تقييم تأثير العوامل داخل الفموية على لون الراصفات التقويمية الشفافة

ديمة فواز شرابي * د.طارق خطاب **

(الايداع:11 كانون الثاني 2022،القبول:16 آذار 2022)

الملخّص:

يهدف البحث إلى دراسة التغيرات اللونية التي تطرأ على الراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها لعوامل البيئة الفموية المختلفة سريريا عند المرضى البالغين الاصحاء.

تم تطبيق راصفات التقويمية الشفافة لدى عينة مؤلفة من (18) مريضاً على مرحلتين، لديهم ازدحام بسيط (2-3) mm وتراوحت اعمارهن بين (18-25) سنة. تم قياس لون الراصفات الشفافة باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي (VITA Easyshade®, Germany) قبل وبعد التعرض للبيئة الفموية لمدة 14 يوماً.

أدى تعرض الراصفات التقويمية الشفافة للبيئة الفموية إلى تغير لونها بقيم ملحوظة يمكن ادراكها حسب المكتب الوطني للمعايير حيث كانت قيم متوسط تغير اللون 1.840 NBS للمرحلة الأولى و1.913 NBS للمرحلة الثانية.

أثبتت نتائج الدراسة الحالية عدم ثبات لون الراصفات التقويمية الشفافة خلال فترة تطبيقها داخل الفم لمدة اسبوعين، واصطباغها متأثرة بالعوامل الملونة التي يستهلكها المرضى. كما تصبح الراصفات الشفافة أقل جاذبية من الناحية الجمالية حتى أثناء العلاج لمدة أسبوعين، وبالتالي تدني المواصفات الجمالية السريرية للراصفات التقويمية الشفافة.

الكلمات المفتاحية: راصفات تقويمية شفافةَ _ تغير اللون _ ثبات اللون _ عوامل ملونة

*طالبة دراسات عليا _ قسم تقويم الأسنان والفكين _ كلية طب الأسنان _ جامعة حماه

**مدرس في قسم تقويم الأسنان والفكين _ كلية طب الأسنان _ جامعة حماه

Evaluation of the Effect of The Intra-Oral Factors on the Orthodontic Clear Aligners Color

Deema fawaz sharabi * **Dr. Tarek Khattab****

(Received:11 January 2022,Accepted:16 March 2022)

Abstract:

The aim of the research is to evaluate the color changes that occur in orthodontic aligners after exposure to different oral environment factors in healthy adult patients (clinical study). orthodontic clear aligners were applied to a sample of (18) patients in two stages, they had mild crowding (2-3) mm and their ages ranged between (18-25) years. The color of the aligners was measured using a spectrophotometer (VITA Easyshade®, Germany) before and after exposure to the oral environment for 14 days.

The exposure of the orthodontic aligners to the oral alignment led to a noticeable perceivable color change according to the National Bureau of Standards, where the color change mean values were 1.840 NBS for the first stage and 1.913 NBS for the second stage.

The results of the current study demonstrated the lack of color stability of the orthodontic clear aligners during their application inside the mouth for a period of two weeks, and their pigmentation affected by the coloring agents consumed by patients, and consequently the low clinical aesthetic specifications of the orthodontic clear aligners.

Keywords: orthodontic clear aligners _ color change _ color stability _ coloring agents.

*Postgraduate student _ Department of Orthodontics – Faculty of Dentistry – Hama University.

**Teacher in the Department of Orthodontics – Faculty of Dentistry – Hama University.

1-المقدمة Introduction:

تعتبر المعالجات التقويمية واحدة من أكثر الأمور الأساسية والفعالة لجعل الابتسامة مشرقة وأكثر جاذبية، ولكن في بعض الأحيان يتردد المرضى حول موضوع تلقي المعالجة التقويمية وذلك بسبب الخوف من الألم وحس الانزعاج المرافق لتطبيق الحاصرات التقويمية **(Srivastava, Jyoti et al. 2017)**

بذلت جهود كبيرة لتحسين النواحي التجميلية للأجهزة التقويمية الثابتة، على الرغم من ذلك بقي العديد من المرضى البالغين يرفضون المعالجة التقويمية بسبب شعورهم بالإحراج من مظهر الحاصرات التقويمية **(Ling 2005)**، وفي الثمانينيات أدخلت تعديلات على الصفائح البلاستيكية الشفافة المفرغة بالضغط Vacuum formed clear aligners (VFCL) كي تستخدم ضمن المعالجات التقويمية للبالغين والتي سميت لاحقاً بيمزابات الرصف الشفافة (الراصفات الشفافة) clear aligners **(Proffit 2018)**.

هنا لابد ان نأتي أولاً على شرح تقنية التقويم باستخدام الراصفات الشفافة.

المعالجة بالرّاصفات الشّفافة: هي معالجة تقويميّة يضع المريض من خلالها مجموعة من الرّاصفات المتحرّكة الشّفافة الّتي تحرك الأسنان بشكلٍ تدريجي لتحسن كلّ من الإطباق والوظيفة إضافة لمظهرها التّجميلي **(Cerroni, Pasquantonio et al. 2018)**

نظرًا لأن المواد الحيوية والميكانيكا الحيوية تنمو وتتطور بسرعة، فقد تم توسيع الاستطبابات العلاجية بالرّاصفات الشّفافة من الازدحام البسيط أو الفراغات إلى سوء الإطباق المعتدل بما في ذلك الحالات القلعية وغير القلعية. يجب أن يكون أخصائي تقويم الأسنان على دراية تامة بخصائص وضعف هذا الجهاز من أجل اختيار الاستطبابات المناسبة وتحقيق نتائج علاجية مرضية، حيث يتم تحديد الخطة العلاجية التقويمية اعتمادا على الحالة التشخيصية ومتطلبات المريض من خلال ضبط ميزات الراصفات**(Zheng, Liu et al. 2017)**، مثل الخصائص الميكانيكية للبوليميرات، سماكة الراصفة، كمية التنشيط، والعناصر المساعدة ودمج الاجهزة الإضافية **(Barone, Paoli et al. 2016)**

عدم امتثال المرضى لتوصيات الأخصائي بعدم تناول المأكولات والمشروبات الملونة يؤدي الى تغير داخل البوليمير الذي يشكل الراصفة مما يؤثر على شفوفيه ولون الراصفة والتي تعد واحدة من مزاياها الرئيسية، حيث قد تصبح الراصفات الشفافة أقل جاذبية من الناحية الجمالية حتى أثناء العلاج لمدة أسبوعين**(Lombardo, Arreghini et al. 2017)** . من الناحية الجمالية، يجب أن يكون لون وشفوفيه الراصفات الشفافة ثابت خلال فترة علاج تقويم الأسنان التي تبلغ أسبوعين **(Inami, Tanimoto et al. 2015)**، ومع ذلك، غالبًا ما يتأثر ثبات ألوان مواد طب الأسنان بعوامل مختلفة، مثل الإشعاع فوق البنفسجي، والمشروبات الملونة، والمضامض الفموية**(Dietschi, Campanile et al. 1994)**. فحصت دراسات قليلة ثبات لون الراصفات الشفافة عند تعرضها للعوامل الملونة، وفقط على مجموعة محدودة من العلامات التجارية المتوفرة في السوق.**(Liu, Sun et al. 2016)**

في دراسة مخبرية قام بها (Liu, Sun et al. 2016) قاموا بتقييم ثبات لون ثلاثة انواع من الراصفات الشفافة عند غمرها بالعوامل الملونة لمدة 12ساعة ولمدة 7 أيام. ظهرت تغيرات لونية واضحة في الراصفات المغمورة بالعوامل الملونة لمدة 7 أيام.

2-هدف البحث Aim of the Study:

يهدف البحث إلى تقييم تأثير العوامل الملونة التي تتعرض لها الراصفات التقويمية الشفافة داخل الحفرة الفموية و تقييم التغير اللوني الحاصل وانعكاسه على جمالية الراصفات، حيث يتم تقييم اللون ومقارنته من خلال جهاز قياس الطيف الضوئي.

3-المواد والطرق Materials and Methods:

تصميم الدراسة: إن البحث الحالي هو عبارة عن تجربة تطلعيه سريرية Prospective clinical trial صممت من اجل معرفة التغيرات التي تطرأ على الراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها للبيئة داخل الفموية خلال مدة علاجية طولها 14 يوماً.

حجم العينة: تم تقدير حجم العينة باستخدام برنامج Minitab® 19 (Minitab Inc, State College, PA)، حيث تم حساب حجم العينة من اجل اختبار ستودينت للعينة One Sample t Test ، ومن أجل قوة اختبار 95% وعند مستوى دلالة a=0.05، كان الحد الأدنى لحجم العينة هو 15 فردا. تم زيادة 3 افراد ليصبح حجم العينة يتألف من 18 مريضاً.

معايير ادخال عينة البحث: المرضى في مرحلة الأطباق الدائم وتتراوح أعمارهم بين (18-25 سنة). عدم وجود فقد في الوحدات السنية (ماعدا الارحاء الثالثة)، صحة فموية وجسدية عامة جيدة، ازدحام سني يتراوح بين (2-3 مم)، العلاقة الاطباقية من الصنف الأول حسب تصنيف انجل، العلاقة الهيكلية من الصنف الأول والمقيم من خلال الصور السيفالومترية (قيمة الزاوية ANB 2-4)، النسج العظمية حول السنية على الصورة البانورامية بحالة جيدة، المريض غير مدخن، واستهلاك المريض متوسط للمشروبات الملونة كالقهوة (2-3 اكواب يومياً)(Wriedt, Schepke et al. 2007) وذلك وفقاً لورقة الاستجواب التي تم توزيعها على المرضى.

مراحل صناعة الراصفات التقويمية الشفافة:

تم أخذ طبعات للقوسين العلوية والسفلية باستخدام المطاط (Zhermack, Zetaplus Impression, Dentaltix®, Madrid, Spain)، ثم تم تطهير الطبعة و تغليفها و إرسالها إلى الفني المختص الذي قام بصب الطبعات بالجبس الحجري المحسن ثم إجراء مسح ضوئي لجميع الأمثلة الجبسية باستخدام ماسح ثلاثي الابعاد (Medit, Identica hybrid, Korea)، ثم تم تصدير الأمثلة الرقمية إلى برنامج حاسوبي Ortho Analyzer 2017 (3shape)، تم اجراء رصف افتراضي على المثال الرقمي ثلاثي الأبعاد تم تقسيم مراحل المعالجة على أمثلة متتابعة، حيث تم تحريك الأسنان بمقدار 0,33 مم خلال كل مرحلة، وبعدها صدرت الأمثلة إلى طابعة ثلاثية الأبعاد مخصصة للاستخدامات السّنية (Original Prusa i3 MK3 by Josef Prusa, Prague, Czech Republic) وطبعت الأمثلة المتتابعة الخاصة بكل حالة من مادة الريزين. بعد ذلك تم صنع الراصفة الشفافة الخاصة بكل مثال باستخدام صفائح (CA®, Sheu, Germany) باستخدام جهاز تحضير الراصفات الشفافة (Biostar, Sheu, Germany)

مراحل تطبيق الراصفات التقويمية الشفافة:

بدأت المعالجة بإجراء السحل الميناني الملاصق باستخدام شرائط السحل وفق ما تقتضيه كل حالة. وبناءً على جدول السحل المرفق مع الراصفات والناتج من دراسة الأمثلة على برنامج Shape 3 ، تم التأكد من صحة كمية السحل عن طريق مقياس سماكة السحل المرفق بمجموعة الراصفات ومن ثم البدء باستخدام الراصفات لمدة 20 ساعة خلال اليوم وتم تبديل الراصفة بمعدل كل أسبوعين بعد التأكد من حيادية الراصفة الموضوعة **(Malik, McMullin et al. 2013)**

تم جمع الراصفات ووضعها بجهاز التراسونيك مع استعمال محلول منظف لمدة 5 دقائق، بعدها تم تجفيفها والاحتفاظ بها.

في هذا البحث درست المرحلة الأولى والثانية فقط من المراحل المتتابعة لكل مريض من مرضى العينة. غالبًا ما يتم التعبير عن لون المادة باستخدام احداثيات اللجنة الدولية للإضاءة Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) L*a*b، يمكن الحصول على جميع القياسات المطلوبة لتحليل الألوان من أجهزة قياس الطيف الضوئي **(Tamam, Güngör et al. 2020)**

تم قياس لون الراصفات الشفافة قبل تعرضها للبيئة الفموية بواسطة جهاز قياس الطيف الضوئي VITA Easyshade القياسية (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany).

الشكل رقم (1): جهاز قياس الطيف الضوئي

.(Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) VITA Easyshade

تم صنع مثال لجسم سن مدعم بوتد من الالياف الزجاجية من الكومبوزيت درجته اللونية A3 ليكون كخلفية مرجعية توضع خلف السطح الشفوي للراصفة**(Liu, Sun et al. 2016)**. تم وضعه في مكانه ضمن تجويف الثنية اليمنى العلوية والسفلية، وأختبر اللون بمنطقة مرجعية (الثلث المتوسط_ النقطة المركزية) وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة.

الشكل رقم (2):مثال سني مصنع من الكومبوزيت مدعم بوتد من الألياف الزجاجية.

الشكل رقم (3): طريقة القياس لون الراصفات باستخدام جهاز VITA Easyshade.

عندها تظهر لدينا قيم ابعاد اللون $L^*_1,a^*_1-b^*_1$

يشير L * إلى السطوع من الظلام إلى الإضاءة (القيم من 0 إلى 100، 0 = أسود و 100 = أبيض).a * وb * هما محورا المقياس اللوني.a الموجب * يقابل اللون الأحمر ، بينما السالب يعني الأخضر. موجبb * يتوافق مع الأصفر بينما السالب أزرق.(Amar-Mamou 2004)

وتم إعادة أخذ قياس لون الراصفات المسترجعة بعد تعرضها للبيئة الفموية وتكون القيم L^*_2,a^*_2,b^*_2، تم حساب القيمة الإجمالية لتغيير اللون (ΔE^*) وفقًا للمعادلة

$$\Delta E^*L^*A^*B^* = [(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2]^{1/2}$$

والتي تمثل اختلاف اللون قبل وبعد التعرض للملونات. تم تحويل قيم ΔE^* إلى وحدات NBS(National bureau of standards) وهي حدة معتمدة للمكتب الوطني للمعايير بواسطة المعادلة $NBS = \Delta E^* \times 0.92$ لربط تغير اللون إلى معيار سريري.

الجدول رقم (1): يبين تقيم المكتب الوطني للمعايير

وصف التغير اللوني	وحدات المكتب الوطني للمعايير NBS units
ضئيل: تغير طفيف للغاية	0.0–0.5
طفيف: تغيير طفيف	0.5–1.5
ملحوظ: تغير يمكن إدراكه	1.5–3.0
جدير بالملاحظة: تغيير ملحوظ	3.0–6.0
كثير: تغيير ملحوظ للغاية	6.0–12.0
كثير جداً: التغيير إلى لون آخر	أو أكثر 12.0

التحليل الإحصائي:

تم اجراء جميع الاختيارات الإحصائية الأساسية في هذه الدراسة باستخدام الحزمة الإحصائية (Statistical Package for Social Science) SPSS 20، في حين تم إجراء اختبارات خطأ الطريقة بتطبيق معادلة Dahlberg (**Dahlberg and students. 1940**) لحساب مقدار خطأ الطريقة المستخدمة في قياس لون الراصفات التقويمية الشفافة، تعطىDahlberg معادلة وفق القانون التالي:

$$ME = \sqrt{\sum d^2/2N}$$

حيث: ME خطأ الطريقة.

Nعدد أزواج الراصفات التقويمية الشفافة المعاد قياس لونها.

d الفرق بين كل قياسين.

تم إجراء الاختبارات التالية عند مستوى ثقة 95% ومستوى دلالة a=0.05:

- اختبار كولموغروف سيرنوف Kolmogorov smirnovعلى جميع المتغيرات التي ضمتها الدراسة حيث كانت البيانات متوزعة طبيعياً وفقاً للاختبار.
- اختبار ستودنت t لعينة واحدة مستقلة .(Dahlberg and students. 1940)

4-النتائج Results:

يظهر الجدول التالي المتوسط الحسابي لتغير لون الراصفات التقويمية الشفافة في المرحلة الأولى قبل وبعد التعرض للبيئة الفموية

الجدول رقم (2): المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم الراصفات التقويمية الشفافة في المرحلة الأولى

المقاييس الإحصائية الوصفية	حجم العينة	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	الخطأ المعياري
المرحلة 1	**32**	**2.001**	**1.274**	**0.225**

الجدول رقم (3): التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد تطبيق الراصفات لمرضى العينة في المرحلة الأولى

NBS	العدد	النسبة %
0.0–0.5	1	3.13
0.5–1.5	13	40.63
1.5–3.0	12	37.50
3.0–6.0	6	18.75
6.0–12.0	0	0.00
12.0أكبر من	0	0.00
32		100.00

سجلت هذه الدراسة حدوث تغير لوني ملحوظ يمكن ادراكه في الراصفات بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوماً

حيث كان متوسط تغير اللون في المرحة الأولى $\Delta E=2.001$ وعند تطبيق المعادلة $NBS=\Delta E^*\times 0.92$

يكون متوسط تغير اللون في المرحلة الأولى NBS 1.840 حسب المكتب الوطني للمعايير.

تبين لنا من النتائج السابقة ان 40.63% من الراصفات في المرحلة الأولى كان فيها تغير **طفيف** في اللون.

بينما كان متوسط التغير اللوني بين جميع راصفات العينة في المرحلة الأولى **ملاحظ يمكن ادراكه.**

الجدول رقم (4): المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم الراصفات التقويمية الشفافة في المرحلة الثانية

المقاييس الإحصائية الوصفية	حجم العينة	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	الخطأ المعياري
المرحلة 1	**32**	**2.080**	**1.276**	**0.225**

الجدول رقم (5): التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد تطبيق الراصفات لمرضى العينة في المرحلة الثانية

NBS	العدد	النسبة %
0.0–0.5	1	3.13
0.5–1.5	12	37.50
1.5–3.0	13	40.63
3.0–6.0	6	18.75
6.0–12.0	0	0.00
12.0أكبر من	0	0.00
32		100.00

حيث كان متوسط تغير اللون في المرحة الأولى $\Delta E=2.080$ وعند تطبيق المعادلة $NBS=\Delta E^*\times 0.92$

يكون متوسط تغير اللون في المرحلة الأولى NBS 1.913 حسب المكتب الوطني للمعايير.

تبين لنا من النتائج السابقة ان 40.63% من الراصفات في المرحلة الثانية كان فيها تغير **ملاحظ يمكن ادراكه.**

وايضا كان متوسط التغير اللوني بين جميع راصفات العينة في المرحلة الثانية **ملاحظ يمكن ادراكه.**

5-المناقشة Discussion:

تصميم الدراسة Study Design:

إن الدراسة الحالية عبارة عن تجربة تطلعيه سريرية (Prospective Clinical Trial) هدفت لمقارنة تغيرات لون وسماكة وابعاد الراصفات التقويمية الشفافة قبل تعرضها للبيئة الفموية وبعد تعرضها للبيئة الفموية بمدة محددة وقدرها 14 يوماً.

وباعتبار ان الراصفة التقويمية تتعرض للكثير من المتغيرات داخل البيئة الفموية كالحرارة والرطوبة والملونات وقوى المضغ والعوامل الأخرى المختلفة فمن هنا ظهر لدينا بعض التساؤلات التي يحثها الفضول لمعرفة تأثير هذه المتغيرات الداخل فموية على الراصفات.

هدفت هذه الدراسة إلى تحري تأثير العوامل داخل الفموية على تغير لون الراصفات الشفافة باعتبار أن الجمالية هي السمة الرئيسية والملفتة في المعالجة بالراصفات الشفافة فهل تعرض الراصفة للبيئة الفموية يغير من لونها ويفقدها أهم مميزاتها؟

على الرغم من أن الراصفات الشفافة تعد أجهزة تقويم جمالية واعدة، إلا أنه نادرًا ما تم الإبلاغ عن الاستقرار الجمالي لمواد الراصفات الشفافة.**(Inami, Tanimoto et al. 2015)**

تم تعريض الراصفات التقويمية للبيئة الفموية لمدة 14 يوماً **(Malik, McMullin et al. 2013)**.

تم استخدام جهاز قياس الطيف الضوئي VITA Easyshade القياسية (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)،و تم صنع مثال لجسم سن مدعم بوتد من الالياف الزجاجية من الكومبوزيت درجته اللونية A3 ليكون كخلفية مرجعية توضع خلف السطح الشفوي للراصفة **(Liu, Sun et al. 2016)**.

أظهرت نتائج دراستنا وجود فروق دالة احصائياً عند دراسة تغير لون الراصفات خلال أزمنة الدراسة.

حيث كان متوسط تغير لون الراصفات في المرحة الأولى $\Delta E=2.001$ وعند تطبيق المعادلة $NBS=\Delta E^*\times 0.92$

يكون متوسط تغير اللون في المرحلة الأولى NBS1.840 حسب المكتب الوطني للمعايير.

تبين لنا من النتائج السابقة ان:

- 40.63% من راصفات المرحلة الأولى كان فيها تغير لوني طفيف في اللون(Slight (slight change .
- 37.50% من راصفات المرحلة الأولى كان فيها تغير لوني ملاحظ يمكن ادراكه (Noticeable(perceivable.
- 18.75% من راصفات المرحلة الأولى كان فيها تغير لوني مهم وواضح.(Appreciable (marked change
- 3.13% من راصفات المرحلة الأولى كان فيها تغير لوني ضئيل وطفيف جداً Trace (extremely slight change).
- بينما كان متوسط تغير لون الراصفات في المرحة الثانية $\Delta E=2.080$ وعند تطبيق المعادلة $NBS=\Delta E^*\times 0.92$
- يكون متوسط تغير اللون في المرحلة الثانية NBS1.913 حسب المكتب الوطني للمعايير.

تبين لنا من النتائج السابقة ان:

- 40.63% من راصفات المرحلة الثانية كان فيها تغير لوني ملاحظ يمكن ادراكه (Noticeable(perceivable.
- 37.50% من راصفات المرحلة الثانية كان فيها تغير لوني طفيف (Slight (slight change.
- 18.75% من راصفات المرحلة الثانية كان فيها تغير لوني مهم وواضح (Appreciable (marked change.

- 3.13% من راصفات المرحلة الثانية كان فيها تغير لوني ضئيل وطفيف جداً Trace (extremely slight change).

أي ان اغلب الراصفات التقويمية أظهرت تغيراً لونياً يؤثر على الناحية الجمالية .

في دراسة (Liu, Sun et al. 2016) كانت التغيرات اللونية اما طفيفة جدا أو طفيفة، ويرجع سبب اختلاف النتائج بسبب اختلاف طريقة الدراسة ومدة التعرض للملونات.

وقد اختلفنا مع دراسة (Bernard, Rompré et al. 2020) بسبب اختلاف طريقة الدراسة (بحث مخبري) واختلاف الشركة التجارية للراصفات المستعملة.

6-الاستنتاجات conclusions:

- ثبات لون الراصفات التقويمية الشفافة غير محقق حتى خلال فترة تعرضه للبيئة الفموية خلال الفترة العلاجية التي تمتد لأسبوعين.
- تأثر بوليمرات الراصفات الشفافة بالعوامل الملونة داخل الفموية واصطباغها.
- انخفاض الناحية الجمالية للراصفات التقويمية الشفافة بنسبة ملاحظة ويمكن ادراكها في اغلب الحالات.
- يجب إزالة الراصفات التقويمية اثناء الأكل والشرب، للمحافظة على الخاصية الجمالية للراصفات.

7-التوصيات Recommendation:

- نقترح اجراء المزيد من الدراسات السريرية عن تأثر الراصفات التقويمية الشفافة بالعوامل الملونة.
- نقترح البحث لتطوير مواد جديدة أكثر ثباتاً من حيث اللون في البيئة الفموية.
- نقترح تطور طريقة لمعالجة سطح الراصفات التقويمية الشفافة لجعلها أكثر مقاومة للتصبغ.

8- المراجع References:

1- Amar-Mamou, I. (2004). Comportement colorimétrique des auxiliaires élastomériques esthétiques en fonction du temps en orthodontie (étude in vitro).

2- Barone, S., A. Paoli, A. V. Razionale and R. Savignano (2016). "Computer aided modelling to simulate the biomechanical behaviour of customised orthodontic removable appliances." International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM) **10**(4): 387-400.

3- Bernard, G., P. Rompré, J. R. Tavares and A. Montpetit (2020). "Colorimetric and spectrophotometric measurements of orthodontic thermoplastic aligners exposed to various staining sources and cleaning methods." Head & face medicine **16**(1): 1-11.

4- Cerroni, S., G. Pasquantonio, R. Condò and L. Cerroni (2018). "Orthodontic fixed appliance and periodontal status: An updated systematic review." The open dentistry journal **12**: 614.

5- Dahlberg, G. J. S. m. f. m. and b. students. (1940). "Statistical methods for medical and biological students".

6- Dietschi, D., G. Campanile, J. Holz and J.-M. Meyer (1994). "Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study." Dental Materials **10**(6): 353-362.

7- Inami, T., Y. Tanimoto, N. Minami, M. Yamaguchi and K. Kasai (2015). "Color stability of laboratory glass-fiber-reinforced plastics for esthetic orthodontic wires." Korean journal of orthodontics **45**(3): 130.

8- Ling, P. H. (2005). "Lingual orthodontics: history, misconceptions and clarification." J Can Dent Assoc **71**(2): 99-102.

9- Liu, C.-L., W.-T. Sun, W. Liao, W.-X. Lu, Q.-W. Li, Y. Jeong, J. Liu and Z.-H. Zhao (2016). "Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents." International journal of oral science **8**(4): 246-253.

10- Lombardo, L., A. Arreghini, F. Ramina, L. T. H. Ghislanzoni and G. Siciliani .(2017) "Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a retrospective study." Progress in orthodontics **18**(1): 1-12.

11- Malik, O. H., A. McMullin and D. T. J. D. u. Waring (2013). "Invisible orthodontics part 1: invisalign." **40**(3): 203-215.

12- Proffit, W. R. (2018). Contemporary orthodontics. Philadelphia, IL, Elsevier.

13- Srivastava, R., B. Jyoti, S. Kushwaha and A. Shastri (2017). "Sequential removal orthodontics: an alternative approach." Radiology **2**(1): 32-36.

14- Tamam, E., M. Güngör and S. J. N. j. o .c. p. Nemli (2020). "How are the color parameters of a CAD/CAM feldspathic ceramic of the material affected by its thickness, shade, and color of the substructure?" **23**(4): 523-533.

15- Wriedt, S., U. Schepke and H. J. J. o. O. O. F. d. K. Wehrbein" .(2007) The discoloring effects of food on the color stability of esthetic brackets–an in-vitro study." **68**(4): 308-320.

16- Zheng, M., R. Liu, Z. Ni and Z. Yu (2017). "Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis." Orthodontics & craniofacial research **20**(3): 127-133.