



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم التعويضات الثابتة

تأثير اختلاف نوع الخليطة المعدنية في لون الخزف في الترميمات الخزفية المعدنية

(دراسة مخبرية)

**The effect of different metal alloys on the color of porcelain in
the metal-ceramic restorations**

(in vitro study)

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

اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحثة

رهام محمد خير كركندي

بإشراف المدرّس الدكتور

محمّد لؤي مراد

مدرّس في قسم التيجان والجسور

كلية طب الأسنان – جامعة دمشق

١٤٤٠ هـ - ٢٠١٨ م

تصريح

" لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أية جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي "

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا }

صدق الله العظيم

سورة طه ، الآية (١١٤)

الإهداء

إلى من لا حياة بلا وجوده إلى من قدم لنا الكثير دون مقابل صاحب القلب الحنون...
والدي العزيز...

إلى روح الروح ونور العين ... هبة الرحمن وجنة الأرض...
أمي الغالية...

إلى من أجده دوماً إلى جانبي .. رفيق العمر وشريك الدرب ..
زوجي العزيز...

إلى أغلى ما في الوجود وفرحة العمر ..
ابني الحبيب...

إلى من عشت معهم وسعدت بوجودهم في حياتي...

عائلي الثانية.. عائلة زوجي...

إلى من كانوا لي سنداً وقوة .. إلى من يشاركونني فرحتي ويواسونني عند ألمي...
إخوتي..

وأخيراً أهدي هذا البحث إلى كل من يجد فيه نفعاً أو عوناً

كلمة شكر

انطلاقاً من العرفان بالجميل وأنا أخطو خطواتي الأخيرة لإتمام هذا البحث، أتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة، لهم جميعاً أعضاء الهيئة التدريسية في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق أقدم خالص الشكر والمحبة.

أبدأ شكري وامتناني لأستاذي المشرف المدرّس الدكتور محمد لؤي مراد رئيس قسم التيجان والجسور في كلية طب الأسنان جامعة دمشق، والذي كان خير أخ ومعلم، منحني من وقته وصبره الكثير، ما أضاء طريقي لإنهاء هذا العمل فكان خير سند لي تجاه ما اعترضني من عقبات، فله مني كل الشكر والتقدير

كما أتوجه بالشكر إلى عضوي لجنة الحكم، السادة الأفاضل :

الأستاذ الدكتور إياد الشعراني أستاذ في قسم التعويضات المتحركة في جامعة دمشق لتفضله بقبول المشاركة في لجنة الحكم، فله مني كل آيات التقدير والاحترام.

الأستاذ المساعد الدكتور جهاد أبو نصار أستاذ مساعد في قسم التيجان والجسور في جامعة دمشق، الذي أكن له كل الاحترام والتقدير لدوره الجاد في ترسيخ أسس البحث العلمي، فله مني كل الشكر.

كما أتوجه بالشكر الجزيل لإدارة كلية طب الأسنان ممثلة بعميدها الأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب، والأستاذ الدكتور محمد أسامة الجبان نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون الإدارية، والأستاذ المساعد الدكتور رانيه حداد نائب العميد للشؤون العلمية.

ولا أنسى أن أخص بالشكر أساتذتي أعضاء قسم التيجان والجسور فرداً فرداً لرعايتهم وتشجيعهم طلاب العلم .

كما أتوجو بالشكر والامتنان للتقنية المخبرية ريان الجاويش لما قدمته من مساعدة عظيمة في إنجاز هذا البحث . فله مني كامل المحبة والتقدير.

وأتوجه بالشكر إلى الدكتور محمد رشيد النملي الذي قام بإنجاز الدراسة الإحصائية.

كما أشكر أصدقائي و زملائي وأخص بالذكر الدكتور نور الدين خربوطلي، الدكتورة منار موصلي،

الدكتورة فاطمة مدلج ، الدكتورة لمى مرمر.

وأخيراً الشكر الجزيل لكل من قدم المساعدة في إنجاز هذا البحث وفاتني ذكر اسمه .

قائمة المحتويات

الصفحة	المحتويات
٩	قائمة بالأشكال والمخططات والجداول.....
١٣	المقدمة.....
١٥	الهدف من البحث.....
١٦	الباب الأول : المراجعة النظرية.....
١٧	١.١ - الخلائط السنية المعدنية:.....
١٧	١.١.١ - تصنيف الخلائط المعدنية.....
١٩	٢.١.١ - الخلائط المعدنية الثمينة.....
١٩	٣.١.١ - الخلائط المعدنية غير الثمينة.....
٢٠	٤.١.١ - الشروط الواجب توفرها في الخلائط.....
٢١	٥.١.١ - خليطة النيكل كروم.....
٢٤	٦.١.١ - خليطة الكروم كوبالت.....
٢٦	٢.١ - الخزف السني.....
٢٦	١.٢.١ - تاريخ الخزف السني.....
٢٧	٢.٢.١ - أصل التسمية.....
٢٨	٣.٢.١ - تعريف الخزف.....
٢٩	٤.٢.١ - تصنيف الخزف.....
٣٣	٣.١ - اللون والضوء.....
٣٣	١.٣.١ - لمحة تاريخية.....
٣٣	٢.٣.١ - تعريف اللون.....
٣٥	٣.٣.١ - العوامل المؤثرة في عملية إدراك اللون.....
٤٢	٤.٣.١ - أنظمة اللون.....
٤٥	٥.٣.١ - قياس اللون.....
٥٤	٤.١ الدراسات السابقة ذات الصلة بالبحث.....

٦٠	الباب الثاني : مواد وطرائق البحث.....
٦١	١.٢ - العينة
٦٢	٢.٢ - المواد والأجهزة المستخدمة.....
٦٢	١.٢.٢ المواد المستخدمة في البحث.....
٦٨	٢.٢.٢ الأجهزة المستخدمة في البحث.....
٧١	٣.٢ - طريقة العمل المخبري.....
٨١	الباب الثالث : النتائج.....
٨٢	١.٣ الإحصاء الوصفي لمجموعة الدراسة
٨٣	٢.٣ دراسة تأثير نوع الخليطة المعدنية في الإحداثيات اللونية والتغير اللوني للخزف.....
٨٥	٣.٣ دراسة تأثير نوع الخليطة المعدنية في التغير اللوني ومقدار القبول السريري.....
٨٧	الباب الرابع : المناقشة.....
٨٨	١.٤ - مناقشة فكرة البحث.....
٨٩	٢.٤ - مناقشة المواد والطرائق :.....
٩٢	٣.٤ - مناقشة نتائج الدراسة الإحصائية.....
٩٥	٤.٤ - المقارنة مع الدراسات السابقة
٩٨	الباب الخامس : الاستنتاجات.....
١٠٠	الباب السادس : المقترحات والتوصيات.....
١٠١	١.٦ المقترحات.....
١٠٢	٢.٦ التوصيات.....
١٠٣	الباب السابع : المراجع.....
١١٦	ملخص باللغة العربية.....
١١٧	ملخص باللغة الانكليزية.....

قائمة بالأشكال

الصفحة	مضمون الشكل	الأشكال
35	العوامل المؤثرة في اللون	شكل رقم (1)
36	تبعثر الضوء الأبيض عبر الموشور	شكل رقم (2)
37	تمثيل مبسط لانعكاس وامتصاص وانتقال الضوء من خلال مادة شفافة	شكل رقم (3)
38	انعكاس وانتشار الضوء	شكل رقم (4)
42	مثال عن ظاهرة الخدامية	شكل رقم (5)
44	يبيّن نظام اللون CIE	شكل رقم (6)
46	دليل الألوان التقليدي	شكل رقم (7)
47	دليل الألوان ivoclar-vivadent chromascop	شكل رقم (8)
48	دليل الألوان Vitapan 3D-Master Shade Guide	شكل رقم (9)
61	يوضح كامل عينات البحث	شكل رقم (10)
62	خليطة نيكل كروم نوع (Meganium CS)	شكل رقم (11)
63	خليطة نيكل كروم (Kera NH)	شكل رقم (12)
64	خليطة Tillite alloy	شكل رقم (13)
64	خليطة كروم كوبالت	شكل رقم (14)

65	حبيبات أكسيد الألمنيوم	شكل رقم (15)
65	عبوات الخزف العاجي و المينائي	شكل رقم (16)
66	فرشاة لبناء الخزف	شكل رقم (17)
66	سنابل وأقراص فصل لتشذيب المعدن	شكل رقم (18)
67	مسحوق كاسي خاص بخليطة الكروم كوبالت	شكل رقم (19)
67	مسحوق كاسي خاص بخليطة Tilite	شكل رقم (20)
67	مسحوق كاسي خاص بخلائط النيكل كروم	شكل رقم (21)
68	شمع صب	شكل رقم (22)
69	جهاز صب المعدن	شكل رقم (23)
69	فرن خبز الخزف	شكل رقم (24)
69	جهاز الترميل	شكل رقم (25)
69	هزاز	شكل رقم (26)
70	فرن الإحماء	شكل رقم (27)
70	جهاز ميكروتور	شكل رقم (28)
70	wax up heater	شكل رقم (29)
70	مقياس الثخانة ميليميتري	شكل رقم (30)
70	جهاز قياس اللون الإلكتروني	شكل رقم (31)

72	الأقراص المعدنية المصبوبة بخليلة Tilite Alloy	شكل رقم (32)
73	أقراص خليلة كروم كوبالت قبل تطبيق الخزف	شكل رقم (33)
74	أقراص المجموعة الأولى (نيكل كروم CS) بعد تطبيق الخزف الظليل	شكل رقم (34)
75	أقراص مجموعة الكروم كوبالت بعد الخبز	شكل رقم (35) - (36)
76	كيفية ضبط الثخانة بجهاز مقياس الثخانة	شكل رقم (37)
78	يبين قياس اللون للعينات وكيفية وضع رأس الجهاز	شكل رقم (38)
78	يبين شاشة الجهاز بعد انتقاء اللون	شكل رقم (39)
79	يبين نتائج الإحداثيات اللونية للعينات	شكل رقم (40)
78	يوضح الشاشة الرئيسة لجهاز قياس اللون الإلكتروني	شكل رقم (41)
80	يبين طريقة حساب تغيير اللون عبر استخدام جهاز قياس اللون الالكتروني	شكل رقم (- 42) (43)

قائمة بالجدول

الجدول	مضمون الجدول	الصفحة
جدول رقم (1)	لمحة مختصرة عن نتائج الدراسات السابقة ذات الصلة بالبحث	58
جدول رقم (2)	الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث في مجموعات الدراسة الأربعة	82
جدول رقم (3)	اختبار One Way ANOVA لدراسة الاختلافات في قيم الإحداثيات اللونية والتغير اللوني للخزف	83
جدول رقم (4)	المقارنات الثنائية لقيم كل من b والتغير اللوني ΔE بين مجموعات الدراسة	84
جدول رقم (5)	تكرارات درجات التغير اللوني ومقدار القبول السريري في مجموعات الدراسة	85
جدول رقم (6)	اختبار Kruskal–Wallis لدراسة الاختلافات في درجات القبول السريري	86

المقدمة Introduction:

تُعدُّ التعويضات الخزفية المعدنية (PFM) (Porcelain fused to metal) واحدة من أكثر التعويضات المستخدمة في العيادات السنية على الرغم من تطور التيجان الخزفية الكاملة، وذلك لدقتها العالية وما تجمعها من خصائص المقاومة والمتانة التي يتمتع بها المعدن مع المظهر التجميلي الذي يتصف به الخزف (Smith 1998)

وكما هو معروف فإن الخلائط المعدنية غير الثمينة (خليطة نيكل كروم) هي الأكثر شيوعاً في التيجان والجسور؛ وذلك لرخص ثمنها وقوة ارتباطها مع الخزف إضافة إلى سهولة العمل المخبري، إلا أنَّ إمكانية التحسس لبعض المرضى والمخبريين من مركبات خليطة النيكل كروم مثل النيكل - البيريليوم والموليبدن، إضافة إلى التأثيرات المسرطنة للنيكل (Mariana et al 2004, Wataha et al 2000)،

كل هذه العوامل سابقة الذكر دفعت الأطباء إلى استخدام معادن أخرى في ترميمات (معدن - خزف) مثل خلائط الكروم كوبالت، وذلك كبديل مناسب لخلائط النيكل كروم لحل مشكلة التقبل الحيوي (O'Brien 2002)

ونظراً لمتطلبات المريض التجميلية أصبح الآن نجاح أي ترميم يعتمد أولاً على مدى قدرته على محاكاة لون السن الطبيعية، والذي يُعدُّ وحده تحدياً كبيراً أمام طبيب الأسنان.

يعتمد اللون النهائي للترميمات الخزفية المعدنية على عوامل عدة؛ منها:

- ١- نوع الخزف المستخدم (Barghi N, Richardson JT 1978).
- ٢- سماكة الخزف
- ٣- حجم الجزيئات المكونة للخزف (Barghi N 1982).
- ٤- معامل انكسار الخزف.
- ٥- نوع الخليطة المعدنية وكيفية تشكيلها وثخانتها (Barghi N, Lorenzana RE 1982).

فكل نوع من الخلائط المعدنية له تأثير مختلف في لون الخزف عند استخدامه في الترميمات الخزفية المعدنية، لكن دراسات قليلة بحثت في هذا المجال، ومن هنا جاءت فكرة البحث لتقويم الاختلافات الحاصلة في لون الخزف عند اختلاف الخليطة المعدنية.

الهدف من البحث :Aim of Study

إن الهدف من إجراء هذا البحث هو دراسة أثر أنواع مختلفة من الخلائط المعدنية في اختلاف اللون في الترميمات الخزفية المعدنية وذلك عند استخدام :

١ . خليطة نيكل كروم من النوع التجاري (Meganium CS– Germany)

٢ . خليطة نيكل كروم من النوع التجاري (Kera NH – Germany)

٣ . خليطة نيكل كروم من النوع التجاري (Tilite Alloy – U.S.A)

٤ . خليطة كروم كوبالت من النوع التجاري (Metaplus – Germany).

وذلك باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي Vita Easy Shade advance .

الباب الأول
المراجعة النظرية
Literature Review

١-١ الخلائط المعدنية السنية:

١-١-١ تصنيف الخلائط المعدنية:

يمكن تصنيف الخلائط اعتماداً على معايير عدّة:

- تصنيف الخلائط حسب الاستخدام (Anusavice 2003)

خلائط معدنية تُستخدم مع: التيجان والجسور، القلوب والأوتاد، ترميمات Onlays، التعويضات المتحركة، الزرعات.

- تصنيف الخلائط حسب العناصر الأساسية الداخلة في تركيبها: (Anusavice 2003)

الخلائط القائمة على الذهب، الخلائط القائمة على البلاديوم

الخلائط القائمة على الفضة، الخلائط القائمة على النيكل

الخلائط القائمة على الكوبالت، الخلائط القائمة على التيتانيوم

- تصنيف الخلائط المعدنية حسب خواصها الميكانيكية:

(Shillingburg, Hobo et al. 1997, Wiskott 2011, Sakaguchi and Powers 2012)

١ - الخلائط اللينة:

هي خلائط ضعيفة لينة، استخدامها محدود فهي تُستطب فقط في الأماكن غير المعرضة لجهود إطباقية عالية.

الحد الأدنى لمقاومة الخضوع ٨٠ Mpa والحد الأدنى للاستطالة ١٨%.

٢ - الخلائط متوسطة القساوة:

تُستطب مع ترميمات Inlay ، onlay ، والتيجان الكاملة.

الحد الأدنى لمقاومة الخضوع ١٨٠ Mpa والحد الأدنى للاستطالة ١٠%.

٣- الخلائط القاسية:

تستخدم في أغلب الترميمات، وخاصة في الأماكن المعرضة لجهد إطباق عالٍ. تُستطب مع ترميمات inlay ، onlay ، ثلاثة أرباع التاج، التيجان الكاملة.

الحد الأدنى لمقاومة الخضوع ٢٧٠ Mpa والحد الأدنى للاستطالة ٥%.

٤- الخلائط عالية القساوة:

تستخدم في أماكن الجهد الإطباق العالي كهيكل التعويضات الجزئية.

الحد الأدنى لمقاومة الخضوع ٣٦٠ Mpa والحد الأدنى للاستطالة ٣% (Anusavice 2003)

• تصنيف الخلائط حسب محتواها من العناصر النبيلة:

اقترحت الجمعية الأمريكية لطب الأسنان ADA عام ١٩٨٤م تصنيفاً مبسطاً للخلائط المصبوبة اعتماداً على محتوى الخليطة من المعادن النبيلة:

(Anusavice 2003, Craig et al 2004, Wataha and Messer 2004)

١- الخلائط عالية النبالة (HN) High Noble Alloys :

تحتوي على الذهب بنسبة ٤٠% على الأقل، وعناصر نبيلة بنسبة ٦٠%.

٢- الخلائط النبيلة (N) Noble Alloys :

تحتوي على ٢٥% على الأقل عناصر معدنية نبيلة (ذهب - بلاتين - بالاديوم - روديوم - إيريديوم - أوزميوم)

٣- الخلائط ذات الأساس المعدني (PB) Predominantly Base Metal Alloys :

تحتوي على أقل من ٢٥% من وزنها عناصر معدنية نبيلة.

● تصنيف الخلائط المعدنية السنية الخزفية:

الخلائط المعدنية الثمينة:

- خلائط ذات محتوى عالٍ من الذهب (ذهب - بلاتين - بلاديوم).
- خلائط ذات محتوى منخفض من الذهب (ذهب - بلاديوم - فضة).
- خلائط خالية من الذهب (بلاديوم - فضة).

الخلائط المعدنية غير الثمينة:

- خلائط النيكل كروم.
- خلائط الكروم كوبالت.
- التيتانيوم النقي وخالطه (Anusavice 2003)

١-١-٢ الخلائط المعدنية الثمينة:

تحتوي الخلائط الثمينة أساساً على (الذهب - البلاتين - البلاديوم)، كما أنها تحتوي على كمية محدودة من المعادن غير النبيلة مثل النحاس والحديد والقصدير والزنك، يجب أن يكون محتوى الذهب من هذه الخلائط لا يقل عن ٦٥%، محتواها من النيكل أقل من ٠.١% والمحتوى من البريليوم والكادميوم أقل من ٠.٠٢%.

١-١-٣ الخلائط المعدنية غير الثمينة:

طُوِّرت خلائط بديلة عن الخلائط النبيلة في أوائل ١٩٧٠م، وذلك رداً على التكلفة العالية للخلائط النبيلة، معظمها يقوم على النيكل والكروم، وعدد قليل منها يقوم على الحديد والكوبالت (O'Brien, 2002).

الخصائص الفيزيائية:

تتميز هذه الخلائط بخصائص فيزيائية جيدة فهي عالية القساوة، مقاومة للتآكل، تملك معامل خضوع ومعامل مرونة مرتفع (Manappallil 2010)، ذات دقة صب عالية (كبعض خلائط النيكل كروم وخاصة التي تحتوي على بريليوم. (O'Brien 2002)

العيوب:

- ١- صلابتها العالية تجعل التعديلات الإطباقية والتلميع غاية في الصعوبة وهذا ما يزيد من وقت العمل، ومن ثمَّ زيادة تكاليف اليد العاملة (Bertolotti 1983).
- ٢- على الرغم من أن دقة صبها عالية ولكن فرصة حدوث تصدع أثناء الصب عالية أيضاً حوالي ٢.٣% (O'Brien 2002)

١-١-٤ الشروط الواجب توافرها في الخلائط:

- ١- أن تكون متقبلة حيويًا: يجب أن تتعايش مع السوائل الفموية دون أن تطرح أي مواد ضارة ولا تسبب أي رد فعل تحسسي.
- ٢- مقاومة للتآكل: تكتسب الخليطة مقاومتها للتآكل إما عن طريق العناصر النبيلة، أو عبر قدرة واحد أو أكثر من العناصر المعدنية الداخلة في تركيبها على تشكيل سطح خامل ملتصق، والذي بدوره يمنع حدوث أي تفاعل مع الخليطة، مثل عنصر الكروم في خليطة النيكل كروم. (Anusavice 2003)
- ٣- أن تملك معامل تمدد حروري قريب من معامل مرونة الخزف، وتتحمل الدرجة العالية لخبز الخزف. (Gladwin & Bagby 2000)
- ٤- ذات قوة كافية لتحمل الضغط الإطباقى وقوى المضغ (Manappallil 2010)
- ٥- قابلة للصب: يجب على المعدن المنصهر أن يكون قادرًا على الانسياب إلى الأماكن الأكثر تعقيداً لإعطاء تفاصيل دقيقة.
- ٦- قابلة للإنهاء والتلميع: قوة وصلابة الخليطة تؤثر كثيرًا في قابليتها للإنهاء والتلميع.

٧- لديها القدرة على الارتباط مع الخزف. (Anusavice 2003)

١-١-٥ خليطة النيكل كروم Nickel-Chromium Alloy :

تُعدُّ من أكثر الخلائط استخداماً في التعويضات السنية الثابتة؛ لما تتمتع به من صفات فيزيائية وميكانيكية عالية، عدا عن كونها رخيصة الثمن.

التركيب:

تتركب خليطة النيكل كروم من:

نيكل: 74% - 59

كروم: 22% - 10

إضافةً إلى عناصر أخرى مثل موليبدن، حديد، نحاس، سيليسيوم، ألومنيوم، تيتانيوم والغالسيوم. وتتراوح

نسبتها بين 2% - 0.5

وقد يضاف البريليوم إلى الخليطة ليصبح تركيبها:

نيكل 80% - 70

كروم 15% - 12

بريليوم 2% - 0.6

السبب الرئيس لإدخال البريليوم إلى الخليطة هو تقليل درجة الانصهار وخفض لزوجة الخليطة المنصهرة، ومن ثمَّ تحسين قابليتها للصب، إضافةً إلى ذلك فإن البريليوم يزيد من قوة الخليطة ويؤثر في ثخانة طبقة الأكسيد التي تتشكل عند أكسدة الخليطة أثناء خبز الخزف. (O'Brien 2002)

ولكن بالمقابل وجد باحثون أن الخلائط التي لا تحتوي على البريليوم كانت أكثر مقاومة للتآكل من الخلائط الحاوية للبريليوم، إضافة إلى ذلك فقد خلق استخدام البريليوم بعض الشكوك حول سلامة بعض خلائط النيكل كروم (Rosenstiel, Land et al. 2001)

خصائص خلائط النيكل كروم:

تبلغ مقاومة الخضوع (Yield strength): 310 – 550 Mpa

كما يبلغ معامل القساوة لفيكرز (Vickers hardness): 180 – 240 VHN

معامل مرونتها (Modulus of elasticity) أعلى بكثير من الخلائط النبيلة ويبلغ حوالي

207 Gpa

لذلك فإن التعويضات الثابتة المصنوعة من النيكل كروم تخضع لمرونة أقل بكثير من التعويضات المصنوعة من الخلائط النبيلة مع احتمال أقل لتصدع الخزف المغطي فوقها.

إن الصلابة ومقاومة الخضوع ومعامل المرونة تتأثر وإلى حد كبير باختلاف النسب المئوية للعناصر الثانوية الداخلة في تركيب الخليطة، ولذلك يعتمد اختيار النوع التجاري لخليطة النيكل كروم تبعاً للحالة السريرية؛ إذ تستخدم الخليطة ذات القساوة الأقل عندما يكون الإنهاء والتلميع ذا أهمية كبيرة في الحالة السريرية. (Rosenstiel, Land et al. 2001)

إن وجود الموليبيدينوم في الخليطة يساعد في تشكيل طبقة الأكاسيد، فكلما زادت نسبة الموليبيدينوم زادت طبقة الأكاسيد (Lund, Schwabacher et al. 1985)

وبما أن كثافتها منخفضة فهي تسمح بصنع تعويضات مصبوبة خفيفة الوزن، كما أنها تملك أعلى معدل مرونة بين جميع الخلائط المعدنية المستخدمة، ما يسمح بصنع تعويضات معدنية رقيقة الجدران.

إن درجة انصهارها ومعامل مرونتها العاليتين وتوافق معامل تمددها الحراري مع الخزف مكن من صنع تعويضات خزفية معدنية، إضافةً إلى أنها تملك ارتباطاً قوياً مع الخزف.

يُعدُّ صب هذه الخلائط عملية أكثر صعوبة وحساسية من صب الخلائط النبيلة.

ينتج عن صب الخلائط المعدنية الأساسية طبقة أكسيد أثخن من الطبقة التي تنتجها الخلائط النبيلة عند صبها. وهي ضرورية لنجاح ارتباط الخليطة مع الخزف إذ يقلل من التصدع الذي يحدث خلال طبقة الأكسيد والذي يسبب فشل التعويض. (Rosenstiel, Land et al. 2001)

تتمتع هذه الخليطة ببنية مجهرية معقدة يمكن أن تتغير بتعرضها لدرجات حرارة أعلى من درجة حرارة انصهارها أثناء عملية صبها أو عند صبها مرات متعددة، وهذا يؤثر في الخواص الفيزيائية والميكانيكية للخليطة، لذلك يجب صب الخليطة بأقل درجة ممكنة وبأقصر زمن، وعدم صبها مراتٍ عدّة؛ كي نتجنب حدوث تشوّه في عملية الصب (Bezzon, Ribeiro et al. 2001).

التأثيرات الحيوية:

هناك جدل كبير حول التقبل الحيوي للخليطة، فبعضهم ينفي وجود أي رد فعل تحسسي للنیکل، وآخرون يؤكدون ذلك. (O'Brien 2002)

وجدت الدراسات الإحصائية أن 9% من النساء و 0.9% من الرجال لديهم حساسية للنیکل

إن المعيار الأميركي للتعرض المهني للنیکل المعدني ومركبات النیکل القابلة للذوبان تعادل (1ملغ/م³) لمدة 8 ساعات كمتوسط زمني وهي قيمة أعلى بكثير من توصية المعهد الوطني للسلامة المهنية والتي تعادل (15مكغ/ م³) لمدة 15 ساعة (Rosenstiel, Land et al. 2001)

وتشتمل آثار التعرض المتكرر للنیکل على حساسية الجلد التي يمكن أن تؤدي إلى أكزيما مزمنة، كما وُثِّقَت نسبة عالية من سرطان الجهاز التنفسي عند الأشخاص المعرضين للنیکل، كما سبب النیکل أورام خبيثة في النسيج الرخوة عندما زُرِع تحت جلد الفأر (pretti et al 2004).

لذلك كإجراء وقائي يجب على عمال المخابر ارتداء الأقنعة والكمامات واستخدام الشفطات وفتح النوافذ (Rosenstiel, Land et al. 2001).

١-٦-١ خلائط الكروم كوبالت Cobalt-Chromium Alloys:

أدت المشكلات الصحية المحتملة المرتبطة بالنيكل والبريليوم إلى تطوير بديل آخر، وهو خليطة الكروم كوبالت. (Rosenstiel, Land et al. 2001)

تتركب هذه الخليطة من: كوبالت بنسبة % 54 - 64 ، و كروم بنسبة % 30 - 24 (O'Brien 2002)

وعموماً يجب ألا تزيد نسبة الكروم على % 30 لأنه يصبح قصفاً جداً، ومن ثمّ فإنهاؤه صعبٌ جداً.

(O'Brien 2002 , Paul 2013)

إضافة إلى ذلك تحتوي الخليطة على نسب صغيرة من الموليبدنيوم والألمينيوم والتتغستين والحديد والنحاس والبريليوم والكربون والسليكون؛ إذ يحسن كلّ من المنغنيز والسليكون من سيولة الخليطة المنصهرة، في حين يُضاف الكربون والموليبدنيوم من أجل تحسين قساوة الخليطة والتغلب على ليونتها المنخفضة (O'Brien 2002)

تُظهر هذه الخلائط مقاومة عالية للتآكل بسبب تشكل طبقة رقيقة على سطحها مكونة في معظمها من أكسيد الكروم Cr_2O_3 وكميات ضئيلة من أكاسيد الكوبالت والموليبدنيوم. (Bettini, Leygraf et al. 2013)

توصف خلائط الكروم كوبالت بأنها قصفة تماماً، غير قابلة للسحب نسبياً وصعبة الصب، يرجع ذلك إلى معامل مرونتها العالي والذي يبلغ ضعف معامل مرونة خلائط الذهب.

(O'Brien 2002 , Kim, Park et al. 2004, Paul 2013)

خواصها الميكانيكية جيدة تشبه خواص الفولاذ المقاوم للصدأ، وهي نتيجة للبنية متعددة المراحل والذي يزيد من صلابة هذه الخلائط على نحو هائل.

تتراوح القساوة بين 550 – 800 Mpa

ومن ثَمَّ فقساوته أعلى من النيكل كروم وهذا ما يجعل إنهاء التعويضات أكثر صعوبة، إضافة إلى ذلك، تسبب القساوة العالية اهتراء مفرطاً في الترميمات والأسنان الطبيعية التي تكون بتماس مع المعدن. (Rosenstiel, Land et al. 2001)

قوة الشد تتراوح بين 145 – 270 Mpa، وتزداد هذه القيمة عندما تكون الخليطة معالجة بالحرارة ومع ذلك تميل هذه الخلائط إلى أن تكون ذات ليونة منخفضة، والتي يمكن أن تسبب الصدع.

أكثر ما تستخدم هذه الخلائط مع التعويضات السنوية المتحركة بسبب صلابتها العالية وكثافتها المنخفضة ومقاومتها العالية للتآكل وانخفاض ثمنها مقارنةً مع النمط الرابع من خلائط الذهب 3 (Davenport, Basker et al. 2001, Cheng, Xu et al. 2010)

إذ تفيد كثافتها المنخفضة بإنتاج أجهزة خفيفة وأكثر قبولا من قبل المريض. تبلغ كثافة الخليطة حوالي 9 – 8 غ/سم³ (O'Brien 2002 , Paul 2013)

التقبل الحيوي:

متقبلة حيويًا، تستخدم على نطاق واسع في الصناعات الطبية الحيوية، ولكن قد يلاحظ ردود فعل تحسسية ولاسيما في الخلائط الحاوية على البريليوم. وقد أوصت الجمعية الأمريكية لطب الأسنان ADA بالابتعاد عن استعمال الخلائط الحاوية على البريليوم في التعويضات السنوية إذا كان ذلك ممكناً. (O'Brien 2002)

تشير الدراسات الحالية إلى أن 15% من عموم الناس لديهم حساسية من النيكل و 8% من الكوبالت و 8% من الكروم (Schmalz and Arenholt-Bindslev 2009).

١-٢ الخزف السني:

١-٢-١ تاريخ الخزف السني:

عُرف الخزف في العصر الحجري وكان من أكثر المواد أهمية منذ ما يقارب 10000 سنة. وقد حافظت هذه المادة على أهميتها عبر الأجيال وإلى وقتنا الحالي. (Anusavice 2003)

حصل الطبيب الفرنسي De Chemant على براءة اختراع لأول مادة خزف سني عام 1789 م وذلك بالتعاون مع الصيدلاني الفرنسي Duchateau ، وكانت هذه المادة هي نسخة محسنة عن معجون الأسنان المشبع بالمواد المعدنية، الذي أُنتج عام 1774 من قبل Duchateau

ومع ذلك لم تستخدم هذه المادة الخزفية في صنع الأسنان؛ لأنه لم يكن هناك طريقة فعالة لربط الأسنان مع مادة الجهاز السني (Al Hiyasat et al 1997) .

عام 1808 اخترع طبيب الأسنان الإيطالي Fonzi أسنان خزفية جرى تثبيتها بوساطة دبابيس بلاتينية (Richardson 1992) .

أدخل طبيب الأسنان الفرنسي Planteau الخزف السني إلى الولايات المتحدة عام 1817م، ومن ثم طور Peale عملية خبز هذه الأسنان في فيلادلفيا عام 1822 م وبدأ الإنتاج التجاري لهذه الأسنان من قبل Stockton عام 1825 .

في إنجلترا عام 1837 طوّر Ash نسخة محسنة عن أسنان الخزف، وفي ألمانيا، أدخل Pfaff تقنية أخذ طبعة الفم بوساطة جبس باريس عام 1756 ، ولكن لم يكن اختراع المطاط حتى عام 1839 يسمح باستخدام الخزف السني بفعالية في الأجهزة السنية.

في عام 1844، أُسست شركة S.S.white التي ساعدت في مزيد من التطور في تصميم وإنتاج أجهزة الأسنان الخزفية .

يعود استخدام السيراميك في طب الأسنان إلى Charles H. Land في عام 1889 ، حصل على براءة اختراع لأول تاج خزفي كامل أطلق عليه اسم تاج جاكيت (Taylor 1922)

أدخلت تحسينات على المواد الخزفية واستخدمت على نطاق واسع حتى 1950 ، وكانت عملية التصدع الداخلي (Internal microcracking) أثناء التبريد مشكلة كبيرة في نظام الخزف، وللد من هذا المشكلة أدخل الدكتور Abraham Weinstein التيجان الخزفية المرتبطة بالمعدن (PFM) في أواخر 1950 (Asgar 1988)

لأن الخزف الفلدسباري ضعيف جداً لا يمكن استخدامه في التيجان الخزفية دون قلنسوة معدنية أو رقاقة معدنية، إضافةً إلى ذلك، أدى تقلص الخزف أثناء خبزه إلى مشكلات كثيرة في انطباق الحواف. وفي عام 1962 اكتشف Weinstein الصفات المميزة للبورسلين (الجمالية، الديمومة، قابلية الارتباط الجيدة، التمدد الحروري الملائم للاستخدام مع أنواع واسعة من الخلائط) (Anusavice 2003)) في عام 1965 ، عادت الترميمات الخزفية الكاملة للاستخدام وذلك بعد إضافة خزف الألومينا (أكثر من 50%) إلى الخزف الفلدسباري .

طور McLean and Hughes تاج جاكيت عبر استخدام قلنسوة داخلية من خزف الألومينا التي تحتوي على 40 % إلى 50 % بلورات الألومينا. (Kelly, Nishimura et al. 1996)

١-٢-٢ أصل التسمية:

جاءت كلمة خزف من المصطلح اليوناني (كيراموس) التي تعني الطين أو الفخار (McLaren and Cao 2009) ، و يُقال إن كلمة بورسلين قد اخترعها Marco Polo في القرن الثالث عشر من الكلمة الإيطالية بورسلانا التي تعني القذيفة الكورية؛ إذ استخدم كلمة القذيفة لوصف الخزف الصيني لأنه يشبهها بالقوة والقساوة. (Helvey 2013).

١-٢-٣ تعريف الخزف:

هو عبارة عن مركب من العناصر المعدنية (مثل الألومنيوم والليثيوم الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم والصوديوم والقصدير والتيتانيوم والزركونيوم) مع العناصر غير المعدنية (مثل السيليكون والبرون والأكسجين)(Helvey 2013).

يتركب الخزف من مواد قوية قاسية قصفة، خاملة كيميائياً، متقبلة حيويًا، وغير ناقلة للحرارة والكهرباء (The glossary of prosthodontics term 2005).

أما الخزف السني: فهو مركب غير عضوي يحتوي على خصائص غير معدنية، يتكون عادة من الأوكسجين مع عنصر واحد أو أكثر من المعادن أو نصف المعادن (مثل الألومنيوم والكالسيوم والليثيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم والسليكون والصوديوم والقصدير والتيتانيوم والزركونيوم).

(Anusavice 2003)

تُعَدُّ الخزف مادة هشة؛ أي: إنها تملك قوة ضغط عالية ولكن قوة الشد منخفضة؛ إذ يمكن أن تتكسر تحت شدّ منخفض جداً. (0.1%, 0.2%). جميع المواد الخزفية مقاومتها للكسر منخفضة مقارنةً مع غيرها من المواد السنية كالمعادن مثلاً.

يتكون الخزف من طور زجاجي (80% - 75%) يحتوي داخله على البلورات، ويقتصر وجود الحالة البلورية الحقيقية للخزف السني على مادة الألومينا التي تعد أقسى وأقوى الأكاسيد المعروفة (Ferracane, 2001)

يستخدم الخزف السني في صنع التيجان الخزفية المعدنية؛ إذ تغطي القبعات المعدنية بالخزف الفلدسباري التقليدي الذي يتركب من 64% سليكا و 18% ألومينا وكميات مختلفة من أكسيد البوتاسيوم وأكسيد الصوديوم واللوسايت الذي يؤدي دوراً أساسياً في تحديد درجة حرارة الانصهار .

(Kelly 1996 , Giordano 1996 , O'Brien 2002)

يتكون الخزف من طورين : الطور الزجاجي (المسؤول عن الجماليات) والطور البلوري (مترافق مع القوة الميكانيكية)، كلما زادت المادة المائلة زادت الخصائص الميكانيكية، ولكن قلت الخواص الجمالية (Helvey 2013).

١-٢-٤ تصنيف الخزف السني:

يساعد تصنيف المواد الخزفية أطباء الأسنان وفنيي الأسنان في فهم التراكيب المختلفة للخزف، وكيفية معالجتها، واستطبائات استخدامها.

ويمكن تصنيف الخزف السني بعدد من الطرق المختلفة، بما في ذلك تركيبه وطريقة معالجته ودرجة حرارة انصهاره والبنية المجهرية والشفافية ومقاومة الكسر والتآكل. (McLaren and Cao 2009)

١- تصنيف الخزف حسب تركيبه:

يمكن تقسيم الخزف إلى ثلاث فئات حسب المادة الأساسية الداخلة في تركيبه (Taylor 1922) :

- السيليكات (ويتميز هذا النوع من الخزف بمرحلة زجاجية غير متبلورة ذات بنية مسامية .المكونات الرئيسية هي SiO_2 مع إضافات صغيرة من Al_2O_3 البلورية، MgO ، ZrO_2 و/أو أكاسيد أخرى . ويندرج الخزف السني ضمن هذه الفئة) (Anusavice 2003)
- الأكاسيد: يقسم إلى خزف مؤكسد وخزف غير مؤكسد (O'Brien 2002).
- الزجاج.

٢- تصنيف الخزف حسب طريقة معالجته:

- سائل /مسحوق وهي من النظام المعتمد على الزجاج
- خزف مصنوع بطريقة الصب
- خزف مصنوع بطريقة الحقن الحراري

- خزف مصنوع بواسطة الحاسوب (CAD\CAM) معظمها من الأنظمة البلورية (الألمينا أو الزركونيا) (Edward A et al 2009)

٣- تصنيف الخزف حسب درجة انصهاره:

- خزف عالي الانصهار (1300°C) : يستخدم لصناعة الأسنان الخزفية الجاهزة
- خزف متوسط الانصهار $1101 - 1300^{\circ}\text{C}$ يستخدم الخزف المتوسط الانصهار ومنخفض الانصهار لصناعة التيجان والجسور وذلك تبعاً لنظام الخزف المستخدم.
- خزف منخفض الانصهار $850 - 1101^{\circ}\text{C}$:
- خزف شديد الانخفاض في درجة انصهاره أقل من 850°C يستخدم من أجل التزجيج (Anusavice 1996)

ومن أجل سهولة التصنيف قام باحثون بتقسيم الخزف إلى فئتين فقط :

عالي الانصهار : درجة انصهاره أعلى من 800°C

منخفض الانصهار : درجة انصهاره أقل من 800°C (Helvey 2013)

٤- تصنيف الخزف حسب البنية المجهرية:

يمكننا تصنيف الخزف حسب بنيته وذلك اعتماداً على نسبة الزجاج إلى المواد البلورية.

على المستوى المجهرى يمكن وجود تقلبات لا حصر لها في البنية، ولكن عموماً يمكن تقسيمها إلى أربع فئات تركيبية أساسية، مع عدد قليل من مجموعات فرعية:

- النظم القائمة على الزجاج (أساسها السليكا)
- النظم القائمة على الزجاج (أساسها السليكا) إضافة إلى البلور (عادة اللوسيت ،وفي الأونة الأخيرة أصبح الليتيوم هو المستخدم)

- النظم القائمة على البلور مع وجود زجاج داخل البنية (أساسها الألومينا)
- النظم القائمة على المواد البلورية الصلبة (أساسها الألومينا والزركونيا) (Edward A et al 2009)

عند ذوبان الخزف الفلديسباري يتشكل معدن بلوري يسمى ليوسيت (بوتاسيوم-ألومينوم-سيليكات)، في درجات الحرارة 1150-1530 درجة يخضع الفلسبار إلى ذوبان غير متجانس لتشكل بلورات ليوسيت، إن الذوبان غير المتجانس هو عملية لا تذوب فيها مادة واحدة على نحوٍ موحد وينتج عنها بعد الذوبان مادة مختلفة. (Anusavice 1996)

ويرتبط محتوى ليوسيت في الخزف مع قوة انتشار التصدع؛ أي: عندما يزداد محتوى الخزف من الليوسيت ينخفض انتشار التصدع (Cesar, Yoshimura et al. 2005)

خلال عملية التليبد في الترميمات الخزفية، يتشكل مسامات صغيرة على السطح تؤدي إلى بدء الشقوق وانتشارها، ما أدى في نهاية المطاف إلى فشل التعويض (Pröbster, 1999, Ohyama, Yoshinari et al. 1997, GEIS-GERSTORFER et al. 1999) يحتوي الخزف المضغوط بالحرارة على كميات عالية من بلورات الليوسيت ويُعدُّ من الخزف الزجاجي المقوى بالليوسيت.

٥-تصنيف الخزف السني حسب الشفافية:

تُعرف الشفافية بأنها كمية الضوء الذي يعبر المادة (Brodbelt, O'brien et al. 1981).

إن لون السن الطبيعي هو انعكاس الضوء الساقط عبر العاج، ومن ثم تغييره عن طريق الامتصاص والانتثار بالمينا (Seghi, Johnston et al. 1986)، فالعاج هو من يحدد لون الأسنان البشرية؛ لأن المينا أكثر شفافية، وتصبح هذه الشفافية أكثر وضوحاً في الأجزاء المتداخلة والقاطعية من الأسنان بسبب عدم وجود العاج.

هناك عديد من العوامل التي تؤثر في شفافية الخزف السني:

- ثخانة المادة التي لديها التأثير الأقوى (Brodbelt, O'brien et al. 1980, Chu,)
(Chow et al. 2007)
- عدد مرات خبز الخزف (Ozturk, Uludag et al. 2008)
- لون القلنسوة الداخلية للخزف (Barath, Faber et al. 2003)
- المصدر الضوئي (Yu and Lee 2009)

تختلف كمية الضوء الذي يتم امتصاصه وانعكاسه وعبوره عبر الخزف حسب حجم وعدد البلورات في الشبكة الكيميائية (Heffernan, Aquilino et al. 2002)، فكلما زاد عدد البلورات في الشبكة الزجاجية قلت الشفافية. وكلما زادت الشبكة الزجاجية غير المغطاة زاد الضوء الذي يعبر الخزف، ومن ثمَّ زادت الشفافية (خزف الزركونيا لديه أعلى درجة تعتيم بسبب افتقاره إلى الشبكة الزجاجية)

٦- تصنيف الخزف حسب مقاومته للكسر:

تُرتَّب المواد الخزفية حسب مقاومتها للكسر وفق ترتيب تنازلي: (Rekow, Silva et al. 2011)
يُعدُّ خزف زيركونيا هو الأعلى مقاومة للكسر، يليه خزف In-ceram، ثم خزف Empress ، وأخيراً الخزف التقليدي الفلدسباري. (McLaren and Giordano 2005)

١-٣ اللون والضوء Color and Light :

١-٣-١ لمحة تاريخية:

إن تحليل اللون عملية معقدة؛ إذ عادة ما تكون أكثر ارتباطاً بالفن بدلاً من العلم، وحتى مع التحسن الكبير في المعرفة العلمية والمحاولات الحديثة لتحسين التطابق بين لون الأسنان الطبيعية ولون الترميمات السنية، ما يزال اختيار اللون واحداً من الإجراءات الأكثر صعوبة في الممارسة اليومية .

وقد حاول عدد من الباحثين في الماضي معالجة هذه المسألة، وكانت ورقة clark عام (1933) المحاولة الأولى لتدبير ألوان الأسنان، إذ استند فيه بحثه أساساً على المقياس اللوني لمونسل. وفي المدة نفسها، نشرت اللجنة الدولية (the Commission Internationale de l'Eclairage، 1931) بعض المعايير العلمية لتقويم الألوان، ولكن عدم وجود أدوات علمية مناسبة لقياس اللون لم يسمح بتحسينات كبيرة .

نشر sproull عام (1974 - 1973) سلسلة من المقالات التي دُرست فيها الطبيعة اللونية ثلاثية الأبعاد، وعلاقتها مع ألوان الأسنان من أجل تحسين المطابقة اللونية في طب الأسنان.

في عامي 1976 و 1978 وضعت CIE نظاماً جديداً يسمى CIE Lab إذ أصبح من الممكن ولأول مرة التعبير عن اللون بالأرقام، وحساب الاختلافات بين لونين باستخدام صيغة تعطي رقماً واحداً كقيمة للاختلافات اللونية .

عام 1956 قُدّم في السوق أول دليل ألوان من قبل شركة Vita وأطلق عليه دليل Vita Zahnfabrik واستُخدم لقياس لون أنظمة الخزف (Corciolani 2009) .

١-٣-٢ تعريف اللون:

يُعرّف اللون بأنه القيمة التي تتحدد في عنصرٍ أو مادةٍ ما من خلال الضوء المنعكس منه، وهو التأثير الفيزيولوجي الناتج عن الأثر الذي يحدث في شبكية العين، من استقبال الضوء المنعكس عن

سطح عنصر معين، سواء كان ناتجاً عن مادة صباغية ملونة أو عن ضوء ملون. فهو إذاً إحساس وليس له وجود خارج الجهاز العصبي للإنسان.

ومن الناحية الفيزيائية، يُعد كل سطح أو شكل جسم عديم اللون، فإذا ما سلطنا عليه شعاعاً أبيض، نرى هذا السطح يمتص حسب تركيبه الذري موجات شعاعية معينة، ويعكس موجات شعاعية أخرى من ألوان الطيف، هذه الموجات المعكوسة هي التي تراها العين، ولونها يبدو وكأنه ينبع من الشكل ذاته، ويمثل لون سطحه. (Chu, Devigus et al. 2004)

- الألوان الأساسية Primary colours :

هي الألوان التي لا يمكن أن تنشأ من خلط الألوان الأخرى، فهي ألوان في حد ذاتها

(الأحمر - الأصفر - الأزرق)

- الألوان الثانوية Secondary colours :

هي الألوان الناتجة عن خلط لونين أساسيين.

إذ ينتج اللون الأخضر عن مزج اللونين الأزرق والأصفر.

وينتج اللون البرتقالي عن مزج اللونين الأحمر والأصفر.

أما اللون البنفسجي فينتج عن مزج اللونين الأزرق والأحمر.

- الألوان المتتامة Complementary colours :

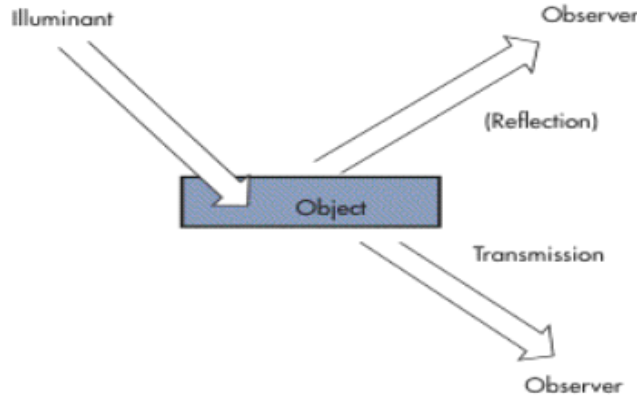
هي مجموعة من الأزواج اللونية المعاكسة بعضها لبعض، تلغي بعضها الآخر عندما تمزج معاً بكميات متساوية وينتج عن ذلك لون رمادي.

الأزواج المتتامة هي الأحمر والأخضر، الأصفر والبنفسجي، الأزرق والبرتقالي (Chu, Devigus et al. 2004).

ويمكن الاستفادة من هذه الخاصية في تعديل درجة سطوع الترميمات الخزفية، فعند إضافة اللون المتمم يصبح لون الخزف أكثر ميلاناً إلى اللون الرمادي، ومن ثَمَّ أقل إشراقاً؛ فمثلاً اللون A3 هو لون برتقالي، ومن ثَمَّ إضافة اللون الأزرق يقلل من درجة سطوعه (Kinda and Bruguera 2008)

٣-٣-١ العوامل المؤثرة في عملية إدراك اللون:

- ١- المصدر الضوئي.
 - ٢- الخواص الفيزيائية للمادة.
 - ٣- تقييم الشخص المراقب.
- ومن ثَمَّ فاللون هو حصيلة تفاعل الموجات الضوئية المنبعثة من المصدر الضوئي مع جسم المادة ليتم تقويمها من قبل المراقب (O'Brien).



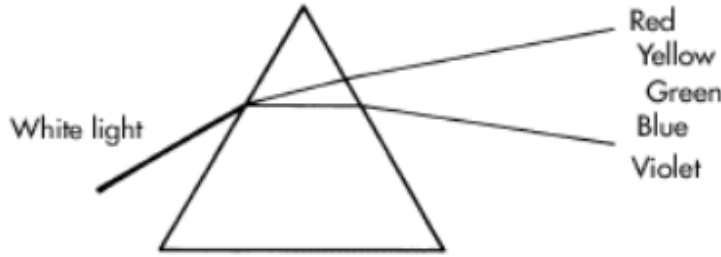
شكل رقم (1) يوضح العوامل الثلاثة المؤثرة في اللون (O'Brien 2002)

١- المصدر الضوئي Light sources:

إن اختلاف المصدر الضوئي يسبب اختلاف أطوال الأمواج الضوئية التي يمتصها الجسم أو التي تنعكس منه، الذي يسبب بدوره اختلاف اللون، أو ما يعرف بدرجة اللون (Heu) .

يُعَدُّ المصدر الضوئي العامل الأكثر أهمية، إذ يوصى باستخدام مصدر ضوئي مصحح للألوان مع درجة حرارة لونية تبلغ 5.500 k .

يحتوي المنبع الضوئي الأبيض على مزيج من الأطوال الموجية (أي مزيج من الألوان) التي تتبعثر إلى ألوان مختلفة عند تمر عبر الموشور، كما هو موضح في الشكل رقم (٢) (O'Brien, 2002).



شكل رقم (2) يوضح تبعثر الضوء الأبيض عبر الموشور (O'Brien 2002).

حسب (Billmeyer & Saltzman) عام 1960 فإن طول موجة اللون الأزرق 400 nm ، وطول موجة اللون الأخضر 500 nm ، أما اللون الأصفر فطول موجته 600 nm ، وأخيراً طول موجة اللون الأحمر 700 nm .

تُصنَّف المصادر الضوئية أحياناً وفقاً لدرجة حرارة اللون (درجة Kelvin) ، ويستند هذا التصنيف إلى اعتبار المصدر الضوئي بمثابة جسم مشع ذي درجة حرارة تعادل درجة حرارة اللون.

(O'Brien) .

ولكن ضوء النهار الطبيعي غير متوفر دائماً خلال إجراءات أخذ اللون، لذا فإن استخدامه غير محقق دائماً، ومن ثمَّ فلا بد من توفر ضوء صناعي يماثل ضوء الشمس مثل الضوء

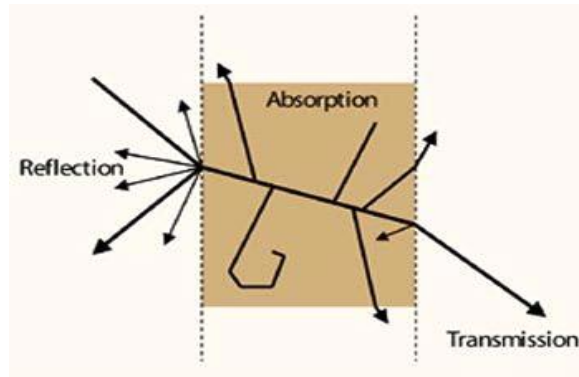
المتوهج الفلوري (Rosentiel et al , 2006)

٢- الحالة الفيزيائية للمادة Object :

يتفاعل الضوء مع الأجسام بطرقٍ مختلفة، إذ يمكن أن ينعكس أو يُمتص أو يعبر من سطح الجسم، ويمكن أيضاً أن ينكسر الضوء إذا تغيرت سرعة انتشاره من وسط واحد (مثل الهواء) إلى آخر (مثل

الماء) (Burkinshaw 2004)

لتحقيق مظهر تجميلي للترميم السني يجب أن تكون علاقة الضوء مع الترميم تحاكي تماماً علاقة الضوء مع السن الطبيعي، ومن ثمَّ عندما يُعدَّل لون جسم ما يجب علينا مراعاة تفاعل هذا الجسم مع الضوء القادم من المصدر الضوئي. (Sakaguchi and powers, 2012)

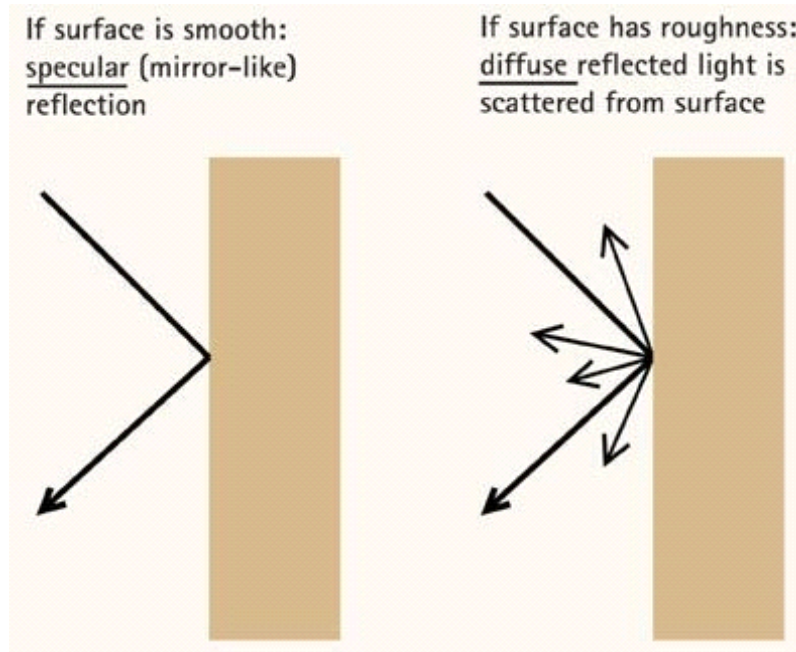


شكل رقم (3) تمثيل مبسط لانعكاس، وامتصاص وانتقال الضوء من خلال مادة شفافة (Burkinshaw 2004)

• الانعكاس Reflection :

يحدث الانعكاس عندما يصطدم الضوء بجسم صلب ويرتد عنه. وتكسب المادة لونها من خلال انعكاس ذلك الجزء من الطيف الضوئي الساقط عليها وامتصاص الأجزاء الأخرى.

تُظهر الأسنان الطبيعية عالية اللمعان انعكاساً للضوء، وخاصةً عندما تكون رطبة، أما في السطوح الخشنة فينتشر الضوء المنعكس على نحوٍ متناثر.



شكل رقم (4) يوضح انعكاس وانتشار الضوء (Burkinshaw 2004)

يُدرّك اللون حسب الأطوال الموجية المنعكسة منه (Gürel and Gürel 2003). فالجسم الأزرق مثلاً يعكس فقط الأمواج الزرقاء ويمتص باقي الأمواج، أما الجسم الأبيض فيعكس كل الأمواج الضوئية الواردة إليه على عكس الجسم الأسود الذي يمتص كل الأمواج الضوئية (Burkinshaw 2004).

- الامتصاص Absorption :

إن جميع الأمواج الضوئية غير المنعكسة تُمتص من قبل الجسم وتتحول إلى حرارة. الضوء المتشتت scattered light هو الضوء الذي يدخل الجسم الظليل وينحرف قبل امتصاصه. (Burkinshaw 2004)

- العبور Transmission :

يحدث العبور عندما يمر الضوء من خلال مادة شفافة (الزجاج) أو شافة (ميناء الأسنان) . ويمكن تغيير هذه الشفافية عبر إضافة بعض الجسيمات الدقيقة للمادة وإعطائها مظهر حليبي (O'Brien). يدخل الضوء إلى السن ويحدث امتصاصاً جزئياً للأمواج الضوئية، أمّا الأمواج الضوئية غير الممتصة فتعبر داخل السن وتنتشر قبل خروجها من السطح (Burkinshaw 2004).

٣- تقييم الشخص المراقب Observer :

يتلقى المراقب الضوء المنعكس أو المنتقل عبر المادة ثم يفسر النتائج . إذ تدخل موجات الطاقة الإشعاعية إلى العين وتؤثر مباشرة في المستقبلات الموجودة في شبكية العين والتي تدعى المخاريط . تحتوي المخاريط على ثلاثة أنواع من الأصبغة الحساسة للضوء، ومن ثمّ فليديها القدرة على التمييز بين الألوان، فعندما يسقط ضوء ذو لون معين على المخاريط فإنه ينبه بحسب طول موجته نوعاً، أو نوعين، أو ثلاثة أنواع من المخاريط بنسب متفاوتة، تُرسل عبر ألياف العصب البصري إلى الفص القفوي للمخ، إذ يفسرها كإحساس بلون معين. وعندما تُنبّه الأنواع الثلاثة من المخاريط بنسب متساوية يتولد إحساس برؤية اللون الأبيض. تتوضع معظم المخاريط في مركز الشبكية (اللطخة الصفراء) وتكون فعالة ضمن ظروف إضاءة جيدة (الرؤية النهارية)، بينما تتوزع العصي على نحوٍ محيطي وتكون فعالة في الإضاءة الضعيفة (الرؤية الليلية) إذ تسمح هذه المستقبلات بتفسير نصوع الجسم فقط دون لونه .

تُعَدُّ العين البشرية هي الأفضل في الكشف عن اختلافات اللون عن طريق المقارنة، كما يمكن استخدام أجهزة كشف أخرى بدلاً من العين البشرية، وعادةً ما تستخدم أجهزة الكشف الضوئي مثل أجهزة قياس الطيف الضوئي أو أجهزة قياس اللون، تختلف استجابة هذه الأجهزة عن استجابة العين البشرية، كما تختلف أيضاً استجابة العين للألوان من شخص لآخر تبعاً لعوامل عدة كعمر الشخص، الصحة العامة، الأدوية المتناولة، والإرهاق والتعب (O'Brien 2002).

التعب اللوني:

إن التحفيز المستمر من لون واحد يقلل من استجابة العين لهذا اللون وهو ما يعرف باسم التعب اللوني؛ إذ يبدو اللون الأصلي أقل تركيزاً إلى أن يصبح أقرب للرمادي . فالنظر إلى اللون الأحمر مثلاً ولمدة طويلة يسبب تعب المستقبلات العصبية، وعندما ينظر المراقب بعد اللون الأحمر مباشرة إلى خلفية بيضاء فإنها تظهر باللون الأخضر وذلك لأنه يكمل اللون الأحمر . لذا على طبيب الأسنان القيام بنظرة سريعة لمقارنة لون الدليل مع لون الأسنان، وينصح بالنظر لمدة 5 ثوان مع فترات من الراحة ثم إعادة النظر بدلاً من التحديق لمدة طويلة (Rosenstiel, Land et al. 2001).

عمى الألوان (Achromatopsia) :

ليس لجميع الأشخاص رؤية طبيعية للون، هناك عدة أنواع من ضعف البصر التي تؤثر في نحو 8% من السكان، ومعظمهم من الذكور (McDonald 1987).

عمى الألوان: هو مصطلح يعني إصابة الإنسان بخلل يُفقد القدرة على رؤية أحد الألوان الثلاث الآتية: الأحمر، أو الأزرق أو الأخضر، أو اللون الناتج عن خلطها معاً، أما الحالة التي لا يستطيع فيها الإنسان أن يرى ألواناً على الإطلاق، فهي نادرة جداً.

يحدث عمى الألوان المرتبط بالوراثة عند حصول نقص في أحد الأنواع الثلاثة من الخلايا المخروطية، أو حدوث تشوه فيها. (Burkinshaw 2004)

أعراض عمى الألوان:

قد تختلف أعراض عمى الألوان من حالة إلى أخرى، وقد تشتمل على:

- ١- عمى الألوان التام (انعدام كامل للحساسية اللونية)
- ٢- الإبصار الثنائي منقوص الأحمر: وهنا يعجز المصاب عن تمييز اللون الأحمر من منطقة الطيف المرئي، وسبب ذلك فقدان المخاريط الحساسة للون الأحمر.
- ٣- الإبصار الثنائي منقوص الأخضر: ويعني عدم قدرة المريض على تمييز اللون الأخضر بسبب فقدان المخاريط الحساسة للون الأخضر.
- ٤- ضعف الأزرق: وفي هذه الحالة لا يميز المصاب بين الألوان في منطقة الأزرق. (Burkinshaw 2004)

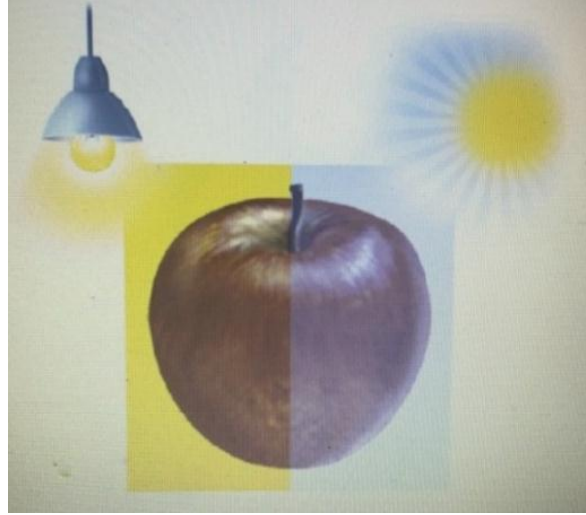
ظاهرة التصاوغ البنيوي (الخدامية) Metamerism :

تشير هذه الظاهرة إلى تطابق عيّنين ملونتين تحت ظروف معينة ولكنهما تختلفان في ظروف أخرى . على سبيل المثال، قد يبدو أن جسمين لديهما نفس اللون عند مشاهدتهما في ظروف إضاءة معينة (مثل ضوء النهار الطبيعي)، ولكنهما يظهران اختلافات لونية مميزة عندما يُشاهدان تحت مصدر ضوء ذي تركيبة طيفية مختلفة (مثل ضوء التلغستن)

إذ إن لون الجسم يتحدد من خلال التوزيع الطيفي لمصدر الضوء وطيف الانعكاس الخاص بالجسم، فإذا كانت بعض الأطوال الموجية التي تُعدُّ أساسية في ظهور جسم تحت مصدر ضوئي (أول) غير موجودة عندما يُعرض الجسم تحت مصدر ضوئي مختلف (ثان)، فإن هذه الأطوال الموجية لن تكون موجودة في الضوء الذي ينعكس من الجسم، في هذه الحالة، فإن الجسم عند عرضه تحت مصدر الضوء الثاني سوف يكون ناقصاً لهذه الأطوال الموجية، ومن ثَمَّ سيبدو الجسم بلون مختلف عن ذلك اللون المشاهد تحت المصدر الضوئي الأول.

هناك أشكال أخرى لظاهرة الخدامية، فبعضها ينشأ عن الاختلافات التي يمكن أن تحدث عن رؤية اللون من قبل عدة مراقبين (خدامية المراقب observer metamerism)، وقد تحدث نتيجة لاختلاف زاوية الرؤية (خدامية هندسية geometric metamerism)،

أو اختلافات في حقل الرؤية (field size metamerism) . (Burkinshaw 2004)



شكل رقم (5) يوضح ظاهرة الخدامية (Manappallil 2010)

١-٣-٤ أنظمة اللون: Color Systems

ويقصد بها الطرق المستخدمة لوصف أبعاد اللون في الأجسام:

١- نظام مونسل اللوني Munsell color system :

و هو نظام ثلاثي الأبعاد Hammad and Stein, 1991، يعتمد على الإحداثيات الآتية:

• صبغة اللون أو Hue :

هو ما يسمى درجة اللون، إحدى خصائص اللون الأساسية، وهي عبارة عن الخاصية اللونية التي تمكننا من تمييز لون عن آخر.

• تركيز اللون أو Chroma :

أو ما يسمى أيضاً إشباع اللون، وهي عبارة عن الخاصية التي تمكننا من تمييز شدة اللون، وتعني درجة إشباع اللون وبذلك يمكننا تمييز اللون القوي من اللون الضعيف، مثلاً "الأحمر أكثر إشباعاً" من الوردي الذي هو أقل إشباعاً. يزداد تركيز اللون بازدياد ثخانة المادة .

•السطوع أو Value :

هي الخاصية التي تصف إشراق اللون أو قتامته، أعلى قيمة لها الأبيض وأقل قيمة لها الأسود. وهي الصفة الأكثر أهمية في اختيار اللون، فدرجة قتامة لون التعويض غير الملائمة يمكن أن تُكشف بسهولة من قبل الشخص العادي الذي لا يملك أي خبرة في الإدراك الحسي اللوني حتى من مسافة بعيدة، في حين درجة اللون وتركيز اللون يكون من الصعب تمييزها من مسافة بعيدة (Rosenstiel and Land 2006)

وبما أن نظام مونسل كان لديه توزيع غير منتظم في الفضاء، لا يمكن ربط لونين وحساب الاختلافات بينهما (Corciolani 2009) .

٢- النظام الكمي CIE color system :

طُوِّر هذا النظام أول مرة عام 1976 م . واعتمد من قبل المفوضية الدولية للأبحاث المتعلقة بشؤون الإضاءة. International Commission on illumination system

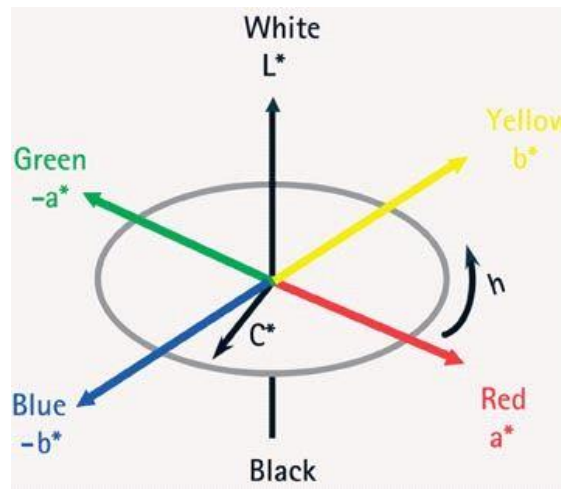
تتمثل قوة هذا النظام في قدرته على التفسير العلمي لتغيرات اللون تبعاً للمسافة عبر فضاء اللون.

يستخدم هذا النظام ثلاث معلمات (X، Y، Z) والتي تقوم على وظائف الاستجابة الطيفية التي يحددها مراقب CIE . كما يُستخدم أحياناً الرسم البياني اللوني CIE لتحديد اللون.

وهناك نظام آخر من CIE يستخدم المعلمات الثلاثة (CIE L*a*b*) للتعريف اللوني، ويمكن حساب قيم هذه المعلمات من قيم X و Y و Z .

ميزة هذا النظام أن ألوانها مماثلة تقريباً لألوان الفضاء ثلاثي الأبعاد التي تتساوى عناصره على أساس الإدراك البصري للون.

- L : يدل على الإضاءة والسطوع، تتراوح قيمته بين (L=0) أسود ، و (L= 100) أبيض .
- a : يدل على الاحمرار (a+) ، والقيمة السلبية منها تدل على الاخضرار (a-)
- b : يدل على الاصفرار (b+) ، والقيمة السلبية منها تدل على الازرقاق (b-)
- حيث أن ΔL , Δa , Δb يمثل التغيير في إحداثيات اللون (O'Brien).



شكل رقم (6) يوضح نظام اللون (CIE L*a*b*) (O'Brien 2002)

يعبر المصطلح ΔE عن التغيير اللوني بين نقطتين من فضاء الألوان ثلاثي الأبعاد. ووفقاً لعدد من الدراسات فإن التغيير اللوني المقبول به في الترميمات السنية يتراوح بين 2.6 – 3.7

(Johnston and Kao 1989, Douglas and Brewer 1998, Hosoya 1999, Uludag,) (Usumez et al. 2007)

وفي دراسة Vichi et al 2007 صُنِّف التغيير اللوني ومقدار القبول السريري حسب قيمة كما يأتي

- $\Delta E \geq 1$ تغيير مقبول سريرياً، وغير مميز بالعين
- $1 < \Delta E \leq 3.3$ تغيير مقبول سريرياً ، ولكن يمكن تمييزه من قبل فاحص متخصص
- $\Delta E > 3.3$ تغيير غير مقبول سريرياً، ويمكن تمييزه من قبل الأشخاص العاديين .

(Vichi, Ferrari et al. 2004)

ويُحسَب التغير اللوني حسب العلاقة الآتية (Burkinshaw 2004):

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5}$$

١-٣-٥ قياس اللون Color Measurements :

تعد عملية التطابق اللوني بين لون الترميم النهائي واللون المختار من أكثر المهمات صعوبة في طب الأسنان. تحدث عملية أخذ اللون بطرقٍ عدّة:

١- الطريقة التقليدية باستخدام دليل اللون Shade Guide :

وهي الطريقة الأكثر شيوعاً والأسهل استخداماً لكنها تتأثر بعوامل عديدة كخبرة الشخص الفاحص وعمره، إضافة إلى ظروف الإضاءة المحيطة.

هناك أنواع مختلفة لأدلة اللون منها:

✓ دليل الألوان التقليدي (VITAPAN CLASS-I) VITA Shade guide :

ويُعدُّ دليل الألوان الأكثر شيوعاً في طب الأسنان، قُدِّم في الأسواق عام 1956 م (Smitha and Savitha 2017).

يتضمن ١٦ خياراً لونياً مقسمة إلى 4 مجموعات تبعاً للصبغة اللونية (Hue) ، تُرتب التدرجات ضمن هذه المجموعات الأربعة وفقاً لكثافة اللون من الرقم ١ (يدل على اللون الأقل إشباعاً والأكثر سطوعاً) إلى الرقم 4 (يدل على اللون الأكثر إشباعاً والأقل سطوعاً). (Paravina 2009)

• المجموعة A : تدل على اللون الأحمر المصفر (البرتقالي)، وتحتوي على 5 تدرجات A1, A2, A3, A3.5, A4

• المجموعة B : تدل على اللون الأصفر، تحتوي على 4 تدرجات B1, B2, B3, B4

•المجموعة C : تدل على اللون الرمادي، تحتوي على 4 تدرجات C1, C2, C3, C4

•المجموعة D : تدل على اللون رمادي برتقالي، تحتوي على 3 تدرجات D2, D3, D4

(Smitha and Savitha 2017)



شكل رقم (7) دليل الألوان التقليدي (Chu et al 2004)

✓ دليل الألوان **ivoclar-vivadent chromascop** :

كما هو الحال مع دليل الألوان vita classical vitapan ، فإن دليل الألوان chromascop مرتب في مجموعات استناداً إلى الصيغة اللونية Hue

المجموعة الأولى: اللون الأبيض

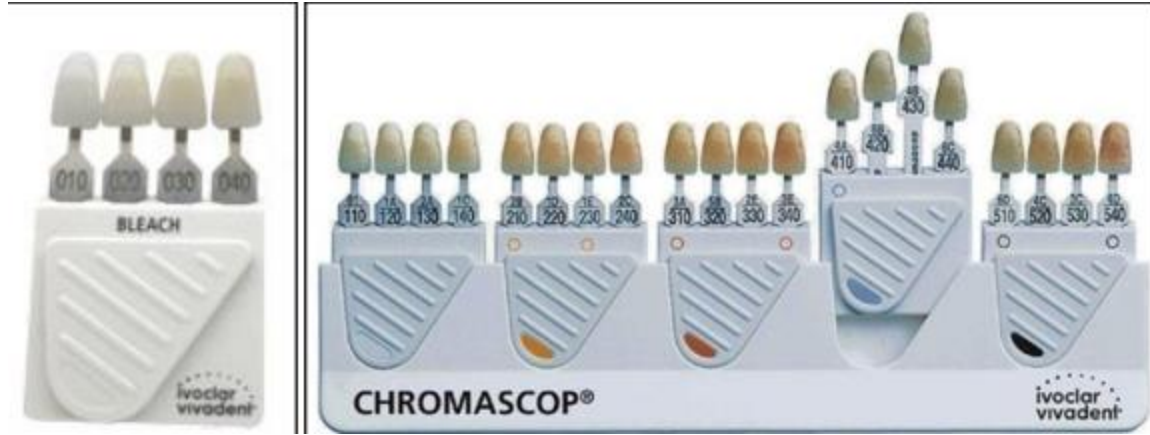
المجموعة الثانية : اللون الأصفر الفاتح

المجموعة الثالثة: للون الأصفر الغامق

المجموعة: الرابعة للون الرمادي

المجموعة: الخامسة للون البني

وُترتب التدرجات ضمن المجموعات وفقاً لزيادة الكثافة من 10 إلى 40 (Corciolani 2009)



شكل رقم (8) دليل الألوان ivoclar–vivadent chromascop (Chu et al 2004)

✓ دليل الألوان الرقمي Vitapan 3D–Master Shade Guide :

أدخل هذا النظام عام 1998 ، حيث ادعت الشركة المصنعة بأنه يغطي كامل مساحة الفضاء اللوني، ويعكس توزيع لون الأسنان الطبيعية (Okubo, Kanawati et al. 1998, Yap 1998) .
يتكون من 26 تدرجة لونية على شكل سن مصنوع من نيفيلين الفلدسبار. وموزعة من الأكثر سطوعاً والأقل كثافة إلى الأقل سطوعاً الأكثر كثافة، من اللون الأصفر إلى اللون الأحمر.
تقسم الخيارات اللونية حسب درجة السطوع value إلى 5 مجموعات مرمزة بأرقام متسلسلة من 1 إلى 5 ومرتبطة كما يأتي:

المجموعة 1: تحتوي على خيارين لونيين فقط

المجموعات : (2 - 3 - 4) تحتوي كلٌ منها على 7 خيارات لونية.

المجموعة : 5 تحتوي على 3 خيارت لونية وهي الأقل سطوعاً.

في المجموعات (2 - 3 - 4) تكون الألوان موزعة في ثلاثة أعمدة و مرمزة بأحرف - M - L (R)تعتبر عن الصيغة اللونية كما يأتي:

L لون مائل للاصفرار

R لون مائل للاحمرار

M لون لون متوسط بين الأحمر والأصفر (Jada , 2002)

أما المجموعات (0 - 1 - 5) فتحتوي فقط على الدرجة اللونية M.

وتُقسَّم درجات الكثافة اللونية في كل مجموعة سطوع إلى مستويات مرمزة بأرقام (3 - 2 - 1) مرتبة من الأسفل إلى الأعلى من الأقل إشباعاً إلى الأكثر إشباعاً

عُدِّل هذا الدليل مع إدخال المجموعة السادسة رقم 0 تتناسب الأسنان التي بُيِّضت (Corciolani , 2009)



شكل رقم (9) دليل الألوان Vita 3D-Master Shade Guide (Chu et al 2004)

سليبيات استخدام دليل الألوان:

١. تختلف الدرجات اللونية في دليل الألوان باختلاف الشركة المصنعة.
٢. تُصنَّع التدريجات اللونية في دليل الألوان بثخانة قياسية (3-4.5 ملم) وهي مختلفة عن ثخانة الخزف في الترميمات السنية (1.5 - 1 ملم).

٣. الخزف المستخدم في صناعة عينات دليل اللون ليس ضروريًا أن يكون نفسه الخزف المستخدم بالترميم، وهذا ما ينتج عنه اختلافات لونية طفيفة.

٤. إن عينات دليل اللون المستخدم لا تكرر نفس تفاصيل الترميم الخزفي من حيث (ثخانة الخزف الظليل والخزف المغطى، وجود الخزف القاطعي، نوع الخليطة المعدنية المستخدمة)، الذي قد ينتج عنه اختلاف في اللون بين دليل الألوان وبين الترميم الخزفي النهائي بالرغم من اختيار التدرجة اللونية نفسها.

٥. تُرتَّب التدرجات اللونية في دليل اللون على نحوٍ غير منطقي ولا تغطي جميع تفاصيل اللون في الأسنان الطبيعية.

٦. يختلف مسار الضوء في عينات دليل اللون عن مساره في الترميمات الخزفية، إذ ينعكس الضوء وينتقل من خلال عينات دليل اللون، ما يعطيها الشفافية والحيوية، في حين ينعكس الضوء وينتقل قليلاً عبر الترميمات الخزفية، ما يجعلها تبدو كثيفة وغير شفافة.

(Okubo, Kanawati et al. 1998, Hasegawa, Ikeda et al. 2000, Marcucci)
(Sato R 1999)(2001

٢- الطريقة الإلكترونية باستخدام أجهزة قياس اللون:

من أجل تقليل أخطاء اختيار اللون الناتجة عن التقدير البصري طُوِّرت الأدوات الإلكترونية لتحليل لون الأسنان:

✓ أنواع الأجهزة الرقمية المستخدمة لقياس اللون في طب الأسنان:

- ١- أجهزة القياس اللوني Colorimeters.
- ٢- أجهزة قياس الطيف الضوئي Spectrophotometer.
- ٣- الكاميرات الرقمية ذات المرشحات اللونية Digital cameras as filter colorimeters .

Douglas and Brewer 1998, Yap 1998, Barrett, Grimaudo et al. 2002,)
(Jahangiri, Reinhardt et al. 2002

١- أجهزة القياس اللوني colorimeters

هو أداة بسيطة نسبياً ومنخفضة التكلفة، مصممة لقياس اللون على أساس ثلاثة محاور باستخدام مرشحات تحاكي عمل العين البشرية، ويمكن عرض النتائج وفق نظام اللون الكمي CIE Lab (Corciolani 2009)

يُعدُّ جهاز القياس اللوني chromascan أقدم جهاز مستخدم سريراً لتحديد اللون. إذ قُدِّم في أوائل ثمانينيات القرن الماضي، ولكن دقته المنخفضة ومحدودية نتائجه كانت سبباً في فشله (Smitha and Savitha 2017).

٢- أجهزة قياس الطيف الضوئي spectrophotometers

هو أداة أكثر تطوراً، يقاس فيه اللون من خلال انعكاس أو انتقال الجسم الملاحظ وإعطاء منحنى طيفي . ويقتصر قياس اللون على نطاق التردد المرئي عادة (350-800nm) . يقوم الجهاز بقياس كمية الطاقة الضوئية المرئية لكل صبغة لونية Hue مع قياس الكثافة Chroma والإشراق اللوني Value في كامل الطيف المرئي، وتنتج عن هذه القياسات مجموعة من البيانات المعقدة التي تُحوَّل إلى قيم لونية دقيقة (Chu et al 2004) .

تميز الإصدار الأول لهذا الجهاز بدقته العالية ولكنه من جهة أخرى كان معقداً جداً وصعب الضبط والمعايرة، وعلاوة على ذلك كان جهازاً ضخماً جداً وباهظ الثمن، كل هذه الأسباب جعلت استخدامه سابقاً مقتصرأ فقط على مختبرات البحوث.

يتميز بقدرته على تحليل المكونات الرئيسية لسلسلة الأطياف، والقدرة على تحويل القياسات الطيفية إلى مختلف أدوات قياس اللون.

هو جهاز يقيس الانعكاسي الطيفي للجسم؛ إذ يمكنه قياس الكثافة كدلالة للون، أو على نحو أكثر تحديداً، الطول الموجي للضوء (Hammad 2003)

مبدأ العمل عموماً:

تمر أطوال الموجات المختلفة من خلال شق داخلي في الجهاز ومن ثم إلى العينة المدروسة، تمتص العينة بشكل انتقائي موجات مختلفة من الضوء بكميات مختلفة (Cal, Sonugelen et al. 2004) ثم يمر الضوء من خلال فتحة أخرى، تسمى الشق الخارجي، ويؤثر في الكاشف detector يقوم الكاشف بتحويل شدة الضوء عند الطول الموجي المحدد إلى إشارة كهربائية تُضخَّم وتُعرض على الشاشة.

واختصاراً، يوفر مقياس الألوان colorometer مقياساً شاملاً للضوء الممتص، في حين أن مقياس الطيف Spectrophotometer يقيس الضوء الممتص بأطوال موجية مختلفة (Marcucci 2003) ويمكن عدُّ جهاز spectro shade micro ، الذي هو مزيج من جهاز تصوير رقمي وجهاز قياس الطيف الضوئي الجهاز الأكثر تطوراً.

وتشتمل مزايا هذا الجهاز على:

القدرة على الحصول على الصور الرقمية واستخدامها في تحليل اللون

إمكانية إرسال البيانات عن طريق البريد الإلكتروني إلى المختبر.

ربط الصورة السريرية في العيادة مع العمل في المختبر.

يعد جهاز vita easyshade واحدًا من أحدث أجهزة قياس الطيف الضوئي المستخدمة سريرياً.

إن برمجيات هذا الجهاز مصممة لإعطاء نتائج القياسات اللونية وفق نظام اللون الكمي. CIE Lab

يتكون من مقبض متصل بوحدة قاعدية basic unite عبر مجموعة من الألياف البصرية أحادية الطبقة، يحتوي على حزم من الألياف البصرية بقطر (1 - 19 mm) أثناء عملية القياس يُضاء السن بوساطة السطح الخارجي للرأس ويُوَجَّه الضوء من مصباح الهالوجين في الوحدة القاعدية إلى سطح السن .هناك عدة spectrometers في المقبض التي تضبط مصدر الضوء وتقيس الضوء المتناثر داخلياً .تتلقى الفلاتير الضوء كما يُعاد توجيهه من خلال الألياف الراجعة الموجود في المقبض .(Smitha and Savitha 2017)

٣- الكاميرات الرقمية ذات المرشحات اللونية Digital cameras as filter colorimeters :

تستند أحدث الأجهزة المستخدمة في اختيار اللون على تكنولوجيا الكاميرا الرقمية بدلاً من التركيز على الفيلم لخلق تفاعل كيميائي، تلتقط الكاميرات الرقمية الصور باستخدام CCDs ، التي تحتوي على عدة آلاف أو حتى الملايين من العناصر الصغيرة الحساسة للضوء (Smitha and Savitha 2017).

إيجابيات استخدام الأجهزة الرقمية:

١. لا تتأثر بالعوامل الخارجية كالبينة المحيطة مثلاً
٢. لا يتطلب استخدامها كثيراً من الوقت في العيادة.
٣. اختيار اللون بشكل رقمي بعيداً عن تقويم الطبيب الذي قد يتأثر برأيه وخبرته الشخصية، كما أنه يوفر معلومات دقيقة لفني الأسنان.
٤. يمكن لفني الأسنان التأكد من تطابق اللون الذي أُخذ في العيادة مع اللون الذي نُسخ في التعويض الخزفي؛ أي: جودة عالية في مراقبة العمل.

Hasegawa, Ikeda et al. 2000, Marcucci 2001, Barrett, Grimaudo et al.)
2002, Paravina 2002, Paravina, Powers et al. 2002, Smitha and Savitha
(2017

محددات استخدام الأجهزة الرقمية:

١. يوجد عدد قليل من الأجهزة المتاحة في السوق، كما أنها مكلفة للغاية.

٢. تتأثر دقة قياس اللون بظاهرة ضياع الحافة.

٣. تخطيط الشفافية غير كاف مع جميع الأنظمة.

٤. لكي يكون هذا القياس فعالاً على نحوٍ فعّالٍ، يجب أن يتوفر جهاز آخر في المختبر

Baltzer and Kaufmann–Jinoian 2005, Lee, Setchell et al. 2005, Klemetti,)
(MATELA et al. 2006

١-٤ الدراسات السابقة ذات الصلة بالبحث:

- أشار (Tucillo 1974) إلى افتراض آلية تلون الخزف بوساطة خلائط فضة بلاديوم وذلك عبر تبخر الفضة من الخليطة وشحنها إيجابياً إلى شوارد موجبة خلال خبز الخزف ومن ثم انتشارها عبر الخزف من خلال الاتصال الخزفي المعدني، ما يؤدي إلى تلون الخزف، تجدر الإشارة إلى أن الفضة تتبخر بدرجات حرارة أكبر من 960°C وذلك عند الضغط الجوي الطبيعي ولكن عند خفض الضغط الجوي خلال مرحلة التخلية أثناء خبز الخزف تتبخر الفضة بدرجات حرارة منخفضة.
- قد يتأثر لون الخزف بشوارد معدنية معينة مثل شوارد البلاديوم والنيكل المتواجدة في الخلائط السنية المستخدمة مع الترميمات المعدنية الخزفية (Tucillo 1974) (Bertolotti 2002)
- قارن (Brewer, Akers et al. 1985) تأثير بنية ثلاث خلائط مختلفة في اللون النهائي للترميمات الخزفية المعدنية، وأظهرت النتائج حدوث تغير لوني بسيط للخلائط الثلاث خلال مرحلة خبز الخزف الظليل بينما حصل تغير لوني مهم بعد خبز طبقة الخزف العاجي، واعتمد التغير اللوني على نوع الخليطة المستخدمة.
- استخدم (Jacobs, Goodacre et al. 1987) جهاز spectrophotometer مع التقويم البصري للصبغة والكثافة والبياض وذلك عند فحص آثار عدة متغيرات منها ثلاث خلائط (ذهب- بلاتينيوم بلاديوم، نيكل كروم، بلاديوم عالي) على اللون الناتج للترميمات الخزفية المعدنية، وأظهرت النتائج من أجل ألوان معينة وجود اختلافات مهمة في قيم الصبغة في مجموعة نيكل كروم ومجموعة البلاديوم العالي المحتوى من مجموعة ذهب- بلاتينيوم بلاديوم وأشار التقويم البصري إلى أن مجموعة خليطة النيكل كروم مختلفة جوهرياً عن المجموعتين الباقيتين.
- أظهرت دراسات سابقة تأثيراً مهماً لشوارد الفضة في لون الخزف وخاصة بدرجات الحرارة العالية؛ إذ تسبب الخلائط الحاوية على الفضة تعكراً مصفراً أو اخضراراً مصفراً في الخزف (Ringle, Mackert Jr et al. 1989)

- قام (Crispin, Seghi et al. 1991) بدراسة تغيّر لون الخزف مع استخدام خمسة أنماط رئيسة من الخلائط المعدنية. أظهرت الدراسة أنّ أفضل استقرار للون كان مع الخلائط المعدنية النبيلة، بينما سببت خلائط البلاديوم - فضة و خلائط النيكل - كروم تغييراً كبيراً في لون الخزف العاجي فقط، وأكبر التغيرات اللونية كانت في خلائط البلاديوم - فضة، في حين أدت خلائط النيكل - كروم إلى تغيير اللون لكن ليس بالشدة نفسها.
- وجد (Wu and Ma 2000) أنّه ليس للثيتانيوم تأثير واضح بصرياً في اللون النهائي للترميمات الخزفية المعدنية.
- وجد (Li, Zhao et al. 2003) أن لون الخزف يتأثر باختلاف نوع الخليطة المعدنية . إذ قارن بين خليطة نيكل كروم وخليطة ذهب بلاتين . بيّنت الدراسة أن لون الخزف مع خليطة ذهب بلاتين كان أكثر احمراراً واصفراراً وأقل إشراقاً. وكانت ΔE بين خليطة الذهب وخليطة نيكل كروم عالية عندما طُبّق الخزف الظليل ولكنها انخفضت بعد تطبيق الخزف العاجي.
- ذكر (Stavridakis, Dent et al. 2004) أيضاً تأثير الفضة في لون الخزف العاجي؛ إذ يُعزى تعكر الخزف السني من الخلائط الحاوية على الفضة إلى امتصاصها إلى داخل جسم الخزف وقد أُشيرَ إلى أنه عند رفع درجات الحرارة تستطيع شوارد الفضة الانتشار عبر البنية الزجاجية للخزف السني وتتراكم داخل الكتلة الغروانية، ما ينتج لوناً أصفراً.
- وجد (Kourtis, Tripodakis et al. 2004) أن لون الترميمات الخزفية المعدنية يتأثر باختلاف كلّ من الخليطة المعدنية والخزف المغطى؛ إذ أظهرت الدراسة لوناً أكثر إشراقاً للخزف السني عندما طُبّق مع خلائط الذهب و خلائط كروم كوبالت وذلك مقارنةً مع خلائط نيكل كروم و خلائط البلاديوم، كما أن خلائط الذهب و خلائط البلاديوم تسبب لوناً أكثر اصفراراً للخزف السني.

- بحث (Stavridakis, Dent et al. 2004) et al تأثير معدن البلاديوم في لون الخزف العاجي والخزف الظليل. أظهرت الدراسة أن تطبيق الخزف الظليل بسماكة ٠.١ ملم وحده فوق البلاديوم يعطي فروقات لونية غير مقبولة سريرياً. أما تطبيق الخزف العاجي مع الخزف الظليل فيؤدي إلى فروقات لونية مقبولة سريرياً.
- قام (Al Wazzan and Al Hussaini 2007) بدراسة تأثير التيتانيوم النقي (PTi) وخليطة تيتانيوم - ألمينيوم - فاناديوم (Ti-6Al-4V) في اللون النهائي للترميمات الخزفية ومقارنة النتائج مع خلائط معدنية أخرى (خلائط أساسها الذهب، خلائط أساسها البلاديوم، خلائط النيكل كروم) . أظهرت النتائج وجود اختلافات لونية مع جميع الخلائط. ولكن كان للتيتانيوم النقي الاختلاف الأعلى بين جميع الخلائط، في حين كانت أدنى قيمة لتغير اللون مع خليطة تيتانيوم - ألمينيوم - فاناديوم.
- وجد (Ozcelik, Yilmaz et al. 2008) أن تطبيق الخزف الظليل بثخانة ٠.١ ملم غير كافية لإعادة إعطاء لون الخزف، وقد أظهرت الدراسة أن خلائط نيكل كروم وخلائط كروم كوبالت تسبب تغيراً في لون الخزف الظليل، لكن ضمن حدود مقبولة سريرياً.
- كما ذكر (Yilmaz, Özçelik et al. 2009) أن شوارد النيكل تُعدُّ بمثابة ملونات للخزف؛ إذ ظهر أنها تولد لوناً رمادياً في زجاج سليكات الصوديوم، ومن الممكن أن تترافق مع تغيرات لونية في الخزف.
- ذكر (Janardanan, Pillai et al. 2012) أن خليطة كروم كوبالت تعطي الترميمات الخزفية المعدنية لوناً أكثر إشراقاً، وذلك بمقارنتها مع خليطة النيكل كروم التي تسبب لوناً أكثر قتامة وأكثر احمراراً، كما وجد أن خلائط الذهب هي الأفضل لإعادة إعطاء لون الترميمات الخزفية، عدا عن ذلك فإن تغطيتها بالخزف الظليل كان أكثر سهولة.

• قام (Anitha, Dhanraj et al. 2013) بدراسة تأثير اختلاف كل من الخليطة المعدنية ونوع الخزف المستخدم في لون الخزف العاجي؛ إذ اعتمد في دراسته على تقسيم العينات إلى مجموعتين استخدم في الأولى منها نوع خزف VITA وفي المجموعة الثانية خزف Ivoclar، ومن ثم قُسمت كل مجموعة إلى ثلاث تحت مجموعات، استخدم في تحت المجموعة الأولى خليطة نيكل كروم نوع (Heraenium) وفي تحت المجموعة الثانية خلية نيكل كروم نوع (Bellabond Plus) في حين استخدم في تحت المجموعة الثالثة خليطة كروم كوبالت. وقُورنت النتائج مع المجموعة الشاهدة التي استُخدم فيها الخلائط النبيلة. فكانت النتائج كما يأتي:

ظهرت اختلافات اللون بالحد الأدنى عند استخدام خليطة الكروم كوبالت مقارنةً مع خليطة النيكل كروم.

اختلفت نسبة التغيرات اللونية عند استخدام أنواع تجارية مختلفة من خليطة النيكل كروم؛ إذ سببت خليطة نيكل كروم نوع (Heraenium) تغيرات لونية أعلى من النوع الثاني (Bellabond Plus) ويعود هذا الاختلاف إلى زيادة طبقة الأكسيد بالنوع الأول الناتجة عن زيادة نسبة الموليبيدينوم ١٠٪ و كروم ٢٣٪ مقارنة مع النوع الثاني.

ظهرت اختلافات اللون بالحد الأدنى عند استخدام خزف VITA مقارنة مع خزف Ivoclar .

• وجد (Al Hamad, Qadan et al. 2016) أن نوع الخليطة يلعب دوراً في لون الترميمات الخزفية المعدنية؛ إذ درس تأثير خليطة نيكل كروم وخليطة كروم كوبالت في لون الخزف وقام بمقارنة النتائج مع الخلائط النبيلة .

أظهرت الدراسة أن اختلاف نوع الخليطة يؤدي إلى تغيرات لونية ذات دلالة إحصائية. وكانت ΔE أقل من عتبة القبول لجميع الخلائط، وعلى الرغم من الدلالة الإحصائية فإن الخلائط المعدنية كانت جيدة على نحوٍ قريبٍ من الخلائط النبيلة.

• قام (Arif R, Yilmaz B et al. 2018) بدراسة تأثير وجود الخزف الظليل ودوره في إخفاء لون الدعامة المعدنية عند استخدامه مع الترميمات الخزفية. بيّنت الدراسة وجود تأثير للدعامة المعدنية

المصنوعة من التيتانيوم على لون الخزف السني ، وأن استخدام الخزف الظليل يحسن من اللون النهائي للترميمات الخزفية.

يوضح الجدول رقم (١) لمحة مختصرة عن نتائج الدراسات السابقة ذات الصلة ببحثنا الحالي:

العام	اسم الباحث	نتائج الدراسة
1974	Tucillo	يتأثر لون الخزف السني بشوارد الفضة الموجودة في خليطة فضة - بلاديوم
1985	Brewer, Akers	تُسبب الخلائط المعدنية تغيرات لونية في الخزف السني ويعتمد التغيير اللوني على نوع الخليطة المستخدمة.
1987	Jacobs, Goodacre	تؤثر خليطة النيكل كروم وخليطة البلاديوم عالي المحتوى على لون الخزف السني مسببة تغيرات جوهرية في لونه.
1989	Ringle, Mackert Jr	تسبب الخلائط المعدنية الحاوية على الفضة تعكراً مصفراً أو اخضراراً مصفراً في لون الخزف السني.
1991	Crispin, Seghi	تعتبر الخلائط المعدنية النبيلة الأفضل من حيث استقرار لون الخزف، بينما تسبب خلائط البلاديوم فضة و خلائط النيكل كروم تغييراً كبيراً في لون الخزف العاجي فقط، وبشكل أكبر في خلائط البلاديوم- فضة
2000	Wu and Ma	ليس للتيتانيوم تأثير واضح بصرياً على اللون النهائي للترميمات الخزفية المعدنية.
2003	Li, Zhao	تسبب خليطة (ذهب - بلاتين) لوناً خزفياً أكثر احمراراً واصفراراً وأقل إشراقاً. و يظهر التغيير اللوني بشكل كبير عند تطبيق الخزف الظليل لوحده ولكنه ينخفض بعد تطبيق الخزف العاجي
2004	Stavridakis, Dent	تؤثر الخلائط الحاوية على الفضة في لون الخزف العاجي مسببة لوناً مصفراً.

2004	Kourtis, Tripodakis	تسبب خلائط الذهب وخلائط الكروم كوبالت لوناً أكثر إشراقاً للخزف السني وذلك مقارنةً مع خلائط النيكل كروم وخلائط البلاديوم
2004	Stavridakis, Dent	إنّ تطبيق الخزف الظليل بسماكة ٠.١ ملم فوق البلاديوم يعطي فروقات لونية غير مقبولة سريرياً. أما تطبيق الخزف العاجي مع الخزف الظليل فيؤدي إلى فروقات لونية مقبولة سريرياً.
2007	Al Wazzan, Hussaini	تسبب الخلائط المعدنية تغيرات لونية في الخزف السني، ظهرت أعلى قيمة للتغير اللوني عند استخدام التيتانيوم النقي ، في حين ظهرت أدنى قيمة لتغير اللون مع خليطة تيتانيوم - ألمينيوم - فاناديوم.
2008	Ozcelik, Yilmaz	أن تطبيق الخزف الظليل بثخانة ٠.١ ملم غير كافية لإعادة إعطاء لون الخزف
2009	Yilmaz, Özçelik	تسبب شوارد النيكل لوناً رمادياً في زجاج سليكات الصوديوم، ومن الممكن أن تتراقق مع تغيرات لونية في الخزف.
2012	Janardanan, Pillai	تسبب خليطة الكروم كوبالت لوناً أكثر إشراقاً للخزف السني، مقارنةً مع خليطة النيكل كروم التي تسبب لوناً أكثر قتامة وأكثر احمراراً. كما وجد أن خلائط الذهب هي الأفضل لإعادة إعطاء لون الترميمات الخزفية.
2013	Anitha, Dhanraj	ظهرت اختلافات اللون بالحد الأدنى عند استخدام خليطة كروم كوبالت مقارنةً مع خليطة النيكل كروم. واختلفت نسبة التغيرات اللونية عند استخدام أنواع تجارية مختلفة من خليطة النيكل كروم
2016	Al Hamad, Qadan	إن اختلاف نوع الخليطة المعدنية يؤدي إلى تغيرات لونية ذات دلالة إحصائية، وعلى الرغم من ذلك فإن الخلائط المعدنية كانت جيدة على نحو قريبٍ من الخلائط النبيلة
2018	Arif R, Yilmaz B et al	يؤثر اللون المعدني للدعامة المصنوعة من التيتانيوم على لون الخزف السني ، ولكن استخدام الخزف الظليل يحسن من اللون النهائي للترميمات الخزفية

الباب الثاني

مواد البحث و طرائقه

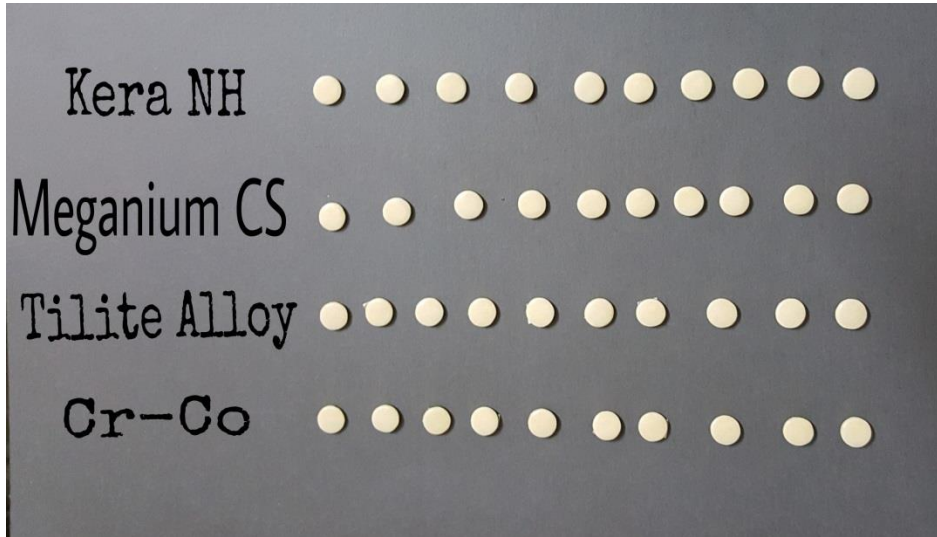
Materials and Methods

٢-١ : العينة Sample :

تتألف عينة البحث من 40 قرصاً خزفياً معدنياً بقطر 8 ملم وبثخانة 1.5 ملم، بحيث تكون ثخانة القلنسوة المعدنية 0.5 ملم وثخانة الخزف المغطي 1 ملم مع اختيار اللون A3 ليكون لون موحد على جميع العينات .

قُسمت العينة إلى أربع مجموعات (n=10) تبعاً لنوع الخليطة المعدنية المستخدمة:

- المجموعة الأولى : استُخدم فيها خليطة النيكل كروم (النوع التجاري Meganium CS) كقاعدة معدنية، مع تطبيق الخزف المغطي من نوع GC
- المجموعة الثانية : استُخدم فيها خليطة نيكل كروم (النوع التجاري Kera NH) كقاعدة معدنية، مع تطبيق الخزف المغطي من نوع GC .
- المجموعة الثالثة : استُخدم فيها خليطة نيكل كروم (النوع التجاري Tilite Alloy) كقاعدة معدنية، مع تطبيق الخزف المغطي من نوع GC .
- المجموعة الرابعة : استُخدم فيها خليطة كروم كوبالت (Metaplus – Germany) كقاعدة معدنية، مع تطبيق الخزف المغطي من نوع GC .



الشكل رقم (١٠) يوضح كامل عينات البحث.

٢-٢: المواد والأجهزة المستخدمة: Materials and devices

١-٢-٢ المواد المستخدمة في البحث:

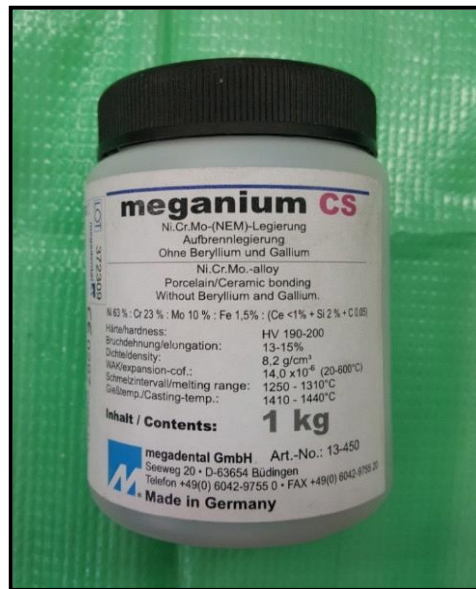
- خليطة نيكل كروم (Meganium CS – Germany) Ni.Cr.Mo

تتكون من العناصر الآتية:

Ni 63% Cr 23%

Mo 10% Fe 1.5%

Si 2% C 0.05% Ce < 1%



شكل رقم (11) خليطة نيكل كروم نوع (Meganium CS)

- خليطة نيكل كروم (Kera NH– Germany) : شكل رقم (11)

تتكون من العناصر الآتية:

Ni 57,60 % Cr 27,69 %

Mo 12, 95 % Si 1,62%

Others < 0.1%



شكل رقم (12) خليطة نيكل كروم (Kera NH)

- خليطة Tilite Alloy – Taladium U.S.A : شكل رقم (12)

تتكون من العناصر الآتية :

Mo 4 – 14% Ni 60 – 76%

Ti 4 – 6 % Cr 12 – 21%



شكل رقم (13) خليطة Tillite alloy

- خليطة كروم كوبالت (Metaplas – Germany) شكل رقم (13)

تتكون من العناصر الآتية:

Co 63% Cr 25.5 %

W 8.5% (نتغستن) Mo 1.0%

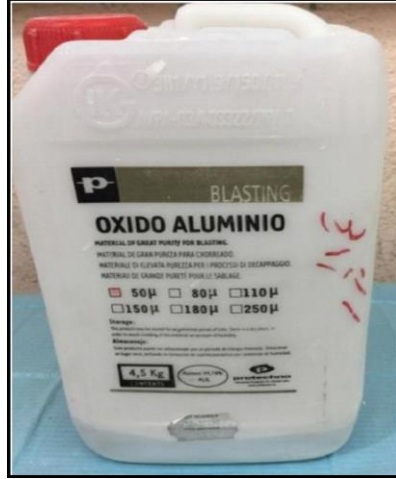
Mg 0.8% C < 0.1%

Si 1.1%



شكل رقم (14) خليطة كروم كوبالت

- حبيبات أكسيد الألمنيوم قياس 250 μm (Renfert) : شكل رقم (14)



شكل رقم (15) حبيبات أكسيد الألمنيوم

- خزف معدني من نوع (GC – Belgian)



شكل رقم (16) عبوات الخزف العاجي و المينائي

- فرشاة لبناء الخزف : الشكل رقم (17)
- سنابل وأقراص فصل لتشذيب المعدن الشكل (18)



الشكل رقم (18)



الشكل رقم (17)

- مسحوق كاسي:
- مسحوق كاسي ذو الرابطة الفوسفاتية الخاص بخليطة Tilite Alloy : من نوع (Rmatitan plus)
الشكل رقم (19).
- مسحوق كاسي ذو الرابطة الفوسفاتية الخاص بخليطة الكروم كوبالت: من نوع (Micro - Germany)
الشكل رقم (18).
- مسحوق كاسي ذو الرابطة الفوسفاتية الخاص بخليطة نيكل كروم: من نوع (Hera - Germany)
الشكل رقم (20).



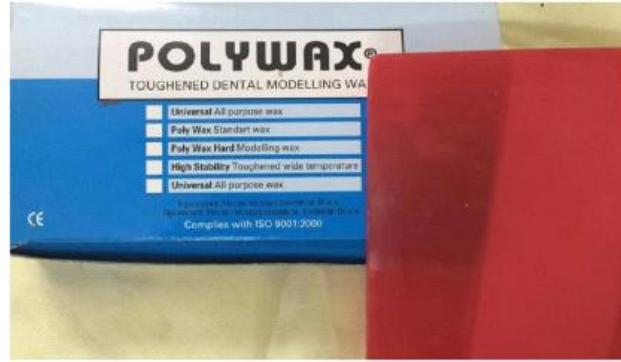
شكل رقم (20) مسحوق كاسي خاص بخليطة Tilite

شكل رقم (19) مسحوق كاسي خاص بخليطة الكروم كويالت



شكل رقم (21) مسحوق كاسي خاص بخلائط النيكل كروم.

- شمع صب polywax الشكل رقم (22)



الشكل رقم (22) شمع صب

٢-٢-٢: الأجهزة المستخدمة في البحث:

- فرن لخبز الخزف (Ivoclar Vivadent). الشكل رقم (24)
- جهاز صب المعدن. الشكل رقم (23)
- هزاز استُخدم للكسو. الشكل رقم (26)
- جهاز لترميل العينات (LELEUX). الشكل رقم (25)
- فرن الإحماء. الشكل رقم (27)
- مقياس ثخانة ميكروميتر (Dial Caliper). الشكل رقم (30)
- جهاز ميكروتور (Escort). الشكل رقم (28)
- جهاز قياس اللون الإلكتروني (Vita Easy Shade Advance 4.0) من شركة Vivadent. الشكل رقم (31)
- فرن الإحماء
- wax up heater. الشكل رقم (29)



شكل (24) فرن خبز الخزف



الشكل (23) جهاز صب المعدن



شكل (26) هزاز



شكل (25) جهاز الترميل



شكل (28) جهاز ميكروتور



شكل (27) فرن الإحماء



شكل (30) مقياس الثخانة ميليميتري



شكل (29) wax up heater



الشكل (31) جهاز قياس اللون الإلكتروني (Vita Easy Shade Advance 4.0)

٢-٣: طريقة العمل:

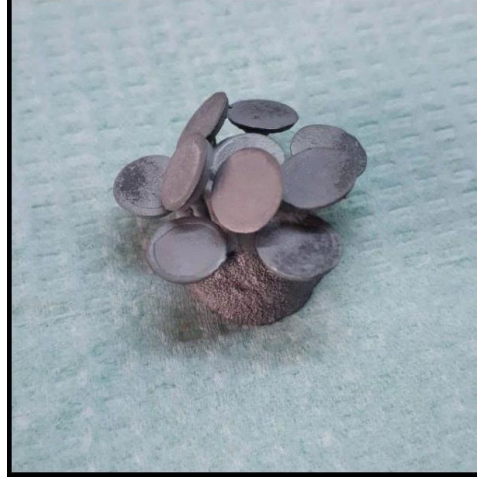
تحضير القاعدة المعدنية:

حُضِّرَتْ بتقنية الشمع الضائع؛ إذ قمنا بتصنيع 40 قرصاً شمعيّ بقطر 8 ملم وثخانة 0.5 ملم.

ومن ثم حُضِّرَتْ كل مجموعة من مجموعات الدراسة على حدة:

إذ كُسيّت 10 أقراص شمعية باستخدام المسحوق الكاسي Rmatitan plus ثم إحماء العينات

وصبها باستخدام خليطة. Tilite Alloy.



الشكل (32) يوضح الأقراص المعدنية المصبوبة بخليلة Tilite Alloy

ثم قمنا بكسي 10 أقراص شمعية أخرى باستخدام المسحوق الكاسي الخاص بخلائط الكروم كوبالت (Micro) وصبها بخليلة الكروم كوبالت .

وأخيراً قمنا بكسي 20 قرصاً شمعيّاً باستخدام المسحوق الكاسي الخاص بخلائط النيكل كروم (Hera)

ومن ثم صُبَّت 10 أقراص منها باستخدام خلية نيكل كروم (Kera NH) ، و 10 أقراص أخرى باستخدام خلية نيكل كروم (Meganium CS) .

تركبت العينات لتبرد تدريجياً في حرارة الغرفة، بعد التبريد نظفت العينات من آثار المسحوق الكاسي ومن ثم نُعِّمت وجعل سطحها مستوياً عبر استخدام السنابل الماسية والأقماع المناسبة حتى الوصول إلى الثخانة المطلوبة 0.5 ملم، ورُمِلت سطوحها بواسطة حبيبات أكسيد الألمينيوم ذات الحجم 250ميكرون باستخدام جهاز الترميل ويضغط 4 بار .



الشكل (33) أقراص خليطة كروم كوبالت قبل تطبيق الخزف

حُفِرَت رموز مختلفة على قاعدة أقراص كل مجموعة بشكل يميّزها عن المجموعات الأخرى،

إذ حُفِرَ الرمز C على أقراص المجموعة الأولى خليطة نيكل كروم (Meganium CS)

والرمز K على أقراص المجموعة الثانية خليطة نيكل كروم (Kera NH)

والرمز T على أقراص المجموعة الثالثة خليطة (TILITE ALLOY)

والرمز V على أقراص المجموعة الرابعة مجموعة خليطة الكروم كوبالت.

رُقِمَت عينات كل مجموعة من 1 إلى 10 وذلك بالحفر على قاعدة كل عينة، ووضعت في

الحافظة.

يُطبق الخزف المعدني لون A3 عبر استخدام تقنية الفرشاة كما يأتي:

تطبيق الخزف الظليل :

الطبقة الأولى: بعد مزج المسحوق الظليل مع الماء المقطر طُبِق الخليط على المعدن بفرشاة؛ إذ تكون هذه الطبقة رقيقة جداً ثم تُجَفَّف العينات وتُخَبَز في الفرن وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة.

الطبقة الثانية: يُمَزَج المسحوق والسائل حتى التماسك الكامل ثم تطبق القطعة بفرشاة بحركة اهتزازية ويكثف الخزف الظليل برج العينات على ملقط مسنن ويجفف الماء الزائد بورق تنشيف قماشي. تُقاس بعدها ثخانة الخزف الظليل بوساطة مقياس الثخانة بحيث تصبح ثخانة الطبقتين 0.2 ملم



الشكل (34) : أقراص المجموعة الأولى (نيكل كروم CS) بعد تطبيق الخزف الظليل.

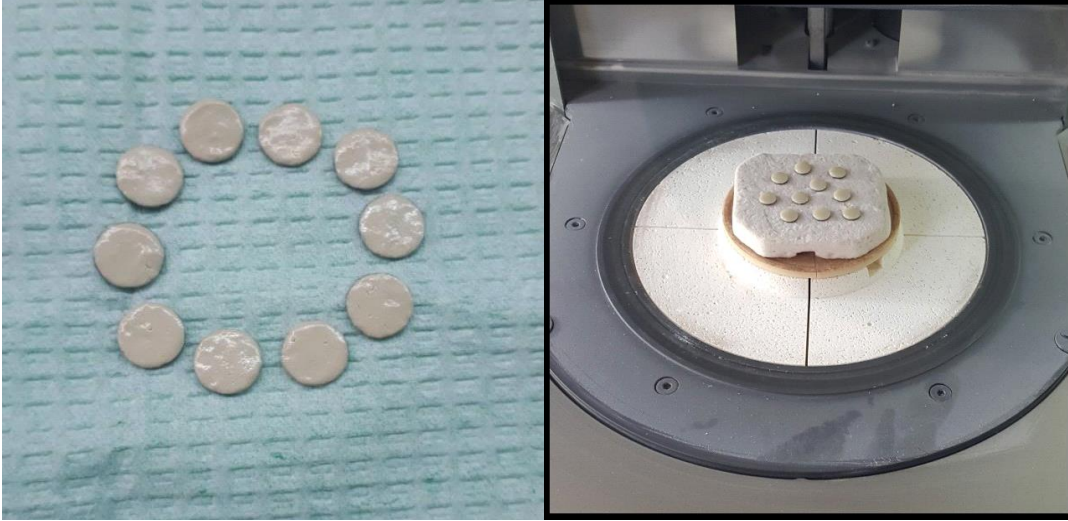
تطبيق الخزف العاجي:

شُكِّلَت طبقة البناء الأولى، ومن ثم أضيفت الطبقة التصحيحية الثانية للعينات باستخدام تقنية الفرشاة بعد التجفيف وخُبِزَت حسب دورة الخبز الموصى بها من قبل المصنع المنتج.

تطبيق الخزف المينائي ومن ثم الإنهاء بالخزف المزجج

ثم ضبطت الثخانة عبر استخدام السنابل الماسية وأقماع المطاط لتصل سماكة الخزف كاملة لحدود

1 ملم (أي ثخانة القرص الخزفي المعدني 1.5 ملم)



الشكل رقم (36)

الشكل رقم (35)

يوضح الشكلين (35 - 36) أقراص مجموعة الكروم كوبالت بعد الخزف



يوضح الشكل رقم (37) كيفية ضبط الثخانة بجهاز مقياس الثخانة

تسجيل الإحداثيات اللونية:

قيس اللون للعينات وأُخذت القراءات خلال الوقت نفسه من النهار.

استخدم جهاز مقياس الطيف الضوئي من نوع Soectrophotometer لشركة Vivadent فيأخذ القراءات اللونية :

- وُصِلت كهرباء الجهاز وضُغِط زر التشغيل، ومن ثم مُسِح رأس الجهاز ونُظِّف بالكحول ومن ثم عُبِّر الجهاز.
- يجب معايرة الجهاز عند كل بدء تشغيل، ولكن ليس ضرورياً معايرة الجهاز بين كل قياس وآخر .
تحصل المعايرة كما يأتي:
- إدخال رأس القبضة في فتحة البلوك الخاص لإجراء المعايرة مع مراعاة تماس رأس القبضة عمودياً على بلوك المعايرة. ثم ضغط رأس القبضة قليلاً والاستمرار بنفس الوضعية حتى تنتهي عملية المعايرة التي يدل عليها إصدار الجهاز لطنين خاص.
- بعد المعايرة تُختار أيقونة تحديد لون السن من شاشة الجهاز ويُبدأ بأخذ إحداثيات اللون للعينات كما يأتي:
- قُيِسَت العينات؛ إذ مُسِح سطح العينات الخزفي بوسائل مطهر كحولي ومن ثم جُفِّف بورق قماشى، مع مراعاة وضع رأس القبضة بشكل عمودي على منتصف سطح القرص الخزفي وبشكل ملاصق له.
- ضُغِط على كبسة انتقاء اللون لقبضة الجهاز، مع الاستمرار بالضغط حتى سماع صوت انتهاء القياس.



الشكل (38) يبين قياس اللون للعينات وكيفية وضع رأس الجهاز.

➤ تظهر نتائج قياس اللون العامة على الشاشة حسب دليل الألوان Vita Classic وثلاثي الأبعاد

3D Master نحصل على الإحداثيات اللونية المطلوبة.



شكل (39) يبين شاشة الجهاز بعد انتقاء اللون.

➤ من شاشة الإحداثيات اللونية سجلت قيم $L a b$ الخاصة بكل عينة في جداول خاصة .



الشكل (40) يبين نتائج الإحداثيات اللونية للعينات.

➤ تُؤخذ ثلاث قراءات لونية مستقلة لكل عينة من العينات ومن ثم يُعتمد المتوسط الحسابي لهذه

القراءات اللونية لكل عينة من المجموعات.

➤ تُسجل الإحداثيات في جداول خاصة.

➤ بعد تسجيل الإحداثيات اللونية للقرص الخزفي المعدني، تُحسب دلتا E ، أي مقارنة لون القرص مع

قيم لون A3 المعيارية والموجودة مسبقاً في الجهاز عبر اتباع الخطوات الآتية:

- تُختار الأيقونة الرابعة من الشاشة الرئيسة للجهاز والمشار إليها في الشكل (40) التي تعني أيقونة

التحقق من اللون



الشكل (41) يوضح الشاشة الرئيسة لجهاز قياس اللون الإلكتروني

- ثم يُكتب اللون المراد المقارنة بينه وبين العينة المدروسة، فنختار A3 كما هو واضح في الشكل (42)



الشكل (42)

- تُقاس العينة مع مراعاة وضع رأس القبضة على نحوٍ عامودي على منتصف سطح القرص الخزفي وبشكل ملائم له، فيظهر على الشاشة مقدار تغيير اللون الشكل (43)، تُسجل النتيجة في جداول خاصة

ويُكرر القياس ثلاث مرات متتالية



الشكل (43)

الباب الثالث

النتائج

Results

٣-١ الإحصاء الوصفي لمجموعات الدراسة:

يوضح الجدول الآتي الإحصاء الوصفي لكل من المجموعات الأربعة في عينة البحث.

عدد العينة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مجال الثقة ٩٥ % للمتوسط			
			الحد الأدنى	الحد الأعلى		
10	81.46	3.13	79.22	83.70	CrCo	L
10	81.03	2.21	79.45	82.61	Tilite Alloy	
10	80.94	2.66	79.03	82.85	CS	
10	79.68	1.95	78.28	81.08	Kera NH	
10	2.90	0.74	2.37	3.43	CrCo	A
10	2.75	0.57	2.34	3.16	Tilite Alloy	
10	2.95	0.58	2.54	3.36	CS	
10	3.48	0.56	3.08	3.88	Kera NH	
10	29.70	4.12	26.75	32.65	CrCo	B
10	29.25	2.61	27.38	31.12	Tilite Alloy	
10	30.54	2.84	28.50	32.58	CS	
10	33.13	1.81	31.84	34.42	Kera NH	
10	4.26	1.29	3.34	5.18	CrCo	ΔE
10	4.15	1.20	3.29	5.01	Tilite Alloy	
10	3.72	0.95	3.04	4.40	CS	
10	2.91	0.87	2.28	3.54	Kera NH	

الجدول (2) الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث في مجموعات الدراسة الأربعة

نلاحظ من الجدول السابق أن المتوسط الحسابي لقيم L تراوحت بين 81.46 (79.22، 83.70) في مجموعة خليطة CrCo و 79.68 (78.28، 81.08) في مجموعة خليطة Kera NH. بينما تراوح المتوسط الحسابي لقيم a بين 3.48 (3.08، 3.88) في مجموعة خليطة Kera NH و 2.75 (2.34، 3.16) في مجموعة خليطة Tilite Alloy. في حين تراوح المتوسط الحسابي لقيم b بين 33.13 (31.84، 34.42) في مجموعة خليطة Kera NH و 29.25 (27.38، 31.12) في مجموعة خليطة Tilite Alloy.

أما قيم المتوسط الحسابي للتغير اللوني ΔE فتراوحت بين 4.26 (3.34، 5.18) في مجموعة خليطة CrCo و 2.91 (2.28، 3.54) في مجموعة خليطة Kera NH.

٣-٢ دراسة تأثير نوع الخليطة المعدنية في الإحداثيات اللونية والتغير اللوني للخزف:

أجري اختبار One Way ANOVA لدراسة الاختلافات في قيم الإحداثيات اللونية والتغير اللوني للخزف بين مجموعات الدراسة الأربعة.

قيمة مستوى الدلالة	F قيمة	متوسط المربعات	مجموع المربعات		
.442	.917	5.868	17.605	بين المجموعات	L
		6.399	230.365	ضمن المجموعات	
			247.970	المجموع	
.061	2.687	1.013	3.038	بين المجموعات	a
		.377	13.566	ضمن المجموعات	
			16.604	المجموع	
.027	3.422	30.083	90.249	بين المجموعات	b
		8.790	316.450	ضمن المجموعات	
			406.699	المجموع	
.037	3.143	3.754	11.262	بين المجموعات	ΔE
		1.194	42.994	ضمن المجموعات	
			54.256	المجموع	

الجدول (3) اختبار One Way ANOVA لدراسة الاختلافات في قيم الإحداثيات اللونية والتغير اللوني للخزف

لم يكن هناك فرق جوهري إحصائيًا في قيم كل من L و a بين المجموعات الأربعة في عينة الدراسة (P = .442) و (P = .061) على التوالي.

في حين كان هناك فرق جوهري إحصائيًا في قيم كل من b والتغير اللوني ΔE بين مجموعات الدراسة الأربعة (P = .027) و (P = .037) على التوالي.

نستنتج من الجدول السابق: "وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قيمة تغيير اللون و قيمة

المعامل اللوني b بين اثنتين على الأقل من المجموعات المدروسة."

أُجري الاختبار التلوي Tukey HSD للقيام بالمقارنات الثنائية لقيم كل من b والتغير اللوني ΔE بين المجموعات الأربعة.

المشعر	نوع الخليطة	متوسط الفرق	قيمة مستوى الدلالة المعدل	مجال الثقة 95% للمتوسط	
				الحد الأدنى	الحد الأعلى
b	CrCo	Tilite Alloy	0.45	-3.12	4.02
		CS	-0.84	-4.41	2.73
		Kera NH	-3.43	-7.00	0.14
	Tilite Alloy	CrCo	-0.45	-4.02	3.12
		CS	-1.29	-4.86	2.28
		Kera NH	-3.88	-7.45	-0.31
	CS	CrCo	0.84	-2.73	4.41
		Tilite Alloy	1.29	-2.28	4.86
		Kera NH	-2.59	-6.16	0.98
	Kera NH	CrCo	3.43	-0.14	7.00
		Tilite Alloy	3.88	0.31	7.45
		CS	2.59	-0.98	6.16
ΔE	CrCo	Tilite Alloy	0.11	-1.21	1.43
		CS	0.54	-0.78	1.86
		Kera NH	1.35	0.03	2.67
	Tilite Alloy	CrCo	-0.11	-1.43	1.21
		CS	0.43	-0.89	1.75
		Kera NH	1.24	-0.08	2.56
	CS	CrCo	-0.54	-1.86	0.78
		Tilite Alloy	-0.43	-1.75	0.89
		Kera NH	0.81	-0.51	2.13
	Kera NH	CrCo	-1.35	-2.67	-0.03
		Tilite Alloy	-1.24	-2.56	0.08
		CS	-0.81	-2.13	0.51

الجدول (4) المقارنات الثنائية لقيم كل من b والتغير اللوني ΔE بين مجموعات الدراسة

يوضح الجدول السابق أن الازدياد في متوسط قيم b بين خليطة Kera NH وخليطة Tilite Alloy بمقدار 3.88 (0.31 , 7.45) كان جوهرياً إحصائياً ($P = 0.003$) في حين لم يكن هناك فرق جوهري إحصائياً بين بقية المجموعات ($P > 0.05$). أما بالنسبة لقيم الاختلاف اللوني ΔE فكان الازدياد بين مجموعة CrCo ومجموعة خليطة Kera NH بمقدار 1.35 (0.03 , 2.67) جوهرياً إحصائياً ($P = .043$) في حين لم يكن هناك فرق بين بقية المجموعات ($P > 0.05$).

وبالتالي خلاصة ما سبق:

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط التغير اللوني بين خليطة الكروم كوبالت وخليطة النيكل كروم (Kera NH)
- وجود فروق ذات دلالة إحصائية في قيمة المعامل اللوني (b) بين المجموعتين (Kera NH – Tilite Alloy)

٣-٣ دراسة تأثير نوع الخليطة المعدنية في التغير اللوني ومقدار القبول السريري:

يوضح الجدول الآتي تكرارات درجات التغير اللوني ومقدار القبول السريري في مجموعات الدراسة.

المجموعة				ΔE	
Kera NH	CS	Tilite Alloy	CrCo	التكرار	متقبل سريريًا
8	5	2	4	النسبة المئوية	متقبل سريريًا
80.0%	50.0%	20.0%	40.0%	التكرار	
2	5	8	6	النسبة المئوية	غير متقبل سريريًا
20.0%	50.0%	80.0%	60.0%	التكرار	
10	10	10	10	النسبة المئوية	المجموع
100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	التكرار	

الجدول (5) تكرارات درجات التغير اللوني ومقدار القبول السريري في مجموعات الدراسة

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة الاختلافات في درجات القبول السريري بين مجموعات الدراسة.

لدراسة تأثير الخليطة المعدنية في التقبل السريري للون الخزفKruskal-Wallis اختبار			
قيمة ثابت الاختبار	درجة الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
7.331	3	.062	لا توجد فروق دالة

الجدول (6) اختبار Kruskal-Wallis لدراسة الاختلافات في درجات القبول السريري

يوضح الجدول السابق عدم وجود فروق في درجات التغير اللوني ومقدار القبول السريري بين مجموعات الدراسة الأربعة ($P = 0.062$).

الباب الرابع

المناقشة

Discussion

٤-١ مناقشة فكرة البحث:

تستخدم التعويضات الخزفية المعدنية على نحوٍ واسعٍ في طب الأسنان حتى وقتنا الحالي، فعلى الرغم من أن ظهور الترميمات الخزفية الكاملة قلل من شعبية الترميمات الخزفية المعدنية، غير أن بعض العوامل كارتفاع التكلفة، وصعوبة نزع الترميمات الخالية من المعدن عزز أهمية الترميمات الخزفية المعدنية كثيرًا، إلا أن تكرار لون السن الطبيعية أحد أكبر التحديات التي تواجه طبيب الأسنان عند اختياره للتعويض الخزفي المعدني كخطة علاج؛ إذ وجدت دراسات مختلفة أن اللون النهائي للترميم الخزفي المعدني يتأثر بعوامل عدة كنوع الخليطة المعدنية وتركيبها، ونوع الخزف المستخدم، وعدد دورات خبز الخزف، وثخانة الخزف، وحجم الحزيمات المكونة للخزف (Grah, O'Brien et al. 1992)(Yamamoto 1985)

وتستخدم الخلائط المعدنية الأساسية Based metal alloy على نطاق واسع في الممارسة السريرية بسبب العديد من المزايا التي تتفوق بها على الخلائط النبيلة (Barghi 1982, Jacobs, Goodacre et al. 1991, Crispin, Seghi et al. 1987). وعلى الرغم من أن أبحاثًا عدة درست تأثير الخليطة المعدنية في اللون النهائي للترميم، إلا أن الغموض ما زال موجوداً فيما يتعلق بالاختيار الدقيق لنوع الخليطة المعدنية التي تنتج التحول اللوني المطلوب على نظام خزفي معين. وهكذا، فكان الهدف من هذه الدراسة تقييم تأثير الخلائط المعدنية الأساسية في لون الخزف في الترميمات الخزفية المعدنية.

٤-٢ مناقشة المواد والطرائق:

- تألفت عينة البحث من 40 قرصاً خزفياً معدنياً مقسمة إلى أربع مجموعات ($n=10$) تبعاً لنوع الخليطة المعدنية؛ إذ اختير حجم العينة اعتماداً على أغلب الدراسات السابقة التي أشارت إلى أن العدد 10 لكل مجموعة كافٍ لإجراء الاختبارات الاحصائية.
- اختير الشكل القرصي لعينات البحث؛ لأنه الشكل المستخدم عادةً في أبحاث قياس نعومة السطح والتغير اللوني، فهي تتميز بدقة أكبر عند المقارنة مع القياسات التي تُجرى على العينات المستخدمة على شكل أسنان (Yilmaz et al., 2014).
- صُنعت الأقراص بقطر 8 ملم لتكون أكبر من قطر الجهاز المستخدم لقياس اللون (VITA Easyshade Advance) الذي يبلغ ما يقارب 5 ملم للتخلص من ظاهرة الضياع الحفافي edge loss التي تعني ضياع الضوء الذي يحدث على الحواف نصف الشافة للخزف المينائي والذي يؤثر بدوره في دقة القياسات اللونية. (Bolt et al., 1994)
- صُنعت الأقراص بثخانة كلية تبلغ 1.5 ملم (0.5 ملم القاعدة المعدنية، 1 ملم الخزف المغطي). وهي الثخانة الموصى بها عند استخدام الترميمات الخزفية المعدنية؛ إذ يجب أن يكون الهيكل المعدني بثخانة كافية لمنع التشوه عند خبز الخزف، وتُعدُّ ثخانة 0.2 – 0.5 ملم كافية للخلائط الاعتيادية (Rosenstiel et al 2001). أما الثخانة الأصغرية النهائية للخزف هي 0.7 ملم والثخانة المرغوبة هي 1 ملم (Shillingburg et al 1997).
- استُخدمت ثلاثة أنواع تجارية مختلفة لخليطة النيكل كروم ونوع تجاري واحد لخليطة الكروم كوبالت؛ إذ تستخدم الخلائط المعدنية الأساسية Based metal alloys على نطاق واسع في الممارسة السريرية

بسبب العديد من المزايا التي تتفوق بها على الخلائط النبيلة (Barghi 1982, Jacobs, Goodacre)

(et al. 1987, Crispin, Seghi et al. 1991)

انتُخِبت الأنواع التجارية لخليطة النيكل كروم تبعاً لتركيبها الكيميائي:

خليطة نيكل كروم (Meganium CS - Germany) و خليطة نيكل كروم (Kera NH-

Germany) تختلفان فيما بينهما بنسب العناصر الداخلة في التركيب.

أما النوع التجاري الثالث هو Tilite Alloy: وهي خليطة معدنية من إنتاج شركة Talladium الأمريكية،

تستخدم في التيجان والجسور والتعويض فوق الزرع، تتركب من النيكل والكروم، لكن يدخل التيتانيوم في

تركيبها بنسبة % 4-6. تدّعي الشركة المصنعة أن هذه الخليطة تتفوق على باقي الخلائط المعدنية

غير الثمينة في قابلية الصب والإنهاء والارتباط مع الخزف وتزيد من جمالية التعويض، وقد درس

باحثون قوة ارتباط الخزف مع هذه الخليطة، فوجدوا أن قوة ارتباط الخزف أدنى من قوة ارتباطه مع

الخلائط الثمينة، ولكن يمكن تحسين ذلك عبر معالجة السطح بالأكسجين (Ding, Wang et al.)

(2004). أما تأثير هذه الخليطة في جمالية ولون التعويض فلم تتناوله الأبحاث بوضوحٍ بعدُ.

- استُخدم خزف (Europe GC Initial – Belgium) لما له من مزايا جمالية عالية وارتباط عالٍ مع

المعدن، إضافةً إلى أن معامل تمدده الحروري يسمح بتجنب التصدع والكسر.

- طُبِّقت كامل طبقات الخزف على نحوٍ مسايٍرٍ للوضع السريري للترميمات الخزفية المعدنية؛ إذ طُبِّق

الخزف الظليل بثخانة 0.2 ملم، إذ أوصى Barighi و Lorenzana عام 1982 م بثخانة لطبقة الخزف

الظليل من 0.2 - 0.4 ملم، ثم طُبِّق الخزف العاجي والخزف المينائي، وأخيراً التزجيج لتكون الثخانة

الكلية للخزف 1 ملم. اختيرَ اللون A3 كونه اللون الأكثر استخداماً في الدراسات السابقة. (Al

Wazzan and Al Hussaini 2007, Janardanan, Pillai et al. 2012, Al Hamad,
(Qadan et al. 2016

- نُفِّذت خطوات البحث من قبل الباحث عدا العمل المخبري الذي كان بمساعدة تقني سني وحيد والذي كان بحاجة إلى تقني ذي خبرة جيدة.
- صُنِّعت العينات وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة.
- أُخِذَت الإحداثيات اللونية في المكان نفسه وظروف الإضاءة نفسها، على الرغم من عدم تأثر الجهاز بظروف الإضاءة المحيطة؛ إذ استخدام جهاز Advance Vita Easy Shade لقياس اللون وهو واحد من أحدث أجهزة قياس الطيف الضوئي المستخدمة سريرياً. يتميز بدقته العالية وسهولة استخدامه دون أن يتأثر بظروف الإضاءة المحيطة (Chu et al ., 2004) (Kourtis, Tripodakis et al.) (2004). إضافة إلى أن استخدام هذا الجهاز يوفر تصنيفاً رقمياً للألوان، فبرمجيته مصممة لإعطاء نتائج القياسات اللونية وفق نظام اللون الكمي CIE Lab .
- حُسِبَت قيمة تغيير اللون (ΔE) من خلال جهاز vita easy shade advance نفسه، إذ يحسب الجهاز إحداثيات اللون A3 المقاسة من العينة ويقارنها مع الإحداثيات المرجعية للون A3 والموجودة مسبقاً ضمن نظام الجهاز ويعطي قيمة الفرق بينهما، اعتمدت هذه الطريقة كبديل عن دليل الألوان الخزفي؛ لأن معظم أدلة اللون مصنوعة من الخزف عالي الانصهار والذي يعطي تمثيلاً غير واقعي للون، كما أن اختلاف ثخانة الخزف في دليل اللون قد يغيّر من اللون سريرياً، إضافة إلى أن غياب الدعم المعدني في دليل اللون يجعل قياساته غير دقيقة (Sorensen and Torres 1988).

- أُخِذَت ثلاثة قياسات لونية لكل قرص ثم أخذ معدلها الوسطي، وهي الطريقة المتبعة عادةً في القياسات اللونية. (Bachhav and Aras, 2011 , Ozturk et al., 2008)
- اعتمدت القيمة 3.7 كحد أعلى للتغيير اللوني المقبول سريرياً، وهو المعيار الذي اتفقت عليه أغلب الدراسات اللونية السابقة؛ إذ أوضحت هذه الدراسات أن العين البشرية لا تستطيع تمييز التغيير اللوني عندما يكون $E \Delta$ أصغر من 1 ومن ثمّ يمكن عدّه تطابقاً لونياً، بينما تستطيع تمييز التغيير اللوني بنسبة 50% عندما تكون $E \Delta > 1$ والذي يُعدّ تغييراً لونياً مقبولاً سريرياً Ozturk et al., (2008, Celik et al., 2008)

٣-٤ مناقشة نتائج الدراسة الإحصائية:

أظهرت نتائج تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيمة التغيير اللوني، وعند مستوى الثقة 95% فروقاً ذات دلالة إحصائية في متوسط قيمة تغيير اللون بين اثنتين على الأقل من المجموعات المدروسة، لذلك أُجريت المقارنة الثنائية بطريقة Tukey HSD لدراسة دلالة الفروق الثنائية بين كل زوج من المجموعات المدروسة، وقد أظهرت نتائج المقارنة الثنائية عند مستوى الثقة 95% وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط التغيير اللوني بين خليطة الكروم كوبالت وخليطة النيكل كروم (Kera NH) ، ولم تبدّ بقية المقارنات الثنائية أية فروق ذات دلالة إحصائية.

يحدث تغيير اللون نتيجة تفاعل عوامل عدة مع الخزف المغطى وفق آليات معينة، كانتشار عنصر من الخليطة المعدنية واستقرارها ضمن الخزف، أو الانتشار السطحي الذي يحدث عند مرور عنصر من طبقة الأكسيد الرقيقة جداً الموجودة على سطح المعدن وتوضعه على طول السطح البيني الخزفي

المعدني ثم انتقله إلى داخل بنية الخزف. أما الآلية الأخيرة لتلون الخزف فهي تنتج عن تبخر عناصر مختلفة موجودة في الخليطة عند درجات حرارة عالية وترسبها على سطح الخزف لتنتشر فيما بعد داخل الخزف مسببةً تغييراً في لونه.(Stavridakis, Dent et al. 2004).

وقد يتأثر لون الخزف بشوارد معدنية معينة مثل شوارد البلاديوم والنيكل المتواجدة في الخلائط السنية المستخدمة مع الترميمات المعدنية الخزفية (Bertolotti RL 2002 , Tucillo 1974).

كما لاحظ الباحثون أن وجود الكروم والموليبدنيوم في الخليطة يلعب دوراً في تلون الخزف؛ إذ تتشكل طبقة أكسيد تسهم في تغيير اللون(Lund et al 1985).

وقد تناولت العديد من الدراسات آلية تلون الخزف بالخلائط المعدنية وكانت خلائط بلاديوم فضة إحدى أكثر الخلائط دراسةً، إذ وجد الباحثون أن الفضة تتبخر من المعدن على شكل شوارد موجبة الشحنة أثناء خبز الخزف، وتنتشر في الهيكل الزجاجي لخزف الأسنان ناقلةً اللون الأصفر وتتبادل مع شوارد البوتاسيوم والصوديوم في الطبقة الخزفية الزجاجية(Ringle, Mackert Jr et al. 1989). فزيادة

المحتوى من شوارد الصوديوم أو البوتاسيوم في الخزف العاجي(Stavridakis, Dent et al. 2004)

قد يكون مسؤولاً عن تغيير لون الخزف العاجي والخزف الظليل. (Tucillo 1977, Payan, Moya)

(et al. 1986, Ringle, Mackert Jr et al. 1989). وقد نُشرت العديد من المخاوف حول تأثير

الخلائط المحتوية في البلاديوم على لون الخزف؛ إذ أظهر الخزف الذي فُصل عن خليطة بلاديوم-

فضة لوناً مشبعاً بالأصفر والأخضر.(Brewer, Akers et al. 1985, Payan, Moya et al.)

(1991, Crispin, Seghi et al. 1986). وللتغلب على هذه المشكلة طُوّر خزف خاص

يدعى (porcelains Special"non-greening) (Stavridakis, Dent et al. 2004)

كل هذه العوامل قد تكون سبباً في اختلاف التغيير اللوني بين الخلطتين المعدنيتين المدروستين.

كما أظهرت نتائج المقارنة الثنائية عند مستوى الثقة 95% وجود فروق ذات دلالة إحصائية في قيمة المعامل اللوني (b) بين المجموعتين (Tilite Alloy – Kera NH)، إذ وجدت أعلى قيمة له في مجموعة خليطة نيكل كروم (Kera NH) وأدنى قيمة له في خليطة نيكل كروم (Tilite Alloy) . أي كان لون الخزف مع خليطة نيكل كروم (Kera NH) أكثر اصفراراً من خليطة (Tilite Alloy). بينما لم يظهر هذا الفرق في قيمة المعامل (b) بين المجموعات الأخرى.

ويمكن أن يعزى هذا الفرق إلى اختلاف نسب العناصر الداخلة في تركيب الخليطة، فخليطة (Tilite Alloy) تحتوي على نسبة أعلى من النيكل ($Ni = 60 - 76\%$) مقارنة مع الخليطة الأخرى (Kera NH) التي تحتوي على النيكل بنسبة ($Ni = 57\%$) ، إذ تُعدُّ شوارد النيكل بمثابة ملونات تنتج لوناً رمادياً محايداً في شبكة سيليكات الصوديوم، ومن المحتمل أنها مرتبطة بتغيرات اللون في الخزف (Johnston, 1989).

تقاربت قيم المعاملين (a, L) بين المجموعات الأربعة دون وجود فرق إحصائي بينها.

لم يظهر فرق جوهري إحصائياً بين المجموعات الأربعة في درجة التقبل السريري.

٤-٤ المقارنة مع الدراسات السابقة:

- تتوافق نتيجة هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Tucillo 1974) الذي لاحظ وجود تأثير للخليطة المعدنية في لون الخزف.
- تتوافق نتيجة هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Brewer, Akers et al. 1985) ودراسة (Al Wazzan and Al Hussaini 2007) إذ درس الباحثان تأثير بنية ثلاثة خلائط مختلفة في اللون النهائي للترميمات الخزفية المعدنية، فوجدوا أن التغير اللوني يعتمد على نوع الخليطة المستخدمة.
- تتوافق نتيجة هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Jacobs, Goodacre et al. 1987) من حيث وجود اختلافات مهمة في اللون عند استخدام خليطة النيكل كروم.
- تتوافق نتيجة هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Kourtis, Tripodakis et al. 2004) بأن لون الترميمات الخزفية المعدنية يتأثر باختلاف الخليطة المعدنية، ولكنها تختلف معها بوجود لون أكثر إشراقاً (ارتفاع قيمة المعامل L) عند تطبيق الكروم كوبالت وذلك مقارنةً مع خلائط نيكل كروم، أما في دراستنا الحالية لم يظهر فرق جوهري إحصائياً في قيمة L بين المجموعات، وإنما وُجد الاختلاف بقيمة المعامل (b) فكان اللون أكثر اصفراراً عند تطبيق النيكل كروم، ويمكن أن تعزى هذه الاختلافات إلى أن الباحث طبق الخزف العاجي والخزف الظليل فقط.
- تتوافق نتيجة هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Yilmaz, Özçelik et al. 2009) الذي قارن بين تأثير ثلاثة أنواع من الخلائط (نيكل كروم - نيكل كروم بريليوم - كروم كوبالت) في لون الخزف، وكان التوافق بأن جميع الخلائط تحدث تغييراً لونياً في الخزف، على الرغم من أن الباحث استخدم الخزف الظليل فقط.

- **تتوافق** نتيجة هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Anitha, Dhanraj et al. 2013) الذي وجد أن لون الخزف يتغير باختلاف نوع الخليطة المعدنية، ولكنها **تختلف** معها بأن تغيير اللون كان بالحد الأدنى عند استخدام خليطة كروم كوبالت مقارنةً مع خليطة النيكل كروم، وهو عكس ما وجد في دراستنا الحالية، ويمكن أن يعزى ذلك إلى اختلاف ظروف البحث؛ إذ طبق الباحث الخزف الظليل والخزف العاجي فقط دون تطبيق الخزف المينائي أو التزجيج تجنباً لضياع جزء من الضوء على الحواف نصف الشافة للخزف المينائي والذي يعرف بظاهرة ضياع الحافة (Bolt et al., 1994)، إضافة إلى اختلاف نوع وثخانة الخزف المستخدم، فاختلاف النوع التجاري للخزف يؤثر في اللون (Brewer, Glennon et al. 1991).

كما تتوافق النتائج بوجود اختلاف لتأثير النيكل الكروم تبعاً لنوعه التجاري، لكنه كان فرقاً دالاً إحصائياً وهو عكس ما وجد في دراستنا الحالية؛ إذ كان الفرق غير دال إحصائياً بين الأنواع التجارية لخليطة النيكل كروم، ويمكن أن يعزى ذلك إلى اختلاف الأنواع التجارية المستخدمة واختلاف النسب المئوية للعناصر المعدنية الداخلة في تركيبها.

- **تتوافق** نتيجة هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Al Hamad, Qadan et al. 2016) الذي وجد أن اختلاف نوع الخليطة يؤدي إلى تغيرات لونية في الخزف، لكن **تختلف** معها بأن الباحث وجد أن جميع الخلائط متقبلة سريرياً، في حين كانت نتائج دراستنا موزعة بين المقبول وغير المقبول سريرياً، ويمكن أن يعزى ذلك إلى اختلاف نوع الخزف المستخدم وثخانة الخزف الظليل.

- **تختلف** نتيجة هذه الدراسة مع دراسة (Janardanan, Pillai et al. 2012) الذي وجد أن قيمة (L) أعلى على نحو ملحوظ مع خليطة كروم كوبالت وقيمة (a) أعلى على نحو ملحوظ مع خليطة

النكل كروم، بئما وُجد فف دراستنا ارتفاع قفمة (b) عند استخدام خلفة النكل كروم، وقد فعود هفا الاختلاف إلى أن الباحث استخدم الخلأط النبيلة كعفنة شاهفة وقارن معها النتائج.

الباب الخامس

الاستنتاجات

Concluions

ضمن محددات هذه الدراسة يمكن أن نستنتج ما يأتي:

١. تؤثر الخليطة المعدنية في اللون النهائي للترميمات الخزفية المعدنية.
٢. تسبب خلائط الكروم كوبات تغييراً لونياً أكبراً مقارنةً مع خلائط النيكل كروم.
٣. تتأثر قيمة المعامل اللوني (b) عند اختلاف الخليطة المعدنية، إذ يصبح لون الخزف أكثر اصفراراً عند استخدام خليطة النيكل كروم.
٤. لا تتأثر قيم المعاملين (a, L) عند اختلاف الخليطة المعدنية.
٥. تختلف قيم التقبل السريري للمجموعات المدروسة بين المقبول وغير المقبول سريرياً. فخليطة الكروم كوبات غير مقبولة سريرياً بنسبة ثقة 95%. في حين يختلف التقبل السريري لعينات النيكل كروم، فبعضها متقبلاً سريرياً والآخر غير متقبلاً سريرياً بنسبة ثقة 95%.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

٦-١ المقترحات:

١. إجراء أبحاث مشابهة باستخدام ألوان وأنواع مختلفة من الخزف المعدني.
٢. إجراء أبحاث مشابهة باستخدام أنواع أخرى من الخلائط كالتيتانيوم النقي أو خلائط التيتانيوم.
٣. دراسة أثر زيادة ثخانة الخزف واختلاف الخليطة المعدنية في تغيير القيم اللونية للخزف.
٤. إجراء أبحاث باستخدام تقنيات التصوير المتقدمة في علم المعادن كالتحليل الطيفي لدراسة الانتشار الشاردي وانتقاله عند المستوى الجزيئي ، والذي يختلف باختلاف التركيب الكيميائي للخليطة.

٦-٢ التوصيات:

١. يوصى باستخدام خليطة نيكل كروم من النوع التجاري (Kera NH- Germany) فهي الأقل إحداثاً في تغيير لون الخزف.
٢. يوصى بتجنب استخدام خليطة كروم كوبالت من النوع التجاري (MetaPlus- Germany) فهي الأكثر تأثيراً لى لون الخزف.

الباب السابع

المراجع

References

(A)

- Al Hiyasat AS, Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, & Gilmour WH(1997):The abrasive effect of glazed, unglazed, and polished porcelain on the wear of human enamel ,Int J Prosthodont 10:269–82
- Al Hamad, K. Q., et al. (2016). "Spectrophotometric Analysis of the Influence of Metal Alloy Choice, Opaque Thickness, and Repeated Firing on the Shade of Metal Ceramic Restorations." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry28.
- Al Wazzan, K. A .and I. S. Al Hussaini (2007). "The influence of commercially pure titanium and titanium–aluminum–vanadium alloy on the final shade of low–fusing porcelain." J Contemp Dent Pract8(2): 97–104.
- Anitha, K., et al. (2013). "Comparison of the Effect of Different Ceramic Alloys and Porcelain Systems upon the Color of Metal–Ceramic Restorations: An In Vitro Study." The Journal of Indian Prosthodontic Society13(3): 296–302.
- Anusavice KJ. Phillips’ Science of Dental Materials. 10th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1996:35–150.
- Arif R, Yilmaz B et al. (2018). " Effect of metal opaquer on the final color of 3 ceramic crown types on 3 abutment configurations." J Prosthet Dent. 2018 Sep;120(3):375–381.
- Asgar, K. (1988). "Casting metals in dentistry: past–present–future." Advances in Dental Research2(1): 33–43 .

(B)

- Bachhav, V. C. & Aras, M. A. 2011. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of a zirconium oxide based all ceramic system fabricated using CAD/CAM technology. *J AdvProsthodont*, 3, 57–62.
- Baltzer, A. and V. Kaufmann–Jinoian (2005). "Shading of ceramic crowns using digital tooth shade matching devices." *International journal of computerized dentistry*8(2): 129–152.
- Barath, V. S., et al. (2003). "Spectrophotometric analysis of all–ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds." *Advances in Dental Research*17(1): 55–60.
- Barghi N, Richardson JT. A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. *J Prosthet Dent*.1978;39(3):282–284.
- Barghi, N. (1982). "Color and glaze: effects of repeated firings." *The Journal of prosthetic dentistry*47(4): 393–395.
- Barghi N & Lorenzana RE (1982): Optimum thickness of opaque and body porcelain , *J Prosthet Dent*; 48:429– 31
- Barrett, A. A., et al. (2002). "Influence of tab and disk design on shade matching of dental porcelain ".*The Journal of prosthetic dentistry*88(6): 591–597
- Bertolotti RL(1983): Alternative casting alloys for todays crown and bridge restorations ,part I ,All metal restorations, *J Calif Dent Assoc*; 11:37–45.
- Bettini, E., et al. (2013). "Nature of current increase for a CoCrMo alloy:" transpassive" dissolution vs. water oxidation." *International Journal of Electrochemical Science*8(10): 11791–11804.

- Bezzon, O. L., et al. (2001). "Castability and resistance of ceramometal bonding in Ni–Cr and Ni–Cr–Be alloys." *The Journal of prosthetic dentistry*85(3): 299–304.
- Bertolotti RL. Alloys for porcelain–fused–to-metal restorations. In: O'Brien WJ, editor. *Dental materials and their selection*. 3rd ed. Chicago: Quintessence; 2002. p. 200–9
- Bolt, R. A., Ten Bosch, J. J. & Coops, J. C. 1994. Influence of window size in small–window colour measurement, particularly of teeth. *Physics in Medicine and Biology*, 39, 1133
- Brewer, J., C. Akers, D. Garlapo and S. Sorensen (1985). "Spectrometric analysis of the influence of metal substrates on the color of metal–ceramic restorations." *Journal of dental research*64(1): 74–77.
- Brewer, J., J. Glennon and D. Garlapo (1991). "Spectrophotometric analysis of a nongreening, metal–fusing porcelain." *The Journal of prosthetic dentistry*65(5): 634–641.
- Brodbelt, R., et al. (1980). "Translucency of dental porcelains." *Journal of dental research*59(1): 70–75.
- Brodbelt, R., et al. (1981). "Translucency of human dental enamel." *Journal of dental research*60(10): 1749–1753.
- Burkinshaw, S. (2004). "Colour in relation to dentistry. Fundamentals of colour science." *British dental journal*196(1): 33–41.

(C)

- Cal, E., et al. (2004). "Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides." *Journal of Oral Rehabilitation*31(5): 483–491.

- Celik, G., Uludag, B., Usumez, A., Sahin, V., Ozturk, O. & Goktug, G. 2008. The effect of repeated firings on the color of an all-ceramic system with two different veneering porcelain shades. *J Prosthet Dent*, 99, 203–8.
- Cesar, P. F., et al. (2005). "Correlation between fracture toughness and leucite content in dental porcelains." *Journal of dentistry* 33(9): 721–729.
- Cheng, H., et al (2010) ."(Cyclic fatigue properties of cobalt–chromium alloy clasps for partial removable dental prostheses." *The Journal of prosthetic dentistry* 104(6): 389–396.
- Chu, F. C., et al. (2007). "Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers." *The Journal of prosthetic dentistry* 98(5): 359–364.
- Chu, S. J., et al. (2004). *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*, Quintessence Publishing Company: 120–200.
- Corciolani, G. (2009). "A study of dental color matching, color selection and color reproduction." PhD Program "Biotechnologies: section of dental biomaterials." December 11th: 24–78.
- Craig, G.R., Powers, M.J., Wataha, C. J. 2004. *dental materials properties and manipulation. Dental Casting Alloys And Solders*. 8th. Mosby, Inc, 11:64–72.
- Crispin, B. J., R. R. Seghi and H. Globe (1991). "Effect of different metal ceramic alloys on the color of opaque and dentin porcelain." *Journal of Prosthetic Dentistry* 65(3): 351–356.

(D)

- Davenport, J., et al. (2001). "Prosthetics: Clasp design." *British dental journal* 190(2): 71.

- Ding, W., D. Wang, J. Lan, Z. Du and W. Liu (2004). "The test of metal–ceramic bonding strength among three ceramic alloys." Shanghai kou qiang yi xue= Shanghai journal of stomatology13(3): 186–188.
- Douglas, R. D. and J. D. Brewer (1998). "Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns." The Journal of prosthetic dentistry79(3): 254–260.

(F)

- Ferracane J. Materials In Dentistry. 2nd ed, Lippincott Williams & Wilkins, Maryland, 2001, p.159–161.

(G)

- Gladwin M & Bagby M(2000): Clinical aspects of dental materials,Lippincott williamsand wilkins,P:290–5.
- Grah, C. L., W. J. O'Brien and K. M. Boenke (1992). "Differences in color between fired porcelain and shade guides." International Journal of Prosthodontics5(6).
- Giordano RA. Dental ceramic restorative systems. Compend Contin Educ Dent. 1996; 17: 779–82
- Gürel, G. and G. Gürel (2003). The science and art of porcelain laminate veneers, Quintessence London.

(H)

- Hammad, I. A. (2003). "Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides." The Journal of prosthetic dentistry89(1): 50–53.
- Hasegawa, A., et al. (2000). "Color and translucency of in vivo natural central incisors." The Journal of prosthetic dentistry83(4): 418–423.

- Heffernan, M. J., et al. (2002). "Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials." *The Journal of prosthetic dentistry*88(1): 4-9.
- Helvey, G. A. "Classification of Dental Ceramics".
- Hosoya, Y. (1999). "Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times." *Dental Materials*15(4): 268-274.

(J)

- Jacobs, S., C. Goodacre, B. Moore and R. Dykema (1987). "Effect of porcelain thickness and type of metal-ceramic alloy on color." *Journal of Prosthetic Dentistry*57(2): 138-145.
- Jahangiri, L., et al. (2002). "Relationship between tooth shade valueand skin color: an observational study." *The Journal of prosthetic dentistry*87(2): 149-152.
- Janardanan, K., et al. (2012). "The influence of metal substrates and porcelains on the shade of metal-ceramic complex: A spectrophotometric study." *Indian Journal of Dental Research*23(6): 838.
- Johnston, W. and E. Kao (1989). "Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry." *Journal of dental research*68(5): 819-822.
- Jorgenson, M. W. and R. J. Goodkind (1979). "Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings." *Journal of Prosthetic Dentistry*42(1): 96-105.

(K)

- Kelly, J. R., et al. (1996). "Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives." *The Journal of prosthetic dentistry*75(1): 18-32.

- Kim, D., et al. (2004). "Comparison of cast Ti–Ni alloy clasp retention with conventional removable partial denture clasps." *The Journal of prosthetic dentistry*91(4): 374–382.
- Kinda, S. Bruguera, A.2008. *Invisible: esthetic ceramic restorations*, Artes Medica
- Klemetti, E., et al. (2006). "Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter." *Journal of Oral Rehabilitation*33(1): 31–35.
- Kourtis, S. G., A.–P. Tripodakis and A. A. Doukoudakis (2004). "Spectrophotometric evaluation of the optical influence of different metal alloys and porcelains in the metal–ceramic complex." *Journal of Prosthetic Dentistry*92(5): 477–485.

(L)

- Lee, K., et al. (2005). "Brightness (value) sequence for the Vita Lumin Classic shade guide reassessed." *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*13(3): 115–118.
- Li, Y., et al. (2003). "A study on the color difference between Au–Pt alloy porcelain and Ni–Cr alloy porcelain." *Hua xi kou qiang yi xue za zhi= Huaxi kouqiang yixue zazhi= West China journal of stomatology*21(3): 217–219.
- Lund, T. W., et al. (1985). "Spectrophotometric study of the relationship between body porcelain color and applied metallic oxide pigments." *The Journal of prosthetic dentistry*53(6): 790–796.

(M)

- Marcucci, B. (2001). "Using tooth and color guides together." *The Journal of prosthetic dentistry*86(3): 322–323.

- Marcucci, B. (2003). "A shade selection technique." *The Journal of prosthetic dentistry*89(5): 518–521.
- Manappallil JJ (2010): Basic dental materials. 3th ed. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd, 21–25,309–322.
- McLaren, E. A. and P. T. Cao (2009). "Ceramics in dentistry—part I: classes of materials." *Inside dentistry*5(9): 94–103.
- McLaren, E. A. and R. A. Giordano (2005). "Zirconia–based ceramics: material properties, esthetics, and layering techniques of a new veneering porcelain, VM9." *QuintessenceDent Technol*28: 99–111.
- McDonald R. *Colour physics for industry*. Bradford: Dyers Co. Pub. Trust, 1987. – JADA. Dental Shade Guides.*J Am dent assoc* 2002, 133:366–367
- McLaren EA, Whiteman YY. Ceramics: rationale for material selection. *Ins Dent*. 2012; 2: 38–52

(O)

- O'Brien WJ(2002) : Dental materials and their selection chapter (19) Base metal casting alloys,3rd Ed;Quintessence publishing co, Inc , p:232,263–4,266–8.
- Ohyama, T., et al. (1999). "Effects of cyclic loading on the strength of all–ceramic materials." *International Journal of Prosthodontics*12(1).
- Okubo ,S. R., et al. (1998). "Evaluation of visual and instrument shade matching." *The Journal of prosthetic dentistry*80(6): 642–648.

- Ozcelik, T. B., et al. (2008). "Colorimetric analysis of opaque porcelain fired to different base metal alloys used in metal ceramic restorations." *The Journal of prosthetic dentistry*99(3): 193–202.
- Ozturk, O., et al. (2008). "The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all–ceramic systems." *The Journal of prosthetic dentistry*100(2): 99–106.

(P)

- Paravina, R. D. (2002). "Evaluation of a newly developed visual shade–matching apparatus." *International Journal of Prosthodontics*15(6).
- Paravina, R. D. (2009). "Performance assessment of dental shade guides." *Journal of dentistry*37: e15–e20.
- Paravina, R. D., et al. (2002). "Color comparison of two shade guides." *International Journal of Prosthodontics*15(1).
- Paul, R. (2013). "A clinical guide to applied dental materials." *British dental journal*214(9): 479–480.
- Payan, J., G. Moya, J. Meyer and F. Moya (1986). "Changes in physical and chemical properties of a dental palladium—silver alloy during metal—porcelain bonding." *Journal of oral rehabilitation*13(4): 329–338.
- pretti M , Hilgert E, Bottino MA, Avelar R P(2004):Evaluation of the shear bond strength of the union between two Co–Cr alloys and dental ceramic,*J Appl Oral Sci*;12:102–7.
- Pröbster, L., et al. (1997). "In vitro evaluation of a glass–ceramic restorative material." *Journal of Oral Rehabilitation*24(9): 636–645.

(R)

- Rekow, E., et al. (2011). "Performance of dental ceramics: challenges for improvements." *Journal of dental research*90(8): 937–952
- Richardson DW(1992): Time, temperature environmental effects on properties , *Modern ceramic engineering* , New York, Marcel Dekker,Inc, p:358.
- Ringle, R. D., J. R. Mackert Jr and C. W. Fairhurst (1989). "Detecting silver-containing metal ceramic alloys that discolor porcelain." *International Journal of Prosthodontics*2(6).
- Rosenstiel, L. and M. Land (2006). "Fujimoto." *Contemporary fixed prosthodontics*4.
- Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J (2001): *Contemporary fixed prosthodontics*, chapter1:History taking and clinical examination ,chapter24: Metal ceramic restoration,3rd Ed, Mosby co ; p:2, 609–14, 507– 8.

(S)

- Sakaguchi, R. and J. Powers (2012). "Craig's restorative dental materials".
- Sato R (1999) Using a computer color matching system in color reproduction of porcelain restoration. Color reproduction of porcelain samples. *Int Journal of Prosthodont* 6: 522–7
- Schmalz, G. and D. Arenholt-Bindslev (2009). *Biocompatibility of dental materials*, Springer.
- Seghi, R. R., et al. (1986). "Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems." *The Journal of prosthetic dentistry*56(1): 35–40.
- Shillingburg, H. T., et al. (1997). "Fundamentals of fixed prosthodontics." *Book reviews. J Prosthodont*6: 316–320.

- Smith BGN(1998):Planing and making crowns and bridgs , 3rded ,Martin Dunitz Co, London; p:51–3.
- Smitha, A. and P. Savitha (2017). "Shade Matching in Aesthetic Dentistry–From Past to Recent Advances." J Dent Oral Care Med3(1): 102.
- Stavridakis, M. M., et al. (2004). "Effect of different high–palladium metal–ceramic alloys on the color of opaque and dentin porcelain." The Journal of prosthetic dentistry92(2): 170–178.

(T)

- Taylor, J. A. (1922). History of dentistry: A practical treatise for the use of dental students and practitioners, Lea & Febiger.
- The Editorial council of the journal of prosthetic dentistry. The glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent. 2005;94:10–81
- Tucillo, J. (1974). "Dental casting alloys in our changing times. 2. Ceramic alloys." The Dental technician27(12): 114.

(U)

- Uludag, B., et al. (2007). "The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of ceramic systems: an in vitro study." The Journal of prosthetic dentistry97(1): 25–31.

(V)

- Vichi ,A., et al. (2004). "Color and opacity variations in three different resin–based composite products after water aging." Dental Materials20(6): 530–534.

(W)

- Wataha, J.C. & Messer, R.L. 2004. Casting Alloys. *Dent Clin North Am*, 48, vii–viii, 499–512
- Wataha JC, Nelson SK, Lockwood PE (2000): Elemental release from dental casting alloys into biological media with and without protein, *Dent Mater*; 17:409–14
- Wiskott, H. A. (2011). "Fixed prosthodontics." Principles and clinics. Hanover Park, IL: Quintessence: 691–719.
- Wu, X. and Y. Ma (2000). "Effect of titanium substructure on color of porcelain–fused–to–titanium restoration." *Zhongguo yi xue ke xue yuan xue bao. Acta Academiae Medicinae Sinicae* 22(1): 90–92.

(Y)

- Yap, A. (1998). "Color attributes and accuracy of Vita–based manufacturers' shade guides." *Operative dentistry* 23(5): 266–271.
- Yilmaz, B., et al. (2009). "Effect of repeated firings on the color of opaque porcelain applied on different dental alloys." *The Journal of prosthetic dentistry* 101(6):395–404.
- YILMAZ, K., GONULDAS, F. & OZTURK, C. 2014. The effect of repeated firings on the color change of dental ceramics using different glazing methods. *J Adv Prosthodont*, 6, 427–33
- Yu, B. and Y.–K. Lee (2009). "Color difference of all–ceramic materials by the change of illuminants." *American journal of dentistry* 22(2): 73–78.

الملخص باللغة العربية

خلفية وهدف البحث: تتأثر النتيجة الجمالية النهائية للترميمات الخزفية المعدنية بعوامل عدة؛ من ضمنها نوع المعدن المستخدم. ومع ذلك فهناك نقصاً في المعلومات حول كيفية تأثير لون الخزف بالخليطة المعدنية المستخدمة، وقد كان الهدف من هذه الدراسة: تقييم تأثير اختلاف الخليطة المعدنية على اللون النهائي للترميمات الخزفية المعدنية.

مواد وطرق البحث: تألفت عينة البحث من أربعين عينة قرصية الشكل (قطر ٨ ملم - ثخانة ٠.٥ ملم). تم استخدام أربعة أنواع من الخلائط المعدنية: ثلاثة أنواع تجارية مختلفة لخلائط النيكل كروم وخليطة واحدة من الكروم كوبالت. صُنعت ١٠ أقراص لكل خليطة معدنية. استُخدم الخزف المعدني GC وبلون A3. طُبّق الخزف الظليل والخزف العاجي والمينائي، وأخيراً تم تطبيق التزجيج لتكون الثخانة الكلية للخزف المعدني (١.٥ ملم). حُلّلت العينات باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي Vita Easy Shade Advance، وعُرضت المعطيات حسب نظام الألوان CIELAB. سُجّلت إحداثيات اللون (L, a, b) لجميع العينات، ومن ثم دُرست النتائج إحصائياً باستخدام تحليل ANOVA والاختبار التلوي Tukey HSD من أجل تحليل البيانات.

النتائج: تأثر اللون النهائي للعينات الخزفية المعدنية بنوع الخليطة المعدنية المستخدمة ($P < 0.05$)، فقد أظهرت خليطة الكروم كوبالت اختلافاً لونياً أعلى من خلائط النيكل كروم، كما تأثرت قيمة المعامل اللوني b، إذ سببت خليطة النيكل كروم لوناً أكثر اصفراراً من خليطة الكروم كوبالت (قيمة المعامل b أعلى من باقي الخلائط)، أما قيم المعاملين (L, a) لم تتأثر باختلاف نوع الخليطة.

الخلاصة: يتأثر اللون النهائي للعينات الخزفية المعدنية بنوع الخليطة المعدنية المستخدمة.

Abstract

Introduction & Aim of study: The final esthetic outcome of a metal–ceramic restorations is influenced by several factors including the type of the used metal alloy. However, there is a lack of information how color is affected by different type of metal alloys. The aim of the study was to evaluate the influence of different metal alloys on final color of metal–ceramic restorations.

Materials and methods: forty discs–shaped specimens (8 mm in diameter, 0.5mm thickness) were fabricated from Four different metal alloys, three Ni–Cr, and one Co–Cr. Ten discs were prepared for each alloy. Shade A3 was used (GC Ceramic). Opaque , dentin, enamel and glazing layers were applied. So that the total thickness of the metal ceramic disk is 1.5 mm. The specimens were analysed with spectrophotometer, and data were obtained in the CIELAB color system. then the results were studied by using One Way ANOVA test and Tukey HSD test were used to analyze the data

RESULTS: The final color of the metal–ceramic specimens were affected by type of the alloy used ($P < 0.05$). The Co–Cr alloy produced higher color difference than the Ni–Cr alloys. b^* value was affected , Ni–Cr alloy was found to be yellwish (higher b^* values) than the Co–Cr. but ($L^* . a^*$) values were not affected by the type of metal alloys used.

CONCLUSIONS: The final color of metal ceramic specimens was influenced from the type of metal alloy