



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم تعويضات الأسنان الثابتة

تأثير المواد المؤكسدة في الخصائص البصرية وخشونة السطح للخزف السني المتلون

(دراسة مخبرية)

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

اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحثة

نور مصطفى كحيل

إشراف

المدرس الدكتور عصام جاموس

مدرس في قسم تعويضات الأسنان الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق

1446 - 2025

## الإهداء

إلى من أنارا لي الحياة ومهدا لي الطريق وكانا الحظن والأمان...

أبي وأمي

إلى من بوجودهما تحلو أيامي، سندي وعوني في الحياة....

أخي وأختي

إلى من بصحبتهما تحلو الحياة وتهون الصعاب صديقاتي الغاليات....

نور عصفور وهبة كحلوس وهبة عطية ومريم المفتي وبشرى رجب وبشرى عقيل

وغفران الأحمد وليلاس الرومي وتسليم شعراوي ورنا الباني ويارا فاعور

والدكتورة ياسمين غلاونجي والدكتورة عبير الجراح والدكتورة فائق شعبان.

## كلمة شكر

الحمد لله كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه.

أبدأ الشكر والعرفان لصاحب الفضل أستاذي المشرف الأستاذ الدكتور عصام جاموس المدرس في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلية طب الأسنان - جامعة دمشق، على تكريمه باختيار الإشراف على هذا البحث، وعلى متابعته واهتمامه بأدق تفاصيله وعلى كل ما قدمه لي من دعم ومساندة طوال سنوات دراستي... فكان نعم الأب والأستاذ والمربي. فله مني خالص المحبة والتقدير والاحترام.

وأتوجه بخالص الشكر للأستاذة الدكتورة ميرزا علاف الأستاذة في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلية طب الأسنان - جامعة دمشق، لتفضلها بقبول تحكيم هذا البحث. وعلى ما قدمته لطلاب قسم التعويضات الثابتة فما توانت عن إغنائنا بعلمها وخبرتها فلها مني كل المحبة والشكر والاحترام.

كما أشكر الأستاذ الدكتور عماد الأيوبي المدرس في قسم مداواة الأسنان بكلية طب الأسنان - جامعة دمشق، على كرمه ومنحي من وقته وتفضله بقبول تحكيم هذه الأطروحة فله مني كل الشكر والاحترام.

كما أقدم بخالص شكري لأساتذتي أعضاء الهيئة التدريسية في قسم تعويضات الأسنان الثابتة:

الأستاذ المساعد الدكتور محمد لؤي مراد رئيس قسم تعويضات الأسنان الثابتة لمساعدته ودعمه المستمرين لجميع طلاب القسم، فله مني كل الشكر والتقدير.

الأستاذة الدكتورة شذى قنوت صاحبة القلب الكبير والفضل الجزيل، لها مني خالص المحبة والتقدير.

الأستاذ الدكتور جهاد أبو نصار والأستاذ الدكتور نبيل الحوري الأستاذ الدكتور إياد سويد لما أهدوه لنا من علومهم وخبراتهم.

وكل الشكر لمن لا ينسى فضلهم علي طوال سنوات دراستي...جميع أعضاء الهيئة التدريسية في كلية طب الأسنان وأخص منهم الدكتور أحمد مناديلي والدكتور أحمد برهان.

وأقدم بالشكر للأستاذ الدكتور مهلب داود عميد كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية لمساعدته في إنجاز هذا البحث. وللسيد عمار البغا لإنجازه الجزء المخبري من عينات البحث.

وأقدم بعظيم شكري وامتناني لجامعة دمشق التي احتضنتني عشر سنوات في كنفها. وإلى الأستاذ الدكتور محمد أسامة الجبان رئيس جامعة دمشق. وإلى الأستاذ الدكتور خلدون درويش عميد كلية طب الأسنان ونائبه الأستاذ الدكتور مهند لفلوف والأستاذ الدكتور عمر حشمة.

وشكري الكبير لزميلاتي وزملائي في قسم تعويضات الأسنان الثابتة ولجميع موظفي الكلية.

ولكل من قدم لي يد العون وساعدني في إنجاز هذا البحث ولكل من لم يسعني شكره.

**والله ولي الأمر والتوفيق**

## ﺗﺼﺮﯨﺢ

ﻻ ﻳﻮﺟﺪ ﺃﻯ ﺟﺰﺀ ﻣﻦ ﻫﺬﺍ ﺍﻻﻃﺮﻭﺡﺔ ﺁﺧﺪ ﺑﺎﻟﻜﺎﻣﻞ ﻣﻦ ﻋﻤﻞ ﺁﺧﺮ ﺃﻭ ﺁﻧﺠﺰ ﻟﻠﺤﺼﻮﻝ ﻋﻠﻰ ﺷﻬﺎﺩﺓ  
ﺁﺧﺮﻯ ﻓﻲ ﻫﺬﺍ ﺍﻟﺠﺎﻣﻌﺔ ﺃﻭ ﻓﻲ ﺃﻳﺔ ﺟﺎﻣﻌﺔ ﺁﺧﺮﻯ ﺃﻭ ﺃﻱ ﻣﻌﻬﺪ ﺗﻌﻠﯿﻤﻲ.

## الفهرس

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| 1  | الملخص                             |
| 2  | الجزء التمهيدي                     |
| 3  | المقدمة:                           |
| 4  | مشكلة البحث:                       |
| 4  | فرضيات وتساؤلات البحث:             |
| 5  | الهدف من البحث:                    |
| 6  | أهمية البحث:                       |
| 7  | الباب الأول                        |
| 8  | 1-1 الخزف                          |
| 9  | 1-1-1. التعويضات الخزفية المعدنية: |
| 11 | 1-1-2. التعويضات الخزفية الكاملة:  |
| 11 | طريقة التليد:                      |
| 12 | طريقة الصب الانزلاقي               |
| 13 | طريقة الحقن الحراري:               |
| 14 | طريقة النحت/ الخراطة:              |
| 16 | 1-2-2- اللون:                      |
| 18 | 1-2-2. توصيف اللون:                |
| 21 | 1-2-3. اختيار اللون في طب الأسنان: |
| 26 | 1-3-3- تبييض الأسنان               |
| 27 | 1-3-1. تقنيات تبييض لأسنان         |

|         |                                                    |
|---------|----------------------------------------------------|
| 28..... | 2-3-1.تركيب مواد التبييض:                          |
| 30..... | 3-3-1.آلية التبييض:                                |
| 30..... | 4-3-1. الاختلاطات والآثار الجانبية لعملية التبييض: |
| 31..... | 4-1- خشونة السطحية.....                            |
| 31..... | 1-4-1. طرائق تقييم درجة نعومة الأسطح:              |
| 32..... | 2-4-1. مقاييس خشونة:                               |
| 34..... | 5-1- الدراسات السابقة:                             |
| 39..... | الباب الثاني.....                                  |
| 40..... | 2-1- عينة البحث:                                   |
| 40..... | 2-2-الأجهزة والأدوات المستعملة في البحث:           |
| 42..... | 2-3- المواد المستعملة في البحث:                    |
| 44..... | 4-2- الطرائق:                                      |
| 44..... | 1-4-2. تحضير عينة البحث:                           |
| 45..... | 2-4-2. عملية التلوين لعينات الدراسة:               |
| 46..... | 3-4-2. عملية التبييض لعينات الدراسة:               |
| 51..... | 2-4-2. إجراء اختبار الدرجة اللونية:                |
| 55..... | 3-4-2. إجراء اختبار خشونة السطح:                   |
| 58..... | الباب الثالث.....                                  |
| 59..... | 1-3- وصف عينة البحث:                               |
| 60..... | 2-3- الدراسة الإحصائية التحليلية:                  |
| 60..... | 1-2-3. نتائج التغير اللوني:                        |

|          |                                            |
|----------|--------------------------------------------|
| 78.....  | 2-2-3. نتائج اختبار قياس خشونة السطح:      |
| 86.....  | إِلْبَاب الرَّابِعِ: الْمُنَاقِشَةُ        |
| 87.....  | 4-1- مناقشة فكرة البحث:                    |
| 87.....  | 4-2- مناقشة المواد والطرائق:               |
| 91.....  | 4-3- مناقشة النتائج:                       |
| 99.....  | إِلْبَابُ الْخَامِسِ: الْإِسْتِنْتَاجَاتُ: |
| 100..... | إِلْبَابُ الْسَّادِسِ                      |
| 101..... | 6-1- التوصيات:                             |
| 102..... | 6-2- المقترحات:                            |
| 103..... | إِلْبَابُ السَّابِعِ: الْمُرَاجِعُ         |
| 115..... | Abstract                                   |

## قائمة المخططات

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| مخطط 1 يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة الدراسة حسب نوع المادة المؤكسدة (مادة التبييض) وحسب نوع الخزف..... | 60 |
| مخطط 2 يوضح قيم متوسط المعامل *L في مجموعات البحث.....                                                   | 64 |
| مخطط 3 يوضح قيم متوسط المعامل *a في مجموعات البحث.....                                                   | 64 |
| مخطط 4 يوضح قيم متوسط المعامل *b في مجموعات البحث.....                                                   | 64 |
| مخطط 5 يوضح قيم متوسط التغير اللوني بعد التبييض في مجموعات البحث.....                                    | 71 |
| مخطط 6 يوضح قيم متوسط فرق التغير اللوني بين عمليتي التبييض والتلوين (اللون المتبقي).....                 | 75 |

## قائمة الأشكال

- الشكل 1 مقطع طولي في التعويض الخزفي المعدني إلى اليمين وفي التعويض الخزفي الكامل إلى اليسار (Denry, 2019) ..... 9
- الشكل 2 قطعة مصممة ومنحوتة بطريقة CAD/CAM (Shen, 2022) ..... 15
- الشكل 3 يوضح نظام مونسيل Munsell (Vadher, 2014) ..... 19
- الشكل 4 يوضح الاحداثيات اللونية في نظام CIE (Vadher, 2014) ..... 20
- الشكل 5 Vita Classical Shade Guide ..... 21
- الشكل 6 Chromascop Shade Guide (Jouhar 2022) ..... 22
- الشكل 7 Vita 3D Master Shade Guide (Jouhar, 2022) ..... 23
- الشكل 8 فرن خبز الخزف الفلديسباري ..... 41
- الشكل 9 جهاز حقن الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم ..... 41
- الشكل 10 جهاز قياس اللون الالكتروني ..... 41
- الشكل 11 جهاز قياس خشونة السطحية ..... 41
- الشكل 12 جهاز قياس الثخانة ..... 41
- الشكل 13 خزف ثنائي سيليكات الليثيوم ..... 43
- الشكل 14 خزف فلديسباري ..... 43
- الشكل 15 عينات الخزف فلديسباري ..... 43
- الشكل 16 عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم ..... 43
- الشكل 17 مزيج الكاربابل مع بيروكسيد الهيدروجين ..... 47
- الشكل 18 مسحوق الكاربابل ..... 47
- الشكل 19 تطبيق بيروكسيد الهيدروجين على إحدى العينات ..... 47
- الشكل 20 محلول بيروكسيد الهيدروجين 30% ..... 47
- الشكل 21 مزيج برورات الصوديوم مع الماء ..... 48
- الشكل 22 حبيبات برورات الصوديوم ..... 48
- الشكل 23 تطبيق برورات الصوديوم على إحدى العينات ..... 48
- الشكل 24 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم بعد التلوين ..... 49
- الشكل 25 إحدى عينات الخزف الفلديسباري قبل التلوين ..... 49
- الشكل 26 إحدى عينات الخزف الفلديسباري بعد التلوين ..... 49
- الشكل 27 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم قبل التلوين ..... 49
- الشكل 28 إحدى عينات الخزف الفلديسباري بعد التبييض باستخدام برورات الصوديوم ..... 50

- الشكل 29 إحدى عينات الخزف الفلدسباري بعد التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين ..... 50
- الشكل 30 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم بعد التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين .... 50
- الشكل 31 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم بعد التبييض باستخدام بربورات الصوديوم..... 50
- الشكل 32 يوضح طريقة القياس اللوني ..... 52
- الشكل 33 جهاز VITA Easy Shade ..... 52
- الشكل 34 يوضح خيارات القياس المتوفرة في الجهاز ..... 52
- الشكل 35 يوضح طلب معايرة الجهاز ..... 52
- الشكل 36 يوضح جاهزية الجهاز لإجراء القياس..... 52
- الشكل 37 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون قبل التلوين، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم..... 53
- الشكل 38 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون بعد عملية التلوين، الصورة إلى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري وإلى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم..... 53
- الشكل 39 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون بعد عملية التبييض بمادة بربورات الصوديوم، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم..... 54
- الشكل 40 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون بعد عملية التبييض بمادة بيروكسيد الهيدروجين، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم..... 54
- الشكل 41 يوضح شاشة البداية لجهاز قياس خشونة ..... 55
- الشكل 42 يوضح شاشة الجهاز عند إجراءات معايرة الجهاز ..... 56
- الشكل 43 يوضح شاشة الجهاز أثناء إجراء الاختبار ..... 56
- الشكل 44 يوضح شاشة الجهاز في حال خرج رأس الجهاز عن مساره ..... 56
- الشكل 45 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة قبل التلوين، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم..... 57
- الشكل 46 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة بعد عملية التلوين، الصورة إلى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري وإلى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم..... 57
- الشكل 47 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة بعد عملية التبييض لإحدى عينات الخزف الفلدسباري الصورة إلى اليمين لعينة طبق عليها بيروكسيد الهيدروجين وإلى اليسار عينة طبق عليها بربورات الصوديوم..... 58
- الشكل 48 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة بعد عملية التبييض لإحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم الصورة إلى اليمين لعينة طبق عليها بيروكسيد الهيدروجين وإلى اليسار عينة طبق عليها بربورات الصوديوم..... 58

## قائمة الجداول

- جدول 1 يوضح توزيع عينة البحث وفقاً لنوع مادة التبييض ومادة الخزف.....59
- جدول 2 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم المعامل اللوني \* L في مجموعات البحث:.....61
- جدول 3 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم المعامل اللوني \* a في مجموعات البحث:.....62
- جدول 4 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم المعامل اللوني \* b في مجموعات البحث:.....63
- جدول 5 يبين نتائج اختبار t test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعامل \* L بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التلوين وبعده وبعد التبييض) وذلك وفقاً لنوع الخزف المستخدم ونوع المبيض المستخدم:.....65
- جدول 6 يبين نتائج اختبار willcoxon للعينات المرتبطة في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم لعدم اتباعها التوزيع الطبيعي واختبار Student T Test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعامل \* a بين المراحل الثلاث المدروسة:.....67
- جدول 7 يبين نتائج اختبار t test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعامل \* b بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التلوين وبعده وبعد التبييض) وذلك وفقاً لنوع الخزف المستخدم ونوع المبيض المستخدم:.....68
- جدول 8 متوسط قيم التغير اللوني بين القياس الأول والثاني - قبل وبعد التلوين - بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث.....69
- جدول 9 يبين نتائج اختبار T Student للعينات المستقلة بين متوسط قيم التغير اللوني بين القياس الأول والثاني - قبل وبعد التلوين - بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث.....70
- جدول 10 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم التغير اللوني  $\Delta E_2$  لمجموعات البحث بعد عملية التبييض:.....71

- جدول 11 يبين نتائج اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E2$  وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف الفلدسباري وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث: ..... 72
- جدول 12 يبين نتائج اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E2$  بين نوعي الخزف في مجموعة بربورات الصوديوم وبين مجموعتي الخزف في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين في عينة البحث: ..... 73
- جدول 13 يوضح قيم متوسط التغير اللوني لعينات البحث بين القياسين قبل التلوين وبعد التبييض: ..... 74
- جدول 14 يوضح المتوسط الحسابي وكل من الحد الأدنى والحد الأعلى لمتغير اللون المتبقي في مجموعات البحث: ..... 74
- جدول 15 يبين نتيجة اختبار ANOVA لاكتشاف الفروق في متغير اللون المتبقي بين مجموعات البحث ..... 75
- جدول 16 يوضح نتائج درجة القبول لقيم متغير اللون المتبقي: ..... 76
- جدول 17 يوضح متوسط رتب متغير اللون المتبقي وفقاً لنوع المبيض: ..... 77
- جدول 18 يوضح نتيجة اختبار Mann-Whitney: ..... 77
- جدول 19 يوضح متوسط رتب متغير اللون المتبقي في وفقاً لنوع الخزف: ..... 77
- جدول 20 يوضح نتيجة اختبار Mann-Whitney: ..... 78
- جدول 21 يبين حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمتوسط خشونة السطح لمجموعات البحث في مراحل القياس الثلاثة المدروسة. .... 79
- جدول 22 يبين حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمتغير خشونة السطح لمجموعات البحث بعد التبييض  $\Delta Ra2$ : ..... 79
- جدول 23 يبين نتائج اختبار Paired t test لدراسة الفروق في قيم متوسط خشونة السطحية بين فترات القياس قبل التلوين وبعده وبعد التبييض في مجموعات البحث: ..... 80
- جدول 24 يبين حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمتغير خشونة السطح لمجموعات البحث بعد التلوين  $\Delta Ra1$ : ..... 81

- جدول 25 نتائج اختبار Student t test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير الخشونة بين القياسين قبل وبعد التلوين بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم ..... 81
- جدول 26 نتائج اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير الخشونة  $\Delta Ra2$  بين نوعي المبيض في مجموعة الخزف الفلدسباري وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم: ..... 82
- جدول 27 نتائج اختبار student t test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير الخشونة  $\Delta Ra2$  بين نوعي الخزف المعالجين بمادة بربورات الصوديوم وبين نوعي الخزف المعالجين بمادة بيروكسيد الهيدروجين: ..... 83
- جدول 28 يوضح نتيجة اختبار الارتباط بيرسون بين تغير اللون وتغير الخشونة في عينات الخزف بعد تلوينها: ..... 84
- جدول 29 يوضح نتائج اختبار الارتباط بيرسون بين تغير اللون وتغير الخشونة في مجموعات البحث بعد التبييض: ..... 85

## المخلص

**المقدمة:** قد يتغير لون التعويضات الخزفية بعد فترة من تواجدها في الحفرة الفموية بما يتم استهلاكه من مواد غذائية مما يسيء لمظهرها التجميلي ويصبح استبدال التعويض أمرًا ضروريًا. كذلك قد يتغير لون الخزف ويتأثر سطحه بفعل المواد المبيضة. مما قد يسمح بوجود حل للمشكلة التجميلية بطريقة محافظة عوضاً عن استبدال التعويض.

**هدف البحث:** دراسة تأثير مادتي التبييض (بيروكسيد الهيدروجين وبربورات الصوديوم) في استعادة اللون وخشونة السطح للخزف ثنائي سيليكات الليثيوم وللخزف الفلدسباري المتلونين.

**المواد والطرائق:** تألفت عينة البحث من 32 وجه لأقراص خزفية عددها 16. بقطر  $6.4 \pm 0.2$  mm وثخانة  $2.2 \pm 0.1$  mm. من الخزف الفلدسباري وبقطر  $7 \pm 0.1$  mm وثخانة  $2.2 \pm 0.1$  mm من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم. وقسمت العينة إلى أربع مجموعات تبعاً لنوع الخزف والمادة المبيضة المستخدمة معه ( $n=8$ ). تم تلوين العينات بنقعها في محاليل ملونة غذائية (الشاي واللبن والكولا وعصير البرتقال وعصير التوت) مدة 30 يوم. ثم طبق بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 30 % على العينات مدة ساعتين. وطبق بربورات الصوديوم مدة 14 يوم / 6 ساعات في اليوم. قيست المعاملات اللونية  $L^*, a^*, b^*$  وفق نظام اللون الكمي CIE lab باستخدام جهاز VITA Esay Shade. بالإضافة إلى قياس خشونة السطح باستخدام جهاز TR200. تم تسجيل القياسات قبل وبعد التلوين وبعد التبييض. وأجريت الدراسة الإحصائية باستخدام برنامج SPSS 25 باستخدام اختبار T test.

**النتائج:** تأثر الخزف الفلدسباري أكثر من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم بالملونات وتجاوزت قيم التغيرات اللونية القيم المدركة بصرياً في كلا النوعين. لم يظهر تطبيق بربورات الصوديوم فرقاً جوهرياً بين نوعي الخزف فيما كان تأثير بيروكسيد الهيدروجين على التغير اللوني للخزف ثنائي سيليكات الليثيوم أكبر منه في الفلدسباري. ازدادت قيم الخشونة السطحية بفارق جوهري إحصائياً بعد التلوين وبعد التبييض في كل المجموعات. ولا يوجد ارتباط بين تغير اللون وتغير الخشونة في معظم المجموعات

**الاستنتاجات:** يمكن استعادة اللون الأصلي للخزف الفلدسباري وللخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المتلونين باستعمال مادة بيروكسيد الهيدروجين ومادة بربورات الصوديوم. لا يمكن أن يعزى تغير اللون إلى تغير الخشونة في معظم المجموعات

**الكلمات المفتاحية:** الخزف الفلدسباري، الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم، التبييض، المواد المبيضة، بيروكسيد الهيدروجين، بربورات الصوديوم، استعادة اللون.

**Keywords:** Feldspar Porcelain, Lithium disilicate glass ceramic, Bleaching, Bleaching Agents, Hydrogen Peroxide, Sodium Perborate, color restore.

الجزء التمهيدي

**Introductory Part**

## المقدمة:

تتعرض البيئة الفموية بشكل يومي لتبدلات كيميائية وحرارية مختلفة قد تسبب اهتراء سطوح الأسنان والترميمات والتعويضات المتواجدة داخل الفم، كما قد يسبب السحل الناتج عن التفريش واللقيمات الطعامية الصلبة في أثناء الدورة المضغية اهتراءً في تلك السطوح فيؤدي لزيادة تراكم اللويحة والقشيرة اللعابية عليها مما يسبب تلون الأسنان والترميمات والتعويضات منتجاً مشكلات تجميلية غير مرضية للمريض (Dal piva et al , 2019 - Turgut et al, 2018) وقد أقرت الأبحاث بأن التعويضات الخزفية والترميمات الراتنجية يمكن أن تتلون عند تعرضها للأصبغة الموجودة في الطعام والشراب وفي المضامض الفموية.

( السعدي وجاموس ، 2019-2017 - Derafshi et al, 2017 - Gupta et al, 2005).

إنَّ ازدياد رغبات المرضى في الحصول على أسنان ذات درجات لونية أفتح دفع إلى العمل لإيجاد حلول لمشكلة التلون فاعتمدت عدة تقنيات لإزالة التلون، فتراوحت الحلول لتلون الأسنان بين السحل بمعجون التلميع التي أظهرت تحسناً جزئياً للون وبين استعمال معاجين ومنتجات التبييض التي أبدت نتائج جيدة لكنها لم تكن مفيدة في حالات التلون الشديدة فتم اللجوء إلى الحل التعويضي كالوجوه الخزفية والتيجان. أما الترميمات الراتنجية المتلونة فقد أجريت عدة محاولات لتحسين مظهرها التجميلي المتراجع حيث استعملت طريقة السحل والتلميع وطريقة التبييض بالمواد المؤكسدة، وقد أعطى استعمال المادة المبيضة نتائج أفضل من السحل (Turkun and Turkun, 2004).

أما بالنسبة للتعويضات الخزفية المتلونة فكانت عملية استبدالها هي الحل المتبع ولكن بسبب صعوبات ومساوئ نزع واستبدال التعويضات الخزفية أجريت بضع دراسات لمحاولة إزالة التلون باستعمال المواد المبيضة إلا أنها قليلة جداً ونتائجها متضاربة (Thaworanunta et al, 2019 - Gasparik et al, 2019 - Alharbi et al, 2018) ، أفادت الدراسات السابقة أن المواد المؤكسدة المستعملة في التبييض السني سببت تغييراً في لون المواد الخزفية المختلفة بدرجات متفاوتة تبعاً لتركيز المادة المبيضة ولاختلاف بنية وطريقة تصنيع المادة الخزفية، وأظهرت الدراسات أنَّ

المواد المبيضة زادت خشونة سطح المادة الخزفية (Soliman et al, 2020)، إلا أن بعض الدراسات كشفت عدم تأثير المادة المبيضة في خشونة السطح الخزفي (Ourique et al, 2011).

لذلك وبسبب النقص والتعارض في النتائج حول تأثير المادة المبيضة في الخزف السني، جاءت الحاجة لإجراء هذا البحث ليكون حلاً لمشكلة التعويضات الخزفية المتلونة عوضاً عن استبدالها تلافياً للأذيات المحتملة عند نزع واستبدال التعويض بالطريقة الميكانيكية التقليدية ولصعوبات ومحدوديات الحالات التي تستخدم فيها طرائق النزع الأكثر محافظة كالليزر أو الأمواج فوق الصوتية، وليكون محافظاً لجهد ووقت الطبيب والمريض ولتخفيف أعبائه المادية عن طريق استعمال مواد كيميائية متوافرة محلياً ومصنعة بطريقة بسيطة تساعد في إنتاج مادة محلية فعالة تتنافس المواد المستوردة.

### مشكلة البحث:

إنَّ اعتماد استبدال التيجان كحل لمشكلة التلون رغم السلبيات والمخاطر المحتملة المرافقة لنزع التعويض والتكلفة المرتفعة والجهد والوقت اللازمين لإعادة صنع تعويض جديد، مع نقص الأدلة المنشورة عن فعالية استعمال المواد المؤكسدة كحل لمشكلة تلون الخزف وتعارض نتائجها، إلا أن فعاليتها الجيدة في بعض أنواع الترميمات الراتنجية، دفعتنا في هذا البحث لاختبار فعالية المواد المبيضة في إزالة تلون الخزف السني.

### فرضيات وتساؤلات البحث:

هل سيؤثر بيروكسيد الهيدروجين في التغير اللوني للخزف ثنائي سيليكات الليثيوم؟

هل سيؤثر بيروكسيد الهيدروجين في التغير اللوني للخزف الفلدسباري؟

هل سيؤثر بربورات الصوديوم في التغير اللوني للخزف ثنائي سيليكات الليثيوم؟

هل سيؤثر بربورات الصوديوم في التغير اللوني للخزف الفلدسباري؟

هل سيؤثر بيروكسيد الهيدروجين في خشونة سطح الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم؟

هل سيؤثر بيروكسيد الهيدروجين في خشونة سطح الخزف الفلديسباري؟

هل سيؤثر بربورات الصوديوم في خشونة سطح الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم؟

هل سيؤثر بربورات الصوديوم في خشونة سطح الخزف الفلديسباري؟

فرضية العدم: لا يوجد تغير في لون الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم والخزف الفلديسباري المتلونين بعد التعرض

لمادتي بيروكسيد الهيدروجين وربورات الصوديوم.

الفرضية البديلة: يوجد تغير في لون الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم والخزف الفلديسباري المتلونين بعد التعرض

لمادتي بيروكسيد الهيدروجين وربورات الصوديوم.

فرضية العدم: لا يوجد تغير في خشونة سطحي الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم والخزف الفلديسباري المتلونين بعد

التعرض لمادتي بيروكسيد الهيدروجين وربورات الصوديوم.

الفرضية البديلة: يوجد تغير في خشونة سطحي الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم والخزف الفلديسباري المتلونين بعد

التعرض لمادتي بيروكسيد الهيدروجين وربورات الصوديوم.

## الهدف من البحث:

دراسة تأثير مادتي (بيروكسيد الهيدروجين وربورات الصوديوم) في استعادة اللون للخزف ثنائي سيليكات الليثيوم

والخزف الفلديسباري المتلونين.

دراسة تأثير مادتي (بيروكسيد الهيدروجين وربورات الصوديوم) في خشونة السطح للخزف ثنائي سيليكات الليثيوم

والخزف الفلديسباري المتلونين.

## أهمية البحث:

يقدم هذا البحث حلاً لمشكلة تلون التعويضات الخزفية بطريقة محافظة دون الحاجة لنزعها واستبدالها وذلك باستعمال مواد كيميائية خام متوافرة في الأسواق المحلية مصنعة بطريقة بسيطة بهدف الاستغناء عن المواد التجارية المستوردة. بالإضافة إلى هذا البحث يختبر تركيزاً من المادة المبيضة يختلف عن التركيز المختبر في الدراسات السابقة من أجل الوصول إلى تغير اللون المرجو مع أقل تأثير في خشونة السطح. كما يختبر فعالية مادة بربورات الصوديوم بتقنية مختلفة عن الطريقة المستخدمة بها سابقاً.

الباب الأول

المراجعة النظرية

**Literature Review**

## 1-1- الخزف

يطلق مصطلح الخزف ceramic على المنتجات المصنوعة من المواد غير العضوية وغير المعدنية والمعالجة بالخبز تحت درجات حرارة عالية للوصول إلى الخصائص المطلوبة فيها.

أما مصطلح porcelain يشير إلى مجموعة محددة من المواد الخزفية التي يدخل في تركيبها الكاؤولين (نوع من الطين) وسيليكات الألمنيوم المائية والكوارتز (السليكا) والفلسبار (سيليكات الألمنيوم والبوتاسيوم أو الصوديوم) وينتمي إلى هذه المجموعة الخزف الفلسباري المستخدم في التعويض الخزفي المعدني ويسمى Dental Ceramic. يمتلك الخزف المستخدم في طب الأسنان خاصيتين مهمتين أولهما قدرته على محاكاة المظهر الطبيعي للأسنان وثانيهما الناقلية الحرارية والكهربائية المنخفضة.

يتمتع الخزف بمتانة جيدة إلى ممتازة ولكنه يبقى هشاً وقد يكسر فجأة عندما يثنى أو عندما يسخن ويبرد بسرعة. وقد يسبب اهتراء لبنية الأسنان المقابلة له. (Shen et al, 2022)

**يمكن تصنيف الخزف السني وفق عدة معايير منها:**

- وظيفته ضمن التعويض حيث يوجد الخزف الذي يشكل هيكل التعويض والخزف المستخدم للبناء التشريحي المحاكي للجزء المينائي والعاجي وخزف التزجيج وخزف ملون سطحي للتعويض.
- درجة حرارة الانصهار حيث يتم التحكم بها عبر إضافة مواد للتركيب الخزفية لتلبية الحاجة لتحقيق انسجام بين معاملات التمدد والتقلص الحراري للمواد الخزفية والمعدنية المشكلة للتعويض. يوجد الخزف العالي والمتوسط والمنخفض والمتدني درجة الانصهار. (سايس والبنّي، 2012)
- طريقة صنع التعويض ومنها التليد والحقن الحراري والصب الانزلاقي والنحت (التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب CAD/CAM).

- بنيته المجهرية فهو إما يتألف من قالب زجاجي وأساسه السيليكا أو قالب زجاجي مع مائتات بلورية (اللويسيت وثنائي سيليكات الليثيوم وفلور الأباتيت) أو طور بلوري (ألومينا وزركونيا) وتتنوع خصائصه الميكانيكية والبصرية تبعاً لها فوجود البلورات يعزز مقاومة الخزف الميكانيكية ويرفع عتامته إلا بلورات سيليكات الليثيوم فهي ترفع شفافية الخزف لأن معامل انكسارها مماثل لل قالب الخزفي وتعمل البلورات على حرف الصدوع وتمنع نموها واستمرارها (Shenoy and Shenoy, 2010)

- تطبيقاته في طب الأسنان: (Denry et al, 2019)

1. خزف التعويضات الخزفية المعدنية، تيجان وجسور

2. خزف التعويضات الخزفية الكاملة، تيجان وحشوات Inlays, Onlays ووجوه Veneers

3. خزف الحاصرات التقويمية وخزف دعامات الغرسات السنية وخزف الأسنان للأجهزة المتحركة.



الشكل 1 مقطع طولي في التعويض الخزفي المعدني إلى اليمين وفي التعويض الخزفي الكامل إلى اليسار (Denry, 2019)

### 1-1-1. التعويضات الخزفية المعدنية:

يتألف هذا التعويض من هيكل معدني يخبز فوقه الجزء الخزفي.

الطبقة الأولى منه تدعى الخزف الظليل تكون رقيقة وتستخدم لتغطية لون المعدن وتتكون من خزف سني مضافاً إليه أكاسيد ظلية لجعله بلون كتميم، ولها دور أيضاً بتأسيس الارتباط بين المعدن والخزف. الطبقات الأخرى هي الخزف

العاجي والمينائي والعنقي واللثوي والشفاف، تستخدم للحصول على الشكل التشريحي والمظهر المشابه للأسنان الطبيعية ويوجد خزف ملون ليساعد في الحصول على اللون المناسب للتعويض وأيضاً هناك طبقة من الخزف المستخدم للتزجيج ليعطي التعويض السطح اللامع الأملس. (Denry et al, 2019)

صنع الهيكل المعدني بطريقة الصب بتقنية الشمع الضائع وحديثاً يمكن أن يصنع بتقنيات أكثر تطوراً مثل النحت بمساعدة الحاسوب CAD/CAM أو بتقنية الصهر الانتقائي بالليزر (الطباعة ثلاثية الأبعاد) (Kunz et al, 2022) تستخدم عادةً خلائط نيكل كروم لصنع القلنسوة المعدنية وحديثاً تتجه الدراسات لصنعه من خلائط كروم كوبالت لرخص ثمنها وصلابتها العالية وتقبلها الحيوي. (Kassapidou et al, 2023)

يصنع الخزف (تقنية الطبقات) عن طريق مزج المسحوق الخزفي والسائل (ماء مقطر غالباً) للوصول للقوام المناسب ويطبق فوق الهيكل المعدني كل طبقة على حدا ويكثف بالاهتزاز وبإزالة الماء الزائد بورق النشاف ثم يدخل إلى فرن الخبز مملئ من الهواء ليساعد في منع تشكل المسامات حيث أن انخفاض المسامية يساهم في زيادة الشفافية. يبنى التعويض بحجم أكبر من المطلوب لمعادلة التقلص التصليبي الكبير المترافق مع عملية التليد (25-30%). وقد يصنع بطريقة الصب الحراري أيضاً. (Kunz et al, 2022)

يتوفر هذا الخزف بعدة ألوان. ومن الضروري أن يكون معامل التمدد الحروري للخزف أخفض بقليل من مثيله في الخليطة المعدنية ليضمن انضغاط الخزف فوق المعدن بعد التبريد وهذا سيمنع تشكل الصدوع المجهرية في الخزف ويحسن الديمومة السريرية للتعويض. ويجب أن تمتلك خليطة المعدن درجة حرارة انصهار أعلى من الخزف حتى لا يتشوه أو ينحني الهيكل المعدني في أثناء خبز الخزف فوقه.

تعد الرابطة القوية بين الخزف والمعدن ضرورية لتأمين ديمومة جيدة للتعويض وهي ارتباط كيميائي وميكانيكي معاً. يتألف الخزف من طور زجاجي (80-90%) حجماً الذي يمنح الشفافية المشابهة للميناء، وطور بلوري (اللويسيت) منتشر ضمن القالب. درجة انصهاره قريبة من 1150 °C .

تركيبه الكيميائي: سيليك  $\text{SiO}_2$ ، ألومينا  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ، أكسيد الصوديوم  $\text{Na}_2\text{O}$  أكسيد البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{O}$ ، أكاسيد ظليلة  $(\text{SnO}_2, \text{ZrO}_2, \text{TiO}_2)$  وأكاسيد لونية متنوعة ومقادير قليلة من fluorescing oxides  $\text{CeO}_2$  الذي يضيف المظهر المحاكى لبنية المركب المينائي العاجي. تسمح الأكاسيد اللونية بالتحكم في المظهر واللون النهائي للتعويض. (Denry et al, 2019)

يبقى هذا التعويض الأكثر شيوعاً بسبب القدرة على تطبيقه كتعويض أحادي ومتعدد الوحدات وله معدل نجاح بنسبة 95% لمدة 10 سنوات. ومازال يعتبر المعيار الذهبي لترميم الأسنان الخلفية. (Ispas et al, 2022)

### 2-1-1. التعويضات الخزفية الكاملة:

تبنى هذه التعويضات بكل أجزائها من مادة الخزف السني وذلك بهدف الحصول على جمالية عالية أقرب ما تكون لمظهر الأسنان وتصنع بعدة طرائق:

#### طريقة التليد: Sintering

تعتمد على تقنية مزج مسحوق الخزف مع السائل. وتليده أي تقسيته في الفرن. يتكون بشكل رئيسي من طور زجاجي السيليكا أوثنائي أكسيد السيليكون مع طور بلوري ضمنه.

#### 1. الخزف ذو الأساس الألوميني:

طوره العالم **McLean** عام 1995 عبر إضافة طور بلوري من بلورات الألومينا التي تتوزع عشوائياً ضمن القالب الزجاجي، وبالتالي كان لهذا الخزف معامل مرونة مرتفع ومقاومة كسر عالية نسبياً ومقاومة انحناء أعلى مقارنة مع الخزف الفلدسباري. ذلك بسبب أن معاملا التمدد حراري للقالب الزجاجي والبلورات المشتتة ضمنه متشابهان كما أن الارتباط القوي بينهما زاد مقاومة هذا الخزف.

احتوى أول قلب خزفي ألوميني 40-50% من وزنه ألومينا منتشرة ضمن القالب الزجاجي منخفض درجة الانصهار. صنع بخبره على رقاقة بلاتينيوم أو بكثيفه مباشرة على المثال التوأمي.

يتميز بديمومة سريرية تقدر 15 عاماً في الفم. حل القلب الخزفي الزركوني محله بشكل بطيء.

(Denry et al, 2019)

## 2. الخزف المقوى باللويسيت: Leucite-reinforced ceramic

يحتوي ما يقارب 45% من حجمه بلورات اللوسيت  $KAlSi_2O_6$  رباعية الزوايا مما جعل مقاومة الانحناء والضغط أعلى مقارنة مع الخزف الفلدسباري.

إن وجود بلورات اللوسيت ضمن القالب الزجاجي رفع معامل التقلص الحراري وبسبب اختلاف التقلص الحراري بينهما جعل اللوسيت تعمل كحارف للصدوع ومنعت نمو التشققات. (Bajraktarova-Valjakova et al, 2018)

## طريقة الصب الانزلاقي: slip casting

يتم في هذه الطريقة تشكيل التعويض بمزج حبيبات الخزف مع سائل خاص ليتشكل معلق ذو قوام كريمي ثم يكتف حرارياً في أفران خاصة، فيتم التحام الحبيبات دون أن تتصهر وينتج عنها هيكل نفوذ ذي مسام دقيقة. ثم يطلى الهيكل بمزيج من زجاج اللانثانيوم ألومينو سيليكات  $La\ Al_2O_3\ SiO_2$  ويصهر الزجاج فوقه في فرن خاص فيندخل الزجاج ضمن الهيكل بظاهرة تدعى الارتشاح بالتسخين (الخاصية الشعرية).

يمكن أن يكون القلب ألوميني أو ألومينا مغنزيوم أو ألومينا زيركونيا مرتشح بالزجاج.

تتكون بينته المجهرية من بنية بلورية مملوءة بالزجاج فهو يتصف بالمقاومة العالية والعتامة العالية. عدا النوع المعتمد

على المغنزيوم. (Solis Pinargote et al, 2024)

## طريقة الحقن الحراري Heat-pressing:

تعتمد هذه الطريقة على تطبيق ضغط خارجي تحت درجة حرارة عالية لإعطاء الشكل للتعويض وتلبيد الخزف. تستعمل في طب الأسنان لتصنيع تيجان وحشوات مغطية وضمنية Inlays, onlays وأيضاً الوجه التجميلية Veneers ومؤخراً استطاعوا تصنيع تعويضات ثلاثية الوحدات FDPs. تحقن السبائك الخزفية Ingots/المضغوطات ضمن بوتقة تحوي مادة كاسية ذات رابطة فوسفاتية وبطريقة الشمع الضائع تحت حرارة قريبة من درجة سيولة الخزف وضغط  $0.3-0.4 \mu Pa$  مما يسمح بحشو القالب بالخزف الطري ثم تثبت درجة الحرارة مدة 10-20 دقيقة وذلك ضمن فرن خاص. روج لهذا الخزف بوجود توزع جيد للبلورات ضمنه لذلك تكون خصائصه الميكانيكية عالية وهو أعلى تبلور وله حجم بلورات صغير مقارنة مع الخزف الملبد. (Denry et al, 2019)

### 1. الخزف المعتمد على اللوسيت:

الجيل الأول منه احتوى اللوسيت كطور معزز بمقدار 35-55% حجماً. بحجم بلورة  $1-5 \mu m$  تتوزع ضمن القالب الزجاجي. (Denry et al, 2019)

درجة حرارة الحقن لهذا النظام بين 1150 و 1180 درجة مئوية. وتثبت الحرارة في الفرن لمدة 20 دقيقة.

يتوفر بتقنيتين للحصول على الشكل واللون النهائي للتعويض: تقنية التلوين السطحي للتعويض المحقون وتقنية تطبيق خزف مغطي فوق القلب المحقون.

يتميز التعويض المصنوع منه بجمالية وشفافية عالية ويتوفر بعدة درجات لونية. إلا أنه يقتصر على إنتاج تعويضات مفردة أمامية فقط. (Bajraktarova-Valjakova, 2018)

### 2. الخزف المعتمد على ثنائي سيليكات الليثيوم:

يعد الجيل الثاني من الخزف المحقون حرارياً، يحتوي ثنائي سيليكات الليثيوم كطور بلوري، مجاله الحراري للحقن عند 910-920 درجة مئوية. يستخدم معه نفس تجهيزات الخزف المعتمد على اللوسيت.

بنيته المجهرية تحوي 65% حجماً من بلورات ثنائي سيليكات الليثيوم الموشورية المتشابكة بقوة. يقدر طولها 2-5 ميكرومتر وقطرها 0.8 ميكرومتر. وتتوزع عشوائياً ضمن القالب الزجاجي.

حسن الشكل الإبري للبلورات وتربطها القوي مقاومتي الانحناء والكسر. وجود البلورات واختلاف معامل تمددها الحراري عن مثيله في القالب الزجاجي أدى على زيادة المقاومة لنمو التشققات.

يتمتع بخصائص ميكانيكية عالية مكنت من صنع تعويضات ثلاثية الوحدات أمامية من هذا الخزف.

(Denry et al, 2019)

### طريقة النحت/الخراطة Machinable:

يصنع التعويض بعد أخذ الطبعة الرقمية للسن المحضرة بتصميمه ونحته بمساعدة الحاسوب CAD/CAM

Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing . ويوجد طريقتان للنحت:

### النحت القاسي Hard Machining:

أي ينحت التعويض من كتلة خزفية Blocks كاملة التلبيد Fully Sintered State ويكون بالقياس النهائي المطلوب مباشرة.

تستخدم عدة أنواع خزفية بهذه الطريقة مثل الخزف الفلدسباري والخزف الذي أساسه اللوسيت أو ثنائي سيليكات الليثيوم والزيروكس كامل التلبيد. وتصنع منه التيجان والحشوات والوجوه وذلك في جلسة واحدة فقط فالنحت يتم خلال دقائق قليلة. وتلصق بالاسمنت الريزيني. يمتلك التعويض المصنع بهذه الطريقة مقاومة منخفضة إلى متوسطة

ويقصر على التعويضات المفردة أو الجسور القصيرة. (Marchesi et al, 2021)

### النحت الطري Soft Machining:

أي ينحت التعويض من كتلة خزفية Blocks ناقصة التلييد Partially Sintered State ثم يتبع بعملية خبز (حرارة  $1350^{\circ}\text{C}$  لساعتين) ليكتمل تلييده ويكون بعد النحت بحجم أكبر من القياس المطلوب ليعاوض التقلص التصليبي (20-25%) الحادث بعد الخبز. ويكون انطباقه الحفافي أفضل من سابقه.

يستخدم معه خزف الزيركونيا رباعية الأوجه المستقرة جزئياً بإضافة الايتريوم وخزف E.max zircad (Solís Pinargote et al, 2024). إن نحت الكتل ناقصة التلييد أسهل من نحت الكتل كاملة التلييد وهذا يوفر الوقت ويقلل من اهتراء السنابل.

يمكن أن يصنع قلب core من الزيركونيا يغطي بخزف متناسب في معامل تمدده الحراري معه، بالتالي لا يمكن أن ينجز التعويض خلال زيارة واحدة للعيادة. ويتمتع تعويض الزيركونيا بخصائص ميكانيكية ممتازة بالتالي يمكن تصنيع تعويضات أحادية ومتعددة الوحدات أمامية وخلفية.

تكون الزيركونيا رباعية الأوجه كتيمة أو عاتمة، وقد طورت لتصبح أكثر شفافية وذلك بإنقاص محتواها من الألومينا وزيادة الايتريا yttria ودعيت باسم الزيركونيا المكعبة Cubic Zirconia. (Shen et al, 2022)



الشكل 2 قطعة مصممة ومنحوتة بطريقة CAD/CAM (Shen, 2022)

## 1-2- الضوء واللون:

الضوء هو طاقة كهرومغناطيسية تمثل جزءاً من الطيف الاشعاعي، تتنوع الأطوال الموجية ضمن الطيف الاشعاعي وتقاس بوحدة النانومتر nm، وتتراوح أطوال موجات الطيف المرئي في المجال بين 400 - 800 نانومتر تقريباً (Vadher et al, 2014)، توجد الأشعة فوق البنفسجية والأشعة غاما والأشعة X في المجال تحت الطيف المرئي وأما الأطوال الموجية التي تقع في المجال فوقه فهي الأشعة تحت الحمراء والموجات الميكروية والموجات الراديوية (Rosenstiel et al, 2016). اكتشف نيوتن في عام 1665 أن ضوء الشمس الأبيض يتحلل عند مروره عبر منشور زجاجي إلى سبعة ألوان أسماها الطيف المرئي وهي الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق الفاتح والأزرق الغامق والبنفسجي. (chu et al, 2004)

يحدد كل طول موجي لوناً خاصاً به ويتم استقباله في شبكية العين البشرية من قبل الخلايا العصبية (المخاريط) وهي ثلاثة أنواع؛ مخاريط الأحمر ومخاريط الأخضر ومخاريط الأزرق.

تدعى الألوان الأحمر والأصفر والأزرق بالألوان الأساسية وينتج عن مزجها جميع الألوان الأخرى لكن لا يمكن الحصول عليها عبر مزج باقي الألوان.

فمثلاً البرتقالي ينتج عن مزج الأحمر والأصفر. البنفسجي ينتج عن مزج الأزرق والأحمر. أما الأخضر ينتج عن مزج الأزرق والأصفر.

توجد مجموعة من الأزواج اللونية التي تعدل بعضها عندما تمزج بكميات متساوية فتعطي لوناً رمادياً وهي الأحمر والأخضر، الأصفر والبنفسجي، والأزرق والبرتقالي وتدعى بالألوان المتتامة. أي يمكن تعديل قيمة السطوع لمادة ما عبر إضافة اللون المتم لها. (Schmeling, 2016)

يعتمد إدراك لون جسم ما على طبيعة هذا الجسم وطبيعة الضوء الساقط عليه والمستقبل من قبل شبكية العين:

### 1. طبيعة المصدر الضوئي: (Vadher et al, 2014)

يعرف الضوء المثالي لانتقاء اللون بأنه المصدر المنتج للضوء المنتشر غير المركز، معتدل الشدة المريح للعين. لذلك ضوء الشمس في منتصف النهار هو الوسط الأفضل لاختيار اللون. ينصح بمصادر الضوء الفلورسنتي والمصادر الضوئية النهارية التي تتراوح حرارتها بين 5000 و 6500 كلفن، لأنها تناسب جميع العمليات التي تتطلب إدراكاً صحيحاً للون.

تعد الخدامية metamerism ذات تأثير سلبي في دقة اختيار لون التعويضات السنية فهي ظاهرة تتعلق بمصادر الضوء تبدو فيها مادتان بلون واحد تحت ظروف إضاءة معينة وبلونين مختلفين تحت ظروف إضاءة أخرى.

### 2. طبيعة المادة الفيزيائية: (Schmeling, 2016)

تحدد الخواص اللونية لجسم ما حسب طريقة تفاعل هذا الجسم مع الضوء الوارد إليه.

- الانعكاس والامتصاص Reflection and Absorption تعطي المادة لونها عندما تعكس فقط جزء من الأطوال الموجية الموافقة للونها وتمتص بقية الأجزاء الأخرى من الضوء التي تتحول إلى حرارة داخل هذه المادة. فالجسم الذي يعكس الأمواج الحمراء من الضوء الوارد إليه ويمتص باقي الأمواج الضوئية يُرى بلون أحمر والجسم الذي يعكس كل الضوء يُرى بلون أبيض، أما الجسم الذي يمتص كل الضوء يُرى بلون أسود.
- الانتقال Transmission هو عبور الضوء عبر الجزء الشفاف من الجسم، أما الجسم الشفاف يكتسب لونه من الطيف الضوئي المار عبره والأطوال الموجية التي لا تعبر تُمتص ضمن الجسم.

### 3. تقدير الشخص الفاحص: (Shen et al, 2022)

تتفاعل موجات الضوء الصادرة عن المصدر الضوئي مع جسم ما، ثم تستقبل من قبل عين الإنسان فتدخل موجات الطاقة الشعاعية إلى العين وتؤثر مباشرة في مستقبلات الشبكية لتولد سيالة عصبية تفسر وتحلل في الدماغ. وتختلف استجابة العين للألوان من شخص لآخر تبعاً لعدة عوامل منها:

- عمر الشخص: تتناقص حدة الرؤية مع تقدم العمر ويصعب معها تمييز الألوان بشكل دقيق.
- الصحة العامة والأدوية الاعتيادية حيث تترافق العديد من الأدوية بتأثيرات جانبية على الشبكية أو القرنية مسببة ضعف في المطابقة اللونية.
- الإرهاق: تتناقص الرؤية اللونية بسرعة عندما يحدق الشخص بجسم ما، فالتأثر المستمر بلون واحد يُتعب العين ويبدو اللون الأصلي أقل تركيزاً إلى أن يصبح أقرب للرمادي.

## 1-2-2. توصيف اللون:

يعد نظام مونسيل **Munsell** لترتيب الألوان الخيار الأساسي في طب الأسنان لتمتعه بالمرونة والسهولة والانتشار العالمي.

وهو يشكل نظام ثلاثي الأبعاد ليصف اللون يمكن تشبيهه بعجلة محورها عديم اللون يتدرج ليكون أعلاه الأبيض النقي وأسفله الأسود النقي، وتترتب الألوان بشكل متسلسل حول المحيط وتتدرج الأسلاك التي تربط المركز عديم اللون بالمحيط ذو اللون الأكثر نقاء. (Vadher et al, 2014)

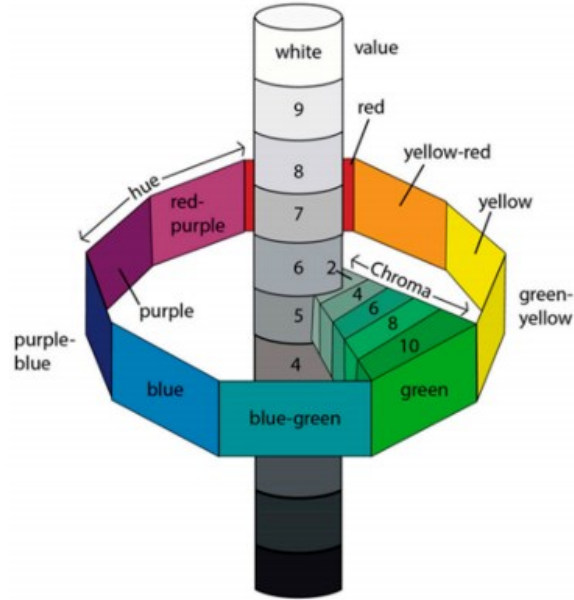
### ▪ صبغة اللون: Hue

وهي الصفة التي تميز اللون عن آخر مثلاً الأحمر عن الأصفر والأزرق عن الأخضر يتحدد مكانها في الطيف المرئي بطولها الموجي فكلما كان أقصر اقترب اللون من البنفسجي وكلما طال اقترب من الأحمر. وهي تمثل المحيط في عجلة مونسيل.

### ▪ الكثافة اللونية: Chroma

وهي الصفة المعبرة عن قوة أو شدة اللون أي درجة إشباعه وتتدرج بين 0 و 18 تمثل الخط الواصل بين المحور (المركز) والمحيط.

▪ **السطوع Value:** هي الصفة التي تميز اللون الفاتح عن الغامق وتتدرج بين 0 و 10 وتمثل محور عجلة مونسييل. (Denry et al, 2019).



الشكل 3 يوضح نظام مونسييل (Vadher, 2014)

### النظام اللوني CIE lab:

حددت اللجنة الدولية للأبحاث المتعلقة بالإضاءة عام 1976 م معياراً موحداً CIE يعرف بأنه فضاء اللون. يعتمد على نظرية أن اللون يدرك في ثلاث مستقبلات لونية منفصلة في العين. يتميز هذا النظام بقدرته على حساب التغير

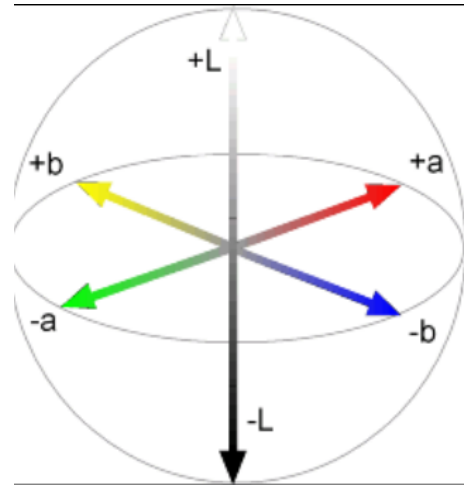
اللون بين نقطتين بدقة عالية. ويعتمد على ثلاث إحداثيات لونية وهي:

$L^*$ : تمثل سطوع اللون في نظام مونسييل، تتراوح قيمها بين 0 و 100 .

$a^*$  و  $b^*$ : تمثلان الصبغة والكثافة في نظام مونسييل حيث

$a^*$  تقيس درجة الأحمر عندما تكون موجبة، والأخضر عندما تكون سالبة. بينما  $b^*$  تقيس درجة اللون الأصفر عندما

تكون موجبة والأزرق عندما تكون سالبة. (Vadher, 2014)



الشكل 4 يوضح الاحداثيات اللونية في نظام CIE (Vadher, 2014)

أطلق مصطلح  $\Delta E$  على التغير اللوني بين نقطتين في فضاء الألوان ثلاثي الأبعاد، ويحسب وفق المعادلة التالية:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta l^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta a^*)^2}$$

تم تصنيف درجة القبول السريري تبعاً لمقدار التغير اللوني وفق الآتي:

عندما  $\Delta E$  أقل أو يساوي 1 يعد تغير مقبول سريرياً وغير مميز بالعين البشرية.

عندما  $\Delta E$  بين 1 و 3.3 يعد تغير مقبول سريرياً لكن يمكن تمييزه من قبل المختص الخبير.

عندما  $\Delta E$  أكبر من 3.3 يعد تغيراً غير مقبول سريرياً ويمكن تمييزه من قبل الأشخاص العاديين.

(Soliman, 2020)

طورت صيغ أخرى مثل CIE 2000 الذي يعرف الإحداثيات اللونية بأنها L, C, H

L=lightness وهي نفس المحور العمودي في النظام السابق المعبر عن السطوع value. و H = hue وهي المحور

الدائري في هذا النظام وتعبّر عن الصبغة اللونية وتقاس بدرجات أو زوايا بين 0° و 270° وهي أحمر أصفر أخضر

أزرق بالترتيب. أما C فتعني الكثافة chroma. وهذا النظام يقيس أيضاً التداخلات بين تغير الصبغة والكثافة لكنه

يحتاج لحسابات أكثر من معادلة CIE lab (Gomez-polo, 2022 – Turgut et al, 2018).

### 1-2-3. اختيار اللون في طب الأسنان:

يتم اختيار اللون المطلوب للتعويض إما بالطريقة البصرية باستخدام الأدلة اللونية أو باستخدام الأجهزة الإلكترونية.

- الطريقة البصرية التقليدية:

تعد هذه الطريقة سهلة وشائعة بين أطباء الأسنان وأقل تكلفة لكنها تتأثر بظروف الإضاءة المحيطة وخبرة الفاحص وعمره وصحته العامة وتقديره الشخصي للون.

أصدرت العديد من الشركات أدلة لونية تختلف فيما بينها بطريقة ترتيب الألوان. ومن أدلة اللون الأكثر استخداماً:

- دليل الألوان التقليدي

- دليل CHROMASCOP

- دليل الألوان ثلاثي الأبعاد

#### 1. دليل VITAPAN® classical (Rosenstiel et al, 2016)

يعد الدليل الأكثر شيوعاً، قدمته شركة VITA يحتوي 16 خياراً لونياً وتحمل أرقاماً وأحرفاً مرتبة بشكل متسلسل



حيث تشير الأحرف إلى الصبغة اللونية Hue

A للألوان البرتقالية

B للألوان الصفراء

C للألوان الصفراء الرمادية

D للألوان البرتقالية الرمادية (البنية)

الشكل 5 Vita Classical Shade Guide

(Jouhar, 2022)

والأرقام المتدرجة تصاعدياً تشير إلى الكثافة اللونية Chroma.

### 1. دليل CHROMASCOP: (kina and Bruguera, 2008)

قدمته شركة Vivadent Ivoclar يتألف من 20 خياراً لونياً مقسمة إلى خمس مجموعات وترمز بأرقام تتكون من ثلاث خانات، تعبر الأحاد والعشرات عن قيمة الكثافة والسطوع وهي مرتبة تصاعدياً وتعبر خانة المئات عن الصبغة



اللونية وفق الآتي:

110 120 130 140 للألوان البيضاء

210 220 230 240 للألوان الصفراء

310 320 330 340 للألوان البرتقالية

410 420 430 440 للألوان الرمادية

510 520 530 540 للألوان البنية

010 020 030 040 وهي مجموعة إضافية لدرجات لون الأسنان بعد التبييض

الشكل 6 Chromascop Shade Guide

(Jouhar 2022)

### 3. الدليل ثلاثي الأبعاد VITA Toothguide 3D-master: (Alnusayri et al, 2022).

يعد أكثر الأدلة اكتمالاً، قدمته شركة VITA Zhanfabrik عام 1998 م وهو يتألف من 26 خياراً لونياً قسمت في ست مجموعات حسب درجات السطوع Value ورتبت من اليسار إلى اليمين من المجموعة الأكثر سطوعاً إلى المجموعة الأقل سطوعاً.

وقد قسمت المجموعات الثمانية والثالثة والرابعة حسب درجة اللون Hue إلى ثلاثة أقسام رمزت بالأحرف L وتشير إلى الألوان الضاربة للصفرة و R تشير إلى الألوان الضاربة للحمرة و M للألوان المتوسطة بين الأصفر والأحمر أما المجموعات الأخرى فتحتوي الدرجة اللونية المتوسطة فقط.

ثم رتبت الألوان ضمن كل مجموعة حسب درجة الإشباع اللوني chroma بشكل عمودي من الأسفل الأقل كثافة إلى الأعلى الأكثر كثافة، وقد رمّز لها بالأرقام 1,2,3.



الشكل 7 Vita 3D Master Shade Guide (Jouhar, 2022)

### مبادئ عامة لاختيار اللون بالطريقة البصرية: (Ragain, 2016)

1. اختيار اللون في بداية الجلسة قبل إجهاد عين الطبيب ويجب التأكد من مطابقة اللون في الزيارات اللاحقة.
2. يجب أن تكون الأسنان نظيفة ورطبة
3. يجب تحديد كل ما يؤثر على عملية انتقال اللون كالألبيسة فاقعة الألوان وأحمر الشفاه.
4. يجب أن تكون الأسنان بمستوى نظر الطبيب وعلى بعد ٢٥ سم.
5. تجنب إطالة التحديق (5 ثوان على الأكثر) مع ضرورة إراحة العين بين المشاهدات بالنظر إلى سطح رمادي بهدف موازنة مستقبلات اللون الموجودة في الشبكية.
6. يجب أن تتم عملية اختيار اللون تحت مصادر ضوئية مختلفة لتجنب الخدامية.
7. عند عدم التمكن من تحديد اللون بدقة يتم اختيار اللون الأقل كثافة والأفتح، فمن الممكن تعديل اللون باستخدام ملونات خارجية لزيادة الكثافة وتقليل السطوع. (Chu et al, 2004)

### الخصائص الواجب توافرها في دليل الألوان المثالي: (Tung et al, 2002)

1. وجود تعدد كاف من الألوان بما يوافق التنوع الموجود في الأسنان الطبيعية.

2. أن يتم ترتيب الألوان بشكل علمي يسهل اختيار اللون بدقة.
  3. قابلية المقارنة مع المواد السنية المختلفة مثل الخزف والكمبوزيت وأسنان الأجهزة الصناعية.
  4. الانسجام مع أدلة الألوان الأخرى.
- قد يحدث عتامة للأسنة دليل الألوان اليدوي بسبب التعقيم المتكرر بعد استعماله (Ragain, 2016)

#### ● الطريقة المعتمدة على التكنولوجيا:

لا تتأثر وسائل قياس اللون الالكترونية بظروف الإضاءة المحيطة أو بالعامل الشخصي ولذلك فهي تمتاز بدقة عالية وموثوقية أكبر في النتائج عند مقارنتها مع الطريقة البصرية التقليدية (Menini et al, 2024)

ولهذه الأجهزة أنواع عديدة أهمها:

#### 1. أجهزة قياس الطيف الضوئي: Spectrophotometers

تعتمد على إصدار ضوء قياسي ثم تحليل الأمواج الضوئية المنعكسة عن السطح المدروس في عدة نقاط تقريباً كل 1-25 نانومتر على طول الطيف الضوئي المنعكس، حيث يقوم بقياس كمية الطاقة الضوئية المرئية لكل صبغة لونية Hue مع قياس الكثافة chroma والسطوع value، وتنتج عن هذه القياسات مجموعة من البيانات المعقدة يتم تحويلها إلى قيم لونية دقيقة (Klotz et al, 2020).

يعد جهاز VITA Easy Shade من أكثر مقاييس الطيف الضوئي استخداماً ويمتاز بما يلي:

(Rosenstiel et al, 2016)

- مزود بقبضة لا سلكية سهلة الاستخدام.
- له رأس صغير قطره 5 ملم يسهل توضع على سطح السن.
- ذو شاشة واضحة لإظهار نتائج القياسات اللونية.

- مزود بمخرج USB بهدف ربطه مع الحاسوب لتوثيق النتائج.
- يقيس 16 لوناً حسب دليل VITAPAN classical، و 26 لوناً حسب دليل VITA 3D Master ويعرض النتائج وفق نظام اللون الكمي CIE Lab.
- إمكانية قياس لون السن كاملاً أو قياس لون مناطق محددة (ثلث عنقي وثلث متوسط وثلث قاطع).

## 2. أجهزة القياس اللوني Colorimeters: (alnusayri et al, 2022)

تعتمد على مبدأ انعكاس الضوء عن الجسم ثم تحديد اللون مباشرة من خلال ثلاثة فلاتر لونية (أحمر، أخضر، أزرق) بما يشبه تقريباً مبدأ عمل المستقبلات اللونية في العين. وهي تقنية حساسة تحتاج لخبرة عند استعمالها. تشير الدراسات الحالية التي تقيس لون الأسنان كاملة أن نتائج استعمال الأجهزة من هذا النوع قد تصل لدقة مشابهة لأجهزة قياس الطيف الضوئي (Kutkut et al, 2024)

## 3. الكاميرات الرقمية وأنظمة التصوير: (alnusayri et al, 2022)

هي الشكل الأساسي من أجهزة مطابقة اللون الإلكتروني، تسجل الصور باستخدام أجهزة الشحنة المزدوجة charge-coupled devices (CCDs) ويشتمل على آلاف وملايين العناصر الحساسة للضوء تدعى photosites. لينتج صورة دقيقة لسطح السن وتفيد في رسم الخرائط اللونية. ويمكن الاستعانة بحاسوب لتتزيل بيانات اللون ورسم الخرائط اللونية والشفوفية.

يمكن أيضاً للماسحات الرقمية داخل الفموية مثل shape TRIOS 3 قياس اللون أثناء إجراء مسح رقمي للأقواس السنية، لكن ما زالت النتائج متضاربة حول فعاليتها مقارنة مع جهاز Easy Shade.

(Almalki et al, 2022, Revilla-leon et al, 2021)

ويمكن باستعمال التصوير الفوتوغرافي للأسنان عبر الهاتف المحمول Mobile Dental Photography (MDP) وبمساعدة فلاتر وبرامج software الحصول على صور عالية الدقة ومقارنة وتقييم ومطابقة اللون (Hardan et al, 2021).

### 1-3- تبييض الأسنان: Bleaching

يعتبر التبييض من الخيارات العلاجية المحافظة لتحسين مظهر الأسنان المتلونة، وتعتمد نتيجته على سبب وشدة التلون، وعلى تقنية التبييض ونوع المادة المستخدمة وتركيزها ومدة تطبيقها. (Malpani et al, 2019)

يعود سبب تلون الأسنان المتموتة إلى تحلل الأنسجة اللبية ضمنها واختراق نواتج التحلل للفتحات العاجية.

يقسم تلون الأسنان الحية وغير الحية إلى:

- تصبغات خارجية تصيب سطح السن سببها سوء العناية الفموية أو وجود عيوب في سطح الميناء يجعل السن عرضة لتراكم الأصبغة الموجودة في الأطعمة والمشروبات والمضامض أو أصبغة الجراثيم الفموية مؤديةً بتراكمها إلى تغير لون لسن. كما قد يكون التدخين سبب فيها. يمكن أن تزال بعض هذه التصبغات جزئياً بالتفرش باستعمال المعاجين الساحلة. (Goldstein et al, 2019)
- تصبغات داخلية ضمن بنية العاج والميناء بسبب تراكم المصبغات عند وجود عيوب خلقية في بنية الأسنان (قد تكون في هذه الحالة تصبغات سطحية تتحول لعميقة) أو بسبب زيادة جرعات الفلور أو بسبب بعض الأمراض مثل نقص تصنع وتمعدن الميناء ونقص تكون العاج الوراثي والأدوية مثل تتراسكلين (Stewart and Bagby, 2020).

### 1-3-1. تتوفر عدة تقنيات لتبييض للأسنان منها:

- التبييض ضمن العيادة السنية يطبقه الطبيب فقط، يستخدم بتركيز مرتفعة 25-40% لفترات قصيرة 40-60 دقيقة. يتطلب معه عزل وحماية اللثة، نتائجه مباشرة. يمكن باستخدام التحفيز الحراري والضوئي زيادة سرعة وفعالية المبيض وقد تكون آثاره الجانبية مؤذية لللب والسن واللثة. ويدعى بالتبييض القوي power bleaching. (Şişmanoğlu et al, 2020 a)
- التبييض المنزلي باستخدام الواقية الليلية، شائع وصفه من قبل الأطباء، يستعمله المريض بنفسه تحت إشراف الطبيب، يعتمد فيه التراكيز المنخفضة ويطبق لعدة ساعات في اليوم ولأسبوع أو اثنين، تكلفته منخفضة والآثار الجانبية الناتجة عنه أقل من سابقه. (Malpani et al, 2019)
- تقنية Walking Bleach Technique لتبييض الأسنان المعالجة لبياً بوضع المادة المبيضة ضمن الحجرة اللبية وتكرر كل 3-5 يوم حتى الوصول للون المرغوب، أجري تعديلات على هذه الطريقة عبر التفعيل الحراري بدرجة 50-60°C مدة 5 دقائق. (Şişmanoğlu et al, 2020 b)
- Inside/Outside Bleaching وهي تقنية تجمع بين التبييض الداخلي والخارجي عبر تطبيق مادة بيروكسيد الكارباميد في الحجرة اللبية ومن ثم تطبيقه بطريقة التبييض المنزلي. (AM Sulieman, 2008)
- التبييض باستخدام منتجات لا تحتاج وصفات طبية: يتم فيها حمل هلام التبييض على شرائط بلاستيكية تناسب الأسطح الدهليزية للأسنان، أو يمكن دمجها مع الغسولات الفموية ومعالجين الأسنان. (Alkahtani et al, 2020)

### 2-3-1. تركيب مواد التبييض :Composition of Bleaching Agent

#### 1. العوامل غير الفعالة:

وهي مواد تضاف لتحسين خواص المادة مثل: (Malpani et al, 2019)

a. عامل رافع للزوجة وهو الكاربوبول أو حمض البولي أكريليك ويفيد بفضل وزنه الجزيئي المرتفع في زيادة لزوجة مادة التبييض لتحسين ثبات المادة في القالب، ويساهم أيضاً بزيادة زمن تحرير الأكسجين لأربعة أضعاف تقريباً.

b. خافض للتوتر السطحي وهو عنصر مرطب للسطح يسمح بانتشار المادة الفعالة.

c. حوامل مثل الغليسرين تضاف لمنع انحلال مكونات المركب، ومواد حافظة لمنع نمو البكتيريا، ومنكهات لتحسين طعم المنتج وقبول المريض له.

#### 2. العوامل الفعالة:

وهي المواد ذات الفعل المبيض.

#### • بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ):

فوق أكسيد الهيدروجين أو الماء الأكسجيني (الحاج سعيد والصلاح، 2012)

هو سائل عديم اللون لزوجته أعلى قليلاً من الماء وله وزن جزيئي منخفض (Plotino et al, 2008) وهو عامل مؤكسد قوي، يتحلل بسهولة إلى ماء وأكسجين. تمتلك الجذور الحرة للأكسجين على الكترولونات غير مرتبطة/ غير مستقرة فهي شديدة التفاعل. يطبق على الأسنان بشكل هلام أو سائل بتركيز يتراوح بين 5 و 40 % مع إجراءات حماية بسبب قدرته على أذية الأنسجة الرخوة والجلدية. وقد يسبب احتقناً لبياً ردوداً وحساسية

سنية. (Stewart and Bagby, 2018)

### ➤ بيروكسيد الكارباميد $(\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3)$ Carbamide peroxide:

يتكون من ارتباط جزيئين، بيروكسيد الهيدروجين واليوريا. وهو مادة صلبة بلورية بيضاء يحرر الأكسجين عند تلامسه مع الماء. يستخدم في تبييض الأسنان المنزلي عادةً بتركيز يتراوح بين 10 و 35% ويتوفر بشكل سائل أو هلام. 10% منه يعادل 3% من بيروكسيد الهيدروجين. يعد أكثر استقراراً من بيروكسيد الهيدروجين أي له عمر تخزين أطول لكنه مؤكسد أضعف (Stewart and Bagby, 2018)

### ➤ ربورات الصوديوم $(\text{NaBO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ Sodium perborate:

فوق أكسيد ميتابورات الصوديوم ثلاثية الماء أو ملح تاناتار يحتوي نظرياً على 10.38 % أكسجين فعال (الحاج سعيد والشلاح، 2012)

هو مسحوق بلوري أبيض عديم الرائحة، يذوب في الماء، يستخدم كعامل مبيض في المنظفات ومساحيق الغسيل. شاع استخدامه في تبييض الأسنان المعالجة لبياً أو غير الحية بتقنية Walking Bleach. كان marsh أول من استخدمها عام 1938 م. (Attin et al, 2003)

يبقى مستقراً في الحالة الجافة ويتحطم إلى ميتا بورات الصوديوم وفوق أكسيد الهيدروجين عند تواجده مع حمض أو ماء أو عند تعرضه لهواء دافئ. يختلف محتواه من الأكسجين حسب شكله فهو إما أحادي أو ثلاثي أو رباعي الهيدرات monohydrate, trihydrate, and tetrahydrate وبالتالي تختلف فعاليته حسب ذلك. (Şişmanoğlu et al, 2020 b)

إن مزيج غرامين منه مع 1 مل من الماء المقطر يحتوي على ما يقارب 16.3 % من بيروكسيد الهيدروجين (Wiegand et al, 2008). ويمكن مزجه مع بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 3-6 % لتسريع وزيادة فعالية

التبييض. (Banomyong, 2022)

### 1-3-3. آلية التبييض Mechanism of Bleaching:

تعد آلية التبييض غير مفهومة تماماً حتى الآن. يعتقد أن انتشار بيروكسيد الهيدروجين أو أحد مركباته الأخرى على سطح السن ونفوذه عبر المينااء يسمح للجذور الحرة جذر الهيدروكسيل ( $\text{OH}_\cdot$ ) وجذر فوق الهيدروكسيل ( $\text{OOH}_\cdot$ ) الناتجة عن تفككه بمهاجمة الجزئيات الصباغية العضوية ذات الروابط المضاعفة الموجودة في الفراغات بين الأملاح غير العضوية المينائية وعن طريق أكسدة تلك الأصبغة وفتح الروابط المزدوجة داخلها تتحول إلى سلاسل أقصر وذات روابط مفردة مما يغير من طول الأمواج الضوئية المنعكسة عنها فتظهر السن بلون أفتح.

يمكن للحرارة أو الضوء تسهيل هذا التفاعل وتسريعه للحصول على النتائج المرغوبة بفترة زمنية أقصر.

(Şişmanoğlu et al, 2020 a- Malpani et al 2019).

### 1-3-4. الاختلاطات والآثار الجانبية لعملية التبييض:

تعد عوامل التبييض مواد كاوية قد تتسبب بحروق كيميائية للجلد والأنسجة المخاطية الفموية عند استخدامها بتركيز مرتفعة كما تسبب تهيج لللب السني وحساسية سنية. في التبييض الداخلي قد يسبب وصول المادة للملاط من خلال انتشارها عبر القنات العاجية إلى تحريض الخلايا الكاسرة وإحداث امتصاص خارجي للسن (Şişmanoğlu et al, 2020 a). كما يعيق الأكسجين المتبقي في النسيج السنية تآثر الراتنج فيسبب فشل في ارتباط مادة الكمبوزيت مع المينااء والعاج (Miljkovic et al, 2024). تزيد مواد التبييض قسافة أنسجة السن فهي تغير من الخواص الفيزيائية والكيميائية للمينااء والعاج وقد تتسبب في إزالة تمعدن المينااء. (Noorsaeed et al, 2023) وتغير أيضاً من الخصائص الفيزيائية للترميمات السنية مثل لونها وصلابتها وخشونة سطحها (Al Murr et al, 2011)

## 1-4- الخشونة السطحية

تعرف بأنها قياس للانحرافات على سطح مادة ما، وتوصف بالارتفاعات (القمم Peaks) وبالاخفاضات (الوديان Valleys).

تتعلق خشونة السطح بشكل كبير بعملية التصنيع، ويحدد من خلالها جودة أداء المنتج وقوته لأنها تؤثر في خصائص الاحتكاك والتآكل والالتصاق والختم واللمعان واللون. لذلك تعد قياسات الخشونة ضرورية في صناعات السيارات والالكترونيات والفضاء والأجهزة الطبية. (Rosentritt et al, 2024)

ترجع خشونة الخزف السني إلى أسلوب التصنيع المخبري، وقد تنتج عن التعديلات الإطباقية وتؤثر على نجاح التعويض وفشله. قد تؤدي زيادة الخشونة السطحية إلى كسر الخزف بسبب عدم توزيع الجهود بشكل متجانس على كامل السطح وتركزها في نقاط محددة، كما تؤدي زيادة الخشونة إلى تبدل في قساوة السطح الخزفي وبالتالي اهتراء واهتراء الترميمات أو الأسنان الطبيعية المقابلة له. كذلك ترفع زيادة الخشونة من طاقة السطح وتعزز التصاق الجراثيم واللوحة السنية فتسبب التهابات لثوية ونخوراً ثانوية. وتنقص أيضاً من لمعان السطح فيبدو باهتاً وغير جميل وتجعله عرضةً للاصطباغ. (Tavangar et al, 2021-Rashid, 2014)

### 1-4-1. طرائق تقييم درجة نعومة الأسطح:

توصي المنظمة الدولية ISO باتتباع طرائق محددة لدراسة بنية السطوح الهندسية وقد جاءت هذه الطرائق تحت المواصفة ISO\ R468-1966(E) لتعبر عن بنية السطوح بلغة الأرقام كطريقة المتوسط الحسابي للانحرافات Ra وطريقة الارتفاع الأعظمي للتعرجات  $R_{max}$ .

## 1-4-2. مقاييس الخشونة: (شرف وخضور، 2014)

لكي يتم وصف خشونة السطح بطريقة محددة كان لابد من الاتفاق على مقاييس عديدة تعبر عن درجة خشونة / نعومة السطح.

وقد اتفق المختصون في هذا المجال على عدد من المقاييس العديدة لتكون موحدة وتستخدم للتمييز بين الأسطح ذات درجات الخشونة المختلفة وهذه المقاييس هي:

### 1. عمق الخشونة $R_t$ :

يعرّف بأنه البعد بين الحد الأقصى والحد الأدنى للانحرافات، أو هو أقصى ارتفاع بين أعلى قمة وأدنى قاع على

الطول المختبر. يعد من أكثر المقاييس المستخدمة لتقييم بنية السطوح لكنه لا يعطي فكرة واضحة عن الخواص الانزلاقية للأسطح ومقاومتها للسحل لذلك يستعان بالمقاييس الأخرى للوصول لأعلى دقة في التقييم.

### 2. عمق الاستواء (التسطيح) $R_p$ :

الشكل 8 يوضح  $R_v$ ,  $R_t$ ,  $R_p$  (شرف وخضور، 2014)

يعرّف بأنه البعد بين الحد الأقصى والخط المرجعي المتوسط للانحرافات. ويدل هذا المقياس عن المقدار اللازم لضغط قم التموج لتصبح مستوية. يمتاز بأنه يعطي أفضل بيان عن الأداء الوظيفي للسطح.

### 3. العمق الأدنى للخشونة $R_v$ :

يعرّف بأنه الفرق بين الحد الأدنى والخط المرجعي المتوسط للانحرافات.

علاقة تربط  $R_t$  و  $R_p$  و  $R_v$  :

$$R_t = R_v + R_p$$

### 4. متوسط أقصى انحرافات السطح $R_z$ :

يعرف حسب ISO بأنه متوسط الفرق بين أعلى خمس انحرافات وأدنى خمس انحرافات في العينة المقاسة.

$$R_z = \frac{(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5) - (v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5)}{5}$$

أما طبقاً لمواصفات DIN الألمانية فهو متوسط أعماق الخشونة حيث يقسم الطول المختبر إلى عدد من المناطق المتساوية (خمس مناطق) في كل منطقة يتم إيجاد عمق الخشونة (أقصى ارتفاع بين أعلى قمة وأدنى

قاع) ثم يتم حساب متوسط عمق الخشونة  $R_z$

$$R_z = \frac{R_{z1} + R_{z2} + R_{z3} + R_{z4} + R_{z5}}{5}$$

يمكن قياس خشونة السطح والتضاريس باستخدام العديد من التقنيات منها ما يعتمد على المقاييس الوصفية ومنها ما يعتمد على المقاييس الكمية:

### 1- جهاز قياس الخشونة Profilometer:

يتميز بتوافقه مع المعايير الدولية ISO والمعايير الألمانية DIN. يعتمد مبدأ القياس فيه على سير رأس المستشعر فوق السطح وهو يحمل إبرة دقيقة تصل لأدق التفاصيل ومن ثم يقوم بحساب المتوسط الحسابي للانحرافات  $R_a$  وبعض المقاييس الأخرى  $R_z, R_t, R_v$ ... ويقيس الخشونة بوحدة الميكرومتر. تعرض شاشة الجهاز النتائج الرقمية والرسم البياني لانحرافات السطح بتكبيرات عدة. وهو يعمل ببطارية قابلة للشحن. (INNOVATEST Europe

BV, The Netherlands)

### 2- المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) Scanning Electron Microscopy:

يعطي صوراً مكبرة عدة مرات لسطح العينة وبلوراتها وخصائصها الفيزيائية والكيميائية.

مبدأ العمل: يتولد شعاع الكتروني في حجرة الجهاز المفرغة ويتجه إلى السطح المدروس ثم يجمع الجهاز الانعكاسات ويحولها إلى صور عالية الدقة. يمتاز بلوحة تحكم قابلة لتعديل السطوع والتباين والتكبير.

تحفظ الصور الملتقطة بصيغة رقمية. ويحتاج إلى وصله بحاسب. (Ural, 2021)

### 3-مجهر الطاقة الذرية (AFM) Atomic Force microscope:

أداة فعالة لتصوير وقياس وتوثيق خصائص بنية المادة. يستخدم في المجالات العلمية والأبحاث بما في ذلك الطب وطب الأسنان. يوفر مسحاً دقيقاً ثلاثي الأبعاد لتضاريس السطح على مستوى البنية المجهرية والنانوية. من عيوبه أنه يقتصر على دراسة عينات بحجم  $100 \times 100$  ميكرومتر فقط. (Mei & Guan, 2023)

### 1-5- الدراسات السابقة:

تم باستعمال 15 % Carbamide Peroxide مدة 6 ساعات في اليوم لفترة 7 أيام إزالة التلون من عينات الخزف الزجاجي ثنائي سيليكات الليثيوم CAD/CAM وتم استعادة لونها الأصلي بعد أن تم تلويها بالنقع في القهوة 12 يوماً، مع العلم أن تلونها بالقهوة لم يصل لمقدار مدرك سريراً  $\Delta E > 3.3$  (Al Anagari et al, 2023)

تم دراسة عينات من monolithic zirconia لونت خارجياً بصبغة صفراء وأخرى لامعة ثم طبق عليها 40% من بيروكسيد الهيدروجين مدة 40 دقيقة وبيروكسيد كارباميد 20% 4 ساعات يومياً لمدة 14 يوم. وتم استنتاج الآتي: وجود زيادة خشونة سطحية غير جوهريّة إحصائياً بعد تطبيق بيروكسيد كارباميد ونقصان غير جوهري إحصائياً بعد تطبيق بيروكسيد الهيدروجين وتبدلات لونية واضحة ولو كانت ضمن المجال المقبول سريرياً.

ولم يكن هناك ارتباط بين تغير الخشونة وتغير اللون. (Tavangar et al, 2021)

قيّم تغير اللون وخشونة السطح 96 عينة من خزف ثنائي سيليكات الليثيوم Ips emax press وقسمت

لأربع مجموعات وفق طريقة إنهاء سطحها:

PA: polished and autoglazed عينات مصقولة ومزججة ذاتياً

UA: unpolished and autoglazed العينات غير مصقولة، ومزججة ذاتياً

PO: polished and overglazed عينات مصقولة ومزججة بطبقة زجاج إضافية

UO: unpolished and overglazed عينات غير مصقولة، ومزججة بطبقة زجاج إضافية

عُمرت العينات في القهوة لمدة 45 يوماً ثم عُرِضَتْ لـ 35 % بيروكسيد كارباميد هلام carbamide peroxide gel مدة ساعة واحدة. والعينات الشاهدة عُرِضَتْ للماء المقطر. أثرت القهوة والماء في التغير اللوني لكل المجموعات المدروسة. وأدى التبييض لتغير لوني في المجموعات المصقولة ذات التزجيج الذاتي والإضافي المعرضة للقهوة كما أثر في خشونة سطحها (Thaworanunta et al, 2019).

اختُبر أثر غمر 60 عينة بدرجة لون A3 من الكمبروزيت والخزف الهجين والخزف المعزز ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم IPS e.max CAD LT and HT والخزف الفلاسباري في القهوة لمدة أسبوع بدرجة حرارة الغرفة وبعدها طبق مادة بيروكسيد الكارباميد 10% لـ 6 ساعات باليوم مدة 4 أيام متتالية. لم تظهر المواد الخزفية تغير لوني قابل للملاحظة بعد التعرض للملون أو للمادة المبيضة. أما مواد الكمبروزيت أبدت تغيراً لونياً جوهرياً بعد التلوين والتبييض (Gasparik et al, 2019).

تم دراسة تأثير 40 عينة بلون A2 من مادتي feldspathic ceramic (CEREC Blocs) and hybrid nano-ceramic (Cerasmart) بعد غمرها بالقهوة لسبعة أيام بدرجة حرارة 37 ° مئوية ثم تطبيق مدة بيروكسيد الكارباميد CP بتركيز 16% مدة 6 ساعات يومياً لسبعة أيام متتالية للمجموعات التجريبية والغمر في الماء المقطر بدون تطبيق أي مادة مبيضة بنفس الفترة الزمنية للمجموعات الشاهدة ثم تم تعريض جميع المجموعات ثانياً للقهوة بنفس الوصف السابق، وقد قُيِّم التغير اللوني وتغير البنية السطحية للعينات خلال أربع فواصل زمنية في نقطة البداية وبعد الغمر في القهوة ثم بعد تطبيق المبيض ثم بعد الغمر في القهوة ثانية. وكانت النتيجة حدوث تغير لوني بعد التلوين بالقهوة قابل للملاحظة في مجموعة خزف Cerasmart الخزف الهجين أما في مجموعة CEREC الخزف الفلاسباري كان التغير اللوني مهماً، وتغير لوني مدرك حسياً بعد تطبيق المادة المبيضة على مجموعة Cerasmart أما في مجموعة CEREC كان قابل للملاحظة وفق نظام National Bureau of Standards

(NBS) الذي يعبر عن الفروق اللونية، ولم يكن هناك تغير لوني جوهري بعد إعادة التلوين بالقهوة ثانيةً. أما بالنسبة لتبديلات البنية السطحية وفقاً لصور SEM بتكبير 1000x فلم يسجل تبديلات إضافية على سطح العينات لكلا المادتين بعد تطبيق 16% CP (Sağlam and Cengiz, 2019).

دُرس أثر المادة المبيضة في 40 من الأقراص الخزفية والخزفية الهجينة ومادة الكمبيوتر ذات التطبيق المباشر بدرجة لونية A3 و 2M3 المنقوعة ضمن محاليل ملونة مختلفة ( القهوة والشاي والخمر واللعباب صناعي والماء مقطر) لمدة 120 يوم، كان التبييض ببيروكسيد الهيدروجين 40% مدة ساعة واحدة قادر على إزالة التلون بمستويات مقبولة سريراً لبعض المواد منها الخزف الفلدسباري والخزف الهجين، تأثرت فعالية التبييض بنوع المحلول الملون وبنوع القالب الريزيني، وكانت الفعالية محدودة في مادة الكمبيوتر المطبق بالطريقة المباشرة (Alharbi et al,2018).

#### دراسات سابقة درست أثر التبييض على الخزف:

دُرس تأثير تركيزين من (Opalescence 10% و 38%) في خشونة سطح ٣ أنواع خزفية منها الخزف المدعوم بثنائي سيليكات الليثيوم وخزف الزركونيا عند تطبيقها لمدة 10 أيام مدة ساعة في اليوم بالنسبة للتركيز 10%، ولمدة 20 دقيقة بالنسبة لتركيز 38%. لم يؤثر عامل التبييض جوهرياً في خشونة سطح المجموعتين أما الخزف الفلدسباري متدني درجة الانصهار فقد ازدادت خشونة سطحه بعد التبييض. (Kara and Ozyilmaz, 2018)

تم دراسة فعالية التبييض بمادة photo-activated Zoom bleaching agent 25% ومادة chemically activated Opalescence Boost 40% agent على الخزف CAD Emax و vita suprainity حيث تم قياس التغير اللوني قبل وبعد التبييض مباشرة ثم بعد أسبوع. وكان أعلى تغير في مجموعة vita suprainity المعالج بمادة Opalescence Boost 40% بكل الاختبارات، وأقل تغير في المجموعة Ips Emax المعالجة بمادة Zoom bleaching agent ، يمكن أن يعود السبب في ذلك أن تركيز العامل المنشط

40% في Opalescence و25% في مادة zoom. أظهرت النتائج لكلا المادتين المختبرتين تغير لوني ملحوظ بقيم أعلى من 3,3 الذي يعتبر غير مقبول سريرياً باستثناء القياس في الوقت الفوري بعد تطبيق مادة photo-activated Zoom bleaching agent بقيمة تغير أكبر من 2 الذي يعتبر مقبول سريرياً وربما يكون ملحوظ، وينسب هذا التأثير المعتدل للمادة بسبب تركيزها المنخفض 25%. حيث كان لنوع الخزف والعامل المبيض أثراً جوهرياً إحصائياً في متوسط خشونة السطح. وكانت أعلى قيمة لمتوسط خشونة السطح في مجموعة vita suprinity معالجة بمادة Zoom عند القياس التالي للتبييض. بينما كانت أعلى قيمة لمتوسط خشونة السطح عند القياس في الوقت المتأخر وبعد تطبيق الفلور في مجموعة Ips Emax المعالجة بمادة Opalescence Boost. كما سجل متوسط الخشونة للمواد الخزفية بعد تطبيق الفلور قيم أعلى من التي سجلت في المجموعات التي طُبّق عليها التبييض فقط. وقد وجد أنّ هناك ترابطاً إيجابياً بين متغير اللون ومتغير الخشونة. سبب استعمال مادة التبييض والجيل الفلوري خشونة في السطح وسجل تطبيق الفلور التالي للتبييض أعلى تغير في اللون والخشونة السطحية مقارنة مع استعمال التبييض فقط في كل المجموعات (Soliman, 2020).

#### دراسات سابقة درست الثبات اللوني للخزف:

دُرِس التغير اللوني لأقراص ثنائي سيليكات الليثيوم Emax بعد غمره لمدة 168-ساعة ضمن المحاليل الحمضية - عصير البرتقال والكولا - وقد أبدى تغيراً لونياً لقيم مدركة بصرياً وغير مقبولة سريرياً، أما بعد غمره في القهوة والخمر لم تكن التغيرات اللونية ملحوظة (Dos Santos et al, 2017).

تم دراسة أثر المشروبات الملونة (الشاي واللبن والكولا وعصير البرتقال) على مجموعتي خزف Emax و cube. وقد أبدى تغيراً لونياً بعد نقعهما في اللبن وعصير البرتقال لمدة ستة أيام خلال فترة ستة أسابيع وكان التغير مدركاً سريرياً في المجموعتين (السعدي وجاموس، 2019).

تم دراسة التغير اللوني لخزف الزيركونيا وحيد الطبقة بعد الغمر بالقهوة لمدة 21 يوم وقد وصل لقيمة مدركة سريرياً (Salah Eldine et al, 2021).

### 1-5-1. تلخيص الدراسات السابقة:

من خلال مراجعة معظم الدراسات التي تدور حول موضوع التغير اللوني للخزف السني تبين الآتي:

1. تلون أنواع الخزف المستخدم في التعويضات السنية بعد غمره بمحاليل ملونة مختلفة ولأزمنة مختلفة ولقيم

مدركة سريرياً.

2. تغير في القيم اللونية للخزف بعد تعريضه للمواد المبيضة مثل بيروكسيد الهيدروجين وبيروكسيد الكارباميد.

3. تضاربت النتائج حول تأثير خشونة السطح الخزفي بعد تعريضه للمواد المبيضة لتراكيز مختلفة من بيروكسيد

الهيدروجين وبيروكسيد الكارباميد.

4. كانت المواد المبيضة أكثر فعالية في إزالة تلون المواد الترميمية الراتنجية من استعمال طريقة التلميع بواسطة

أقراص التلميع polishing.

5. أُجري عدد قليل من الأبحاث لاختبار فعالية المواد المبيضة في إزالة تلون الخزف ولكن نتائجها كانت

مختلفة ومتعارضة تبعاً لنوع وتركيز المادة المستخدمة ومدة التعرض لها.

الباب الثاني

المواد والطرائق

MATERIALS AND METHODS

## 2-1- عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 32 وجهاً لستة عشر قرص خزفي، 8 أقراصٍ من الخزف الفلدسباري بقطر  $6.4 \pm 0.2$  mm وثخانة  $2.2 \pm 0.1$  mm. 8 أقراصٍ من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم بقطر  $7 \pm 0.1$  mm وثخانة  $2.2 \pm 0.1$  mm. قسمت عينة البحث إلى 4 مجموعات:

**المجموعة الأولى:** تألفت من 8 وجوه من الخزف الفلدسباري طُبّق عليها بيروكسيد الهيدروجين بعد تلونها.

**المجموعة الثانية:** تألفت من 8 وجوه من الخزف الفلدسباري طُبّق عليها بربورات الصوديوم بعد تلونها.

**المجموعة الثالثة:** تألفت من 8 وجوه من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم طُبّق عليها بيروكسيد الهيدروجين بعد تلونها.

**المجموعة الرابعة:** تألفت من 8 وجوه من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم طُبّق عليها بربورات الصوديوم بعد تلونها.

## 2-2- الأجهزة والأدوات المستعملة في البحث:

- جهاز حقن الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم EP3000 (Vivadent Ivoclar, Lieshtenstein) الشكل (9).

- فرن طبخ الخزف (MARCO II, China)، الشكل (8).

- جهاز قياس الدرجة اللونية VITA easy shade advanced 4.0 (VITA Zahnfabrik, Germany) الشكل (10).

- جهاز قياس خشونة السطحية TR200 (INNOVATEST Europe BV, The Netherlands)، الشكل (11).

- مقياس ثخانة (China)، الشكل (12). ومحاقن بلاستيكية، ملقط، عبوات حافظة.



الشكل 9 جهاز حقن الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم



الشكل 8 فرن خبز الخزف الفلدسباري



الشكل 10 جهاز قياس اللون الالكتروني



الشكل 11 جهاز قياس خشونة السطحية



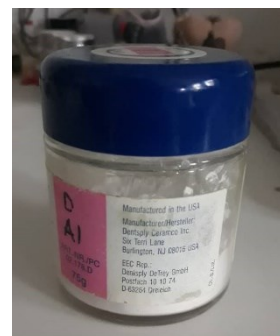
الشكل 12 جهاز قياس الثخانة

### 3-2- المواد المستعملة في البحث: Materials

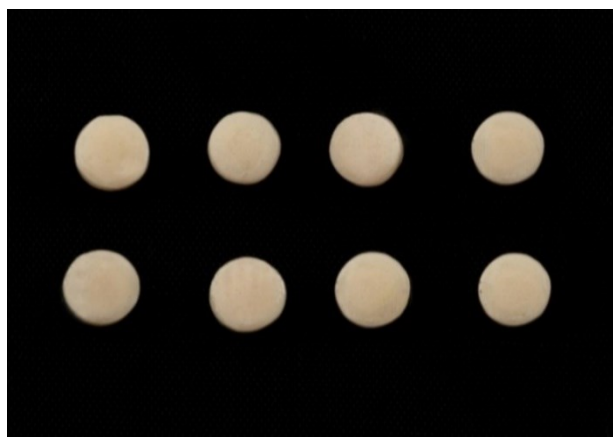
- خزف ثنائي سيليكات الليثيوم الزجاجي IPS Emax press ( Vivadent Ivoclar, Lieshtenstein) ( الشكل 13)
- خزف فلدسباري (Dentsply, USA) الشكل (14)
- ماء أوكسجيني (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Hydrogen Peroxide) 30% (مادة خام، سوريا)
- بربورات الصوديوم Sodium perborate (مادة خام، سوريا).
- الماء المقطر (شركة جنيد إخوان، سوريا).
- عصير توت شامي وبرتقال طبعين، ولبن رائب بقري (New Park، سورية)، كولا (Pepsi، شركة جود، سورية) وشاي أسود (العطار، سورية).
- لوح شمع صف (Italy, BMS) و punch.
- مسحوق كاسي ذو رابطة فوسفاتية مع السائل الخاص به. (Maruvest, megadental GmbH)
- عينات الخزف فلدسباري، الشكل (15)
- عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم، الشكل (16)
- مسحوق الكاربابول (مادة خام، سوريا) الشكل (17)



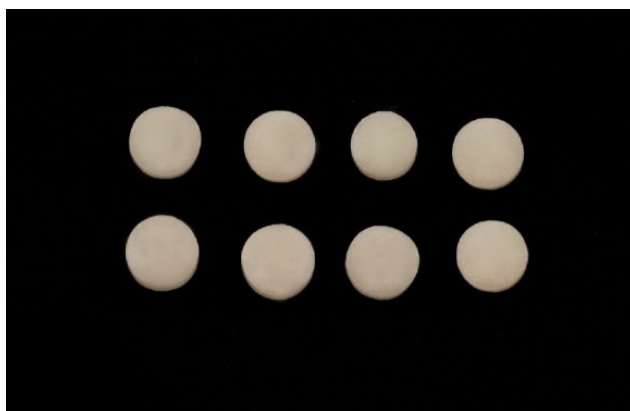
الشكل 13 خزف ثنائي سيليكات الليثيوم



الشكل 14 خزف فلبسباري



الشكل 15 عينات الخزف فلبسباري



الشكل 16 عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم

## 2-4- الطرائق Methods:

تم إجراء دراسة استطلاعية بهدف اختبار الزمن المناسب للحصول على فعالية مقبولة للمواد المختبرة. وتألفت العينة من 4 مجموعات ( $n=3$ ) من الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم ولونت بنقعهما في محاليل ملونة (الشاي واللبن والكولا وعصير البرتقال وعصير التوت) ثم طبق عليها بيروكسيد الهيدروجين لساعتين وبربورات الصوديوم مدة 64 ساعة.

وقد تم الاستعانة بمراقبين من طلاب الدراسات العليا في التقييم البصري بين العينات الملونة والمبيضة والتي لم تخضع لتطبيق أي مادة. تم أيضاً قياس اللون باستخدام جهاز VITA Easy Shade وقياس خشونة السطح باستخدام جهاز TR200.

وخلصنا منها إلى الحاجة لزيادة زمن تطبيق بربورات الصوديوم إلى 84 ساعة. أما زمن تطبيق بيروكسيد الهيدروجين كان مناسباً.

## 2-4-1. تحضير عينة البحث:

### المجموعة الأولى / الخزف الزجاجي ثنائي سيليكات الليثيوم:

صنعت نماذج شمعية لأقراص بثخانة 2.3 ملم تقريباً وقطر 7 ملم تقريباً باستخدام مثقب معدني (punch) ثم وتدت الأقراص الشمعية وثبتت في قاعدة البوتقة ثم كسيت بالمسحوق الكاسي ثم أدخلت فرن الإحماء (درجة حرارة 950 °م لمدة 60 د) حتى يتبخر الشمع (تقنية الشمع الضائع) ثم في فرن الحقن الحراري الخاص حقنت المضغوطات Ingots - تحت حرارة 925 °م وضغط 5 بار - في الفراغ المتشكل عن احتراق النماذج الشمعية. ثم بعد أن بردت البوتقة قُص المسحوق الكاسي لكشف الكتلة الخزفية المحقونة، تم إجراء الترميل لتخلص من بقايا المسحوق الكاسي ثم فصلت الأقراص باستخدام فاصل ألماسي دقيق، ثم شذبت ونعمت باستخدام رؤوس إنهاء مناسبة وضبطت الثخانة

باستخدام مقياس ثخانة وأخذت عدة قراءات في محيط ومركز كل قرص لتكون ثخانة عينات البحث  $0.1 \pm 2.2$  ملم ثم سحلت باستخدام ورق زجاج متدرج القياسات مثبت إلى سطح مستوي صلب لتأمين استواء السطح ونعومته ثم وضعت طبقتان من الزجاج (عملية التزجيج) وخبزت حسب تعليمات المصنع المنتج.

### المجموعة الثانية / الخزف الفلديسباري:

مزج المسحوق والسائل الخاص بالزخرف (المستخدم في التعويض الخزفي المعدني) وشكلت عجينة طبقت في قالب بلاستيكي - قطره وسماكته أكبر بقليل من المطلوب لمعاوضة التقلص التصليبي للزخرف - باستخدام فرشاة ثم كثفت بمنديل ورقي وخبزت في الفرن المخصص حسب دورة الخبز الموص بها من قبل الشركة المنتجة ثم أنهيت ونعمت بالسنايل الخاصة ولضبط الثخانة المطلوبة  $0.1 \pm 2.2$  ملم تم استخدام مقياس ثخانة وأخذت عدة قراءات في محيط ومركز كل قرص ثم سحلت باستخدام ورق زجاج متدرج القياسات مثبت إلى سطح مستوي صلب لتأمين استواء السطح ونعومته ثم وضعت طبقتين من الزجاج (عملية التزجيج) وخبزت حسب تعليمات المصنع المنتج.

### 2-4-2. عملية التلوين لعينات الدراسة:

صنع قالب سيليكوني يحمل الأقراص من حوافها ويبقي وجهي القرص مكشوفين ورقمت كل العينات بأرقام متسلسلة. ثم نقعت القوالب في وعاء يحتوي الملونات وهي الشاي واللبن الرائب وعصير البرتقال وعصير التوت والكولا وهي محاليل غذائية ملونة.

استمر النقع بمجموع 30 يوم ضمن حافظة حرارية  $37 \pm 2$  C.

حيث كان لكل مادة منها 6 أيام متتالية وتم تجديد المحلول يومياً تجنباً لتخمره. وغسلت العينات والقوالب بالماء وجففت بمنديل عند كل تجديد وتبديل للمحلول.

### 2-4-3. عملية التبييض لعينات الدراسة:

#### ➤ بيروكسيد الهيدروجين:

صنع هلام أو جيل من مادة الكاربابول بوضع 7 غرام من مسحوق الكاربابول فوق 100 مل ماء وترك 24 ساعة حتى امتصت جزئيات المسحوق الماء وازداد حجمها فتشكل الهلام. ثم مزج مقدار ملعقة صغيرة من الهلام مع 1 مل من محلول بيروكسيد الهيدروجين -الماء الأكسجيني تركيزه 30 % حتى تجانس الخليط وطبق على العينات مدة ساعتين وقد كان التطبيق على أربع مراحل كل مرحلة نصف ساعة للحفاظ على الفعالية. غسلت العينات وجففت عند كل تجديد للمادة وفي نهاية مدة التطبيق وجففت بمنديل ورقي.

#### ➤ بربورات الصوديوم:

حضرت بمزج 2 غرام من حبيبات بربورات الصوديوم بعد سحقها مع بضع قطرات من الماء ومزجت حتى تجانس الخليط والوصول إلى قوام سميك نوعاً ما. ثم طبق على العينات بمجموع 84 ساعة ما يعادل تطبيقه 6 ساعات في اليوم، مدة 14 يوم. وقد جدد كل ساعتين للحفاظ على فعاليته.



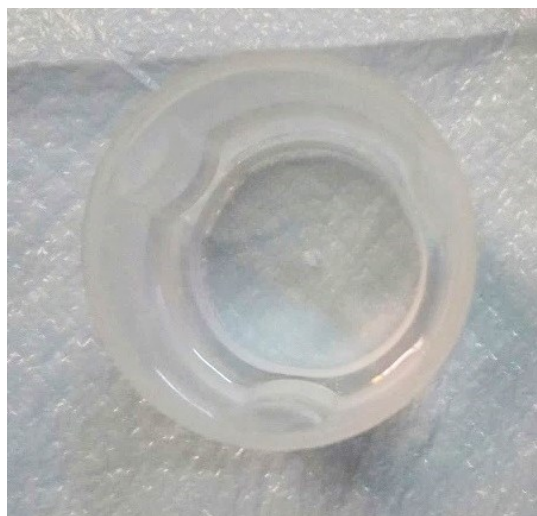
الشكل 18 مسحوق الكاربابول



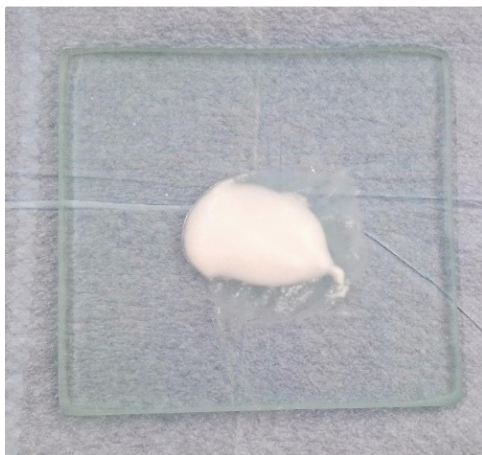
الشكل 17 مزيج الكاربابول مع بيروكسيد الهيدروجين



الشكل 19 تطبيق بيروكسيد الهيدروجين على إحدى العينات



الشكل 20 محلول بيروكسيد الهيدروجين 30%



الشكل 21 مزيج بربورات الصوديوم مع الماء



الشكل 22 حبيبات بربورات الصوديوم



الشكل 23 تطبيق بربورات الصوديوم على إحدى العينات



الشكل 27 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات  
الليثيوم قبل التلوين



الشكل 24 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات  
الليثيوم بعد التلوين



الشكل 25 إحدى عينات الخزف الفلدسباري قبل  
التلوين



الشكل 26 إحدى عينات الخزف الفلدسباري بعد  
التلوين



الشكل 31 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم بعد التبييض باستخدام بربورات الصوديوم



الشكل 30 إحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم بعد التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين



الشكل 28 إحدى عينات الخزف الفلدسباري بعد التبييض باستخدام بربورات الصوديوم



الشكل 29 إحدى عينات الخزف الفلدسباري بعد التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين

## 2-4-2. إجراء اختبار الدرجة اللونية:

تم إجراء اختبار تحديد الدرجة اللونية باستعمال جهاز قياس اللون الالكتروني VITA Easy Shade الموجود في قسم المداواة -كلية طب الأسنان -جامعة دمشق.

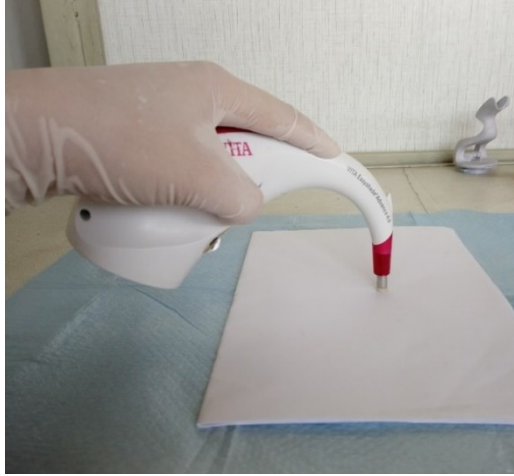
تم قياس اللون لجميع أقراص العينة على كلا وجهي القرص في نفس ظروف الإضاءة وعلى خلفية بيضاء بهدف توحيد لون الخلفية لجميع العينات.

تم تنظيف العينات بالماء ثم مطهر كحولي لتخلص من آثار إجراءات العمل المخبري ثم نقعت العينات بماء مقطر لمدة 24 ساعة تسبق القياس اللوني وذلك لتأمين رطوبة القرص المشابهة للبيئة الفموية، ثم جففت الأقراص بمناديل ورقية.

تمت معايرة الجهاز بعد اختيار أيقونة المعايرة من الشاشة الرئيسية بوضع رأس الجهاز على مكعب المعايرة حتى توقف سماع صوت الطنين الدال على انتهاء المعايرة. ثم اختيار أيقونة قياس اللون المفرد.

وضع رأس الجهاز عامودياً على سطح القرص وملامساً له ثم ضغط الزر الموجود على قبضة الجهاز بشكل مستمر حتى توقف سماع صوت الطنين الذي يدل على انتهاء القياس.

تم أخذ 3 قياسات لونية لكل عينة في المركز والمحيط ثم حساب المتوسط الحسابي للإحداثيات اللونية الناتجة  $L, a, b$ . وبنفس الطريقة تم قياس إحداثيات اللون بعد تلوين العينات وبعد تبيضها وسجلت النتائج ضمن جداول لحساب قيم  $\Delta E$  التغير اللوني لكل عينة.



الشكل 32 يوضح طريقة القياس اللوني



الشكل 33 جهاز VITA Easy Shade



الشكل 35 يوضح طلب معايرة الجهاز



الشكل 34 يوضح خيارات القياس المتوفرة في الجهاز



الشكل 36 يوضح جاهزية الجهاز لإجراء القياس



الشكل 37 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون قبل التلوين، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم



الشكل 38 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون بعد عملية التلوين، الصورة إلى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري وإلى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم.



الشكل 39 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون بعد عملية التبييض بمادة برورات الصوديوم، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم.



الشكل 40 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس اللون بعد عملية التبييض بمادة بيروكسيد الهيدروجين، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم.

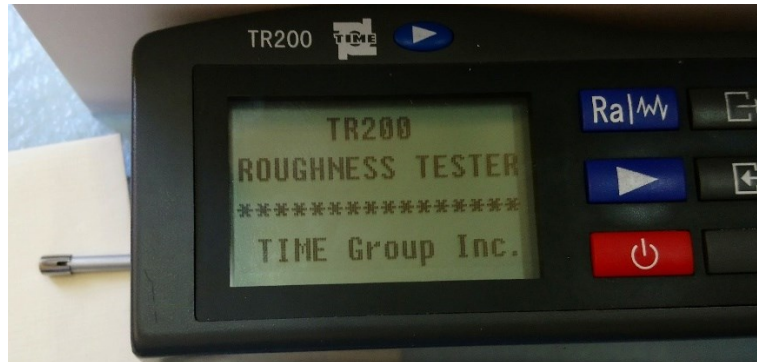
### 2-4-3. إجراء اختبار خشونة السطح:

تم قياس خشونة أسطح جميع العينات بواسطة جهاز فحص الخشونة السطحية TR200 الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق.

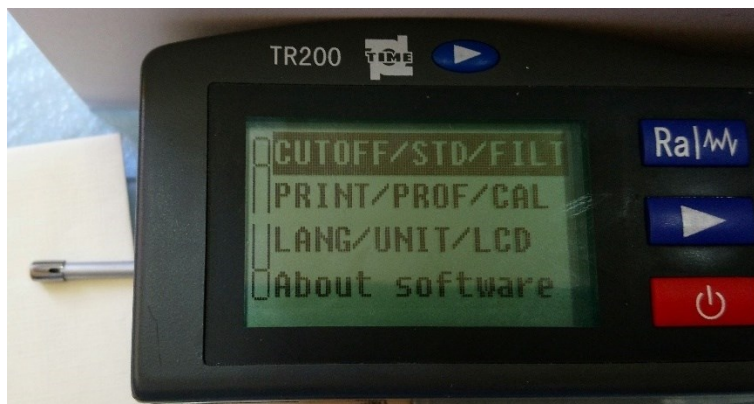
تمت معايرة الجهاز بواسطة قطعة معيارية مرفقة مع الجهاز وبعد ضبط إعدادات الجهاز: يقطع رأس مستشعر السطح المستوي مسافة 0.25 ملم 5 مرات وهو ملامس للسطح. حيث أن الجهاز يحسب متوسط الخشونة لهذه المناطق  $R_a$ .

تم قياس 3 أقطار مختلفة من سطح القرص لضمان أخذ قراءة شاملة للسطح.

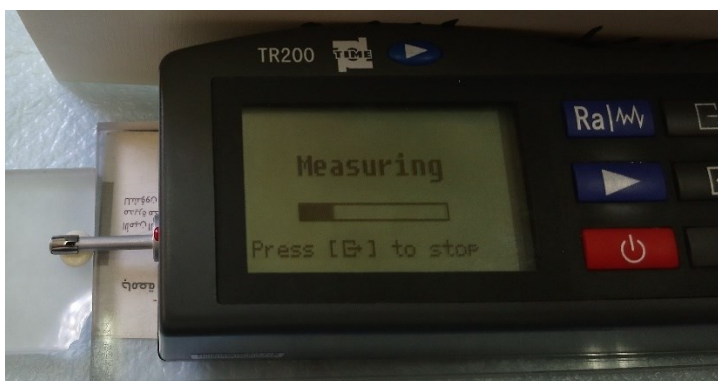
يعطي الجهاز تنبيه Out of range في حال خروج رأس المستشعر عن سطح القرص مما يضمن صحة القياس.



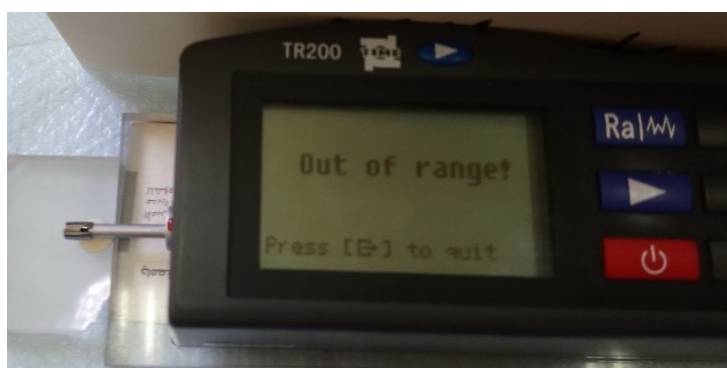
الشكل 41 يوضح شاشة البداية لجهاز قياس الخشونة



الشكل 42 يوضح شاشة الجهاز عند إجراءات معايرة الجهاز



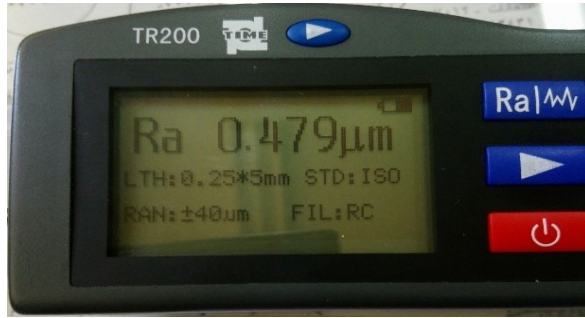
الشكل 43 يوضح شاشة الجهاز أثناء إجراء الاختبار



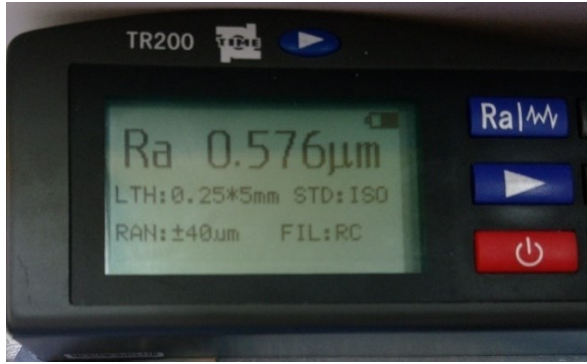
الشكل 44 يوضح شاشة الجهاز في حال خرج رأس الجهاز عن مساره



الشكل 45 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة قبل التلوين، الصورة الى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري والى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم.



الشكل 46 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة بعد عملية التلوين، الصورة إلى اليمين لعينة من الخزف الفلدسباري وإلى اليسار عينة من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم.



الشكل 48 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة بعد عملية التبييض لإحدى عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم الصورة إلى اليمين لعينة طبق عليها بيروكسيد الهيدروجين وإلى اليسار عينة طبق عليها بربورات الصوديوم.



الشكل 47 يوضح شاشة الجهاز بعد قياس الخشونة بعد عملية التبييض لإحدى عينات الخزف الفلديسباري الصورة إلى اليمين لعينة طبق عليها بيروكسيد الهيدروجين وإلى اليسار عينة طبق عليها بربورات الصوديوم.

الباب الثالث

النتائج

**Results**

### 3-1- وصف عينة البحث:

تم حساب حجم العينة حسب برنامج (G power 3.1.9.7\Franz Faul, Universitat Kiel, Germany) ضبطت معلومات الإدخال اختبار t test للعينات المرتبطة حيث  $\alpha$  level 5% و 95% power و effect size 0.65 وقد تم حسابه بمساعدة نتائج دراسة سابقة مشابهة (Thaworanunta et al, 2019) ونتج عن التحليل حجم العينة المحسوب 32 وبقوة 0.95 .

قسمت عينة البحث إلى 4 مجموعات متساوية: (جدول 1، مخطط 1)

**المجموعة الأولى:** تألفت من 8 وجوه من الخزف الفلدسباري طُبّق عليها بيروكسيد الهيدروجين بعد تلونها.

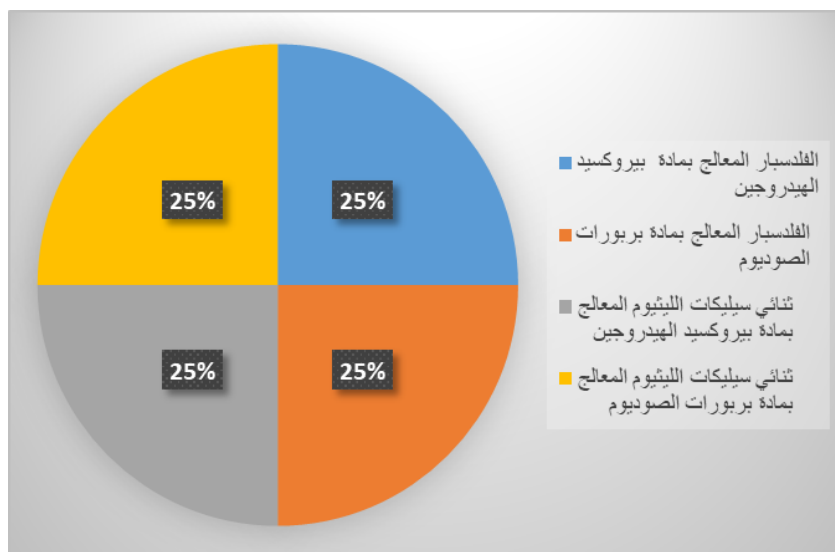
**المجموعة الثانية:** تألفت من 8 وجوه من الخزف الفلدسباري طُبّق عليها بربورات الصوديوم بعد تلونها.

**المجموعة الثالثة:** تألفت من 8 وجوه من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم طُبّق عليها بيروكسيد الهيدروجين بعد تلونها.

**المجموعة الرابعة:** تألفت من 8 وجوه من الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم طُبّق عليها بربورات الصوديوم بعد تلونها.

جدول 1 يوضح توزيع عينة البحث وفقاً لنوع مادة التبييض ومادة الخزف

| النسبة المئوية | عدد العينات | نوع الخزف              | مادة التبييض        |                  |
|----------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------|
| 25%            | 8           | الفلدسبار              | بيروكسيد الهيدروجين | المجموعة الأولى  |
| 25%            | 8           | الفلدسبار              | ربورات الصوديوم     | المجموعة الثانية |
| 25%            | 8           | ثنائي سيليكات الليثيوم | بيروكسيد الهيدروجين | المجموعة الثالثة |
| 25%            | 8           | ثنائي سيليكات الليثيوم | ربورات الصوديوم     | المجموعة الرابعة |



مخطط 1 يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة الدراسة حسب نوع المادة المؤكسدة (مادة التبييض) وحسب نوع الخزف

### 3-2- الدراسة الإحصائية التحليلية:

#### 3-2-1. نتائج التغير اللوني:

تم قياس المعاملات اللونية ( $L^*, a^*, b^*$ ) في ثلاث فترات زمنية (قبل وبعد التلوين وبعد التبييض) لكل وجه من كل قرص في عينة البحث ثم تم حساب قيمة التغير اللوني  $\Delta E$  بين الفترتين الأولى والثانية والفترتين الثانية والثالثة والفترتين الأولى والثالثة.

حسب المعادلات التالية حيث:

$L^*_1, b^*_1, a^*_1$  : المعاملات اللونية في الفترة الأولى أي قبل التلوين

$L^*_2, b^*_2, a^*_2$  : المعاملات اللونية في الفترة الثانية أي بعد التلوين

$L^*_3, b^*_3, a^*_3$  : المعاملات اللونية في الفترة الثالثة أي بعد التبييض

$$\Delta E1 = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

$$\Delta E2 = \sqrt{(L_3^* - L_2^*)^2 + (a_3^* - a_2^*)^2 + (b_3^* - b_2^*)^2}$$

$$\Delta E3 = \sqrt{(L_3^* - L_1^*)^2 + (a_3^* - a_1^*)^2 + (b_3^* - b_1^*)^2}$$

### 3-2-1 دراسة قيم المعاملات اللونية في عينة البحث:

❖ إحصاءات وصفية:

بالنسبة لقيم المعامل  $L^*$ :

جدول 2 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم المعامل اللوني  $L^*$  في مجموعات البحث:

| المجموعة                      | المعامل | حجم العينة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الوسيط | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|-------------------------------|---------|------------|-----------------|-------------------|--------|-------------|-------------|
| Emax press, sodium perborate  | L1      | 8          | 81.28           | 0.936             | 81.4   | 79.8        | 82.3        |
|                               | L2      | 8          | 82.93           | 2.437             | 83.05  | 80.1        | 85.2        |
|                               | L3      | 8          | 87.16           | 0.697             | 87.3   | 85.9        | 87.9        |
| Emax press, hydrogen peroxide | L1      | 8          | 81.85           | 0.947             | 81.75  | 80.8        | 84.0        |
|                               | L2      | 8          | 83.15           | 1.298             | 82.75  | 81.1        | 85.3        |
|                               | L3      | 8          | 86.6            | 0.748             | 86.35  | 85.8        | 87.6        |
| Feldspar, sodium perborate    | L1      | 8          | 86.93           | 2.619             | 87.6   | 82.1        | 90.5        |
|                               | L2      | 8          | 78.1            | 2.829             | 78.6   | 73.9        | 81.9        |
|                               | L3      | 8          | 80.87           | 1.403             | 80.5   | 79.4        | 83.3        |
| Feldspar, hydrogen peroxide   | L1      | 8          | 85.87           | 2.289             | 85.75  | 82.1        | 90.4        |
|                               | L2      | 8          | 78.62           | 1.392             | 78.2   | 77.6        | 81.9        |
|                               | L3      | 8          | 80.22           | 1.897             | 80.8   | 76.1        | 82.0        |

## بالنسبة لقيم المعامل \*a:

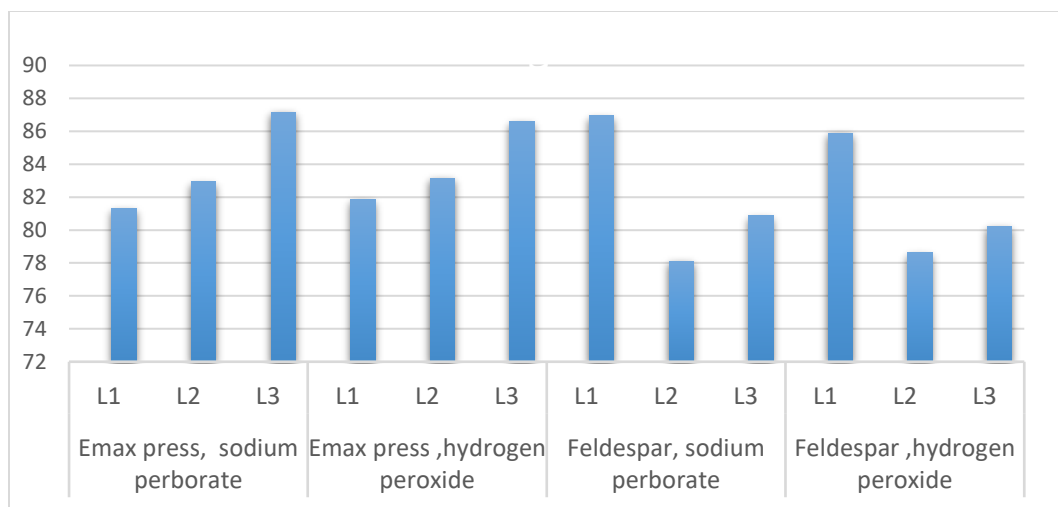
جدول 3 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم المعامل اللوني \* a في مجموعات البحث:

| المجموعة                      | المعامل | حجم العينة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الوسيط | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|-------------------------------|---------|------------|-----------------|-------------------|--------|-------------|-------------|
| Emax press, sodium perborate  | a1      | 8          | -0.362          | 0.074             | -0.350 | -0.50       | -0.30       |
|                               | a2      | 8          | 1.025           | 0.630             | 1.150  | 0.20        | 1.60        |
|                               | a3      | 8          | 0.518           | 0.053             | 0.500  | 0.45        | 0.60        |
| Emax press, hydrogen peroxide | a1      | 8          | -0.291          | 0.144             | -0.300 | -0.50       | -0.10       |
|                               | a2      | 8          | 1.363           | 0.447             | 1.350  | 0.50        | 1.90        |
|                               | a3      | 8          | 0.425           | 0.104             | 0.400  | 0.30        | 0.60        |
| Feldspar, sodium perborate    | a1      | 8          | 1.150           | 0.355             | 1.200  | 0.60        | 1.80        |
|                               | a2      | 8          | 4.938           | 0.407             | 4.950  | 4.40        | 5.60        |
|                               | a3      | 8          | 5.200           | 0.251             | 5.250  | 4.80        | 5.50        |
| Feldspar, hydrogen peroxide   | a1      | 8          | 1.263           | 0.200             | 1.250  | 1.00        | 1.50        |
|                               | a2      | 8          | 5.000           | 0.273             | 4.950  | 4.70        | 5.60        |
|                               | a3      | 8          | 5.200           | 0.200             | 5.200  | 4.90        | 5.50        |

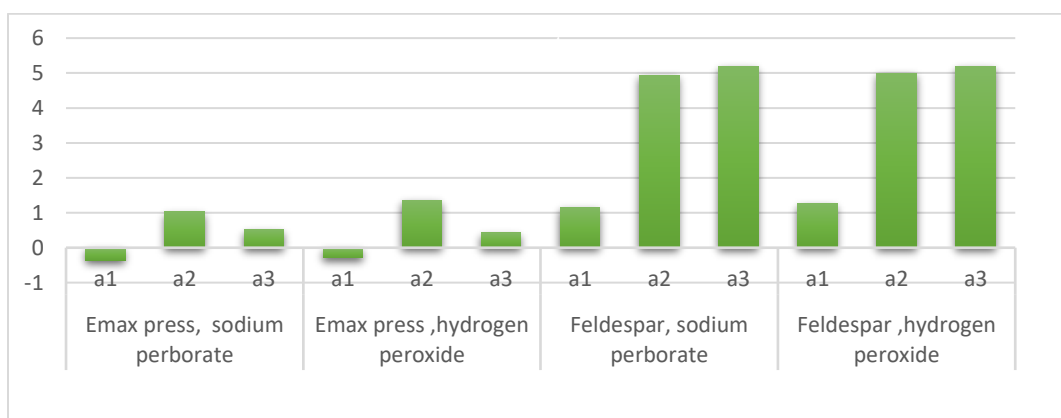
بالنسبة لقيم المعامل  $b^*$ :

جدول 4 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم المعامل اللوني  $b^*$  في مجموعات البحث:

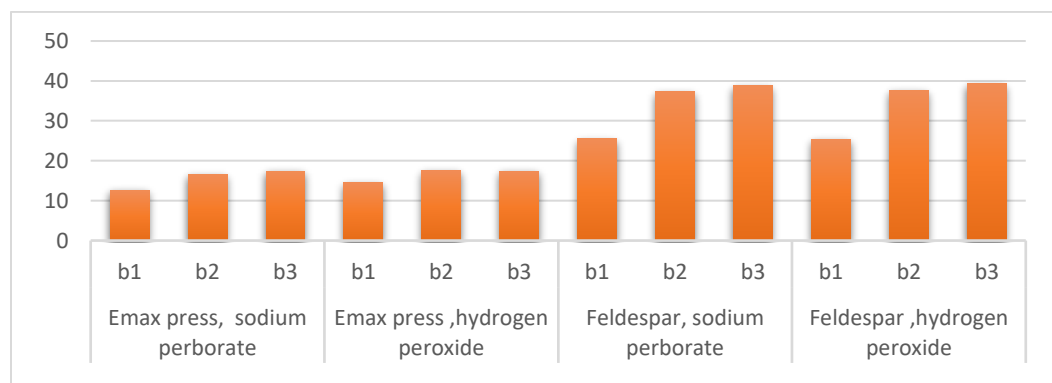
| المجموعة                      | المعامل | حجم العينة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الوسيط | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|-------------------------------|---------|------------|-----------------|-------------------|--------|-------------|-------------|
| Emax press, sodium perborate  | b1      | 8          | 12.637          | 0.742             | 12.900 | 11.30       | 13.50       |
|                               | b2      | 8          | 16.65           | 1.923             | 16.550 | 14.40       | 19.20       |
|                               | b3      | 8          | 17.425          | 0.158             | 17.400 | 17.20       | 17.70       |
| Emax press, hydrogen peroxide | b1      | 8          | 14.475          | 0.925             | 14.100 | 13.60       | 16.00       |
|                               | b2      | 8          | 17.550          | 1.606             | 17.500 | 14.60       | 19.90       |
|                               | b3      | 8          | 17.363          | 0.484             | 17.450 | 16.60       | 17.90       |
| Feldspar, sodium perborate    | b1      | 8          | 25.500          | 1.042             | 25.350 | 24.40       | 27.00       |
|                               | b2      | 8          | 37.300          | 0.699             | 37.300 | 36.00       | 38.30       |
|                               | b3      | 8          | 38.825          | 0.729             | 38.950 | 37.80       | 39.70       |
| Feldspar, hydrogen peroxide   | b1      | 8          | 25.400          | 0.568             | 25.400 | 24.70       | 26.10       |
|                               | b2      | 8          | 37.613          | 0.455             | 37.400 | 37.20       | 38.30       |
|                               | b3      | 8          | 39.313          | 0.577             | 39.500 | 38.40       | 39.90       |



مخطط 2 يوضح قيم متوسط المعامل \*L في مجموعات البحث



مخطط 3 يوضح قيم متوسط المعامل \*a في مجموعات البحث



مخطط 4 يوضح قيم متوسط المعامل \*b في مجموعات البحث

## دراسة أثر المرحلة المدروسة في قيم المعاملات اللونية وفقاً لنوع الخزف المستخدم ونوع المبيض

### المستخدم:

تم التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة وتم إجراء اختبار Paired T Test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعاملات اللونية  $L^* a^* b^*$  بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التلوين وبعده وبعد التبييض) وذلك في مجموعات البحث الأربع:

### نتائج اختبار T test: المعامل $L^*$

جدول 5 يبين نتائج اختبار t test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعامل  $L^*$  بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التلوين وبعده وبعد التبييض) وذلك وفقاً لنوع الخزف المستخدم ونوع المبيض المستخدم:

| المجموعة                                                                 | الزوج المدروس | فرق المتوسط | قيمة sig | دلالة الفروق        |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|----------|---------------------|
| مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم<br>المعالج بمادة بربورات الصوديوم    | L1 - L2       | -1.65       | 0.08     | لا توجد فروق جوهرية |
|                                                                          | L2 - L3       | -4.225      | 0.00     | توجد فروق جوهرية    |
| مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم<br>المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين | L1 - L2       | -1.3        | 0.05     | لا توجد فروق جوهرية |
|                                                                          | L2 - L3       | -3.45       | 0.00     | توجد فروق جوهرية    |
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة<br>بربورات الصوديوم                | L1 - L2       | 8.838       | 0.00     | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                          | L2 - L3       | 2.77        | 0.02     | توجد فروق جوهرية    |
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة<br>بيروكسيد الهيدروجين             | L1 - L2       | 7.25        | 0.00     | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                          | L2 - L3       | 1.6         | 0.06     | لا توجد فروق جوهرية |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أعلى من القيمة 0.05 عند المقارنة بين قيم المعامل  $L$  قبل وبعد التلوين في مجموعات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم وبالتالي عدم وجود فروق جوهرية إحصائياً بينهما. أما قيمة مستوى الدلالة أقل من القيمة 0.05 عند المقارنة بين قيم المعامل  $L$  قبل وبعد التلوين في مجموعات الخزف الفلدسباري أي

أن هناك فروق جوهرية إحصائياً بينهما وبعد دراسة الإشارة الجبرية لفرق المتوسطين تبين أن قيمة  $L$  انخفضت بعد التلوين.

وعند المقارنة بين قيم المعامل  $L$  بعد التلوين وبعد التبييض بمادة بربورات الصوديوم كانت قيمة مستوى الدلالة أصغر من 0.05 أي إنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق جوهرية إحصائياً أياً كان نوع الخزف المدروس، فقد ارتفعت قيمة  $L$  بعد التبييض بمادة بربورات الصوديوم.

أما بعد التبييض بمادة بيروكسيد الهيدروجين فلا توجد فروق جوهرية إحصائياً في قيم المعامل  $L$  في مجموعة الخزف الفلدسباري، بينما وجدت الفروق ذات الدلالة الإحصائية في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم فقد ازدادت قيمة  $L$  بعد تطبيق بيروكسيد الهيدروجين عليه.

### نتائج اختبار T test:

المعامل \* a

أجري اختبار willcoxon للعينات المرتبطة في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم لعدم اتباعها التوزيع الطبيعي واختبار t test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعامل \* a بين المراحل الثلاث المدروسة:

جدول 6 يبين نتائج اختبار willcoxon للعينات المرتبطة في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة برورات الصوديوم لعدم اتباعها التوزيع الطبيعي واختبار T Test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعامل \* a بين المراحل الثلاث المدروسة:

| المجموعة                                                              | الزوج المدروس | فرق المتوسط          | مستوى الدلالة | دلالة الفروق        |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|---------------|---------------------|
| مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة برورات الصوديوم     | a1 - a2       | متوسط<br>الرتب = 4.5 | 0.012         | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                       | a2 - a3       | متوسط<br>الرتب = 2   | 0.090         | لا توجد فروق جوهرية |
| مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين | a1 - a2       | -1.653               | 0.000         | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                       | a2 - a3       | 0.938                | 0.000         | توجد فروق جوهرية    |
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة برورات الصوديوم                 | a1 - a2       | -3.788               | 0.000         | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                       | a2 - a3       | -0.263               | 0.138         | لا توجد فروق جوهرية |
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين             | a1 - a2       | -3.738               | 0.000         | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                       | a2 - a3       | -0.2                 | 0.077         | لا توجد فروق جوهرية |

يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أقل من القيمة 0.05 عند المقارنة بين قيم المعامل a قبل وبعد التلوين أي توجد فروق جوهرية إحصائياً بينهما مهما كان نوع الخزف المدروس. وبعد دراسة الإشارة الجبرية لفرق المتوسط بين القياسين نستنتج ازدياد قيمة a في كلا نوعي الخزف بعد عملية التلوين.

وعند المقارنة بين قيم المعامل a بعد التلوين وبعد التبييض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة برورات الصوديوم ومجموعات الخزف الفلدسباري كانت قيمة مستوى الدلالة أكبر من 0.05 أي عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق جوهرية إحصائياً أي كان نوع المبيض المستخدم.

أما عند المقارنة بين قيم المعامل a بعد التلوين وبعد التبييض في مجموعات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين كانت قيمة مستوى الدلالة أقل من 0.05 أي عند مستوى الثقة 95% وجدت فروق جوهرية إحصائياً. فقد انخفضت قيمة a بعد التبييض بمادة بيروكسيد الهيدروجين.

### نتائج اختبار T test: المعامل \* b

جدول 7 يبين نتائج اختبار t test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم المعامل \* b بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التلوين وبعده وبعد التبييض) وذلك وفقاً لنوع الخزف المستخدم ونوع المبيض المستخدم:

| المجموعة                                                                 | الزوج<br>المدرّس | فرق<br>المتوسط | قيمة<br>sig | دلالة الفروق        |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------|---------------------|
| مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج<br>بمادة بربورات الصوديوم    | b1 - b2          | -4.013         | 0.002       | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                          | b2 - b3          | -0.775         | 0.275       | لا توجد فروق جوهرية |
| مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج<br>بمادة بيروكسيد الهيدروجين | b1 - b2          | -3.075         | 0.002       | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                          | b2 - b3          | 0.188          | 0.756       | لا توجد فروق جوهرية |
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة<br>بربورات الصوديوم                | b1 - b2          | -11.800        | 0.000       | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                          | b2 - b3          | -1.525         | 0.007       | توجد فروق جوهرية    |
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة<br>بيروكسيد الهيدروجين             | b1 - b2          | -12.213        | 0.000       | توجد فروق جوهرية    |
|                                                                          | b2 - b3          | -1.700         | 0.001       | توجد فروق جوهرية    |

يبين الجدول السابق عند مقارنة قيم المعامل  $b$  بعد تطبيق نوعي التبييض على عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم كانت قيمة مستوى الدلالة أكبر من 0.05 أي إنه عند مستوى الثقة 95% لا يوجد فروق جوهرية إحصائياً بين القياسين مهما كان نوع المبيض المدروس.

أما عند بقية المقارنات الثنائية بين قيم المعامل  $b$  كانت قيمة مستوى الدلالة أصغر من 0.05 أي وجود فروق جوهرية إحصائياً عند مستوى الثقة 95% وبحسب الإشارة الجبرية السالبة لفروق المتوسطات فقد ازدادت قيمة  $b$  بعد التلوين في كلا نوعي الخزف المدروسين وازدادت قيمة  $b$  بعد تطبيق نوعي التبييض على الخزف الفلدسباري.

#### • دراسة تأثير نوع الخزف في التغير اللوني بعد عملية التلوين:

تم التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة وتم إجراء اختبار Student t test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم التغير اللوني بين القياس الأول والثاني - قبل وبعد التلوين - بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث:

#### إحصاء وصفي:

جدول 8 متوسط قيم التغير اللوني بين القياس الأول والثاني - قبل وبعد التلوين - بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث

| التغير اللوني بين: | نوع الخزف              | حجم العينة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الوسيط | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|--------------------|------------------------|------------|-----------------|-------------------|--------|-------------|-------------|
| قبل وبعد التلوين   | الفلدسباري             | 16         | 15.106          | 1.936             | 14.90  | 11.6        | 18.7        |
|                    | ثنائي سيليكات الليثيوم | 16         | 4.506           | 2.296             | 4.15   | 1.2         | 8.4         |

#### نتائج اختبار T test:

جدول 9 يبين نتائج اختبار T Student للعينات المستقلة بين متوسط قيم التغير اللوني بين القياس الأول والثاني -

قبل وبعد التلوين - بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث

| التغير<br>اللون<br>بين: | الاختبار بين:                          | قيمة t<br>المحسوبة | درجات<br>الحرية | الفرق بين<br>المتوسطين | قيمة مستوى<br>الدلالة | دلالة<br>الفروق        |
|-------------------------|----------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| قبل وبعد<br>التلوين     | مجموعة الخزف<br>الفلدسباري             | 14.113             | 30              | 10.60                  | 0.000                 | توجد<br>فروق<br>جوهرية |
|                         | مجموعة الخزف ثنائي<br>سيليكات الليثيوم |                    |                 |                        |                       |                        |

يبين الجدول السابق وجود فروق جوهرية إحصائية في التغير اللوني قبل وبعد التلوين بين مجموعتي الخزف فهو أكبر في الخزف الفلدسباري منه في الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم.

❖ دراسة تأثير نوع المبيض في التغير اللوني لكل نوع خزفي:

إحصاء وصفي:

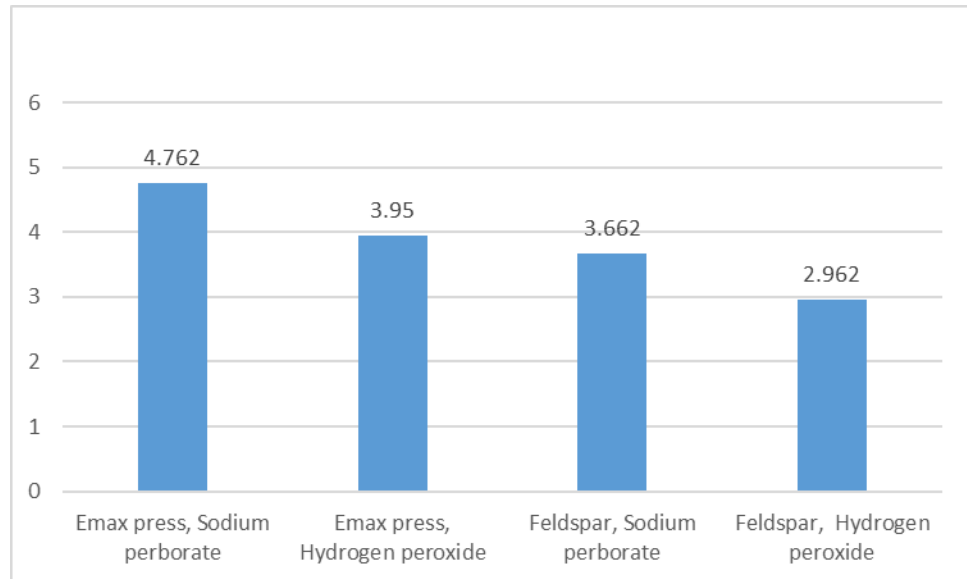
حساب التغير اللوني بعد إجراء التبييض:

تم حساب  $\Delta E_2$  بين القياسات المأخوذة بعد عملية التلوين وبعد عملية التبييض.

جدول 10 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم التغير اللوني  $\Delta E_2$

لمجموعات البحث بعد عملية التبييض:

| المجموعة                         | حجم العينة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الوسيط | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|----------------------------------|------------|-----------------|-------------------|--------|-------------|-------------|
| Emax press,<br>Sodium perborate  | 8          | 4.762           | 2.420             | 4.45   | 1.6         | 8.1         |
| Emax press,<br>Hydrogen peroxide | 8          | 3.95            | 0.978             | 3.8    | 2.5         | 5.6         |
| Feldspar,<br>Sodium perborate    | 8          | 3.662           | 2.033             | 3.6    | 0.7         | 6.9         |
| Feldspar,<br>Hydrogen peroxide   | 8          | 2.962           | 0.920             | 3      | 1.9         | 4.2         |



مخطط 5 يوضح قيم متوسط التغير اللوني بعد التبييض في مجموعات البحث

وتم التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة وإجراء اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E_2$  بين نوعي المبيض في مجموعة الخزف الفلديسباري وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث.

### نتائج اختبار T test:

جدول 11 يبين نتائج اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E_2$  وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف الفلديسباري وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث:

| الاختبار بين:                                                                                  | قيمة t المحسوبة | الفرق بين المتوسطين | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| الخزف الفلديسباري المعالج بمادة بربورات الصوديوم والمعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين            | 0.888           | 0.70                | 0.390              | لا توجد فروق جوهرية |
| الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم والمعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين | 0.880           | 0.812               | 0.394              | لا توجد فروق جوهرية |

يظهر الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من 0.05 أي عدم وجود فروق جوهرية إحصائياً في التغير اللوني بين مجموعات الخزف الفلديسباري المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين والمعالج بمادة بربورات الصوديوم. كذلك عدم وجود فرق جوهري إحصائياً في التغير اللوني بين مجموعات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين والمعالج بمادة بربورات الصوديوم.

### ❖ دراسة تأثير نوع الخزف في التغير اللوني لكل نوع مبيض:

تم التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة وإجراء اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E2$  بين نوعي الخزف في مجموعة بربروات الصوديوم وبين مجموعتي الخزف في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين في عينة البحث:

### نتائج اختبار T test:

جدول 12 يبين نتائج اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E2$  بين نوعي الخزف في مجموعة بربروات الصوديوم وبين مجموعتي الخزف في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين في عينة البحث

| التغير اللوني بين:                                                                | قيمة t المحسوبة | الفرق بين المتوسطين | مستوى الدلالة | دلالة الفروق        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|---------------|---------------------|
| الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالجن بمادة بربروات الصوديوم    | -0.984          | -1.100              | 0.342         | لا توجد فروق جوهرية |
| الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالجن بمادة بيروكسيد الهيدروجين | -2.084          | -0.987              | 0.056         | توجد فروق جوهرية    |

نستنتج من الجدول السابق وحسب قيمة مستوى الدلالة عدم وجود فروق إحصائية عند المقارنة بين التغير اللوني بين القياسين بعد التلوين وبعد التبييض لمجموعتي الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالجن بمادة بربروات الصوديوم.

ونستنتج منه أيضاً وجود فروق جوهرية إحصائياً عند مقارنة التغير اللوني  $\Delta E_2$  بين القياسين بعد التلوين وبعد التبييض بين مجموعتي الخزف المعالجين بمادة بيروكسيد الهيدروجين ويكون التغير أكبر في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم.

### ❖ دراسة استعادة اللون الأصلي للعينات:

تم حساب اللون المتبقي Residual color بأنه الفرق بين التغير اللوني بعد عملية التلوين وبعد عملية التبييض. كلما كانت القيم الناتجة موجبة وقريبة من الصفر عبرت عن فعالية تبييض جيدة واستعادة اللون الأصلي، أما القيم السالبة فيه فتشير إلى أن التبييض أكثر وضوحاً من التلوين أي أصبحت العينات أكثر ابيضاضاً. وعندما يتجاوز 3.3 يعد غير مقبول سريرياً. (Alharbi et al, 2018)

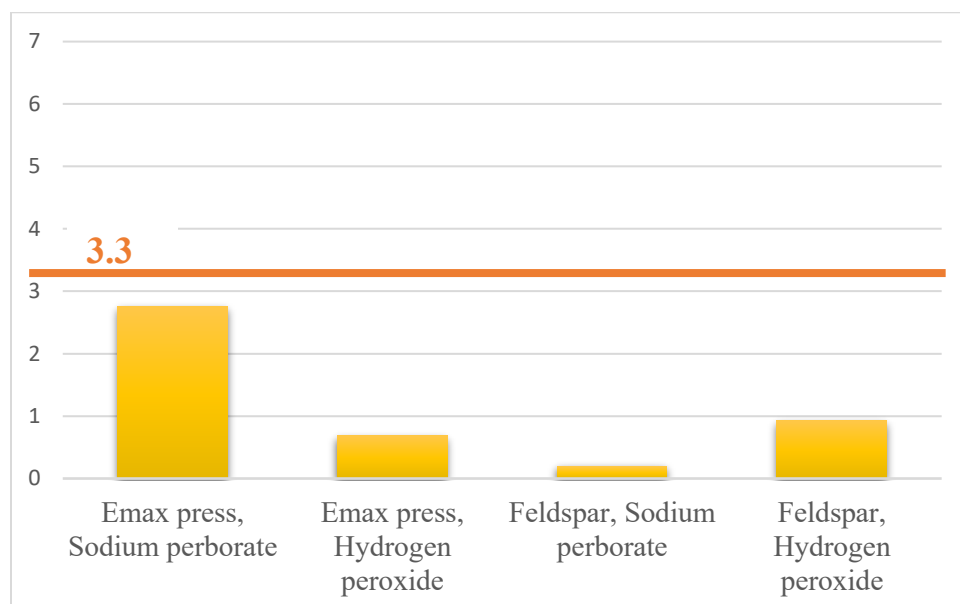
$$\Delta E_3 - \Delta E_1 = \text{اللون المتبقي}$$

جدول 13 يوضح قيم متوسط التغير اللوني لعينات البحث بين القياسين قبل التلوين وبعد التبييض:

| Groups                        | $\Delta E_3$ |
|-------------------------------|--------------|
| Emax press, Sodium perborate  | 7.612        |
| Emax press, Hydrogen peroxide | 5.112        |
| Feldspar, Sodium perborate    | 15.887       |
| Feldspar, Hydrogen peroxide   | 15.725       |

جدول 14 يوضح المتوسط الحسابي وكل من الحد الأدنى والحد الأعلى لمتغير اللون المتبقي في مجموعات البحث:

| المجموعة                      | المتوسط الحسابي | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Emax press, Sodium perborate  | 2.75            | -1.1        | 5.9         |
| Emax press, Hydrogen peroxide | 0.69            | -1.3        | 2.4         |
| Feldspar, Sodium perborate    | 0.20            | -2.6        | 2.3         |
| Feldspar, Hydrogen peroxide   | 0.93            | -0.5        | 2.1         |



مخطط 6 يوضح قيم متوسط فرق التغير اللوني بين عمليتي التبييض والتلوين (اللون المتبقي).

يتبين من المخطط السابق أن جميع قيم متوسطات اللون المتبقي في مجموعات البحث أقل من القيمة 3.3 أي تقع ضمن المجال المقبول سريرياً.

تم التأكد من التوزيع الطبيعي لمتغير اللون المتبقي وأجري اختبار One way ANOVA لدراسة الفروق بين مجموعات الدراسة:

جدول 15 يبين نتيجة اختبار ANOVA لاكتشاف الفروق في متغير اللون المتبقي بين مجموعات البحث

| ANOVA         | مربع المتوسط | قيمة فيشر F | قيمة Sig |                              |
|---------------|--------------|-------------|----------|------------------------------|
| بين المجموعات | 9.938        | 2.718       | 0.064    | لا يوجد فروق جوهرية إحصائياً |

ومنه لا توجد فروق جوهرية إحصائياً بين متوسط قيم اللون المتبقي في مجموعات البحث.

جدول 16 يوضح نتائج درجة القبول لقيم متغير اللون المتبقي:

| النسبة المئوية |               |               |                  | عدد العينات |               |               |                  | المجموعة                                                        |
|----------------|---------------|---------------|------------------|-------------|---------------|---------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|
| المجموع        | مقبول سريريا  |               | غير مقبول سريريا | المجموع     | مقبول سريريا  |               | غير مقبول سريريا |                                                                 |
|                | استعادة اللون | أكثر ابيضاضاً |                  |             | استعادة اللون | أكثر ابيضاضاً |                  |                                                                 |
| 100            | 50            | 50            | 0                | 8           | 4             | 4             | 0                | الخرزف الفلدسباري المعالج بمادة بربورات الصوديوم                |
| 100            | 87.5          | 12.5          | 0                | 8           | 7             | 1             | 0                | الخرزف الفلدسباري المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين             |
| 100            | 25            | 25            | 50               | 8           | 2             | 2             | 4                | الخرزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم    |
| 100            | 62.5          | 37.5          | 0                | 8           | 5             | 3             | 0                | الخرزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين |

## ❖ دراسة تأثير نوع الخزف في اللون المتبقي لكل نوع مبيض:

تم إجراء اختبار Mann-Whitney لدراسة الفروق في متوسط رتب اللون المتبقي بين نوعي الخزف في مجموعة

بربورات الصوديوم وبين مجموعتي الخزف في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين في عينة البحث.

جدول 17 يوضح متوسط رتب متغير اللون المتبقي وفقاً لنوع المبيض:

| متوسط الرتب | عدد العينة |                               |
|-------------|------------|-------------------------------|
| 10.50       | 8          | Emax press, Sodium perborate  |
| 6.50        | 8          | Feldspar, Sodium perborate    |
| 7.50        | 8          | Emax press, Hydrogen peroxide |
| 9.50        | 8          | Feldspar, Hydrogen peroxide   |

جدول 18 يوضح نتيجة اختبار Mann-Whitney :

| الاختبار بين:                                                                | قيمة U | قيمة sig |                     |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------|
| الخزف الفلدسباري وثنائي سيليكات الليثيوم المعالجين بمادة بربورات الصوديوم    | 16.00  | 0.074    | لا توجد فروق جوهرية |
| الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم والفلدسباري المعالجين بمادة بيروكسيد الهيدروجين | 24.00  | 0.264    | لا توجد فروق جوهرية |

ومنه لا توجد فروق جوهرية إحصائياً بين متوسط رتب اللون المتبقي بين نوعي الخزف عند تطبيق بربورات الصوديوم وبين نوعي الخزف عند تطبيق بيروكسيد الهيدروجين في عينة البحث.

#### ❖ دراسة تأثير نوع المبيض في اللون المتبقي لكل نوع خزفي:

تم إجراء اختبار Mann-Whitney لدراسة الفروق في متوسط رتب اللون المتبقي بين نوعي المبيض في مجموعة الخزف الفلدسباري وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث.

جدول 19 يوضح متوسط رتب متغير اللون المتبقي في وفقاً لنوع الخزف:

| متوسط الرتب | عدد العينة |                               |
|-------------|------------|-------------------------------|
| 10.25       | 8          | Emax press, Sodium perborate  |
| 6.75        | 8          | Emax press, Hydrogen peroxide |
| 7.00        | 8          | Feldspar, Sodium perborate    |
| 10.00       | 8          | Feldspar, Hydrogen peroxide   |

جدول 20 يوضح نتيجة اختبار Mann-Whitney :

| الاختبار بين:                                                                                  | قيمة U | قيمة sig |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------|
| الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بربورات الصوديوم والمعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين             | 20.00  | 0.117    | لا توجد فروق جوهرية |
| الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم والمعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين | 18.00  | 0.116    | لا توجد فروق جوهرية |

ومنه لا توجد فروق جوهرية إحصائية بين متوسط رتب اللون المتبقي بين الخزف الفلدسباري عند تطبيق بربورات الصوديوم وعند تطبيق بيروكسيد الهيدروجين وبين الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم عند تطبيق بربورات الصوديوم وعند تطبيق بيروكسيد الهيدروجين في عينة البحث.

### 3-2-2. نتائج اختبار قياس خشونة السطح:

تم قياس متوسط الخشونة السطحية في ثلاث فترات زمنية (قبل وبعد التلوين وبعد التبييض)  $Ra1$  و  $Ra2$  و  $Ra3$  على الترتيب لكل وجه من كل قرص في عينة البحث ثم تم حساب قيمة تغير الخشونة  $\Delta Ra$  بين الفترتين الأولى والثانية والفترتين الثانية والثالثة.

$$\Delta Ra1 = Ra2 - Ra1$$

تمثل تغير الخشونة بين القياسين قبل وبعد التلوين

$$\Delta Ra2 = Ra3 - Ra2$$

تمثل تغير الخشونة بين القياسين بعد التلوين والتبييض

## ➤ الإحصاء الوصفي لمتغير الخشونة السطحية:

جدول 21 يبين حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمتوسط خشونة السطح لمجموعات البحث في مراحل القياس الثلاثة المدروسة.

| المجموعة                      | الحد الأعلى | الحد الأدنى | الانحراف المعياري | المتوسط الحسابي | حجم العينة | متوسط الخشونة |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------------|-----------------|------------|---------------|
| Emax press, sodium perborate  | 0.538       | 0.166       | 0.149             | 0.358           | 8          | Ra1           |
|                               | 0.624       | 0.209       | 0.155             | 0.420           | 8          | Ra2           |
|                               | 0.684       | 0.301       | 0.121             | 0.523           | 8          | Ra3           |
| Emax press, hydrogen peroxide | 0.604       | 0.200       | 0.144             | 0.370           | 8          | Ra1           |
|                               | 0.685       | 0.240       | 0.141             | 0.424           | 8          | Ra2           |
|                               | 0.700       | 0.299       | 0.135             | 0.512           | 8          | Ra3           |
| Feldspar, sodium perborate    | 0.479       | 0.293       | 0.069             | 0.362           | 8          | Ra1           |
|                               | 0.535       | 0.328       | 0.073             | 0.463           | 8          | Ra2           |
|                               | 0.619       | 0.336       | 0.089             | 0.527           | 8          | Ra3           |
| Feldspar, hydrogen peroxide   | 0.479       | 0.116       | 0.119             | 0.351           | 8          | Ra1           |
|                               | 0.638       | 0.365       | 0.094             | 0.523           | 8          | Ra2           |
|                               | 0.742       | 0.374       | 0.111             | 0.594           | 8          | Ra3           |

جدول 22 يبين حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمتغير خشونة السطح لمجموعات البحث بعد التبييض  $\Delta Ra2$ .

| المجموعة                      | حجم العينة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|-------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| Emax press, sodium perborate  | 8          | 0.103           | 0.093             |
| Emax press, hydrogen peroxide | 8          | 0.088           | 0.048             |
| Feldspar, sodium perborate    | 8          | 0.064           | 0.061             |
| Feldspar, hydrogen peroxide   | 8          | 0.071           | 0.060             |

## ➤ دراسة أثر المرحلة المدروسة في قيم متوسط خشونة السطحية وفقاً لنوع الخزف المستخدم ونوع

### المبييض المستخدم:

بعد التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة تم إجراء اختبار Paired t test للعينات المرتبطة لدراسة الفروق الثنائية في متوسط قيم خشونة السطحية بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التلوين وبعده وبعد التبييض) وذلك في مجموعات البحث الأربع.

### نتائج اختبار Paired t test:

جدول 23 يبين نتائج اختبار Paired t test لدراسة الفروق في قيم متوسط خشونة السطحية بين فترات القياس قبل التلوين وبعده وبعد التبييض في مجموعات البحث:

| المجموعة                      | الزوج المدروس | فرق المتوسط | قيمة sig | دلالة الفروق      |
|-------------------------------|---------------|-------------|----------|-------------------|
| Emax press, sodium perborate  | Ra1 - Ra2     | -0.062      | 0.001    | توجد فروق جوهريّة |
|                               | Ra2 - Ra3     | -0.103      | 0.016    | توجد فروق جوهريّة |
| Emax press, hydrogen peroxide | Ra1 - Ra2     | -0.053      | 0.002    | توجد فروق جوهريّة |
|                               | Ra2 - Ra3     | -0.088      | 0.001    | توجد فروق جوهريّة |
| Feldspar, sodium perborate    | Ra1 - Ra2     | -0.101      | 0.014    | توجد فروق جوهريّة |
|                               | Ra2 - Ra3     | -0.064      | 0.021    | توجد فروق جوهريّة |
| Feldspar, hydrogen peroxide   | Ra1 - Ra2     | -0.173      | 0.000    | توجد فروق جوهريّة |
|                               | Ra2 - Ra3     | -0.071      | 0.012    | توجد فروق جوهريّة |

ومنه نجد أن قيم مستوى الدلالة أقل من القيمة 0.05 أي توجد فروق جوهريّة إحصائياً بين قيم متوسط خشونة السطحية بين فترات القياس في جميع مجموعات البحث ومنه نستنتج زيادة قيمة خشونة السطحية لنوعي الخزف بعد التلوين وبعد التبييض أيّاً كان نوع المبييض المدروس.

### ➤ دراسة تأثير نوع الخزف في تغير خشونة السطحية بعد التلوين:

تم التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة وإجراء اختبار Student t test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير خشونة بين القياس الأول والثاني - قبل وبعد التلوين - بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث:

#### إحصاء وصفي:

جدول 24 يبين حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمتغير خشونة السطح لمجموعات البحث بعد التلوين  $\Delta Ra1$ :

| الانحراف المعياري | المتوسط الحسابي | حجم العينة | المجموعة   |
|-------------------|-----------------|------------|------------|
| 0.085             | 0.139           | 16         | feldspar   |
| 0.032             | 0.058           | 16         | Emax press |

جدول 25 نتائج اختبار Student t test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير خشونة بين القياسين قبل وبعد التلوين بين مجموعة الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم

| تغير خشونة قبل وبعد التلوين:                 | قيمة t المحسوبة | درجات الحرية | الفرق بين المتوسطين | مستوى الدلالة | دلالة الفروق     |
|----------------------------------------------|-----------------|--------------|---------------------|---------------|------------------|
| بين الخزف الفلدسباري وثنائي سيليكات الليثيوم | 3.573           | 30           | 0.081               | 0.001         | توجد فروق جوهرية |

ومنه توجد فروق جوهرية إحصائياً عند المقارنة بين تغير خشونة السطحية قبل وبعد التلوين بين مجموعتي الخزف ويكون أكبر في مجموعة الخزف الفلدسباري.

## ➤ دراسة تأثير نوع المبيض في تغير الخشونة لكل نوع خزفي:

تم التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة وإجراء اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير الخشونة بعد التبييض  $\Delta Ra2$  بين نوعي المبيض في مجموعة الخزف الفلدسباري وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم في عينة البحث.

### نتائج اختبار T test:

جدول 26 نتائج اختبار Student T Test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير الخشونة  $\Delta Ra2$  بين نوعي المبيض في مجموعة الخزف الفلدسباري وبين نوعي المبيض في مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم:

| الاختبار بين:                                                                                         | قيمة t المحسوبة | الفرق بين المتوسطين | مستوى الدلالة | دلالة الفروق        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|---------------|---------------------|
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بربورات الصوديوم والمعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين             | -0.236          | -0.007              | 0.817         | لا توجد فروق جوهرية |
| مجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم والمعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين | 0.419           | 0.015               | 0.681         | لا توجد فروق جوهرية |

نستنتج من الجدول السابق عدم وجود فروق جوهرية إحصائية في  $\Delta Ra2$  تغير الخشونة بين مجموعتي الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين والمعالج بمادة بربورات الصوديوم. كما لا توجد فروق جوهرية إحصائية في  $\Delta Ra2$  تغير الخشونة بين مجموعتي الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين والمعالج بمادة بربورات الصوديوم.

### ➤ دراسة تأثير نوع الخزف في تغير الخشونة السطحية حسب نوع المبيض:

بعد التأكد من التوزيع الطبيعي للعينة تم إجراء اختبار Student t test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير الخشونة بعد التبييض  $\Delta Ra2$  بين نوعي الخزف المعالجين بمادة بربورات الصوديوم وبين نوعي الخزف المعالجين بمادة بيروكسيد الهيدروجين في عينة البحث:

### نتائج اختبار t test:

جدول 27 نتائج اختبار student t test للعينات المستقلة لدراسة الفروق في متوسط قيم تغير الخشونة  $\Delta Ra2$  بين نوعي الخزف المعالجين بمادة بربورات الصوديوم وبين نوعي الخزف المعالجين بمادة بيروكسيد الهيدروجين:

| الاختبار بين:                                                                                                                    | قيمة t المحسوبة | الفرق بين المتوسطين | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بربورات الصوديوم ومجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم       | -1.010          | -0.039              | 0.330              | لا توجد فروق جوهرية |
| مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين ومجموعة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين | -0.626          | -0.017              | 0.541              | لا توجد فروق جوهرية |

نستنتج من الجدول السابق عدم وجود أي فروق جوهرية إحصائية عند مقارنة تغير الخشونة  $\Delta Ra2$  بين مجموعتي الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالجين بمادة بربورات الصوديوم.

وكذلك لا توجد فروق جوهرية إحصائية عند مقارنة تغير الخشونة  $\Delta Ra2$  بين مجموعتي الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالجين بمادة بيروكسيد الهيدروجين.

## ❖ دراسة الارتباط بين متغير الخشونة السطحية والمتغير اللوني:

تم إجراء اختبار الارتباط بيرسون لدراسة مقدار الارتباط بين تغير اللون  $\Delta E1$  وتغير الخشونة  $\Delta Ra1$  لمجموعات الدراسة.

جدول 28 يوضح نتيجة اختبار الارتباط بيرسون بين تغير اللون وتغير الخشونة في عينات الخزف بعد تلوينها:

| ارتباط بيرسون     | قيمة: Sig |             |
|-------------------|-----------|-------------|
| .444 <sup>*</sup> | 0.011     | يوجد ارتباط |

ونستنتج منه وجود ارتباط طردي متوسط الدرجة بين تغير الخشونة وتغير اللون في القياس بعد التلوين في نوعي الخزف.

تم إجراء اختبار الارتباط بيرسون لدراسة مقدار الارتباط بين تغير اللون  $\Delta E2$  وتغير الخشونة  $\Delta Ra2$  لمجموعات الخزف:

جدول 29 يوضح نتائج اختبار الارتباط بيرسون بين تغير اللون وتغير الخشونة في مجموعات البحث بعد التبييض:

| مجموعة                                                         | قيمة معامل بيرسون | قيمة مستوى الدلالة | يوجد ارتباط    |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بربورات الصوديوم                | 0.929             | 0.001              | يوجد ارتباط    |
| الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين             | -0.244            | 0.560              | لا يوجد ارتباط |
| الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم    | 0.269             | 0.519              | لا يوجد ارتباط |
| الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين | -0.410            | 0.313              | لا يوجد ارتباط |

ونستنتج منه عدم وجود ارتباط بين تغير الخشونة وتغير اللون في القياس بعد التبييض في المجموعات الثلاثة وهي الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بربورات الصوديوم والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المعالج بمادة بيروكسيد الهيدروجين.

لكن يوجد ارتباط بين تغير الخشونة وتغير اللون في القياس بعد التبييض في مجموعة الخزف الفلدسباري المعالج بمادة بربورات الصوديوم ويعد ارتباطاً طردياً قوياً.

الباب الرابع

المناقشة

**Discussion**

#### 4-1 - مناقشة فكرة البحث:

إن الهدف الأساسي من طب الأسنان التجميلي هو تأمين ابتسامة جميلة متناغمة مع لثة وشفاه ووجه المريض (joiner, 2004) وقد أصبح الثبات اللوني مطلباً أساسياً لنجاح المعالجة التعويضية، ويعتبر الانسجام اللوني بين الأسنان أهم صفات الابتسامة التجميلية وخاصةً عند وجود تعويضات سنية. علماً بأن الناحية الجمالية للتعويض ترتبط بنوع المواد المستخدمة في صنعه وتقبلها الحيوي وثباتها اللوني على المدى الطويل.

عانت المواد المستخدمة في التعويضات الثابتة والمتحركة المؤقتة والدائمة من درجات مختلفة من عدم الثبات اللوني أو من التصبغ في الأبحاث المخبرية التي درستها. (Tieh et al, 2022- Nascimento et al, 2022- Radwan et al, 2021) لذلك كمحاولة لإيجاد حل محافظ يعوض عن استبدال التعويض بشكل كامل، حاولنا بطريقة التبييض بمواد فعالة على الأسنان وآمنة حيويًا إعادة اللون الأصلي للتعويض قبل تلوينه، بعد أن ثبت بعدة دراسات حدوث تغير لوني بعد استعمال مواد التبييض على المواد السنية التعويضية والترميمية.

#### 4-2 - مناقشة المواد والطرائق:

- تألفت عينة البحث من ٣٢ عينة قسمت إلى أربع مجموعات متساوية ( $n = 8$ ) بحسب نوع الخزف ونوع المادة المبيضة-المؤكسدة وقد تم اختيار حجم العينة بمساعدة برنامج G Power باستعمال بيانات وردت في دراسات سابقة مشابهة (Thaworanunta et al, 2019)
- صنعت العينات بشكل أقراص دائرية بقطر وثخانة مضبوطة لأن شكل القرص يمتاز بدقة أكبر وسهولة في التعامل أكثر من العينات التي تشكّل كالأسنان وذلك في أبحاث قياس درجة التغير اللوني وتغير خشونة السطح. (celik et al, 2008- Aydin et al 2021)
- صنعت الأقراص لتكون أكبر من قطر رأس جهاز القياس اللوني vita easy shade الذي يبلغ قطره 5 ملم تقريباً. بهدف الإنقاص من ظاهرة الضياع الحفافي التي يقصد بها أن جزءاً من الضوء الصادر عن الجهاز

يتجه للحواف ولا يرتد إلى الجهاز مما يؤثر سلباً على دقة القياسات اللونية. لذلك اقترحت الدراسات أن تكون

العينات بحجم أكبر من رأس الجهاز (Ragain, 2016- Aydin et al 2021)

- اختيرت مادة الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المحقون تحت الضغط والحرارة لشيوع استعماله من قبل الأطباء وذلك لمتعته بخصائص ميكانيكية جيدة وتجميلية عالية لكونه متوفر بمختلف الألوان والكثافات اللونية والشفوفيات في السوق (kurt and Bal, 2019) . وقد تغير لون عينات من مادة الخزف ثنائي سيليكات

الليثيوم سواء المحقون أو القابل للصب عند تعرضها للملونات ( Dos Santos et al, 2017 )

- اختيرت مادة الخزف الفلدسباري المستخدم في التعويض المعدني الخزفي لشيوع استعماله من قبل الأطباء لما له من فوائد تعويضية جيدة من متانة وديمومة وجانب تجميلي جيدة ومع كلفة مادية مناسبة (Ozdogan et al, 2019)

- صممت الأقراص الخزفية ثنائي سيليكات الليثيوم والفلدسباري بدرجة لونية من فئة M في الدليل اللوني 3D Master وهي تقارب الفئة A وB في دليل VITA classical، حيث تبلغ نسبة الاختيارات السريرية من الفئة اللونية A وB معظم الاختيارات اللونية في المجتمع السوري. (السعدي وعلاف، 2024)

(Zenthöfer et al, 2014)

- تم إجراء القياسات اللونية \*a, \*b, L, ومتوسط الخشونة السطحية بعد تجهيز العينات فوراً أي قبل تنفيذ عملية التلوين.

- ثم وضعت الأقراص ضمن قالب سيليكوني يحمل الأقراص من محيطها بحيث ترك سطحي القرص مكشوفين ثم وضع القالب السيليكوني الحامل للأقراص بشكل عمودي (لضمان وصول السائل الملون إلى القرص بكلا وجهيه) ضمن حاوية حرارية تحوي سوائل التلوين ( $37 \pm 2$  درجة مئوية لتحاكي درجة حرارة جسم الإنسان)

- اعتمدت مدة النقع ٣٠ يوم لكل مادة ٦ أيام متتالية وهي تعادل سنتين ونصف تقريباً ضمن الفم. حسب دراسات سابقة تفيد بأن كل يوم نقع في المادة السائلة يعادل ٣٠ يوم استهلاك للمادة في البيئة الفموية.

(Alencar-silva et al, 2019)

- وجددت المادة يومياً منعاً لتخمرها وفساد مفعولها.
- اختيرت المواد الملونة المستخدمة في البحث لأنها سوائل تملك خاصية صبغ الأنسجة، وهي تستهلك بشكل شائع ومتكرر في مجتمعنا السوري.
- استعملت عدة ملونات وليس نوع واحد لتحقيق فعالية اصطبغية تشابه البيئة الفموية. فالإنسان يتناول أصناف متعددة من الأطعمة والأشربة.
- اختيرت مادة بيروكسيد الهيدروجين كمادة مبيضة بسبب فعاليتها المؤكسدة والمبيضة فهي أساس مواد

التبييض المنزلي ومواد تبييض العيادة. (Stewart and Bagby 2018)

- اعتمدنا زمن التطبيق لمادة بيروكسيد الهيدروجين حسب دراسة استطلاعية أجريت سابقاً وكان بإجمالي ساعتين (طبق نصف ساعة ثم غسلت العينات وأعيد تطبيقها ثلاث مرات أخرى) حتى تم ملاحظة تغير في لون العينات عياناً. وصلت مدة التطبيق لساعتين لوجود الكربابول الذي يبطئ تحرر الأكسجين.

وقد طبق على ٤ فترات للحفاظ على فعالية المادة. (Stewart and Bagby, 2018)

- اختير تركيز ٣٠٪ بيروكسيد الهيدروجين لكونه من مجال التراكيز العالية للمادة ليستعمل كتبييض فوري ضمن العيادة وهو أقل من التراكيز المستعملة في دراسات سابقة التي وجدت أثر جيد في التغير اللوني ولكن مع زيادة في الخشونة (Thaworanunta et al, 2019) فُعُمد إلى التركيز الأقل كمحاولة للتخفيف من هذا الأثر.

○ جعل القوام لزجاً فهو مادة مددت بالماء للوصول للتركيز المطلوب ومن ثم أضيف إليه مادة رافعة

للزوجة وهي الكاربومير (الكاربوبول) بهدف الحصول على مادة لزجة سهلة التطبيق على سطح

العينة ويمكن أن تبقى عليه للفترة الزمنية المطلوبة. (malpani et al, 2019)

● اختيرت مادة تبييض فوق بورات الصوديوم أو بربورات الصوديوم لفعاليتها المبيضة كمادة تبييض داخلي

للأسنان المعالجة لبياً. وقد درس مؤخراً استخدام مزيج منها مع الماء الأكسجيني لتبييض الأسنان خارجياً

لأطفال بعمر ٨-١٢ سنة لديهم تصبغ فلوري. وقد أظهرت نتائج جيدة مع تلك الحالات

(Singhal et al, 2022)

○ اعتمدت طريقة مزج المسحوق مع أقل نسبة سائل بهدف الحصول على قوام سهل التطبيق فوق

العينات.

○ اعتمد زمن التطبيق على الدراسة الاستطلاعية وقد كان زمناً طويلاً نسبياً لأنها مادة بطيئة التحرير

لذرات الأكسجين الحرة فهي تستعمل لعدة أيام بشكل مستمر لأداء دورها في التبييض الداخلي

ضمن الحجرة اللبية للسن المعالج لبياً.

○ اعتمدت طريقة التطبيق لتشابه تطبيق التبييض المنزلي، لأن مادة بربورات الصوديوم تحرر

الأكسجين الوليد بشكل بطيء مشابه لمادة بيروكسيد الكارباميد، و تفقد مفعولها بعد ساعتين تقريباً،

لذلك طبقت ساعتين فوراً بعد المزج ولثلاث مرات متتالية تفصل بينها عملية غسل بالماء وتجفيف

بالمنديل الورقي أي بمعدل ٦ ساعات يومياً لمدة ١٤ يوماً.

● استخدم جهاز قياس اللون الإلكتروني VITA Easyshade وهو أحد أجهزة قياس الطيف الضوئي

spectrophotometer، يكثر استخدامه في الأبحاث المرتبطة باللون في طب الأسنان، لتمييزه بسهولة

الاستخدام والدقة العالية دون تأثر بظروف الإضاءة المحيطة. كما أنه يمتلك القدرة على إظهار النتائج وفق

أدلة اللون VITA classical, VITA 3D-master كما أنه يعرضها تبعاً لنظام اللون الكمي  $CIE L^* a^* b$  (Ragain, 2016).

- أخذت 3 قياسات لونية لكل عينة في ثلاثة مناطق مختلفة بما يسمح به محيط القرص ثم تم حساب المتوسط الحسابي لها محاولةً لأخذ قراءة شاملة لكل سطح القرص.
- عرضت نتائج القياسات اللونية وفق نظام اللون الكمي  $CIE Lab$  المعتمد عليه في الأبحاث السنية المرتبطة باللون. فهو نظام قادر على تمييز التغيرات اللونية حتى لو كانت ذات قيم صغيرة ويمكن تحديد فيما إذا كانت هذه التغيرات قابلة للملاحظة من قبل الفاحص أم لا (Al-Dwairi et al, 2013).
- اعتمد 3.3 كحد أعلى لقيم التغير اللوني المقبول من الناحية السريرية، وهو المعيار الذي اتفقت عليه أغلب الدراسات اللونية السابقة، إذ أوضحت هذه الدراسات أن العين البشرية لا تستطيع تمييز التغير اللوني عندما تكون  $\Delta E < 1$  وبالتالي يمكن اعتباره تطابقاً لونياً، أم التغير بين 1 و 3.3 قد يلاحظ من قبل العين الخبيرة، بينما تستطيع تمييز التغير اللوني الذي تجاوز 3.3 ليعد تغيراً غير مقبول من الناحية السريرية. (Soliman et al, 2020)
- استعمل جهاز قياس خشونة السطح Manual TR-200 وهو شائع الاستخدام في الأبحاث العلمية، ويعطي قراءة لمتوسط خشونة السطح Ra وهو سهل الاستخدام ومتوفر وأقل تكلفة من الأجهزة الأخرى.

#### 4-3- مناقشة النتائج:

يتكون الخزف من شبكة من سيليكات الصوديوم والبوتاسيوم تشكل القالب الزجاجي ومن مائتات بلورية تختلف حسب نوع الخزف (Denry et al, 2019). يبقى الخزف السني مستقراً نسبياً لفترة زمنية طويلة فهو يعد مادة غير منحلة

أو منحلة بشكل خفيف، ولا يتفاعل بسهولة مع معظم السوائل والغازات (Shen et al, 2022) إلا أن مقاومته تنخفض بشكل هام بعد التحميل الوظيفي وتواجهه في البيئة الفموية الرطبة (Zhang et al, 2013).

خضع الخزف للتآكل ضمن البيئات المحاكية للواقع الفموي (Sağlam and Cengiz, 2021) كما حدثت تبدلات لونية للمواد الخزفية المعرضة للمحاليل الملونة مثل القهوة والشاي واللبن (السعدي وجاموس، 2019 -

- (Salah Eldine et al, 2021 - Aldosari et al, 2021).

يعتمد إدراك لون جسم ما على طبيعة هذا الجسم وطبيعة الضوء الساقط عليه والمستقبلات العصبية في العين البشرية. فيحدد لون الجسم حسب طول الموجة الضوئية المنعكسة عنه، ولكل طول موجي لون خاص به (Schmeling, 2016).

تعد المواد المبيضة من المواد المؤكسدة ذات الأساس الحامضي التي تحرر أيونات  $H^+$  عند تفككها (kukiattrakoon et al, 2011). يتصف مركب بيروكسيد الهيدروجين بأنه غير مستقر فهو يتحلل إلى الماء والأكسجين الفعال والجذور الحرة مثل جذر الهيدروكسيل Hydroxyl والبيروكسيد perhydroxyl. كما أن مادة بربورات الصوديوم تتحطم بعد مزجها مع الماء إلى ميتا بورات الصوديوم وتحرر الأكسجين الوليد وفوق أكسيد الهيدروجين (بيروكسيد الهيدروجين) الذي بدوره يتفكك كما ذكر سابقاً (Plotino et al, 2008).

يحدث تفاعل بين أيونات  $H^+$  والأيونات المعدنية من الخزف بعد تماس المواد المبيضة مع سطح الخزف ، مما يحرض على اختلاب المعادن من السطح الخزفي ويحرر بدرجة أولى أيونات  $Na^+$  و  $K^+$  فهي الأسرع، ثم يليها أيونات  $Al^{+3}$ ,  $p^{+3}$ ,  $Ca^{+2}$  ثم أيونات  $Zn^+$  ,  $Li^+$  وهي أبطئها تحرراً ( Karaokutan and Aykent, 2020 ) بالتالي يحدث انحلال في السطح الخزفي وتبدأ الجذور الحرة على أكسدة الجزيئات المصبغة العالقة أو المندخلة في الخزف وتزعزع استقرارها وتحطم الروابط بينها فتتفكك إلى سلاسل أقصر (joiner, 2006) مما يغير من طول الأمواج الضوئية المنعكسة عنها وعن السطح الخزفي مما يغير من اللون الظاهر (Zimmerli et al, 2010)

(Summitt et al, 2006). علاوةً على تغير اللون الناتج عن تغير طبيعة الخزف نفسه فقد ذكرت دراسات أجريت سابقاً حدوث تغير لوني في الخزف السني بعد تطبيق مواد التبييض العيادة والتبييض المنزلي عليه مباشرةً دون تلويته مسبقاً. (Soliman et al, 2020 - Rodrigues et al, 2017 - Kara et al, 2013)

تغيرت الإحداثيات اللونية حسب نظام  $CIE L^* a^* b^*$  بعد عملية التلوين / النقع ضمن المحاليل الملونة، حيث انخفضت قيمة  $L$  في عينات الخزف الفلدسباري وازدادت قيمة  $a$  و  $b$  في مجموعتي الخزف المختبرين. ويمكن أن يفسر تغير الإحداثيات اللونية باحتواء النباتات والفواكه بشكل خاص على مركبات نشطة بيولوجياً ومنها المركبات المولدة للصبغ Chromogenic polyphenols التي تعطي الثمار لونها الخاص ومثال عليها أنثوسيانين Anthocyanins الموجود في التوت والذي يستخدم كصبغة في مستحضرات التجميل (Sánchez-Salcedo et al, 2017). ومثلها أيضاً في أوراق الشاي ويدعى بالعص Tannic Glycoprotein (Khasnabis et al, 2015) وتمتلك تلك المركبات القدرة على الارتباط مع البروتينات السكرية في بنية الجراثيم الموجودة في Dental plaque بالتالي تؤدي إلى اصطباغ اللوحة السنية وانتقال الأصبغة للأسنان فيحدث تغير في لونها (Laela et al 2022). وذلك لأن الجزئيات الصبغية الموجودة في المواد الغذائية تشكل سلاسل طويلة ومعقدة مع روابط مضاعفة فيما بينها وتواجدها على السطح الخزفي أو السني تغير من طول الأمواج المنعكسة عنه فيتغير لونه الظاهر (zimmerli et al, 2010 - Şişmanoğlu et al, 2020 a)

تحتوي ثمار الفواكه أيضاً حموضاً عضويةً مثل citric acid و Limonene في البرتقال و Malic acid و citric acid في التوت (Benahmed et al, 2022) تعطيهما صفة النكهة الحامضية وتساعد في المحافظة على الثمرة وعلى المركبات مولدة الصبغ ولها دور وسيط في التفاعلات الكيميائية (Igual et al, 2010). لذلك أدى تعريض الخزف للحموض الكربونية carbonic acid الموجودة في الكولا والحموض العضوية الموجودة في عصائر الفواكه الحامضية البرتقال و التوت و الحمض الموجود في اللبن Lactic acid إلى اختلاب بعض المعادن من

سطح الخزف مما سبب نقص في التبلور وتخلخل في شبكة السيليكا وزيادة في ارتشاح الملونات الموجودة ضمن تلك المحاليل (Abdalkadeer et al, 2020 – Sağlam & Cengiz 2021)

يعزى التغير اللوني للعينات بعد عملية التلوين إلى تغير الإحداثيات اللونية حسب نظام  $L^*, a^*, b^*$  CIE بعد النقع ضمن المحاليل الملونة، حيث ازدادت قيمة  $a$  و  $b$  في كلا المجموعتين بسبب تأثير الأصبغة الموجودة في المحاليل الملونة المرتشحة إلى الخزف مما جعل لون العينات يميل إلى الصفرة والحمرة. كما انخفضت قيمة  $L$  في عينات الخزف الفلدسباري ليصبح أكثر قتامة. أما ارتفاع قيمة  $L$  في عينات الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم رغم عدم وجود فارق جوهري لذلك الارتفاع فيعزى إلى تأثير الأحماض العضوية في التوت والبرتقال واللبن التي تمتلك القدرة على إذابة التصبغات السطحية الناتجة عن العناصر الملونة إضافةً إلى تأثيرها في تآكل الخزف لذلك يمكن أن تعد مساعدة في التبييض (Benahmed et al, 2022 - Kim, 2020) ومنه كان ازدياد قيمة  $L$ .

وقد تغيرت تلك الإحداثيات مرةً أخرى بعد عملية التبييض - تطبيق المواد المؤكسدة على سطح العينات الخزفية - فبعد تطبيق مادة بربورات الصوديوم على عينات الخزف الزجاجي المعتمد على ثنائي سيليكات الليثيوم المتلونة ازدادت قيمة المعامل  $L^*$  وتناقصت قيمة المعامل  $a^*$  الذي جعل لون عينات تلك المجموعة يميل إلى الخضرة ويصبح أقل عتامة وأكثر سطوعاً. أما بعد تطبيق مادة بربورات الصوديوم على عينات الخزف الفلدسباري المتلونة فقد ازدادت قيمة المعامل  $L^*$  وازدادت قيمة المعامل  $b^*$  مما جعل لون عينات تلك المجموعة يميل إلى الصفرة وتصبح أكثر سطوعاً.

أدى تطبيق مادة بيروكسيد الهيدروجين على عينات الخزف الزجاجي المعتمد على ثنائي سيليكات الليثيوم المتلونة إلى زيادة قيمة كل من  $L^*$  و  $a^*$  الذي جعل لونها يميل إلى الحمرة ويزيد من درجة سطوعها. كما أدى تطبيق مادة بيروكسيد الهيدروجين على عينات الخزف الفلدسباري المتلونة إلى زيادة قيمة  $b^*$  فقط فأصبح لونها مائل إلى الصفرة.

نلاحظ وجود اختلاف في قيم الإحداثيات اللونية التي تغيرت حسب نوع الخزف ونوع المبيض المدروس وقد يرجع السبب إلى اختلاف التركيب الكيميائي لكل نوع خزفي ، فالخزف الفلدسباري يتكون من قالب زجاجي مع بلورات اللوسيت التي هي أساساً تتكون من سيليكات الصوديوم والبوتاسيوم وكما ورد سابقاً كانت أيونات  $Na^+$  و  $K^+$  الأسرع تحرراً، بينما الخزف الزجاجي المعتمد على ثنائي سيليكات الليثيوم يحوي بلورات ثنائي سيليكات الليثيوم وقد كانت أيونات  $Li^+$  الأبطأ تحرراً، الذي جعل تفاعلها مختلف مع مادتي بربورات الصوديوم وببروكسيد الهيدروجين.

استنتجنا بعد التحليل الإحصائي أن تأثير مادة بيروكسيد الهيدروجين في التغير اللوني للخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المتلون أكبر من تأثيره في الخزف الفلدسباري قد يفسر ذلك بأن البيروكسيد أدى لزيادة قيمة  $L$  في الخزف الأول فقط، وهي القيمة المعبرة عن مقدار السطوع فكلما زادت قيمتها واقتربت من 100 ازدادت درجة السطوع وبدأت العينة الخزفية بلون أنصع أو أفتح. حيث أن التغير في السطوع يعطي إحساساً باختلاف اللون أكثر من التغير في الكثافة أو الصبغة (Kina and Bruguera, 2008).

أما بالنسبة لتأثير مادة بربورات الصوديوم فلم نجد فارق جوهري إحصائياً في التغير اللوني بين نوعي الخزف المتلونين وقد يعود السبب إلى أن قيمة المعامل  $L$  المعبر عن السطوع كانت قد ازدادت في كلا نوعي الخزف بعد تطبيق بربورات الصوديوم عليهما.

كذلك ارتفاع قيمة  $b$  في الخزف الفلدسباري المتلون بعد تطبيق كل من المادتين المبيضتين يفسر نتيجة عدم وجود فارق جوهري في التغير اللوني بين مجموعتي الخزف الفلدسباري المتلون بعد تطبيق كل من المادتين المؤكسدتين أو المبيضتين المختبرتين.

وبالمثل فإن زيادة قيمة  $L$  في الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المتلون بعد تطبيق كل من المادتين المبيضتين عليه يفسر عدم وجود فارق جوهري إحصائياً في التغير اللوني بين مجموعتي الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المتلون المعالجتين بمادتي التبييض المختبرتين.

وجدنا زيادة في المتوسطات الحسابية لقيم تغير خشونة قبل وبعد التلوين وبعد التبييض، قد ينسب لتأثير الملونات والمبيضات التراكمي على سطح العينات الخزفية بما فيه من قمم ووديان تشكل معالمه السطحية التي تعرضت للمحاليل الملونة المتعددة ذات التركيب الكيميائي الحمضي وذات درجات الحموضة المنخفضة نسبياً، فأدى اجتماعها متتالية مع تطبيق المبيض بعدها إلى تفاعلهم مع الأيونات المعدنية من الخزف واختلاب المعادن من سطحه وحل القالب الزجاجي وبالتالي ازدياد في خشونة السطح.

استنتجنا بعد التحليل الإحصائي عدم وجود فروقٍ جوهريّةٍ في تغير خشونة  $\Delta Ra$  المسبب بتأثير مادتي التبييض على كل من نوعي الخزف المدروسين. قد يعود السبب لتشابه أثرهما رغم اختلافهما في قوة الأكسدة فالمدة التي طبق فيها مادة بربورات الصوديوم ذات الأكسدة الضعيفة كانت طويلة كفاية لجعل الأكسجين الوليد والجزور الحرة المحررة منها تكافئ التأثير الكيميائي لمادة بيروكسيد الهيدروجين المؤكسد القوي مرتفع التركيز المطبق لمدة أقصر. كذلك لا يوجد فرق جوهري في تغير خشونة  $\Delta Ra$  بين الخزفين بعد تطبيق كل من المبيضين رغم وجود فارق جوهري بين تغير خشونة الخزفين بعد التلوين وقد كان أكبر في الخزف الفلدسباري وذلك يرجع إلى أن زيادة خشونة بعد تطبيق المبيضات كانت أكبر في الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم منه في الفلدسباري فتقاربت درجة خشونة السطحية النهائية. وذلك لانكشاف بلورات ثنائي سيليكات الليثيوم بعد انحلال القالب الزجاجي بتأثير المبيض مما ساهم في زيادة خشونة السطح كما يحدث عند تخريشه بحمض الفوسفور (Tarek, 2021).

يمكن لتغير طبوغرافية السطح أن يؤثر في الخصائص البصرية للعينات الخزفية. مما يفسر وجود ارتباط بين تغير لون وتغير خشونة العينات بعد تلوينها وكذلك بعد استعمال مادة بربورات الصوديوم على الخزف الفلدسباري. أما عدم وجود ارتباط جوهري بين تغير اللون وتغير خشونة بعد تطبيق بيروكسيد الهيدروجين على الخزف الفلدسباري قد يعزى لقوة أكسدته وتأثيره على الملونات الموجودة على السطح الخزفي وأيضاً تأثيره في السطح الخزفي نفسه فلم يكن تغير اللون مرتبط فقط بحدوث تغير في خشونة وإنما قد يكون مرتبط بعوامل أخرى كانهلال

السيليكا واختلاب المعادن من سطحه وتأثيره على بلورات اللوسيت. كذلك الأمر عند استعمال المادتين المبيضتين على الخزف ثنائي سيليكات الليثيوم فقد حدث انحلال في القالب الزجاجي وبروز بلورات الليثيوم على السطح وليس فقط أكسدة الملونات فلم يكن تغير اللون يتعلق بتغير الخشونة.

اختلفت نتائج هذا البحث مع نتائج دراسات سابقة وجدت أن التغير اللوني للمواد الخزفية (الخزف الفلدسباري والخزف الزجاجي المعتمد على ثنائي سيليكات الليثيوم والخزف الهجين) لم يكن مدرك حسيّاً بعد عمليتي التلوين والتبييض ويرجع السبب لاختلاف برتوكول التلوين والتبييض. فقد اعتمد النقع ضمن محلول القهوة ولمدة أسبوع واحد ثم استخدم 10% كرباميد بيروكسيد كمبيض وطبقه 6 ساعات في اليوم لأربعة أيام متتالية فقط. ويعود اتخاذ تلك الفترات الزمنية القصيرة لكون المقارنة كانت بين المواد الراتنجية مع المواد الخزفية وتلك الفترات الزمنية كانت كافية لإحداث التغير اللوني المحسوس في المواد الراتنجية (Gasparik et al, 2019).

كذلك اختلفت نتائج هذا البحث مع نتائج دراسة سابقة أظهرت عدم وجود تغيرٍ جوهري في لون وطبوغرافية السطح الخزفي الفلدسباري بعد عملية التلوين بالقهوة لسبعة أيام، وبعد التبييض بمادة 16 % كرباميد بيروكسيد بتطبيقها 6 ساعات في اليوم لمدة 7 أيام. وقد يعود السبب لقصر المدة الزمنية للتلوين والتبييض وإلى التركيز المنخفض من مادة المبيض مقارنة مع المدة والتركيز الذين اتبعناهما في دراستنا (Sağlam and Cengiz, 2021)

اتفقت نتائج هذا البحث مع نتائج دراسة سابقة التي وجدت تغير لوني جوهري وزيادة في خشونة السطح الخزفي بعد التبييض بمادة كرباميد بيروكسيد 35 % لساعة واحدة وذلك بعد أن نقعت عينات من الخزف الزجاجي المعتمد على ثنائي سيليكات الليثيوم في القهوة مدة 45 يوم. وقد يرجع اتفاق النتائج لتقارب تركيز المادة المختبرة.

(Thaworanunta et al, 2019)

كذلك اتفقت نتائج هذا البحث مع نتائج دراسة سابقة درست إزالة التلون من عينات ثنائي سيليكات الليثيوم المصممة والمصنعة بمساعدة الحاسوب باستعمال 15 % كرباميد بيروكسيد بتطبيقه 6 ساعات في اليوم مدة 7 أيام وعودتها

إلى لونها الأصلي وذلك وبعد تلوينها بنقعها في القهوة 12 يوم، وقد اتفقنا معه رغم استعمالهم لمؤكسد قليل التركيز ولمدة أقل من بروتوكول بحثنا وذلك يرجع لأن التغير اللوني بالقهوة لم يتجاوز 3.3 أي كان تحت عتبة الإدراك الحسي (Al-Angari et al, 2023).

### الإسقاطات السريرية:

يعد هذا البحث دراسة مخبرية إلا أن له العديد من الإسقاطات على الواقع السريري، حيث يمكن بالاعتماد على نتائج هذه الدراسة تعديل لون التعويضات الخزفية المتلونة بفعل العادات الغذائية.

### الجديد والمفيد في البحث:

تم فيه صنع مادة تبييض بسيطة بدءاً من مواد كيميائية خام متوافرة في الأسواق المحلية (حبوبات بربورات الصوديوم ومحلول بيروكسيد الهيدروجين) وبإضافة مواد متوفرة محلياً لتعديل القوام وذلك تسهيلاً لاستخدامها في البحث وبعدها سريرياً عوضاً عن استخدام المواد المبيضة التجارية لتحقيق فائدة اقتصادية مضافة للفعالية الجيدة.

كذلك كان استخدام مادة بربورات الصوديوم بطريقة جديدة مختلفة عن الطريقة المعهودة وهي استخدامها على السطح الخارجي بدلاً من استخدامها داخلياً ضمن الحجرة اللبية للأسنان المعالجة لبياً.

يقدم هذا البحث فائدة سريرية تتمثل بإيجاد حل محافظ وغير مكلف لمشكلة التلون يعوض عن الخيار المتاح سابقاً ألا وهو استبدال التعويض. وبالاعتماد على تراكيز مختلفة عن التراكيز المدروسة في الأبحاث السابقة للحصول على الفعالية الجيدة بأقل آثار جانبية مسيئة للتعويض.

### محدوديات البحث:

تتميز الدراسات المخبرية بقدرتها على توحيد المعايير والسيطرة على المتغيرات المختلفة (نوع الخزف - نوع المبيض - محاليل التلوين) إلا أن صعوبة إعادة الظروف المعقدة من التغيرات الحرارية والكيميائية والميكانيكية المحدثه ضمن البيئة الفموية تشكل العائق الأكبر في هذه الدراسات. وبالتالي نحتاج دراسات سريرية تؤكد تلك النتائج.

إضافةً إلى أن وجود اللعاب في الفم كعامل مرطب يؤثر في الخصائص البصرية لسطح المواد الترميمية، وأيضاً وجوده قد يخفف من تركيز المادة المبيضة.

وقد تم إنجاز عملية التبييض في درجة حرارة الغرفة وليست في حرارة الفم قد يكون له تأثير على فعاليتها.

واقترنت هذه دراسة على نوعين خزفيين فقط.

الباب الخامس

الاستنتاجات

**Conclusions**

## الاستنتاجات:

1. حدث تغير في لون الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المتلونين باستعمال مادة بيروكسيد الهيدروجين ومادة بربورات الصوديوم.
2. يمكن بنسبة عالية استعادة اللون الأصلي للخزف الفلدسباري وللخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المتلونين باستعمال مادة بيروكسيد الهيدروجين ومادة بربورات الصوديوم.
3. ازدادت خشونة سطح الخزف الفلدسباري والخزف ثنائي سيليكات الليثيوم المتلونين باستعمال مادة بيروكسيد الهيدروجين ومادة بربورات الصوديوم.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

**Suggestions and Recommendations**

## 6-1- التوصيات:

ضمن محدوديات هذا البحث نوصي بما يلي:

1. أخذ التغير اللوني لنوعي الخزف الفلدسباري وثنائي سيليكات الليثيوم بالاعتبار عند استعمال مواد التبييض

في الأقواس السنية التي تتضمن تعويضات خزفية.

2. يمكن استعمال بيروكسيد الهيدروجين وبربورات الصوديوم لاستعادة اللون عند حدوث تبدل لوني في

التعويضات الخزفية الفلدسباري وثنائي سيليكات الليثيوم مع الحرص على إجراء إنهاء وتلميع للسطح الخزفي

بعد تطبيقهما.

## 6-2- المقترحات:

1. إجراء دراسة مشابهة لأنواع خزفية أخرى بهدف تعميم نتائج هذه الدراسة.
2. إجراء دراسات مشابهة باستعمال تراكيز مختلفة من مواد التبييض بأزمنة مختلفة بهدف الوصول لبريتوكول يعطي أفضل النتائج بأقل آثار جانبية.
3. إجراء دراسة مشابهة تقارن بين تأثير مواد التبييض على الأسنان والخزف معاً.
4. إجراء دراسة سريرية لاختبار الأداء السريري للبريتوكول المتبع في هذه الدراسة.

الباب السابع

المراجع

**References**

- الحاج سعيد، أ. الشلاح، أ. (2012). الصناعات اللاعضوية. دمشق. سورية. جامعة دمشق. كلية العلوم. ص: 201-280.
- السعدي، ح. وعلاف، م. (2024). دراسة توزيع انتشار لون الأسنان الطبيعية في المجتمع السوري. ر: 1111. ود/14036. دمشق: سوريا. مجلة جامعة دمشق للعلوم الطبية
- السعدي، م. جاموس، ع. (2019). تقييم الثبات اللوني لمادة cube المستخدمة في التيجان الكاملة والوجوه الخزفية بعد غمرها بعدة محاليل لونية (دراسة مقارنة). ماجستير. تعويضات الأسنان الثابتة. كلية طب الأسنان. جامعة دمشق. دمشق: سورية. ص: 104
- شرف، خ. خضور، ع. (2014) علم القياس والقياسات الميكانيكية: بنية السطوح الهندسية. جامعة دمشق. كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية قسم هندسة التصميم الميكانيكي والميكانيك العام والآليات. ص: 299-334.
- سايس، س. البني، ص. (2012) المرجع في المواد السنية، جامعة دمشق. كلية طب الأسنان. 903-1011.
- Abdalkadeer, H. K., Almarshedy, S. M., Al Ahmari, N. M., Al Moaleem, A. M., Aldosari, A. A., & Al Ghazali, N. A. (2020). Influence of the Coca-Cola drinks on the overall color of glazed or polished porcelain veneers fabricated from different materials and thicknesses: An in vitro study. The Journal of Contemporary Dental Practice, 21(1), 56-61.
- Aydın, N., Karaoğlu, S., Oktay, E. A., & Ersöz, B. (2021). Investigation of single shade composite resin surface roughness and color stability. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 31(2), 207-214

- Al-Angari, S. S., Eckert, G. J., & Sabrah, A. H. (2021). Color stability, roughness, and microhardness of enamel and composites submitted to staining/bleaching cycles. **The Saudi dental journal**, 33(4), 215-221.
- Aldosari, L. I., Alshadidi, A. A., Porwal, A., Al Ahmari, N. M., Al Moaleem, M. M., Suhluli, A. M., & Shami, A. O. (2021). Surface roughness and color measurements of glazed or polished hybrid, feldspathic, and Zirconia CAD/CAM restorative materials after hot and cold coffee immersion. **BMC Oral Health**, 21(1), 422.
- Al-Dwairi, Z. N., Al-Hamad, K. Q., Khasawneh, M. I., & Lynch, E. (2013). Influence of dentine thickness and repeated firing on the colour of IPS e. max press. The **European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, 21(2), 88-94.
- Alencar-Silva, F. J., Barreto, J. O., Negreiros, W. A., Silva, P. G., Pinto-Fiamengui, L. M. S., & Regis, R. R. (2019). Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. **The Journal of prosthetic dentistry**, 121(4), 711-e1.
- Alharbi, A., Ardu, S., Bortolotto, T., & Krejci, I. (2018). In-office bleaching efficacy on stain removal from CAD/CAM and direct resin composite. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**. 30(1),51-58.
- Alkahtani, R., Stone, S., German, M., & Waterhouse, P. (2020). A review on dental whitening. **Journal of Dentistry**, 100.103423
- Almalki, A., Conejo, J., Wünsche, A., Anadioti, E., & Blatz, M. B. (2022). Digital Smile Design and Fabrication of CAD/CAM Restorations in a Complex Esthetic Case. **Compendium of Continuing Education in Dentistry** , 43.(10), 664-668
- Alnusayri, M., Sghaireen, M., Mathew, M. et al. (March 20, 2022). Shade Selection in Esthetic Dentistry: A Review. **Cureus** 14(3), e23331
- AM Sulieman, M. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. **Periodontology** 2000, 48(1), 148-169

- Attin, T., F. Ajam, P. F., Lennon, A. M. (2003). Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. **International Endodontic Journal**, 36(5), 313–329.
- Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018). Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. **Open access Macedonian journal of medical sciences**, 24; 6(9), 1742-1755.
- Banomyong, D. (2022). Clinical considerations for non-vital tooth walking bleaching. **Thai Endodontic Journal**, 1(1), 33-42.
- Benahmed, A. G., Gasmi, A., Menzel, A., Hrynovets, I., Chirumbolo, S., Shanaida, M., & Bjørklund, G. (2022). A review on natural teeth whitening. **Journal of oral biosciences**, 64(1), 49-58.
- Celik, C., Yuzugullu, B., Erkut, S., Yazici, A.R., (2009). Effect of bleaching on staining susceptibility of resin composite restorative materials. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 21(6), 407–414.
- chu, S. J., Devigus, A., & Mieszko, A. J. (2004). **Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry**, Chicago, IL: Quintessence publishing company.
- Dal Piva, A. M. O., Tribst, J. P. M., Werner, A., Anami, L. C., Bottino, M. A., & Kleverlaan, C. J. (2019). Three-body wear effect on different CAD/CAM ceramics staining durability. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, 103, 103579.
- Denry, I. L., Sakaguchi, R., Ferracane, J., Powers, J. . (2019). Restorative Materials: Ceramics. **Craig's restorative dental materials**, fourteenth Edit, St. Louis, Missouri: Elsevier, 209-225

- Derafshi, R., Khorshidi, H., Kalantari, M., & Ghaffarlou, I. (2017). Effect of mouthrinses on color stability of monolithic zirconia and feldspathic ceramic: an in vitro study. **BMC Oral Health**, 17(1),129.
- Dos Santos, D. M., da Silva, E. V. F., Watanabe, D., Bitencourt, S. B., Guiotti, A. M., & Goiato, M. C. (2017). Effect of different acidic solutions on the optical behavior of lithium disilicate ceramics. **The Journal of prosthetic dentistry**, 118(3), 430-436.
- El-Murr, J., Ruel, D., St-Georges, A.J., (2011). Effects of external bleaching on restorative materials: a review. **Journal Canadian Dental Association**. 77, b59
- Gasparik, C., Culic, B., Varvara, M. A., Grecu, A., Burde, A., & Dudea, D. (2019). Effect of accelerated staining and bleaching on chairside CAD/CAM materials with high and low translucency. **Dental Materials Journal**, 38(6), 987-993.
- Goldstein, R. E., Chu, S. J., Lee, E. A., & Stappert, C. F. (2019). **Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry**. John Wiley & Sons.6(3), 205
- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Quispe López, N., Portillo Muñoz, M., & Montero, J. (2022). 3D master toothguide is adequate to subjective shade selection. **Medicina**, 58(3), 457.
- Gupta, R., Parkash, H., Shah, N., & Jain, V. (2005). A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**, 5(2), 72-78.
- Hardan, L., Bourgi, R., Cuevas-Suarez, C. E., Lukomska-Szymanska, M., Monjaras-Avila, A. J., Zarow, M., ... & Haikel, Y. (2022). Novel trends in dental color match using different shade selection methods: a systematic review and meta-analysis. **Materials**, 15(2), 468.

- Igual, M. G. M. E., Garcia-Martinez, E., Camacho, M. M., & Martinez-Navarrete, N. (2010). Effect of thermal treatment and storage on the stability of organic acids and the functional value of grapefruit juice. **Food Chemistry**, 118(2), 291-229.
- INNOVATEST Europe BV. (n.d.).TR-200 surface roughness tester: Datasheet.
- Ispas, A., Iosif, L., Popa, D., Negucioiu, M., Constantiniuc, M., Bacali, C., & Buduru, S. (2022). Comparative assessment of the functional parameters for metal-ceramic and all-ceramic teeth restorations in prosthetic dentistry—a literature review. **Biology**, 11(4), 556.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. **Journal of dentistry**, 32(1), 3-12.
- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. **Journal of dentistry**, 34(7), 412-419.
- Jouhar, R., Ahmed, M., Khurshid, Z. (2022). An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry. **MDPI**, 12(14- \_Applied Sciences in oral Health and Clinical Dentistry), 6841.
- Kara, O., & Ozyilmaz, O. Y. (2018). Have an effect different bleaching procedures on esthetic ceramic surface's roughness.**International Journal of Applied Dental Sciences** 4(4): 73-76
- Karaokutan, I., & Aykent, F. (2020). Effect of a home bleaching agent on the ion elution of different esthetic materials. **Journal of Prosthodontics**, 29(9), 805-813.
- Kassapidou, M., Stenport, V. F., Johansson, C. B., Syverud, M., Johansson, P. H., Börjesson, J., & Hjalmarsson, L. (2023). Cobalt chromium alloys in fixed prosthodontics: Investigations of mechanical properties and microstructure. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 130(2), 255.e1- 255.e10.

- Khasnabis, J., Rai, C., & Roy, A. (2015). Determination of tannin content by titrimetric method from different types of tea. **Journal of chemical and pharmaceutical research**, 7(6), 238-241.
- Kina, S., & Bruguera, A. (2008). **Invisible: esthetic ceramic restorations**. Artes Medicas. UK: 420
- Kim, S. Y. (2020). Effects of Milk, Cheese, and Strawberry Counteracting Tooth Discoloration Induced by Coffee or Red Wine. International Journal of High School Research. DOI, 10, v2i3.
- Klotz, A. L., Habibi, Y., Hassel, A. J., Rammelsberg, P., & Zenthöfer, A. (2020). How reliable and accurate is the shade determination of premolars by spectrophotometry. **Clinical oral investigations**, 24(4), 1439-1444.
- Kukiattrakoon, B., Hengtrakool, C., & Kedjarune-Leggat, U. (2011). Effect of acidic agents on surface roughness of dental ceramics. **Dental research journal**, 8(1), 6.
- Kunz, P. V. M., Serpa, G. A., Cunha, L. F. D., Correr, G. M., & Gonzaga, C. C. (2022). Fit of metal-ceramic crowns: effect of coping fabrication method and veneering ceramic application. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, 21(12), e255136.
- Kurt, M., & Bal, B. T. (2019). Effects of accelerated artificial aging on the translucency and color stability of monolithic ceramics with different surface treatments. **The Journal of prosthetic dentistry**, 121(4), 712.e1- 712.e8
- Kutkut, N., Jordi, M., Almalki, A., Conejo, J., Anadioti, E., & Blatz, M. (2025). Comparison of the accuracy and reliability of instrumental shade selection devices and visual shade selection: An in vitro study. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 37(2), 477-484.
- Laela, D. S., Mulyanti, S., & Mulyo, G. P. (2022). The Effectiveness of Mulberry and Red Beetroot as Plaque Coloring on Streptococcus Mutans Glycoprotein. **Journal of International Dental & Medical Research**, 15(4), 1553-1559.

- Malpani, S., Shiraguppi, V. L., Deosarkar, B., Das, M., Nagargoje, G., & Gadge, P. (2019). Bleaching of discolored teeth: A review. **Journal of Interdisciplinary Dental sciences**, 8(1), 15-22.
- Marchesi, G., Camurri Piloni, A., Nicolin, V., Turco, G., & Di Lenarda, R. (2021). Chairside CAD/CAM materials: current trends of clinical uses. **Biology**, 10(11), 1170
- Mei, L., & Guan, G. (2023). Profilometry and atomic force microscopy for surface characterization. **Nano TransMed**. 2(1), e9130017
- Menini, M., Rivolta, L., Manauta, J., Nuvina, M., Kovacs-Vajna, Z. M., & Pesce, P. (2024). Dental Color-Matching Ability: Comparison between Visual Determination and Technology. **Dentistry Journal**, 12(9), 284.
- Miljkovic, M., Dacic, S., Mitic, V., Jovanovic, M., & Andjelkovic-Apostolovic, M. (2024). Bleaching effect on bonding performance of composite to enamel. **Microscopy Research and Technique**, 87(10): 2418-2424
- Nascimento Oliveira, A. L., Elias, C. N., Salomão dos Santos, H. E., Santos, C. D., & de Biasi, R. S. (2022). Physical properties and color stainability by coffee and red wine of opaque and high translucency zirconia dental ceramics after hydrothermal degradation. **International Journal of Biomaterials**, 2022(1), 1571729
- Noorsaeed, D. A. S., Alkhatti, E. A. A., Aletayani, H. N. M., Alamer, S. M. S., Alsamari, A. Z. M., Alwuhaimed, S. M. J., ... & Al-Satrawi, S. R. (2023). Overview on Mechanisms and Complications of Dental Bleaching. **International Journal of Life Science and Pharma Research**, 13(1), L24-L34.
- Ourique, S. A. M., Arrais, C. A. G., Cassoni, A., Ota-Tsuzuki, C., & Rodrigues, J. A. (2011). Effects of different concentrations of carbamide peroxide and bleaching periods on the roughness of dental ceramics. **Brazilian oral research**, 25(5), 453-458.

- Ozdogan, A., Duymus, Z. Y., Ozbayram, O., & Bilgic, R. (2019). Effect of different bleaching agents on the surface roughness and color stability of feldspathic porcelain. **Brazilian Dental Science**, 22(2), 213-219.
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. **Journal of endodontics**, 34(4), 394-407.
- Radwan, H., Elnaggar, G., & El Deen, I. S. (2021). Surface roughness and color stability of 3D printed temporary crown material in different oral media (In vitro study). **International Journal of Applied Dental Sciences**, 7(1), 327-334
- Ragain, JC. (2016). A Review of Color Science in Dentistry: Shade Matching in the Contemporary Dental Practice. **Journal of Dentistry Oral Disorders and Therapy**, 4(2):1-5
- Rashid H. (2014). The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. **European journal of dentistry**. 8(4), 571–579.
- Revilla-León, M., Methani, M. M., & Özcan, M. (2021). Impact of the ambient light illuminance conditions on the shade matching capabilities of an intraoral scanner. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 33(6), 906-912
- Rodrigues, C. R. T., Turssi, C. P., Amaral, F. L. B., Basting, R. T., Franca, F. M. G. (2019) Changes to Glazed Dental Ceramic Shade, Roughness, and Microhardness after Bleaching and Simulated Brushing. **Journal of Prosthodontics** , 28(1), e59-e67.
- Rosenstiel, S. F., Land, M. F., & Fujimoto, J. (2016). **Contemporary Fixed Prosthodontics**, Fifth Edit. Elsevier: 220, 879.
- Rosentritt, M., Schneider-Feyrer, S., & Kurzendorfer, L. (2024). Comparison of surface roughness parameters Ra/Sa and Rz/Sz with different measuring devices. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**. 150, 106349

- Sağlam, G., & Cengiz, S. (2021). The Evaluation of the Effect of Coffee Staining and 16% Carbamide Peroxide Bleaching on the Color Change of Chairside CAD/CAM Ceramics. **Journal of Dental Materials & Techniques**, 10(4),198-205.
- Salah Eldine, D., Kamel, M., & Morsy, A. (2021)The color change of indirect zirconia containing restorative materials. **Egyptian Dental Journal**, 67(2), 1701-1709.
- Sánchez-Salcedo, E. M., Amorós, A., Hernández, F., & Martínez, J. J. (2017). Physicochemical properties of white (*Morus alba*) and black (*Morus nigra*) mulberry leaves, a new food supplement. **J. Food Nutr. Res**, 5(4), 253-261.
- Schmeling, M., 2016: Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 1: Fundamentals of Color. **International Journal of Dental Sciences**, 18(1), 23-32.
- Shen, C., Rawls, H.R., Esquivel-Upshaw, J. F.(2022). **Ceramic-Based Materials: phillips' science of dental materials**, thirteenth Edit. Elsevier :202-232
- Shenoy, A., & Shenoy, N. (2010). Dental ceramics: An update. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, 13(4), 195-203.
- Singhal, R., Namdev, R., Singhal, P., Rajput, N., & Narang, S. (2022). Newer technique of extra-coronal bleaching with sodium perborate on non-pitted fluorosis stains in permanent anterior teeth. **Journal Of Clinical Pediatric Dentistry**, 46(2), 112-118.
- Şişmanoğlu, S. (2020)a. An overview of vital tooth bleaching. **Aurum Journal of Health Sciences**, 2(2), 115-139.
- Şişmanoğlu, S. (2020)b. Bleaching of nonvital teeth: a review. **Aurum Journal of Health Sciences**, 2(2), 91-114.
- Soliman, F. M., Dawood, L., & Abo El-Farag, S. A. (2020). Effect of in-office bleaching techniques and topical fluoride application on color and surface roughness

- of two types of dental ceramics (in-vitro study). **Egyptian Dental Journal**, 66(2-April (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry & Endodontics) 1243-1251.
- Solís Pinargote, N. W., Yanushevich, O., Krikheli, N., Smirnov, A., Savilkin, S., Grigoriev, S. N., & Peretyagin, P. (2024). Materials and methods for all-ceramic dental restorations using computer-aided design (CAD) and computer-aided manufacturing (CAM) technologies—a brief review. **Dentistry journal**, 12(3), 47.
  - Stewart, M. G., & Bagby, M. (2020). **Clinical aspects of dental materials Theory, Practice, and Cases**, Fifth Edit. Wolters Kluwer: 1150
  - Summitt, JB. (2006) Natural tooth bleaching: fundamental operative dentistry .Third Eidt, Chicago: Quintessence Pub. 437-462
  - Tarek, M.(2021). Effect of Er, Cr: YSGG Laser versus acid etching surface treatment on the surface roughness and topography of two pressable lithium disilicate ceamics.In-Vitro study. **Egyptian Dental Journal**, 67(2),1571-1581.
  - Tavangar, M. S., Mousavipour, E., Ansarifard, E.(2024).The effect of bleaching on the optical and physical properties of externally stained monolithic zirconia. **Clinical and Experimental Dental Research**, 7(5), 861-867.
  - Thaworanunta, S., Sriprasert, N., Tarawatcharasart, P., Subtanarat, A., Cholsiri, C., Ratanasaovaphak, K., & Phrajunpanich, P. (2019). Exposure to coffee and bleaching altered surface treated lithium disilicate porcelain color and surface roughness. **Mahidol Dental Journal**, 39(3), 267-276.
  - Tieh, M. T., Waddell, J. N., & Choi, J. J. E. (2022). Optical properties and color stability of denture teeth—A systematic review. **Journal of Prosthodontics**, 31(5), 385-398
  - Tung, F. F., Goldstein, G. R., Jang, S., & Hittelman, E. (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. **The Journal of prosthetic dentistry**, 88(6), 585-590.

- Turkun, L. and S. Turkun, M.(2004). Effect of bleaching and repolishing procedures on stain removal from anterior composite veneering. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry** 16(5): 290–302 .
- Turgut, S., Kiliç, H., Utku Ulusoy, K., & Bagis, B. (2018). The Effect of Desensitizing Toothpastes and Coffee Staining on the Optical Properties of Natural Teeth and Microhybrid Resin Composites: An In-Vitro Study. **BioMed Research International**, 2018,9673562.
- Ural, N. (2021). The significance of scanning electron microscopy (SEM) analysis on the microstructure of improved clay: An overview. **Open Geosciences**, 13(1), 197-218.
- Vadher, R., Parmar, G., Kanodia, S., Chaudhary, A., Kaur, M., & Savadhariya, T. (2014). Basics of color in dentistry: A review. **IOSR Journal of Dental and Medical Sciences**, 13(9), 78-85.
- Wiegand, A., Drebenstedt, S., Roos, M., Magalhães, A. C., & Attin, T. (2008). 12-Month color stability of enamel, dentine, and enamel–dentine samples after bleaching. **Clinical oral investigations**, 12(4), 303-310.
- Zenthöfer, A., Wiesberg, S., Hildenbrandt, A., Reinelt, G., Rammelsberg, P., & Hassel, A. J. (2014). Selecting VITA classical shades with the VITA 3D-master shade guide. **The International Journal of Prosthodontics**, 27(4), 376-82
- Zhang, Y., Sailer, I., & Lawn, B. R. (2013). Fatigue of dental ceramics. **Journal of dentistry**, 41(12), 1135-1147.
- Zimmerli, B., Jeger, F., & Lussi, A. (2010). Bleaching of nonvital teeth. **Schweiz Monatsschr Zahnmed**, 120(4), 306-13.

## Abstract

**Introduction:** Consuming staining beverages can lead to discoloration of restorations in the oral cavity, and that needs restorations to be replaced. Bleaching materials may make changes of ceramic surface and remove stains, making their use a conservative alternative instead of replacing prosthesis.

**Objective:** This study evaluated the effect of Hydrogen Peroxide and Sodium Perborate on surface roughness and stain removal on stained Lithium disilicate and Feldspar glass ceramic.

**Materials and Methods:** Thirty-two discs were prepared of feldspar (diameter  $6.4 \pm 0.2$  mm, thickness  $2.2 \pm 0.1$  mm). and lithium disilicate glass ceramic (diameter  $7 \pm 0.1$  mm, thickness  $2.2 \pm 0.1$  mm). Specimens were divided into four groups, based on the type of porcelain and bleaching agent used ( $n=8$ ). The specimens were immersed in (tea, yogurt, soda, orange juice, and Mulberry juice) for 6 days each. Hydrogen Peroxide 30% was applied to specimens for 2 hours. Sodium Perborate was applied for 14 days/6 hours per day. CIE LAB parameters and surface roughness values were recorded at three times; baseline color, post staining, and post bleaching. Data were statistically analyzed using t-test and ANOVA.

**Results:** There were significant differences in color change in groups after staining and after bleaching to perceived values. Significant differences in surface roughness after staining and after bleaching were recorded. There was no significant difference in residual color parameters among groups.

**Conclusions:** : 30% hydrogen peroxide and sodium perborate bleaching can remove staining from stained ceramic. Surface roughness increased by bleaching, with no correlation with color change.

**Keywords:** Feldspar ceramic, Lithium disilicate glass ceramic, Bleaching, Bleaching Agents, Hydrogen Peroxide, Sodium Perborate, color changes ,Stain Removal.

**Syrian Arab Republic**  
**Damascus University**  
**Faculty of Dentistry**  
**Department of Fixed prosthodontics**



**Effect of Oxidizing Materials on Optical Properties and  
Surface Roughness of Discolored Dental Ceramic  
(In vitro Study)**

**A dissertation submitted in fulfillment of the requirements for the degree of  
Master in Dental medicine - Fixed prosthodontics**

**by  
Nour Kaheel**

**Supervisor  
Prof. Issam Jamous**

**2025**