



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم تعويضات الأسنان المتحركة

التغير اللوني للأسنان الراتنجية الإكريليّة المستعملة في صنع الأجهزة

المتحركة بعد الغمر في محاليل الشاي أو القهوة أو الكولا

Discoloration of Denture Acrylic Resin Teeth after Immersion in Tee, Coffee or Cola

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

باختصاص تعويضات الأسنان المتحركة

إعداد:

زياد مخائيل سلوم

إشراف:

الأستاذ الدكتور علاء سلوم

1436هـ/2015م

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"

الإهداء:

إلى محبوبتي وقدرتي أقول:

أهديتك كلّ كلماتي.....أهديتك البسمةً وضحكاتي

أهديتك البسمة الثكلى.....في غيابِ أدمى حياتي

أهديتك منذ اللحظة الأولى.....قلبي حتى مماتي

صرت إذا ما ابتسمت يوماً.....أحسست بالغبية....من هو ذاك

فتدمع عيني كيف تلقى.....يدينا، والبعد قهّاري

ها أنت تضيئين شمعةً.....ملأت حياتي دفءً بعودةٍ

اشتاقت لها ضحكاتي...

إلى والدي أقوال:

صغر المجد في حضرّتكم.....أنتم العلياء تجسد الهمم

أبت أن تلحق طير.....فوق قممكم تسكن الشمس

أضأتم بالحب درباً.....ما المجد فيه سوى جزء

الشكر:

الشكر الجزيل المقرون بأسمى آيات التقدير والاحترام أرفعه أولاً لأستاذي الجليل الأستاذ الدكتور علاء سلوم، باعتباره صاحب الفضل الأول في متابعتي أثناء إعداد هذا البحث حتى اكتمل.

والشكر موصول ومبذول مهدئاً لأعضاء لجنة التحكيم الأستاذ الدكتور ميرزا علاف والمدرس الدكتور جوزيف عساف لقبولهما تحكيم هذه الأطروحة وتحملهما عناء التدقيق والتنقيح.

كما أتوجه بالشكر إلى أساتذتي في كلية طب الأسنان وأساتذتي في قسم التعويضات المتحركة بشكل خاص الذين لم ييخلوا علي وأعطوني من علمهم ومعرفتهم. وأخص بالشكر رئيس قسم التعويضات المتحركة الأستاذ الدكتور مهند السعدي لما قدمه من جهدٍ وتعبٍ في إدارة القسم، ولما قدمه لي من علم خلال سنواتي الدراسية.

كما أتوجه بالشكر إلى رئيس قسم مداواة الأسنان الأستاذ الدكتور هشام العفيف الذي قدم لي التسهيلات اللازمة للعمل ضمن قسمه ووفر الأجهزة اللازمة لذلك.

مع عظيم الشكر وكثير الامتنان لعميد كلية طب الأسنان في جامعة دمشق الأستاذ الدكتور رزان خطاب التي لا تدخر جهداً في تسهيل العمل البحثي، والشكر الجزيل للكادر الإداري في كلية طب الأسنان وأخص بالذكر الأستاذ الدكتور اياد الشعراي نائب العميد للشؤون العلمية والأستاذ الدكتور ياسر مدلل نائب العميد للشؤون الإدارية.

كما أتوجه بالشكر للدكتور ابراهيم صبط مدير مبيعات الشرق الأوسط في شركة Ivoclar Vivadent على مساعدته في تأمين أنواع الأسنان المستخدمة في البحث والمنتجة من قبل شركته، فلولا مساهمته هذه لما تمكنا من إنجاز هذا البحث.

وأتوجه بالشكر العميق لأختي نرمين التي لم تبخل علي يوماً بوقتها فكانت سنداً لي وعوناً في نقل نتائج البحث وتدوينها، كما أشكر أخي الحبيب وتوأم روجي يزن لمساعدته لي ولنصائحه التي ساعدت في إخراج هذا البحث بأجمل صورة.

وأشكر تقني الأسنان السيد وائل قواص لمساعدته في إنجاز المراحل المخبرية من هذا البحث. وأشكر الأستاذ الفضيل حنين حداد لتدقيقه هذا البحث لغوياً.

وأخيراً أشكر جامعتي جامعة دمشق منهل العلم والعلماء، منبع المعرفة والإبداع.

1. قائمة المحتويات: List of Contents:

1.....	المقدمة: Introduction
4.....	أهداف البحث: Aims of study
5.....	الباب الأول: المراجعة النظرية Literature review
5.....	<u>1- لمحة تاريخية:</u>
9.....	<u>2- البوليميرات:</u>
9.....	1-2- التركيب:
10.....	2-2- البنية الفراغية:
11.....	2-3- الخواص:
12.....	<u>3- الراتنج الأكريلي:</u>
12.....	1-3- ميثيل ميثاكريلات
13.....	2-3- بولي ميثيل ميثاكريلات:
17.....	<u>4- الراتنج المركب:</u>
17.....	1-4- أنواع الراتنج المركب وتطوره:
24.....	3-4- معالجة السطح
25.....	4-4- الأسنان المصنوعة من الراتنج المركب:
27.....	<u>5- عوامل التلون:</u>
27.....	1-5- التلون الداخلي:
28.....	2-5- التلون الخارجي:
29.....	3-5- امتصاص الماء:

- 31 4-5- خشونة السطح:
- 32 5-5- نوع الملونات الطعامية:
- 33 6-5- المادّة المألثة:
- 34 6- الضوء وفضاء الألوان :
- 35 6-1- المصدر الضوئي:
- 36 6-2- خواص المادّة الفيزيائية:
- 37 6-3- تقدير الشخص الفاحص:
- 39 6-4- أنظمة قياس اللون:
- 45 7- إنتقاء اللون:
- 46 7-1- دلائل اختيار اللون :
- 56 8- الدراسات السابقة:
- 61 الباب الثاني: المواد والطرق Materials and Methods:
- 61 1- العينة: Sample:
- 63 2- مواد وأجهزة البحث : Materials and Devises
- 66 3- الطرائق: Methods
- 73 4- التحاليل الإحصائية: Statistical Analysis
- 75 الباب الثالث: النتائج: Results
- 75 1- دراسة قيم التغير اللوني :
- 76 1-1- دراسة وجود علاقة بين قيمة التغير اللوني ونوع السن ونوع السائل:
- 77 1-2- دراسة قيم التغير اللوني في كل مرحلة زمنية:

95	2- دراسة العلاقة بين فترات الغمر :
97	3- العلاقة بين نوع السن ونوع السائل:
97	3-1- في الماء المقطر:
102	3-2- في محلول الشاي :
108	3-3- في محلول القهوة:
114	3-4- في الكولا:
121	الباب الرابع: المناقشة : Discussions
128	1- دراسة تأثير زمن الغمر:
129	2- العلاقة بين زمن الغمر ونوع السن:
134	3- العلاقة بين زمن الغمر و نوع السائل:
140	الباب الخامس: الاستنتاجات: Conclusions
141	الباب السادس: المقترحات والتوصيات: Suggestions & Recommendations
143	الباب الثامن: المراجع: References
	الملحق

المقدمة: Introduction

تُعدّ الأسنان الإصطناعيّة واحدةً من الأجزاء الهامة المسؤولة عن الخواص التجميليّة التي تتمتع بها الأجهزة المتحرّكة؛ حيث يلعب الاستقرار اللوني للأسنان الإصطناعيّة دوراً أساسياً في الحفاظ على هذا الأثر التجميلي؛ (Koksal et al 2008) كما أنها ضرورية لإعادة التأهيل الوظيفي بعد فقدان الأسنان الطبيعيّة. استُخدم الخزف والزّاتج الأكريلي لصناعة الأسنان، ولكن لم يمتلك أيّاً منها الخواص المناسبة التي من شأنها أن تتنج الأسنان الصناعيّة المثاليّة. (Kundu et al 2014)

يعرّف الاستقرار اللوني بأنّه خاصيّة المادّة التي تسمحُ لها بالحفاظ على لونها مع مرور مدة من الزمن ضمن بيئةٍ مُعيّنة؛ وهي تُعتبر من الخواص الفيزيائيّة الهامّة للمواد السنية التعويضيّة. تُعتبر قيمة التغيّر اللوني (ΔE) للمواد السنية مُشعراً يدلُّ على هرمها أو تضرُّرها (Assunção et al 2009)، والذي يُمكن تقيّمه عن طريق قياس الألوان (**colorimetry**) والذي يعتمد على التعبير الرقمي للون المُميّز للجسم المدروس. (Sadoon et al 2011) تكمن هنا أهميّة المحافظة على اللون الذي تم اختياره لأن اختيار لون الأسنان الإصطناعيّة للمريض الأدرد الكامل أكثر صعوبة، كون الأسنان الطبيعيّة مفقودة، والتي لا يمكن استخدامها كدليل، لذلك تم استخدام كل من لون الوجه، والعيون، والشعر من قبل بعض المُعوضين كوسيلة مساعدة في اختيار لون الأسنان. (Ali 2006)

يتم في وقتنا الحالي صنع الأجهزة والترميمات بحيث تلائم بدقة لون كل البنى الفموية المحيطة. وبما أن اللون هو واحد من أكثر صفات المواد الترميمية التجميلية تفضيلاً، لذلك يُمكن أن يُحدّد الحفاظ على اللون المناسب طوال فترة الخدمة نجاح أو فشل هذه المادّة. فمن المُفضل أن تمتلك المادّة المرممة القدرة على مقاومة تغيرات لونها الداخلي. (Padiyar et al 2010)

يتناول الإنسان العديد من الأطعمة الحاوية على العديد من الملونات، وكون الحفرة الفموية تمتلك بيئةً حركيّةً مميزةً، أصبح الثبات اللوني للمواد التجميلية أمراً قابلاً للنقاش بسبب الوجود المستمر للنبيت الفموي الطبيعي، واللعب، والاستهلاك المتكرر للطعام الحاوي على الملونات (chromatogens). إضافةً لذلك أصبحت صفة الثبات اللوني للمواد التجميلية السنية أمراً أساسياً عند اختيار المادّة على حساب غيرها من الصفات الفيزيائية والميكانيكية التي تتمتع بها (Padiyar et al 2010).

يوجد العديد من العوامل التي تؤثر في الثبات اللوني للمواد السنية، داخليةً وخارجيةً. حيث تتعلق العوامل الداخلية بالتغيرات الكيميائية التي تصيب المادّة، وكمثال عليها التلون الذي تتعرض له القاعدة الأكريلية في الأجهزة المتحركة بسبب تأكسد المسرّعات الأمينية (amine accelerators)؛ حيث ستؤدي هذه الأميئات إلى تغير في درجة اللون (Hue) من المظهر الأبيض إلى الأصفر؛ بينما تتضمن العوامل الخارجية التلون الناتج عن التصاق أو اختراق الملونات القادمة من مصادر خارجية كالقهوة، والشاي، والنيكوتين؛ علماً أنه من الممكن أن يكون واحد أو أكثر من هذه العوامل هو المسؤول عن التغيرات اللونية غير المُستحبة تجميلاً للمواد السنية (Padiyar et al 2010).

تم تصنيع نوع جديد من الأسنان الصناعية تتكون من الراتنج المركب النانوي الهجين (**nano-composite resin**)، والتي تشهدُ بالإضافة إلى الأسنان الراتنجية الأكريلية تطوراً كبيراً في صناعتها وتتوّعاً في تركيبها الكيميائية وطرق تشكيلها، سواءً أكانت على طبقات، أو معدلةً بإضافة عامل ربطٍ تصالبي، أو مغطاةً بطبقة من الراتنج المركب الهجين، أو أياً من طرق التعديل الأخرى.

تدعي الشركات المُصنّعة للأسنان أن التعديلات المُنجزة من قبلها قد حسّنت في مقاومة الأسنان لتغير اللون. لذلك نجد من الأهمية بمكان مقارنة تلك التّعديلات والمُفاضلة بين الأسنان الاصطناعية من خلال إجراء بحثٍ علميٍّ حياديٍّ لإنتقاء الأسنان الأفضل من الناحية الجمالية.

أهداف البحث: Aims of study

دراسة مدى تأثير كلٍ من المحاليل الملونة: (ماء الشرب+ شاي ، ماء الشرب+ قهوة ، كولا) على لون خمسة أنواع من الأسنان الراتنجية الأكريلية المستخدمة في صنع الأجهزة المتحركة وهي: (أسنان **SR VIVODENT PE** (PE)، أسنان **SR PHONARES II** (PHONARES)، أسنان **DCL SR VIVODENT DCL** (DCL)، أسنان **VIVODENT** من شركة **Ivoclar Vivadent** ، وأسنان **FLORI-DENT** من شركة **SIEF**) عن طريق مقارنتها مع مجموعة شاهدة هي (الماء المقطر) ومعرفة أي المحاليل أكثر تلويهاً، وأي الأسنان هي الأكثر ثباتاً لونياً، وأية تركيبة كيميائية هي الأكثر مقاومةً للتلون، وذلك قبل وبعد غمرها في هذه المحاليل لمدة يومٍ، وأسبوعٍ، وشهرٍ، وشهرين مستخدمين جهاز **Easysshade compact** من شركة **Vita** لقياس المعادلات اللونية رقمياً.

الباب الأول: المراجعة النظرية Literature review:

1- لمحة تاريخية:

كان التعويض عن الأسنان المفقودة منذ القدم حاجةً صحيةً وتجميليةً بالنسبة للجنس البشري. ولقد شهدت الأجهزة السنية العديد من القفزات النوعية منذ أن تمَّ اختراعها لأول مرة. فمِنذ 3500 سنةٍ مضتْ، قام الفراعنة بصناعة الأسنان من خشب النَّوت وربطوها بأسلاكٍ ذهبيةٍ مع أسنانهم الأخرى الباقية. كما امتلك الأتروسكان مهاراتٍ واضحةً في صنع الأجهزة المصنوعة من الذهب وأسنان الأبقار والتي تمُّ صنعها وفق معايير تُستخدم اليوم في صناعة الأجهزة السنية. (Ivoclar 2010)

تم اكتشاف الأجهزة المتحركة المصنوعة من الخشب في اليابان، وكانت الشاهد الأول عن وجود مثل هذه الأجهزة. يعود الجهاز الأول لراهبة بوذية توفيت في عام 1538؛ حيث تمُّ صنع هذه الأجهزة من خشب الصناديق. (Shofu 2012)

كما تم استخدام العاج في صناعة أسنان وقواعد الأجهزة المتحركة، حيث تم تعديلها لتأخذ الشكل المناسب، حيث كانت مستقرةً نسبياً ضمن ظروف الخفرة الفموية، وامتلك خواصاً تجميليةً وصحيةً تفوق بها على كل من الخشب والعظم. لكن العاج لم يكن متوفراً بسهولة، كما كان غالي الثمن نسبياً. (Tandon et al 2010)

وفي القرون الوسطى، بين القرن الرابع عشر والسادس عشر، عرف الحلاقون في أوروبا كيف يصنعون الأسنان والأجهزة المتحركة مستخدمين أسنان الإنسان وعظام الأبقار. (Bayindir 2013) ويُعتبر الجراح السنّي الفرنسي **Pierre Fauchard** مُخترع الجهاز الكامل المتحرك في أوروبا في مقالة نشرت في عام 1728. (Shofu 2012).

كان رئيس الأول للولايات المتحدة الأمريكية **George Washington** مشهوراً بجهازه المتحرك. إذ كان يعتقد معظم الناس أن جهازه مصنوع من الخشب لكن ذلك غير صحيح؛ فالخشب ليس مادة جيدة لصنع الأجهزة المتحركة لأن اللُّعاب يحولها إلى قالبٍ طري. ويُعتقد أن جهاز الرئيس كان مكوناً على الأغلب من أسنان مقلوعة من جثث الحيوانات. (Bayindir 2013) علماً أن **john greenwood** ذكر أنه صنع للرئيس **George Washington** جهازاً ذا قاعدة ذهبية في حوالي العام 1789. (Shofu 2012) وقد ساعد **John Greenwood** الذي كان طبيب أسنان الرئيس **George Washington** ، في زيادة وعي العامة لأسنان الخزف التي كانت مخترعة حديثاً حينها، حيث صُنِعَ أول سنّ خزفي في حوالي عام 1709 (Ivoclar 2010) ، وكان **Alesis Duchteau** في عام 1774 هو أول من صنع الأسنان الخزفية. وفي عام 1788 قام طبيب الأسنان الفرنسي **Nicholas Dubois** بصناعة جهازٍ كاملٍ على شكل كتلةٍ واحدةٍ من الخزف. ومن الإيجابيات التي تضمنها استخدام الخزف هي سهولة تشكيله، وتأمينه لتمامٍ صميمٍ مع النسج، كما أنه مستقر مع امتصاص قليلٍ للماء، وله سطحٌ أملس بعد التلميع، قليلٌ المسامية وقليلٌ الانحلالية كما يمكن تلوينه.

(Tandon et al 2010) لكنّ الصفة الأهم للخزف والتي جعلت منه واسع الإنتشار، هي الخواص التجميلية الممتازة والمتانة والتقبل الحيوي. (O'Brien 2002) بالمقابل تتمثل سلبياته بمايلي:

- الهشاشة والصعوبة في الإنهاء والتلميع. (Tandon, et al 2010)
- لا يرتبط بقاعدة الجهاز، ويحتاج لتثبيت ميكانيكي. (O'Brien 2002)
- ينتج صوتاً عن التماس مع بعضه.
- لايمكن تلميعه بسهولة بعد السّحل.
- تُسبب الكثافة الكبيرة زيادة وزن السن.
- يؤدي عدم التوافق بمعامل التمدد الحراري إلى توليد جهود ضمن قاعدة الجّهاز الأكريلية. (O'Brien 2002)
- تحتاج إلى مسافة كبيرة بين الإرتفاعات السّنخيّة العلويّة والسّفليّة. (Sibel et al 2003)

بدأ الإنتاج الفعلي للخزف في انكلترا بحدود عام 1837. وبدأت أول الأجهزة المصنوعة من الخزف والمطاط بالظهور في 1846. (Ivoclar 2010) حيث شهدت الأجهزة المتحرّكة في عام 1839 قفزةً جديدةً عندما تم اكتشاف المطاط المكبرت والذي من الممكن استخدامه ليحمل الأسنان. (Bayindir 2013) تم تطوير المطاط المكبرت من قبل شركة **Goodyear Tier**

Rubber & . وبنفس الوقت تراجع استخدام الأجهزة المصنوعة من الخشب، وتم استبدالها

بالأجهزة ذات الأساس الراتنجي أو المعدني.(Shofu 2012)

كان اكتشاف المواد الأكريلية في ثلاثينيات القرن الماضي البداية للإنتاج الصناعي للمواد

الراتنجية المستخدمة في التطبيقات السنية.(Ivoclar 2010) حيث كان كل من **Rohm** و

Hass في عام **1936** هما أول من قدم البولي ميثيل ميثاكريلات (**Poly Methyl**

Metacrylate PMMA) عند أول ورود على شكل ورقة بحثية، وفي عام **1937** قام

Nemours بتقديمها على شكل بودرة. بينما كان **Walter Wright** هو أول من استخدم

PMMA في صناعة قواعد لأجهزة المتحركة.(Tandon et al 2010) لقد بدأ إنتاج المواد

السنية المصنوعة من الميثيل ميثاكريلات(**Methyl Methacrylate MMA**) عند أول ورود

في عام **1937** وبعد عشر سنوات تقريباً في عام **1946** ، أصبح **98%** من الأجهزة السنية

مصنوعة من بولي ميثيل ميثاكريلات (**PMMA**). (Powers et al 2006) وكان استخدام

التثبيت الميكانيك هو الوسيلة الأولى التي تم استخدامها لتثبيت الأسنان الراتنجية إلى مواد

القاعدة المتصلبة كيميائياً.(Sibel et al 2003)

عانت جزيئات الميثيل ميثاكريلات (**MMA**) الصغيرة في البداية من تقلص بحدود **21%** ،

وهي قيمة مرتفعة تجعل من استخدامها في المجال السني أمراً صعباً؛ إلا أن الباحثين قد تمكنوا

من تقليل نسبة التقلص التماثري عن طريق إضافة بوليميرات لؤلؤية مشتقة، حينها بدأت قصة

نجاح **MMA** في صناعة الأجهزة السنية.(Ivoclar 2010)

2- البوليميرات:

تلعب البوليميرات دوراً كبيراً في مختلف مجالات طب الأسنان، حيث تُمكن حَواصها المُميّزة من إمكانية استخدامها في العديد من التطبيقات السريرية، والتي لا يمكن تنفيذها باستخدام غيرها من المواد. فأكثر مواد الطبع انتشاراً واستخداماً هي بوليميرات (الأجينات، بولي ايتير،...) بالإضافة إلى استخدامها في صناعة أسنان الأجهزة المتحركة، والإسمنتات، والتيجان المؤقتة ، والمواد المكيفة للنسج، والحشوات القنبوية والمواد السادة للوهاد والميازيب.(Sibel et al 2003)

2-1- التركيب:

البوليمير (Polymer) هو جزيء يتكون من عدة أجزاء (mer = جزء، poly = كثير) ، حيث mer هو الجزء الكيميائي الأبسط المتكرر الذي يتألف منه البوليمير، وهو غالباً الأساس في تسمية المادة.

- **Oligomer**: هو بوليمير قصير يتألف من إثنين، أو ثلاث أو أربع وحدات mer.
- **Monomers**: (mono = مفرد) وهي الجزيئات التي تتحد لتشكيل البوليمير، وتكون جزيئات mer متماثلة، وتدعى العملية التي تشكل بالتماثر

polymerization.(Sibel et al 2003)

عندما يتحد أكثر من نوع من **Monomer** يتكون **Copolymers** والذي من الممكن أن يكون عشوائياً لا تمتلك المونوميرات ضمنه أي ترتيب، أو أن يكون مكوناً من عدد كبير من الوحدات

mer المتماثلة المرتبة ضمن تسلسلٍ مُعين. ترتبط الذرات على طول البوليمير بروابطٍ سهميةٍ أوليةٍ قويةٍ. (Sibel et al 2003)

2-2- البنية الفراغية:

ثمة ثلاث بنى فراغية للبوليمير: خطية (**linear**)، وامتشعبة (**branched**) و ربط تصالبي (**cross-linked**). ففي الحالة المثالية يجب أن ينتج عن التماثر جزيءً خطيً كبير، لكن من النادر ملاحظة السلاسل الجزيئية الخطية، حيث ترتبط أجزاء البوليمير مع بعضها غالباً لتشكل بوليميراً متفرعاً أو مرتبطاً ارتباطاً تصالبياً. (Sibel et al 2003)

تكون الجزيئات في البنية الخطية والامتشعبة منفصلة، لكنها ترتبط ببعضها بروابط فيزيائية ضعيفة. عند تسخين هذه البنى تتحطم الروابط الضعيفة، وتؤدي إمكانية انزلاق السلاسل على بعضها إلى تحوّل المادة إلى الحالة الطرية؛ وعند التبريد، تعود الروابط لتتشكّل فتتصلّب المادة. تدعى مثل هذه المواد بـ **Thermoplastic** ومنها **PMMA**. (O'Brien 2002)

ينتج الربط التصالبي عن ارتباط الذرات بروابطٍ سهميةٍ مشكّلةً شبكةً من الذرات. يظهر الارتباط الأولي بين السلاسل ويتحول البوليمير إلى جزيءٍ كبير (**Macromolecule**) وتغيب في المواد ذات الربط التصالبي البنية الفراغية التي تسمح بانزلاق السلاسل على بعضها البعض وبالتالي فهي ليست **Thermoplastic** بل تدعى باللدائن الحرارية الصلبة (**Thermosets**) ومنها **PMMA** ذي الربط التصالبي. (Sibel et al 2003) إذاً فالربط التصالبي هو ارتباط دائم بين السلاسل. يُمكن أن تتكون المواد ذات الربط التصالبي العالي من جزيءٍ مفرد أو من عدّة

جزيئات ضخمة، ويجب على الوحدات المكونة لهذه البوليميرات أن تحتوي على موقعين على الأقل يمكن أن يحصل التفاعل عندها. (Sibel, et al 2003)

2-3- الخواص:

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في خواص البوليمير. تتضمن هذه العوامل التركيبية الكيميائية للسلاسل، ودرجة التماثر، وعدد التفرعات أو التشعبات أو الربط التصالبي بين سلاسل البوليمير. لكن وبشكل عام، تؤدي زيادة طول السلاسل وزيادة الوزن الجزيئي إلى زيادة قوة وصلابة وقيمة الزحف (Creep) مع زيادة شطوعها. (O'Brien 2002)

يملك الراتنج المركب قالباً عضوياً غني بالروابط التصالبية، حيث يجمع بين السلاسل عدد كبير من الروابط السهمية القوية، التي تجعل الجزيء صلباً وهي ذات وزن جزيئي كبير جداً. تجعل هذه الصلابة من المادة قادرة على تحمل الضغوط الإطباقيّة خلال الوظيفة. وعلى العكس، تتألف مواد الطبع المطاطية بشكل أساسي من سلاسل على شكل ملف وشيعة مع القليل من الربط بينها، تسمح هذه البنية السليمة بانفكاك وإعادة التقاف السلاسل مما يمنح المادة مرونة كبيرة. (O'Brien 2002)

كما تؤثر نسبة التبلور ضمن البوليمير على خواصه، حيث يؤدي وجود عدد كبير من ذرات المادة المتبلورة بشكل كبير والمتوضعة بصورة نظامية ضمن الفراغ، إلى جعلها أقوى وأقسى وأقل امتصاصاً للماء من المواد الأقل تبلوراً. (O'Brien 2002)

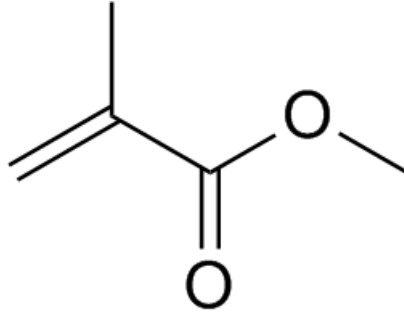
3- الراتنج الأكريلي: Acrylic Risen : $H_2C=CHR$

هو مُشتق من الإيتلين، ويحتوي على رابطة فينيل $-C=C-$ ضمن بنيته. هناك سلسلتين على الأقل من الراتنج الأكريلي تستخدم في طب الأسنان، واحدة مشتقة من حمض الأكرليك $CH_2=CHCOOH$ والأخرى مُشتقة من حمض الميثيل أكرليك $CH_2=C(CH_3)COOH$ (Sibel et al 2003).

تُسبب قطبيّة هذه الحموض الناتجة عن وجود مجموعة الكربوكسيل ($-COOH$) ، امتصاص الماء بالرغم من كونها صلبةً وشفافة. حيث يميل الماء إلى الفصل بين السلاسل ويسبب تليناً عاماً ونقصاناً في القوة. ويمكن إنتاج آلاف الأنواع من الراتنجات الأكريلية وذلك من خلال الألكيل $-R$ الذي يمكن أن يكون أي عنصرٍ عضوي أو لا عضوي. (Sibel et al 2003)

3-1-3- ميثيل ميثاكريلات: (MMA)

لا يُستخدم البولي ميثيل ميثاكريلات بحد ذاته في طب الأسنان، ولكن سائل مونومير الميثيل ميثاكريلات هو الذي يُمزج مع البوليمير؛ الذي يكون بشكل بودرة، فيقوم المونومير بحل البوليمر وتشكيل عجينة لدنة، ليوضع بعدها ضمن قالب ليتصلب. كما يبدي MMA درجةً عاليةً من التبخّر، وهو مذيّب عضويّ ممتاز. يمكن تنشيط التماسر بالحرارة، أو بالضوء العادي، أو بالأشعة فوق البنفسجية. (Sibel et al 2003)

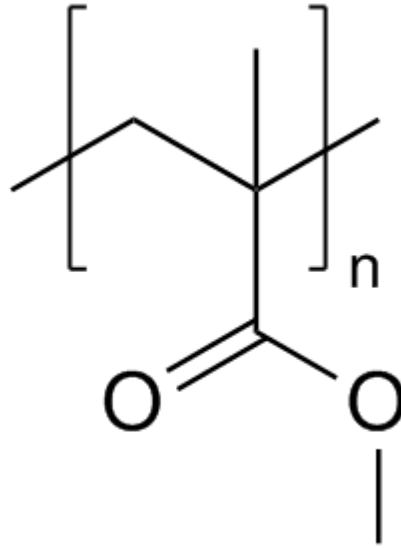


شكل رقم (1)

الروابط الكيميائية في جزيء MMA

3-2- بولي ميثيل ميثاكريلات: (PMMA)

يتصف هذا البوليمير بثباته الشديد، ويُبدي خواصاً ممتازةً مع طول الاستخدام (Aging)، وهو ثابتٌ بالحرارة ويتلين بدرجة حرارة 125° م ، وبين الدرجتين 125°-200° م تبدأ البلمرة بالزوال، وعند 450° م يكون 90% من البوليمير قد تحول إلى مونومير. يبدي PMMA ميلاً نحو امتصاص الماء بخاصية التشرب، وبما أن PMMA هو بوليمير خطّي، فهذا يعني أنه ينحل في عدد من المحلات التي من الممكن أن توجد في المخبر السّني مثل الأسيتون والكلوروفورم. (Sibel et al 2003)



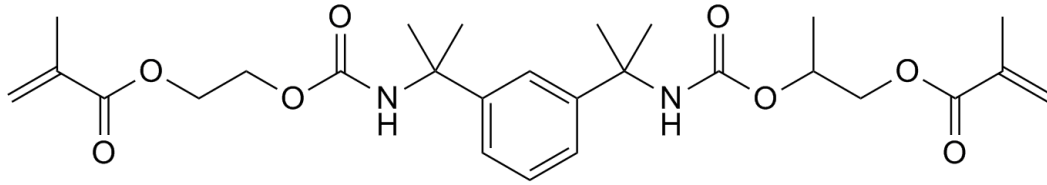
شكل رقم (2)

الروابط الكيميائية في جزيء PMMA

ومنذ منتصف أربعينيات القرن الماضي، استخدم **PMMA** في صناعة غالبية قواعد الأجهزة المتحركة. يتصف **PMMA** الصافي بكونه عديم اللون، صلب وشفاف. ولتسهيل استخدامه في مجال طب الأسنان يمكن إضافة ملونات للحصول على أي لون وأية درجة من الشفافية. كما يتصف بأنه يحافظ على لونه ويمتلك خواصاً لونية مستقرة ضمن ظروف فموية مناسبة، كما أثبتت صفاته الفيزيائية أنه مناسب للاستخدام السني. (Sibel et al 2003)

إن راتنج **Bowen** أو **bis-GMA** هو أحد أول الميتاكريلات المستخدمة في طب الأسنان، وهو من الإسترات العطرية. يتركب من راتنج ايبوكسي وميتاكريلات. وهو لزج جداً بسبب وجود جذري **-OH** اللذان يؤديان إلى تشكيل روابط هيدروجينية بين المونوميرات. وقد تم ربطه بثلاثي

اتيلين غليكول ديميتاكريلات (TEGDMA) لتقليل لزوجته. وعلى مرّ السّنوات، تم تقديم العديد من التّركيبات في محاولة لتقليل اللّزوجة. ومن بين هذه المحاولات كانت واحدة أظهرت نتائج واعدة وهي يوريتان ديميتاكريلات (UDMA) وهو أي مونومير يحتوي على واحدٍ أو أكثر من مجموعات اليوريتان وعلى مجموعتين نهائيتين من الميتاكريلات. (O'Brien 2002)



شكل رقم (3)

الروابط الكيميائية في جزيء UDMA

3-2-1- المكونات:

يتألّف راتنج PMMA من بودة وسائل. تتألّف البودة من كريات PMMA المتماثرة مُسبقاً، ومن كمية قليلة من بيروكسيد البنزويل، وهو المسؤول عن بدء التّماثر ويدعى بالمُبدئ. بينما يتألّف السّائل بأغلبه من متيل ميتاكريلات غير المتماثر مع كمية قليلة من الهيدروكينون الذي يقوم بدور مُثبط يَمْنَعُ السّائل من التّماثر خلال فترة التّخزين. (O'Brien 2002, Sibel et al 2003)

يُمكن إضافة عامل ربطٍ تصالبي إلى السّائل، وغالباً ما يتم استخدام غليكوديميتاكريلات (GDMA) كعامل ربط تصالبي في PMMA المُستخدم في صناعة قواعد الأجهزة المتحرّكة، وهو يُشبهه كيميائياً وبنويماً المتيل ميتاكريلات التي يمكن أن تتدخل ضمن

سلاسل البوليمير المُتشكّلة. يَتِمُّ إضافة عامل الربط التّصالي ضمن السائل بنسبة 1-2% من الحجم . ومن المُهم أن نُلاحظ أنّ الميثيل ميثاكريلات يمتلك رابطةً ثنائيةً واحدةً بين ذرتي الكربون لكن الغليكوديميثاكريلات يمتلك رابطتين وهذا يسمح له بأن يقوم بدور جسرٍ بين سلاسل البوليمير وبالتالي تشكيلُ إتصالاتٍ بين السلاسل. (Sibel et al 2003)

3-2-2- الأسنان الرّاتنجية الأكريلية:

إنّ أغلبيةً الأسنان المُباعة في الولايات المتحدة الأمريكية مصنوعةً من الرّاتنج الأكريلي أو من راتنج فينيل الإكريل. وكما هو متوقع، فإنّ أغلبيةً هذه الأسنان الرّاتنجية مصنوعةً من PMMA. (Sibel et al 2003) وقد عمِل المصنّعون على مرّ السّنوات على تحسين الخواص الميكانيكية والثّبات اللّوني للأسنان المُستخدمة في صناعة الأجهزة المتحرّكة، حيث قدّمت شركة **Ivoclar Vivadent** أسناناً مصنوعةً من بوليميراتٍ صناعيّةٍ معتمدةً على PMMA مع بوليميرات ثنائية الربط التّصالي، والتي وُجد أنّها مقاومةٌ للإنحلال **solvent resistant** (SR) وهي أسنان **SR VIVODENT DCL** التي تؤمن ثباتاً لونياً ومقاومةً لعوامل الإهتراء الميكانيكيّة. كما قدّمت الأسنان الأمامية ذات تأثير اللؤلؤ **(SR) pearly effect** (**VIVODENT PE**) التي تمتلك تلوّناً قزحياً أزرق، والذي يُعطيها مظهراً حيويّاً مثل الأسنان الطبيعيّة السليمة. (Gregorius et al 2012)

يُشبه البوليمير ميثيل ميثاكريلات المُستخدم في صناعة الأسنان الصناعيّة بشكلٍ كبير ذلك المُستخدم في صناعة قواعد الأجهزة المتحرّكة، إلا أنّ كميةً أو درجة الرّبط التّصالي ضمن هذه الأسنان أكبر مما هي عليه في قواعد الأجهزة. وقد تمّ تحقيق هذه الزيادة عن طريق زيادة كمية

عامل الرّبط النّصالي في سائل قواعد الأجهزة مما أدى إلى تعزيز استقراره وتحسين خواصه السّريّة. (Sibel et al 2003) كما تمّلك معدّل تحويلٍ مُرتفع (Conversion Rate)، وتحتوي على نسبةٍ قليلةٍ من بيروكسيد البنزويل الذي يبقى بعد التماثر ويسبب تدهور الثبات اللوني للمادة. (Hipolito et al 2013)

تُبدى الأسنان الراتنجية قدرةً أكبر على مقاومة الصّدّات مما هو عليه الحال في الأسنان الخزفية وبالتالي فهي أقلّ عرضةً للكسر، كما يُمكن تعديلها بسهولةٍ، كما تبدي مقاومةً أكبر لتغيرات الحرارة. (Sibel et al 2003)

4- الرّاتنج المركّب:

لقد شهدت تركيبة الرّاتنج المركّب تطوراً كبيراً منذ أن قُدّمت لأول مرة قبل خمسين سنة مضت. وحتى الآن فإن أهم التّغيرات تتضمّن المادّة المألّنة الداعمة (REINFORCING) والتي تتميز بصِغر حجمها، وبالتالي يمكن إنهاءها وتلميعها بشكلٍ أكبر، كما أنها تمتلك مقاومةً عاليةً للاهتراء. (Ferracane 2011)

4-1- أنواع الرّاتنج المركّب وتطوّره:

نستطيع أن نميّز العديد من أنواع الرّاتنج المركّب بحسب الغاية من استعماله، فمثلاً للترميم، وكما مادّة سادة، والإسمنتات، وغيرها . تتشابه هذه المواد بكونها تتكوّن من:

✓ قالب بوليمير خاص من ديميتاكريلات.

✓ مادة مألّنة داعمة مصنوعة غالباً من الزجاج الظليل على الأشعة.

✓ عامل ربط سيلان ليربط بين المادّة المألّنة وبين القالب.

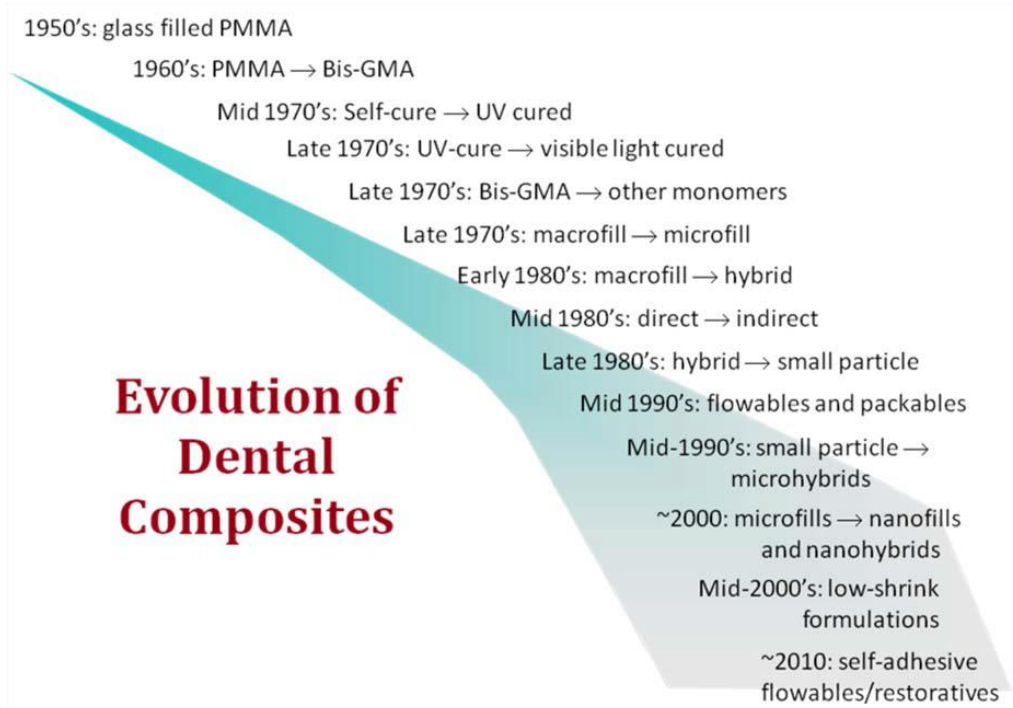
✓ ومواد كيميائية يمكن لها أن تعزز أو تعدل من تفاعل التّماثر.

إن المونومير الأكثر استخداماً في الراتنج المركب التّجاري هو **bis-GMA** بسبب كثافته

العالية، والذي يُمزج مع غيره من الـديميـتاكريـلات مثل **UDMA** و **TEGDMA**

(Peutzfeldt 1997) وقد تطوّرت هذه المواد وأصبح هناك مواد أخرى تتميّز عن بعضها

بصفات المادّة المألّنة الداعمة وبشكل أخص بحجم جزيئات المادّة المألّنة. (Ferracane 2011)



شكل رقم (4)

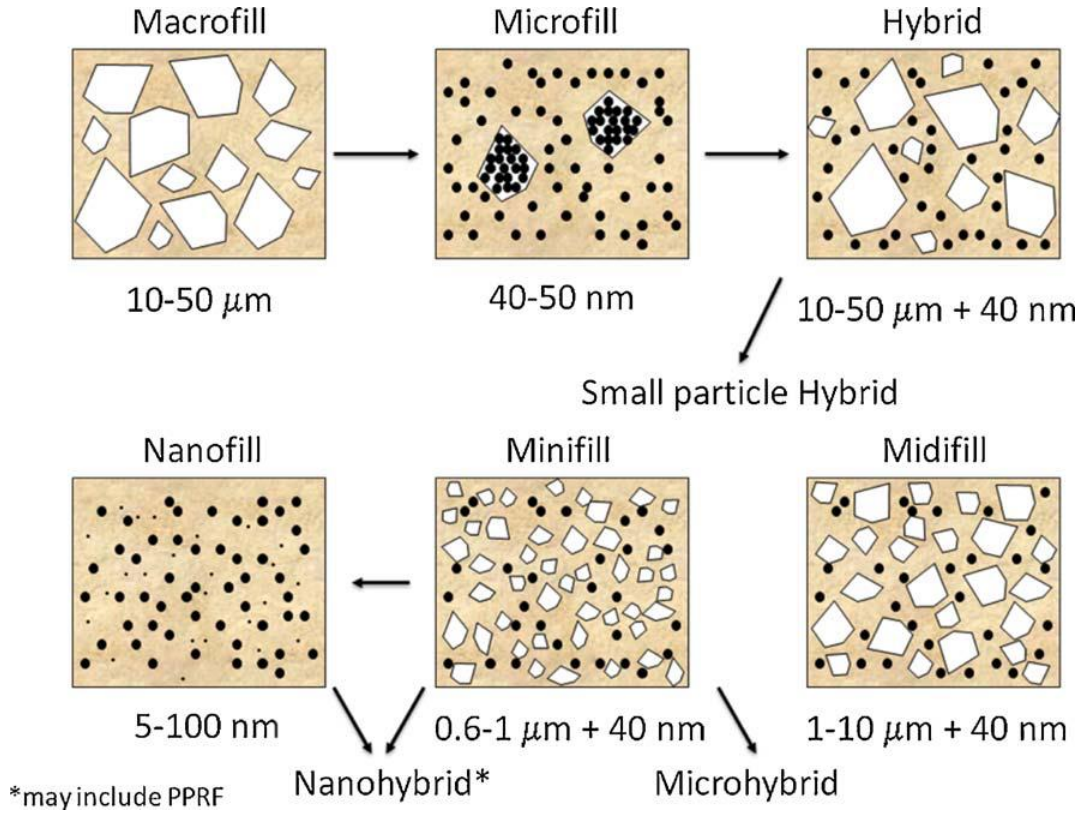
المراحل التي مر بها الراتنج المركب

مأخوذ عن (Ferracane 2011)

يتراوح حجم جزيئات الراتنج المركب التقليدي بين 10-50 ميكرومتر والتي تدعى **Macrofill** ، والتي تتميز بأنها قوية جداً، لكن لا يمكن إنهاؤها ومن المستحيل جعل سطحها ناعماً. قام المصنعون بتصميم راتنج مركب **Microfill** للتأكيد على أهمية النواحي التجميلية، وسميت بهذا الاسم للدلالة على أن الجزيئات لا يمكن رؤيتها إلا بالمكبر. لكن في الحقيقة هذه المواد كانت الراتنج المركب النانوي، حيث بلغ حجم جزيئات السيليكا الكروية الداعمة غير المتبلورة نحو 40 نانومتر تقريباً. (Ferracane 2011) وكانت نسبة المادة المألئة في هذه المواد قليلة لكن يمكن زيادتها عن طريق الدمج بين كل من المواد المألئة الراتنجية ذات الملء العالي والمُتأثرة مُسبقاً **PPRF** وبين جزيئات الـ **Microfill** الإضافية ضمن القالب.

كان من الممكن إنهاء الراتنج المركب **Microfill** لكنه يبقى ضعيفاً عموماً بسبب النقص النسبي لحجم المادة المألئة ضمنها، فلا بد هنا من الموازنة بين الخواص الميكانيكية المناسبة وبين النواحي التجميلية الجيدة. لذلك تم إنقاص حجم جزيئات الراتنج المركب التقليدي بزيادة طحنها لإنتاج ما يسمى بالراتنج المركب ذو الجزيئات الهجينة الصغيرة، ثم تم تطويرها لتُسمى **Midifills** حيث بلغ متوسط حجم الجزيئات أكبر بقليل من 1 ميكرومتر، لكنها لا تزال تحتوي على جزيئات السيليكا المُلَهَبَة التي يبلغ حجمها 40 نانومتر والتي تُدعى **Microfillers**. (Ferracane 2011) ثم تم تحسين حجم الجزيئات عن طريق تطوير تقنيات الطحن حتى تم الحصول على راتنج مركب بجزيئات أصغر من الميكرن تتراوح بين 0.4-1.0 ميكرن والتي سميت **Minifills** (Bayne et al 1994) والتي يُمكن أن يُشار إليها

باسم **Microhybrids** . يمكن أن يستخدم هذا النوع في معظم الترميمات الأمامية والخلفية
مُعتمدةً على إمكانية إنهاؤها ومدى قوتها.



شكل رقم (5)

المراحل التي مرت بها المادة المألثة للراتنج المركب

مأخوذ عن (Vivadent 2007)

لكن الإختراع الأكثر حداثةً هو تطوير ما يُدعى بالراتنج المركب النانوي (**Nanofill Composite**)، والذي يحتوي على جزيئات نانوية فقط. فلقد قام معظم المُصنّعين بتحسين تركيبة المواد المألثة الراتنجية الهجينة الماكروية بشكلٍ مشابهٍ لتلك الموجودة في الراتنج المركب

ذو المادّة المألثة الميكروية (**Microfill**) وسميت هذه المجموعة بـ **Nanohybrids** . من الصعب بشكل عام التمييز بين **Microhybrids** و **Nanohybrids** حيث يمتلك كل منها تقريباً نفس مقاومة الإنحناء (**Curvature Resistance**) لكن تبقى **Nanohybrids** أصغر من **Microhybrids** و أصغر من **Microfills** (Llie et al 2009, Mater) (2010)

من جهة أخرى قدّم البعض أدلةً على أن كلاً من **Nanohybrid** أو **Nanofill** قد أبدت نقصاً في الثّبات بعد غمرها في الماء مقارنة مع **Microhybrids**. (Llie et al 2009) ولقد تمّ اقتراح أنّ الخواص الأضعف التي تتّصفُ بها بعض الراتنجات المركّبة النانويّة الهجينة يُمكن أن تكون ناتجةً عن دمج المواد المألثة الراتنجية المتماثرة مُسبقاً. (Blackham et al 2009)

4-2- تصنيف المواد المألثة المستخدمة في الراتنج المركّب

السني: (FERRACANE et al 2013)

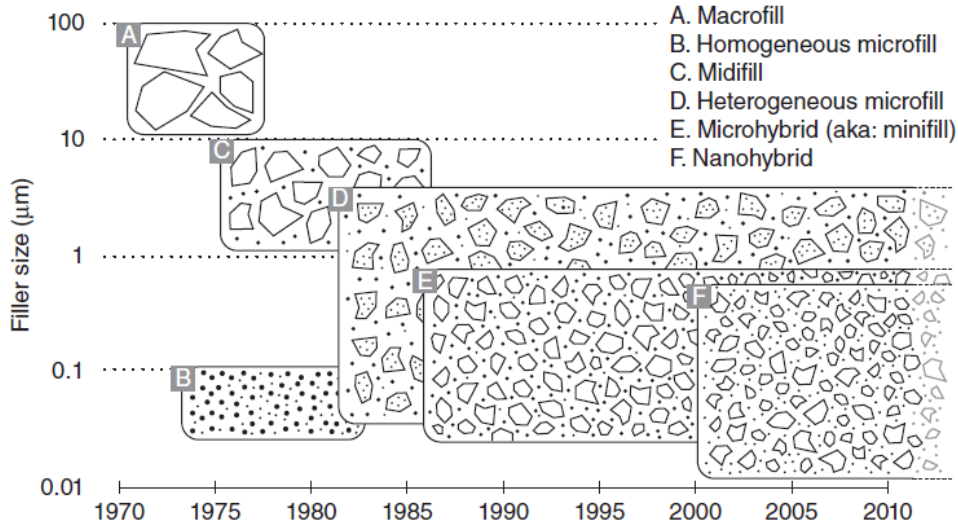
4-2-1- حسب حجم الجزيئات:

غالباً ما تم تصنيف المواد المألثة وفقاً لحجم جزيئاتها أو حسب النسبة المئوية للمادّة المألثة ضمن المادّة. حيث تعاني الراتنجات المركّبة **Macrofilled** (التي تتراوح أقطار جزيئات المادّة المألثة ضمنها بين $10-100 \mu\text{m}$) من خواصٍ تجميليّةٍ ضعيفةٍ وامتصاصٍ غير مقبول للماء .

إن امكانية التوفيق بين الخواص الميكانيكية الجيدة كمقاومة الإهتراء والخواص التجميلية الجيدة أدى إلى تقليل حجم الجزيئات، فأصبحت أقطار جزيئات المادّة المألثة لراتنجات **Midifills** تتراوح بين $1-10 \mu\text{m}$.

إنّ السّياسة التّسويقيّة الحاليّة لمواد الرّاتنج المرّكب تتمحور حول كلمة نانوي (**Nano**) والتي تجذب المُستهلك في هذه السنوات. في الحقيقة، قام العديد من المصنّعين بإنقاص حجم الجزيئات فأصبح هناك **Nanofill** لإنتاج **Nanohybrid**. وبالتّعريف فإنّ المادّة النانويّة هي المادّة التي تحتوي على مكونات (كألياف أو جزيئات) تبلغ أبعادها أقل من 100 nm . ومن الجدير بالذكر أنه لا يوجد فرق كبير بين حجم الجزيئات الموجودة في **Microhybrids** و

.Nanohybrids



شكل رقم (6)

مقارنة بين حجوم المواد المألثة مأخوذة عن (Mater 2010)

4-2-2- حساب التركيب الكيميائي:

يُمكن أن تتكون المادّة المألثة من مزيجٍ من الكوارتز، وسيليكاك الزجاج، وجزئيّات متماثرة غالباً ما تكون من راتنج ميتاكريلات، وفلور السيليكا وفلور الايتريوم، وثنائي أوكسيد التيتانيوم.

وقد تمّ تصنيغ العديد من المواد لتقليل الفجوة بين قالب الراتنج وجزئيّات المادّة المألثة، ومنها المُكوّنات العضويّة وغير العضويّة. ويتمّ الحصول على هذه المواد من التّعديل الكيميائي لجزئيّات السيليكا، والتي تعطي بنيةً تُشبه القفص، والتي تحتوي على مجموعات ميتاكريلات ذات البوليميرات الكبيرة. (Fong et al 2005)

4-2-3- حساب شكل الجزئيّات: ألياف غير منتظمة أو كروية أو مقطعة

يتمّ تحديد شكل جزئيّات المادّة المألثة عموماً خلال عمليّة التّصنيع. يتمّ إنتاج جزئيّات الكوارتز والزجاج الصّغيرة عن طريق طحن المواد مما يؤدي إلى إنتاج أشكالٍ غير منتظمة وإلى ظهور التشققات. بينما يكون شكل الجزئيّات المنتجة بتقنية sol-gel قريباً من الكروي. فلقد وجد أن هذه المادّة المألثة تُؤثر بكل من الخواص الميكانيكية والفيزيائية بشكل جلي وواضح. وبسبب الاختلاف بين هندسة السطح لكل من جزئيّات المادّة المألثة غير النظامية والدائرية، يمكن أن تؤدي إلى تأثيرات على سطح التماس بين جزئيّات المادّة المألثة والقالب الرّاتنجي.

ولقد تم التوصل إلى أن الجزئيّات ذات الشكل الكروي تستطيع أن تتدخل ضمن القالب وأن تشغل حيزاً أكثر ضمنه مقارنةً مع الجزئيّات ذات الشكل غير المنتظم. (Miyasaka, et al

2000)

4-3- معالجة السطح: silanization

إن الجزء الأضعف ضمن مواد الراتنج المُركَّب هو سطحُ التماس بين المادّة المألثة والقالب. ويجب تعديل سطح المادّة المألثة لتحسين الالتصاق مع سطح القالب الراتنجي، لذلك تم استخدام السيلان العضوي لتأمين الارتباط الكيميائي، والذي أدى إلى إنتاج مجموعة من ميتوكسي سيلان عند أحد نهايتي الجزيء ومجموعة ميتاكريلات عند النهاية الأخرى.

بالإضافة إلى زيادة الالتصاق بين السطوح المؤثّر على نقل الجهود إلى المادّة المألثة من القالب الضعيف، فإن من إيجابيات معالجة السطح بالسيلان تحسين توزّع جزيئات المادّة المألثة، وزيادة قدرة تحمّل هذه الجزيئات بسبب إمكانية ترطيب المادّة المألثة بشكل أكبر من قبل المونومير.

إن العامل الأكثر استعمالاً في الراتنج المُركَّب السّيني هو 3-**Methacryloxypropyltrimethoxysilane**. إنّ مُصطلح السطح البيني يشير إلى الطبقة المحدودة بين المادّة المألثة والقالب، وكنتيجة لهذه العملية الكيميائية المعقدة فإن تحوّلًا أقلّ حدّة سيحصل بين الأجزاء العضوية وغير العضوية، والذي وُصف بشكل أكثر دقة على أنه تداخل متعدد الطبقات. (Antonucci et al 2005)

ولقد وُجد أنّ استخدام كل من 3-**methacryloxypropyltrimethoxysilane** و 3-**styrylethyltrimethoxysilane** قد أدى إلى تحسين الالتصاق بين القالب والمادّة المألثة، وأظهر المزج بين السيلان الوظيفي والمرتبط تصالبيًا تحسيناً لقوة الإنحناء مقارنةً مع الراتنج المركب المُسلين بال **MPTS** التقليدي. (FERRACANE et al 2013)

4-4- الأسنان المصنوعة من الراتنج المركب:

تختلفُ الأسنان الراتنجية المركبة المُتاحة في الأسواق عن بعضها بجوانب متعددة منها: شكل الجزيئات المألثة وكميتها، ونوع البوليمير، ودرجة تشابكها مع بعضها، وتمتلك مقاومةً منخفضةً لعوامل التلّون مقارنةً مع غيرها من المواد بالرغم من صفاتها الفيزيائية الممتازة. (IMAMURA et al 2008)

ومن بينها أسنان **SR PONARES II** التي تُنتجها شركة **Ivoclar Vivadent** حيث تصنّف مواد **NHC** مع مجموعة من الراتنج المركب الهجين. وكلمة هجين تعني أنّ هذا الكومبوزيت مكوّن من العديد من أنواع وحجوم المواد المألثة. كما تعني أنها تتألّف من نوعين من المواد وهي الراتنج المركب و **PMMA** .

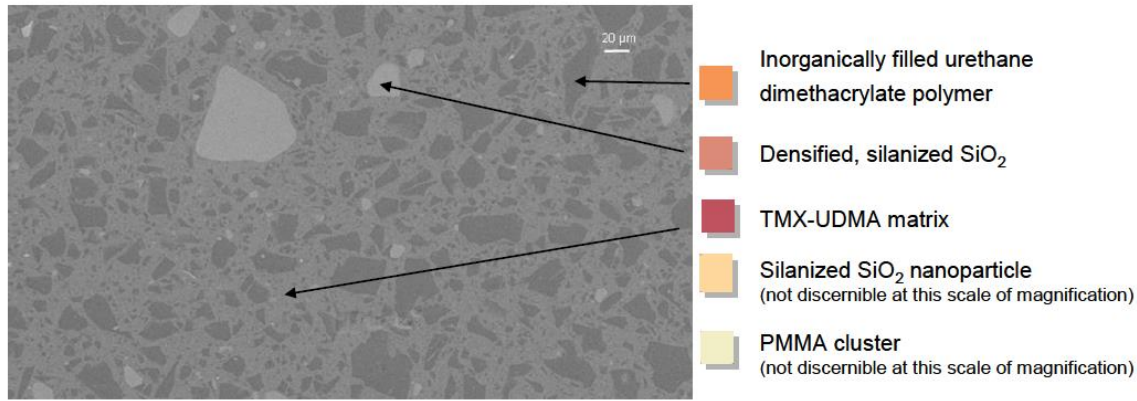


شكل رقم (7) توزيع المواد التي تتألّف منها أسنان

(Ivoclar 2010) مأخوذة عن **SR PHONARES II**

تتألف مادة **NHC** من العديد من المواد المألثة وهي: المواد المألثة الماكروية اللاعضوية عالية الربط التصالبي، المواد المألثة الميكروية عالية الكثافة، والمواد المألثة النانوية المُسلينة المعتمدة على ثنائي أكسيد السيليكون. تكون المواد المألثة الماكروية مسؤولة عن القوة والثبات اللوني للأسنان بينما تزيد المواد المألثة الميكروية من مقاومة المادة للاهتراء. تختلف الخواص البصرية للمواد المألثة النانوية عن تلك الأكبر حجماً. كمثال يمكن أن يُبدي الراتنج المركب الذي تمتلك حجم جزيئات أصغر من 50 نانومتر مظهراً نصف شفاف بغض النظر عن كون هذه الجزيئات تمتلك أو لا تمتلك معامل انكسار (**Refraction Coefficient**) يتطابق مع ذلك الخاص بـالـمونومير. ممّا يجعل منها صفةً إضافيةً يتغلب بها على المواد المألثة التقليدية والتي كانت تمتلك معامل انكسار كبير، بحيث سيؤدي إلى جعل القالب المتماثر ذا شفافية عالية.

(Ivoclar 2010)



شكل رقم (8)

صورة مجهرية لسطح SR PHONARES II

مأخوذة عن (Ivoclar 2010)

5- عوامل التلون:

من الممكن أن تُعاني المواد المكوّنة من بوليميرات من التلون بسبب عوامل داخلية وخارجية .

5-1- التلون الداخلي:

يتحدّد التلون الداخلي بنوعية القالب الراتنجي والمادّة المألثة اللاعضوية. فلقد أظهرت الدراسات الحديثة أنّ تأثير التلون الداخلي كان قليلاً في المواد الراتنجية المتماثرة بشكل كامل، كما لم يلاحظ أيّ تغيير في اللون بعد حفظها في الماء لوحده. (Ren et al 2012) إنّ السبب الرئيس وراء التلون الداخلي هو التفكك الكيميائي للقالب الراتنجي و/أو سطح التماس بين القالب والمادّة المألثة مع مرور الوقت. (Nikzad et al 2012) كما أنّ قابلية التلون للمواد ذات الأساس الراتنجي يمكن أن تكون ذات علاقة بنوع المادّة المألثة، ونوع القالب الراتنجي أو نوع العامل الملون. (Awliya et al 2010)

ويمكن أن تُؤثّر كلّ من درجة تحويل (**The Degree of Conversion**) البوليمير المرتفعة، وكفاءة التماثر على الثبات اللوني، وذلك بسبب المونومير المتبقي ضمن سلاسل البوليمير، والذي يُمكن أن يؤدي إلى إنتاج مواد مسببة للتغير اللوني تُسهل اختراق الملونات من البيئة الفموية إلى الشبكة البوليميرية. علماً أنّ هذه الظاهرة تقود بواسطة الحلمة إلى تحطم السلاسل المتشكلة حديثاً. (Kheraif Qasim et al 2013)

5-2- التلّون الخارجي:

ينتج التلّون الخارجي بشكلٍ رئيسيٍّ عن الملوّنات الموجودة في المشروبات والأطعمة عن طريق الامتصاص (Absorbtion) والادمصاص (Adsorbtion). كما يتعلّق التلّون الخارجي بشكل حتمي بالبنية الكيميائية والفيزيائية لمواد الراتنج المُركّب. (Ren et al 2012)

حيث يعرف ادمصاص الملوّنات على أنه التصاق الملونات على السطح، أما امتصاص الملوّنات فيعرف على أنه نفوذ هذه الملوّنات إلى داخل القالب الراتنجي فيمكن لها عندها أن تُسبب تغيرات لونية وأن تُؤثر على النتائج التجميلية. تختلف الطرق والوسائل الممكن اتباعها للتخلص من التلّون الناتج عن ادمصاص الملوّنات على السطح وتلك المتبعة للتخلص من التلّون الناتج عن امتصاص الملوّنات إلى داخل القالب الراتنجي؛ حيث يمكن إزالة هذه الملوّنات الناتجة عن ادمصاص عن طريق وسائل العناية المنزلية بينما تتطلب الملوّنات الممتصة عميقاً داخل القالب الراتنجي إلى تبديل الترميم غالباً. (Ren et al 2012)

ثمة العديد من العوامل التي يُمكن أن تُسبب تغير لون المادّة، والتي يُمكن أن تشترك مع بعضها البعض لتحدث تغييراً غير مقبولٍ في لون المادّة، ومنها:

5-3- امتصاص الماء :

لقد أظهرت الدراسات السابقة أن المواد المحبة للماء (**Hydrophilic**) تمتلك قدرة أكبر على امتصاص الماء، وبالتالي مجالاً أكبر للتلون بالمحاليل الملونة مقارنةً مع المواد الكارهة للماء (**Hydrophobic**). كما أظهرت الدراسات أن المواد الراتنجية التي تستخدم **UDMA** تمتلك ثباتاً لونياً أكبر فيما لو قُورنت مع المواد التي تستخدم الـ **Dimethacrylate** كقالب لها. حيث لقالب **UDMA** قدرة أقل على امتصاص الماء ولزوجة أقل. ولقد وجد بأن الراتنج المركب يمتص الماء بمعدل أكبر بسبب زيادة معامل انتشار المادة (**Diffusion Coefficient**) مقارنةً مع راتنج المتيل مينكريلات وبالتالي يصبح أكثر تلوناً. (Padiyar et al 2010)

فإن الراتنج يستطيع امتصاص الماء فهو قادرٌ إذا على امتصاص غيره من السوائل، وبالتالي حصول التلون. حيث يحصل امتصاص الماء بدايةً على شكل امتصاص مباشر من قبل القالب الراتنجي. بينما لا تستطيع جزيئات المادة المألثة الزجاجية أن تمتص الماء إلى قلب كتلة المادة لكنها تستطيع امتصاص الماء على السطح. كما يتعلق مقدار امتصاص المادة للماء بمقدار ما تحتويه من راتنج مركب، وعلى نوعية الارتباط بين الراتنج المركب والمادة المألثة. من الممكن أن يؤدي امتصاص الماء الشديد إلى إنقاص عُمر الراتنج المركب من خلال انتباج وتلدن مكونات الراتنج، وحلمهة السالين، والتسبب بتصدّعاتٍ مجهرية. وكنتيجةً لذلك فإن هذه التصدّعات المجهرية أو الفجوات البينية عند سطح التماس بين المادة المألثة والقالب ستسمح بإختراق الملون وحصول التلون. (Awliya et al 2010, Barutcigil et al 2012)

يتمتص **PMMA** الماء بكميات قليلة نسبياً عندما يتم تطبيقه بظروف مناسبة، حيث ينتج عن وجود هذا الماء آثارٌ جليةٌ على الخواص الفيزيائية وعلى أبعاد البوليمير. وبالرغم من أنّ امتصاص الماء ناتجٌ عن قطبية جزيء **PMMA** إلا أن عملية الانتشار (**Diffusion Mechanism**) هي المسؤولة عن امتصاص الماء. (Sibel et al 2003)

حيث يُعرّف الانتشار (**Diffusion**) على أنه هجرة المادّة ضمن الفضاء أو ضمن مادة أخرى حيث يقوم جزيء الماء باختراق كتلة **PMMA** ويحتل مكاناً بين سلاسل البوليمير مما يضطرها إلى الانفصال عن بعضها. ويؤدي وجود الماء أثناء تماثر الكتلة إلى أمرين هامين: (Sibel et al 2003)

- الأول : انتباجٌ قليل للكتلة المتماثرة.
- الثاني: تندخل جزيئات الماء بين سلاسل البوليمير المُتشابكة مما يجعلها تلعب دور مُلدّن (**Plasticizer**).

يتمتص **PMMA** الماء بمعدل 0.69 ملغ/سم² ، وبالرغم من أنّ هذه الكمية يُمكن أن تبدو غير منطقية إلا أنها تؤدي إلى انتباج واضح في الراتنج المتماثر. ولقد تم التوصل إلى أنّ كل زيادة **1%** في الوزن ناتجة عن امتصاص الماء تؤدي إلى تمدد خطي بمعدل **0.23%**. كما وجدت الدراسات أن التمدد الخطي الناتج عن امتصاص الماء يساوي تقريباً النقص التصليبي الناتج عن عملية التماثر. ومع امتصاص الماء تصبح السلاسل أكثر حركةً وهذا يسمح بتحرر

الجهود المتشكلة خلال التماثر، مما يؤدي إلى ظهور آثار واضحة على إنطباق ووظيفة القاعدة أو الجهاز المصنوع. (Sibel et al 2003)

يتم امتصاص الماء بآلية الانتشار المضبوط (**Diffusion- Controlled Process**) التي تؤدي إلى ارتشاح المونوميرات غير المتفاعلة وإلى انتباج القالب. يتحطم أيضاً سطح التماس بين القالب والمادة المألثة مباشرةً بسبب حلقة السيالان. (Yu, et al 2010) لكن المعالجة بالسيالان تمنع من تشكل الفجوات بين المادة المألثة والقالب الزائجي نتيجة لانتباج القالب الزائجي الناتج عن امتصاص الماء. (Gregorius et al 2012)

5-4- خشونة السطح:

تميل السطوح الخشنة للمواد المُرمة إلى امتصاص أكثر للماء، وللملونات، وتؤدي إلى تراكم أكثر للويحة الجرثومية. بينما تُظهر السطوح الناعمة للترميمات ثباتاً لونياً أكبراً. ترتبط خشونة سطح المركبات الزائجية بالتوضع غير النظامي للجزيئات المألثة اللاعضوية وبذلك تتلون بسرعة عن طريق الامتصاص الميكانيكي (**Mechanical Adsorption**). كما لدرجة الحموضة المنخفضة (**PH**) أثراً في تغير طبيعة سطح المواد الزائجية عن طريق تليين قالب المادة وخسارة أيونات السطح كالكالسيوم والألمينيوم والسيليكون من البنية الزجاجية. ومن الممكن أن يكون السبب في امتصاص واختراق العوامل الملونة للبنية العضوية للمواد ذات الأساس الزائجي التوافق، وهو الانسجام بين الملونات الصفراء وبنية البوليمير. كما تحتوي القهوة و

الشاي العديد من العناصر الملونة مثل حمض الغال (**Gallic acid**) والذي يمكن أن يكون أحد الأسباب لقدرة هذه المواد على إحداث التلّون (Padiyar et al 2010).

وقد أظهر الراتنج المُركَّب في البداية بنيةً ذات سطحٍ خشنٍ واهترأٍ غير مُستحبٍ سريراً بسبب الخشونة النسبيّة لجزيئات المادّة المألثة، وقد تم حل هذه المشكلة عندما تم تقديم الراتنج المركب الحاوي على مواد مألثة ميكروية. حيث وُجد أن ثنائي أكسيد السيليكون عالي التشتت هو الملائم لحل مشكلة خشونة السطح مع متوسط حجم جزيئات يبلغ نحو 40 نانومتر. لكن إضافة ثنائي أكسيد السيليكون غير المتبلور أدت إلى زيادة كثافة المادّة لدرجةٍ كان من المستحيل التوصل إلى تركيزٍ مناسبٍ للمادّة المألثة. فكانت تقنية الـ **isofiller** التي طورتها **Ivoclar Vivadent** هي الوسيلة لتجاوز هذه المشكلة معتمدة على خليط **UDMA** والذي يتألف من العديد من المواد المألثة مختلفة الحجم والأنواع بالإضافة إلى مجموعات **PMMA** (Ivoclar 2010).

5-5- نوع الملونات الطعمية:

هنالك العديد من الملونات التي تمتلك القدرة على تلوين المواد السننية مثل الشاي، والقهوة، والنّبذ، والصّويا، وعصير الكرز، والمواد المُطهرة الموجودة في الغسولات الفمويّة والنيكوتين. كما ينتشر استخدام الكلوروكسيدين بشكلٍ واسعٍ كمطهرٍ موضعيٍ واسع الطيفٍ لمعالجة الأمراض الفمويّة. ومن المعروف أنه يُسبب تلّون النّسج الفموية بالإضافة إلى الترميمات خصوصاً في حال ترافقه مع عوامل تتعلق بالحمية مثل عنصر الـ **Tannin**. تحتوي البروتينات المشوهة

والحديد على مجموعة الثيول التي تؤمن الكبريت وبالتالي احتمال تشكل كبريتات الحديد المسؤولة عن التلون (Padiyar and Kaurani 2010).

5-6- المادّة المألّنة:

لقد لوحظ زيادة المقاومة للتلون عند إنقاص حجم جزيئات المادّة المألّنة. (et al Dietschi 1994) إلا أن هناك دراسةً أخرى أظهرت أن حجم المادّة المألّنة لا يؤثر على الثبات اللوني. (Cavalcante et al 2009) كما وُجد أنّ نوع الراتنج المُركّب سواءً أكان nano-hybrid أو micro-hybrid أو hybrid يُؤثر بشكلٍ كبيرٍ على الثبات اللوني حيث أظهر الراتنج المُركّب الهجين ثباتاً لونياً أفضل من الراتنج المُركّب الـ nano-filled . (Lee et al 2008, Zamarripa et al 2005, Lee et al 2004)

وعند المقارنة بين المواد المألّنة الميكروية وبين المواد المألّنة الهجينة والنانوية نجد أن المواد المألّنة النانوية تتميز بمقاومة أعلى بكثير لامتصاص الماء كما أنها تحتوي على فراغات أقل حيث تقوم الجزيئات الصغيرة بملء الفراغات ما بين الجزيئات الكبيرة. (Cai, et al 2007) ومنه فإن لامتصاص الماء تأثير أقل على Nanofiller و Hybirdfiller لأنها تمتص كميات أقل منه كما أنها ستعاني من نسبة أقل من انفكك الارتباط بين القالب والمادّة المألّنة، وكذلك أيضاً حدوث تفكك أقل للمادّة المألّنة بالحلمهة. (Yu,et al 2010)

تلعب المادّة المألثة بحد ذاتها دوراً أقلّ أهمية، فمن المعروف أن طبقة السيلالين تُؤثر بشكل جوهري في انتشار الماء بسبب روابط الأوكسان بين المادّة المألثة والقالب قابلة للحلمهة (Mousavinasab 2005).

6- الضوء وفضاء الألوان :

الضوء هو طاقة كهرومغناطيسية تمثل جزءاً من الطيف الإشعاعي، وهذه الطّاقة الإشعاعيّة ذات أطوال موجيّة مختلفة يُقاس فيها طول الموجة بالنانومتر (nm) ، وتتراوح أطوال موجات الطيف المرئي، والتي تؤثر على الإستقبال في العين البشرية بين 380-750 نانومتر تقريباً، حيثُ يمثّل كلّ طول موجة من هذه الموجات لوناً محدداً، وتتّوّع هذه الألوان لتشمل البنفسجي إلى الأزرق، والأخضر، والأصفر، والبرتقالي والأحمر، أما الأطوال الموجيّة الأقصر من الضّوء المرئي فهي تتضمّن الأشعة فوق البنفسجية، وأشعة X، وأشعة غاما، أما فوق الطيف المرئي فهناك الأشعة تحت الحمراء، والموجات الميكرويّة، والموجات الراديويّة. (Rosenstiel 2006) بقيت ظاهرة الألوان مجهولةً لمئات السنين، حتى اكتشف العالم نيوتن سنة 1666 م أنّ الضّوء هو مصدر جميع الألوان، وعندها بدأ العالم بالتّحليل العلمي لهذه الظّاهرة. (Ernst 1989)

تتّج جميع الألوان من ثلاثة ألوانٍ أساسيةٍ هي (الأحمر، الأزرق، الأصفر) وهي مصدرُ جميع الألوان. تتحدّد هذه الألوان فنحصل على ألوان الطيف الأخرى، علماً انه لا يمكن الحصول على الألوان الأساسية الثلاثة من مزج باقي الألوان . (Ernst 1989)

يتأثر المظهرُ التجميليُّ للترميم السني بكلِّ من اللّون، الشفويّة (Translucency)، التألّق (Fluorescence) واللّمعان (Gloss)، حيث يتم استقبال هذه العوامل من قبل عين الإنسان وتتأثر بشكل أساسي بكل من: (O'Brien 2002)

- المصدر الضوئي.
- خواص المادّة الفزيائية.
- تقدير الشخص الفاحص.
- العلاقة مع الأجسام الملونة الأخرى الموجودة معه في نفس الوسط.

6-1- المصدر الضوئي:

يُعرّف المصدرُ الضوئيُّ المثاليُّ لانتقاء اللون بأنّه المصدرُ المنتج للضوء المنتشر والمريح للعين، والذي يسمحُ بانتقاء اللون بدقّةٍ وراحةٍ. إن ضوءَ الشّمس في مُنتصف النّهار - الذي يكون داكناً قليلاً - هو الوسطُ الأفضلُ لإختيار اللون، وهذا ما يُعرف بلون النّهار المثالي. لكن هذا الوسط لا يكون متوافراً دائماً خلال إجراءات أخذ اللّون، كما أن ضوء الشّمس لا يبقى كما هو عليه طيلة اليوم، ويختلف أيضاً باختلاف أيّام السّنة؛ لذا بالرغم من الاعتقاد السائد بأن ضوء النهار الطبيعي هو الضوء المثالي عند اختيار اللون، فإن استخدام ضوء النهار دائماً لهذه الغاية غير منصوح به. فلا بد من توفر لون صناعي يماثل لون الشمس، وأن يتوفّر لدى المخبري وطبيب الأسنان مصابيح مشعة تحاكي لون النّهار. (Rosenstiel et al 1991)

6-2- خواص المادة الفيزيائية:

إن المحددات البصريّة الطبيعيّة لأي مادة هي عبارة عن عمليّة تفاعل لهذه المادّة مع الضوء القادم من المصدر الضوئي، حيث يتضمن هذا التفاعل كلاً من الانعكاس، والانتقال والامتصاص. (O'Brien 2002) تؤثر خصائص سطح الجسم على انعكاس، وانتقال وامتصاص الضوء. أما الظروف المحيطة كالإضاءة ومتغيرات العين البشرية، فهي لا تؤثر على خواص الجسم الطيفية. (Rosenstiel 2001)

6-2-1- الانعكاس: Reflection تعطي المادّة لونها عندما تعكس هذا الجزء من الضوء

وتمتصّ بقيّة الأجزاء الأخرى. (O'Brien 2002)

6-2-2- الانتقال: Transmission هو عبور جزء من الضوء عبر الجزء الشفاف من

المادّة (عبر الميناء والعاج حتى الطبقة القاعدية الظليلة). فالمادّة الشّافة تكتسب لونها من الطيف الضوئي المار عبرها، وأطوال الموجات التي لا تعبر تُمتص. (O'Brien 2002)

6-2-3- الامتصاص: Absorption تبدو أي مادة نراها بلون معين لأنها تعكس فقط هذا

اللون وتمتص باقي الألوان والتي تتحول إلى حرارة داخل هذه المادّة. (Ernst 1989) إذاً فالجسم الذي يعكس كل الضوء يُرى بلونٍ أبيض، أما الجسم الذي يمتص كلّ الضوء يُرى بلونٍ أسود. (O'Brien et al 1997)

6-3-3 - تقدير الشخص الفاحص:

تتفاعل موجات الضوء الصادرة عن المصدر الضوئي مع المادة، ثم تُستقبل من قبل الإنسان، فتدخل موجات الطاقة الإشعاعية هذه العين وتؤثر مباشرةً على المستقبلات الموجودة في شبكية العين لتولّد سيالةً عصبيةً، تذهب إلى الدماغ ليتم تفسير وتحليل هذا الضوء (Rosenstiel, 1991). إن العين البشرية حساسةٌ لقسمٍ ضيقٍ فقط من الموجات التي تكون أطوالها ضمن الطيف الضوئي، كما أن استجابة العين تختلف بين الأشخاص، ويتأثر تقدير الشخص الفاحص بالتكيف اللوني. (O'Brien et al 1983)

6-3-1 - التكيف اللوني : Color adaption

تتناقص الرؤية اللونية بسرعةٍ عندما يحدّق الشخص بالمادة ، فالتأثر المستمرّ بلونٍ واحدٍ يُتعب العين، حيث يبدو اللون الأصلي أقلّ تركيزاً إلى أن يُصبح أقرب للرمادي. لذلك على طبيب الأسنان القيام بنظرةٍ سريعةٍ وقصيرة الأمد لمقارنة لون الدليل مع الأسنان، ويُنصح بالنظر لمدة 5 ثوانٍ مع فترات من الراحة ثم إعادة النظر بدلاً من التحديق لمدةٍ طويلةٍ ، وذلك لتجنّب تعب مخاريط الشبكية. (Rosentritt et al 1998)

6-3-2 - الشفافية : Translucency

تدلّ الشفافية على مقدار الضوء المُنتقل بواسطة المادة، وكلما كانت المادة شفافةً أكثر كلما بدت بلونٍ أفتح، وتأثرت بلون ومظهر القاعدة التي خلفها. (O'Brien et al 1997) العتامة (Opacity) هي عكس الشفافية، حيث ينشئت الضوء ضمن المادة في جميع الإتجاهات بسبب

بؤر التشتت، وكمثال عليها جزيئات المادّة المألثة في القالب العضوي للراتنج المُركّب. يعتمد

التشتت على حجم وشكل وعدد بؤر التشتت. (O'Brien 2002)

6-3-3- اللّمعان أو البريق : Gloss (O'Brien 2002)

هي الخاصيّة البصريّة التي تُعبّر عن كميّة الصّوء المتوازي المنعكس عن الجّسم. عندما تتبعثر حزمة الصّوء المُنتقل للجسم فإنّ اللّمعان يقل، حيث أنّ الجزء الأكبر من الصّوء يكون قد تبعثر. ينتج البريق عن انتشار الأطوال الموجية الأقصر للصّوء (الزرقاء) وانتقال الأطوال الموجية الأطول (البرتقالية/الحمراء) . (IMAMURA et al 2008) ولّلعان أهميّة كبيرة في طب الأسنان:

✓ كلّما كان السّطح أملساً كلّما زاد اللّمعان.

✓ اللّمعان الكبير يُنقص من اختلاف اللون، ويزيد الإحساس بإشراق اللّون.

✓ يظهر اختلاف اللّمعان بوضوح حتى لو كان هذا الاختلاف بين ترميماتٍ متطابقة اللّون.

6-3-4- التألّق: Fluorescence

هو صدور اللّون من الجسم بأطوالٍ موجيةٍ تختلف عن الأطوال الموجية للصّوء الذي تعرض له هذا الجزء. (Holland 1999) وهو يصدرُ عن البنية المجهرية للمينا نتيجة الاختلاف في انكسار الصّوء بين بلورات الهيدروكسي أباتايت ومادة المينا الأساسية، وبالتالي ينتج تألّق أزرقٍ مميّزٌ للأسنان الطبيعيّة. يعتبر التألّق عاملاً هاماً يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار، لأنّ لون النّهار سيخلق تألّقاً أعظماً في لون السن الطبيعي. (Adolfi 2002)

6-4- أنظمة قياس اللون:

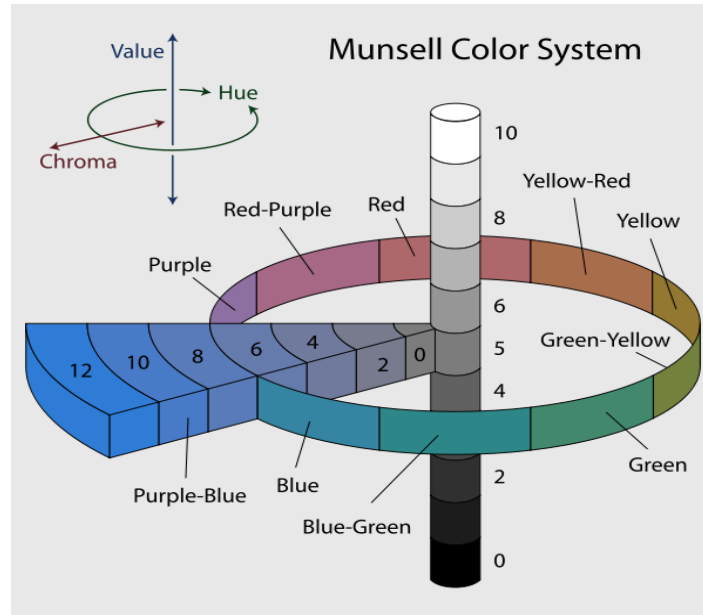
6-4-1: Munsell color system

نشر **Munsell** في عام 1905 مقالاً بعنوان منهج اللون **Color Notation** وكان يعلم تلاميذه اللون باستخدام نظامٍ عشريٍّ بدلاً عن أسماء الألوان . نُشر هذا المقالة بشكلٍ رسميٍّ مرةً أخرى في عام 1929 في كتاب **Munsell Book of Color** . (Morrell 2012) وبالرغم من أن ألوان **Munsell** تُؤمن مجموعةً مفيدةً جداً من النماذج التي تستخدم في أبحاث اللون، إلا أن أطوال الموجات الطيفية التي يستخدمها ليست بالضرورة نموذجيةً للعديد من الألوان طبيعيةً المظهر؛ والسبب هو أن ألون **Munsell** معادلةٌ إدراكياً للألوان الطبيعية مع نفس المعاملات اللونية وهذا مفيد في الأبحاث. (Buchsbaum et al 2002) كمثال فإنه يُمكن أن يوجد عددٌ أقل من الألوان الزرقاء في الطبيعة مما هي عليه كأرقامٍ في مجموعة **Munsell** . كما أنّ تأثير خطأ العين البشرية يُعتبر واحداً من العوامل المحددة من استخدام هذا النظام . ومع كل الاحترام إلى المراقب البشري فإن تحديد اللون يعتمد على : تعرض العين السابق، ومكان الجسم المفحوص بالنسبة للمنبع الضوئي اللذان يتعلقان بالفاحص بشكلٍ مُتبادل، والصفات اللونية للضوء . كما تختلف قدرة الشخص على اختيار اللون من وقتٍ لآخر. (Johnston et al 1989) ولا يزال هذا النظام يُعتبر طريقةً شائعةً لوصف البصري للعين، وهو نظام ثلاثي الأبعاد (Hammad et al 1991) يعتمد على الخصائص التالية:

6-4-1-1- Hue (درجة اللون) : اللون الأساسي

وهو إحساس العين لمُختلف الأطوال الموجية للطاقة الشعاعية، ويُحدّد بواسطة طول موجة الضوء المنعكس أو المُنتقل، كما ويُحدّد مكان الأمواج الضوئية في المدى المرئي من الطيف درجة لون الجسم. يُقسم التدرج اللوني في مقياس **Munsell** إلى عشر درجات، ترتب هذه الدرجات في

عجلة وكل درجة تقسم إلى درجات (Preston et al 1981)



شكل رقم (9)

توزع المتغيرات اللونية في نظام Munsell على المحاور الإحداثية

مأخوذة عن (O'Brien 2002)

6-4-1-2 - كثافة اللون : Chroma

هي الصفة التي تُميز بها اللون القوي عن الضعيف، أي كمية إشباع اللون الأساسي (Hue)، وكمثال عليه كأس من الماء تحتوي قطرة واحدة من ملون ما فإنها تمتلك Chroma أقل من كأس ماءٍ تحتوي عشر قطراتٍ من نفس الملون (O'Brien et al 1997). كلما ازداد انعكاس الأمواج الضوئية للونٍ معينٍ (بالمقارنة مع بقية الأمواج الضوئية) كلما ارتفعت كثافته، وتعتمد كثافة اللون على الثخانة وتتراوح قيمته بين 10-14 ، أما الاشباع اللوني للأسنان فيتراوح بين 0.5-4 (O'Brien 2002).

6-4-1-3 - إشراق اللون : Value

هو مقدار بُعد المادة عن مركز الضوء، وهو العامل الأهم في عملية التطابق اللوني (Hidaka 2008) ، كما تُعبّر عن درجة نضوع أو قتامة اللون، حيث يُعتبر النضوع اللوني مُحصلة قياس كمية الطاقة الضوئية المنعكسة أو المُنتقلة عبر الجسم، ويتراوح مقياس الإشراق أو النضوع اللوني بين 0 للأسود النقي و 10 للأبيض النقي، بينما يتراوح النضوع اللوني للأسنان الطبيعية بين 5.5-8.5 ، فالسن التي تكون قيمة value لها منخفضة تبدو رماديةً وغير حية. كما تُعتبر قيمة Value هي العامل الأكثر أهميةً في عملية اختيار اللون (color matching). (O'Brien, et al 1997).

6-4-2- اللجنة الدولية للإضاءة (CIE) Commission Internationale

(d'Eclairage)

هي مُنظمة تأسست لتُحدد المعايير الناظمة للون والمظهر المُعرّفة سنة 1931 ، والتي طوّرت معياراً وسمحت بحساب القيم التي تُمثّل ردّ فعل الجهاز البصري البشري للون المرئي. (Andrew 2004) يستخدم هذا النظام ثلاث متغيرات هي X, Y, Z ، والتي تعتمد على الاستجابة الطيفية لمراقب CIE . يُمكن استخدام هذا النظام أحياناً لتحديد اللون. (O'Brien 2002) وفي عام 1976 عرّفت $Cie L^* a^* b$ فضاء اللون الذي يدعم نظرية إدراك اللون القائمة على ثلاثة مستقبلات لونية منفصلة (أحمر، أخضر و الأزرق) في العين، وهو

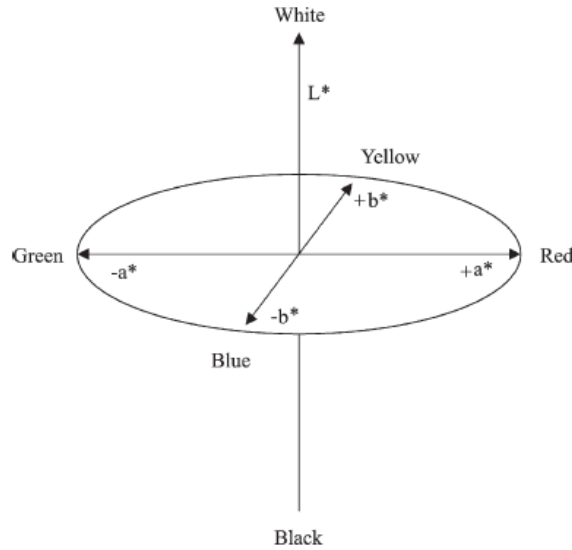


Figure 1 CIE Lab colour space.

شكل رقم (10)

توزع المتغيرات اللونية في نظام $CIE L^* a^* b$ على المحاور الإحداثية مأخوذة عن (O'Brien 2002)

اليوم واحد من أكثر فضاءات اللون شيوعاً. يقدم هذا الفضاء فضاءً لونيًا موحدًا بأبعادٍ متساويةٍ
مقابلةً لاختلافاتٍ لونيةٍ مُتصورةٍ.

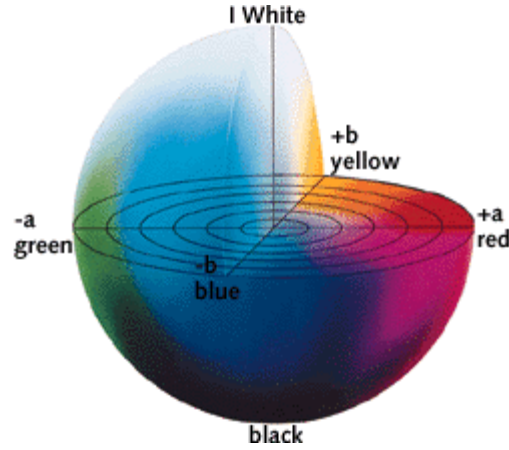
يوجد في هذا الفضاء اللوني ثلاثي الأبعاد ثلاثة محاور احداثية وهي : $L^* a^* b^*$ (Andrew
2004)

L^* : تقيس مقدار سطوع الشيء، وتتراوح قيمتها بين الصفر (اللون الأسود) والمئة (الانعكاس
الأفضل) وتُمثّل على المحور Y ، وتتناسب مع قيمة **Value**. (Dozic et al 2003).

a^* : تقيس الإحمرار إذا كانت قيمتها إيجابيةً، والخضرة إذا كانت قيمتها سلبيةً (Andrew
2004). وتتراوح قيمتها بين (-90) إلى 70 . (Dozic et al 2003)

b^* : تقيس مقدار الصفرة إذا كانت إيجابيةً والزُرقة إذا كانت سلبيةً. (Andrew 2004) ،
وتتراوح قيمتها بين (-80) و 100 . (Dozic et al 2003)

تكمُن الإيجابية في هذا النظام بأن الاختلافات اللونية يُمكن أن يُعبّر عنها بوحداتٍ يُمكن أن
تُربط بالإدراك البصري والاختلافات السريرية. (O'Brien et al 1997).



شكل رقم (11)

التوزع الفراغي للألوان في نظام CIE L*a*b*

مأخوذة عن (O'Brien 2002)

على الرغم من أن قيمة التغير اللوني ΔE يمكن أن تكون بمثابة قيمة احتمالية تقريبية، إلا أنه من الممكن أن يتمكن بعض الأشخاص من تمييز الفروق اللونية حتى 0.5 ، بينما لا يستطيع البعض الآخر أن يميزوا هذه الفروق، والتي قد تصل إلى 4 ، وهنا يكمن مصدر الخلاف بين الطبيب والمريض وتقني الأسنان. (O'Brien 2002)

يُحدّد كلا النظامين المكان نفسه للون، لكن يتميز نظام CIE L*a*b* بأنه يستطيع تحديد المسافة اللونية بشكلٍ منتظمٍ قريبٍ من الإدراك الحسي اللوني للأسنان، وهذا يعني أن الأبعاد المتساوية بين القياسات (تغيرات اللون ΔE) تعبر بشكلٍ متساوٍ عن التدرجات اللونية المتفاوتة. (O'Brien 2002)

هناك العديد من الدراسات التي ذكرت أن التغيير اللوني المقبول به في الترميمات السنية يتراوح بين 2.6-3.7. (Johnston et al 1989, Douglas et al 1998, Hosoya 1999,)
Ragain et al 2000) يستطيع الشخص أن يلاحظ قيمة التغيير اللوني التي تتراوح بين 5-6
وتستطيع أيضاً العين الخبيرة أن تلاحظ تغيراً بين 3-4. (Morrell 2012).

7- إنتقاء اللون:

زاد الإهتمام في السنوات الأخيرة بالأبحاث المتعلقة بالتغيرات اللونية في طب الأسنان. فعند إجراء بحث يتضمن كلمتي اللون وطب الأسنان بواسطة محرك بحث **Medline** ، لا يجد سوى **107** مقالة حتى عام **1970** . وازدادت أعداد المقالات في السنوات اللاحقة على الشكل التالي **409** (**1980**) ، **1134** (**1990**) ، **2259** (**2000**) ، و **4062** (نيسان **2010**) . (Stephen et al 2010) وخلال الخمس سنوات الأخيرة شهد طب الأسنان ظهور أجيالٍ جديدةٍ من التقنيات لتحليل اللون والتحقق منه. ولا يزال تحديد لون الترميمات المباشرة وغير المباشرة يشكل تحدياً يواجه طبيب الأسنان. ولقد وصف **Clark** في عام **1931** هذه الأمور في كتابه مشكلات اللون في طب الأسنان (**Color Problems in Dentistry**)(Clark 1931).

7-1-1- دلائل اختيار اللون :

7-1-1- أنظمة اختيار اللون البصريّة:

تُستخدم دلائل الألوان لإختيار لون السنّ الطبيعي للحصول على سنّ صناعيٍّ مشابهٍ للون وجماليّة السنّ الطبيعيّة، وتتم المقارنة بالألوان الموجودة في دليل الألوان، ومن ثم يتم اختيار اللون المناسب والأقرب للون الأسنان الطبيعيّة، وإن إنقاص حجم دليل الألوان يسمح بتقريب شريط الألوان من فم المريض وبالتالي يسهل اختيار اللون. (Rosenstiel 2001) وهناك زمرتين من الأدلة اللونية:

✓ الأنظمة أو الأدلة التقليديّة : تعتمد على بعدين في الفضاء اللوني هما **Hue** و

Chroma وهي نقطةٌ سلبيةٌ إذ يشوبها بعض الفراغات في تغطية حيزٍ واسعٍ من

الألون التي يمكن أن تتلون بها الأسنان، ومن هذه الأدلة دليل **Vitapan**

classical من شركة **Vita**. (Paravina et al 1997).

✓ نظام أو دليل **3D Master** : (Rosenstiel 2001) يدعي منتجوا هذا الدليل أنه

يغطي كامل الفضاء اللوني السنّي، حيث تتوزع العينات اللّونية في 6 مستويات نصوعٍ

مختلفةٍ، يحتوي كلّ منها على تغييراتٍ في الكثافة واللّون ضمن تدرجاتٍ منتظمةٍ فراغياً،

حيث يوصي المنتج بإختيار الإشراق (**Value**) أولاً ومن ثم اختيار الكثافة

(**Chroma**) وبالنّهاية يتم اختيار درجة اللون (**Hue**).

يجب أن يجمع دليل الألوان المثالي الخواص التالية :

✓ ترتيبٌ علميٌّ للألوان.

- ✓ تعدّد كافٍ للألوان يشمل الاختلافات الموجودة في الأسنان الطبيعية.
- ✓ الإنسجام مع دلائل الألوان الأخرى وإمكانية المقارنة مع المواد السنية مثل الخزف، والراتنج المركب وأسنان الأجهزة الصناعية. (O'Brien 2002)
- ✓ القدرة على تقليد التنوع الموجود في الأسنان الطبيعية من حيث: الشفافية المينائية، والتألق، واللمعان، وثخانة الميناء وطبيعة سطح الميناء. (Davis et al 1992, Vanini 1996)

أما خطوات انتقاء اللون فهي:

- ✓ يتم انتقاء اللون إما بالطريقة التقليدية أو باستخدام الأجهزة الإلكترونية.
- ✓ يجب أن تكون ظروف الإضاءة المحيطة مناسبة، كما يجب تجنب كل ما قد يؤثر على عملية إنتقاء اللون كالملابس فاتحة اللون كثيراً، وأحمر الشفاه. (Rosenstiel 2006)
- ✓ يجب أن يكون المريض بوضعية عمودية وعلى مستوى عين الناظر.
- ✓ تهيئة الأسنان المراد أخذ لونها وذلك بتنظيفها جيداً وإزالة التصبغات والقلح.
- ✓ يجب أن تكون الأسنان رطبة، حيث يزيد إشراق لونها عندما تكون جافة، وخاصة عند استخدام الحاجز المطاطي، كما ينصح باستخدام مبعّدات الخدود. (Rosenstiel 2006)

✓ الانتقاء من على بعد 25 سم (الاختيار عن بعد يساعد على تقييم إشراق اللون)

وبأقل من 5 ثوانٍ للمشاهدة الواحدة. (Rosenstiel 2006)

يسبب وضع دليل الألوان بكامله بشكلٍ مجاورٍ للسن تشوشاً وصعوبةً في اختيار اللون المناسب، لذا فعندما يكون اللون الأساسي واضحاً توضع النماذج اللونية التي نعتقد أنها مناسبةً لوحدها مجاورةً للسن من أجل المقارنة، وتُحذف النماذج غير المناسبة وذلك يضيق نطاق الاختيار ويصبح أكثر سهولة. (O'Brien 2002)

7-1-2- أنظمة اختيار اللون الرقمية:

شهدت بداية التسعينيات من القرن الماضي ولادة صناعةٍ جديدةٍ في طب الأسنان، فلقد أصبحت أنظمة قياس اللون متاحةً تجارياً، وشكل التطور الذي شهده نظام **ShadeScan** أول خطوةٍ نحو تطوير أنظمة تحليل اللون لكامل سطح السن. (Paul et al 2002)

لكن عند ظهور أجهزة القياس اللوني السنية لأول مرة أظهرت دقةً أكثر بقليل من الطريقة البصرية التي تم وصفها على أنها غير مستقرة. منذ ذلك الوقت بدأ تطوير كل من الطرق التقنية والبصرية لعملية اختيار اللون. فالغاية من ظهورها كانت لتقليل أو اجتياز عدم كفاءة وقلة ثبات أجهزة قياس اللون التقليدية. كما تبقى الطريقة البصرية هي الطريقة الأكثر استخداماً لتحديد اللون، وبنفس الوقت لا يزال دليل ألون **Vitapan Classical** هو أكثر أدلة اللون شيوعاً واستخداماً. (Stephen et al 2010)

توزع أجهزة القياس اللوني على الأنواع التالية:

7-1-2-1- مقاييس الطيف Spectrophotometers :

لا تزال أجهزة مقاييس الطيف من أكثر الأجهزة دقةً وسهولةً في الاستخدام و قابليةً للتعديل من بين كل أجهزة تحديد اللون في طب الأسنان. فهي تقيس كمية طاقة الضوء المنعكسة من على الجسم بفروق 1-25 نانومتر ضمن الطيف المرئي. تتألف من منبعٍ للأشعة المرئية، ووسيلةٍ لتشتيت الضوء، ونظامٍ بصريٍّ لقياسه، وحساسٍ لتحويل الضوء المستخدم إلى إشارةٍ يمكن تحليلها. غالباً ما يتم تحويل القياسات التي تم الحصول عليها لتلائم مع أدلة اللون السنية .
(Stephen et al 2010)

وفي مقارنةٍ بين طرق القياس باستخدام العين البشرية وبين مقاييس الطيف، وُجد أن استخدام مقاييس الطيف يؤمن زيادةً في الدقة بنسبة 33% وتحسيناً في الملائمة الموضوعية في 93.3% من الحالات. وقد أفاد **Tung** وزملاؤه بأن الاستخدام الواسع لـ **spectrophotometers** لم يتحقق بسبب أنّ هذا الجهاز مُعقد وغالي الثمن، كما من الصعب استخدام هذه التقنية لقياس اللون ضمن الظروف السريرية. (Andrew 2004)

ومن بين هذه الأجهزة هناك جهاز **Vita Easyshade Compact** الذي يتّصف بأنه صغيرٌ، وقابلٌ للحمل بدون أسلاك، ذو تكلفةٍ يمكن تحملها، ويعمل باستخدام المدخرة. وهو من مقاييس الطيف التي تؤمن معلوماتٍ لونيةً كافيةً لتستخدم في عملية تحليل اللون. يمكن استخدامه في وضعياتٍ متعددةٍ : وضعية السن المفرد ، ومنطقة السن (عنقي ،متوسط، وقاطع)، وتحديد لون

الترميمات (تتضمن البريق، وصفاء **Chroma**، ودرجة اللون **Hue**) ووضعية **shade** (Paul, et al 2002).**tab**



شكل رقم (12) جهاز Easyshade Compact من شركة Vita

يَعْمَلُ جهاز **Vita Easyshade Compact** عبر مصدرٍ ضوئيٍّ داخليٍّ، وبالتالي فإن ظروف الإضاءة المحيطة لا تُؤثر على القياسات اللونية فيما إذا أنجزت القياسات اللونية في غرفةٍ مضاءةٍ صناعياً أو أن الضوء المحيط كان نفسه دائماً. (Nagai et al 2009)

يتضمن أليافاً بصريةً كبيرة القطر مُرتبةً في تصميمٍ خاصٍ ضمن مسابر من الستانلس ستيل، مُتوضعةً في قبضةٍ يدويةٍ. يحتوي المسبار في هذا الجهاز على عدسةٍ دائريةٍ بقطر 5 ملم، وهي صغيرةٌ بالمقارنة مع الأجهزة الأخرى، كما يشمل على وحدةٍ إلكترونيةٍ تحتوي شاشةً لتغيير الإعدادات واختيار النمط المناسب. ويتضمن مصدراً للأشعة البصرية تعطي ضوءاً مُشتتاً مُنتشراً

ونظاماً بصرياً للقياس ، وشاشةً ، ومحولاً للضوء إلى إشارة يمكن تحليلها وترجمتها إلى شكلٍ يُمكن الاستفادة منه من قبل أطباء الأسنان المُختصين.(Corocialani et al 2010) ويتمتع هذا الجهاز بالصفات التالية:

- ✓ يستخدم مصدر إضاءة **Average daylight illumination (D65)** وهو مصدر إضاءةٍ قريبٍ من إضاءةٍ نهاريةٍ طبيعيةٍ لمنطقةٍ تقع في الشمال ، وهو المصدر المثالي الموصى به عند أخذ لون الترميمات السنية.
- ✓ لا تؤثر ظروف الإضاءة المحيطة أو المراقب الفاحص على قياساته.
- ✓ يتم أخذ اللون بسرعةٍ بضغطة زرٍ واحدةٍ.
- ✓ تظهر الشاشة معلوماتٍ واضحةً وتفصيليةً.
- ✓ صغير الحجم، سهل الاستخدام، مع إمكانية وصله بالحاسوب.
- ✓ يعطي ثلاث أنماط من القياس اللوني: السن، الترميم، دليل اللون.
- ✓ يمكن قياس منطقة معينة من السن (عنق، جسم ، قاطع)
- ✓ يسمح بدراسة إحداثيات اللون الدقيقة في فضاء الألوان وحسب **CIE**.
- ✓ يعطي القياسات اللونية حسب دليل ألوان **VITA** وحسب دليل ألوان **3D**

MASTER. (Nagai et al 2009, Stephen et al 2010)

وفي دراستين مُستقلتين استخدم كل منها جهاز **Easyshade Compact** أظهرتا نتائج متشابهة تقريباً عند تحديدها القيم اللونية للأسنان الطبيعية : $L^*=55.5-89.674$ و $L^*=58.7-$

و $b^*=3.6-38.974$ ، $a^*=3.6-7.075$ و $a^*=4.2-7.374$ ، 88.775

(Stephen et al 2010). $b^*=3.7-37.375$



شكل رقم (13)

المعادلات اللونية التي يستطيع جهاز Easyshade Compact قياسها

7-1-2-2- Colorimeters مقاييس اللون

تقيس هذه الأجهزة ثلاث قيم، وتصف الضوء في الأجزاء الحمراء والزرقاء والخضراء من الطيف المرئي. لا تُسجل هذه الأجهزة الانعكاس الطيفي؛ كما يمكن أن تكون أقل دقةً من مقاييس الطيف (زيادة عمر المصافي **filters** يمكن أن تؤثر على الدقة). (Pusateri et al 2009) من بينها **Shade Vision** وهو مقياس لونٍ صوريّ، حيث يتم تصوير السن بشكلٍ كاملٍ عن طريق ثلاث قواعد بيانات (**databases**) منفصلة : للثلاث اللثوي المتوسط والقاطع. (Stephen et al 2010) كما تملك الـ **Colourimeters** مصافياً لونيةً تُقدر الوظيفة الطيفية لعين المراقب، وهي مُصممةً بشكلٍ عامٍ لتقيس اللون في ثلاث محاور إحداثية وهي x,y,z أو بقيم

Colourimeters (Andrew 2004) وثمة العديد من الأبحاث السنوية التي استخدمت **CIE** لقياس لون السن الطبيعي. (Burgt et al 1985, Goodkind et al 1987, Seghi et al 1989, Rubino et al 1994, Joiner et al 1995, Okubo et al 1998, Tung et al 2002)

تكمّن سلبيات هذه الأجهزة في أنّها مُصمّمة لقياس لون سطحٍ مستوٍ، والأسنان غالباً ما تكون غير مُسطحة، كما أنّ الأجهزة ذات الفتحة الصغيرة تكون عرضةً لآثار كبيرة مما يجعل تحديد اللون يخضع للخطأ. (Andrew 2004) ومنه فإن الأجهزة داخل الفموية تبقى أقل موثوقيةً من الأجهزة خارج الفموية، لكن يمكن الإستفادة منها عن طريق استخدامها في الكشف عن الفروق الصغيرة بين العينات ذات اللون المتشابه. (Joiner et al 1995)

7-1-2-3- آلات التصوير الرقمية و أنظمة التصوير Digital Camera and Imaging Systems (Stephen et al 2010):

لا تزال آلات التصوير تقدم معلوماتٍ صوريةً حمراء، وزرقاء، وخضراء تُستخدم بصنع الصورة اللّونية. إنّ نموذج **RGB** اللوني هو نموذجٌ معدّلٌ يقوم باستخدام اللون الأزرق والأحمر والأخضر مع بعضها بطرق مختلفة للحصول على مجموعةٍ واسعةٍ من الألوان. تُمثل آلات التصوير الوسيلة الأساسية لتحديد اللون إلكترونياً والتي لا يزال يحتاج إلى درجةٍ معينةٍ من التلائم مع العين البشرية.

7-1-2-4 - ترجمة وتطبيق معلومات تحليل الظلال:

تُقدم أجهزة قياس كامل سطح السن أو ما يدعى **Complete Tooth Surface (GTSM)** **Measurement Devices** خريطةً لونيةً لكل من اللثة وكتلة السن والجزء القاطع، تمكن من استخدامها في صنع الترميمات المباشرة وغير المباشرة. تعطي هذه الأنظمة صورةً لونيةً افتراضيةً فوق الصورة الرقمية للسن المُقاس على شاشة الحاسوب معتمدةً على الطبيب وتقني الأسنان لوضع التقديرات اللونية المطلوبة.

من مقاييس الطيف **GTSM** هناك **Crystaleye** و **SpectroShade** اللذان يقدمان نموذجاً لونياً يتم بواسطتها مقارنة قيم التغير اللوني المأخوذة مع القيم الموجودة في هذا النموذج. لكن تبقى هذه الخرائط ثنائية البعد لا تأخذ بالضرورة بعين الاعتبار كلاً من شكل، وتركيب، وسماكة الترميم وكذلك نوع الدعامة واختلاف نوع المادّة الداخلية (**core**) (معدنية، خزفية). كما أنّ هذه الأجهزة تقوم بتقدير معلومات اللون التي حصلت عليها بعد القياس لتعممها على كامل سطح السن أو تزيد من مساحة المنطقة التي تم قياسها، وبالتالي يمكن أن تؤدي إلى عدم الدقة في إجراء القياسات اللونية؛ حيث يؤمن الجهاز قياس مناطقٍ محدودةٍ من السن تتراوح بين 3-5 ملم، لذلك لا بد من أن تُمثّل كل منطقة من مناطق السن بعدة قياساتٍ لونيةٍ. وعلى الأقل يجب أن يتم أخذ ثلاثة قياسات، واحد عند اللثة وثنان في الجسم وثالث على الحد القاطع في حال كان هناك تخطيط لعمل ترميم غير مباشر. (Stephen et al 2010).

وفي داسة قامت بالمقارنة بين خمس أنواعٍ من الأجهزة السنية المستخدمة في قياس اللون وهي **ShadeScan ، Easyshade ، Ikam ، IdentaColor II و ShadeEye**. حيث تم القياس مخبرياً لنماذج تقليدية، خمس مرات من قبل فاحصين بينما تم قياس لون 25 ثنية يمين سريرياً من قبل فاحص واحد. كان جهازي **Easyshade و Ikam** الأكثر دقةً سريرياً بينها، بينما كان أداء الأجهزة الأخرى أفضل مخبرياً مما هو عليه سريرياً. (Dozic' et al 2007)

ولقد وجد أن استخدام مقاييس الطيف يؤدي إلى نتائج أفضل من الطرق البصرية في 47% من الحالات. (Fani et al 2007) والتي تختلف مع دراسةٍ أخرى مستقلة خلصت إلى تفوق مقاييس الطيف على وسائل المقارنة البصرية. (Silva et al 2008, Gehrke et al 2009)

وهنا يكمن الخلاف، حيث أن القيم العددية الصغيرة للتغير اللوني، لا تعكس بالضرورة التماثل الأفضل، وذلك بسبب اختلاف استجابة العين لكل من Hue ، Value ، و Chroma. لذلك فالجواب على استخدام الطرق البصرية أو التقنية لاختيار اللون في طب الأسنان هو أنه عندما يكون ممكناً استخدم كلا الطريقتين فكل واحدةٍ تكمل الأخرى؛ ويمكن في النهاية أن تؤدي إلى الحصول على نتائج تجميلية يمكن توقعها. (Stephen et al 2010)

8- الدراسات السابقة:

يحتوي الأدب الطبيّ العديد من المقالات التي تبحث في التغيّر اللوني لمادة الرّاتنج الأكريلي، وهي في معظمها تتمحور حول الرّاتنج الأكريلي المُستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحرّكة، وكذلك على الموادّ المبطنّة سواءً أكانت الطرية أو القاسية ، حيث تبحث في مسامية السطح وامتصاص الماء والإنحلالية وما لذلك من أثر في التغيّر اللوني.

ففي دراسة قام بها **Mutlu-Sagesen** وزملاؤه عام 2001 حول التغيّر اللوني للأسنان الأكريلية التقليديّة والأسنان الأكريلية المقوّاة والأسنان الخزفيّة . حيث تم استخدام نوعين من الأسنان الخزفيّة (**Unilux-Enta Lactona-Holland and Vivoperl-Ivoclar-Liechtenstein**) ونوعين من الأسنان الأكريلية المقوّاة (**Optodent-Bayer-Germany and Ivolek-Ivoclar-Liechtenstein**), التقليديّة (**Isodent-Güney Diş Deposu-Turkey and Samed-Turkey**) ، تم غمرها في أربعة محاليل هي (الماء المقطر كمحلول شاهد - الشاي - القهوة - الكولا) . ثم تم قياس مقدار التغير اللوني الحاصل على هذه الأسنان باستخدام **Gardner XL 20 Tristimulus Colorimeter (Gardner Lab. Inc. Bethesda, Maryland, USA** بعد يوم ومن ثم أسبوع فأسبوعين فأربع أسابيع. ووُصِف التغيّر اللوني بالمجال اللوني **CIE L*a*b*** ، حيث وجدو أن القهوة هي الأكثر قدرة على إحداث تغيّر لوني مقارنةً مع المحلولين الآخرين. وكانت الأسنان الخزفيّة أكثر مقاومةً للتغير اللوني. (**Mutlu-Sagesen et al 2001**)

كما أجرى **Rosentritt** وزملاؤه عام **1998** دراسةً سريريةً لقياس الثبات اللوني لكلٍ من وجوه الراتنج المركب غير المباشرة والأسنان الأكريلية المستخدمة في الأجهزة الجزئية، حيث تم قياس التغير اللوني بعد تسليم الجهاز بـ **24** ساعة ومن ثم **6** أشهر ومن ثم **12** شهر وأخيراً بعد **18** شهر، فوجدوا أن التلون لكلا المادتين كان مقبولاً سريرياً لكن الأسنان الأكريلية أظهرت تغيراً أقل في اللون مقارنة مع الوجوه المستخدمة. (Rosentritt et al 1998)

وهناك دراسة حول تأثير الألياف الزجاجية الصلبة (**milled glass fiber**) على امتصاص الإكريل للماء وانحلاليته فيه، فلقد قام **Gürbüz** وزملاؤه بدراسة أربعة تراكيز لهذه الألياف (5-10-15-20%) ضمن نماذج أكريلية قاموا بصناعتها، ولقد وجدوا ارتفاع معدل امتصاص الماء بزيادة نسبة الألياف ضمن المادة، لكن لم تتأثر مستويات انحلالها بالماء. (Gürbüz et al 2005) وبالتالي فزيادة نسبة امتصاص الماء تعني زيادة نسبة امتصاص العناصر الملونة مما يجعل هذه المواد أكثر عرضة للتلون.

كما قام **KOKSAL** وزميله عام **2008** بتقييم الثبات اللوني لنوعين من الأسنان الخزفية وثلاثة أنواع من الأسنان الأكريلية المقواة، حيث تم غمرها في الماء المقطر كمجموعة شاهدة وغمرها في القهوة والشاي والكولا كمجموعات تجريبية. تم إجراء القياسات اللونية باستخدام **spectrophotometer** قبل الغمر و بعد يوم ثم أسبوع فأسبوعين فأربعة أسابيع من الغمر. كما تم استخدام نظام **CIE** لقياس التغيرات اللونية. حيث وجدوا أن مقدار التغير اللوني يتأثر بمدة الغمر فيزداد بازديادها، كما وجدوا بأن القهوة هي أكثر المحاليل تأثيراً كما تبين بأن الخزف أكثر الأسنان المدروسة ثباتاً لونياً. (Koksal et al 2008)

وقام **Assunção** وزملاؤه عام **2009** بدراسة تأثير عميلة التآثر على الثبات اللوني للأسنان الأكريلية، وذلك بدراسة عشرة أنواعٍ من الأسنان الأكريلية، حيث تم تقسيمها لمجموعتين، ومن ثم تم طبخها باستخدام حمام مائي بدرجة **74°C** لمدة تسع ساعات، و **microwave** **500w** لمدة ثلاث دقائق، فوجدوا أن ليس هنالك من فرقٍ جوهريٍّ بين طريقتي التآثر في مدى تأثيرها على الثبات اللوني للأسنان الأكريلية. حيث أدت كلا الطريقتين إلى تغييرٍ لونيٍّ لكنه كان متقارباً وكانت أكثر الأسنان عرضةً للتغير (SR Vivodent و Biotone IPN (PMMA) و (Assunção et al 2009). PE (PMMA)

وأجرى كل من **SILVA** وزملاؤه دراسةً حول تأثير عدة محاليل مطهرةٍ على الثبات اللوني لنوعين من الأسنان الأكريلية هما: Trilux (PMMA-EDMA) و Art Plus (PMMA- BADMA) حيث تم غمرها في ست محاليل: الماء المقطر كمجموعة شاهدة ، و **1%** هيبوكلوريت الصوديوم و **2%** هيبوكلوريت الصوديوم و **5.25%** هيبوكلوريت الصوديوم و **2%** غلوتار ألدهيد و **4%** كلورهكسيدين. تم قياس اللون قبل الغمر؛ ثم قاموا بإخضاعها لعدة دورات من التطهير ومن ثم تم القياس بعد **7** دورات و **21** دورة و **30** دورة و **45** دورة و **60** دورة و **90** دورة، حيث بلغت مدة الدورة خمس دقائق للهيبوكلوريت الصوديوم **2%** و **5.25%** و عشرين دقائق لباقي المحاليل. تم استخدام **Spectrophotomètres** لإجراء القياسات اللونية كما تم تحديد الفروقات اللونية باستخدام نظام **CIE**. ولقد وجدوا أن هذه العملية تؤثر على لون هذه الأسنان لكنها لم تكن مرئيةً. (SILVA et al 2011)

وفي دراسة أخرى قام بها **Hipolito** وزملائه عام **2013** بتقييم الثبات اللوني للأسنان الأكريلية، حيث وضعوا عشرة أنواع (PMMA-BADMA), Biolux (PMMA-EDMA), Biotone IPN (PMMA) Magister (PMMA), Mondial (PMMA), Premium 6 (PMMA), SR VIVODENT PE (PMMA), Trilux (PMMA-EDMA), Trubyte Biotone (PMMA-EDMA), and VipiDent Plus (PMMA-EDMA) ضمن محاليل القهوة والكولا وعصير البرتقال واللعب الصناعي (كمحلول شاهد) لمدة يوم وأسبوع و **15** يوم و **30** يوم ، وتم استخدام المعايير الدولية للإضاءة **CIE** للمقارنة بين العينات. فوجدوا أن للقهوة والكولا القدرة الأكبر على إحداث تغير في اللون مقارنةً بعصير البرتقال واللعب الصناعي، وكان اللعب الصناعي أقلها تغييراً. كما وجدوا أنه كلما كانت المدة أكبر كلما كان التغير أكبر. وأن أقل الأسنان تغييراً **Mondial (PMMA)** و **Biolux (PMMA-EDMA)** وأكثرها تغييراً **Trilux (PMMA-EDMA)** و **Biotone IPN (PMMA)** (Hipolito et al 2013).

ولقد اعتمدت جميع الدراسات في قياسها لمقدار التغير اللوني على طرق وأساليب منها التحليل الرقمي بواسطة الحاسوب، ولم تعتمد التقييم البشري الذي تراجع بسبب تدخل ميول الفاحص في تحديد النتيجة. كذلك فإن التصوير الرقمي يتأثر أيضاً بنوع آلة التصوير وحجم الصورة وظروف الإضاءة، ويعتبر الـ **Colorimeter** من أحدث هذه الأجهزة، كذلك الـ **Spectrophotometer** بنوعيه الذي يعطي صوراً رقمية مثل **Crystaleye** والآخر الذي لا يعطي هذه الصور مثل **Easysshade Compact** من شركة **Vita** .

مما تقدم نجد أن هناك القليل من الأبحاث المنشورة التي تدرسُ التغيُّر اللوني للراتنج الأكريلي والراتنج المُركَّب المستخدم في صناعة الأسنان الأكريلية؛ فوجدنا أنه من الضروري دراسة الفارق الذي تحدّثه التغيرات والتعديلات التي تطرأ على هذه الأسنان - من حيث تركيبها الكيميائية وتشكيلها وتصميمها، وما لذلك من إنعكاسٍ على خواص سطحها ومساميتها وامتصاصها للماء - من جيل لآخر على ثباتها اللوني. خصوصاً وأنّ الناحية التجميلية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بقدرة هذه الأسنان في الحفاظ على لونها، وبالتالي نجاحها تجميلاً والذي ينعكس في النهاية على نجاح الجهاز المتحرك ككل.

وجدنا من خلال مراجعتنا، بعض الأبحاث التي تُقارن بين الأسنان الأكريلية والخزفية من حيث ثباتها اللوني، والتي خلّصت إلى أن الخزف أكثر ثباتاً لونياً، لكننا لم نجد إلا القليل من الأبحاث التي تدرس تأثير الاختلاف ببنية الأسنان الأكريلية على ثباتها اللوني، خصوصاً وأنّ التقدم الحاصل في هذا المجال كبيرٌ ويتطلب منّا التدقيق والبحث ، ومعرفة أي بنية أو تركيبة هي الأكثر مقاومة لعوامل التلّون.

الباب الثاني: المواد والطرق **Materials and Methods**:

1- العينة : **Sample**

تألفت عينة البحث من 240 سن أمامي علوي صناعي (60 ثنية يمين - 60 ثنية يسار-60 رباعية يمين-60 رباعية يسار) بحيث يكون قياس الأسنان هو الأكبر والأكثر تسطحاً والأفتح لوناً من كل نوع، موزعةً على خمس مجموعاتٍ بحيث تتألف كل مجموعةٍ من 48 سناً اصطناعياً) تم تحديد حجم العينة بالاعتماد على برنامج (G*Power 3.1):

- المجموعة الأولى: اثنتا عشرة تشكيلة من الأسنان الأمامية (ثنية ورباعية يمين - ثنية ورباعية يسار) من نوع (VIVODENT , IvoclarVivadent, Liechtenstein.) ذات اللون A1 وحجم قياس A68.
- المجموعة الثانية: اثنتا عشرة تشكيلة من الأسنان الأمامية (ثنية ورباعية يمين - ثنية ورباعية يسار) من نوع (SR PHONARES II, IvoclarVivadent, Liechtenstein.) ذات اللون A1 وحجم قياس A69.
- المجموعة الثالثة: اثنتا عشرة تشكيلة من الأسنان الأمامية (ثنية ورباعية يمين - ثنية ورباعية يسار) من نوع (VIVODENT PE, IvoclarVivadent, SR Liechtenstein.) ذات اللون A1 وحجم قياس A69.

- المجموعة الرابعة: اثنتا عشرة تشكيلة من الأسنان الأمامية (ثنية ورباعية يمين - ثنية ورباعية يسار) من نوع (SR VIVODENT DCL, Ivoclar Vivadent,) ذات اللون A1 وحجم قياس A69. (Liechtenstein.
- المجموعة الخامسة: اثنتا عشرة تشكيلة من الأسنان الأمامية (ثنية ورباعية يمين - ثنية ورباعية يسار) من نوع (FLORI-DENT, SEIF, Syria.) ذات اللون A1 وحجم قياس Medium .

وزعت هذه المجموعات على محاليل الغمر بغمر ثلاثة تشكيلات من كل مجموعة في:

- محلول الماء المقطر كمجموعة شاهدة، فبلغ عدد أسنان هذه المجموعة 60 سن.
- محلول (الماء الشرب + القهوة) فبلغ عدد أسنان هذه المجموعة 60 سن.
- محلول (الماء الشرب + الشاي) فبلغ عدد أسنان هذه المجموعة 60 سن.
- محلول (الكولا) فبلغ عدد أسنان هذه المجموعة 60 سن.

2- مواد وأجهزة البحث : Materials and Devises

1. أسنان أكريلية : VIVODENT

(VIVODENT, IvoclarVivadent, Liechtenstein.)

2. أسنان أكريلية SR PHONARES II (PHONARES)

(SR PHONARES II, IvoclarVivadent, Liechtenstein.)

3. أسنان أكريلية SR VIVODENT DCL (DCL)

(SR VIVODENT DCL, IvoclarVivadent, Liechtenstein.)

4. أسنان أكريلية SR VIVODENT PE (PE)

(SR VIVODENT PE, IvoclarVivadent, Liechtenstein.)

5. أسنان أكريلية FLORI-DENT

(Flori-Dent, SEIF, Damascus, Syria.)

6. رانتج أكريلي شفاف حراري التصلب:

(Rodex, S.R.L. Rodont, Salmoiraghi ,Produziowe, Dentaria.)

7. مطاط تكتيفي من قوام Putty :

(Putty Zetaplus (condensation silicone), Zhermack, Roma, Italy.)

8. مطاط تكتيفي مسرع:

(Indurent catalyst gel (condensation silicone), Zhermack, Roma, Italy.)

9. مقياس التغير اللوني Easy shade Compact من شركة Vita

(Easy shade Compact ,VITA Zahnfabrik, Säckingen, Germany.)

10. حواضن بلاستيكية محكمة الإغلاق.

11. جبس أبيض.

12. جبس أصفر.

13. بوتقة.

14. محاليل حاوية على (ماء مقطر، ماء الشرب + شاي، ماء الشرب + قهوة،

كولا)

15. سيليكات للعزل.

16. ماء وصابون.

17. ماء مقطر.

18. ورق ترشيح.

19. ظروف شاي Al-Karaze.

(Al-Karaze., Unilever Mashreq, Damascus, Syria.)

.20 قهوة Nescafe.

(Nestlè Brazil, Araras, Brazil.)

.21 كولا .

(Pepsi, Joud, Lattakia, Syria.)

3- الطرائق : Methods

➤ تحضير الأسنان:

لقد اخترنا خمسة أنواع من الأسنان الأكريلية التي تنتجها شركة Seif وشركة Ivoclar Vivadent والتي تنتمي إلى أجيال مختلفة وهي:

- Conventional PMMA teeth (unfilled) : VIVODENT , SR
VIVODENT PE
- Highly cross-linked PMMA teeth :(organically filler): SR
VIVODENT DCL
- Nanohybrid composite (NHC) teeth containing inorganic filler :SR
PHONARES II
- Cross-linked PMMA teeth : FLORI-DENT

حُضرت مكعبات من المطاط التكتيفي وُغرس السطح اللساني للأسنان ضمن المكعب قبل تصلبه.



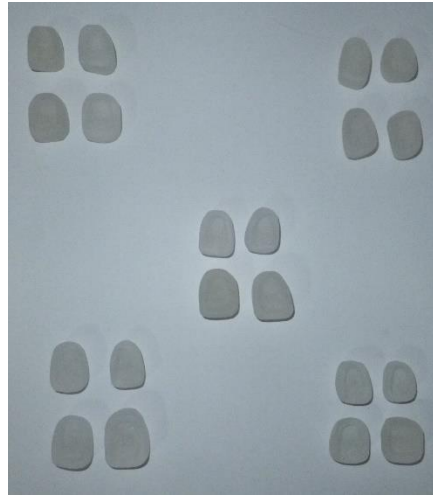
تم تحويل المطاط إلى إكريل شفاف عن طريق إنزال القوالب المطاطية دون الأسنان ضمن البوتقة ومن ثم إزالة القوالب وعزل السطوح الجبسية. طُبق بعد ذلك الأكريل الشفاف حراري التصلب ونُفذ الإغلاق التجريبي لإزالة الزوائد، من ثم جرى الإغلاق النهائي وتُركت البوتقة مدة 15 دقيقة.

شكل رقم (14) يبين غرس الأسنان ضمن القوالب المطاطية



شكل رقم (15) يبين إنزال القوالب المطاطية ضمن بواتق

وُضعت البوتقة مع المربط ضمن جهاز التصليب ورفعت درجة الحرارة تدريجياً حتى وصلت إلى 70 درجة مئوية، وحُوفظ عليها لمدة ساعة ثم رُفعت إلى درجة الحرارة 90 درجة مئوية وأبقي عليها مدة 30 دقيقة. تُركت بعد ذلك البوتقة لتبرد تدريجياً ضمن الماء، ثم فُتحت وأزيلت الزوائد وشُذبت القواعد الأكريلية.



شكل رقم (16) يبين القواعد الأكريلية

تُثبت الأسنان عبر قاعدتها من السطح الأنسي إلى السطح الوحشي ورتبت أسنان كل مجموعة ضمن سلسلة حيث فصل بين كل سنٍ وآخر حبةً من الخرز. رُتبت الأسنان ضمن السلسلة على الشكل التالي: ثلاث ثنايا يمين - ثلاث ثنايا يسار - ثلاث رباعيات يمين - ثلاث رباعيات يسار، وتم الحفاظ على هذا الترتيب عند تحرير الأسنان من السلسلة لأخذ القراءات في نهاية كل فترة من فترات الغمر. جرى بعد ذلك وضع الأسنان ضمن المحاليل. قد تم ترتيب الأسنان ضمن الحواضن بترتيب واحد وهو على الشكل التالي: (PHONARES, FLORI-) (DENT, VIVODENT ,PE, DCL) . كما قمنا بإعطاء رقم لكل محلول على الشكل التالي: ماء مقطر (1)، محلول الشاي (2)، محلول القهوة (3)، كولا (4).



شكل رقم (17) يبين تثقيب الأسنان وترتيبها ضمن السلاسل ووضعها ضمن الحواضن البلاستيكية

➤ تحضير محاليل الغمر:

المحلول الشاهد: الماء المقطر.

المحلول الأول: حُضِر محلول (ماء الشرب + شاي) عن طريق إضافة 3 ظروف من

شاي الكرزة إلى 1000 مل من ماء الشرب عند الغليان وتركت مدة 5 دقائق ثم أُزيلت.

المحلول الثاني: حُضِر محلول (ماء الشرب + قهوة) عن طريق إضافة 100 غرام من

قهوة Nescafe إلى 1000 مل من ماء الشرب عند الغليان.

تُرك المحلولين ليبردًا حتى درجة 37 درجة مئوية، عندها رُشِح المحلولان باستخدام ورقة ترشيح

وتركا جانباً لتصل درجة حرارتهما إلى درجة حرارة الغرفة.

المحلول الثالث: حُضِر محلول (الكولا) بوضع 1000 مل من الكولا، تماثل حرارتها

درجة حرارة الغرفة، في وعاء فارغ محكم الإغلاق.

تم غمر الأسنان ضمن المحاليل بدرجة حرارة الغرفة، كما تم إغلاق الحواضن بإحكام خلال

مراحل الغمر. تمت إعادة تحضير المحاليل المستخدمة في نهاية كل مرحلة من مراحل الغمر.

➤ طريقة قياس التغير اللوني:

تُفُذت القياسات اللونية باستخدام جهاز **Easy shade Compact** من شركة **Vita** وهو

الجهاز الموجود في قسم مداواة الأسنان بكلية طب الأسنان بجامعة دمشق، والذي يتألف من

عدسة قطرها 0.5 سم. طُبِقت العدسة على العينة المراد قياس لونها فأعطى هذا الإجراء ثلاث

قراءات L- a - b حيث يمثل **b** التَّلَوْنُ أصفر - أزرق، و **a** يمثل التَّلَوْنُ أحمر - أخضر، و **L** يمثل الضياء أو الظلمة، علماً أن هذا الجهاز؛ كما أسلفنا، يتبع نظام CIE (Commission Internationale d'Eclairage). الموصى به من قبل جمعية أطباء الأسنان الأمريكية (ADA)(Salloum 2013).

قبل غمر كل مجموعةٍ من الأسنان في المحلول المناسب ، وُضعت في الماء المقطر بدرجة 37 ± 1 م لمدة 24 ساعة لجعلها رطبةً. (Hipolito et al 2013, Salloum 2013). وأجريت معايرة للجهاز قبل إجراء القياسات اللونية الأولية باستخدام لوحة المعايرة البيضاء التي تأتي مع الجهاز (Salloum 2013).



شكل رقم (18)

طريقة المعايرة لجهاز Easyshade Compact قبل كل استخدام

تم قياس اللون لكل سن مع خلفية بيضاء (Ertaş et al 2006, Salloum 2013). كما أجريت القياسات الأولية بوضع عدسة الجهاز على الثلث المتوسط من السن (Salloum 2013)، وتمت معايرة الجهاز بعد كل ثلاث قراءات للجهاز، حيث تم إعادة القياس لكل سن من العينة ثلاث مرات وتم أخذ المتوسط الحسابي للقراءات المعطاة. وأعيدت هذه الطريقة في القياس بعد كل مرحلة من مراحل الغمر وبنفس الطريقة. غُمرت بعد ذلك الأسنان ضمن محاليل الدراسة، وأعيد القياس بعد يوم، وأسبوع، وشهر، وشهرين. و قبل إجراء كل قياس تم إزالة الأسنان من المحاليل الملونة وغُسلت بالماء المقطر وجُففت باستخدام منديل ورقي. (Hipolito et al 2013).



شكل رقم (19) يبين طريقة قياس اللون باستخدام القاعدة الأكريلية

جرى بعد ذلك حساب ΔL ، Δa ، Δb ، وحُسب التغير اللوني ΔE من العلاقة (Koksal et al 2008, Assunção et al 2009, Topcu et al 2009, Imirzalioglu et al 2010, Sadoon et al 2011, SILVA, et al 2011, Bayindir et al 2012, Falkensammer et al 2013, Hipolito et al 2013, Kheraif et al 2013, Salloum 2013)

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

حُوّلت قيم ΔE إلى وحدات NBS(National Buceau of Standard) وذلك بضرب

قيمة ΔE بـ 0.92 وقرأت النتائج على الشكل التالي: (Koksal, et al 2008)

- (0.5) هناك أثر في التغير اللوني.
- (1.5 - 0.5) هناك مقدار قليل غير ملحوظ سريريا من التلون.
- (3.0 - 1.5) هناك مقدار من التغير ملاحظ سريريا.
- (6 - 3) التغير معتبر .
- (12 - 6) التغير كبير .
- 12 فما فوق يكون التغير كبير جدا وغير مقبول .

4- التحاليل الإحصائية: Statistical Analysis

الفرضية الصفرية: لا يوجد فرق دالّ إحصائياً بين مقادير التغير اللوني لأنواع الأسنان المستخدمة في الدراسة، بعد غمرها في محاليل الشاي والقهوة والكولا لمدة أسبوع وشهر و شهرين، وذلك بمستوى دلالة $\alpha = 0.05$

الفرضية البديلة: يوجد فرق دالّ إحصائياً بين مقادير التغير اللوني لأنواع الأسنان المستخدمة في الدراسة بعد غمرها في محاليل الشاي والقهوة والكولا لمدة أسبوع ولشهر و لشهرين وذلك بمستوى معنوية $\alpha = 0.05$

تم تحليل النتائج باستخدام برنامج **SPSS Statistics 22** حيث تم تطبيق اختبار **ANOVA** لتحليل الفرق بين القياسات المتكررة بوجود عاملين مشتركين بين المجموعات **two between-unit factors** (خمسة أنواع من الأسنان و أربعة محاليل ملونة) وعامل واحد ضمن المجموعات **one within-unit factor** (أربع فترات زمنية) لنجد فيما إذا كان هناك علاقة وإمكانية التأثير المتبادل بين العوامل.

استخدم بعد ذلك تحليل **two-way ANOVA** في كل مرحلة من مراحل الغمر لاستنتاج فيما إذا كان هناك فرق ذو دلالة احصائية بين العوامل الموجودة . وعند ظهور فرق إحصائي تم إخضاع كل عامل مشترك بين المجموعات **between-unit factor** إلى كلٍ من تحليل **one-way ANOVA** و تحليل **Tukey's** للمقارنة المتعددة .

ولدراسة تأثير نوع محلول الغمر على قيم التغير اللوني للأسنان المستخدمة تم تطبيق تحليل **MIXED ANOVA** لتحليل الفرق بين القياسات المتكررة على كل مجموعة من السوائل، وعند وجود فرق تم تطبيق **Tukey** لدراسة الفروق الثنائية بين المجموعات.

ثم تم تطبيق **one-way ANOVA** في كل مرحلة زمنية لبيان في أي مرحلة زمنية ظهر الفرق يكمن الفرق.

ولدراسة وجود فرق بين فترات الغمر تم استخدام تحليل **one-way ANOVA**. وعند وجود فرق تم تطبيق **Tukey** لدراسة الفروق الثنائية بين المجموعات.

الباب الثالث: النتائج: Results

1- دراسة قيم التغير اللوني :

يظهر في الجدول رقم (1) متوسط قيم التغير اللوني (ΔE) مع قيمة NBS للأسنان

المستخدمة في كل فترة من فترات الغمر:

جدول رقم (1) يبين متوسط قيم التغير اللوني

الأسنان	مدة الغمر	الماء المقطر		محلول الشاي		محلول القهوة		الكولا	
		ΔE	NBS	ΔE	NBS	ΔE	NBS	ΔE	NBS
PHONARES	بعد يوم	0.039	0.036	0.482	0.446	0.515	0.475	0.341	0.313
	بعد أسبوع	0.076	0.069	0.604	0.558	0.800	0.736	0.451	0.414
	بعد شهر	0.105	0.096	1.124	1.034	1.252	1.151	0.523	0.481
	بعد شهرين	0.173	0.159	1.390	1.278	1.898	1.746	0.853	0.784
FLORIDENT	بعد يوم	0.044	0.040	0.874	0.804	1.060	0.975	0.699	0.643
	بعد أسبوع	0.152	0.139	1.157	1.064	1.498	1.378	1.021	0.939
	بعد شهر	0.456	0.419	1.902	1.749	2.613	2.404	1.125	1.035
	بعد شهرين	0.707	0.650	2.550	2.346	3.408	3.135	1.587	1.460
VIVODENT	بعد يوم	0.481	0.443	1.639	1.508	1.469	1.351	0.988	0.909
	بعد أسبوع	1.479	1.369	2.304	2.119	2.263	2.081	1.543	1.419
	بعد شهر	2.038	1.875	2.774	2.552	3.104	2.855	1.887	1.736
	بعد شهرين	2.330	2.143	3.381	3.110	4.193	3.857	2.290	2.106
PE	بعد يوم	0.602	0.554	1.399	1.231	1.382	1.271	0.901	0.828
	بعد أسبوع	0.651	0.599	1.887	1.736	2.373	2.183	1.427	1.312
	بعد شهر	1.102	1.013	2.738	2.519	3.190	2.934	1.713	1.575
	بعد شهرين	1.435	1.320	3.416	2.894	4.117	3.787	2.092	1.924
DCL	بعد يوم	0.049	0.045	0.781	0.718	0.931	0.856	0.718	0.660
	بعد أسبوع	0.178	0.163	1.043	0.959	1.118	1.028	0.958	0.881
	بعد شهر	0.467	0.429	1.676	1.542	2.472	2.274	1.020	0.939
	بعد شهرين	0.793	0.729	2.197	2.021	2.997	2.757	1.250	1.150

1-1- دراسة وجود علاقة بين قيمة التغير اللوني ونوع السن ونوع السائل:

أظهر تحليل ANOVA للقياسات المتكررة أن هناك تأثيراً متبادلاً بفرق جوهري ($\alpha=0.05 > 0.000$) ذي دلالة إحصائية بين العوامل الثلاثة (نوع الأسنان وسائل الغمر ومدة الغمر).

أما عند تطبيق **two-way ANOVA** في كل مرحلة فلقد وجدنا أن :

✓ في المرحلة الأولى : أن هناك علاقة جوهريّة بين أنواع الأسنان وسوائل الغمر ($\alpha=0.000 > 0.05$) اعتماداً على قيمة التغير اللوني في المرحلة الأولى
($\Delta E1$).

✓ في المرحلة الثانية : وجدنا أن هناك علاقة جوهريّة ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين أنواع الأسنان وسوائل الغمر اعتماداً على قيمة التغير اللوني في المرحلة الثانية ($\Delta E2$).

✓ في المرحلة الثالثة : وجدنا أن هناك علاقة جوهريّة ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين أنواع الأسنان وسوائل الغمر اعتماداً على قيمة التغير اللوني في المرحلة الثالثة ($\Delta E3$).

✓ المرحلة الرابعة: وجدنا أن هناك علاقة جوهريّة ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين أنواع الأسنان وسوائل الغمر اعتماداً على قيمة التغير اللوني في المرحلة الرابعة ($\Delta E4$).

1-2-2-دراسة قيم التغير اللوني في كل مرحلة زمنية:

وُجد عند تطبيق **one-way ANOVA** :

1-2-1- في المرحلة الأولى : (بعد يوم من الغمر)

(a) وجد فرقٌ جوهريٌّ ذو دلالةٍ إحصائيةٍ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين اثنتين على الأقل من

أنواع سوائل الغمر، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء المقارنة

الثنائية وفق طريقة **Tukey** ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السوائل فقد وجدنا (جدول

رقم 2):

جدول رقم (2)

بين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل **Tukey**

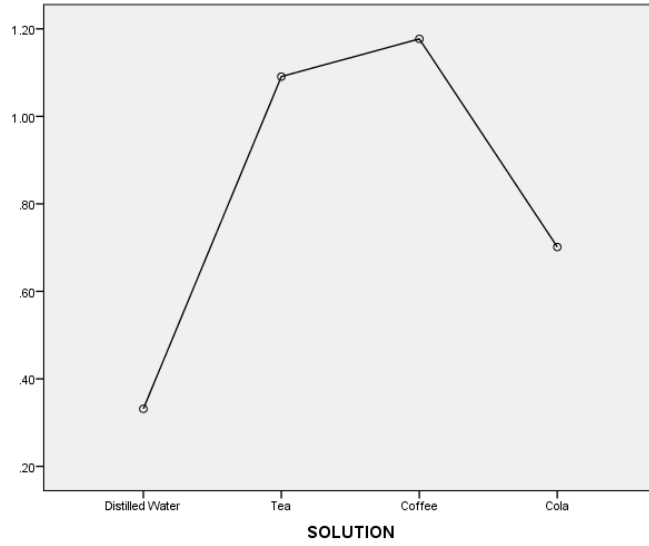
المحلول (I)	المحلول (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
الماء المقطر	محلول الشاي	-.75945*	.07586	.000	-.9557	-.5632
	محلول القهوة	-.84555*	.07586	.000	-1.0418	-.6493
	الكولا	-.36988*	.07586	.000	-.5662	-.1736
محلول الشاي	الماء المقطر	.75945*	.07586	.000	.5632	.9557
	محلول القهوة	-.08610	.07586	.668	-.2824	.1102
	الكولا	.38956*	.07586	.000	.1933	.5858
محلول القهوة	الماء المقطر	.84555*	.07586	.000	.6493	1.0418
	محلول الشاي	.08610	.07586	.668	-.1102	.2824
	الكولا	.47566*	.07586	.000	.2794	.6719
الكولا	الماء المقطر	.36988*	.07586	.000	.1736	.5662
	محلول الشاي	-.38956*	.07586	.000	-.5858	-.1933
	محلول القهوة	-.47566*	.07586	.000	-.6719	-.2794

ثمة فروقٌ ثنائيةٌ جوهريّةٌ ذات دلالةٍ إحصائيةٍ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين الماء المقطر وكل نوع من أنواع سوائل الغمر الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للماء المقطر بعد يوم من الغمر قيمة $\Delta E=0.331$ وبلغ متوسط قيمة $NBS=0.304$ وكان التغير قليلاً جداً.

وهناك أيضاً فرقٌ جوهريٌّ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين الكولا وكل نوع من أنواع السوائل الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للكولا بعد يوم من الغمر قيمة $\Delta E=0.701$ وبلغ متوسط قيمة $NBS=0.644$ وكان التغير قليلاً.

ويوجد فرقٌ جوهريٌّ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين القهوة وكل من الماء المقطر والكولا، كما يوجد فرق جوهري ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين الشاي وكل من الماء المقطر والكولا.

إلا أنه لا يوجد فرق بين القهوة والشاي في هذه المرحلة ($\alpha=0.668 > 0.05$) حيث بلغ متوسط التغير اللوني للشاي بعد يوم من الغمر قيمة $\Delta E=1.091$ ، وبلغ متوسط التغير اللوني للقهوة بعد يوم من الغمر قيمة $\Delta E=1.177$.



رسم بياني رقم (1) يبين الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الأولى من الغمر

(b) وجد فرقاً جوهرياً ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين اثنين على الأقل من أنواع الأسنان

المستخدمة، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء المقارنة الثنائية

وفق طريقة **Tukey** ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين الأسنان فقد وجدنا (جدول رقم

:3)

يوجد فروق ثنائية جوهرية ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين كل من أسنان **PHONARES** وكل

نوع من الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد يوم من الغمر قيمة **E= 0.344**

Δ ، وعند الرجوع إلى متوسط قيمة **NBS** لهذه الأسنان **NBS=0.316** نجد أن التغير كان

قليلاً جداً.

كما يوجد فرق ثنائية جوهريه ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين كل من أسنان **VIVODENT** وكل

نوع من الأسنان الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد يوم من الغمر قيمة **1.293**

$\Delta E=$ ، ولدى الرجوع إلى قيمة **NBS=1.189** نجد أن التغير كان قليلاً.

جدول رقم (3)

بين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل **Tukey**

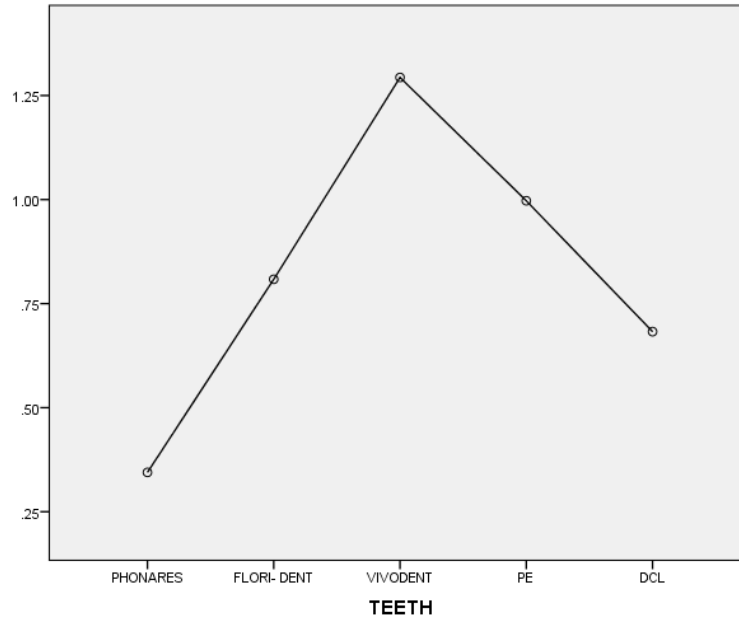
الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI- DENT	-.46410*	.08825	.000	-.7067	-.2215
	VIVODENT	-.94908*	.08825	.000	-1.1917	-.7065
	PE	-.65273*	.08825	.000	-.8953	-.4101
	DCL	-.33828*	.08825	.002	-.5809	-.0957
FLORI- DENT	PHONARES	.46410*	.08825	.000	.2215	.7067
	VIVODENT	-.48498*	.08825	.000	-.7276	-.2424
	PE	-.18863	.08825	.208	-.4312	.0540
	DCL	.12583	.08825	.612	-.1168	.3684
VIVODENT	PHONARES	.94908*	.08825	.000	.7065	1.1917
	FLORI- DENT	.48498*	.08825	.000	.2424	.7276
	PE	.29636*	.08825	.008	.0537	.5390
	DCL	.61081*	.08825	.000	.3682	.8534
PE	PHONARES	.65273*	.08825	.000	.4101	.8953
	FLORI- DENT	.18863	.08825	.208	-.0540	.4312
	VIVODENT	-.29636*	.08825	.008	-.5390	-.0537
	DCL	.31445*	.08825	.004	.0718	.5571
DCL	PHONARES	.33828*	.08825	.002	.0957	.5809
	FLORI- DENT	-.12583	.08825	.612	-.3684	.1168
	VIVODENT	-.61081*	.08825	.000	-.8534	-.3682
	PE	-.31445*	.08825	.004	-.5571	-.0718

بينما لا يوجد فرق جوهري ($\alpha=0.612 > 0.05$) بين كل من أسنان **FLORI-DENT** و

أسنان **DCL** حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **FLPORI-DENT** بعد يوم من

الغمر قيمة $\Delta E = 0.808$ وبلغ متوسط التغير اللوني لأسنان DCL بعد يوم من الغمر قيمة $\Delta E = 0.682$.

كما وجدنا أنه لا يوجد فرق جوهري ($\alpha = 0.208 > 0.05$) بين كل من أسنان FLORI- DENT و أسنان PE حيث بلغ متوسط التغير اللوني لها بعد يوم من الغمر قيمة 0.997 . $\Delta E =$



رسم بياني رقم (2) يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الأولى من الغمر

1-2-2- في المرحلة الثانية : (بعد أسبوع من الغمر)

(a) وجد فرق جوهري ذو دلالة إحصائية بين اثنين على الأقل من أنواع سوائل الغمر

($\alpha = 0.000 > 0.05$)، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء

المقارنة الثنائية وفق طريقة **Tukey** ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السوائل

وجدنا: (جدول رقم 4)

هناك فروق ثنائية جوهرية ذات دلالة إحصائية ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين الماء المقطر وكل

نوع من أنواع سوائل الغمر الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للماء المقطر بعد أسبوع من

الغمر قيمة $\Delta E = 0.473$ ولقد بلغت قيمة $NBS = 0.435$ وكان التغير قليلاً جداً.

جدول رقم (4)

بين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل **Tukey**

المحلول (I)	المحلول (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
الماء المقطر	محلول الشاي	-1.19223 [*]	.17687	.000	-1.6499	-.7346
	محلول القهوة	-1.51756 [*]	.17687	.000	-1.9752	-1.0599
	الكولا	-.62259 [*]	.17687	.003	-1.0802	-.1649
محلول الشاي	الماء المقطر	1.19223 [*]	.17687	.000	.7346	1.6499
	محلول القهوة	-.32534	.17687	.258	-.7830	.1323
	الكولا	.56964 [*]	.17687	.008	.1120	1.0273
محلول القهوة	الماء المقطر	1.51756 [*]	.17687	.000	1.0599	1.9752
	محلول الشاي	.32534	.17687	.258	-.1323	.7830
	الكولا	.89497 [*]	.17687	.000	.4373	1.3526
الكولا	الماء المقطر	.62259 [*]	.17687	.003	.1649	1.0802
	محلول الشاي	-.56964 [*]	.17687	.008	-1.0273	-.1120
	محلول القهوة	-.89497 [*]	.17687	.000	-1.3526	-.4373

وهناك أيضاً فرق جوهري ذو دلالة احصائية ($\alpha=0.00 > 0.05$) بين الكولا وكل نوع من

أنواع السوائل الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للكولا بعد يوم من الغمر قيمة **1.096**

$\Delta E=$ وبلغ متوسط قيمة **NBS** لها قيمة **NBS=0.975** وكان التغير قليلاً.

وكذلك وجدنا فرقاً جوهرياً ذا دلالة احصائية ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين القهوة وكل من الماء

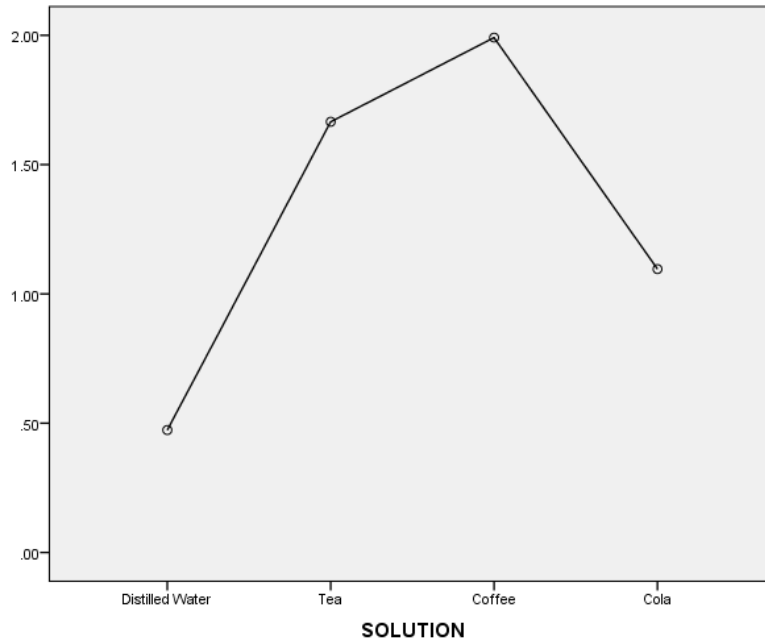
المقطر والكولا، وفرقاً جوهرياً ذو دلالة احصائية بين الشاي ($\alpha=0.000 > 0.05$) وكل من

الماء المقطر والكولا.

إلا أنه لا يوجد فرق ($\alpha=0.258 > 0.05$) بين القهوة والشاي في هذه المرحلة حيث بلغ

متوسط التغير للشاي بعد أسبوع من الغمر قيمة **$\Delta E= 1.665$** و بلغ متوسط التغير اللوني

للقهوة بعد أسبوع من الغمر قيمة **$\Delta E= 1.991$**



رسم بياني رقم (3) يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الثانية من الغمر

(b) وجد فرقٌ جوهريٌّ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين اثنتين على الأقل من أنواع الأسنان

المستخدمة، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء المقارنة الثنائية

وفق طريقة **Tukey** ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السوائل وجدنا: (جدول رقم 5)

جدول رقم (5)

بين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل **Tukey**

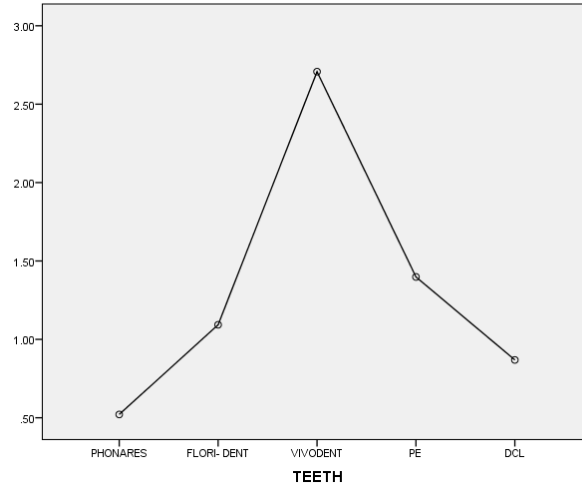
الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI- DENT	-.57185*	.17708	.012	-1.0587	-.0850
	VIVODENT	-2.18619*	.17708	.000	-2.6730	-1.6994
	PE	-.87703*	.17708	.000	-1.3638	-.3902
	DCL	-.34760	.17708	.288	-.8344	.1392
FLORI- DENT	PHONARES	.57185*	.17708	.012	.0850	1.0587
	VIVODENT	-1.61435*	.17708	.000	-2.1012	-1.1275
	PE	-.30518	.17708	.422	-.7920	.1816
	DCL	.22425	.17708	.712	-.2626	.7111
VIVODENT	PHONARES	2.18619*	.17708	.000	1.6994	2.6730
	FLORI- DENT	1.61435*	.17708	.000	1.1275	2.1012
	PE	1.30917*	.17708	.000	.8224	1.7960
	DCL	1.83860*	.17708	.000	1.3518	2.3254
PE	PHONARES	.87703*	.17708	.000	.3902	1.3638
	FLORI- DENT	.30518	.17708	.422	-.1816	.7920
	VIVODENT	-1.30917*	.17708	.000	-1.7960	-.8224
	DCL	.52943*	.17708	.025	.0426	1.0162
DCL	PHONARES	.34760	.17708	.288	-.1392	.8344
	FLORI- DENT	-.22425	.17708	.712	-.7111	.2626
	VIVODENT	-1.83860*	.17708	.000	-2.3254	-1.3518
	PE	-.52943*	.17708	.025	-1.0162	-.0426

أن ثمة فروق ثنائية جوهريّة بين كل من أسنان **PHONARES** وكل نوع من الأسنان الأخرى ما عدا أسنان **DCL** ($0.288 < \alpha = 0.05$) حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد أسبوع من الغمر لأسنان **PHONARES** قيمة $\Delta E = 0.521$ كما كان الفرق بين أسنان **PHONARES** و أسنان **FLORI-DENT** قليلاً فلقد بلغت قيمة ($\alpha = 0.012 >$)
($\alpha = 0.05$)

كما توجد فروق ثنائية جوهريّة ($\alpha = 0.000 > 0.05$) بين كل من أسنان **VIVODENT** وكل نوع من الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد أسبوع من الغمر قيمة
 $\Delta E = 2.707$

بينما لا يوجد فرق جوهريّ بين كل من أسنان **FLORI-DENT** و أسنان **DCL** ($\alpha = 0.712$)
($0.05 <$) حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **FLPORI-DENT** بعد أسبوع من الغمر
قيمة $\Delta E = 1.093$ وبلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **DCL** بعد يوم من الغمر قيمة
 $\Delta E = 0.868$.

كما وجدنا أن لا يوجد فرق جوهري بين كل من أسنان **FLORI-DENT** و أسنان
VIVODENT PE ($\alpha = 0.422 < 0.05$) حيث بلغ متوسط التغير اللوني لها بعد يوم من
الغمر قيمة $\Delta E = 1.398$.



رسم بياني رقم (4) يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الثانية من

الغمر

1-2-3- في المرحلة الثالثة : (بعد شهر من الغمر)

(a) وجد فرق جوهري ذو دلالة إحصائية بين اثنين على الأقل من أنواع سواثل الغمر

($\alpha=0.000 > 0.05$) ، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء

المقارنة الثنائية وفق طريقة Tukey ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السواثل فقد

وجدنا: (جدول رقم 6)

ثمة فروق ثنائية جوهريّة ذات دلالة إحصائية ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين الماء المقطر وكل

نوع من أنواع سواثل الغمر الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للماء المقطر بعد شهر من

الغمر قيمة $\Delta E = 0.728$ ، ويوجد أيضاً فرق جوهري ذو دلالة إحصائية ($\alpha=0.00$)

($0.05 >$) بين الكولا وكل نوع من أنواع السواثل الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للكولا

بعد شهر من الغمر قيمة $\Delta E = 1.268$

كما يوجد فرقٌ جوهريٌّ ذو دلالةٍ احصائيةٍ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين القهوة والشاي وكل من الماء المقطر والكولا.

وكان هناك فرق بين القهوة والشاي ($\alpha=0.022 > \alpha=0.05$) في هذه المرحلة حيث بلغ متوسط

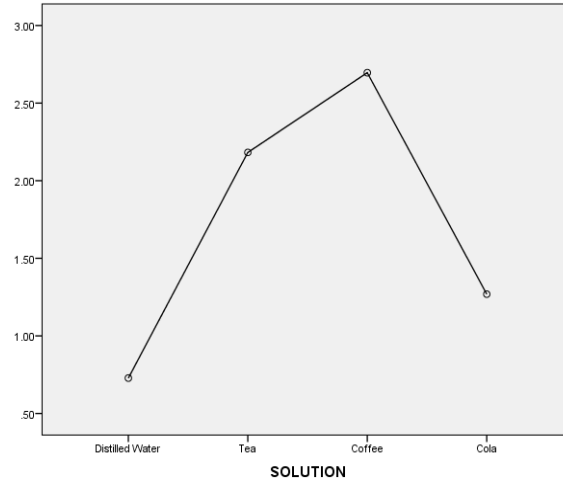
التغير للشاي بعد شهر من الغمر قيمة $\Delta E = 2.182$ و بلغ متوسط التغير اللوني للقهوة

بعد شهر من الغمر قيمة $\Delta E = 2.695$.

جدول رقم (6)

بين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey

المحلول (I)	المحلول (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
الماء المقطر	محلول الشاي	-1.45379*	.17771	.000	-1.9136	-.9940
	محلول القهوة	-1.96765*	.17771	.000	-2.4275	-1.5078
	الكولا	-.54064*	.17771	.004	-1.0005	-.0808
الماء المقطر	محلول الشاي	1.45379*	.17771	.000	.9940	1.9136
	محلول القهوة	-.51386*	.17771	.022	-.9737	-.0540
	الكولا	.91315*	.17771	.000	.4533	1.3730
محلول القهوة	الماء المقطر	1.96765*	.17771	.000	1.5078	2.4275
	محلول الشاي	.51386*	.17771	.022	.0540	.9737
	الكولا	1.42701*	.17771	.000	.9672	1.8868
الكولا	الماء المقطر	.54064*	.17771	.004	.0808	1.0005
	محلول الشاي	-.91315*	.17771	.000	-1.3730	-.4533
	محلول القهوة	-1.42701*	.17771	.000	-1.8868	-.9672



رسم بياني رقم (5) يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الثالثة من الغمر

(b) يوجد فرقٌ جوهريٌّ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين اثنين على الأقل من أنواع الأسنان

المستخدمة، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء المقارنة الثنائية

وفق طريقة **Tukey** ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السوائل فقد وجدنا: (جدول رقم

(7)

توجد فروقٌ ثنائيةٌ جوهريَّةٌ بين كل من أسنان **PHONARES** وكل نوع من الأسنان الأخرى

حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد شهر من الغمر لأسنان **PHONARES** قيمة **0.725**

. $\Delta E =$

كما توجد فروقٌ ثنائيةٌ جوهريَّةٌ ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين كل من أسنان **VIVO DENT**

وكل نوع من الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد شهر من الغمر قيمة

. $\Delta E = 2.864$

بينما لا يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين كل من أسنان **FLORI-DENT** و أسنان **DCL** ($\alpha=0.928$)

($0.05 <$ حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **FLPORI-DENT** بعد شهر من الغمر

قيمة $\Delta E = 1.494$ وبلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **DCL** بعد شهر من الغمر قيمة

$\Delta E = 1.324$.

جدول رقم (7)

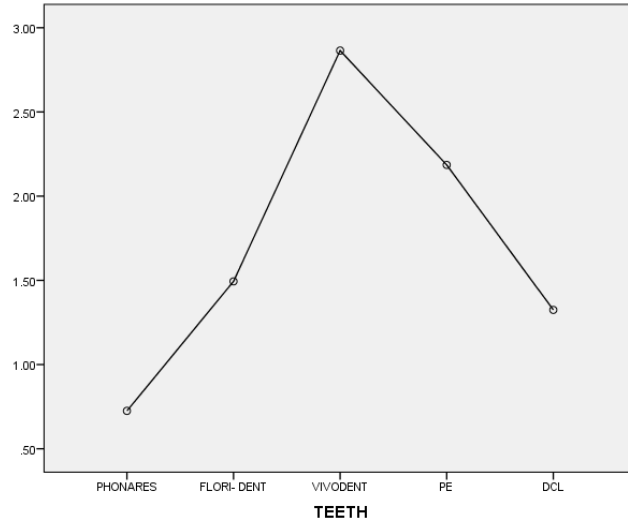
بين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل **Tukey**

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI- DENT	-.76900*	.20370	.002	-1.3290	-.2090
	VIVODENT	-2.13946*	.20370	.000	-2.6995	-1.5795
	PE	-1.46042*	.20370	.000	-2.0204	-.9004
	DCL	-.59970*	.20370	.029	-1.1597	-.0397
FLORI- DENT	PHONARES	.76900*	.20370	.002	.2090	1.3290
	VIVODENT	-1.37047*	.20370	.000	-1.9305	-.8105
	PE	-.69142*	.20370	.007	-1.2514	-.1314
	DCL	.16930	.20370	.921	-.3907	.7293
VIVODENT	PHONARES	2.13946*	.20370	.000	1.5795	2.6995
	FLORI- DENT	1.37047*	.20370	.000	.8105	1.9305
	PE	.67905*	.20370	.009	.1191	1.2390
	DCL	1.53976*	.20370	.000	.9798	2.0998
PE	PHONARES	1.46042*	.20370	.000	.9004	2.0204
	FLORI- DENT	.69142*	.20370	.007	.1314	1.2514
	VIVODENT	-.67905*	.20370	.009	-1.2390	-.1191
	DCL	.86071*	.20370	.000	.3007	1.4207
DCL	PHONARES	.59970*	.20370	.029	.0397	1.1597
	FLORI- DENT	-.16930	.20370	.921	-.7293	.3907
	VIVODENT	-1.53976*	.20370	.000	-2.0998	-.9798
	PE	-.86071*	.20370	.000	-1.4207	-.3007

كما وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **VIVODENT PE** ($\alpha=0.00 > 0.05$) وكل نوع من

الأسنان المستخدمة حيث بلغ متوسط التغير اللوني لها بعد شهر من الغمر قيمة

$$\Delta E = 2.185$$



رسم بياني رقم (6) يبين الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الثالثة من الغمر

1-2-4- في المرحلة الرابعة : (بعد شهرين من الغمر)

(a) أنه يوجد فرقاً جوهرياً ذو دلالة إحصائية بين اثنين على الأقل من أنواع سوائل الغمر

($\alpha=0.000 > 0.05$)، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء

المقارنة الثنائية وفق طريقة Tukey ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السوائل فقد

وجدنا: (جدول رقم 8)

هناك فروقاً ثنائية جوهرياً ذات دلالة إحصائية ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين الماء المقطر وكل

نوع من أنواع سوائل الغمر لأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للماء المقطر بعد شهرين من

الغمر قيمة $\Delta E = 0.732$ ، ويوجد أيضاً فرقاً جوهرياً ذو دلالة إحصائية ($\alpha = 0.000$)

($0.05 > \alpha$) بين الكولا وكل نوع من أنواع السوائل الأخرى، حيث بلغ متوسط التغير اللوني للكولا

بعد شهرين من الغمر قيمة $\Delta E = 1.634$.

كما يوجد فرقاً جوهرياً ذو دلالة إحصائية ($\alpha = 0.000 > 0.05$) بين القهوة وكل من الماء

المقطر والكولا.

جدول رقم (8)

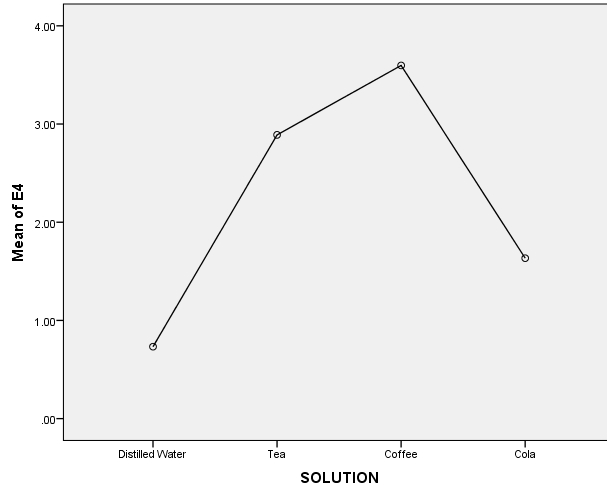
بين الفرق بين قيم ΔE بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey

المحلولة (I)	المحلولة (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
الماء المقطر	محلول الشاي	-2.15689*	.19424	.000	-2.6595	-1.6543
	محلول القهوة	-2.86398*	.19424	.000	-3.3666	-2.3614
	الكولا	-.90147*	.19424	.000	-1.4041	-.3989
الماء المقطر	محلول الشاي	2.15689*	.19424	.000	1.6543	2.6595
	محلول القهوة	-.70709*	.19424	.002	-1.2097	-.2045
	الكولا	1.25542*	.19424	.000	.7528	1.7580
محلول القهوة	الماء المقطر	2.86398*	.19424	.000	2.3614	3.3666
	محلول الشاي	.70709*	.19424	.002	.2045	1.2097
	الكولا	1.96251*	.19424	.000	1.4599	2.4651
الكولا	الماء المقطر	.90147*	.19424	.000	.3989	1.4041
	محلول الشاي	-1.25542*	.19424	.000	-1.7580	-.7528
	محلول القهوة	-1.96251*	.19424	.000	-2.4651	-1.4599

وأصبح الفرق بين القهوة والشاي جوهرياً ($\alpha = 0.00 > 0.05$) في هذه المرحلة، حيث بلغ

متوسط التغير للشاي بعد شهرين من الغمر قيمة $\Delta E = 2.889$ و بلغ متوسط التغير اللوني

للقهوة بعد شهرين من الغمر قيمة $\Delta E = 3.596$.



رسم بياني رقم (7) يبين الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الرابعة من الغمر

(b) يوجد فرق جوهري ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين اثنين على الأقل من أنواع الأسنان

المستخدمة، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء المقارنة الثنائية

وفق طريقة **Tukey** ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السوائل فقد وجدنا: (جدول رقم

(9)

توجد فروق ثنائية جوهرياً بين كل من أسنان **PHONARES** وكل نوع من الأسنان الأخرى،

وكان الفرق مع أسنان **DCL** ($\alpha=0.009 > 0.05$) ، حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد

شهرين من الغمر لأسنان **PHONARES** قيمة $\Delta E = 1.100$.

كما توجد فروق ثنائية جوهرياً ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين كل من أسنان **VIVODENT**

وكل نوع من الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط التغير اللوني بعد شهرين من الغمر قيمة

$\Delta E = 3.417$ ما عدا أسنان **VIVODENT PE** ($\alpha=0.079 > 0.05$) حيث بلغ متوسط

التغير اللوني لها بعد شهرين من الغمر قيمة $\Delta E = 2.723$.

جدول رقم (9)

بين الفرق بين قيم ΔE_4 بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey

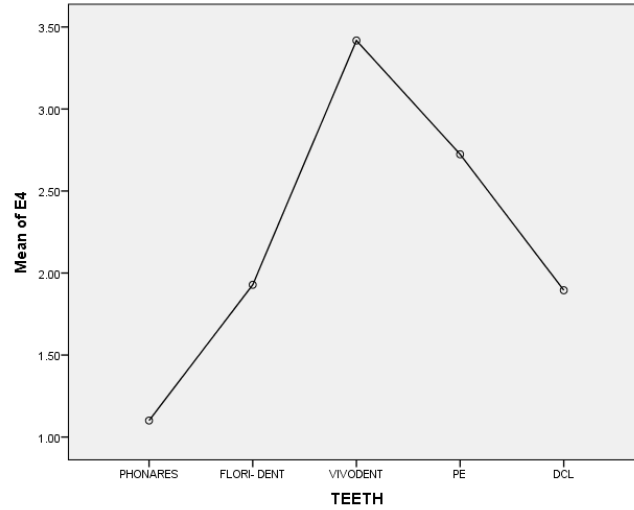
(I) الأسنان	(J) الأسنان	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.82775*	.26986	.000	-1.5696	-.0859
	VIVODENT	-2.31691*	.26986	.000	-3.0588	-1.5750
	PE	-1.62321*	.26986	.000	-2.3651	-.8813
	DCL	-.79425*	.26986	.009	-1.5361	-.0524
FLORI-DENT	PHONARES	.82775*	.26986	.000	.0859	1.5696
	VIVODENT	-1.48916*	.26986	.000	-2.2310	-.7473
	PE	-.79545*	.26986	.009	-1.5373	-.0536
	DCL	.03351	.26986	1.000	-.7084	.7754
VIVODENT	PHONARES	2.31691*	.26986	.000	1.5750	3.0588
	FLORI-DENT	1.48916*	.26986	.000	.7473	2.2310
	PE	.69370	.26986	.079	-.0482	1.4356
	DCL	1.52266*	.26986	.000	.7808	2.2645
PE	PHONARES	1.62321*	.26986	.000	.8813	2.3651
	FLORI-DENT	.79545*	.26986	.009	.0536	1.5373
	VIVODENT	-.69370	.26986	.079	-1.4356	.0482
	DCL	.82896*	.26986	.020	.0871	1.5708
DCL	PHONARES	.79425*	.26986	.009	.0524	1.5361
	FLORI-DENT	-.03351	.26986	1.000	-.7754	.7084
	VIVODENT	-1.52266*	.26986	.000	-2.2645	-.7808
	PE	-.82896*	.26986	.000	-1.5708	-.0871

بينما لا يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين كلِّ من أسنان FLORI-DENT و أسنان DCL

($\alpha=1.000 > 0.05$) حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان FLORI-DENT بعد

شهرين من الغمر قيمة $\Delta E = 1.928$ وبلغ متوسط التغير اللوني لأسنان DCL بعد شهرين

من الغمر قيمة $\Delta E = 1.895$.



رسم بياني رقم (8) يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الرابعة من الغمر

2- دراسة العلاقة بين فترات الغمر :

تم استخدام تحليل **one-way ANOVA** لبيان وجود فروقٍ بين فترات الغمر الأربعة، وقد وجدنا فرق جوهري ($\alpha=0.000 > 0.05$) بين اثنتين على الأقل من فترات الغمر، ولمعرفة أي من المتوسطات يختلف عن الآخر تم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة **Tukey** ، وعند دراسة الفروق الثنائية بين السوائل فقد وجدنا: (جدول رقم 10)

جدول رقم (10)

بين الفرق بين قيم ΔE بين فترات الغمر الأربعة اعتماداً على تحليل **Tukey**

مدة (I) الغمر	مدة الغمر (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
بعد يوم	بعد أسبوع	-.06509	.13304	.961	-.4075	.2773
	بعد شهر	-.22407	.13304	.333	-.5664	.1183
	بعد شهرين	-.60587*	.13304	.000	-.9482	-.2635
بعد أسبوع	بعد يوم	.06509	.13304	.961	-.2773	.4075
	بعد شهر	-.15899	.13304	.630	-.5014	.1834
	بعد شهرين	-.54078*	.13304	.000	-.8832	-.1984
بعد شهر	بعد يوم	.22407	.13304	.333	-.1183	.5664
	بعد أسبوع	.15899	.13304	.630	-.1834	.5014
	بعد شهرين	-.38179*	.13304	.012	-.7242	-.0394
بعد شهرين	بعد يوم	.60587*	.13304	.000	.2635	.9482
	بعد أسبوع	.54078*	.13304	.000	.1984	.8832
	بعد شهر	.38179*	.13304	.012	.0394	.7242

لا توجد فروقٍ ثنائية ذات دلالةٍ إحصائيةٍ بين الفترة الأولى (بعد يوم) وبين الفترة الثانية والثالثة

(بعد أسبوع وبعد شهر) حيث بلغ متوسط التغير اللوني في الفترة الأولى $\Delta E= 1.599$ و بلغ

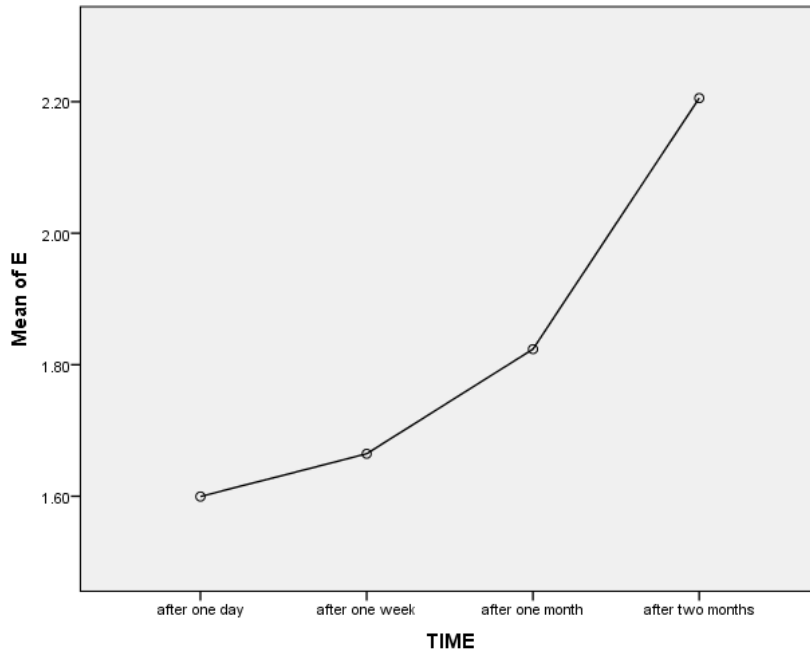
متوسط التغير اللوني في الفترة الثانية $\Delta E = 1.664$ و بلغ متوسط التغير اللوني في الفترة

الثالثة $\Delta E = 1.823$.

لكن يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين الثلاث فترات الأولى والثانية والثالثة (بعد يوم، أسبوع و شهر على

الترتيب) وبين الفترة الرابعة (بعد شهرين) ($\alpha = 0.000 > 0.05$) حيث بلغ متوسط التغير

اللوني في هذه الفترة $\Delta E = 2.205$.



رسم بياني رقم (9) يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل مرحلة من مراحل الغمر الأربعة

3- العلاقة بين نوع السن ونوع السائل:

عند دراسة الفرق بين أنواع الأسنان ضمن كل سائلٍ من سوائل الغمر، تم تطبيق تحليل **MIXED ANOVA** على كل مجموعة من السوائل ووجدنا:

3-1- في الماء المقطر:

يوجد فرقٌ جوهريٌّ ذو دلالةٍ إحصائيةٍ بين اثنين على الأقل من أنواع الأسنان المستخدمة ($\alpha=0.000 > 0.05$)، ولدراسة الفروق الثنائية بين أنواع الاسنان تم تطبيق تحليل **TURKY** ووجدنا: (جدول رقم 11)

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكلٍ من أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **PHONARES** $\Delta E= 0.099$ بينما بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E= 0.34$ ولأسنان **DCL** $\Delta E= 0.371$

بينما لا يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL**، في حين وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **VIVODENT** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E= 1.557$

كما يوجد فرق جوهري بين أسنان **PE** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E= 0.796$

ومن ثم تم تطبيق تحليل **ONE WAY ANOVA** في كل مرحلة زمنية ووجدنا :

3-1-1- في المرحلة الأولى : (جدول رقم 11)

جدول رقم (11)

بين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	فرق (I-J) المتوسط	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.00475	.04769	1.000	-.1393	.1298
	VIVODENT	-.44200*	.04769	.000	-.5765	-.3075
	PE	-.56278*	.04769	.000	-.6973	-.4283
	DCL	-.00846	.04769	1.000	-.1430	.1261
FLORI-DENT	PHONARES	.00475	.04769	1.000	-.1298	.1393
	VIVODENT	-.43725*	.04769	.000	-.5718	-.3027
	PE	-.55803*	.04769	.000	-.6925	-.4235
	DCL	-.00370	.04769	1.000	-.1382	.1308
VIVODENT	PHONARES	.44200*	.04769	.000	.3075	.5765
	FLORI-DENT	.43725*	.04769	.000	.3027	.5718
	PE	-.12078	.04769	.098	-.2553	.0137
	DCL	.43355*	.04769	.000	.2990	.5681
PE	PHONARES	.56278*	.04769	.000	.4283	.6973
	FLORI-DENT	.55803*	.04769	.000	.4235	.6925
	VIVODENT	.12078	.04769	.098	-.0137	.2553
	DCL	.55432*	.04769	.000	.4198	.6888
DCL	PHONARES	.00846	.04769	1.000	-.1261	.1430
	FLORI-DENT	.00370	.04769	1.000	-.1308	.1382
	VIVODENT	-.43355*	.04769	.000	-.5681	-.2990
	PE	-.55432*	.04769	.000	-.6888	-.4198

لا يوجد فرق بين أسنان PHONARES وكل من أسنان FLORI-DENT وأسنان DCL

حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان PHONARES $\Delta E = 0.039$ بينما بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني لأسنان FLORI-DENT $\Delta E = 0.044$ ولأسنان DCL $\Delta E = 0.047$

. يوجد فرق جوهري بين أسنان VIVODENT وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 0.481$ كما يوجد فرق جوهري بين أسنان PE وكل أنواع الأسنان

الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 0.602$.

3-1-2- في المرحلة الثانية: (جدول رقم 12)

لا يوجد فرق بين أسنان PHONARES وكل من أسنان FLORI-DENT وأسنان DCL

لكن بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان PHONARES $\Delta E = 0.076$ بينما بلغ متوسط قيمة

التغير اللوني لأسنان FLORI-DENT $\Delta E = 0.152$ ولأسنان DCL $\Delta E = 0.178$

جدول رقم (12)

بين الفرق بين قيم ΔE بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
				Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.07654	.650	-.2342	.0812
	VIVODENT	-1.40318*	.05592	-1.5609	-1.2455
	PE	-.57528*	.05592	-.7330	-.4176
	DCL	-.10208	.05592	-.2598	.0556
FLORI-DENT	PHONARES	.07654	.650	-.0812	.2342
	VIVODENT	-1.32664*	.05592	-1.4843	-1.1689
	PE	-.49874*	.05592	-.6564	-.3410
	DCL	-.02553	.05592	-.1832	.1322
VIVODENT	PHONARES	1.40318*	.05592	1.2455	1.5609
	FLORI-DENT	1.32664*	.05592	1.1689	1.4843
	PE	.82790*	.05592	.6702	.9856
	DCL	1.30110*	.05592	1.1434	1.4588
PE	PHONARES	.57528*	.05592	.4176	.7330
	FLORI-DENT	.49874*	.05592	.3410	.6564
	VIVODENT	-.82790*	.05592	-.9856	-.6702
	DCL	.47321*	.05592	.3155	.6309
DCL	PHONARES	.10208	.370	-.0556	.2598
	FLORI-DENT	.02553	.991	-.1322	.1832
	VIVODENT	-1.30110*	.05592	-1.4588	-1.1434
	PE	-.47321*	.05592	-.6309	-.3155

بينما يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **VIVODENT** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ

متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 1.471$ ، كما يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PE** وكل

أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 0.651$.

3-1-3 - في المرحلة الثالثة: (جدول رقم 13)

لا يوجد فرقٌ بين أسنان **PHONARES** وكلٍ من أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL**

لكن بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **PHONARES** $\Delta E = 0.105$

جدول رقم (13)

بين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل **Tukey**

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.35078	.21769	.497	-.9648	.2632
	VIVODENT	-1.93267*	.21769	.000	-2.5466	-1.3187
	PE	-.99551*	.21769	.000	-1.6095	-.3815
	DCL	-.36212	.21769	.465	-.9761	.2519
FLORI-DENT	PHONARES	.35078	.21769	.497	-.2632	.9648
	VIVODENT	-1.58189*	.21769	.000	-2.1959	-.9679
	PE	-.64472*	.21769	.035	-1.2587	-.0308
	DCL	-.01133	.21769	1.000	-.6253	.6026
VIVODENT	PHONARES	1.93267*	.21769	.000	1.3187	2.5466
	FLORI-DENT	1.58189*	.21769	.000	.9679	2.1959
	PE	.93716*	.21769	.001	.3232	1.5511
	DCL	1.57055*	.21769	.000	.9566	2.1845
PE	PHONARES	.99551*	.21769	.000	.3815	1.6095
	FLORI-DENT	.64472*	.21769	.035	.0308	1.2587
	VIVODENT	-.93716*	.21769	.001	-1.5511	-.3232
	DCL	.63339*	.21769	.040	.0194	1.2474
DCL	PHONARES	.36212	.21769	.465	-.2519	.9761
	FLORI-DENT	.01133	.21769	1.000	-.6026	.6253
	VIVODENT	-1.57055*	.21769	.000	-2.1845	-.9566
	PE	-.63339*	.21769	.040	-1.2474	-.0194

بينما بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 0.456$ ولأسنان

$$\Delta E = 0.467 \text{ DCL}$$

بينما يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **VIVODENT** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ

متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 2.03$ ، كما يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PE** وكل أنواع

الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 1.102$.

3-1-4 - في المرحلة الرابعة: (جدول رقم 14)

جدول رقم (14)

بين الفرق بين قيم ΔE_4 بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.52902*	.14754	.006	-.9451	-.1129
	VIVODENT	-2.15692*	.14754	.000	-2.5730	-1.7408
	PE	-1.25719*	.14754	.000	-1.6733	-.8411
	DCL	-.61510*	.14754	.001	-1.0312	-.1990
FLORI-DENT	PHONARES	.52902*	.14754	.006	.1129	.9451
	VIVODENT	-1.62790*	.14754	.000	-2.0440	-1.2118
	PE	-.72816*	.14754	.000	-1.1443	-.3120
	DCL	-.08608	.14754	.977	-.5022	.3300
VIVODENT	PHONARES	2.15692*	.14754	.000	1.7408	2.5730
	FLORI-DENT	1.62790*	.14754	.000	1.2118	2.0440
	PE	.89974*	.14754	.000	.4836	1.3159
	DCL	1.54182*	.14754	.000	1.1257	1.9579
PE	PHONARES	1.25719*	.14754	.000	.8411	1.6733
	FLORI-DENT	.72816*	.14754	.000	.3120	1.1443
	VIVODENT	-.89974*	.14754	.000	-1.3159	-.4836
	DCL	.64209*	.14754	.001	.2260	1.0582
DCL	PHONARES	.61510*	.14754	.001	.1990	1.0312
	FLORI-DENT	.08608	.14754	.977	-.3300	.5022
	VIVODENT	-1.54182*	.14754	.000	-1.9579	-1.1257
	PE	-.64209*	.14754	.001	-1.0582	-.2260

وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني $\Delta E = 0.173$ ، ولا يوجد فرقٌ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 0.707$ ولأسنان **DCL** $\Delta E = 0.793$.

كما وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **VIVODENT** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 2.330$ كما وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PE** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 1.435$.

3-2- في محلول الشاي :

يوجد فرقٌ جوهريٌّ ذو دلالةٍ إحصائيةٍ بين اثنين على الأقل من أنواع الأسنان المستخدمة ($\alpha = 0.000 > 0.05$) ، ولدراسة الفروق الثنائية بين أنواع الاسنان تم تطبيق تحليل **TURKY** ووجدنا:

ثمة فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **PHONARES** $\Delta E = 0.900$ ، و يوجد فرق جوهري بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** فلقد بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 1.621$ ولأسنان **DCL** $\Delta E = 1.424$.

كما يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **VIVODENT** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 2.509$ ، ويوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PE** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E = 2.357$.

ولمعرفة في أي مرحلة زمنية يكمن الفرق فلقد تم تطبيق تحليل **ONE WAY ANOVA**

في كل مرحلة زمنية ووجدنا:

3-2-1 - في المرحلة الأولى: (جدول رقم 15)

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني $\Delta E = 0.482$ ، ولا يوجد فرقٌ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان

. DCL

جدول رقم (15)

بين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل **Tukey**

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.39258*	.06594	.000	-.5786	-.2066
	VIVODENT	-1.15709*	.06594	.000	-1.3431	-.9711
	PE	-.91689*	.06594	.000	-1.1029	-.7309
	DCL	-.29889*	.06594	.000	-.4849	-.1129
FLORI-DENT	PHONARES	.39258*	.06594	.000	.2066	.5786
	VIVODENT	-.76450*	.06594	.000	-.9505	-.5785
	PE	-.52430*	.06594	.000	-.7103	-.3383
	DCL	.09369	.06594	.617	-.0923	.2797
VIVODENT	PHONARES	1.15709*	.06594	.000	.9711	1.3431
	FLORI-DENT	.76450*	.06594	.000	.5785	.9505
	PE	.24020*	.06594	.005	.0542	.4262
	DCL	.85819*	.06594	.000	.6722	1.0442
PE	PHONARES	.91689*	.06594	.000	.7309	1.1029
	FLORI-DENT	.52430*	.06594	.000	.3383	.7103
	VIVODENT	-.24020*	.06594	.005	-.4262	-.0542
	DCL	.61799*	.06594	.000	.4320	.8040
DCL	PHONARES	.29889*	.06594	.000	.1129	.4849
	FLORI-DENT	-.09369	.06594	.617	-.2797	.0923
	VIVODENT	-.85819*	.06594	.000	-1.0442	-.6722
	PE	-.61799*	.06594	.000	-.8040	-.4320

حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E= 0.874$ ولأسنان **DCL** $\Delta E= 0.781$.

كما وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **VIVODENT** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E= 1.639$ ، كما وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **PE** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E= 1.399$.

3-2-2- في المرحلة الثانية: (جدول رقم 16)

وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني $\Delta E= 0.604$ ، لكن لم يوجد فرقاً بين أسنان **FLORI-DENT** ولأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E= 1.157$ ولأسنان **DCL** $\Delta E=1.043$.

كما وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **VIVODENT** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E= 2.304$ ، ووجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **PE** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E= 1.887$.

جدول رقم (16)

بين الفرق بين قيم ΔE_2 بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.55353*	.05649	.000	-.7128	-.3942
	VIVODENT	-1.70001*	.05649	.000	-1.8593	-1.5407
	PE	-1.27344*	.05649	.000	-1.4328	-1.1141
	DCL	-.43909*	.05649	.000	-.5984	-.2798
FLORI-DENT	PHONARES	.55353*	.05649	.000	.3942	.7128
	VIVODENT	-1.14648*	.05649	.000	-1.3058	-.9872
	PE	-.71991*	.05649	.000	-.8792	-.5606
	DCL	.11444	.05649	.268	-.0449	.2738
VIVODENT	PHONARES	1.70001*	.05649	.000	1.5407	1.8593
	FLORI-DENT	1.14648*	.05649	.000	.9872	1.3058
	PE	.42657*	.05649	.000	.2673	.5859
	DCL	1.26093*	.05649	.000	1.1016	1.4202
PE	PHONARES	1.27344*	.05649	.000	1.1141	1.4328
	FLORI-DENT	.71991*	.05649	.000	.5606	.8792
	VIVODENT	-.42657*	.05649	.000	-.5859	-.2673
	DCL	.83436*	.05649	.000	.6750	.9937
DCL	PHONARES	.43909*	.05649	.000	.2798	.5984
	FLORI-DENT	-.11444	.05649	.268	-.2738	.0449
	VIVODENT	-1.26093*	.05649	.000	-1.4202	-1.1016
	PE	-.83436*	.05649	.000	-.9937	-.6750

3-2-3 - في المرحلة الثالثة: (جدول رقم 17)

جدول رقم (17)

بين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.77763*	.07770	.000	-.9968	-.5585
	VIVODENT	-1.65061*	.07770	.000	-1.8698	-1.4315
	PE	-1.61430*	.07770	.000	-1.8334	-1.3952
	DCL	-.55214*	.07770	.000	-.7713	-.3330
FLORI-DENT	PHONARES	.77763*	.07770	.000	.5585	.9968
	VIVODENT	-.87298*	.07770	.000	-1.0921	-.6538
	PE	-.83667*	.07770	.000	-1.0558	-.6175
	DCL	.22549*	.07770	.041	.0063	.4446
VIVODENT	PHONARES	1.65061*	.07770	.000	1.4315	1.8698
	FLORI-DENT	.87298*	.07770	.000	.6538	1.0921
	PE	.03631	.07770	.990	-.1828	.2555
	DCL	1.09847*	.07770	.000	.8793	1.3176
PE	PHONARES	1.61430*	.07770	.000	1.3952	1.8334
	FLORI-DENT	.83667*	.07770	.000	.6175	1.0558
	VIVODENT	-.03631	.07770	.990	-.2555	.1828
	DCL	1.06216*	.07770	.000	.8430	1.2813
DCL	PHONARES	.55214*	.07770	.000	.3330	.7713
	FLORI-DENT	-.22549*	.07770	.041	-.4446	-.0063
	VIVODENT	-1.09847*	.07770	.000	-1.3176	-.8793
	PE	-1.06216*	.07770	.000	-1.2813	-.8430

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني $\Delta E = 1.124$ ، كما يوجد فرقٌ إحصائيٌّ بين أسنان **FLORI-DENT**

وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 1.901$

ولأسنان **DCL** $\Delta E = 1.676$.

ولم يوجد فرق بين أسنان **VIVODENT** و أسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني

لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 2.774$ بينما بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **PE**

. $\Delta E = 2.738$

3-2-4 - في المرحلة الرابعة: (جدول رقم 18)

جدول رقم (18)

بين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل **Tukey**

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-1.16002*	.09340	.000	-1.4234	-.8966
	VIVODENT	-1.92788*	.09340	.000	-2.1913	-1.6645
	PE	-2.02549*	.09340	.000	-2.2889	-1.7621
	DCL	-.80701*	.09340	.000	-1.0704	-.5436
FLORI-DENT	PHONARES	1.16002*	.09340	.000	.8966	1.4234
	VIVODENT	-.76786*	.09340	.000	-1.0313	-.5044
	PE	-.86547*	.09340	.000	-1.1289	-.6021
	DCL	.35301*	.09340	.003	.0896	.6164
VIVODENT	PHONARES	1.92788*	.09340	.000	1.6645	2.1913
	FLORI-DENT	.76786*	.09340	.000	.5044	1.0313
	PE	-.09761	.09340	.833	-.3610	.1658
	DCL	1.12087*	.09340	.000	.8575	1.3843
PE	PHONARES	2.02549*	.09340	.000	1.7621	2.2889
	FLORI-DENT	.86547*	.09340	.000	.6021	1.1289
	VIVODENT	.09761	.09340	.833	-.1658	.3610
	DCL	1.21848*	.09340	.000	.9551	1.4819
DCL	PHONARES	.80701*	.09340	.000	.5436	1.0704
	FLORI-DENT	-.35301*	.09340	.003	-.6164	-.0896
	VIVODENT	-1.12087*	.09340	.000	-1.3843	-.8575
	PE	-1.21848*	.09340	.000	-1.4819	-.9551

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني $\Delta E = 1.390$ ، كما يوجد فرقٌ إحصائيٌّ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 2.550$ ولأسنان **DCL** $\Delta E = 2.197$.

لكن لم يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **VIVODENT** وأسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 3.381$ بينما بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **PE** $\Delta E = 3.416$.

3-3- في محلول القهوة:

يوجد فرقٌ جوهريٌّ ذو دلالةٍ إحصائيةٍ بين اثنين على الأقل من أنواع الأسنان المستخدمة ($\alpha = 0.000 > 0.05$) ، ولدراسة الفروق الثنائية بين أنواع الاسنان تم تطبيق تحليل **TURKY** فوجدنا:

ثمة فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **PHONARES** $\Delta E = 1.116$ ، كما وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** فلقد بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 2.145$ ولأسنان **DCL** $\Delta E = 1.879$.

بينما لا يوجد فرقٌ بين أسنان **VIVODENT** وأسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 2.759$ وبلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **PE** $\Delta E = 2.766$.

ولمعرفة في أي مرحلة زمنية يكمن الفرق فلقد تم تطبيق تحليل **ONE WAY ANOVA** في كل مرحلة زمنية ووجدنا أنه:

3-3-1 - في المرحلة الأولى: (جدول رقم 19)

وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني $\Delta E=0.514$ ، ولا يوجد فرقاً بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E= 1.06$ ولأسنان **DCL** $\Delta E= 0.931$.

كما لم يوجد فرقاً بين أسنان **VIVODENT** و أسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E= 1.469$ ولأسنان **PE** بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لها $\Delta E= 1.382$.

3-3-2 - في المرحلة الثانية: (جدول رقم 20)

يوجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى ($\Delta E=0.800$)، كما وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E= 1.498$ ولأسنان **DCL** $\Delta E= 1.117$.

كما وجد فرقاً جوهرياً بين أسنان **VIVODENT** وأسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E= 2.263$ ولأسنان **PE** لها $\Delta E= 2.373$.

جدول رقم (19)

بين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.54611*	.05926	.000	-.7132	-.3790
	VIVODENT	-.95453*	.05926	.000	-1.1217	-.7874
	PE	-.86929*	.05926	.000	-1.0364	-.7022
	DCL	-.41713*	.05926	.000	-.5843	-.2500
FLORI-DENT	PHONARES	.54611*	.05926	.000	.3790	.7132
	VIVODENT	-.40842*	.05926	.000	-.5755	-.2413
	PE	-.32318*	.05926	.000	-.4903	-.1560
	DCL	.12898	.05926	.204	-.0381	.2961
VIVODENT	PHONARES	.95453*	.05926	.000	.7874	1.1217
	FLORI-DENT	.40842*	.05926	.000	.2413	.5755
	PE	.08524	.05926	.606	-.0819	.2524
	DCL	.53740*	.05926	.000	.3703	.7045
PE	PHONARES	.86929*	.05926	.000	.7022	1.0364
	FLORI-DENT	.32318*	.05926	.000	.1560	.4903
	VIVODENT	-.08524	.05926	.606	-.2524	.0819
	DCL	.45216*	.05926	.000	.2850	.6193
DCL	PHONARES	.41713*	.05926	.000	.2500	.5843
	FLORI-DENT	-.12898	.05926	.204	-.2961	.0381
	VIVODENT	-.53740*	.05926	.000	-.7045	-.3703
	PE	-.45216*	.05926	.000	-.6193	-.2850

جدول رقم (20)

بين الفرق بين قيم ΔE_2 بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.69863*	.08055	.000	-.9258	-.4715
	VIVODENT	-1.46345*	.08055	.000	-1.6906	-1.2363
	PE	-1.57296*	.08055	.000	-1.8001	-1.3458
	DCL	-.31727*	.08055	.002	-.5444	-.0901
FLORI-DENT	PHONARES	.69863*	.08055	.000	.4715	.9258
	VIVODENT	-.76482*	.08055	.000	-.9920	-.5376
	PE	-.87433*	.08055	.000	-1.1015	-.6471
	DCL	.38137*	.08055	.000	.1542	.6085
VIVODENT	PHONARES	1.46345*	.08055	.000	1.2363	1.6906
	FLORI-DENT	.76482*	.08055	.000	.5376	.9920
	PE	-.10951	.08055	.656	-.3367	.1177
	DCL	1.14619*	.08055	.000	.9190	1.3734
PE	PHONARES	1.57296*	.08055	.000	1.3458	1.8001
	FLORI-DENT	.87433*	.08055	.000	.6471	1.1015
	VIVODENT	.10951	.08055	.656	-.1177	.3367
	DCL	1.25569*	.08055	.000	1.0285	1.4829
DCL	PHONARES	.31727*	.08055	.002	.0901	.5444
	FLORI-DENT	-.38137*	.08055	.000	-.6085	-.1542
	VIVODENT	-1.14619*	.08055	.000	-1.3734	-.9190
	PE	-1.25569*	.08055	.000	-1.4829	-1.0285

3-3-3 - في المرحلة الثالثة: (جدول رقم 21)

جدول رقم (21)

بين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-1.36101*	.11002	.000	-1.6713	-1.0507
	VIVODENT	-1.85452*	.11002	.000	-2.1648	-1.5442
	PE	-1.93826*	.11002	.000	-2.2485	-1.6280
	DCL	-1.21999*	.11002	.000	-1.5303	-.9097
FLORI-DENT	PHONARES	1.36101*	.11002	.000	1.0507	1.6713
	VIVODENT	-.49351*	.11002	.000	-.8038	-.1832
	PE	-.57725*	.11002	.000	-.8875	-.2670
	DCL	.14102	.11002	.703	-.1693	.4513
VIVODENT	PHONARES	1.85452*	.11002	.000	1.5442	2.1648
	FLORI-DENT	.49351*	.11002	.000	.1832	.8038
	PE	-.08374	.11002	.941	-.3940	.2265
	DCL	.63453*	.11002	.000	.3242	.9448
PE	PHONARES	1.93826*	.11002	.000	1.6280	2.2485
	FLORI-DENT	.57725*	.11002	.000	.2670	.8875
	VIVODENT	.08374	.11002	.941	-.2265	.3940
	DCL	.71827*	.11002	.000	.4080	1.0285
DCL	PHONARES	1.21999*	.11002	.000	.9097	1.5303
	FLORI-DENT	-.14102	.11002	.703	-.4513	.1693
	VIVODENT	-.63453*	.11002	.000	-.9448	-.3242
	PE	-.71827*	.11002	.000	-1.0285	-.4080

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني $\Delta E=1.252$ كما لم يوجد فرقٌ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان

DCL حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 2.613$

ولأسنان **DCL** $\Delta E = 2.472$

ولم يوجد فرق بين أسنان **VIVODENT** و أسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني

لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 3.104$ ولأسنان **PE** $\Delta E = 3.190$.

3-3-4 - في المرحلة الرابعة: (جدول رقم 22)

جدول رقم (22)

بين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل **Tukey**

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-1.51041*	.11150	.000	-1.8249	-1.1960
	VIVODENT	-2.29990*	.11150	.000	-2.6144	-1.9854
	PE	-2.21936*	.11150	.000	-2.5338	-1.9049
	DCL	-1.09948*	.11150	.000	-1.4139	-.7850
FLORI-DENT	PHONARES	1.51041*	.11150	.000	1.1960	1.8249
	VIVODENT	-.78949*	.11150	.000	-1.1039	-.4750
	PE	-.70894*	.11150	.000	-1.0234	-.3945
	DCL	.41093*	.11150	.005	.0965	.7254
VIVODENT	PHONARES	2.29990*	.11150	.000	1.9854	2.6144
	FLORI-DENT	.78949*	.11150	.000	.4750	1.1039
	PE	.08054	.11150	.950	-.2339	.3950
	DCL	1.20042*	.11150	.000	.8860	1.5149
PE	PHONARES	2.21936*	.11150	.000	1.9049	2.5338
	FLORI-DENT	.70894*	.11150	.000	.3945	1.0234
	VIVODENT	-.08054	.11150	.950	-.3950	.2339
	DCL	1.11988*	.11150	.000	.8054	1.4343
DCL	PHONARES	1.09948*	.11150	.000	.7850	1.4139
	FLORI-DENT	-.41093*	.11150	.005	-.7254	-.0965
	VIVODENT	-1.20042*	.11150	.000	-1.5149	-.8860
	PE	-1.11988*	.11150	.000	-1.4343	-.8054

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني $\Delta E = 1.898$ ، كما وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 3.408$ ولأسنان **DCL** $\Delta E = 2.997$

لكن لا يوجد فرق جوهري بين أسنان **VIVODENT** و أسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 4.193$ بينما بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **PE** وكل أنواع $\Delta E = 4.117$

3-4- في الكولا:

يوجد فرقٌ جوهريٌّ ذو دلالةٍ إحصائيةٍ بين اثنين على الأقل من أنواع الأسنان المستخدمة $(\alpha = 0.000 > 0.05)$ ، ولدراسة الفروق الثنائية بين أنواع الاسنان تم تطبيق تحليل **TURKY** ووجدنا:

هنالك فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط التغير اللوني لأسنان **PHONARES** $\Delta E = 0.543$ ، كما وُجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** فلقد بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 1.102$ ولأسنان **DCL** $\Delta E = 0.982$.

كما وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **VIVODENT** وأسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 1.677$ وبلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **PE** $\Delta E = 1.533$.

ولمعرفة في أي مرحلة زمنية يكمن الفرق، فلقد تم تطبيق تحليل **ONE WAY ANOVA**

في كل مرحلة زمنية ، فوجدنا :

3-4-1 - في المرحلة الأولى: (جدول رقم 23)

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني $\Delta E=0.341$. كما لم يوجد فرق بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان

DCL حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E= 0.699$

ولأسنان **DCL** $\Delta E= 0.718$.

كما لم يوجد فرقٌ بين أسنان **VIVODENT** و أسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير

اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E= 0.988$ ولأسنان **PE** بلغ متوسط قيمة التغير اللوني

لها $\Delta E= 0.901$.

3-4-2 - في المرحلة الثانية: (جدول رقم 24)

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني $\Delta E=0.451$ ، بينما لم يوجد فرقٌ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان

DCL حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E= 1.021$

ولأسنان **DCL** $\Delta E= 0.958$.

كما لم يوجد فرقٌ بين أسنان **VIVODENT** و أسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير

اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E= 1.543$ ولأسنان **PE** بلغ $\Delta E= 1.427$.

جدول رقم (23)

بين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.35841*	.05542	.000	-.5147	-.2021
	VIVODENT	-.64666*	.05542	.000	-.8030	-.4904
	PE	-.55992*	.05542	.000	-.7162	-.4036
	DCL	-.37683*	.05542	.000	-.5331	-.2205
FLORI-DENT	PHONARES	.35841*	.05542	.000	.2021	.5147
	VIVODENT	-.28825*	.05542	.000	-.4445	-.1319
	PE	-.20151*	.05542	.005	-.3578	-.0452
	DCL	-.01842	.05542	.997	-.1747	.1379
VIVODENT	PHONARES	.64666*	.05542	.000	.4904	.8030
	FLORI-DENT	.28825*	.05542	.000	.1319	.4445
	PE	.08674	.05542	.526	-.0696	.2430
	DCL	.26982*	.05542	.000	.1135	.4261
PE	PHONARES	.55992*	.05542	.000	.4036	.7162
	FLORI-DENT	.20151*	.05542	.005	.0452	.3578
	VIVODENT	-.08674	.05542	.526	-.2430	.0696
	DCL	.18309*	.05542	.014	.0268	.3394
DCL	PHONARES	.37683*	.05542	.000	.2205	.5331
	FLORI-DENT	.01842	.05542	.997	-.1379	.1747
	VIVODENT	-.26982*	.05542	.000	-.4261	-.1135
	PE	-.18309*	.05542	.014	-.3394	-.0268

جدول رقم (24)

بين الفرق بين قيم ΔE_2 بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.57026*	.08531	.000	-.8109	-.3296
	VIVODENT	-1.09229*	.08531	.000	-1.3329	-.8517
	PE	-.97641*	.08531	.000	-1.2170	-.7358
	DCL	-.50766*	.08531	.000	-.7483	-.2670
FLORI-DENT	PHONARES	.57026*	.08531	.000	.3296	.8109
	VIVODENT	-.52204*	.08531	.000	-.7626	-.2814
	PE	-.40616*	.08531	.000	-.6468	-.1655
	DCL	.06259	.08531	.948	-.1780	.3032
VIVODENT	PHONARES	1.09229*	.08531	.000	.8517	1.3329
	FLORI-DENT	.52204*	.08531	.000	.2814	.7626
	PE	.11588	.08531	.656	-.1247	.3565
	DCL	.58463*	.08531	.000	.3440	.8252
PE	PHONARES	.97641*	.08531	.000	.7358	1.2170
	FLORI-DENT	.40616*	.08531	.000	.1655	.6468
	VIVODENT	-.11588	.08531	.656	-.3565	.1247
	DCL	.46875*	.08531	.000	.2281	.7094
DCL	PHONARES	.50766*	.08531	.000	.2670	.7483
	FLORI-DENT	-.06259	.08531	.948	-.3032	.1780
	VIVODENT	-.58463*	.08531	.000	-.8252	-.3440
	PE	-.46875*	.08531	.000	-.7094	-.2281

3-4-3 - في المرحلة الثالثة: (جدول رقم 25)

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان PHONARES وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط

قيمة التغير اللوني $\Delta E=0.523$ ، بينما لم يوجد فرقٌ بين أسنان FLORI-DENT وأسنان

DCL حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 1.120$

ولأسنان **DCL** $\Delta E = 1.020$.

جدول رقم (25)

بين الفرق بين قيم ΔE_3 بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل **Tukey**

الأسنان (I)	الأسنان (J)	فرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.57839*	.06333	.000	-.7570	-.3998
	VIVODENT	-1.36416*	.06333	.000	-1.5428	-1.1856
	PE	-1.18968*	.06333	.000	-1.3683	-1.0111
	DCL	-.49707*	.06333	.000	-.6757	-.3185
FLORI-DENT	PHONARES	.57839*	.06333	.000	.3998	.7570
	VIVODENT	-.78578*	.06333	.000	-.9644	-.6072
	PE	-.61130*	.06333	.000	-.7899	-.4327
	DCL	.08131	.06333	.702	-.0973	.2599
VIVODENT	PHONARES	1.36416*	.06333	.000	1.1856	1.5428
	FLORI-DENT	.78578*	.06333	.000	.6072	.9644
	PE	.17448	.06333	.059	-.0041	.3531
	DCL	.86709*	.06333	.000	.6885	1.0457
PE	PHONARES	1.18968*	.06333	.000	1.0111	1.3683
	FLORI-DENT	.61130*	.06333	.000	.4327	.7899
	VIVODENT	-.17448	.06333	.059	-.3531	.0041
	DCL	.69261*	.06333	.000	.5140	.8712
DCL	PHONARES	.49707*	.06333	.000	.3185	.6757
	FLORI-DENT	-.08131	.06333	.702	-.2599	.0973
	VIVODENT	-.86709*	.06333	.000	-1.0457	-.6885
	PE	-.69261*	.06333	.000	-.8712	-.5140

كما لم يوجد فرق بين أسنان **VIVODENT** و أسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير

اللونى لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 1.887$ ولأسنان **PE** بلغ متوسط قيمة التغير اللوني

لها $\Delta E = 1.713$.

3-4-4 - في المرحلة الرابعة: (جدول رقم 26)

جدول رقم (26)

بين الفرق بين قيم ΔE_4 بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل Tukey

الأسنان (I)	الأسنان (J)	الفرق المتوسط (I-J)	Std. Error	Sig.	مستوى الثقة 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
PHONARES	FLORI-DENT	-.72871*	.07508	.000	-.9405	-.5170
	VIVODENT	-1.43217*	.07508	.000	-1.6439	-1.2204
	PE	-1.23451*	.07508	.000	-1.4463	-1.0228
	DCL	-.37223*	.07508	.000	-.5840	-.1605
FLORI-DENT	PHONARES	.72871*	.07508	.000	.5170	.9405
	VIVODENT	-.70346*	.07508	.000	-.9152	-.4917
	PE	-.50580*	.07508	.000	-.7175	-.2940
	DCL	.35647*	.07508	.000	.1447	.5682
VIVODENT	PHONARES	1.43217*	.07508	.000	1.2204	1.6439
	FLORI-DENT	.70346*	.07508	.000	.4917	.9152
	PE	.19767	.07508	.078	-.0141	.4094
	DCL	1.05994*	.07508	.000	.8482	1.2717
PE	PHONARES	1.23451*	.07508	.000	1.0228	1.4463
	FLORI-DENT	.50580*	.07508	.000	.2940	.7175
	VIVODENT	-.19767	.07508	.078	-.4094	.0141
	DCL	.86227*	.07508	.000	.6505	1.0740
DCL	PHONARES	.37223*	.07508	.000	.1605	.5840
	FLORI-DENT	-.35647*	.07508	.000	-.5682	-.1447
	VIVODENT	-1.05994*	.07508	.000	-1.2717	-.8482
	PE	-.86227*	.07508	.000	-1.0740	-.6505

يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان الأخرى حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني $\Delta E = 0.853$ ، كما وجد فرقٌ جوهريٌّ بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **FLORI-DENT** $\Delta E = 1.587$ ولأسنان **DCL** $\Delta E = 1.230$.

لم يوجد فرقٌ بين أسنان **VIVODENT** وأسنان **PE** حيث بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **VIVODENT** $\Delta E = 2.290$ بينما بلغ متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **PE** $\Delta E = 2.092$.

الباب الرابع: المناقشة : Discussions

إن الهدف الأساسي لطب الأسنان التجميلي هو تأمين ابتسامةٍ جميلةٍ متناغمةٍ مع اللثة والشفاء ووجه المريض.(Andrew 2004) وقد أصبحت الناحية الجمالية للتعويض المتحرك مطلباً أساسياً من متطلبات المعالجة الناجحة، علماً بأن الناحية الجمالية ترتبط بنوع المواد المستخدمة وحيويتها واستمراريتها، وثباتها اللوني على المدى الطويل. ومع ازدياد متطلبات وتوقعات المريض من التعويض المتحرك أصبح الثبات اللوني للراتنج الأكريلي ومقاومته للتصبغ شرطاً أساسياً في اختياره.(Gregorius et al 2012)

كل هذه العوامل دفعت مجتمعةً الصانعين إلى تقديم أنواعٍ جديدةٍ من الأسنان الإصطناعية لتلائم وهذه المتطلبات الجديدة لمرضى الأجهزة المتحركة، فلقد تم استخدام الراتنج المركب الهجين النانوي في صناعة هذه الأسنان. هنا ظهرت الحاجة إلى تقييم مدى مقاومة هذه المواد للتصبغ عند تعرضها لمكونات متعددة، إذ أنه لا يوجد سوى عددٌ قليلٌ من الأبحاث التي درست الاستقرار اللوني لهذه المواد وقارنتها مع الأجيال الأقدم من المواد المستخدمة في صناعة الأسنان الإصطناعية.

ولقد تناولنا في هذه الدراسة التغير اللوني لخمسة أنواع من الأسنان الراتنجية المستخدمة في صناعة الأجهزة المتحركة بتأثير ثلاثة أنواع من المحاليل المسببة للتصبغ، حيث تم اختيار

الأسنان بأكبر حجم لنقل من احتمال ضياع جزء من الضوء المخترق للعينة، وبأفتح لون لتقادي الاختلافات اللونية الناتجة عن اختلاف نوع المادة وتأثيرها على لون السن في المرحلة الأولية قبل الغمر، وأيضاً ذات السطح الأكثر تسطحاً لتأمين أفضل انطباق لرأس الجهاز على سطح السن، كما تم اختيار الثلث المتوسط للسن للقياس لأنه أكثر السطوح استواءً.

وقد اخترنا أنواع الأسنان وفقاً لتركيباتها الكيميائية وهي:

- Conventional PMMA الأسنان (unfilled): Vivodent ,SR Vivodent PE
- Highly cross-linked PMMA الأسنان (organically filler): SR Vivodent DCL
- Nanohybrid composite (NHC) الأسنان containing inorganic filler :SR Phonares II
- Cross-linked PMMA الأسنان : Flori- Dent

حيث نلاحظ أن هذه الأنواع تمتد لتشمل أغلبية التقنيات المستخدمة لتطوير الأسنان الاصطناعية، فاستخدمنا الأسنان التقليدية المصنوعة من PMMA وكذلك المعدلة بعامل ربطٍ تصالبي كما في FLORI-DENT ، وأيضاً الأسنان ذات الربط التصالبي العالي وهي أسنان DCL ، وأخيراً استخدمنا آخر ما توصل إليه المصنعون في تطوير الأسنان الاصطناعية حيث استخدمنا أسنان PHONARES التي تتميز بوجود طبقة سطحية من الراتنج المركب النانوي الهجين.

حيث تتركب أسنان VIVODENT وأسنان SR VIVODENT PE من PMMA وايتينول غليكول ديميتاكريلات. في حين تتركب أسنان DCL من PMMA مع مواد مالئة

عضوية، وهي ذات ربطٍ تصالبي متجانسٍ يضيف لخواصها العديد من الإيجابيات من حيث الثبات في الحفرة الفموية أو من حيث مقاومة الاهتراء. (O'Brien 2002)

أما أسنان **PHONARES** فتتألف من **UDMA** ومواد مألثة غير عضوية مع **ISO-FILLER** وهي مسبقة التماثر ، بالإضافة إلى مجموعات من **PMMA** التي هي جزء لا يتجزأ من الهيكل. وطبعاً الجزء الأهم وهي المواد المألثة غير العضوية الماكروية والمواد المألثة الميكروية ذات الكثافة العالية والمواد المألثة النانوية المسلينة المعتمدة على ثاني أكسيد السيليكون. (Ivoclar 2010)

وفي مقاربةٍ منطقيةٍ لإختيار المحلول الشاهد، فلقد وجدنا أن العديد من الباحثين قد استخدموا الماء المقطر كمحلولٍ شاهدٍ عند المقارنة بين المحاليل الملونة، كما فعل كل من **Mutlu-Sagesen** وزملائه (Mutlu-Sagesen et al 2001) ، و **KOKSAL** وزميله (Koksal, et al 2008) ، و **SILVA** وزملائه (SILVA et al 2011) ، و **Falkensammer** وزملائه (Falkensammer et al 2013) ، و **Ergun** وزملائه (Ergun et al 2007) ، و **Al Kheraif** وزملائه (Kheraif, et al 2013) ، و **Malekipour** وزملائه (Malekipour et al 2012) ، و **Bayindir F** وزملائه (Bayindir et al 2012) ، حتى أن **Topcu** وزملائه قاموا باستخدام الماء المقطر كمحلول شاهد لمقارنته مع اللعاب الصناعي وغيرها من المحاليل التي درسوها، حيث استنتجوا أن معدل التغيرات اللونية ΔE لكل من اللعاب الصناعي والقهوة والنبيد الأحمر والكوكا كولا وعصير البرتقال الطبيعي وعصير

الجزر الطبيعي، أصغر أو يساوي 3، وكان النبيذ الأحمر والقهوة الأكثر تلويحاً. كما ذكر **Topcu** وزملاؤه التركيبة الكيميائية للعباب الصناعي الذي استخدموه وهي : 1.160 g/L 0.600 g/LKH₂PO₄, 1.491 g/L KCl 0.050 g/L NaCl , 0.600 g/L CaCl₂, NaF، وأثر من هيدروكسيد الصوديوم ليصبح PH= 7 (Topcu et al 2009). بينما استخدم **Ertaş** وزملاؤه الماء كمحلولٍ شاهدٍ في دراستهم تلون الراتنج المركب النانوي الهجين **nanohybrids** (Grandio,Voco,Cuxhaven,Germany) Filtek, (Supreme,3M ESPE) والراتنج المركب الميكروي الهجين **microhybrids** (Filtek P60, 3M ESPE, Seefeld, Germany) (Filtek Z250, 3M ESPE Quadrant LC, Cavex, Haarlem, Netherlands ، حيث قاموا بغمرها في أربعة محاليل هي (القهوة والشاي والكولا والنبيذ الأحمر) كمحاليل ملونةٍ والماء العادي كمحلولٍ شاهدٍ لمدة 24 ساعة، ثم قاموا بإجراء القياسات اللونية حيث وجدوا أن الماء هو أقل المحاليل تلويحاً وأكثرها هو النبيذ الأحمر. كما وجدوا أن **Filtek P60 and Z250** هما الأقل قابليّة للتلون. (Ertaş et al 2006)

في حين استخدم كل من **Hipolito** وزملائه (Hipolito et al 2013)، و **Gujjari** وزملائه (Gujjari et al 2013)، و **Imirzalioglu** وزملائه (Imirzalioglu et al 2010)، و **Jalali** وزملائه (Jalali et al 2012)، و **Williams** وزملائه (Williams et al 2001)، اللعاب الصناعي في دراستهم كمحلولٍ شاهدٍ لمقارنته مع المحاليل الملونة الأخرى ، لكن اللافت أنهم لم يذكروا التركيبة الكيميائية المستخدمة وفيما اذا كان اللعاب عضوي أو غير عضوي.

معدا **Jalali** وزملاؤه فلقد ذكروا التركيبة الكيميائية وهي (ليتر من الماء المقطر، 1.6802 g CaCl_2 ، 0.41397 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$ ، NaHCO_3 Jalali et al) (0.4 g/l KcL ، وكذلك **Williams** وزملاؤه فلقد ذكروا التركيبة الكيميائية وهي : 0.4 g/l KcL ، 0.795 g/l CaCl_2 ، 0.690 g/l Na_2PO_4 ، 0.005 g/l Na_2S ، و 1000 ml ماء مقطر. (Williams et al 2001)

واخترنا غمر الأسنان في الماء المقطر لمدة 24 ساعة قبل غمر كل مجموعة منها في المحلول المناسب، وذلك لجعلها رطبة. (Hipolito et al 2013, Salloum 2013) وأجريت معايرة الجهاز قبل إجراء القياسات اللونية الأولية باستخدام لوحة المعايرة البيضاء التي تأتي مع الجهاز (Salloum 2013) لإعادة ضبط الجهاز من جديد.

وقمنا بقياس اللون لكل سنٍ مع خلفية بيضاء (Ertaş et al 2006, Salloum 2013) لإزالة التشويش الناتج عن الاختلافات في لون الخلفية خلال القياسات. كما أجريت القياسات الأولية بوضع عدسة الجهاز على الثلث المتوسط من السن (Salloum 2013) لكي تكون العدسة بتماس مباشر مع سطح السن، ولأنه أكثر السطوح استواءً، وبذلك تجنبنا إنزلاق العدسة على سطح السن خلال القياس.

ولقد اخترنا غمر الأسنان في المحاليل الملونة لمدة أقصاها شهرين - علماً بأن أقصى مدة استخدمها معظم الباحثون هي شهر - وذلك، وتبعاً لتقرير منظمة الأغذية والعقاقير الأمريكية **FDA** حول استهلاك الكافيين عند الشعب الأمريكي الصادر عام 2010 ، حيث أن الشخص

الواحد يستهلك القهوة بمعدل 3.3 فنجان كل يوم (أي ما يعادل 780.7 ml باليوم) وذلك عند الأشخاص المستهلكين للقهوة والذين يشكلون 54% من الأشخاص البالغين (18 سنة فما فوق) ، ووفقاً لاستبيان فحص الغذاء والصحة العالمي (**National Health and Nutrition Examination Survey**) يبلغ استهلاك الشخص الواحد 1.76 فنجان كل يوم (أي ما يعادل 416 ml باليوم) سواءً أكان يشرب أو لا يشرب القهوة. (Somogyi 2010) ووفقاً لـ **Ertaş** وزملائه فإن الزمن اللازم لشرب فنجان من القهوة يبلغ 15 دقيقة، (**Ertaş et al** 2006) وهكذا فإن :

• الزمن اللازم لشرب القهوة في اليوم = 15 دقيقة × 3 مرات = 45 د تكون فيها الأسنان

بتماس مع القهوة

• وبما أن كل يوم يعادل 24 ساعة × 60 دقيقة أي 1440 دقيقة

• فإذاً 1440 دقيقة / 45 دقيقة لكل مرة = 32 يوم

أي أن غمرنا للأسنان في المحلول الملون لمدة يوم كامل تعادل استهلاك القهوة لمدة 32 يوم أي

شهر تقريباً. وإذا افترضنا أن الزمن المقدر للأسنان للحفاظ على فاعليتها الجمالية هو خمس

سنوات، عندها يكون الزمن المقدر لغمر الأسنان ضمن المحاليل يعادل :

• $82125 = 45 \times 365 \times 5$ دقيقة تعرض للقهوة خلال خمس سنوات

• $57.06 = 1440 / 82125$ يوم أي ما يعادل الشهرين

كذلك فإن الشخص غالباً يستهلك **0.486** فنجان باليوم من الشاي وفنجان باليوم عند الأشخاص الذين يشربون الشاي (Somogyi 2010) ، كما يعتبر الذكر البالغ بين **12-19** سنة الأكثر استهلاكاً للكولا بمعدل **2 ½** علبة كل يوم. (Michael 2005)

ولم تخضع الأسنان بين فترات الغمر لأي تنظيف والذي ربما لا يعكس الحالة السريرية بدقة، لذلك فمن الممكن أن تعكس هذه النتائج الظروف التي تخضع لها الأجهزة المتحركة عند الأشخاص ذوي الصحة الفموية السيئة. كما تم حفظ المحاليل بدرجة حرارة الغرفة.

وقد تم استخدام جهاز **Vita EasyShade Compact** لإجراء القياسات، والذي يتصف بعدم تأثر قراءاته بالضوء المحيط، (Stephen et al 2010, Nagai et al 2009) لكن ومن خلال استخدامنا للجهاز وجدنا أن هذه الخاصية تتطلب المزيد من البحث لعزل إضاءة الوسط المحيط من العوامل التي قد تؤثر على قراءات الجهاز .

لقد أظهرت هذه الدراسة أن الثبات اللوني للأسنان المستعملة في صنع الأجهزة المتحركة تتأثر بنوع المادة، ونوع المحلون المسبب للتلون، بالإضافة إلى عامل الزمن الذي لعب دوراً في مقدار التغير اللوني.

1- دراسة تأثير زمن الغمر:

تزداد قيمة التغير اللوني زيادة ذات دلالة إحصائية مع تقدم الزمن

فتبعاً لنتائج التحليل الإحصائي فإن عامل الزمن لعب دوراً في مقدار التغير اللوني، فازداد مقدار التغير اللوني مع تقدم الزمن بغض النظر عن نوع الأسنان أو نوع السائل الملون، فكانت قيمة ΔE في كل مرحلة أكبر من المرحلة التي تسبقها لكن لم يوجد فرق بين المراحل الثلاث الأولى، حيث ظهر الفرق الدلال إحصائياً بين المرحلة الرابعة (بعد شهرين) وبين بقية المراحل السابقة.

وعند الرجوع إلى قيم **NBS** نجد أن متوسط قيمة **NBS** للفترة الأولى من الغمر **NBS=1.471** وبلغ للفترة الثانية **NBS=1.531** في حين بلغ متوسط قيمة **NBS** للفترة الثالثة **NBS=1.667**، فكان التغير قليلاً في الفترة الأولى ومن الممكن ملاحظته في الفترتين الثانية والثالثة. في حين بلغ متوسط قيمة **NBS** في الفترة الرابعة **NBS=2.029** وبقي التغير من الممكن ملاحظته.

وقد اتفقت هذه النتيجة مع العديد من الأبحاث السابقة التي وجدت أن قيم التغير اللوني تزداد مع تقدم الزمن، فلقد وجد **Koksal** وزميله أن التغير اللوني للأسنان المستخدمة في صناعة الأجهزة المتحركة يزداد بازدياد الزمن. (Koksal et al 2008) وكذلك نتفق مع دراسة أخرى قام **Hipolito** وزملاؤه ولقد وجد أنه كلما زاد زمن الغمر كلما ازداد مقدار التغير اللوني. (Hipolito et al 2013).

ويمكن تفسير ذلك بأن التقادم (**Aging**) الذي تعاني منه المواد الراتنجية يسبب تغيرات في البنية الجزيئية للبوليميرات وذلك بسبب انقطاع سلاسل البوليمير وامتصاص الماء وارتشاح الملدنات. (Gregorius et al 2012)

2- العلاقة بين زمن الغمر ونوع السن:

وجد فرقٌ جوهريٌّ بين الأسنان ذات الطبقة السطحية من الراتنج المركب الهجين النانوي (**PHONARES**) وكل أنواع الأسنان المستخدمة، ولم يوجد فرق بينها وبين الأسنان ذات الربط التصالبي العالي (**DCL**) في المرحلة الزمنية الثانية.

حيث بلغ متوسط قيمة **NBS** في المرحلة الثانية من الغمر لأسنان **PHONARES** قيمة **NBS=0.479** وكان التغير قليلاً جداً، في حين بلغ متوسط قيمة **NBS** لأسنان **DCL** قيمة **NBS=0.799** وكان التغير قليلاً.

كما لم نلاحظ وجود فرق بين أسنان **FLORI-DENT** وأسنان **DCL** في المراحل الزمنية الأولى والثانية والثالثة والرابعة لكن بقي متوسط قيمة التغير اللوني لأسنان **DCL** هو الأقل من أسنان **FLORI-DENT**.

حيث بلغ متوسط قيمة **NBS** لأسنان **DCL** قيمة **NBS=0.627** في المرحلة الأولى من الغمر وكان التغير قليلاً، وكذلك بلغ متوسط قيمة **NBS** لأسنان **FLORI-DENT** قيمة **NBS=0.743** وكان التغير قليلاً أيضاً، وفي المرحلة الرابعة بلغت قيمة **NBS** لأسنان **DCL** قيمة **NBS=1.750** وكان التغير من الممكن ملاحظته سريرياً، وكذلك بلغ متوسط

قيمة **NBS** لأسنان **FLORI- DENT** قيمة **NBS=1.791** وكان التغيير من الممكن ملاحظته سريراً أيضاً.

وبقيت أسنان **PHONARES** هي ذات التغيير اللوني الأصغر في المراحل الزمنية الأربعة بينما كانت الأسنان المكونة من **PMMA** التقليدي (**VIVODENT**) هي ذات التغيير اللوني الأكبر. حيث بلغ متوسط قيمة **NBS** لأسنان **PHONARES** في المرحلة الأخيرة من الغمر قيمة **NBS=1.050** وكان التغيير قليلاً.

أما أكبر قيمة لـ **NBS** بعد شهرين من الغمر كانت قد سجلتها أسنان **VIVODENT** بعد غمرها في القهوة حيث بلغت **NBS=4.193** حيث كان التغيير معتبراً. أما أصغر قيمة لـ **NBS** فقد سجلتها أسنان **PHONARES** بعد غمرها في الماء المقطر وبلغت **NBS=0.159** وكان التغيير قليلاً جداً.

وهنا نتفق مع الدراسة التي قام بها **kundu** وزملاؤه والتي خلصت إلى أن الأسنان الاصطناعية التي تحتوي على طبقة سطحية من الراتنج المركب النانوي ذو مقاومة أكبر للتلون من الأسنان التي تحتوي على الراتنج المركب الـ **microfilled** والأسنان ذات الربط التصالبي المضاعف، وقد عزى ذلك إلى أن هذه الأسنان تمتلك نعومة سطح أكثر مقارنةً مع النوعين الآخرين. (**Kundu et al 2014**)

علماً أن قابلية التلون للمواد ذات الأساس الراتنجي يمكن أن تكون ذات علاقةً بنوع المادة المألثة ونوع القالب الراتنجي أو نوع العامل الملون. حيث تبين أن مركبات **UDMA** أكثر مقاومةً

للتلون من مركبات **bis-GMA** وأقل امتصاصاً وانحلالاً بالماء. (Moszner et al 2008, Awliya et al 2010, Barutcigil et al 2012) وهي المادة التي تتكون منها أسنان **PHONARES** بشكل أساسي.

كذلك وجد أن نوع الراتنج المركب سواءً أكان **nano-hybrid** أو **micro-hybrid** أو **hybrid** يؤثر بشكل كبير في الثبات اللوني فقد أظهر الراتنج المركب الهجين ثباتاً لونياً أفضل من الراتنج المركب الـ **nano-filled**. (Lee et al 2004, Lee et al 2005, Zamarripa et al 2008)

ويمكن تفسير الثبات اللوني الكبير للراتنج المركب الهجين النانوي بأن المادة المألئة النانوية والمادة المألئة الهجينة تمتص كميات أقل من الماء؛ وبالتالي تتعرض لنسبة أقل من انفكاك الارتباط بين القالب والمادة المألئة وكذلك تتعرض لتفكك أقل للمادة المألئة بالحلمة. (Yu et al 2010)

كما يمكن أن يعزى إلى تقليل الفجوات بين جزيئات المادة المألئة والقالب الراتنجي بفعل المواد المألئة النانوية المسليئة المعتمدة على ثاني أكسيد السيليكون، (Fong et al 2005) حيث امتلكت الأسنان ذات الطبقة السطحية من الراتنج المركب الهجين النانوي (**PHONARES**) أصغر قيم التغير اللوني عند مقارنتها مع الأسنان الأخرى المستخدمة بغض النظر عن فترة المراقبة ونوع المحلول.

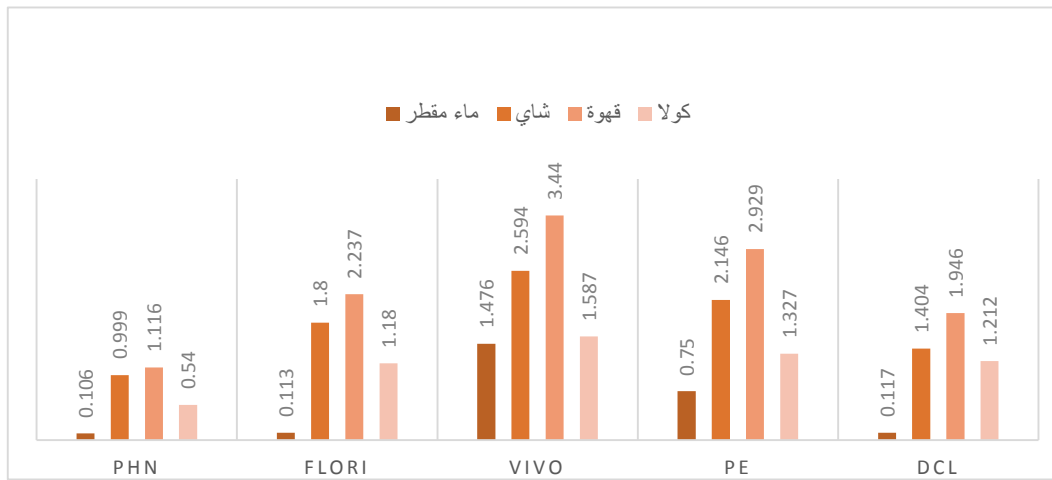
في حين، أنه لا يوجد فرقٌ جوهريٌّ بين الأسنان ذات الربط التصالبي التقليدي (**FLORI-DENT**) والأسنان ذات الربط التصالبي العالي (**DCL**) في المراحل الزمنية الأولى والثانية والثالثة عند غمرها في جميع أنواع المحاليل المستخدمة ليظهر هذا الفرق في المرحلة الرابعة ليكون متوسط قيم التغيير اللوني لأسنان **DCL** أصغر من متوسط قيم التغيير اللوني لأسنان **FLORI-DENT**. وهنا يظهر أنه لم يكن هناك فرقٌ بين كل من الأسنان ذات الربط التصالبي العالي وتلك ذات الربط التصالبي العادي في المراحل الثلاث الأولى مما يضعنا أما احتمالين: إما أنه فعلاً لا يوجد فرقٌ بين هاتين التقنيتين ، أو أن الفرق يحتاج إلى مدة غمرٍ أطول ليظهر ويتعمق بين المجموعتين.

كان الفرق بين أسنان **PHONARES** وكل أنواع الأسنان المستخدمة واضحاً في جميع المراحل والسوائل، لتمتلك هذه الأسنان أصغر قيم التغيير اللوني في جميع المراحل وجميع السوائل المستخدمة، ويمكن أن يكون ذلك نتيجةً لوجود المواد المألئة النانوية على السطح والتي من الممكن أن تكون قد حسنت من خشونة السطح عن طريق ملئها للفراغات بين الجزيئات؛ وبالتالي انقاص الفجوات فيما بينها وتقليل الفراغ الذي من الممكن أن تتفد منه المواد الملونة.

بينما كانت الأسنان المكونة من **PMMA** التقليدي (**VIVODENT**) هي ذات التغيير اللوني الأكبر في جميع المراحل الزمنية وفي جميع السوائل المستخدمة.

وهنا نتفق مع العديد من الدراسات التي درست تلون الأسنان الأكريلية والتي وجدت أن تلك المكونة من **PMMA** هي أقل الأنواع ثباتاً لونياً، وقد فسر ذلك بقدرة **PMMA** على امتصاص الماء وبالتالي امتصاص الملونات. (Gregorius et al 2012, Hipolito et al 2013)

لكن ذكرت إحدى الدراسات أنه يمكن لمواد الراتنج المركب أن تمتص الماء بكمية أكبر من مواد الميثيل ميثاكريلات وذلك بسبب أنها تمتلك معامل انتشار أكبر منها. (Bayindir et al 2012). لكن لا يلعب امتصاص الماء لوحده الدور الأكبر في قابلية التلون حيث أن هذه المواد تحتاج إلى سبعة عشر يوماً تقريباً حتى تصبح مشبعة بشكل كامل بالماء (Sibel et al 2003). فيمكن أن يفسر هذا الأمر التلون في المرحلة الأولى حيث يكون ناتجاً عن امتصاص الماء وما فيه من ملونات؛ إلا أن التلون اللاحق سيكون ناتجاً عن عوامل أخرى يمكن أن تتعلق بنوع الملون، ونوع المادة المألنة، ووجود الربط التسالبي أو عدمه بالإضافة إلى غيرها من العوامل.



رسم بياني رقم (10) يبين متوسط قيم التغير اللوني اعتماداً على نوع السن ونوع المحلول الملون

ولقد كانت الأسنان المغطاة بطبقة من الراتنج المركب الهجين النانوي (PHONARES) هي

ذات التغير اللوني الأقل عند غمرها بالماء المقطر بغض النظر عن المدة الزمنية المدروسة.

وكانت الأسنان المكونة من PMMA التقليدي (VIVODENT) هي ذات التغير اللوني

الأكبر عند غمرها بالقهوة بغض النظر عن المدة الزمنية.

يمكن أن نستنتج مما تقدم أنه فقط في المرحلة الأخيرة من الغمر في محلولي الشاي والقهوة أصبح التغير اللوني لنوعين فقط من الأسنان وهي (VIVODENT, PE) يمكن ملاحظته من قبل المريض العادي وذلك تبعاً لدراسة خلصت إلى أن العين الخبيرة يمكن لها أن تميز تغيراً يتراوح بين $\Delta E=3-4$ (Morrell 2012) لذلك يمكن لنا أن نتجنب استخدام هذين النوعين عند المرضى أصحاب العناية الفموية السيئة والذين يشربون الشاي والقهوة بكثرة.

3- العلاقة بين زمن الغمر و نوع السائل:

لقد وجد فرقاً جوهرياً بين كل أنواع السوائل المستخدمة في كل المراحل الزمنية ماعدا الشاي والقهوة، ففي المرحلة الأولى والثانية لم يكن ثمة فرق بين متوسط قيم التغير اللوني لكل منهما، وكان متوسط التغير اللوني لهما متقارباً جداً، لكنه كان أكبر في القهوة حيث بلغ متوسط قيمة NBS في المرحلة الأولى من الغمر للشاي $NBS= 1.004$ وكان التغير قليلاً، وبلغ متوسط قيمة NBS للقهوة $NBS= 1.082$ وكان التغير قليلاً أيضاً. في حين بلغ متوسط قيمة NBS في المرحلة الثانية من الغمر للشاي $NBS= 1.532$ وكان التغير من الممكن ملاحظته ، وبلغ للقهوة $NBS= 1.831$ وكان التغير أيضاً من الممكن ملاحظته.

حيث يعزى التلون بالشاي إلى تأثير خاصية الادمصاص المسؤولة عن التلون، وإلى نقص قطبية الملونات الصفراء الموجودة ضمنه، في حين يعزى التلون بسبب القهوة إلى خاصيتي الامتصاص والادمصاص وإلى الملونات ذات القطبية المرتفعة، وإلى التوافق بين حالة البوليمير والملونات الصفراء الموجودة ضمنها. (Imirzalioglu et al 2010)

ومنه يمكن أن يعزى عدم وجود فرق جوهري بين الشاي والقهوة في هاتين المرحلتين إلى قصر فترة الغمر، وبالتالي عجز المحلولين التأثير بالشكل الذي يرجح كفة أحدهما على الآخر، حيث تأخر امتصاص واختراق الملونات الصفراء ذات القطبية المرتفعة الموجودة في القهوة للمادة؛ بينما تراكمت الملونات الصفراء في الشاي على السطح لأنها ذات قطبية أقل. (Malekipour et al 2012)

أما في المرحلة الثالثة فأصبح هنالك فرق بينهما، وتعمق الفرق في المرحلة الرابعة حيث أصبح الفرق جوهرياً بين متوسط قيم التغير اللوني للشاي والقهوة، وكانت القهوة هي ذات التغير الأكبر، حيث بلغ متوسط قيمة **NBS** في المرحلة الرابعة من الغمر للشاي **NBS= 2.664** وكان التغير من الممكن ملاحظته ، بينما بلغ متوسط قيمة **NBS** للقهوة **NBS= 3.339** وكان التغير واضحاً.

بينما كان الماء هو الأقل تأثيراً على اللون في كل مراحل الغمر، متبوعاً بالكولا التي سببت تغيراً أقل من الشاي والقهوة، حيث بلغ متوسط قيمة **NBS** للماء المقطر في المرحلة الرابعة من الغمر قيمة **NBS= 0.620** وكان التغير قليلاً، في حين بلغ متوسط قيمة **NBS** للكولا في نفس المرحلة قيمة **NBS=1.516** وكان التغير من الممكن ملاحظته.

ويمكن أن يفسر التغير اللوني المسبب بالماء المقطر إلى تراكم الماء والتأكسد الضوئي **photo-Oxidation** اللذان يؤثران على اللون الداخلي ويغيران من خواصه البصرية. (V. Rutkunas et al 2010)

وقد امتلك الماء المقطر أصغر قيم التغير اللوني من بين جميع المحاليل المدروسة أما أكبر قيم التغير اللوني فكانت للقهوة يليها الشاي ثم الكولا، بغض النظر عن فترة المراقبة وعن نوع الأسنان. وهنا نتفق مع الدراسة التي قام بها **Mutlu-Sagesen** وزملائه (Mutlu-Sagesen et al 2001) و **Koksal** وزميله (Koksal et al 2008) و **Malekipour** وزملائه (Malekipour et al 2012) حيث وجدوا بأن القهوة هي أكثر المحاليل تأثيراً في الثبات اللوني مقارنةً مع الشاي والكولا.

كما نتفق مع دراسة أخرى قام **Hipolito** والذي وجد أن للقهوة ثم الكولا القدرة الأكبر على إحداث تغير في اللون مقارنةً بعصير البرتقال واللعب الصناعي. (Hipolito et al 2013)

كما نتفق مع دراسة **Ertan** التي أظهرت أن النبيذ الأحمر تليه القهوة هما الأكثر قدرةً على إحداث التغير اللوني مقارنةً مع الشاي والكولا. (Ertaş et al 2006)

ونتفق مع الدراسة التي قام بها **Kheraif** حيث وجد أن القهوة أكثر قدرةً على إحداث التغير اللوني مقارنةً مع الشاي والكولا . (Kheraif et al 2013)

ونتفق أيضاً مع **Bayindir** الذي خلص إلى أن القهوة هي الأكثر تلويهاً من الكولا عندما درس تأثير كل منهما على نوعين من الراتنج الأكريلي ذاتي التصلب (Bayindir 2012)

كذلك نتفق أيضاً مع دراسة قامت بها **DE Andrade** وُجد من خلالها أن للقهوة التأثير الأكبر في الثبات اللوني ، علماً أن الدراسة تضمنت تسخين المحلول لدرجة 57°م ، وقد عزت

الباحثة التلون إلى التلين الذي تحدثه هذه الحرارة في القالب العضوي وتؤدي إلى امتصاص الصباغ. (DE ANDRADE et al 2014)

كذلك نتفق مع **Gujjari** وزملائه (Gujjari et al 2013) الذين وجدوا أن للقهوة القدرة الأكبر على إحداث التغير اللوني مقارنة مع الشاي والكولا، وذلك بعد أن درسوا تأثيرها على نوعين من الراتنج المستخدم في صناعة التيجان والجسور المؤقتة، بعد غمرها لمدة سبعة أيام.

وفقاً لـ **Ruyter** تسبب الكولا تغيراً لونياً أقل من الشاي والقهوة لأنها تحتوي عدداً أقل من الملونات الصفراء بالرغم من أنها تمتلك **PH** أقل منهما؛ والذي من الممكن أن يؤدي سطح الراتنج المركب. بالمقابل ينتج التلون عن الغمر بالشاي عن ادمصاص الملونات ذات القطبية المرتفعة على السطح والذي من الممكن إزالتها باستخدام فرشاة الأسنان، (Ruyter et al 1988) كما يحتوي على كمية من الفلافونيد **Flavonoid** التي أشير إليها على أنها السبب في إحداث التغير اللوني. (Imirzalioglu et al 2010) بينما ينتج التلون بالقهوة عن ادمصاص وامتصاص الملونات ذات القطبية الأقل على سطح المادة، حيث ينتج امتصاص الملونات واختراقها للقالب العضوي للمادة عن التوافق بين الملونات الصفراء للقهوة والحالة القطبية للمادة. (Ruyter et al 2006, Ertaş et al 1988)

وقد أكد **Goiato** أن التلون الحاصل عند الغمر بالقهوة ناتج عن وجود الملونات الصفراء والأحماض ضمنها كالتانك أسيد (**Tanic acid**) وحمض الكافيك (**Caffeic acid**) بالإضافة إلى قطبية جزيئاتها. (GOIATO et al 2014)

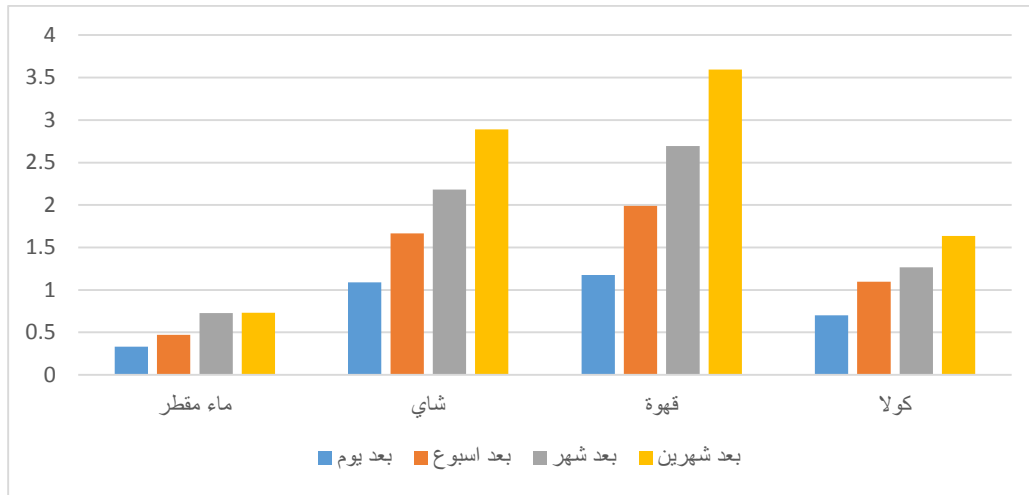
هذا وقد اختلفت دراستنا مع ما وجدته الباحث **Keyf** في دراسته لتغير لمعان (**Gloss**) نوعين من الراتنجات المستعملة في صنع قواعد الأجهزة حيث كان للشاي التأثير الأكبر في اللمعان مقارنةً مع القهوة بعد الغمر لمدة 145 يوم. (Keyf et al 2004)

كما اختلفت مع الدراسة التي أجراها **Ruyter** الذي وجد أن الشاي هو الأكثر تأثيراً على أنواع الراتنج المستخدم في صنع الوجوه **Veneers** وذلك بعد الغمر لمدة 48 ساعة. (Ruyter et al 1988) ويمكن أن يعزى الاختلاف في النتائج إلى اختلاف مدة الغمر، كما يمكن أن يعزى إلى نوع القهوة المستعملة في هذه الدراسات والتي من الممكن أن تؤثر على مكوناتها وبالتالي على خواصها.

وكذلك اختلفت مع دراسة **Samil** وزميله حول تأثير كل من القهوة والشاي والكولا على لون ست أنواع من الأسنان الأكريلية والخزفية، وتوصلوا إلى أن الشاي أكثر تلويهاً، علماً بأن الغمر استمر لمدة أربعة أسابيع فقط. (Samil et al 2010)

ومما تقدم نجد أن للماء المقطر التأثير الأقل على اللون في جميع المراحل الزمنية بغض النظر عن نوع الأسنان المستخدمة، بينما كان للقهوة التأثير الأكبر على اللون في جميع المراحل الزمنية بغض النظر عن نوع الأسنان المستخدمة.

حيث يمكن أن يظهر التغير اللوني المسبب بالماء المقطر نتيجةً لتلين البوليمير بواسطة انتاج الشبكة وتقليل القوى الرابطة بين سلاسل البوليمير. (Kheraif et al 2013)



رسم بياني رقم (11) يبين متوسط قيم التغير اللوني اعتماداً على نوع السائل ومدة الغمر

قدمت هذه الدراسة معلوماتٍ عن الأسنان الراتنجية المستخدمة في صنع الأجهزة المتحركة، وأي هذه الأسنان أكثر ثباتاً لونياً، وخلصت إلى أن الأسنان التي تحتوي على طبقة من الراتنج المركب النانوي الهجين هي أكثر الأسنان ثباتاً لونياً، مما قد يكون مفيداً للأطباء الممارسين، وأظهرت التفاعل المشترك بين المواد والوسط مما يؤدي إلى التصبغ، لكن يجب عند مناقشة التطبيقات السريرية أن نأخذ بعين الاعتبار المتغيرات الكثيرة التي تتضمنها الحفرة الفموية والتي من الصعب تقليدها ضمن ظروفٍ مخبريةٍ، وإن إحداث المصبغات للتلون ضمن البيئة الفموية يعتمد على آلياتٍ معقدةٍ تتأثر بالتغيرات الكيميائية التي تحدث ضمن الحفرة الفموية والتي يسهم فيها كلٌّ من اللعاب والحرارة والأطعمة المختلفة بالإضافة إلى الظروف الميكانيكية، والتآكل الحمضي أو الكيميائي والسحل في زيادة التلون، كما تتعلق بالصحة الفموية ومدى اعتناء المريض بنظافة جهازه. كل هذه العوامل تجعل من آلية التلون أمراً متعدد الأسباب والعوامل والتي يمكن أن تؤثر بشكل مفرد أو تتفاعل مع بعضها البعض.

الباب الخامس: الاستنتاجات: Conclusions

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن أن نستنتج:

1. امتلكت أسنان **SR PHONARES II** أقل قيم التغير اللوني بعد غمرها لمدة شهرين في محلول الشاي، والقهوة، والكولا؛ وبالتالي فإن لطبقة الراتنج المركب الهجين النانوي المضاف على سطح هذه الأسنان أثراً كبيراً في تحسين الثبات اللوني، حيث بقي التغير اللوني مقبولاً سريرياً بعد شهرين من الغمر.
2. كان محلول القهوة هو أكثر المحاليل الملونة قدرةً على إحداث التغير اللوني مقارنة مع الشاي والكولا، وكان التغير المسبب بعد شهرين من الغمر معتبراً بغض النظر عن نوع الأسنان.
3. كان التغير اللوني الناجم عن الغمر بالماء المقطر قليلاً بعد شهرين من الغمر، مما يؤكد أن امتصاص الماء أثر على الثبات اللوني بغض النظر عن احتوائه على ملوناتٍ أم لا.

الباب السادس: المقترحات والتوصيات: Suggestions & Recommendations

من خلال دراستنا نقترح مايلي:

1. من الضروري تقييم التأثير المشترك لوسائل العناية الفموية والوسائل الملونة في الدراسات المستقبلية، إضافة إلى دراسة تأثير وسائل التنظيف الكيميائية على التغير اللوني للأسنان المستخدمة في صناعة الأجهزة المتحركة.
2. إجراء دراسات طولانية للحصول على معلومات عملية أكثر وذلك بمراقبة التغيرات اللونية للأسنان المستخدمة في صناعة للأجهزة المتحركة.
3. تقييم طريقة التفاعل والتأثير المتبادل والمتداخل للمتغيرات الكثيرة ضمن الظروف السريرية.
4. دراسة سمات سطح هذه الأسنان وتأثيرها على الثبات اللوني.

ونوصي بالتالي:

1. استخدام الأسنان الحاوية على طبقة من الراتنج المركب النانوي الهجين في طبقتها السطحية لما لها من أثرٍ في تحسين الثبات اللوني للأسنان وبالتالي زيادة تقبل المريض لها وزيادة عمرها.

2. استخدام أسنان **FLORI-DENT** نظراً للنتائج الجيدة التي سجلتها في هذه الدراسة،
علماً أن هذه الأسنان المصنعة محلياً أثبتت من خلال هذه الدراسة قدرتها على منافسة
أضخم الشركات العالمية.

3. الحرص والمحافظة على نظافة الجهاز المتحرك لما لذلك من أثرٍ على جماليته ونظافته،
وبالتالي ديمومته، فلا بد من الاعتناء بالجهاز والقيام بتنظيفه بعد كل وجبة طعام، وإن
أمكن بعد شرب السوائل الملونة وخاصة القهوة والشاي لما لها من أثرٍ على لون كلٍ من
راتنج الأسنان وقواعد الأجهزة.

References : المراجع : الباب الثامن :

Adolfi, D. (2002). Natural Esthetic. Quebecor World Chile. 20-56

Ali, M. (2006). "The relationship of tooth color to eye color, facial skin complexion and gingival pigmentation." J Bagh Coll Dentistry **18**(1): 65-78.

Andrew, J. (2004). "Tooth colour: a review of the literature." Journal of Dentistry **32**: 3-12.

Antonucci, J., S. Dickens and O. Fowler (2005). "Chemistry of silanes: interfaces in dental polymers and composites." Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology **110**: 541-558.

Assunção, W., V. Barão, M. Pita and M. Goiato (2009). "Effect of polymerization methods and thermal cycling on color stability of acrylic resin denture teeth." J Prosthet Dent. **102**.(6)

Awliya, W., D. Al-Alwani, E. Gashmer and H. Al-Mandil (2010). "The effect of commonly used types of coffee on surface microhardness and color stability of resin-based composite restorations." Saudi Dent J **22**.(4)

Barutçigil, C. and M. Yıldız (2012). "Intrinsic and extrinsic discolouration of dimethacrylate and silorane based composites." Journal of Dental Technology **40**: 57-63.

Bayindir, D. K. r., Nuran Dinc, kal Yanikog ̃ lu. (2012). "The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials." Journal of Dentistry **40**: 41-46.

Bayindir, F. (2013). HISTORY OF DENTISTRY. **3**: 13-15.

Bayindir, F., D. Kurklu and N. Yanikoglu (2012). "The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials." Journal of Dental Technology **40 Suppl 2**: 41-46.

Bayne, S. and H. Heymann (1994). "Update on dental composite restorations." J Am Dent Assoc **125**: 687-701.

Blackham, J., K. Vandewalle and W. Lien (2009). "Properties of hybrid resin composite systems containing prepolymerized filler particles." Oper Dent **34**: 697-702.

Buchsbaum ,G. and O. Bloch (2002). "Color categories revealed by non-negative matrix factorization of Munsell color spectra." Dental Material **42**: 559-563.

Burgt, T. V. d., J. T. Bosch, P. Borsboom and A. Flasschaert (1985). "A new method for matching tooth color standards." Journal of Dental Research **64**: 837-841.

Cai, X., B. Riedl, S. Zhang and H. Wan (2007). "Effects of nanofillers on water resistance and dimensional stability of solid wood modified by melamine–urea– formaldehyde resin." Wood Fiber Sci **39**: 307-318.

Cavalcante, L., K. Masouras, D. Watts, L. Pimenta and N. Silikas (2009). "Effect of nanofillers' size on surface properties after toothbrush abrasion." Am J Dent **22**: 60-64.

Clark, E. (1931). "An analysis of tooth color." Journal of the American Dental Association **18**: 2093-2103.

Corociani, G., A. Vichi and C. Louca (2010). "Influence of layering thickness on the color parameters of a ceramic system." Academy of dental materials **26**: 737-742.

Davis, B., S. Aquilino and P. Lund (1992). "Colorimetric evaluation of the effect of porcelain opacity of the resultant color porcelain veneers." INTERNATIONAL Journal Prosthodont **5**.

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

Douglas, R. and J. Brewer (1998). "Acceptability of shade differences in metal deramic crowns." Journal of Prosthetic Dentistry **79**: 254-260.

Dozic, A., C. J. Kleverlaan and M. Meegdes (2003). "The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restoration." Journal of Prosthetic Dentistry **90**: 563-570.

Dozic, A., C. Kleverlaan, A. El-Zohairy, A. Feilzer and G. Khashayar (2007). "Performance of five commercially available tooth color measuring devices." Journal of Prosthodontics **16**: 93-100.

Ergun, G. and I. Nagas (2007). "Color stability of silicone or acrylic denture liners: an in vitro investigation." Eur J Dent **1**(3): 12-18.

Ernst, A. (1989). "Creative ceramic color: A practical system." Quintessence International **65**: 35-40.

Ertas, E., A. Güler, A. Yücel, H. Köprülü and E. Güler (2006). "Color stability of resin composites after immersion in different drinks." Dental Material **25**(2)

Falkensammer, F., G. Arnetzl, A. Wildburger and J. Freudenthaler (2013). "Color stability of different composite resin materials." Journal of Prosthetic Dentistry **109**(6): 378-383.

Fani, G., A. Vichi and C. Davidson (2007). "Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides". American Journal of Dentistry **20**: 142-146.

Ferracane, J. (2011). "Resin composite—State of the art." Dental material **27**: 29-38.

FERRACANE, J. and M. PALIN (2013). "Effects of particulate filler systems on the properties and performance of dental polymer composites." Woodhead Publishing Limited **15**: 294-335.

Fong, H., S. Dickens and G. Flaim (2005). "Evaluation of dental restorative composites containing polyhedral oligomeric silsesquioxane methacrylate." Dental Materials **21**: 520-529.

Gehrke, P., U. Riekeberg, O. Fackler and G. Dhom (2009). "Comparison of in vivo visual, spectrophotometric and colorimetric shade determination of teeth and implant-supported crowns." International Journal of Computerized Dentistry **12**: 247-263.

GOIATO, M., M. NOBREGA, R. D. SANTOS and D. ANDREOTTI (2014). "Effect of different solutions on color stability of acrylic resin - based dentures." BRAZ Oral Res **7**: 28-34.

Goodkind, R., K. Keenan and W. Schwabacher (1987). "Use of a fiberoptic colorimeter for an in vivo color measurement of 2830 anterior teeth." Journal of Prosthetic Dentistry. **58**: 535-542.

Gregorius, W., M. Kattadiyil, C. Goodacre, C. Roggenkamp, J. Powers and R. Paravina (2012). "Effects of ageing and staining on color of acrylic resin denture teeth." Journal of Dental Technology **40 Suppl 2**: e47-54.

Gujjari, A., V. Bhatnaga and R. Basavaraju (2013). "Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an in vitro study." Indian J Dent Res **24**(2): 172-177.

Gürbüz, Ö., F. Ünalán and P. Kursoglu (2005). "Water sorption and solubility of denture teeth acrylic resin reinforced with milled glass fiber." Operative Dentistry **4**(4): 32-47.

Hammad, I. and R. Stein (1991). "A qualitative study for the bond and color of ceramometals." Journal of Prosthetic Dentistry **65**: 169-179.

Hidaka, T. (2008). Solutions for Dental Esthetics: The Natural Look. UK, Qunitessence Publishing. 120-121

Hipolito, A., V. Barao ,L. Faverani, M. Ferreira and W. Assuncao (2013). "Color degradation of acrylic resin denture teeth as a function of liquid diet: ultraviolet-visible reflection analysis." J Biomed Opt **18**(10): 105005.

Holland, W. (1999). "Introducing a lithium disilicate glass-ceramic: IPS Empress." INTERNATIONAL Journal Prosthodont **4**: 1-3.

Hosoya, Y. (1999). "Five year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times." Journal of Dental Material **15**: 28-34.

IC. DE ANDRADE, R. B. and J. RODRIGUES (2014). "Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining." EUR J DENT **8**: 160-165.

IMAMURA, S., H. TAKAHASHI, I. HAYAKAWA and G. Paola (2008). "Effect of filler type and polishing on the discoloration of composite resin artificial teeth." Dental Materials Journal **27**.(6)

Imirzalioglu, P., O. Karacaer, B. Yilmaz and I. MsC (2010). "Color stability of denture acrylic resins and a soft lining material against tea, coffee, and nicotine." J Prosthodont **19**.(2)

Ivoclar, V. (2010). "Scientific Documentation SR Phonares." Retrieved 12-3, 2014.

Jalali, H., H. Dorriz, F. Hoseinkhezri and S. Emadian (2012). "In vitro color stability of provisional restorative materials." Indian J Dent Res **23**(3): 388-392.

Johnston, W .and E. Kao (1989). "Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry." Journal of Dental Research **68**: 819-822.

Joiner, A., N. Jones and S. Raven (1995). "Investigation of factors influencing stain formation utilizing an in situ model." Advances in Dental Research **9**: 471-476.

Keyf, F. and I. Etikan (2004). "Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages." Dental Material **20**: 244-251.

Kheraif, A. A., S. Qasim and R. Ramakrishnaiah" .(2013) Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites ".Dental Material **32**.(2)

Koksal, T. and I. Dikbas (2008). "Color stability of different denture teeth materials against various staining agents." Dent Mater J **27**(1): 139-144.

Kundu, J., K. Kumar and M. Seshan (2014). "A STUDY ON EVALUATION OF SURFACE ROUGHNESS AND ANTI-STANING PROPENSITY OF NANO - COMPOSITE DENTURE TEETH." IJCRR **6**(7): 52-57.

Lee, Y., B. Lim, S. Rhee and H. Yang (2004" .(Changes of optical properties of dental nano-filled resin composites after curing and thermocycling." J Biomed Mater Res B Appl Biomater **71**: 16-21.

Lee, Y., B. Lim, S. Rhee, H. Yang and J. Powers (2005). "Color and translucency of A2 shade resin composites after curing, polishing and thermocycling." Operative Dentistry **30**: 436-442.

Llie, N. and R. Hickel (2009). "Investigations on mechanical behavior of dental composites." Clin Oral Invest **13**: 427-438.

Llie, N. and R. Hickel (2009). "Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites." Dental material **25**: 810-819.

Malekipour, M. R., A. Sharafi, S. Kazemi, S. Khazaei and F. Shirani (2012). "Comparison of color stability of a composite resin in different color media." Dent Res J (Isfahan) **9**.(14)

Malekipour, R., A. Sharafi, S. Kazemi, S. Khazaei and F. Shirani (2012). "Comparison of color stability of a composite resin in different color media". Journal of Dental Research **9**(4): 441-446.

Mater, R. (2010). "ADA professional product review." **2**: 1-16.

Michael, F., Jacobson. (2005) "Liquid Candy".

Miyasaka, T. and T. Sida (2000). "Effect of binary and ternary filler mixtures on the mechanical properties of composite resins." Dental Materials Journal **19**: 229-244.

Morrell, J. (2012). In vitro Staining of Denture Liners and Potential for Color Correction Using Commonly Available Denture Cleansers, The University of Tennessee.

Moszner, N., U. Fischer, J. Angermann and V. Rheinberger (2008). "A partially aromatic urethane dimethacrylate as a new substitute for Bis-GMA in restorative composites." Dental Material **24**: 694-699.

Mousavinasab, S. (2005). "Effects of Filler Content on Mechanical and Optical Properties of Dental Composite Resins".

Mutlu-Sagesen, L., G. Ergun, Y. Ozkan and B. Bek (2001). "Color stability of different denture teeth materials: an in vitro study." J Oral Sci **43**(3): 193-205.

Nagai, S., A. Yoshida and M. Sakai (2009). Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all teeth and all-ceramic crowns USA.65-67-69-72

Nikzad, S., A. Azari and M. Poursina (2012). "Effects of beverage colorants and accelerated aging on the color stability of indirect resin composites." Journal of Dental Sciences **7**: 231-237.

O'Brien, W. (2002). Dental Materials and Their Selection. Michigan.USA. 75-78-82-83-87-95-101

O'Brien, W., H. Hemmendinger, K. Boenke, J. Linger and C. Groh (1997). "Color distribution of three regions of extracted human teeth." Dental Materials **13**: 179-185.

O'Brien, W., D. Nelson and R. Lorey" (1983) "The assessment of chroma sensitivity to porcelain pigments." Journal of Prosthodontic Dentistry **49**: 63-65.

Okubo, S., A. Kanawati, M. Richards and S. Childress (1998). "Evaluation of visual and instrument shade matching." Journal of Prosthetic Dentistry. 648-642 :80

Padiyar, N. and P. Kaurani (2010). "Colour stability: An important physical property of an important physical property of esthetic restorative materials." Journal of Clinical Dental Science **1**(1): 1.

Paravina, R., D. Stankovi and L. Aleksova" (1997) problems in standered shade matching and reproduction procedure in dentistry: A Review of the state of the artdentistry." Journal of Dental Technology **4**(1): 12-16.

Paul, S. and N. Pietrobon (2002). "Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth." journal of Dental Research **81**: 578-582.

Peutzfeldt., A. (1997). "Resin composites in dentistry: the monomer systems." Eur J Oral Sci **105**: 97-116.

Powers, J. and R. Sakaguchi (2006). Restorative Dental Materials, MOSBY.45-65-68-89-99

Preston, J. and S. Bergen (1981). "Color science and dental art, A Self Teaching Program." International Journal of Dentistry **9**: 350.

Pusateri, S., J. Brewer, E. Davis and A. Wee (2009). "Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices." journal of Prosthetic Dentistry **101**: 93-99.

Ragain, J. and W. Johnston (2000). " Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers." Color Research and Application **25**: 278-285.

Ren, Y., L. Feng and H. Malmstrom (2012). "Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: The utility of a thermocycling stain challenge model in vitro." Journal of Dentistry **40**: 48-56.

Rosenstiel, S. (2001). Contemporary fixed prosthodontics USA, Mosby.32-65

Rosenstiel, S. (2006). Contemporary fixed prosthodontics. USA, Mosby.65-78-99-103

Rosenstiel, S., A. Gegauff, R. McCafferty and W. Johnston (1991). "In vitro tooth color change with repeated bleaching." Quintessence International **22**: 7-12.

Rosentritt, M., J. Esch, M. Behr, A. Leibrock and G. Handel (1998) "(In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures." Quintessence Int **29**(8): 517-522.

Rubino, M., J. Barcia, L. J. d. Barco and J. Romero (1994). "Colour measurement of human teeth and evaluation of a colour guide." Color Research and Application **19**: 19-22.

Ruyter, I. and H. Oysaed (1988). "Analysis and characterization of dental polymers." Crit Rev Biocompat **4**(3): 247-279.

Sadoon, M., N. Jaffer and A. Al-Saraj (2011). "Effect of denture cleanser on the color stability of artificial denture teeth." Al-Rafidain Dent J **11**(1)

Salloum, A. a. M. (2013). "Effect of 5.25 % Sodium Hypochlorite on Color Stability of Acrylic and Silicone Based Soft Liners and a Denture Base Acrylic Resin." J Indian Prosthodont Soc.

Şamil, A. and F. Bayindir (2010). "Time dependent effects of various staining agents on colour of artificial teeth." Materials Research Innovations **14**(5): 365-369.

Seghi, R., W. Johnston and W. O'Brien (1989). "Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains." Journal of Dental Research **68**: 1755-1759.

Shofu (2012). veracia SA.

Sibel, A., W. Brantly and P. Cascone (2003). Philips's Science of DENTAL MATERIALS. USA.78-79-80-81

Silva, J. D., S. Park, H. Weber and S. Nagai (2008). "Clinical performance of a newly developed spectrophotometer system on tooth color reproduction." Journal of Prosthetic Dentistry **99**: 361-368.

SILVA, P., E. ACOSTA, M. JACOBINA, L. PINTO and V. PORTO (2011). "Effect of repeated immersion solution cycles on

the color stability of denture tooth acrylic resins." Dental Material **19**.(6)

Somogyi, L. P. (2010) "CAFFEINE INTAKE by the U.S. POPULATION".

Stephen, J. and D. Richard (2010). "Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects." Journal of dentistry **38**: 2-16.

Tandon, R., S. Gupta and S. Agarwal (2010). "Denture base materials: From past to future." Indian Journal of Dental Sciences **2**(2): 33-39.

Topcu, F., G. Sahinkesen, K. Yamane, U. Erdemir, E. Oktay and S. Ersahan (2009). "Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites." Eur J Dent **3**(1): 32-45.

Tung, F., G. Goldstein, S. Jang and E. Hittelman (2002). "The repeatability of an intraoral dental colorimeter." Journal of Prosthetic Dentistry **88**: 585-590.

V. Rutkunas and V. Sabaliauskas (2010). "Effect of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials." Dental Material **29**: 167-176.

Vanini, L. (1996). "Light and color in anterior composite restorations." Practical Periodontal and Esthetic Dentistry Journal **8**(2): 673-682.

Vivadent, A. I. (2007). *The Secrets of Composites*.

Williams, J. A., R. W. Billington and G. J. Pearson (2001). "A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin-modified glass ionomer cements." J Oral Rehabil **28**(1)

Yu., B., H.-N. Lim. and Y.-K. Lee. (2010). "Influence of nano- and micro-filler proportions on the optical property stability of experimental dental resin composites." Materials and Design **31**: 4719-4724.

Zamarripa, E., A. Ancona, N. D'Accorso, R. Macchi and P. Abate (2008). "Effect of energy density on color stability in dental resin composites under accelerated aging." Acta Odontol Latinoam **21**: 5-11.

Appendices : الملحق



الرقم: ١٠٨٩ / ص

التاريخ: ٢٠١٥/٨/٩

السيد الأستاذ الدكتور نائب رئيس جامعة دمشق لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا

تقدم السيد زياد مخائيل سلوم طالب الماجستير في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق ببحث
للنشر في مجلة جامعة دمشق وهو بحث أصيل بعنوان:

التغير اللوني للأسنان المستعملة في الأجهزة المتحركة بعد الغمر
في الشاي والقهوة

بإشراف الأستاذ الدكتور علاء سلوم وتم تحكيمة وقبوله للنشر.

رئيس تحرير
مجلة جامعة دمشق للعلوم الصحية
الأستاذ الدكتور محمد إياد الشطي

جدول رقم (1) بقيم المعادلات اللونية قبل بدء الغمر وبعد كل مرحلة من مراحل الغمر

السائل	نوع السن	رقم السن	L4	L3	L2	L1	L	B4	B3	B2	B1	b	A4	A3	A2	A1	a
الماء المقطر	PHONARES	.1	80.30	79.53	81.17	79.67	78.77	9.87	10.07	9.47	10.60	9.40	-1.90	-1.83	-3.47	-1.73	-1.83
الماء المقطر	PHONARES	.2	80.93	80.20	81.93	79.70	79.40	10.13	10.27	10.10	10.17	10.43	-1.97	-2.00	-3.67	-1.90	-2.00
الماء المقطر	PHONARES	.3	80.37	79.87	81.73	80.17	79.43	10.50	10.47	10.30	10.47	10.53	-2.00	-2.00	-3.63	-1.90	-1.97
الماء المقطر	PHONARES	.4	81.20	80.40	81.00	80.03	79.77	10.90	10.30	10.53	10.37	10.37	-2.03	-2.07	-3.33	-2.20	-2.07
الماء المقطر	PHONARES	.5	80.47	79.57	80.80	79.70	79.73	9.67	10.03	9.93	10.60	10.17	-2.13	-2.10	-3.33	-2.07	-2.00
الماء المقطر	PHONARES	.6	82.10	79.87	81.30	80.17	79.83	10.40	10.20	10.60	11.00	9.70	-2.07	-2.07	-3.10	-2.00	-1.97
الماء المقطر	PHONARES	.7	80.60	80.37	81.90	80.27	79.33	10.80	11.03	10.80	11.23	10.13	-1.90	-1.97	-3.07	-1.77	-1.80
الماء المقطر	PHONARES	.8	81.03	80.50	82.33	80.13	79.30	10.87	11.27	11.23	11.27	9.90	-2.03	-1.93	-3.13	-1.87	-1.87
الماء المقطر	PHONARES	.9	80.40	80.10	82.13	80.37	79.47	10.57	10.77	10.73	11.17	10.40	-1.83	-1.87	-3.13	-1.77	-1.63
الماء المقطر	PHONARES	.10	80.63	80.20	82.40	80.07	79.87	10.13	10.57	10.50	10.33	10.33	-1.97	-1.90	-3.20	-1.87	-1.97
الماء المقطر	PHONARES	.11	80.57	80.53	82.63	80.27	80.23	10.10	10.97	10.97	10.73	10.50	-1.90	-1.93	-3.20	-1.77	-1.73
الماء المقطر	PHONARES	.12	80.73	80.70	82.83	80.70	80.50	10.43	11.30	11.33	11.37	11.03	-2.00	-2.00	-3.30	-1.90	-1.90
محلول الشاي	PHONARES	.13	79.43	79.60	80.30	79.30	78.60	11.63	11.17	11.00	10.97	9.90	-1.93	-2.10	-2.97	-2.07	-2.17
محلول الشاي	PHONARES	.14	80.03	79.20	79.97	79.13	78.87	11.33	10.73	11.70	11.07	10.40	-1.83	-1.77	-2.60	-1.87	-1.90
محلول الشاي	PHONARES	.15	80.17	79.30	80.60	79.30	79.00	12.67	11.47	11.30	11.30	10.27	-1.83	-1.83	-2.93	-1.87	-1.87
محلول الشاي	PHONARES	.16	80.40	79.53	80.20	79.83	79.00	11.37	11.57	11.80	10.83	9.97	-2.03	-1.90	-2.83	-2.00	-2.10
محلول الشاي	PHONARES	.17	80.33	80.30	80.90	80.60	79.50	12.90	11.87	12.97	12.27	10.90	-2.17	-2.27	-3.17	-2.30	-2.30
محلول الشاي	PHONARES	.18	79.87	78.80	80.40	79.63	79.20	12.03	10.80	10.63	11.10	9.63	-2.00	-2.03	-3.17	-2.13	-2.20
محلول الشاي	PHONARES	.19	80.10	79.63	80.53	80.27	79.97	13.40	11.93	11.67	11.87	10.20	-1.70	-1.80	-2.70	-1.73	-1.80
محلول الشاي	PHONARES	.20	80.80	80.50	80.70	80.30	80.47	13.00	11.97	12.10	11.60	11.27	-1.97	-2.00	-2.80	-1.90	-1.83
محلول الشاي	PHONARES	.21	80.03	79.83	80.30	80.33	80.47	12.50	12.97	12.10	11.80	10.67	-1.77	-1.60	-2.43	-1.80	-1.77
محلول الشاي	PHONARES	.22	80.13	79.33	80.63	80.03	79.83	11.67	11.73	10.90	11.00	10.43	-1.80	-1.57	-2.70	-1.70	-1.70
محلول الشاي	PHONARES	.23	80.93	80.20	81.13	80.40	80.43	12.87	13.10	12.47	12.13	11.87	-1.93	-1.80	-2.77	-1.70	-1.60
محلول الشاي	PHONARES	.24	79.67	80.17	80.57	79.90	79.80	13.43	12.30	11.90	11.90	10.90	-1.67	-1.83	-2.73	-1.80	-1.80

محلول القهوة	PHONARES	.25	80.20	80.10	81.33	79.90	79.03	11.27	11.17	10.67	11.20	9.70	-1.80	-1.83	-2.87	-2.00	-1.97
محلول القهوة	PHONARES	.26	79.50	80.10	80.53	79.77	79.03	11.90	12.10	10.57	10.87	9.20	-1.87	-2.00	-3.00	-2.13	-2.07
محلول القهوة	PHONARES	.27	80.30	80.40	80.67	80.10	79.63	11.50	12.47	10.80	11.73	10.40	-1.97	-1.93	-2.83	-2.03	-1.90
محلول القهوة	PHONARES	.28	80.67	80.07	80.37	80.53	80.17	11.43	11.00	10.87	10.57	10.30	-1.93	-2.00	-2.70	-2.13	-2.07
محلول القهوة	PHONARES	.29	80.80	80.33	80.67	80.70	80.27	12.03	12.13	11.63	11.97	11.40	-2.10	-2.07	-2.70	-2.17	-2.00
محلول القهوة	PHONARES	.30	80.63	80.47	80.27	80.47	79.57	11.37	11.00	10.87	11.10	9.70	-2.17	-2.20	-2.80	-2.17	-2.20
محلول القهوة	PHONARES	.31	80.73	80.33	79.53	80.27	80.00	11.67	11.17	10.43	10.77	10.43	-1.90	-1.83	-2.50	-2.00	-1.80
محلول القهوة	PHONARES	.32	81.60	80.60	80.57	80.47	80.33	12.87	12.33	11.67	11.43	11.00	-1.80	-1.73	-2.37	-1.90	-1.80
محلول القهوة	PHONARES	.33	81.67	80.37	80.13	80.13	80.60	11.87	10.93	11.43	10.77	10.70	-1.87	-1.83	-2.23	-1.80	-1.60
محلول القهوة	PHONARES	.34	81.10	80.90	80.67	80.53	80.63	12.53	12.80	11.57	11.90	11.40	-1.80	-1.73	-2.50	-1.83	-1.77
محلول القهوة	PHONARES	.35	80.90	80.47	80.80	80.53	80.73	12.40	11.70	11.00	11.33	11.03	-1.80	-1.80	-2.50	-1.90	-1.83
محلول القهوة	PHONARES	.36	81.43	80.93	80.77	81.20	81.07	11.63	10.93	10.50	10.90	10.30	-1.97	-1.97	-2.50	-2.00	-1.83
الكولا	PHONARES	.37	80.53	80.30	80.33	80.33	80.33	10.53	11.33	11.27	11.03	11.83	-2.10	-2.13	-2.47	-2.10	-2.03
الكولا	PHONARES	.38	80.17	80.17	79.80	79.90	79.70	9.67	10.23	10.00	10.57	10.60	-2.00	-1.90	-2.30	-1.90	-1.80
الكولا	PHONARES	.39	79.87	80.53	80.43	79.93	80.40	9.30	10.77	10.37	10.37	11.03	-1.83	-1.87	-2.17	-1.83	-1.80
الكولا	PHONARES	.40	80.63	79.67	79.57	80.07	80.03	11.93	10.40	10.73	10.93	10.20	-2.03	-2.20	-2.37	-1.97	-2.00
الكولا	PHONARES	.41	80.40	80.10	79.30	80.50	80.03	11.03	10.00	10.20	10.80	10.97	-1.93	-2.10	-2.47	-2.20	-2.10
الكولا	PHONARES	.42	80.30	79.77	80.47	80.17	79.37	10.13	9.70	9.93	9.73	9.37	-1.97	-1.93	-2.33	-1.93	-1.83
الكولا	PHONARES	.43	80.83	80.37	80.43	80.97	79.90	10.40	10.43	10.37	10.60	10.20	-1.83	-1.80	-2.17	-1.87	-1.73
الكولا	PHONARES	.44	80.87	80.50	80.27	80.60	80.30	11.37	11.33	11.10	11.20	11.73	-2.10	-2.10	-2.43	-2.10	-1.97
الكولا	PHONARES	.45	81.73	80.37	80.20	80.47	80.80	10.83	11.00	10.87	11.17	11.33	-2.10	-2.00	-2.27	-1.90	-1.87
الكولا	PHONARES	.46	81.70	80.50	80.20	80.60	80.83	11.20	10.73	10.83	11.37	11.27	-1.97	-1.93	-2.20	-1.83	-1.73
الكولا	PHONARES	.47	81.57	80.67	80.53	81.00	80.13	11.03	10.67	11.17	11.50	11.00	-2.13	-2.10	-2.40	-2.00	-1.77
الكولا	PHONARES	.48	81.40	80.43	80.30	80.50	80.23	10.97	10.53	10.60	10.93	10.67	-1.97	-1.90	-2.20	-1.73	-1.70
الماء المقطر	FLORI-DENT	.49	84.67	84.30	83.97	84.53	82.77	17.40	18.43	17.33	16.63	17.40	-2.73	-2.77	-3.17	-3.03	-2.90
الماء المقطر	FLORI-DENT	.50	82.50	83.10	82.37	82.30	82.03	13.90	15.53	13.30	14.00	14.10	-2.57	-2.47	-2.80	-2.57	-2.50
الماء المقطر	FLORI-DENT	.51	83.63	84.57	83.63	84.27	83.10	17.57	17.07	16.77	17.27	17.60	-2.37	-2.67	-2.90	-2.60	-2.60
الماء المقطر	FLORI-DENT	.52	85.67	85.00	84.57	85.00	84.30	18.37	18.57	18.20	19.00	18.23	-2.63	-2.80	-2.97	-2.67	-2.83
الماء المقطر	FLORI-DENT	.53	81.80	81.93	80.73	81.40	80.77	17.90	18.80	18.37	18.23	18.13	-2.53	-2.47	-2.57	-2.47	-2.53

الماء المقطر	FLORI-DENT	.54	84.40	84.17	84.27	84.27	82.87	23.50	25.27	23.97	24.67	24.70	-1.97	-1.80	-2.17	-1.77	-1.80
الماء المقطر	FLORI-DENT	.55	81.40	81.40	81.13	81.33	79.97	16.47	17.20	16.93	17.00	17.23	-2.10	-2.03	-2.20	-2.00	-1.93
الماء المقطر	FLORI-DENT	.56	83.67	83.50	83.73	84.00	83.30	19.00	19.60	19.73	19.70	19.13	-2.93	-2.83	-3.10	-2.97	-2.20
الماء المقطر	FLORI-DENT	.57	84.57	84.03	83.97	83.97	83.60	19.33	19.03	19.23	19.00	19.83	-2.23	-2.33	-2.43	-2.37	-3.03
الماء المقطر	FLORI-DENT	.58	83.33	83.10	82.77	83.20	83.70	12.93	12.77	13.63	13.50	13.37	-3.07	-3.13	-3.17	-3.00	-2.77
الماء المقطر	FLORI-DENT	.59	84.13	84.73	84.20	85.03	82.70	14.33	14.27	14.97	15.20	12.83	-2.53	-2.73	-2.83	-2.60	-2.17
الماء المقطر	FLORI-DENT	.60	83.23	83.67	82.83	83.47	82.10	22.47	22.83	22.93	23.30	21.27	-2.10	-2.23	-2.23	-2.13	-2.97
محلول الشاي	FLORI-DENT	.61	83.80	84.70	84.57	84.60	84.33	18.43	19.20	18.63	18.83	19.07	-2.43	-2.33	-2.53	-2.50	-2.30
محلول الشاي	FLORI-DENT	.62	85.17	84.93	84.40	84.93	84.50	17.30	18.43	18.80	18.77	18.17	-2.83	-2.67	-2.73	-2.73	-2.60
محلول الشاي	FLORI-DENT	.63	84.37	84.93	84.57	84.70	84.03	18.57	19.43	19.07	19.17	19.67	-2.73	-2.60	-2.93	-2.73	-2.47
محلول الشاي	FLORI-DENT	.64	83.03	83.33	83.60	83.87	83.20	17.23	17.27	17.57	17.87	16.83	-2.87	-2.80	-3.00	-2.87	-2.87
محلول الشاي	FLORI-DENT	.65	84.13	84.20	83.50	83.70	82.80	17.10	18.10	18.00	18.80	16.50	-2.63	-2.40	-2.53	-2.17	-2.47
محلول الشاي	FLORI-DENT	.66	84.30	85.00	84.77	85.07	84.40	18.97	18.50	19.30	18.83	18.13	-2.73	-2.70	-2.80	-2.53	-2.67
محلول الشاي	FLORI-DENT	.67	83.20	83.47	83.10	83.50	83.57	17.77	18.07	18.97	18.63	17.13	-2.77	-2.63	-2.83	-2.83	-2.80
محلول الشاي	FLORI-DENT	.68	79.90	81.03	81.17	81.17	80.87	16.87	16.47	15.97	16.00	15.97	-2.17	-2.27	-2.53	-2.50	-2.30
محلول الشاي	FLORI-DENT	.69	82.33	83.17	82.93	82.87	83.40	17.47	18.27	19.67	19.53	19.07	-2.67	-2.53	-2.60	-2.40	-2.43
محلول الشاي	FLORI-DENT	.70	83.97	84.20	84.23	84.37	83.10	16.07	16.63	17.47	15.83	16.27	-2.83	-2.77	-2.93	-3.03	-2.67
محلول الشاي	FLORI-DENT	.71	84.67	84.60	84.10	85.27	83.93	19.03	19.37	20.37	18.57	18.57	-2.63	-2.57	-2.63	-2.73	-2.43
محلول الشاي	FLORI-DENT	.72	83.87	83.80	83.53	84.43	82.87	15.60	15.03	16.63	15.93	14.67	-2.83	-3.00	-2.90	-2.90	-2.67
محلول القهوة	FLORI-DENT	.73	84.63	84.57	84.40	84.63	85.13	20.93	21.83	21.90	22.63	21.87	-2.53	-2.53	-2.57	-2.43	-2.40
محلول القهوة	FLORI-DENT	.74	85.17	84.57	85.27	85.43	85.20	18.50	19.43	18.80	19.60	19.00	-2.90	-2.70	-2.97	-2.83	-2.77
محلول القهوة	FLORI-DENT	.75	85.53	85.73	85.13	85.73	85.27	19.73	19.87	21.03	20.30	19.33	-2.77	-2.73	-2.70	-2.73	-2.73
محلول القهوة	FLORI-DENT	.76	84.43	84.50	85.30	84.87	84.53	18.53	18.73	17.77	18.87	17.93	-2.57	-2.47	-2.70	-2.53	-2.53
محلول القهوة	FLORI-DENT	.77	82.00	81.40	82.20	81.57	80.90	15.40	14.57	15.73	16.17	14.33	-2.37	-2.30	-2.50	-2.20	-2.00
محلول القهوة	FLORI-DENT	.78	83.10	83.70	84.13	83.83	84.37	17.80	18.63	16.77	17.90	18.30	-3.23	-2.70	-3.27	-2.97	-2.67
محلول القهوة	FLORI-DENT	.79	81.20	81.27	81.60	81.13	82.00	14.87	15.43	14.73	15.27	13.07	-2.67	-2.50	-2.80	-2.47	-2.47
محلول القهوة	FLORI-DENT	.80	80.63	81.83	82.27	82.40	82.47	17.70	16.50	16.93	17.90	16.30	-2.37	-2.57	-2.80	-2.67	-2.73
محلول القهوة	FLORI-DENT	.81	84.80	83.73	84.73	84.47	84.67	19.60	21.10	19.23	21.67	19.53	-2.67	-2.33	-2.90	-2.50	-2.57
محلول القهوة	FLORI-DENT	.82	82.20	82.00	81.90	82.17	82.07	16.00	16.40	16.07	16.53	15.57	-2.13	-2.13	-2.47	-2.27	-2.17

محلول القهوة	FLORI-DENT	.83	82.57	80.80	82.57	82.90	83.70	17.27	20.53	15.97	17.03	17.13	-2.70	-2.00	-2.90	-3.00	-2.90
محلول القهوة	FLORI-DENT	.84	84.67	83.90	84.67	84.83	85.00	16.83	19.37	17.60	17.87	16.67	-3.07	-2.53	-3.20	-3.13	-3.30
الكولا	FLORI-DENT	.85	86.00	85.57	85.40	85.53	85.37	18.30	18.97	18.83	19.57	18.67	-2.83	-2.73	-2.93	-2.63	-2.57
الكولا	FLORI-DENT	.86	85.23	84.77	84.73	84.90	84.17	19.30	19.07	19.20	19.93	19.30	-2.63	-2.73	-2.77	-2.50	-2.37
الكولا	FLORI-DENT	.87	86.67	85.53	86.03	85.77	85.20	22.13	22.20	22.10	23.10	22.30	-2.33	-2.33	-2.47	-2.10	-2.07
الكولا	FLORI-DENT	.88	84.37	83.63	83.97	84.40	83.83	16.53	16.97	16.73	17.20	15.60	-3.10	-3.00	-3.27	-3.00	-3.00
الكولا	FLORI-DENT	.89	85.00	83.03	83.27	83.53	83.07	19.03	19.37	19.00	18.90	17.30	-2.73	-2.60	-2.80	-2.63	-2.60
الكولا	FLORI-DENT	.90	84.63	84.73	84.80	84.53	85.00	21.47	22.00	21.30	22.47	20.30	-2.50	-2.57	-2.67	-2.10	-2.33
الكولا	FLORI-DENT	.91	85.07	84.13	83.53	83.90	83.50	17.93	18.20	18.10	19.17	18.40	-2.87	-2.57	-3.07	-2.80	-2.67
الكولا	FLORI-DENT	.92	84.73	83.97	84.33	84.00	82.83	20.37	19.60	20.10	20.80	20.53	-2.27	-2.23	-2.53	-2.23	-1.90
الكولا	FLORI-DENT	.93	85.30	84.30	83.50	84.00	83.63	20.60	18.70	20.10	20.73	19.97	-2.37	-2.43	-2.47	-2.37	-2.27
الكولا	FLORI-DENT	.94	84.63	84.07	83.43	83.33	83.30	16.83	16.80	17.27	17.40	16.63	-2.70	-2.67	-2.60	-2.50	-2.43
الكولا	FLORI-DENT	.95	84.90	83.83	83.93	83.90	83.27	21.67	20.07	20.83	21.77	21.60	-2.57	-2.73	-2.77	-2.50	-2.33
الكولا	FLORI-DENT	.96	85.17	84.70	84.80	85.07	84.87	17.13	17.20	18.87	18.53	17.87	-2.60	-2.67	-2.63	-2.50	-2.50
الماء المقطر	VIVODENT	.97	76.67	76.57	77.73	77.47	77.00	20.63	20.50	20.33	20.03	19.10	2.07	2.00	2.07	1.87	1.90
الماء المقطر	VIVODENT	.98	76.27	75.70	77.23	76.77	76.47	22.27	22.30	23.30	20.83	21.37	2.33	2.40	2.37	2.10	2.47
الماء المقطر	VIVODENT	.99	77.93	76.90	78.67	77.77	78.07	19.00	19.67	19.77	19.03	18.70	1.40	1.57	1.37	1.53	1.73
الماء المقطر	VIVODENT	.100	78.23	78.30	77.80	77.40	78.20	19.60	19.83	21.13	20.57	19.37	1.67	1.73	1.97	2.00	1.77
الماء المقطر	VIVODENT	.101	78.37	77.93	77.93	78.07	78.07	20.37	21.47	22.33	22.57	17.80	1.87	2.07	2.23	2.33	1.60
الماء المقطر	VIVODENT	.102	78.13	77.93	77.60	77.70	77.33	20.37	20.37	21.00	21.57	18.60	2.00	2.00	2.20	2.53	2.20
الماء المقطر	VIVODENT	.103	79.20	78.67	77.50	78.37	78.50	19.80	20.83	21.17	20.90	17.50	1.43	1.73	1.97	2.00	1.77
الماء المقطر	VIVODENT	.104	80.20	78.47	77.57	78.07	77.97	17.90	18.93	19.73	19.37	18.17	1.10	1.63	1.80	1.87	2.17
الماء المقطر	VIVODENT	.105	78.57	78.37	77.60	78.13	77.70	18.97	20.47	20.93	20.90	18.80	1.53	1.77	1.90	1.93	2.17
الماء المقطر	VIVODENT	.106	80.63	81.57	77.03	77.07	77.40	16.37	17.80	20.13	20.20	18.07	1.00	1.47	2.07	2.30	2.30
الماء المقطر	VIVODENT	.107	79.73	78.80	77.57	77.10	77.93	15.60	17.53	18.13	19.90	16.73	1.00	1.30	1.53	2.07	2.00
الماء المقطر	VIVODENT	.108	79.83	78.33	76.37	76.27	76.40	16.73	16.97	18.97	19.20	16.13	1.17	1.33	2.03	2.53	2.33
محلول الشاي	VIVODENT	.109	75.47	76.20	75.97	77.67	77.27	22.73	19.43	21.83	19.73	18.13	2.23	1.63	2.20	1.67	1.60
محلول الشاي	VIVODENT	.110	77.17	78.30	77.73	76.50	76.43	21.50	19.00	19.50	23.67	18.87	1.90	1.27	1.47	2.63	2.13
محلول الشاي	VIVODENT	.111	76.40	76.90	76.53	75.70	77.13	24.03	23.00	22.93	24.03	18.13	2.40	2.17	2.33	2.97	1.67

محلول الشاي	VIVODENT	.112	76.83	78.67	78.20	76.67	76.33	25.27	22.03	23.23	23.87	19.17	2.83	2.13	2.37	2.87	2.07
محلول الشاي	VIVODENT	.113	77.03	79.10	77.67	76.43	77.43	24.97	22.20	23.07	24.53	19.20	2.90	2.10	2.43	3.03	1.83
محلول الشاي	VIVODENT	.114	77.23	79.17	77.87	77.40	76.80	23.93	21.47	21.80	22.67	18.37	2.60	1.77	2.13	2.57	1.90
محلول الشاي	VIVODENT	.115	77.57	78.63	77.90	77.93	77.90	22.13	20.27	20.93	22.00	18.53	2.10	1.70	2.03	2.43	2.27
محلول الشاي	VIVODENT	.116	77.47	77.97	77.63	77.57	77.93	25.23	24.87	23.90	24.00	18.93	2.57	2.50	2.53	2.73	1.93
محلول الشاي	VIVODENT	.117	76.83	79.10	77.17	76.70	78.00	24.17	21.13	21.80	24.03	17.97	2.43	1.60	2.10	2.83	1.90
محلول الشاي	VIVODENT	.118	77.37	78.07	77.17	76.80	77.03	20.67	20.23	21.83	22.05	17.00	1.90	1.70	2.20	2.37	1.60
محلول الشاي	VIVODENT	.119	77.77	78.60	78.17	77.50	77.63	18.90	20.13	19.93	19.87	15.83	1.70	1.67	1.97	2.10	1.57
محلول الشاي	VIVODENT	.120	77.00	77.73	77.93	77.57	77.20	18.83	18.30	18.60	19.73	15.50	1.77	1.53	1.80	2.00	1.43
محلول القهوة	VIVODENT	.121	76.33	76.57	77.60	76.07	76.80	23.27	24.17	24.13	24.60	20.00	2.57	2.57	2.33	2.90	2.07
محلول القهوة	VIVODENT	.122	76.70	77.97	77.20	77.70	78.07	21.70	20.73	22.57	15.57	18.07	1.87	1.63	2.03	1.93	1.70
محلول القهوة	VIVODENT	.123	75.73	76.80	76.37	76.43	77.90	25.17	23.67	24.17	23.60	19.90	2.50	2.17	2.30	2.37	1.90
محلول القهوة	VIVODENT	.124	78.10	78.33	78.93	77.70	78.33	23.23	20.93	23.13	22.80	18.47	2.10	1.83	2.13	2.17	1.77
محلول القهوة	VIVODENT	.125	77.93	78.27	79.93	78.07	78.13	25.40	23.43	25.27	25.23	19.80	2.90	2.40	2.27	2.90	1.93
محلول القهوة	VIVODENT	.126	77.60	79.03	79.77	77.93	77.97	23.27	22.37	23.83	23.90	18.67	2.30	2.03	1.70	2.47	1.73
محلول القهوة	VIVODENT	.127	77.43	77.93	78.37	78.00	77.93	22.07	20.90	19.83	21.43	17.67	2.30	2.00	1.77	2.23	1.87
محلول القهوة	VIVODENT	.128	76.50	77.53	78.37	77.53	77.67	24.73	23.40	21.47	22.57	18.03	2.57	2.20	1.77	2.23	1.63
محلول القهوة	VIVODENT	.129	76.47	77.53	77.93	77.43	78.50	26.40	23.67	21.83	23.60	19.37	2.83	2.33	2.07	2.43	1.80
محلول القهوة	VIVODENT	.130	77.43	77.47	77.47	77.87	78.40	20.03	21.40	20.50	20.97	15.70	1.80	2.10	1.90	2.13	1.57
محلول القهوة	VIVODENT	.131	77.50	77.83	77.67	78.07	77.73	21.73	20.23	20.50	21.87	18.53	2.30	1.90	1.93	2.27	1.70
محلول القهوة	VIVODENT	.132	77.67	78.57	78.00	77.60	78.50	20.77	19.83	20.40	20.77	17.23	2.10	1.70	1.83	2.13	1.70
الكولا	VIVODENT	.133	78.00	77.33	76.93	77.90	78.30	19.83	19.43	22.33	22.60	17.10	1.70	1.70	2.10	2.13	1.37
الكولا	VIVODENT	.134	77.83	76.70	76.40	77.57	76.97	21.90	23.17	25.80	26.50	20.60	2.07	2.13	2.60	2.53	2.17
الكولا	VIVODENT	.135	78.73	77.77	76.93	77.23	77.00	19.63	21.23	23.43	23.33	19.50	1.53	1.77	2.17	2.30	1.93
الكولا	VIVODENT	.136	78.43	78.27	78.37	78.43	77.73	21.60	20.50	24.37	22.37	20.83	1.93	1.73	2.30	2.13	2.30
الكولا	VIVODENT	.137	78.30	78.47	78.70	78.37	77.30	20.10	20.40	23.80	21.73	19.87	1.97	1.87	2.27	2.07	2.17
الكولا	VIVODENT	.138	77.93	78.70	78.70	79.33	77.57	21.73	23.03	26.67	24.53	22.30	2.20	2.17	2.67	2.30	2.33
الكولا	VIVODENT	.139	78.23	77.20	77.00	77.90	79.40	20.27	23.23	23.93	23.97	22.23	1.87	2.23	2.47	2.63	1.63
الكولا	VIVODENT	.140	78.27	77.17	76.93	78.03	78.43	21.90	23.23	24.33	22.27	17.13	2.10	2.43	2.67	2.17	1.57

الكولا	VIVODENT	.141	78.33	78.13	77.60	77.33	78.33	20.37	19.80	23.17	23.53	18.33	1.77	1.67	2.23	2.57	1.87
الكولا	VIVODENT	.142	78.57	78.50	77.67	77.53	76.97	17.33	17.97	20.93	19.10	16.87	1.20	1.47	2.20	1.73	2.03
الكولا	VIVODENT	.143	78.37	78.63	77.70	77.73	78.70	17.80	17.97	19.17	17.97	15.47	1.53	1.50	1.97	1.63	1.50
الكولا	VIVODENT	.144	78.70	78.57	78.73	78.03	78.10	18.10	18.13	20.93	18.97	16.07	1.53	1.57	2.10	1.73	1.50
الماء المقطر	PE	.145	77.73	76.77	76.57	77.00	76.60	16.53	17.37	17.93	18.20	18.53	.80	.80	1.07	.93	1.03
الماء المقطر	PE	.146	79.07	76.47	75.83	76.60	75.40	18.07	17.67	19.03	18.33	19.00	.87	.87	1.20	1.13	1.47
الماء المقطر	PE	.147	77.33	76.73	76.30	76.73	76.50	17.27	18.13	18.07	18.53	17.67	.83	1.00	1.03	1.07	1.03
الماء المقطر	PE	.148	77.53	77.13	76.90	77.43	76.67	16.17	16.93	17.80	17.57	17.40	.57	.83	1.00	.93	.97
الماء المقطر	PE	.149	77.60	78.27	77.07	77.73	77.47	17.07	16.63	17.00	17.47	16.90	.87	.63	.93	1.00	1.07
الماء المقطر	PE	.150	76.93	77.40	76.37	77.30	76.47	16.30	15.83	17.00	16.50	16.70	.80	.57	.97	.80	.93
الماء المقطر	PE	.151	76.70	76.00	75.97	76.53	75.73	14.60	13.80	14.83	15.07	14.10	.27	.20	.57	.50	.43
الماء المقطر	PE	.152	77.27	77.07	76.80	78.00	75.77	14.23	13.83	14.13	14.10	14.53	.30	.23	.50	.30	.53
الماء المقطر	PE	.153	76.43	76.40	76.33	76.73	75.03	15.97	15.67	15.87	15.83	15.60	.60	.53	.70	.80	1.03
الماء المقطر	PE	.154	76.77	77.20	76.20	77.23	76.27	14.90	15.93	15.90	15.03	14.13	.27	.17	.50	.33	.20
الماء المقطر	PE	.155	77.87	76.33	76.47	76.83	74.97	15.00	15.57	16.50	16.23	14.63	.17	.40	.70	.73	.43
الماء المقطر	PE	.156	76.83	76.90	76.20	78.10	75.00	14.30	15.60	15.13	14.73	14.23	.10	.23	.47	.23	.40
محلول الشاي	PE	.157	76.37	76.37	76.53	77.03	76.80	18.83	17.37	17.80	18.27	17.00	1.13	.97	1.07	1.00	.80
محلول الشاي	PE	.158	76.03	76.40	76.23	76.10	76.53	20.90	16.63	19.60	20.70	17.07	1.33	.60	4.73	1.50	.83
محلول الشاي	PE	.159	76.07	76.47	76.90	76.33	76.80	18.67	16.93	17.37	18.80	15.83	1.07	.87	.77	1.27	.63
محلول الشاي	PE	.160	77.13	77.80	76.90	77.07	77.00	16.53	15.10	15.93	17.20	15.10	.73	.53	.73	1.03	.67
محلول الشاي	PE	.161	76.17	77.50	75.97	76.43	76.40	20.03	16.80	18.70	19.47	16.17	1.47	.87	1.20	1.53	.87
محلول الشاي	PE	.162	77.43	77.73	75.83	77.20	76.90	17.97	15.83	16.37	18.17	15.53	1.03	.73	.93	1.20	.77
محلول الشاي	PE	.163	75.97	76.40	75.57	77.37	75.40	15.30	13.70	14.57	14.87	14.83	.43	.17	.33	.33	.63
محلول الشاي	PE	.164	75.80	76.13	75.67	76.60	75.77	15.87	14.03	14.80	15.13	14.97	.63	.30	.43	.57	.63
محلول الشاي	PE	.165	75.73	76.17	75.70	75.90	76.20	15.07	13.63	14.90	15.20	14.37	.57	.30	.53	.67	.70
محلول الشاي	PE	.166	77.03	76.83	77.03	77.27	76.87	15.87	14.23	15.07	14.83	14.77	.50	.30	.27	.13	.40
محلول الشاي	PE	.167	75.57	76.10	75.50	76.13	75.33	16.23	14.17	16.80	15.53	14.03	.67	.47	.50	.43	.40
محلول الشاي	PE	.168	76.03	76.60	76.23	78.03	76.17	15.63	15.20	14.70	14.10	13.80	.60	.37	.33	.13	.50
محلول القهوة	PE	.169	77.07	77.50	76.43	76.47	77.03	19.43	17.23	18.07	19.00	17.00	1.40	.93	1.10	1.30	.93

محلول القهوة	PE	.170	76.87	77.03	76.57	76.57	76.83	20.63	18.60	17.80	18.70	16.87	1.30	.90	.77	1.13	.70
محلول القهوة	PE	.171	76.30	77.03	76.70	77.50	75.97	20.03	18.67	19.07	18.10	17.63	1.37	1.10	1.13	1.00	.97
محلول القهوة	PE	.172	76.90	78.80	77.03	77.53	75.97	20.17	17.27	18.27	17.70	16.00	1.33	.73	.97	.97	.87
محلول القهوة	PE	.173	76.37	77.07	76.63	77.07	77.90	19.10	17.57	18.27	18.00	15.77	1.30	.97	1.13	1.20	.80
محلول القهوة	PE	.174	76.37	77.37	76.47	76.63	77.47	19.00	16.73	17.20	18.10	15.47	1.33	.77	.93	1.23	.77
محلول القهوة	PE	.175	75.60	75.90	75.17	75.77	75.67	17.30	15.17	15.87	15.67	13.93	.93	.50	.73	.80	.43
محلول القهوة	PE	.176	76.30	53.90	76.53	77.47	77.03	15.33	14.43	13.53	13.17	13.37	.60	.33	.23	.27	.47
محلول القهوة	PE	.177	76.23	75.13	76.43	76.90	76.07	17.23	17.47	15.70	14.97	15.57	.83	.87	.47	.43	.80
محلول القهوة	PE	.178	75.27	76.23	76.60	76.00	75.93	18.17	16.47	16.70	15.20	15.07	1.10	.53	.63	.50	.67
محلول القهوة	PE	.179	77.00	77.80	76.93	77.07	77.10	18.27	16.40	15.77	15.47	14.00	.93	.43	.43	.57	.43
محلول القهوة	PE	.180	80.00	76.63	76.10	74.30	75.53	17.73	15.00	15.90	16.43	16.30	.87	.27	.50	1.00	.97
الكولا	PE	.181	77.10	76.17	76.00	76.57	75.87	19.50	19.97	20.83	19.40	19.13	1.23	1.40	1.53	1.40	1.37
الكولا	PE	.182	76.00	76.53	75.50	76.83	75.87	21.73	20.50	22.13	19.57	20.97	1.80	1.37	1.77	1.37	1.70
الكولا	PE	.183	76.30	76.70	75.70	76.30	75.57	19.73	17.60	20.30	19.43	20.03	1.27	.77	1.33	1.43	1.43
الكولا	PE	.184	77.77	77.67	76.53	77.47	76.40	16.93	16.40	17.50	17.33	17.30	.70	.67	.93	1.17	1.07
الكولا	PE	.185	77.33	77.70	77.10	76.80	76.17	17.37	16.93	17.20	17.90	17.33	.70	.63	.60	1.10	.97
الكولا	PE	.186	77.30	78.07	77.10	78.00	77.33	16.07	16.37	16.30	15.67	16.00	.77	.47	.63	.90	.83
الكولا	PE	.187	77.60	77.13	77.50	77.47	76.20	13.70	14.00	14.60	13.80	14.40	.23	.23	.33	.40	.80
الكولا	PE	.188	77.23	76.90	76.80	76.73	76.40	14.97	14.03	15.07	14.30	13.23	.50	.27	.50	.53	.40
الكولا	PE	.189	76.63	76.90	76.47	76.17	75.47	15.73	16.00	15.27	15.30	15.20	.43	.40	.33	.43	.67
الكولا	PE	.190	76.10	75.63	76.33	76.50	74.13	16.60	16.30	15.90	15.13	15.50	.63	.50	.50	.27	.47
الكولا	PE	.191	75.80	75.77	76.20	75.33	75.00	16.43	15.40	15.63	16.70	14.83	.60	.50	.37	.80	.53
الكولا	PE	.192	77.33	75.90	75.63	75.50	75.53	16.20	16.17	16.47	15.57	14.97	.40	.47	.60	.43	.47
الماء المقطر	DCL	.193	85.77	85.47	85.43	85.63	85.67	21.47	21.83	23.50	21.60	20.97	-1.07	-.93	-.80	-1.00	-.73
الماء المقطر	DCL	.194	85.50	86.30	85.30	85.40	85.03	20.73	21.67	22.77	21.67	21.20	-1.03	-1.07	-.87	-.80	-.63
الماء المقطر	DCL	.195	85.83	86.07	85.27	85.43	84.87	21.07	21.50	22.63	20.77	21.53	-1.13	-1.23	-1.13	-1.20	-1.00
الماء المقطر	DCL	.196	86.03	85.87	85.77	85.67	84.43	21.57	21.77	22.43	21.57	21.27	-1.00	-1.00	-.83	-.83	-.80
الماء المقطر	DCL	.197	86.00	86.20	85.63	85.47	84.60	21.57	21.70	23.00	21.73	21.23	-1.03	-1.07	-1.00	-.90	-.93
الماء المقطر	DCL	.198	86.07	86.33	85.17	85.87	84.80	21.13	21.87	22.67	22.77	22.07	-1.00	-1.03	-.87	-.73	-.67

الماء المقطر	DCL	.199	86.20	86.17	85.27	85.53	84.73	18.13	17.57	19.90	18.90	19.33	-1.20	-1.10	-1.10	-73	-93
الماء المقطر	DCL	.200	86.33	86.27	85.60	85.80	84.43	18.80	19.07	20.13	19.07	19.37	-1.10	-1.07	-1.00	-67	-43
الماء المقطر	DCL	.201	85.83	86.20	85.20	84.87	83.03	18.63	18.93	20.13	20.27	19.23	-1.00	-1.03	-83	-57	-53
الماء المقطر	DCL	.202	85.00	84.60	84.33	84.23	83.53	18.00	18.43	19.77	19.40	18.43	-1.07	-1.10	-1.00	-70	-63
الماء المقطر	DCL	.203	85.67	86.03	84.67	84.57	83.80	17.17	17.63	19.77	19.57	16.97	-1.27	-1.43	-1.27	-1.00	-90
الماء المقطر	DCL	.204	85.50	85.77	85.30	84.93	83.67	17.43	17.80	19.73	18.40	17.60	-1.03	-1.20	-1.10	-80	-70
محلول الشاي	DCL	.205	84.23	85.50	85.40	85.20	85.57	21.77	21.35	20.98	20.73	20.93	-1.00	-97	-87	-55	-50
محلول الشاي	DCL	.206	84.93	85.53	85.32	85.27	84.70	22.77	21.13	20.97	20.79	20.10	-1.30	-1.30	-1.08	-1.03	-90
محلول الشاي	DCL	.207	85.23	85.57	85.47	85.67	85.40	23.00	20.00	21.67	21.37	20.93	-1.17	-1.17	-1.05	-97	-73
محلول الشاي	DCL	.208	85.83	86.13	85.32	85.47	84.37	21.83	21.30	20.97	20.34	20.23	-1.10	-1.20	-98	-83	-60
محلول الشاي	DCL	.209	86.10	86.37	85.87	85.77	85.10	22.03	21.45	21.10	20.40	20.33	-1.37	-1.19	-1.09	-97	-87
محلول الشاي	DCL	.210	85.47	85.87	85.64	85.63	85.13	22.87	21.73	21.21	20.83	20.40	-1.10	-1.00	-97	-93	-77
محلول الشاي	DCL	.211	85.33	85.23	85.23	84.73	85.37	20.43	19.87	19.56	19.37	18.83	-1.17	-1.03	-97	-87	-80
محلول الشاي	DCL	.212	85.37	85.27	85.12	84.97	85.23	19.80	18.93	18.21	17.93	17.73	-1.47	-1.10	-91	-80	-73
محلول الشاي	DCL	.213	85.13	85.67	84.76	84.63	85.10	20.70	19.87	19.12	18.83	18.03	-1.13	-97	-93	-82	-77
محلول الشاي	DCL	.214	84.53	84.73	84.68	84.47	84.87	21.23	19.30	18.25	17.87	17.37	-1.27	-1.27	-1.09	-97	-80
محلول الشاي	DCL	.215	85.00	85.23	84.78	84.17	84.13	20.87	20.12	19.45	18.93	18.87	-1.20	-1.20	-93	-82	-63
محلول الشاي	DCL	.216	85.17	84.93	84.67	84.47	84.10	20.20	18.78	18.23	17.54	17.13	-1.43	-1.27	-1.09	-1.00	-97
محلول القهوة	DCL	.217	85.23	85.23	85.12	85.00	85.20	23.54	22.87	22.12	21.47	21.37	-1.24	-1.12	-1.05	-93	-80
محلول القهوة	DCL	.218	85.07	84.87	85.12	85.30	85.73	23.63	22.83	22.21	21.77	21.07	-1.24	-1.08	-98	-89	-80
محلول القهوة	DCL	.219	85.37	86.13	85.14	85.47	85.50	23.43	22.47	21.87	21.50	20.90	-1.24	-1.08	-98	-87	-47
محلول القهوة	DCL	.220	85.70	85.33	85.45	85.93	85.83	23.13	22.53	21.35	20.83	20.40	-1.24	-1.08	-98	-82	-73
محلول القهوة	DCL	.221	85.77	85.67	85.57	85.51	85.47	23.30	22.75	21.97	21.64	21.07	-1.13	-1.05	-92	-81	-70
محلول القهوة	DCL	.222	85.93	85.83	85.97	85.87	85.30	22.40	21.63	20.14	19.54	19.13	-1.20	-1.13	-1.03	-92	-80
محلول القهوة	DCL	.223	85.30	85.97	85.67	85.40	85.47	22.67	21.93	21.21	20.73	19.70	-1.10	-1.00	-85	-75	-57
محلول القهوة	DCL	.224	85.30	86.43	85.48	85.30	85.70	21.28	20.70	19.54	18.87	18.13	-1.10	-97	-95	-81	-63
محلول القهوة	DCL	.225	85.13	85.47	85.56	85.33	85.77	22.65	21.74	20.98	20.32	19.83	-1.03	-97	-92	-88	-80
محلول القهوة	DCL	.226	83.83	84.53	84.98	84.77	84.97	21.24	20.57	19.87	19.32	18.83	-90	-80	-77	-70	-63
محلول القهوة	DCL	.227	84.33	85.00	84.67	84.43	84.77	21.67	20.89	20.12	19.53	19.37	-1.17	-1.07	-95	-85	-70

محلول القهوة	DCL	.228	85.13	86.23	84.67	84.47	84.83	21.31	20.32	19.45	18.90	18.57	-1.20	-1.07	-94	-80	-80
الكولا	DCL	.229	85.90	86.17	85.45	85.37	85.03	22.07	21.13	19.45	18.70	18.10	-1.32	-1.20	-1.05	-87	-87
الكولا	DCL	.230	85.43	85.87	85.61	85.47	85.43	23.23	22.00	19.78	19.32	18.60	-1.24	-1.17	-93	-83	-80
الكولا	DCL	.231	85.37	86.43	86.04	85.93	85.40	21.40	20.17	19.89	19.23	18.40	-1.42	-1.33	-1.12	-1.03	-1.00
الكولا	DCL	.232	85.33	86.33	86.19	86.17	85.37	22.87	21.00	20.24	19.77	19.37	-1.34	-1.10	-95	-80	-70
الكولا	DCL	.233	85.37	86.37	85.97	85.93	84.70	22.03	21.32	19.87	19.24	19.07	-1.38	-1.23	-1.01	-93	-63
الكولا	DCL	.234	85.70	86.53	85.78	85.47	85.53	22.87	21.00	19.57	18.98	18.20	-1.34	-1.13	-96	-80	-57
الكولا	DCL	.235	85.53	85.43	85.32	85.17	84.97	22.83	21.07	20.21	19.53	18.70	-1.27	-1.20	-1.02	-90	-87
الكولا	DCL	.236	84.27	85.53	85.31	85.00	84.87	22.60	21.33	20.31	19.78	19.57	-1.25	-1.10	-95	-83	-67
الكولا	DCL	.237	85.63	86.07	85.89	85.83	84.93	21.10	20.77	19.87	19.40	18.83	-1.20	-1.07	-92	-81	-70
الكولا	DCL	.238	85.33	85.07	85.12	84.80	84.27	21.87	20.33	19.89	19.20	18.70	-1.27	-1.20	-1.10	-90	-80
الكولا	DCL	.239	85.03	85.10	84.98	84.47	84.00	21.23	20.77	19.54	18.87	18.70	-1.49	-1.37	-1.12	-90	-83
الكولا	DCL	.240	85.40	85.03	84.72	84.70	84.00	20.77	19.87	19.34	19.03	18.77	-1.38	-1.23	-1.05	-93	-70

جدول رقم (2) بقيم التغير اللوني (ΔE) في كل مرحلة من مراحل الغمر

المحلول	نوع السن	رقم السن	$\Delta E4$	$\Delta E3$	$\Delta E2$	$\Delta E1$
الماء المقطر	PHONARES	1	.19	.13	.07	.03
الماء المقطر	PHONARES	2	.20	.12	.09	.07
الماء المقطر	PHONARES	3	.18	.14	.08	.07
الماء المقطر	PHONARES	4	.16	.09	.04	.01
الماء المقطر	PHONARES	5	.17	.11	.05	.03
الماء المقطر	PHONARES	6	.19	.12	.08	.05
الماء المقطر	PHONARES	7	.18	.14	.09	.03
الماء المقطر	PHONARES	8	.19	.19	.08	.05
الماء المقطر	PHONARES	9	.20	.13	.09	.06
الماء المقطر	PHONARES	10	.16	.13	.09	.04
الماء المقطر	PHONARES	11	.17	.14	.08	.03
الماء المقطر	PHONARES	12	.16	.13	.08	.01
محلول الشاي	PHONARES	13	1.93	1.24	.65	.45
محلول الشاي	PHONARES	14	1.68	1.17	.56	.56
محلول الشاي	PHONARES	15	1.76	1.04	.87	.46
محلول الشاي	PHONARES	16	1.35	1.05	.77	.56
محلول الشاي	PHONARES	17	1.69	1.03	.80	.35
محلول الشاي	PHONARES	18	1.65	1.03	.65	.39
محلول الشاي	PHONARES	19	1.69	1.16	.80	.46
محلول الشاي	PHONARES	20	1.65	1.04	.77	.47
محلول الشاي	PHONARES	21	1.56	1.05	.79	.62
محلول الشاي	PHONARES	22	1.87	1.32	.86	.65
محلول الشاي	PHONARES	23	1.20	1.04	.90	.35

محلول الشاي	PHONARES	24	1.54	1.32	.68	.47
محلول القهوة	PHONARES	25	1.98	1.35	.77	.47
محلول القهوة	PHONARES	26	1.79	1.24	.90	.61
محلول القهوة	PHONARES	27	1.82	1.27	.77	.42
محلول القهوة	PHONARES	28	1.99	1.13	.83	.45
محلول القهوة	PHONARES	29	2.03	1.33	.85	.59
محلول القهوة	PHONARES	30	1.98	1.03	.87	.66
محلول القهوة	PHONARES	31	1.81	1.32	.77	.48
محلول القهوة	PHONARES	32	1.91	1.36	.66	.46
محلول القهوة	PHONARES	33	1.91	1.40	.85	.52
محلول القهوة	PHONARES	34	1.95	1.09	.76	.51
محلول القهوة	PHONARES	35	1.85	1.24	.76	.37
محلول القهوة	PHONARES	36	1.77	1.28	.84	.64
الكولا	PHONARES	37	.89	.43	.92	.45
الكولا	PHONARES	38	.90	.32	.28	.23
الكولا	PHONARES	39	.66	.33	.32	.28
الكولا	PHONARES	40	.75	.36	.32	.30
الكولا	PHONARES	41	.98	.47	.45	.42
الكولا	PHONARES	42	.82	.51	.46	.42
الكولا	PHONARES	43	.80	.42	.71	.45
الكولا	PHONARES	44	.98	.55	.48	.32
الكولا	PHONARES	45	.98	.46	.41	.37
الكولا	PHONARES	46	.99	.43	.32	.27
الكولا	PHONARES	47	.89	.35	.32	.22
الكولا	PHONARES	48	.65	.46	.43	.38
الماء المقطر	FLORI-DENT	49	.19	.13	.07	.05
الماء المقطر	FLORI-DENT	50	.20	.12	.09	.05

الماء المقطر	FLORI-DENT	51	.18	.14	.11	.08
الماء المقطر	FLORI-DENT	52	.16	.09	.04	.04
الماء المقطر	FLORI-DENT	53	.23	.15	.11	.03
الماء المقطر	FLORI-DENT	54	.24	.12	.08	.05
الماء المقطر	FLORI-DENT	55	.24	.14	.09	.03
الماء المقطر	FLORI-DENT	56	.22	.19	.08	.05
الماء المقطر	FLORI-DENT	57	.20	.13	.09	.06
الماء المقطر	FLORI-DENT	58	.16	.13	.09	.04
الماء المقطر	FLORI-DENT	59	.17	.14	.08	.03
الماء المقطر	FLORI-DENT	60	.16	.13	.08	.04
محلول الشاي	FLORI-DENT	61	2.65	1.98	1.25	1.04
محلول الشاي	FLORI-DENT	62	2.34	1.96	1.76	1.42
محلول الشاي	FLORI-DENT	63	2.46	1.87	1.56	1.32
محلول الشاي	FLORI-DENT	64	2.77	1.87	1.48	1.24
محلول الشاي	FLORI-DENT	65	2.85	1.98	1.66	1.46
محلول الشاي	FLORI-DENT	66	2.22	1.90	1.56	1.23
محلول الشاي	FLORI-DENT	67	2.54	1.94	1.76	1.50
محلول الشاي	FLORI-DENT	68	2.65	1.85	1.65	1.36
محلول الشاي	FLORI-DENT	69	2.36	1.85	1.64	1.32
محلول الشاي	FLORI-DENT	70	2.95	1.85	1.67	1.39
محلول الشاي	FLORI-DENT	71	2.46	1.85	1.55	1.37
محلول الشاي	FLORI-DENT	72	2.37	1.93	1.35	1.03
محلول القهوة	FLORI-DENT	73	3.65	2.57	1.75	1.02
محلول القهوة	FLORI-DENT	74	3.52	2.46	1.29	1.23
محلول القهوة	FLORI-DENT	75	3.55	2.72	1.71	1.07
محلول القهوة	FLORI-DENT	76	3.65	2.50	1.80	1.00
محلول القهوة	FLORI-DENT	77	3.65	2.65	1.97	1.23

محلول القهوة	FLORI-DENT	78	3.65	2.49	1.66	1.32
محلول القهوة	FLORI-DENT	79	3.59	2.47	1.74	1.37
محلول القهوة	FLORI-DENT	80	3.16	2.77	1.66	1.24
محلول القهوة	FLORI-DENT	81	3.19	2.49	1.45	1.12
محلول القهوة	FLORI-DENT	82	3.45	2.75	1.66	1.13
محلول القهوة	FLORI-DENT	83	3.16	2.49	1.62	1.23
محلول القهوة	FLORI-DENT	84	3.34	3.02	1.99	1.22
الكولا	FLORI-DENT	85	1.65	1.11	.80	.65
الكولا	FLORI-DENT	86	1.77	.98	.70	.54
الكولا	FLORI-DENT	87	1.98	.92	.94	.98
الكولا	FLORI-DENT	88	1.98	1.38	1.17	.56
الكولا	FLORI-DENT	89	1.62	1.32	1.72	.77
الكولا	FLORI-DENT	90	1.24	1.74	1.07	.78
الكولا	FLORI-DENT	91	1.65	1.13	.99	.65
الكولا	FLORI-DENT	92	1.94	1.51	.87	.65
الكولا	FLORI-DENT	93	1.79	1.44	.89	.67
الكولا	FLORI-DENT	94	1.45	1.04	.98	.77
الكولا	FLORI-DENT	95	1.65	1.68	1.11	.67
الكولا	FLORI-DENT	96	1.85	1.17	1.01	.69
الماء المقطر	VIVODENT	97	.78	1.47	1.44	.63
الماء المقطر	VIVODENT	98	.93	1.21	1.58	.72
الماء المقطر	VIVODENT	99	.47	1.53	1.28	.49
الماء المقطر	VIVODENT	100	.25	.47	1.82	.55
الماء المقطر	VIVODENT	101	2.60	3.70	1.68	.42
الماء المقطر	VIVODENT	102	1.95	1.88	1.57	.50
الماء المقطر	VIVODENT	103	2.43	3.33	1.35	.66
الماء المقطر	VIVODENT	104	2.49	1.06	1.65	.25

الماء المقطر	VIVODENT	105	1.09	1.84	1.47	.26
الماء المقطر	VIVODENT	106	3.87	4.26	1.07	.16
الماء المقطر	VIVODENT	107	2.35	1.37	1.52	.28
الماء المقطر	VIVODENT	108	3.67	2.33	1.32	.88
محلول الشاي	VIVODENT	109	4.98	1.68	3.97	1.65
محلول الشاي	VIVODENT	110	2.74	2.06	1.59	1.65
محلول الشاي	VIVODENT	111	5.99	4.90	4.88	1.65
محلول الشاي	VIVODENT	112	6.17	3.70	4.48	1.77
محلول الشاي	VIVODENT	113	5.88	3.44	3.92	1.47
محلول الشاي	VIVODENT	114	5.62	3.90	3.60	1.35
محلول الشاي	VIVODENT	115	3.62	1.97	2.41	1.35
محلول الشاي	VIVODENT	116	6.35	5.97	5.02	2.00
محلول الشاي	VIVODENT	117	6.33	3.36	3.92	1.50
محلول الشاي	VIVODENT	118	3.70	3.39	4.87	1.98
محلول الشاي	VIVODENT	119	3.08	4.41	4.15	1.66
محلول الشاي	VIVODENT	120	3.35	2.85	3.21	1.66
محلول القهوة	VIVODENT	121	3.34	2.16	4.21	2.13
محلول القهوة	VIVODENT	122	3.88	2.66	4.60	1.98
محلول القهوة	VIVODENT	123	5.73	3.94	4.55	1.99
محلول القهوة	VIVODENT	124	4.78	2.46	4.71	1.85
محلول القهوة	VIVODENT	125	5.69	3.66	5.77	2.26
محلول القهوة	VIVODENT	126	4.65	3.86	5.47	2.23
محلول القهوة	VIVODENT	127	4.45	3.23	2.21	2.14
محلول القهوة	VIVODENT	128	6.87	5.40	3.51	2.03
محلول القهوة	VIVODENT	129	7.39	4.44	2.54	1.90
محلول القهوة	VIVODENT	130	4.44	5.80	4.90	1.90
محلول القهوة	VIVODENT	131	3.26	1.71	1.98	2.16

محلول القهوة	VIVODENT	132	3.66	2.60	3.21	2.22
الكولا	VIVODENT	133	2.77	2.55	1.46	.98
الكولا	VIVODENT	134	1.56	2.58	1.25	.89
الكولا	VIVODENT	135	1.78	1.90	1.94	.79
الكولا	VIVODENT	136	1.10	.85	1.60	1.06
الكولا	VIVODENT	137	1.05	1.32	1.17	.90
الكولا	VIVODENT	138	.69	1.35	1.53	.91
الكولا	VIVODENT	139	2.30	2.49	1.35	.97
الكولا	VIVODENT	140	4.80	6.29	1.44	1.03
الكولا	VIVODENT	141	2.04	1.50	1.91	1.33
الكولا	VIVODENT	142	1.86	1.97	1.69	1.12
الكولا	VIVODENT	143	2.35	2.50	1.86	.99
الكولا	VIVODENT	144	2.12	2.11	1.32	.90
الماء المقطر	PE	145	.98	.76	.60	.53
الماء المقطر	PE	146	.65	.65	.51	.35
الماء المقطر	PE	147	.94	.52	.45	.38
الماء المقطر	PE	148	.61	.67	.46	.78
الماء المقطر	PE	149	.29	.95	.44	.63
الماء المقطر	PE	150	.62	.66	.32	.65
الماء المقطر	PE	151	1.10	.79	.72	.46
الماء المقطر	PE	152	1.31	.96	.77	.65
الماء المقطر	PE	153	1.00	.96	.86	.73
الماء المقطر	PE	154	.92	.87	.79	.65
الماء المقطر	PE	155	1.07	.99	.86	.65
الماء المقطر	PE	156	1.06	1.65	1.04	.76
محلول الشاي	PE	157	2.91	2.57	.89	1.31
محلول الشاي	PE	158	2.99	2.27	1.96	1.32

محلول الشاي	PE	159	3.03	2.75	1.55	1.24
محلول الشاي	PE	160	3.32	2.70	.84	1.03
محلول الشاي	PE	161	3.91	2.99	2.59	1.32
محلول الشاي	PE	162	3.20	2.89	1.37	1.21
محلول الشاي	PE	163	3.65	2.90	.43	1.20
محلول الشاي	PE	164	3.65	2.80	.28	.85
محلول الشاي	PE	165	3.65	2.77	.75	.88
محلول الشاي	PE	166	3.41	2.75	.36	.49
محلول الشاي	PE	167	3.32	2.65	2.78	1.70
محلول الشاي	PE	168	3.95	2.85	.92	1.92
محلول القهوة	PE	169	4.89	3.23	2.47	1.65
محلول القهوة	PE	170	4.92	3.23	2.32	1.36
محلول القهوة	PE	171	3.98	3.32	2.13	1.24
محلول القهوة	PE	172	4.30	3.11	2.51	1.24
محلول القهوة	PE	173	4.76	3.65	2.82	1.33
محلول القهوة	PE	174	4.13	3.27	2.00	1.57
محلول القهوة	PE	175	4.15	3.75	2.03	1.78
محلول القهوة	PE	176	4.62	3.65	2.17	1.53
محلول القهوة	PE	177	4.32	3.32	2.66	1.09
محلول القهوة	PE	178	4.32	3.50	2.76	1.57
محلول القهوة	PE	179	4.30	3.90	2.25	1.48
محلول القهوة	PE	180	4.69	3.79	2.36	1.24
الكولا	PE	181	1.98	1.42	1.03	.75
الكولا	PE	182	1.98	1.23	1.22	.73
الكولا	PE	183	1.98	1.25	1.07	.94
الكولا	PE	184	1.98	1.61	1.07	.46
الكولا	PE	185	1.69	1.62	1.01	.86

الكولا	PE	186	1.85	1.77	1.26	.75
الكولا	PE	187	1.67	1.16	1.24	.97
الكولا	PE	188	1.93	1.68	1.27	.67
الكولا	PE	189	1.84	1.66	1.32	.75
الكولا	PE	190	2.26	1.70	1.24	.98
الكولا	PE	191	1.79	1.68	.96	.66
الكولا	PE	192	2.18	1.26	.75	.60
الماء المقطر	DCL	193	.13	.11	.09	.69
الماء المقطر	DCL	194	.21	.15	.08	.62
الماء المقطر	DCL	195	.32	.12	.07	.96
الماء المقطر	DCL	196	.31	.16	.06	.28
الماء المقطر	DCL	197	.22	.13	.07	.26
الماء المقطر	DCL	198	.13	.10	.08	.29
الماء المقطر	DCL	199	.13	.10	.08	.93
الماء المقطر	DCL	200	.16	.12	.10	.24
الماء المقطر	DCL	201	.32	.16	.09	.11
الماء المقطر	DCL	202	.21	.13	.07	.23
الماء المقطر	DCL	203	.12	.12	.09	.71
الماء المقطر	DCL	204	.31	.17	.08	.55
محلول الشاي	DCL	205	2.03	1.69	.41	.42
محلول الشاي	DCL	206	2.07	1.65	1.08	1.02
محلول الشاي	DCL	207	2.12	1.45	.81	1.00
محلول الشاي	DCL	208	2.22	1.63	1.26	1.13
محلول الشاي	DCL	209	2.32	1.72	1.11	.98
محلول الشاي	DCL	210	2.03	1.54	.98	.77
محلول الشاي	DCL	211	2.03	1.66	.76	.84
محلول الشاي	DCL	212	2.17	1.73	.52	.77

محلول الشاي	DCL	213	2.19	1.65	1.15	.93
محلول الشاي	DCL	214	2.65	1.75	.95	.66
محلول الشاي	DCL	215	2.22	1.76	.92	.77
محلول الشاي	DCL	216	2.32	1.87	1.24	.55
محلول القهوة	DCL	217	3.29	2.10	.79	.80
محلول القهوة	DCL	218	3.32	1.98	1.31	.83
محلول القهوة	DCL	219	3.65	2.06	1.15	.72
محلول القهوة	DCL	220	3.69	2.32	1.05	.45
محلول القهوة	DCL	221	3.29	2.45	.93	.58
محلول القهوة	DCL	222	3.35	2.58	1.23	.71
محلول القهوة	DCL	223	3.54	2.65	1.55	1.05
محلول القهوة	DCL	224	3.21	2.69	1.46	.86
محلول القهوة	DCL	225	3.98	2.86	1.18	.66
محلول القهوة	DCL	226	3.86	2.77	1.05	.53
محلول القهوة	DCL	227	3.39	2.56	.80	.75
محلول القهوة	DCL	228	3.32	2.66	.91	.49
الكولا	DCL	229	1.56	.99	1.43	.69
الكولا	DCL	230	1.65	1.04	1.20	.72
الكولا	DCL	231	1.85	1.13	1.63	.99
الكولا	DCL	232	1.65	.96	1.22	.90
الكولا	DCL	233	1.26	.75	1.55	.68
الكولا	DCL	234	1.98	1.07	1.45	.82
الكولا	DCL	235	1.77	.93	1.56	.85
الكولا	DCL	236	1.94	1.13	.91	.29
الكولا	DCL	237	1.65	.99	1.43	.66
الكولا	DCL	238	1.65	1.03	1.49	.74
الكولا	DCL	239	1.98	1.27	1.32	.50

الكولا	DCL	240	1.54	.98	.98	.78
--------	-----	-----	------	-----	-----	-----

الملخص :

المقدمة : تعاني الأسنان الأكريلية المستخدمة في صنع الأجهزة السنية من التغير اللوني نتيجةً لتعرضها ضمن الحفرة الفموية للأطعمة والمشروبات المسببة للتصبغ، والذي يشكل مشكلةً جماليةً هامةً تؤثر على رضا المريض وتقبله للجهاز التعويضي.

أهداف البحث :

هدف البحث إلى دراسة تأثير أربعة محاليل وهي: (الماء المقطر، محلول الشاي ، محلول القهوة، الكولا) في لون خمسة أنواع من الأسنان المستخدمة في صنع الأجهزة المتحركة السنية وهي: (**SR PHONARES II , FLORI-DENT, VIVODENT, SR VIVODENT PE, SR VIVODENT DCL**) وذلك بعد غمرها في هذه المحاليل لمدة يوم، وأسبوع، وشهر، وشهرين.

المواد والطرائق: تألفت عينة البحث من 240 سناً صناعياً موزعةً على خمس مجموعات بحسب نوع الأسنان. تحتوي كل مجموعة على 48 سناً، بحيث يغمر كل 12 سن منها في إحدى المحاليل المدروسة (الماء المقطر، محلول الشاي ، محلول القهوة، الكولا) وبدرجة حرارة الغرفة. تم قياس اللون باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي (Spectrophotometer) (Easysshade Compact) وذلك قبل الغمر، وبعد الغمر لمدة يوم، وأسبوع، وشهر، وشهرين. تم حساب مقدار التغير اللوني (ΔE) الحاصل وفقاً لنظام اللجنة الدولية للإنارة (Commission Internationale) جري تحليل البيانات إحصائياً بإجراء تحليل التباين للقياسات المتكررة **CIE (d'Eclairage)**.

(ANOVA with Repeated Measure) لدراسة دلالة الفروق الرئيسية والثنائية في متوسط قيم

التغير اللوني (ΔE)، كما تم إجراء اختبار (Tukey) للمقارنة الثنائية بين المجموعات.

النتائج : زاد مقدار التغير اللوني مع مرور الوقت، إذ أصبح ملاحظاً سريرياً بعد شهرين في كل

من أسنان (FLORI-DENT) وأسنان (SR VIVODENT DCL) بينما أصبح هذا التغير

معتبراً في كل من أسنان (VIVODENT, SR VIVODENT PE) لكن بقي قليلاً في أسنان

(SR PHONARES II) كما اختلف تأثير المحلول على مقدار التغير اللوني بين المراحل الأربع

باختلاف نوع الأسنان ونوع المحلول، وكان تأثير القهوة أكبر من تأثير باقي المحاليل، والماء المقطر

هو الأقل تأثيراً على لون الأسنان المستخدمة في كل المراحل الزمنية المدروسة. كانت أسنان (SR

PHONARES II) هي الأكثر ثباتاً لونياً وأسنان (VIVODENT) هي الأقل ثباتاً لونياً.

الاستنتاجات : من خلال هذه الدراسة تبين تفوق الأسنان ذات الطبقة السطحية من الراتنج المركب

الهجين النانوي على باقي أنواع الأسنان المدروسة من حيث مقاومتها لتغير اللون عند غمرها ضمن

المحاليل الملونة المدروسة ولفترات زمنية مختلفة.

الكلمات المفتاحية : التغير اللوني، الأسنان الأكريلية، الماء المقطر، الشاي، القهوة، الكولا

Abstract:

Introduction:

Discoloration of acrylic denture teeth, when it comes into contact with various materials and beverages in the oral cavity, may cause an aesthetic concern to denture wearers.

The Aim:

The aim of this study was to evaluate the effect of four solutions (distilled water, tee, coffee, and cola) on the color stability of five types of acrylic resin denture teeth (SR PHONARES II, FLORI-DENT, VIVODENT, SR VIVODENT PE, SR VIVODENT DCL) after immersion for a day, a week, a month and for two months.

Materials and methods:

A total of 240 acrylic resin teeth were divided equally into 3 groups according to teeth. 12 teeth of each group were immersed in each type of the studied solution (distilled water, tee, coffee, and cola) at room temperature. The color was evaluated using spectrophotometer (Easyshade Compact) before immersion and one day, one week, one month and two months. The CIE (Commission International d'Eclairage) system was used to determine color change (ΔE) values. Data were analyzed with ANOVA with repeated Measure analysis followed by Tukey for bilateral comparisons between groups.

Results:

The color change of acrylic resin denture teeth has increased with immersion time, so it became clinically noticeable two months in FLORI-DENT teeth and SR VIVODENT DCL teeth when became appreciable in VIVODENT and SR VIVODENT PE teeth but remained as a little change in SR PHONARES II teeth. Also the values of color change were related to the type of denture teeth, solution and time. The effect of coffee on color was higher than the effect of other solutions, while the distilled water had the least effect. SR PHONARES II presented a better color stability than other teeth types and VIVODENT teeth had the least color stable among the three types of resin.

Conclusions:

Within the limitation of this study, it was concluded that the color change of acrylic resin denture tooth which contains a nano hybrid composite layer on its surface was the most color stable type among the studied teeth when it was immersed in the studied solution and for different periods.

Keywords: Color change, Acrylic resin denture teeth, Distilled water, Tee, Coffee, and Cola.

الملخص :

المقدمة : تعاني الأسنان الأكريلية المستخدمة في صنع الأجهزة السنية من التغير اللوني نتيجةً لتعرضها ضمن الحفرة الفموية للأطعمة والمشروبات المسببة للتصبغ، والذي يشكّل مشكلةً جماليةً هامةً تؤثر على رضا المريض وتقبله للجهاز التعويضي.

أهداف البحث :

هدف البحث إلى دراسة تأثير أربعة محاليل وهي: (الماء المقطر، محلول الشاي، محلول القهوة، الكولا) في لون خمسة أنواع من الأسنان المستخدمة في صنع الأجهزة المتحركة السنية وهي: **SR PHONARES II , FLORI-DENT, VIVODENT, SR VIVODENT**) **PE, SR VIVODENT DCL** وذلك بعد غمرها في هذه المحاليل لمدة يوم، وأسبوع، وشهر، وشهرين.

المواد والطرائق: تألفت عينة البحث من 240 سناً صناعياً موزعةً على خمس مجموعات بحسب نوع الأسنان. تحتوي كل مجموعة على 48 سناً، بحيث يغمر كل 12 سن منها في إحدى المحاليل المدروسة (الماء المقطر، محلول الشاي، محلول القهوة، الكولا) وبدرجة حرارة الغرفة. تم قياس اللون باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي (Spectrophotometer) **(Easyshade Compact)** وذلك قبل الغمر، وبعد الغمر لمدة يوم، وأسبوع، وشهر، وشهرين. تم حساب مقدار التغير اللوني (ΔE) الحاصل وفقاً لنظام اللجنة الدولية للإنارة (**Commission**

CIE (Internationale d'Eclairage). جرى تحليل البيانات إحصائياً بإجراء تحليل التباين للقياسات المتكررة (ANOVA with Repeated Measure) لدراسة دلالة الفروق الرئيسية والثنائية في متوسط قيم التغير اللوني (ΔE)، كما تم إجراء اختبار (Tukey) للمقارنة الثنائية بين المجموعات.

النتائج : زاد مقدار التغير اللوني مع مرور الوقت، إذ أصبح ملاحظاً سريراً بعد شهرين في كل من أسنان (FLORI-DENT) وأسنان (SR VIVODENT DCL) بينما أصبح هذا التغير معتبراً في كل من أسنان (VIVODENT, SR VIVODENT PE) لكن بقي قليلاً في أسنان (SR PHONARES II) كما اختلف تأثير المحلول على مقدار التغير اللوني بين المراحل الأربع باختلاف نوع الأسنان ونوع المحلول، وكان تأثير القهوة أكبر من تأثير باقي المحاليل، والماء المقطر هو الأقل تأثيراً على لون الأسنان المستخدمة في كل المراحل الزمنية المدروسة. كانت أسنان (SR PHONARES II) هي الأكثر ثباتاً لونياً وأسنان (VIVODENT) هي الأقل ثباتاً لونياً.

الاستنتاجات : من خلال هذه الدراسة تبين تفوق الأسنان ذات الطبقة السطحية من الراتنج المركب الهجين النانوي على باقي أنواع الأسنان المدروسة من حيث مقاومتها لتغير اللون عند غمرها ضمن المحاليل الملونة المدروسة ولفترات زمنية مختلفة.

الكلمات المفتاحية : التغير اللوني، الأسنان الأكريلية، الماء المقطر، الشاي، القهوة، الكولا

Abstract:

Introduction:

Discoloration of acrylic denture teeth, when it comes into contact with various materials and beverages in the oral cavity, may cause an aesthetic concern to denture wearers.

The Aim:

The aim of this study was to evaluate the effect of four solutions (distilled water, tee, coffee, and cola) on the color stability of five types of acrylic resin denture teeth (SR PHONARES II, FLORI-DENT, VIVODENT, SR VIVODENT PE, SR VIVODENT DCL) after immersion for a day, a week, a month and for two months.

Materials and methods:

A total of 240 acrylic resin teeth were divided equally into 3 groups according to teeth. 12 teeth of each group were immersed in each type of the studied solution (distilled water, tee, coffee, and cola) at room temperature. The color was evaluated using spectrophotometer (Easyshade Compact) before immersion and one day, one week, one month and two months. The CIE (Commission International d'Eclairage) system was used to determine color change (ΔE) values. Data were analyzed with ANOVA with repeated Measure analysis followed by Tukey for bilateral comparisons between groups.

Results:

The color change of acrylic resin denture teeth has increased with immersion time, so it became clinically noticeable two months in FLORI-DENT teeth and SR VIVODENT DCL teeth when became appreciable in VIVODENT and SR VIVODENT PE teeth but remained as a little change in SR PHONARES II teeth. Also the values of color change were related to the type of denture teeth, solution and time. The effect of coffee on color was higher than the effect of other solutions, while the distilled water had the least effect. SR PHONARES II presented a better color stability than

other teeth types and VIVODENT teeth had the least color stable among the three types of resin.

Conclusions:

Within the limitation of this study, it was concluded that the color change of acrylic resin denture tooth which contains a nano hybrid composite layer on its surface was the most color stable type among the studied teeth when it was immersed in the studied solution and for different periods.

Keywords: Color change, Acrylic resin denture teeth, Distilled water, Tee, Coffee, and Cola.

2. قائمة الجداول : List of Tables

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
75	يبين متوسط قيم التغير اللوني	1
77	يبين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	2
80	يبين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	3
82	يبين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	4
84	يبين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	5
87	يبين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	6
89	يبين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	7
91	يبين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع السوائل المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	8
93	يبين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع الأسنان المستخدمة اعتماداً على تحليل Tukey	9
95	يبين الفرق بين قيم ΔE بين فترات الغمر الأربعة اعتماداً على تحليل Tukey	10
98	يبين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل Tukey	11
99	يبين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل Tukey	12
100	يبين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل Tukey	13
101	يبين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن الماء المقطر اعتماداً على تحليل Tukey	14
103	يبين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل Tukey	15
105	يبين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل Tukey	16
106	يبين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل Tukey	17
107	يبين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن محلول الشاي اعتماداً على تحليل Tukey	18
109	يبين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل Tukey	19

111	يبين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل Tukey	20
112	يبين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل Tukey	21
113	يبين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن محلول القهوة اعتماداً على تحليل Tukey	22
116	يبين الفرق بين قيم $\Delta E1$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الأولى ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل Tukey	23
117	يبين الفرق بين قيم $\Delta E2$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثانية ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل Tukey	24
118	يبين الفرق بين قيم $\Delta E3$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الثالثة ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل Tukey	25
119	يبين الفرق بين قيم $\Delta E4$ بين أنواع الأسنان في المرحلة الرابعة ضمن محلول الكولا اعتماداً على تحليل Tukey	26

3. قائمة الأشكال : List of Figures

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
13	الروابط الكيميائية في جزيء MMA	1
14	الروابط الكيميائية في جزيء PMMA	2
15	الروابط الكيميائية في جزيء UDMA	3
18	المراحل التي مر بها الراتنج المركب	4
20	المراحل التي مرت بها المادة المألقة للراتنج المركب	5
22	مقارنة بين حجوم المواد المألقة	6
25	توزع المواد التي تتألف منها أسنان SR PHONARES II	7
26	صورة مجهرية لسطح SR PHONARES II	8
40	توزع المتغيرات اللونية في نظام Munsell على المحاور الإحداثية	9
42	توزع المتغيرات اللونية في نظام $CIE L^*a^*b^*$ على المحاور الإحداثية	10
44	التوزع الفراغي للألوان في نظام $CIE L^*a^*b^*$	11
50	جهاز Easyshade Compact من شركة Vita	12

52	المعادلات اللونية التي يستطيع جهاز Easyshade Compact قياسها	13
66	يبيّن غرس الأسنان ضمن القوالب المطاطية	14
67	يبيّن إنزال القوالب المطاطية ضمن بواتق الصب	15
67	يبيّن القواعد الأكريلية	16
68	يبيّن تثقيب الأسنان وترتيبها ضمن السلاسل ووضعها ضمن الحواضن البلاستيكية	17
70	طريقة المعايرة لجهاز Easyshade Compact قبل كل استخدام	18
71	يبيّن طريقة قياس اللون باستخدام القاعدة الأكريلية	19

4. قائمة الرسوم البيانية: List of Diagrams

رقم الصفحة	عنوان الرسم البياني	رقم الرسم
79	يبيّن الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الأولى من الغمر	1
81	يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الأولى من الغمر	2
83	يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الثانية من الغمر	3
86	يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الثانية من الغمر	4
88	يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الثالثة من الغمر	5
90	يبيّن الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الثالثة من الغمر	6
92	يبيّن الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من سوائل الغمر في المرحلة الرابعة من الغمر	7
94	يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل نوع من الأسنان المستخدمة في المرحلة الرابعة من الغمر	8
96	يوضح الخط البياني لمتوسطات التغير اللوني في كل مرحلة من مراحل الغمر الأربعة	9
133	يبيّن متوسط قيم التغير اللوني اعتماداً على نوع السن ونوع المحلول الملون	10
139	يبيّن متوسط قيم التغير اللوني اعتماداً على نوع السائل ومدة الغمر	11

5. قائمة الاختصارات: List of Abbreviations

المعنى	الاختصار
ميتيل ميتاكريلات	MMA
بولي ميتيل ميتاكريلات	PMMA
يوريتان ديميتاكريلات	UDMA
ثلاثي اتيلين غليكول ديميتاكريلات	TEGDMA
التغير اللوني	ΔE
اللجنة الدولية للإضاءة	CIE
أجهزة قياس كامل سطح السن	GTSM
التغير اللوني بعد يوم من الغمر	$\Delta E1$
التغير اللوني بعد أسبوع من الغمر	$\Delta E2$
التغير اللوني بعد شهر من الغمر	$\Delta E3$
التغير اللوني بعد شهرين من الغمر	$\Delta E4$
أسنان SR PHONARES II	PHONARES
أسنان SR VIVODENT DCL	DCL
أسنان SR VIVODENT PE	PE