



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم التعويضات المتحركة

**التغير اللوني للراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة  
المتحركة بعد الغمر في محاليل الشاي أو القهوة أو النيكوتين  
Color Change Of Denture Acrylic Resins After  
Immersion In Tea, Coffee, And Nicotine**

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

إعداد الباحثة :

هبة معتز الحمامي الشهير بالحواصلي

إشراف :

الأستاذ المساعد الدكتور علاء سلوم

1436م/2015هـ

## ﺗﺼﺮﯨﺢ

"ﻻ ﻳﻮﺟﺪ ﺃﻱ ﺟﺰﺀ ﻣﻦ ﻫﺬﻩ ﺍﻻﻃﺮﻭﺡﺔ ﺗﻢ ﺁﺧﺬﻩ ﺑﺎﻟﻜﺎﻣﻞ ﻣﻦ ﻋﻤﻞ ﺁﺧﺮ ﺃﻭ ﺁﻧﺠﺰ ﻟﻠﺤﺼﻮﻝ ﻋﻠﻰ  
ﺷﻬﺎﺩﺓ ﺁﺧﺮﻯ ﻓﻲ ﻫﺬﻩ ﺍﻟﺠﺎﻣﻌﺔ ﺃﻭ ﻓﻲ ﺃﻳﻪ ﺟﺎﻣﻌﺔ ﺁﺧﺮﻯ ﺃﻭ ﺃﻱ ﻣﻌﻬﺪ ﺗﻌﻠﯿﻤﻲ"

# إهداء

إلى سيد المرسلين، ومعلم العالمين .. إلى الحبيب المصطفى صلى الله عليه وسلم .. عسى أن يكون في هذا العمل المتواضع ما يستحق أن يُعرض عليه .

فَكَيْفَ يَجِدُ حَرْفَ أُنْثَى مُلْمِئَةً      وَكَيْفَ تَطْلُمُ أُنْثَى سَاقِيهَا

إلى من وهب حبه في دمي قبس يضيء لي مسيرتي .. إلى من غرس في نفسي حب العلم منذ نعومة أظفري .. إلى كل قطرة عرق سقطت منه كانت ومازالت تُبنى بها حياتي .. قدوتني وعزّي وفخري .. أبي الحبيب

إلى نبع الجنان ونهر العطاء الصافي .. إلى التي رآني قلبها قبل عينيها، وحضنتني أحضانها قبل يديها، وأقننت شبابها لترى شبابي .. برضاها يُفتح لي بابٌ إلى الجنان .. أمي الحبيبة

إلى كل من ربّي، ودعا، وشيّد فينا أساساً متيناً، ودعا لنا في الظلماتِ

إلى من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي وشبابي .. إلى شاطئي عندما أضيع، وقلبي الكبير عندما أفتقد كل القلوب .. الروح لجسدي، والماء لصدراني .. أخي سندي وعونِي، وأخواتي زهرات حياتي

إلى الوردتين الجميلتين اللتين زينتا بيتنا، وعطرا بطيب ريحهما أيامنا .. زوجة أخي، وابنتهما

إلى الذين كان وجودهم قربي، وحبهم لي كافياً لي لمواصلة جهدي، ودعم ثباتي .. أقرباني

إلى اللواتي واكبن سنين العمر بإخلاص، وشاركوني حزني وفرحي، فكانوا بهبة أيامي، وعوناً لي في نجاحي .. أخواتي في درب الله .. صديقاتي الغاليات

إلى الأيدي الخفية التي ساهمت في انجاز هذا العمل، الذين لا تتسع أسطري لذكرهم جميعاً .. علّي أوفيهم جزءاً من فضلهم بهذه الكلمات .. لكم مني شكري وامتناني

# كلمة شكر

في البداية أحمّد الله تعالى الذي وفّقني وأعانني على إنجاز هذا البحث.

وأ تقدّم بجزيل شكري وعظيم امتناني إلى الأستاذ المساعد الدكتور علاء سلوم لتفضله بقبول الإشراف على هذه الرسالة والذي كان خير عون لي، ولم يبخل عليّ بجهدِه ووقته ورعايته، فجزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتقدّم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ الدكتور إياد الشعراني لتفضله بقبول المشاركة في تحكيم هذه الأطروحة، وإغنائها بملحوظاته القيمة، والذي ما توانى يوماً عن مد يد المساعدة لي وفي جميع المجالات. كما أتوجه بالشكر والامتنان إلى الأستاذة المساعدة الدكتورة علا ياسين لتفضلها مشكوراً بقبول المشاركة في تحكيم هذه الرسالة وإثرائها بملحوظاتها ونصائحها وتوجيهاتها التي سترقى بالبحث وتغنيه.

وأ تقدّم بالشكر إلى السادة الأساتذة أعضاء قسم تعويضات الأسنان المتحركة على رعايتهم وتشجيعهم، وأخصّ بالشكر أستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور مهند السعدي، والأستاذ المساعد الدكتور عمار المصطفى، والمدرس الدكتور جوزيف عساف، لما بذلوا من عطاء خلال سني الدراسة.

والشكر الموصول لقسم النسيج والتشريح المرضي، وقسم علوم الحياة، وقسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلية طب الأسنان أساتذة وعاملين لما يقدموه من مساعدة في إنجاز هذا البحث والأبحاث العلمية في بقية الأقسام، كما أشكر مدققة اللغة العربية ومدقق اللغة الانكليزية.

وأ توجه بالشكر إلى إدارة كلية طب الأسنان ممثلة بالأستاذة الدكتورة رزان خطاب عميد الكلية، والأستاذ الدكتور إياد الشعراني نائب عميد الكلية للشؤون العلمية، والأستاذ الدكتور ياسر المدلل نائب عميد الكلية للشؤون الإدارية وذلك للجهود الكبيرة التي يبذلونها لإنجاح مسيرة البحث العلمي في الكلية.

وفي الختام أتقدّم بخالص شكري وتقديري لجامعة دمشق، ووزارة التعليم العالي، ولكل من ساهم أو نصح وأرشد من أجل إخراج هذه الدراسة إلى النور.

## قائمة المحتويات

### الصفحة

|         |                                                                           |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| 9.....  | المقدمة                                                                   |
| 11..... | الهدف من البحث                                                            |
| 12..... | الباب الأول : المراجعة النظرية                                            |
| 13..... | 1.1 البوليميرات (Polymers):                                               |
| 14..... | 1.1.1 أنواع الراتنج الأكريلي بحسب طريقة تصلبه                             |
| 15..... | 2.1.1 أنواع الراتنج الأكريلي بحسب سرعة عملية التصلب                       |
| 15..... | 3.1.1 أنواع الراتنج الأكريلي بحسب العناصر المضافة إليه ( الراتنج المعدل ) |
| 16..... | 4.1.1 أنواع الراتنج الأكريلي بحسب تقنية تشكيله                            |
| 22..... | 2.1 ظاهرة التغير اللوني Color Change:                                     |
| 24..... | 1.2.1 التغير اللوني للمواد المستعملة في صنع التعويضات المؤقتة             |
| 27..... | 2.2.1 التغير اللوني للمواد المستعملة في صنع التعويضات السنية المتحركة     |
| 35..... | 3.2.1 التغير اللوني بتأثير المحاليل المطهرة للأجهزة                       |
| 38..... | 4.2.1 التغير اللوني الناتج عن التعرض لدخان السجائر                        |
| 40..... | 5.2.1 تغيرات اللعان                                                       |
| 41..... | 3.1 طرق قياس اللون Methods of Measuring Color:                            |
| 41..... | 1.3.1 المحاكاة اللونية البصرية Visual Shade Matching                      |
| 42..... | 2.3.1 التصوير الرقمي Digital Photography                                  |
| 43..... | 3.3.1 مقياس اللون الرقمي Digital Color Measuring Instrument               |
| 44..... | 4.3.1 تحديد الألوان The Determination of Colors                           |

|          |                                                                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------|
| 48.....  | الباب الثاني : المواد والطرائق                                         |
| 49.....  | 1.2 العينة Sample                                                      |
| 50.....  | 2.2 مواد البحث Materials                                               |
| 58.....  | 3.2 طرائق البحث Methods:                                               |
| 58.....  | 1.3.2 طريقة تحضير الأقراص المستخدمة في الدراسة                         |
| 68.....  | 2.3.2 تحضير محاليل الغمر                                               |
| 70.....  | 3.3.2 طريقة قياس مقدار التغير اللوني                                   |
| 74.....  | 4.2 طرق الدراسة الإحصائية                                              |
| 75.....  | الباب الثالث : النتائج والدراسة الإحصائية                              |
| 76.....  | 1.3 الدراسة الإحصائية الوصفية:                                         |
| 76.....  | 1.1.3 وصف العينة                                                       |
| 76.....  | 2.1.3 توزيع العينة                                                     |
| 78.....  | 2.3 الدراسة الإحصائية التحليلية:                                       |
| 79.....  | 1.2.3 دراسة قيم التغير اللوني $\Delta E$                               |
| 98.....  | 2.2.3 دراسة قيم التغير اللوني وفقاً لوحداث NBS                         |
| 101..... | الباب الرابع : المناقشة                                                |
| 104..... | 1.4 مناقشة نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة: |
| 104..... | 1.1.4 تحليل داخل المراحل الزمنية المدروسة                              |
| 111..... | 2.1.4 تحليل العوامل بين المراحل الزمنية المدروسة                       |
| 116..... | 2.4 مناقشة قيم التغير اللوني وفقاً لوحداث NBS                          |

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| 120.....  | الباب الخامس : الاستنتاجات          |
| 121 ..... | 1.5 الاستنتاجات Conclusions         |
| 122.....  | الباب السادس : المقترحات و التوصيات |
| 123 ..... | 1.6 المقترحات Suggestions           |
| 124 ..... | 2.6 التوصيات Recommendations        |
| 125.....  | الباب السابع : المراجع              |
| 135 ..... | الملخص باللغة العربية               |
| 137.....  | الملخص باللغة الانكليزية            |
| 139.....  | الملحق                              |

## قائمة الجداول

| الصفحة | الشرح                                                                                                                                                                                                       | الجدول |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 73     | نظام NBS في التعبير عن الاختلافات اللونية                                                                                                                                                                   | (1-2)  |
| 76     | يبين توزيع عينة البحث وفقاً لنوع الراتنج والمحلول المستخدم لغمر القطع الراتنجية                                                                                                                             | (1-3)  |
| 80     | يبين المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، والخطأ المعياري، والحد الأدنى، والحد الأعلى لقيم التغير اللوني $\Delta E$ في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة، ونوع الراتنج الأكريلي، والمحاليل المستخدمة        | (2-3)  |
| 84     | يبين نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة (داخل المجموعات) لدراسة الأثر الرئيسي، والتفاعلات بين العاملين المدروسين، والمراحل الأربع المدروسة على متوسط قيم التغير اللوني $\Delta E$   | (3-3)  |
| 85     | يبين نتائج اختبار تحليل المقارنات الثنائية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيم التغير اللوني $\Delta E$ بين المراحل الزمنية الأربع المدروسة في البحث                                                  | (4-3)  |
| 93     | يبين نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة (بين المجموعات) لدراسة الأثر الرئيسي، والتفاعلات بين العاملين (نوع الراتنج الأكريلي)، و(نوع المحلول) على متوسط قيم التغير اللوني $\Delta E$ | (5-3)  |
| 94     | يبين نتائج اختبار Bonferroni للمقارنات المتعددة بين كل مرحلتين لنوع الراتنج الأكريلي، والمحاليل المستخدمة في البحث لمتوسط قيم التغير اللوني $\Delta E$                                                      | (6-3)  |
| 98     | يبين قيم التغير اللوني وفقاً لوحدة NBS                                                                                                                                                                      | (7-3)  |

## قائمة المخططات البيانية

| الصفحة | المخطط | الشرح                                                                                                                                                                       |
|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 77     | (1-3)  | يوضح النسبة المئوية لتوزيع القطع الراتنجية في مجموعات الراتنج الأكريلي وفقاً لمحاليل الغمر المستخدمة                                                                        |
| 81     | (2-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ في مجموعات الراتنج الثلاث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع المحاليل المستخدمة                                                 |
| 82     | (3-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ وفقاً للمرحلة المدروسة                                                                                                   |
| 82     | (4-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع الراتنج المستخدم                                                                             |
| 83     | (5-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ وفقاً للمرحلة المدروسة والمحاليل المستخدمة                                                                               |
| 89     | (6-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ في مجموعات الراتنج الأكريلي الثلاث في المراحل المدروسة الأولى الثلاث ( $T_1, T_2, T_3$ ) وفقاً لأنواع المحاليل المستخدمة |
| 89     | (7-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ في مجموعات الراتنج الأكريلي الثلاث في المرحلة الرابعة $T_4$ وفقاً لأنواع المحاليل المستخدمة                              |
| 92     | (8-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ وفقاً لنوع الراتنج الأكريلي                                                                                              |
| 92     | (9-3)  | يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني $\Delta E$ وفقاً للمحاليل المستخدمة                                                                                                 |
| 96     | (10-3) | يمثل التفاعل المشترك بين العاملين (الراتنج الأكريلي X نوع المحلول) لقيم التغير اللوني $\Delta E$ - لمنحنيات المحاليل المستخدمة                                              |
| 96     | (11-3) | يمثل التفاعل المشترك بين العاملين (الراتنج الأكريلي X نوع المحلول) لقيم التغير اللوني $\Delta E$ - لمنحنيات الراتنج الأكريلي                                                |

## قائمة الأشكال التوضيحية

| الصفحة | الشرح                                                                                                                                                                                                                                                                             | الشكل  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 43     | توضيح لهندسة الإضاءة في جهاز قياس الطيف اللوني<br>Spectrophotometer                                                                                                                                                                                                               | (1-1)  |
| 45     | الشكل الأيسر: مثلث ماكسويل <i>Maxwell</i> الأحمر والأخضر والأزرق (RGB) : كل لون هو عبارة عن خليط من الألوان يقع في وسط الخط الذي يربط المكونات المسؤولة عن تكوين اللون المختلط . الشكل الأيمن : توضيح يعبر عن خلط كمية من نسب اللون الأحمر والأخضر والأزرق لتكوين اللون المختلط S | (2-1)  |
| 45     | الفضاء اللوني $L^*a^*b$ المتعلق بتوزيع الألوان                                                                                                                                                                                                                                    | (3-1)  |
| 50     | راتنج أكريلي حراري التماثر                                                                                                                                                                                                                                                        | (1-2)  |
| 50     | كبسولات مسحوق راتنج الحقن مع زجاجات السائل                                                                                                                                                                                                                                        | (2-2)  |
| 51     | هزاز ميكانيكي                                                                                                                                                                                                                                                                     | (3-2)  |
| 51     | بوتقة راتنج الحقن                                                                                                                                                                                                                                                                 | (4-2)  |
| 52     | مكبس هيدروليكي                                                                                                                                                                                                                                                                    | (5-2)  |
| 52     | محم مائي                                                                                                                                                                                                                                                                          | (6-2)  |
| 53     | جهاز الضغط مع دافع                                                                                                                                                                                                                                                                | (7-2)  |
| 53     | راتنج السكب                                                                                                                                                                                                                                                                       | (8-2)  |
| 54     | بوتقة راتنج السكب                                                                                                                                                                                                                                                                 | (9-2)  |
| 54     | جهاز تصليب راتنج السكب                                                                                                                                                                                                                                                            | (10-2) |
| 55     | جهاز قياس التغير اللوني Easyshade                                                                                                                                                                                                                                                 | (11-2) |
| 56     | مقياس PH                                                                                                                                                                                                                                                                          | (12-2) |
| 56     | ميزان الكتروني حساس Sartorius GMBH                                                                                                                                                                                                                                                | (13-2) |
| 57     | حاضنة                                                                                                                                                                                                                                                                             | (14-2) |
| 58     | الأفراس الشمعية                                                                                                                                                                                                                                                                   | (15-2) |

|    |                                                                                                                                   |        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 59 | البوتقة المملوءة بالجبس الأبيض الموضوع فوقها اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية                                                       | (16-2) |
| 59 | ال قالب الجبسي الناتج بعد غسل البوتقة بالماء الغالي وتنظيفها من البقايا الشمعية                                                   | (17-2) |
| 60 | الأقراص الراتنجية ضمن البوتقة بعد إنتهاء عملية التصليب                                                                            | (18-2) |
| 61 | قاعدة بوتقة الحقن المملوءة بالجبس والموضوع فوقها اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية مع أوتاد للحقن شمعية بقطر حوالي 3 ملم بين الأقراص | (19-2) |
| 61 | ال قالب الجبسي الناتج ضمن بوتقة الحقن بعد تمام تصلب الجبس في القاعدة والمعكس، وتذويب الشمع، وتنظيفها من جميع البقايا الشمعية      | (20-2) |
| 62 | كبسولة راتنج الحقن في المكان المخصص لها في الهزاز الميكانيكي                                                                      | (21-2) |
| 63 | بوتقة الحقن مع مربطها وضغطها تحت ضغط 6 بار في الجهاز الخاص بتصليب راتنج الحقن                                                     | (22-2) |
| 63 | بوتقة الحقن مع مربطها وضغطها في الجهاز الخاص بتصليب راتنج الحقن والكريات على سطح الماء لمنع وصول الحرارة إلى الكبسولة             | (23-2) |
| 64 | قاعدة بوتقة راتنج السكب الموضوع عليها اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية مع الأوتاد الشمعية الواصلة بينها                             | (24-2) |
| 64 | بوتقة راتنج السكب مع اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية الموصولة بالأوتاد الشمعية                                                     | (25-2) |
| 64 | بوتقة راتنج السكب بعد ملئها بالآغار                                                                                               | (26-2) |
| 65 | البوتقة بعد فتحها وإزالة الأقراص الشمعية                                                                                          | (27-2) |
| 65 | إدخال مجاري الصب (الأوتاد المعدنية المفرغة)                                                                                       | (28-2) |

|    |                                                                                        |        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 65 | سكب الراتنج في المكان المخصص لمجرى الصب                                                | (29-2) |
| 66 | بوتقة راتنج السكب بعد فتحها وانتهاء عملية التصليب                                      | (30-2) |
| 66 | أقراص راتنج السكب بعد انتهاء عملية التصليب وإزالة الآغار عنها جزئياً                   | (31-2) |
| 66 | أقراص راتنج السكب قبل تشذيبها                                                          | (32-2) |
| 67 | الأقراص الراتنجية الناتجة قبل تهيئتها وغمرها في المحاليل                               | (33-2) |
| 67 | الأقراص الراتنجية بعد ترميزها وترقيمتها وجمعها بواسطة خيط يضم كل مجموعة مدروسة على حدى | (34-2) |
| 67 | الأقراص الراتنجية ضمن الحافظة الزجاجية                                                 | (35-2) |
| 68 | تركيب اللعاب الصناعي                                                                   | (36-2) |
| 69 | الأقراص الراتنجية ضمن محاليل الغمر المدروسة                                            | (37-2) |
| 69 | الأقراص الراتنجية ضمن محاليل الغمر في الحاضنة                                          | (38-2) |
| 70 | شاشة الجهاز الفاحص مظهرة بيانات اللون المأخوذة                                         | (39-2) |
| 71 | وضع رأس الجهاز الفاحص على القرص الراتنجي المراد قياس لونه                              | (40-2) |
| 71 | طريقة أخذ اللون                                                                        | (41-2) |

## المقدمة : Introduction

اعتمدت صناعة الأجهزة السنية المتحركة على أنواع مختلفة من الراتنج الأكريلي، فكان الراتنج الأكريلي حراري التصلب من أقدم هذه الأنواع، وأكثرها نجاحاً، واستعمالاً حتى الآن؛ وذلك لخواصه الإيجابية المتعددة : كمظهره، وسهولة التعامل معه وتكييفه، وملاءمته للبيئة الفموية، وتوافره، وبالرغم من هذه المحاسن إلا أن مساوئه المتعلقة بتغير أبعاده، وضعف خواصه الميكانيكية، وعدم ثبات لونه؛ دفعت المختصين لمحاولة تطويره من خلال تعديل طريقة الكسو والصب، أو طريقة التصليب، أو التركيب الكيميائي بإضافة بعض المواد، فتوافرت العديد من البدائل، منها راتنج الحقن الذي تميز بتقلص تصلبي أقل، وبالتالي انطباق أفضل، وانخفاض نسبة المونومير فيه، وراتنج السكب الذي كان وسيلة لتقليل تعقيدات عملية التصليب، وتقليل الضرر بالأسنان، والقاعدة الأكريلية أثناء فكها من البوتقة، وتحسين الانطباق.

(El Bahra et al,2013; Imirzalioglu et al,2010; Parvizi et al,2004; and Anusavice,2003)

وبالرغم من هذه التعديلات بقيت خاصة التغير اللوني إحدى السيئات الهامة والمشاركة بين المواد المختلفة، والتي لم يتم التغلب عليها، وإنما اختلفت بالمقدار بين هذه المواد، وأصبحت مشكلة تواجه كلاً من الطبيب والمريض.

فالجهاز المتحرك يجب أن يمتلك سطحاً أملس شافئاً قادراً على محاكاة المظهر الطبيعي للثة والنسج الرخوة، وأن يتمتع بديمومة لونه، وشفوفيته مع الاستعمال السريري، وإن تغير لونه، وكموده سيؤثر في الناحية الجمالية التي هي إحدى المتطلبات الهامة والأساسية لأي جهاز تعويضي، وبالتالي سينعكس ذلك على رضا المريض، وتقبله للجهاز؛ بسبب المظهر السيئ، والكلفة المادية الناتجة عن الحاجة لتغيير التعويض بعد مدة من الزمن.

(Hersek et al,1999)

ولابد من الإشارة إلى أن التغير اللوني ليس مجرد تغير في المظهر، وإنما هو انعكاس للخواص الفيزيائية لمادة التعويض، وجودة صنعه، إذ يُعزى تبدل لون الراتنج الأكريلي إلى بعض خصائصه كالامتصاص Absorption، والادمصاص Adsorption، والمسامية Porosity،

وخشونة السطح Surface Roughness، ويُسهم في ذلك الوسط المحيط والبيئة الفموية، فوجود الجهاز بتماس مع اللعاب، والمواد المسببة للتصبغ يزيد من قابلية حصول التغير اللوني (Imirzalioglu et al,2010; Hersek et al,1999; Ma et al,1997; and May et al,1992)، ومع تغير النمط الغذائي، وازدياد نسبة تناول الأطعمة والمشروبات المسببة للتصبغ؛ أصبح من الصعب السيطرة على ثبات لون التعويض.

## الهدف من البحث : Aim of study

دراسة تأثير أربعة محاليل هي : {اللعاب الصناعي، محلول الشاي، محلول القهوة، محلول النيكوتين} في لون ثلاثة أنواع من الراتنج الأكريلي المُستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة وهي : (الراتنج الأكريلي حراري التماثر، راتنج الحقن، راتنج السكب)، وذلك قبل غمرها، وبعد غمرها في هذه المحاليل لمدة 24 ساعة, 48 ساعة, أسبوع, شهر.

الباب الأول

المراجعة النظرية

Literature Review

## المراجعة النظرية

## Literature Review

## 1.1 البوليميرات (Polymers) :

البوليمير هو سلسلة طويلة من الجزيئات العضوية ينتج عن تفاعل عدد كبير من الوحدات الأولية الصغيرة التي تدعى الوحدة منها (Mer)، فعندما تتفاعل عدة جزيئات صغيرة ومتماثلة مع بعضها كيميائياً، وترتبط مع بعضها كالسلسلة فإنها تؤلف سلسلة طويلة من الجزيئات، أو ما يعرف بالبوليمير (Polymere). (Anusavice,2003; Ferracane,2001)

يتألف الراتنج الأكريلي من مسحوق وسائل، يتكون المسحوق من :

1- جزيئات كروية من بولي ميثيل الميثاكريلات غير المتماثلة.

2- البادئ Benzoyl peroxide وهو المسؤول عن بدء عملية التماثر.

3- أصبغة Mercuric sulfides.

4- مظلات Zink oxides.

5- ملدنات Dibutyl phthalate.

6- ألياف عضوية ملدنة (نايلون أو أكريل). (Craig,2002)

ويتكون السائل من :

1- مونومير ميثيل الميثاكريلات غير المتماثلة.

2- مثبط Hydroquinone، ويُعرف بالكابح لمنع عملية التماثر غير المرغوبة أثناء التخزين.

3- مسرع Tertiary amines.

4- ملدن Dibutyl phthalate. (Craig,2002)

5- عناصر ربط تصالبيه Cross-linking agents هي غليكول دي ميثاكريلات Glycol

dimethacrylate، وتقوم بدور جسر أو عنصر مُصالب يجمع سلسلتين من البوليمير.

(Anusavice,2003)

يمكن تقسيم الراتنج الأكريلي إلى أنواع مختلفة تبعاً لـ :

### 1.1.1 طريقة تصلبه و الآلية التي يعتمد عليها لبدء عملية التماثر فهناك :

#### ● الراتنج التقليدي حراري التماثر *Conventional Heat – Polymerized Resin* :

يستعمل الراتنج الأكريلي حراري التماثر في صناعة معظم قواعد الأجهزة السنية المتحركة، وإن الطاقة الحرارية هي المسؤولة عن عملية تصلبه، إذ تتفكك جزيئات البادئ (Benzoyl peroxide) عند ارتفاع درجة حرارة الراتنج فوق 60 °م ليبدأ تفاعل التصلب، وهو يتألف كغيره من أنظمة راتنج بولي ميثيل الميثاكريلات من مسحوق وسائل. (Anusavice,2003; Phillips,1996)

#### ● الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر *Self Curing , Auto-Polymerized Resin* :

لا يحتاج الراتنج كيميائي التصلب إلى الحرارة لبدء عملية التماثر، بل إن عملية التماثر تتم بدرجة حرارة الغرفة، فالتفاعل الكيميائي يتم عن طريق إضافة مسرع كيميائي إلى السائل هو Tertiary amine مثل: دي ميثيل بارا تولويدين Dimethyl-para-toluidine، وهو الذي يعمل على حل البنزويل بيروكسيد، وتشكيل الجذور الحرة؛ لذلك يعرف هذا الراتنج بالراتنج ذاتي التماثر. (Anusavice,2003)

#### ● الراتنج المصلب ضوئياً *Light-Polymerized Resin* :

وهو عبارة عن مادة وحيدة تحتوي في داخلها على راتنج، ومواد مالئة، وبادئ ضوئي يتفكك بوجود الأشعة فوق البنفسجية، أو الشدات العالية من الضوء المرئي. يتألف البادئ الضوئي من ايثر ميثيل البنزوين Benzoin methyl ether الذي يتفكك بالأشعة التي يتراوح طول موجتها بين 300-400 نانومتر إلى جذور حرة تحفز عملية التصلب، ويكون هذا الراتنج على شكل صفائح ذات قوام عجيني لين يتم تكييفها على الأمثلة، ثم تصلبها ضمن حجرة ضوئية خاصة. (Anusavice,2003; Phillips,1996)

### ● الراتنج المُصلَّب بالأمواج الميكروية *Microwave Acrylic Resin* :

وهو راتنج أكريلي حراري يستمد الحرارة من الأمواج الميكروية الصادرة عن فرن خاص، إذ يُشكّل الراتنج في بواتق خاصة غير معدنية مصنوعة من البوليستر المقوى بالألياف الزجاجية، ويُصلَّب ضمن فرن خاص لمدة 5 دقائق، والميزة الأساسية في هذه الطريقة هي السرعة، والنظافة التي تتم بها عملية التصليب. (Anusavice,2003; Phillips,1996)

#### 2.1.1 حسب سرعة عملية التصليب ( مدة الدورة الحرارية التي يخضع لها ) :

### ● الراتنج المتماثِّر حرارياً بشكل سريع *Rapid Heat –Polymerized Resin* :

وهو عبارة عن مادة راتنجية هجينة توضع في الماء المغلي مباشرة لمدة 25 دقيقة، وهي تحتوي على مبدئات للتفاعل كيميائية، وحرارية؛ للسماح بعملية التصليب السريعة. (Craig,2002)

### ● الراتنج التقليدي *Conventional Resin* :

الذي يعتمد على دورتين للتصليب :

- دورة التصليب الطويلة : تتضمن رفع درجة حرارة الماء تدريجياً إلى درجة 74° م خلال ساعة، وإبقائها لمدة 7 ساعات، ثم رفع درجة الحرارة إلى الدرجة 100° م، وإبقائها لمدة 30 دقيقة. (السعدي،2014)

- دورة التصليب القصيرة : تتضمن رفع درجة حرارة الماء تدريجياً إلى درجة 74° م خلال ساعة، وإبقائها لمدة ساعة ونصف، ثم رفع درجة الحرارة إلى الدرجة 100° م، وإبقائها لمدة 30 دقيقة. (السعدي،2014)

#### 3.1.1 حسب العناصر المضافة إليه ( الراتنج المعدل ) :

### ● الراتنج المقاوم للكسر *High- Impact Strength Resin* :

هو راتنج حراري التماثر يستمد قوته من الجزيئات المطاطية المضافة إليه Butadiene styrene rubber، وهو يتمتع بمقاومة صدم أعلى من مواد البولي ميتيل الميتاكريلات التقليدية. (Craig,2002)

### ● الراتنج المقوى بالألياف *Fiber Reinforced Polymers* :

وهو يحتوي على جزيئات ذات وزن جزيئي مرتفع تعمل كألياف تقوية للراتنج مثل البولي إيثيلين Polyethylene، وجزيئات أخرى Aramid, Carbon, Graphite, Glass ، ويمكن أن يكون مقوى بأسلاك معدنية. (Vallittu,1999; Vallittu et al,1994)

### ● الراتنج السيل *Pour Resin* :

إن الراتنج المصبوب (السيل) مُشابه في تركيبه الكيميائي لتركيب الراتنج ذاتي التماثر، والفرق الرئيسي يكمن في حجم جزيئات البولييمير، فهو يمتلك جزيئات مسحوق أصغر بكثير، وعندما يتم مزجها مع المونومير فإن المزيج الناتج يكون سيالاً جداً. (Anusavice,2003; Craig,2002)

### ● الراتنجات المرنة *Flexible Resin* :

وهي عبارة عن حبيبات بلاستيكية صلبة تصبح لينة عند تطبيق حرارة 287° م لمدة 11 دقيقة. تُحقن داخل القالب الجبسي بعد تطبيق الضغط اللازم، وهي مادة خاملة حيويًا، وغير سامة، وتتمتع بمرونة مختلفة. (Craig,2002)

#### 4.1.1 حسب تقنية تشكيله : وهو ما سنتناوله في دراستنا

1.4.1.1 تقنية القالب المضغوط ( Compression Molding Technique )

1.4.1.1 تقنية الحقن ( Injection Molding Technique )

1.4.1.1 تقنية السكب ( Pour Technique )

### 1.4.1.1 تقنية القالب المضغوط : Compression Molding Technique :

تُعد تقنية القالب المضغوط من أقدم التقنيات المُستعملة في معالجة الراتنج الأكريلي حراري التماثر، وأكثرها شيوعاً حتى الآن، ولا يزال الراتنج الأكريلي المُعالج والمُصلب بهذه الطريقة واسع الاستعمال على الرغم من مساوئه المتعلقة بـ :

#### 1. زيادة في البعد العمودي : Increase In Vertical Dimension :

الذي يمكن أن يكون سببه الرقاقة الأكريلية المُتشكلة بين نصفي البوتقة، وتغير الأبعاد. (El Bahra et al,2013)

#### 2. تغير في الأبعاد : Dimensional Changes :

الناتج عن تقلص الراتنج الذي يكون على شكلين : تقلص حجمي Volumetric Shrinkage، وتقلص خطي Linear Shrinkage، ويحدث بآليتين : تقلص تصلبي (تماثري) Polymerization Shrinkage، وتقلص حراري Thermal Shrinkage ناتج عن رفع درجة الحرارة. (Anusavice,2003)

#### 3. المسامية : Porosity :

تُضعف المسامية الجهاز الأكريلي؛ لأنها تؤدي إلى تراكم الجهود الداخلية، وتؤدي إلى تلف قواعد الأجهزة والتوائها، كما أنها تصبح مكاناً لإيواء الجراثيم والفطور مثل Candida Albicans، وهي تسهم في حدوث التصبغات، وتراكم الترسبات القلحية، والتساق البقايا الطعامية، وكل ذلك ينعكس على التقبل الصحي للجهاز.

(Kasina et al,2014; Pero et al,2010)

#### 4. امتصاص الماء : Water Absorption :

وهو ناتج عن قطبية Polarity جزيئات بولي ميثيل الميثاكريلات، وآلية الترطيب Hydration، والانتشار Diffusion التي تتمتع بها جزيئات الماء داخل المادة، إذ تتدخل جزيئات الماء ضمن سلاسل البوليمير المُتشكلة مؤديةً إلى تحريك هذه الشبكات (Anusavice,2003)، وتعمل كمادة ملدنة ضمن الراتنج، فتُضعف من خواصه الميكانيكية كالصلابة Hardness، ومقاومة الانثناء Transverse Strength، وحد التعب Fatigue Limit، بالإضافة إلى أنها تؤثر في

خصائصه اللونية، إذ إن الفعل المُلدن قد ينتج عنه تخرب واسع لسطح الراتنج ينعكس على شكل ظلالية في الجهاز. (Devlin and Kaushik,2005; Cucci et al,1998)

#### 5. تحرير المونومير المتبقي Residual Monomer :

تحتوي كل الراتنجات الأكريلية على مستويات مختلفة من المونومير المتبقي اعتماداً على الظروف المحيطة، وكفاءة المادة في النقل الحراري، وهو يؤدي إلى عدم تجانس وضعف في الراتنج، ويزيد من إمكانية الامتصاص والانحلالية (Pfeiffer and Rosenbauer,2004)، كما يؤثر في الخواص الميكانيكية كمقاومة الشد Tensile Strength، ومعامل المرونة Elastic Modulus، وقساوة السطح Hardness. (Bartoloni et al,2000)

#### 6. خشونة السطح Surface Roughness :

تتمتع الراتنجات الأكريلية بخشونة سطح نسبية تختلف باختلاف نوع الراتنج، وهي تسهم في التصاق العضويات الدقيقة الموجودة في الوسط الفموي، وخاصة المسؤولة عن النخور، وأمراض النسيج حول السنية، والمُسببة للالتهابات المترافقة مع استعمال الأجهزة Denture Stomatitis. (Kuhar and Funduk,2005; Bollen et al,1997)

#### 7. تغير اللون Color Change :

إحدى المشاكل الهامة والأساسية التي تطرأ على الراتنج الأكريلي المستعمل في صناعة قواعد الأجهزة المتحركة، التي إلى الآن لم يتم التغلب عليها، وإنما جرت محاولات للحد من نسبتها، فقد سعت العديد من شركات التصنيع إلى تحسين مقاومة المادة للتصبغ، وأُجريت العديد من الأبحاث لمعرفة الأسباب المؤدية إليها وطريقة تفاديها.

### 2.4.1.1 تقنية القالب المحقون Injection Molding Technique :

لقد تم تطوير الراتنجات الأكريلية ليس فقط لتحسين خواصها الفيزيائية والميكانيكية، ولكن أيضاً لتسهيل طريقة التعامل معها، واختصار الوقت والتعقيدات في إجراءات معالجتها وتصلبها، ففي عام 1942 ظهرت تقنية القالب المحقون كتقنية مُعدلة عن تقنية القالب المضغوط التقليدية، وذلك كمحاولة للتخلص من مساوئها وتعقيدات العمل بها. (Artopoulos et al,2013)

فكان من ميزاتنا :

- 1- التخلص من طبقة الرقاقة الأكريلية المُتشكلة بين نصفي البوتقة التي تؤدي إلى زيادة البعد العمودي، وتغير أماكن الأسنان. (El Bahra et al,2013)
  - 2- سمح نظام الحقن بضبط الأبعاد عن طريق تصميم البوتقة الخاص، والتدفق المستمر لمخزون المادة غير المتماثرة الموجودة في (المصب) والذي عاوض عن التقلص التصليبي، وأدى إلى انطباق أفضل. (El Bahra et al,2013; Parvizi et al,2004)
  - 3- المسامية أقل وذلك بسبب الضغط المضبوط والمستمر والمقدر بـ 6 بار، وتجانس المادة المعتمد على النسب الصحيحة من السائل والمسحوق، وآلية المزج الآلية بواسطة رجاج سريع لمدة خمسة دقائق والتي تؤدي إلى انحلال كامل للبوليمير في المونومير، بالإضافة إلى معاوضة الراتنج الموجود في المصب للفراغ المتشكل أثناء التصلب. (Kuhar and Funduk,2005)
  - 4- أظهرت العديد من الدراسات أن الراتنج الحراري المُصنع بطريقة القالب المحقون كان الأقل خشونة بين الأنواع المدروسة حتى قبل عمليات التنعيم، ويمكن أن يُعزى ذلك إلى المسامات القليلة وتجانس المادة. (Kuhar and Funduk,2005)
  - 5- يمتلك الراتنج المصلب بهذه الطريقة خصائص فيزيائية وميكانيكية أفضل.
- (حسين العيسى، 2002; Parvizi et al,2004; Ucar et al,2012)

### 3.4.1.1 تقنية السكب Pour Technique :

يُستعمل في هذه التقنية الراتنج كيميائي التماثر، فالراتنج السيل هو أحد أشكال الراتنج ذاتي التصلب، فهو يُمزج بنسب خاصة، ويكون ذا قوام سيل عندما يتم سكه في البوتقة، وفي هذه التقنية يُستعاض عن المسحوق الكاسي بمادة غروية ردودة كالأغار، ويكون مقدار الضغط المطبق على البوتقة متفاوتاً بحسب الشركة المصنعة، وهو في الراتنج المُستخدم في دراستنا 2,5 بار، ويتم تصليبه بدرجة حرارة 55° م لمدة 30 دقيقة. (الحلاق، 2010؛ Craig, 2002)

من ميزاتنا:

1- يمكن اعتبار تقلص هذا النوع من الراتنج أقل وبالتالي انطباقه أفضل من الراتنج الحراري؛ وذلك لعدم تعرضه لما يعرف بالتقلص الحراري الناجم عن رفع درجة الحرارة، إذ إن تماثره يتم بدرجة حرارة الغرفة، وإن الحرارة المطبقة في تقنية السكب هي لتسريع عملية التماثر. (غيث الماريني، 2010؛ Anusavice, 2003)

2- عند استعمال تقنية السكب يمكن التقليل من خطر الإساءة إلى الأسنان والقاعدة الأكريلية أثناء فكها من البوتقة. (غيث الماريني، 2010؛ Anusavice, 2003)

3- إن تقنية السكب سهلت إجراءات إغلاق البوتقة وفتحها، وعمليات الإنهاء والتلميع. (Anusavice, 2003)

4- التوفير في كمية مواد الصب المُستخدمة في عملية التصليب؛ بسبب استعمال الغرويات الردودة القابلة لإعادة الاستعمال مرات عديدة. (Anusavice, 2003)

أما مساوئ الراتنج كيميائي التماثر :

1- عدم تمام تماثر الراتنج الذي يؤدي إلى عدم ثبات أبعاده، وبقاء جزء من المونومير الحر المسؤول عن التهيج النسيجي، ونقص الصلابة، وزيادة الامتصاص والانحلال.

2- خشونة سطحه مقارنة مع الراتنجات حرارية التصلب، وقد عزت بعض الدراسات سببها إلى المسامية الموجودة فيه كالدراصة التي أجراها الباحثان (Kuhar and Funduk, 2005) وأثبتت

عن طريق اختبارات Scanning Electron Microscopy (SEM) أن سطح هذا الراتنج يتمتع بمسامية أكبر، إذ أظهرت هذه الاختبارات أن المسام المُتشكلة لها شكلين مختلفين تبعاً لمرحلة تشكيلها، فهناك مسام المرحلة الأولى من المزج والنتيجة عن اندخال الهواء بين جزيئات البوليمير عن طريق سائل المونومير، ومسام المرحلة الأخيرة من المزج والنتيجة عن اندخال الهواء بعد أن يُغطى المسحوق تماماً بالمونومير. (Kuhar and Funduk,2005)

في حين فسرت بعض الدراسات كالدراسة التي أجراها الباحث (Berger et al,2006) خشونة سطح هذا النوع من الراتنج إلى كبر حجم حبيبات البوليمير، واختلاف التركيب الكيميائي بعض الشيء عن باقي أنواع الراتنج كاختلاف المبدأ والمسرّع.

3- التغير اللوني : يحتوي الراتنج كيميائي التماثر على مركب الترتزين أمين e الذي هو عرضة للتأكسد، وبالتالي فهو يشترك في إحداث التغير اللوني. (Anusavice,2003)

4- يمكن أن يحصل انزياح للأسنان أثناء إجراءات العمل، وعملية التصليب في تقنية السكب. (Anusavice,2003)

5- ارتباط الأسنان يكون ضعيفاً مع القاعدة الأكريلية. (Anusavice,2003)

## 2.1 ظاهرة التغير اللوني Color Change :

منذ بداية الممارسة السنية وأطباء الأسنان يواجهون مشكلة في التعويض عن الأسنان المفقودة، والبنى الداعمة لها باستعمال مواد صناعية يكون لها صفات البنى الطبيعية ومميزاتها، إذ يجب على هذه المواد أن تتمتع بثلاثة معايير أساسية هي : المقاومة Strength، والملائمة Fit، وتأمين الناحية الجمالية. (Singh et al,2014)

ومع تطور المواد السنية المستخدمة، وازدياد اهتمام المريض بالناحية الجمالية، وعدم قبوله بمعايير جمالية منخفضة، أصبح طبيب الأسنان الاختصاصي يواجه متطلبات خاصة تتعلق بالشكل، واللون، وإعادة المظهر الطبيعي. (Singh et al,2014)

تعتمد معظم المعالجات التعويضية على المواد ذات الأساس الراتنجي، حيث كانت ومازالت الراتنجات الأكريلية من أفضل المواد المستعملة في صنع كل من قواعد الأجهزة المتحركة، والتعويضات المؤقتة، ومبطنات الأجهزة الطرية ( Keyf and Etikan,2004; Ma et al,1997; Koumijan et al,1991)، وذلك لخصائصها الإيجابية المتعددة؛ كملاءمتها للبيئة الفموية، وتقبلها الحيوي، ورخص ثمنها وتوافرها، وسهولة التعامل معها ومعالجتها، بالإضافة إلى مظهرها المشابه للمظهر الطبيعي من ناحية ملمسها الناعم الأملس الذي يساعد على منع تراكم العضويات الدقيقة، ولونها القريب من لون البنى الطبيعية، وخصائصها الضوئية التي تسهم في إعطائها اللون الأمثل كالانعكاس، والشفافية، واللمعان. (Anusavice,2003)

غير أن ميل هذه المواد إلى امتصاص Absorption وادمصاص Adsorption السوائل، وذلك بسبب الخاصية القطبية التي تتمتع بها جزيئات الراتنج؛ أدى إلى جذب المواد المسببة للتصبغ، وبالتالي تعرضها لتغير اللون، والكمود مع مرور الوقت، والاستعمال على المدى الطويل.

(Keyf and Etikan,2004; Ma et al,1997; May et al,1992)

إذ يُعزى التغير اللوني إلى أسباب داخلية وخارجية، فالأسباب الداخلية تتعلق بطبيعة المادة وتركيبها وخواصها؛ كالمسامية، والمونومير المتبقي، وطبيعة السطح وخشونته التي تؤثر بدورها في اللمعان والشفافية، أما الأسباب الخارجية فلها علاقة بامتصاص وادمصاص السوائل

والجزيئات المسببة للتصبغ، أو نتيجة لانحلال وذوبان بعض المكونات، وتؤكد بعضها الآخر وهذا يساعد على تغلغل السوائل الملونة، ويسهم في ذلك الوسط المحيط والبيئة الفموية.

(Keyf and Etikan,2004; Hersek et al,1999; May et al,1992; and Crispin and Caputo,1979)

فقد أشار كل من Eriksen و Nordbo (Eriksen and Nardbo,1978) إلى أن هناك على الأقل ثلاث آليات مسؤولة عن تشكيل التصبغات الخارجية هي :

- 1- إنتاج المركبات الملونة في اللويحة السنية Plaque بواسطة البكتريا المولدة للون.
- 2- احتباس المواد الملونة القادمة من المواد الغذائية المارة عبر الحفرة الفموية.
- 3- تشكيل المنتجات الملونة من التحول الكيميائي لمكونات القشيرة المغطية للأسنان Pellicle.

كما أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر في تطور التصبغ الخارجي مثل: النمط الغذائي، وتناول المشروبات المسببة للتصبغ كالقهوة، والشاي، والنبذ الأحمر، والتدخين، والتعرض للمواد المضادة للبكتريا كاستخدام الغسولات الفموية. (Yannikakis et al,1998) (Omata et al,2006) نقلاً عن (Scotti et al,1997)

وإن ظاهرة التصبغ، والتغير اللوني لا تؤثر في الناحية الجمالية فحسب، فهي ليست مجرد تغير في المظهر الخارجي، بل هي انعكاس لخصائص المادة التعويضية، وجودة صنعها، فالتغير اللوني يمكن اعتباره مؤشراً على القدم الزمني، وتلف المادة (Leite et al,2010)، وهو واحد من المعايير التي تحدد قابلية هذه المادة للخدمة Serviceability. (Oguz et al,2007)

لذلك قام الباحثون بالتركيز على خاصية الثبات اللوني لمادة التعويض، وأجريت الكثير من الأبحاث حولها؛ تناولت العديد من المواد التي تستعمل في المعالجات التعويضية.

### 1.2.1 التغير اللوني للمواد المستعملة في صنع التعويضات المؤقتة :

درست الكثير من الأبحاث ظاهرة التغير اللوني لمواد التعويضات المؤقتة التي تعتمد في معظمها على الراتنج الأكريلي، وذلك بسبب ازدياد الحاجة إليها خصوصاً في فترات المعالجة الطويلة، إذ تعتبر جزءاً لا يتجزأ من أية خطة معالجة ترميمية طويلة الأمد، فهي تقدم الحماية، والاستقرار، والوظيفة، وتساعد على تحديد النواحي الجمالية والوظيفية واختبارها قبل صنع التعويض النهائي، والتنبؤ بمدى ملاءمته ونجاحه، فرضا المريض عن التعويض المؤقت يساعد على نجاح التعويض النهائي. (Guler et al,2005)

تختلف المواد المستعملة في صناعة التعويضات المؤقتة فهي تشمل : بولي ميثيل الميثاكريلات ذاتي التصلب Autopolymerizing Polymethylmethacrylate، وبولي إيثيلين الميثاكريلات Polyethylene Methacrylate، وبولي فينيل الميثاكريلات Methacrylate، وبورثان الميثاكريلات Urethane Methacrylate، و Bis-acryl، والكمبوزت صغير الجزيئات Microfilled Composite، وهي ذات تماثر كيميائي، أو ضوئي، أو تماثر مشترك كيميائي وضوئي. (Bayindir et al,2012; Christensen,2003)

وكغيرها من المواد ذات الأساس الراتنجي فإن تغير لونها قد يكون بسبب عدم التماثر الكافي، وامتصاص الماء، أو بسبب التفاعلات الكيميائية الحاصلة، وخشونة السطح، فقد وجد الباحثون أن تراكم الماء ضمن بنية المادة، وعملية التأكسد الضوئي له دور في تغير اللون الداخلي، إذ إن للماء دوراً هاماً في الانحلال الكيميائي، الذي ينتج عنه تغير في الخصائص البصرية للمادة (Sham et al,2004)؛ لذلك قام الباحث (Sham et al,2004) بدراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية، وتأثير الغمر في الماء بدرجة حرارة عالية 60°م، وكذلك تأثير محلول القهوة في لون خمسة أنواع من المواد التعويضية المؤقتة ذاتية التماثر، ووجد من خلال دراسته أن المواد Bis-acryl-mthacrylate- based resins أكثر ثباتاً لونياً من راتنجات ميثيل/إيثيل الميثاكريلات Methyl/Ethyl methacrylate-based resins.

كما أن بعض الأبحاث درست التبدل اللوني لمواد التعويضات المؤقتة بتأثير المحاليل المسببة للتصبغ كالشاي، والقهوة، والعصائر، والمشروبات الغازية؛ وذلك بسبب ازدياد استهلاك الفرد لمثل هذه المشروبات في وقتنا الحالي، إذ أصبحت جزءاً لا يتجزأ من النمط الغذائي اليومي.

فقد أجرى الباحث (Yannikakis et al,1998) دراسة قارن فيها بين ست مواد تعويضية اختلفت بطريقة تماثرها، إذ قارن بين الراتنج حراري التماثر، ونوعين من الراتنج ذاتي التماثر، بالإضافة إلى ثلاثة أنواع من الكمبوزت، والمواد التي تعتمد في تركيبها على بولي ميثيل الميثاكريلات Bis-acrylic : كيميائية، ومختلطة التصلب (كيميائي ضوئي)، وذلك بعد غمرها في محاليل الماء، والشاي، والقهوة لمدة شهر، وقد كان التغير اللوني ملاحظاً في كل العينات بعد 7 أيام من الغمر، وكان الكمبوزت هو الأقل ثباتاً لونياً لاسيما ضوئي التماثر، وبالمقارنة بين المحاليل كان محلول القهوة له قدرة أكبر على إحداث التلون من محلول الشاي.

وقد قام الباحث (Guler et al,2005) بدراسة تأثير عدد كبير من المحاليل الملونة في مواد التعويضات المؤقتة، إذ اختلفت دراسته عن باقي الدراسات بإضافة السكر لبعض هذه المحاليل؛ لمعرفة مدى تأثيره في اللون، فاشتملت دراسته على محاليل الشاي، والقهوة، والنيبيذ الأحمر، وعصير العنب الحامض، والمشروبات الغازية، بالإضافة إلى القهوة المضاف إليها الكريمة الصناعية والسكر، واعتمد على مدة غمر واحدة هي 24 ساعة، فكانت غايته المقارنة بين المواد بتأثير المحاليل المختلفة بغض النظر عن مدة الغمر، ووجد أن الكمبوزت المقوى بالجزئيات صغيرة الحجم Reinforced Microfill Restorative Material هو الأكثر ثباتاً لونياً، وأن إضافة السكر إلى المحاليل زاد من قابلية حدوث التغير اللوني.

وحاولت بعض الأبحاث دراسة تغير لون هذه المواد في وسط مشابه للوسط الفموي، إذ جرى قياس لون العينات بعد غمرها في محلول اللعاب الصناعي وبدرجة حرارة مشابهة لدرجة حرارة الوسط الفموي، كالدراسة التي أجراها (Haselton et al,2005) على 12 مادة مستخدمة في صناعة التعويضات المؤقتة، إذ ركزت الدراسة على تأثير العامل الزمني في حدوث تغير اللون، فقام بغمر العينات في محلولين (اللعاب الصناعي، واللعاب الصناعي مع القهوة)، وتم قياس مقدار التبدل اللوني بعد أسبوع، وأربعين، وأربعة أسابيع، ووجد أن هناك علاقة بين تغير اللون

وطول مدة الغمر بغض النظر عن نوع المادة، وهناك علاقة بين المادة وسوائل الغمر، إذ اختلف مقدار التغير اللوني للمادة نفسها باختلاف نوع المحلول.

وقد قام عددٌ من الباحثين بدراسة تأثير الملونات الطعمية على المواد السنية المختلفة؛ لكون هذه الملونات تدخل في تركيب أغلب الأطعمة المتناولة حالياً، فهي تدخل في تركيب المشروبات، ومساحيق المشروبات، والمواد الجيلاتينية، والمربيات، والساكر، والمثلجات، والعديد من المركبات الأخرى، وتتراوح نسبتهما بين 0,02% و 0,1% في الأطعمة، وهي عالية الذوبان في الماء، وبسبب الشحنات الكهربائية الموجودة في هيكل بُنيتهما؛ فإن باستطاعتها أن تسبب تلوناً للسطح. (Sarac et al,2007; Canay et al,1999)

لذلك تضمنت دراسة الباحث (Rutkunas et al,2010) دراسة التغير اللوني لسبع مواد تعويضية مختلفة بعد تنعيمها بعدة طرق، وذلك بتأثير المحاليل المسببة للتصبغ والمحاليل الحاوية على ملونات طعمية، إذ غُمرت العينات لمدة 7 أيام، فكانت الراتنجات الحاوية على ميتيل الميثاكريلات Methyl-methacrylate- based resin هي الأكثر ثباتاً لونياً بين المواد المدروسة بغض النظر عن طريقة التنعيم، والمحلول المُسبب للتصبغ.

وبدراسة حديثة قام بها الباحث (Bayindir et al,2012) درس التغير اللوني لأربع مواد تعويضية مؤقتة ذاتية التماثر بتأثير ثلاثة محاليل مسببة للتلون، اشتملت على مشروبات الطاقة الشائعة بكثرة اليوم، إذ تم قياس لون العينات قبل الغمر لمدة 24 ساعة وبعده، ثم بعد أسبوع، وبعد أربعة أسابيع، ووجد من خلال دراسته أن مقدار التغير اللوني ازداد مع مرور الزمن، وأن راتنج ميتيل الميثاكريلات أكثر ثباتاً لونياً من Bis-acryl resin، وكان تغير اللون بتأثير محلول القهوة غير مقبول سريرياً بعد انتهاء فترة الغمر.

### 2.2.1 التغير اللوني للمواد المستعملة في صنع التعويضات السنية المتحركة :

إن استمرار الحاجة إلى التعويضات السنية المتحركة الجزئية والكاملة بسبب ازدياد متوسط أعمار السكان، وعدم قدرة الكثير من المرضى على التعويض عن فقدان عدد كبير من أسنانهم بتعويضات ثابتة، أو زرعات سنية؛ بسبب وجود مضادات استطباب، أو موانع صحية، أو نتيجة الكلفة المادية الباهظة لمثل هذه المعالجات، دفع ذلك الباحثين إلى إجراء الأبحاث حول صفات المواد المستخدمة في هذه الأجهزة، والعناية بالناحية الجمالية لهذه التعويضات سواء بالنسبة للأسنان المستخدمة فيها، أم بالنسبة لمواد قواعد الأجهزة، وخاصة مع ازدياد وعي المرضى المتقدمين في العمر لمثل هذه الجوانب، وازدياد متطلباتهم الجمالية، فالعديد من الدراسات لفتت الانتباه إلى مدى التأثير النفسي لطب الأسنان التجميلي في المرضى، وبينت أن نسبة كبيرة من السكان المتقدمين في العمر يميلون إلى التركيز على لون أسنانهم وبياضها.

(Goldstein and Niessen,1998; Alvi et al,1984)

#### 1.2.2.1 التغير اللوني للأسنان الصناعية المستعملة في صنع الأجهزة المتحركة :

إن قدرة الأسنان الصناعية المستخدمة في صناعة الأجهزة المتحركة على المحافظة على ثبات لونها خلال الاستعمال ومع مرور الوقت هو أمر حاسم وصعب، ويمكن أن يكون مؤشراً لطول عمر التعويض، ومدى قبول المريض للجهاز المتحرك، واهتمامه به.

وتعتمد صناعة أسنان التعويضات المتحركة بشكل أساسي على مادتي الخزف والراتنج؛ لذلك قامت العديد من الأبحاث بالمقارنة بين هاتين المادتين، ففي دراسة قام بها الباحثان ( Koksai and Dikbas,2008) قارنا بين نوعين تجاريين من الأسنان الخزفية، وثلاثة أنواع من الأسنان الراتنجية من ناحية ثباتها اللوني، وذلك بغمرها في محاليل الشاي، والقهوة، والمشروبات الغازية، والماء المقطر لمدة شهر، وأُجريت عدة قياسات للون بعد يوم، وبعد أسبوع، وبعد أسبوعين، ثم بعد شهر، وتبين بالدراسة أن مادة الخزف هي الأكثر ثباتاً لونياً، وأن تغير اللون يزداد نسبياً مع مرور الوقت.

ولمحدودية استخدام الأسنان الخزفية لما تتطلبه من استطبابات خاصة، فقد شاع استخدام الأسنان الراتنجية، وتم إجراء العديد من التعديلات والتحسينات عليها، وأنتجت بعض الشركات

ما يُعرف بالأسنان الراتنجية عالية الصلابة، فأجري العديد من الأبحاث عليها، ومنها الدراسة التي أجراها الباحث (Gregorius et al,2012) ودرس فيها التغير اللوني لثلاثة أصناف تجارية من الأسنان الراتنجية عالية الصلابة وبأربع درجات لونية مختلفة، إذ درس العلاقة والتأثير المتبادل بين العامل المسبب للتلون ونوع المادة من جهة، والعلاقة بين العامل المسبب للتلون ونوع المادة والدرجة اللونية المدروسة من جهة أخرى، فقام بغمر العينات في المحاليل المسببة للتلون لمدة 7 أيام، ودرس تغير لون العينات بتعريضها لفعل التقادم الصناعي Artificial Ageing، فأظهرت كل الأسنان الراتنجية ثباتاً لونياً جيداً، وكان تأثير محلول القهوة هو الأقوى بين المحاليل المدروسة، وكانت الأسنان ذات الكثافة اللونية Chromatic Shades الأقل هي الأكثر تلوناً.

كما قامت بعض الأبحاث بدراسة تأثير المحاليل الكيميائية المستخدمة في تطهير الأجهزة في الثبات اللوني لأسنان الأجهزة المتحركة، كالدراسة التي أجراها الباحث (Silva et al,2011) التي درس فيها تأثير أربعة محاليل مطهرة بتركيزات مختلفة على نوعيين تجاريين من الأسنان الراتنجية، وذلك بعد عدة دورات من الغمر وصلت إلى 90 مرة، إذ تم قياس لون الأسنان قبل كل دورة من هذه الدورات وبعدها، وتوصل الباحث من خلال هذه الدراسة إلى أن دورات الغمر المتكررة في المحاليل المطهرة غيرت من قيم  $\Delta E$  (مقدار التغير اللوني الحاصل والمُعبر عنه بـ  $\Delta E$ )، ولكن هذه القيم لم تكن أكبر من 1 وفقاً لوحدة NBS (National Bureau of Standard)، وبالتالي لم يكن التغير اللوني مُدركاً بالعين البشرية.

#### 2.2.2.1 التغير اللوني للراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة :

لم تقتصر الأبحاث في مجال تغير اللون على دراسة لون الأسنان المستخدمة في صناعة الأجهزة المتحركة، بل درست أيضاً لون المواد المستخدمة في صناعة قواعد الأجهزة، فلم يعد من المقبول جمالياً استخدام أجهزة سنية بقواعد راتنجية يختلف لونها عن لون اللثة الطبيعية، إذ إن الأجهزة ذات المظهر الطبيعي تعتبر وسيلة تحفيز جيدة لمستخدمي الأجهزة.

التغير اللوني للمواد المبطنة :

لقد أُجري العديد من الأبحاث حول التغير اللوني لمادة الراتنج الأكريلي، تركزت في معظمها على الراتنج الأكريلي المستعمل في صنع المواد المبطنة الطرية المستخدمة في تبطين الأجهزة المتحركة؛ وذلك بسبب مساوئها المتعلقة بمساميتها، وامتصاصها للماء، وانحلال مكوناتها والمواد الصباغية الأساسية فيها، والتي تؤثر على ثبات لونها.

فقد درس الباحث (Oguz et al,2007) التغير اللوني لأربعة أنواع من المواد المبطنة الطرية السيليكونية، والأكريلية، بالإضافة إلى الراتنج الأكريلي حراري التصلب المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة، وذلك قبل غمرها في محاليل الشاي، أو القهوة، وبعد غمرها لفترات زمنية مختلفة، ووجد أن المواد المبطنة الطرية السيليكونية حرارية التصلب هي الأكثر ثباتاً لونياً بين المواد المبطنة الطرية المدروسة، وهي مشابهة في ثباتها اللوني للراتنج الأكريلي حراري التصلب، بينما كانت المواد المبطنة الطرية الأكريلية ضوئية التصلب هي الأقل ثباتاً لونياً، ولاسيما عند غمرها في محاليل القهوة.

وبعض الدراسات قارنت بين مبطنات الأجهزة الطرية ذات الأساس السيليكوني، ومبطنات الأجهزة القاسية ذات الأساس الراتنجي كالدراسة التي أجراها الباحثان ( Ergun and Nagas 2007)، وقارنا فيها بين ثلاثة أصناف من المبطنات الراتنجية الصلبة، ونوعين من المبطنات السيليكونية الطرية، وذلك بتعريضها لعامل التقادم Accelerated Aging، إذ تم قياس لون العينات قبل مدة التعرض وبعدها، وأظهرت دراستهما أن المواد ذات الأساس السيليكوني هي الأكثر ثباتاً لونياً.

وهناك دراسات تناولت تأثير الملونات الطعامية الصناعية، ومنظفات الأجهزة في لون المواد المبطنة الطرية كالدراسة التي أجراها الباحث (Sarac et al,2007) ودرس فيها تأثير الملونات الطعامية الصناعية (Erythrosine , Tartrazine , Sunset yellow)، ونوعين تجاريين من منظفات الأجهزة في المواد المبطنة الطرية السيليكونية، والأكريلية. وقد توافقت نتائج دراسته مع العديد من الدراسات التي أثبتت أن المواد المبطنة الطرية السيليكونية هي الأكثر ثباتاً لونياً بين

أنواع المبطنات، وأن لون المواد المبطنة المدروسة تأثر بالمنظفات الحاوية على الصوديوم بشكل أكبر من المنظفات الأخرى.

وبعض الأبحاث جمعت بين دراسة تأثير الدورات الحرارية، وتأثير الغمر في المحاليل المسببة للتصبغ على لون مبطنات الأجهزة الطرية كالدراسة التي أجراها (Goiato et al,2011) والتي قارن فيها بين نوعين من مبطنات الأجهزة السيليكونية، ونوعين من مبطنات الأجهزة الأكريلية، من ناحية التغير اللوني، فقام بتطبيق 2000 دورة حرارية على جزء من العينات، وغمر الجزء الآخر في محلولي القهوة، والمشروبات الغازية لفترات زمنية متعددة، فتم قياس لون العينات قبل كل فترة غمر وبعدها، ووجد من خلال دراسته أن تأثير تطبيق الدورات الحرارية، والغمر في المحاليل المسببة للتصبغ أدى إلى تغير لوني ذي دلالة إحصائية للمبطنات الأكريلية أكبر من المبطنات السيليكونية، وكان مقدار تبدل اللون بتأثير محلول القهوة ذا دلالة إحصائية أكبر بالنسبة لمحاليل الغمر المدروسة.

وإن اختلاف بعض المواد الداخلة في التركيب الكيميائي لكل من المواد المبطنة الطرية ذات التطبيق المباشر، وغير المباشر له انعكاسه أيضاً على ثبات لونها. فمن الدراسات التي تناولت هذا الموضوع الدراسة التي أجراها الباحث (Leite et al,2010) وقارن فيها التغير اللوني بين المواد المبطنة الطرية ذات التطبيق المباشر وغير المباشر لنوعين تجاريين (Kooliner ، وElite soft)، وذلك قبل تعريضها لعدة دورات حرارية وبعده، وغمرها في محاليل الشاي، أو القهوة، أو المشروبات الغازية، أو النبيذ الأحمر لفترات زمنية مختلفة، فوجد أن المواد المبطنة الطرية ذات التطبيق المباشر أبدت تغيراً لونياً أكبر من المواد التي تطبق بالطريقة غير المباشرة للنوع التجاري Kooliner، وذلك ضمن العينة الشاهدة التي غمرت في الماء، ولم يبد النوع التجاري Elite soft فرقاً في اللون بين الطريقتين.

ومن الدراسات الحديثة التي قارنت بين المواد المبطنة الطرية والراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة، الدراسة التي أجراها الباحث (Imirzalioglu et al,2010) ودرس فيها تأثير المحاليل الحاوية على الشاي، أو القهوة، أو النيكوتين في لون الراتنج الأكريلي حراري التصلب وذاتي التصلب والمحقون، ونوع من المواد المبطنة الطرية، وذلك قبل غمرها في هذه المحاليل لفترات زمنية مختلفة وبعده، واعتمد في دراسته على جعل المحاليل أقرب ما تكون

إلى الوسط الفموي مستخدماً الألعاب الصناعي مع هذه المحاليل، ووجد أن المواد المبطنة الطرية هي الأكثر تلوناً وخاصة بتأثير المحاليل الحاوية على النيكوتين.

وبعيداً عن المواد المبطنة الطرية فإن الأبحاث التي ركزت على التغير اللوني للراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة كانت محدودة. ومنها الدراسة التي أجراها الباحث (Hersek et al,1999) ودرس فيها تأثير الملونات الطعامية الصناعية في خمسة أنواع تجارية من الراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة، وقد لاحظ من خلالها أن التغير اللوني لكل المواد المدروسة كان ضمن القيم المقبولة سريرياً، وذلك بعد فترة غمر طويلة استمرت لمدة 6 أشهر.

كما قام الباحثان (Singh and Aggarwal,2012) بدراسة تأثير محاليل الشاي، والقهوة، والكرم في لون أربعة أصناف من الراتنج الأكريلي حراري التماثر المستخدم في صنع قواعد الأجهزة المتحركة، وذلك بغمر العينات في المحاليل لمدة 10 أيام، و20 يوم، و30 يوماً، إذ تم إجراء قياس اللون قبل كل مدة غمر وبعدها، ووجدوا أن محلول الكرم هو الأكثر إحداثاً لتغير اللون، وأن مقدار التغير اللوني ازداد مع الزمن ولكن ليس بالنسبة نفسها، إذ لم تبقى نسبة التغير اللوني نفسها بعد كل مدة.

### التغير اللوني للراتنجات المرنة :

حديثاً تم تقديم الراتنجات المرنة في الأسواق كبديل عن استعمال الراتنجات الأكريلية التقليدية في صنع قواعد الأجهزة المتحركة الجزئية والكاملة؛ وذلك لميزاتها المتعددة فهي خفيفة، ومقاومة للانكسار، وتقدم راحة للمريض؛ بسبب مرونتها، وخفة وزنها، بالإضافة إلى جماليتها، لتمتعها بالشفافية، ومظهرها المشابه للمظهر الطبيعي، فاستُخدمت في صناعة التعويضات المؤقتة كالأجهزة المتحركة الجزئية الفورية Immediate Removable Partial Dentures، وصناعة الأجهزة المتحركة الجزئية Removable Partial Dentures (RPDs) ذات المتطلبات الجمالية والمثبتات المباشرة الأمامية.

(الياس، 2007)، (Goiato et al,2010) نقلاً عن (Goiato et al,2008)

فقد أدى الاهتمام المتزايد بالنواحي التجميلية في طب الأسنان إلى الحاجة إلى أجهزة متحركة جزئية تعتمد بشكل ضئيل، أو لا تعتمد نهائياً على مكون معدني داعم ضمن هيكلها، أو عناصر مثبتة مرئية؛ لذلك تم صنع مثبتات مباشرة بمواد ذات لون مشابه للون السن باستخدام ما يعرف بـ (Wu et al,2003) Actyle Resins (Thermoplastic Technopolymer)، ولكنها كغيرها من المواد الراتنجية قد يطرأ عليها بعض التغيرات مع مرور الزمن والاستعمال السريري، كتغير لونها وقساوتها المجهريّة Microhardness، وهما الخاصتان الأساسيتان اللتان دفعتا الأطباء لاختيار هذا النوع من المواد؛ مما أدى إلى الحاجة لدراسة هذه التغيرات تحت ظروف مختلفة، كان منها الدراسة التي أجراها الباحث (Goiato et al,2010) والتي درس فيها تأثير التقادم على كل من القساوة المجهريّة، ولون نوعين تجاريين من الراتنجات المرنة مقارنة مع نوع واحد من الراتنجات التقليدية، فوجد أن التقادم أدى إلى زيادة ملحوظة في قيم القساوة المجهريّة لأنواع الراتنج المدروسة، إذ ظهرت القيمة الأعلى في الراتنج التقليدي، وكان مقدار التغير اللوني أعظمياً بالنسبة لمادة Valplast المرنة.

وإن خصوصية بعض الحالات التعويضية التي يعاني فيها المرضى من التهيج النسيجي بسبب تحرير المونومير المترافق مع استعمال الراتنجات الأكريلية التقليدية؛ دفع إلى استعمال مواد بديلة كمادتي النايلون Nylon، والبولي كربونات Polycarbonate التي تتميز بمرونتها في صنع قواعد الأجهزة المتحركة (Goiato et al,2010) نقلاً عن (Taira et al,2000)، الأمر الذي أدى إلى ضرورة دراسة ثباتها اللوني مع الاستعمال السريري، ومقارنتها مع الأنواع الأخرى من المواد المستعملة في هذا المجال، كالدراسة التي أجراها الباحث (Sepulveda-Navarro et al,2011) إذ قارن فيها التغير اللوني للنايلون مع نوعين من الراتنجات الأكريلية حرارية التصلب، وذلك بعد غمرها في محاليل القهوة، والمشروبات الغازية، والنيبيذ الأحمر، والماء المقطر كعينة شاهدة لفترات زمنية مختلفة، ولاحظ أن لون النايلون تغير بشكل أكبر من باقي المواد المدروسة، ولاسيما ضمن محلول المشروبات الغازية.

ومن أشكال التعويضات المتحركة المرتبطة باستطبابات خاصة ما يعرف بالجناح اللثوي المتحرك Removable Gingival Flange، الذي يُستخدم في حالات الفقد الأمامي للأسنان العلوية مع تراجع لثوي وعظمي كبير في المنطقة، فمن الصعب على أي تعويض ثابت محمول

على الزرعات أن يعوض عن فقدان اللثوي الموجود في المنطقة. فمن البدائل التعويضية لفقد النسج في هذه المنطقة إما جهاز جزئي ثابت Fixed Partial Denture مع جزء خزفي لثوي (يحاكي لون اللثة في المنطقة)، أو جناح لثوي أكريلي قابل للفصل Detachable Gingival Flange. (Lai et al,2003; Morgano et al,1993; Brygider,1991)

وباعتبار أن هذا الجزء التعويضي واضح عيانياً، ويظهر عند ابتسامة المريض فإن ثبات لونه مع مرور الزمن هو أمر هام جداً لأنه يؤثر في الناحية الجمالية؛ لذلك أجري العديد من الأبحاث لدراسة مدى الثبات اللوني للمواد المستخدمة في هذا النوع من التعويض كالدراسة التي أجراها الباحث (Lai et al,2003) ودرس فيها مخبرياً خاصة الثبات اللوني، ومقاومة التصبغ، وامتصاص الماء لأربعة مواد شائعة الاستخدام في هذا المجال وهي : السيليكون، وCopolymaide، ونوعان من الراتنج الأكريلية حرارية التماثر، وذلك بغمرها في محلولي الشاي، والقهوة، وتعرض جزء من العينات للهواء والماء، وتبين من خلال دراسته أن كل المواد المدروسة أظهرت ثباتاً لونياً عند تعريضها للهواء والماء، وأن مقدار التغير اللوني لكل من مادتي السيليكون، وCopolymaide المغمورة في محلول القهوة ولمدة 180 يوم كان غير مقبول سريرياً.

#### التغير اللوني للراتنج المُصلب بالأمواج الميكروية :

إن العديد من الدراسات اهتمت بدراسة الخصائص الفيزيائية، والميكانيكية، واللونية للراتنج المُصلب بالأمواج الميكروية الذي قُدِّم كحل لتسهيل عملية تماثر الراتنج التقليدي وتسريعها، وللتخلص من تعقيدات عملية التصليب، فالبرغم من وجود العديد من أنظمة الراتنج الحراري سريعة التماثر، إلا أن الراتنج المصلب بالأمواج الميكروية نafs هذه الأنواع في سرعة تصلبه، إذ تستغرق دورة تصليب الراتنج الحراري السريع ساعة ونصف بدرجة حرارة 212 درجة فهرنهايت (May et al,1996) نقلاً عن (Reitz et al,1985)، في حين أن مدة تصلب الراتنج الميكروي لا تتجاوز خمس دقائق، بالإضافة إلى أنه يتمتع بخصائص فيزيائية جيدة. (May et al,1996) نقلاً عن (Kimura,1983 and Takamata,1989)

لذلك سعت بعض الدراسات إلى دراسة مدى ثباته اللوني بتأثير عوامل مختلفة، كالدراسة التي أجراها الباحث (May et al,1996) ودرس فيها تأثير عامل التقدم Accelerated Aging على الثبات اللوني لهذا النوع من الراتنج، فقارن بين سبعة أنواع من الراتنج التقليدي، ونوع من الراتنج المُصلب بالأمواج الميكروية من ناحية ثباتها اللوني، وذلك قبل التعرض لفعل التقدم لمدة 300 ساعة، و 600 ساعة، و 900 ساعة وبعده، وأظهرت دراسته أن تغير اللون قد حصل في كلا النوعين، وكان الراتنج الحراري من نوع Hy-pro هو الأكثر ثباتاً لونياً بين الأنواع المدروسة.

كما قام عددٌ من الباحثين بدراسة تأثير الغمر في المحاليل المطهرة للأجهزة في الثبات اللوني، وخشونة السطح، ومقاومة الانثناء Flexural Strength للراتنج المُصلب بالأمواج الميكروية، كالدراسة التي أجراها الباحث (Paranhos et al,2009) وقام فيها بدراسة تأثير الغمر في محاليل هيبوكلوريت الصوديوم Naocl ولمدة غمر تعادل 20 دقيقة يومياً، وعلى مدى 180 يوم، فُقسمت العينات لأربع مجموعات غُمرت إحداها في Naocl بتركيز 0,5%، والثانية في Naocl ولكن بتركيز 1%، والثالثة في Clorox Calgon، والرابعة في الماء المقطر كعينة شاهدة، وتم قياس اللون قبل الغمر وبعده باستعمال جهاز محمول لقياس اللون Portable Colorimeter، ولاحظ في الدراسة عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المحاليل من ناحية تأثيرها على اللون، وخشونة السطح، ومقاومة الانثناء، كما لاحظ أن فترة الغمر القصيرة لمدة 20 دقيقة يومياً لم تُحدث تغيراً ملحوظاً في اللون.

في حين قارن الباحث (Fernandes et al,2013) بين الراتنج المُصلب بالأمواج الميكروية، والراتنج الحراري التقليدي، والراتنج القابل للغليان من ناحية الثبات اللوني، وخشونة السطح، بتأثير نوعين من المطهرات الكيميائية، وذلك بعد الغمر لمدة 30 و 60 دقيقة، ووجد من خلال دراسته أنه لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية في خشونة السطح، ومقدار التغير اللوني، وذلك عند المقارنة بين المحلولين المطهرين 1% Sodium Hypochlorite، و Peracetic Acid 2%، وبالمقارنة بين الراتنجات وجد أن قيم خشونة السطح ازدادت بشكل ملحوظ بعد الغمر لمدة 30 دقيقة لكل الراتنجات المدروسة، وكان الراتنج المُصلب بالأمواج الميكروية الأقل تأثراً، وبدراسة عامل الزمن كان مقدار التغير اللوني أكبر بعد الغمر لمدة 60 دقيقة.

### 3.2.1 التغير اللوني بتأثير المحاليل المطهرة للأجهزة :

بما أن استعمال منظفات الأجهزة هو جزء من البروتوكول الأساسي والعلمي في تنظيف الأجهزة المتحركة الذي يوصي به أطباء الأسنان لمستخدمي الأجهزة يومياً، فإن هذه المواد ذات تماس مباشر مع مواد الأجهزة، ولها تأثيراتها السلبية مع الاستعمال على المدى البعيد، إذ إن هناك صنفين رئيسيين من منظفات الأجهزة التي يغمر ضمنها الجهاز هي: NaOCl، و Alkaline Peroxide وهي ذات فعل منظم، ولها تأثير مضاد للجراثيم والفطور ومزيل للتصبغات، ولكن من مساوئ هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl أنه يمكن أن يسبب ابيضاض في الراتنج الأكريلي (Davi et al,2010; Ma et al,1997)، وأظهرت بعض التقارير أن البيروكسيد يؤدي إلى تخرب في بنية الراتنج (Unlu et al,1996)، كما يمكن أن يسبب تأكسداً في سطح الهيكل المعدني للأجهزة الجزئية (Ma et al,1997)، لذلك فقد تم تحري كل من التغير اللوني، ومقاومة الانثناء Flexural Strength، وكذلك خشونة السطح للراتنجات الأكريلية بتأثير هذه المحاليل، واعتمدت معظم الأبحاث على فترات غمر قصيرة، كالدراسة التي أجراها الباحث (Sato et al,2005) ودرس فيها تأثير ثلاثة أنواع من منظفات الأجهزة المختلفة في الثبات اللوني، ومقاومة الانثناء للراتنج الأكريلي حراري التماس، فتم قياس اللون قبل الغمر في هذه المنظفات، وبعد الغمر لمدة تعادل 15 دقيقة يومياً، وعلى مدى 30 يوماً، فكان مجمل فترة الغمر حوالي 8 ساعات، ولكنه اعتمد طريقة قياس اللون البصرية، إذ تم تقييم تغيرات اللون بصرياً بفحص الصور الفوتوغرافية المأخوذة للعينات، ولم يُلاحظ أي اختلاف في اللون بالفحص البصري، وتوصل من خلال هذه الدراسة إلى أن الغمر في المحاليل المنظفة لمدة غمر قصيرة تعادل 15 دقيقة يومياً لم يحدث أي تغير ملحوظ في لون، أو مقاومة الانثناء للعينات المدروسة.

ومن الدراسات الحديثة الدراسة التي أجراها الباحث (Peracini et al,2010) وقارن فيها بين نوعين تجاريين من المنظفات التي تعتمد في تركيبها على Alkaline Peroxides من ناحية تأثيرها في كل من الثبات اللوني، وخشونة السطح، ومقاومة الانثناء للراتنج الأكريلي حراري التماس، ووجد من خلال هذه الدراسة أن مقدار التغير اللوني للعينات بعد انتهاء مدة الغمر لم يكن ملاحظاً سريرياً، إلا أن أقراص الكوريغا Corega Tabs سببت تغيراً لونياً أكبر من Bony

plus، في حين سبب Bony plus زيادة في خشونة السطح أكبر، وكلا النوعين أضعف من مقاومة الانثناء للراتنج الأكريلي.

وباعتبار أن المدة الموصى بها من قبل أطباء الأسنان لغمر الأجهزة في المنظف هي 8 ساعات ليلاً، وذلك للحصول على فعلها المزيل للنسج الملصقة الموجودة في باطن الأجهزة، والوصول إلى درجة تنظيف جيدة، فقد قام الباحث (Paranhos et al,2013) بدراسة تأثير غمر الراتنج الأكريلي حراري التماثر من نوع Lucitone 550 في نوعين من المنظفات Alkaline Peroxide، و Alkaline Hypochlorite، وذلك لمدة 8 ساعات يومياً، ولفترة زمنية تعادل سنة ونصف، فقام لتحقيق هذه الغاية مخبرياً بغمر العينات 24 ساعة يومياً ولمدة 182 يوم متواصلة، فكانت كل 24 ساعة من الغمر تعادل 3 مرات من الغمر اليومي، وتم قياس اللون قبل الغمر وبعده، فلاحظ تغيراً ملحوظاً في لون العينات، وكان مقدار التغير اللوني أكبر عند الغمر في محاليل Alkaline Peroxide.

وتناولت بعض الدراسات تأثير تطهير الأجهزة بواسطة أمواج المايكرويف في ثباتها اللوني كالدراسة التي أجراها الباحث (السعدي،2002) ودرس فيها تأثير عدد من المحاليل المطهرة وهي: (هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 5,25%، هيبوكلوريت الصوديوم الممدد 125 . ppm، كلورهيكسيدين بتركيز 0,12%، والأقراص الفوارة المطلقة للأكسجين)، وتأثير التطهير بواسطة أمواج المايكرويف في لون الراتنج الأكريلي حراري التماثر من نوع Lucitone 199، وذلك بغمر العينات في هذه المحاليل لفترات زمنية تختلف باختلاف نوع المحلول المطهر، ووضع عينات مجموعة التطهير بواسطة أمواج المايكرويف في وعاء يحوي 250مل من الماء ضمن فرن المايكرويف باستطاعته العليا 100% والمتوسطة 50% لمدة 5 دقائق، ووجد أن جميع قيم التغيرات اللونية بعد عمليات التطهير تراوحت بين 0,51 و 1,34 وفقاً لمعايير NBS، أي أن التغير اللوني كان بسيطاً وغير ملاحظ سريرياً.

وقام الباحث (Goiato et al,2013) بدراسة تأثير الفورات الحرارية، وتطهير الأجهزة بطرق مختلفة في الثبات اللوني لأربعة أصناف من الراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة. قُسمت العينات إلى أربع مجموعات تبعاً لطريقة التطهير المتبعة، وخضعت كل مجموعة لـ 1000 دورة حرارية قبل تطهيرها بالمطهرات المختلفة وبعده، وكانت طرق التطهير المتبعة هي

التطهير بالمايكرويف، والغمر في محلول Efferdent، والكلورهيكسيدين Chlorhexidine بتركيز 4%، و الهيبوكلوريت Hypochlorite بتركيز 1%، ووجد من خلال الدراسة أن كلاً من التعرض للدورات الحرارية، وإجراءات التطهير تؤثر بشكل ملحوظ في الثبات اللوني، ولكن كل القيم المستخلصة كانت ضمن القيم المقبولة سريرياً، وبالمقارنة بين طرق التطهير المختلفة وجد أن التطهير بواسطة المايكرويف، ومحلول Efferdent سبب تغييراً في اللون أكبر من باقي الطرق المدروسة، وبدراسته لعامل الزمن لاحظ أن هناك فروقاً معتبرة في مقدار التغير اللوني باختلاف الزمن لكل أنواع الراتنج المدروسة باستثناء راتنج Lucitone.

ومن الدراسات الحديثة التي تناولت تأثير التطهير في لون المواد المبطنة الطرية الدراسة التي أجراها الباحث (Salloum,2014) ودرس فيها تأثير التطهير الكيميائي بواسطة هيبوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite بتركيز 5,25% في الثبات اللوني لنوع من الراتنجات الأكريلية المستخدمة في صناعة قواعد الأجهزة، ونوعين من المبطنات الطرية السيليكونية، والأكريلية، إذ تم قياس لون العينات قبل الغمر، وبعد الغمر لمدة 24 ساعة، ثم أسبوع، ووجد أن مقدار التغير اللوني يزداد مع مرور الزمن، وأن قيم التغيرات اللونية للمواد المبطنة الطرية ذات الأساس السيليكوني كانت أكبر من قيم التغيرات اللونية لكل من الراتنج والمبطنات ذات الأساس الراتنجي، وبدراسته لقيم  $\Delta L$  المعبرة عن الضياء وجد أن الغمر لمدة أسبوع سبب زيادة في قيم  $\Delta L$  لكل المواد المدروسة؛ أي أنها أصبحت أكثر ابيضاضاً.

وبدراسة مختلفة حديثة قام بها الباحث (Goiato et al,2014) جمع فيها بين دراسة تأثير كل من الدورات الحرارية Thermocycling، والغمر في الغسولات الفموية Mouthwash، والمشروبات المختلفة Beverage Solutions في لون الراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة، إذ قارن بين أربعة أنواع من راتنجات قواعد الأجهزة من ناحية ثباتها اللوني، فقام بقياس اللون قبل تعريضها لـ 500 دورة حرارية وبعده بقياس أولي، ثم بعد غمرها في الغسولات الفموية، ومحاليل القهوة، والمشروبات الغازية، والنبيذ الأحمر لفترات غمر متعددة، ووجد من خلال دراسته أن كل العوامل التي تم تقييمها والتفاعلات الحاصلة بينها أثرت وبشكل كبير في قيم التغيرات اللونية، باستثناء الغسولات الفموية التي لم يكن تأثيرها مرتبط بنوع الراتنج.

#### 4.2.1 التغير اللوني الناتج عن التعرض لدخان السجائر :

إن الأبحاث التي درست تغير لون المواد السنية درست تأثير العديد من العوامل الخارجية التي قد تتعرض لها هذه المواد ضمن الوسط الفموي، كتأثير الحرارة، والمحاليل المسببة للتصبغ من مشروبات، وملونات طعامية مختلفة، كما درست تأثير المحاليل المستخدمة في التطهير، وكذلك عامل الزمن، وقليلة هي الدراسات التي تناولت تأثير التدخين، وما يسببه من تغيرات لونية في المواد السنية، فتبعاً لمنظمة الصحة العالمية فإن ما يقارب 1,3 بليون نسمة حول العالم لديهم عادة التدخين (Stratton et al,2001)، وبالرغم من أن التدخين مسؤول عن تغيرات عديدة في الصحة الفموية، إلا أن مرضى الأسنان الذين يدخنون لا يولون أهمية كبيرة لتأثيرات التدخين الصحية، والغالبية منهم تركز فقط على التصبغات الحاصلة على الأسنان، وتعتبرها نتيجة سلبية، تؤثر على ثقتهم بأنفسهم. (Al-shammari et al,2006)

وباعتبار أن رضا المريض عن الناحية الجمالية لأي ترميم أو تعويض هو عامل أساسي في تقبله والتأقلم معه، وبالتالي نجاحه واستمراريته، فكان لا بد من دراسة تأثير دخان السجائر في المواد السنية التعويضية، ومقدار التغيرات اللونية التي يحدثها، ومدى تأثير ملمس السطح في زيادة التصاق هذا النوع من التصبغات، فمن الأبحاث التي تناولت هذا الموضوع الدراسة التي أجراها الباحث (Mathias et al,2010) ودرس تأثير التعرض لدخان السجائر في لون الكمبوزت المملوء بجزيئات مألئة نانو مترية Nanofilled Composite Resin، ومدى علاقته بنعومة السطح، وقد قسم العينات إلى أربع مجموعات، كان نصف العينات ناعم السطح، والنصف الآخر ذا سطح خشن Texturized، وعرض نصف العينات الناعمة، ونصف العينات الخشنة لدخان السجائر لمدة 21 يوماً، وتم قياس اللون قبل هذا التعرض وبعده، فوجد أن دخان السجائر قد غير لون الكمبوزت، واستنتج أن ملمس السطح يمكن أن يزيد من حدوث التصبغ، كما درس تأثير إعادة التلميع في إزالة هذه التصبغات، فوجد أن إعادة التلميع تُنقص من التصبغات السطحية بشكل ملحوظ، إلا أنها لا تعيد لون الكمبوزت إلى ما كان عليه قبل التعرض.

وقد قام الباحث (Ayaz et al,2014) بدراسة تأثير كل من التدخين ومنظفات الأجهزة في لون وخشونة سطح الأسنان المستخدمة في صناعة الأجهزة المتحركة، فقام بين ثلاثة أنواع من الأسنان المصنوعة من الراتنج الأكريلي التقليدي، والراتنج الأكريلي المقاوم للصدم، والخزف. قُسمت هذه الأنواع إلى أربع مجموعات، غُمِرت المجموعة الأولى في الماء المقطر واعتُبرت المجموعة الشاهدة، وغُمِرت المجموعة الثانية في المحاليل المنظفة للأجهزة لمدة 15 دقيقة، وتم تعريض المجموعة الثالثة لدخان السجائر لمدة 10 دقائق، في حين تم غمر المجموعة الرابعة في المحاليل المنظفة للأجهزة بعد تعريضها لدخان السجائر؛ لمعرفة مدى تأثير المحاليل المنظفة في إزالة التصبغات الناتجة عن التدخين، ووجد من خلال دراسته أن كلاً من دخان السجائر، والغمر في المحاليل المنظفة يؤثر في خشونة سطح أسنان الأجهزة الصناعية ولونها، وأن منظفات الأجهزة قادرة على إزالة التصبغات الناتجة عن التدخين جزئياً، ووجد أن الأسنان المصنوعة من مادة الخزف هي الأكثر ثباتاً لونياً بين الأنواع المدروسة.

### 5.2.1 تغيرات اللمعان Gloss changes :

إن معظم الأبحاث ركزت على دراسة تغير لون قواعد الأجهزة، والقليل منها تناول خاصية اللمعان Gloss التي هي إحدى الخصائص البصرية الهامة المرتبطة بلون أي مادة، والتي تقدم ناحية جمالية أساسية ومطلوبة في المواد المستخدمة في صنع التعويضات السنية المتحركة، فهي ترتبط ببعض خصائص هذه المواد كاللون وخشونة السطح، إذ إن تغير لون المادة يؤثر في لمعانها.

ويعرف اللمعان بأنه ظاهرة بصرية تصف مقدرة السطح على عكس الضوء المباشر، وبالتالي له علاقة بإنهاء السطح، فإذا كان السطح العاكس أملس، فإن الضوء سوف ينعكس بصورة نظامية، بينما إذا كان السطح خشناً سينعكس بصورة عشوائية، فيظهر السطح كامداً ومُعتماً. (keyf and Etikan,2004)

فمن الأبحاث التي تناولت هذا الموضوع الدراسة التي أجراها الباحثان (keyf and Etikan,2004)، إذ درسوا مقدار تغير اللمعان لنوع واحد من الراتنج الأكريلي حراري التماسر المستعمل في صنع التعويضات المتحركة، ونوع واحد من الراتنج الأكريلي ذاتي التماسر والمستعمل في إصلاح الأجهزة، وذلك بغمرها في أربعة محاليل مختلفة، وباستخدام زاويتين للإضاءة (20°-60°)، فتم قياس لون العينات قبل الغمر في المحاليل، وبعد الغمر لمدة 45 يوماً، و 135 يوم، وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن كلا النوعين المدروسين تأثر بهذه المحاليل، وكل المحاليل سببت تغيراً ملحوظاً في اللمعان، وكان محلول الشاي هو الأكثر تأثيراً، وعصير العنب هو الأقل تأثيراً بين المحاليل.

### 3.1 طرق قياس اللون : Methods of Measuring Color

إن محاكاة اللون إجراء معقد ويعتبر من أصعب التحديات في الممارسة السريرية السنية، وقد أصبحت هذه المهمة أكثر تعقيداً خصوصاً مع تطور المواد والطرق، وارتفاع سقف المتطلبات الجمالية لدى المرضى، وعدم قبولهم بتعويضات ذات مظهر أقل جمالية من مظهر البنى الطبيعية. (Ishikawa-Nagai et al,2010)

إن جميع الدراسات التي تناولت قياس مقدار التغير اللوني اعتمدت على طرق، وأساليب مختلفة لتحديد تغيرات الطيف اللوني، كل طريقة من هذه الطرق لها محدوديتها، ومحاسنها، ومساوئها.

#### 1.3.1 المحاكاة اللونية البصرية Visual Shade Matching :

إن من الوسائل الأولى التي اعتمد عليها في تحديد اللون، أو إجراء ما يعرف بالمطابقة اللونية هي : المحاكاة اللونية البصرية، وإجراء المقارنة مع دليل الألوان السني، فهي وسيلة سهلة لا تحتاج إلى أدوات، أو تجهيزات مكلفة، إلا أنها تتأثر بعوامل عديدة؛ جعلت منها وسيلة غير دقيقة، ولا يمكن من خلالها تحديد اللون الأمثل، فعلى الرغم من كون العين البشرية قادرة على التقاط حتى الاختلافات البسيطة في اللون بين جسمين، إلا أن القدرة البصرية في التحديد تتأثر بالنواحي الشخصية بشكل كبير، كما أنها غير قادرة على نقل تغيرات اللون الملاحظة تبعاً لاختلاف الطبيعة والحجم. (Karaagaclioglu et al,2010)

فمن المشاكل الكبرى التي تواجه هذه الطريقة تأثرها بالعامل الشخصي، إذ يمكن أن تتدخل ميول الفاحص في تحديد النتيجة، وكذلك الطبيعة متعددة الألوان التي يتميز بها السن الطبيعي، ومحدودية دليل الألوان السني الذي لا يمثل الفضاء اللوني الكامل للبنى والأسنان الطبيعية؛ مما قد يكون سبباً في صعوبة تحديد اللون بواسطة العين المجردة (Ishikawa-Nagai et al,2010) نقلاً عن (Preston,1985) و (Brewer et al,2004)، ورغم العيوب التي تعترى هذه الوسيلة إلا أنها لا تزال إحدى الطرق الأولية المستخدمة في انتقاء اللون في مجال طب الأسنان إلى يومنا هذا.

### 2.3.1 التصوير الرقمي Digital Photography :

إن الصعوبات التي يواجهها طبيب الأسنان في انتقاء اللون باستخدام الطريقة البصرية وعدم قدرته على التحكم بظروف الإضاءة التي تؤثر بشكل كبير في هذه العملية، بالإضافة إلى صعوبة نقل المعلومات اللونية بدقة إلى المخبري، والذي عليه العمل وفقاً لتوصيات الطبيب المكتوبة دون قدرته على الرؤية المباشرة للون المطلوب؛ دفعت إلى إيجاد العديد من الوسائل وتطويرها، للوصول إلى أفضل محاكاة لونية للبنى الطبيعية، فظهر التصوير الرقمي الذي امتلك شعبية كطريقة لنقل المعلومات اللونية خلال العقود الأخيرة، وانتشر استخدام الكاميرا الرقمية في التصوير الملون، والتي لها القدرة على التقاط صورة للجسم وتحويلها إلى بيانات رقمية، ومن ثم استخدامها لاحقاً لإنتاج صورة يمكن عرضها على الحاسوب، أو نقلها عن طريق الإنترنت. ويمكن تحليل الصور المأخوذة بواسطة الكاميرات الرقمية باستخدام برنامج مناسب للتصوير؛ يسمح بجمع البيانات اللونية من أجزاء معينة من الصور، أو منها كاملة، ويعمل على تحليلها، وترجمتها إلى صيغة لونية معينة. (Jarad et al,2005)

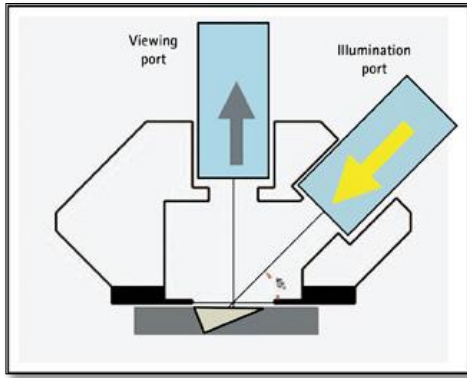
يمكن اعتبار هذه الوسيلة في تحديد اللون أقل تكلفة بكثير من استخدام أجهزة قياس اللون الحديثة Colorimeters، أو أجهزة قياس الطيف اللوني Spectrophotometers (Jarad et al,2005)، غير أن نوعية الصورة الملتقطة وجودتها له دور كبير في تحديد اللون، فنوع آلة التصوير، وإعداداتها، وظروف الإضاءة، وحجم الصورة، ومكان السن ومجاوراته، ودليل الألوان المعتمد، كلها عوامل يمكن أن تؤثر في جودة الصورة الملتقطة، وبالتالي على المعلومات اللونية المستخلصة منها. (Wee et al,2006)

إن التصوير الرقمي هو وسيلة مفيدة حتماً في نقل اللون، ولكن فقط إذا كانت الصور مأخوذة في ظروف مناسبة، وبطرق وتقنيات ملائمة؛ لذلك اقتصر استخدامه في مجال طب الأسنان السريري. (Ishikawa-Nagai et al,2010)

### 3.3.1 مقياس اللون الرقمي Digital Color Measuring Instrument :

مع تطور العلم والتقنيات المستخدمة ظهر ما يعرف بعلم القياس اللوني؛ الذي هو فرع من فروع علم اللون، وهو يستند إلى التعبير الرقمي للون الجسم المدرك أو الملاحظ، وتم التوصل إلى عدة وسائل، وأدوات لقياس اللون؛ لها القدرة على تحديد اللون دون وجود أثر للميول الشخصية في ذلك.

إن هذه الوسائل الحديثة التي تُستعمل اليوم في قياس تغيرات اللون؛ هي عبارة عن أجهزة رقمية بعضها يعتمد على التحليل بواسطة الحاسوب، وبعضها يعتمد على الصور الرقمية، ومن أحدث هذه الوسائل جهاز Colorimeter مثل جهاز ShadeVision، وجهاز Spectrophotometer بنوعيه : النوع الذي يعطي صوراً رقمية مثل جهاز



الشكل (1 - 1) : توضيح لهندسة الإضاءة في جهاز  
قياس الطيف اللوني Spectrophotometer  
(Jarad et al,2005)

النوع Crystaleye، والنوع Spectroshademicro، الذي لا يعطي صوراً رقمية مثل جهاز Easyshade من شركة Vita.

(Ishikawa-Nagai et al,2010)

إن الكثير من الأبحاث أظهرت تفوق جهاز Spectrophotometer، فهو يقدم قياسات أكثر ضبطاً ومنهجية؛ بسبب قدرته على قياس كمية الضوء المنعكس من الأجسام استناداً إلى مجال

(نطاق) الأطياف المرئية، كما أن بيانات هذا الجهاز لا تتأثر بالضوء المحيط (الشكل 1-1).  
(Ishikawa-Nagai et al,2010; Da Silva et al,2008; and Paul et al,2002)

ومن أشكاله الأكثر تطوراً ما يُستخدم داخل الفم مباشرة، إذ يمكن الاستعانة به في تحديد لون السن بدقة، وكذلك لون التعويض، أو المادة المرممة، ويتألف الجهاز من قبضة يدوية تنتهي برأس فاحص Probe يوضع على السن مباشرة، وهو يمتلك مصدره الضوئي الخاص به؛ مما يزيل الحاجة إلى ظرف إضاءة خارجية مرئية . ويعتبر هذا الجهاز من أسهل الأجهزة استخداماً، وأكثرها دقة.

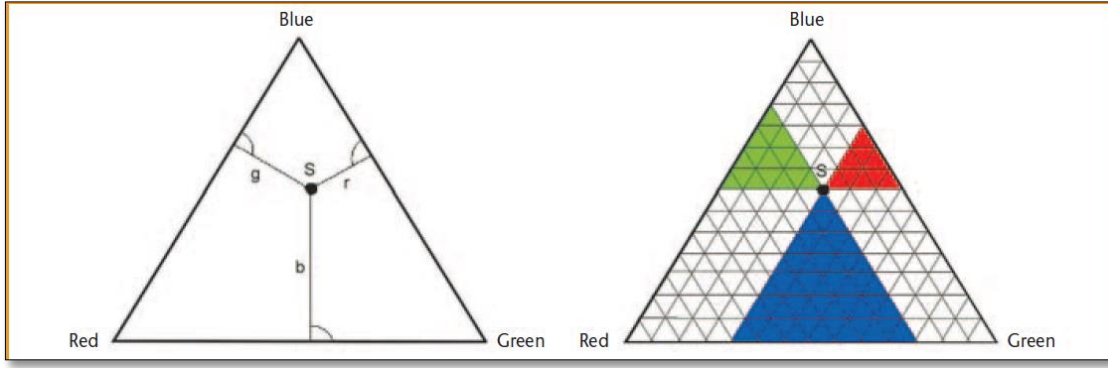
### 4.3.1 تحديد الألوان : The Determination of Colors

لقد سمحت أجهزة قياس اللون الحديثة Colorimeter بالوصول إلى محاكاة لونية أكثر دقة، وتحديد كمية اللون باستخدام إحداثيات CIE، إذ إن اختلاف اللون بين جسمين يمكن أن يُحلل رياضياً وفقاً لهذه الإحداثيات، التي تمثل التغيرات في الضياء أو السطوع ( $L^*$ ) Brightness، وكثافة اللون أحمر أخضر وفق المحور  $a$  ( $a^*$ ) Chroma along the red–green axis، وكثافة اللون أصفر أزرق وفق المحور  $b$  ( $b^*$ ) Chroma along the yellow–blue axis. (Karaagaciloglu et al,2010) نقلاً عن (Bolt et al,1994)، و (Commission International De'eclairage,1971)

فخلال العقود الأولى من القرن العشرين ظهرت الرغبة في إيجاد وسيلة موضوعية لتحديد الألوان، وإيجاد نظام للألوان يعتمد على قدرة العين البشرية في إجراء المطابقة اللونية من ناحية، ومن ناحية أخرى يُمثل بناء رياضي يسمح بحساب موقع اللون؛ ليتم تحديده تبعاً لعلاقته بكل الألوان الأساسية. فكان العلماء حريصين على أن لا يحتاج هذا النظام إلى أية عينات؛ وذلك لأن المقارنة بين عينة اللون مع العينة القياسية دائماً يمكن أن تتدخل فيها الميول الشخصية. (Baltzer and Kaufmann–Jinoian,2004)

وقد تمت تسمية اللجنة الدولية للإنارة CIE (Commission International d'Eclairage) لتطوير تعريف رياضي لجدول الألوان القياسية يتمتع بالدقة، والموضوعية، ويستند تطوير مثل هذا الجدول بوصف الألوان القياسية إلى أنها بناء رياضي يعتمد على مثلث اللون للفيزيائي الاسكتلندي *James C. Maxwell*.

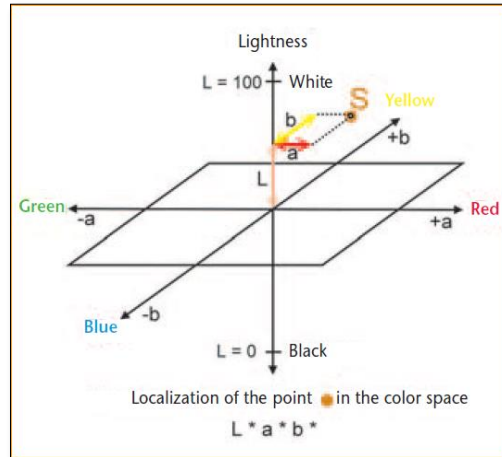
ففي عام 1859 قدم الفيزيائي الاسكتلندي نظريته في رؤية الألوان التي تعتبر بداية قياس اللون الكمي (Colorimetry) Quantitative color measurement. فنظريته أثبتت أن كل الألوان يتم الحصول عليها بواسطة خلط الألوان الثلاثة الطيفية : الأحمر، والأخضر، والأزرق. فوضع الألوان الأساسية الثلاثة الأحمر (R)، والأخضر (G)، والأزرق (B) في رؤوس مثلث متساوي الأضلاع، وأظهرت نظريته أن أي لون مختلط يقع على خط يربط بين مكونات المثلث المنفصلة (الشكل 1-2). (Baltzer and Kaufmann–Jinoian, 2004)



الشكل ( 0 - 1 ) : الشكل الأيسر: مثلث ماكسويل *Maxwell* الأحمر والأخضر والأزرق (RGB) : كل لون هو عبارة عن خليط من الألوان يقع على الخط الذي يربط المكونات المسؤولة عن تكوين اللون المختلط . الشكل الأيمن : توضيح يعبر عن خلط كمية من نسب اللون الأحمر والأخضر والأزرق لتكوين اللون المختلط S .

(Baltzer and Kaufmann–Jinoian, 2004)

وفي عام 1976 ظهر النظام الجديد الذي أوصت به اللجنة الدولية CIE، ويدعى  $L^*a^*b^*$  وقد استُخدم على نطاق واسع في مجال تحديد لون الأجسام غير المضيئة في ذاتها مثل المنسوجات، والطلاء، والبلاستيك، إذ وُضع هذا النظام ليوافق المتطلبات الصناعية، فهو يحسب موقع اللون في الفضاء اللوني من خلال المسافات عن إحداثيات  $L$ ،  $a$ ، و  $b$  (الشكل 1-3). (Baltzer and Kaufmann–Jinoian, 2004)



الشكل ( 0 - 2 ) : الفضاء اللوني  $L^*a^*b^*$  المتعلق بتوزيع الألوان

(Baltzer and Kaufmann–Jinoian, 2004)

إن الاختلافات اللونية بين جسمين، أو للجسم نفسه قبل وبعد تعرضه لظروف معينة، يمكن حسابها عبر مقارنة الاختلافات بين القيم الإحداثية لكل جسم أو حالة، وذلك عن طريق ما

يُعرف بمقدار التغير اللوني  $\Delta E$ ، إذ يُمثل "Δ" رمز الفرق، و"E" هو اللون الأولي، فيشير  $\Delta E$  إلى الفرق بين اللون المرجعي، واللون المُختبر، ويتم حساب  $\Delta E$  وفقاً لصيغة فيثاغورث :

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

وقد تم تحويل مقدار التغير اللوني  $\Delta E$  إلى قيم كمية من قبل اللجنة الدولية للمعايير NBS (National Bureau of Standard) بما يعرف بوحدات (NBS) لاختلافات اللون، وذلك لتحديد مدى التسامح في التطابق اللوني. و يتم التعبير عنها بضرب القيمة  $\Delta E$  بـ 0,92، وتقرأ النتائج على الشكل التالي :

(0,5- 0,0) هناك أثر في التغير اللوني .

(1,5-0,5) هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريرياً من اللون .

(3-1,5) هناك مقدار من التغير ملاحظ سريرياً.

(6-3) التغير معتبر .

(12-6) التغير كبير .

(12) فما فوق التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول .

(Sepulveda-Navarro et al,2011)

إن تقييم الاختلافات اللونية اعتمد على نظاميين عالميين، نظام الألوان لمونسل Munsell، ونظام اللجنة الدولية القياسي (Commission International d'Eclairage)، فكان نظام الاختلافات اللونية (CIE L\*a\*b)، هو النظام المُعتمد من قبل جمعية طب الأسنان الأمريكية ADA American Dental Association، والموصى باستخدامه، فاستُخدمت أجهزة القياس اللوني Colorimeter ، و Spectrophotometer التي تعتمد هذا النظام على نطاق واسع من قبل الباحثين في مجال طب الأسنان. (Hersek et al,1999)

إن هذه الأجهزة الحديثة قدمت خدمة كبيرة لطب الأسنان التجميلي، وسهلت عملية انتقاء اللون، فهي تتميز بالموثوقية، وبقدرتها على إعطاء بيانات قابلة للتكرار، ويمكن الحصول عليها ببساطة، بالإضافة إلى أنها سهلة الاستخدام، وسريعة، وتعطي مجالاً واسعاً، إلا أن غلاء ثمن هذه الأجهزة، وعدم توافرها أدى إلى محدودية استخدامها السريري، والاعتماد عليها بشكل أكبر في مجال الأبحاث.

بمراجعة الأدبيات الطبية وجدنا أنه من المفيد إجراء دراسة حول ظاهرة التغير اللوني للراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة بأنواعه المختلفة، إذ إن الأبحاث التي درست هذه المادة، ركزت في معظمها على الخصائص الفيزيائية، والميكانيكية، ولم تتطرق بشكل أساسي إلى ظاهرة التغير اللوني التي هي إحدى المساوئ الأساسية التي تعتري هذا النوع من المواد التعويضية، فالتغير اللوني يسبب مشكلة هامة تواجه الطبيب، وتنعكس على رضا المريض وتقبله للتعويض، وهو ليس مجرد مشكلة جمالية ناتجة عن تغير في المظهر الخارجي، بل هو انعكاس لخصائص المادة، ومدى ترابط العناصر الداخلة في تركيبها، وبالتالي فإن ثبات اللون يُعبر عن جودة صنعها، ويُنبئ عن ديمومتها، وقابليتها للخدمة على المدى البعيد.

إن معظم الأبحاث التي درست ظاهرة التغير اللوني ومنها التي ذكرناها تناولت مواد تعويضية مختلفة، وكانت الدراسات حول الراتنج الأكريلي المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة قليلة، ولم تتم المقارنة بين أنواعه الثلاثة الأكثر استخداماً في هذا المجال وهي (الراتنج الأكريلي حراري التصلب، وراتنج الحقن، وراتنج السكب). لذلك كان هدفنا من هذا البحث دراسة مقدار التغير اللوني لهذه الأنواع الثلاثة بتأثير المحاليل الحاوية على الشاي، أو القهوة التي تعتبر من المحاليل المُسببة للتصبغ، والمشروبات الأكثر تناوُلًا اليوم، ولاسيما عند المتقدمين في العمر، ودراسة تأثير المحاليل الحاوية على النيكوتين؛ وذلك بسبب تأثيرها الكبير في لون المواد السنية، وانتشار عادة التدخين بنسبة كبيرة في مجتمعنا.

الباب الثاني

المواد و الطرق

Materials and Methods

## المواد والطرائق

## Materials and Methods

## 1.2 العينة Sample :

تألفت عينة البحث من 180 قرصاً راتنجياً دائرياً بقطر 1 سم، وثخانة 3 ملم، وزُعت وفق المجموعات التالية :

المجموعة الأولى : 60 قرصاً من الراتنج الأكريلي حراري التماثر، و رُمز لها بـ H

***Conventional Heat – polymerized resin***

المجموعة الثانية : 60 قرصاً من راتنج الحقن، و رُمز لها بـ I

***Injection molding resin***

المجموعة الثالثة : 60 قرصاً من راتنج السكب، و رُمز لها بـ P

***Pour resin***

وُزعت هذه المجموعات أيضاً على محاليل الغمر بحيث غُمر :

15 قرصاً من كل مجموعة في محلول اللعاب الصناعي الذي رُمز له بـ S

***Artificial Saliva(control group)***

15 قرصاً من كل مجموعة في محلول الشاي (لعاب + شاي) الذي رُمز له بـ Te

***Artificial Saliva +Tea***

15 قرصاً من كل مجموعة في محلول القهوة (لعاب + قهوة) الذي رُمز له بـ C

***Artificial Saliva+ Coffee***

15 قرصاً من كل مجموعة في محلول النيكوتين (لعاب + نيكوتين) الذي رُمز له بـ N

***Artificial Saliva + Nicotine***

بعد أن تم تحضير العينات غُمرت في الماء المقطر لمدة 24 ساعة، وتم إجراء القياس الأولي للون، ثم غُمرت في المحاليل المدروسة لمدة 24 ساعة و 48 ساعة وأسبوع ، ومن ثم شهر، وأجري القياس عند انقضاء كل مدة.

## 2.2 مواد البحث : Materials

- راتنج أكريلي حراري التماس.

Vertex Regular, Vertex dental, Zeist, The Netherlands.



الشكل (2-1) : راتنج أكريلي حراري التماس

- نظام راتنج الحقن.

SR-Ivocap, Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein, Germany.

ويتألف من :

1- كبسولات مسحوق الأكريل مع زجاجات السائل (20 غ مسحوق ، 30 مل سائل)



الشكل (2-2) : كبسولات مسحوق راتنج الحقن مع زجاجات السائل

## 2- هزاز ميكانيكي Ivoclar Vivadent, Cap-Vibrator.



الشكل (2-3) : هزاز ميكانيكي

3- بوتقة الحقن : تتألف البوتقة من قطعتين من المعدن، وغطاء، وقمع لتحديد مجرى الحقن. البوتقة مصنوعة من معدن الـ Fonte وهو عبارة عن حديد نسبة الكربون فيه فوق 2.1% مع بعض الشوائب، يتميز هذا المعدن بصلابة أكبر من صلابة الفولاذ مع لدونة منخفضة جداً؛ مما يُمكن البوتقة من تحمل درجات عالية من الضغط، والكبس دون الالتواء، أو الانكسار.



الشكل (2-4) : بوتقة راتنج الحقن

## 4- مكبس هيدروليكي قوة الكبس 0-8 طن.



الشكل (2-5) : مكبس هيدروليكي

## 5- حمام مائي.



الشكل (2-6) : حمام مائي

6- جهاز الضغط مع دافع : قوة الضغط 0-8 بار.



الشكل (2-7) : جهاز الضغط مع دافع

● نظام راتنج السكب من شركة Vertex Dental الهولندية، وهذا النظام يتألف من :

1- راتنج السكب.

Vertex acrylic pouring technique(Castavaria), Vertex-Dental  
B.V.Premium Denture Solutions, The Netherlands.



الشكل (2-8) : راتنج السكب

2- بوتقة بلاستيكية يرتبط جزءاها بواسطة مشبكين.



الشكل (2-9) : بوتقة راتنج السكب

3- جهاز تصليب راتنج السكب Vertex.



الشكل (2-10) : جهاز تصليب راتنج السكب

4- أوتاد معدنية مفرغة.

5- مادة الآغار.

6- عازل Devosep.

\_ شمع صف أحمر.

Tenatex Red (kemdent), Associated Dental Products Ltd, Parton,  
Swidon, Wiltshire SN5 9HT, UK.

\_ جيس حجري Stone.

\_ قالب بلاستيكي دائري حوافه حادة لصنع العينات الشمعية.

\_ سيليكات للعزل.

\_ محاليل حاوية على (لعاب صناعي، شاي، قهوة ، نيكوتين).

\_ حواضن زجاجية محكمة الإغلاق.

#### ● الأجهزة المستعملة :

1- جهاز قياس التغير اللوني Easyshade من شركة Vita. الموجود في قسم تعويضات  
الأسنان الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

VITA Easyshade, VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany.



الشكل (2-11) : جهاز قياس التغير اللوني Easyshade

2- مقياس pH . الموجود في قسم علوم الحياة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten, 82362 Weilheim,

Germany.



الشكل (2-12) : مقياس PH

3- ميزان إلكتروني حساس ذو دقة 0,0001 غرام. الموجود في قسم علوم الحياة- كلية طب

الأسنان - جامعة دمشق.

Sartorius GMBH, Göttingen, Germany.



الشكل (2-13) : ميزان إلكتروني حساس

Sartorius GMBH

4- الحاضنة الموجودة في قسم التشريح المرضي - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

WTE bindar,7200 Tuttlingen, Germany.



الشكل (2-14) : حاضنة

## 3.2 الطرائق Methods :

### 1.3.2 طريقة تحضير الأقراص المستخدمة في الدراسة :

#### ● تحضير الأقراص الشمعية :

تم تحضير الأقراص من الشمع الأحمر بقطر 1 سم؛ لتتلاءم مع قطر عدسة الجهاز الفاحص، ويكون قطرها أكبر من قطر العدسة بقليل ( De Andrade et al,2014; Ertas et al,2006)، وبثخانة 3 ملم؛ لتكون مماثلة لبثخانة قاعدة الجهاز الأكريلي (Sepulveda-Navarro et al,2011)، وتم إجراء التقطيع بواسطة قالب بلاستيكي دائري حوافه حادة، وقطره 1 سم (الشكل 2-15).



الشكل (2-15) : الأقراص الشمعية

#### ● تحضير الأقراص الراتنجية :

تم تحويل الأقراص الشمعية إلى أقراص راتنجية وفق ثلاث طرق بحسب نوع الراتنج المستعمل، ووضعت الأقراص الشمعية على سطح لوح زجاجي للحصول على أقراص راتنجية ذات نعومة سطح واحدة؛ نظراً لصعوبة ضبط خشونة سطح الراتنج بإتباع إجراءات عملية التنعيم التقليدية لكل العينات (الكردى، 2010)، وأجري قياس اللون على السطح الراتنجي المقابل لسطح الزجاج.

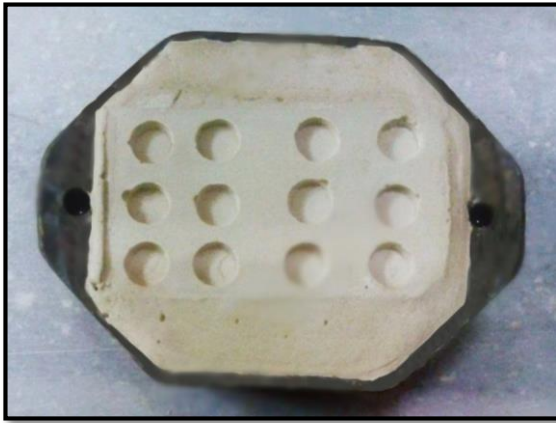
## 1- تحضير عينات الراتنج الأكريلي حراري التماسك :

### تحضير القالب الجبسي :

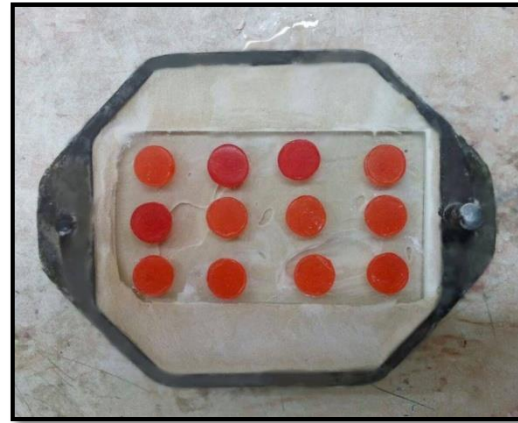
1- ملئ القسم السفلي من البوتقة بالجبس الأبيض، ووضعه على سطحه لوح زجاجي يتناسب من ناحية شكله وأبعاده مع شكل البوتقة المستعملة وأبعادها، وبشكل يتمادى فيه السطح العلوي للوح الزجاجي مع سطح الجبس، ومع الحواف العلوية لهذا الجزء من البوتقة.

2- بعد أن تصلب الجبس تم عزله بالفازلين لسهولة فصل قسمي البوتقة. وضعت الأقراص الشمعية فوق اللوح الزجاجي (الشكل 2-16)، وسكب الجبس باستخدام الهزاز الكهربائي في القسم العلوي من البوتقة حتى امتلأت، ثم أغلقت البوتقة، وتركته حتى تمام تصلب الجبس.

3- وضعت البوتقة بعدها في الماء المغلي لمدة 5 دقائق لتذويب الشمع، ثم فُتحت، ونُظِّفت من جميع البقايا الشمعية بالماء الساخن والصابون بواسطة الفرشاة (الشكل 2-17).



الشكل (2-17) : القالب الجبسي الناتج بعد غسل البوتقة بالماء المغلي وتنظيفها من البقايا الشمعية



الشكل (2-16) : البوتقة المملوءة بالجبس الأبيض الموضوع فوقها اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية

تحضير الراتنج الأكريلي :

1- تم تحضير الراتنج الذي هو عبارة عن مسحوق وسائل (22 غ مسحوق لكل 10 مل سائل) بحسب تعليمات الشركة المصنعة، إذ أُضيف المسحوق إلى السائل ببطء، ثم تم مزجهما بشكل جيد لمدة 60 ثانية باستعمال سياتول معدني، وبعد الانتهاء أغلق وعاء المزج الزجاجي بلوح زجاجي، وترك المزيج 30 دقيقة ليصل إلى المرحلة العجينية، ثم وُضعت العجينة داخل القالب المجهر بعد عزله بواسطة السيليكات.

2- تم ضغط القالب ضغطاً متوسطاً حوالي 1500 باوند/إنش<sup>2</sup> (psi)، فُتح بعدها لإزالة الزوائد الراتنجية، بعد ذلك أُجري الإغلاق النهائي تحت ضغط 3500 باوند/إنش<sup>2</sup> (psi)، وترك لمدة 15 دقيقة. (Barbosa et al,2002)

3- وُضع القالب مع المربط في جهاز التصليب الذي تم ضبطه مسبقاً وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة، إذ وُضعت البوتقة في الماء بدرجة حرارة 70°م لمدة ساعة كاملة، ثم رُفعت درجة الحرارة تدريجياً إلى 100°م، وترك البوتقة في هذه الدرجة مدة 30 دقيقة.

4- تُركت البوتقة لتبرد 24 ساعة في ماء جهاز التصليب، ومن ثم فُتحت وأُخرجت الأقراص، وتم تشذيب حوافها ووسطها المواجه للجبس فقط (الشكل 2-18).



الشكل ( 2-18) : الأقراص الراتنجية ضمن البوتقة بعد إنتهاء عملية التصليب

## 2- تحضير أقراص راتنج الحقن :

1- فصل جزءا البوتقة (القاعدة والمعكس) عن بعضهما، وتم وضع القطعة المسؤولة عن تحديد مجرى الحقن في المكان المخصص لها، ثم تم صب جبس القاعدة، وإنزال لوح زجاجي ضمنه. وُضعت فوقه الأقراص الشمعية مع أوتاد للحقن شمعية بقطر حوالي 3 ملم بين الأقراص، وبشكل تبتعد فيه حواف الشمع حوالي 1 سم عن حواف البوتقة (الشكل 2-19).

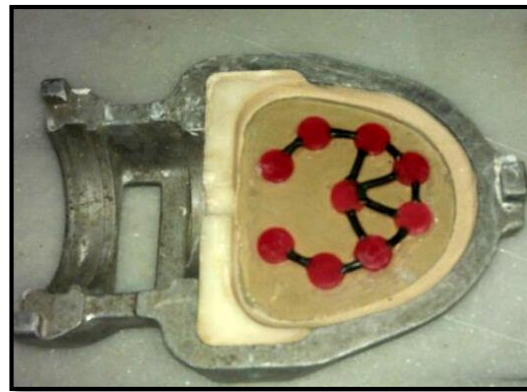
2- بعد تصلب الجبس نُزعت القطعة التي تحدد مجرى الحقن، واستبدلت بأسطوانة خاصة للحقن، وتم عزل الجبس بالسيليكا. طُبّق المعكس فوق القاعدة بعد تمام جفاف العزل، وصُبّ الجبس فوق الهزاز الكهربائي.

3- بعد تمام تصلب الجبس وُضعت البوتقة في الماء المغلي لمدة 5 دقائق لتذويب الشمع، ثم فُتحت ونُظفت من جميع البقايا الشمعية بماء نظيف مغلي، ثم تم غسلها بالماء والصابون باستعمال الفرشاة (الشكل 2-20).

4- أُغُلقت البوتقة، ووضعت ضمن المربط المخصص لها، ووضعت مع مربطها تحت المكبس، إذ تم تطبيق حوالي 3 طن (8 بار)؛ لتأمين انطباق صميحي بين جزأي البوتقة، ثم أُغلق صمام المربط بإحكام، ونُزعت البوتقة من المكبس لتصبح جاهزة لحقن الراتنج.



الشكل (2-20) : القالب الجبسي الناتج ضمن بوتقة الحقن بعد تمام تصلب الجبس في القاعدة والمعكس ، وتذويب الشمع ، وتنظيفها من جميع البقايا الشمعية



الشكل ( 2-19) : قاعدة بوتقة الحقن المملوءة بالجبس والموضوع فوقها اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية مع أوتاد للحقن شمعية بقطر حوالي 3 ملم بين الأقراص

5- تم مزج الراتنج الأكريلي وفق المراحل التالية :

\_ تم نزع عبوة السائل من الكبسولة، وأزيل غطاؤها، وصُب السائل فوق مسحوق الراتنج، ثم أُغلقت فوهة الكبسولة، وأعيدت عبوة السائل إلى الكبسولة.

\_ نُقلت الكبسولة إلى الهزاز، ووضعت في المكان المخصص لها، وتم المزج لمدة 5 دقائق (الشكل 2-21).

\_ نُزعت الكبسولة من الهزاز، ووضعت ضمن المكان المخصص لها على بوتقة الحقن حيث استخدم الدافع لإزالة جميع الفراغات والهواء ضمن الكبسولة.



الشكل (2-21) : كبسولة راتنج الحقن في المكان المخصص لها في الهزاز الميكانيكي

6- رُكب الضاغط على بوتقة الحقن، وطُبّق ضغط حوالي 6 بار لمدة 5 دقائق قبل نقله إلى حمام التصليب، إذ تم ضغط (حقن) الراتنج الأكريلي في البوتقة كي تملأ المادة الراتنجية كامل الفراغ ضمن البوتقة.

7- وُضعت البوتقة مع مربطها وضاغطها تحت ضغط 6 بار في الجهاز الخاص لتصليب الراتنج، وتم ضبط درجة الحرارة لتصل إلى درجة الغليان، وعندما بدأ الغليان تُركت لمدة 35 دقيقة فقط (الشكل 2-22).

ملاحظة : يجب أن لا يتجاوز مستوى الماء الخط الأحمر الموجود على المربط، إذ تُقرش الكريات على سطح الماء؛ لمنع وصول الحرارة إلى الكبسولة، وللمساعدة على تكاثف البخار عليها، وبالتالي لا ينقص مستوى الماء عن الخط الأحمر (الشكل 2-23).

8- بعد أن انتهت عملية التصليب وُضعت البوتقة والضاغط تحت ضغط 6 بار في ماء بارد لمدة 10 دقائق، ثم أزيل الضاغط، وتُركت البوتقة 10 دقائق أخرى بدون ضغط في الحمام المائي، ثم أُخرجت، وتُركت مدة 20 دقيقة أخرى قبل فتحها.

9- نُقلت البوتقة مع مربطها إلى المكبس، وتم تطبيق الضغط 3 طن نفسه، إذ فُتح صمام المربط، ثم نُزعت البوتقة من المكبس وبعد ذلك من المربط.

10- فُصل جزءا البوتقة بواسطة سكين جبس من المكان المخصص لها، وأزيلت الكبسولة مع الأسطوانة الخاصة بالحقن.

11- رُفعت الأقراص الراتنجية، وتم تشذيبها من الجهة المواجهة للجبس فقط دون الحاجة لتلميعها.



الشكل (2-23) : بوتقة الحقن مع مربطها وضاعطها في الجهاز الخاص بتصليب راتنج الحقن والكريات على سطح الماء لمنع وصول الحرارة إلى الكبسولة



الشكل (2-22) : بوتقة الحقن مع مربطها وضاعطها تحت ضغط 6 بار في الجهاز الخاص بتصليب راتنج الحقن

## 3-تحضير أقراص راتنج السكب :

1- تم تسخين الآغار لدرجة 92° مئوية؛ لكي يذوب، ثم تُرك ليبرد لدرجة 48° مئوية قبل سكه.

2- وُضع لوح زجاجي، ووضعت الأقراص الشمعية فوقه مع الأوتاد الشمعية الواسلة بينها ضمن البوتقة الخاصة، وتم سكب الآغار فيها (الأشكال : 2-24 ، و 2-25 ، و 2-26).



الشكل (2-25) : بوتقة راتنج السكب مع اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية الموصولة بالأوتاد الشمعية

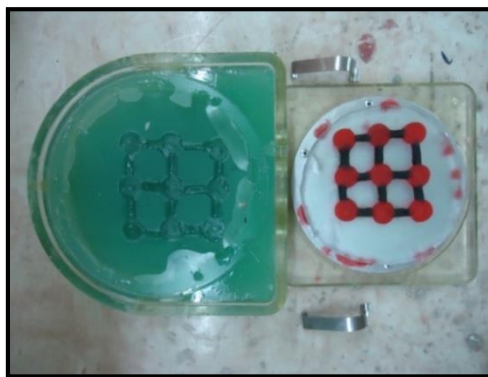
الشكل (2-24) : قاعدة بوتقة راتنج السكب الموضوع عليها اللوح الزجاجي والأقراص الشمعية مع الأوتاد الشمعية الواسلة بينها



الشكل (2-26) : بوتقة راتنج السكب بعد ملئها بالآغار

3- وُضعت البوتقة مع الآغار الساخن الموجود فيها في ماء بارد بحيث يغمر الجزء السفلي منها حتى لا يدخل الماء من الفتحات العلوية، وثُركت لمدة 40 دقيقة حتى تصلب الآغار.

4- فُتحت البوتقة، وأزيلت الأقراص الشمعية مع الأوتاد الواصلة بينها (الشكل 2-27).



الشكل (2-27) : البوتقة بعد فتحها وإزالة الأقراص الشمعية

5- تم إدخال مجاري الصب (الأوتاد المعدنية المفرغة) (الشكل 2-28).



الشكل (2-28) : إدخال مجاري الصب (الأوتاد المعدنية المفرغة)

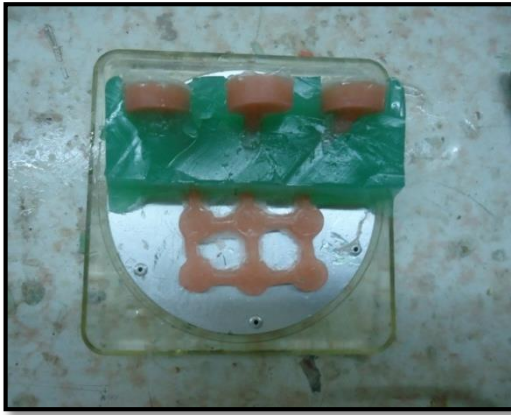
6- أُعيد غطاء البوتقة، وتم مزج السائل مع المسحوق لمدة 20 ثانية بنسبة 17 غ من مسحوق و 10 مل من السائل، وسُكب الراتنج في المكان المخصص لمجرى الصب، وترك 8 دقائق (الشكل 2-29).



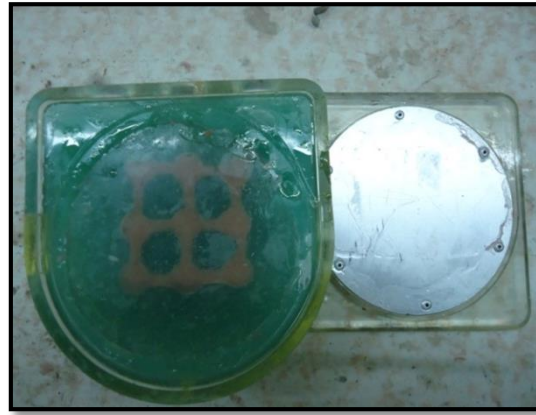
الشكل (2-29) : سكب الراتنج في المكان المخصص لمجرى الصب

7- وُضعت البوتقة في الحمام المائي المخصص حيث كانت مجاري الصب باتجاه الأعلى، وتم تسخين الماء لدرجة 55 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة وبضغط 2,5 بار، وبعد انتهاء عملية التصليب تركت البوتقة خارج جهاز التصليب لمدة 30 دقيقة.

8- أُزيلت الأقراص الراتنجية، ووضعت في الماء لمدة 20 دقيقة، ثم تم تشذيبها ماعدا السطح المقابل للوح الزجاجي (الأشكال : 30-2 ، و 31-2 ، و 32-2).



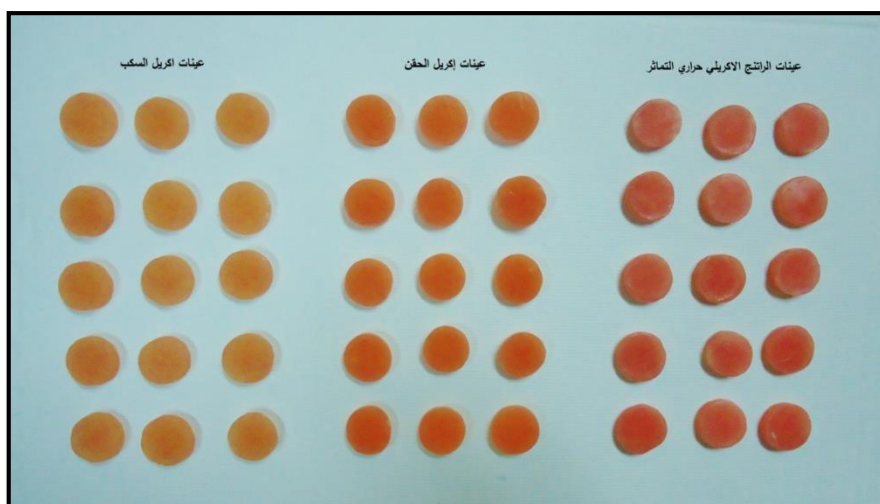
الشكل (31-2) : أقراص راتنج السكب بعد انتهاء عملية التصليب وإزالة الآغار عنها جزئياً



الشكل (30-2) : بوتقة راتنج السكب بعد فتحها وانتهاء عملية التصليب



الشكل (32-2) : أقراص راتنج السكب قبل تشذيبها



الشكل (2-33) : الأقراص الراتنجية الناتجة قبل تهيئتها وغمرها في المحاليل

### ● تحضير الأقراص الراتنجية قبل غمرها في المحاليل :

- 1- تم ترميز الأقراص، وترقيمها وفقاً لنوع الراتنج، ونوع المحلول المراد الغمر فيه.
  - 2- تم تنقيب جميع الأقراص؛ لتسهيل مرور خيط يجمع عينات كل مجموعة، بشكل تفصل فيه بين كل قرص وآخر كرة صغيرة؛ وذلك لكي تبقى جميع العينات على تماس مباشر مع المحلول الملون من كل سطوحها (الشكلان : 2-34 ، و 2-35).
- (غريواتي، 2007) ، (Keyf and Etikan, 2004)



الشكل (2-35) : الأقراص الراتنجية ضمن الحافظة الزجاجية



الشكل (2-34) : الأقراص الراتنجية بعد ترميزها وترقيمها وجمعها بواسطة خيط يضم كل مجموعة مدروسة على حدة

بعد أن تم تحضير الأقراص الراتنجية غُمرت في الماء المقطر لمدة 24 ساعة، وقمنا بإجراء القياس الأولي للون على سطح الأقراص المقابل للوح الزجاجي.

## 2.3.2 تحضير محاليل الغمر :

**1- المجموعة الشاهدة :** غُمرت في اللعاب الصناعي المُحضّر في قسم علوم الحياة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق ، وهو يتألف من التركيب التالي : 2,4 غرام من KCL ، 0,6 غرام من  $Ca_3(po_4)_2$  ، 1,4 غرام من  $K_2HPO_4$  ، 0,9 غرام من  $K_2SO_4$  ، 0,8 غرام من  $Na_3PO_4$  ، ويُكمل الوزن إلى 100 غرام من الماء المقطر. (أبو حامد، 2003)

إذ تم تركيبه في قسم علوم الحياة باستخدام الأملاح المعدنية الموجودة في القسم، وذلك بوزنها بواسطة ميزان حساس، و إتمام الحجم بالماء المقطر في بالون حجمي خاص . وقد تم قياس pH اللعاب بعد الانتهاء من تركيبه للتأكد من صحة النسب الملحية (الشكل 2-36).



الشكل (2-36) : تركيب اللعاب الصناعي

**2- المجموعة Te :** غُمرت الأقراص في محلول الشاي (لعاب + شاي) : لعاب 660 مل + شاي (330 مل : 4 غ / 500 مل Lipton, London, UK).

**3- المجموعة C :** غُمرت الأقراص في محلول القهوة (لعاب + قهوة) : لعاب 660 مل + قهوة (330 مل : 1,5 غ / 100 مل NescafeClassic, Nestle, Noisiel, France).

**4- المجموعة N :** غُمرت الأقراص في محلول النيكوتين (لعاب + نيكوتين) : لعاب 660 مل + محلول النيكوتين (330 مل : 15 غ / 250 مل Marlboro, Phillip Morris USA, Richmond, VA). (Imirzalioglu et al, 2010).

وتم تحضير هذه المحاليل وفقاً للتركيز التي وردت، وذلك بوزن كل من أوراق الشاي، وحببيات القهوة، وأوراق النيكوتين بواسطة الميزان الحساس، وإضافتها إلى الماء المغلي، بحسب تعليمات الشركة المصنعة، ثم قمنا بتحريك المحاليل كل 30 دقيقة لمدة 10 ثوان، حتى انخفضت درجة حرارتها، ووصلت إلى درجة 37°م. (Koksai and Dikbas,2008)

عُمرت الأقراص الراتنجية في المحاليل، ووضعت في الحاضنة الموجودة في قسم التشريح المرضي- كلية طب الأسنان-جامعة دمشق بدرجة حرارة 37 °م (الشكلان: 2-37، و 2-38).



الشكل (2-37) : الأقراص الراتنجية ضمن محاليل الغمر المدروسة

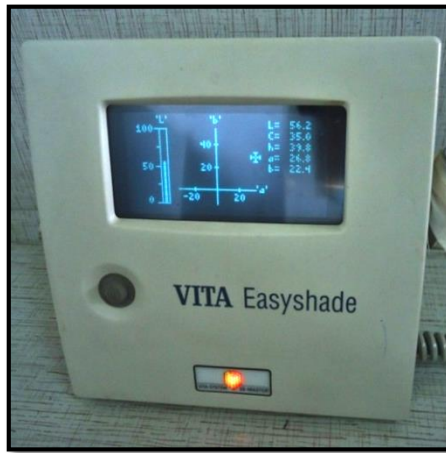


الشكل (2-38) : الأقراص الراتنجية ضمن محاليل الغمر في الحاضنة

### 3.3.2 طريقة قياس مقدار التغير اللوني :

الجهاز المستعمل لقياس مقدار التغير اللوني هو جهاز Easyshade من شركة Vita، وهو جهاز رقمي موجود في قسم التعويضات الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق، يتألف من عدسة دائرية قطرها 2/1 سم توضع على القرص المراد قياس لونه، إذ يوضع رأس الفاحص بوضعية قائمة على سطح القرص، ويعطي الجهاز ثلاث قراءات  $L^*$  -  $a^*$  -  $b^*$ ؛ يمثل  $L^*$  الضياء أو الظلمة، ويمثل  $a^*$  اللون أحمر - أخضر، و  $b^*$  اللون أصفر - أزرق (الشكل 2-39).

(De Andrade et al,2014; Gregorius et al,2012; and Rutkunas et al,2010)



الشكل (2-39) : شاشة الجهاز الفاحص مظهره بيانات اللون المأخوذة

إن معايرة الجهاز Calibration تتم بشكل أوتوماتيكي عند ضغط الرأس الفاحص على المكان المخصص للمعايرة، وهي تعتمد على معايير اللجنة الدولية CIE.

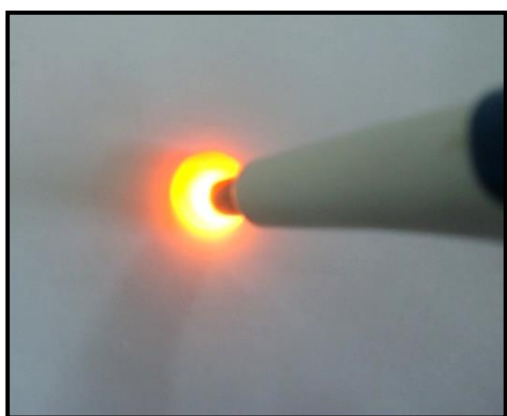
إن عملية القياس أجريت قبل الغمر، وبعد كل مدة غمر، وكان يتم غسل العينات بالماء الجاري لمدة دقيقة بعد إزالتها من المحاليل، وتجفيفها جيداً قبل قياس اللون. (Goiato et al,2011)

تم أخذ لون العينات على خلفية مستوية بيضاء استناداً إلى توصيات اللجنة الدولية CIE (Commission International d'Eclairage) المتعلقة بمعايير الإنارة (الإضاءة) A، إذ إن غاية البحث هي تقييم مقدار الاختلافات اللونية Color Differences، وبالتالي فإن اختيار الإنارة ( Illuminant ) لم يكن هاماً. (Guler et al,2005; Ertas et al,2006)

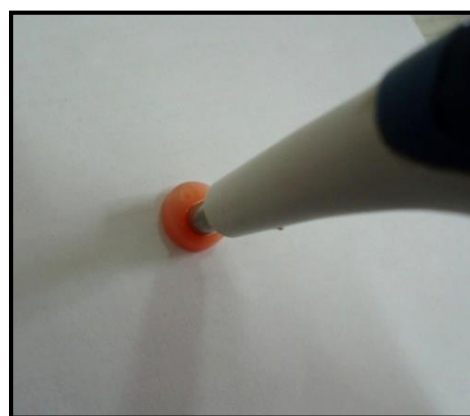
ولم نحتاج في أثناء القياس إلى التركيز على إضاءة الوسط المحيط لأن الجهاز المستعمل Easyshade من أنظمة أجهزة القياس اللوني Spectrophotometer، التي تعتمد على مصدرها الضوئي الخاص الصادر عنها، ولا تحتاج إلى مصدر ضوئي خارجي، ونقوم بقياس كمية الضوء المنعكس من الأجسام استناداً إلى مجال (نطاق) الأطياف المرئية، وبالتالي فإن بيانات هذا الجهاز لا تتأثر بالضوء المحيط.

(Ishikawa–Nagai et al, 2010; Paul et al,2002; and Da Silva et al,2008)

أجري القياس لكل عينة في مركزها، وتم قياس لون سطح العينات الملمع الذي كان يقابل اللوح الزجاجي أثناء عملية التصليب، حيث أُعيد القياس ثلاث مرات للعينة الواحدة، وأُخذ متوسط كل قيمة (الشكلان : 40-2 ، و 41-2). (Rutkunas et al,2010).



الشكل (41-2) : طريقة أخذ اللون



الشكل (40-2) : وضع رأس الجهاز الفاحص على القرص  
الراتنجي المراد قياس لونه

استُبدلت المحاليل بعد كل مدة غمر، أي تم تبديل المحاليل ثلاث مرات؛ تفادياً لفسادها مع مرور الزمن. (Oguz et al,2006)

أُعيد غمر العينات في المحاليل، ووضعت الحوافظ الزجاجية في الحاضنة بدرجة حرارة 37°م، وكُدرت عملية القياس بعد 24 ساعة و48 ساعة وأسبوع، ومن ثم شهر.

تم تسجيل كل قيمة حسب المدة الزمنية بحيث يرمز :

$L_0$  : القراءة الأولى قبل الغمر في المحاليل.

$L_1$  : القراءة الثانية بعد الغمر لمدة 24 ساعة.

$L_2$  : القراءة الثالثة بعد الغمر لمدة 48 ساعة.

$L_3$  : القراءة الرابعة بعد الغمر لمدة أسبوع.

$L_4$  : القراءة الخامسة بعد الغمر لمدة شهر.

حُسب  $\Delta L$  و  $\Delta a$  و  $\Delta b$  وحُسب التغير اللوني بالعلاقة :

$$\Delta E = \{(\Delta L)^2 + (\Delta A)^2 + (\Delta B)^2\}^{1/2}$$

إذ يمثل  $\Delta E_1$  : مقدار التغير اللوني بين القراءة الأولى والثانية؛ أي قبل الغمر في المحاليل وبعد

الغمر لمدة 24 ساعة، ويحسب من خلال حساب كل من :

$$\Delta L_1 = L_1 - L_0$$

$$\Delta a_1 = a_1 - a_0$$

$$\Delta b_1 = b_1 - b_0$$

ويكون  $\Delta E_2$  : مقدار التغير اللوني بين القراءة الأولى، والثالثة.

و  $\Delta E_3$  : مقدار التغير اللوني بين القراءة الأولى، والرابعة.

و  $\Delta E_4$  : مقدار التغير اللوني بين القراءة الأولى، والخامسة.

ثم قُمنّا بتحويل القيمة السابقة  $\Delta E$  إلى وحدات NBS (National Bureau of Standard)

بضرب القيمة  $\Delta E$  بـ 0,92.

(Sepulveda-Navarro et al,2011; May et al,1992; and Um and Ruyter,1991)

وتقرأ النتائج على الشكل التالي :

جدول (1-2) : نظام NBS في التعبير عن الاختلافات اللونية

(Sepulveda-Navarro et al,2011)

| قيم وحدات NBS | قراءة الاختلافات اللونية                             |
|---------------|------------------------------------------------------|
| 0,5 - 0,0     | هناك أثر في التغير اللوني<br>Trace                   |
| 1,5 - 0,5     | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون<br>Slight |
| 3 - 1,5       | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً<br>Noticeable      |
| 6 - 3         | التغير معتبر<br>Appreciable                          |
| 12 - 6        | التغير كبير<br>Much                                  |
| 12 أو أكبر    | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول<br>Very much      |

## 4.2 طرق الدراسة الإحصائية :

نُفذت الدراسة الإحصائية باستخدام برنامج التحليل الإحصائي **IBM® SPSS® Statistics v.21**. وأُجريت الاختبارات التالية :

- اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة **Two-Way ANOVA with Repeated Measure**؛ لدراسة دلالة الفروق الرئيسية والثنائية في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  في مجموعات الراتنج الأكريلي الثلاث بين المراحل الزمنية الأربع (T1، T2، T3، T4)، وفقاً لنوع الراتنج، والمحاليل المستخدمة، وذلك بمستوى دلالة إحصائية 0,05.
- كما تم إجراء اختبار (**Bonferroni-Test**) ؛ للمقارنات الثنائية بين المجموعات.

## الباب الثالث

### النتائج والدراسة الإحصائية

### Results and Statistical Study

## النتائج والدراسة الإحصائية

## Results and Statistical Study

## 1.3 الدراسة الإحصائية الوصفية

## 1.1.3 وصف العينة :

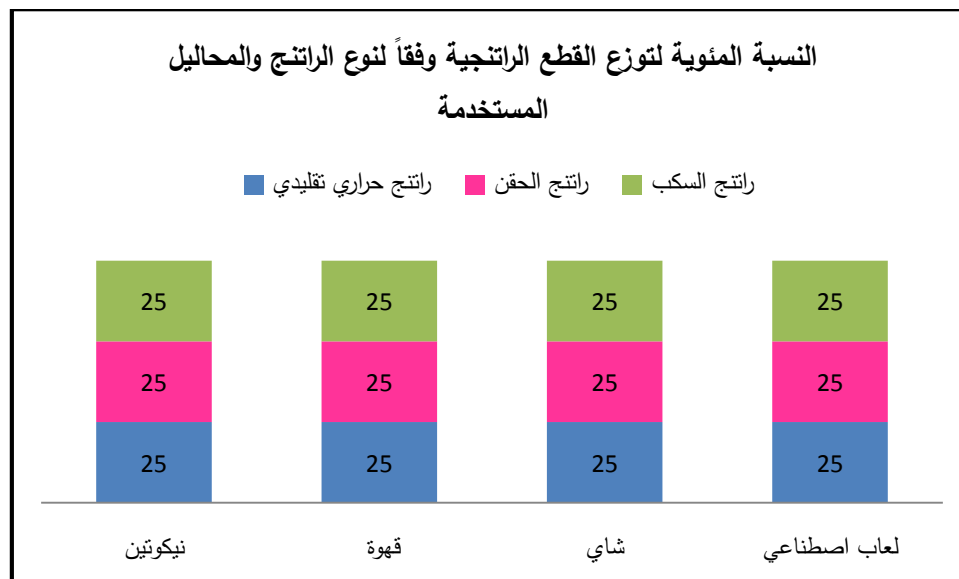
تألفت عينة البحث من 180 قطعة متماثلة من الراتنج الأكريلي المُستعمل في صنع قواعد الأجهزة السنية. قُسمت هذه القطع إلى 12 مجموعة متساوية وفقاً لنوع الراتنج المُستخدم، ونوع المحلول الذي غُمرت فيه القطع الراتنجية المدروسة، فاحتوت كل مجموعة 15 قطعة راتنجية.

## 2.1.3 توزيع العينة :

توزيع عينة البحث وفقاً لنوع الراتنج ، والمحلول المستخدم :

جدول رقم (3-1) : يبين توزيع عينة البحث وفقاً لنوع الراتنج والمحلول المستخدم لغمر القطع الراتنجية

| نوع الراتنج        | المحلول المستخدم | عدد القطع | النسبة المئوية | المجموع      |
|--------------------|------------------|-----------|----------------|--------------|
| راتنج حراري تقليدي | لعاب صناعي       | 15        | 25             | 60<br>(%100) |
|                    | شاي              | 15        | 25             |              |
|                    | قهوة             | 15        | 25             |              |
|                    | نيكوتين          | 15        | 25             |              |
| راتنج الحقن        | لعاب صناعي       | 15        | 25             | 60<br>(%100) |
|                    | شاي              | 15        | 25             |              |
|                    | قهوة             | 15        | 25             |              |
|                    | نيكوتين          | 15        | 25             |              |
| راتنج السكب        | لعاب صناعي       | 15        | 25             | 60<br>(%100) |
|                    | شاي              | 15        | 25             |              |
|                    | قهوة             | 15        | 25             |              |
|                    | نيكوتين          | 15        | 25             |              |



مخطط رقم (1-3) : يوضح النسبة المئوية لتوزيع القطع الإنتاجية في مجموعات المنتج الأكريلي وفقاً لمحاليل الغمر المستخدمة

### 2.3 الدراسة الإحصائية التحليلية :

تمت مراقبة التغير اللوني، وقياس المعاملات اللونية ( $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$ ) في خمس مراحل زمنية مختلفة :

1. قبل غمر القطع الراتنجية في المحاليل (Baseline = T0) .
2. بعد 24 ساعة (T1) .
3. بعد 48 ساعة (T2) .
4. بعد أسبوع (T3) .
5. بعد شهر (T4) .

لكل قطعة من القطع الراتنجية المدروسة في عينة البحث، ثم تم حساب مقدار التغير في قيم كل من المعاملات اللونية المدروسة في كل من المراحل الزمنية الأربع (بعد 24 ساعة، بعد 48 ساعة، بعد أسبوع، بعد شهر) وفقاً للمعادلات التالية :

مقدار التغير في قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد 24 ساعة = قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد 24 ساعة - قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) قبل الغمر بالمحلول

مقدار التغير في قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد 48 ساعة = قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد 48 ساعة - قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) قبل الغمر بالمحلول

مقدار التغير في قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد أسبوع = قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد أسبوع - قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) قبل الغمر بالمحلول

مقدار التغير في قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد شهر = قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) بعد شهر - قيمة المعامل ( $L^*$  أو  $a^*$  أو  $b^*$ ) قبل الغمر بالمحلول

كما تم حساب مقدار التغير اللوني  $\Delta E$  في كل من المراحل الزمنية الأربع (بعد 24 ساعة، بعد 48 ساعة، بعد أسبوع، بعد شهر) لكل قطعة من القطع الراتنجية المدروسة في عينة البحث وفقاً للمعادلة التالية :

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

مقدار التغير اللوني  $\Delta E1$  بعد 24 ساعة لكل قطعة راتنج = [(مقدار التغير في قيمة المعامل \* L بعد 24 ساعة)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* a بعد 24 ساعة)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* b بعد 24 ساعة)<sup>2</sup>] / 2 لقطعة الراتنج الأكريلي

مقدار التغير اللوني  $\Delta E2$  بعد 48 ساعة لكل قطعة راتنج = [(مقدار التغير في قيمة المعامل \* L بعد 48 ساعة)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* a بعد 48 ساعة)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* b بعد 48 ساعة)<sup>2</sup>] / 2 لقطعة الراتنج الأكريلي

مقدار التغير اللوني  $\Delta E3$  بعد أسبوع لكل قطعة راتنج = [(مقدار التغير في قيمة المعامل \* L بعد أسبوع)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* a بعد أسبوع)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* b بعد أسبوع)<sup>2</sup>] / 2 لقطعة الراتنج الأكريلي

مقدار التغير اللوني  $\Delta E4$  بعد شهر لكل قطعة راتنج = [(مقدار التغير في قيمة المعامل \* L بعد شهر)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* a بعد شهر)<sup>2</sup> + (مقدار التغير في قيمة المعامل \* b بعد شهر)<sup>2</sup>] / 2 لقطعة الراتنج الأكريلي

### 1.2.3 دراسة قيم التغير اللوني $\Delta E$ :

تمت دراسة تأثير المرحلة الزمنية المدروسة في قيم التغير اللوني  $\Delta E$  وفقاً لنوع الراتنج والمحلول المستخدمين، إذ تم إجراء اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة **Two-Way ANOVA with Repeated Measures**؛ لدراسة دلالة الفروق الرئيسية والثنائية في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  في مجموعات الراتنج الأكريلي الثلاث بين المراحل الزمنية الأربع (T1, T2, T3, T4)، وذلك وفقاً لنوع الراتنج، والمحاليل المستخدمة، كما تم إجراء اختبار (**Bonferroni-Test**)؛ للمقارنات الثنائية بين المجموعات.

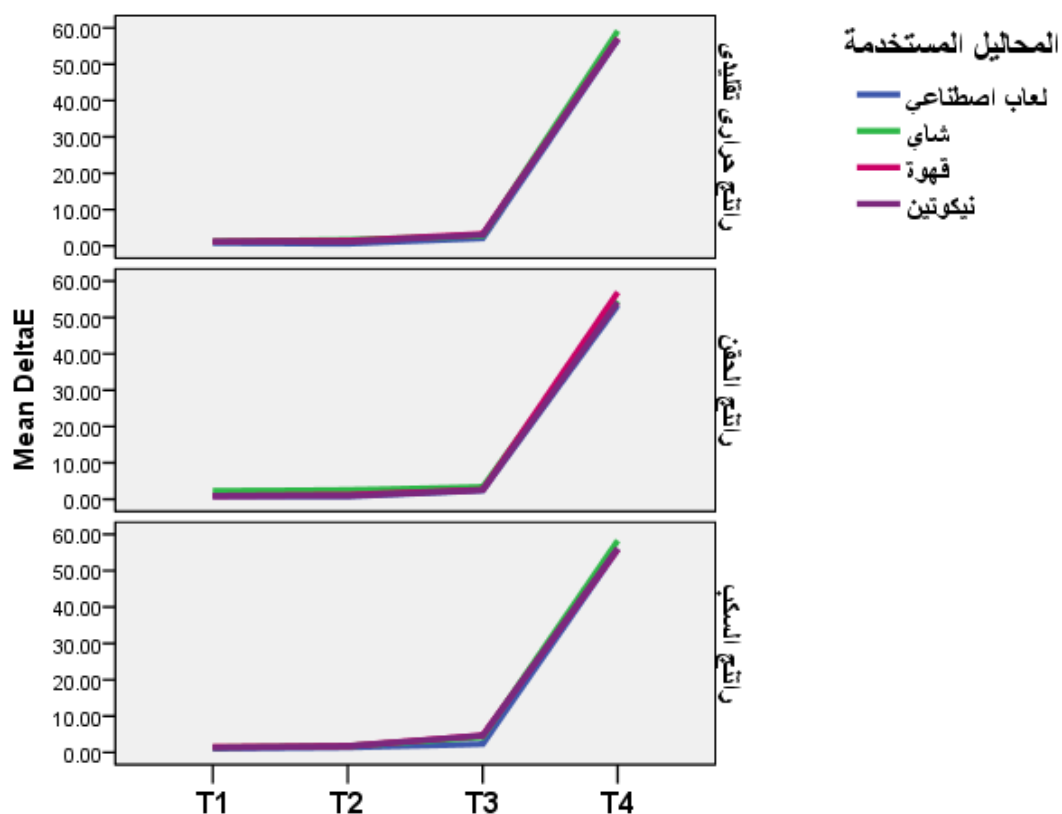
## - احصاءات وصفية:

جدول رقم (2-3) : يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم التغير اللوني

$\Delta E$  في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع الراتنج الأكريلي والمحاليل المستخدمة

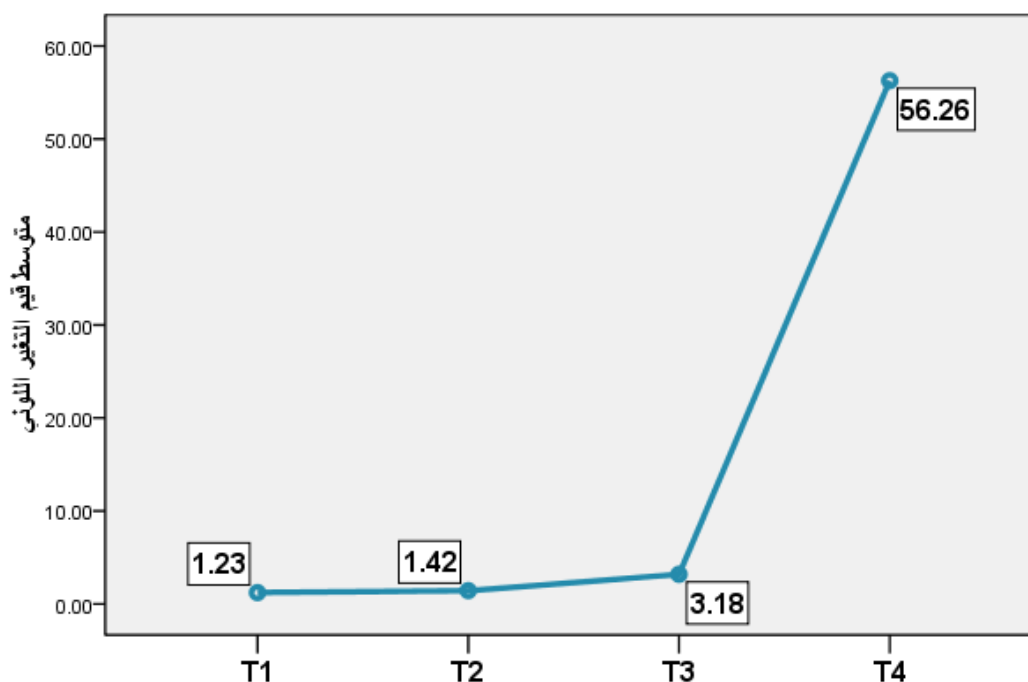
| المتغير المدروس = قيم التغير اللوني $\Delta E$ |           |                  |           |                 |                   |                |             |             |
|------------------------------------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------|-------------------|----------------|-------------|-------------|
| نوع الراتنج الأكريلي                           | المحلل    | المرحلة المدروسة | عدد القطع | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
| الحاراري التقليدي                              | لعب صناعي | T1               | 15        | 0.8228          | 0.46412           | 0.154          | 0.35        | 1.97        |
|                                                |           | T2               | 15        | 0.6184          | 0.30984           | 0.237          | 0.22        | 1.32        |
|                                                |           | T3               | 15        | 2.1069          | 0.50471           | 0.200          | 1.05        | 3.04        |
|                                                |           | T4               | 15        | 56.7336         | 1.32475           | 0.541          | 54.57       | 59.25       |
|                                                | شاي       | T1               | 15        | 1.2878          | 0.42887           | 0.154          | 0.73        | 2.37        |
|                                                |           | T2               | 15        | 1.7077          | 0.54107           | 0.237          | 0.86        | 2.87        |
|                                                |           | T3               | 15        | 2.8308          | 0.42903           | 0.200          | 2.00        | 3.39        |
|                                                |           | T4               | 15        | 59.1794         | 1.02796           | 0.541          | 57.68       | 61.23       |
|                                                | قهوة      | T1               | 15        | 1.1925          | 0.44542           | 0.154          | 0.70        | 2.25        |
|                                                |           | T2               | 15        | 1.4348          | 0.64975           | 0.237          | 0.47        | 2.21        |
|                                                |           | T3               | 15        | 3.3074          | 0.31492           | 0.200          | 2.75        | 3.86        |
|                                                |           | T4               | 15        | 57.0831         | 1.44841           | 0.541          | 53.86       | 59.10       |
|                                                | نيكوتين   | T1               | 15        | 1.2165          | 0.32104           | 0.154          | 0.90        | 1.92        |
|                                                |           | T2               | 15        | 1.1280          | 0.43546           | 0.237          | 0.63        | 2.23        |
|                                                |           | T3               | 15        | 3.0928          | 0.54874           | 0.200          | 2.06        | 4.12        |
|                                                |           | T4               | 15        | 57.0105         | 1.20773           | 0.541          | 55.06       | 59.14       |
| راتنج الحقن                                    | لعب صناعي | T1               | 15        | 0.7668          | 0.30465           | 0.154          | 0.36        | 1.36        |
|                                                |           | T2               | 15        | 0.7593          | 0.34130           | 0.237          | 0.22        | 1.46        |
|                                                |           | T3               | 15        | 2.4152          | 1.07455           | 0.200          | 0.57        | 4.97        |
|                                                |           | T4               | 15        | 53.3158         | 2.80870           | 0.541          | 46.32       | 57.86       |
|                                                | شاي       | T1               | 15        | 2.2783          | 1.35040           | 0.154          | 0.81        | 5.07        |
|                                                |           | T2               | 15        | 2.5367          | 1.47863           | 0.237          | 1.02        | 5.95        |
|                                                |           | T3               | 15        | 3.3383          | 1.05483           | 0.200          | 1.91        | 5.74        |
|                                                |           | T4               | 15        | 54.5512         | 1.80476           | 0.541          | 50.83       | 56.83       |
|                                                | قهوة      | T1               | 15        | 0.9262          | 0.37915           | 0.154          | 0.17        | 1.50        |
|                                                |           | T2               | 15        | 1.1977          | 0.39944           | 0.237          | 0.64        | 1.72        |
|                                                |           | T3               | 15        | 2.6019          | 0.53909           | 0.200          | 1.66        | 3.50        |
|                                                |           | T4               | 15        | 56.9346         | 2.43481           | 0.541          | 53.75       | 61.83       |
|                                                | نيكوتين   | T1               | 15        | 0.9234          | 0.40525           | 0.154          | 0.41        | 1.79        |
|                                                |           | T2               | 15        | 0.9263          | 0.31941           | 0.237          | 0.51        | 1.58        |
|                                                |           | T3               | 15        | 2.5113          | 0.87300           | 0.200          | 1.03        | 4.79        |
|                                                |           | T4               | 15        | 54.1222         | 2.41921           | 0.541          | 48.47       | 58.30       |

|       |       |       |         |         |    |    |           |             |
|-------|-------|-------|---------|---------|----|----|-----------|-------------|
| 1.68  | 0.55  | 0.154 | 0.35530 | 1.0867  | 15 | T1 | لعب صناعي | راتنج السكب |
| 2.39  | 0.94  | 0.237 | 0.43202 | 1.4104  | 15 | T2 |           |             |
| 3.31  | 1.68  | 0.200 | 0.37218 | 2.3104  | 15 | T3 |           |             |
| 57.46 | 54.28 | 0.541 | 0.88687 | 55.8579 | 15 | T4 |           |             |
| 2.49  | 0.46  | 0.154 | 0.57192 | 1.4055  | 15 | T1 | شاي       |             |
| 4.20  | 0.62  | 0.237 | 0.96594 | 1.7929  | 15 | T2 |           |             |
| 5.52  | 3.55  | 0.200 | 0.46752 | 4.2492  | 15 | T3 |           |             |
| 61.40 | 56.10 | 0.541 | 1.38444 | 58.3061 | 15 | T4 |           |             |
| 3.29  | 0.44  | 0.154 | 0.78058 | 1.5260  | 15 | T1 | قهوة      |             |
| 8.52  | 0.77  | 0.237 | 1.90887 | 1.7701  | 15 | T2 |           |             |
| 5.38  | 3.62  | 0.200 | 0.47838 | 4.7163  | 15 | T3 |           |             |
| 63.64 | 46.69 | 0.541 | 4.41751 | 55.9054 | 15 | T4 |           |             |
| 2.27  | 0.65  | 0.154 | 0.52808 | 1.2719  | 15 | T1 | نيكوتين   |             |
| 5.75  | 0.32  | 0.237 | 1.33514 | 1.7298  | 15 | T2 |           |             |
| 7.83  | 1.66  | 0.200 | 1.55737 | 4.6432  | 15 | T3 |           |             |
| 57.65 | 54.66 | 0.541 | 1.05063 | 56.1569 | 15 | T4 |           |             |



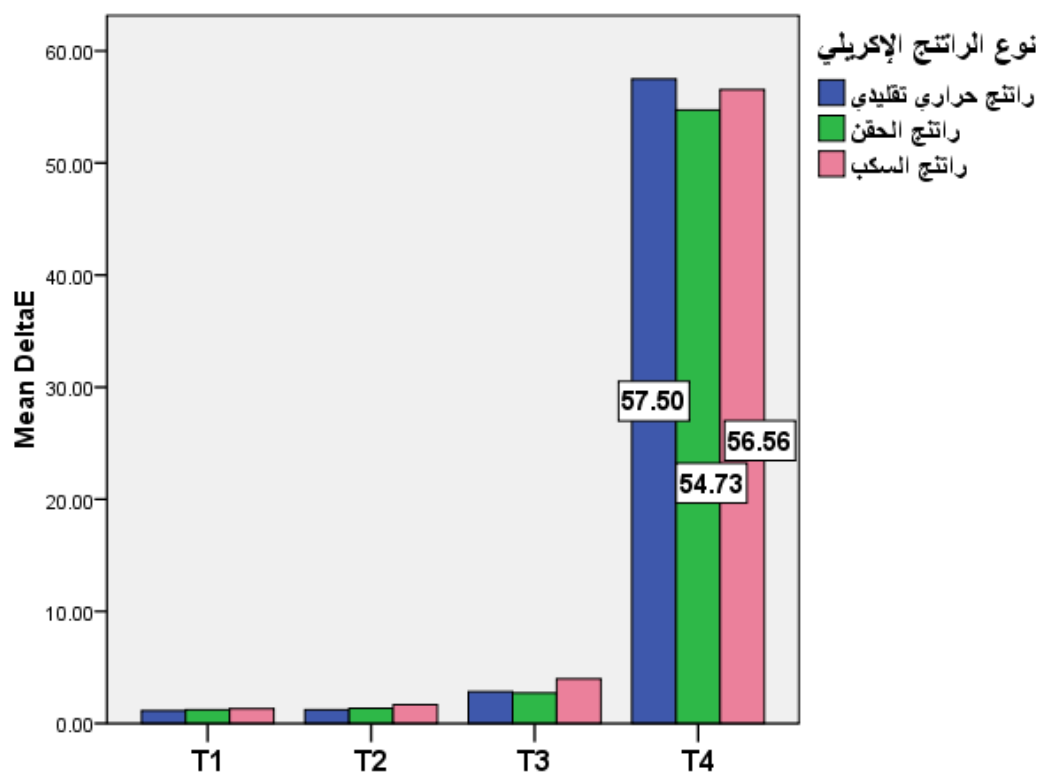
مخطط رقم (3-2) : يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  في مجموعات الراتنج الثلاث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع المحالييل المستخدمة

المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني DeltaE في عينة البحث وفقاً للمرحلة الزمنية المدروسة



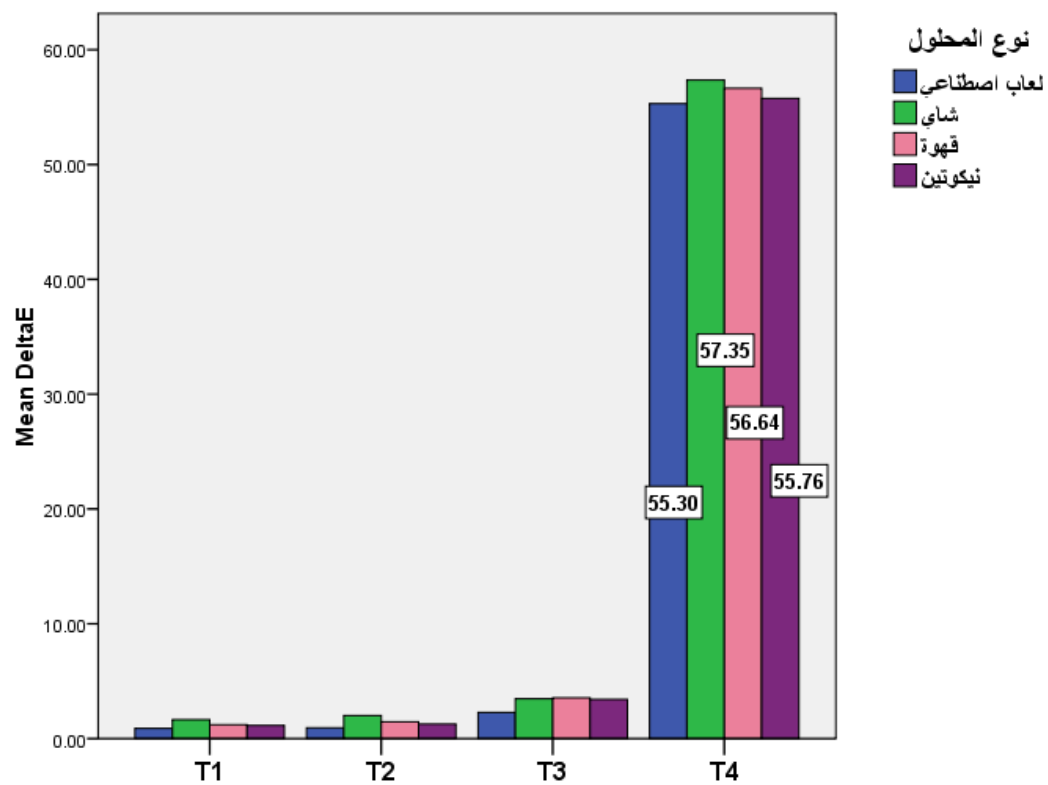
مخطط رقم (3-3) : يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  وفقاً للمرحلة المدروسة

المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني وفقاً للمرحلة الزمنية المدروسة ونوع الراتنج المستخدم



مخطط رقم (3-4) : يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع الراتنج المستخدم

المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع المحلول المستخدم



مخطط رقم (3-5): يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  وفقاً للمرحلة المدروسة والمحاليل المستخدمة

## 1.1.2.3 نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة :

## ● تحليل داخل المراحل الزمنية المدروسة :

جدول رقم (3-3) : يبين نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة (داخل المجموعات) لدراسة الأثر

الرئيسي والتفاعلات بين العاملين المدروسين والمراحل الأربع المدروسة في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$

| مصدر التأثير                                 | مجموع المربعات | درجات الحرية | متوسط المربعات | F        | P.Value      | دلالة الأثر       |
|----------------------------------------------|----------------|--------------|----------------|----------|--------------|-------------------|
| أثر رئيسي                                    | 398800.64      | 1.631        | 244543.42      | 85925.68 | <b>0.000</b> | يوجد أثر ذو دلالة |
| المرحلة المدروسة                             |                |              |                |          |              |                   |
| التفاعلات                                    | 203.564        | 3.262        | 62.413         | 21.930   | <b>0.000</b> | يوجد أثر ذو دلالة |
| المرحلة المدروسة X نوع الراتنج               |                |              |                |          |              |                   |
| التثائية                                     | 46.709         | 4.892        | 9.547          | 3.355    | <b>0.006</b> | يوجد أثر ذو دلالة |
| المرحلة المدروسة X نوع المحلول               |                |              |                |          |              |                   |
| التفاعل الثلاثي                              | 158.905        | 9.785        | 16.240         | 5.706    | <b>0.000</b> | يوجد أثر ذو دلالة |
| المرحلة المدروسة X نوع الراتنج X نوع المحلول |                |              |                |          |              |                   |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنة قيم التغير اللوني  $\Delta E$  للمؤثر الرئيسي (داخل المجموعات) أي بين المراحل المدروسة (T1, T2, T3, T4)، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  بين المراحل المدروسة في عينة البحث. وبملاحظة (المخطط رقم 3-3) نجد أن قيم التغير اللوني  $\Delta E$  تتزايد مع تقدم الزمن.

كما يلاحظ من الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنة قيم التغير اللوني  $\Delta E$  عند التفاعل المشترك للمؤثرين (المرحلة المدروسة X نوع الراتنج)، و(المرحلة المدروسة X نوع المحلول)، أي أنه عند مستوى الثقة 95% يوجد تفاعل مشترك جوهري بين تقدم الزمن ونوع الراتنج المستخدم، أو بين تقدم الزمن ونوع المحاليل المستخدمة.

ويلاحظ أيضاً أنه بالنسبة لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  وعند التفاعل المشترك للمؤثرات (المرحلة المدروسة X نوع الراتنج X نوع المحلول) نجد أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى ثقة 95% يوجد تفاعل مشترك جوهري لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  بين تقدم الزمن ونوع الراتنج ونوع المحاليل المستخدمة (المخطط رقم 2-3).

● تحديد مصادر الاختلاف بالاعتماد على المقارنات الثنائية بين المراحل المدروسة :

لتحديد المراحل الزمنية المختلفة عن بعضها، وتحديد التفاعلات المشتركة الثنائية، والثلاثية الجوهرية، وتفسيرها قمنا بإجراء تحليل المقارنات الثنائية كما يلي :

جدول رقم (3-4) : يبين نتائج اختبار تحليل المقارنات الثنائية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$

بين المراحل الزمنية الأربع المدروسة في البحث

| مصدر التأثير                                          | المقارنة في قيم $\Delta E$ بين المستويين | مجموع المربعات | df | متوسط المربعات | قيمة اختبار F | P-Value      | دلالة الفرق            |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|----|----------------|---------------|--------------|------------------------|
| المرحلة المدروسة                                      | T2 – T1                                  | 6.656          | 1  | 6.656          | 8.179         | <u>0.005</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T3–T1                                    | 685.581        | 1  | 685.581        | 719.518       | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T1                                    | 545246.510     | 1  | 545246.510     | 112245.56     | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T3–T2                                    | 557.129        | 1  | 557.129        | 357.551       | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T2                                    | 541442.952     | 1  | 541442.952     | 106560.65     | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T3                                    | 507263.738     | 1  | 507263.738     | 95685.683     | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
| المرحلة المدروسة X نوع الراتنج الأكريلي               | T2 – T1                                  | 2.378          | 2  | 1.189          | 1.461         | 0.235        | لا توجد فروق ذات دلالة |
|                                                       | T3–T1                                    | 46.158         | 2  | 23.079         | 24.221        | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T1                                    | 249.633        | 2  | 124.816        | 25.695        | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T3–T2                                    | 28.585         | 2  | 14.292         | 9.172         | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T2                                    | 253.025        | 2  | 126.512        | 24.899        | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T3                                    | 234.480        | 2  | 117.240        | 22.115        | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
| المرحلة المدروسة X نوع المحلول                        | T2 – T1                                  | 2.649          | 3  | .883           | 1.085         | 0.357        | لا توجد فروق ذات دلالة |
|                                                       | T3–T1                                    | 26.409         | 3  | 8.803          | 9.239         | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T1                                    | 51.179         | 3  | 17.060         | 3.512         | <u>0.017</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T3–T2                                    | 23.122         | 3  | 7.707          | 4.946         | <u>0.003</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T2                                    | 30.900         | 3  | 10.300         | 2.027         | 0.112        | لا توجد فروق ذات دلالة |
|                                                       | T4–T3                                    | 52.579         | 3  | 17.526         | 3.306         | <u>0.022</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
| المرحلة المدروسة X نوع الراتنج الأكريلي X نوع المحلول | T2 – T1                                  | 2.556          | 6  | 0.426          | 0.523         | 0.790        | لا توجد فروق ذات دلالة |
|                                                       | T3–T1                                    | 26.667         | 6  | 4.444          | 4.665         | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T1                                    | 184.687        | 6  | 30.781         | 6.337         | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T3–T2                                    | 32.027         | 6  | 5.338          | 3.426         | <u>0.003</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T2                                    | 175.351        | 6  | 29.225         | 5.752         | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |
|                                                       | T4–T3                                    | 214.332        | 6  | 35.722         | 6.738         | <u>0.000</u> | توجد فروق ذات دلالة    |

## - المرحلة المدروسة :

يبين (الجدول رقم 3-4) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة للمقارنات الثنائية المدروسة لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  عند المؤثر الرئيسي (المرحلة المدروسة) بين المراحل الزمنية المدروسة جميعها بشكل ثنائيات، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  بين المراحل المدروسة في البحث. وبالعودة إلى (المخطط رقم 3-3) نلاحظ أن قيم التغير اللوني  $\Delta E$  تكون في كل مرحلة مدروسة أكبر من المرحلة أو المراحل التي تسبقها بفرق ذي دلالة إحصائية، ومنه نستنتج :

تزداد قيم التغير اللوني  $\Delta E$  مع تقدم الزمن زيادة ذات دلالة إحصائية

## - المرحلة المدروسة X نوع الراتنج الأكريلي :

يبين (الجدول رقم 3-4) عند المقارنة بين قيم التغير اللوني  $\Delta E$  أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند التفاعل المشترك للمؤثر (المرحلة المدروسة × نوع الراتنج) بين المراحل الزمنية المدروسة بشكل ثنائيات (ماعدا المقارنة بين المرحلتين T1 و T2)، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  بين هذه المراحل في عينة البحث. أما عند المقارنة بين المرحلتين T1 و T2 فنجد أن قيمة مستوى الدلالة فيها أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم  $\Delta E$ .

وبالعودة إلى (المخطط رقم 3-4) نجد أن العلاقة بين أنواع الراتنج الثلاث في المرحلة T1 مشابهة لها في المرحلة T2، ولا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين أنواع الراتنج المدروسة في البحث بين هاتين المرحلتين (بعد 24 ساعة، وبعد 48 ساعة).

أما عند المقارنة بين ثنائيات المراحل الزمنية الأخرى للعلاقة بين أنواع الراتنج الثلاث فنجد أنه بعد أسبوع (T3) ازدادت قيم  $\Delta E$  في راتنج السكب لتصبح أكبر منها في النوعين الباقيين (التقليدي والحقن) وهذا الاختلاف لراتنج السكب في هذه المرحلة عن المراحل T1 و T2 ذو

دلالة إحصائية. ونلاحظ أيضاً أنه بعد أسبوع (T3)، وبعد شهر (T4) يمتلك راتنج الحقن أصغر قيمة  $\Delta E$  مقارنة مع النوعين الباقيين، بينما كان الراتنج الحراري الأكريلي يمتلك أصغر قيمة بعد 24 ساعة ، وبعد 48 ساعة . هذا التغير في قيمة  $\Delta E$  يوجد له دلالة إحصائية. نستنتج ما يلي:

بعد 24 و 48 ساعة من المراقبة يكون للراتنج الحراري التقليدي أقل قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$ ، وراتنج السكب صاحب القيمة الأكبر  
بعد أسبوع من المراقبة يمتلك راتنج الحقن أقل قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$ ، وراتنج السكب صاحب القيمة الأكبر  
أما بعد شهر من المراقبة نجد أن راتنج الحقن يمتلك أصغر قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$  بالمقارنة مع النوعين الباقيين، والراتنج الحراري التقليدي يمتلك أكبر قيمة

#### - المرحلة المدروسة X نوع المحلول :

يبين (الجدول رقم 3-4) عند المقارنة في قيم التغير اللوني  $\Delta E$  أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند التفاعل المشترك للمؤثر (المرحلة المدروسة × نوع المحلول) بين المراحل الزمنية المدروسة بشكل ثنائيات ( ماعدا المقارنة بين كل من المرحلة T2، والمرحلتين T1 و T4 ) ، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائية في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  بين هذه المراحل في عينة البحث . أما المقارنة بين المرحلة T2، والمرحلتين T1 و T4 فنجد أن قيمة مستوى الدلالة فيها أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائية في متوسط قيم  $\Delta E$ .

وبالعودة إلى (المخطط رقم 3-5) نجد أن العلاقة بين أنواع المحاليل الأربعة في المرحلة T2 مشابهة لها في المرحلة T1، والمرحلة T4، ولا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين أنواع المحاليل المدروسة في البحث بين هذه المراحل.

أما عند المقارنة بين ثنائيات المراحل الزمنية الأخرى للعلاقة بين أنواع المحاليل الأربع فنجد أن العلاقة بين المحاليل الأربع في المرحلة بعد أسبوع (T3) اختلفت بالمقارنة مع المراحل الزمنية المدروسة الأخرى، إذ ازدادت قيم  $\Delta E$  في القهوة والنيكوتين بعد أسبوع لتصبح مقارنة لهذه القيم في الشاي مختلفة عن علاقتها بعد 24 و 48 ساعة، أما بعد شهر فترتفع قيمة  $\Delta E$  في اللعاب الصناعي لتصبح قريبة من قيمته في المحاليل المدروسة المتبقية، ولكن أقرب ما تكون للنيكوتين، وبذلك تختلف عما كانت عليه بعد أسبوع.

نستنتج ما يلي:

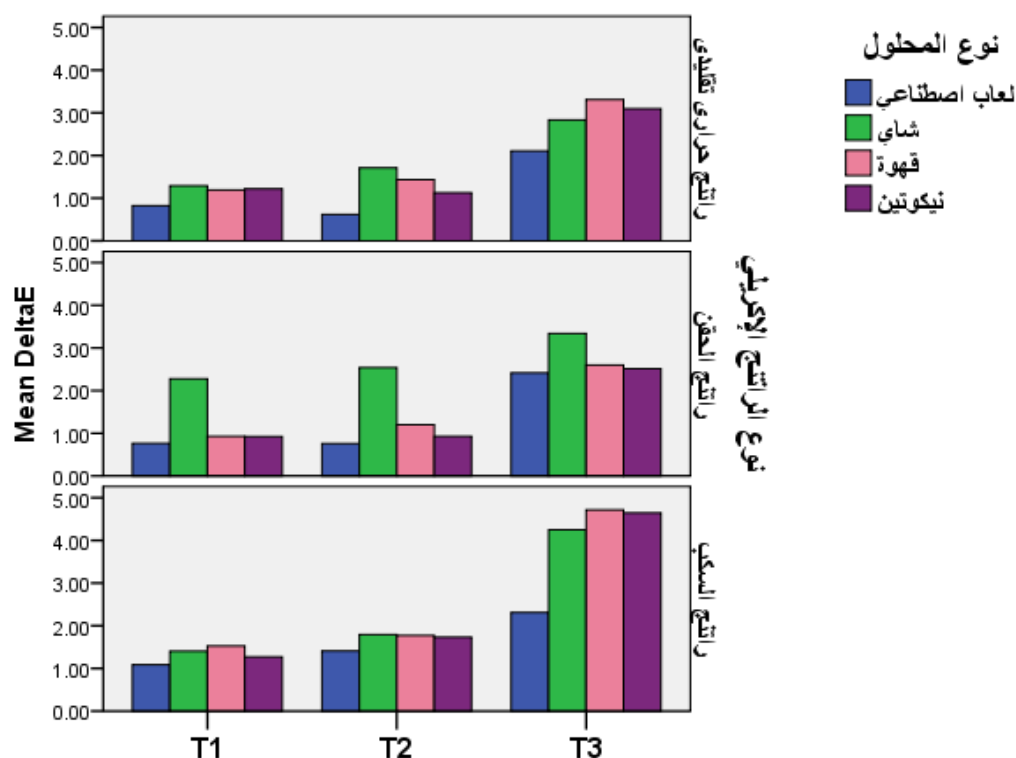
**بعد 24 و 48 ساعة كان الشاي فقط هو صاحب القيمة الأكبر لـ  $\Delta E$**

**بعد أسبوع من المراقبة تزداد قيمة  $\Delta E$  في جميع المحاليل ماعدا اللعاب الصناعي الذي يحافظ على قيمة صغيرة جوهرياً، تتابع زيادتها بعد شهر لتصبح قريبة من قيمة الشاي والقهوة والنيكوتين وأقرب للنيكوتين، لكن تبقى أصغر الجميع**

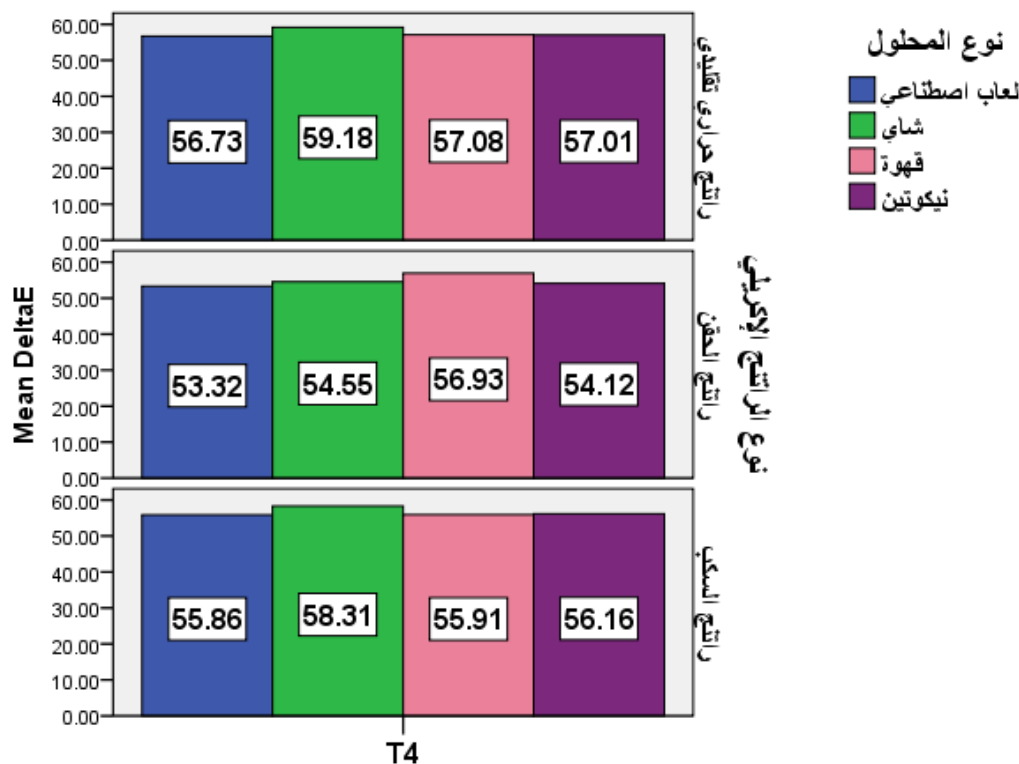
**بعد شهر من المراقبة نجد أن الشاي والقهوة يمتلكان أعلى قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$**

**- المرحلة المدروسة X نوع الراتنج الأكريلي X نوع المحلول :**

يتضح من (الجدول رقم 3-4) عند المقارنة في قيم التغير اللوني  $\Delta E$  عند التفاعل المشترك للمؤثر (المرحلة المدروسة X نوع الراتنج الأكريلي X نوع المحلول) بين المراحل الزمنية المدروسة بشكل ثنائيات (ماعدا المقارنة بين المرحلتين T1 و T2)، أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  بين هذه المراحل في عينة البحث . أما عند المقارنة بين المرحلتين T1 و T2 فنجد أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم  $\Delta E$  لهاتين المرحلتين في البحث.



مخطط رقم (3-6) : يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  في مجموعات الراتنج الأكريلي الثلاث في المراحل المدروسة الأولى الثلاث ( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ) وفقاً لأنواع المحاليل المستخدمة



مخطط رقم (3-7) : يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  في مجموعات الراتنج الأكريلي الثلاث في المرحلة الرابعة  $T4$  وفقاً لأنواع المحاليل المستخدمة

بالنظر إلى المخططين السابقين (3-6 ، و 3-7) نجد أن الفرق بين أنواع المحاليل المستخدمة في كل مرحلة يختلف عن الفرق بينها في المرحلة التي تسبقها، وذلك وفقاً لنوع الراتنج الأكريلي المستخدم، ماعدا المرحلتين T1 و T2 اللتين لا يوجد بينهما اختلاف من ناحية الفروقات بين المحاليل المستخدمة.

يتضح مما سبق أن تأثير المحاليل الأربعة في مجموعة الراتنج الحراري التقليدي بين المراحل ذات الفروقات الجوهرية بين بعضها البعض يختلف عنه في مجموعة راتنج الحقن، وكذلك في مجموعة راتنج السكب.

إذ يؤدي غمر قطع الراتنج التقليدي في القهوة لمدة أسبوع إلى أكبر قيمة لـ  $\Delta E$ ، بينما يؤدي غمره في الشاي إلى أكبر قيم لـ  $\Delta E$ ، وذلك في المرحلتين الأولى والثانية (بعد 24 و 48 ساعة) وفي المرحلة الرابعة (بعد شهر)، في حين تكون قيم التغير اللوني في اللعاب الصناعي هي أصغر القيم في المرحلتين الأولى والثانية (بعد 24 و 48 ساعة).

من ناحية أخرى يؤدي غمر قطع الراتنج المحقون في القهوة إلى أعلى قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  وذلك بعد شهر مقارنة بالمحاليل الأخرى، لكن بعد المراقبة لمدة 24 و 48 ساعة وأسبوع نجد أن الغمر في الشاي يؤدي إلى أعلى قيم لـ  $\Delta E$  مقارنة بالمحاليل الأخرى، وتظهر هذه الزيادة بشكل ملحوظ في المرحلتين T1 و T2.

أما عند غمر راتنج السكب في المحاليل الأربعة فإن ذلك يؤدي إلى قيم  $\Delta E$  مشابهة لما هي عليه في الراتنج الحراري التقليدي، غير أن تأثير القهوة في المراحل الثلاث الأولى T1, T2, T3 يكون أعلى بشكل طفيف من الشاي خلافاً للراتنج الحراري التقليدي.

نستنتج ما يلي :

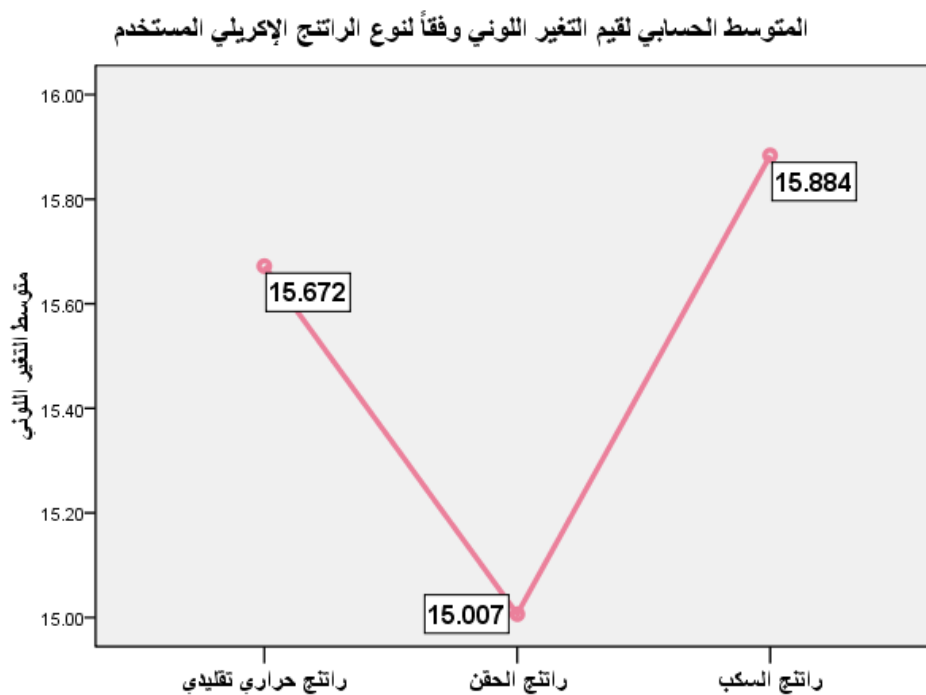
**الراتنج الحراري التقليدي :** كان تأثير القهوة على التغير اللوني بعد أسبوع أكبر مقارنة مع المحاليل الأخرى، أما في المراحل الزمنية المتبقية حقق الشاي قيمة أعلى مقارنة مع غيره من المحاليل المدروسة

**راتنج الحقن :** أثرت القهوة في التغير اللوني بعد شهر التأثير الأكبر بالمقارنة مع المحاليل المتبقية، بينما في المراحل الزمنية المتبقية كان الشاي صاحب التأثير الأكبر مقارنة مع غيره من المحاليل المدروسة

**راتنج السكب :** كان تأثير الشاي في التغير اللوني بعد شهر أكبر مقارنة مع المحاليل الأخرى، أما في المراحل الزمنية المتبقية حققت القهوة قيمة أعلى من الشاي أو قريبة جداً منها وذلك بعد 48 ساعة

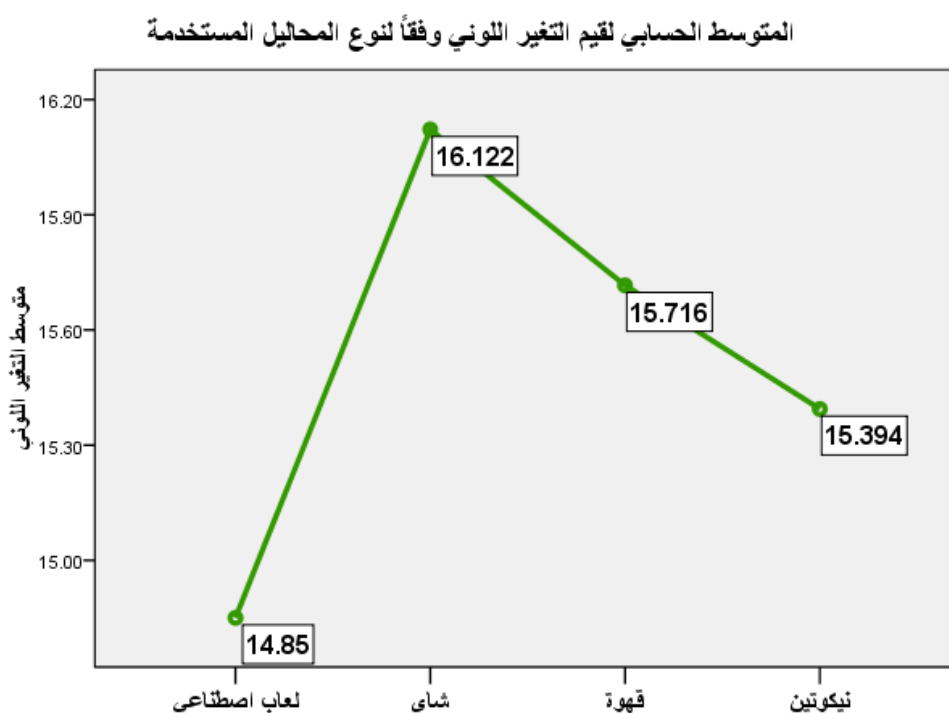
● تحليل العوامل بين المراحل الزمنية المدروسة :

1 - عامل نوع الراتنج الأكريلي :



مخطط رقم (3-8) : يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  وفقاً لنوع الراتنج الأكريلي

2 - عامل نوع المحلول :



مخطط رقم (3-9) : يمثل المتوسط الحسابي لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  وفقاً للمحاليل المستخدمة

## - نتيجة الاختبار:

جدول رقم (3-5) : يبين نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة (بين المجموعات) لدراسة الأثر الرئيسي والتفاعلات بين العاملين (نوع الراتنج الأكريلي) و(نوع المحلول) في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$

| مصدر التأثير                       | مجموع المربعات | درجات الحرية | متوسط المربعات | F      | P.Value      | دلالة الأثر          |
|------------------------------------|----------------|--------------|----------------|--------|--------------|----------------------|
| الأثر الرئيسي                      |                |              |                |        |              |                      |
| نوع الراتنج الأكريلي               | 25.138         | 2            | 12.569         | 32.664 | <b>0.000</b> | يوجد أثر ذو دلالة    |
| نوع المحلول                        | 38.930         | 3            | 12.977         | 33.724 | <b>0.000</b> | يوجد أثر ذو دلالة    |
| التفاعلات الثنائية                 |                |              |                |        |              |                      |
| نوع الراتنج الأكريلي X نوع المحلول | 2.877          | 6            | 0.479          | 1.246  | 0.285        | لا يوجد أثر ذو دلالة |

يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة **أصغر بكثير من القيمة 0.05** عند المقارنة في قيم التغير اللوني  $\Delta E$  للمؤثرين الرئيسيين (نوع الراتنج الأكريلي) و(نوع المحلول)، أي أنه عند **مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية** في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$  إما بين الأنواع الثلاث للراتنج الأكريلي، أو بين الأنواع الأربعة للمحاليل المستخدمة في البحث.

أما عند المقارنة في قيم التغير اللوني  $\Delta E$  للتفاعل المشترك (نوع الراتنج الأكريلي X نوع المحلول) فنجد أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا يوجد تفاعل مشترك جوهري بين هذين العاملين لقيم التغير اللوني  $\Delta E$ .

2.1.2.3 تحديد مصدر الاختلاف باختبارات المقارنات المتعددة *Multiple Comparisons* :

استخدم اختبار Bonferroni لتحديد مصدر الاختلاف بين المجموعات الثلاث لكل من نوع الراتنج الأكريلي ونوع المحاليل المستخدمة كل على حدة كما يلي :

جدول رقم (3-6) : يبين نتائج اختبار Bonferroni للمقارنات المتعددة بين كل مرحلتين لنوع الراتنج الأكريلي والمحاليل المستخدمة في البحث لمتوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$

| العامل المدروس       | المجموعات المدروسة | متوسط الفرق | الخطأ المعياري | P – Value | دلالة الفرق       |
|----------------------|--------------------|-------------|----------------|-----------|-------------------|
| نوع الراتنج الأكريلي | التقليدي           | الحقن       | 0.665          | 0.113     | توجد فروق دالة    |
|                      |                    | السكب       | 0.212-         | 0.190     | لا توجد فروق دالة |
|                      | الحقن              | السكب       | 0.877-         | 0.113     | توجد فروق دالة    |
| نوع محلول الغمر      | لعب صناعي          | شاي         | 1.272-         | 0.131     | توجد فروق دالة    |
|                      |                    | قهوة        | 0.866-         | 0.131     | توجد فروق دالة    |
|                      |                    | نيكوتين     | 0.544-         | 0.131     | توجد فروق دالة    |
|                      | شاي                | قهوة        | 0.406          | 0.131     | توجد فروق دالة    |
|                      |                    | نيكوتين     | 0.728          | 0.131     | توجد فروق دالة    |
|                      |                    | نيكوتين     | 0.322          | 0.131     | لا توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة للمقارنات الثنائية المدروسة في قيم التغير اللوني  $\Delta E$  عند المؤثر الرئيسي (نوع الراتنج الأكريلي) بين مجموعة راتنج الحقن، وكل من مجموعتي الراتنج التقليدي والسكب، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم  $\Delta E$  بين هذه المجموعات للراتنج الأكريلي.

أما المقارنة الثنائية المدروسة بين النوعين التقليدي والسكب فكانت فيها قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 ، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم  $\Delta E$  بين هذين النوعين للراتنج الأكريلي.

وبالعودة إلى (المخطط رقم 3-8) نجد:

يمتلك راتنج الحقن أصغر قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$  عند مقارنته مع الراتنج الحراري التقليدي وراتنج السكب الذين لا يوجد فرق بينهما لقيم  $\Delta E$ ، بغض النظر عن فترة المراقبة المدروسة ونوع المحلول

ويتضح من (الجدول رقم 3-6) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 بالنسبة للمقارنات الثنائية المدروسة في قيم التغير اللوني  $\Delta E$  عند المؤثر الرئيسي (نوع المحلول) بين كل من مجموعة اللعاب الصناعي والمجموعات (شاي ، قهوة ، نيكوتين) ومجموعة الشاي مع (القهوة ، النيكوتين)، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم  $\Delta E$  بين هذه المجموعات المدروسة في البحث.

أما المقارنة الثنائية المدروسة بين مجموعتي القهوة والنيكوتين فكانت فيها قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم  $\Delta E$  بين هذين المحلولين.

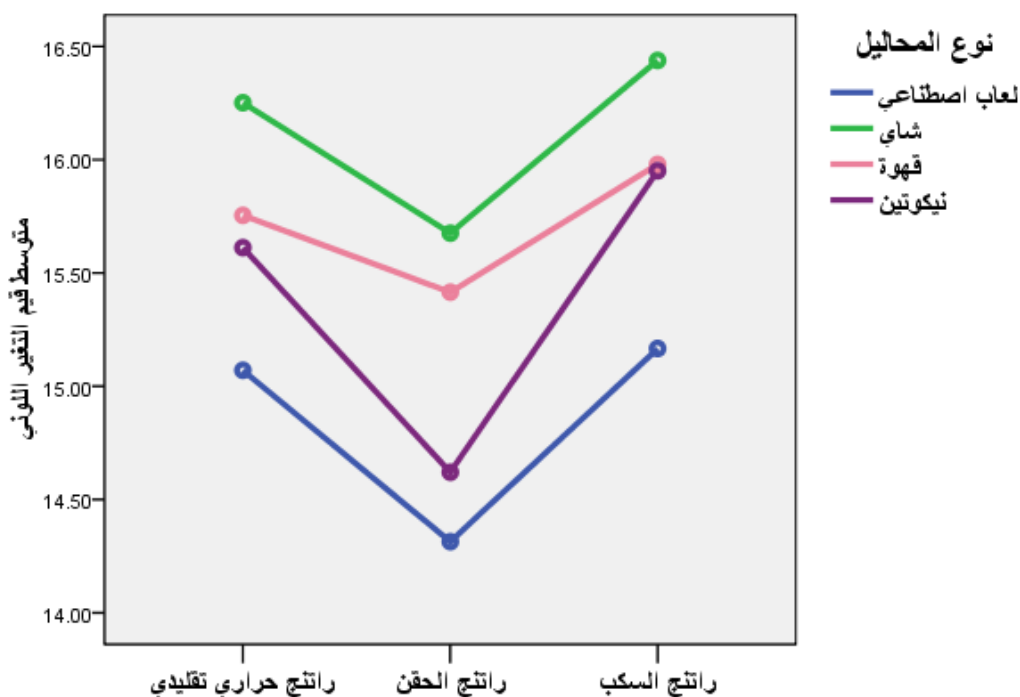
وبالعودة إلى (المخطط رقم 3-9) نجد:

يمتلك اللعاب الصناعي أصغر قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  من بين مجموعات المحاليل المدروسة أما أكبر قيم للتغير اللوني فكانت للشاي يلي ذلك القهوة ثم النيكوتين، والمحلولان الأخيران لا يوجد فرق بينهما لقيم  $\Delta E$  وذلك بغض النظر عن فترة المراقبة المدروسة وعن نوع الراتنج

- تحليل أثر تفاعل العاملين ( نوع الراتنج الأكريلي X نوع محلول الغمر) :

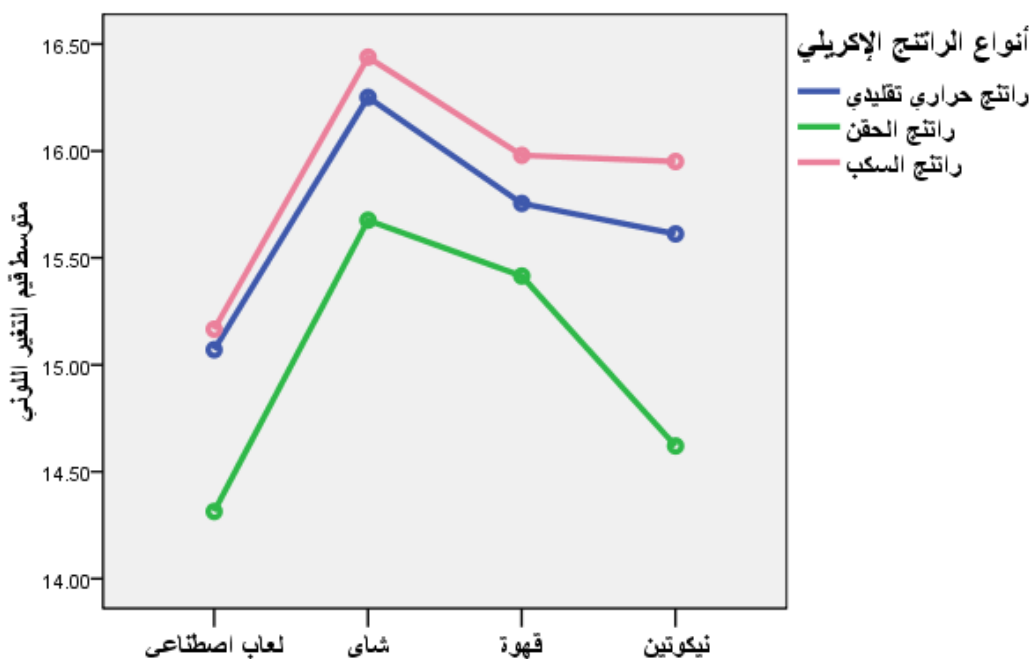
يتضح من (الجدول رقم 3-5) أن قيمة مستوى الدلالة عند التفاعل المشترك بين العاملين (الراتنج الأكريلي ، ونوع المحلول) أكبر من القيمة 0.05 ، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا يوجد أثر ذو دلالة للتفاعل بين هذين العاملين في قيم التغير اللوني  $\Delta E$ .

التفاعل المشترك بين العاملين (نوع الراتنج الإكريلي X نوع المحلول) - دراسة منحنيات المحاليل



مخطط رقم (10-3) : يمثل التفاعل المشترك بين العاملين (الراتنج الأكريلي X نوع المحلول) لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  لمنحنيات المحاليل المستخدمة

التفاعل المشترك بين العاملين (نوع الراتنج الإكريلي X نوع المحاليل) - دراسة منحنيات الراتنج الإكريلي



مخطط رقم (11-3) : يمثل التفاعل المشترك بين العاملين (الراتنج الأكريلي X نوع المحلول) لقيم التغير اللوني  $\Delta E$  لمنحنيات الراتنج الأكريلي

يتضح من المخططين السابقين (3-10 ، و 3-11) أن غمر القطع الراتنجية في المحاليل الأربعة المستخدمة في هذه الدراسة لا يختلف تأثيره في التغير اللوني لا باختلاف نوع المادة الراتنجية المصنوع منها القطعة المدروسة بالنسبة للمحلول الواحد، ولا باختلاف نوع محلول الغمر بالنسبة للقطعة الراتنجية المصنوعة من نوع واحد من الراتنج، فعند مقارنة أنواع المحاليل في (المخطط رقم 3-10) نجد أنه مهما كان نوع المحلول المستخدم فإن المنحني يتقعر باتجاه راتنج الحقن أي أنه يمتلك أقل قيم لـ  $\Delta E$ ، والنوعان الباقيان للراتنج يمتلكان القيم الأكبر دون فرق جوهري بينهما.

وكذلك الأمر عند مقارنة أنواع الراتنجات المستخدمة في (المخطط رقم 3-11) نجد أنه مهما كان نوع الراتنج المستخدم فإن المنحني يتحدب باتجاه الشاي الذي يمتلك أعلى قيم لـ  $\Delta E$  يلي ذلك القهوة والنيكوتين، أما اللعاب الصناعي فلهذه أقل قيم لـ  $\Delta E$  في جميع أنواع الراتنج الأكريلي المستخدم.

نستنتج ما يلي :

أقل قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  كانت عند غمر راتنج الحقن في اللعاب الصناعي بغض النظر عن

المدة الزمنية المدروسة

أكبر قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  كانت عند غمر راتنج السكب في الشاي بغض النظر عن المدة

الزمنية المدروسة

## 2.2.3 قيم التغير اللوني وفقاً لوحدة NBS :

قمنا بتحويل القيم السابقة  $\Delta E$  إلى وحدات (NBS (National Bureau of Standard

بضرب القيمة  $\Delta E$  بـ 0,92. وحصلنا على البيانات التالية :

جدول رقم (3-8) : يبين قيم التغير اللوني وفقاً لوحدة NBS

| نوع الراتنج الأكريلي | المحلل    | المرحلة المدروسة | عدد القطع | المتوسط الحسابي | قيم NBS | قراءة قيم الـ NBS                          |
|----------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------|---------|--------------------------------------------|
| الحراري التقليدي     | لعب صناعي | T1               | 15        | 0.8228          | 0.7569  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T2               | 15        | 0.6184          | 0.5689  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T3               | 15        | 2.1069          | 1.9383  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T4               | 15        | 56.7336         | 52.1949 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
|                      | شاي       | T1               | 15        | 1.2878          | 1.1847  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T2               | 15        | 1.7077          | 1.5710  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T3               | 15        | 2.8308          | 2.6043  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T4               | 15        | 59.1794         | 54.4450 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
|                      | قهوة      | T1               | 15        | 1.1925          | 1.0971  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T2               | 15        | 1.4348          | 1.3200  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T3               | 15        | 3.3074          | 3.0428  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T4               | 15        | 57.0831         | 52.5164 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
|                      | نيكوتين   | T1               | 15        | 1.2165          | 1.1191  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T2               | 15        | 1.1280          | 1.0377  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T3               | 15        | 3.0928          | 2.8453  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T4               | 15        | 57.0105         | 52.4496 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
| راتنج الحقن          | لعب صناعي | T1               | 15        | 0.7668          | 0.7045  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T2               | 15        | 0.7593          | 0.6985  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T3               | 15        | 2.4152          | 2.2219  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T4               | 15        | 53.3158         | 49.0505 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
|                      | شاي       | T1               | 15        | 2.2783          | 2.0960  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T2               | 15        | 2.5367          | 2.3337  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T3               | 15        | 3.3383          | 3.0712  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T4               | 15        | 54.5512         | 50.1871 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
|                      | قهوة      | T1               | 15        | 0.9262          | 0.8521  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T2               | 15        | 1.1977          | 1.1018  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريراً من التلون |
|                      |           | T3               | 15        | 2.6019          | 2.3937  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريراً          |
|                      |           | T4               | 15        | 56.9346         | 52.3798 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |

|           |    |    |         |         |                                            |
|-----------|----|----|---------|---------|--------------------------------------------|
| نيكوتين   | T1 | 15 | 0.9234  | 0.8495  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريريا من التلون |
|           | T2 | 15 | 0.9263  | 0.8521  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريريا من التلون |
|           | T3 | 15 | 2.5113  | 2.3103  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريريا          |
|           | T4 | 15 | 54.1222 | 49.7924 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
| لعب صناعي | T1 | 15 | 1.0867  | 0.9997  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريريا من التلون |
|           | T2 | 15 | 1.4104  | 1.2975  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريريا من التلون |
|           | T3 | 15 | 2.3104  | 2.1255  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريريا          |
|           | T4 | 15 | 55.8579 | 51.3892 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
| شاي       | T1 | 15 | 1.4055  | 1.2930  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريريا من التلون |
|           | T2 | 15 | 1.7929  | 1.6494  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريريا          |
|           | T3 | 15 | 4.2492  | 3.9092  | التغير معتبر                               |
|           | T4 | 15 | 58.3061 | 53.6416 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
| قهوة      | T1 | 15 | 1.5260  | 1.4039  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريريا من التلون |
|           | T2 | 15 | 1.7701  | 1.6284  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريريا          |
|           | T3 | 15 | 4.7163  | 4.3389  | التغير معتبر                               |
|           | T4 | 15 | 55.9054 | 51.4329 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |
| نيكوتين   | T1 | 15 | 1.2719  | 1.1701  | هناك مقدار قليل غير ملاحظ سريريا من التلون |
|           | T2 | 15 | 1.7298  | 1.5914  | هناك مقدار من التغير ملاحظ سريريا          |
|           | T3 | 15 | 4.6432  | 4.2717  | التغير معتبر                               |
|           | T4 | 15 | 56.1569 | 51.6643 | التغير اللوني كبير جداً وغير مقبول         |

نلاحظ من الجدول السابق أن جميع المحاليل أثرت على الراتنج الحراري التقليدي في المرحلتين الأولى والثانية، وسببت تغيراً لونياً غير ملاحظ سريريا، باستثناء محلول الشاي الذي أثر بقيمة ملاحظة سريريا، بينما في المرحلة الثالثة كان تأثير جميع المحاليل في الراتنج الحراري ملاحظاً سريريا، في حين في المرحلة الرابعة كان مقدار التغير اللوني كبيراً جداً وغير مقبول بالنسبة لجميع المحاليل.

أما بالنسبة لراتنج الحقن فكان تأثير جميع المحاليل عليه في المرحلتين الأولى والثانية غير ملاحظ سريريا، باستثناء محلول الشاي الذي كان تأثيره ملاحظاً في هاتين المرحلتين، وفي المرحلة الثالثة كان تأثير جميع المحاليل متشابهاً، فكان مقدار التغير اللوني ملاحظاً سريريا، في حين في المرحلة الأخيرة كان تأثير جميع المحاليل كبيراً جداً وغير مقبول.

وبالنسبة لراتنج السكب فقد اختلف تأثير المحاليل فيه في المرحلة الأولى عن تأثيرها في المرحلة الثانية باستثناء محلول اللعاب الصناعي الذي تشابه تأثيره في المرحلتين T1 ، و T2 ، وكان

غير ملاحظ سريرياً، أما بالنسبة لباقي المحاليل فقد كان تأثيرها في راتنج السكب في المرحلة الأولى فقط غير ملاحظ سريرياً بينما كان ملاحظاً في المرحلة الثانية، وفي المرحلة الثالثة كان تأثير اللعاب الصناعي ملاحظاً سريرياً، في حين كان التغير اللوني معتبراً بالنسبة لباقي المحاليل في هذه المرحلة، بينما في المرحلة الأخيرة كان غير مقبول بالنسبة لجميع المحاليل.

#### النتائج :

1- كان تأثير اللعاب الصناعي في جميع أنواع الراتنج متشابهاً من ناحية إحداثه للتغيرات المشاهدة أو غير المشاهدة عيانياً وفقاً لمعايير NBS، فكان تأثيره على اللون ملاحظاً سريرياً بعد المرحلة الثالثة T3 (بعد أسبوع من الغمر)، ووصل إلى درجة كبيرة وغير مقبولة في المرحلة الأخيرة (بعد شهر).

2- كانت مقادير التغيرات اللونية في راتنج السكب مختلفة عن باقي أنواع الراتنج وفقاً لمعايير NBS، إذ كانت القيم ذات دلالة بدءاً من المرحلة الثانية أي (بعد 48 ساعة) في جميع المحاليل باستثناء اللعاب الصناعي خلافاً لباقي أنواع الراتنج، وكان تغير لونه ملاحظاً سريرياً ومعتبراً في المرحلة الثالثة، وغير مقبول في المرحلة الرابعة.

3- إن محلول الشاي فقط هو الذي بدأ تأثيره الملاحظ سريرياً في اللون بدءاً من المرحلة الثانية أي (بعد 48 ساعة من الغمر)، وذلك بالنسبة لجميع أنواع الراتنج.

4- كان تأثير جميع المحاليل في لون جميع أنواع الراتنج في المرحلة الأخيرة من الغمر (بعد شهر) كبيراً جداً وغير مقبول سريرياً.

الباب الرابع

المناقشة

Discussion

أصبحت الناحية الجمالية للتعويض مطلباً أساسياً من متطلبات المعالجة التعويضية الناجحة، علماً أن أهمية الناحية الجمالية في طب الأسنان ترتبط باختيار المواد الحيوية التي تتمتع بالاستمرارية، والثبات اللوني على المدى الطويل، ومع ازدياد المطالب الجمالية، وتوقعات المريض من التعويضات المتحركة، أصبحت خاصة الثبات اللوني للراتنج الأكريلي ومقاومته للتصبغ شرطاً أساسياً في اختياره. (Gregorius et al,2012)

ومع إدخال الجيل الجديد من مواد قواعد الأجهزة السنية، ظهرت الحاجة إلى تقييم مدى تأثير التقادم Aging، والتصبغ، أو التلون بالملونات المتعددة على هذه المواد، إذ إن عدداً قليلاً من الأبحاث الموجودة في الأدب الطبي درست استقرار اللون وتصبغ الراتنج المستعمل في صنع قواعد الأجهزة السنية.

دُرس التغير اللوني لثلاثة أنواع من راتنج قواعد الأجهزة بتأثير المحاليل المسببة للتصبغ، فاعتمدت دراستنا على تشكيل أقراص راتنجية صغيرة من كل نوع راتنج بقطر 1 سم ؛ لتتلاءم مع قطر عدسة الجهاز الفاحص، وليكون قطرها أكبر من قطر العدسة بقليل، كما فعل الباحث (De Andrade et al,2014) في دراسته المخبرية المعتمدة على جهاز قياس اللون نفسه، إذ إن قياس اللون باستخدام أداة لها رأس صغير يتم من خلاله عملية إصدار للضوء والتقاطه في آن واحد، يترافق مع احتمال ضياع جزء كبير من الضوء المُخترق للعينة (Van der Burgt et al,1990)، وللدرد من تأثير حافة القرص في هذا الضياع الضوئي؛ تم تحضير الأقراص بقطر أكبر من قطر العدسة الفاحصة بقليل (Ertas et al,2006)، وبثخانة 3 ملم لتكون مماثلة لبثخانة قاعدة الجهاز الأكريلي. (Sepulveda-Navarro et al,2011)

وقد كانت غاية البحث دراسة تغير لون العينات في وسط مشابه للوسط الفموي، فاعتمد اللاعب الصناعي الشاردي الخالي من الألبومين كمحلول غُمرت فيه العينة الشاهدة، وأضيف إلى تركيب جميع المحاليل الأخرى وفقاً للدراسة التي أجراها الباحث (Imirzalioglu et al,2010)، واعتمدنا اللاعب الشاردي؛ تجنباً لفساد المكونات مع الوقت، ولكي لا يؤثر في آلية حدوث التصبغ، وهذا ما أشار إليه الباحث (Omata et al,2006) إذ وجد أن استعمال اللاعب الصناعي الحاوي على الميوسين قد أدى إلى تغير لوني أصفر وأكبر من التغير اللوني الناتج عن الغمر في الماء، وبالتالي عزى ذلك إلى وجود الميوسين، كما أن القطع المغمورة في محلول

القهوة المضاف إليه هذا النوع من اللعاب الصناعي ازداد تصبغها بعد التفريش أي بعد إزالة طبقة اللعاب؛ مما قد يشير إلى أن طبقة اللعاب شكلت حاجزاً منع تأثير المصبغات، وأن إزالة هذا الحاجز أدى إلى زيادة الاصطباغ وهذا يتطلب المزيد من الأبحاث لمعرفة الآلية، واعتمدت العديد من الأبحاث هذا النوع من اللعاب، كالدراسات التي أجريت من قبل كل من :

(Salloum,2014; Goiato et al,2014; Imirzalioglu et al,2010; Omata et al,2006)

تم الغمر في المحاليل لمدة 24 ساعة و 48 ساعة وأسبوع، ثم شهر، واختيرت هذه المدة على اعتبار أن مدة التعرض لمحلول القهوة وسطياً هي 5 إلى 10 دقائق يومياً، وبالتالي فإن الغمر في المحلول لمدة 7 أيام يمثل ما يعادل 34-67 شهراً من الاستهلاك (Gregorius et al,2012)، وبالنسبة لمحلول الشاي فإن كل فرد يشرب بشكل وسطي أربعة أكواب من الشاي يومياً، ويستغرق شرب الواحد منها دقيقة واحدة، وبالتالي فإن 24 ساعة من الغمر تمثل ما يعادل استهلاك سنة (Mahdisiar et al,2014)، وكانت المدة القصوى للغمر (شهر) وفقاً لمعظم الأبحاث المخبرية التي اعتبرت أن المدة النهائية للغمر هي أربعة أسابيع؛ وذلك للحصول على تأثير تصبغي تراكمي، والوصول إلى نتائج ذات فوارق Distinct.

(Koksal and Dikbas,2008; Omata et al,2006; Um and Ruyter,1991)

أجري قياس اللون باستخدام جهاز Easyshade من شركة Vita، وهو جهاز مُعتمد في العديد من الأبحاث المخبرية التي درست مقدار التغير اللوني للمواد السنية.

(De Andrade et al,2014; Gregorius et al,2012; Rutkunas et al,2010)

لقد أظهرت هذه الدراسة أن الثبات اللوني للمواد المستعملة في صنع قواعد الأجهزة تأثر بنوع المادة أي نوع الراتنج المستخدم، ونوع المحلول المسبب للتلون، بالإضافة إلى عامل الزمن الذي لعب دوراً أساسياً في مقدار التغير اللوني.

#### 1.4 مناقشة نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة :

##### 1.1.4 تحليل داخل المراحل الزمنية المدروسة :

##### 1- المرحلة المدروسة :

تزداد قيم التغير اللوني  $\Delta E$  مع تقدم الزمن زيادة ذات دلالة إحصائية

تبعاً لنتائج التحاليل الإحصائية فإن عامل الزمن لعب الدور الأكبر في مقدار التغير اللوني، إذ ازداد مقدار التغير اللوني مع تقدم الزمن، بغض النظر عن نوع الراتنج، أو نوع المحلول المستخدم، فقد كانت قيم التغير اللوني  $\Delta E$  في كل مرحلة مدروسة أكبر من المرحلة أو المراحل التي تسبقها بفرق ذي دلالة إحصائية، وازدادت هذه القيم بشكل ملحوظ في المرحلة الرابعة T4.

وقد توافقت هذه النتيجة مع العديد من الدراسات السابقة التي أظهرت أن قيم التغير اللوني للمواد المدروسة تزداد مع تقدم الزمن، إذ وجد الباحث (Goiato et al,2014) أن تغير لون أنواع الراتنج المدروسة بتأثير الغسولات الفموية ازداد مع مرور الزمن، وفسر ذلك بأن هذا التغير يتعلق بطبيعة المادة وبنيتها، وبعامل الزمن الذي يؤثر في تخرب السطح، ولا علاقة له بنوع المحلول، والذي دل على ذلك أنه حتى العينة الشاهدة التي غمرت في الماء المقطر تغير لونها مع الزمن.

كما وجد الباحث (Sepulveda-Navarro et al,2011) أن تأثير النبيذ الأحمر في لون راتنجات قواعد الأجهزة كان أكبر من تأثير باقي المحاليل المدروسة، وأن هذا التأثير ازداد مع مرور الزمن، وفسر ذلك بأن عامل الزمن زاد من التأثير التراكمي لتخرب السطح؛ والنتائج عن تأثير الكحول و pH المحلول، كما زاد من الادمصاص (الامتزاز) المتتالي للملونات الصناعية الموجودة في النبيذ .

في حين فسر (Leite et al,2010) ازدياد مقدار التغير اللوني للمواد المبطنة المدروسة؛ بسبب تغيرات البنية الجزيئية للبوليميرات نتيجةً للتقادم، والتي تعود إلى انقطاع سلاسل البوليمير بتأثير الأشعة فوق البنفسجية، وبسبب امتصاص الماء، وارتشاح الملدنات.

نقلًا عن (Wagner et al,1999)

وأشار كل من (Koksal and Dikbas,2008) إلى أن تغير لون الأسنان الصناعية المستخدمة في صناعة قواعد الأجهزة بتأثير المحاليل المسببة للتصبغ ازداد مع مرور الزمن، وأن مقدار التغير اللوني لمجموعة الأسنان الراتنجية بتأثير محلول القهوة كان ملاحظاً بالعين المجردة وفقاً لوحداث NBS بعد أربعة أسابيع من الغمر.

وقد توصل الباحثان (Keyf and Etikan,2004) من خلال دراستهما حول مقدار تغير اللعان لنوعين من راتنجات قواعد الأجهزة إلى أن تغير اللون يرتبط بنوع المادة، وطريقة تماثرها، وخشونة سطحها، بالإضافة إلى نوع المحلول، وعامل الزمن، إذ ازدادت ظلمة Became Darker العينات مع مرور الزمن، ولاسيما أنهما اعتمدا على مدة غمر طويلة وصلت إلى 145 يوم.

## 2- المرحلة المدروسة X نوع الراتنج الأكريلي :

عند المقارنة بين المرحلتين T1 و T2 كانت العلاقة بين أنواع الراتنج الثلاثة في المرحلة T1 مشابهة لها في المرحلة T2، ولا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين أنواع الراتنج المدروسة بين هاتين المرحلتين (بعد 24 ساعة، وبعد 48 ساعة).

1- وكان الراتنج الحراري التقليدي صاحب أقل قيمة لـ  $\Delta E$ ، وراتنج السكب صاحب القيمة الأكبر في المرحلتين T1 و T2 (بعد 24 ساعة، وبعد 48 ساعة).

في حين في المرحلة T3 (بعد أسبوع) ازدادت قيم  $\Delta E$  في راتنج السكب لتصبح أكبر منها في النوعين الباقيين (التقليدي، والحقن).

2- أي بعد أسبوع من المراقبة T3 كان راتنج الحقن يمتلك أقل قيمة للتغير اللوني، وراتنج السكب صاحب القيمة الأكبر.

● ويمكن تفسير عدم وجود اختلافات ذات دلالة إحصائية في المرحلتين الأولى والثانية إلى أن المدة الزمنية لم تكن كافية لإحداث التغيرات البنيوية في المواد المدروسة، والمسؤولة عن حدوث التغير اللوني، ووفقاً للباحث (Imirzalioglu et al,2010) فإن كل الراتنجات لها ميل لامتصاص السوائل، و يعتمد ذلك على الظروف المحيطة، فالمواد تمتص السوائل ببطء، ويعود سبب الامتصاص في المرتبة الأولى لقطبية جزيئات الراتنج.

(May et al,1992; Ma et al,1997)

● كما يمكن تفسير مقدار التغير اللوني الكبير الحاصل في راتنج السكب في المرحلة الثالثة T3 إلى خواص هذا النوع من الراتنج الذي هو عبارة عن راتنج ذاتي التماثر، فهو يتصف بعدم تمام تماثره؛ مما يؤدي إلى بقاء جزء من المونومير الحر، وزيادة الامتصاص والانحلال، بالإضافة إلى خشونة سطحه مقارنة مع الراتنجات حرارية التصلب، ومساميته، وهو يحتوي على مركب الترتزين أمين e الذي هو عرضة للتأكسد، وبالتالي يمكن أن يشترك في إحداث التغير اللوني. (Anusavice,2003; Kuhar and Funduk,2005)

إن هذه الخواص يمكن أن تكون قد ساعدت على حصول التغيرات البنيوية بشكل أسرع من النوعين الآخرين، والذي انعكس على التغير اللوني.

وتوافقت هذه النتيجة مع نتيجة الباحث (Imirzalioglu et al,2010) الذي وجد أن الراتنج ذاتي التماثر أقل ثباتاً لونياً من الراتنج الحراري بعد الغمر في المحاليل المسببة للتلون لفترات زمنية مختلفة.

كما توافقت أيضاً مع نتيجة الباحثين (Keyf and Etikan,2004) اللذين عزيا ذلك لمحتواى الراتنج من المونومير، إذ أشارا إلى أن مستوى المونومير في الراتنج ذاتي التماثر أعلى بسبع مرات من الراتنج الحراري التقليدي. نقلاً عن (Austin,1982)

بينما كان راتنج الحفن صاحب أدنى قيمة في مقدار التغير اللوني في المراحل الأخيرة، وذلك أيضاً لخواصه الفيزيائية المرغوبة والمسؤولة عن ثباته اللوني، كما أشار إلى ذلك الباحث (Imirzalioglu et al,2010).

3- بعد شهر من المراقبة T4 كان راتنج الحفن يمتلك أصغر قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$  بالمقارنة مع النوعين الباقيين، والراتنج الحراري التقليدي يمتلك أكبر قيمة.

● وبالنسبة لهذه النتيجة التي أشارت إلى ازدياد مقدار التغير اللوني للراتنج الحراري بشكل يفوق النوعيين المتبقين في المرحلة الأخيرة، فيمكن أن تُعزى :  
 أولاً إلى خصائص كل نوع من الراتنجات المدروسة، إذ أشار الباحث (May et al,1992) إلى أن التسخين السريع وغير المضبوط يمكن أن يسبب مسامية تسهم في حدوث التلون، وتوافقت هذه النتيجة مع العديد من الأبحاث، فقد وجد الباحث (Goiato et al,2014) أن التغير اللوني الأكبر كان في الراتنج الحراري LU Lucitone، ثم الراتنج الكيميائي QC(QC20) في المراحل الأولى، وفسر ذلك باختلاف المكونات الداخلة في تركيب كل نوع من الراتنج، إذ إن البنية الجزيئية للراتنج الحراري تميل إلى امتصاص الماء، وهو يتمتع بالمسامية بسبب إطلاقه للمونومير المتبقي، بينما يمكن أن يعزى عدم ثبات لون الراتنج كيميائي التماثر إلى المكونات الموجودة فيه، بالإضافة إلى دورة التصليب الحرارية القصيرة التي يخضع لها.

(Barbosa et al,2007; Bayraktar et al,2006; Neppelenbroek et al,2006)

وثانياً يمكننا القول أن راتنج السكب وصل إلى مرحلة الإشباع، وأن تأثير المحاليل عليه سيحدث تغيراً لونياً مع مرور الزمن، ولكنه قد لا يكون ذا دلالة إحصائية، وهذا يتطلب دراسة لمدة أطول، وقد أشار إلى ذلك الباحثان (Singh and Aggarwal,2012) اللذان وجدا أن تغير لون راتنج قواعد الأجهزة ازداد مع الزمن، لكن بعد اليوم العاشر اختلف مقدار التغير اللوني، وعزوا ذلك إلى خاصية الامتصاص، وأن الراتنج أشبع بالمصبغات.

## 3- المرحلة المدروسة X نوع المحلول :

1- بعد 24 و 48 ساعة كان الشاي فقط هو صاحب القيمة الأكبر لـ  $\Delta E$ ، أما بعد شهر من المراقبة وجدنا أن الشاي والقهوة يمتلكان أعلى قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$ .

● يمكن أن نستند في تفسيرنا إلى ما أشار إليه العديد من الباحثين إلى أن الملونات الصفراء الموجودة في القهوة أقل قطبية من الملونات الصفراء الموجودة في الشاي، وأن تغير لون الراتنج بتأثير الشاي هو بسبب امتزاز الجزيئات الملونة الموجودة فيه على سطح الراتنج، في حين يعود سبب تغير اللون في القهوة لخاصتي الامتصاص والامتزاز معاً، وإلى التوافق بين حالة البوليمير مع الملونات الصفراء الموجودة فيها.

(Imirzalioglu et al,2010; Um and Ruyter,1991)

وبالتالي في المرحلتين الأوليتين كانت خاصة الامتزاز هي المسؤولة عن تأثير الشاي الأكبر، في حين تأخر ظهور تأثير القهوة، وبدأ بعد أسبوع من الغمر لامتصاص المواد الراتنجية للمصبغات، والتي أشرنا إلى أنها قد تكون عملية بطيئة استناداً لما ذكره الباحثون.

(Imirzalioglu et al,2010; May et al,1992; Ma et al,1997)

توافقت دراستنا مع ما وجده الباحثان (Keyf and Etikan,2004) اللذان لاحظا أن محاليل الشاي والقهوة كانت هي الأشد تأثيراً بين المحاليل المدروسة في خاصة اللمعان، وازداد هذا التأثير مع مرور الزمن ولاسيما بالنسبة لمحلول الشاي إذ أصبحت العينات أكثر ظلمة.

وكذلك توافقت هذه النتيجة مع نتيجة الباحث (Lai et al,2003) الذي وجد أن تأثير الشاي والقهوة كان الأكبر بين المحاليل المدروسة في كل المراحل، واختلف بين الشاي والقهوة بحسب المادة المدروسة، وقد اعتمد على عدم تبديل السوائل ليكون تأثير المصبغات أكبر. وبالتالي فإن الغمر لمدة طويلة (أسبوع وشهر) في دراستنا دون تبديل يومي ساهم في ظهور فعل الامتزاز والامتصاص بشكل أوضح بالنسبة للشاي والقهوة في المرحلتين الأخيرتين.

في حين اختلفت نتيجة دراستنا مع الباحث (Imirzalioglu et al,2010) الذي أشار إلى أن مقدار التغير اللوني ثبت بعد فترة من الزمن، إذ لاحظ انخفاضاً في مستوى تغير اللون بعد اليوم

السابع من الغمر، وعزا ذلك إلى زوال الطبقة المترakمة من جزيئات المحلول عن العينات، فعند وصول ثخانة طبقة الشاي والقهوة إلى ثخانة معينة فإنها تميل إلى التفكك، والزوال عن السطح، والرجوع إلى المحلول.

2- بعد أسبوع من المراقبة ازدادت قيمة  $\Delta E$  في جميع المحاليل ماعدا اللعاب الصناعي الذي حافظ على قيمة صغيرة جوهرياً، تابعت زيادتها بعد شهر لتصبح قريبة من قيمة الشاي والقهوة والنيكوتين، وأقرب إلى النيكوتين لكن تبقى أصغر الجميع.

● ويمكن تفسير النتيجة الثانية في دراستنا لكون اللعاب الصناعي لا يحتوي على مواد تسبب التلون أو مصبغات كما في محاليل الشاي والقهوة والنيكوتين، إذ يعتمد في تأثيره في اللون على تغيير خواص المواد، ويسهم في ذلك عامل الزمن، فهو يؤثر في المادة من خلال التأثير في بنيتها، وخواص السطح فيها، وهذا قد يستغرق وقتاً، لذلك كان تأثيره أدنى من كل المحاليل في كل المراحل الزمنية، وازداد بشكل ملحوظ بعد شهر نتيجة المدة الزمنية الطويلة التي ساهمت في زيادة التبدلات البنيوية.

ويتفق ذلك مع ما وجدته (Rutkunas et al,2010) حيث لاحظ في دراسته أن الغمر في الماء المقطر قد أثر في الخصائص اللونية لمواد التعويض المؤقت وبشكل ملحوظ، وفسر ذلك بأن تراكم الماء والتأكسد الضوئي Photo – Oxidation يؤثران على اللون الداخلي، ويغيران من خصائصها البصرية.

في حين تختلف نتيجة هذه الدراسة مع ما وجدته الباحث (Omata et al,2006) في بحثه الذي درس فيه تأثير اللعاب الصناعي الحاوي 3% من المخاطين Mucin في لون الكمبوزت الهجين، والذي سبب تغيراً في اللون خلال أسبوع واحد، ولكن هذا التغير لم يزد مع الوقت، وعلى النقيض فقد ازداد مقدار التغير اللوني في دراستنا بتأثير اللعاب الصناعي مع الزمن، وبلغ أعلى قيمة له بعد شهر من الغمر.

#### 4- المرحلة المدروسة X نوع الراتنج الأكريلي X نوع المحلول :

بعد شهر من الغمر كان تأثير محلول الشاي أكبر من تأثير باقي المحاليل في كل من الراتنج الحراري وراتنج السكب، في حين كان تأثير محلول القهوة أكبر من تأثير باقي المحاليل في راتنج الحقن.

● ويعود هذا الاختلاف إلى الخصائص التي يتمتع بها كل نوع من الراتنج، وإلى اختلاف آلية تأثير المحاليل المستخدمة في الدراسة، إذ أثر الشاي بشكل أكبر من باقي المحاليل في كل من الراتنج الحراري وراتنج السكب بعد شهر من الغمر، نتيجة قطبية جزيئاته وتكثفها على السطح، وأسهمت مسامية وخشونة السطح في كلا النوعين في زيادة مساحة السطح القابلة لحصول الامتزاز (Omata et al,2006; Reis et al,2003)، في حين ظهر تأثير القهوة في راتنج الحقن، وبلغ أعلى مستوى له بعد شهر من الغمر، نتيجة قدرة الراتنج على امتصاص الملونات الموجودة فيها، والتي أشرنا إلى أنها عملية بطيئة (May et al,1992; Ma et al,1997)، ويسهم في ذلك أيضاً خواص راتنج الحقن، فهو ذو مسامية وخشونة سطح قليلة، وبالتالي امتصاصه للمحاليل والملونات أقل.

وتوافقت هذه النتيجة مع نتيجة الباحثين (Keyf and Etikan,2004) اللذين وجدوا أن تأثير الشاي كان أكبر من تأثير باقي المحاليل على كل من الراتنج الحراري والراتنج ذاتي التماسك بعد الغمر لمدة 135 يوم.

ومع إحدى نتائج الباحث (Imirzalioglu et al,2010) الذي وجد أن قيم التغير اللوني لراتنج الحقن اختلفت بشكل ملحوظ بين اليوم السابع، واليوم الثلاثين، وذلك بتأثير محلول القهوة فقط.

في حين اختلفت مع العديد من الدراسات السابقة التي أشارت إلى أن محلول القهوة كان الأكثر تأثيراً بين المحاليل على المواد المدروسة كدراسة الباحث (Gregorius et al,2012)، ودراسة الباحثين (Koksal and Dikbas,2008).

ولابد من الإشارة إلى أن اختلاف هذه النتائج عن نتائج الدراسات السابقة يعود إلى ظروف الدراسة، ومدة الغمر، وتركيز المحاليل وحرارتها، وطبيعة اللعاب الصناعي، بالإضافة إلى أنواع المواد المدروسة، إذ إن اختلاف قطبية المواد يؤثر على كل من انجذاب الجزيئات المصبغة الخارجية للمادة، وعلى انتشار جزيئات الماء. (Lai et al,2003)

#### 2.1.4 تحليل العوامل بين المراحل الزمنية المدروسة :

##### 1 - عامل نوع الراتنج الأكريلي :

امتلاك راتنج الحقن أصغر قيمة للتغير اللوني  $\Delta E$  عند مقارنته مع الراتنج الحراري التقليدي، وراتنج السكب، بغض النظر عن فترة المراقبة المدروسة، ونوع المحلول.

إن تصبغ المواد الراتنجية هو نتيجة لعوامل داخلية تتعلق بتركيبها الحاوي على المونومير، والمواد المائلة، والمونومير المتبقي غير المتبلر الناتج عن عدم اكتمال عملية التماثر، وعوامل خارجية كخشونة السطح، وسوء العناية الفموية، والنمط الغذائي، وتلف المادة wear (Rutkunas et al,2010)، بالإضافة إلى بعض الخصائص كالجفاف Dehydration، وامتصاص الماء Water Sorption، والارتشاح Leakage، والتخرب الكيميائي Chemical Degradation.

(Sepulveda-Navarro et al,2011; Kurtulmus et al,2010; Lai et al,2003)

ونتيجة لذلك يمكن تفسير ثبات لون راتنج الحقن مقارنة مع النوعين الآخرين بالخواص التي يتمتع بها، والتي يتميز بها عن الأنواع الأخرى من الراتنجات، حيث يتميز بـ :

- 1- مسامية أقل، وهذا يخفف من التغير اللوني الذي تسهم المسام في حدوثه باليتين :
  - فهي تساعد على تراكم الترسبات القلحية، والتصاق البقايا الطعامية، وبالتالي ظهور التصبغات.
  - كما أن المسام غير منتظمة الشكل تؤثر في لون الراتنج محدثة ظلالية.
- (Anusavice,2003)

2- نسبة المونومير فيه أقل، وخشونة سطحه أقل من الراتنجات الأخرى حتى قبل القيام بعمليات التنعيم، مما يقلل من إمكانية الامتصاص والانحلالية.

(Kuhar and Funduk et al,2005; Pfeiffer and Rosenbauer et al,2004)

3- امتصاصه للماء أقل نتيجة لقلّة المسام، والتجانس، واكتمال تماثره.

(Devlin and Kaushik et al,2005; Cucci et al,1998)

إن أنواع الراتنج الثلاثة المستخدمة في الدراسة لها التركيب نفسه، أو البنية الكيميائية، وهي بولي ميتيل الميثاكريلات PMMA، إلا أنها قد تختلف ببعض العناصر، أو المواد الداخلة في تركيبها، كمبدئات التفاعل، والمصبغات، والملدنات، وعوامل الربط المختلفة، كما أنها تختلف بظروف عملية التصليب وآلية التماثر. كل ذلك ينعكس على خصائصها، ووظائفها الكيميائية؛ الأمر الذي يفسر حدوث الاختلافات اللونية.

وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما وجدته الباحثة (Imirzalioglu et al,2010) الذي توصل إلى أن راتنج الحقن كان الأكثر ثباتاً لونياً بين أنواع الراتنج المدروسة، وأن المبطنات الطرية هي الأقل ثباتاً لونياً.

## 2 - عامل نوع المحلول :

امتلاك اللعاب الصناعي أصغر قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  من بين مجموعات المحاليل المدروسة، أما أكبر قيم للتغير اللوني فكانت للشاي، يلي ذلك القهوة، ثم النيكوتين، بغض النظر عن فترة المراقبة المدروسة، وعن نوع الراتنج.

### ■ اللعاب الصناعي :

بالنسبة للعباب كما أشرنا سابقاً فهو لا يحتوي على مواد مسببة للتصبغ، وإنما يعتمد في آلية تأثيره في اللون على التأثير في خصائص المواد، وعلى عامل الزمن؛ لذلك كان تأثيره أقل من باقي المحاليل.

(Goiato et al, 2014) نقلاً عن (Robinson et al, 1987)

## ■ الشاي :

بالنسبة لمحلول الشاي فإن تأثيره في تغير اللون يعتمد على خاصة الادمصاص (الامتزاز)، وعلى ملوناته الصفراء، إذ إن أوراق الشاي تحتوي على كمية معتبرة من الفلافونيد Flavonoid التي تعطي الشاي الطعم والخصائص الوظيفية، وقد أشير في العديد من التقارير إلى أن هذه المركبات هي التي تسبب التغير اللوني. (Imirzalioglu et al,2010)

وقد اتفقت نتيجة دراستنا مع ما وجدته الباحثان (Keyf and Etikan,2004) في دراستهما حول تغير اللعان لنوعين من الراتنجات المستعملة في صنع قواعد الأجهزة، إذ إن كلاً من الشاي والقهوة سبب تغيراً في اللعان أكبر من العينة الشاهدة، وكان أكبر تغير في الشاي بعد مدة غمر طويلة.

وكذلك مع الدراسة التي أجراها كل من الباحثين (Um and Ruyter,1992) اللذين وجدا أن محلول الشاي كان الأكثر تأثيراً من بين المحاليل المدروسة في لون أنواع الراتنج المختلفة المستعملة في صنع الوجوه Veneers، وذلك بعد 48 ساعة من الغمر.

## ■ القهوة :

يعود سبب التلون الناتج عن القهوة إلى قطبية جزيئاتها، وملوناتها الصفراء، بالإضافة إلى الأحماض الموجودة فيها كالتانك أسيد Tannic acid، والكافيين Caffeine، وحمض الكافيك Caffeic acid (Goiato et al,2011; Goiato et al,2014)، وهي تعتمد على آليتي الادمصاص والامتصاص، وتختلف طبيعة تأثيرها الكيميائية باختلاف الظروف؛ كزمن الغمر، ودرجة الحرارة، والرطوبة، وعزى بعض الباحثون تغير اللون بتأثير القهوة إلى التوافق بين طبيعة المادة المغمورة فيه وبين ملوناتها الصفراء.

(Sepulveda-Narrova et al,2011; Guler et al,2005)

واختلفت نتيجة دراستنا مع الباحث (Gregorius et al,2012) الذي درس تغير لون الأسنان الراتنجية، ووجد أن محلول القهوة كان الأكثر تأثيراً في كل الأصناف المدروسة، حيث سببت القهوة تلوناً أصفراً زاد من الكثافة اللونية Chromatic، في حين اختلف تأثير القهوة في دراستنا باختلاف المواد، والمرحلة المدروسة، وكان الشاي هو الأكثر تأثيراً .

واختلفت كذلك مع نتيجة الباحثين (Koksal and Dikbas,2008) إذ كانت القهوة هي الأكثر تأثيراً بعد أربعة أسابيع، وكان هذا التأثير ملاحظاً بالعين المجردة تبعاً لمعيار الـ NBS، وعزياً ذلك إلى عامل الوقت.

في حين عزى الباحث (De Andrade et al,2014) نتيجة دراسته التي أجراها على الكمبوزت إلى حرارة محلول القهوة المستخدم في الدراسة، فقد سببت طراوة في القلب العضوي للكمبوزت، وأدت إلى امتصاص الصباغ، إذ كانت درجة حرارة المحلول 55°م.

وبالمثل فقد وجد (Oguz et al,2007) أن تأثير القهوة كان أكبر من جميع المحاليل على كل أنواع مبطنات الأجهزة المدروسة و بدرجات مختلفة، إلا أنه اعتمد في دراسته على تسخين المحاليل لدرجة 50° م .

وقد يعود سبب الاختلاف في النتائج إلى اختلاف ظروف الدراسة، والمواد المدروسة، وطريقة تحضير المحاليل، ومدة الغمر.

#### ■ النيكوتين:

يُعزى التغير اللوني الناتج عن النيكوتين إلى الخاصية القطبية لجزيئات الراتنج، بالإضافة للمصبغات البنية الموجودة في القطران Tar، إذ أشارت العديد من الدراسات إلى أن القطران المرتبط بفلتر السجائر هو الذي يسبب التلون.

(Ayaz et al,2014; O'Connor et al,2007; Kozlowski et al,1982)

وعزى الباحث (Mathias et al,2010) التلون بالدخان إلى التأثير الحراري المترافق مع هذه العادة، فقد أشار إلى أن اختلاف معدلات التمدد الحراري بين قالب الراتنج Matrix وبين الجزيئات المائلة؛ يسبب اختلافاً في التغيرات الحجمية الحرارية بين بناء نسيج الراتنج وبين الجزيئات المائلة، وهذا يؤثر على اللون، كما أن التآكل الناتج عن الحلمة Hydrolytic Degradation بسبب الغمر في محلول اللعاب يمكن أن يسبب تغيرات في خشونة سطح الراتنج المدروس ولمسه، ويؤدي إلى زيادة تصبغه بواسطة السجائر. (Minami et al,2007)

وقد وجد الباحث (Ayaz et al,2014) أن الدخان زاد من خشونة السطح، وسبب تصبغاً داخلياً وخارجياً، إذ إن غمر العينات في المنظفات أنقص من التبقع، ولكن لم يزل نهائياً.

واختلفت نتيجة دراستنا مع إحدى نتائج الباحث (Imirzalioglu et al,2010) في دراسته التي وجد فيها أن تأثير النيكوتين في لون المبطنات الطرية كان أكبر من تأثير باقي المحاليل، وكان مقدار التغير اللوني الناتج غير مقبول سريرياً، وعزى ذلك إلى خشونة سطح المادة.

إن ضعف تأثير النيكوتين في دراستنا في أنواع الراتنج المدروسة؛ قد يكون بسبب ظروف الدراسة المتبعة، واعتمادنا على دراسة تأثير المحاليل خلافاً للعديد من الدراسات كدراسة الباحثين (Ayaz et al,2014)، و (Mathias et al,2010) اللذين اعتمدا ظروف دراسة مختلفة ارتكزت على تعريض العينات لدخان السجائر المباشر في حجرة خاصة؛ مما زاد من التأثير الحراري للنيكوتين.

### 3- تحليل أثر تفاعل العاملين ( نوع الراتنج الأكريلي X نوع محلول الغمر) :

أقل قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  كانت عند غمر راتنج الحقن في اللعاب الصناعي بغض النظر عن المدة الزمنية المدروسة.

أكبر قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  كانت عند غمر راتنج السكب في الشاي بغض النظر عن المدة الزمنية المدروسة.

وهذه النتيجة هي خلاصة ما تقدم ذكره سابقاً إذ إن أقل قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  كانت لراتنج الحقن الذي تبين في التحاليل السابقة أنه الأكثر ثباتاً لونياً بين أنواع الراتنج المدروسة، وذلك عند غمره في محلول اللعاب الصناعي الذي هو أقل المحاليل تأثيراً في اللون.

في حين كانت أكبر قيم للتغير اللوني  $\Delta E$  لراتنج السكب في محلول الشاي الذي تبين في الدراسة أنه أكثر المحاليل تأثيراً، ويمكن أن يُعزى ذلك لخصائص كلا النوعين من الراتنج.

## 2.4 مناقشة قيم التغير اللوني وفقاً لوحداث NBS :

1- كان تأثير اللعاب الصناعي في جميع أنواع الراتنج متشابهاً من ناحية إحداثه للتغيرات المشاهدة أو غير المشاهدة عيانياً وفقاً لمعايير NBS، إذ لم يكن تأثيره في اللون ملاحظاً سريرياً إلا بعد المرحلة الثالثة T3 (بعد أسبوع من الغمر)، ووصل إلى درجة كبيرة غير مقبولة سريرياً في المرحلة الأخيرة (بعد شهر).

وهذا يدل على أن تأثير اللعاب في اللون يرتبط بالمدة الزمنية، وكان ذا تأثير ملحوظ بعد فترة معينة من الزمن، وقد أحدث تغيراً لونياً شديداً وغير مقبول سريرياً بعد شهر من الغمر.

ولقد أشار الباحث (Lai et al,2003) إلى أن عينات الراتنج الأكريلي المختلفة والمغمورة في الماء كعينة شاهدة قد تغير لونها مع الزمن، ولكن هذا التغير كان قليلاً وضمن الحدود المقبولة سريرياً، إذ لم تتجاوز قيمة NBS القيمة (2)، وهي تعتبر قيمة ملاحظة بالعين المجردة إلا أنها مقبولة سريرياً، وذلك بعد مدة غمر طويلة وصلت إلى 180 يوم.

وهذا ما أشار إليه أيضاً الباحثان (Koksai and Dikbas,2008) في دراستهما حول تغير لون الأسنان المستعملة في صنع قواعد الأجهزة، التي كانت فيها قيم NBS بالنسبة لجميع الأنواع المدروسة عند غمرها في الماء المقطر أصغر من 1، والتي تُعتبر قيمة غير ملاحظة سريرياً حتى بعد أربعة أسابيع من الغمر.

مما قد يشير وفقاً لدراستنا إلى أن اللعاب قادر على إحداث تغيرات لونية معتبرة مع الزمن، وهو يختلف في تأثيره عن تأثير الماء الذي استُخدم في باقي الدراسات كمحلول لغمر العينة الشاهدة ، فقد أدى الغمر في اللعاب إلى تغير لوني أكبر، ويمكن أن يُعزى ذلك إلى تأثير الأملاح والشوارد الموجودة فيه، وإلى pH المحلول الذي يمكن أن يكون ساهم في إحداث تغيرات بنيوية أكبر مع مرور الزمن.

2- كانت مقادير التغيرات اللونية في راتنج السكب مختلفة عن باقي أنواع الراتنج وفقاً لمعايير الـ NBS، فكانت القيم ذات دلالة بدءاً من المرحلة الثانية (بعد 48 ساعة) في جميع المحاليل باستثناء اللعاب الصناعي خلافاً لباقي أنواع الراتنج، وكان التغير اللوني ملاحظاً سريرياً ومعتبراً في المرحلة الثالثة، وغير مقبول في المرحلة الرابعة.

ويمكن أن يُعزى ذلك إلى خواص راتنج السكب وصفاته الفيزيائية، والتي ساهمت في ظهور التغيرات اللونية عليه بشكل أكبر من باقي أنواع الراتنج.

وهذا يختلف مع ما وجدته الباحثة (Imirzalioglu et al,2010) الذي لاحظ أن تغير لون الراتنج ذاتي التماثر كان ملاحظاً Perceivable في كل مرحلة زمنية، ولكنه لم يكن ذا دلالة إحصائية في جميع المحاليل مع مرور الزمن، وأن مقدار التغير اللوني لهذا النوع من الراتنج كان صغيراً جداً Minor وفقاً لوحدة الـ NBS عند غمره في محلول القهوة، ولكنه أشار إلى أن هذه النتيجة لا يمكن أن تعتبر مقياساً أو مؤشراً إلى أن هذا النوع من الراتنج هو خيار مقبول في صنع قواعد الأجهزة استناداً لثبات لونه في هذه الدراسة.

3- إن محلول الشاي فقط هو الذي بدأ تأثيره الملاحظ سريرياً في اللون بدءاً من المرحلة الثانية أي (بعد 48 ساعة من الغمر)، وذلك بالنسبة لجميع أنواع الراتنج.

وهذا يتفق مع ما وجدناه سابقاً من أن محلول الشاي هو الأكثر تأثيراً في لون أنواع الراتنج المختلفة بين جميع المحاليل، إذ استطاع أن يحدث تبديلاً لونياً ملحوظاً عيانياً بدءاً من المرحلة الثانية.

ويتفق أيضاً مع ما وجدته الباحثة (Imirzalioglu et al,2010) الذي أشار إلى أن محلول الشاي قد أثر في مقدار التغير اللوني بشكل ملاحظ سريرياً في كل من الراتنج الحراري وراتنج السكب، ولاسيما في المرحلة الثانية (بعد أسبوع من الغمر)، وتراوح قيم  $\Delta E$  بين (1,5-3) بدءاً من المرحلة الأولى (بعد يوم من الغمر).

4- كان تأثير جميع المحاليل في لون جميع أنواع الراتنج في المرحلة الأخيرة من الغمر (بعد شهر) كبيراً جداً وغير مقبول سريرياً.

وهذا يدل على أن المدة الزمنية تلعب دوراً كبيراً في إحداث التغيرات اللونية، وبالتالي مدة الاستعمال الطويلة للتعويض ستؤدي لتلونه بغض النظر عن استهلاك المشروبات المسببة للتلون.

واتفقت هذه النتيجة مع إحدى نتائج الباحث (Imirzalioglu et al,2010) الذي لاحظ أن تأثير النيكوتين فقط في التغير اللوني للمبطنات كان غير مقبول سريرياً بعد فترة غمر مدتها أربعة أسابيع، في حين كان مقدار التغير اللوني مقبولاً بالنسبة لباقي المحاليل، بينما كان تأثير جميع المحاليل في دراستنا غير مقبول سريرياً بعد فترة الغمر نفسها أي بعد أربعة أسابيع.

واختلفنا مع (Sepulveda-Narrova et al,2011) الذي وجد أن جميع قيم التغيرات اللونية تراوحت بين الأثر Trace، وبين التغير المعتبر Much وفقاً لقراءة هذه التغيرات بحسب معايير NBS، وذلك بعد 30 يوماً من الغمر، ولم تصل إلى الحد غير المقبول سريرياً كما في دراستنا.

وقد يعود هذا الاختلاف بين نتائجنا ونتائج الدراسات السابقة إلى طبيعة المواد المدروسة، أو إلى ظروف الدراسة، إذ اعتمدت معظم الأبحاث على إنهاء العينات وتلميعها بالطرق المعروفة كما فعل كل من (Imirzalioglu et al,2010)، و (Sepulveda-Narrova et al,2011) مما قد يسهم في التخفيف من أثر المحاليل بفضل نعومة السطح، وبعضها اعتمد على تبديل المحاليل يومياً، أو تحريك السوائل كما في دراسة الباحثين (Koksal and Dikbas,2008)، أو إضافة المواد الحافظة كما في دراسة الباحث (Lai et al,2003) لمنع تراكم الجزيئات المصبغة أو فساد السوائل، وهذا قد يسهم في هذه الفروقات.

إن هذه الدراسة قدمت معلومات حول المادة الراتنجية الأكثر ثباتاً لونياً والأقل ثباتاً لونياً بين أنواع الراتنج المختلفة المستعملة في صنع قواعد الأجهزة المتحركة؛ مما قد يكون مفيداً بالنسبة للممارسين، وأظهرت التفاعل المشترك والمعقد بين المواد والمحاليل المدروسة التي تؤدي للتصبغ، ولكن عند مناقشة التطبيقات السريرية لهذه النتائج يجب أن يُؤخذ بعين الاعتبار أن الوسط الفموي يختلف في العديد من النواحي عن ظروف الدراسة المخبرية، وأن التأثيرات المصبغة أو المسببة للتلون تعتمد على آلية معقدة في إحداثها للتبدلات اللونية، و تتأثر بالتغيرات الكيميائية والميكانيكية التي تحدث في الحفرة الفموية والتي يسهم فيها اللعاب، فالعديد من العوامل كالأطعمة المختلفة، والجهود الميكانيكية، والحرارة العالية، وتفاعلاتها مع بعضها البعض، والسحل والتآكل الحمضي أو الكيميائي يمكن أن يزيد من التغير اللوني، ويتعلق ذلك أيضاً بالصحة الفموية، ومدى عناية المريض بنظافة الجهاز. إن أخذ كل هذه العوامل مع بعضها يؤدي إلى تغير لوني متعدد المنشأ .

إن غياب مثل هذه الظروف لمشابهة الوسط الفموي في هذه الدراسة يدل على الحاجة إلى مزيد من الدراسات المستقبلية، لذلك لابد من تطوير خطة متكاملة لفحص تأثيرات البيئة الفموية، وإجراء المزيد من الأبحاث لمعرفة الآلية المعقدة المسببة للتصبغ .

وعلى الرغم من أن الثبات اللوني هو متغير واحد فقط من المتغيرات التي يجب مراعاتها عند اختيار مادة صنع الجهاز السني المتحرك، ولكنه يمكن أن يكون ذا أهمية كبيرة بالنسبة للمريض، والطبيب الممارس خاصةً عندما يتعلق الأمر بالتعويض عن المنطقة الأمامية المرئية.

الباب الخامس

الاستنتاجات

Conclusions

## 1.5 الاستنتاجات : Conclusions

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي :

- 1- إن تغير لون الراتنج المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة يرتبط بعامل الزمن، حيث يزداد مقداره مع تقدم الزمن.
- 2- إن التعرض للسوائل المسببة للتصبغ يزيد من قابلية حدوث التغير اللوني لكل أنواع الراتنج المدروسة، ويختلف تأثير كل محلول باختلاف نوع الراتنج المعرض له.
- 3- إن راتنج الحقن هو الأكثر ثباتاً لونياً، وراتنج السكب هو الأقل ثباتاً لونياً بين أنواع الراتنج الثلاث المدروسة.
- 4- إن محلول الشاي هو أكثر المحاليل إحداثاً للتغير اللوني بين المحاليل المدروسة.
- 5- إن مقدار التغير اللوني ازداد مع مرور الزمن وبشكل ملحوظ بعد المرحلة الثالثة من الدراسة T3 (بعد أسبوع) إذ أصبح هذا التغير ملاحظاً سريرياً، وغير مقبول سريرياً بعد المرحلة الرابعة من الدراسة T4 (بعد شهر) بالنسبة لجميع أنواع الراتنج المدروسة.

## الباب السادس

### المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

## 1.6 المقترحات : Suggestions

- 1- نقترح دراسة تأثير خشونة السطح في مقدار التغير اللوني للراتنجات المُستعملة في صنع قواعد الأجهزة المتحركة، ودراسة مدى تأثير إجراءات الإنهاء والتلميع المختلفة في حدوث هذا التغير.
- 2- نقترح إجراء دراسة حول التأثير المباشر لدخان السجائر في لون قواعد الأجهزة، تشتمل دراسة التأثير الحراري المرافق لعملية التدخين، الذي له دور أساسي في إحداث التغير اللوني .
- 3- بناءً على الاستنتاج الرابع نقترح إجراء المزيد من الدراسات حول تطوير نوع جديد من الراتنج الأكريلي يتميز بالثبات اللوني، وبالقدرة العالية على مقاومة التصبغ.
- 4- نقترح إجراء دراسة حول تأثير طلي الأجهزة المتحركة الأكريلية في ثباتها اللوني ومقاومة التصبغ أو التلون.

## 2.6 التوصيات : Recommendations

- 1- نوصي باستخدام راتنج الحقن في صناعة قواعد الأجهزة السنية المتحركة؛ نظراً لثبات لونه مقارنة مع الأنواع الأخرى.
- 2- نوصي بالتقيد بتعليمات الشركة المصنعة للراتنج المُستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة في إجراءات العمل، وطريقة صنعه من ناحية نسب المواد وخطوات الإكساء والصب وعملية التصليب، إذ إن خواص أي نوع من الراتنج ترتبط بجودة صنعه، وهذا يؤثر على ثبات لونه على المدى الطويل.
- 3- نوصي بتوعية مرضى التعويضات السنية المتحركة حول مدى ثبات لون التعويض، وأن تغير لونه هو أمر حتمي مع مرور الزمن، إلا أن العناية بالصحة الفموية، والاهتمام بنظافة الجهاز، وإتباع توصيات الطبيب حول طريقة العناية به وصيانته، يقلل من قابلية حدوث التغير اللوني، ويزيد من ديمومته، ويحافظ على جماليته لمدة أطول.
- 4- نوصي بضرورة اقتناء أجهزة قياس اللون في جميع الأقسام لما لذلك من أثر في تحسين نوعية المعالجات السنية المقدمة والتي تنعكس إيجاباً في تقبل المرضى لهذه المعالجات.

الباب السابع

المراجع

References

- A.** AL-SHAMMARI, K. F., MOUSSA, M. A., AL-ANSARI, J. M., AL-DUWAIRY, Y. S. & HONKALA, E. J. 2006. Dental patient awareness of smoking effects on oral health: Comparison of smokers and non-smokers. *J Dent*, 34, 173–8.
- ALVI, H. A., AGRAWAL, N. K., CHANDRA, S. & RASTOGI, M. 1984. A psychologic study of self-concept of patients in relation to artificial and natural teeth. *J Prosthet Dent*, 51, 470–5.
- ANUSAVICE, K. J. 2003. *Phillips' Science of Dental Materials*, Philadelphia, WB Saunders Company
- ARTOPOULOS, A., JUSZCZYK, A. S., RODRIGUEZ, J. M., CLARK, R. K. & RADFORD, D. R. 2013. Three-dimensional processing deformation of three denture base materials. *J Prosthet Dent*, 110, 481–7.
- AYAZ, E. A., ALTINTAS, S. H. & TURGUT, S. 2014. Effects of cigarette smoke and denture cleaners on the surface roughness and color stability of different denture teeth. *J Prosthet Dent*, 112, 241–8.
- B.** BALTZER, A. & KAUFMANN-JINOIAN, V. 2004. Special Reprint :The Determination of the Tooth Colors. *Quintessenz Zahntech* 30, 726–740.
- BARBOSA, D. B., COMPAGNONI, M. A. & LELES, C. R. 2002. Changes in occlusal vertical dimension in microwave processing of complete dentures. *Braz Dent J*, 13, 197–200.
- BARBOSA, D. B., DE SOUZA, R. F., PERO, A. C., MARRA, J. & COMPAGNONI, M. A. 2007. Flexural strength of acrylic resins polymerized by different cycles. *J Appl Oral Sci*, 15, 424–8.
- BARTOLONI, J. A., MURCHISON, D. F., WOFFORD, D. T. & SARKAR, N. K. 2000. Degree of conversion in denture base materials for varied polymerization techniques. *J Oral Rehabil*, 27, 488–93.
- BAYINDIR, F., KURKLU, D. & YANIKOGLU, N. D. 2012. The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials. *J Dent*, 40 Suppl 2, e41–6.
- BAYRAKTAR, G., GUVENER, B., BURAL, C. & URESIN, Y. 2006. Influence of polymerization method, curing process, and length of time of storage in water on the residual methyl methacrylate content in dental acrylic resins. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 76, 340–5.
- BOLLEN, C. M., LAMBRECHTS, P. & QUIRYNEN, M. 1997. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for

- bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*, 13, 258–69.
- BRYGIDER, R. M. 1991. Precision attachment-retained gingival veneers for fixed implant prostheses. *J Prosthet Dent*, 65, 118–22.
- C.** CANAY, S., HERSEK, N., TULUNOGLU, I. & UZUN, G. 1999. Evaluation of colour and hardness changes of soft lining materials in food colorant solutions. *J Oral Rehabil*, 26, 821–9.
- CHRISTENSEN, G. J. 2003. The fastest and best provisional restorations. *J Am Dent Assoc*, 134, 637–9.
- CRAIG, R. G. & POWERS, J. M. 2002. *Restorative Dental Materials*, St. Louis, A Harcourt Health Sciences Company.
- CUCCI, A. L., VERGANI, C. E., GIAMPAOLO, E. T. & AFONSO, M. C. 1998. Water sorption, solubility, and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat-polymerizing acrylic resin. *J Prosthet Dent*, 80, 434–8.
- D.** DA SILVA, J. D., PARK, S. E., WEBER, H. P. & ISHIKAWA-NAGAI, S. 2008. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent*, 99, 361–8.
- DAVI, L. R., PERACINI, A., RIBEIRO NDE, Q., SOARES, R. B., DA SILVA, C. H., PARANHOS HDE, F. & DE SOUZA, R. F. 2010. Effect of the physical properties of acrylic resin of overnight immersion in sodium hypochlorite solution. *Gerodontology*, 27, 297–302.
- DE ANDRADE, I. C., BASTING, R. T., RODRIGUES, J. A., DO AMARAL, F. L., TURSSI, C. P. & FRANCA, F. M. 2014. Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. *Eur J Dent*, 8, 160–5.
- DEVLIN, H. & KAUSHIK, P. 2005. The effect of water absorption on acrylic surface properties. *J Prosthodont*, 14, 233–8.
- E.** EL BAHRA, S., LUDWIG, K., SAMRAN, A., FREITAG-WOLF, S. & KERN, M. 2013. Linear and volumetric dimensional changes of injection-molded PMMA denture base resins. *Dent Mater*, 29, 1091–7.
- ERGUN, G. & NAGAS, I. C. 2007. Color stability of silicone or acrylic denture liners: an in vitro investigation. *Eur J Dent*, 1, 144–51.
- ERIKSEN, H. M. & NORDBO, H. 1978. Extrinsic discoloration of teeth. *J Clin*

*Periodontol*, 5, 229–36.

ERTAS, E., GULER, A. U., YUCEL, A. C., KOPRULU, H. & GULER, E. 2006. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*, 25, 371–6.

**F.** FERNANDES, F. H., ORSI, I. A. & VILLABONA, C. A. 2013. Effects of the peracetic acid and sodium hypochlorite on the colour stability and surface roughness of the denture base acrylic resins polymerised by microwave and water bath methods. *Gerodontology*, 30, 18–25.

FERRACANE, J. L. 2001. *Materials in Dentistry: Principles and Applications*, J.B. Lippincott, Philadelphia, PA, J.B. Lippincott.

**G.** GOIATO, M. C., DOS SANTOS, D. M., BAPTISTA, G. T., MORENO, A., ANDREOTTI, A. M., BANNWART, L. C. & DEKON, S. F. 2013. Effect of thermal cycling and disinfection on colour stability of denture base acrylic resin. *Gerodontology*, 30, 276–82.

GOIATO, M. C., NOBREGA, A. S., DOS SANTOS, D. M., ANDREOTTI, A. M. & MORENO, A. 2014. Effect of different solutions on color stability of acrylic resin-based dentures. *Braz Oral Res*, 28.

GOIATO, M. C., SANTOS, D. M., HADDAD, M. F. & PESQUEIRA, A. A. 2010. Effect of accelerated aging on the microhardness and color stability of flexible resins for dentures. *Braz Oral Res*, 24, 114–9.

GOIATO, M. C., ZUCCOLOTI, B. C., MORENO, A., DOS SANTOS, D. M., PESQUEIRA, A. A. & DEKON, S. F. 2011. Colour change of soft denture liners after storage in coffee and coke. *Gerodontology*, 28, 140–5.

GOLDSTEIN, R. E. & NIESSEN, L. C. 1998. Issues in esthetic dentistry for older adults. *J Esthet Dent*, 10, 235–42.

GREGORIUS, W. C., KATTADIYIL, M. T., GOODACRE, C. J., ROGGENKAMP, C. L., POWERS, J. M. & PARAVINA, R. D. 2012. Effects of ageing and staining on color of acrylic resin denture teeth. *J Dent*, 40 Suppl 2, e47–54.

GULER, A. U., YILMAZ, F., KULUNK, T., GULER, E. & KURT, S. 2005. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent*, 94, 118–24.

**H.** HASELTON, D. R., DIAZ-ARNOLD, A. M. & DAWSON, D. V. 2005. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent*,

93, 70–5.

- HERSEK, N., CANAY, S., UZUN, G. & YILDIZ, F. 1999. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. *J Prosthet Dent*, 81, 375–9.
- I.** IMIRZALIOGLU, P., KARACAER, O., YILMAZ, B. & OZMEN MSC, I. 2010. Color stability of denture acrylic resins and a soft lining material against tea, coffee, and nicotine. *J Prosthodont*, 19, 118–24.
- ISHIKAWA–NAGAI, S., YOSHIDA, A., DA SILVA, J. D. & MILLER, L. 2010. Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all–ceramic crowns: Part 1: analysis and interpretation of tooth color. *J Esthet Restor Dent*, 22, 42–52.
- J.** JARAD, F. D., RUSSELL, M. D. & MOSS, B. W. 2005. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Br Dent J*, 199, 43–9; discussion 33.
- K.** KARAAGACLIOGLU, L., TERZIOGLU, H., YILMAZ, B. & YURDUKORU, B. 2010. In vivo and in vitro assessment of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthodont*, 19, 279–85.
- KASINA, S. P., AJAZ, T., ATTILI, S., SURAPANENI, H., CHERUKURI, M. & SRINATH, H. P. 2014. To evaluate and compare the porosities in the acrylic mandibular denture bases processed by two different polymerization techniques, using two different brands of commercially available denture base resins – an in vitro study. *J Int Oral Health*, 6, 72–7.
- KEYF, F. & ETIKAN, I. 2004. Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dent Mater*, 20, 244–51.
- KOKSAL, T. & DIKBAS, I. 2008. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. *Dent Mater J*, 27, 139–44.
- KOUMJIAN, J. H., FIRTELL, D. N. & NIMMO, A. 1991. Color stability of provisional materials in vivo. *J Prosthet Dent*, 65, 740–2.
- KOZLOWSKI, L. T., RICKERT, W. S., POPE, M. A. & ROBINSON, J. C. 1982. A color–matching technique for monitoring tar/nicotine yields to smokers. *Am J Public Health*, 72, 597–9.
- KUHAR, M. & FUNDUK, N. 2005. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent*, 93, 76–85.
- KURTULMUS, H., KUMBULOGLU, O., AKTAS, R. T., KURTULMUS, A.,

- BOYACIOGLU, H., ORAL, O. & USER, A. 2010. Effects of saliva and nasal secretion on some physical properties of four different resin materials. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 15, e969–75.
- L.** LAI, Y. L., LUI, H. F. & LEE, S. Y. 2003. In vitro color stability, stain resistance, and water sorption of four removable gingival flange materials. *J Prosthet Dent*, 90, 293–300.
- LEITE, V. M., PISANI, M. X., PARANHOS, H. F., SOUZA, R. F. & SILVA-LOVATO, C. H. 2010. Effect of ageing and immersion in different beverages on properties of denture lining materials. *J Appl Oral Sci*, 18, 372–8.
- M.** MA, T., JOHNSON, G. H. & GORDON, G. E. 1997. Effects of chemical disinfectants on the surface characteristics and color of denture resins. *J Prosthet Dent*, 77, 197–204.
- MANCUSO, D. N., GOIATO, M. C., ZUCCOLOTTI, B. C., MORENO, A., DOS SANTOS, D. M. & PESQUEIRA, A. A. 2012. Effect of thermocycling on hardness, absorption, solubility and colour change of soft liners. *Gerodontology*, 29, e215–9.
- MATHIAS, P., COSTA, L., SARAIVA, L. O., ROSSI, T. A., CAVALCANTI, A. N. & DA ROCHA NOGUEIRA-FILHO, G. 2010. Morphologic texture characterization allied to cigarette smoke increase pigmentation in composite resin restorations. *J Esthet Restor Dent*, 22, 252–9.
- MAY, K. B., RAZZOOG, M. E., KORAN, A., 3RD & ROBINSON, E. 1992. Denture base resins: comparison study of color stability. *J Prosthet Dent*, 68, 78–82.
- MAY, K. B., SHOTWELL, J. R., KORAN, A., 3RD & WANG, R. F. 1996. Color stability: denture base resins processed with the microwave method. *J Prosthet Dent*, 76, 581–9.
- MINAMI, H., HORI, S., KURASHIGE, H., MURAHARA, S., MURAGUCHI, K., MINESAKI, Y. & TANAKA, T. 2007. Effects of thermal cycling on surface texture of restorative composite materials. *Dent Mater J*, 26, 316–22.
- MORGANO, S. M., VERDE, M. A. & HADDAD, M. J. 1993. A fixed–detachable implant–supported prosthesis retained with precision attachments. *J Prosthet Dent*, 70, 438–42.
- N.** NEPPELENBROEK, K. H., PAVARINA, A. C., GOMES, M. N., MACHADO, A. L. & VERGANI, C. E. 2006. Bond strength of hard chairside relined resins to a

rapid polymerizing denture base resin before and after thermal cycling. *J Appl Oral Sci*, 14, 436–42.

- O.** O'CONNOR, R. J., KOZLOWSKI, L. T., HAMMOND, D., VANCE, T. T., STITT, J. P. & CUMMINGS, K. M. 2007. Digital image analysis of cigarette filter staining to estimate smoke exposure. *Nicotine Tob Res*, 9, 865–71.
- OGUZ, S., MUTLUAY, M. M., DOGAN, O. M. & BEK, B. 2007. Color change evaluation of denture soft lining materials in coffee and tea. *Dent Mater J*, 26, 209–16.
- OMATA, Y., UNO, S., NAKAOKI, Y., TANAKA, T., SANO, H., YOSHIDA, S. & SIDHU, S. K. 2006. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. *Dent Mater J*, 25, 125–31.
- P.** PARANHOS HDE, F., DAVI, L. R., PERACINI, A., SOARES, R. B., LOVATO, C. H. & SOUZA, R. F. 2009. Comparison of physical and mechanical properties of microwave-polymerized acrylic resin after disinfection in sodium hypochlorite solutions. *Braz Dent J*, 20, 331–5.
- PARANHOS HDE, F., PERACINI, A., PISANI, M. X., OLIVEIRA VDE, C., DE SOUZA, R. F. & SILVA-LOVATO, C. H. 2013. Color stability, surface roughness and flexural strength of an acrylic resin submitted to simulated overnight immersion in denture cleansers. *Braz Dent J*, 24, 152–6.
- PARVIZI, A., LINDQUIST, T., SCHNEIDER, R., WILLIAMSON, D., BOYER, D. & DAWSON, D. V. 2004. Comparison of the dimensional accuracy of injection-molded denture base materials to that of conventional pressure-pack acrylic resin. *J Prosthodont*, 13, 83–9.
- PAUL, S., PETER, A., PIETROBON, N. & HAMMERLE, C. H. 2002. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*, 81, 578–82.
- PERACINI, A., DAVI, L. R., DE QUEIROZ RIBEIRO, N., DE SOUZA, R. F., LOVATO DA SILVA, C. H. & DE FREITAS OLIVEIRA PARANHOS, H. 2010. Effect of denture cleansers on physical properties of heat-polymerized acrylic resin. *J Prosthodont Res*, 54, 78–83.
- PERO, A. C., MARRA, J., PALEARI, A. G., PEREIRA, W. R., BARBOSA, D. B. & COMPAGNONI, M. A. 2010. Measurement of interfacial porosity at the acrylic resin/denture tooth interface. *J Prosthodont*, 19, 42–6.
- PFEIFFER, P. & ROSENBAUER, E. U. 2004. Residual methyl methacrylate monomer, water sorption, and water solubility of hypoallergenic denture base

- materials. *J Prosthet Dent*, 92, 72–8.
- PHILLIPS, R. W. & SKINNER, E. W. 1996. *Skinner's science of dental materials*, Philadelphia, Saunders, WB Saunders Co.
- R.** RUTKUNAS, V., SABALIAUSKAS, V. & MIZUTANI, H. 2010. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. *Dent Mater J*, 29, 167–76.
- S.** SALLOUM, A. M. 2014. 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*, 14, 179–86.
- SARAC, D., SARAC, Y. S., KURT, M. & YUZBASIOGLU, E. 2007. The effectiveness of denture cleansers on soft denture liners colored by food colorant solutions. *J Prosthodont*, 16, 185–91.
- SATO, S., CAVALCANTE, M. R., ORSI, I. A., PARANHOS HDE, F. & ZANIQUELLI, O. 2005. Assessment of flexural strength and color alteration of heat-polymerized acrylic resins after simulated use of denture cleansers. *Braz Dent J*, 16, 124–8.
- SEPULVEDA-NAVARRO, W. F., ARANA-CORREA, B. E., BORGES, C. P., JORGE, J. H., URBAN, V. M. & CAMPANHA, N. H. 2011. Color stability of resins and nylon as denture base material in beverages. *J Prosthodont*, 20, 632–8.
- SHAM, A. S., CHU, F. C., CHAI, J. & CHOW, T. W. 2004. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent*, 91, 447–52.
- SILVA, P. M., ACOSTA, E. J., JACOBINA, M., PINTO LDE, R. & PORTO, V. C. 2011. Effect of repeated immersion solution cycles on the color stability of denture tooth acrylic resins. *J Appl Oral Sci*, 19, 623–7.
- SINGH, K., SUVARNA, S., AGNIHOTRI, Y., SAHOO, S., KUMAR, P. 2014. Color stability of aesthetic restorative materials after exposure to commonly consumed beverages: A systematic review of literature. *European Journal of Prosthodontics*, 2, 15–22.
- SINGH, S. V. & AGGARWAL, P. 2012. Effect of tea, coffee and turmeric solutions on the colour of denture base acrylic resin: an in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*, 12, 149–53.
- STRATTON, K., SHETTY, P., WALLACE, R. & BONDURANT, S. 2001. In: STRATTON, K., SHETTY, P., WALLACE, R. & BONDURANT, S. (eds.)

*Clearing the Smoke: Assessing the Science Base for Tobacco Harm Reduction.* Washington (DC).

- U.** UCAR, Y., AKOVA, T. & AYSAN, I. 2012. Mechanical properties of polyamide versus different PMMA denture base materials. *J Prosthodont*, 21, 173–6.
- UM, C. M. & RUYTER, I. E. 1991. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int*, 22, 377–86.
- UNLU, A., ALTAY, O. T. & SAHMALI, S. 1996. The role of denture cleansers on the whitening of acrylic resins. *Int J Prosthodont*, 9, 266–70.
- V.** VALLITTU, P. K. 1999. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent*, 81, 318–26.
- VALLITTU, P. K., LASSILA, V. P. & LAPPALAINEN, R. 1994. Acrylic resin–fiber composite—Part I: The effect of fiber concentration on fracture resistance. *J Prosthet Dent*, 71, 607–12.
- VAN DER BURGT, T. P., TEN BOSCH, J. J., BORSBOOM, P. C. & KORTSMIT, W. J. 1990. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent*, 63, 155–62.
- W.** WEE, A. G., LINDSEY, D. T., KUO, S. & JOHNSTON, W. M. 2006. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater*, 22, 553–9.
- WU, J. C., LATTA, G. H., JR., WICKS, R. A., SWORDS, R. L. & SCARBECZ, M. 2003. In vitro deformation of acetyl resin and metal alloy removable partial denture direct retainers. *J Prosthet Dent*, 90, 586–90.
- Y.** YANNIKAKIS, S. A., ZISSIS, A. J., POLYZOIS, G. L. & CARONI, C. 1998. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent*, 80, 533–9.

أبو حامد، ح . مبادئ فيزيولوجيا الفم والأسنان . كتاب جامعي ، منشورات جامعة دمشق ،  
2013

غريواتي، م . أ . دراسة مخبرية وسريية مقارنة لقواعد الأجهزة الأكريلية المصنوعة بطرائق حقن  
مختلفة. (رسالة دكتوراه) ، سورية ، جامعة دمشق ، 2007

الحلاق، خ . ر . دراسة مخبرية مقارنة بين الأكريل المصلب بتقنية السكب والأكريل التقليدي  
حراري التصلب من حيث المسامية وتحري المونومير. (رسالة ماجستير) ، سورية ، جامعة  
دمشق ، 2010

السعدي، م . سلوم، ع . المصطفى، ع . التعويضات السنية المتحركة (1) الجزء العملي .  
كتاب جامعي ، منشورات جامعة دمشق . 2014

السعدي، م . دراسة مقارنة لبعض طرق القضاء على الجراثيم والفطور الموجودة في الأجهزة  
السنية المتحركة وتأثير هذه الطرق على الأجهزة السنية. (رسالة دكتوراه) ، سورية ، جامعة  
دمشق، 2002

العيسى، ح . دراسة مقارنة للخواص الفيزيوميكانيكية للأكريل المستخدم في صنع قواعد الأجهزة  
المتحركة والمصلب بالطريقة التقليدية وطريقة الحقن. (رسالة ماجستير) ، سورية ، جامعة  
دمشق، 2002

الكردي، ن . ع . دراسة مخبرية مقارنة لمقاومة الانعطاف والتعب لنوعين من الراتنج الأكريلي  
حراري التماثر. (رسالة ماجستير) ، سورية ، جامعة دمشق ، 2010

الياس، ك . س . دراسة مقارنة بين الأجهزة المتحركة التقليدية والمرنة. (رسالة ماجستير) ،  
سورية ، جامعة دمشق ، 2007

المارتييني، غ . دراسة مخبرية مقارنة لتأثير طريقة تصليب أكريل قواعد الأجهزة على بعض  
خصائصه الفيزيائية. (رسالة ماجستير) ، سورية ، جامعة دمشق ، 2010

## الملخص باللغة العربية

**خلفية البحث :** إن تغير لون مادة الرانتج الأكريلي المُستعمل في صنع قواعد الأجهزة السنية عند تعرضه للأطعمة، والمشروبات المُسببة للتصبغ في الحفرة الفموية، يُشكل مشكلة جمالية هامة تؤثر على رضا المريض، وتقبله للجهاز التعويضي .

**هدف البحث :** دراسة تأثير أربعة محاليل هي: (اللعاب الصناعي، محلول الشاي، محلول القهوة، محلول النيكوتين) في لون ثلاثة أنواع من الرانتج الأكريلي المُستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة وهي: (الرانتج الأكريلي حراري التماثر، رانتج الحقن، رانتج السكب)، وذلك قبل غمرها، وبعد غمرها في هذه المحاليل لمدة 24 ساعة، 48 ساعة، أسبوع، شهر .

**المواد والطرائق :** تألفت عينة البحث من 180 قرص رانتجي دائري بقطر 1 سم، وثمانية 3 ملم موزعة على ثلاث مجموعات بحسب نوع الرانتج . تحتوي كل مجموعة على 60 قرصاً بحيث يُغمر 15 قرصاً منها في محلول من المحاليل الأربعة المدروسة وهي (اللعاب الصناعي، محلول الشاي، محلول قهوة، محلول النيكوتين) وبدرجة حرارة 37°م، وتم قياس اللون باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي Spectrophotometer (Easysshade) وذلك قبل الغمر، وبعد الغمر لمدة 24 ساعة، و 48 ساعة، وأسبوع، وشهر، إذ تم حساب مقدار التغير اللوني  $\Delta E$  الحاصل وفقاً لنظام اللجنة الدولية للإنارة (CIE (Commission International d'Eclairage) . تم تحليل البيانات إحصائياً بإجراء اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه للقياسات المتكررة Two-Way ANOVA with Repeated Measure؛ لدراسة دلالة الفروق الرئيسية والثنائية في متوسط قيم التغير اللوني  $\Delta E$ ، كما تم إجراء اختبار (Bonferroni-Test)؛ للمقارنات الثنائية بين المجموعات .

**النتائج :** إن تغير لون الرانتج المستعمل في صنع قواعد الأجهزة المتحركة ازداد مقداره مع تقدم الزمن، إذ أصبح هذا التغير ملاحظاً سريرياً بعد أسبوع من الغمر، ووصل إلى قيم غير مقبولة سريرياً بعد شهر من الغمر، كما اختلف تأثير المحاليل في مقدار التغير اللوني بين المراحل الأربعة باختلاف نوع الرانتج، ونوع المحلول، وكان تأثير محلول الشاي أكبر من تأثير باقي المحاليل، ومحلول اللعاب الصناعي هو الأقل تأثيراً في اللون في كل المراحل الزمنية المدروسة،

وبالمقارنة بين أنواع الراتنج كان راتنج الحقن هو الأكثر ثباتاً لونياً، وراتنج السكب هو الأقل ثباتاً لونياً بين أنواع الراتنج المدروسة .

**الاستنتاجات :** من خلال هذه الدراسة تبين أن عامل الزمن لعب الدور الأكبر في التغير اللوني، وأن راتنج الحقن هو الأكثر ثباتاً لونياً بين أنواع الراتنج المدروسة، ومحلل اللعاب الصناعي هو الأقل تأثيراً على اللون، مما يدل على دور المصبغات الموجودة في محاليل الشاي، والقهوة، والنيكوتين في إحداث تغير اللون، كما اختلف تأثير المحاليل باختلاف نوع الراتنج، والمدة الزمنية.

**الكلمات المفتاحية :** التغير اللوني، الراتنج الأكريلي، الشاي، القهوة، النيكوتين .

## Abstract

**Statement of problem:** Discoloration of acrylic resin denture base when it comes in contact with various food materials and beverages in the oral cavity may cause aesthetic concern to a denture wearer.

**Purpose:** To evaluate the effect of four solutions (artificial saliva, tea, coffee, and nicotine) on the color stability of three types of denture acrylic resins (heat polymerized acrylic resin, injection resin, and pour resin) after immersion for 24 hours, 48 hours, one week, or one month.

**Material and methods:** A total of 180 resin disks (1.0-cm diameter, 3.0-mm thick) were fabricated. The disks were divided into 3 groups according to the type of resin. 15 disks of each group were immersed in each type of studied solutions : (artificial saliva, tea, coffee, and nicotine) at 37°C. The color was evaluated using spectrophotometer (Easyshade) before immersion, and 24 hours, 48 hours, one week, or one month after immersion. The CIE (Commission International d'Eclairage) system was used to determine  $\Delta E$  (color change) values. Data was statistically analyzed with Two-Way ANOVA with Repeated Measure analysis followed by (Bonferroni-Test) For bilateral comparisons between groups.

**Results:** The color change of denture acrylic resin has increased with immersion time, so it became clinically noticeable after one week, and clinically unacceptable after one month, also The values of color change differed according to the type of resin, solution, and time. The effect of tea on color was higher than the effect of other solutions, and the

artificial saliva has the least effect on the color in all studied phases. The injection resin presented better color stability than other resins, and the pour resin was the least color stable between the three types of resins.

**Conclusions:** Within the limitation of this study, it was concluded that the injection resin was the most stable chromatically amongst types of studied resins, and the artificial saliva solution had the least effect on the color, which indicated that the pigments found in tea and coffee are responsible for the color change. In addition, the effect of the solutions was different depending on the type of resin and the length of time.

**Key words:** Color Change, Acrylic Resin, Tea, Coffee, and nicotine.

الملحق

Appendix