



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة حماة
كلية طب الأسنان
قسم تقويم الأسنان والفكين

تقييم تأثير العوامل داخل الفموية في الراسفات التقويمية الشفافة

بحث علمي أعد لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان
اختصاص تقويم الأسنان والفكين

إعداد طالبة الماجستير
ديمه فواز شرابي

إشراف

الدكتور طارق زياد خطاب

مدرس في قسم تقويم الأسنان والفكين
كلية طب الأسنان - جامعة حماة

2022م - 1443 هـ

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة :

تقييم تأثير العوامل داخل الفموية في الراصفات التقويمية الشفافة

هو نتيجة بحث علمي قامت به الطالبة ديمة فواز شرابي بإشراف الدكتور طارق خطاب قد تم توثيق المعلومات المسندة لأبحاث أخرى في نص الرسالة.

الأستاذ المشرف
الدكتور طارق خطاب

طالبة الدراسات
ديمة شرابي

CERTIFICATION

It is hereby certified that the work described in this thesis

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

is the result of student Deema Fawaz Sharabi own investigation under the supervision of Dr. Tariq Ziad Khattab, and any references of other researchers' work has been duly documented in text.

Supervisor

Student

Dr. Tariq Ziad Khattab

Deema Fawaz Sharabi

تصريح

أصّرّح بأن هذا العمل :

تقييم تأثير العوامل داخل الفموية في الراصفات التقويمية الشفافة

لم ينجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أي جامعة أخرى أو معهد تعليمي آخر.

طالبة الدراسات

ديمتا فواز شرابي

DECLARATION

I declare that the work :

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

has not been submitted concurrently for any other degree.

Student

Deema Fawaz Sharabi

الشكر

بسم الله الرحمن الرحيم

أحمد الله عز وجل الذي وفقني في إتمام هذا البحث العلمي والذي رزقني الصحة والعافية والعزيمة. فالحمد لله حمداً كثيراً.

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أستاذي المشرف على رسالتي " د. طارق خطاب" نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون الإدارية في جامعة حماه على كل ما قدمه لي من توجيهات ومعلومات قيمة ساهمت في إثراء بحثي في جوانبه المختلفة فله كل التقدير والاحترام.

كما أتوجه بخالص الشكر والامتنان إلى أستاذتي الغالية رئيسة قسم تقويم الأسنان والفكين في جامعة حماه "أ.د. رباب الصباغ" لدعمها الدائم ولمجهودها الكبير في نصحي وتوجيهي ولتفضلها الكريم في تحكيم رسالتي فلها أسمى عبارات الثناء والتقدير.

وأقدم جزيل الشكر والعرفان إلى رئيس قسم تقويم الأسنان والفكين في جامعة حلب "أ.د. عبد المالك مجني" لتكرمه وقبوله تحكيم رسالتي وتحمل عناء السفر. افتخر بحضوركم أستاذتي.

ويمتد جزيل شكري إلى إدارة كلية طب الأسنان في جامعة حماه متمثلة بعميد الكلية "أ.د. بسام نجار" و"د. ابتسام سلامة" نائب العميد للشؤون العلمية، وجميع أعضاء الهيئة التدريسية والعاملين في كلية طب الأسنان وأخص منهم شعبة الدراسات العليا على الدعم والتسهيلات التي قدموها خلال فترة إنجاز هذا العمل.

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	قائمة المحتويات
1	الفصل الأول: المقدمة
3	1 المقدمة
5	الفصل الثاني: مراجعة الأدبيات
7	2 مراجعة الأدبيات
7	2.1 الحاجة إلى تقويم الأسنان التجميلي
8	2. 2 تقنية الراصفات الشفافة
8	2.2.1 تعريف الراصفات الشفافة
8	2.2.2 لمحة تاريخية
9	2.3 استطبانات ومضادات استطباب الراصفات الشفافة
10	2.3.1 استطبانات الراصفات التقويمية الشفافة
11	2.3.1.2 مضادات استطباب الراصفات الشفافة
11	2.3.2 ميزات ومساوى تقنية التقويم بالراصفات الشفافة
11	2.3.2.1 ميزات الراصفات الشفافة
12	2.3.2.2 مساوى تقنية الراصفات الشفافة
13	2.3.3 كيفية تطبيق وإزالة الراصفات الشفافة

13	2.4 شرح خصائص المواد اللدنة المصنع منها الراصفات الشفافة
14	2.5 الميكانيك الحيوي للراصفات الشفافة
16	2.5.1 القوة
18	2.5.2 الارتباط
19	2.5.3 الارساء
20	2.6.1 تغير اللون
23	2.6.2 تغير الشفافية
24	2.6.3 تغير السماكة
25	2.6.4 تغير المرونة
26	2.6.5 تغير الأبعاد
26	2.6.6 تغيرات أخرى
27	2.7 تقنيات قياس اللون والطيف المرئي
29	2.7.1 قياس الألوان
30	2.8 الازدحام السني
30	2.8.1 نسبة انتشار الازدحام
31	2.8.2 السحل المينائي السني للسطوح الملاصقة للأسنان كحل للازدحام
31	2.8.3 تقنيات السحل
32	2.9 تبيان المشكلة

33	الفصل الثالث : أهداف الدراسة وفرضيات العدم
35	3.1 الأهداف الأساسية:
35	3.2 فرضيات العدم:
37	الفصل الرابع : المواد والطرائق
39	4.1 تصميم الدراسة
39	4.2 مكان إنجاز البحث
39	4.3 أدوات البحث:
39	4.4 أجهزة البحث:
40	4.5 تقدير حجم العينة
40	4.6 وصف العينة:
40	4.7 أفراد العينة
41	4.7.1 معايير إدخال عينة البحث
41	4.7.2 معايير الإخراج
41	4.7.3 انتقاء أفراد العينة
42	4.8 طريقة قياس الازدحام على الأمثلة الجبسية:
44	4.9 مراحل إنجاز البحث في عينة الدراسة:
44	4.9.1 صناعة الراصفات الشفافة:
48	4.9.2 المسح ثلاثي الأبعاد للراصفات الشفافة:

49	4.9.3 قياس سماكة الراصفات الشفافة:
52	4.9.4 قياس لون الراصفات الشفافة:
55	4.9.5 تطبيق الراصفات الشفافة لمرضى العينة:
56	4.10 مقارنة تغير اللون:
56	4.11 مقارنة تغير السماكة:
56	4.12 مقارنة التغير ثلاثي الأبعاد للراصفات الشفافة:
61	4.13 التحليل الإحصائي
65	الفصل الخامس : النتائج
67	5.1 عينة الدراسة
68	5.2 متغير اللون
68	5.2.1 متغير اللون في المرحلة الأولى
71	5.2.2 متغير اللون في المرحلة الثانية
74	5.3 متغير السماكة
74	5.3.1 متغير السماكة في المرحلة الأولى
81	5.3.2 متغير السماكة في المرحلة الثانية
88	5.3.3 متغير السماكة في كلا المرحلتين
91	5.4. متغير الأبعاد الثلاثية
91	أولاً: الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير الأبعاد الثلاثية:

92	ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير الأبعاد الثلاثية:
93	ثالثاً: حساب خطأ الطريقة (ME):
95	الفصل السادس : المناقشة
97	6.1 تصميم الدراسة
100	6.2 تغير اللون
102	6.3 تغير السماكة
105	6.4 التغيرات الثلاثية الأبعاد وتشوه الشكل
109	الفصل السابع : الاستنتاجات
113	الفصل الثامن : التوصيات والمقترحات
117	الفصل التاسع : الملخص
119	9.1 الملخص باللغة العربية
120	9.2 الملخص باللغة الأجنبية
121	الفصل العاشر : الملاحق
123	10.1 الملحق رقم (1): استمارة الاستجواب الطبّي والسّني
124	10.2 الملحق رقم (2): استمارة الفحص السريري
125	10.3 الملحق رقم (3): ورقة المعلومات
126	10.4 الملحق رقم (4): ورقة الموافقة
127	10.5 الملحق رقم (5): حالات سريريّة

127	10.5.1 الحالة الأولى
129	10.5.2 الحالة الثانية
133	الفصل الحادي عشر : المراجع
135	المراجع الأجنبية
140	المراجع العربية

فهرس الأشكال والصور التوضيحية

رقم الصفحة	المحتوى	رقم الشكل
16	يبين يظهر عند المريض عضة عميقة وفراغات بين سنية تشابك حديبي خلفي جيد وانكشاف جيد للقواطع - مثال على حالة يبدو فيها أن التخطيط للعلاج بتقويم الأسنان الثابت بسيط فيها ويصبح علاجاً معقداً حين يتم إجراؤه باستخدام الراصفات الشفافة، بسبب قيود التقنية	(2-1)
18	يبين أمثلة على الاختلاف في نقاط تطبيق القوى بين الأجهزة الثابتة والراصفات الشفافة أثناء الإدخال (A). يقوم نظام الحاصرات والأسلاك بدفع الأسنان باتجاه السلك (B) بينما تقوم الراصفات بسحب الأسنان إلى الاتجاه المطلوب (C)	(2-2)
19	يبين التيجان السيريرية الطويلة (أ) توفر ارتباط أفضل للراصفة الشفافة، بينما التيجان السيريرية القصيرة (ب) توفر ارتباط أقل	(2-3)
22	يبين التغير اللوني الحاصل للراصفات الشفافة في بحث قام به (Liu, Sun et al. 2016)	(2-4)
23	يبين التغير اللوني لمجموعة من الراصفات بعد تعرضها لعوامل ملونة لمدة 12 ساعة - 7 أيام	(2-5)
25	يبين خريطة توزيع السماكات مع نقاط دلالة يمنى ويسرى أخذت لقياس سماكة الراصفات	(2-6)
28	يبين المقياس الإقليدي لبعده اللون	(2-7)
42	يبين الطواع البلاستيكية والألجينات	(4-1)
43	يبين كيفية قياس مشعر ليتل	(4-2)
44	يبين الطبقات المطاطية بقوامين صلب ورخو	(4-3)
45	يبين الماسح ثلاثي الأبعاد	(4-4)
46	يبين نتيجة مسح الأمثلة تهيئاً لصناعة الراصفات	(4-5)

45	يبين واجهة برنامج Ortho Analyzer 2017 (3shape)	(4-6)
46	يبين نتائج تصدير المسح ثلاثي الأبعاد للبرنامج Ortho Analyzer 2017 (3shape)	(4-7)
46	يبين تنبؤ ثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة	(4-8)
47	يبين مقدار الدورانات، التزوي، الإمالة، حركات التبزيغ والغرس، إضافة لمقدار السحل المينائي الواجب تطبيقه على الأسنان لاحد مرضى العينة	(4-9)
47	يبين الطابعة ثلاثية الأبعاد المخصصة للاستخدامات السنّية Original Prusa i3 MK3 by Josef Prusa, Prague,) (Czech Republic	(4-10)
48	يبين 3D scan spray (NHT high technology, scan spray, UAE)	(4-11)
49	يبين الراصفات قبل وبعد تغطيتها ب 3D scan spray	(4-12)
50	يبين النقاط المرجعية لقياس سماكة الراصفات	(4-13)
51	يبين البياكوليس المعدل	(4-14)
52	يبين الذراعين المضافين للبياكوليس المعدل	(4-15)
53	يبين مثال لجسم سن مدعم بوتد من الالياف الزجاجية من الكومبوزيت درجته اللونية A3	(4-16)
53	يبين طريقة استخدام جهاز قياس اللون	(4-17)
54	يبين نتائج القياس اللوني.	(4-18)
55	يبين مقياس سماكة السحل	(4-19)
57	يبين واجهة برنامج GOM inspect (GOM inspect suite 2020)	(4-20)
57	يبين الصفحة الرئيسية للبرنامج.	(4-21)
58	يبين النقاط المرجعية الثلاثة المستخدمة في عمل المطابقة	(4-22)

58	يبين خيار قياس المسافة	(4-23)
59	يبين خريطة لونية تعبر عن المسافة بين سطحي الشكلين الأول والثاني	(4-24)
60	يبين النقاط المرجعية المستخدمة في مقارنة ثبات الأبعاد	(4-25)
61	يبين قياس البرنامج للنقاط المرجعية على الخريطة اللونية.	(4-26)
127	يوضح حالة أسنان المريضة (ع.م) قبل العلاج من الناحية الجبهية.	(10-1)
127	يوضح الازدحام السني عند المريضة (ع.م) قبل العلاج من الناحية الاطباقية للفك العلوي والسفلي.	(10-2) و (10-3)
128	يوضح حالة أسنان المريضة (ع.م) بعد العلاج من الناحية الجبهية.	(10-4)
128	يوضح ارتصاف أسنان المريضة (ع.م) بعد المعالجة من الناحية الاطباقية للفك العلوي والسفلي.	(10-5) و (10-6)
129	يوضح التوقع البياني الثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة في الحالة الأولى	(10-7)
130	يوضح حالة أسنان المريضة (س.ط) قبل العلاج من الناحية الجبهية.	(10-8) (9-) (10)
130	يوضح الازدحام السني عند المريضة (س.ط) قبل العلاج من الناحية الاطباقية للفك العلوي والسفلي	(10-10) و (10-11)
130	يوضح حالة أسنان المريضة (س.ط) بعد العلاج من الناحية الجبهية.	(10-12) (10-13)
130	يوضح ارتصاف أسنان المريضة (س.ط) بعد العلاج من الناحية الاطباقية للفك العلوي والسفلي.	(10-14) و (10-15)
131	يوضح التوقع البياني الثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة في الحالة الثانية.	(10-16)

فهرس الجداول

رقم الصفحة	المحتوى	رقم الجدول
10	يوضح مدى كفاءة الراصفات التقويمية الشفافة في معالجة الحالات التقويمية المتعددة	(2-1)
20	يقارن بين الراصفات والاجهزة الثابتة من حيث القوة والارتباط والإرساء	(2-2)
30	يبين تقييم المكتب الوطني للمعايير لوصف تغير اللون	(2-3)
50	يبين توزيع النقاط التي تم اعتمادها لقياس سماكة راصفات الفك العلوي والسفلي.	(4-1)
59	يبين توزيع النقاط المعتمدة لتحديد التغيرات الثلاثية الأبعاد.	(4-2)
67	الخصائص الأساسية للعينة قبل البدء بالمعالجة.	(5-1)
68	المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راصفات التقويم في المرحلة الأولى	(5-2)
69	نتائج استخدام اختبار T ستودنت لعينة واحدة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى مع القيمة 0 (الحالة الطبيعية)	(5-3)
69	التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الأولى	(5-4)
70	قيم خطأ الطريقة لمتغير اللون في المرحلة الأولى عند المرضى الخاضعين للدراسة	(5-5)
71	المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راصفات التقويم في المرحلة الثانية	(5-6)
71	نتائج استخدام اختبار T ستودنت لعينة واحدة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية مع القيمة 0 (الحالة الطبيعية)	(5-7)

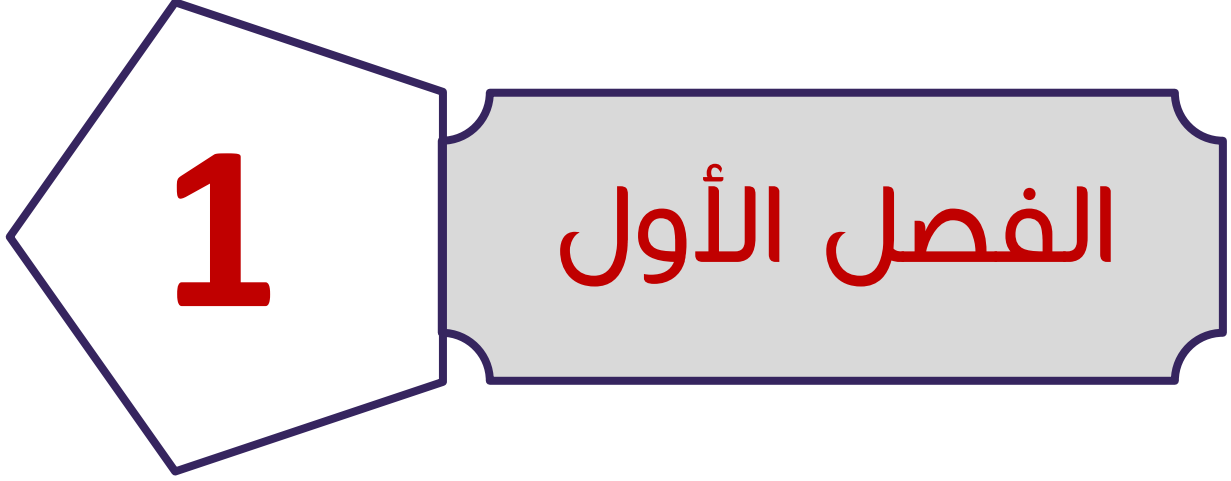
72	التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الثانية	(5-8)
73	قيم خطأ الطريقة لمتغير اللون في المرحلة الثانية عند المرضى الخاضعين للدراسة	(5-9)
74	المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راصفات التقويم في المرحلة الأولى	(5-10)
78	نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المترابطة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى قبل وبعد إجراء التجربة	(5-11)
80	قيم خطأ الطريقة لمتغير السماكة في المرحلة الأولى عند المرضى الخاضعين للدراسة قبل وبعد إجراء التجربة	(5-12)
82	المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم في المرحلة الثانية	(5-13)
85	نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المترابطة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية قبل وبعد إجراء التجربة	(5-14)
87	قيم خطأ الطريقة لمتغير السماكة في المرحلة الثانية عند المرضى الخاضعين للدراسة قبل وبعد إجراء التجربة	(5-15)
89	المتوسطات الحسابية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راصفات التقويم في المرحلة الأولى والمرحلة الثانية وقيمة الفرق بين كل قياسين	(5-16)
91	المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير الأبعاد الثلاثية في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم	(5-17)
92	نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المستقلة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير الأبعاد الثلاثية في مجموعة المرضى ما بين مرحلتى الدراسة في كل فك	(5-18)
93	قيم خطأ الطريقة لمتغير الأبعاد الثلاثية عند المرضى الخاضعين للدراسة في مرحلتى الدراسة في كلا الفكين	(5-19)

فهرس المخططات

رقم الصفحة	المحتوى	رقم المخطط
67	نسبة الذكور والإناث في عينة الدراسة.	(5-1)
70	قيم التوزيعات التكرارية لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الأولى	(5-2)
73	التوزيعات التكرارية لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الثانية	(5-3)
76	المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك العلوي	(5-4)
77	المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك السفلي	(5-5)
84	المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الثانية لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك العلوي	(5-6)
84	المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الثانية لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك السفلي	(5-7)
92	المتوسطات الحسابية لمتغير الأبعاد الثلاثية في كلا مرحلتي الدراسة في الفك العلوي والسفلي	(5-8)

فهرس الملاحق

رقم الصفحة	المحتوى	رقم الملحق
123	استمارة الاستجاب الطّبي والسّتي	ملحق (1)
124	استمارة الفحص السّري	ملحق (2)
125	ورقة المعلومات	ملحق (3)
126	ورقة الموافقة	ملحق (4)
127	حالات سريرية	ملحق (5)



المقدمة

Introduction

الفصل الأول

1 المقدمة Introduction:

تعتبر المعالجات التقويمية أساسية في كثير من الحالات لتصحيح الناحية الجمالية والوظيفية للمرضى، ولكن في بعض الأحيان يتردد المرضى حول موضوع تلقي المعالجة التقويمية وذلك بسبب الخوف من الألم وحس الانزعاج المرافق لتطبيق الحاصرات التقويمية

(Srivastava, Jyoti et al. 2017).

بذلت جهود كبيرة لتحسين النواحي التجميلية للأجهزة التقويمية الثابتة حيث تم إنتاج حاصرات من البلاستيك والخزف وتم إنتاج حاصرات مخصصة للتقويم اللساني، كما تم تصنيع أسلاك تقويمية مغطاة بمادة من لون السن. على الرغم من ذلك بقي العديد من المرضى البالغين يرفضون المعالجة التقويمية بسبب شعورهم بالإحراج من منظر الحاصرات التقويمية

.(Ling 2005)

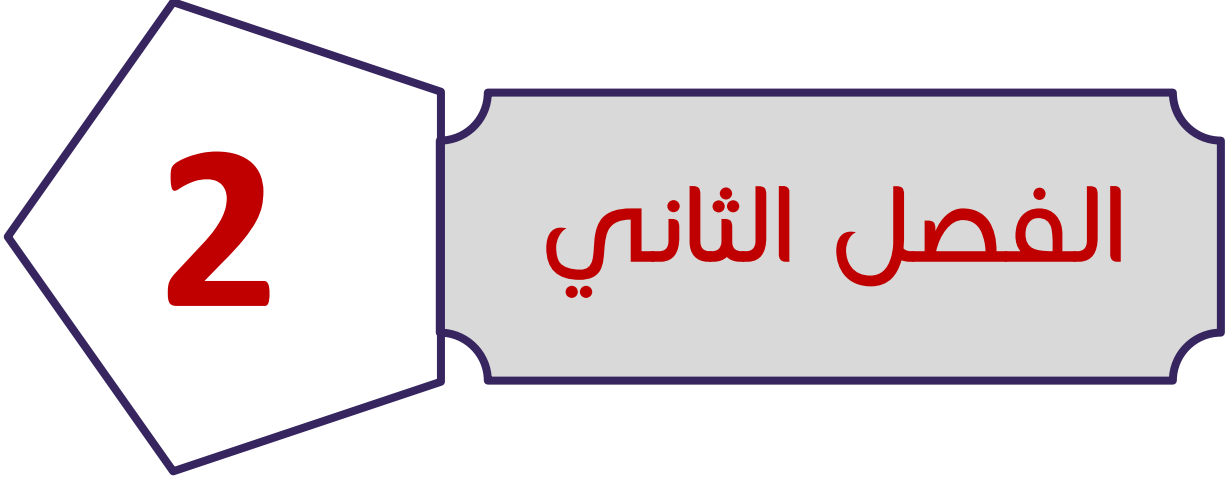
وفي الثمانينيات أدخلت تعديلات على الصفائح البلاستيكية الشفافة المفرغة بالضغط Vacuum formed clear aligners (VFCL) كي تستخدم ضمن المعالجات التقويمية للبالغين والتي سميت لاحقاً بـ (الرافعات الشفافة) clear aligners

.(Proffit 2018)

الرافعة التقويمية تتعرض للكثير من المتغيرات داخل البيئة الفموية كالحرارة والرطوبة والملونات وقوى المضغ والعوامل الأخرى المختلفة لكن تأثير هذه المتغيرات الداخل فموية على الرافعات غير محدد بشكل دقيق في الأدبيات الطبية المنشورة.

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة التغير اللوني الطارئ بعد 14 يوماً على الرافعات التقويمية الشفافة، وتغير سماكتها تحت تأثير قوى التآكل والقوى الماضغة، كما تمت دراسة التغيرات

الثلاثية الأبعاد من خلال عمل مطابقة للشكلين (الراصفة قبل وبعد التعرض داخل الفموي)
لكشف مدى التشوه الحاصل في الراصة التقويمية



مراجعة الأدبيات

Literature Review

الفصل الثاني

2 مراجعة الأدبيات Literature Review:

2.1 الحاجة إلى تقويم الأسنان التجميلي:

أدى الطلب المتزايد على المزيد من أجهزة تقويم الأسنان التجميلية إلى إحداث تطورات جمالية تميزت بظهور الأجهزة غير المرئية، مثل الحاصرات الخزفية، والتقويم اللساني، والراصفات الشفافة (Ghafari 2015)، ورغم الجهود الكبيرة المبذولة لتحسين مظهر الجهاز التقويمي الثابت عن طريق تصنيع الحاصرات الخزفية التجميلية والأسلاك المغطاة بمادة من لون السن فقد بقي العديد من المرضى البالغين يرفضون المعالجة التقويمية بالحاصرات الدهليزية نظراً لإحراجهم من منظر الجهاز التقويمي الدهليزي (Bergström, Halling et al. 1998).

وجد Rosvall أن الأجهزة التقويمية الأكثر جاذبية وتقبلاً لدى المرضى هي جهاز التقويم اللساني والراصفات الشفافة حيث احتلت المرتبة الأولى، ثم الحاصرات الخزفية فالحاصرات الخزفية ذاتية الربط فالحاصرات الفولاذية التقليدية. حيث وصل تقبل المرضى للجهاز اللساني والصفائح الشفافة إلى أكثر من 90% والحاصرات الخزفية إلى أكثر من 80%، في حين كان تقب الحاصرات الفولاذية 55% (Rosvall, Fields et al. 2009)، فغالباً ما يفضل البالغين التقويم الشفاف على الحاصرات، وذلك لاعتبارات جمالية وللراحة (Shalish, Cooper- (Kazaz et al. 2012).

يوجد العديد من أنظمة الراصفات يتم تطويرها حول العالم، حيث من المهم أن نفهم أن المعالجة التقويمية بالراصفات الشفافة هي تقنية وليست منتج، حيث أن هنالك اعتقاد خاطئ بأن الراصفات الشفافة هي جهاز تقويمي متواضع قادر فقط على إجراء حركات سنوية بسيطة لكن نظام الراصفات التقويمية الشفافة المعاصر هو جهاز تقويمي شامل قادر على علاج طيف واسع من سوء الإطباق (Tai 2018).

2.2 تقنية الراصفات الشفافة:

2.2.1 تعريف الراصفات الشفافة:

هي عبارة عن ميزات شفاقة مصنعة من اللدائن ومشكلة بالحرارة والضغط يعتمد مبدأ المعالجة التقويمية من خلالها على استخدام سلسلة من الراصفات الشفافة القابلة للإزالة لتحريك الأسنان المنحرفة تدريجياً إلى أوضاع محسنة، لتحسن كل من الإطباق والوظيفة إضافة لمظهرها التجميلي (Cerroni, Pasquantonio et al. 2018).

2.2.2 لمحة تاريخية:

يرجع تاريخ الراصفات التقويمية الشفافة الى عام 1945 عندما قدّم Dr. h. kesling لأول مرة راصفة اسنان شفافة مشكلة بتفريغ الضغط vacuum-formed لعمل حركات تقويمية اصغرية. وكانت عملية مضنية حيث تطلبت إعادة توضع يدوية للأسنان وتثبيتهم بواسطة الشمع ثم كانت تصنع مثبته شفافة مصنعة عبر الضغط لكل حركة سنوية وذلك عبر سلسلة من المراحل حتى يتم رصف الأسنان. كانت هذه التقنية قادرة على رصف الأسنان بشكل طفيف. لكن كمية العمل المطلوبة حالت دون استخدامها على نطاق واسع خاصة بالنسبة لتصحيح سوء الإطباق الأكثر تعقيداً، مر نصف قرن آخر حتى قام اثنين من طلاب الدراسات العليا في جامعة ستانفورد في عام 1997 بتطبيق الرسومات الثلاثية الأبعاد 3D الرقمية في مجال تقويم الأسنان وابتكروا أول نظام للراصفات المصممة حسب الطلب على مستوى العالم والذي يمكن إنتاجه بكميات كبيرة هذه التكنولوجيا الجديدة التي أطلقت في القرن ال 21 أحدثت ثورة في عالم طب الأسنان وتقويم الأسنان (Tai 2018).

تلقت الراصفات الشفافة تفويض هيئة الأغذية والأدوية FDA (Food and Drugs Administration) من أجل وضعها في السوق الأميركية عام 1998، وقد قدمت لأول مرة في مؤتمر AAO (American Association of Orthodontists) في سان دييغو San Diego عام 1999، ووصلت إلى فرنسا وأوروبا عام 2001. حيث أن تقنية المعالجة بالراصفات التقويمية الشفافة تعتمد على الاستخدام المتسلسل للراصفات المصنوعة من مواد

بلاستيكية حرارية شفافة (Martorelli, Gerbino et al. 2013)، وخلال 15 عامًا تطورت المعالجة بالراصفات الشفافة من خلال تطور العديد من أنظمة الرصاصات حول العالم، وتقدم التقنيات البرمجية وتطور مواد تصنيع الرصاصات، وبالتالي توسع مجال المعالجات التي يمكن تقديمها، ابتداءً من معالجات ازدحام بسيط بعلاقات صنف أول إلى علاج حالات مختلفة من سوء الإطباق (d'Apuzzo, Perillo et al. 2019).

2.3 استطببات ومضادات استطببات الرصاصات الشفافة:

درست العديد من البحوث الخصائص الميكانيكية والجمالية للمواد الحيوية من أجل تطبيقها في مجال تقويم الأسنان (Liu, Sun et al. 2016)، وقد أدى إدخال المواد الحيوية المستخدم في تصنيع الرصاصات التقويمية الشفافة إلى تحسن مستمر في أداء هذه الأجهزة (Alexandropoulos, Al Jabbari et al. 2015).

نظرًا لأن المواد الحيوية والميكانيكا الحيوية تنمو وتتطور بسرعة، فقد تم توسيع الاستطببات العلاجية بالراصفات الشفافة من الازدحام البسيط أو الفراغات إلى سوء الإطباق المعتدل بما في ذلك الحالات القلعية وغير القلعية. بالنظر إلى ميزة التخطيط الرقمي ثلاثي الأبعاد المرتقب بالإضافة إلى عيوب القدرة المحدودة للتحكم في حركة الأسنان ثلاثية الأبعاد، يجب أن يكون أخصائي تقويم الأسنان على دراية تامة بخصائص وضعف هذا الجهاز من أجل اختيار الاستطببات المناسبة وتحقيق نتائج علاجية مرضية. وفي الوقت نفسه، يتعين على أطباء تقويم الأسنان أيضًا أن يلعبوا دورًا مهمًا في تعديل الخطة الرقمية ثلاثية الأبعاد من خلال صب خبرتهم السريرية في علاج الحالات وتقدير كفاءة حركة الأسنان المختلفة في أنواع مختلفة من سوء الإطباق (Zheng, Liu et al. 2017).

يتم تحديد الخطة العلاجية التقويمية اعتمادًا على الحالة التشخيصية ومتطلبات المريض من خلال ضبط ميزات الرصاصات، مثل الخصائص الميكانيكية للبوليمرات، سماكة الراصة، كمية التنشيط، والعناصر المساعدة ودمج الأجهزة الإضافية (Barone, Paoli et al. 2016)، لذلك فإن فهم إمكانيات ومحدودات تحريك الأسنان عن طريق الرصاصات ضروري لتحديد متى يكون اقتراحهم ضمن خطة المعالجة مناسباً (Graber et al., 2017)، إضافةً إلى أن الفهم

الصحيح لميكانيك هذه التّقنيّة وربطها مع قدرة خطّة المعالجة الرّقميّة وتطبيق أنظمة المعالجة المناسبة سيؤدي إلى معالجة ناجحة باستخدام الرّاصفات (Tai 2018).

2.3.1 استطبّابات الرّاصفات التّقويمية الشّفافّة Indications for Clear Aligners

:Treatment

إن كفاءة أجهزة الرصف الشفافة تتدرج حسب الحالة التّقويمية من مناسبة الى غير مناسبة والجدول (1-2) يوضح ذلك.

الجدول رقم (1-2) يوضح مدى كفاءة الراصفات التّقويمية الشفافة في معالجة الحالات التّقويمية المتعددة (Proffit 2018)

مناسبة	تتطلب وصلات ملصقة	تتطلب وصلات وتعديلات	غير كفؤة
الازدحام وسوء الارتصاف 1-5 مم	قلع القواطع	إغلاق مسافة قلع الضواحك	المعالجات التّقويمية طويلة الأمد عند الأطفال
الفراغات السنّيّة 1-5 مم	تصحيح انفتال القواطع أو الأنياب	تصحيح علاقات الأرحاء	الأنياب المنتبذة
العضّات العميقة (صنف ثاني نموذج ثاني)	تحريك الأرحاء	تصحيح العضّة العميقة	الانفتالات الشديدة (خاصة في الأسنان المدورة)
توسيع الأقواس الضيّقة بحركة جسميّة دون تطبيق إمالة زائدة للأسنان		تصحيح العضّة المفتوحة	
النّكس الحاصل بعد المعالجة التّقويمية			
الانفتالات الخفيفة.			
إمالة الرّحى وحشيًا.			

(Joffe, 2003; Proffit, 2018; Turpin, 2005)

2.3.1.2 مضادات استطباب الرّاصفات الشّفاة

Contraindications for Clear Aligner Treatment

- 1- مشاكل الازدحامات والفراغات أكثر من 5مم.
- 2- التباين الهيكلية الأمامية الخلفي لأكثر من 2مم.
- 3- التباين بين العلاقة المركزية والإطباق المركزي.
- 4- العضّات المفتوحة (الأمامية والخلفية).
- 5- تزيغ الأسنان.

(Phan and Ling, 2007; Rossini et al., 2015)

لا يفضل تطبيق الرّاصفات الشّفاة في الحالات التي تتطلّب تحكّمًا بحركة الجذور، تطبيق الإمالة الدهليزية اللسانية أو تحقيق نقط تماس إطباقيه. (Galan-Lopez et al., 2019)

2.3.2 ميزات ومساوئ تقنية التقويم بالراصفات الشّفاة: Advantages and disadvantages of clear aligner treatment in orthodontics

2.3.2.1 ميزات الراصفات الشّفاة:

من اهم مميزات الراصفات الشّفاة انها تجميلية فهي غير مرئية وقابلة للإزالة حيث تسمح للمريض بتناول وجباته الغذائية وتفريش أسنانه بشكل مريح وسهل، وتؤمن راحة اكبر من اجهزة التقويم التقليدية المصقّة خلال حركة الشفاه والخدود واللسان، فتحد من التسبب بالجروح و التقرحات في الفم والتي يمكن أن تسببها الحاصرات أو الأطواق، كما أنها تلغي المواعيد الإسعافية بسبب زوال الإصاق عن الحاصرات وانكسار الأسلاك أو غيرها من عناصر الأجهزة التقويمية الثابتة. يمكن اعتبار المعالجة بالراصفات التقويمية الشّفاة أسرع (في الحالات البسيطة) حيث يتم توزيع الحركات المطلوبة في الاتجاهات الفراغية الثلاثة على كافة الراصفات منذ البداية وحتى نهاية العلاج ويتم اختصار مرحلة الرصف والتسوية والأنهاء ودمجهم مما ينعكس إيجاباً على فترة المعالجة الإجمالية (Srivastava, Jyoti et al.) (2017).

من مميزات التقويم بالراصفات الشفافة ان الراصفات التقويمية الشفافة تنطبق على الأسنان كانبطاق ميزابه التبييض لذلك يمكن استخدام الراصفات كقالب للتبييض السني مع الانتباه الى ان التبييض يسبب التهاب لب عابر كما ان الحركة التقويمية تسبب ذات الشيء لذلك الجمع بين هذين الإجراءين يمكن ان يؤدي الى حساسية سنية كبيرة. من الممكن تجنب ذلك عبر زيادة الفترات بين جلسات التبييض، لكن من الافضل غالبا تأجيل اجراء التبييض الى مرحلة التثبيت التقويمي (Proffit 2018).

2.3.2.2 مساوي تقنية الراصفات الشفافة:

في حال إهمال المريض وعدم التزامه بالتعليمات وارتداء الراصفة لمدة 20 ساعة باليوم طيلة فترة العلاج والتثبيت لن نحصل على النتائج المرجوة، كما انها معرضة للفقدان والكسر والتشوه.

في الحالات التقويمية ذات الفقد السني المتعدد تكون هنالك صعوبة في إجراء الحركات السنية. تشوه الناحية التجميلية للراصفة الشفافة بسبب منظر كريات اللعاب الظاهر ضمن السطح الداخلي للراصفة الشفافة، عندما تكون الراصفة في المرحلة الأولية حتى حصول الحركة السنية وتأمين الانطباق التام للراصفة على الأسنان.

التكلفة المادية المرتفعة نسبياً بالمقارنة مع الأجهزة التقويمية الثابتة خاصة في الحالات الشديدة التي تتطلب عدداً كبيراً من الراصفات لإنهاء المعالجة (Srivastava, Jyoti et al. 2017).

عدم امتثال المرضى لتوصيات الأخصائي بعدم تناول المأكولات والمشروبات الملونة يؤدي إلى تغير داخل البوليمير الذي يشكل الراصفة مما يؤثر على شفوفيه ولون الراصفة والتي تعد واحدة من مزاياها الرئيسية، حيث قد تصبح الراصفات الشفافة أقل جاذبية من الناحية الجمالية حتى أثناء العلاج لمدة أسبوعين (Lombardo, Arreghini et al. 2017).

2.3.3 كيفية تطبيق وإزالة الراصفت الشفافة:

يجب التأكد من تطبيق الراصفة الصحيحة الموافقة لكل من الفكين في البداية، وكذلك التأكد من الرقم التسلسلي للراصفة.

يجب تطبيق الراصفة على القواطع في البداية ومن ثم الضغط على منطقة الأرحاء حتى تستقر الصفيحة في المكان المحدد لها، لا ينبغي على المريض أن يعرض على الراصفة حتى تأخذ الموضع المطلوب قسراً لأن ذلك سوف يتسبب في ضرر وتصدع الراصفة.

يجب أن يتوقع المريض بعض المشاكل البسيطة في انطباق الراصفة عند تغييرها بالراصفة التالية والتي تتحل بشكل تدريجي بعد مضي بعض الوقت (Srivastava, Jyoti et al.) (2017).

كيفية إزالة الراصفة:

تتم إزالتها عن طريق قوة السحب في منطقة الأرحاء بالتناوب بين الجهتين وإزالتها ببطء وحذر.

يجب عدم إزالة الراصفة بشكل متكرر للتخفيف من الألم المرافق حيث تقتصر أوقات الإزالة على فترات تناول الطعام وتنظيف الأسنان، ويجب حفظ الراصفة في علبة مخصصة عند إزالتها وذلك بعد غسلها جيداً بالماء والصابون. كما يجب حفظ الراصفت القديمة بعد استبدالها بالمراحل التالية إلى حين انتهاء المعالجة (Newhart S, 2016).

2.4 شرح خصائص المواد اللدنة المصنوع منها الراصفت الشفافة

بشكلٍ مثالي يجب أن تتمتع مادة الرّاصفة البلاستيكيّة بما يلي:

- صلابة مناسبة لتعطي قوة ثابتة، ولتحقيق ذلك فإنّ الجهد المحرر stress relaxation لهذه المادة يجب أن يكون منخفضاً لضمان قوة ثابتة.
- قابليّة تشكل عالية: للسّماح بالتّكيف بدقّة على الأسنان أو الوصلات الملصقة.

- فائقة المرونة: فعند الشد يجب أن تعود إلى شكلها الأصلي.
- تتمتع بخصائص جمالية عالية ومريحة للمريض عند وضعها في الفم.
- مقاومة للتبدل الناتج عن التنظيف بالمطهرات اليومية، وبدون رائحة أو طعم (Graber et al., 2017).

في هذه الأيام البلاستيك الحراري يستعمل بشكل واسع لتصنيع الراصفات وذلك لخصائصه الممتازة (Martina, Rongo et al. 2019)، البوليستر والكوبوليستر والبولي كربونات والبولي يورثان الحراري والبولي بروبيلين هي خلاط المواد البلاستيكية الحرارية المستخدمة في تصنيع الراصفات التقويمية الشفافة (Zhang, Bai et al. 2011)، تتيح هذه المواد تصنيع أجهزة عالية الدقة عبر عملية التشكيل الحراري على أمثلة دقيقة لمرضى سوء الإطباق. ومع ذلك فإن الدراسات التي أجريت عبر محاكاة البيئة داخل الفموية وعلى عينات راصفات مسترجعة بعد التعرض للبيئة داخل الفموية أوضحت أن هذه الأجهزة لا تحافظ على شكلها الأصلي أو تركيبها داخل الفم. في الواقع يمكن أن تؤثر درجة الحرارة والرطوبة والأنزيمات اللعابية والتشوه المرن على خصائص الراصفات التقويمية الشفافة مما يوحي بان السلوك الميكانيكي للمواد البلاستيكية الحرارية السنوية يختلف ويتفاوت بسبب العوامل البيئية (Gerard Bradley, Teske et al. 2016).

تم إجراء العديد من الدراسات على الراصفات الشفافة، مع التركيز بشكل خاص على الخواص الميكانيكية للراصفات أو الميكانيك الحيوي لحركة الأسنان أثناء علاج تقويم الأسنان (Drake, McGorray et al. 2012)، وقام الباحثون أيضاً بفحص مواد الراصفات الشفافة الجديدة للحصول على الخصائص الميكانيكية المرغوبة لعلاج تقويم الأسنان (Zhang, Bai et al. 2011).

2.5 الميكانيك الحيوي للراصفات الشفافة Clear Aligner's Biomechanics

حركة تقويم الأسنان هي عملية بيولوجية ميكانيكية تؤمن بواسطة نظام تحميل، والذي يتم تمثيله بمجموعة من القوى (F) وعزوم (M) مطبقة على الجزء التاجي من هيكل السن

(Turner and Pavalko 1998)، ويتم تحديد حركة السن المخصصة بواسطة نظام القوة المكافئ (Me and Fe)، وهي المشار إليها في مركز المقاومة (CRES) (Smith and) (Burstone 1984).

مفهوم مركز المقاومة لسن مشابه لمفهوم مركز لكتلة إلا أنها لا تتعلق بجسم حر. في الواقع، الأسنان ليست حرة في التحرك استجابة لقوة لأنها مقيدة بالمركب السنخي من خلال البنية حول السنية. وبالتالي، نقطة مماثلة لمركز كتلة يتم اعتبارها مركز المقاومة (Viecilli, Budiman et al. 2013)، أي أن موقع مركز المقاومة يعتمد على البيانات التشريحية وعلى وجه الخصوص على طول الجذر. فعند تطبيق قوى متماثلة على أسنان لها جذور مختلفة الأطوال قد ينتج تأثيرات مختلفة والسبب ان الحركة الناتجة عن القوة التي يتم توصيلها عبر تاج السن تعتمد على المسافة بين حامل القوة وبين مركز المقاومة (Burstone and Pryputniewicz 1980).

يعتمد نوع الحركة السنية على موقع مركز الدوران (CROT)، تم تعريفه على انه النقطة المحيطة حيث تحدث حركة الأسنان الفعلية. على وجه الخصوص فإن مركز الدوران يختلف باختلاف نسبة العزم إلى القوة (Me: Fe) (Smith and Burstone 1984)، كما توفر نسبة Me: Fe وصفاً حول نوع حركة تقويم الأسنان، في حين أن قيمة Me أو Fe المطلقة ترتبط بكمية الحركة السنية (Savignano, Viecilli et al. 2016). فيجب على أخصائي تقويم الأسنان أن يعمل على تصميم الجهاز للحصول على M: F المناسبة، وبالتالي ، قيمة Me: Fe المكافئة ، والتي تعطي CROT المطلوب وحركة أسنان مناسبة (Barone, Paoli et al. 2017)، كما يجب أن يتقن أخصائي تقويم الأسنان أولاً الميزات الفريدة للميكانيكا الحيوية والآليات التقويمية للراصفات الشفافة (Lai 2017).

عند تجميع نظام قوة لأي حركة تقويمية، يجب أخذ سلسلة من العوامل في الاعتبار، مثل: نقطة تطبيق القوة، وحجم القوة، وسرعة التطبيق، واتجاهها، والمدة والتأثيرات التي سوف تنتج (El-Bialy, Galante et al. 2016).

هذه العوامل (حجم القوة والسرعة التطبيق ...) ليست سوى بعض التساؤلات التي يمكن أن تظهر، وعند التعامل معها باستخدام الرصاصات الشفافة، سيكون لها إجابات مختلفة، إذا ما قورنت بالأجهزة الثابتة. يمكن رؤية مثال على هذه الاختلافات في الشكل (1-2) والذي يوضح حالة سريرية تعتبر بسيطة للعلاج بتقويم الأسنان الثابت، ولكن هذه الحالة سوف تمثل تحدياً كبيراً عند معالجتها بالرصاصات الشفافة. كان لدى المريض تشابك حديبي خلفي جيد، وفراغات في قوس الفك العلوي، وعضة عميقة وانكشاف قواطع جيد. التحكم العمودي والتحكم بميل القواطع الدهليزي اللساني أثناء ارجاع القواطع الأمامية سيشكل تحد حقيقي عند المعالجة بنظام الرصاصات الشفافة حيث يتسبب في ميل لساني للقواطع، مما يزيد العضة العميقة ويزيد انكشاف القواطع. في مثل هذه الحالة، ستكون نتائج العلاج باستخدام تقويم الأسنان بالرصاصات غير مناسبة للغاية ويصعب تحقيقها.



الشكل رقم (1-2) يبين يظهر عند المريض عضة عميقة وفراغات بين سنية تشابك حديبي خلفي جيد وانكشاف جيد للقواطع - مثال على حالة يبدو فيها أن التخطيط للعلاج بتقويم الأسنان الثابت بسيط فيها ويصبح علاجاً معقداً حين يتم إجراؤه باستخدام الرصاصات الشفافة، بسبب قيود التقنية.

(Machado 2020)

القوة- الارتباط-الارساء

2.5.1 القوة:

عند استخدام الرصاصات البوليمرية القابلة للإزالة، فإن نظام القوة ينتج عن عدم التوافق الهندسي بين الأسنان والجهاز ونقله إلى نقاط تماس أوسع وأقل تحديداً.

نتائج المعالجة بالراصفات الشفافة هي نتائج عدم تطابق محدد مسبقاً بين السن والراصفة، والذي يتم تحديده وفق التموضع المرغوب للسن. يتم الوصول للتموضع السني النهائي عبر سلسلة من الراصفات التي يرتديها المريض لمدة 22 ساعة في اليوم التي تعيد توضع الأسنان تدريجياً بمقدار ضئيل في كل مرة (Cortona, Rossini et al. 2020).

أول الراصفات المنجزة تضمنت إعادة تموضع سني بمقدار 0.5-1 مم وكان هذا يتطلب تسلسل ثلاث راصفات في كل خطوة، مع زيادة السماكة في كل مرة، الطريقة الثانية سمحت بتقليل الخطوات حيث كانت إعادة التموضع تقارب 0.2 مم. بحيث تكون الراصفة أكثر صلابة. كما تم تطوير النماذج المجسمة والإعدادات الرقمية، مما أتاح العمل بطبقة أولية واحدة فقط (Iliadi, Koletsi et al. 2019).

عندما يتم تطبيق راصفة جديدة فإنها تطوّر قوة شبه مستمرة (22 ساعة في اليوم) حيث شدة القوة تتزايد بسرعة، يعطي هذا فترات طويلة من الراحة النسيجية التي تكون ملائمة لإعادة تنظيم الرباط السني، ومن جهة أخرى فإن إزالة الراصفة لمدة ساعتين يومياً من أجل تناول الطعام وتفريش الأسنان يؤدي بنفس الوقت إلى تطبيق قوى غير مستمرة (متقطعة) متجنبة المقاومات الخليوية، إضافة لذلك تكون هذه القوى مطبقة بشكل رئيسي على الأسنان التي يراد تحريكها بينما تخدم الأسنان الأخرى بالدعم Anchorage (Cortona, Rossini et al. 2020).

نقطة التطبيق Point Of Application:

بدلاً من تطبيق القوة على نقطة واحدة على السطح الدهليزي أو اللساني للسن، كما يحدث في تقويم الأسنان الثابت، سيكون هناك سطح بلاستيكي يحتضن تاج السن بالكامل (الشكل 2-2).



الشكل رقم (2-2) يبين أمثلة على الاختلاف في نقاط تطبيق القوى بين الأجهزة الثابتة والرافعات الشفافة أثناء الإدخال (A). يقوم نظام الحاصرات والأسلاك بدفع الأسنان باتجاه السلك (B) بينما تقوم الرافعات بسحب الأسنان إلى الاتجاه المطلوب (C). (Tai 2018).

يجب أن يأخذ تحليل القوى في الاعتبار كل سطح السن لتحديد القوة الناتجة على هذا النظام. إلى جانب ذلك، في الأجهزة الثابتة، يتم ربط السلك بالحاصرات ويوصل القوى عن طريق سحب الأسنان أو دفعها (الشكل 2-2 ب)، بينما في حالة الرافعات الشفافة، حيث لا يوجد هيكل ثابت يربط الجهاز بالسن، يتم توصيل القوة عن طريق ملامسة البلاستيك للتاج، وسحبه إلى الموضع المطلوب (الشكل 2-2 ج).

بسبب هذه الخصائص، سيكون لتشريح تاج الأسنان تأثير كبير على استجابة بعض حركات الأسنان. تميل الأسنان ذات أشكال التاج المنتظمة القصيرة، والتي سيكون لها سطح تلامس أقل مع بلاستيك التقويم، إلى التعبير عن بعض الحركات بشكل أقل كفاءة من الأسنان ذات التيجان الأكبر والأكثر تثبيتاً. لهذا السبب، يعتبر التبريز مثالاً على الحركة التي من غير المناسبة القيام بها باستخدام الرافعات الشفافة (Rossini, Parrini et al. 2015)، في حين أن التبريز حركة بسيطة حين يتم إجراؤها باستخدام الأجهزة الثابتة. دوران الأنياب هو حركة أخرى ذات قدرة منخفضة جداً على التنبؤ ويجب تصحيحها بشكل مفرط (Charalampakis, Iliadi et al. 2018).

2.5.2 الارتباط:

ترتبط الرافعات الشفافة بالأسنان عبر إحاطتها بمحيط الأسنان (الجدول 2-1). كل ما زادت إحاطة الرافعة بالسن يصبح الارتباط أفضل. الأسنان ذات التيجان السريرية الطويلة وذات

السطوح الأكبر، يكون لها ارتباط أفضل الشكل (2-3) ولذلك فهي تحقق تعبيراً أفضل عن الحركة. (Tai 2018).



ب



الشكل أ

الشكل رقم (2-3) يبين التيجان السيريرية الطويلة (أ) توفر ارتباط أفضل للراصفة الشفافة، بينما التيجان السيريرية القصيرة (ب) توفر ارتباط أقل. (Tai 2018)

2.5.3 الإرساء:

في العلاج بالراصفات الشفافة، قطاعات الإرساء ممكن أن تكون مفروضة ومحددة بشكل مسبق ومن الممكن ان تتغير مع تغير المراحل العلاجية. وبهذا فإن الراصفات الشفافة تؤمن تحكماً كبيراً بالإرساء (Tai 2018). يقارن الجدول رقم (2-2) بين الراصفات والاجهزة الثابتة من حيث القوة والارتباط والإرساء

الجدول رقم (2-2) يقارن بين الراصفات والاجهزة الثابتة من حيث القوة والارتباط والإرساء (Tai, 2018)

الراصفات الشفافة	الأجهزة الثابتة	
تطبيق قوة ضغط على الأسنان	تطبيق قوة شد على الأسنان	القوة Force
الراصفة حول الأسنان: كلما زادت مادة الراصفة المحيطة بالأسنان كلما تحسن الارتباط	السلك ضمن شق الحاصرة: كلما زاد عرض السلك كلما تحسن الارتباط	الارتباط Engagement
أجزاء الدعم مفروضة بشكل مسبق.	الإرساء المتبادل: قانون نيوتن الثالث.	الإرساء Anchorage

2.6 التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيوميكانيكية التي تتعرض لها الراصفات التقويمية الشفافة:

السلوك السريري للراصفات المصنعة بالحرارة يتأثر بالقوى الاطباقية و/أو الخصائص المرتبطة بالتآكل والاهتراء. والسابق ذكره يرتبط بزيادة التحميل عندما يتعلق الأمر بعزوم الدوران او قوى الغرز. قد يؤدي هذا الأخير الى اضمحلال وتعطيل كبير للقوة، والذي قد يصل إلى نحو 50% بعد مضي اسبوعين على استخدام الراصفات (Iliadi, Koletsi et al.) (2019)

على الرغم من أن الراصفات الشفافة تعد أجهزة تقويم جمالية واعدة، إلا أنه نادرًا ما تم الإبلاغ عن الاستقرار الجمالي لمواد الراصفات الشفافة، فمن الناحية الجمالية، يجب أن يكون لون وشفوفية الراصفات الشفافة ثابت خلال فترة علاج تقويم الأسنان التي تبلغ أسبوعين (Inami, Tanimoto et al. 2015)، ولكن غالبًا ما يتأثر ثبات ألوان مواد طب الأسنان بعوامل مختلفة، مثل الإشعاع فوق البنفسجي، والمشروبات الملونة، والمضامض الفموية (Dietschi, Campanile et al. 1994).

2.6.1 تغير اللون:

لقد فحصت دراسات قليلة ثبات لون الراصات الشفافة عند تعرضها للعوامل الملونة، و فقط على مجموعة محدودة من العلامات التجارية المتوفرة في السوق (Liu, Sun et al. 2016).

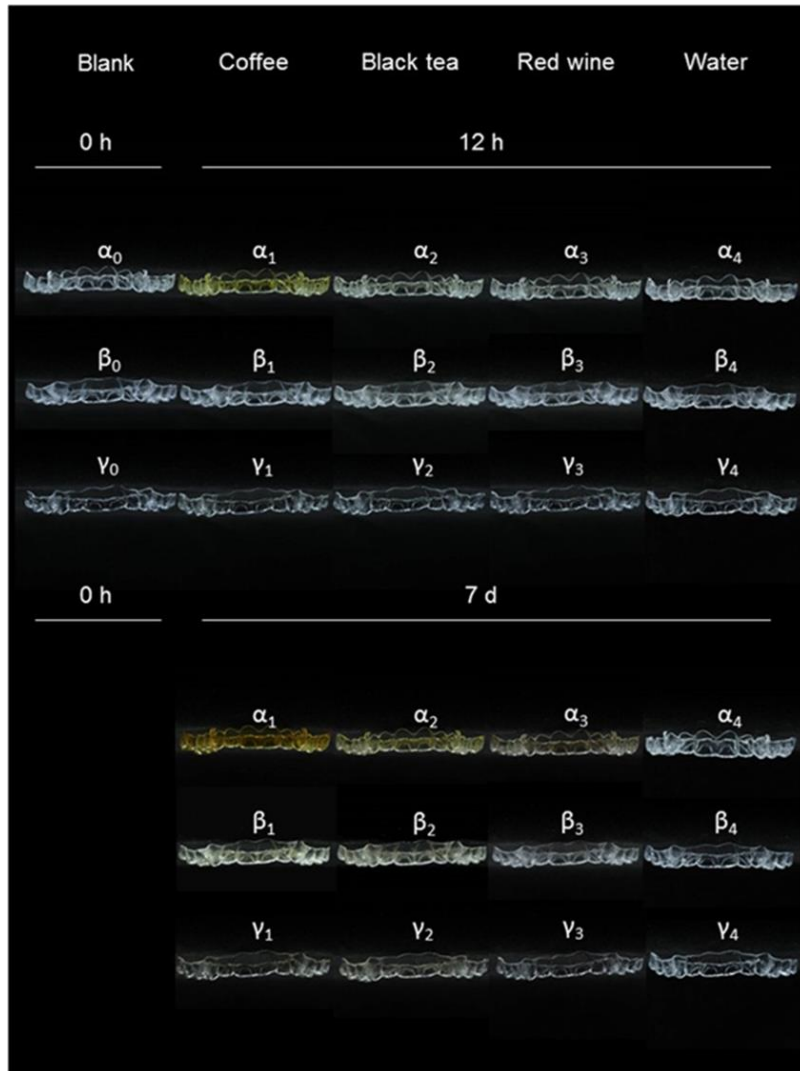
البولي يوريثين (المادة التي تصنع منها الراصات) ليست خاملة، وبالتالي فهي عرضة للتغيير في الجسم الحي، على الرغم من ذلك يبدو أنها مستقرة نسبياً في اللعاب، كما ان ميولها المحبة للماء سوف تعتمد على الروابط الكيميائية بداخلها (Gracco, Mazzoli et al. 2009).

أثناء الاستخدام، يوصى بإزالة التقويم قبل الأكل والشرب. ومع ذلك، فقد أفادت الدراسات أن امتثال المريض لإزالة أجهزة تقويم الأسنان غير كافٍ (Tsomos, Ludwig et al. 2014)، وهذا غالباً ما يكون مصدر قلق لأخصائي تقويم الأسنان. تعريض الراصات إلى عوامل ملونة في تجويف الفم أمر لا مفر منه، خاصة عندما يشرب المستخدمون دون إخراج التقويم من أفواههم بسبب ضيق الوقت أثناء العمل. أظهرت الإحصائيات أن أكثر من 50٪ من البالغين الأمريكيين يشربون القهوة يومياً وأن متوسط استهلاكهم 3.2 أكواب يومياً (Wriedt, Schepke et al. 2007).

بالنسبة للمرضى الذين لا يتبعون التعليمات، قد تتراكم الأصبغة الموجودة في العوامل الملونة وتؤدي إلى تغيرات لونية في مواد الراصات. وبالتالي، قد تصبح الراصات الشفافة أقل جاذبية من الناحية الجمالية حتى أثناء العلاج لمدة أسبوعين (Wriedt, Schepke et al. 2007)، وهذا مصدر قلق سريري. لذلك، هناك حاجة للتحقيق في ثبات اللون لأنواع الراصات المستخدمة بشكل شائع لتقديم دليل لكل من المرضى وأخصائي تقويم الأسنان فيما يتعلق بالاعتبارات الجمالية السريرية والتعليمات (Liu, Sun et al. 2016).

أظهرت دراسة سابقة تغيرات كبيرة في اللون داخل مثبتات Viverra® عن طريق قياس الطيف الضوئي. أجهزة التثبيت هذه، المصنعة أيضاً بواسطة Align Technology ©، مصنوعة من البولي يوريثين الممزوج مع ميثيلين ثنائي فينيل ثنائي أيزوسيانات و 1.6-هيكسانديول. تسببت القهوة أيضاً في تغير لون تلك المثبتات بدرجة أقل، وكذلك الشاي والنبذ الأحمر بعد غمرها لمدة سبعة أيام (Bernard, Rompré et al. 2020). وفي دراسة قام بها

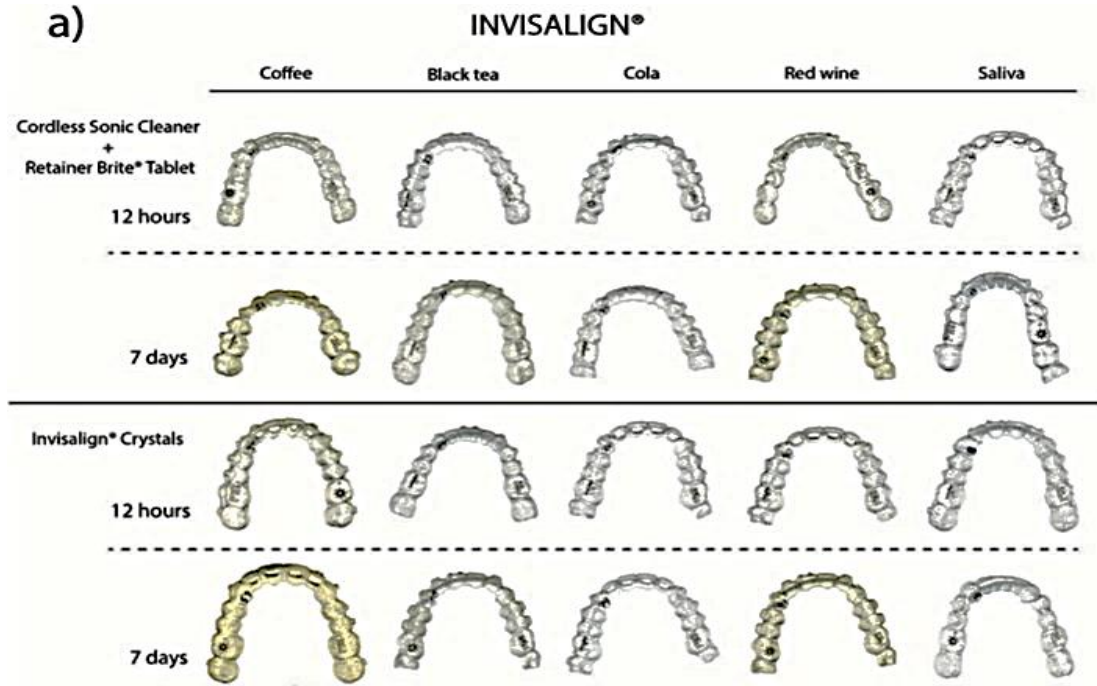
(Liu, Sun et al. 2016) قاموا بتقييم ثبات لون ثلاث أنواع من الرصاصات الشفافة عند تعرضها للعوامل والمنتجات الملونة، تم غمر الرصاصات في حمام مائي من هذه المحاليل لمدة 12 ساعة أو 7 أيام وكان يتم تجديد المحاليل كل يوم ، حرارة المحاليل كانت 37 درجة مئوية، قسمت العينة الى اربع مجموعات (شاي اسود- نبيذ احمر - قهوة- ماء). أشار الفحص البصري إلى أن جميع أنواع الرصاصات الثلاثة لم تظهر أي تغيير تقريباً في اللون بعد غمرها 12 ساعة، باستثناء رصاصات Invisalign المغمورة بالقهوة. مع زيادة وقت الغمر إلى 7 أيام، أظهرت الرصاصات تغيرات واضحة في اللون. ولم تظهر أي تغيرات في العينة الشاهدة المغمورة في الماء المقطر الشكل (2-4).



الشكل رقم (2-4) يبين التغير اللوني الحاصل للرصاصات الشفافة في بحث قام به (Liu, Sun et al.)

(2016)

في دراسة قام بها (Bernard, Rompré et al. 2020) تم دراسة 300 عينة من الراصفات الشفافة لشركات تجارية مختلفة 100 عينة لكل شركة وتم تعريضها لعوامل ملونة (قهوة، شاي أسود، نبيذ أحمر، كولا) بينما تم تعريض العينة الشاهدة للعباب الصناعي في المختبر على مدى 12 ساعة أو 7 أيام. العلامات التجارية الثلاثة التي تم تقييمها هي Invisalign® و ClearCorrect® و Minor Tooth Movement®. أدى التعرض لمدة 12 ساعة أو 7 أيام للقهوة الفورية أو النبيذ الأحمر إلى تلوين راصفات Invisalign® بشكل ملحوظ أكثر مقارنة بالعلامتين الأخرين الشكل (5-2). تسبب الشاي الأسود في تغيير لون خارجي مهم لجميع العلامات التجارية الثلاثة بعد 7 أيام.



الشكل رقم (5-2) يبين التغير اللوني لمجموعة من الراصفات بعد تعرضها لعوامل ملونة لمدة 12 ساعة - 7 أيام (Bernard, Rompré et al. 2020)

2.6.2 تغير الشفافية:

يطلب من المرضى عادةً ارتداء تقويم الأسنان طيلة الوقت إلا عندما يأكلون أو يشربون أي شيء باستثناء الماء، أو عندما ينظفون أسنانهم بالفرشاة أو بالخيط (Moshiri, Eckhart et al. 2013)، ومع ذلك، فإن العديد من المرضى لا يمتثلون تمامًا بتلك التوصيات (Tsomos,

(Ludwig et al. 2014)، ويتناولون منتجات ملونة مع وجود أجهزتهم على الرغم من توصيات أخصائي تقويم الأسنان أو الشركات المصنعة. هذا يؤدي إلى تغيير داخل البوليمر الذي يشكل الرافعة، مما يؤثر على شفافيته، والتي تعد واحدة من مزاياها الرئيسية (Lombardo, Arreghini et al. 2017).

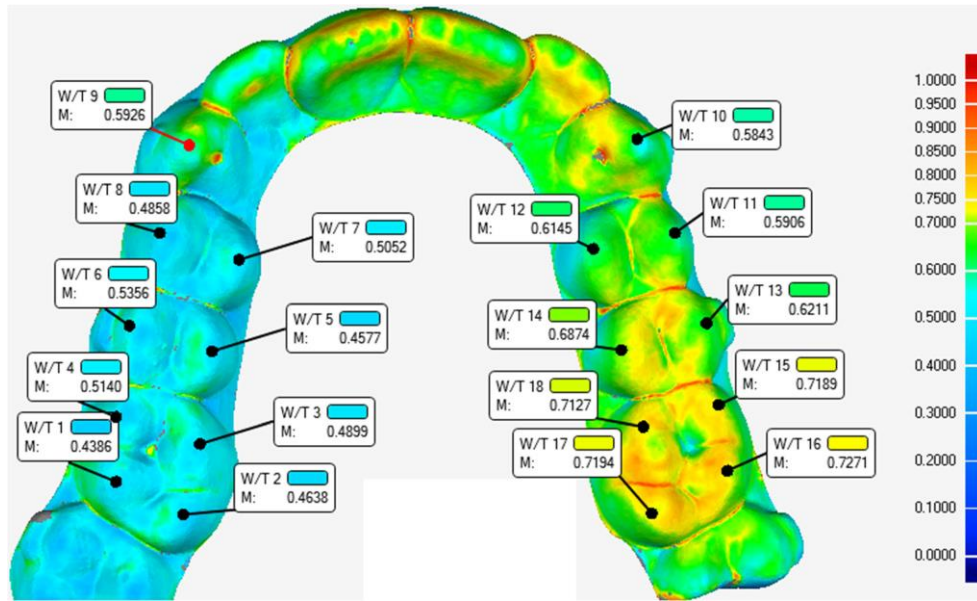
2.6.3 تغير السماكة:

الى جانب المادة التي تصنع منها الرافعات الشفافة قد تؤثر بعض البارامترات (القياسات) الهندسية مثل السماكة على حجم القوى الموصلة الى السن (Ryu, Kwon et al. 2018)، حيث قارن عدد من الدراسات خصائص توصيل القوة في الرافعات التقويمية الشفافة المصنعة بالحرارة من حيث مقدار تعديل التموضع، لقد ذكر أن التعديلات يفضل أن تتراوح بين 0.2 و 0.5 ملم، حسب نوع اللدائن الحرارية المستعملة. لم يكن هنالك تغير كبير فيما يتعلق بنسبة العزم للقوة (M/F) في الرافعات المسترجعة ذات السماكات المختلفة (0.5 و 0.625 و 0.75) مم (Iliadi, Koletsi et al. 2019).

تتعرض الرافعات التقويمية الشفافة اثناء فترة تطبيقها داخل الفموية إلى عوامل عديدة كحرارة الفم وحرارة المشروبات المتناولة من قبل المريض (ساخن-بارد) وعوامل إطباقه تؤثر بشكل أساسي على السطح الإطباقى للرافعات حيث نلاحظ حدوث اهتراء فيها. (Airoidi, Riva et al. 1997)، كما يتأثر السلوك السريري للمواد البلاستيكية الحرارية بدرجة كبيرة بسمك الجهاز. علاوة على ذلك، فإن التغييرات في الخواص الميكانيكية قد تكون مرتبطة بتنوع أشكال الرافعات بسبب الاهتراء داخل الفم. على سبيل المثال، يزعم أن اهتراء السطح الإطباقى للرافعات يؤثر على استمرارية التحميل والقوى المنقولة (Iliadi, Koletsi et al. 2019)، فمن المهم للغاية دراسة تغير سماكة السطح الإطباقى للرافعات التقويمية الشفافة، لان الرافعات قد تتأثر بعوامل أخرى غير العوامل التي يمكن دراستها بسهولة مخبرياً كالرطوبة ودرجة الحرارة، ولكن أيضاً من خلال مختلف الأنشطة الفموية الوظيفية وغير الوظيفية

(مضغ، كلام، شرب، بلع، صرير أو مضغ) (Bucci, Rongo et al. 2019).

قام (Bucci, Rongo et al. 2019) بدراسة تغير سماكة الراصفات الشفافة قبل وبعد التعرض داخل الفموي لـ 18 مريض عبر قياس سماكة عدة نقاط إطباقه على مثال رقمي ثلاثي الأبعاد للراصفات الشكل (6-2)، حيث أظهر اختبار سماكة الراصفات التقويمية الشفافة ثباتًا جيدًا للسمك بعد الاهتراء الفيزيولوجي داخل الفموي عند مجموعة من البالغين الأصحاء.



الشكل رقم (6-2) يبين خريطة توزيع السماكات مع نقاط دلالة يمى ويسرى أخذت لقياس سماكة الراصفات (Bucci, Rongo et al. 2019).

2.6.4 تغير المرونة:

بما انه ينصح عموماً باستخدام الراصفات التقويمية لمدة 7-14 يوماً في كل مرحلة فإن التغيير التدريجي للخواص الميكانيكية في البيئة داخل الفموية قد يؤثر على فعالية العلاج. على وجه الخصوص، لقد تم ملاحظة زيادة تصلب الراصفات بعد الاستخدام داخل الفم وذلك بسبب تغير بلورة البوليمر (Eliades and Bourauel 2005).

التيارات الحرارية القصوى المتناوبة مع التسخين لدرجة حرارة الفم وامتصاص الماء يمكن ان يقلل من معامل يونغ* للمادة وبالتالي قد يؤدي إلى انخفاض القوى التقويمية الناتجة (Ihssen, Willmann et al. 2019).

*معامل المرونة الطولي (أو يونغ) يعبر عن مدى مرونة المادة ويوضح كيفية تصرف المادة تحت تأثير القوى وهي علاقة خطية.

2.6.5 تغير الأبعاد:

مواد الراسفات عبارة عن بوليمرات راتنجية، وهي ليست خاملة تخضع للتغيرات في الحرارة والرطوبة وعند تعرضها للقوى المضغية والتعرض المطول للإنزيمات اللعابية في البيئة الفموية (Eliades, Eliades et al. 1999)

2.6.6 تغيرات أخرى:

لا تتعرض البوليمرات فقط لتغيرات درجة الحرارة والانغمار في الماء، ولكنها تخضع أيضاً لتأثيرات بيئية مختلفة أخرى داخل تجويف الفم، مثل التكلس وامتصاص الشحوم والضغط وتأثير نواتج استقلاب اللويحة الجرثومية (Eliades and Bourauel 2005).

أجريت دراسة لتقييم درجة الحموضة داخل الفم ودرجة الحرارة في الأفراد الذين يقومون بأنشطة يومية طبيعية في 24 ساعة. متوسط الرقم الهيدروجيني هو 7.3 ± 0.4 ولم ينخفض بشكل ملحوظ إلا بعد استهلاك الأطعمة والمشروبات الحمضية. انخفض الرقم الهيدروجيني عن طريق الفم ببطء أثناء النوم مع تسجيل متوسط درجة الحموضة 6.6 ± 0.4 . متوسط درجة الحرارة داخل الفم 33.9 درجة مئوية (± 0.9) خلال النهار و 35 ± 0.4 درجة مئوية (± 0.5) أثناء النوم مع تقلبات طفيفة تحدث على مدار 24 ساعة (Choi, Loke et al. 2015).

عند دراسة تغير درجة الحرارة داخل الفموية الناتجة عن تناول المشروبات الساخنة والباردة. تبين ان التغيرات العظمى في درجات الحرارة كانت متوزعة في المنطقة بين القواطع وان تغير درجة الحرارة في باقي الأسنان يعتمد على طريقة تناول المشروب وكانت المنطقة الحنكية أكثر منطقة يحصل فيها ارتفاع في الحرارة (Airoldi, Riva et al. 1997)، بالإضافة إلى ذلك، أفادت الدراسات السابقة على الراسفات المسترجعة عن اختلافات مورفولوجية كبيرة بعد الاهتراء السريري أو في المختبر بما في ذلك امتزاز (امتصاص

كيميائي) الطبقة السطحية والتصدعات المجهرية والتآكل عند رؤوس الحدبات والتكلس الموضوعي (Gracco, Mazzoli et al. 2009)، وبالإضافة الى ذلك تظهر درجات الحرارة القصوى والدنيا للفم المسجلة أن السوائل الساخنة يمكن أن ترفع درجة حرارة الأسنان الامامية داخل الفم إلى حوالي 70 درجة مئوية وأن استهلاك المشروبات المثلجة يخفض نفس الأسنان إلى حوالي 0 درجة مئوية. يتنوع مدى درجة حرارة السوائل الساخنة التي يمكن تحملها من قبل مجموعة مختارة، ولكن لا يبدو أن هذا هو الحال بالنسبة للسوائل الباردة. تتعرض حبات الترمستور* المثبتة على السطح الدهليزي للأسنان الأمامية السفلية والحدود القاطعة للأسنان الأمامية العلوية لأكبر تقلبات حرارية أثناء شرب سوائل من الكوب (Barclay, Spence et al. 2005).

* الترمستور (Thermistor) هو مكون إلكتروني من نتاج أشباه الموصلات، يستخدم لقياس درجة الحرارة ويتميز بدقته العالية والحساسية المفرطة للتغير في درجة الحرارة.

2.7 تقنيات قياس اللون والطيف المرئي:

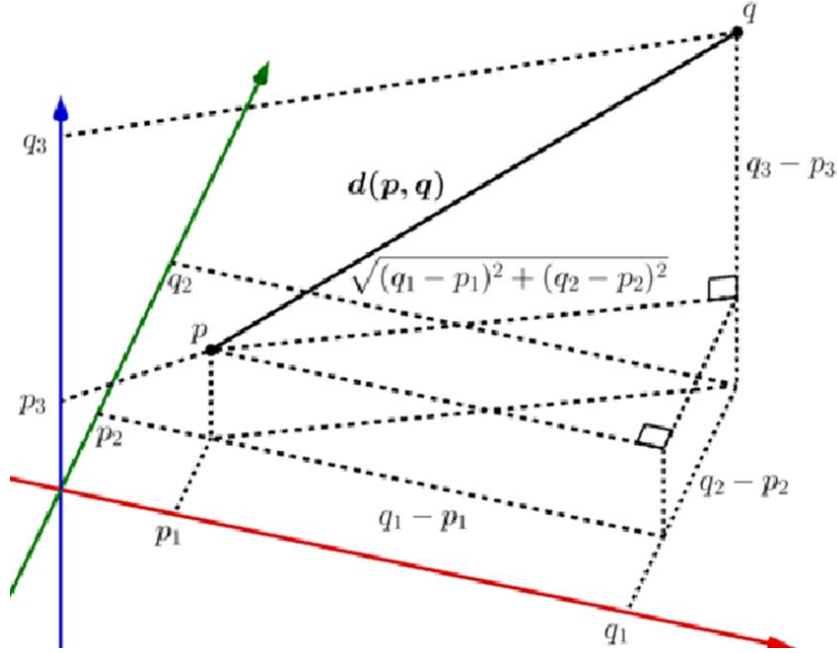
في طب الأسنان، يتم إجراء مطابقة الألوان بشكل تقليدي باستخدام أدلة التدرجات اللونية. في هذه الطريقة، يتم إجراء تحديد اللون البصري عن طريق مقارنة سن المريض بدليل الألوان. الأبعاد المطلوبة لتحديد اللون هي value (الإضاءة)، و chroma (C؛ تشبع اللون)، و hue (h. الصبغة) من ناحية أخرى، غالباً ما يتم التعبير عن لون المادة باستخدام إحداثيات اللجنة الدولية للإضاءة (CIE) L^*a^*b Commission Internationale de l'Eclairage

يمكن الحصول على جميع القياسات المطلوبة لتحليل الألوان من أجهزة قياس الطيف الضوئي.

(Tamam, Güngör et al. 2020)

يعد الاختلاف أو المسافة بين لونين مقياساً ذو فائدة في علم الألوان. يسمح بالفحص الكمي لمفهوم كان لا يمكن وصفه سابقاً إلا بالصفات. يعتبر القياس الكمي لهذه الخصائص ذا أهمية كبيرة لأولئك الذين يعتبر عملهم حرجاً للألوان. تستخدم التعريفات الشائعة المسافة الإقليدية في مساحة لونية مستقلة للجهاز.

في الرياضيات، المسافة الإقليدية أو المقياس الإقليدي هي مسافة الخط المستقيم "العادية" بين نقطتين في الفضاء الإقليدي الشكل (2-7). بهذه المسافة، يصبح الفضاء الإقليدي مساحة مترية. القاعدة المرتبطة بها تسمى القاعدة الإقليدية. تشير الأدبيات القديمة إلى المقياس على أنه مقياس فيثاغورس. المصطلح المعمم للقاعدة الإقليدية هو معيار L2 أو مسافة L2.



الشكل رقم (2-7) يبين المقياس الإقليدي لبعده اللون.

نظرًا لأن معظم تعريفات اختلاف اللون هي مسافات داخل مساحة اللون ، فإن الوسيلة القياسية لتحديد المسافات هي المسافة الإقليدية. إذا كان لدى المرء حاليًا مجموعة RGB (أحمر ، أخضر ، أزرق) ويرغب في العثور على اختلاف اللون ، فمن الأسهل من الناحية الحسابية النظر في R و G و B باعتبارها أبعاد خطية والتي تحدد مساحة اللون.

$$\text{distance} = \sqrt{(R_2 - R_1)^2 + (G_2 - G_1)^2 + (B_2 - B_1)^2}$$

$$\text{distance}^2 = (R_2 - R_1)^2 + (G_2 - G_1)^2 + (B_2 - B_1)^2$$

(Amar-Mamou 2004).

2.7.1 قياس الألوان:

يتم تمثيل نموذج مساحة اللون $L^* a^* b^*$ بدقة فقط في الفضاء ثلاثي الأبعاد. ويوجد تقريبا 14 مليون لون في الفضاء اللوني، بينما العين البشرية يمكنها تلقي 7 مليون درجة لونية في أحسن الأحوال (wyszecki.Judd et al.1975). يمكن تمييز 100 تدرج لون ضمن سحابة الألوان السنية (Hall et al.1991).

Delta E هي الفرق بين لونين معينين كنقطتين في مساحة الألوان Lab

تم حساب القيمة الإجمالية لتغيير اللون (ΔE^*) وفقاً للمعادلة

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$
، والذي يمثل اختلاف اللون قبل وبعد التلوين.

يتم حساب تغييرات اللون (ΔE) من خلال نظام ألوان

.Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) $L^* a^* b^*$ color

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

يتم استخدام نظام المكتب الوطني للمعايير (NBS) لوصف مستويات تغير اللون المحسوس عند الفحص البصري، يتم تحويل قيم ΔE^* إلى وحدات NBS مع المعادلة $NBS = \Delta E^* \times 0.92$ لربط تغير اللون إلى معيار سريري National bureau of standards ratings (الجدول 2-3)

الجدول رقم (2-3) يبين تقييم المكتب الوطني للمعايير لوصف تغير اللون

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

2.8 الازدحام السني:

2.8.1 نسبة انتشار الازدحام:

يُعدُّ الازدحام ظاهرةً تميّز الإطباق السنّي في المجتمعات البشريّة المعاصرة ومشكلةً ترافق تقريباً جميع أشكال سوء الإطباق Malocclusion، حيث تؤكد معظم الاستقصاءات الوبائيّة التي أُجريت في مناطق متعددة من العالم أنّ نسبة انتشار الازدحام على مستوى الأسنان الدائمة تبلغ ضمن عينات بشريّة عشوائيّة حوالي (20%-25%). (موقع، 2010)

ينتج الازدحام عن صغر حجم العظم القاعدي أو زيادة حجوم الأسنان المتموضعة عليه، ويمكننا أن نفسّر الازدحام أو العجز في عظم القاعدة الفكّيّة بعدة عوامل هي: تناقص حجم الفكّين مع تطور البشريّة، طبيعة الأغذية الطريّة واللينة في المجتمعات الحديثة، النّخور السنّيّة وخاصّةً في السّطوح الملاصقة، فقدان المبكر للأسنان المؤقتة والعادات الفمويّة السيئة. (الجندي، 1998)

يقسم الازدحام تبعًا لـ:

- التوضع: ازدحام في المنطقة الأمامية، ازدحام في منطقة الأنياب فقط (توضع مرتفع للأنياب)، ازدحام في منطقة الأسنان الخلفية، ازدحام معمم.
- الشدة: ازدحام خفيف (3 ملم أو أقل) ، ازدحام متوسط (4-6ملم) ، ازدحام شديد (أكثر من 6 ملم) .
- المنشأ: ازدحام أولي (وراثي)، ازدحام ثانوي (بيئي)، ازدحام ثالثي (متأخر). (Graber et al., 2012)

تعالج التباينات بين حجوم الأسنان وحجم العظم القاعدي في الأسنان الدائمة بإحدى الطرق التالية:

القلع- السحل الملاصق- توسيع القوس السنية (Graber et al.,2017)

2.8.2 السحل المينائي السني للسطوح الملاصقة للأسنان كحل للازدحام

في حال كان التباين أقل من 4مم يمكن تدبير حالة الازدحام دون اللجوء إلى القلع والاستعاضة عنه بالسحل السني عن طريق تطبيق السحل المينائي الملاصق مع مراعاة التناسب بين الفكين العلوي والسفلي (Proffit 2018)، حيث أن السحل المينائي الملاصق وسيلة علاجية لحل الازدحام وعدم الانسجام السني القاعدي وقد بدأ تطبيقه منذ أكثر من 70 عاماً (Tai 2018).

2.8.3 تقنيات السحل:

يستطب السحل لإزالة (0.2،0.3،0.4،0.5) ملم من مناطق التماس، وتعتبر هذه القيم هي أعلى كمية يمكن إزالتها من المناطق الملاصقة تبعًا لتوصيات Sheridan (Tai 2018).

تعتمد في الحالات التي لا تتعدى فيها كمية الازدحام السني بين (4-6) ملم لتوفير هذه المسافة الإضافية، غالبًا يتم السحل على مستوى القواطع وبشكل أقل على الأنياب والضواحك. (Graber et al., 2017)

ويتم السّحل المينائيّ للسطوح السنّيّة الملاصقة بطريقة متدرّجة وباحترام بعض الشّروط الخاصّة (الشّكل الملائم لتيجان القواطع، قابليّة ضعيفة للإصابة بالنّخر السنّيّ، تطبيق الفلور الموضوعي..)

(موقع، 2010)

هناك العديد من الآليات المطبقة للسّحل نذكر منها:

شرائط السّحل الماسيّة والمناشير بين السنّيّة: تستخدم لإزالة (0.2،0.3) ملم من السّطوح الملاصقة.

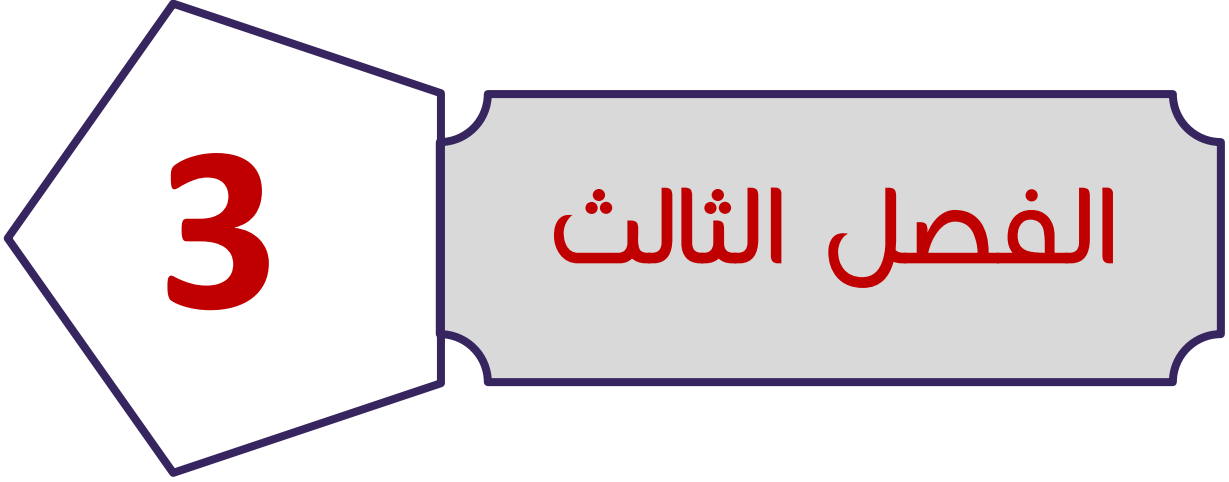
الأقراص الدّوّارة والسّنابل الماسيّة ذات السّرعة العالية: تستخدم في حال كانت قيمة السّحل الملاصق (0.4،0.5) ملم. (الشّكل 2-2)

(Johner, Pandis et al. 2013)

هنا نستخلص أن تغير الخواص الميكانيكية والفيزيائية للراصفات التقويمية الشفافة عند تعرضها لمتغيرات البيئة الفموية يجعلنا في تساؤل من حجم ومقدار هذه المتغيرات وتأثيرها على سير العلاج التقويمي بالراصفات ونتائج هذه المعالجات في محاولة لمعرفة كمية الخلل الحاصل ومعرفة أسبابه واقتراح حلول مستقبلية له.

2.9 تبين المشكلة Statement of The Problem:

من خلال مراجعة الأدبيات الطبية المنشورة تبين أن هنالك قلة في الدراسات التي تحرت تغير سماكة الراصفات التقويمية الشفافة وتغير أبعادها ولونها بعد التعرض داخل الفموي، وهذه الدراسات كانت في اغلبها دراسات مخبرية . في حين لم نجد أي تجربة سريرية تطلعيه حول تأثير البيئة الفموية على الراصفات التقويمية الشفافة من ناحية السماكة واللون والتغيرات ثلاثية الأبعاد.



**أهداف الدراسة
وفرضيات العدم**

Aims and Null Hypothesis

الفصل الثالث

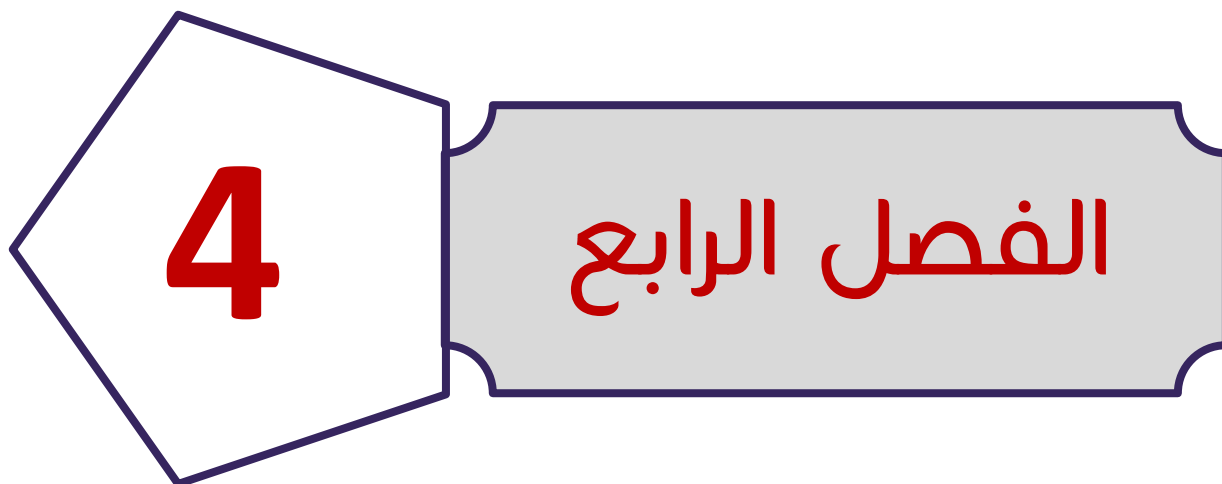
3 أهداف الدراسة وفرضيات العدم: Aims and Null Hypothesis:

3.1 الأهداف :

- دراسة تغيير سماكة الراصفات بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوم.
- دراسة تغيير لون الراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوم
- دراسة التغيرات ثلاثية الأبعاد الطارئة على أبعاد الراصفات الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوم.
- تقييم جمالية الراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية

3.2 فرضيات العدم:

- لا يحدث تغيير في سماكة الراصفات الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوم
- لا يحدث تغيير في لون الراصفات الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوم
- لا يحدث تغيرات ثلاثية الأبعاد في الراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوم .
- عدم وجود فروق جوهرية في مستوى جمالية الراصفات التقويمية الشفافة



المواد والطرائق

Materials and Methods

الفصل الرابع

4 المواد والطرائق :Materials and Methods

4.1 تصميم الدراسة :Study design

الدراسة عبارة عن تجربة تطلعيه سريرية Prospective clinical trial

4.2 مكان إنجاز البحث:

قسم الدراسات العليا في تقويم الأسنان والفكين – كلية طب الأسنان – جامعة حماة

4.3 أدوات البحث:

- طوابع بلاستيكية للاستخدام مرة واحدة
- مجموعة مطاط (Zhermack Zetaplus Impression)
- الجينات (Hygedent)
- شرائط سحل ستانلس ستيل (METAL STRIP – ABRASIVE 4MM/FINE) بعرض 6 مم و سماكة 0,09 مم احادية الجانب
- مقياس السماكة المستعمل في السحل المينائي الملاصق.
- مادة طلي الصفائح CAD-CAM-SPRAY

4.4 أجهزة البحث:

- ماسح ثلاثي الأبعاد لمسح الراصفات التقويمية الشفافة (Medit, Identica hybrid,) (Korea)
- طابعة ثلاثية الأبعاد مخصصة للاستخدامات السنية (Original Prusa i3 MK3 by) (Josef Prusa, Prague, Czech Republic)
- جهاز تحضير الراصفات الشفافة (Biostar, Sheu, Germany) والصفائح الخاصة بتحضير الراصفات (CA®, Sheu, Germany)
- (الأجهزة الثلاثة السابقة الذكر موجودة في مخبر منقذ وعود التقويمِي_حماه_سوريا)

- جهاز قياس السماكة الرقمي (بياكوليس): وهو جهاز مخصص لقياس السماكة بشكل دقيق يتكون من ساعدين للقياس ومثبت على جسم البياكوليس شاشة إلكترونية صغيرة تظهر القياسات بشكل رقمي كما ينتهي جسم البياكوليس بامتداد على شكل مسطرة مدرجة بالميلي متر. البياكوليس مصنوع بالكامل من المعدن كما يظهر في الشكل (4-14)
- جهاز تحديد اللون الرقمي VITA Easyshade[®] V : وهو جهاز لقياس الطيف الضوئي السني للاستخدام داخل الفموي، يساعد هذا الجهاز الممارسين السنيين على التحقق من لون الترميم خارج الفم.

4.5 تقدير حجم العينة Sample Size Estimation

تم تقدير حجم العينة باستخدام برنامج Minitab[®] 19 (Minitab Inc, State College, PA) ، حيث تم حساب حجم العينة من أجل اختبار ستودينت للعينة Sample t Test ، ومن أجل قوة اختبار 95% وعند مستوى دلالة $\alpha=0.05$ ، وتم تحديد أقل فرق جوهري يراد الكشف عنه في مقدار تغير السماكة 1.5 مم بعد اعتماد الانحراف المعياري 1.23 المأخوذ من دراسة سابقة (Bucci R et al., 2019))، كان الحد الأدنى لحجم العينة هو 15 فرداً. تم زيادة 3 أفراد ليصبح حجم العينة يتألف من 18 مريضاً.

4.6 وصف العينة:

تألفت العينة من 18 مريضاً من مراجعي قسم تقويم الأسنان والفكين - كلية طب الأسنان - جامعة حماه.

4.7 أفراد العينة Subjects:

تمت مراجعة سجلات المرضى في قسم تقويم الأسنان والفكين - كلية طب الأسنان - جامعة حماه

استدعي المرضى الذين تتراوح أعمارهم بين (18-25) عام والذين كان التشخيص الأولي لهم وفق السجلات ازدحام بسيط، وبلغ عددهم 35 مريضاً. بعد استدعاء المرضى تم إجراء

فحص سريري دقيق داخل وخارج فموي وأخذ القصة المرضية الكاملة والتاريخ الطبي والسنّي.

4.7.1 معايير إدخال عينة البحث

1. المريض سوري الجنسية.
2. المرضى في مرحلة الإطباق الدائم (تتراوح أعمارهم بين ال 18-25)
3. عدم وجود فقد في الوحدات السنّية (ماعدًا الارحاء الثالثة)
4. صحة فموية وجسدية عامة جيدة
5. ازدحام سنّي يتراوح بين (2-3 مم) حسب مشعر ليتل Little's Irregularity Index (LII).
6. العلاقة الاطباقية من الصنف الأول حسب تصنيف انجل
7. العلاقة الهيكلية من الصنف الأول والمقيم من خلال الصور السيفالومترية (قيمة الزاوية ANB 2-4)
8. النسيج العظمية حول السنّية على الصورة البانورامية بحالة جيدة.

4.7.2 معايير الإخراج

- 1- عادة التدخين
- 2- وجود امراض تؤثر على المقوية العضلية لمريض
- 3- وجود التهاب في الانسجة الداعمة السنّية.

4.7.3 انتقاء أفراد العينة

بنتيجة الفحص السريري تم رفض 5 مرضى لا تنطبق عليهم معايير الإدخال (الشكل). تم أخذ طبقات أولية للمرضى الذين انطبقت عليهم بشكل أولي معايير الإدخال، باستخدام الألجينات الشكل (4-1)، وصبهم بالجبس القاسي بعد تسجيل اسم كل مريض على مثاله الموافق

بعد إجراء الفحص السريري تم استبعاد 18 مريضاً لا تنطبق عليهم شروط الإدخال
تم انتقاء 27 مريضاً بشكل عشوائي وضمهم للدراسة ، تم أخذ طبقات أولية باستخدام
الأجينات الشكل (1-4)، وصبهم بالجبس القاسي بعد تسجيل اسم كل مريض على مثاله
الموافق



الشكل رقم (1-4) يبين الطوابع البلاستيكية والاجينات.

حيث تمت دراسة الأمثلة الجبسية للتأكد من انطباق معايير الإدخال وذلك من خلال تقييم
الازدحام على الفكين العلوي والسفلي.

4.8 طريقة قياس الازدحام على الأمثلة الجبسية:

في هذا البحث تم استخدام Little's Irregularity Index (LII) هو مشعر تم إنشاؤه لقياس
ازدحام القوس الأمامي السفلي بشكل موضوعي للدراسات الوبائية. كما تم استخدامه لتقييم أداء
الأجهزة التقويمية والمثبتات وطرق العلاج. تم تقديم المشعر لأول مرة في عام 1975 من
قبل روبرت إم ليتل.

0: ارتصاف مثالي.

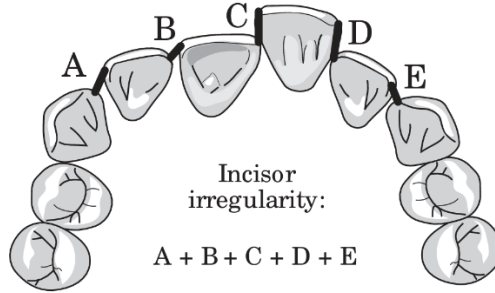
1-3: الحد الأدنى من سوء الارتصاف.

4-6: سوء ارتصاف معتدل.

7-9: سوء ارتصاف شديد.

10: سوء ارتصاف شديد جداً.

(Almasoud and Bearn 2010)



الشكل رقم (2-4) يبين كيفية قياس مشعر ليتل

بلغ عدد المرضى الذين انطبقت عليهم معايير الإدخال بدقة 23 مريضاً . رفض مريضان المشاركة في الدراسة

تم انتقاء 18 مريضاً بشكل عشوائي ليشاركوا في الدراسة

تم إعلام المرضى وذويهم بالدراسة وذلك ليتوافق بحثنا مع المعايير الأخلاقية لإعلان هيلنسكي، وتم تقديم ورقة معلومات لهم information sheet والإجابة عن أي تساؤلات تتعلق بالدراسة (ملحق رقم 1) . وأخذت الموافقة المعلمة Informed consent من المرضى.

تبع ذلك تسجيل القصة المرضية الكاملة والتاريخ الطبي والسني لكل مريض ضمن بطاقة التشخيص المعتمدة في قسم تقويم الأسنان والفكين - كلية طب الأسنان - جامعة حماه

إضافة إلى إجراء الصور الضوئية داخل وخارج الفموية ثم تحويل المريض إلى المركز

الشعاعي لإجراء صورة بانوراما إضافة إلى الصورة السيفالومترية

4.9 مراحل إنجاز البحث في عينة الدراسة:

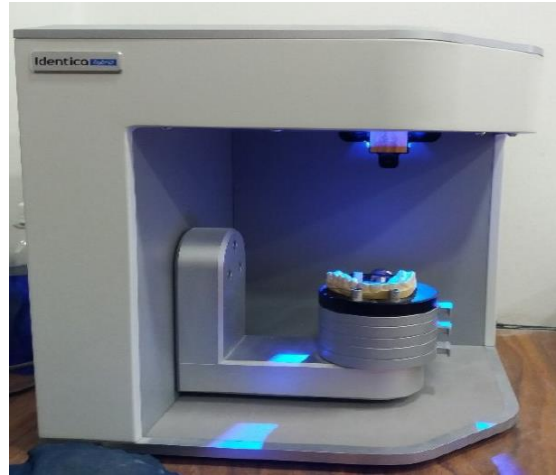
4.9.1 صناعة الراصفات الشفافة:

تم أخذ طبعات للقوسين العلوية والسفلية باستخدام المطاط (Zhermack Zetaplus (Impression الشكل (3-4).

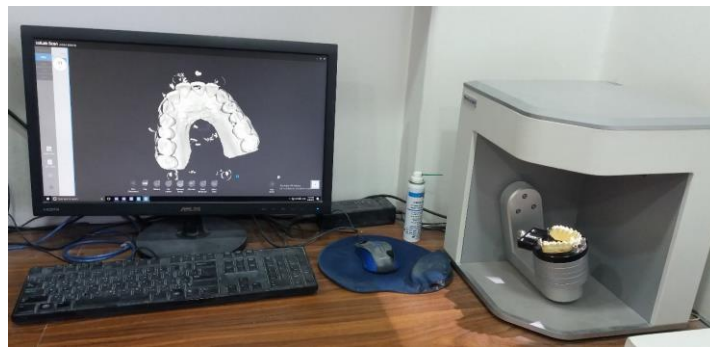


الشكل رقم (3-4) يبين الطبعات المطاطية بقوامين صلب ورخو

والتأكد من دقة الطبعة وشموليتها وعدم احتوائها على مناطق نقص أو فقاعات أو مناطق تشوه في المطاط، ثم تم تطهير الطبعة و تغليفها و إرسالها إلى الفني المختص الذي قام بصب الطبعات بالجبس الحجري المحسن ثم إجراء مسح ضوئي لجميع الأمثلة الجبسية باستخدام ماسح ثلاثي الأبعاد (Medit, Identica hybrid, Korea)



الشكل رقم (4-4) يبين الماسح ثلاثي الأبعاد (Medit, Identica hybrid, Korea)



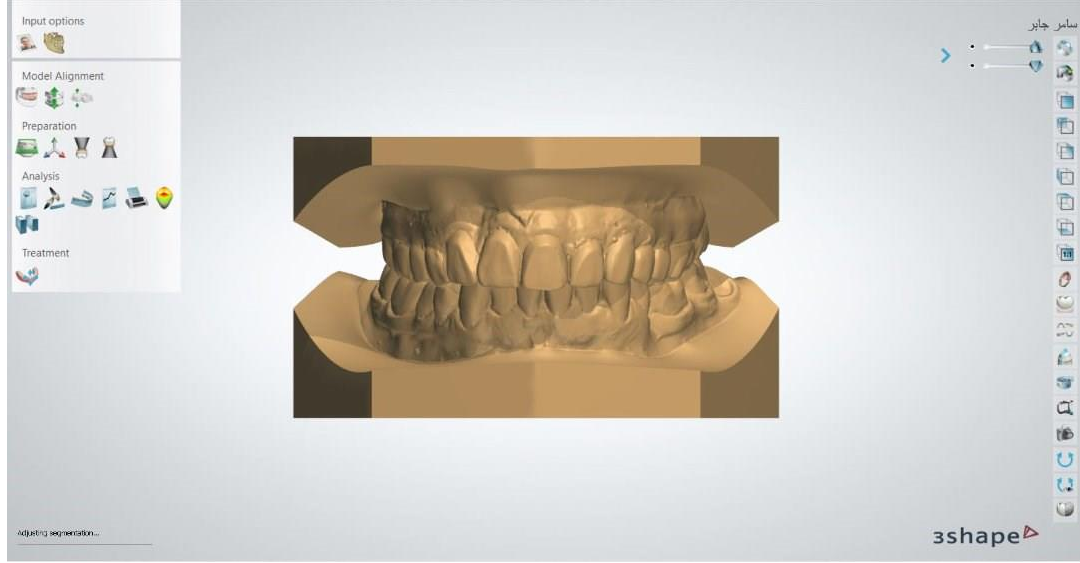
الشكل رقم (4-5) يبين نتيجة مسح الأمثلة تهيئاً لصناعة الراصفات

ثم تم تصدير الأمثلة الرقمية إلى برنامج حاسوبي (Ortho Analyzer 2017 (3shape)



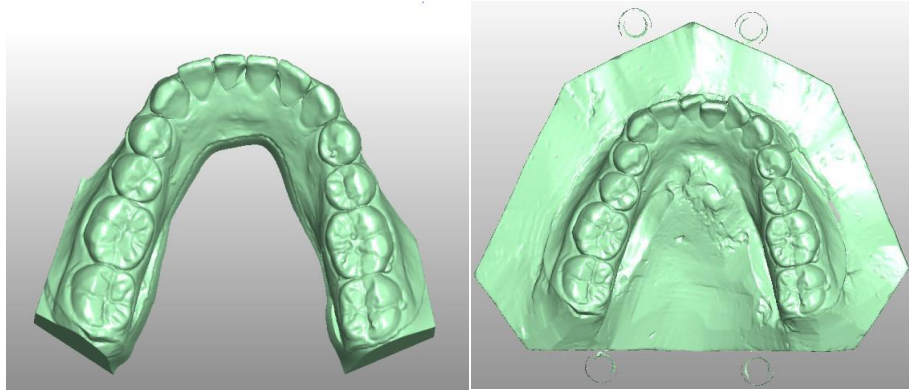
الشكل رقم (4-6) يبين واجهة برنامج (Ortho Analyzer 2017 (3shape)

في البداية يجب إضافة اسم المريض ومعلومات عنه ضمن سجل البرنامج، ثم إضافة الأمثلة الجسدية الرقمية الخاصة بالمريض



الشكل رقم (4-7) يبين نتائج تصدير المسح ثلاثي الأبعاد للبرنامج Ortho Analyzer 2017 (3shape)

بعد دراسة حالة كل مريض واجراء رصف افتراضي على المثال الرقمي تمكنا من الحصول على تنبؤ ثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة



الشكل رقم (4-8) يبين تنبؤ ثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة

عند الانتهاء من دراسة الحالة تم تقسيم مراحل المعالجة على أمثلة متتابعة باستخدام خاصية Models Builder حيث اعتبرت البداية هي المثال الأولي، والحالة النهائية هي المثال المتنبئ الحاسوبي حيث تم تحريك الأسنان بمقدار 0,33 مم خلال كل مرحلة، وبنتيجة الدراسة تم إنشاء ملف خاص بكل حالة يحتوي على مقدار الدورانات، التزوي، الإمالة، حركات التبريزغ والغرس، إضافة لمقدار السحل المينائي الواجب تطبيقه على الأسنان، وتم إرفاق نسخة مطبوعة من هذا الملف مع سجل كل مريض

Tooth movement overview									
	Rotation	Angulation	Inclination	Left/Right	Extrusion/Intrusion	Forward/Backward	Tooth Long Axis Angle	IPR Distal	IPR Mesial
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-0.2 mm	-0.1 mm	1.0 mm	74.9 deg	-	-
15	-5.3 deg	1.4 deg	0.6 deg	-0.1 mm	-0.3 mm	1.4 mm	76.2 deg	-	-
14	-1.9 deg	-0.1 deg	0.1 deg	0.1 mm	0.1 mm	1.1 mm	86.3 deg	-	-
13	9.9 deg	1.8 deg	-4.5 deg	-0.3 mm	0.0 mm	-0.2 mm	77.0 deg	0.60mm	0.30mm
12	0.0 deg	0.0 deg	-0.7 deg	0.0 mm	0.0 mm	0.1 mm	72.7 deg	0.30mm	0.50mm
11	19.0 deg	-4.5 deg	-2.0 deg	1.2 mm	0.1 mm	-0.3 mm	76.2 deg	0.50mm	0.30mm
21	21.6 deg	-3.7 deg	-4.3 deg	0.6 mm	-0.1 mm	0.6 mm	76.9 deg	0.30mm	0.30mm
22	1.4 deg	0.1 deg	0.0 deg	-0.2 mm	-0.4 mm	0.3 mm	76.8 deg	0.30mm	0.30mm
23	10.3 deg	-0.8 deg	0.3 deg	0.1 mm	-0.2 mm	0.0 mm	77.4 deg	-	-
24	-	-	-	-0.1 mm	0.1 mm	1.3 mm	90.0 deg	-	-
25	-	-	-	0.2 mm	0.0 mm	1.2 mm	90.0 deg	-	-
26	-	-	-	-0.1 mm	0.0 mm	0.7 mm	90.0 deg	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	0.3 mm	0.0 mm	0.7 mm	84.8 deg	-	-
35	-	-	2.2 deg	0.2 mm	-0.8 mm	0.6 mm	84.2 deg	-	-
34	2.0 deg	-0.1 deg	2.5 deg	0.1 mm	-0.4 mm	0.5 mm	85.8 deg	-	-
33	-	-	-	-	-	-	84.3 deg	0.30mm	0.30mm
32	3.2 deg	-	-	0.2 mm	0.0 mm	-0.2 mm	80.4 deg	0.30mm	0.30mm
31	-13.5 deg	0.2 deg	1.0 deg	0.2 mm	0.0 mm	0.1 mm	78.3 deg	0.30mm	0.30mm
41	-6.2 deg	-0.1 deg	-0.6 deg	-	-	-	79.0 deg	0.30mm	0.30mm
42	1.3 deg	-	-	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	77.9 deg	0.30mm	0.30mm
43	-2.7 deg	-	-	-0.1 mm	0.0 mm	-0.1 mm	77.9 deg	0.30mm	0.30mm
44	-	-	2.5 deg	0.0 mm	-0.2 mm	0.0 mm	87.5 deg	-	-
45	-7.7 deg	0.3 deg	2.0 deg	0.1 mm	0.0 mm	1.0 mm	88.0 deg	-	-
46	-	-	0.7 deg	-0.1 mm	-0.1 mm	0.6 mm	89.3 deg	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-

الشكل رقم (4-9) يبين مقدار الدورانات، التزوي، الإمالة، حركات التزيغ والغرس، إضافة لمقدار السحل المينائي الواجب تطبيقه على الأسنان لآحد مرضى العينة

وبعدها صدرت الأمثلة إلى طابعة ثلاثية الأبعاد مخصصة للاستخدامات السنّية (Original Prusa i3 MK3 by Josef Prusa, Prague, Czech Republic) وطبعت الأمثلة المتتابة الخاصة بكل حالة من مادة الريزين



الشكل رقم (4-10) يبين الطابعة ثلاثية الأبعاد المخصصة للاستخدامات السنّية (Original Prusa i3 MK3 by Josef Prusa, Prague, Czech Republic)

بعد ذلك تم صنع الراصفة الشفافة الخاصة بكل مثال باستخدام صفائح (CA[®], Sheu, Germany) باستخدام جهاز تحضير الراصفات الشفافة (Biostar, Sheu, Germany) في هذا البحث درست المرحلة الأولى والثانية فقط من المراحل المتتابعة لكل مريض من مرضى العينة .

4.9.2 المسح ثلاثي الأبعاد للراصفات الشفافة:

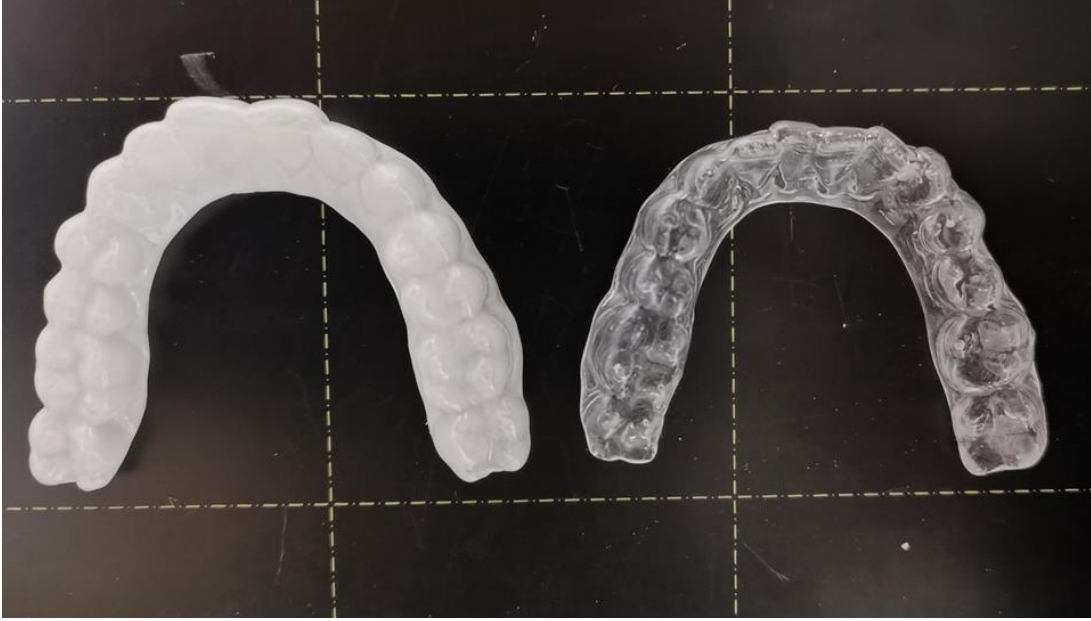
نقوم بإرذاذ السطح الداخلي للراصفات التقويمية الشفافة بمادة 3D scan spray (NHT high technology, scan spray, UAE) رقيقة الثخانة غير لامعة وقابلة للإزالة وذلك تهيئاً لمسحها بواسطة الماسح ثلاثي الأبعاد (Medit, Identica hybrid, Korea) وذلك لتفادي مناطق لمعان الراصفات الشفافة التي ستظهر كتشوه عند مسحها. (Park and Shin 2018)

يحتوي هذا الرذاذ على البروبان كمذيب و أكسيد التيتانيوم .

وبعدها يتم تصدير ملفات المسح بصيغة stl إلى برنامج GOM inspect (GOM inspect suite 2020) لتتم المقارنة فيما بعد.



الشكل رقم (4-11) يبين 3D scan spray (NHT high technology, scan spray, UAE)



الشكل رقم (12-4) يبين الراصفات قبل وبعد تغطيتها ب 3D scan spray

بعد المسح نكون قد حصلنا على مجسم بياني ثلاثي الأبعاد لكل راصفة علوية وسفلية وتم الاحتفاظ بهذه المجسمات في مجلد الكتروني مجدول بحسب اسم المريض ورقم المرحلة .

تنظيف الراصفات:

تم تنظيف الراصفات من الرذاذ السابق بواسطة الفرشاة والماء و وضع الراصفات في جهاز Ultrasonic Cleaner لمدة 5 دقائق، وتجفيفها بالمناديل الورقية

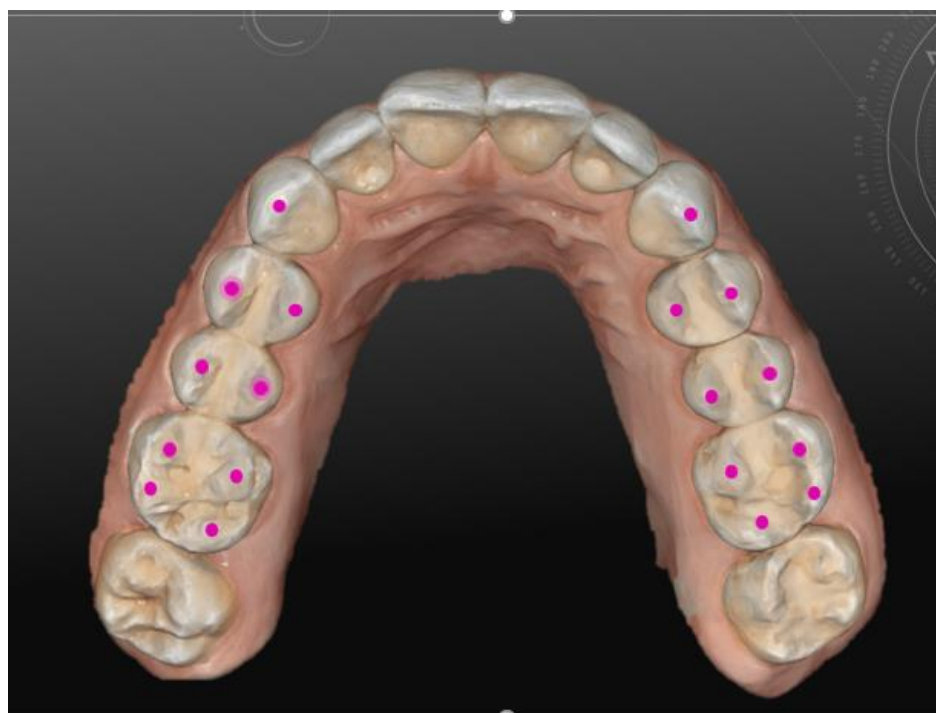
4.9.3 قياس سماكة الراصفات الشفافة:

بعدها تم إجراء قياس سماكة الراصفات العلوية والسفلية في 18 نقطة محددة تم تعيينها كالتالي الجدول (1-4):

(Bucci, Rongo et al. 2019)

الجدول رقم (4-1) يبين توزع النقاط التي تم اعتمادها لقياس سماكة راصفات الفك العلوي والسفلي.

موقع النقطة	راصفة الفك العلوي	راصفة الفك السفلي
ذروة الناب	U3	L3
ذروة الحدبة الدهليزية للمضاحك الأول	U4B	L4B
ذروة الحدبة (الحنكية-اللسانية) للمضاحك الأول	U4P	L4L
ذروة الحدبة الدهليزية للمضاحك الثاني	U5B	L5B
ذروة الحدبة (الحنكية-اللسانية) للمضاحك الثاني	U5P	L5L
ذروة الحدبة الدهليزية الأنسية للرحى الأولى	U6MB	L6MB
ذروة الحدبة الدهليزية الوحشية للرحى الأولى	U6DB	L6DB
ذروة الحدبة (الحنكية-اللسانية) الأنسية للرحى الأولى	U6MP	L6ML
ذروة الحدبة (الحنكية-اللسانية) الوحشية للرحى الأولى	U6DP	L6DL



الشكل رقم (4-13) يبين النقاط المرجعية لقياس سماكة الراصفات.

وتم الاحتفاظ بنتائج قياس السماكة التي أجريت قبل التعرض السريري ليتم مقارنتها فيما بعد مع مقابلاتها بعد التعرض داخل الفموي.

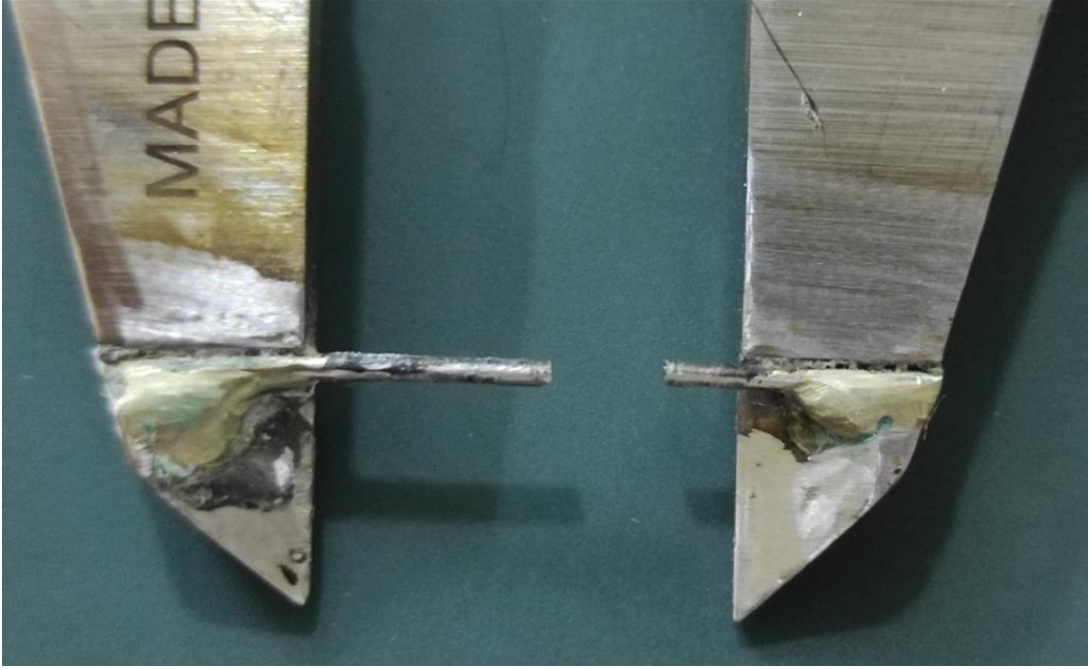
تم القياس باستخدام البياكوليس الرقمي بعد تعديل ذراعي القياس ليتقيا في نقطة ، وذلك ليتناسب مع مهمة قياس السماكة في منطقة رؤوس الحدبات الشكل (4-13).

كيفية التعديل:

تم صنع حفرة طولية بالذراع العلوي والسفلي لتأمين مكان للوصلة السلكية، الوصلة السلكية عبارة عن سلك بقطر 1 مم مصنوع من مادة الفولاذ اللامدئ، تم لحم الوصلة مع جسم الذراع العلوي والسفلي باستخدام معدن الفضة الذي تم صهره بغاز الأوكسجين المشتعل الشكل (4-14) (4-15).



الشكل رقم (4-14) يبين البياكوليس المعدل.



الشكل رقم (15-4) يبين الذراعين المضافين للبياكوليس المعدل

4.9.4 قياس لون الراصفات الشفافة:

تم قياس لون الراصفات الشفافة قبل تعرضها للبيئة الفموية بواسطة جهاز قياس الطيف الضوئي VITA Easyshade القياسية (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ، يساعد هذا الجهاز الممارسين السنيين على التحقق من لون الترميم خارج الفم. القياس اللوني تم للسطح الشفوي للتنية العلوية والسفلية اليمنى لكل صفيحة، تم صنع مثال لجسم سن مدعم بوتد من الألياف الزجاجية من الكومبوزيت درجته اللونية A3 الشكل (4-16)، ليكون كخلفية مرجعية توضع خلف السطح الشفوي للراصفة (Liu, Sun et al. 2016) .



الشكل رقم (4-16) يبين مثال لجسم سن مدعم بوتد من الالياف الزجاجية من الكومبوزيت درجته اللونية

A3

خطوات استخدام الجهاز:

تثبيت درع مكافحة العدوى (infection control shield)، ومعايرة الجهاز. ثم وضع السن الصناعي في مكانه ضمن تجويف الثنية اليمنى العلوية والسفلية ليكون كخلفية لونية مرجعية الشكل (4-17).



الشكل رقم (4-17) يبين طريقة استخدام جهاز قياس اللون

ثم نقل المؤشر على القائمة لنختار ايقونة قياس اللون. بدأت عملية القياس وأختبر اللون بمنطقة مرجعية (الثالث المتوسط_ النقطة المركزية) وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة.

لمعرفة أبعاد اللون تم تحريك المؤشر على الدرجة اللونية والضغط عليها لتظهر لنا قيم أبعاد اللون والتي يعبر عنها بقيم عددية

تم إجراء القياسات عن طريق وضع طرف المستشعر بشكل محكم وعمودي على سطح الرابضة. أجريت جميع القياسات في نفس الغرفة بإضاءة قياسية عند قياس الدرجة اللونية للرابضة قبل الاستخدام تظهر لدينا النتائج التالية.



الشكل رقم (18-4) يبين نتائج القياس اللوني.

يمكن أن يتم تحديد القيمة اللونية بتنسيقين مختلفين :

- | | | |
|----------------------|-----------|------------------|
| 1) L = Lightness | | 1) L = Lightness |
| 2) a = green / red | OR | 2) C = Chroma |
| 3) b = blue / yellow | | 3) h = Hue |

تم قياس لون جميع الرابضات الشفافة قبل الأستعمال و تحديد أبعاد اللون و تم الأحتفاظ بهذه النتائج للمقارنة فيما بعد.

4.9.5 تطبيق الراصفات الشفافة لمرضى العينة:

بعد تحضير الراصفات مخبرياً، بدأت المعالجة بإجراء السحل المينائي الملاصق باستخدام شرائط السحل وفق ما تقتضيه كل حالة. وبناءً على جدول السحل المرفق مع الراصفات والنتائج من دراسة الأمثلة على برنامج 3 Shape، تم التأكد من صحة كمية السحل عن طريق مقياس سماكة السحل المرفق بمجموعة الراصفات الشكل (4-19)، ومن ثم البدء باستخدام الراصفات لمدة 20 ساعة خلال اليوم وتم تبديل الراصفة بمعدل كل أسبوعين بعد التأكد من حيادية الراصفة الموضوعية (Malik OH et al., 2013).



الشكل رقم (4-19) يبين مقياس سماكة السحل

المتغيرات المدروسة:

- 1- متغير لون الراصفات التقويمية الشفافة.
- 2- متغير سماكة الراصفات التقويمية الشفافة.
- 3- التغيرات الثلاثية الأبعاد للراصفات التقويمية الشفافة.

قياس المتغيرات (لون-سماكة-ثلاثية ابعاد) بعد تعرض الراصفات للبيئة الفموية:

هنا سيتم دراسة المرحلة الأولى والثانية من مراحل تطبيق الراصفات لكل مريض من مرضى العينة.

بعد إتمام كل مريض من مرضى العينة فترة ارتداء الراصفة (14 يوم) ، تم جمع الراصفات ووضعتها بجهاز التنظيف فوق الصوتي باستعمال محلول منظف لمدة 5 دقائق، بعدها تم تجفيفها والاحتفاظ بكل راصفة ضمن مغلف شفاف مع كتابة اسم المريض ورقم المرحلة على المغلف.

4.10 مقارنة تغير اللون:

تم إعادة قياس اللون للراصفات المسترجعة بنفس البروتوكول المتبع في البداية قبل التعرض داخل الفموي، والاحتفاظ بهذه البيانات لنجري عليها المقارنة.

تم حساب القيمة الإجمالية لتغيير اللون (ΔE^*) وفقاً للمعادلة:

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

تظهر لدينا قيم أبعاد اللون L^*_1, a^*_1, b^*_1 وتم إعادة أخذ قياس لون الراصفات المسترجعة بعد تعرضها للبيئة الفموية وتكون القيم L^*_2, a^*_2, b^*_2 ، تم حساب القيمة الإجمالية لتغيير اللون (ΔE^*) وفقاً للمعادلة

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

تم تحويل قيم ΔE^* إلى وحدات NBS مع المعادلة $NBS = \Delta E^* \times 0.92$ لربط تغير اللون إلى معيار سريري

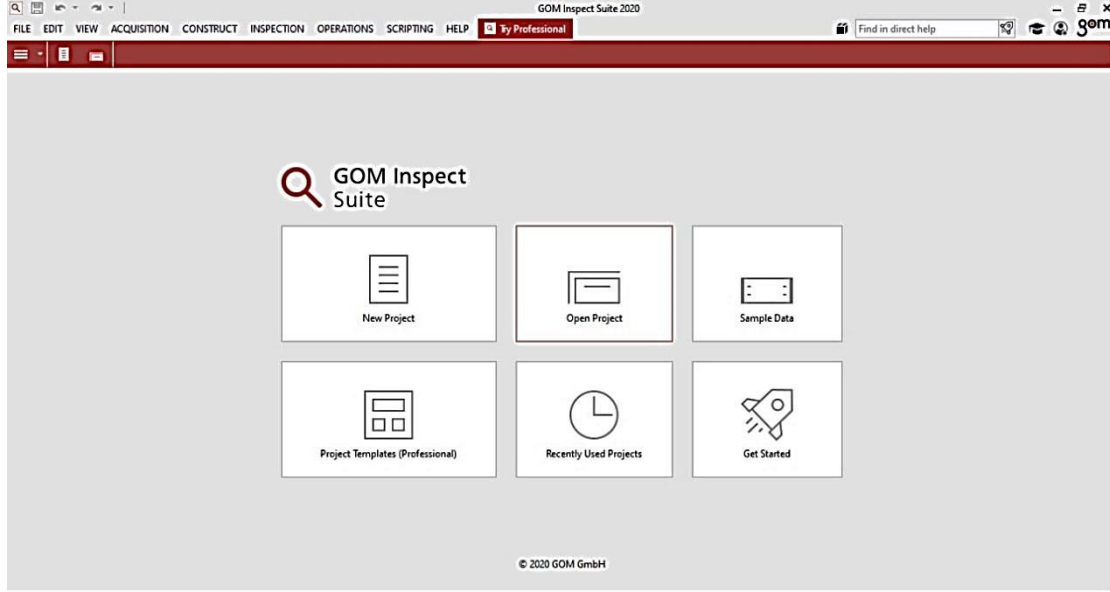
4.11 مقارنة تغير السماكة:

تم إعادة قياس سماكة الراصفات الشفافة المسترجعة وفق نفس البروتوكول المتبع سابقاً، والاحتفاظ بهذه البيانات لنجري عليها المقارنة.

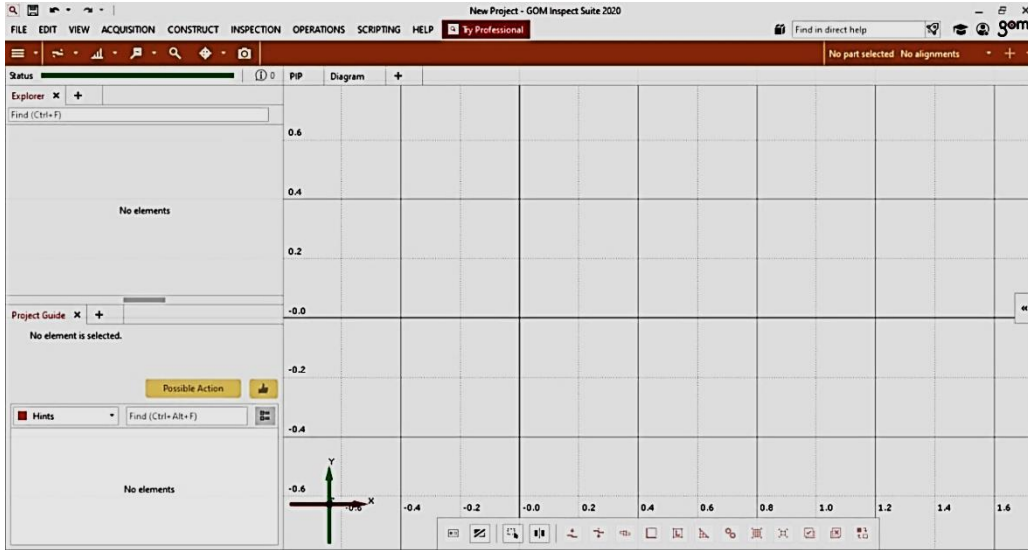
4.12 مقارنة التغير ثلاثي الأبعاد للراصفات الشفافة:

تم إرسال الراصفات الشفافة المسترجعة للمخبر السني لإعادة أخذ مسح ثلاثي الأبعاد لهذه الراصفات وفق نفس البروتوكول المتبع سابقاً، والاحتفاظ بهذه البيانات لنجري عليها المقارنة.

وبعدها يتم تصدير ملفات المسح بصيغة stl إلى برنامج GOM inspect (GOM inspect suite 2020) الشكل (20-4).



الشكل رقم (20-4) يبين واجهة برنامج (GOM inspect suite 2020)



الشكل رقم (21-4) يبين الصفحة الرئيسية للبرنامج.

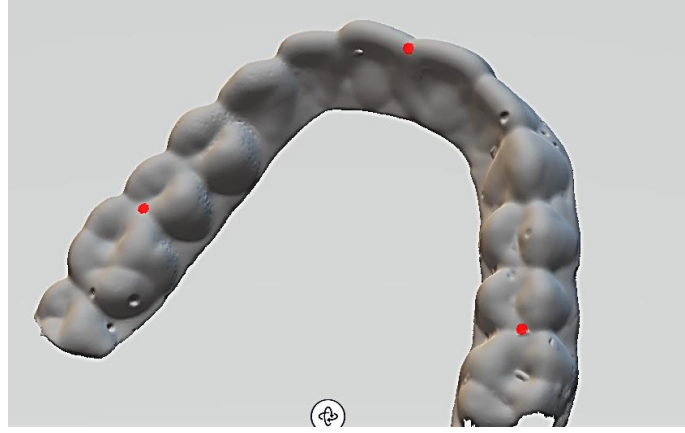
ثم يتم عمل مطابقة بين الملف الأول (قبل الاستخدام).

وبين الملف الثاني (بعد الاستخدام) عبر تحديد ثلاث نقاط مرجعية على الملف الأول الشكل (4-22):

النقطة الأولى: النقطة المركزية من الخط المتوسط السني.

النقطة الثانية: نقطة التماس بين الرحى الأولى والضاحك الثاني في الجهة اليمنى من القوس السني.

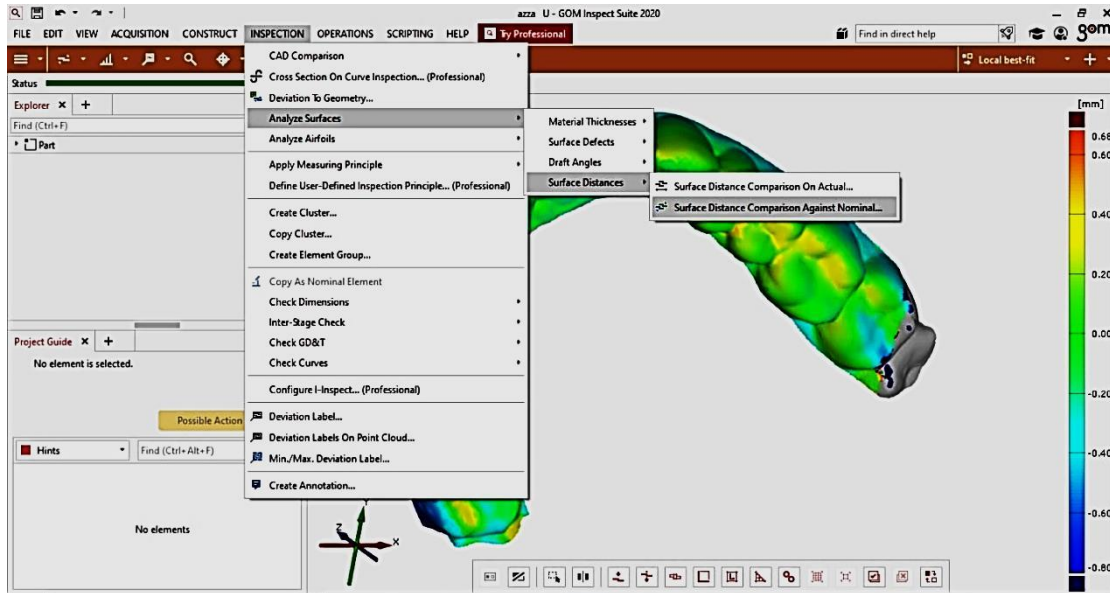
النقطة الثالثة : نقطة التماس بين الرحى الأولى والضاحك الثاني في الجهة اليسرى من القوس السني.



الشكل رقم (4-22) يبين النقاط المرجعية الثلاثة المستخدمة في عمل المطابقة

يتم تحديد ثلاث نقاط مماثلة على الملف الثاني.

عندها تتم المطابقة بين الشكلين الأول والثاني، بعدها يتم النقر على خيار قياس المسافة كما هو موضح في الشكل (4-23).



الشكل رقم (4-23) يبين خيار قياس المسافة

هذا الخيار يبين لنا تحليل للمسافة بين السطحين فتظهر لدينا خريطة لونية الشكل (4-24)، تعبر عن المسافة بين سطحي الشكلين الأول والثاني.



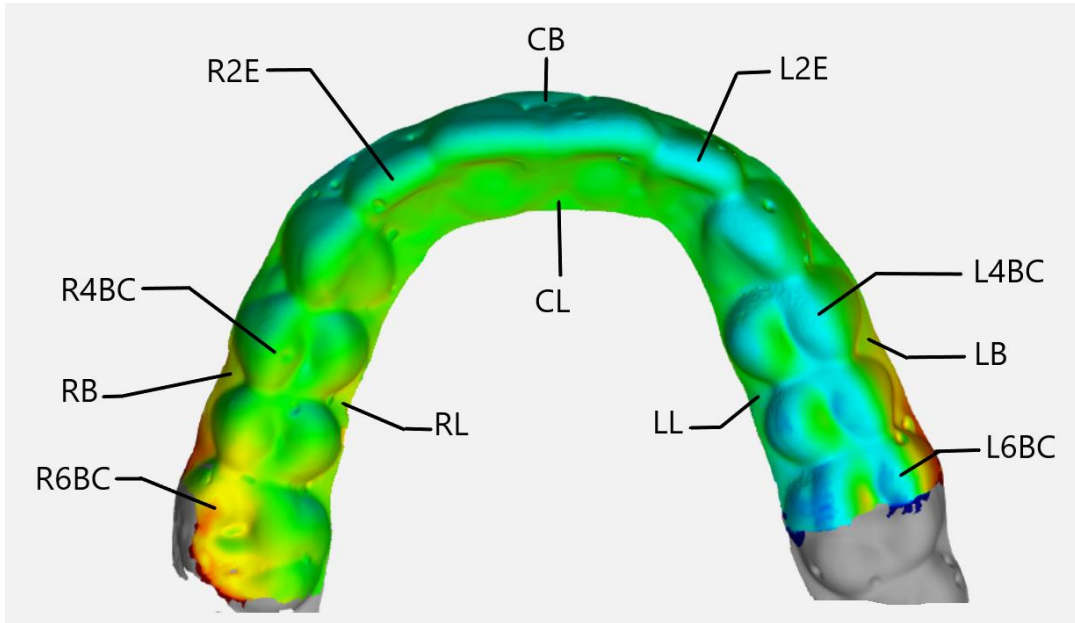
الشكل رقم (4-24) يبين خريطة لونية تعبر عن المسافة بين سطحي الشكلين الأول والثاني

بعد الحصول على الخريطة اللونية لتطابق الصفائح اخترنا 12 نقطة عشوائية الشكل (4-25)، لتقييم التطابق بين الرافعتين، النقاط موضحة في الجدول (4-2):

الجدول رقم (4-2) يبين توزيع النقاط المعتمدة لتحديد التغيرات الثلاثية الأبعاد.

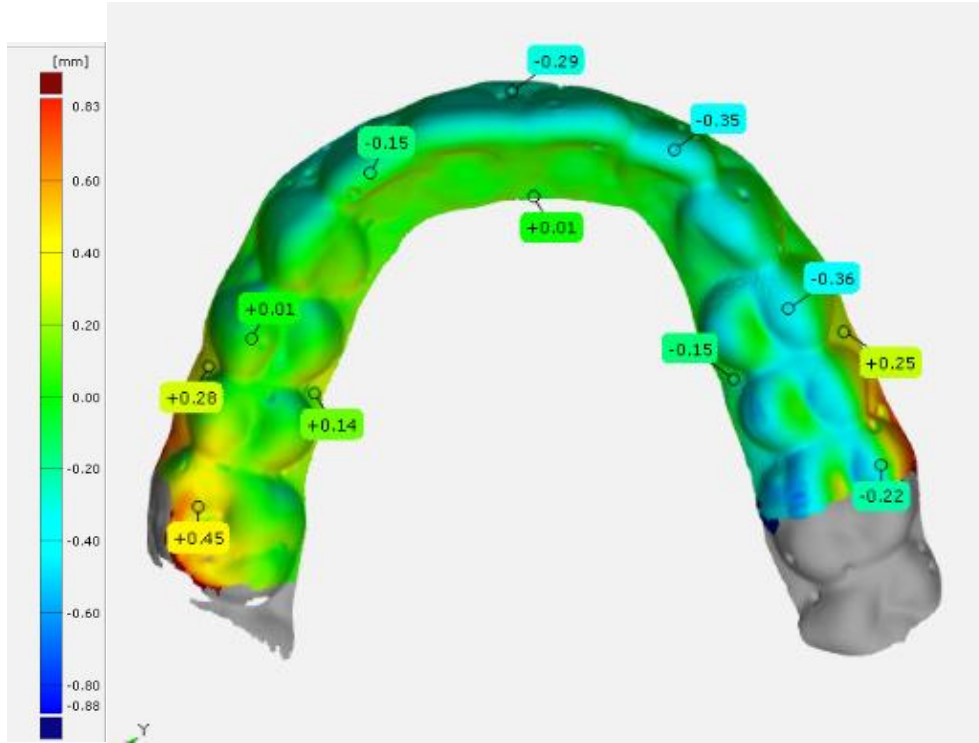
النقطة	الموقع
L6BC	ذروة الحدبة الانسية الدهليزية للرحى الأولى اليسرى
L4BC	ذروة الحدبة الدهليزية للضاحك الأول الايسر
L2E	منتصف الحد القاطع للرباعية اليسرى
R2E	منتصف الحد القاطع للرباعية اليمنى
R4BC	ذروة الحدبة الدهليزية للضاحك الأول الأيمن
R6BC	ذروة الحدبة الدهليزية الأنسية للرحى الأولى اليمنى
LL	النقطة المركزية في المسافة اللسانية بين حدود الرافعة وعنقي الضاحكان في الجهة اليسرى
LB	النقطة المركزية في المسافة الدهليزية بين حدود الرافعة وعنقي الضاحكان في الجهة اليسرى
CL	المنطقة المركزية في المسافة اللسانية بين حدود الرافعة وعنقي الثنيتين

CB	المنطقة المركزية في المسافة الدهليزية بين حدود الراصفة وعنقي الثنيتين
RL	النقطة المركزية في المسافة اللسانية بين حدود الراصفة وعنقي الضاحكين في الجهة اليمنى
RB	النقطة المركزية في المسافة الدهليزية بين حدود الراصفة وعنقي الضاحكان في الجهة اليمنى



الشكل رقم (4-25) يبين النقاط المرجعية المستخدمة في مقارنة ثبات الأبعاد

بمساعدة البرنامج يتم تقييم كل نقطة من النقاط السابقة بقيمة رقمية تمثل السماكة بين الراصفتين وبالتالي تحدد هذه القيمة تطابق الراصفتين (قبل وبعد الاستخدام) الشكل رقم (4-26).



الشكل رقم (4-26) يبين قياس البرنامج للنقاط المرجعية على الخريطة اللونية.

4.13 التحليل الإحصائي Statistical Analysis:

تم إجراء التحليل الإحصائي للبيانات المسجلة للمتغيرات المدروسة في الدراسة باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS 20 (Statistical Package for Social Science) حيث تم إجراء ما يلي:

1- حساب القيم الإحصائية الوصفية Descriptive Statistics (العدد - المتوسط الحسابي - الانحراف المعياري - الخطأ المعياري) للمتغيرات المدروسة.

2- دراسة طبيعة توزيع البيانات للمتغيرات المدروسة في البحث باستخدام اختبار غولموغوروف سميرونوف Kolmogorov Smirnov Test في البرنامج الإحصائي SPSS20 حيث اعتبر التوزيع طبيعياً عند قبول فرضية العدم وذلك عندما تكون قيمة الاحتمالية P-value أكبر من القيمة 0.05 ويكون التوزيع غير طبيعياً عند رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة وذلك عندما تكون قيمة الاحتمالية P-value أصغر من القيمة 0.05.

3- المقارنة بين القيم المسجلة للمتغيرات الكمية المستمرة ذات التوزيع الطبيعي عند المقارنة بين متوسط قيم متغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى وفي المرحلة الثانية مع

القيمة 0 (الحالة الطبيعية) لدراسة وجود فروق دالة إحصائياً باستخدام اختبار T ستودنت لعينة واحدة One Sample T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20 وهو أحد الاختبارات الإحصائية المعلمية والتي تستخدم من أجل التحليل الإحصائي للمتغيرات المستمرة التي تخضع للتوزيع الطبيعي، وذلك بهدف مقارنة متوسط المتغير المدروس مع الحالة الطبيعية، حيث اعتبرت قيمة مستوى الاحتمالية P-value أقل من 0.05 دالة إحصائياً ($p \leq 0.05$) وذلك عند درجة الثقة 95%.

4- المقارنة بين القيم المسجلة للمتغيرات الكمية المستمرة ذات التوزيع الطبيعي ما بين متوسطات المتغيرات ما بين الأزمنة المدروسة (قبل إجراء التجربة وبعد إجراء التجربة) لدراسة وجود فروق دالة إحصائياً باستخدام اختبار T للعينات المرتبطة Paired Samples T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20 وهو أحد الاختبارات الإحصائية المعلمية والتي تستخدم من أجل التحليل الإحصائي للمتغيرات المستمرة التي تخضع للتوزيع الطبيعي، وذلك بهدف مقارنة متوسطات المتغير المدروس ما بين الأزمنة المدروسة في كل مجموعة على حدى، حيث اعتبرت قيمة مستوى الاحتمالية P-value أقل من 0.05 دالة إحصائياً ($p > 0.05$) وذلك عند درجة الثقة 95%.

5- تقدير مستويات التغير اللوني في المرحلة الأولى والثانية عن طريق حساب قيمة كل من التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الأولى وفق المقياس المستخدم من قبل الباحثة حسب المعادلة التالية:

$$NBS = \Delta E \times 0.92$$

6- حساب خطأ الطريقة (ME) من أجل قياس موثوقية Reliability الطريقة المستخدمة في إجراء القياسات للمتغيرات المدروسة في المرحلة الأولى والثانية باستخدام معادلة دالبيرغ Dahlberg حيث تم حساب خطأ الطريقة بعد إعادة القياسات لنفس المتغيرات من قبل الباحثة ذاتها باستخدام معادلة دالبيرغ وفق القانون التالي:

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

حيث ME : خطأ الطريقة

N: عدد أزواج أمثلة الدراسة المعاد قياسها

d: الفرق بين كل قياسين

6- رسم المخططات Diagrams الخاصة بالبيانات الاسمية والبيانات الكمية المستمرة لكل

متغير من المتغيرات المدروسة في مجموعات التجربة باستخدام برنامج Microsoft

.Excel 2010

5 الفصل الخامس

النتائج

Results

الفصل الخامس

5 - النتائج Results:

5.1 عينة الدراسة Study Sample:

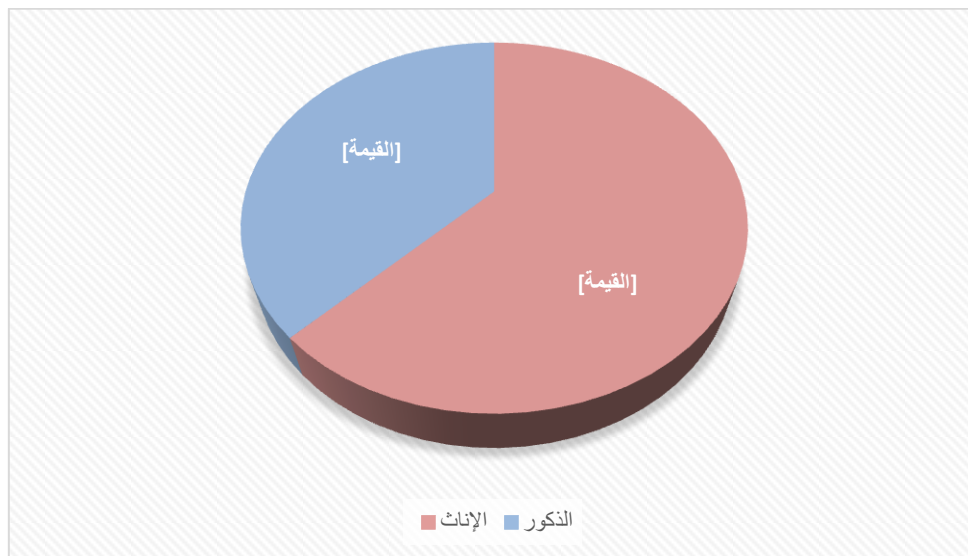
بلغ العدد النهائي للعينة المشاركة في هذه الدراسة 16 مريضاً (انسحب مريضين من العينة) بعمر وسطي 21.37 سنة.

بلغ عدد الإناث في عينة الدراسة 10 إناث بنسبة قدرها 62.5%، في حين بلغ عدد الذكور في العينة 6 ذكور بنسبة قدرها 37.5% كما يوضح المخطط البياني (5-1).

يبين الجدول (5-1) الخصائص الأساسية للعينة (Baseline Sample Characteristics) قبل البدء بالمعالجة للمرضى المشاركين في الدراسة الحالية.

الجدول (5-1): الخصائص الأساسية للعينة قبل البدء بالمعالجة.

Baseline Sample Characteristics	
16	عدد المرضى
6/10	توزع الجنس (إناث / ذكور)
21.37	متوسط العمر



المخطط البياني (5-1): نسبة الذكور والإناث في عينة الدراسة.

5.2 متغير اللون:

5.2.1 متغير اللون في المرحلة الأولى:

أولاً: الدراسة الإحصائية الوصفية للمتغير في المرحلة الأولى:

يبين الجدول رقم (2-5) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم الراسفات التقييمية في المرحلة الأولى حيث يبين الجدول حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمتغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى.

الجدول رقم (2-5) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راسفات التقييم في المرحلة الأولى

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

ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية للمتغير في المرحلة الأولى:

يبين الجدول رقم (3-5) نتائج استخدام اختبار T ستودنت لعينة واحدة One Sample T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20 عند المقارنة بين متوسط قيم متغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى مع القيمة 0 (الحالة الطبيعية) حيث يبين الجدول قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين وقيمة T المحسوبة ودرجة الحرية الإحصائية وقيمة الاحتمالية P-value وتفسيرها.

الجدول رقم (3-5) نتائج استخدام اختبار T ستودنت لعينة واحدة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى مع القيمة 0 (الحالة الطبيعية)

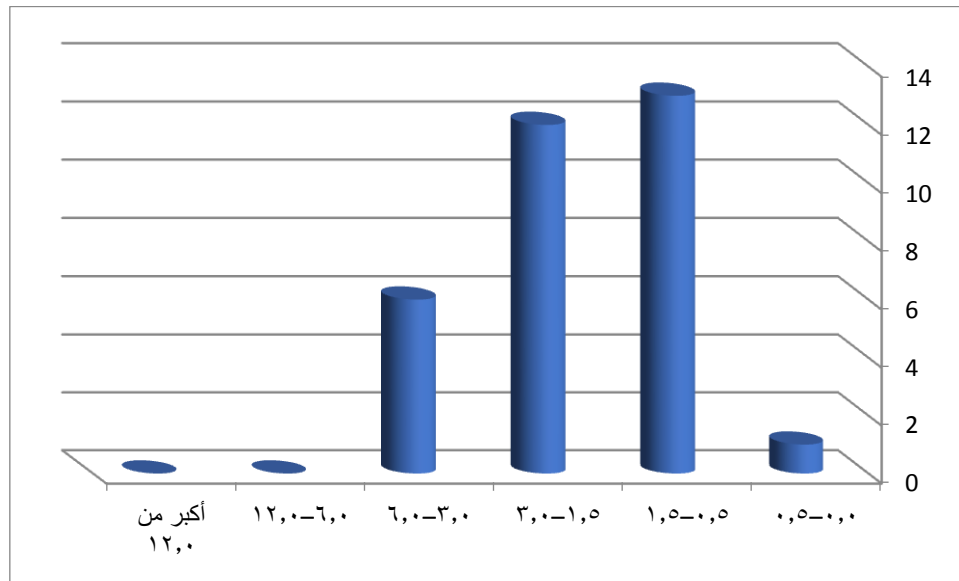
المقاييس	فرق المتوسطين	قيمة T المحسوبة	درجة الحرية	قيمة P-value	التفسير
المرحلة الأولى	2.001	8.884	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

ثالثاً: تقدير مستويات التغير اللوني في المرحلة الأولى:

يبين الجدول رقم (4-5) التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الأولى حيث يبين الجدول المقياس المستخدم وفق الباحثة وحجم العينة والنسبة المئوية وفق مقدار التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة في المرحلة الأولى. أما المخطط رقم (2-5) فيوضح قيم التوزيعات التكرارية لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الأولى

الجدول رقم (4-5) التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الأولى

النسبة %	العدد	National bureau of standards units	Descriptions of colour changes
3.13	1	0.0-0.5	Trace: extremely slight change
40.63	13	0.5-1.5	Slight: slight change
37.50	12	1.5-3.0	Noticeable: perceivable
18.75	6	3.0-6.0	Appreciable: marked change
0.00	0	6.0-12.0	Much: extremely marked change
0.00	0	أكبر من 12.0	Very much: change to other color
100.00	32	المجموع	



المخطط رقم (2-5) قيم التوزيعات التكرارية لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الأولى

رابعاً: حساب خطأ الطريقة (ME):

من أجل قياس موثوقية Reliability الطريقة المستخدمة في إجراء القياسات للمتغيرات المدروسة في المرحلة الأولى تم استخدام معادلة دالبيرغ Dahlberg حيث تم حساب خطأ الطريقة بعد إعادة القياسات لنفس المتغيرات من قبل الباحثة ذاتها باستخدام معادلة دالبيرغ وكانت نتائج خطأ الطريقة وفق الجداول التالية:

الجدول رقم (5-5) قيم خطأ الطريقة لمتغير اللون في المرحلة الأولى عند المرضى الخاضعين للدراسة

خطأ الطريقة ME	المتغيرات Variables
0.1	اللون في المرحلة الأولى

من الجداول أعلاه نلاحظ بأن قيمة خطأ الطريقة وفق دالبيرغ Dahlberg للمتغير المدروس كانت في حدودها الدنيا وبالتالي موثوقية الطريقة كانت جيدة وبالتالي فإن النتائج التحليلية لهذه القياسات يمكن الاعتماد عليها في تفسير النتائج المتعلقة بالبحث.

5.2.2 متغير اللون في المرحلة الثانية:

أولاً: الدراسة الإحصائية الوصفية للمتغير في المرحلة الثانية:

يبين الجدول رقم (5-6) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم في المرحلة الثانية حيث يبين الجدول حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمتغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية.

الجدول رقم (5-6) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير اللون في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راصفات التقويم في المرحلة الثانية

المقاييس الإحصائية الوصفية	حجم العينة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
المرحلة 2	32	2.080	1.276	0.225

ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية للمتغير في المرحلة الثانية:

يبين الجدول رقم (5-7) نتائج استخدام اختبار T ستودنت لعينة واحدة One Sample T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20 عند المقارنة بين متوسط قيم متغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية مع القيمة 0 (الحالة الطبيعية) حيث يبين الجدول قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين وقيمة T المحسوبة ودرجة الحرية الإحصائية وقيمة الاحتمالية P-value وتفسيرها.

الجدول رقم (5-7) نتائج استخدام اختبار T ستودنت لعينة واحدة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير اللون في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية مع القيمة 0 (الحالة الطبيعية)

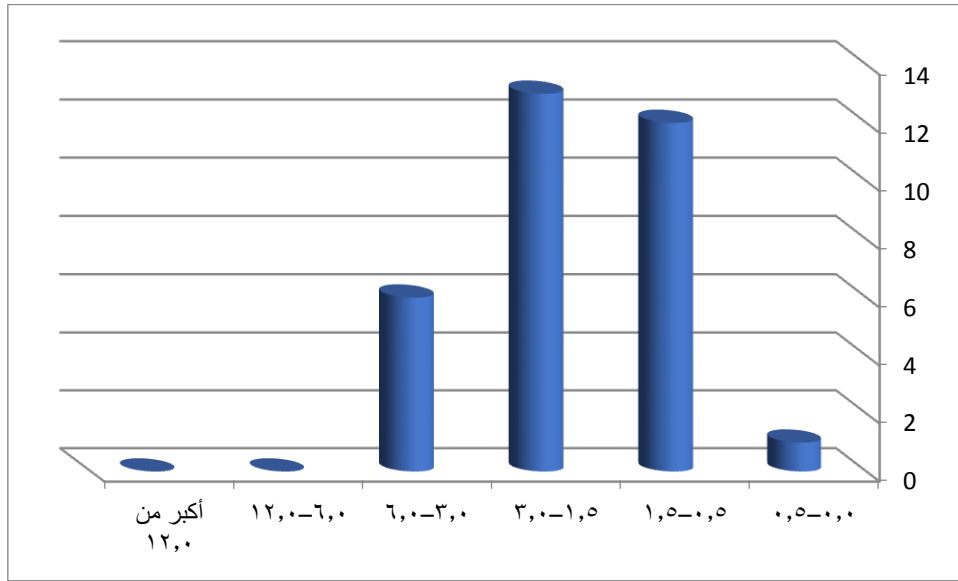
المقاييس	فرق المتوسطين	قيمة T المحسوبة	درجة الحرية	قيمة P-value	التفسير
المرحلة الثانية	2.080	9.223	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائية

ثالثاً: تقدير مستويات التغير اللوني في المرحلة الثانية:

يبين الجدول رقم (5-8) التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الثانية حيث يبين الجدول المقياس المستخدم وفق الباحثة وحجم العينة والنسبة المئوية وفق مقدار التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة في المرحلة الثانية. أما الشكل رقم (3-5) فيوضح قيم التوزيعات التكرارية لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الثانية.

الجدول رقم (5-8) التوزيع التكراري المطلق والنسبي لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الثانية

النسبة %	العدد	National bureau of standards units	Descriptions of colour changes
3.13	1	0.0-0.5	Trace: extremely slight change
37.50	12	0.5-1.5	Slight: slight change
40.63	13	1.5-3.0	Noticeable: perceivable
18.75	6	3.0-6.0	Appreciable: marked change
0.00	0	6.0-12.0	Much: extremely marked change
0.00	0	أكبر من 12.0	Very much: change to other color
100.00	32		المجموع



المخطط رقم (3-5) قيم التوزيعات التكرارية لمعايير وصف التغير اللوني الحاصل بعد إجراء التجربة عند المرضى في المرحلة الثانية

رابعاً: حساب خطأ الطريقة (ME):

من أجل قياس موثوقية Reliability الطريقة المستخدمة في إجراء القياسات للمتغيرات المدروسة في المرحلة الثانية تم استخدام معادلة دالبيرغ Dahlberg حيث تم حساب خطأ الطريقة بعد إعادة القياسات لنفس المتغيرات من قبل الباحثة ذاتها باستخدام معادلة دالبيرغ وكانت نتائج خطأ الطريقة وفق الجداول التالية:

الجدول رقم (9-5) قيم خطأ الطريقة لمتغير اللون في المرحلة الثانية عند المرضى الخاضعين للدراسة

خطأ الطريقة ME	المتغيرات Variables
0.08	اللون في المرحلة الثانية

من الجداول أعلاه نلاحظ بأن قيمة خطأ الطريقة وفق دالبيرغ Dahlberg للمتغير المدروس كانت في حدودها الدنيا وبالتالي موثوقية الطريقة كانت جيدة وبالتالي فإن النتائج التحليلية لهذه القياسات يمكن الاعتماد عليها في تفسير النتائج المتعلقة بالبحث.

5.3 متغير السماكة:

5.3.1 متغير السماكة في المرحلة الأولى:

أولاً: الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى:

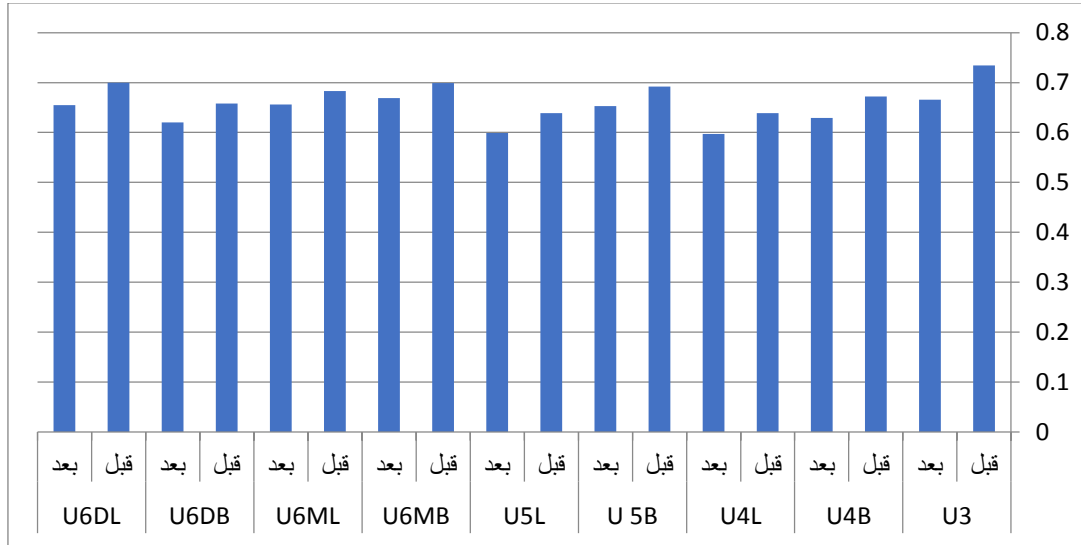
يبين الجدول رقم (10-5) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم في المرحلة الأولى حيث يبين الجدول حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمتغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى وذلك لك نقطة من النقاط المدروسة والموضحة في الجدول، كما يبين المخطط البياني (4-5) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك العلوي، و يبين المخطط البياني (5-5) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك السفلي.

الجدول رقم (10-5) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راصفات التقويم في المرحلة الأولى

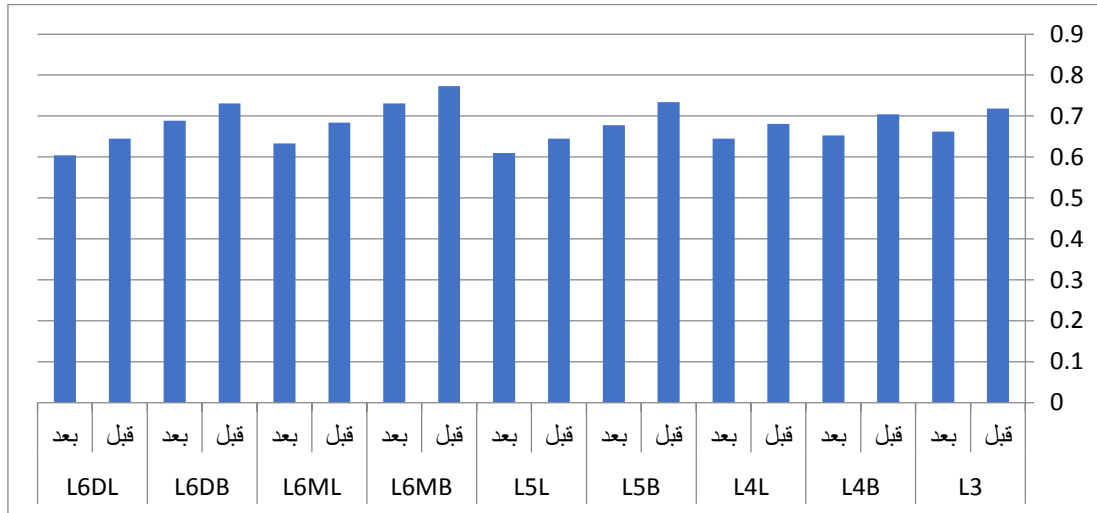
النقاط	الزمن	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
U3	قبل	0.734	0.132	0.023
	بعد	0.666	0.060	0.011
U4B	قبل	0.672	0.081	0.014
	بعد	0.629	0.075	0.013
U4L	قبل	0.639	0.077	0.014
	بعد	0.597	0.044	0.008
U 5B	قبل	0.692	0.083	0.015
	بعد	0.653	0.079	0.014

0.013	0.075	0.639	قبل	U5L
0.010	0.059	0.599	بعد	
0.014	0.082	0.699	قبل	U6MB
0.015	0.086	0.669	بعد	
0.014	0.081	0.683	قبل	U6ML
0.013	0.073	0.656	بعد	
0.018	0.100	0.658	قبل	U6DB
0.015	0.086	0.620	بعد	
0.018	0.099	0.700	قبل	U6DL
0.015	0.086	0.655	بعد	
0.017	0.098	0.718	قبل	L3
0.015	0.085	0.662	بعد	
0.015	0.082	0.704	قبل	L4B
0.011	0.063	0.653	بعد	
0.013	0.073	0.681	قبل	L4L
0.012	0.069	0.645	بعد	
0.016	0.090	0.734	قبل	L5B
0.010	0.059	0.678	بعد	
0.013	0.071	0.645	قبل	L5L
0.011	0.061	0.610	بعد	

0.017	0.096	0.773	قبل	L6MB
0.015	0.086	0.731	بعد	
0.017	0.097	0.684	قبل	L6ML
0.015	0.084	0.633	بعد	
0.014	0.080	0.731	قبل	L6DB
0.012	0.069	0.689	بعد	
0.017	0.097	0.645	قبل	L6DL
0.016	0.089	0.604	بعد	



المخطط رقم (4-5) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك العلوي.



المخطط رقم (5-5) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك السفلي.

ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى:

يبين الجدول رقم (5-13) نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المترابطة Paired Samples T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20 عند المقارنة بين متوسط قيم متغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى قبل وبعد إجراء التجربة حيث يبين الجدول قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين وقيمة T المحسوبة ودرجة الحرية الإحصائية وقيمة الاحتمالية P-value وتفسيرها.

الجدول رقم (11-5) نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المترابطة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الأولى قبل وبعد إجراء التجربة

المقاييس	فرق المتوسطين	قيمة T المحسوبة	درجة الحرية	قيمة P-value	التفسير
U3	0.069	3.550	31	0.001	توجد فروق دالة إحصائياً
U4B	0.042	4.486	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U4L	0.043	4.184	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U 5B	0.039	4.003	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U5L	0.040	4.306	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U6MB	0.030	5.285	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	3.986	0.027	U6ML
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	5.722	0.038	U6DB
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	7.348	0.045	U6DL
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.945	0.056	L3
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.428	0.051	L4B
توجد فروق دالة إحصائياً	0.005	31	3.018	0.036	L4L
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.905	0.056	L5B
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	6.294	0.034	L5L
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	6.048	0.041	L6MB
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.678	0.051	L6ML
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.820	0.042	L6DB
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	5.542	0.040	L6DL

من الجدول نلاحظ بأن إشارة قيمة الفرق بين متوسطي المتغير قبل وبعد إجراء التجربة كانت موجبة أي أن متوسط متغير السماكة في المرحلة الأولى قبل إجراء التجربة كان أكبر مما هو بعد إجراء التجربة وذلك بفروق دالة إحصائياً وذلك لجميع النقاط المدروسة وبدرجة ثقة 95%.

ثالثاً: حساب خطأ الطريقة (ME):

من أجل قياس موثوقية Reliability الطريقة المستخدمة في إجراء القياسات للمتغيرات المدروسة في المرحلة الأولى تم استخدام معادلة دالبيرغ Dahlberg حيث تم حساب خطأ الطريقة بعد إعادة القياسات لنفس المتغيرات من قبل الباحثة ذاتها باستخدام معادلة دالبيرغ وكانت نتائج خطأ الطريقة وفق الجداول التالية:

الجدول رقم (12-5) قيم خطأ الطريقة لمتغير السماكة في المرحلة الأولى عند المرضى الخاضعين للدراسة قبل وبعد إجراء التجربة

خطأ الطريقة ME		المتغيرات Variables
بعد	قبل	القياسات
0.26	0.1	U3
0.07	0.14	U4B
0.11	0.04	U4L
0.16	0.18	U 5B
0.04	0.07	U5L
0.07	0.04	U6MB
0.04	0.04	U6ML
0.11	0.08	U6DB
0.05	0.1	U6DL

0.15	0.14	L3
0.06	0.17	L4B
0	0.07	L4L
0	0.04	L5B
0.04	0.03	L5L
0.18	0.07	L6MB
0.07	0	L6ML
0.04	0.06	L6DB
0.4	0.1	L6DL

من الجداول أعلاه نلاحظ بأن قيم خطأ الطريقة وفق دالبيرغ Dahlberg لجميع المتغيرات المدروسة كانت في حدودها الدنيا وبالتالي موثوقية الطريقة كانت جيدة وبالتالي فإن النتائج التحليلية لهذه القياسات يمكن الاعتماد عليها في تفسير النتائج المتعلقة بالبحث.

5.3.2 متغير السماكة في المرحلة الثانية:

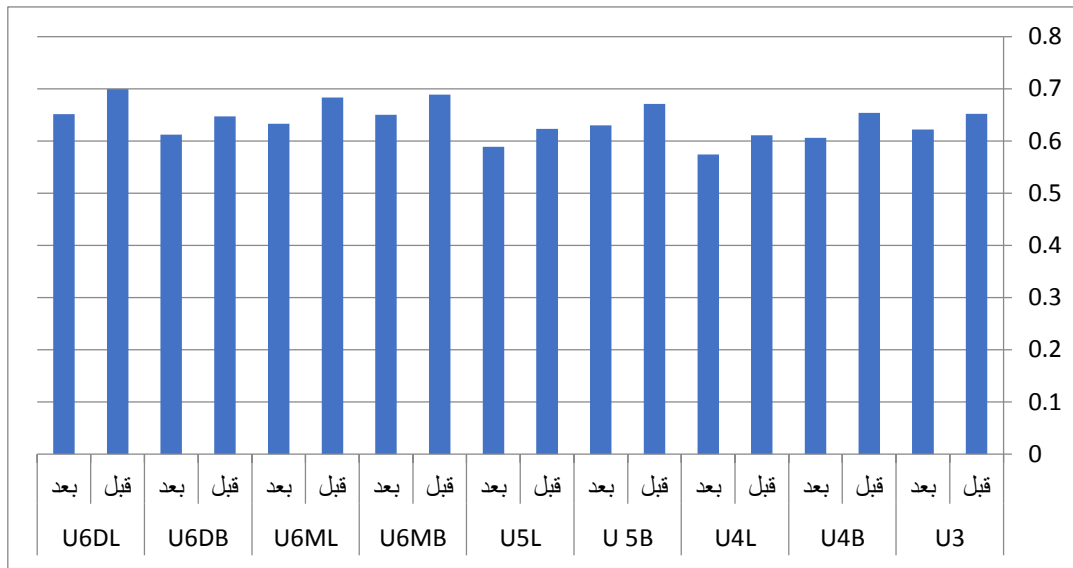
أولاً: الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير السماكة في المرحلة الثانية:

يبين الجدول رقم (5-13) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم في المرحلة الثانية حيث يبين الجدول حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمتغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية وذلك لك نقطة من النقاط المدروسة والموضحة في الجدول، كما يبين المخطط البياني (5-6) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك العلوي، و يبين المخطط البياني (5-7) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الأولى لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك السفلي.

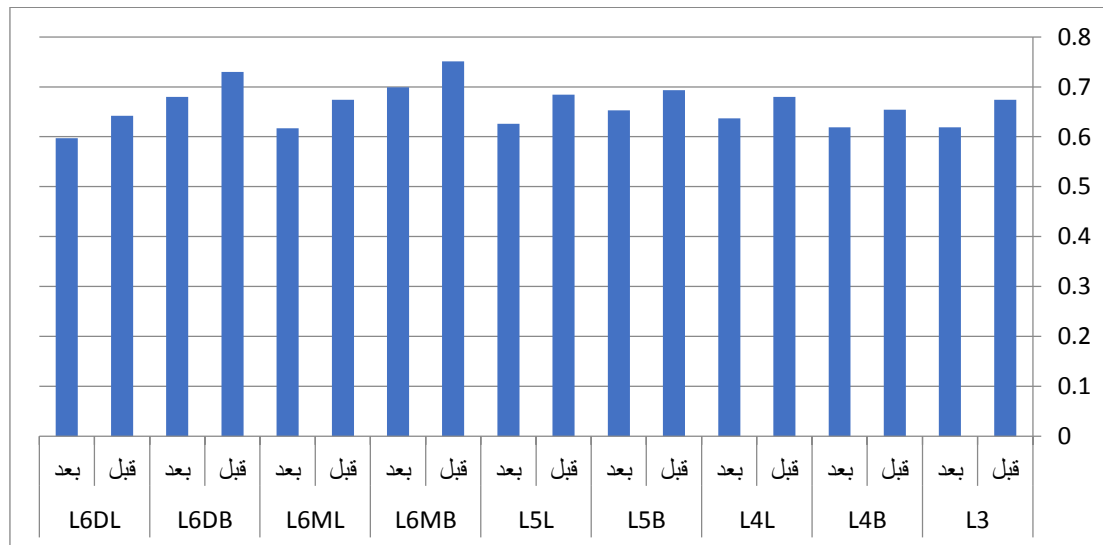
الجدول رقم (5-13) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم في المرحلة الثانية

النقاط	الزمن	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
U3	قبل	0.652	0.057	0.010
	بعد	0.622	0.054	0.010
U4B	قبل	0.654	0.079	0.014
	بعد	0.606	0.067	0.012
U4L	قبل	0.611	0.062	0.011
	بعد	0.574	0.051	0.009
U 5B	قبل	0.671	0.095	0.017
	بعد	0.630	0.077	0.014
U5L	قبل	0.623	0.083	0.015
	بعد	0.589	0.075	0.013
U6MB	قبل	0.689	0.093	0.016
	بعد	0.650	0.076	0.013
U6ML	قبل	0.683	0.100	0.018
	بعد	0.633	0.093	0.016
U6DB	قبل	0.647	0.103	0.018
	بعد	0.612	0.112	0.020

0.017	0.099	0.699	قبل	U6DL
0.018	0.100	0.651	بعد	
0.019	0.107	0.674	قبل	L3
0.015	0.086	0.619	بعد	
0.015	0.087	0.654	قبل	L4B
0.016	0.091	0.619	بعد	
0.018	0.102	0.680	قبل	L4L
0.016	0.093	0.637	بعد	
0.016	0.092	0.693	قبل	L5B
0.016	0.089	0.653	بعد	
0.018	0.103	0.684	قبل	L5L
0.018	0.100	0.626	بعد	
0.017	0.098	0.751	قبل	L6MB
0.015	0.087	0.699	بعد	
0.020	0.115	0.674	قبل	L6ML
0.016	0.090	0.617	بعد	
0.016	0.093	0.730	قبل	L6DB
0.014	0.080	0.680	بعد	
0.018	0.102	0.642	قبل	L6DL
0.018	0.101	0.597	بعد	



المخطط رقم (5-6) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الثانية لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك العلوي.



المخطط رقم (5-7) المتوسطات الحسابية لمتغير السماكة في المرحلة الثانية لكافة النقاط المدروسة على راصفات الفك السفلي.

ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير السماكة في المرحلة الثانية:

يبين الجدول رقم (5-17) نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المترابطة Paired Samples T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20 عند المقارنة بين متوسط قيم متغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية قبل وبعد إجراء التجربة حيث يبين الجدول قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين وقيمة T المحسوبة ودرجة الحرية الإحصائية وقيمة الاحتمالية P-value وتفسيرها.

الجدول رقم (5-14) نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المترابطة عند المقارنة بين متوسط قيم متغير السماكة في مجموعة المرضى في المرحلة الثانية قبل وبعد إجراء التجربة

المقاييس	فرق المتوسطين	قيمة T المحسوبة	درجة الحرية	قيمة P-value	التفسير
U3	0.030	7.479	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U4B	0.048	5.095	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U4L	0.037	7.546	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U 5B	0.041	5.098	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U5L	0.034	5.838	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U6MB	0.039	3.974	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً
U6ML	0.050	4.215	31	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	3.937	0.035	U6DB
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.689	0.048	U6DL
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	5.181	0.055	L3
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.165	0.035	L4B
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	5.353	0.043	L4L
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	6.184	0.041	L5B
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.728	0.059	L5L
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.626	0.052	L6MB
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.540	0.057	L6ML
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.584	0.050	L6DB
توجد فروق دالة إحصائياً	0.000	31	4.433	0.045	L6DL

من الجدول نلاحظ بأن إشارة قيمة الفرق بين متوسطي المتغير قبل وبعد إجراء التجربة كانت موجبة أي أن متوسط متغير السماكة في المرحلة الثانية قبل إجراء التجربة كان أكبر مما هو بعد إجراء التجربة وذلك بفروق دالة إحصائياً وذلك لجميع النقاط المدروسة وبدرجة ثقة 95%.

ثالثاً: حساب خطأ الطريقة (ME):

من أجل قياس موثوقية Reliability الطريقة المستخدمة في إجراء القياسات للمتغيرات المدروسة في المرحلة الثانية تم استخدام معادلة دالبيرغ Dahlberg حيث تم حساب خطأ الطريقة بعد إعادة القياسات لنفس المتغيرات من قبل الباحثة ذاتها باستخدام معادلة دالبيرغ وكانت نتائج خطأ الطريقة وفق الجداول التالية:

الجدول رقم (15-5) قيم خطأ الطريقة لمتغير السماكة في المرحلة الثانية عند المرضى الخاضعين للدراسة قبل وبعد إجراء التجربة

خطأ الطريقة ME		المتغيرات Variables
بعد	قبل	القياسات
0.07	0.04	U3
0.04	0.18	U4B
0.11	0.07	U4L
0.17	0.04	U 5B
0.4	0.05	U5L
0.09	0.15	U6MB
0.08	0.04	U6ML
0.13	0.08	U6DB
0.21	0.1	U6DL

0.06	0.14	L3
0.05	0.04	L4B
0.03	0.11	L4L
0	0.19	L5B
0.26	0.14	L5L
0.07	0.12	L6MB
0.11	0	L6ML
0.16	0.06	L6DB
0.07	0.1	L6DL

من الجداول أعلاه نلاحظ بأن قيم خطأ الطريقة وفق دالبيرغ Dahlberg لجميع المتغيرات المدروسة كانت في حدودها الدنيا وبالتالي موثوقية الطريقة كانت جيدة وبالتالي فإن النتائج التحليلية لهذه القياسات يمكن الاعتماد عليها في تفسير النتائج المتعلقة بالبحث.

5.3.3 متغير السماكة في كلا المرحلتين:

يبين الجدول رقم (5-16) المتوسطات الحسابية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم في المرحلة الأولى والمرحلة الثانية وقيمة الفرق بين كل قياسين (قبل إجراء الدراسة وبعدها) وذلك لكل نقطة من النقاط المدروسة والموضحة في الجدول.

الجدول رقم (5-16) المتوسطات الحسابية لنتائج متغير السماكة في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم راصفات التقويم في المرحلة الأولى والمرحلة الثانية وقيمة الفرق بين كل قياسين

المرحلة 2		المرحلة 1		الزمن	النقاط
الفرق بين بعد وقبل	المتوسط الحسابي	الفرق بين بعد وقبل	المتوسط الحسابي		
-0.03	0.652	-0.07	0.734	قبل	U3
	0.622		0.666	بعد	
-0.05	0.654	-0.04	0.672	قبل	U4B
	0.606		0.629	بعد	
-0.04	0.611	-0.04	0.639	قبل	U4L
	0.574		0.597	بعد	
-0.04	0.671	-0.04	0.692	قبل	U 5B
	0.63		0.653	بعد	
-0.03	0.623	-0.04	0.639	قبل	U5L
	0.589		0.599	بعد	
-0.04	0.689	-0.03	0.699	قبل	U6MB
	0.65		0.669	بعد	
-0.05	0.683	-0.03	0.683	قبل	U6ML
	0.633		0.656	بعد	
-0.04	0.647	-0.04	0.658	قبل	U6DB
	0.612		0.62	بعد	

-0.05	0.699	-0.04	0.7	قبل	U6DL
	0.651		0.655	بعد	
-0.06	0.674	-0.06	0.718	قبل	L3
	0.619		0.662	بعد	
-0.04	0.654	-0.05	0.704	قبل	L4B
	0.619		0.653	بعد	
-0.04	0.68	-0.04	0.681	قبل	L4L
	0.637		0.645	بعد	
-0.04	0.693	-0.06	0.734	قبل	L5B
	0.653		0.678	بعد	
-0.06	0.684	-0.04	0.645	قبل	L5L
	0.626		0.61	بعد	
-0.05	0.751	-0.04	0.773	قبل	L6MB
	0.699		0.731	بعد	
-0.06	0.674	-0.05	0.684	قبل	L6ML
	0.617		0.633	بعد	
-0.05	0.73	-0.04	0.731	قبل	L6DB
	0.68		0.689	بعد	
-0.05	0.642	-0.04	0.645	قبل	L6DL
	0.597		0.604	بعد	

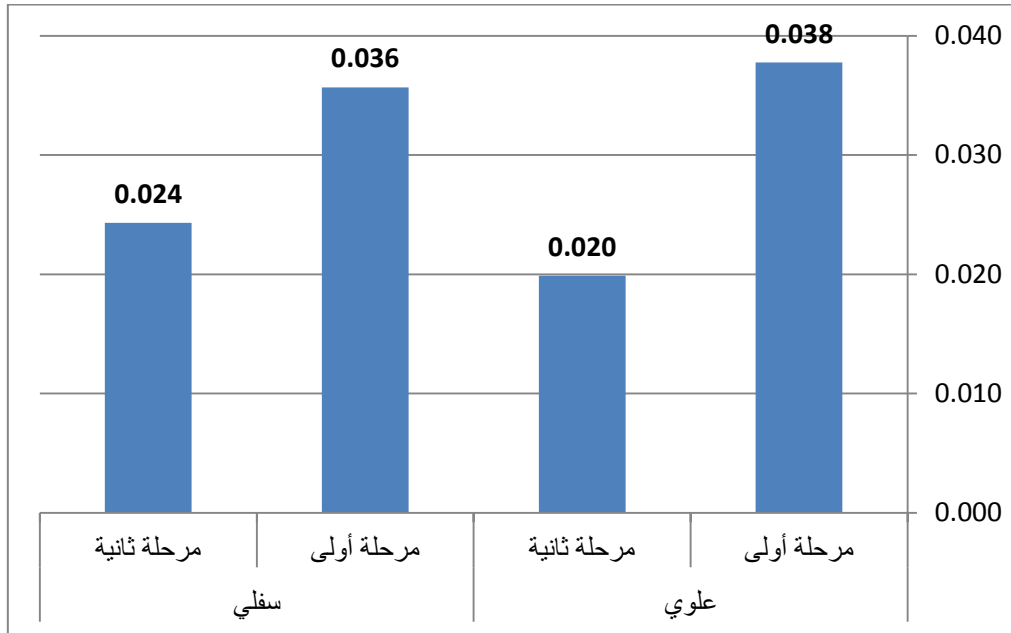
5.4 متغير الأبعاد الثلاثية:

أولاً: الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير الأبعاد الثلاثية:

يبين الجدول رقم (5-17) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير الأبعاد الثلاثية في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم حيث يبين الجدول حجم العينة والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمتغير الأبعاد الثلاثية في مجموعة المرضى وذلك مرحلة من مرحلتي الدراسة والموضحة في الجدول، كما يوضح المخطط رقم (5-8) المتوسطات الحسابية لمتغير الأبعاد الثلاثية في كلا مرحلتي الدراسة في الفك العلوي والسفلي.

الجدول رقم (5-17) المقاييس الإحصائية الوصفية لنتائج متغير الأبعاد الثلاثية في مجموعة المرضى الذين طبقت عليهم أجهزة التقويم

النقاط	المرحلة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
علوي	الأولى	0.038	0.054	0.014
	الثانية	0.020	0.052	0.013
سفلي	الأولى	0.036	0.070	0.017
	الثانية	0.024	0.048	0.012



المخطط رقم (5-8) المتوسطات الحسابية لمتغير الأبعاد الثلاثية في كلا مرحلتَي الدراسة في الفك العلوي والسفلي.

ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير الأبعاد الثلاثية:

يبين الجدول رقم (5-18) نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المستقلة Independent Samples T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20 عند المقارنة بين متوسط قيم متغير الأبعاد الثلاثية في مجموعة المرضى ما بين مرحلتَي الدراسة في كل فك حيث يبين الجدول قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين وقيمة T المحسوبة ودرجة الحرية الإحصائية وقيمة الاحتمالية P-value وتفسيرها.

الجدول رقم (5-18) نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المستقلة عند المقارنة بين متوسط قيم

متغير الأبعاد الثلاثية في مجموعة المرضى ما بين مرحلتَي الدراسة في كل فك

التفسير	قيمة P-value	درجة الحرية	قيمة T المحسوبة	فرق المتوسطين	الفك
لا توجد فروق دالة إحصائية	0.349	30	0.951	0.018	علوي
لا توجد فروق دالة إحصائية	0.594	30	0.539	0.011	سفلي

من الجدول نلاحظ بأن إشارة قيمة الفرق بين متوسطي المتغير ما بين مرحلتي الدراسة في كل فك كانت موجبة أي أن متوسط متغير الأبعاد الثلاثية في المرحلة الأولى كان أكبر مما هو في المرحلة الثانية وذلك دون وجود فروق دالة إحصائياً وذلك في كلا الفكين وبدرجة ثقة 95%.

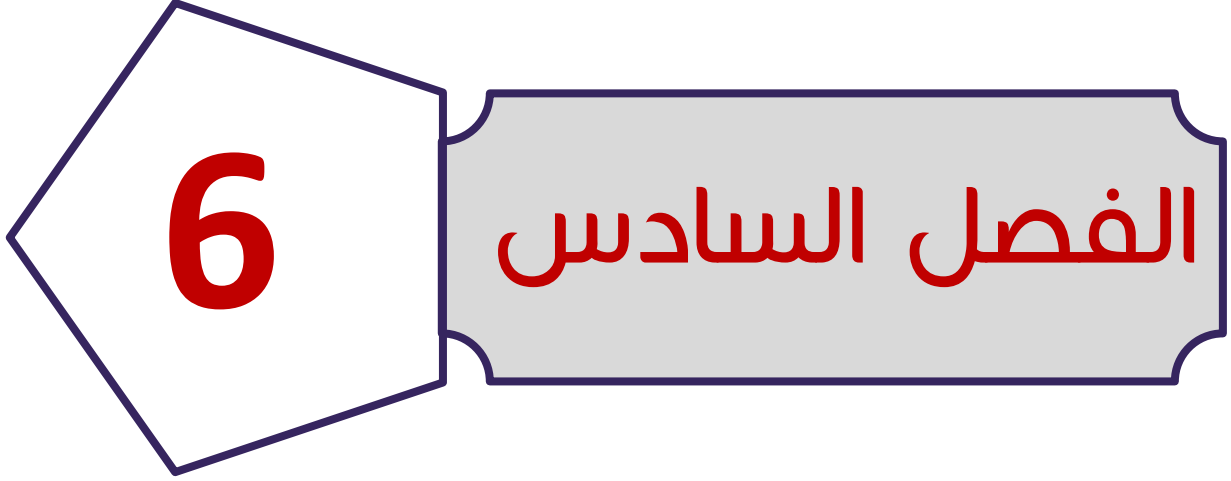
ثالثاً: حساب خطأ الطريقة (ME):

من أجل قياس موثوقية Reliability الطريقة المستخدمة في إجراء القياسات للمتغيرات المدروسة تم استخدام معادلة دالبيرغ Dahlberg حيث تم حساب خطأ الطريقة بعد إعادة القياسات لنفس المتغيرات من قبل الباحثة ذاتها باستخدام معادلة دالبيرغ وكانت نتائج خطأ الطريقة وفق الجداول التالية:

الجدول رقم (19-5) قيم خطأ الطريقة لمتغير الأبعاد الثلاثية عند المرضى الخاضعين للدراسة في مرحلتي الدراسة في كلا الفكين

خطأ الطريقة ME	المتغيرات Variables
0.03	مرحلة أولى علوي
0.19	مرحلة ثانية علوي
0.09	مرحلة أولى سفلي
0.08	مرحلة ثانية سفلي

من الجداول أعلاه نلاحظ بأن قيم خطأ الطريقة وفق دالبيرغ Dahlberg لجميع المتغيرات المدروسة كانت في حدودها الدنيا وبالتالي موثوقية الطريقة كانت جيدة وبالتالي فإن النتائج التحليلية لهذه القياسات يمكن الاعتماد عليها في تفسير النتائج المتعلقة بالبحث



6 **الفصل السادس**

المناقشة

Discussion

الفصل السادس

6 - المناقشة Discussion:

6.1 تصميم الدراسة Study Design:

إن الدراسة الحالية عبارة عن تجربة تطلعيه سريرية (Prospective Clinical Trial) هدفت لمقارنة تغيرات اللون والسماعة والتغيرات الثلاثية الأبعاد الطارئة على الراصفات التقييمية الشفافة وهذه المقارنة كانت بين ابعاد وسماعة ولون الراصفات المقاس بعد التشكيل بالضغط والحرارة مباشرة وقبل التعرض داخل الفموي وبين الراصفات نفسها بعد الاستخدام السريري أي بعد تعرضها للبيئة الفموية (الراصفات المسترجعة) بمدة محددة وقدرها 14 يوماً بمدة ارتداء 20 ساعة يومياً للراصفة الواحدة.

في السنوات الأخيرة زاد عدد المرضى الراغبين بالحصول على معالجات تقيمية تؤمن الناحية الجمالية وتبعدهم عن الإحساس بالإحراج المترافق مع ارتداء الجهاز التقيمي الثابت التقليدي. قدمت الراصفات التقييمية الشفافة الحل الأفضل لهؤلاء المرضى ذوي المتطلبات الجمالية، ومنذ البدء باستخدام الراصفات كحل علاجي للمشاكل التقيمية. معظم الدراسات في الأدب الطبي ركزت على فاعليتها في إنجاز المعالجة التقيمية المطلوبة ومقارنتها مع الجهاز التقيمي الثابت التقليدي.

الراصفة التقييمية تتعرض للكثير من المتغيرات داخل البيئة الفموية كالحرارة والرطوبة والملونات وقوى المضغ والعوامل الأخرى المختلفة لكن تأثير هذه المتغيرات الداخل فموية على الراصفات غير محدد بشكل دقيق في الأدبيات الطبية المنشورة.

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة التغير اللوني الطارئ بعد 14 يوماً على الراصفات التقييمية الشفافة، وتغير سماكتها تحت تأثير قوى التآكل والقوى الماضغة، كما تمت دراسة التغيرات الثلاثية الأبعاد من خلال عمل مطابقة للشكلين (الراصفة قبل وبعد التعرض داخل الفموي) لكشف مدى التشوه الحاصل في الراصفة التقييمية.

في هذه الدراسة تم استخدام صفائح البولي إيثيلين تريفتاليت جليكول Polyethylene terephthalate glycol من شركة (CA®, Sheu, Germany) ، المعروف باسم PETG

أو PET-G ، هو بوليستر قابل للتشكيل والتلدين بالحرارة. وتم استخدام هذا الصنف من البلاستيك لأنه يوفر مقاومة كيميائية كبيرة ، وقوة تحمل عالية ، وقابلية تشكيل ممتازة للتصنيع. كما يمكن تشكيل PETG بسهولة بالتفريغ الهوائي بعد تعريضه للحرارة المناسبة وتشكيله بالضغط بالإضافة إلى ثنيه بالحرارة بفضل قابليته تشكيله بالتلدين الحراري عند درجات حرارة منخفضة مع الانتباه إلى أن تعريض الصفائح إلى درجات الحرارة الخاصة بالتلدين لفترة أطول من الفترة المنصوح بها من قبل الشركة المصنعة سيعرض الرافعة لخلل حيث تتشكل فقاعات هوائية صغيرة داخل بنية الرافعة نفسها مسببةً عدم تجانس في هيكل الرافعة.

إن خلافاً لهذا لا يمكن السماح به في الرافعات المدروسة في عينتنا لأن تلك الفقاعات تحدث تغيرات جوهرية في سماكة الرافعة تؤثر على نتائج الدراسة .

جميع الرافعات التقويمية الشفافة المدروسة في عينتنا تم تشكيلها بالضغط الحراري حسب تعليمات الشركة المصنعة وكانت تحقق المواصفات المطلوبة من حيث خلوها من أي فقاعات هوائية.

استعملنا في هذه الدراسة صفائح PETG بلاستيكية بسماكة 1mm يتم تشكيلها بالضغط الحراري بعد تعريضها للحرارة لمدة 40 ثانية حسب توصيات الشركة المصنعة.

في هذه الدراسة تم اعتماد جهاز قياس الطيف الضوئي VITA Easyshade القياسية لتقييم التغير اللوني الطارئ على الرافعات المسترجعة قبل الاستخدام أي بعد تصنيع الرافعة ومقارنته مع التغير الحاصل بعد التعرض داخل الفموي لمدة 14 يوماً. وهي طريقة القياس المتبعة في دراسة سابقة تتعلق بقياس لون الرافعات المعرضة للملونات في بيئة صناعية يتم فيها غمر الرافعات بالسوائل الملونة (Liu, Sun et al. 2016) ، ونظراً لكون الرافعات التقويمية شفافة تم استخدام مثال لجسم سن مدعم بوتد من الألياف الزجاجية تم تشكيله من الكومبوزيت بدرجة لونية A3، ليكون كخلفية مرجعية توضع خلف السطح الشفوي للثنية اليمنى لكل رافعة علوية وسفلية مدروسة في عينتنا، وهي طريقة متبعة في الدراسة السابقة الذكر.

تم إجراء جميع القياسات اللونية للراصفات في ظروف إضاءة قياسية وثابتة لجميع الراصفات التقويمية الشفافة قبل وبعد التعرض داخل الفموي.

اقتصرت هذه الدراسة على تحري التغيرات الحاصلة في المرحلتين الأولى والثانية فقط من كل سلسلة علاجية من الراصفات التقويمية الشفافة لكل مريض. خلال المرحلة الأولى من الممكن أن يكون لدى المريض نوع من عدم الاعتياد بسبب مروره بتجربة جديدة وغير مألوفة وهي المعالجة بالراصفات التقويمية الشفافة والذي يمكن ان ينعكس على عاداته اليومية من تناول طعام وقوى المضغ فضم المرحلة الثانية للدراسة يكون فيه استقرار أكثر للنتائج من خلال سيطرتنا على التغيرات المتعلقة بعدم الاعتياد الذي من الممكن ان نصادفه في بداية المعالجة.

في الدراسة الحالية تم اختيار حجم العينة النهائي بعد حساب حجم العينة من أجل المتغيرات الرئيسية في الدراسة وهي متغيرات السماكة، وكان حجم العينة المطلوب 16 مريضاً تم إضافة 3 مرضى للعينة ليصبح الحجم النهائي للعينة 18 مريضاً، أنسحب منهم مريضين وشكلت نسبة الانسحاب 11.11%. كان سبب الانسحاب هو عدم التزام المرضى بالمواعيد وعدم تقيدهم بمراجعة العيادة لتلقي الراصفات في الوقت المحدد، لذا تم إخراجهم من الدراسة. لم يشمل التحليل الإحصائي في هذه الدراسة المرضى المنسحبين، لأن الراصفات المسترجعة الخاصة بهم لم يتم ارتدائها للمدة المعتمدة في هذه الدراسة ومن الجدير بالذكر أن تحليل الانسحاب لم يتم توظيفه حيث من غير المتوقع أن يؤثر انسحاب المرضى على النتائج حيث لم تتضمن هذه الدراسة متغيرات تتعلق بالتقبل أو التقييم الشخصي الذي يتأثر بانسحاب المرضى والذي يحتاج عادة لدراسة الانسحاب لتجنب انحياز الانسحاب Retraction Bias.

في هذه الدراسة تم تعريض الراصفات التقويمية للبيئة الفموية ل 20 ساعة يومياً ولمدة 14 يوماً وذلك اعتماداً على دراسة سابقة (Malik OH et al.,2013)، كل راصفة تعدل وضعية الأسنان وتصحح موضعها بنسبة ضئيلة وإعادة تموضع الأسنان وتحريكها لهذه النسبة القليلة يتطلب وقتاً لتتطبق الراصفة على الأسنان بشكل جيد وتصبح عندها حركة نزع الراصفة عن القوس السنية سلسلة بدون مقاومة وتثبيت قويين، هذه المدة المعتمدة لتحقيق كل

راصفة تحريك سن أو مجموعة أسنان بمقدار 0.25 إلى 0.33 هي 14 يوماً من الارتداء اليومي لمدة 20 ساعة يومياً

6.2 تغير اللون:

هدفت هذه الدراسة إلى تحري تأثير العوامل داخل الفموية على تغير لون الراصفات الشفافة باعتبار أن الجمالية هي السمة الرئيسية في المعالجة بالراصفات الشفافة. تعرض الراصفة للبيئة الفموية يغير من لونها، فعلى الرغم من أن الراصفات الشفافة تعد أجهزة تقويم جمالية واعدة، إلا أنه نادراً ما تم الإبلاغ عن الاستقرار الجمالي لمواد الراصفات الشفافة (Inami, Tanimoto et al. 2015).

فحصت دراسات قليلة ثبات لون الراصفات الشفافة عند تعرضها للعوامل الملونة، و فقط على مجموعة محدودة من العلامات التجارية المتوفرة في السوق (Liu, Sun et al. 2016). البولي يوريثين (المادة التي تصنع منها الراصفات) ليست خاملة، وبالتالي فهي عرضة للتغيير في الجسم الحي، على الرغم من ذلك يبدو أنها مستقرة نسبياً في اللعاب، كما ان ميولها المحبة للماء سوف تعتمد على الروابط الكيميائية بداخلها (Gracco, Mazzoli et al. 2009). أثناء الاستخدام، يوصى بإزالة التقويم قبل الأكل والشرب. ومع ذلك، فقد أفادت الدراسات أن امتثال المريض لإزالة أجهزة تقويم الأسنان غير كافٍ (Tsomos, Ludwig et al. 2014)، وهذا غالباً ما يكون مصدر قلق لأخصائي تقويم الأسنان. تعريض الراصفات إلى عوامل ملونة في تجويف الفم أمر لا مفر منه، خاصة عندما يشرب المستخدمون دون إخراج التقويم من افواههم (Wriedt, Schepke et al. 2007). بالنسبة للمرضى الذين لا يتبعون التعليمات، قد تتراكم الأصبغة الموجودة في العوامل الملونة وتؤدي إلى تغيرات لونية في مواد الراصفات. وبالتالي، قد تصبح الراصفات الشفافة أقل جاذبية من الناحية الجمالية حتى أثناء العلاج لمدة أسبوعين (Wriedt, Schepke et al. 2007)، وهذا مصدر قلق سريري. لذلك، هناك حاجة للتحقيق في ثبات اللون لأنواع الراصفات التقويمية الشفافة المستخدمة بشكل شائع لتقديم دليل لكل من المرضى وأخصائي تقويم الأسنان فيما يتعلق بالاعتبارات الجمالية السريرية والتعليمات الموصى بها للمرضى (Liu, Sun et al. 2016).

تم قياس لون الراصفات الشفافة قبل تعرضها للبيئة الفموية بواسطة جهاز قياس الطيف الضوئي VITA Easyshade وفق إحدائيات اللجنة الدولية للإضاءة Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) L^*a^*b حيث كان المتوسط الحسابي لفروق ألوان الراصفات ΔE قبل وبعد الاستخدام للمرحلة الأولى يساوي 2.001 ويمكن ربط قيمة التغير اللوني بمعيار سريري عبر تحويل هذه القيمة إلى نظام المكتب الوطني للمعايرة أي أنها تساوي 1.840 NBS

بينما كان المتوسط الحسابي لفروق ألوان الراصفات ΔE قبل وبعد الاستخدام للمرحلة الثانية يساوي 2.080 ويمكن ربط قيمة التغير اللوني بمعيار سريري عبر تحويل هذه القيمة إلى نظام المكتب الوطني للمعايرة أي أنها تساوي 1.913 NBS

وهذه القيمة تصنف أيضاً أنها (ملحوظة يمكن إدراكها) حسب نظام المكتب الوطني للمعايير .

بينما أظهرت نتائج دراسة (Liu, Sun et al. 2016) تغيرات اللونية أما طفيفة جداً أو طفيفة ويرجع سبب اختلاف النتائج بسبب اختلاف طريقة الدراسة ومدة التعرض للملونات، حيث كانت الدراسة السابقة تقارن بين ثلاثة أنواع من الراصفات (Invisalign, Angelalign, and Smartee) يتم فيها غمر الراصفات بالملونات (شاي اسود- نبيذ احمر -قهوة- ماء) لعدد ساعات متفاوتة 12 ساعة او 7 أيام والدراسة لم تكن تعتمد على تعريض الراصفات للبيئة الفموية بل تعتمد على وضع الراصفات في بيئة مصطنعة مخبرية . والجدير بالذكر أن تركيب المادة البلاستيكية المصنع منها راصفات Invisalign، هي مادة SmartTrack، والتي تتكون أساساً من البولي يوريثان polyurethane الحراري مع بعض التعديلات (لم يتم الكشف عن التفاصيل من قبل الشركة المصنعة)، أما تركيب المادة البلاستيكية المصنع منها راصفات AngelAlign هي مادة أساسها البولي كربونات polycarbonate (PC)-based materia و راصفات Smartee تصنع من صفائح ال PETG . بينما في دراستنا فتم اعتماد نوع واحد من الراصفات والتي تم تصنيعها من صفائح البولي إيثيلين تريفثاليت جليكول Polyethylene terephthalate glycol، المعروف باسم PETG أو PET-G وتم تعريضه للبيئة الفموية (بحث سريري) لمدة 20 ساعة يومياً على مدى 14 يوماً وهذا ما يبرر اختلاف

النتائج بين دراستنا والدراسة السابقة الذكر تبعاً لاختلاف الظروف وطريقة الدراسة ونوع الراصفات التقويمية المستخدمة في إجراء البحث.

و قد اختلفنا مع دراسة (Bernard, Rompré et al. 2020) وذلك بسبب اختلاف طبيعة الدراسة (بحث مخبري) واختلاف خليطة المادة البلاستيكية المصنع منها الراصفات التقويمية الشفافة المدروسة واختلاف مدة تعرض الراصفات للعوامل المونة، حيث تم تقييم اختلاف اللون الحاصل بعد غمر مثبتات Vivera® مصنوعة من البولي يوريثين الممزوج مع ميثيلين ثنائي فينيل ثنائي أيزوسيانات و1.6-هيكسانديول لمدة 7 ايام في محاليل ملونة مختلفة (شاي - نبيذ احمر -قهوة) حيث ظهرت تغيرات كبيرة في اللون داخل مثبتات Vivera® و تم رصد الاختلاف في النتائج بين دراستنا الحالية والدراسة السابقة الذكر رغم تماثل طريقة قياس الطيف الضوئي الذي يعبر عن التغير اللوني وتماثل المعايير حيث اعتمدت كلتا الدراستين على نظام المكتب الوطني للمعايير NBS في تحديد مقدار التغير اللوني الحاصل للراصفات التقويمية الشفافة المسترجعة.

6.3 تغير السماكة:

يتأثر السلوك السريري للمواد البلاستيكية التي تصنع منها الراصفات التقويمية الشفافة تبعاً للسماكة. حيث تؤثر السماكة على كمية القوى المنقولة من الراصفة إلى السن. يزعم أن اهتراء السطح الإطباق للراصفات يؤثر على استمرارية التحميل والقوى المنقولة (Iliadi, Koletsi et al. 2019). تتعرض الراصفات التقويمية الشفافة اثناء فترة تطبيقها داخل الفموية إلى عوامل عديدة كحرارة الفم وحرارة المشروبات المتناولة من قبل المريض (ساخن-بارد) وعوامل إطباقه تؤثر بشكل أساسي على السطح الإطباق للراصفات حيث نلاحظ حدوث اهتراء فيها. (Airoldi, Riva et al. 1997)

من المهم للغاية دراسة تغير سماكة السطح الإطباق للراصفات التقويمية الشفافة، لان الراصفات قد تتأثر بعوامل أخرى غير العوامل التي يمكن دراستها بسهولة مخبرياً كالرطوبة ودرجة الحرارة، ولكن أيضاً من خلال مختلف الأنشطة الفموية الوظيفية وغير الوظيفية (مضغ، كلام، شرب، بلع، صرير أو مضغ) والعوامل الفيزيائية والميكانيكية المختلفة (Bucci, Rongo et al. 2019).

أفادت الدراسات السابقة على الراصفات المسترجعة عن اختلافات مورفولوجية كبيرة بعد الاهتراء السريري أو في المختبر بما في ذلك امتزاز (امتصاص كيميائي) الطبقة السطحية والتصدعات المجهرية والتآكل عند رؤوس الحدبات والتكلس الموضعي.

(Gracco, Mazzoli et al. 2009).

في هذه الدراسة تم الاعتماد على 18 نقطة في كل راصفة لمقارنة تغير السماكة الطارئ عليها بعد التعرض للبيئة الفموية، وكان ذلك اعتماداً على دراسة سابقة قام بها (Bucci, Rongo et al. 2019) حيث كان توضع هذه النقاط المرجعية المعتمدة في قياس سماكة الراصفات التقويمية الشفافة متوزعاً بشكل منسجم على طول السطح الإطباق للراصفات التقويمية الشفافة وكانت كل واحدة من هذه النقاط تقابل ذروة حذبة للسن الذي تنطبق عليه في القوس السنية باعتبار أن ذروة هذا التحذب على الراصفة سيكون أكثر المناطق تعرضاً للعوامل الاحتكاكية والقوى الساحلة فيمكننا بذلك تحري التغيرات بشكل أوضح فكما هو معروف أن الوهدة أو الانخفاض على السطح الإطباق للسن أو الراصفة على حد سواء سيكون بمعزل عن أغلب الظروف المحيطة من سحل واهتراء وقوى إطباقه وما إلى ذلك من عوامل فيزيائية أخرى نحن بصدد تحري نتائجها في دراستنا الحالية.

أظهر جميع المرضى الذين تم اعتمادهم في هذه الدراسة وهم 16 مريضاً التزاماً مرضياً بالعلاج، وتم استخدام جميع الراصفات التقويمية الشفافة المسترجعة للمرحلة الأولى والثانية من سلسلة الراصفات العلاجية التقويمية في الدراسة.

سجلت هذه الدراسة فروقاً دالة إحصائياً في تغير سماكة الراصفات التقويمية بعد التعرض داخل الفموي، لكن النتائج غير ذات دلالة سريرية حسب دراسة (Iliadi, Koletsi et al. 2019) حيث أن الراصفات المسترجعة التي تتراوح سماكتها بين (0.75_0.5) لم تكن مرتبطة بتغير معتبر في نسبة القوة للعزم (M/F).

يجب تفسير نتائج الدراسة الحالية بحذر حيث تمت دراسة التغيرات خلال 14 يوماً من الاستخدام داخل الفم. فيما يتعلق بالعلاج التقويمي الفعال باستخدام الراصفات الشفافة CA ، فإن تبديل الراصفات يختلف من 7 إلى 14 يوماً وفقاً لخطة العلاج حيث ؛ لذلك ، قد تؤثر الاختلافات في عدد أيام ارتداء الجهاز على قيم تغييرات السماكة باعتبار ان الراصفات في

هذه الحالة تتعرض للعوامل داخل الفموية كالسحل والمضغ وباقي العوامل الفيزيائية والميكانيكية لفترات متفاوتة مما يؤثر على النتائج الإحصائية للدراسات المجراة في فترات ارتداء غير موحدة، إذاً علينا الأخذ بعيد الاعتبار أثناء مناقشة نتائج الدراسات المدة الزمنية المعتمدة في خطة علاج كل دراسة على حدى.

لهذا اختلفنا مع دراسة (Bucci, Rongo et al. 2019) حيث كانت مدة تعرض الراصفة للبيئة الفموية 10 أيام، بينما كانت مدة تعرض الراصفات التقويمية الشفافة للبيئة داخل الفموية في دراستنا 14 يوماً.

أيضاً ، نظراً قصر الفترة الزمنية التي تتعرض لها الراصفة في البيئة داخل الفم ، لا يمكن أن تتوافق نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات المنجزة على نفس المواد البلاستيكية المصنعة بالحرارة المستخدمة في أجهزة التثبيت ، والتي يتم استخدامها بشكل دائم في البيئة داخل الفم بعد انتهاء العلاج التقويمي الفعال (Jin, Bennani et al. 2018) . على الرغم من ذلك اتفقنا مع دراسة (Ahn, Ha et al. 2015) التي درست تأثير التشكيل الحراري والتعرض داخل الفموي على الخواص الجزيئية والكيميائية والمورفولوجية والميكانيكية للمثبتات المشكلة بالحرارة VFR حيث تم تعريض 48 مثبتة للبيئة الفموية (بعد الانتهاء من فترة التقويم الفعال) لمدة أسبوعين وأظهرت النتائج تغيرات في سماكة ومورفولوجية السطح الإطباقى للمثبتة حيث ظهر تصدع في بنية الصفيحة البلاستيكية المشكلة للمثبتة واهتراء في السطح الإطباقى للمثبتة المسابير للسطح الإطباقى للقوس السنوية التي تنطبق عليه، إضافة إلى ترقق في سماكة المثبتة نتيجة التعرض داخل الفموي والظروف الفيزيائية والميكانيكية التي تعرضت لها المثبتة طوال فترة الاستخدام السريري.

هدفت الدراسة التي أجراها (Doğramacı, Chubb et al. 2018) إلى تحديد سماكة المثبتات بعد تصنيعها بالتشكيل الحراري ومعدل الترقق الحاصل لها، بينت هذه الدراسة أن التصنيع الحراري للمثبتات لا يشكل سماكة منتظمة على طول القوس السنوي بل تتنوع السماكات عند الحدود القاطعة وعلى المناطق المختلفة للمثبتة، وهذا لم يتم تحريه في دراستنا الحالية رغم ان دراستنا قيمت سماكة الراصفات بعد التصنيع لكن لم يتم دراسة انتظام سماكة

طبقة الصفيحة البلاستيكية المشكلة للراصفة، علماً أن انخفاض سماكة الراصفة او المثبتة وترققها يعرضها للاهتراء بشكل أكبر.

6.4 التغيرات الثلاثية الأبعاد وتشوه الشكل:

مواد الراصفات عبارة عن بوليمرات راتنجية مشكلة بالحرارة والضغط، وهي ليست خاملة تخضع للتغيرات في الحرارة والرطوبة وعند تعرضها للقوى المضغية والتعرض المطول للإنزيمات اللعابية في البيئة الفموية (Eliades, Eliades et al. 1999) ومن الممكن لهذه العوامل أن تؤثر على بنية الراصفات وتشوه من شكلها إلى حد ما وهذا بدوره يؤثر على القوى المنقولة من الراصفة إلى القوس السنوية المراد علاجها تقويمياً، لكن لم يتم ذكر مدى هذه التغيرات وتحديد مقدارها في الأدبيات الطبية المنشورة وهل هي ذات قيمة جوهرية أم لا. هدفت هذه الدراسة إلى تحري قيم هذه التغيرات وتحديدتها.

نظراً لقلّة الدراسات السابقة المنشورة في الأدبيات الطبية التي تدرس التغيرات الثلاثية الأبعاد للراصفات التقويمية الشفافة تم اتباع بروتوكول مصمم من قبل الباحثة لتقييم التغير الثلاثي الأبعاد وتشوه الشكل الطارئ على الراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوماً. المسح ثلاثي الأبعاد هو طريقة عملية للمقارنات البصرية الموضوعية ، ولتقييم التغيرات يجب اخذ مسحين قبل وبعد إجراء التغيرات في الظروف ذاتها (Hollander, Kraeima et al. 2021).

تم في هذه الدراسة إجراء مسح ثلاثيان الأبعاد للراصفات العلوية والسفلية قبل وبعد الاستخدام داخل الفموي باستخدام المسح ثلاثي الأبعاد (Medit, Identica hybrid, Korea) وهو مسح مخصص للاستخدامات السنوية يعتمد على تثبيت الجسم المراد مسحه على قاعدة متحركة و توجيه المسحات مع الإضاءة بعدة زوايا لأخذ مسح لكامل أسطح الجسم المدروس، وتم ارذاذ السطح الداخلي للراصفات بمادة تتمتع حدوث اللمعان اثناء المسح لأن مناطق اللمعان المتشكلة اثناء المسح الثلاثي الأبعاد الناتجة عن انعكاس ضوء المسح على السطوح الملساء تظهر في الصورة البيانية الثلاثية الأبعاد كتشوه ولا يمكن قراءة نتائج المسح

في تلك المناطق (Park and Shin 2018) ، كما تم استخدام برنامج GOM inspect (GOM inspect suite 2020) ليتم عمل مطابقة بين الراصفات قبل وبعد التعرض داخل الفموي.

المقارنة ثلاثية الأبعاد 3d comparison هي عملية مقارنة نموذجين ثلاثيين الأبعاد لاكتشاف الاختلافات بينهما. وان الهدف من هذه المقارنة هو التحقق من أن النموذجين متطابقان في الأبعاد، والتفاصيل ثلاثية الأبعاد، والحجم، ومساحة السطح، ومركز الكتلة، وما إلى ذلك من متغيرات ثلاثية الأبعاد، فالهدف هو العثور على الأخطاء وعدم التطابق. (Park and Shin 2018)

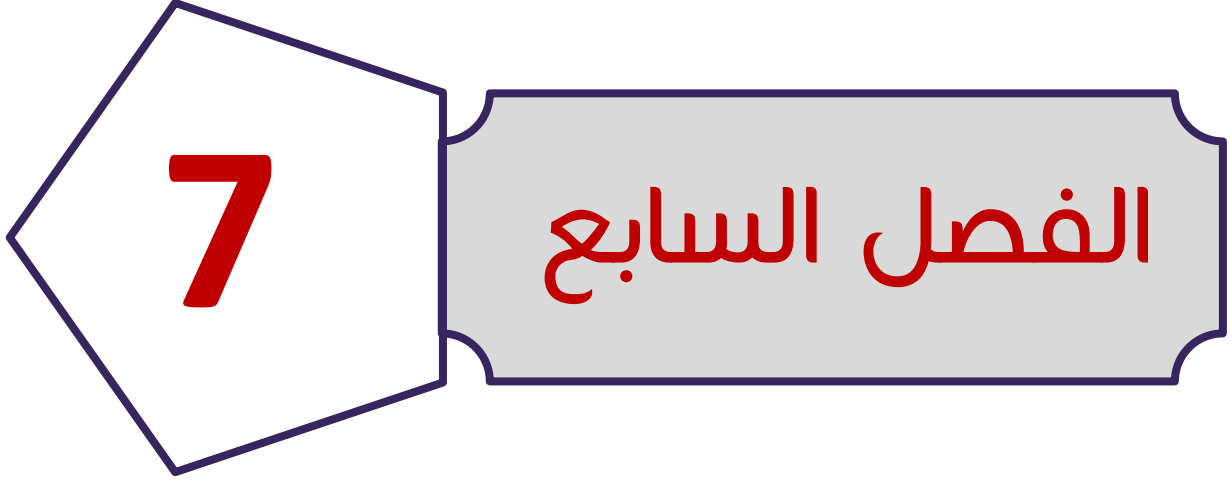
إن الهدف من هذه الدراسة هو المقارنة وتحليل التغيرات الحجمية الإجمالية ثلاثية الأبعاد المختلفة الطارئ على الراصفات التقويمية الشفافة والمقارنة هذه كانت بين المسح الثلاثي الأبعاد المجرى للراصفات التقويمية الشفافة بعد التشكيل الحراري بالضغط مباشرة وبين المسح الثلاثي الأبعاد لنفس الراصفات التقويمية الشفافة بعد الاستخدام السريري أي بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوماً بمدة ارتداء يومي مقداره 20 ساعة يومياً.

إن عمل المطابقة بين شكلين ثلاثي الأبعاد يكون عبر طريقتين إما بطريقة التطابق بثلاث نقاط 3-point alignments وهي طريقة يدوية تتطلب تحديد نقاط مرجعية بيانية على الجسم الأول والجسم الثاني ليطابق البرنامج بين الجسمين المدروسين كما يكون من المفضل أن تكون هذه النقاط متباعدة قدر الإمكان لتحقيق أكبر قدر ممكن من الموثوقية في المطابقة لذا اخترنا نقطة في الأمام (المنطقة المتوسطة من الخط المنصف السني في الراصفة) ونقطتين خلفيات على الراصفة (نقطة التماس بين السنية الواقعة بين الضاحك الثاني والرحى الأولى) في المسح الأول وتم تحديد ما يقابل هذه النقاط على الراصفة ذاتها بعد المسح الثاني، والطريقة الثانية آلية حيث يؤمن البرنامج المطابقة الأكثر ملائمة بين الجسمين best-fit alignment بشكل أوتوماتيكي وتعتبر هذه طريقة أسهل من الطريقة اليدوية وتم في هذه الدراسة الدمج بين الطريقتين الآلية واليدوية لتأمين أفضل مطابقة ممكنة، تم عمل مطابقة إليه في البداية ثم تم تحديد الثلاث نقاط للدمج بين الطريقتين والتحقق من الحصول على أفضل مطابقة ثلاثية الأبعاد بين الشكلين .

في هذه الدراسة تم اعتماد 12 نقطة مرجعية في الخريطة اللونية الناتجة عن تطابق الراصفات قبل وبعد التعرض داخل الفموي وتم اختيار هذه النقاط لكونها متوزعة على كامل أسطح الراصفة بشكل متناظر وثلاثي الأبعاد فيتم تقييم تغيرات السطح اللساني الإطباقى والدھليزي... إلخ. كما تم تقييم مدى التشوه الحاصل عن طريق أخذ المتوسط الحسابي لقيم (سماكة) هذه النقاط، ليتم تقييم مجمل التشوه الحاصل بشكل ثلاثي الأبعاد.

سجلت هذه الدراسة تغيرات طفيفة جدا في الأبعاد وأبدت الراصفات ثبات أبعاد جيد جداً، لا يمكن اعتبار مقادير التشوه الحاصلة خطرة او مؤثرة على أداء الراصفات التقويمية الشفافة من الناحية السريرية، فحسب دراسة (Iliadi, Koletsi et al. 2019) ان اقل فرق يكن ان يؤثر على أداء الراصفة السريري هو 0.5 مم أما دون ذلك فيكون التشوه الحاصل غير مؤثر في العزوم والقوى المنقولة من الراصفات إلى الأسنان.

كما انه لم يتسنى لنا مناقشة ومقارنة تغيرات الراصفات التقويمية الشفافة الثلاثية الأبعاد مع دراسات أخرى ومن الممكن ان تكون دراستنا هي الأولى التي تحرت هذا المتغير.



الاستنتاجات

Conclusions

الفصل السابع

7 - الاستنتاجات Conclusions:

- ثبات لون الراصفات التقويمية الشفافة غير محقق حتى خلال فترة تعرضه للبيئة الفموية خلال الفترة العلاجية التي تمتد لأسبوعين.
- تأثر بوليمرات الراصفات الشفافة بالعوامل الملونة داخل الفموية واصطبأها.
- انخفاض الناحية الجمالية للراصفات التقويمية الشفافة بنسبة ملاحظة ويمكن إدراكها في اغلب الحالات.
- ضمن محدوديات هذه الدراسة، بعد 14 يوماً من التعرض داخل الفموي للراصفات التقويمية الشفافة تبين ثبات أبعادها بشكل جيد، حيث كانت تغيرات سماكة السطح الإطباق للراصفات غير ذات دلالة سريرة.
- تغير الأبعاد الحاصل للراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها للبيئة الفموية لمدة 14 يوماً بمدة تعرض كامل بينت ثبات ثلاثي الأبعاد في شكل الراصفة وعدم تشوه شكلها.



التوصيات والمقترحات

Recommendations and Suggestions

الفصل الثامن

8.1 - التوصيات Recommendations

- يوصى بامتنال المرضى بالتعليمات من خلال إزالة الراصفات التقويمية أثناء الأكل والشرب، للمحافظة على الخاصية الجمالية للراصفات.

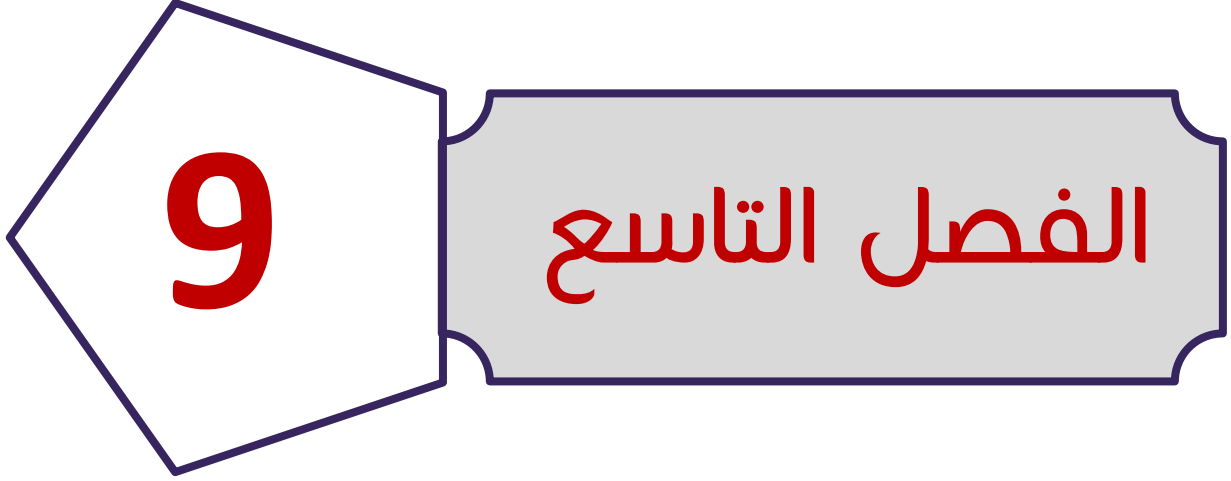
8.2 المقترحات Suggestions :

- نقترح إجراء المزيد من الدراسات السريرية عن تأثير الراصفات التقويمية الشفافة بالعوامل الملونة.
- نقترح تطوير طريقة لمعالجة سطح الراصفات التقويمية الشفافة لجعلها أكثر مقاومة للتصبغ.
- نقترح البحث لتطوير مواد بلاستيكية حرارية جديدة أكثر ثباتاً من حيث اللون في البيئة الفموية.

محدوديات الدراسة:

تم حساب حجم العينة في هذه الدراسة اعتماداً على دراسة سابقة. حيث تم تحديد أقل فرق جوهري يراد الكشف عنه في مقدار تغير السماكة 1.5مم لكن تبين لنا خلال اجراء هذا البحث ان هذه القيمة غير مناسبة (كبيرة جداً) وكان يجب اعتماد قيمة اقل لان سماكة الصفيحة البلاستيكية قبل التصنيع يكون 1مم فمن الاخرى والاصح اختيار قيمة اقل فرق جوهري يراد الكشف عنه في تغير سماكة الراصفة >1مم

لذلك قد تكون نتائج هذه الدراسة غير قابلة للتعميم

A decorative header for Chapter 9. It features a white pentagon on the left containing the number '9' in red. To its right is a grey rectangular box with rounded corners and a dark blue border, containing the Arabic text 'الفصل التاسع' (Chapter 9) in red.

9

الفصل التاسع

الملخص

Abstract

الفصل التاسع

9 - الملخص Abstract:

9.1 الملخص:

تقييم تأثير العوامل داخل الفموية في الراصفات التقويمية الشفافة

هدف البحث: يهدف البحث إلى دراسة التغيرات اللون والسماكة والتغيرات ثلاثية الأبعاد التي تطرأ على الراصفات التقويمية الشفافة بعد تعرضها لعوامل البيئة الفموية المختلفة سريريا عند المرضى البالغين الأصحاء.

المواد والطرق: تم تطبيق راصفات التقويمية الشفافة لدى عينة مؤلفة من (18) مريضاً على مرحلتين، لديهم ازدحام بسيط (2-3) mm وتراوح أعمارهن بين (18-25) سنة. تم قياس لون الراصفات الشفافة باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي (VITA Easyshade® , Germany) قبل وبعد التعرض للبيئة الفموية لمدة 14 يوماً، كما تمت مقارنة سماكة الراصفات قبل وبعد التعرض داخل الفموي في 18 نقطة مرجعية في كل راصفة باستخدام البياكوليس الرقمي المعدل، وأيضاً تم عمل مطابقة ثلاثية الأبعاد للراصفات قبل وبعد التعرض داخل الفموي عن طريق الماسح ثلاثي الأبعاد المخصص للاستخدامات السنوية وتم قياس مدى التشوه الحاصل عن طريق قياس البعد بين الشكلين عبر الخريطة اللونية الناتجة عن المطابقة الثلاثية الأبعاد.

نتائج البحث: أدى تعرض الراصفات التقويمية الشفافة للبيئة الفموية إلى تغير لونها بقيم ملحوظة يمكن إدراكها حسب المكتب الوطني للمعايير NBS حيث كانت قيم متوسط تغير اللون 1.840 NBS للمرحلة الأولى و 1.913 NBS للمرحلة الثانية.

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

الكلمات المفتاحية: راصفات تقويمية شفافة _ تغير اللون _ ثبات اللون _ عوامل ملونة.

Abstract 9.2**Evaluation of the Effect of the Intra-Oral Factors on the Orthodontic Clear Aligners**

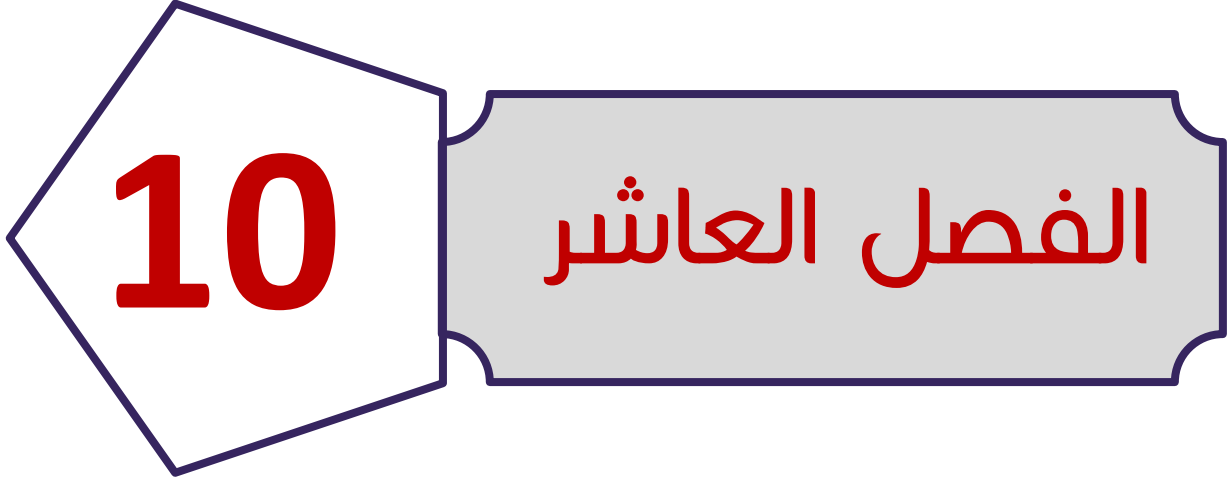
Background: Clear aligners (CA) are among the most chosen orthodontic therapies for patients who require an invisible treatment. Since the clear thermoplastic materials which the CA made of are exposed to the coloring agent that consumed by the users and effected by the occlusion forces, it is also affected by intraoral ageing. The aim of the research is to evaluate color, thickness, and 3D changes that occur in orthodontic aligners after exposure to different oral environment factors in healthy adult patients (clinical study).

Materials and Methods: orthodontic clear aligners were applied to a sample of (18) patients in two stages, they had mild crowding (2-3) mm and their ages ranged between (18-25) years. The color of the aligners was measured using a spectrophotometer (VITA Easyshade®, Germany), and the thickness was measured using modified digital bacolis in 18 reference points in each arch. Also ,3d comparison was done to check the match. All The measured was taken before and after exposure to the oral environment for 14 days.

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

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

Keywords: orthodontic clear aligners _ color change _ color stability _ coloring agents _thickness_ Intraoral ageing_3D comparison.



الملاحق

Appendices

الفصل العاشر

10 الملاحق Appendices:

10.1 المُلحق رقم (1): استمارة الاستجواب الطّبيّ والسّنيّ Medical and Dental

Questionnaire Form:

استمارة الاستجواب الطّبيّ والسّنيّ

اسم المريض: الجنس:

العمر: العنوان:

- هل تعتبر انك بحالةٍ صحيّةٍ جيّدةٍ ؟
- هل عانيت من مشاكلٍ صحيّةٍ هامّةٍ ؟
- إذا كانت الإجابة – نعم – وضّح:
- هل أُدخلت سابقاً للمشفى ؟
- إذا كانت الإجابة – نعم – لأيّ سببٍ كان ؟
- هل تعاني من حساسيّةٍ تجاه أيّ دواءٍ أو موادٍ أخرى ؟
- اذكر الأدوية الحاليّة التي تتعاطاها:
- المرحلة العمرية لك:
- هل عُولجت من قبل طبيب الأسنان ؟
- هل تقوم بنفريش أسنانك ؟
- كم مرّة في اليوم ؟
- هل تنزف لثتك أثناء التفريش ؟
- هل تعرّضت لأيّ رضوضٍ أو كسورٍ سنيّةٍ ؟
- هل تعتقد أنك ستكون متعاوناً وملتزماً ؟

توقيع المريض

10.2 المُلحق رقم (2): استمارة الفحص السريري Clinical Examination Form:

استمارة الفحص السريري

<p>الفحص داخل الفموي (الإطباق):</p> <ul style="list-style-type: none"> • علاقة الأرحاء اليمنى: صنف أول - صنف ثاني - صنف ثالث • علاقة الأرحاء اليسرى: صنف أول - صنف ثاني - صنف ثالث • علاقة الأنياب اليمنى: صنف أول - صنف ثاني - صنف ثالث • علاقة الأنياب اليسرى: صنف أول - صنف ثاني - صنف ثالث 	<p>الفحص خارج الفموي (النسج الرخوة الوجهية):</p> <ul style="list-style-type: none"> • النموذج الوجهي: قصير - متوسط - طويل • التناظر: متناظر - غير متناظر • بروفيال الوجه: مستقيم - محدب - مقعر • الأنف: طبيعي - قصير - طويل • الذقن: طبيعية - متقدمة - متراجعة • الزاوية الأنفية الشفوية: طبيعية - منفرجة - حادة • الشفاه: طبيعية - غليظة - رقيقة - متوترة
<p>البروز: طبيعي - زائد - حد لحد - عضة معكوسة أمامية</p> <ul style="list-style-type: none"> • التغطية: طبيعية - حد لحد - مفتوحة - عميقة - مغلقة • الخط المتوسط السنّي العلوي: منطبق على الخط المتوسط الوجهي - منحرف لليمين - منحرف لليسار • الخط المتوسط السنّي السفلي: منطبق على الخط المتوسط الوجهي - منحرف لليمين - منحرف لليسار 	<p>الفحص داخل الفموي (النسج الرخوة):</p> <ul style="list-style-type: none"> • الصحة الفموية: جيدة - متوسطة - سيئة • اللثة: طبيعية - التهاب بسيط - التهاب متوسط - التهاب شديد • اللجام الشفوي العلوي: طبيعي - غير طبيعي • لجام اللسان: طبيعي - قصير - مربوط • اللسان: طبيعي - كبير - صغير • قبة الحنك: طبيعية - عميقة - مسطحة - محرابية
<p>الفحص الوظيفي:</p> <ul style="list-style-type: none"> • مسار إغلاق الفك السفلي: طبيعي - منحرف لليمين - منحرف لليسار • الإرشاد القاطعي: موجود - غير موجود • الحركة الجانبية للفك السفلي: حماية نابية - حماية مجموعة • فعالية الشفاه: طبيعية - ضعيفة - قوية • التنفس: أنفي - فموي - مختلط • البلع: بلع بالغ - بلع طفلي • المضغ: متوازن - أحادي الجانب - متبادل • العادات الفموية السيئة المشاهدة: 	<p>الفحص داخل الفموي (الأسنان):</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأسنان الموجودة:  • الأسنان المقلوعة:  • الأسنان النخرة:  • الأسنان المرممة أو المتوجة: 

10.3 الملحق رقم (3): ورقة المعلومات :Information Sheet

ورقة المعلومات

عنوان البحث

// تقييم تأثير العوامل داخل الفموية في الرافصات التقويمية الشفافة //

السيد:

- أنت مدعو للمشاركة في دراسة علمية بحثية، لكن قبل أن تقرر مشاركته من المهم أن تفهم الهدف من إجراء هذا البحث وماذا سيتضمن، يرجى قراءة المعلومات التالية بعناية ومناقشتها مع الأقارب والأصدقاء، وطبيب أسنانك العام إذا رغبت في ذلك، يرجى سؤالي إذا لم يتضح أمر ما، أو عند الحاجة لأيّة معلومات إضافية يمكن أن تزيد معرفتك بالبحث المجري.
- خذ وقتك من أجل اتخاذ القرار بمشاركتك في هذه الدراسة أو عدم المشاركة.
- سيتم تطبيق سلسلة من الرافصات التقويمية الشفافة على الفك العلوي والسفلي لديك بهدف تصحيح الإطباق ومعالجة الازدحام السنّي، سوف تخضع للمعالجة بالجهاز المذكور في حال الموافقة على المشاركة.
- إنك مُخَيَّرٌ في مشاركتك في هذه الدراسة، إذا قرّرت المشاركة فسوف يتم إعطاؤك ورقة الموافقة المعلمة لتوقع عليها، مع العلم أنه لك كامل الحق بالانسحاب من الدراسة ودون إعطاء أيّ سبب.
- إذا كان لديك أيّ تساؤل فيما يتعلّق بهذه الدراسة فأرجو أن لا تتردد في الاتصال: الدكتور ديمة شرابي على الرقم "0962274221".

شكراً لمشاركتكم في هذه الدراسة

الطبيبة الباحثة: ديمة شرابي

أخصائية في طبّ الفم والأسنان وجراحتها

طالبة ماجستير – قسم تقويم الأسنان والفكين

كلية طبّ الأسنان – جامعة حماه

10.4 الملحق رقم (4): ورقة الموافقة :Approval Sheet

ورقة الموافقة

عنوان البحث

// تقييم تأثير العوامل داخل الفموية في الراصفات التقويمية الشفافة //

اسم المريض المشارك:

رقم المريض المشارك في الدراسة: التاريخ: / /

- أوكد أنني قمت بقراءة وفهم ورقة المعلومات المتعلقة بالبحث المذكور أعلاه الذي تجريه الطبيبة الباحثة ديمة شرابي بتاريخ / / ولقد أعطيت لي الفرصة لطرح الأسئلة واتخاذ القرار دون أي ضغط.
- إنني أوكد أن الطبيبة الباحثة قد أوضحت لي بأن مشاركتي في هذه الدراسة طوعية وليست إجبارية وأنه يحق لي الانسحاب من الدراسة ودون إعطاء أي سبب.
- أنا أتفهم أن المعلومات الطبية الخاصة بي قد يتم الاطلاع عليها من قبل الأطباء المشرفين على إنجاز البحث، كما أوافق على استخدامها كمادة علمية في المحاضرات واللقاءات العلمية.
- أنا موافق على مشاركتي في الدراسة المذكورة أعلاه.
- أنا موافق على أخذ الصور الضوئية أثناء الدراسة المذكورة مع الموافقة على استخدام هذه الصور كمادة علمية في أي عرض تقديمي في مؤتمر علمي أو ندوة طبية أو للنشر في أي مجلة طبية.

الطبيبة الباحثة

المريض

ديمة شرابي

10.5 الملحق رقم (5): حالات سريرية Clinical Cases:

10.5.1 الحالة الأولى:

المريضة (ع. م) بعمر 21 عاماً تشتكي من ازدحام الأسنان الأمامية السفلية بمقدار 2مم و انفتال بسيط في الرباعية العلوية اليسرى. بعد الفحص السريري والشعاعي الدقيق تبين أنّ المريضة لديها إطباق صنف أول، مع علاقات هيكلية من الصنف الأول ونموذج نمو طبيعي. تعرض الأشكال (10.1) حتى (10.3) صوراً للحالة قبل البدء بالمعالجة، في حين تعرض الأشكال (10.4) حتى (10.6) صوراً سريرية للحالة بعد المعالجة بالراصفات التقويمية الشفافة عبر تطبيق 6 راصفات لفك العلوي و 6 راصفات لفك السفلي، كما يعرض الشكل (10-7) التوقع البياني الثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة الذي تم الحصول عليه قبل تطبيق الخطة العلاجية.



الشكل رقم (10-1): يوضح حالة أسنان المريضة (ع.م) قبل العلاج من الناحية الجبهية.



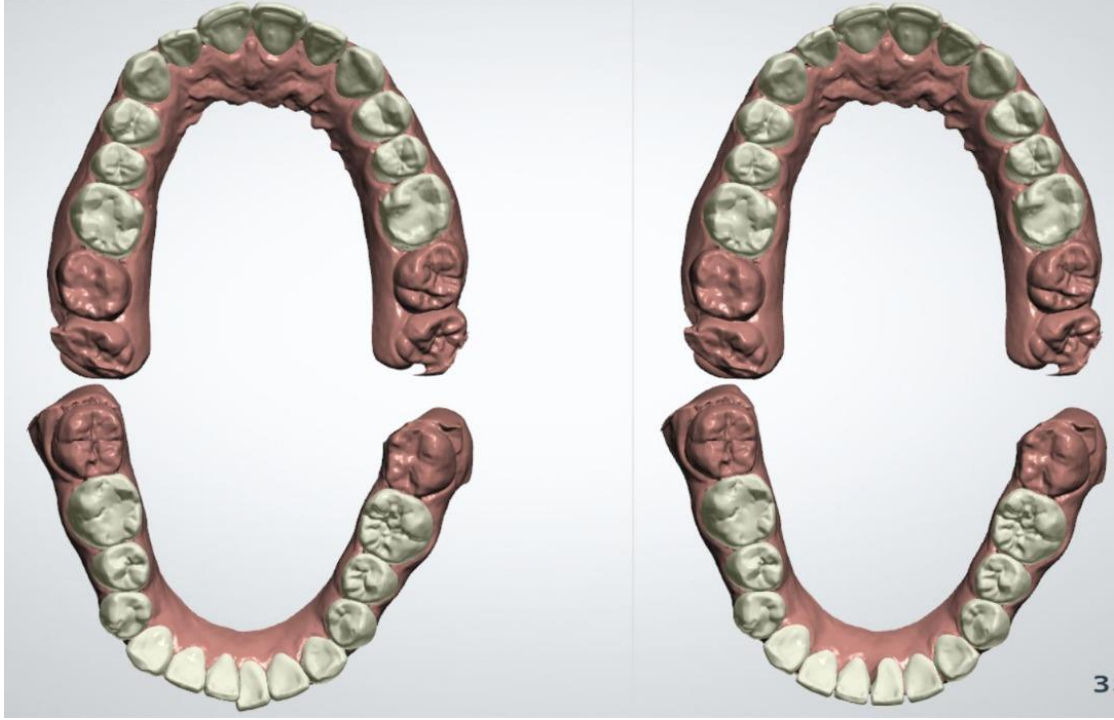
الشكل رقم (10-2) و (10-3): يوضح الازدحام السني عند المريضة (ع.م) قبل العلاج من الناحية الإطباقية للفك العلوي والسفلي.



الشكل رقم (4-10): يوضح حالة أسنان المريضة (ع.م) بعد العلاج من الناحية الجبهية.



الشكل رقم (5-10) و(6-10) : يوضح ارتصاف أسنان المريضة (ع.م) بعد المعالجة من الناحية الاطباقية للفك العلوي والسفلي.



الشكل رقم (7-10): يوضح التوقع البياني الثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة في الحالة الأولى.

10.5.2 الحالة الثانية:

المريضة (س.ط) بعمر 22 عاماً تشتكي من ازدحام الأسنان الأمامية السفلية بمقدار 3.5 مم و ازدحام الأسنان العلوية بمقدار 1.5 مم. بعد الفحص السريري والشعاعي الدقيق تبين أنّ المريضة لديها إطباق صنف أول، مع علاقات هيكلية من الصنف الأول ونموذج نمو طبيعي. تعرض الأشكال (10.8) حتى (10.11) صوراً للحالة قبل البدء بالمعالجة، في حين تعرض الأشكال (10-12) حتى (10.15) صوراً سريرية للحالة بعد المعالجة بالراصفات التقويمية الشفافة عبر تطبيق 4 راصفات لفك العلوي و 10 راصفات للفك السفلي، كما يعرض الشكل (10-16) التوقع البياني الثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة الذي تم الحصول عليه قبل تطبيق الخطة العلاجية.



الشكل رقم (10-8) (10-9): يوضح حالة أسنان المريضة (س.ط) قبل العلاج من الناحية الجبهية.



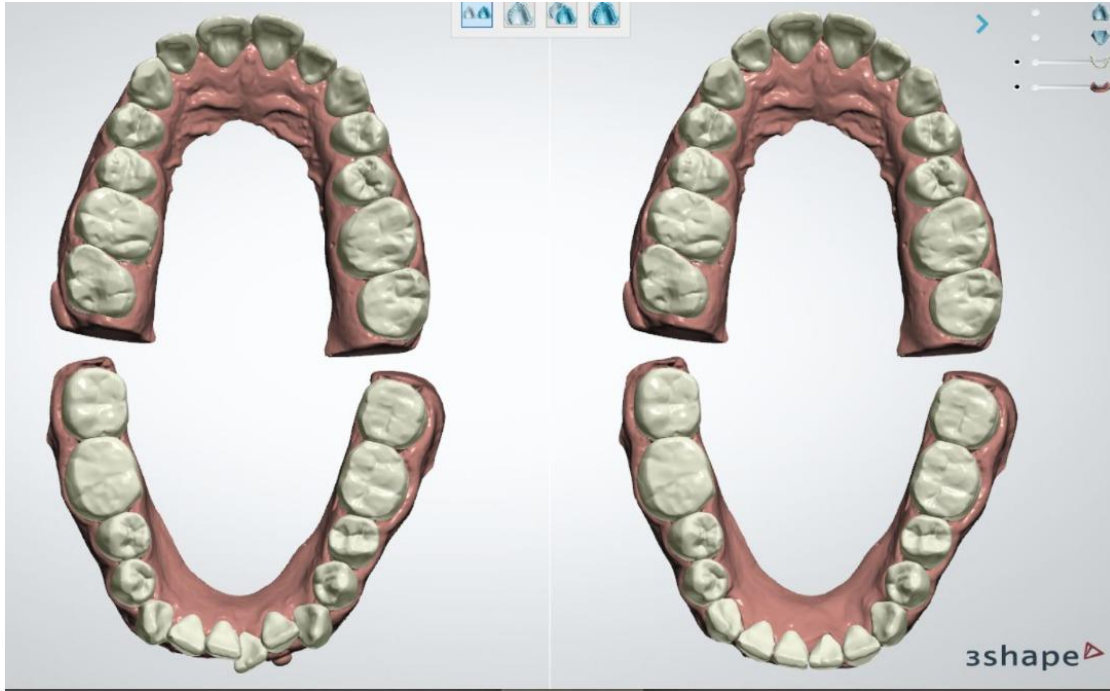
الشكل رقم (10-10) و (10-11): يوضح الازدحام السني عند المريضة (س.ط) قبل العلاج من الناحية
الاطباقية للفك العلوي والسفلي



الشكل رقم (10-12) (10-13): يوضح حالة أسنان المريضة (س.ط) بعد العلاج من الناحية الجبهية.



الشكل رقم (10-14) و (10-15): يوضح ارتصاف أسنان المريضة (س.ط) بعد العلاج من الناحية
الاطباقية للفك العلوي والسفلي.



الشكل رقم (10-16): يوضح التوقع البياني الثلاثي الأبعاد لنتائج المعالجة في الحالة الثانية.

11

**الفصل الحادي
عشر**

المراجع

References

References المراجع 11

- Ahn, H.-W., H.-R. Ha, H.-N. Lim and S. J. J. o. t. M. B. o. B. M. Choi (2015). "Effects of aging procedures on the molecular, biochemical, morphological, and mechanical properties of vacuum-formed retainers." **51**: 356-366.
- Airoidi, G., G. Riva, M. Vanelli and G. Garattini (1997). "Oral environment temperature changes induced by cold/hot liquid intake." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **112**(1): 58-63.
- Alexandropoulos, A., Y. S. Al Jabbari, S. Zinelis and T. Eliades (2015). "Chemical and mechanical characteristics of contemporary thermoplastic orthodontic materials." Aust Orthod J **31**(2): 165-170.
- Almasoud, N. and D. Bearn (2010). "Little's irregularity index: photographic assessment vs study model assessment." American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics **138**(6): 787-794.
- Amar-Mamou, I. (2004). Comportement colorimétrique des auxiliaires élastomériques esthétiques en fonction du temps en orthodontie (étude in vitro).
- Barclay, C., D. Spence and W. Laird (2005). "Intra-oral temperatures during function." Journal of Oral Rehabilitation **32**(12): 886-894.
- Barone, S., A. Paoli, A. V. Razionale and R. Savignano (2016). "Computer aided modelling to simulate the biomechanical behaviour of customised orthodontic removable appliances." International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM) **10**(4): 387-400.
- Barone, S., A. Paoli, A. V. Razionale and R. Savignano (2017). "Computational design and engineering of polymeric orthodontic aligners." Int J Numer Method Biomed Eng **33**(8): e2839.
- Bergström, K., A. Halling and B. Wilde (1998). "Orthodontic care from the patients' perspective: perceptions of 27-year-olds." The European Journal of Orthodontics **20**(3): 319-329.
- Bernard, G., P. Rompré, J. R. Tavares and A. Montpetit (2020). "Colorimetric and spectrophotometric measurements of orthodontic thermoplastic aligners exposed to various staining sources and cleaning methods." Head & face medicine **16**(1): 1-11.

- Bucci, R., R. Rongo, C. Levate, A. Michelotti, S. Barone, A. V. Razionale and V. D'Anto (2019). "Thickness of orthodontic clear aligners after thermoforming and after 10 days of intraoral exposure: a prospective clinical study." Prog Orthod **20**(1): 36.
- Burstone, C. J. and R. J. Pryputniewicz (1980). "Holographic determination of centers of rotation produced by orthodontic forces." American journal of orthodontics **77**(4): 396-409.
- Cerroni, S., G. Pasquantonio, R. Condò and L. Cerroni (2018). "Orthodontic fixed appliance and periodontal status: An updated systematic review." The open dentistry journal **12**: 614.
- Charalampakis, O., A. Iliadi, H. Ueno, D. R. Oliver and K. B. Kim (2018). "Accuracy of clear aligners: A retrospective study of patients who needed refinement." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **154**(1): 47-54.
- Choi, J., C. Loke, J. Waddell, K. Lyons, J. Kieser and M. Farella (2015). "Continuous measurement of intra-oral p H and temperature: development, validation of an appliance and a pilot study." Journal of oral rehabilitation **42**(8): 563-570.
- Cortona, A., G. Rossini, S. Parrini, A. Deregibus and T. Castroflorio (2020). "Clear aligner orthodontic therapy of rotated mandibular round-shaped teeth: A finite element study." Angle Orthod **90**(2): 247-254.
- d'Apuzzo, F., L. Perillo, C. K. Carrico, T. Castroflorio, V. Grassia, S. J. Lindauer and B. Shroff (2019). "Clear aligner treatment: different perspectives between orthodontists and general dentists." Prog Orthod **20**(1): 10.
- Dietschi, D., G. Campanile, J. Holz and J.-M. Meyer (1994). "Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study." Dental Materials **10**(6): 353-362.
- Dođramacı, E., D. Chubb and G. J. A. D. J. Rossi-Fedele (2018). "Orthodontic thermoformed retainers: a two-arm laboratory study into post-fabrication outcomes." **63**(3): 347-355.
- Drake, C. T., S. P. McGorray, C. Dolce, M. Nair and T. T. Wheeler (2012). "Orthodontic tooth movement with clear aligners." International Scholarly Research Notices **2012**.
- El-Bialy, T., D. Galante and S. Daher (2016). Orthodontic biomechanics: treatment of complex cases using clear aligner, Bentham Science Publishers.
- Eliades, T., G. Eliades and D. Watts (1999). "Structural conformation of in vitro and in vivo aged orthodontic elastomeric modules." The European Journal of Orthodontics **21**(6): 649-658.

- Gerard Bradley, T., L. Teske, G. Eliades, S. Zinelis and T. Eliades (2016). "Do the mechanical and chemical properties of Invisalign TM appliances change after use? A retrieval analysis." European journal of orthodontics **38**(1): 27-31.
- Ghafari, J. G. (2015). "Centennial inventory: the changing face of orthodontics." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **148**(5): 732-739.
- Gracco, A., A. Mazzoli, O. Favoni, C. Conti, P. Ferraris, G. Tosi and M. P. Guarneri (2009). "Short-term chemical and physical changes in invisalign appliances." Australian orthodontic journal **25**(1): 34.
- Hollander, M. H., J. Kraeima, A. M. Meesters, K. Delli, A. Vissink, J. Jansma and R. H. J. S. R. Schepers (2021). "Reproducibility of 3D scanning in the periorbital region." **11**(1): 1-12.
- Ihssen, B. A., J. H. Willmann, A. Nimer and D. Drescher (2019). "Effect of in vitro aging by water immersion and thermocycling on the mechanical properties of PETG aligner material." Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie **80**(6): 292-303.
- Iliadi, A., D. Koletsi and T. Eliades (2019). "Forces and moments generated by aligner-type appliances for orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis." Orthod Craniofac Res **22**(4): 248-258.
- Iliadi, A., D. Koletsi and T. Eliades (2019). "Forces and moments generated by aligner-type appliances for orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis." Orthodontics & craniofacial research **22**(4): 248-258.
- Inami, T., Y. Tanimoto, N. Minami, M. Yamaguchi and K. Kasai (2015). "Color stability of laboratory glass-fiber-reinforced plastics for esthetic orthodontic wires." Korean journal of orthodontics **45**(3): 130.
- Jin, C., F. Bennani, A. Gray, M. Farella and L. J. E. j. o. o. Mei (2018). "Survival analysis of orthodontic retainers." **40**(5): 531-536.
- Johner, A. M., N. Pandis, A. Dudic and S. Kiliaridis (2013). "Quantitative comparison of 3 enamel-stripping devices in vitro: how precisely can we strip teeth?" American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics **143**(4): S168-S172.
- Lai, W. (2017). "Extraction cases using clear aligners." Zhonghua kou qiang yi xue za zhi= Zhonghua kouqiang yixue zazhi= Chinese journal of stomatology **52**(9): 534-537.
- Ling, P. H. (2005). "Lingual orthodontics: history, misconceptions and clarification." J Can Dent Assoc **71**(2): 99-102.

- Liu, C.-L., W.-T. Sun, W. Liao, W.-X. Lu, Q.-W. Li, Y. Jeong, J. Liu and Z.-H. Zhao (2016). "Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents." International journal of oral science **8**(4): 246-253.
- Lombardo, L., A. Arreghini, F. Ramina, L. T. H. Ghislanzoni and G. Siciliani (2017). "Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a retrospective study." Progress in orthodontics **18**(1): 1-12.
- Machado, R. M. (2020). "Space closure using aligners." Dental Press J Orthod **25**(4): 85-100.
- Martina, S., R. Rongo, R. Bucci, A. V. Razionale, R. Valletta and V. D'Antò (2019). "In vitro cytotoxicity of different thermoplastic materials for clear aligners." The Angle Orthodontist **89**(6): 942-945.
- Martorelli, M., S. Gerbino, M. Giudice and P. Ausiello (2013). "A comparison between customized clear and removable orthodontic appliances manufactured using RP and CNC techniques." Dental Materials **29**(2): e1-e10.
- Moshiri, M., J. E. Eckhart, P. Mcshane and D. S. German (2013). "Consequences of poor oral hygiene during clear aligner therapy." JCO **8**(47): 494-498.
- Park, M.-E. and S.-Y. J. T. J. o. p. d. Shin (2018). "Three-dimensional comparative study on the accuracy and reproducibility of dental casts fabricated by 3D printers." **119**(5): 861. e861-861. e867.
- Proffit, W. R. (2018). Contemporary orthodontics. Philadelphia, IL, Elsevier.
- Rossini, G., S. Parrini, T. Castroflorio, A. Deregibus and C. L. Debernardi (2015). "Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review." The Angle Orthodontist **85**(5): 881-889.
- Rosvall, M. D., H. W. Fields, J. Ziuchkovski, S. F. Rosenstiel and W. M. Johnston (2009). "Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **135**(3): 276. e271-276. e212.
- Ryu, J.-H., J.-S. Kwon, H. B. Jiang, J.-Y. Cha and K.-M. Kim (2018). "Effects of thermoforming on the physical and mechanical properties of thermoplastic materials for transparent orthodontic aligners." Korean journal of orthodontics **48**(5): 316.
- Savignano, R., R. F. Vecilli, A. Paoli, A. V. Razionale and S. Barone (2016). "Nonlinear dependency of tooth movement on force system directions." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **149**(6): 838-846.

- Shalish, M., R. Cooper-Kazaz, I. Ivgi, L. Canetti, B. Tsur, E. Bachar and S. Chaushu (2012). "Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: a comparison between Labial, Lingual, and Invisalign™." European journal of orthodontics **34**(6): 724-730.
- Smith, R. J. and C. J. Burstone (1984). "Mechanics of tooth movement." American journal of orthodontics **85**(4): 294-307.
- Srivastava, R., B. Jyoti, S. Kushwaha and A. Shastri (2017). "Sequential removal orthodontics: an alternative approach." Radiology **2**(1): 32-36.
- Tai, S. (2018). Clear aligner technique.
- Tamam, E., M. Güngör and S. J. N. j. o. c. p. Nemli (2020). "How are the color parameters of a CAD/CAM feldspathic ceramic of the material affected by its thickness, shade, and color of the substructure?" **23**(4): 523-533.
- Tsomos, G., B. Ludwig, J. Grossen, P. Pazera and N. Gkantidis (2014). "Objective assessment of patient compliance with removable orthodontic appliances: a cross-sectional cohort study." The Angle Orthodontist **84**(1): 56-61.
- Turner, C. H. and F. M. Pavalko (1998). "Mechanotransduction and functional response of the skeleton to physical stress: the mechanisms and mechanics of bone adaptation." Journal of orthopaedic science **3**(6): 346-355.
- Vecilli, R. F., A. Budiman and C. J. Burstone (2013). "Axes of resistance for tooth movement: does the center of resistance exist in 3-dimensional space?" American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **143**(2): 163-172.
- Wriedt, S., U. Schepke and H. Wehrbein (2007). "The discoloring effects of food on the color stability of esthetic brackets—an in-vitro study." Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie **68**(4): 308-320.
- Wriedt, S., U. Schepke and H. J. J. o. O. O. F. d. K. Wehrbein (2007). "The discoloring effects of food on the color stability of esthetic brackets—an in-vitro study." **68**(4): 308-320.
- Zhang, N., Y. Bai, X. Ding and Y. Zhang (2011). "Preparation and characterization of thermoplastic materials for invisible orthodontics." Dent Mater J **30**(6): 954-959.
- Zheng, M., R. Liu, Z. Ni and Z. Yu (2017). "Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis." Orthodontics & craniofacial research **20**(3): 127-133.

المراجع العربية :

- الهبل توفيق (2011). المعالجات التقويمية بميزابات الرصف التقويمية الشفافة. دمشق.
- القش هدى، الصباغ رباب (2020). دراسة بعض التغيرات البيولوجية لللعاب عند المعالجة التقويمية باستخدام ميزابات الرصف الشفافة. - حماه

Syrian Arab Republic
Ministry of High Education &
Scientific Research
Hama University
Faculty of Dentistry
Department of Orthodontics



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

Scientific Research to Acquire the Master Degree of
Dentistry Science in Orthodontics

Prepared By
Researcher Doctor
Deema Fawaz Sharabi
D.D.S. Postgraduate Student

Supervised by
Dr. Tarek Khattab
Assistant Professor in Orthodontics and Dentofacial
Orthopedics Department
Faculty of Dentistry – Hama University

2022-1443