

دراسة تأثير ظلالية الإسمنت الراتنجي اللاصق على اللون النهائي لتيجان خزفية كاملة متوضعة على دعامات متلونة بشكل شديد

الدكتورة ميرزا عَلاف*

محمد حافظ**

(تاريخ الإيداع 20 / 1 / 2014. قُبِلَ للنشر في 11 / 6 / 2014)

□ ملخص □

الهدف: دراسة دور الإسمنت الراتنجي الملون غير الظليل والإسمنت الراتنجي الظليل على التطابق اللوني للتيجان الخزفية الكاملة المتوضعة على دعامات متلونة بشكل شديد.

المواد والطرق: تألفت العينة من 15 تاجاً خزفياً كاملاً (IPS e-max press) بلون A1 حسب دليل Vita الكلاسيكي متوضعة على دعامات متلونة بشكل شديد (ND9) تم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات متساوية: الأولى تركت بدون إصاق والثانية ألصقت بإسمنت راتنجي ملون A1 والثالثة ألصقت بإسمنت راتنجي ظليل تم تحليل لون هذه التيجان الخزفية في كل من الثلث العنقي (1 ملم) والمتوسط (1.2 ملم) والقاطعي (1.5 ملم) باستخدام جهاز تحديد اللون الرقمي Easy Shade Compact ثم دراسة التغير اللوني ΔE لكل منها ومقارنة النتائج مع القراءات المأخوذة من تاج خزفي شاهد من اللون A1 متوضع على دعامة ذات شدة تلون ND1. ثم تمت مقارنة قيم مقدار التغير اللوني المقيس على التيجان الخزفية في عينة البحث بالقيم المعيارية التي تم قياسها في التاج الخزفي الشاهد.

النتائج: أظهرت الدراسة أن الإسمنت الراتنجي الأبيض الظليل استطاع تحسين قيم ΔE للتيجان الخزفية الكاملة الملصقة على دعامات متلونة بشدة بشكل أفضل نسبياً من الإسمنت الراتنجي الموافق للون التاج إلا أن كليهما لم يصل لمستوى تطابق لوني مقبول سريرياً.

الكلمات المفتاحية: الإسمنت الراتنجي، التطابق اللوني، الدعامات المتلونة، التيجان الخزفية الكاملة

* أستاذ - رئيسة قسم التعويضات السنية الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق - سورية.
** طالب دراسات عليا (دكتوراه) - قسم التعويضات السنية الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق - سورية.

A Study of the Effect of Adhesive Resin Cement Opacity on Terminal Color of Full Ceramic Crowns Set on Severe Discolored Abutments

Dr. Merza Allaf*
Dr. Mohammad Hafez**

(Received 20 / 1 / 2014. Accepted 11 / 6 / 2014)

□ ABSTRACT □

Objective: is to study the effect of colored (non-opaque) adhesive resin cement and opaque adhesive resin cement on color matching of full ceramic crowns set on severe discolored abutments.

Materials and Methods: Sample consisted of 15 full ceramic (IPS e-max press) crowns (A1 Vita Classical Guide) set on severe discolored abutments (ND9) and divided into 3 equal groups (1) left without adhesive (2) adhered with colored Adhesive Resin Cement (3) adhered with opaque Adhesive Resin Cement. The color of these full ceramic crowns was analyzed in the cervical, medium and incisal third using digital color analyzer (Easy Shade Compact); and the values of color change (ΔE) were studied and compared with (ΔE) of one full ceramic (IPS e-max press) crown (A1 Vita Classical Guide) set on non-discolored abutment (ND1).

Results: showed that White Opaque (WO) Adhesive Resin Cement improved the ΔE values in the full ceramic crowns bonded on severe discolored abutments, were relatively better than the colored cement. However, both kinds of the cements did not reach a color matching level that we can clinically accept.

Key Words: Resin Cement, Color Matching, Discolored Abutments, Full Ceramic Crowns

*Professor, Head of Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Damascus University, Syria.

**Postgraduate Student, Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Damascus University, Syria.

مقدمة:

يعد تأمين الناحية التجميلية للأسنان هدفاً أساسياً في التعويضات السنية الثابتة، حيث إن مطابقة شكل ولون الأسنان الطبيعية من أهم عناصر نجاح التعويض بالنسبة للمريض والطبيب، ولهذا ظهرت التعويضات الخزفية الكاملة بأنواعها المختلفة [1].

قامت أبحاث متعددة بالمقارنة بين أنواع مختلفة من التعويضات الخزفية الكاملة حيث أظهرت أن الترميمات الخزفية المصنعة من خزف أساسه الزجاج (خزف مدعم بجزيئات اللوسيت، دي سيليكات الليثيوم) هي أكثر الترميمات تحقيقاً للناحية الجمالية بسبب حيويتها وشفوفيتها الضوئية العالية وبسبب تلك الميزة الهامة لهذا النوع من الترميمات كانت هناك صعوبات حقيقية في تحقيق التماثل اللوني بين الترميم والسن الطبيعي وخصوصاً عند إلصاقها على دعامات متلونة أو معدنية [2,3]، ولهذا أجريت محاولات وأبحاث عديدة لتغلب هذه الناحية السلبية [4].

حيث إن الترميمات الخزفية الكاملة تتأثر بثلاثة عوامل هي لون الإسمنت ولون التاج ولون السن الداعمة [5]. نصحت معظم الشركات المستخدمة لأنظمة الخزف المضغوط Pressable باستخدام قبعات خزفية بظلالية عالية لتصنيع تيجان خزفية كاملة متوضعة على دعامات متلونة أو معدنية، إلا أن هذا بدوره سيقفل من الخصائص التجميلية لتلك التيجان مقارنة مع الأنماط الأخرى من القبعات. وهنا برزت الحاجة لاستخدام وسائل أخرى للتغلب على اللون المعيب للدعامة المتلونة للمحافظة على أعلى قدر ممكن من الخصائص التجميلية لتلك التيجان من ناحية الشفوفية الضوئية والتماثل اللوني [5,6].

لذلك تم تطوير إسمنتات راتنجية لاصقة ذات ظلالية وألوان مختلفة لتساعد في التغلب على مشكلة الدعامة المتلونة [5,6] ، باعتبار أن لون الإسمنت يعد عنصراً مهماً في إنتاج اللون النهائي للخزف الزجاجي [6]. وحسب رأي Zhang فإنه من المهم اختيار إسمنت لاصق ظليل (opaque) عند وضع الترميم على دعامة تعاني من تلون معيب، ومن الممكن استخدام الألوان الأخرى للإسمنتات الراتنجية عند تكون الأسنان الداعمة غير المتلونة أو تعاني من تلون طفيف وذلك من أجل تحقيق التماثل اللوني لهذه الترميمات مع الأسنان المجاورة [7]. وبين Vichi وزملاؤه عام 2000 أثر ثخانة الإسمنت والخزف في تستير الأوتاد الظليلة (المصنعة من ألياف كربونية والمصنعة من الزيركون) واستنتجوا أنه عندما تكون ثخانة الخزف (1 ملم) يعتبر استخدام تاج خزف كامل مضاد استطباب وعندما تكون ثخانة الخزف 1,5 ملم فألوان البنى الداعمة يجب أن تؤخذ بالاعتبار ليكون التاج الخزفي الكامل مرض تجميلاً بينما إذا كانت ثخانة الخزف 2 ملم فلا تأثير للون خلفية التاج الخزفي الكامل على لونه. واعتبرت الألوان المختلفة المتوافرة من الإسمنتات الراتنجية اللاصقة وسيلة مساعدة وثانوية في تصحيح لون السن الداعمة [8].

حديثاً قام العالم Chaiyabutr وزملاؤه عام 2011 بدراسة لتقييم أثر لون السن الداعمة ولون الإسمنت وثخانة الخزف على لون التيجان الخزفية الزجاجية المدعمة بدي سيليكات الليثيوم المصنعة بتقنية CAD-CAM، وتوصلوا في دراستهم إلى أن لون السن الداعمة ولون الإسمنت وثخانة الخزف كلها عوامل تؤثر على اللون البصري الناتج للترميمات الخزفية الزجاجية وبينت الدراسة الإحصائية تأثير لون التاج الخزفي الكامل بشكل واضح في حال كان لون السن الداعمة قاتماً وأن الإسمنت الظليل يقلل بشكل طفيف من اللون القاتم للسن الداعمة [5].

استنتج Fazi وزملاؤه عام 2006 عندما تكون ثخانة الخزف قليلة بسبب التحضير القليل للبنى السنية، يجب عدم استخدام الإسمنت الظليل بسبب شفافية الترميمات الخزفية، يمكن أن يؤثر الإسمنت الظليل على اللون النهائي لهذه الترميمات، وخصوصاً إذا كان التحضير بحده الأدنى [9].

أقر Salameh وزملاؤه عام 2014 أنه عند إلصاق الترميمات الخزفية على دعامات متلوثة سبب تغيرات لونية واضحة في تلك الترميمات، وكانت أعلى القيم للتغير اللوني في الثلث العنقي، وكان التغير أقل ما يمكن عند الثلث القاطعي، واستنتجوا من نتائج دراستهم لا تأثير لظلالية الإسمنت ودرجات شفافية المضغوطات الخزفية في تخفيف التغيرات اللونية للترميمات الخزفية [10].

أكد Niu وزملاؤه عام 2014 تأثير لون خزف ثنائي سيليكات الليثيوم بلون وثخانة الإسمنت الراتنجي اللاصق، حقق الإسمنت الأبيض الظليل بدراستهم توافق لوني وقيم التغير اللوني ضمن الحد المقبول سريرياً، حيث ألصقوا العينات بخمس أنواع من الإسمنتات الراتنجية على خلفيات داكنة [11].

ومن أنظمة اختيار اللون نظام CIELAB وهو النظام الأكثر معيارية يعتمد صيغة ΔE (CIEDE 2000) التي تشمل الوظائف الكمية للون [12]، وأظهر Baltzer وزملاؤه عام 2005 أهمية الأجهزة الرقمية التي تعتمد قيمة ΔE في تحديد لون التيجان الخزفية وأن آلية عملها تتأثر بطبقات الخزف [13].

حيث إن هذه الأجهزة تقوم بتحديد اللون وتجعل عملية نقل اللون أكثر دقة كما أن تطوير العديد من أجهزة تحديد اللون وأدوات قياس شدة الضوء بين مختلف أجزاء الطيف قد زاد استعمالها في مجال الأبحاث السنية [14].

أهمية البحث وأهدافه:

تمثل الدعامات المتلوثة بشدة تمثل تحدياً كبيراً أمام أطباء الأسنان عند الرغبة في الحصول على نتائج تجميلية مرضية لدى استخدام الخزف الخالي من المعدن في المنطقة الأمامية ومن خلال مراجعتنا للأدبيات الطبية لاحظنا وجود دراسات مثيرة للجدل عن تأثير لون الدعامات (الخلفيات) المتلوثة، وتأثير الإسمنتات الراتنجية المتنوعة على لون الترميمات الخزفية الكاملة، ما يقودنا إلى التساؤل ما إذا كان استخدام الإسمنت الراتنجي الظليل أو الإسمنت الراتنجي الموافق للون التاج تحت ثخانات مختلفة من الخزف الكامل يسهم في الحصول على تطابق لوني للتيجان الخزفية الكاملة المتوضعة على دعامات متلوثة بشكل شديد. من هنا جاءت فكرة البحث الذي يهدف إلى:

- 1- دراسة تأثير الدعامات المتلوثة بشكل شديد على لون التيجان الخزفية الكاملة (في كل ثلث من التاج).
- 2- دراسة دور الإسمنت اللاصق الراتنجي الملون A1 (الموافق للون التاج) في الحصول على تطابق لوني للتيجان الخزفية الكاملة (في كل ثلث من التاج) المتوضعة على دعامات متلوثة بشكل شديد.
- 3- دراسة دور الإسمنت اللاصق الراتنجي الظليل (White Opaque) WO في الحصول على تطابق لوني للتيجان الخزفية الكاملة (في كل ثلث من التاج) المتوضعة على دعامات متلوثة بشكل شديد.

طرائق البحث ومواده:

مكان إجراء البحث:

جامعة دمشق والمعهد التقني لطب الأسنان بجامعة البعث من شهر كانون الثاني إلى شهر آذار عام 2013.

عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 15 تاجاً خزفياً كاملاً (نظام IPS e-max press) لون (A1) حسب دليل (Vita Classical) متوضعة على دعامات متلونة بشكل شديد (Natural Die 9: ND9) وزعت على ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى: مؤلفة من (5) تيجان خزفية كاملة متوضعة على دعامات صناعية متلونة بشكل معتدل. **المجموعة الثانية:** مؤلفة من (5) تيجان خزفية كاملة متوضعة على دعامات صناعية متلونة بشكل معتدل، أُلصقت بإسمنت إصاقي راتنجي ملون A1.

المجموعة الثالثة: مؤلفة من (5) تيجان خزفية كاملة متوضعة على دعامات صناعية متلونة بشكل معتدل، أُلصقت بإسمنت إصاقي راتنجياً ظليلاً أبيض WO.

تم تصنيع تاج خزفي من اللون A1 وكان متوضعاً على دعامات ذات تلون ND1 (وتم اعتباره التاج الهدف) ND1 هي الخلفية التي توصي به الشركة المنتجة لمضغوطات e-max لون A1) وتم قياس قيمة مقدار التغير اللوني على التاج الخزفي الشاهد، ثم تمت مقارنة قيم مقدار التغير اللوني المقيسة على التيجان الخزفية في عينة البحث بالقيم المعيارية التي تم قياسها في التاج الخزفي الشاهد.

مراحل العمل المخبري :

تم الحصول على ثنية علوية مقلوعة حديثاً ثبتت على قاعدة جبسية بشكل عمودي وغمس السن ليكون عنقه التشريحي بعيداً عن سطح الإسطوانة العلوي بحدود 2 ملم.

حُضر هذا السن بخط إنهاء على شكل كتف مدور Round Shoulder بعمق 1 ملم على كامل محيط السن فوق العنق التشريحي مع ميلان جدران بحسب ما توصي به الأصول العلمية [15]. على أن تكون سماكة التحضير في الثلث العنقي 1 ملم باستخدام سنبله محددة لعمق 1 ملم قرصية الشكل وفي الثلث المتوسط 1.2 ملم باستخدام سنبله محددة لعمق 1.2 ملم ذات دولابين متوازيين أما في الثلث القاطع 1.5 ملم باستخدام سنبله محددة لعمق 1 ملم قرصية الشكل وسنبله كروية محددة لعمق 0.5 ملم.



الشكل رقم (1): يبين السن المحضرة مثبتة على قاعدة جبسية

ثم استخدمت مادة طبع بولي فينيل سليوكسان (شركة Zhermack) بقوام قاسٍ ورخو لأخذ طبعة بتقنية طبعة واحدة من مادتين Double mixe one Impression لنسخ السن المحضر مع قاعدته الجبسية وصبت بجبس حجري للحصول على النموذج الجبسي الإفرادي التوأم Master Die.

تصنيع القالب الخزفي لتصنيع الدعامات المتلوثة

شمع النموذج الشمعي على النموذج الجبسي الإفرادي على شكل قلنسوة تقريباً بثخانة 0.5 ملم وذلك عن طريق غمر النموذج التوأم في شمع التغطية GEO – Dip الموجود في حوض الشمع الكهربائي ثم أضيف شمع الحواف Cervical Wax إلى منطقة الحواف لتأمين ختم حفاقي ولمنع تشوه الحواف خلال نزع القلنسوة الشمعية عن النموذج وشُمع على الحد القاطع استطالة شمعية، و يتم تشكيلها من وتد شمعي بثخانة 2 ملم لتسهيل نزع القلنسوة.



الشكل رقم (2): يبين النموذج الشمعي للقالب الخزفي

تصب هذه القلنسوة تحت الضغط بالخزف الكامل (بتقنية pressable نظام IPS e-max)، بعد الصب تمت عملية التشذيب والإنهاء، وأصبحت هذه القلنسوة قالباً لتصنيع الدعامات الصناعية المتلوثة.



الشكل رقم (3): يبين القالب الخزفي المستخدم في تصنيع الدعامات

تصنيع الدعامات المتلوثة:

تم تصنيع (15) دعامة صناعية من مواد راتنجية Natural Die Materiales ذات تصلب ضوئي ذات لون ND9 حسب دليل ألوان الدعامات المقدم من شركة Ivoclar Vivadent.



الشكل رقم (4): يبين دليل ألوان الدعامات Natural Die Materiales

يتم طلاء باطن القالب بالعازل الخاص الموجود مع مجموعة Natural Die Materiales، ثم تطبيق المواد الراتنجية من الألوان المذكورة على دفعات في باطن القالب الخزفي، ويدك وتد بلاستيكي في باطن المادة الراتنجية لتسهيل النزع، وتم التصليب الضوئي بعد كل مرحلة، فنحصل على نسخ إيجابية للسن المحضر وتكرر العملية حتى نحصل على 15 دعامة صناعية متلوثة بلون ND9 حسب دليل ألوان IPS Natural Die Materiales.



الشكل رقم (5): طريقة دك Die Material في القالب الخزفي لتصنيع الدعامة المتلونة

يتم تثبيت الدعامة الصناعية المتلونة على قاعدة شمعية واحدة، لتسهيل الاختبارات والقراءات، وذلك بشمع صف أحمر مصهور في قاعدة سيليكونية، وقبل مرحلة التصلب النهائي للشمع يتم وضع الدعامة عمودية على سطح الشمع وبشكل متوازٍ، وذلك بغمر الوتد الحامل للدعامة، بحيث تبقى خطوط الانهاء بعيدة عن السطح العلوي للشمع بحدود 2-3 ملم.



الشكل رقم (6): يوضح الدعامة المتلونة ND9 مثبتة على قاعدة شمعية

تصنيع التيجان الخزفية الكاملة:

صُنِعَ (15) عينة على شكل تاج خزف كامل بتقنية pressable نظام IPS e-max (خزف زجاجي مدعم بسيليكاات الليثيوم) حيث صنعت التيجان في كل مجموعة بطريقة حقن كبسولات نموذج (L.T) لون A1 تحت الضغط حسب تعليمات الشركة المصنعة وذلك بطريقة الشكل التشريحي الكامل (تقنية الشمع الضائع)، ولضمان سماكة معيارية للإسمنت اللاصق بحدود 0.1 ملم تم تطبيق مادة Die Spacer على طبقتين لتعطي سماكة بحدود 15-25 ميكرون، وقد طبقت على كامل السطوح مع الابتعاد عن خط الانهاء الكفاف المدور 1 ملم.

حيث تم تشميع قاطعة بالشكل التشريحي الكامل باستعمال منحة كهربائية وشمع خاص بتقنية pressable نظام IPS e-max مع مراعاة سماكات الشمع في ثلاث مناطق من السطح الدهليزي للقاطعة خلال القياسات المتكررة بمقياس سماكة الشمع، 1.0 ملم في الثلث العنقي، 1.2 ملم في الثلث المتوسط، 1.5 عند الحد القاطع. (حسب ما توصي به الشركة لتحضيرات الخزف الكامل).



الشكل رقم (7): يبين تشميع التيجان وتوتيدها والتحقق من سماكة الشمع



الشكل رقم (8): يبين التيجان الشمعية

ثم تمت عملية نسخ للتاج للحصول على 5 تيجان مشمعة متماثلة في الشكل والحجم والشخانات، ونتابع مراحل تصنيع التيجان من توتيد وكسو وضغط وتشذيب وإنهاء وتلميع حسب الأصول العلمية.



الشكل رقم (9): يبين التيجان الخزفية الكاملة مع دعاماتها

إلصاق التيجان الخزفية الكاملة في عينة البحث :

استخدم لونان من الإسمنت الراتنجي اللاصق (لون A1، ظليل أبيض Whit Opaque) لإلصاق التيجان الخزفية الكاملة العينات في كل مجموعة، حيث استخدم إسمنت راتنجي ذو تصلب ثنائي (ضوئي وكيميائي) Ivoclar Variolink II شركة Ivoclar، واستخدم التصلب الضوئي لمدة 40 ثانية لكل سطح حسب تعليمات الشركة المصنعة (قوة التصلب من 400-500 واط/سم²).



الشكل رقم (10): يبين التيجان الخزفية الكاملة ملصقة على دعاماتها

طريقة الإلصاق تمت حسب تعليمات الشركة المصنعة وحسب المراحل التالية:

في الفئة الأولى: وضعت 5 تيجان خزفية كاملة على دعاماتها دون إلصاق وذلك لتحري أثر لون الدعامات على لون التاج.

في الفئة الثانية: ألصقت 5 تيجان خزفية كاملة على دعاماتها بإسمنت راتنجي لاصق ملون A1 وذلك لتحري أثر لون الإسمنت على لون التاج.

في الفئة الثالثة: ألصقت 5 تيجان خزفية كاملة على دعاماتها بإسمنت راتنجي لاصق ظليل (White Opaque) وذلك لتحري تأثير ظلالية الإسمنت على لون التاج.

تحديد اللون بواسطة جهاز Vita Easyshade Compact

حيث يوضع رأس الجهاز بشكل عمودي على سطح السن المراد تحديد لونه في كل من المناطق الثلاث (العنقي-C-المتوسط-M-القاطع-I)، في نقطة واحدة في كل ثلث بعد أن تم تعليمها وأخذت ثلاث قراءات لكل منطقة، و ثم أخذ المعدل الوسطي للقراءات الثلاث.



الشكل رقم (11): طريقة أخذ اللون باستخدام جهاز EasyShade

وقيس اللون بأبعاده الثلاث المتوافقة ΔL المعبرة عن درجة الإشراق و ΔC المعبرة عن الكثافة اللونية و Δh المعبرة عن الصبغة اللونية.



الشكل رقم (12): يبين قراءة أبعاد اللون والتغير اللوني ΔE كما يعطيها جهاز EasyShade

وتم اعتماد دراسة قيمة ΔE المعبرة عن درجة تغير اللون عن اللون النموذجي (أي التي يحسبها الجهاز بموجب معادلة رياضية بالاعتماد على قيم أبعاد اللون السابقة الذكر) في الدراسة الإحصائية.

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة لدراسة الفروق بين مقدار التغير اللوني ΔE في التاج الخزفي الشاهد وقيم مقدار التغير اللوني ΔE في عينة البحث.

إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات نوع إسمنت الإلصاق المستخدم وإجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق بين كل زوج من مجموعات البحث.

النتائج والمناقشة:

1-النتائج:

تمت دراسة الفروق بين مقدار التغير اللوني ΔE في التاج الخزفي الشاهد وقيم مقدار التغير اللوني ΔE في عينة البحث وفقاً لنوع إسمنت الإلصاق المستخدم وموقع القياس:

نتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة:

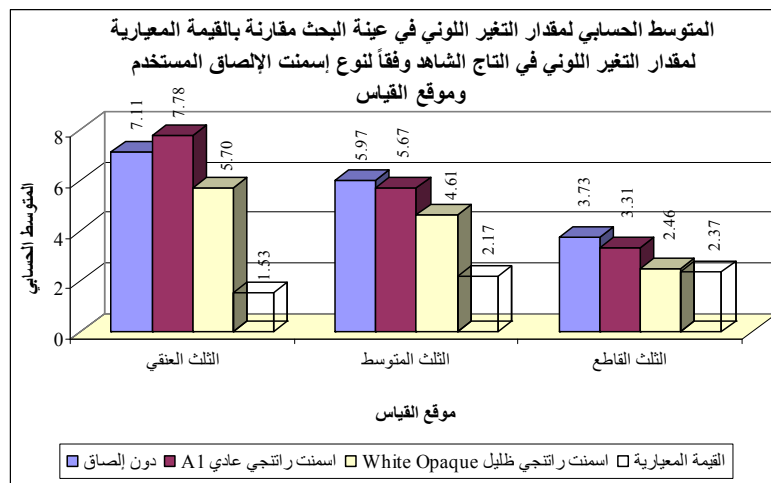
جدول رقم (1) يبين الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة لدراسة دلالة الفروق بين متوسط مقدار التغير اللوني ΔE في التاج الخزفي الشاهد (القيم المعيارية) ومتوسط مقدار التغير اللوني ΔE في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع إسمنت الإلصاق المستخدم وموقع القياس.

المتغير المدروس = مقدار التغير اللوني ΔE											
موقع القياس	القيمة المعيارية	نوع إسمنت الإلصاق المستخدم	عدد القياسات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	قيمة t	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
الثلاث العنقي	1.53	دون إلصاق	5	7.11	0.74	0.33	6.33	8.30	16.976	0.000	**
		إسمنت راتنجي عادي A1	5	7.78	0.44	0.20	7.13	8.27	31.803	0.000	**
		إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	5	5.70	0.34	0.15	5.33	6.17	27.766	0.000	**
الثلاث المتوسط	2.17	دون إلصاق	5	5.97	0.26	0.12	5.70	6.40	32.350	0.000	**
		إسمنت راتنجي عادي A1	5	5.67	0.41	0.18	5.17	6.17	19.216	0.000	**
		إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	5	4.61	0.12	0.06	4.47	4.77	44.161	0.000	**
الثلاث القاطع	2.37	دون إلصاق	5	3.73	0.28	0.12	3.40	4.03	10.901	0.000	**
		إسمنت راتنجي عادي A1	5	3.31	0.40	0.18	2.93	3.90	5.197	0.007	**
		إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	5	2.46	0.17	0.08	2.27	2.63	1.191	0.300	-

- - : لا توجد فروق دالة، * : دالة عند مستوى الدلالة 0.05، ** : دالة عند مستوى الدلالة 0.01

- يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في الثلاث القاطع في مجموعة الإسمنت الراتنجي الظليل، أي إنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائياً بين القيمة المعيارية (2.37) ومتوسط مقدار التغير اللوني ΔE في الثلاث القاطع في مجموعة الإسمنت الراتنجي الظليل. أما بالنسبة لباقي

المجموعات الفرعية لنوع الإسمنت اللاصق المستخدم وموقع القياس المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي إنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط مقدار التغير اللوني ΔE والقيم المعيارية في كل من المجموعات الفرعية المعنية في عينة البحث، وبدراسة قيم المتوسطات الحسابية نستنتج أن قيم مقدار التغير اللوني ΔE كانت أكبر من القيم المعيارية في كل من المجموعات الفرعية لنوع الإسمنت اللاصق المستخدم والثالث المدروس المعنية في عينة البحث.



مخطط رقم (1) المتوسط الحسابي لمقدار التغير اللوني في عينة البحث مقارنة بالقيمة المعيارية لمقدار التغير اللوني في التاج الشاهد

دراسة تأثير نوع إسمنت الإلصاق المستخدم على مقدار التغير اللوني ΔE وفقاً لموقع القياس:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات نوع إسمنت الإلصاق المستخدم (دون إلصاق، إسمنت راتنجي عادي A1، إسمنت راتنجي ظليل White Opaque) في عينة البحث، وذلك وفقاً لموقع القياس. وكانت قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان موقع القياس المدروس أي عند مستوى ثقة 95% كانت ($P < 0.001$) تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق بين كل زوج من مجموعات نوع إسمنت الإلصاق المستخدم وفقاً لموقع القياس في عينة البحث كما يلي:

- نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول رقم (2) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات نوع إسمنت الإلصاق المستخدم في عينة البحث وفقاً لموقع القياس.

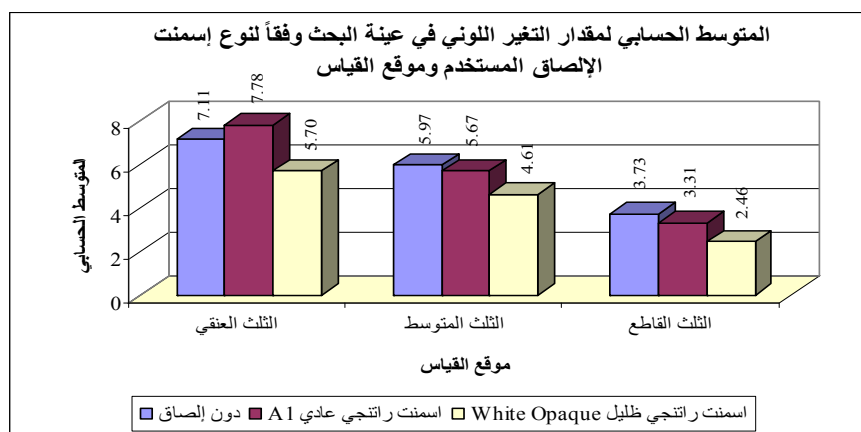
المتغير المدروس = مقدار التغير اللوني ΔE						
موقع القياس	نوع الإسمنت (I)	نوع الإسمنت (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى دلالة الفرق	دلالة الفروق
الثالث العنقي	دون إلصاق	إسمنت راتنجي عادي A1	0.67	0.34	0.212	-
		إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	1.41	0.34	0.004	**
	إسمنت راتنجي عادي A1	إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	2.08	0.34	0.000	**
الثالث المتوسط	دون إلصاق	إسمنت راتنجي عادي A1	0.30	0.18	0.356	-
		إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	1.36	0.18	0.000	**
	إسمنت راتنجي عادي A1	إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	1.06	0.18	0.000	**
الثالث القاطع	دون إلصاق	إسمنت راتنجي عادي A1	0.42	0.19	0.139	-
		إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	1.27	0.19	0.000	**
	إسمنت راتنجي عادي A1	إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	0.85	0.19	0.002	**

- : لا توجد فروق دالة، * : دالة عند مستوى الدلالة 0.05، ** : دالة عند مستوى الدلالة 0.01

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعة الإسمنت الراتنجي الظليل وكل من مجموعة التيجان دون إلصاق ومجموعة الإسمنت الراتنجي العادي في كل من الثالث العنقي والثالث المتوسط والثالث القاطع على حدة، أي إنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات نوع إسمنت الإلصاق المستخدم المذكورة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم مقدار التغير اللوني ΔE في مجموعة الإسمنت الراتنجي الظليل كانت أصغر منها في كل من مجموعة التيجان دون إلصاق ومجموعة الإسمنت الراتنجي العادي في كل من الثالث العنقي والثالث المتوسط والثالث القاطع على حدة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي إنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعة التيجان

دون إلصاق ومجموعة الإسمنت الراتنجي العادي في كل من الثلث العنقي والثلث المتوسط والثلث القاطع على حدة في عينة البحث.



مخطط رقم (2) المتوسط الحسابي لمقدار التغير اللوني ΔE في عينة البحث وفقاً لنوع إسمنت الإلصاق وموقع القياس.

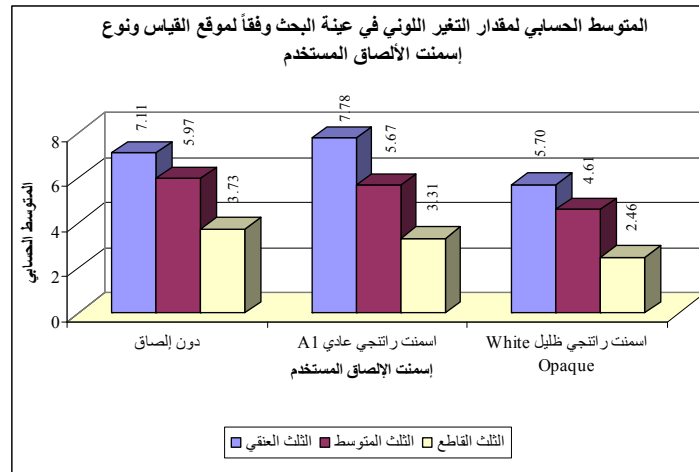
دراسة تأثير موقع القياس على مقدار التغير اللوني ΔE وفقاً لنوع إسمنت الإلصاق المستخدم: تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات موقع القياس (الثلث العنقي، الثلث المتوسط، الثلث القاطع) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع إسمنت الإلصاق المستخدم وكانت قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان نوع إسمنت الإلصاق المستخدم، أي إنه عند مستوى الثقة 95% كانت ($P < 0.001$) تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق بين كل زوج من مجموعات موقع القياس المدروس وفقاً لنوع إسمنت الإلصاق المستخدم في عينة البحث:

جدول رقم (3) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين مجموعات نوع إسمنت الإلصاق المستخدم في عينة البحث وفقاً لموقع القياس.

المتغير المدروس = مقدار التغير اللوني ΔE						
موقع القياس	موقع القياس (I)	موقع القياس (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
دون إلصاق	الثلث العنقي	الثلث المتوسط	1.14	0.30	0.008	**
		الثلث القاطع	3.39	0.30	0.000	**
	الثلث المتوسط	الثلث القاطع	2.25	0.30	0.000	**
إسمنت راتنجي عادي A1	الثلث العنقي	الثلث المتوسط	2.11	0.26	0.000	**
		الثلث القاطع	4.47	0.26	0.000	**
	الثلث المتوسط	الثلث القاطع	2.36	0.26	0.000	**
إسمنت راتنجي ظليل White Opaque	الثلث العنقي	الثلث المتوسط	1.09	0.14	0.000	**
		الثلث القاطع	3.24	0.14	0.000	**
	الثلث المتوسط	الثلث القاطع	2.15	0.14	0.000	**

- لا توجد فروق دالة، * : دالة عند مستوى الدلالة 0.05، ** : دالة عند مستوى الدلالة 0.01.

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار ΔE بين مجموعات موقع القياس الثلاث المدروسة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم ΔE في مجموعة القياسات في الثلث العنقي كانت أكبر منها في كل من مجموعة القياسات في الثلث المتوسط والثلث القاطع وأن قيم ΔE في مجموعة القياسات في الثلث المتوسط كانت أكبر منها في مجموعة القياسات في الثلث القاطع، وذلك مهما كان نوع إسمنت الإلصاق المستخدم.



مخطط رقم (3) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التغير اللوني ΔE في عينة البحث وفقاً لموقع القياس ونوع إسمنت الإلصاق

2- المناقشة:

قد اخترنا في هذه الدراسة قياس قيم ΔE بجهاز Vita Easysshade Compact باعتبارها الطريقة الأمثل لإجراء قياسات احترافية للترميمات والتحقق من لونها إذ تم تحديد لون التيجان الخزفية الكاملة (نظام IPS e-max press) لون (A1) بثخانات مختلفة 1 ملم و 1.2 ملم و 1.5 ملم (في الثلث العنقي C والثلث المتوسط M والثلث القاطعي I) فوق دعامات متلوثة بشكل شديد ND9، ثم بعد ذلك ألصقت بنوعين من الإسمنت الراتنجي اللاصق Variolink II من شركة Ivoclar VivaDent ذي تصلب ثنائي ضوئي كيميائي وهما: إسمنت لون موافق A1 وإسمنت أبيض ظليل White Opaque.

كما تم تصنيع عينات شاهدة، هي تيجان خزفية كاملة لونه A1 على دعامة غير متلوثة خاصة باللون المذكور وتم اعتبارها كعينات هدف Target وتعتبر العينة الذهبية اللون الذي يجب أن تقارن معه جميع العينات.

تأثير الدعامات المتلوثة بشكل شديد على لون التيجان الخزفية الكاملة:

أظهرت نتائج اختبار T ستبودنت للعينة الوحيدة في كل من الثلث العنقي والثلث المتوسط والثلث القاطع وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسط مقدار التغير اللوني ΔE في مجموعات دون الإلصاق (عند وضع التيجان الخزفية على دعاماتها المتلوثة) والقيم المعيارية (العينة الشاهدة)، وهذا يدل على أن تلون الدعامات بشكل شديد أدى إلى زيادة في قيم ΔE ، وهذا يعني أن تلون الدعامات أدى إلى تغير لوني واضح في لون التيجان الخزفية الكاملة

(A1 IPS e-max press) عن العينة الشاهدة، وكان تأثر لون تلك التيجان في الثلث العنقي (ثخانة 1 ملم) أكثر من الثلث المتوسط (ثخانة 1.2 ملم) الذي كان تأثره أكبر من الثلث القاطع (ثخانة 1.5 ملم).

وهذا ما يمكن تفسيره بالشفافية العالية للخزفيات الزجاجية دي سيليكات الليتيوم (IPS e-max press) وخصوصاً عندما يكون الخزف بثخانات قليلة وهي التي تنتج من التركيب البنيوي للخزفيات الزجاجية حيث تتركب من طورين من الكريستالين، وهذا التركيب يعطي لتلك الخزفيات خاصية الشفافية التي تسمح بدورها بانتقال الضوء وخصوصاً في الثخانات القليلة، ما يظهر أثر الخلفية القاتمة ND9 بشكل أكثر وضوحاً في الثخانات القليلة للخزف.

دور الإسمنت اللاصق الراتنجي الملون A1 (غير الظليل) في الحصول على التطابق اللوني:

أظهرت نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA والمقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين التيجان المصققة بالإسمنت الراتنجي A1 على دعامات متلونة بشكل شديد والتيجان المتوضعة على تلك الدعامات بدون إلصاق أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من قيمة 0.05 أي إنه عند مستوى الثقة 95% في جميع الثخانات أي لا توجد فروق دالة إحصائية.

وبمقارنة قيم ΔE للتيجان المصققة بالإسمنت الراتنجي A1 على دعامات متلونة بشكل شديد مع القيم المعيارية للعينة الشاهدة لوحظ ارتفاع كبير في قيم ΔE للتيجان المصققة وخصوصاً عندما يكون الخزف بثخانات بين 1-1.2 مم (الثلث العنقي والمتوسط)، وارتفاع أقل بقيم ΔE عندما تكون ثخانة الخزف 1.5 مم (الثلث القاطعي).

وهذا يعني أنه عند إلصاق التيجان الخزفية بإسمنت راتنجي A1 على دعامات متلونة بشكل شديد أصبحت معدلات قيم ΔE مرتفعة بالمقارنة القيم المعيارية (العينة الشاهدة)، وبمعنى آخر أن استخدام الإسمنت الراتنجي الموافق A1 لم يكن له تأثير إيجابي في تستير لون الدعامات المتلونة بشكل شديد، مع نقصان طفيف في قيم ΔE عندما تكون ثخانة الخزف بين 1.2 - 1.5 مم (الثلث المتوسط والقاطعي) بالمقارنة مع قيم ΔE لتلك التيجان عند وضعها على دعاماتها المتلونة بشكل شديد (دون إلصاق).

وهذا ما نفسره بكون أنظمة IPS e-max press هي أنظمة خزفية شبه شافة مع نفوذية عالية للضوء، وعند استخدامها للإسمنت الراتنجي الملون غير الظليل قام بعمل إيجابي ولو نسبياً فقد استطاع تستير لون الدعامة المتلونة بشدة بشكل طفيف ولم يستطع إخفاء اللون الغامق للدعامة.

دور الإسمنت اللاصق الراتنجي الظليل في الحصول على التطابق اللوني:

أظهرت نتائج الاختبارات الإحصائية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير اللوني ΔE بين التيجان المصققة بالإسمنت الراتنجي الظليل الأبيض WO على دعامات متلونة بشكل شديد والتيجان المتوضعة على تلك الدعامات بدون إلصاق توجد فروق دالة إحصائية في جميع الأثلاث، وأن الإلصاق بالإسمنت الراتنجي الظليل الأبيض WO أدى إلى نقصان في معدلات التغير اللوني ΔE للتيجان الخزفية الكاملة IPS e-max press بالمقارنة مع قيم ΔE لتلك التيجان عند وضعها على دعاماتها المتلونة بشكل شديد (دون إلصاق) في كل ثلث. وكانت قيمة الانخفاض أقل ما يمكن عندما تكون ثخانة الخزف 1.5 ملم (الثلث القاطعي).

إلا أن استخدام الإسمنت الراتنجي الظليل الأبيض WO لم يكن له تأثير إيجابي في تستير لون الدعامات عندما تكون متلونة بشكل شديد، على الرغم من أنه حقق انخفاضاً طفيفاً في قيم ΔE للتيجان الخزفية الكاملة IPS e-max press بالمقارنة مع قيم ΔE لتلك التيجان عند وضعها على دعاماتها المتلونة بشكل معتدل (دون إلصاق).

وبمقارنة قيم ΔE للتيجان الملصقة بالإسمنت الظليل الأبيض WO على دعامات متلوثة بشكل شديد مع القيم المعيارية للعينات الشاهدة، أظهرت زيادة كبيرة في قيم ΔE لتلك التيجان الملصقة في الثلث العنقي والثلث المتوسط، وارتفاع طفيف في الثلث القاطعي.

وهذا يدل على أن الإسمنت الظليل الأبيض WO لم يستطع تستير لون الدعامات المتلوثة بشدة بل على العكس أدى إلى تغيرات لونية واضحة عن العينة الشاهدة وخصوصاً عندما تكون ثخانة الخزف 1-1.2 مم .

حيث إن شفوفية (IPS e-max press) العالية كانت عاملاً أسهم في إبراز الدور الإيجابي لظلالية الإسمنت على محاولة الوصول إلى التطابق اللوني مع العينة الشاهدة، حيث يبدو أنه حصل انعكاس للضوء على السطوح الظليلة للإسمنت الراتنجي الظليل الأبيض WO ما منع من نفوذ الضوء إلى الدعامات، مؤدياً ذلك إلى تشتت كبير للضوء أنتج تستيراً جزئياً للون السن الداعمة المتلوثة بشدة (بشكل أفضل من الإسمنت الراتنجي الملون A1) إلا أنه لم يصل إلى توافق لوني مرضي سريرياً.

كما توافقنا مع Chaiyabutr وزملائه عام 2011 في أن السن الداعمة المتلوثة بشدة تؤثر بشكل كبير في لون تيجان IPS e-max وأن للإسمنت الظليل دوراً جزئياً فقط في تحسين لون التاج المتوضع على سن متلوثة بشكل شديد [5].

إلا أننا وعلى النقيض من نتائج دراسة Zhang وزملائه عام 2007 فقد وجدنا أن استخدام الإسمنت الراتنجي الظليل ليس كافياً لتحقيق التوافق اللوني في حال الدعامات تعاني من تلون معيب ولعل درجة التلون التي اخترناها في دراستنا شديدة لدرجة لم تستطع ظلالية الإسمنت الراتنجي لوحدها إخفاءها [7].

وبهذا نكون اتفقنا مع Vichi وزملائه عام 2000 حيث أقر أن الإسمنتات الراتنجية ليست سوى وسيلة مساعدة وثانوية في تصحيح لون السن الداعمة وفي أن سماكة الخزف لها أثر كبير على لون التعويض، فكلما نقصت سماكة الخزف زاد أثر تلون الداعمة وضوحاً على لون التاج [8].

وتوافقت أيضاً نتائج دراستنا مع Fazi وزملائه 2006 الذي برر سبب الزيادة الملحوظة في قيم ΔE للترميمات الخزفية الزجاجية عند استخدام الإسمنت الظليل الشفوفية العالية لتلك الترميمات، ولكن كان الخلاف بين الدراستين حيث استخدم Fazi خزف Zirconia وتقنية الطبقات في تلوين العينات [9].

وتعارضت هذه النتائج مع دراسة Salameh وزملائه 2014 وكان بسبب استخدام ألوان أخرى للدعامات وصنع العينات من مواد خزفية أكثر شفافية [10].

مناقض لما استنتج Niu وزملائه 2014 أن الإسمنت الأبيض الظليل حقق تطابق لوني، فكانت قيم $\Delta E > 2.6$ ضمن الحد المقبول سريرياً، ويعود سبب الاختلاف بين الدراستين، حيث استخدم نوع إسمنت ظليل مختلف عن الإسمنت المستخدم في دراستنا [11].

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- إن تلون الدعامات بشكل شديد له تأثير سلبي كبير على لون التاج الخزفي الكامل وخصوصاً في الشخانات القليلة من الخزف.
- 2- استطاع الإسمنت الراتنجي الموافق للون التاج تحسين لون التاج الخزفي الكامل الملتصق على دعامات متلونة بشدة إلا أنه لم يصل بالتاج إلى مستوى تطابق لوني مقبول سريرياً.
- 3- استطاع الإسمنت الراتنجي الأبيض الظليل WO تحسين لون التاج الخزفي الكامل الملتصق على دعامات متلونة بشدة بشكل أفضل من الإسمنت الراتنجي الموافق للون التاج إلا أنه لم يصل بالتاج إلى مستوى تطابق لوني مقبول سريرياً.

التوصيات:

- 1- نوصي بعدم الاعتماد على استخدام الإسمنت الراتنجي الملون أو الإسمنت الراتنجي الظليل مع التيجان الخزفية الكاملة من نوع IPS e-max في حال كون الدعامات متلونة بشكل شديد.
- 3- نوصي بإجراء دراسة لتأثير لون الدعامات المعيب على اللون النهائي للتيجان الخزفية الكاملة بألوان مختلفة حسب دليل الألوان المعتمد.
- 4- نوصي بإجراء دراسة سريرية على المرضى تبين نوع الإسمنت الأمثل للحصول على التطابق اللوني مع الأسنان المجاورة وذلك في حالات تلون الدعامات المعيب.
- 5- نوصي بإجراء دراسة لتأثير الإسمنت الراتنجي اللاصق على اللون النهائي للوجوه الخزفية.
- 6- نوصي بإجراء دراسة مشابهة على ترميمات خزفية كاملة مصنعة بتقنيات مخبرية مختلفة عن تقنية الشمع الضائع (مثل تقنية CutBack, Layering).

المراجع:

1. Stamatacos C, Simon JF. *Cementation of indirect restorations: an overview of resin cements*. Compend Contin Educ Dent. 2013 Jan;34(1):42-4, 46.
2. Chu FC, Chow TW, Chai J. *Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers*. J Prosthet Dent. 2007 Nov;98(5):359-64
3. Li ZY, Cheng XR, Wang YN. [A preliminary study on the color effect of IPS Empress all-ceramic veneers]. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2004 Sep;39(5):395-8.
4. Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa-Nagai S. *The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns*. J Dent. 2009 Dec;37(12):937-43. Epub 2009 Aug 4
5. Chaiyabutr Y, Kois JC, Lebeau D, Nunokawa G. *Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate reinforced crown*. J Prosthet Dent. 2011 Feb;105(2):83-90
6. Karaagaciloglu L, Yilmaz B. *Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics*. Oper Dent. 2008 Jul-Aug;33(4):386-91.

7. Zhang XY, Qian HX, Yang DL, Gan H, Min M, Yu WQ. [The influence of the try-in pastes on the color of all-ceramic veneers]. 1. Shanghai Kou Qiang Yi Xue. 2007 Apr;16(2):131-5.
8. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. J Prosthet Dent 2000;83:412-7.
9. Fazi, Giovanni, Vichi, Alessandro, Ferrari, Marco. Influence of four different cements on the color of zirconia structures of varying ceramic thickness. Int Dent SA, 2006, 8: 20-6.
10. Salameh Z, Tehini G, Ziadeh N, Ragab HA, Berberi A, Aboushelib MN. Influence of ceramic color and translucency on shade match of CAD/CAM porcelain veneers. Int J Esthet Dent. 2014;9(1):90-7.
11. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. J Prosthet Dent. 2014;111(1):42-50.
12. Wee AG, Kang EY, Johnston WM and Seghi RR. 'Evaluating porcelain color match of different porcelain shade matching systems. 'J Esthet Dent. 2000;12(5):271-280.
13. Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V. Shading of ceramic crowns using digital tooth shade matching devices. Int J Comput Dent. 2005 Apr;8(2):129-52.
14. Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. J Prosthet Dent. 2008 May;99(5):361-368.
15. Shillenburg HT. *Fuundamental of fixed prosthodonties*, ed 3. Quintessence Publishing Co, Inc. 1997;10:291-321.