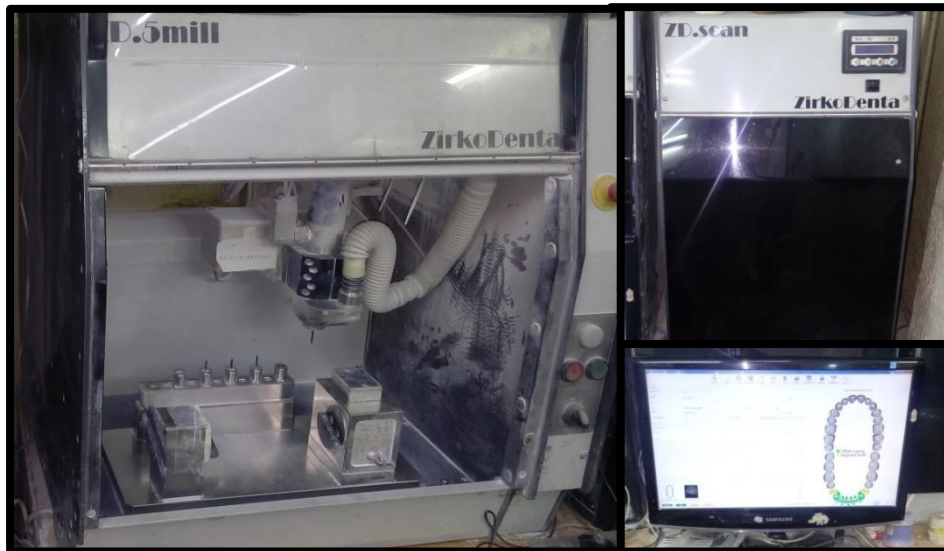
- جبس حجري محسن
- مطاط سيليكوني تكتيفي التفاعل نوع (Zetaplus) من شركة (Zhermack)،
الشكل (16).



الشكل (16) : مطاط سيليكوني تكتيفي التفاعل

2_2_2 الأجهزة :

- جهاز CAD/CAM والماسح الضوئي الخاص به لشركة (zircoDenta) بالإضافة للبرنامج الخاص لتصميم القبة على الحاسب، الشكل (17).



الشكل (17) : جهاز CAD/CAM والماسح الضوئي

- جهاز التقسية (الارتصاص أو السنترة) sintering machine لتحويل القبة الزيركونية من الطور الهش الطبشوري إلى الطور القاسي الصلب.
- جهاز ميكروموتور صناعي مع قبضة مستقيمة وسنابل لإنهاء وتلميع الخزف، الشكل (18).



الشكل (18) : ميكرو موتور صناعي لإنهاء وتلميع الخزف المغطي

- جهاز مقياس الثخانة اليدوي، الشكل (19).



الشكل (19) : جهاز مقياس الثخانة اليدوي

- جهاز تصليب ضوئي (LED-D) من شركة (woodpecker)، الشكل (20).



الشكل (20) : جهاز تصليب ضوئي

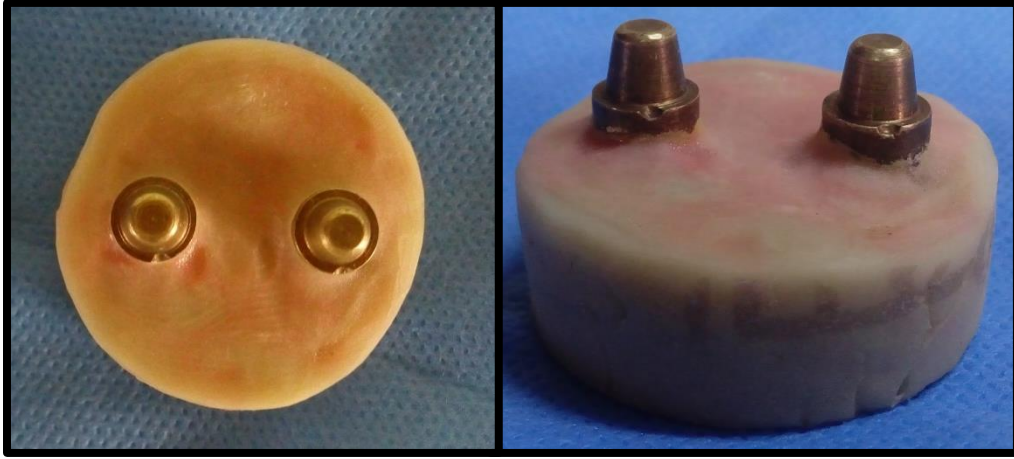
- جهاز تحديد اللون الإلكتروني الجيل الرابع (VITA EasyShade)، الشكل (21).



الشكل (21) : جهاز تحديد اللون الإلكتروني

2_3 طريقة تحضير العينة :

تمّ تصنيع دعامتين مخبريتين محضرتين من النحاس بشكل آلي، وبينهما مسافة تمثّل الفقد للرحى الأولى السفلية، مواصفات هذا المثال (قطر الأسطوانة المعدنية عند الحدود العنقية 8 ملم - طول الدعامة 5 ملم - خط إنهاء كتف بعرض 1 ملم - ميلان جدران 20°)، كما تمّ إضافة أخدود صغير على جهة من الكتف لتتميّز السطح الدهليزي للعينة، الشكل (22).



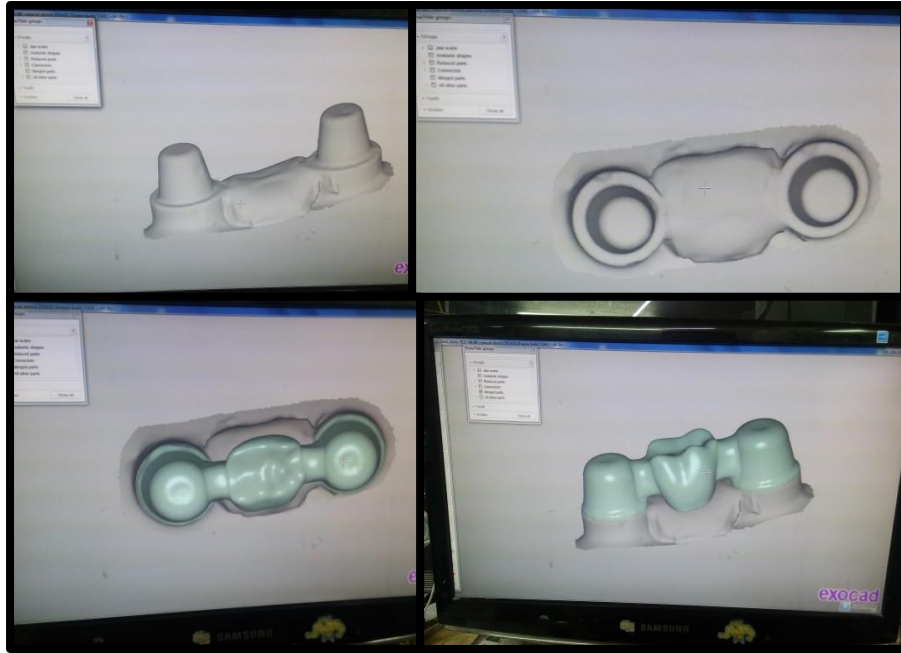
الشكل (22) : دعامتان نحاسيتان لصنع مثال العمل الرئيسي

ثم تمّ نسخ المثال النحاسي باستخدام المطاط السيليكوني التكتيفي ، وصبها بالجبس المحسن للحصول على مثال العمل الرئيسي ولتصبح مقروءة لجهاز الماسح الضوئي، الشكل (23).



الشكل (23) : مثال العمل الرئيسي المصنوع من الجبس المحسن

فُحص المثل الجبسي وتمّ التأكد من خلوّه من أي تشوّه أو مشاكل ناتجة عن النسخ والصب، ثم تمّ مسح المثل بواسطة الماسح الضوئي، وصنع التصميم الخاص بالهيكل الزيركوني المطلوب على الحاسب والبرنامج الخاص بالـ CAD/CAM ليعطي قبعات زيركونية بثخانة نهائية 0,5 ملم بعد حساب النقل الناتج عن عملية التقسية. الشكل (24).



الشكل (24) : مسح المثل الجبسي وتصميم الهيكل الزيركوني على الحاسب

نُحت ستة عشر هيكلاً زيركونياً من قوالب زيركونية نصف مقساة (soft machining) ، الشكل (25).



الشكل (25) : الهياكل الزيركونية لعينة البحث

تمّ تلوين العينات وقُسمت لأربع مجموعات وأُدخلت إلى فرن التقيسية، بعدها تمّ تصنيع أول جسر بتطبيق الخزف المغطي بلون A2 بطريقة التلبيد بسماكة أولية تقديرية 1.2 ملم، وباستخدام مقياس الثخانة والميكروموتور والسنابل الماسية تمّ تعديل الثخانة الكلية للخزف المغطي لتقارب 1 ملم، بعدها تمّ تصنيع قالب من المطاط السيليكوني التكتيفي لضبط ثخانة باقي الجسور المصنعة، الشكل (26).



الشكل (26) : عينة البحث كاملة بعد الانتهاء من تطبيق الخزف المغطي

رُقم كل جسر بثلاثة أرقام، حيث أن رقم الآحاد والمئات يدل على رقم القبة ضمن المجموعة ورقم العشرات يدل على رقم المجموعة المدروسة وفق الشكل (27).



الشكل (27) : ترقيم جسور المجموعة الأولى

كما تمّ تصنيع نسخة إيجابية من الدعامات المخبرية الخاصة بالبحث بعد تصنيعها من مادة راتنجية ضوئية التصلب مماثلة للون العاج الطبيعي للأسنان المحضرة (Natural Die Material) بلون (ND2) من خلال تصنيع قالب مطاطي تم تطبيق المادة فيه على طبقات لا تتجاوز 2 ملم وصلبت كل طبقة بواسطة جهاز التصلب الضوئي لمدة 20 ثانية وذلك بهدف وضع العينات عليها أثناء القياس، الشكل(28).



الشكل (28) : نسخة إيجابية عن دعامات البحث مصنوعة من مادة ذات لون مماثل للون العاج الطبيعي للسن المحضر.

تمّ قياس التغير اللّوني للقطعة التعويضية ΔE بشكل مباشر والتغير بأبعاد اللون الثلاث وفق نظام Munsell اللّوني (Hue , Chroma , value) باستخدام جهاز تحديد اللون الإلكتروني Vita EasyShade بعد تحديد اللون A2 كمعيار للمقارنة ضمن إعدادات الجهاز والذي قام بحساب التغير اللّوني بشكل مباشر دون الحاجة لقياس الأبعاد اللّونية وتطبيق قانون التغير اللّوني بشكل يدوي. الشكل(29)



الشكل (29) : طريقة استخدام جهاز Vita EasyShade: (1) اختيار أيقونة معايرة الجهاز (2) معايرة الجهاز (3) اختيار وضع المقارنة comparison mode (4) اختيار اللون المعياري للمقارنة مع القياسات (5) قياس العينة (6) شاشة الجهاز بعد قياس اللون وحساب قيمة التغير اللوني ΔE

4-2 التحاليل الإحصائية:

سُجلت القياسات الخاصة بالعينات، وأدخلت البيانات إلى برنامج IBM SPSS statistics الإصدار رقم 22 الخاص بالدراسات الإحصائية، حيث تم إجراء اختبار Kolmogorov-Smirnov للتأكد من أن قيم التغير اللوني ΔE في الدراسة تتوزع وفق منحنى التوزيع الطبيعي، وبما أن البحث يحتوي على أربع مجموعات تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب One-Way ANOVA بهدف دراسة دلالة الفروق بين متوسطات

التغير اللوني ΔE بين المجموعات الأربعة، ثم تم إجراء تحليل Bonferroni للمقارنة الثنائية بين المجموعات.

كما تم دراسة القبول السريري للتغير اللوني في المجموعات الأربعة عن طريق إجراء اختبار كروسكال-واليس Kruskal-Wallis Test لدراسة دلالة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني، ثم تم استخدام اختبار مان وتني (Mann-Whitney Test) لمعرفة اتجاه الفروق بين المجموعات الأربعة.

الباب الثالث

النتائج

Results

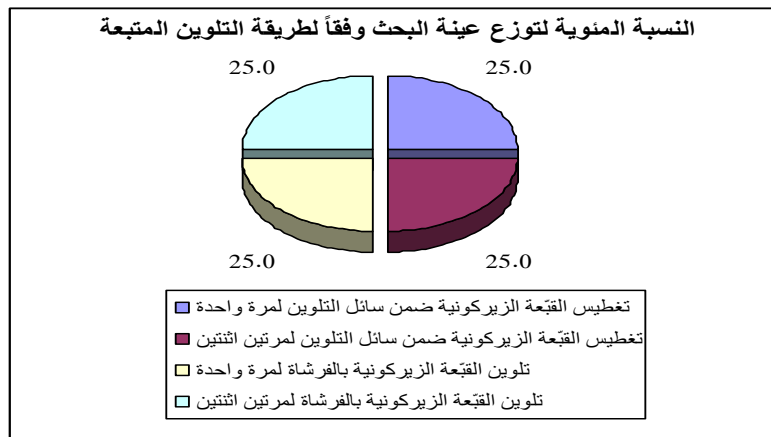
3-النتائج :

3-1 وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 32 قُبَّعة زيركونية كانت مقسمةً إلى أربع مجموعات رئيسة متساوية وفقاً لطريقة التلوين المتبعة (المجموعة الأولى تغطيس القُبَّعة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة، المجموعة الثانية تغطيس القُبَّعة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرتين، المجموعة الثالثة دهن القُبَّعة الزيركونية بالفرشاة لمرة واحدة، المجموعة الرابعة دهن القُبَّعة الزيركونية بالفرشاة لمرتين)، وكان توزع عينة البحث وفق الجدول رقم (4).

جدول رقم (4) يبين توزع عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة.

طريقة التلوين المتبعة	عدد القُبَّعات الزيركونية	النسبة المئوية
المجموعة الأولى (تغطيس مرة واحدة)	8	25.0
المجموعة الثانية (تغطيس مرتين)	8	25.0
المجموعة الثالثة (دهن مرة واحدة)	8	25.0
المجموعة الرابعة (دهن مرتين)	8	25.0
المجموع	32	100



مخطط رقم (1) النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة.

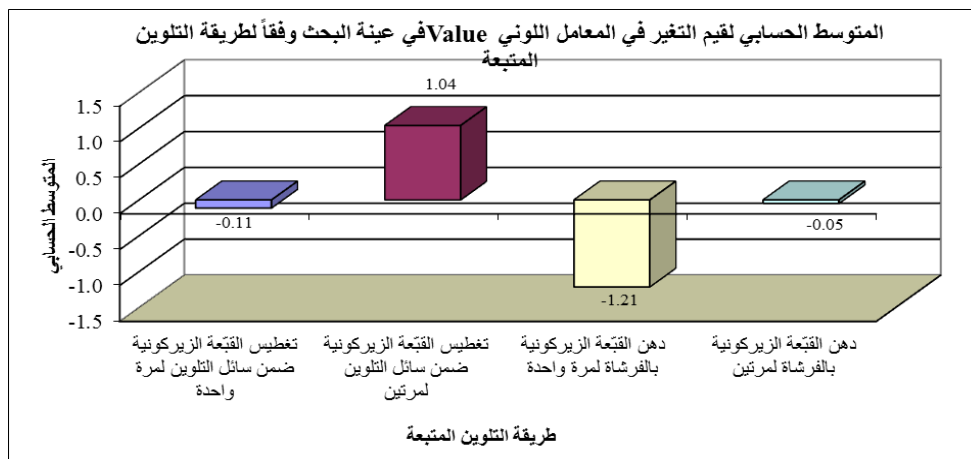
3-2 الدراسة الإحصائية التحليلية:

تم إجراء القياس على عينات البحث وتسجيل قيمة التغير في المعاملات اللونية (Value، Hue، Chroma)، كما تم تسجيل قيمة التغير اللوني ΔE لكل قبة زيركونية من القبعات المدروسة في عينة البحث، ثم تمت إجراء دراسة إحصائية وصفية للعينات بعدها تم دراسة تأثير طريقة التلوين المتبعة (تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة، تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرتين اثنتين، دهن القبة الزيركونية بالفرشاة لمرة واحدة، دهن القبة الزيركونية بالفرشاة لمرتين اثنتين) في قيم مقدار التغير اللوني ΔE في عينة البحث .

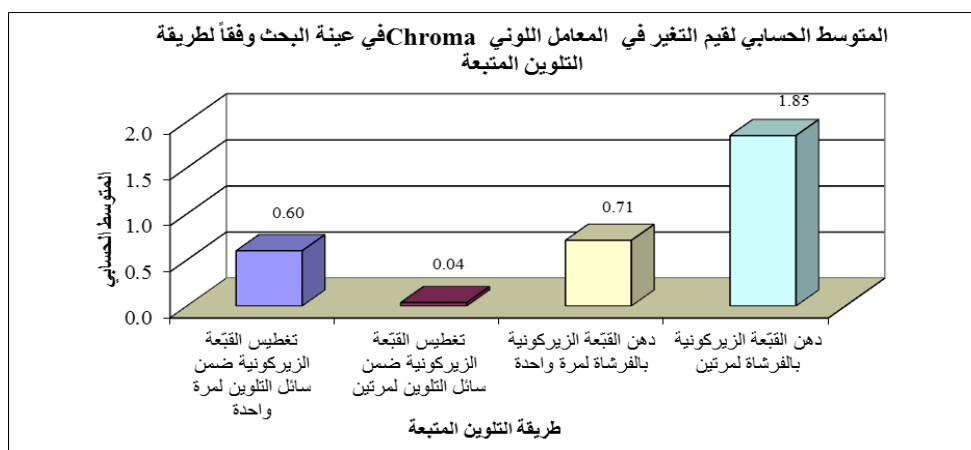
3-2-1 نتائج الدراسة الإحصائية الوصفية لقياس قيم المعاملات اللونية في عينة البحث:

جدول رقم (5) الإحصاءات الوصفية لقيم المعاملات اللونية (Value، Chroma، Hue) في عينات البحث.

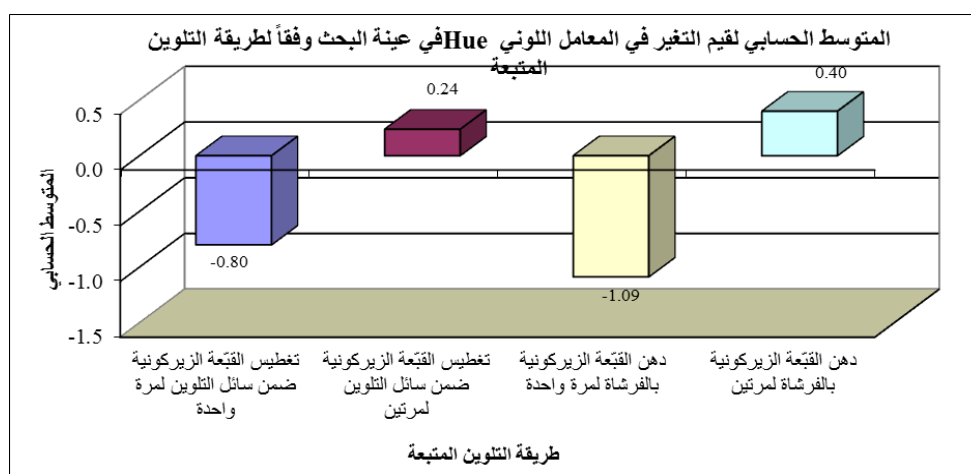
الحد الأدنى	الحد الأعلى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد القبعات الزيركونية	طريقة التلوين المتبعة	المتغير المدروس
0.9	-2	0.34	0.95	-0.11	8	المجموعة الأولى	المعامل اللوني Value
2.1	-0.2	0.28	0.80	1.04	8	المجموعة الثانية	
1.2	-2.9	0.45	1.28	-1.21	8	المجموعة الثالثة	
1.7	-0.9	0.30	0.84	-0.05	8	المجموعة الرابعة	
2.5	-1.7	0.52	1.47	0.60	8	المجموعة الأولى	المعامل اللوني Chroma
3.4	-4.1	1.14	3.21	0.04	8	المجموعة الثانية	
3.3	-1.6	0.67	1.89	0.71	8	المجموعة الثالثة	
3.1	-2.6	0.69	1.95	1.85	8	المجموعة الرابعة	
1.4	-1.9	0.41	1.17	-0.80	8	المجموعة الأولى	المعامل اللوني Hue
3.3	-1.6	0.65	1.83	0.24	8	المجموعة الثانية	
0.3	-2.1	0.28	0.79	-1.09	8	المجموعة الثالثة	
4	-1.2	0.59	1.67	0.40	8	المجموعة الرابعة	



مخطط رقم (2) المتوسط الحسابي لقيم التغير في المعامل اللوني Value في عينات البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة.



مخطط رقم (3) المتوسط الحسابي لقيم التغير في المعامل اللوني Chroma في عينات البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة.



مخطط رقم (4) المتوسط الحسابي لقيم التغير في المعامل اللوني Hue في عينات البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة.

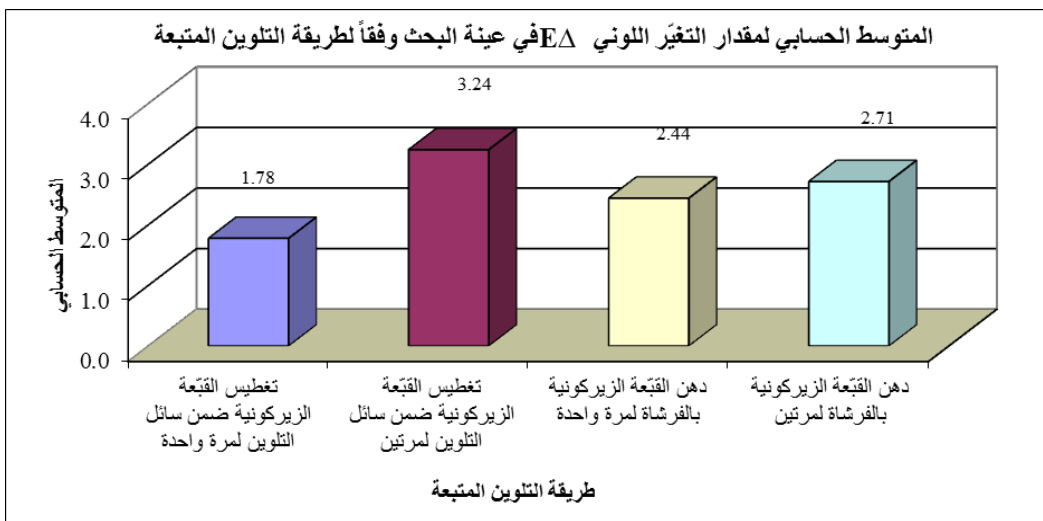
3-2-2 دراسة مقدار التغير اللوني ΔE :

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط التغير اللوني ΔE بين المجموعات الأربعة المدروسة (تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة، تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرتين اثنتين، تلوين القبة الزيركونية بالفرشاة لمرة واحدة، تلوين القبة الزيركونية بالفرشاة لمرتين اثنتين) في عينة البحث كما يلي:

3-2-2-1 إحصاءات وصفية:

جدول رقم (6) يبين قيم الإحصاءات الوصفية للتغير اللوني ΔE في عينة البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة.

المتغير المدروس = مقدار التغير اللوني ΔE						
طريقة التلوين المتبعة	عدد القبعات الزيركونية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة	8	1.78	0.41	0.15	1.4	2.6
تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرتين	8	3.24	0.64	0.23	2.7	4.7
تلوين القبة الزيركونية بالفرشاة لمرة واحدة	8	2.44	0.84	0.30	1.4	3.4
تلوين القبة الزيركونية بالفرشاة لمرتين	8	2.71	0.47	0.17	1.7	3.1



مخطط رقم (5) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التغير اللوني ΔE في عينات البحث وفقاً لطريقة التلوين المتبعة.

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

جدول رقم (7) نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي لدراسة الفروق في متوسط التغير اللوني بين المجموعات

المتغير المدروس = مقدار التغير اللوني ΔE		
قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
7.877	0.001	توجد فروق دالة

يبين الجدول (7) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي إنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين اثنتين على الأقل من المجموعات الأربع المدروسة (تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة، تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرتين اثنتين، تلوين القبة الزيركونية بالفرشاة لمرة واحدة، تلوين القبة الزيركونية بالفرشاة لمرتين اثنتين) في عينة البحث، ولمعرفة أي المجموعات تختلف عن الأخرى جوهرياً في قيم مقدار التغير اللوني ΔE تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق بين كل زوج من مجموعات الأربعة في عينة البحث.

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

جدول رقم (8) نتائج اختبار Bonferroni للمقارنات البعدية المتعددة

المتغير المدروس = مقدار التغير اللوني ΔE					
طريقة التلوين المتبعة المستخدم (I)	طريقة التلوين المتبعة المستخدم (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	-1.46	0.31	0.000	توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة	-0.66	0.31	0.237	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الرابعة	-0.94	0.31	0.029	توجد فروق دالة
المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة	0.80	0.31	0.087	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الرابعة	0.52	0.31	0.589	لا توجد فروق دالة
المجموعة الثالثة	المجموعة الرابعة	-0.28	0.31	1.000	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول (8) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم مقدار التغير اللوني ΔE بين المجموعة الأولى وكل من المجموعة الثانية والمجموعة الرابعة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات طريقة التلوين المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم مقدار التغير اللوني ΔE في مجموعة تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة كانت أصغر منها في كل من مجموعة تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرتين اثنتين ومجموعة تلوين القبة الزيركونية بالفرشاة لمرتين اثنتين.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي إنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات طريقة التلوين المتبعة المعنية في عينة البحث.

3-2-3 دراسة القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة:

تم توزيع القياسات الخاصة بالتغير اللوني ΔE على ثلاثة مجالات (غير ملحوظ سريرياً، مقبول سريرياً، غير مقبول سريرياً)، والجدول رقم (9) يوضح توزيع التيجان الزيركونية في المجموعات الأربعة المدروسة بحسب القبول السريري والنسب المئوية لهم .

الجدول (9) يبين التكرارات والنسب المئوية للتيجان الزيركونية في مجموعات الدراسة الأربعة تبعاً للقبول السريري

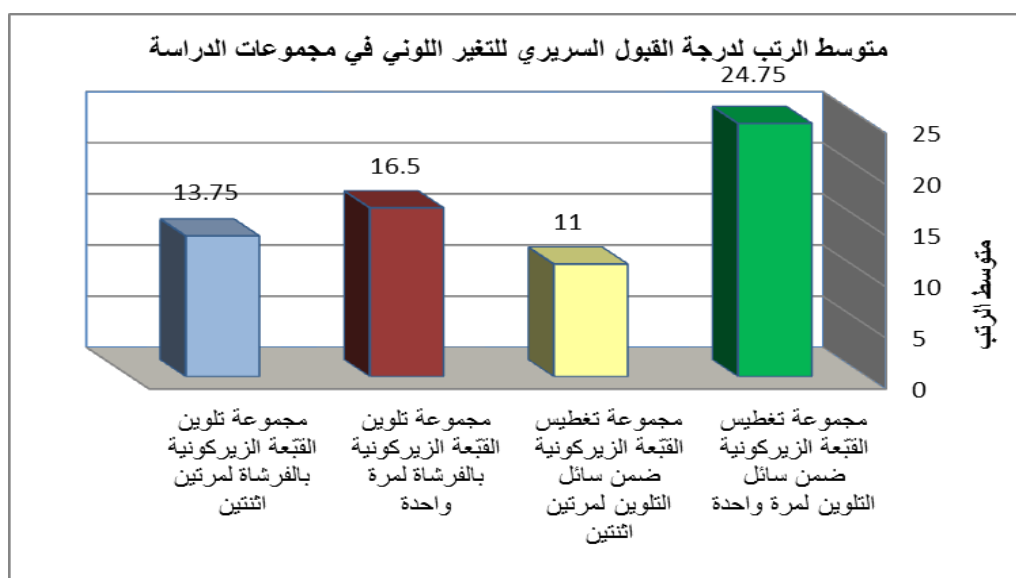
المتغير المدروس: القبول السريري للتغير اللوني ΔE								
النسبة المئوية				عدد التيجان الزيركونية				مجموعات طريقة التلوين المتبعة
المجموع	غير مقبولة سريرياً	مقبولة سريرياً	غير ملحوظة سريرياً	المجموع	غير مقبولة سريرياً	مقبولة سريرياً	غير ملحوظة سريرياً	
%100	0	%25	%75	8	0	2	6	المجموعة الأولى
%100	%50	%50	0	8	4	4	0	المجموعة الثانية
%100	%37,5	%25	%37,5	8	3	2	3	المجموعة الثالثة
%100	%37,5	%50	%12,5	8	3	4	1	المجموعة الرابعة
%100	%31.3	%37,4	%31.3	32	10	12	10	المجموع

ولدراسة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة، تم استخدام اختبار كروسكال-واليس Kruskal-Wallis Test لدراسة دلالة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة المذكورة.

3-2-3 نتائج اختبار كروسكال-واليس Kruskal-Wallis Test :

الجدول (10) متوسط الرتب لدرجة القبول السريري للتغير اللوني في عينة الدراسة

المتغير المدروس: القبول السريري للتغير اللوني ΔE			
المتغير المدروس	طريقة التلوين المتبعة	عدد التيجان الزيركونية	متوسط الرتب
درجة القبول السريري للتغير اللوني	تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة	8	24,75
	تغطيس القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة اثنتين	8	11
	دهن القبة الزيركونية بالفرشاة لمرة واحدة	8	16,5
	دهن القبة الزيركونية بالفرشاة لمرة اثنتين	8	13,75



المخطط البياني (6) يبين متوسط الرتب لدرجة القبول السريري للتغير اللوني في عينة الدراسة

الجدول (11) نتائج اختبار كروسكال-واليس لدراسة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة

المتغير المدروس: القبول السريري للتغير اللوني ΔE				
المتغير المدروس	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية	دلالة الفروق
درجة القبول السريري للتغير اللوني	10.850	3	0.013	توجد فروق دالة

يتضح من خلال الجدول رقم (11) بأن القيمة الاحتمالية هي (0.03) وهي أصغر من (0.05) وبالتالي توجد فروق دالة إحصائية بين مجموعتين على الأقل في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة.

وللتعرف على اتجاه هذه الفروق الدالة إحصائياً، بين أي من مجموعات طرق التلوين المتبعة، تمّ استخدام اختبار مان وتني (Mann-Whitney Test) للتعرف على اتجاه الفروق الدالة إحصائياً، والنتائج موضحة في الجدول رقم (12).

3-2-2 نتائج اختبار مان وتني (Mann-Whitney Test) :

الجدول (12) نتائج اختبار مان وتني لدراسة دلالة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة

المتغير المدروس: القبول السريري للتغير اللوني ΔE					
مجموعات طريقة التلوين المتبعة	قيمة اختبار مان وتني	قيمة Z	القيمة الاحتمالية	دلالة الفروق	
المجموعة الثانية	4	-3,13	0.002	توجد فروق دالة	المجموعة الأولى
المجموعة الثالثة	17	-1,758	0.130	لا توجد فروق دالة	
المجموعة الرابعة	9	-2,604	0.015	توجد فروق دالة	
المجموعة الثالثة	22	-1,132	0.328	لا توجد فروق دالة	المجموعة الثانية
المجموعة الرابعة	26	-0,707	0.574	لا توجد فروق دالة	
المجموعة الرابعة	27	-0,559	0.645	لا توجد فروق دالة	المجموعة الثالثة

يتبين من خلال قراءة النتائج في الجدول رقم (12) وبعد مقارنة القيم الاحتمالية لنتائج اختبار مان وتني Mann-Whitney Test لدراسة دلالة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة مع مستوى الدلالة (0.05) النتائج الآتية:

- يوجد فرق دال إحصائياً في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعة تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة وبين مجموعة تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرتين اثنتين وهذا الفرق الدال هو لصالح مجموعة تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة.
- يوجد فرق دال إحصائياً في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعة تغطية القبة الزيركونية ضمن سائل التلوين لمرة واحدة وبين مجموعة دهن القبة الزيركونية بالفرشاة

لمرتين اثنتين وهذا الفرق الدال هو لصالح مجموعة تغطية القبعة الزيركونية ضمن

سائل التلوين لمرة واحدة.

• على حين لم تظهر فروق دالة إحصائياً في القبول السريري للتغير اللوني في بقية

المقارنات بين المجموعات.

الباب الرابع

المناقشة

Discussion

4- المناقشة :

ازداد مع الزمن ارتباط كلمة طب الأسنان بكلمة اللون على قاعدة البيانات الطبية Medline، ففي عام 1970 اقتصرت الأبحاث على 107 بحثاً وفي الـ1980 ازدادت لـ409 بحثاً، وفي الـ1990 أصبحت 1134 بحثاً، وهكذا حتى أصبحت في عام 2010 ما يقارب الـ4067 بحثاً. (Chu, Trushkowsky et al. 2010)

إنّ تصنيع التاج الخزفي الكامل وخاصةً ذا القاعدة الزيركونية يمرُّ بمجموعة من المراحل السريرية والمخبرية وهذه المراحل لها أثر مهم على لون هذه القطعة التعويضية، و إن أي اختلاف سواءً بلون الدعامة أو لون إسمنت الإلصاق أو سماكة القبة الزيركونية أو الخزف المغطي سيؤدي إلى اختلاف واضح باللون النهائي للتعويض (Chaiyabutr et al. 2011)، كما أنّ لون القبعات الزيركونية الأبيض وعدم ناقليتها للضوء وقلة شفوفيتها (Baldissara et al. 2010; Chen et al. 2008; Kwon et al. 2018) أدت إلى العديد من الصعوبات التجميلية أثناء التعويض، مما فرض الحاجة لتلوين هذه القبعات وجعلها أقرب ما يمكن للون الخزف المغطي بهدف تقليل الفروق اللونية بينهم (Tuncel et al. 2013).

وتناولت الدراسات السابقة أثر سوائل التلوين الخاصة بالزيركونيا في الخواص الفيزيائية والكيميائية لها (Hjerppe et al. 2008; Mahshid et al. 2015; Sedda et al. 2015) والأثر في ارتباطها بالخزف المغطي (Kuroda et al. 2013)، دون إعطاء أهمية لأثرها

اللونى ومن هنا أتت فكرة هذا البحث، وذلك بهدف تحري الطريقة ذات النتيجة اللونية الأفضل وتقليل الفروقات اللونية الحاصلة أثناء الأعمال المخبرية.

4-1 مناقشة تحضير عينة البحث :

تمّ توحيد جميع المتغيرات في البحث بهدف ضبط العينة، وكانت سماكة القبة الزيركونية الداعمة للخزف المغطي هي (0.5 ملم) ، وسماكة الخزف المغطي (1 ملم) حيث كانت هذه الثخانة هي بالحدود الدنيا المقبولة سريرياً لسماكة التاج ذي القاعدة الزيركونية (Sundh and Sjögren 2004 ; Örtorp et al. 2009)، وكانت السماكة الكلية هي (1.5 ملم) بهدف تسهيل عملية القياس عن طريق مقياس الثخانة اليدوي بعد تطبيق الخزف المغطي.

كما أنّ تصنيع القبعات الزيركونية تمّ عن طريق الـ CAD/CAM بشكلٍ آلي مما ساعد في توحيد الثخانات والتقليل من الأخطاء المخبرية الناتجة عن العمل اليدوي.

تم اعتماد اللون A2 كسائل لغمر القبعات ودهنها، وكمعيار لوني أساسي للمقارنة ضمن إعدادات الجهاز.

بالإضافة إلى أنه تم تصنيع دعامات مخبرية بلون (ND2) يماثل لون العاج للسن الطبيعي المحضر بهدف وضع العينات فوقها أثناء القياس للتقليل من التغير اللوني الناتج عن وجود فراغ تحت التعويض الشكل (28)، حيث أكدت العديد من الدراسات أثر لون الدعامة في لون التعويض النهائي. (Christensen 2006 ; Vichi et al. 2000)

4-2 مناقشة قياس العينات :

كان الهدف الأول في القياس معرفة مقدار التغير اللوني ΔE الحاصل في العينات وفيما لو كان هذا التغير اللوني مقبول سريرياً أم لا، لذلك تم القياس باستخدام جهاز تحديد اللون الإلكتروني Vita EasyShade والذي يعدُّ جهازاً رقمياً يمتلك فعالية ودقة عالية في تحديد لون الترميمات والأسنان الطبيعية (ZLATARIĆ et al. 2015)، كما أكدَّ (Kim-Pusateri et al. 2009) في دراسته تفوق الجهاز ودقته لدى مقارنته مع أجهزة أخرى، وكذلك أظهرت دراسات سابقة أفضلية الأجهزة الرقمية عن الوسائل البصرية (Odaïra et al. 2011;) (Dozić et al. 2007; Kalantari et al. 2017)، كما يمتلك الجهاز خاصية مهمة وهي إمكانية حساب التغير اللوني ΔE للقطعة التعويضية بشكل مباشر بعد تحديد اللون المراد المقارنة معه من قائمة الألوان الرئيسية دون الحاجة لقياس المعاملات اللونية (l,a,b) وفق نظام CIE lab وإجراء حسابات و تطبيق قانون التغير اللوني.

كما لم يلاحظ في الدراسات السابقة التي تتشابه مع هذه الدراسة استخدام جهاز تحديد اللون الإلكتروني Vita EasyShade في الحساب الإلكتروني للتغير اللوني ΔE ، وإنما اعتمدت على استخدام الجهاز لقياس اللون الخاص بالعينة وتسجيل قيمة المعاملات اللونية (l,a,b) ثم حساب التغير اللوني عن طريق القانون الخاص بالتغير اللوني.

3-4 مناقشة أثر تلوين القبة الزيركونية على اللون النهائي للقطعة

التعويضية:

تبين بعد جمع القياسات وإجراء الدراسة الإحصائية وجود أثر مهم لطريقة التلوين المتبعة على اللون النهائي للتيجان الخزفية ذات القاعدة الزيركونية، حيث تأكد وجود فروق دالة إحصائية في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات طريقة التلوين المتبعة المذكورة في عينة البحث.

تفوقت المجموعة الأولى (تغطيس مرة واحدة) بفارق إحصائي جوهري عن المجموعة الثانية (تغطيس مرتين) والمجموعة الرابعة (دهن مرتين) وهذا يتوافق مع دراسة أجراها (Kim and Kim 2014) حيث تم تطبيق سوائل التلوين بطريقة التغطيس لأكثر من مرة ولكن على تيجان زيركونية monolithic، وتبين في دراسته نقصان سطوع القطعة التعويضية و اصفرارها ونقصان بريقها مما أدى إلى تغير لوني أكبر، كما تبين في هذا البحث عدم وجود فروق بين المجموعة الأولى (تغطيس مرة واحدة) والثالثة (دهن مرة واحدة) وهذا ما اختلف نتائجه مع نتائج دراسة أجراها (Ahangari et al. 2015) والذي قام بالمقارنة بين الطريقتين (التغطيس و الدهن) وأثرها على سطوع القطعة التعويضية Value حيث تبين في دراسته أن طريقة دهن القبة الزيركونية كانت ذات تغير لوني أكبر، وقيمة السطوع كانت أعلى من طريقة التغطيس، وقد يعزى هذا الاختلاف إلى أن سماكة القبة في الدراستين كانت مختلفة، حيث كانت سماكتها في دراسته 0.6 ملم، بينما كانت سماكة القبة في هذه الدراسة 0.5 ملم، كما أنه استخدم جهاز Degudent Shade pilot في قياس اللون، والذي يختلف

عن الجهاز المستخدم في هذه الدراسة، بالإضافة إلى دراسة معامل لوني واحد وهو السطوع Value على خلاف هذه الدراسة التي تم فيها دراسة التغير اللوني الكلي.

4-4 مناقشة القبول السريري لطرق التلوين الأربعة المتبعة:

إن مقدار التغير اللوني ΔE المقبول سريرياً والمفروض كان موضع جدل في العديد من الدراسات، حيث تراوحت قيم القبول والرفض بين الدراسات من ($\Delta E=1$) إلى ($\Delta E=6.8$)، ويعدُّ هذا الاختلاف طبيعياً تبعاً لاختلاف طبيعة المادة المدروسة وطريقة الدراسة سواء باعتمادها على العين البشرية للمقارنة أو اعتمادها على أجهزة قياس ودراسة اللون. (Douglas et al. 2007)

حيث اعتمدت بعض الدراسات إذا كانت قيمة ΔE أصغر من (1) يكون التغير اللوني لا يمكن إدراكه بالعين، وإذا كانت قيمة ΔE أصغر من (2) فإن التغير اللوني مقبول سريرياً، وإذا كانت قيمة ΔE أكبر من (2) فإن التغير اللوني غير مقبول سريرياً، أما إذا كانت قيمة ΔE أكبر من (3.7) فإن التغير اللوني غير مقبول سريرياً مع اختلاف لوني واضح. (Johnston 2009; Barath et al. 2003; Seghi et al. 1989).

بينما أكدت دراسات أخرى بأن القيمة المقبولة سريرياً لـ ΔE تتراوح بين 1.0 إلى 3.7 (Arikawa et al. 2004; Hersek et al. 1999; Koishi et al. 2002).

بينما اعتبر (Hunter and Harold 1987) أن قيمة ΔE أصغر أو تساوي 3.3 هو الحد الأدنى المقبول سريرياً للترميم من ناحية التطابق اللوني بالمقارنة مع العينة الشاهدة.

وفي دراسة أجراها (Ragain Jr and Johnston 2000) لتحديد قيمة التغير اللوني المرفوضة للعين البشرية تبين معه أن قيمة ΔE لرفض قبول التعويض أو الترميم من ناحية اللون هي (2.72).

وفي دراسة (Douglas et al. 2007) تبين أن قيمة التغير اللوني الملحوظ سريرياً هي (2.6) وقيمة التغير اللوني المرفوض سريرياً والتي توجب إعادة التعويض هي (5.5) .

وأكدت دراسات أخرى بأن التغير اللوني للعينات يكون مرئياً من قبل 50 % من البشر فقط إذا كانت قيمة ΔE أكبر أو تساوي (1) ، ويكون التغير اللوني للعينات مرئياً من قبل كافة البشر إذا كانت قيمة ΔE أكبر أو تساوي (3.3) (Johnston 2009; Wang et al. 2014).

وفي دراسة أخرى أجراها (Paravina et al. 2015) لتحديد التغير اللوني الملحوظ والتغير اللوني المقبول سريرياً تبين فيها أن قيمة التغير اللوني الملحوظ للعين هو (1.2) وقيمة التغير اللوني المقبولة سريرياً هي (2.7).

ونتيجة لعدم وجود قيمة مرجعية ومجال ثابت لتحديد القبول والرفض السريري للعين، تم عرض عينات البحث على خمسة أطباء اختصاصيين في قسم تعويضات الأسنان الثابتة وقسم المداواة الترميمية (نظراً لما يتطلبه مجال اختصاصهم من التعامل مع لون الترميمات والتعويضات المباشرة وغير المباشرة)، للمقارنة بالنظر المباشر بين التاج الزيركوني المصنوع في عينة البحث مع اللون A2 المأخوذ من دليل الألوان Vita classical shade guide.

حيث تمّت المقارنة بالنظر إلى كل عينة مدة لا تزيد عن خمس ثوانٍ بضوء النهار والاستراحة بين كل مقارنة والأخرى، وكان جواب الطبيب إما (مطابق أو غير مطابق).

وتم ربط القيمة المسجلة للتغير اللوني للعينة مع أجوبة الاختصاصيين بهدف تحديد مجال للقبول السريري للتغير اللوني وفق الجدول التالي:

الجدول (13) يبين طريقة اختيار مجال القبول السريري لعينة البحث

(× تمثل غير مطابق - √ تمثل مطابق)

طريقة التلوين المتبعة	رقم القبة ضمن المجموعة	التغير اللوني ΔE	مراقب 1	مراقب 2	مراقب 3	مراقب 4	مراقب 5	الملاحظات
غير مقبول سريرياً	تغطيس لمرتين	5	3.3	×	×	×	×	0
	تغطيس لمرتين	7	3.4	×	×	×	×	0
	تغطيس لمرتين	3	4.7	×	×	×	×	0
	تغطيس لمرتين	4	2.9	√	×	×	×	1
	دهن لمرتين	6	3	×	√	×	×	1
	دهن لمرتين	5	3.1	×	×	√	×	1
	دهن لمرتين	7	3.1	×	×	×	√	1
	تغطيس لمرتين	1	3.2	×	×	×	×	1
	دهن لمرة واحدة	7	3.4	×	×	√	×	1
	تغطيس لمرة واحدة	8	2.6	×	×	√	×	2
	تغطيس لمرتين	2	2.8	√	×	×	×	2
	تغطيس لمرتين	8	2.9	√	√	×	×	2
	دهن لمرة واحدة	3	3.3	√	×	×	×	2
	دهن لمرة واحدة	6	3.3	√	√	×	×	2
مقبول سريرياً	دهن لمرة واحدة	4	2	×	√	×	√	3
	تغطيس لمرة واحدة	5	2.1	×	√	√	×	3
	تغطيس لمرتين	6	2.7	×	√	√	×	3
	دهن لمرة واحدة	2	2.7	√	×	√	×	3
	دهن لمرتين	1	2.8	√	√	×	×	3
	دهن لمرتين	2	2.9	√	×	√	×	3
غير ملحوظ سريرياً	تغطيس لمرة واحدة	4	1.4	√	×	√	√	4
	دهن لمرة واحدة	8	1.4	×	√	√	√	4
	تغطيس لمرة واحدة	6	1.6	√	×	√	√	4
	دهن لمرتين	3	2.4	√	√	×	√	4
	دهن لمرتين	4	2.7	√	√	√	×	4
	تغطيس لمرة واحدة	2	1.4	√	√	√	√	5
	تغطيس لمرة واحدة	7	1.5	√	√	√	√	5
	دهن لمرة واحدة	1	1.5	√	√	√	√	5
	تغطيس لمرة واحدة	1	1.7	√	√	√	√	5
	دهن لمرتين	8	1.7	√	√	√	√	5
	تغطيس لمرة واحدة	3	1.9	√	√	√	√	5
	دهن لمرة واحدة	5	1.9	√	√	√	√	5

بناءً على معطيات الجدول رقم (13) تم تحديد مجال القبول السريري للتغير اللوني ΔE (2.9-2)، وذلك نتيجةً لكون نسبة المطابقة في هذا المجال (3 مشاهدات مطابق من أصل 5) أي أكثر من 50%، وأي قيمة تحت هذا المجال هي قيمة غير ملحوظة سريرياً (4 أو 5 مشاهدات مطابقة من أصل 5)، وأي قيمة أعلى من هذا المجال هي قيمة غير مقبولة سريرياً (2 أو 1 مشاهدة مطابقة من أصل 5).

بعد تحديد مجال القبول السريري تم ترتيب القياسات ضمن المجالات الثلاث (غير ملحوظ سريرياً- مقبول سريرياً- غير مقبول سريرياً) وفق الجدول رقم (9)، و إجراء اختبار كروسكال- واليس Kruskal-Wallis Test لدراسة الفروق في القبول السريري للتغير اللوني، وبلغت القيمة الاحتمالية (0.013) وهي أصغر من مستوى الدلالة (0.05)، وبالتالي توجد فروق دالة إحصائية بين مجموعتين على الأقل في القبول السريري للتغير اللوني بين مجموعات الدراسة الأربعة.

حيث تبين في اختبار مان وتني Mann-Whitney Test وهو الاختبار البعدي لكروسكال-واليس Kruskal-Wallis Test وجود فروق دالة إحصائية بين المجموعة الأولى (تغطيس مرة واحدة) والثانية (تغطيس مرتين)، وفروق دالة بين الأولى (تغطيس مرة واحدة) والرابعة (دهن مرتين)، وكانت هذه الفروق لصالح المجموعة الأولى ذات القبول السريري الأفضل، كما تبين عدم وجود فروق دالة بين المجموعة الأولى (تغطيس مرة واحدة) والثالثة (دهن مرة واحدة) وهذا ما يتوافق مع نتائج الجزء الأول من هذه الدراسة.

الباب الخامس

الاستنتاجات

Conclusions

الاستنتاجات :

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استخلاص الاستنتاجات التالية :

1. إن لسوائل التلوين باختلاف أنواعها أثر مهم على اللون النهائي للتيجان الخزفية ذات القاعدة الزيركونية.
2. إن زيادة زمن أو عدد مرات تطبيق سوائل التلوين على القبعة الزيركونية يعدُّ ذا أثر سلبي على اللون النهائي.
3. إن تلوين القبعة الزيركونية بطريقة التغطيس أو الدهن باستخدام الفرشاة أعطت نتائج متقاربة و دون وجود فرق سريري بينهما.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

6-1 المقترحات :

- دراسة أثر التلّوين على ثخانات مختلفة للقبعة الزيركونية.
- دراسة أثر التلّوين على الدمّية في الجسور الخزفية ذات القاعدة الزيركونية.
- دراسة أثر التلّوين على تصاميم مختلفة للدمى في الجسور الخزفية ذات القاعدة الزيركونية.
- دراسة أثر التلّوين على التيجان الزيركونية الكاملة (full contour zirconia) (monolithic zirconia).
- مقارنة الفعالية اللّونية للجسور الخزفية ذات القاعدة الزيركونية المصنوعة من قوالب زيركونية ذاتية التلّوين والجسور المصنوعة من قوالب الزيركونية العادية والتي تحتاج لتلّوين لاحقاً.

2-6 التوصيات :

بناءً على نتائج هذه الدراسة يُوصى بالتالي :

- تلوين القبة الزيركونية قبل تطبيق الخزف المغطى بطريقة التغطيس أو الدهن.
- التقيد بزمان التلوين المقترح من قبل الشركة المصنعة بسبب البنية المسامية للزيركونيا غير المقساء مما يؤدي إلى امتصاص سوائل التلوين أكثر.
- يفضل استخدام طريقة التغطيس لسهولة مقارنتها مع الدهن.

الباب السابع

المراجع

References

A

- Abdullah A, Muhammed F, Zheng B, Liu Y. An Overview of Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) in Restorative Dentistry. J.DMT. 2018;7(1):1-10.
- Ahangari AH, Ardakani KT, Mahdavi F, Ardakani MT. The Effect of two Shading Techniques on Value of Zirconia-Based Crowns. J.Dent. 2015;16(2):129.
- Arikawa H, Kanie T, Fujii K, Ban S, Homma T, Takahashi H. Optical and color stabilities of paint-on resins for shade modification of restorative resins.Dent Mater J. 2004;23(2):155-60.

B

- Baldissara P, Llukacej A, Ciocca L, Valandro FL, Scotti R. Translucency of zirconia copings made with different CAD/CAM systems.J.Prosthet.Dent. 2010;104(1):6-12.
- Balmer M, Spies BC, Vach K, Kohal RJ, Hämmerle CH, Jung RE. Three-year analysis of zirconia implants used for single-tooth replacement and three-unit fixed dental prostheses: A prospective multicenter study. Clin Oral Implants Res . 2018.
- Ban S, Suzuki T, Yoshihara K, Sasaki K, Kawai T, Kono H. Effect of coloring on the mechanical properties of dental zirconia. J Med Biol Eng. 2013.
- Barath VS, Faber F-J, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. Adv Dent Res. 2003;17(1):55-60.
- Barghi N, McAlister EH. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. Compend Contin Educ Dent. (Jamesburg ,NJ: 1995). 2003;24(7):497-500.
- Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. Br.Dent. J. 2008;204(9):505.
- Bindl A, Mörmann W. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. J Oral Rehabil.2005;32(6):441-7.
- Bona AD, Pecho OE, Alessandretti R. Zirconia as a dental biomaterial. Mater. J . 2015;8(8):4978-91.
- Brandt J, Brenner M, Lauer H-C, Brandt S. Accuracy of a Template-Guided Implant Surgery System with a CAD/CAM-Based Measurement Method: An In Vitro Study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2018;33(2).
- Browning WD. Use of Shade Guides for Color Measurement in Tooth-Bleaching Studies. J Esthet Restor Dent. 2003;15(s1).

C

- Chaiyabutr Y, Kois JC, LeBeau D, Nunokawa G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *J.Prosthet.Dent* .2011;105(2):83-90.
- Chen Y-M, Smales RJ, Yip KH-K, Sung W-J. Translucency and biaxial flexural strength of four ceramic core materials. *Dent.Mater.* 2008;24(11):1506-11.
- Christensen GJ. Facing the challenges of ceramic veneers. *J Am Dent Assoc* . 2006;137(5):661-4.
- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J.Dent* . 2010;38:e2-e16.
- Cochrane S. The Munsell Color System: A scientific compromise from the world of art. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. 2014;47:26-41.
- Comlekoglu M, Dundar M, Özcan M, Gungor M, Gokce B, Artunc C. Influence of cervical finish line type on the marginal adaptation of zirconia ceramic crowns. *Oper Dent*. 2009;34(5):586-92.
- Covacci V, Bruzzese N, Maccauro G, Andreassi C, Ricci G, Piconi C, et al. In vitro evaluation of the mutagenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic. *Biomaterials*. 1999;20(4):371-6.

D

- Dagg H, O'connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *J Oral Rehabil*. 2004;31(9):900-4.
- Davis B, Aquilino S, Lund P, Diaz-Arnold A, Denehy G. Colorimetric evaluation of the effect of porcelain opacity on the resultant color of porcelain veneers. *Int J Prosthodont* .1992;5(2).
- Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater J*. 2008;24(3):299-307.
- Dikicier S, Ayyildiz S, Ozen J, Sipahi C. Effect of varying core thicknesses and artificial aging on the color difference of different all-ceramic materials. *Acta Odontol Scand*. 2014;72(8):632-9.
- Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent*. 2007;97(4):200-8.
- Daou EE. The zirconia ceramic: strengths and weaknesses. *The open dentistry journal*. 2014;8:33.

- Dozić A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont.* 2007;16(2):93-100.

H

- Hannink RH, Kelly PM, Muddle BC. Transformation toughening in zirconia-containing ceramics. *J. Am. Ceram. Soc.* 2000;83(3):461-87.
- Hersek N, Uzun G, Yildiz P. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. *J Prosthet Dent.* 1999;81(4):375-9.
- Hjerpe J, Närhi T, Fröberg K, Vallittu PK, Lassila LV. Effect of shading the zirconia framework on biaxial strength and surface microhardness. *Acta Odontol Scand.* 2008;66(5):262-7.
- Hunter RS, Harold RW. The measurement of appearance: John Wiley & Sons; 1987.

I

- Inokoshi S, Van Meerbeek B, Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Marginal accuracy of CAD/CAM inlays made with the original and the updated software. *J Dent.* 1992;20(3):171-7.

J

- Johansson C, Kmet G, Rivera J, Larsson C, Vult von Steyern P. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. *Acta Odontol Scand.* 2014;72(2):145-53.
- Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent.* 2009;37:e2-e6.
- Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004;32:3-12.
- Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent.* 1979;42(1):96-105.

K

- Kalantari MH, Ghorraishian SA, Mohaghegh M. Evaluation of accuracy of shade selection using two spectrophotometer systems: Vita Easyshade and Degudent Shadepilot. *Eur J Dent.* 2017;11(2):196.
- Karaagaciloglu L, Yilmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Operative Dentistry.* 2008;33(4):386-91.
- Kaya G. Production and characterization of self-colored dental zirconia blocks. *Ceram Int.* 2013;39(1):511-7.

- Keith O, Kusy RP, Whitley JQ. Zirconia brackets: an evaluation of morphology and coefficients of friction. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1994;106(6):605-14.
- Kim H-K, Kim S-H. Effect of the number of coloring liquid applications on the optical properties of monolithic zirconia. *Dent.Mater.* 2014;30(9):e229-e37.
- Kim H-K, Kim S-H. Optical properties of pre-colored dental monolithic zirconia ceramics. *J.Dent.* 2016;55:75-81.
- Kim J, Chun Y-S, Kim M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights. *Am.J.Orthod. Dentofac.Orthop.* 2018;153(2):298-307.
- Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J.prosthet.Dent.* 2009;101(3):193-9.
- KNEZOVIC ZLATARIĆ D, Illeš D, Alajbeg IŽ, Žagar M. In vivo and in vitro evaluations of repeatability and accuracy of VITA Easyshade® Advance 4.0 dental shade-matching device. *Acta stomatologica Croatica.* 2015 Jun 18;49(2):112-8.
- Koishi Y, Tanoue N, Atsuta M, Matsumura H. Influence of visible-light exposure on colour stability of current dual-curable luting composites. *J Oral Rehabil.* 2002;29(4):387-93.
- Koutayas SO, Kern M. All-ceramic posts and cores: the state of the art. *Quintessence international.* 1999;30(6).
- Kuroda S, Shinya A, Yokoyama D, Gomi H, Shinya A. Effects of coloring agents applied during sintering on bending strength and hardness of zirconia ceramics. *Dent Mater J.* 2013;32(5):793-800.
- Kwon SJ, Lawson NC, McLaren EE, Nejat AH, Burgess JO. Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium disilicate. *J.prosthet.Dent.* 2018.

L

- Li Q, Wang Y. Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral dental colorimeter. *J Oral Rehabil.* 2007;34(11):848-54.
- Liu P-R, Essig ME. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent (Jamesburg, NJ: 1995).* 2008;29(8):482,4,6-8.
- Liu P-R. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent.* 2005;26(7):507-13.
- Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *J Prosthodont Res* 2014; 58(4): 208-16.
- Luthardt RG, Sandkuhl O, Herold V, Walter MH. Accuracy of mechanical digitizing with a CAD/CAM system for fixed restorations. *Int J Prosthodont.* 2001;14(2).

M

- Madfa AA, Al-Sanabani FA, Al-Qudami NH, Al-Sanabani JS, Amran AG. Use of zirconia in dentistry: an overview. *The Open Biomaterials Journal*. 2014;5(1).
- Mahshid M, Berijani N, Sadr SJ, Tabatabaian F, Homayoon SS. Effect of coloring-by-dipping on microtensile bond strength of zirconia to resin cement. *J Dent (Tehran)*. 2015;12(6):414.
- Manicone PF, Iommetti PR, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J.Dent*. 2007;35(11):26-819.
- McLaren E, Hyo L. CAD/CAM update: technologies and materials and clinical perspectives. *Inside Dentistry*. 2006;2(10):98-103.
- Mehl A, Hickel R. Current state of development and perspectives of machine-based production methods for dental restorations. *Int J Comput Dent*. 1999;2(1):9-35.
- MILLER LL. Shade matching. *J Esthet Restor Dent*. 1993;5(4):143-53.
- Mormann W. Chairside computer-aided direct ceramic inlays. *Quintessence Int*. 1989;20:329-39.

O

- O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*, 2002. Quintessence. 2002.
- Odaira C, Itoh S, Ishibashi K. Clinical evaluation of a dental color analysis system: the Crystaleye Spectrophotometer®. *J Prosthodont Res*. 2011;55(4):199-205.
- Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J. Prosthet Dent*. 1998;80(6):642-8.
- Örtorp A, Kihl ML, Carlsson GE. A 3-year retrospective and clinical follow-up study of zirconia single crowns performed in a private practice. *J.Dent*. 2009;37(9):731-6.

P

- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(S1).
- Pilathadka S, Vahalová D, Vosáhlo T. The Zirconia: a new dental ceramic material. An overview. *Prague Med Rep*. 2007;108(1):5-12.

R

- Ragain Jr JC, Johnston WM. Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur.* 2000;25(4):278-85.
- Raigrodski AJ, Chiche GJ. The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J.Prosthet Dent.* 2001;86(5):520-5.
- Rosentritt M, Ries S, Kolbeck C, Westphal M, Richter E-J, Handel G. Fracture characteristics of anterior resin-bonded zirconia-fixed partial dentures. *Clin Oral Investig.* 2009;13(4):453-7.

S

- Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. *Journal of periodontology.* 2004;75(2):292-6.
- Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J.Prost.Dent.* 1990;64(4):425-31.
- Sedda M, Vichi A, Carrabba M, Capperucci A, Louca C, Ferrari M. Influence of coloring procedure on flexural resistance of zirconia blocks. *J.Prost.Dent.* 2015;114(1):98-102.
- Seghi R, Johnston W, O'Brien W. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J.Dent.Res.* 1989;68(12):1755-9.
- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J.Prost.Dent.* 1973;29(4):416-24.
- Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümke mann N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessence International.* 2017 May 1;48(5).
- Studart AR, Filser F, Kocher P, Gauckler LJ. In vitro lifetime of dental ceramics under cyclic loading in water. *Biomaterials.* 2007 Jun 1;28(17):2695-705
- Sundh A, Sjögren G. A comparison of fracture strength of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia ceramic crowns with varying core thickness, shapes and veneer ceramics. *J Oral Rehabil.* 2004;31(7):682-8.
- Susic I, Travar M, Susic M. The application of CAD/CAM technology in Dentistry. *InIOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2017 5, 1;200.

T

- Tan PLB, Dunne JT. An esthetic comparison of a metal ceramic crown and cast metal abutment with an all-ceramic crown and zirconia abutment: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2004;91(3):215-8.
- Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent*. 2004;7(1):25-45.
- Tinschert J, Natt G, Mohrbotter N, Spiekermann H, Schulze KA. Lifetime of alumina-and zirconia ceramics used for crown and bridge restorations. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2007;80(2):317-21.
- Trost L, Stines S, Burt L. Making informed decisions about incorporating a CAD/CAM system into dental practice. *J Am Dent Assoc*. 2006;137:32S-6S.
- Tuncel I, Eroglu E, Sari T, Usumez A. The effect of coloring liquids on the translucency of zirconia framework. *J Adv Prosthodont*. 2013;5(4):448-51.
- Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent*. 2002;88(6):585-90.

V

- Van der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent*. 1990 Feb 1;63(2):155-62.
- Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J. Prosthet Dent*. 2000 Apr 1;83(4):412-7.
- von Steyern Vult P. All-ceramic fixed partial dentures. Studies on aluminum oxide-and zirconium dioxide-based ceramic systems. *Swed Dent J Suppl*. 2005(173):1-69.

W

- Wang L, Liu Y, Zheng Y, Li P, Shi L. Color stability of ceromer veneers/resin cements after accelerated ageing. *Zhonghua kou qiang yi xue*

za zhi.Zhonghua kouqiang yixue zazhi.Chinese journal of stomatology. 2014;49(2):111-4.

- Wee AG. Description of color, color replication process and esthetics. Contemporary fixed prosthodontics(book) 2006,Rosinstiel,chapter 23 ;4:712.
- Westland S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. J Esthet Restor Dent. 2003;15(s1).
- Wyszecki G, Stiles WS. Color science: Wiley New York; 1982.

Y

- Yildirim M, Fischer H, Marx R, Edelhoff D. In vivo fracture resistance of implant-supported all-ceramic restorations. J.Prosthet.Dent. 2003;90(4):325-31.

Z

- Zimmermann M, Mehl A, Mormann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. Int J Comput Dent 2015; 18(2): 101-29.

مقارنة بين طريقتي تلوين للقبعات الزيركونية وأثرها على اللون النهائي للخزف المغطى

(دراسة مخبرية)

الملخص

خلفية البحث وهدفه: يعدُّ تأمين التَّطابق اللُّوني بين التعويض الخزفي الثابت والأسنان الطبيعية من أهم المتطلبات التجميلية وأكثرها صعوبة. تمرُّ التَّيجان الخزفية ذات القاعدة الزيركونية أثناء التَّصنيع بعدد من المراحل المخبرية التي يؤثر كل منها على اللون النهائي للتعويض، أهم هذه المراحل هو تلوين القبة الزيركونية قبل تطبيق الخزف المغطّي لذلك كان الهدف من هذا البحث هو الحصول على أفضل طريقة لتلوين القبة الزيركونية وأقلّ تغير لوني بعد تطبيق الخزف المغطّي.

مواد وطرائق الدراسة: تألّفت عينة البحث من 32 قبة زيركونية ذات ثخانة (0.5 ملم) قُسمت لأربع مجموعات (8 قبعات في كل مجموعة)، تمّ في المجموعة الأولى تغطيس القبة في سائل التلوين A2 لمرة واحدة مدة 45 ثانية وفي المجموعة الثانية تمّ تغطيس القبة في سائل التلوين A2 لمدة 90 ثانية وفي المجموعة الثالثة تمّ دهن القبعات بطبقة واحدة من سائل التلوين A2 بواسطة الفرشاة وفي المجموعة الرابعة تمّ دهن القبعات بطبقتين من سائل التلوين A2 بواسطة الفرشاة، ثم قُسمت العينات وأضيف الخزف المغطّي بثخانة (1 ملم ولون A2)، وقيس التغيّر اللوني ΔE للعينات بشكل مباشر في المجموعات الأربعة بواسطة جهاز تحديد اللون الإلكتروني Vita Easys shade والذي قام بمقارنة أبعاد لون المجموعات بأبعاد اللون A2 الموجودة مسبقاً في الجهاز وحساب قيمة التغير اللوني بشكل مباشر.

جُمعت القياسات وأدخلت الى برنامج spss ، وتم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط التغير اللوني ΔE بين المجموعات الأربعة ، واختبار Kruskal-Wallis Test لدراسة مقدار القبول السريري للمجموعات الأربعة.

النتائج: تبيّن وجود فرق واضح بين المتوسطات الحسابية للمجموعات الأربعة، أقلها كان في المجموعة الأولى ($\Delta E=1.78$) التي تم تغطيسها لمدة 45 ثانية بفارق إحصائي جوهري عن المجموعة الثانية تغطيس مرتين ($\Delta E=3.24$) وعن المجموعة الرابعة دهن مرة واحدة ($\Delta E=2.71$)، بالمقابل لم يكن هناك فروق دالة إحصائية بين المجموعة الأولى تغطيس مرة واحدة وبين المجموعة الثالثة دهن طبقة واحدة ($\Delta E=2.44$) .

الاستنتاجات: بناءً على نتائج هذه الدراسة تبين أن تغطيس القبة الزيركونية في سائل التلوين لمرة واحدة أو دهنها بطبقة واحدة كانت الأفضل وذات أقل قيمة للتغير اللوني مقارنة مع باقي المجموعات.

الكلمات المفتاحية: قبة زيركونية، تغيّر لوني، سائل تلوين، الخزف المغطّي

Comparative study of the effect of two shading techniques on the final colors of zirconia based crowns

(In vitro study)

Abstract

Background & Objective: color matching between the fixed prostheses and adjacent tooth is considered one of the most important and difficult esthetic requirement. Zirconia based ceramic prostheses are fabricated in the lab through many complicated steps that affects the final color of crown, and the most important step is coloring of zirconia core. The aim of this study was to obtain the best coloring technique and better color matching .

Materials and Methods: Thirty two cores of zirconia fabricated with CAD/CAM (0.5 mm in thickness) were divided into four groups each one contained 8 cores. The first group was submerged in A2 coloring liquid for one period of time (45 second) the second group was submerged in A2 coloring liquid for two period of time (45 second), the third group was painted by a brush with A2 color and the fourth group was painted with A2 color twice and then all the cores went through sintering process then the covering ceramic were added and the color difference ΔE was measured by Vita Easyshade device.

All the measurements were collected and entered into the SPSS program. The ANOVA test was performed to study the significance of the differences in the mean of color differences ΔE between the four groups, and Kruskal-Wallis Test was performed to study the clinical acceptance of this four groups.

Results: There was statistically significant difference between all the groups in the study, the minimum was for the first group submerged for 45 sec ($\Delta E=1.78$) which was statistically less than the second group submerged for 90 sec ($\Delta E=3.24$) , and with the fourth group (painting two time) ($\Delta E=2.44$). however, there was no color difference between the first and third group ($\Delta E=2.44$).

Conclusion: under the limitation of this study, it can be concluded that the best coloring technique for zirconia core is submerging in coloring liquid for one time or painting the zirconia core for one time.

Key word : zirconia core, color difference, covering ceramic , coloring liquid.