



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم تعويضات الأسنان الثابتة

دراسة مخبرية لأساليب تحسين قساوة سطح الأمثلة الجبسية في التعويضات
الثابتة (دراسة مخبرية)

**In-Vitro study of several methods used for enhancing
surface hardness of gypsum casts in fixed prosthodontics**

أطروحة قدّمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان
اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحث

يزن عيسى مصطفى

إشراف الأستاذ الدكتور

جهد أبو نصار

1437 هـ / 2016 م

المقدمة

Introduction

تعتبر منتجات الجبس من المواد المهمة في العديد من المراحل والإجراءات المخبرية لصناعة التعويضات. وهي مادة كثيرة التداول في بلادنا وذلك لمواصفاتها المناسبة للعمل المخبري وثمنها الرخيص نسبياً. جميع أنواع المنتجات الجبس تتشابه فيما بينها من حيث الصيغة الكيميائية للمكون الأساسي وهو كبريتات الكالسيوم نصف المائية calcium sulfate hemihydrates، لكن الخواص الفيزيائية والبلورية للمنتجات المختلفة من كبريتات الكالسيوم نصف المائية تختلف من منتج لآخر مما ينتج عنه اختلاف في التطبيقات والاستخدامات.

هذا وتعتبر قساوة السطح بالنسبة للجبس من أهم وأكثر العوامل الفيزيائية التي تعبر نوعاً ما عن مقاومته للاحتكاك وبالتالي مقاومته للعمليات المخبرية من نحت وتشميع وتشذيب وهذا ما دفع البحث للاتجاه لتقييم قساوة العينات الجبسية لتحديد ما إذا كانت تتمتع بمقاومة احتكاك كافية لتستخدم في المجال المخبري أم لا.

تطُرقت العديد من الدراسات عبر السنوات الماضية لدراسة قساوة الجبس السني وتم التركيز على نمطيه الثالث والرابع خاصة كونهما المستخدمان في التعويضات الثابتة، إلا أن أحداً لم يحاول أن يختبر قساوة الجبس من النمط الأول أو الجبس العادي، ولم يحاول أن يعدل على هذا الجبس أو إضافة أي مادة له لتحسين قساوته والتمكن من استخدامه في قطاعات مخبرية تعويضية مختلفة.

إن فكرة إضافة بوليميرات مختلفة للجبس السني المحسن من النمط الثالث والرابع سواء بالمزج أو بالطلي ليست فكرة جديدة، إلا أن استخدام هذه البوليميرات مع الجبس العادي للمحاولة

من تحسين مواصفاته عله يصبح بديلاً للجبس السني المحسن في بعض المجالات تعتبر جديدة، كما أن بوليميراً كالسيانو أكريلات أو الستارين أكريليك قد يكون بوليميراً رائعاً في مجالات صناعية مختلفة إلا انه لم يسبق أن درست إمكانية استخدامه في طب الأسنان والاستفادة من خواصه عند استخدامه بالتضافر مع جبس عادي وليس جبس سني محسن. ونظراً لارتفاع أسعار الجبس السني من النمط الرابع ونظراً للظروف الراهنة كانت فكرة هذا البحث في صنع أمثلة جبسية من الجبس العادي (البلاستر، أو جبس الديكور) رخيص الثمن وكثير الوفرة، وتعديل قساوتها باستخدام البوليميرات السابقة أيضاً للحصول على أمثلة بمواد وتكاليف بسيطة لكنها تتمتع بقساوة كافية لاستخدامها في مجالات مخبرية سنية تعويضية مختلفة.

هدف البحث

Aim of Study

يهدف هذا البحث لدراسة أثر تطبيق مواد مختلفة على قساوة السطح للأمتلة الجبسية

المصنوعة من الجبس العادي من خلال:

1-طلي السطح (إضافة سيانو أكريلات).

2-إضافة بعض المواد إلى المزيج الجبسي (إضافة البوليمير ستيرين أكرليك C E808).

ومقارنة قساوة السطح الناتجة بقساوة السطح للأمتلة المصبوبة بالجبس العادي كشاهد سلبى

وبالجبس السني المحسن كشاهد إيجابى (High strength dental stone (typeIV).ومعرفة

مقدار التحسن في القساوة الناتج عن البوليميرين كليهما.

تصريح

"لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أي جامعة أخرى أو معهد تعليمي"

إهداء

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار ..

إلى من علمني العطاء بدون انتظار ..

إلى من أحمل أسمه بكل افتخار ..
والدي العزيز

إلى معنى الحب و الحنان والتفاني ..

إلى بسملة الحياة وسر الوجود ..
أمي الحبيبة

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي ..

إلى من أرى التفاؤل بعينه ..

والسعادة في ضحكته ..

إلى شعلة الذكاء والنور ..
أخي

إلى من معهم سعدت ..

وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرت ..

إلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير ..
أصدقائي

شكر

بعد الشكر والفضل لله على توفيقه في إنجاز هذه الأطروحة، يطيب لي أن أتقدم بخالص الشكر والامتنان بفيضٍ من التقدير والعرفان للأستاذ المساعد الدكتور جهاد أبو نصار لتكريمه بتحمل عناء الإشراف على هذه الأطروحة، والذي لم يدخر جهداً في إعانتني طيلة فترة البحث في تذليل المصاعب والعقبات، كما أشكره على ما أفادني به من توجيهات وآراء سديدة وقد كان له عظيم الأثر في أن تظهر الأطروحة بشكلها هذا.

وأتوجه بالشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور علاء سلوم، والذي شرفني بمشاركته في لجنة الحكم، وأتوجه بالشكر الجزيل للأستاذ المساعد الدكتور إياد سويد مدير المعهد النقاني لطب الأسنان والذي كان سنداً وعوناً في إنجاز هذا البحث كما تكرم بتحكيم هذه الأطروحة فله مني كل الثناء والتقدير. وشكري وتقديري للأستاذة الدكتورة ميرزا علاف رئيسة قسم التعويضات الثابتة ولجميع أساتذة قسم التعويضات الأسنان الثابتة بجامعة دمشق الكرام لما قدموه لي من تسهيلات ومساعدات خلال سنوات الاختصاص.

وختاماً لا بد من الوقوف بكل احترام وتقدير أمام هذا الصرح العلمي العريق جامعة دمشق، مقدراً جهود رئاسة الجامعة وجهود إدارة كلية طب الأسنان ممثلة بالأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب عميد الكلية، والأستاذ الدكتور عمار مشلح نائب العميد للشؤون العلمية والأستاذ الدكتور محمد إياد الحفار نائب العميد للشؤون الإدارية لما يبذلونه من جهود في سبيل تطوير البحث العلمي في الكلية.

والشكر الجزيل لزملائي طلاب الدراسات العليا في قسم تعويضات الأسنان الثابتة وأخص الدكتور
شكري السمارة والزميل د. مهند البلخي، والزميل د. عمران رضا لمساعدتهم في إتمام هذا البحث،
والشكر المقرون بالمودّة لكل من أعانني بنصيحة أو فكرة ساهمت في إتمام هذه الأطروحة ولم
يسعني أن أذكر اسمه.

فهرس المحتويات

13	المقدمة
16	الهدف من البحث
18	الباب الأول: المراجعة النظرية
19	1-1: مواد صنع أمثلة العمل الإفرادي
19	1-1-1: الصفات الواجب توافرها في أمثلة العمل
20	2-1: القساوة
20	1-2-1: مفهوم القساوة
21	2-2-1: اختبارات قياس القساوة
22	1-2-2-1: اختبار برينيل
23	2-2-2-1: اختبار نوب
24	3-2-2-1: اختبار فيكرز
25	4-2-2-1: اختبار روكويل
26	5-2-2-1: اختبار باركول
26	6-2-2-1: اختبار شور

27	3-1: المواد المستخدمة لصب الطبعات
27	1-3-1: صب الطبعات بالترسيب الكهربائي
28	2-3-1: المواد المقاومة للحرارة (المساحيق الكاسية)
28	3-3-1: المواد ذات الأساس الراتنجي
30	4-3-1: المواد الجبسية
31	4-1: المنتجات الجبسية
31	1-4-1: تعريف الجبس
32	2-4-1: أنماط الجبس
34	3-4-1: طرق تصنيع الجبس
36	4-4-1: تفاعل التصلب
39	5-1: العوامل المؤثرة في تفاعل التصلب وفي صفات الجبس
39	1-5-1: تأثير المزج
40	2-5-1: تأثير الحرارة
41	3-5-1: تأثير الغرويات ودرجة الـPH
42	6-1: خصائص الجبس

43	1-6-1: زمن التصلب
43	2-6-1: العوامل المؤثرة في زمن التصلب
46	3-6-1: مقاومة الانضغاط
47	4-6-1: محاولات تحسين الجبس والإضافات
48	7-1: الدراسات السابقة
54	الباب الثاني: المواد والطرائق
55	1-2: عينة البحث
55	2-2: مواد البحث
63	3-2: طرائق البحث
63	1-3-2: صنع الطبقات
64	2-3-2: صب العينات
65	3-3-2: الطلي
66	4-3-2: صنع عينات المجموعة D
66	5-3-2: تحضير المجموعات وترقيمها
67	6-3-2: إجراء اختبار قياس القساوة

70	الباب الثالث: النتائج والدراسة الإحصائية
71	3-1: وصف العينة
72	3-2: الدراسة الإحصائية الوصفية
74	3-3: اختبار تحليل التباين ANOVA
75	3-4: اختبار المقارنة الثنائية Bonferroni
78	الباب الرابع: المناقشة
79	4-1: مناقشة فكرة البحث
80	4-2: مناقشة مواد البحث
83	4-3: مناقشة صب المجموعتين C,D
84	4-4: مناقشة صب المجموعة D
86	4-5: مناقشة قياس القساوة
87	4-6: مناقشة النتائج
95	الباب الخامس: الاستنتاجات
98	الباب السادس: المقترحات والتوصيات
101	الباب السابع: المراجع
111	الملخص
113	Abstract

فهرس الأشكال

- الشكل (1): انطباعات اختبار برينيل تحت المجهر 19
- الشكل (2): انطباع اختبار فيكرز على السطح المدروس 21
- الشكل (3): مشتقات الجبس من المادة الخام 33
- الشكل (4): النموذج المعدني والطبعة المصنوعة له 54
- الشكل (5): بعض أدوات البحث 55
- الشكل (6): بوليمير سيانو أكريلات 55
- الشكل (7): بوليمير ستايرين أكرليك وقوامه 56
- الشكل (8): جهاز قياس القساوة فيكرز 56
- الشكل (9): المطاط السيليكوني الإضافي 57
- الشكل (10): صنع طبقات للنموذج المعدني 60
- الشكل (11): صب العينات الجبسية 62
- الشكل (12): طلي العينات بالسيانو أكريلات 63
- الشكل (13): تحضير عينات البحث وترقيمها 64
- الشكل (14): جهاز قياس القساوة 65
- الشكل (15): سطح العينات تحت عدسة الجهاز قبل الانطباع 66
- الشكل (16): سطح العينات تحت عدسة الجهاز بعد الانطباع 66

فهرس الجداول

29	جدول (1): أنماط الجبس الخمسة وفقاً لـ ADA Specs NO.25
36	جدول (2): نسب ماء المزج وماء التفاعل لأنماط الجبس المختلفة
39	جدول (3): خصائص أنماط الجبس الخمسة
43	جدول (4): تأثير نسبة ماء/مسحوق على مقاومة الانضغاط للجبس
68	جدول (5): توزيع القطع الجبسية في عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس
70	جدول (6): القيم الإحصائية الوصفية لمجموعات البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس
71	جدول (7): نتائج اختبار تحليل التباين ANOVA
72	جدول (8): نتائج اختبار المقارنة الثنائية Bonferroni

الباب الأول

المراجعة النظرية

Literature

Review

1-1 مواد أمثلة العمل الإفرادي:

إن مواد صناعة التوعم تستخدم لتكوين المثال النهائي الذي سيتم عليه تشميع التعويض تمهيداً لصبه وصنعه سواء كان جسوراً أم تيجاناً، أم حشوات ضمنية وغيرها من التعويضات السنية، ومن المفروض أن تتمتع هذه المواد بالعديد من المواصفات التي تؤهلها ليتم استخدامها في المجالات المخبرية والسنية المختلفة (Toreskog et al 1966).

1-1-1 الصفات الواجب توافرها في مواد أمثلة العمل الإفرادي:

1. يجب أن تتقل جميع التفاصيل الظاهرة في الطبعة بشكل دقيق (Combe & Douglas 1999).
2. أن تتحلى بدقة و ثبات أبعاد بعد صبها وتصلبها في ظروف الحفظ العادية (Eshleman 1971).
3. الحصول بعد صبها على سطح ناعم غير مسامي.
4. تقدم مثال أو توعم قاسٍ كفاية ليحقق مقاومة لعملية الاحتكاك الناجمة عن مراحل العمل المخبري المختلفة من نحت وتشذيب وغيره (Eames, Edwards & Buck 1978).
5. تتمتع بمتانة ومقاومة للضغط والصدم نوعاً ما.
6. آمنة وليست ذات صفات سمية أو ملوثة أو خطرة .
7. سهولة التخزين والتعامل والاستخدام (Earnshaw 1973).

8. ما يؤخذ بالحسبان الوقت اللازم لتصبح جاهزة للاستخدام أو التصلب حيث يجب أن يكون

أقصر يمكن (Bajad & Mackinson 1974).

9. مادة مستقرة وثابتة نسبياً من حيث التركيب الكيميائي والفيزيائي.

10. الانسجام مع مواد الطبع المختلفة والتوافق معها، حيث أن اختيار مواد صنع الأمثلة يعتمد

بشكل أساسي على مادة الطبع المستخدمة والتوافق معها، وثانياً كيف سيستخدم هذا المثال

وما هي الإجراءات المخبرية التي ستتم عليه.

1-2 القساوة Surface Hardness:

1-2-1 مفهوم القساوة:

تعرف قساوة السطح Surface Hardness بأنها مقاومة المادة لحصول تشوه دائم في

سطحها متمثلاً بانطباع أو اختراق لهذا السطح (Anusavice & Phillips 2003).

ومن الصعب الوصول إلى تعريف آخر أكثر توضيحاً وتفصيلاً للقساوة لأن أي اختبار قساوة

أكثر دقة وتفصيل سيتطلب دراسة معمقة على المستوى المجهرى الدقيق لأي تغيرات شكلية

تطراً على الشكل السطحي للمادة وللقوى والإجهادات الحاصلة في منطقة الاختبار، و عليه

يمكن تبسيط قياس القساوة بأنه قياس الانطباعات الصناعية الحاصلة على سطح المادة بفعل

قوة مطبقة على هذا السطح. واحدتها القوة المطبقة على مساحة الانطباع.

وانطلاقاً من هذا التعريف، يمكن معرفة مدى أهمية القساوة كقياس في المواد السنية، حيث أن مقدار قساوة أي مادة سنية تحدد مدى قابليتها للإنهاء والتنعيم، القطع والتشكيل، والمقاومة للاحتكاك الحاصل مع الأدوات أثناء تطبيقها (Tameem K. Jassim 2012).

من أهم أجهزة قياس القساوة المستخدمة هي : نوب Knoop، فيكرز Vickers، روكويل Rockwell، برينيل Brinell، باركول Barcol، شور Shore A. والاختلافات بين هذه الاختبارات جميعها بسيطة ، تتمثل إما في شكل الانطباع الحاصل على السطح أو في طريقة حساب قيمة القساوة، أو اختلاف طبيعة المادة المدروسة (Sakaguchi & Powers ,Craig dental materials 2011)

2-2-1 اختبارات قياس القساوة Hardness Tests:

يعتمد أي اختبار قساوة على تطبيق حمل أو وزن معين بواسطة رأس ذو تشكيل يترك انطباع على السطح المطبق عليه (Intender)، مما يترك انطباعاً متناظراً موافقاً لشكل رأس الجهاز يجري قياس هذا الانطباع تحت المجهر لتحديد عمقه، قطره، عرضه، مساحته، أو حتى موقعه.

كما يمكن مقارنة القيم المقاسة بجدول قساوات عيارية متبعة (Bishop et al. 1997) .

1. اختبار برينيل للقساوة Brinell Hardness Test:

يعتمد على تطبيق قوة ضغط او وزن على سطح المادة عبر رأس كروي من الفولاذ أو تنغستن

كاريبيد ذو قطر 1.6 مم، تطبق هذه القوة لمدة من الزمن (حوالي 30 ثانية).

وبعد رفع الرأس يقاس قطر هذا الانطباع تحت المجهر لتحديد القساوة (الشكل 1)،

وكلما صغر قطر الانطباع كلما كانت المادة أكثر قساوة وأقل قابلية للاختراق والانطباع.

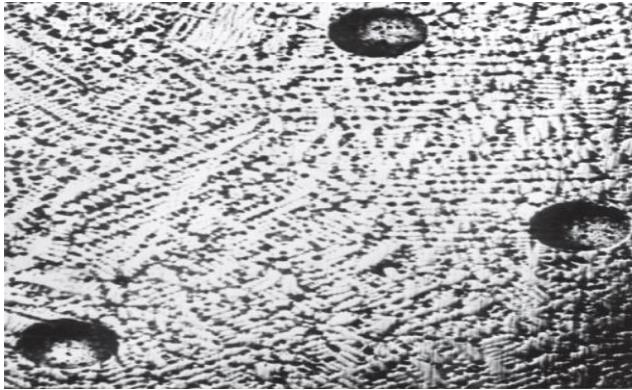
وبما أن مساحة الانطباع في هذا الاختبار تعتبر واسعة نوعاً ما، فإن هذا الاختبار يعتبر

جيداً للحصول على متوسط لقساوة سطح المادة ولا يقدم قيم دقيقة وموضعية (Localized)

لقساوتها في نقاط معينة وصغيرة من هذا السطح (لا يساعد في معرفة قساوات نقاط متعددة

وصغيرة في نفس السطح المدروس).

شكل (1)



انطباعات اختبار برينيل كما تبدو تحت

المجهر.

(Powers & Craig, 2002)

2. اختبار نوب للقساوة Knoop Hardness test:

تم تطوير هذا الجهاز لسد الحاجة لاختبارات ذات انطباعات مجهرية صغيرة، حيث أكثر ما يستخدم هذا الجهاز في اختبار رقائق بلاستيكية أو معدنية رقيقة بحيث لا يطبق قوة ضغط من الجهاز أكثر من 35 نيوتن (Naylor et al 1991).

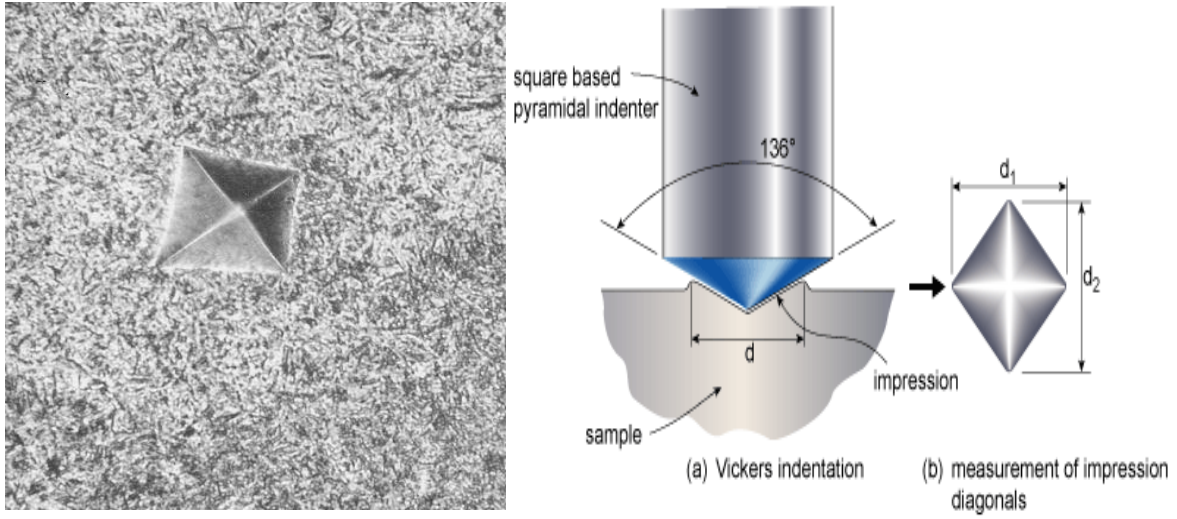
كما تم تصميم هذا الجهاز بحيث يطبق قوى ضغط مختلفة وعليه ينتج انطباعات مختلفة تبعاً للقوة المطبقة. رأس الجهاز بشكل موشر ويترك انطباعاً لشكل موشري أو ألماسي قاعدته متوازي أضلاع، يتم قياس القطر الأكبر والقطر الأصغر لهذا المتوازي الأضلاع (قاعدة الانطباع) للحصول على قيمة القساوة.

أهم مميزات هذا الجهاز هو قدرته على قياس طيف واسع من القساوات وبشكل موضعي ودقيق (بسبب تطبيق رأس دقيق وتدرجة من قوى مختلفة قابلة للتغيير حسب نوع المادة المدروسة)، وهو الأنسب لدراسة المواد التي تختلف قساوتها تبعاً لاختلاف موقع القياس على السطح.

من أهم سيئات هذا الاختبار أنه يستوجب أن تكون العينات منعمة وملمعة السطح بشكل فائق وهذا ما يصعب الحصول عليه في بعض المواد ذات السطوح الخشنة (O'Brien, 2002).

3. اختبار فيكرز للقساوة Vickers hardness Test:

يستخدم رأس ذو موشور هرمي متناظر قاعدته مربع (كما في الشكل 2)، وهو شديد الشبه باختبار نوب Knoop test إلا أن قاعدة الانطباع ستكون مربعة وبالتالي قطري القاعدة متماثلين، كما ان الجدران الأربعة لهذا الموشور الهرمي ينبغي أن تلتقي جميعها بزاوية 136 درجة.



الشكل (2) يبين انطباع رأس فيكرز على السطح المدروس

(Sakaguchi & Powers 2011)

4. اختبار روكويل Rockwell Hardness Test:

تم تطويره للحصول على قيم قساوة دقيقة ومضبوطة، حيث يعتمد على تطبيق قوى قابلة للتغير ينقلها لسطح المادة رأس ذو شكل مخروطي أو كروي ، ويتم قياس عمق الانطباع بواسطة مجهر ضوئي خاص.

يمكن استخدام قياسات مختلفة من الرؤوس المخروطية وتغيير هذه الرؤوس بحسب المادة المدروسة كما يمكن تغيير القوة المطبقة أيضاً.

من مميزات هذا الاختبار انه يمكن استخدامه للمواد اللدنة والبلاستيكية التي تحقق استعادة بعد التشوه والانطباع الحاصل على سطحها، حيث يعتمد الباحث إلى تطبيق قوة صغيرة أولية ثم تزداد تدريجياً هذه القوة لتصل إلى قيمة أخرى أعظمية (تصل إلى 294 نيوتن) مدة تطبيق القوة 10 دقائق، وتترك العينات لمدة 10 دقائق لتحقيق تعافي واستعادة جزئية للشكل ثم تبدأ القراءة بالمجهر ويمكن الحصول على نسبة التعافي او الاستعادة من المعادلة:

$$\text{Percent recovery} = [(A - B) / A] \times 100\%$$

حيث: A: هي عمق الانطباع الناتج عن القوة الأعظمية لمدة 10 دقائق.

B: هي عمق الانطباع بعد رفع القوة الأعظمية بعشر دقائق.

مميزاته أنه طريقة سهلة حيث نحصل على قيمة القساوة بقراءة مباشرة على الجهاز كما أنه الجهاز الأمثل لدراسة قساوة المواد اللدنة والمرنة. إلا أنه يتطلب تطبيق قوة أولية في البداية

وزيادة تدريجية لها مما يزيد من زمن التطبيق ، كما أن بعض المواد شديدة المرونة قد تزول الانطباعات عن سطحها حالما ترفع القوة عنها (Anusavice & Philips 2003).

5. اختبار باركول : Barcol Hardness Test

أكثر ما يستخدم هذا الاختبار في دراسة الكومبوزيت النقي ، وهو عبارة عن إبرة محمولة على نابض قطرها 1 مم تدفع بموجب قوة مطبقة لتحدث انطباعاتاً على السطح وتكون النتائج انطلاقاً من مقاومة الجسم للانطباع وقوة الضغط التي تسببها هذه المقاومة على النابض خلف الإبرة، حيث أنه كلما كان السطح أقل قساوةً، كلما اخترقته الإبرة بشكل أسهل وبالتالي كان الضغط على النابض أعلاها أقل.

6. اختبار شور آ : Shore A Hardness Test

يستخدم هذا الاختبار في قياس قساوة المواد عالية المرونة كالمطاط والبوليميرات الصرفة، حيث أن الطرق السابقة تكون غير ذات جدوى بسبب قدرة المواد المرنة على استعادة شكلها والتعافي من التشوه بعد رفع الضغط عن السطح (Sakaguchi & Powers 2011).

يتكون من رأس كليل بقطر 0.8 مم ينتهي بقاعدة عريضة محققاً شكلاً أشبه بالمخروط مرتبط برافعة (عتلة) موصولة بدورها إلى مقياس مدرج من 0-100.

يطبق ضغطاً سريعاً بأقل زمن تطبيق ممكن وتسجل أعلى قيمة تظهر على المقياس بين 0-

1-3 المواد المستخدمة في صب الطبقات:

1-3-1 صب الطبعة بواسطة الترسيب الكهربائي ELECTRODEPOSITION:

حيث يمكن تغليف أمثلة العمل إما بالنحاس أو بالفضة للحصول على قشرة سطحية معدنية قاسية مقاومة للحك (Toreskog et,al 1966).

أ- تغليف الأمثلة بالنحاس:

حيث يتم ذر على باطن الطبعة إما مسحوق الفضة أو مسحوق البراس، ويوصل هذا السطح بقطب دارة التغليف السالب، بينما تغمر الطبعة كلها في محلول الطلي وهو عبارة عن محلول حامضي من كبريتات النحاس.

يتم توصيل تيار كهربائي بمقدار 40 ميلي أمبير لكل سم مربع من الطبعة وتغمر هذه الطبعة في المحلول المذكور لمدة ست ساعات ثم ترفع من المحلول وتصب بالجبس ليفصل القالب الجبسي بعد نصف ساعة ويظهر مطلياً بالنحاس (Toreskog et,al 1966) ..

ب-تغليف الأمثلة بالفضة:

تتبع مراحل العمل السابقة نفسه مع تغيير محلول الطلي ليصبح محلول قلوي من سيانيد الفضة وتمرير تيار 5-10 ميلي أمبير لكل سم مربع يراد طليه من الطبعة (Fan, Powers, & Reid 1981).

تعتبر هذه التقنيات من أكثر تقنيات صنع الأمثلة دقة في الأبعاد ومقاومة للحك و أقساها، كما أنها تمتاز بقلّة امتصاص الماء والسوائل مقارنة بالأمثلة الجبسية مما يزيد من ثبات

أبعادها إلا أن تكلفة الأجهزة المستخدمة وتعقيد التقنية هذه، إضافة إلى سمية المستحضرات المستخدمة مما جعل استخدامها محدوداً .

1-3-2 صب الطبقات باستخدام مواد مقاومة للحرارة (المساحيق الكاسية

:(Refractory Die Material

حيث يتم صب الطبعة باستخدام مواد خاصة محتواها عالي من السليكا، وتترك لتتصلب ثم تفصل وتوضع بالفرن لدورة حرارية مضبوطة المدة ودرجة الحرارة وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة، مما يجعل هذه الأمثلة ذات قساوة عالية بفضل السيليكا كمادة مائنة، كما أن السليكا تكسب هذه الأمثلة خاصية التمدد الحراري العالي والذي بدوره سيجقق المعاوضة لتقلص الخزف المخبوز عليها مباشرة (Canay, Hersek,Çiftçi, And Akça 1999).

أكثر ما تستخدم هذه المواد في صب أمثلة العمل عند استخدام تقنية المعلق المائي Slip Cast Technique حيث تقوم هذه التقنية على صنع القالب الخزفي بتطبيقه على شكل معلق مائي مباشرة على الأمثلة دون اللجوء لاستخدام أي هيكل (Framework) معدني أو زيركوني، ثم يدخل العمل إلى الفرن لتصليب المعلق وتحويله لهيكل خزفي (غالباً من خزف الألومينا) ليخرج ويخبز عليه الخزف الفلدسباري التقليدي.

1-3-3 مواد ذات أساس راتنجي Resin Dies:

ومن المعروف أن هذه المواد تمتاز بقساوة ومقاومة احتكاك أعلى من مثيلاتها الجبسية، وبينما تتعرض هذه المواد لتقلص تصلبي ، فإن مثيلاتها الجبسية تحقق تمدداً تصليباً كما هو

معروف، وهذا ما يلعب دوراً حاسماً في اختيار المادة المناسبة لاستخدامها في الاستطباب المناسب.

منها : Epoxy Resin, Polyurethane resin وأهمها وأكثرها استخداماً هو ال Epoxy resin (Derrien & Sturtz, 1995).

الإيبوكسي ريزين Epoxy Resine:

معظم مستحضرات الإيبوكسي ريزين هي عبارة عن معجون أساس يمزج مع سائل (أمين) ليبدأ بعدها تفاعل التصلب. وكون مركباته سامة يجب توخي الحذر واجتناب تماس هذه المواد مع الجلد العاري أو دخولها للعين (Sanad et al 1980a).

وكما ذكر مسبقاً فإن هذه المادة تتصف بتقلص تصلبي بمقدار 0.1% أثناء تفاعل التصلب- قد يستغرق التفاعل 24 ساعة لتحقيق الاستقرار النهائي في الأبعاد إلا أن المثال يمكن إزالته من الطبعة بعد 6 ساعات حيث تحصل التغييرات ذات الأهمية في هذه الفترة وفيما بعدها يعتبر تغير الأبعاد الحاصل مهمل وليس ذو أهمية.

تتصف أمثلة الإيبوكسي ريزين بمقاومة احتكاك أعلى من مثيلاتها الجبسية وبسبب بنيتها العجينية اللزجة نوعاً ما يفضل استخدام أجهزة تساعد في ضغط هذه العجينة ضمن الطبعة للحصول على نسخ دقيق للتفاصيل (Duke et al 2000).

تم تطوير أنواع سريعة التصلب منها، حيث يمكن استخدامها خلال 30 دقيقة من صب الطبعة فيها.

للماء دور مهم في تأخير تفاعل التصلب والتأثير عليه لذلك لا تستخدم المركبات الريزينية مع المواد الطابعة الحاوية على الماء مثل الألجينات والآغار آغار وإنما يفضل استخدامها مع الطباعات المطاطية (Sakaguchi & Powers 2011).

وعلى الرغم من توافر العديد من المنتجات السابقة إلا أن المنتجات الجبسية بقيت الخيار الأمثل للاستخدام في صناعة توعم العمل المخبري (Anusavice & Phillips 2003).

1-3-4 الأمثلة الجبسية Gypsum Casts:

تعتبر مجموعة المنتجات الجبسية من أهم المنتجات في طب الأسنان إذ أنها تغطي طيف واسع من الاستخدامات السريرية والمخبرية ، بدءاً بالبلاستر أو الجبس السني العادي للجبس السني المحسن من النمطين الثالث والرابع أو ذي التمدد العالي وصولاً للمساحيق الكاسية ومستحضرات صب المعادن. جميع أفراد هذه الأسرة مرتبطة من حيث البنية الأساسية في تركيبها مع فروقات بسيط ببعض الإضافات (Combe & Smith 1964).

غالباً ما تستخدم المنتجات الجبسية لصنع الأمثلة وصب الطباعات والتوائم إذ أنها قابلة للاستخدام مع أية مادة طابعة، حيث يستخدم الجبس السني المحسن Dental Stone لصنع أية أمثلة ستكون جزءاً من مرحلة تصنيع تعويض سني عليها، بينما يستخدم الجبس السني Dental Plaster في صنع أمثلة الدراسة أو بواتق صنع الأجهزة الكاملة وثنييت الأمثلة على المطابق أو أخذ الطباعات (جبس الطبع).

4-1 المنتجات الجبسية Gypsum Products:

1-4-1 تعريف الجبس وصيغته الكيميائية:

الجبس أو كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) يعتبر فلز طبيعي يوجد في الطبيعة على شكل حجارة وصخور من كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء عمد الإنسان إلى استخدامه منذ القدم في تشييد وبناء الصروح المختلفة.

يتم الحصول عليه من مناجمه المنتشرة حول العالم حيث تستخرج الحجارة وتعالج في المعامل الخاصة، ويسمى أحياناً بـجبس باريس نسبة إلى أشهر مناجم الجبس و ربما أقدمها في ضواحي مدينة باريس (Anusavice & Philips 2003).

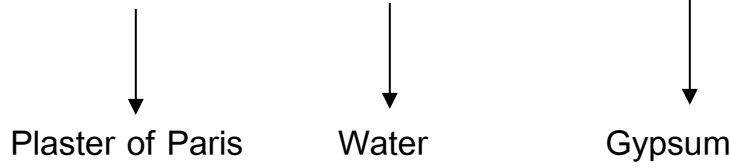
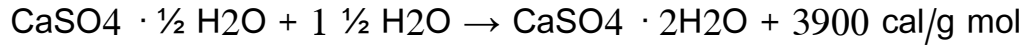
كما يمكن الحصول عليه من تفاعلات كيميائية معينة (تفاعل إنتاج حمض الفوسفور) لكنها لا تعتمد لقلة مردودها الإنتاجي من الجبس وتكلفتها وتعقيدها.

يتم طحن حجارة كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء الخام وتسخينها بطرائق مختلفة لاستخراج 1.5 مول ماء منها للتحويل لكبريتات الكالسيوم نصف المائية وهي الشكل والصيغة الكيميائية

النهائية لأي مسحوق جبسي وتسمى هذه العملية التكليل Calcinat .

عندما يمزج هذا المسحوق مع الماء يبدأ تفاعل بالاتجاه المعاكس حيث تنمي كبريتات

الكالسيوم نصفية الماء وتتحول لكبريتات الكالسيوم ثنائية الماء وفق التفاعل:



هذا التفاعل هو نفسه لجميع المنتجات الجبسية سواء كانت بلاستر طبع أو جبس محسن

سني أو مسحوق كاسي (Sakaguchi & Powers 2011).

2-4-1 أنماط الجبس الخمسة وبعض خصائصها:

تم تصنيف الجبس المستخدم في طب الأسنان إلى خمسة أنماط رئيسية وفقاً لجمعية أطباء

الأسنان الأمريكية ANSI/ADA Specification No. 25:

جدول رقم (1) يبين أنماط الجبس الخمسة وخواصها وفقاً للمواصفة 25 لل ADA

Type	W/P ratio	Setting time (min)	2-Hr setting expansion (%)		1-Hr compressive strength ^t	
			Min	Max	(MPa)	(psi)
I. Plaster, impression	0.40-0.75	4±1	0.00	0.15	4.0	580
II. Plaster, model	0.45-0.50	12±4	0.00	0.30	3.0	1300
III. Dental stone*	0.28-0.30	12±4	0.00	0.20	20.7	3000
IV. Dental stone, high strengths	0.22-0.24	12±4	0.00	0.10	34.5	5000
V. Dental stone, high strength, high expansion	0.18-0.22	12±4	0.10	0.30	48.3	7000

(Anusavice & Phillips, 2003)

1- (Type I) Impression Plaster : الجبس المستخدم لأخذ الطبعات عند مرضى

الدرد يتكون من جبس باريس (البلاستر) مضافاً إليه ملونات ومنكهات وبعض الإضافات للتحكم بزمان التصلب والتمدد التصليبي، بللوراته ضعيفة هشّة إبرية غير منتظمة من النوع بيتا- كبريتات الكالسيوم.

2- (Type II) Model Plaster: يستخدم لصب الطبعات الأولية وطبعات الدراسة، كما

يستخدم ليملاً بواتق الصب في الأجهزة المتحركة و يسوق بلونه الأبيض، بللوراته نفس بللورات النمط السابق.

3- (Type III) Dental Stone: أكثر ما يستخدم لصنع الأمثلة التي ستصنع عليها أجهزة

متحركة، يعتبر أكثر مقاومة للاحتكاك والإجراءات المخبرية من سابقاته، بللوراته من النوع ألفا- كبريتات الكالسيوم، بللورات أكثر انتظاماً وكثافة.

4- (Type IV) High strength Dental Stone.

مقاومته للانضغاط عالية، قساوة السطح والمقاومة للحك مرتفعة، أقل تمدد تصليبي .

بللورات هذا النوع كبيرة الحجم، مضلعة، أكثر انتظاماً.

هذا النمط هو المعتمد في صنع أمثلة التعويضات الثابتة التي ستنم عليها المراحل المخبرية

. Die Material

5- (Type V) High Strength, High Expansion: أكثر ما يستخدم في صب

الأمثلة التي سيصنع عليها الأجهزة المتحركة المعدنية، إذ أنه وإضافة لمقاومته وقساوته

العاليتين، يتمتع بتمدد تصلبي عالي مما يجعله يعاوض التقلص التصلبي في الخلائط المعدنية للأجهزة المتحركة. مضاد استطباب للتعويضات الثابتة والحشوات الضمنية.

(Craig & Powers, 2002)

1-4-3 أنماط الجبس وطرائق تصنيعه:

عادة ما يتم تصنيع الجبس في أفران بعملية التكليس Calcination، إذ يعتمد تصنيعه بالدرجة الأولى على استخلاص جزيئة ونصف من الماء الموجود في كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء، فيبقى كبريتات الكالسيوم نصف المائية .

تختلف طرائق استخراج الماء (التجفيف) من الكبريتات الكالسيوم ثنائية الماء ، ونتيجة لهذا الاختلاف في طرق التكليس أو انتزاع الماء (التجفيف) يمكن الحصول على ثلاث مشتقات جبسية أساسية تعتبر بمثابة المكون الرئيسي أو الخام لأي منتج ونوع جبسي فيما بعد :

1-البلاستر Plaster:

يتم تصنيعه بتسخين حجر الجبس الخام في فرن مفتوح بدرجة حرارة 110°-120° م ، كبريتات الكالسيوم الناتجة من النمط بيتا وتسمى كيميائياً β _calcium sulfate hemihydrates.

يمتاز هذا النوع من الجبس بمسحوق حبيباته غير منتظمة وبنية مسامية ، بللوراته تقريباً عديمة الشكل، أو إبرية ضعيفة وصغيرة، هشة وقليلة الكثافة و أقرب ما تكون عديمة الشكل المنتظم.

يكون الجبس بعد تصلبه هشاً، مسامياً، ويصنع منه الجبس العادي (جبس الطبع، جبس

باريس، جبس أمثلة الدراسة والتثبيت على المطابق، جبس الكسي Type I, Type II

.Dental Plaster According to ADA specification NO.25

2-الهيدروكال Hydrocal:

ينتج إذا تم التجفيف تحت الضغط بوجود بخار الماء (الصاد الموصد) بحاولي الدرجة 125م.

حبيباته أكثر انتظاماً وأكثر كثافةً. بللوراته أكبر وأكثر انتظاماً مضلعة الشكل.

كبريتات الكالسيوم الناتجة من النمط ألفا من حيث الاسم الكيميائي α _calcium sulfate

hemihydrates. يستخدم لصنع جبس سني محسن منخفض -لمتوسط القوة Type III

.Dental Stone (ADA Spec No.25)

3- الدينسايت Densite:

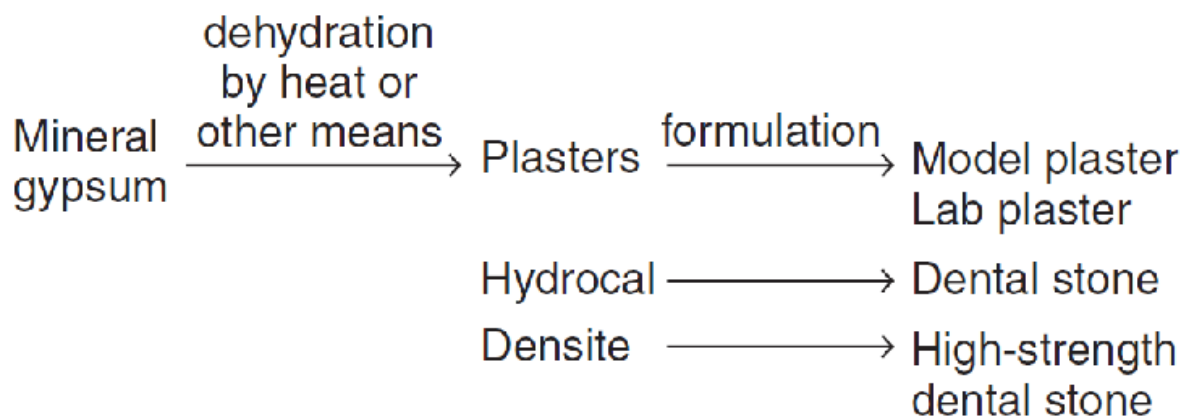
ينتج عندما يتم غلي الحجر الجبسي في محلول كلوريد الكالسيوم 30% من ثم يغسل الكلور

المتبقي بماء حرارته 100° م ، ثم يطحن الناتج للنعومة المطلوبة.

تعتبر حبيباته الأكثر انتظاماً والأكثر كثافة .

يستخدم لصنع الجبس السني عالي المقاومة وعالي المقاومة والتمدد التصليبي من النمط

(Sakaguchi & Powers 2011).Type IV, Type V



الشكل رقم (3) يوضح الأنماط الجبسية المشتقة من المادة الخام

1-4-4 تفاعل التصلب:

فسرت عدة نظريات تفاعل التصلب للجبس، والنظرية الأكثر رواجاً هي النظرية البلورية التي وضعها هنري لويس عام 1887 الكيميائي الفرنسي (Henry Louis Le Chatelier) والتي دعمها وفسرها لاحقاً Jacobus Hendricus Van't Hoff حيث شرحها كما يلي:

عند مزج كبريتات الكالسيوم نصف المائية مع الماء لتشكل كبريتات ثنائية الماء، في لحظة ما من التفاعل يوجد في المحلول أو الروبة المتشكلة مركبين في وقت واحد هما: كبريتات الكالسيوم نصف المائية وهي الأعلى تركيزاً والأكثر انحلالية بالماء، و كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء أقل انحلالية بكثير وأكثر قابلية للتسرب في قاع المحلول، ونتيجة لهذه الفروق بالانحلالية فإن الكبريتات نصف المائية تتحلل (Dissolve) أكثر بالماء بينما تصبح الكبريتات ثنائية الماء أكثر إشباعاً وتصل لما فوق الإشباع (Super Saturated) وتترسب خارجة من المحلول، وتبدأ بتشكيل بللورات إبرية الشكل تكون بمثابة نويات تبلور تتراكم عليها المزيد

من كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء، ثم تبدأ هذه النويات بالترابط فيما بينها ويكبر حجمها أيضاً مشكلة روابط فيزيائية فيما بينها وجسوراً ترابطية مما يشكل بنية صلبة متماسكة (Sakaguchi .R. L & Powers .J.M, 2011).

1-4-5 نسبة ماء/ مسحوق Water \ Powder Ratio:

تعرف نسبة ماء/ مسحوق لمادة بأنها كمية الماء بالميلي لترات المضافة إلى 100 غرام مسحوق (Rudd, Brown & Powell 1970).

يجب معايرة كمية الماء ومسحوق الكبريتات نصف المائبة بدقة ويعبر عن نسبة الماء/ مسحوق ب W/P. مثال إذا مزج 100 غ من مسحوق الجبس مع 60 مل من الماء فإن W/P هي 0.6 وهذه النسبة مهمة في تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية للجبس. وعلى سبيل المثال إذا زادت نسبة W/P هذا يعني بأن الماء قد زاد في المزيج وزمن التصلب ازداد وقوة الجبس قد نقصت وسينقص التمدد التصلبي.

تختلف هذه النسبة حسب كل منتج سواء كان جبساً Plaster أو جبس سني محسن Dental Stone، حيث تحتاج الأنواع المختلفة الجبسية لكميات مختلفة من ماء المزج وذلك تبعاً لاختلاف حجم وطبيعة بللوراتها ووفقاً للإضافات المضافة للمسحوق لتغيير بعد خواصه. حيث يحتاج الجبس السني Plaster أكبر كمية من الماء لترطيب بللوراته غير المنتظمة قليلة الكثافة ذات السطوح المتعددة وذلك لملء المسافات بينها، إذ أن كل 100 غ من مسحوق ال Plaster يحتاج حوالي 50 مل ماء، وبينما يحتاج الجبس السني المحسن Dental Stone

إلى 30 مل ماء ويحتاج الجبس النسي المحسن من النمط الرابع على 24 مل ماء (Tameem
K. Jassim 2012).

يجب التمييز هنا بين مفهومين هما كمية الماء اللازمة للمزج وكمية الماء الكافية للتفاعل والتصلب. حيث أن كمية الماء الضرورية لمزج كبريتات الكالسيوم نصف المائية (ماء المزج) هي اكبر بكثير من كمية الماء الفعلية اللازمة للتفاعل والتحول لثنائية الماء، إذ يحتاج كل 100 غ من مسحوق نصف المائية إلى التفاعل مع 18 مل فقط من الماء وهو كافي لتحويل الكمية بأكملها على كبريتات ثنائية الماء ويسمى أيضاً الماء الضروري لتفاعل التصلب الكيميائي Required Water بينما ما تبقى من الماء يسمى الماء الزائد Excess Water وهو غير داخل في التفاعل فقط يلعب دور وسط مناسب للتفاعل حيث يساعد في مزج حبيبات المسحوق الجبسي ويتوضع في المسامات بين البللورات معطياً الجبس القوام المناسب للتعامل معه. إلا ان وجود هذا الماء الزائد له تأثير على الخواص الفيزيائية للكتلة المتصلبة من الجبس حيث يتبخر جزء كبير من هذا الماء الزائد أثناء وبعد تصلب الجبس تاركاً مكانه فراغات ومسامات في الكتلة الجبسية، تضعف هذه الفراغات كثافة وقوة الجبس (O'Brien
2002).

تختلف الأنواع الجبسية عن بعضها بكمية الماء الزائد التي تحتاجها ويعزى ذلك لاختلاف أشكال بللورات هذه الأنواع من كبريتات الكالسيوم نصف المائية، وكلما كانت هذه البللورات أكثر انتظاماً وكثافة كلما أمكن الحصول بها على لزوجة أفضل بأقل كمية من الماء الزائد.

الجدول (2) يبين ماء المزج وماء التفاعل لأنواع الجبس المختلفة

نوع الجبس (100 غ)	ماء المزج (مل)	ماء التفاعل (مل)	الماء الزائد (مل)
الجبس السني Plaster	50-37	18.6	31-18
الجبس السني Type III	32-28	18.6	13-9
الجبس السني عالي المقاومة Type IV	24-19	18.6	5-1

(Sakaguchi & Powers 2011).

5-1 العوامل المؤثرة في تفاعل التصلب ومواصفات الجبس:

إن تفاعل التصلب للجبس كأبي تفاعل كيميائي يتأثر بالعديد من المتغيرات التي ربما تغير في هذا التفاعل من حيث سرعته أو منتجاته، ومن هذه المؤثرات:

• 1-5-1 تأثير المزج:

إن لعملية المزج Spatulation تأثير ملحوظ على زمن التصلب والتمدد التصلبي للجبس، حيث أن زيادة عملية المزج (سواء زيادة السرعة أو مدة المزج) تؤدي طبعاً لنقص زمن العمل

والتفسير: عندما يلامس المسحوق الماء يبدأ تفاعل التصلب ويتشكل القليل من كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء، وأثناء مواصلة المزج تتجزأ هذه الكبريتات الثنائية لأجزاء أصغر وتشكل نويات تبلور أصغر لكنها أكثر من حيث العدد لتشكل مزيداً من السطوح التي سيترسب عليها المزيد من كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء مما يزيد من سرعة التحول الحاصل من كبريتات نصفية الماء إلى ثنائية الماء (Azer, Kerby, & Knobloch 2008).

• 1-5-2 تأثير الحرارة:

إن لدرجة حرارة ماء المزج أو الوسط المحيط تأثير ثنائي ومتعاكس في تفاعل التصلب، ولربما تكون درجة الحرارة أكثر عامل فيزيائي يؤثر في تفاعل التصلب حيث تؤثر بطريقتين: التأثير الأول: عند ازدياد حرارة الماء أو الوسط تتغير نسبة انحلالية كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء ونصفية الماء في محلول فوق الإشباع، حيث أن معدل انحلالية كبريتات الكالسيوم نصفية الماء وتحولها إلى ثنائية الماء في درجة 20 مئوية هو 4.5، وبينما تزداد الحرارة يصبح هذا المعدل 1 فقط عند درجة حرارة 100 مئوية. وهذا بدوره يؤدي لتباطؤ تفاعل التصلب وزيادة زمن التصلب.

التأثير الثاني: هو تأثير الحرارة على حركة الشوارد في المحاليل، حيث أنه عند زيادة الحرارة فإن حركة شوارد الكبريتات والكالسيوم تزداد مما يزيد من سرعة التفاعل وهذا بدوره يؤدي إلى إنقاص زمن التصلب.

إن تأثير هاتين الظاهرتين متعاكس تماماً كما ذكر مسبقاً ويمكن تلخيص التأثير المجلد للحرارة كما يلي:

عند رفع الحرارة من 20°C إلى 37°C فإن محصلة هذين الفعلين المتضادين هي زيادة طفيفة في سرعة التفاعل وبالتالي نقص زمن التصلب ، ولكن وعند زيادة الحرارة فوق الـ 37°C درجة مئوية فإن محصلة التأثيرين هي تناقص سرعة التفاعل وزيادة في زمن التصلب.

وعند درجة حرارة 100°C فإن انحلالية كبريتات نصفية الماء وثنائية الماء متساوية عندها لن يحصل أي تفاعل والجبس لن يتصلب (Skagauchi & Powers 2011).

• 1-5-3 تأثير الغرويات ودرجة PH الوسط:

تؤثر الغرويات كالأغار آغار الألبينات على تفاعل تصلب الجبس فتبطئه، وتؤثر على خصائص الجبس حتى حيث تنتج طبقة هشة مسامية نوعاً ما سهلة الكشط والحك على السطح الملامس لها من الجبس.

لا تؤخر هذه الغرويات تفاعل التصلب عبر تغيير انحلالية شكلي كبريتات الكالسيوم : نصف المائية وثنائية الماء، وإنما عبر الادمصاص والامتزاز (Adsorption) على كبريتات الكالسيوم نصفية الماء ونويات التبلور لكبريتات الكالسيوم ثنائية الماء مما يعيق ويؤخر تفاعل التصلب، حيث يكون تأثير عملية الادمصاص هذه على نويات التبلور لكبريتات الكالسيوم ثنائية الماء أكبر منه على الكبريتات نصف المائية. ومن الجدير بالذكر أيضاً بأن درجة حموضة الوسط لها دور مؤثر في تفاعل التصلب حيث أن الأوساط منخفضة الـ PH مثل اللعاب لها دور مؤخر للتفاعل، بينما تزيد الأوساط مرتفعة الـ PH من سرعة التفاعل.

6-1 خصائص الجبس:

إن خصائص الجبس المهمة من حيث تأثيرها على استخداماته هي: النوعية، اللزوجة و السيولة أثناء الصب، زمن التصلب، التمدد الخطي التصلبي (Heshmati et.al 2002)، مقاومة الانضغاط والقساوة ومقاومة الاحتكاك (كتلائية متكاملة)، دقة نسخ التفاصيل. وصفت هذه الخصائص جميعها وفقاً لتصنيف الجمعية الأمريكية لطب الأسنان رقم 25 الخاص بالجبس السني ADA Specification NO.25 والموضحة بالجدول رقم (3) :

أصناف الجبس الخمسة ومواصفاتها وفقاً للجمعية الأمريكية لطب الأسنان

(ADA Specification NO.25)

النمط	زمن التصلب	التمدد التصلبي	مقاومة الأنضغاط (Mpa) بعد 1 ساعة		نسخ التفاصيل (μm)
			Minimum	Maximum	
النمط I: جبس الطبع	2.5- 5.0	0-0.15	4.0	8.0	75 ± 8
النمط II: جبس الأمثلة	$\pm$ 20%*	0-0.30	9.0	—	75 ± 8
النمط III: الجبس الحجري	$\pm$ 20%	0-0.20	20.0	—	50 ± 8
النمط IV:	$\pm$ 20%	0-0.15	35.0	—	50 ± 8

الجبس السني عالي المقاومة					
النمط V: الجبس عالي المقاومة وعالي التمدد التصليبي	$\pm$ 20%	0.16- 0.30	35.0	—	50 ± 8

* الاختلاف في زمن التصلب يجب ألا يزيد عن 20% من الزمن المذكور من قبل

المصنع.

1-6-1 زمن التصلب:

يحتاج تفاعل التصلب وقتاً للاكتمال. عند مزج الماء مع المسحوق فإن الوقت المنقضي منذ

بداية المزج حتى تتصلب المادة يعرف بزمن التصلب. ويوجد العديد من الاختبارات لتحديد

(إبرة فيكات، إبرة غيلمور) (Craig & Powers 2002).

1-6-2 العوامل المؤثرة في زمن التصلب:

يمكن التحكم بزمن التصلب بثلاث طرائق رئيسية هي:

- التأثير بانحلالية كبريتات الكالسيوم نصف المائية إما بزيادتها أو بإنقاصها، فعلى سبيل المثال

إذا زادت انحلالية الكبريتات نصفية الماء سيزداد إشباع المحلول مما سيزيد من ترسب بللورات

الكالسيوم ثنائية الماء (Anusavice & Phillips 2003).

- زيادة أو إنقاص نويات التبلور التي يترسب عليها الكبريتات ثنائية الماء، وكلما زادت نويات

التبلور تسرعت عملية الترسيب عليها وبالتالي يصبح التصلب أسرع والعكس صحيح.

- تسريع أو إبطاء التصلب عن طريق التأثير بمعدل نمو البللورات (Sakaguchi & Powers 2011).

بعض العوامل المؤثرة بالتصلب:

1. **الشوائب Impurities:** حيث أنه إذا لم تكتمل عملية التكليس وبقيت جزيئات من الجبس (الكبريتات ثنائية الماء) أو قام المصنع بإضافة هذه الجزيئات عمداً أثناء التصنيع فإن التفاعل سيصبح أسرع لأن هذه الجزيئات ستزيد من نسبة النويات التي يتم عليها التبلور.

2. **النعومة Fineness:** كلما كان حجم جزيئات نصف المائبة أصغر كلما كان تفاعل التصلب أسرع، حيث أن صغر حجم هذه الجزيئات وطحنها جيداً سيزيد أيضاً من نسبتها في المحلول و سيزيد من عدد نويات التبلور ايضاً (Anusavice & Phillips 2003).

3. **نسبة ماء/مسحوق W/P Ratio:** كلما زادت نسبة الماء في المزيج قلت نويات التبلور وبالتالي يصبح التفاعل أبطأ (Sakaguchi & Powers 2011).

4. **المزج Mixing:** ضمن حدود معينة، كلما زاد المزج سرعةً وزمناً كان التصلب أسرع، حيث يتشكل بضعة بلورات من الجبس عند تماس المسحوق مباشرة مع الماء، ويبدأ الترسيب عليها وتكبر بالحجم ولكن نتيجة المزج السريع وطويل المدة فإنها تتحطم من جديد وتنشظى إلى بلورات أصغر وكلما زاد المزج تحطمت هذه البللورات من جديد مشكلة نويات تبلور أكثر مما سيسرع التصلب (Azer, Kerby & Knobloch 2008).

5. **الحرارة:** تم شرح تأثير هذا العامل مسبقاً (Anusavice & Phillips 2003).

6. **المبطئات والمسرعات accelerators & retarders :**

وهي تعتبر أكثر العوامل تأثيراً في زمن التصلب حيث أن إضافة بعض المواد الكيميائية للجبس قد يزيد من زمن التصلب وتسمى عندها Retarders مبطئات، ومواد كيميائية أخرى عند إضافتها قد تسبب تناقص في زمن التصلب وتسمى مسرعات Accelerator (Von Fraunhofer & Spiers 1983).

تؤثر المبطنات على زمن التصلب عن طريق تشكيل طبقة مدمصة تتوضع على جزيئات الكبريتات نصفية الماء مما سينقص من انحلاليتها في المحلول أو تتوضع على سطح نويات التبلور للكبريتات ثنائية الماء مما سيمنع البللورات من الكبر بالحجم. مثل هذه المواد العضوية مثل اللاصق Glue والجيلاتين، والصمغ Gums (Craig & Powers 2002). هناك نوع آخر من المبطنات هي عبارة عن أملاح تشكل عند وجودها في المزيج طبقة من أملاح الكالسيوم الأقل انحلالية من كبريتات الكالسيوم، من هذه المواد البوراكس، سيترات البوتاسيوم، وكلوريد الصوديوم $< 28\%$ حيث يعمل الأخير كمبطئ للتفاعل بالتركيز العالية بينما عندما يوجد بالتركيز القليلة $> 28\%$ فإنه يعتبر كمسرّع للتفاعل لكن له تأثيرات أيضاً على التمدد التصليبي للجبس (Craig & Powers 2002)..

أما المسرعات فيمكن إضافة مادة التيرا ألبا وهي حبيبات الجبس المتصلب المطحون (كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء) تقدم تأثيراً أعظماً على زمن التصلب عندما يكون تركيزها في المزيج 0.5-1% بينما إذا كانت أعلى من 1% فإن تأثيرها ينخفض، كبريتات البوتاسيوم (حيث أن مزج المسحوق الجبسي بمحلول مائي منه بتركيز 2% يسرع زمن التصلب من 10 دقائق ل 4 دقائق)، كلوريد الصوديوم $> 28\%$ (Zakaria et al 1988).

○ 1-6-3 مقاومة الانضغاط Compressive Strength:

عندما يتصلب الجبس فإنه يبدي مقاومة مرتفعة نسبياً للانضغاط، وتتعلق مقاومة الانضغاط للجبس بشكل كبير بنسبة ماء/مسحوق W/P Ratio حيث كلما زادت نسبة الماء المستخدمة في المزج كلما كانت مقاومة الانضغاط أقل (Earnshaw & Smith 1966).

يحتوي الجبس السني Dental Plaster على أكبر كمية من الماء الزائد بينما يحتوي الجبس السني عالي المقاومة High Strength Dental Stone على الكمية الأقل من الماء الزائد، وهذا ما يجعل الأول أكثر مسامية وأقل كثافة وبالتالي أضعف من حيث مقاومة الانضغاط بينما الجبس السني المحسن عالي المقاومة الأعلى من حيث مقاومة الانضغاط. إن لنسبة ماء /مسحوق W/P Ratio لربما الدور الأهم في مقاومة انضغاط أنواع الجبس المختلفة، وكلما ازدادت أو نقصت هذه النسبة انعكس ذلك زيادة أو نقصاناً على مقاومة الجبس وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

الجدول رقم(4) يبين تأثير نسبة ماء/مسحوق على مقاومة انضغاط الأنماط المختلفة من الجبس السني

Material	W/P Ratio (mL/G)	Compressive Strength (MPa)
Model Plaster	0.45	12.5
	0.50	11.0
	0.55	9.0
Dental Stone	0.27	31.0
	0.30	20.5

	0.50	10.5
High-Strength Dental Stone	0.24	38.0
	0.30	21.5
	0.50	10.5

(Anusavice & Phillips 2003)

1-6-4 الإضافات ومحاولات تحسين الجبس:

يمكن اللجوء للعديد من المواد المضافة على الجبس أثناء المزج أو بعد التصلب وذلك للحصول على صفات محسنة : تسريع التصلب أو تأخيرته، تحسين مقاومة السطح للحك (Schneider & Taylor, 1984).

من هذه الإضافات:

-محلول السيليكا

-كبريتات البوتاسيوم، التيرال ألبا (كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء كمسحوق)، كلور الصوديوم تستخدم كمسرعات للتصلب (Zakaria et al 1988).

-سيترات الصوديوم كمؤخر تصلب.

-البوراكس: يمكن ان يعمل كمسرع أو كمؤخر تصلب.بحسب نسبته.

-مزيج من اوكسيد الكالسيوم الصمغ العربي (Abdelaziz et al 2002).

- كما يمكن طلي سطح المثال بمواد مقسية تزيد قساوة السطح ومقاومته للحك: الترسيب الغلفاني لبعض المعادن، السيانواكريلات (Conney & Jeannet 1980)، ريزينات حلولة

في الماء (Harris et al., 2004, Zakaria et al., 1988).

كما اقترح البعض تغطيس الجبس بالغليسيرين أو الزيوت المختلفة إذ لا تتحسن القساوة لكن يصبح السطح أملساً وتغلق المسامات مما يسهل انزلاق المنحثة والشمع بسهولة على السطح دون حك. و تتوفر بعض المنتجات التي تباع كمحسنات قساوة على شكل سائل يمزج مع مسحوق الجبس عوضاً عن الماء ومنها السليكا الغروية (Sakaguchi R.L, Powers (J.M; 2011).

7-1 الدراسات السابقة:

- في دراسة أجريت عام 1983 قام بها Ghahremannezhad et al تم الاختبار على عينات من الجبس النمط 4، مزج عدد منها مع الماء المقطر ، وقسم آخر مع محلول مقسي hardener، حيث قام بتطبيق عدة طبقات من السيانو أكريلات على سطح العينة وفرش كل طبقة بالهواء ودرس تأثير كل طبقة على: (1) تغيير الأبعاد (2) قساوة السطح (3) مقاومة الخدش (4) وشكل السطح الناتج فوجد :
 1. طبقة واحدة: تزيد 1μ فقط على سطح الجبس، تزيد قساوة السطح 150%، تزيد مقاومة الحك بأداة حادة 48%، تغلق المسامات وتنتج سطحاً لماعاً.
 2. طبقتين: تزداد الأبعاد بمقدار 3μ ، القساوة أعلى من الجبس غير المغطى بالمادة لكنها أقل من قساوة الجبس المغطى بطبقة واحدة، كذلك الأمر بالنسبة لمقاومة الخدش.

3. أكثر من طبقتين: لم تعد النتائج مقبولة إذ استمرت قيم القساومة ومقاومة الخدش بالانخفاض عن تلك المسجلة عند التغطية بطبقة واحدة، كما أن السطح أصبح متعرجاً ظهرت عليه تكتلات وارتفاعات (Ghahremannezhad et al., 1983).

- وفي دراسة أخرى لـ Lindquist et al عام 2003 قامت الدراسة بتطبيق مادتين من مقسيات السطح surface hardener على سطح الدعامة حيث اختبر ثلاث أنواع من الجبس من النمط IV، ونوع من النمط V. قسم عينات كل نوع لثلاث مجموعات: مجموعة دون إي إضافة (شاهدة)، ومجموعة مطلية بمادة Permabond وهي عبارة عن مادة لاصقة من السيانو إكريلات لأغراض هندسية، ومجموعة مطلية بمادة Clear coat هي مادة من ريزين رائق وذو سيولة عالية يشكل طبقة رقيقة على الأسطح لحمايتها من عوامل الحك والخدش (أيضاً يستخدم لأغراض صناعية وليس سنية).

تركزت جميع العينات لمدة 14 يوم لتجف بشكل تام، تم طليها قبل الاختبار مباشرة ثم أجري اختبار مقاومة الحك، فكانت النتيجة تحسناً كبيراً في مقاومة الحك وخاصةً عند استخدام Clear coat. كما أن الدراسة تطرقت لامتناسص الأمثلة للماء فوجدت أن التغطية بعد صب الأمثلة وجفافها تقلل كثيراً من امتناسص المثال للماء (Lindquist et al., 2003).

- (Fukui et.al 1980) : وجدت الدراسة أن تطبيق السيانو إكريلات و مقسيات السطح من الأسرة نفسها قد رفع القساوة ومقاومة الاحتكاك، حيث اختبر الباحث قساوة السطح باستخدام اختبار Knoop، تغيير الأبعاد باستخدام Micrometer ومقاومة الاحتكاك بتجربة تحاكي

إجراءات النحت على الجبس، و أيضاً اختبر خصائص السطح تحت المجهر الالكتروني

وذلك لأربعة أنواع من السيانو إكريلات ثلاثة منها عبارة عن لاصق أو صمغ هي :

(Eastman 910, Super Glue, Krazy Glue) والرابع مقسٍ خاص للأغراض السنية

(Stone Die And Plaster Hardener)، عمدت التجربة إلى استخدام جبس سني من

النمط الرابع، تم صب مكعبات بشكل متوازي مستطيلات 3 مكعبات لكل نوع من السيانو

إكريلات، طبق على كل مكعب 5 شرائط من السيانو إكريلات يفصل بينها شرائط دون معالجة

لتكون بمثابة شاهد، المكعب الأول لكل نوع طبق عليه طبقة من هذا النوع وتزال الزوائد

بتتشفيفها بقماش ماص، المكعب الثاني طبقة أيضاً وتزال البقايا بنفث الهواء عليها، المكعب

الثالث طبقة وتزال البقايا برج هذا المكعب جيداً دون أي معالجة أخرى سواء كانت بالقماش

أو بنفث الهواء.

بالنسبة للنوع الرابع (Stone Die And Plaster Hardener) تبعاً لتعليمات الشركة

المصنعة طبقت طبقة أولى بالفرشاة وتركت لتجف ل3 دقائق دون أي معالجة بالتتشيف

بالقماش أو بنفث الهواء وأجريت الاختبارات عليه، ثم طبقت طبقة ثانية بالطريقة نفسها وتركت

لتجف أيضاً لثلاث دقائق وتم إجراء الاختبارات عليه مرة ثانية، ثم بعد ذلك طلي المكعب

بطبقة ثالثة بالطريقة نفسها أيضاً وأجريت الاختبارات نفسها عليه.

وجدت الدراسة أن تطبيق السيانو إكريلات مهما كان النوع التجاري المستخدم فإن ذلك يحسن

القساوة ومقاومة الاحتكاك بشكل ملحوظ ما زالت ثخانة الطبقة صغيرة (المجموعة المعالجة

بنفث الهواء أو التشيف بقطعة قماش) ولا يوجد تأثير ملحوظ على الأبعاد عندها، إلا أنه

عندما تكون ثخانة الطبقة كبيرة فإن ذلك ينعكس سلباً على القساوة وعلى الأبعاد وتفاصيل السطح أيضاً.

- قيمت دراسة Farhan Khan et al عام 2012 أثر السيانو أكريلات كمقسي سطحي للجبس، حيث تم صنع 60 قالباً جبسياً من الجبس السني المقاوم (جبس النمط الرابع) بشكل مكعب متوازي مستطيلات سطوحه متوازية ومسطحة تماماً، قسمت العينة إلى مجموعتين الأولى كانت مجموعة شاهد عدد أفرادها 30 مزجت وفقاً للشركة المصنعة وتركت دون أي تعديل، المجموعة الثانية كانت المجموعة المطلوبة بالسيانو أكريلات. وكون مفهوم القساوة مفهوم متشعب ومعقد ويوجد العديد من الاختبارات الفيزيائية المعتمدة كمعبر عن قساوة المادة فقد اعتمدت هذه الدراسة اختبار مقاومة الاحتكاك للتعبير عن قساوة سطح المادة. جميع العينات كانت مضبوطة المزج بدقة وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة بحيث تكون نسبة سائل/مسحوق هي 0.23(23مل من ماء الصنبور لكل 100غ مسحوق). تركت العينات بعد صبها ضمن كيس بلاستيكي مغلق لتجف بمعزل عن عوامل الرطوبة والتجفيف الخارجية لمدة 14 يوم، وزنت عينات المجموعة الأولى غير المطلوبة قبل وبعد إجراء اختبار الحك عليها لمعرفة المقدار المفقود من الجبس بالحك، أما عينات المجموعة الثانية فقد تم طليها بطبقة من السيانو أكريلات وتركت لتجف ثم تم وزنها و إجراء اختبار الحك عليها ثم إعادة الوزن لتحديد المقدار الذي خسرتة العينة بالاختبار. كان اختبار الحك عبارة عن ملزمة تثبت عليه المكعبات الجبسية ويوضع بتماس مع سطح الجبس رأس معدني مثبت بذراع يطبق

ضغط 50 غ على سطح العينة، وتتحرك المكعبات الموضوعة بتماس مع هذا السطح 80 مرة قاطعة مسافة 10 مم في كل شوط حركة.

وجدت هذه الدراسة أن مجموعة العينات المطلية بالسيانو إكريلات كان الفقد المادي فيها أقل بشكل ملحوظ من المجموعة غير المطلية وبالتالي حققت تحسناً ملحوظاً في مقاومة الاحتكاك، وبالتالي خلصت إلى أن طلي السطح الجبسي بالسيانو أكريلات يزيد بشكل ملحوظ من قساوة هذا السطح .

- دراسة (Hosoda et al. 1962) والتي استخدم بها طلاءً مقسماً للسطح الجبسي هو عبارة عن محلول لبوليمير البوليستيرين في مذيب عضوي وقام بطلاء عينات جبسية من الجبس السني النمط الثالث مصبوبة بتماس مع طبعة ألجينات أو بتماس مع سطح زجاجي (ينتج عنها سطح صقيل ناعم). وجدت أن هذا الطلاء يرفع من قساوة الجبس السني من النمط الثالث بنحو ضعفين إلى ثلاثة أضعاف.

- دراسة (Lindquist et al. 2003) حيث درست مقاومة الاحتكاك كتعبير عن القساوة لكل من: جبس سني من النمط الثالث، جبس سني عالي المقاومة من النمط الرابع التقليدي، جبس سني عالي المقاومة من النمط الرابع مقوى بتشريبه بالريزين، حيث لم تجد هذه الدراسة فروقاً دالة ذات أهمية ودالة إحصائية من حيث مقاومة الاحتكاك والقساوة بين الجبس السني من النمط الرابع التقليدي والجبس السني النمط الرابع المشرب بالريزين، ولكنها وجدت فروقاً حقيقية بين الجبس السني من النمط الثالث والجبس السني من النمط الرابع بنوعيه.

- اهتمت دراسة (Harris et al. 2004) بدراسة نوع من الجبس السني النمط الثالث وثلاثة أنواع من النمط الرابع عالي المقاومة بتقسيم كل نوع لثلاث مجموعات فرعية: مجموعة شاهدة دون معالجة، مجموعة مطلية بمقسي من السيانو إكريلات Permabond910، ومجموعة مطلية بمقسي ريزيني كيتوني Clear Coat ونفث الهواء على السطح لإزالة الزوائد. قيست قساوة السطح Knoop بعد 3،12،24 ساعة من صب الطبقات فوجد أن القساوة لم تتغير بشكل ملحوظ مع تغير الزمن من 3 إلى 24 ساعة لجميع العينات كما أنه لم يجد فروقاً حقيقية دالة إحصائياً بين العينات الجبسية العادية والمطلية بمقسي للسطح بنوعيه، بل على العكس وجد أن طلي السطح بالمقسيات (سيانو أكريلات أو بوليميرات كيتونية) تؤثر سلباً على قساوة السطح وتقللها.

ومن خلال التضارب الظاهر في نتائج الدراسات السابقة، كان لابد من إجراء بعض التجارب للتأكد من تأثير تطبيق طبقة من السيانو إكريلات لكن على قساوة الجبس العادي (جبس الديكور) وليس على الجبس السني كحال الدراسات السابقة، كما أنه ونظراً لتنوع وتعدد البوليميرات المستخدمة في مختلف جوانب الحياة، تم اختيار بوليمير الستايرين أكرليك المستخدم كمادة في صناعة الأصبغة والدهانات ومواد العزل، واختبار تأثيره على قساوة الجبس لبحث إمكانية استخدامه في القطاع المخبري السني.

المواد والطرائق

Materials &

Methods

2-1 عينة البحث:

تتألف عينة البحث من 40 متوازي مستطيلات جبسي مقسمة إلى 4 مجموعات:
المجموعة الأولى A group: وعددها 10 جبس سني مقوى Type IV .
المجموعة الثانية B group: وعددها 10 جبس عادي (جبس الديكور).
المجموعة الثالثة c group: وعددها 10 جبس عادي مطلي بالسيانو أكريلات .
المجموعة الرابعة d group: وعددها 10 جبس عادي ممزوج ببوليمير ستايرين أكريليك
CE 808.

_ وصف العينة: عبارة عن نموذج جبسي على شكل متوازي مستطيلات أبعاده 1x4x2cm . يتم مزج الحجر السني وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة .
أما الجبس العادي فيتم المزج بنسبة سائل/مسحوق 50% .

2-2 مواد و أجهزة البحث:

1. جبس عادي منتج محلياً (من إنتاج معمل جبس ريف دمشق).
2. حجر سني مقوى (جبس من النمط Type IV):
(Vel-mix Die Stone, (Kerr Corporation, Orange, CA, USA)
3. كجة.

4. ملوكة.
5. مطاط سيليكوني ذو النمط الإضافي: لصنع طبقات للقالب المعدني والتي ستصب فيما بعد مجموعات الجبس الأربعة (Putty and Light Body, Zhermack, Italy).
6. مقياس حرارة لقياس حرارة ماء المزج.
7. نموذج معدني بالأبعاد المذكورة 1x4x2 cm: تم تصميم النموذج بحيث يكون عبارة عن حامل معدني (قاعدة) هو متوازي مستطيلات يتوضع عليه اسطوانتين متماثلتين بالقطر والارتفاع حيث يكون سطحي هاتين الاسطوانتين عبارة عن دائرتين سيتم اختبار القساوة عليهما قطر كل منهما 8مم(استخدم هذا النموذج لتأمين قوالب جبسية ذات شكل يسهل قياس تغيرات الأبعاد واجراء اختبارات أخرى(الشكل 4).
8. مادة السيانواكريلات (super glue)(الشكل 6) والتي سيتم طلاء مكعبات الجبس بها (وهي نفسها المتعارف عليها باسم ألتيكو) (Super Glue, Alteco PTE (LTD, Tuas, Singapore).
9. مادة CE 808 :وهي عبارة عن بوليمير حلول بالماء اسمه العلمي ستيارين أكريليك يستخدم في قطاعات صناعية مختلفة (يعتبر من مواد العزل والصباغ)(الشكل 7)
10. ضاغط هوائي لفرش السيانو اكريلات على سطح الجبس.
11. جهاز هزاز لصب العينات الجبسية.
12. ميزان غرامي دقيق للأغراض التحليلية وذلك لمعايرة كمية مسحوق الجبس .

13. سحاحة أو انبوب مدرج لمعايرة الماء.

14. جهاز اختبار قساوة السطح Vickers hardness tester.

(Vickers Microhardness Tester, Galileo Durometria, LTF, Italy.)

الموجود في جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية (الشكل 8).

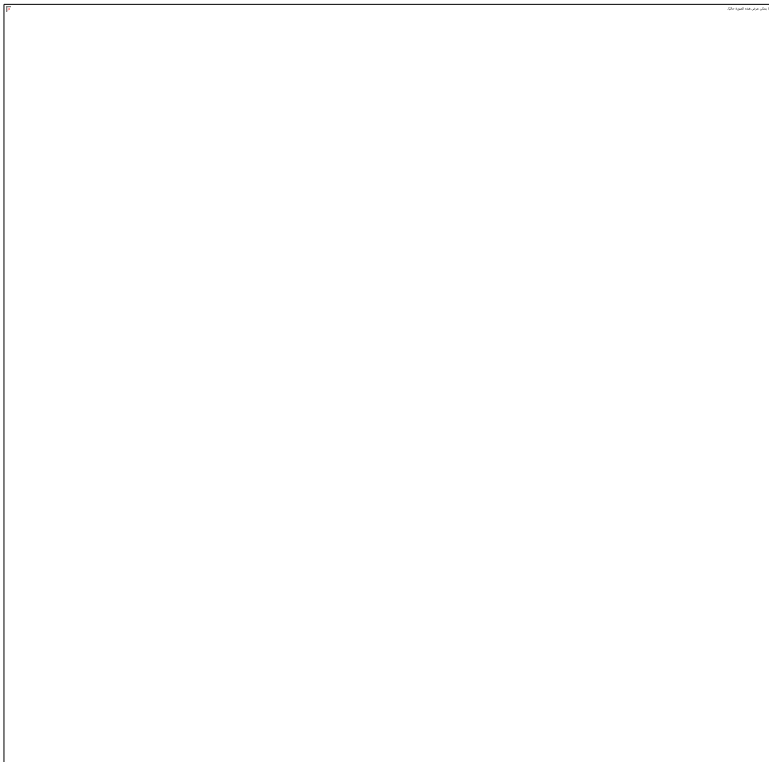
تم استخدام ماء الصنبور العادي للمزج بدرجة حرارة الغرفة (22-25 درجة).



شكل رقم (4) النموذج المعدني وطبعة مصنوعة له من المطاط السيليكوني الإضافي.



شكل رقم (5) صورة توضح بعض أدوات البحث



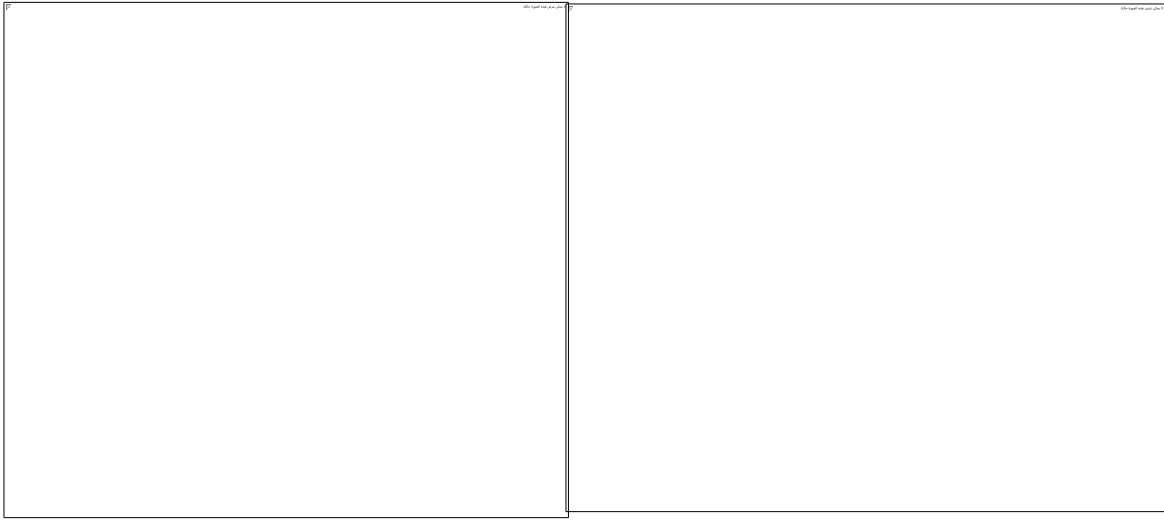
شكل رقم (6)

بوليمير السيانو أكريلات

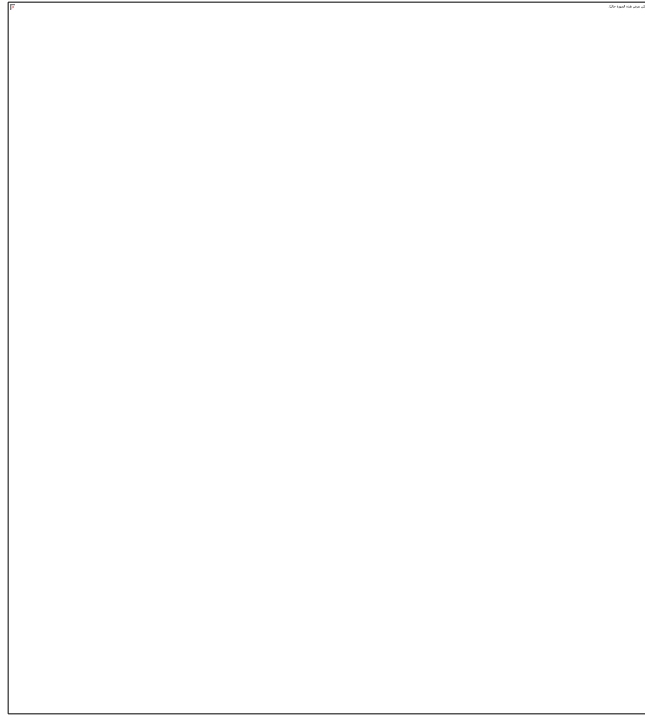
لطلبي عينات

المجموعة B. Super)

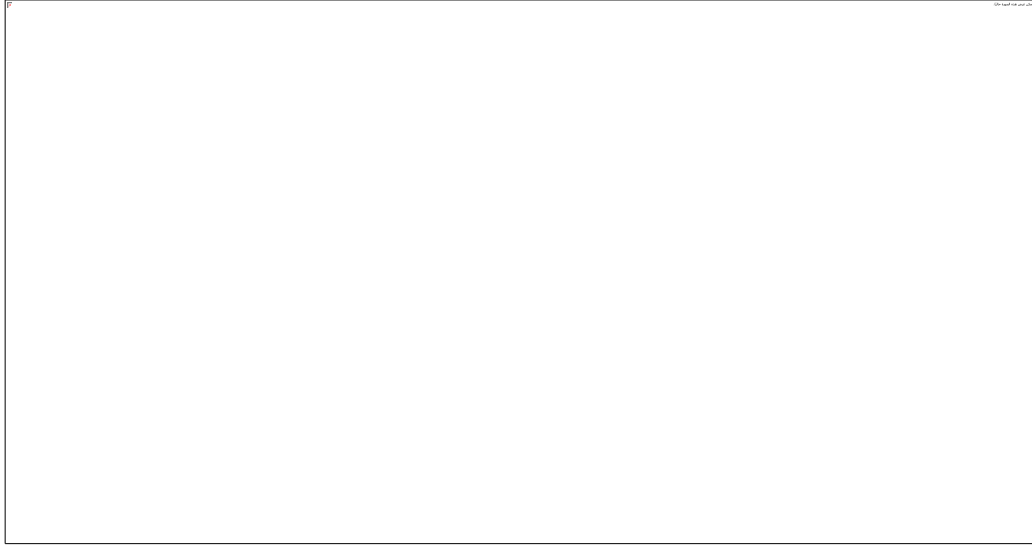
(Glue



شكل رقم (7) يبين بوليمير ستيارين أكريليك وقوامه ولونه



شكل رقم (8) جهاز قياس القساوة Vickers Micro Hardness المستخدم في الدراسة



الشكل (9) المطاط السليكوني الإضافي

مادة الستايرين أكرليك CE 808:

الاسم التجاري للبوليمير المستخدم CE 808 تنتجه مع تشكيلة واسعة من المواد المشابهة
عدة شركات نذكر منها شركة Kemiteks الإيطالية للمستحلبات البوليميرية والصبغات
المشتتة أو المبعثرة: Polymer emulsion & Pigment dispersions وشركة Serpa
الروسية www.Serpa.company وغيرهما العديد من الشركات.

والمادة المذكورة عبارة عن بوليمير تشاركي من مونوميرين : الستايرين أو الستيرول وأحد
إسترات حمض الأكرليك "الأكريلات" . والبوليمير التشاركي الناتج من ارتباط وتضاعف
هذين المونوميرين عبارة عن مادة رابطة ذات جودة عالية وخاصة لأغراض الطلاء

الداخلي والخارجي كما تستخدم كمقسيات للتربة (مواد ماسكة) وفي مواد البناء ولأغراض الإكساء والعزل والتغطية للمنسوجات. (الشكل 8)

الخصائص الأساسية:

1. خالية من المواد الضارة بالبيئة (صديقة للبيئة).
2. لا تتحول إلى لدينة بسرعة (لا تتلدن).
3. تبدي ثباتية عالية للضوء .
4. منخفضة الإمتصاص للماء (مقاومة للرطوبة).
5. ثباتية ممتازة في الظروف الطبيعية.
6. مقاومة للتآكل و الإهتراء.
7. ذات قدرة جيدة على التغطية.
8. عالية المعان (البريق) ولونها ثابت.

الطبيعة الكيميائية:

1. مستحلب بوليميري ستيريني/أكريلي على شكل كريمة عالية اللزوجة .
2. تشكل الخلاصة الجافة للمادة حوالي %49-51 من وزنها.
3. لزوجتها 6000-8000 Cps (سنتي بواز).
4. درجة الحرارة الدنيا اللازمة لتشكل طبقة رقيقة من المادة (فيلم) 20-22 °C.
5. ثباتيتها للصقيع: تحفظ في درجات الحرارة الايجابية (فوق الصقيع).

6. شروط الأمان و السلامة : لا يوجد شروط خاصة.

مونومير الستايرين

بوليمير الستايرين

مونومير أستر حمض الأكرليك

بوليمير استر حمض الاكرليك

عندما يوجد مونومير الستايرين مع مونومير استر حمض الاكرليك يتشكل بوليمير تشاركي

من الاثنين له الصيغة العامة التالية:

تتغير خواص

وبنية هذا البوليمير تبعاً لتغير الجذر R: ميثيل، إيثيل، هكسيل، سيكلوهكسيل، بنزيل... إلخ.

2-3 طرائق البحث:

1. صنع الطبعات: يتم مزج المطاط السليكوني القاسي وتفرش طبقة من المطاط السيال عليه بعد مزجه أيضاً وتؤخذ بالمزيج طبعة للقالب المعدني المصمم لهذه الغاية، وبعد تصلب الطبعة المطاطية يفك النموذج المعدني منها، يصنع عشر طبعات بنفس الطريقة، لم يذكر في الدراسات السابقة أي دور لتقنية الطبع على المساواة، وإنما لها دور على تغيرات الأبعاد بالدرجة الأولى (الشكل 10).

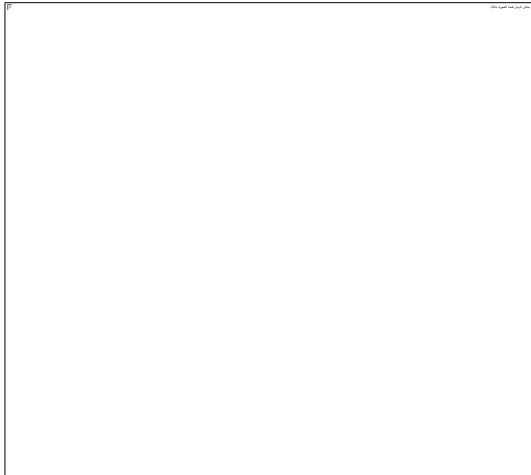


الشكل (10) صنع الطبعات بالمطاط القاسي وتبطينها بالمطاط السيال

2. صب العينات: حيث يتم مزج الجبس type IV وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة ولمعاييرها لنسبة السائل/البودرة. باستخدام مياه الصنبور العادية دون إضافات بعد

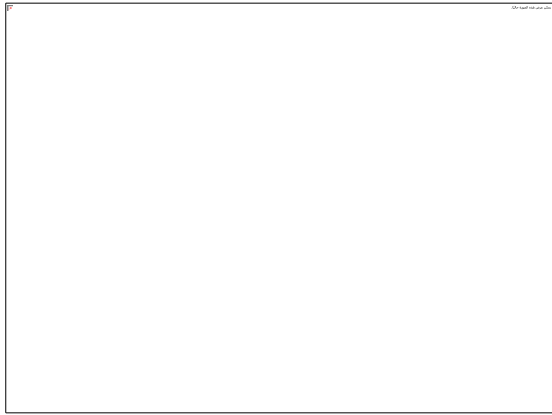
معايرة درجة حرارة المياه باستخدام ميزان الحرارة للتأكد أنها بدرجة حرارة الغرفة (22-25 درجة مئوية)، تمزج بالكجة والملوقة لـ 20 ثانية (محاكاة ظروف العمل في أغلب المخابر في سوريا)، ثم يتم صب المزيج بالهزاز لمدة 10 ثوان للحصول على 10 نسخ متطابقة بالأبعاد لتمثل المجموعة A، ويتم فكها بعد ساعة، تترك 24 ساعة بدرجة الغرفة لتجف ثم يجري الاختبار.

أما بالنسبة للجبس العادي فيتم مزجه يدوياً بالطريقة نفسها بالنسبة المذكورة سابقاً لمدة 20 ثانية (w/p ratio 50%) ودون أي إضافات وتصب منه 20 نسخة متطابقة باستخدام الهزاز لمدة 10 ثوان لتمثل بذلك المجموعات الثانية (B) والثالثة (C)، تترك لتتصلب لمدة ساعة، ثم تم فكها وتركها في درجة حرارة الغرفة محفوظة لمدة 24 ساعة لتجف جيداً، ثم تم طلي المجموعة C ودراسة قساوة هاتين المجموعتين.



الشكل (11) معايرة ومزج
الجبس يدوياً

كما يتم مزج الجبس
العادي بعد إضافة مادة

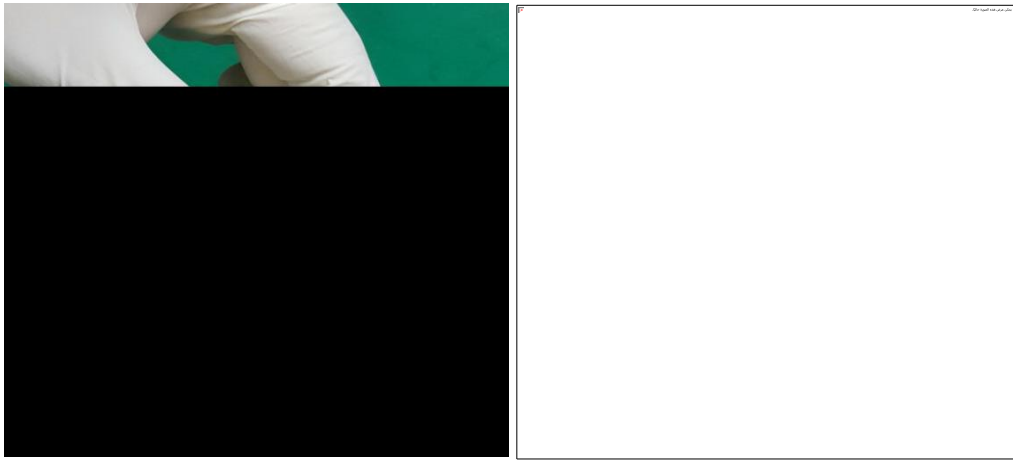


CE 808 بنسبة 25% من وزن المسحوق الجبسي للحصول على 10 نسخ لتمثل المجموعة D. تم فصل العينات عن القوالب بعد ساعة تماماً بالنسبة للمجموعات (A,B,C) وبعد 24 ساعة بالنسبة للمجموعة D وتترك جميع العينات محفوظة في درجة حرارة الغرفة لتجف جيداً لمدة 24 ساعة.

الشكل(11) صب العينات الجبسية باستخدام الهزاز

2-3-3 الطلي :

يتم طلي 10 مكعبات جبسية (جبس الديكور العادي) بعد 24 ساعة من تصلبها بالسيانو إكريلات، بدهن السطح العلوي للأسطوانتين (السطحين الدائريين). ثم يتم نفث الهواء على السطح بسيرنغ هواء (الشكل 12) لفرش المادة على السطح بثخانة متجانسة والتقليل من تجمع المادة في مناطق محددة بسبب لزوجتها. تترك المادة لتجف وتتصلب جيداً، وبذلك نكون قد حصلنا على 10 مكعبات جبسية سطحها العلوي مطلية بطبقة متجانسة من السيانو إكريلات، ثم تجرى الاختبارات عليها.



الشكل(12) طلي العينات بالسيانو أكريلات ونفث الهواء على السطح

2-3-4 صنع عينات المجموعة D:

باستخدام الميزان الغرامي الحساس نقوم بأخذ وزنة من مسحوق الجبس العادي الديكور بمقدار 100 غ ويضاف لها وزنة أخرى من بوليمير ستيارين أكريليك CE 808 بمقدار 25 غ ثم تمزج مع 35 غ من ماء الصنبور بعد معايرته بدرجة حرارة الغرفة.

عند إضافة هذا البوليمير للجبس فإنه يقلل من حاجته لماء المزج وهذا ما يفسر استخدام 35 غرام فقط من الماء.

بعد مزج المزيج بشكل جيد حتى وصوله للتجانس يتم صب الطبقات بمساعدة الهزاز لضمان عدم وجود فقاعات وتترك لمدة 24 ساعة قبل أن تفك الطبقات حيث إن هذا المزيج يحتاج وقتاً أطول من المعتاد ليحقق التصلب الكافي . بعد 24 ساعة تفك القوالب وتتخذ لدراسة قساوتها.

2-3-5 تحضير المجموعات: بعد فك المجموعات من طبقاتها المطاطية يتم ترقيم كل

مجموعة من الرقم 1 إلى الرقم 10 بحيث تأخذ كل عينة رقم (الشكل 13).

كمثال : فإن عينات المجموعة الأولى ستأخذ الترقيم A1,A2.....A10.



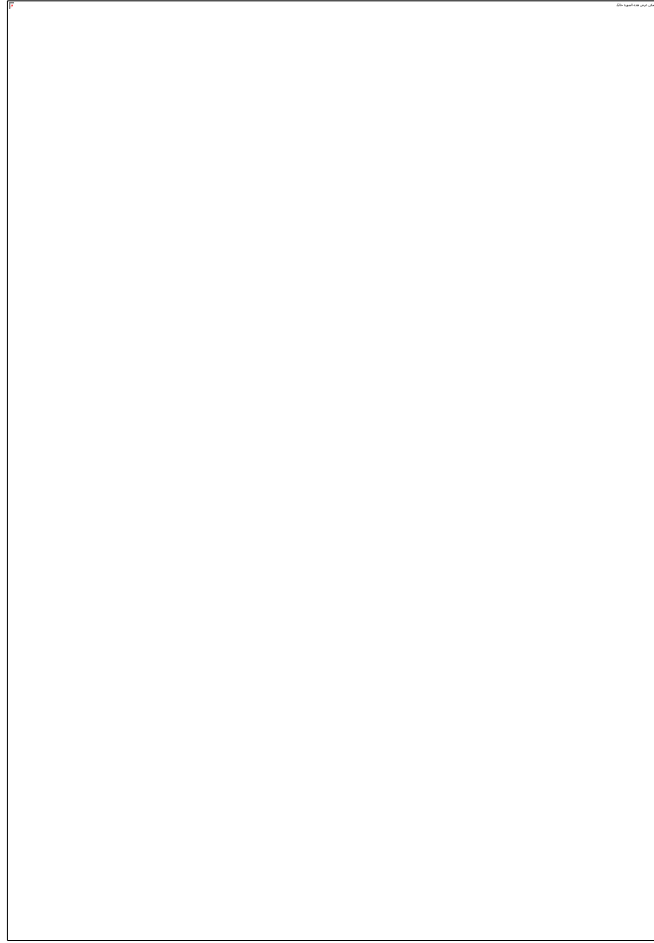
الشكل (13) يوضح عينات البحث بمجموعاتها الأربع

6-3-2 قياس قساوة السطح:

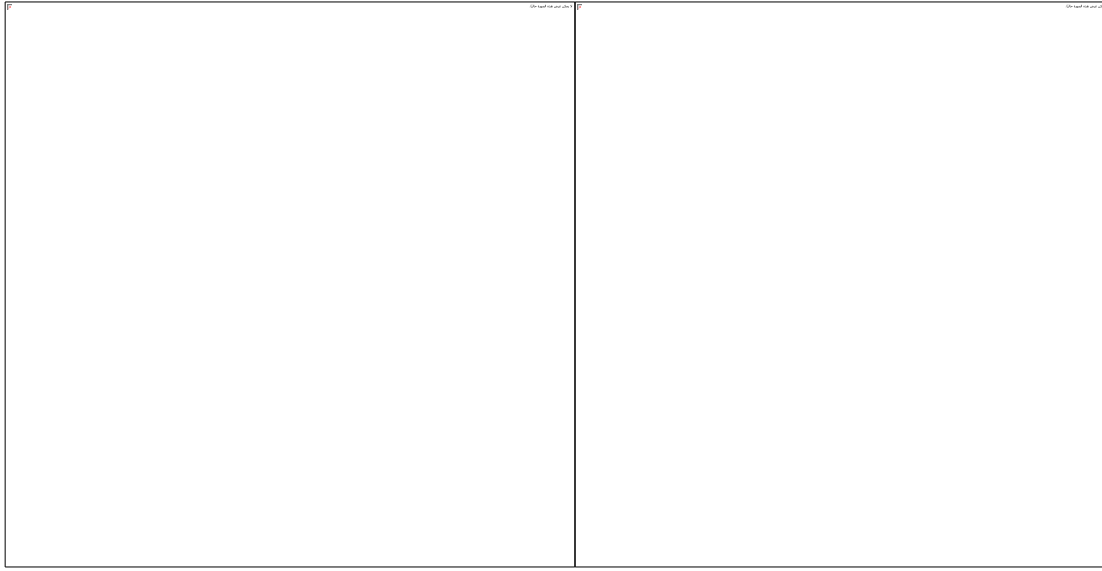
يتم اجراء هذا الاختبار بعدة طرائق وأجهزة وفي هذا البحث سنستخدم جهاز Vickers hardness tester (الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية، جامعة دمشق) (الشكل 14).

(Vickers Microhardness Tester, Galileo Durometria, LTF, Italy.)

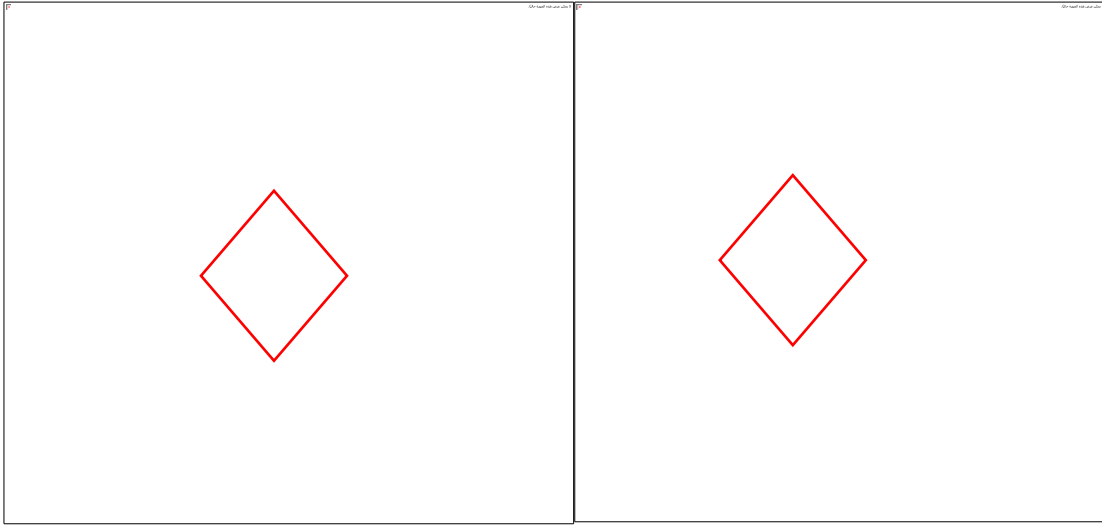
حيث نسجل قياسين في منطقتين مختلفتين على السطح ذاته لكل نموذج جبسي وتسجل القيم بالواحدة الخاصة بهذا الاختبار VHN(Vickers hardness number) (الشكلين 15.16).



الشكل (14) يبين جهاز قياس قساوة السطح فيكرز Vickers Hardness Tester



الشكل (15) سطح العينات كما يظهر تحت عدسة جهاز الاختبار قبل الانطباع



الشكل (16) سطح العينات تحت عدسة الجهاز يظهر عليها الانطباع بعد تطبيق قوة الاختبار

الباب الثالث
النتائج والدراسة
الإحصائية

Results &
Statistical
Analysis

1-3- وصف العينة:

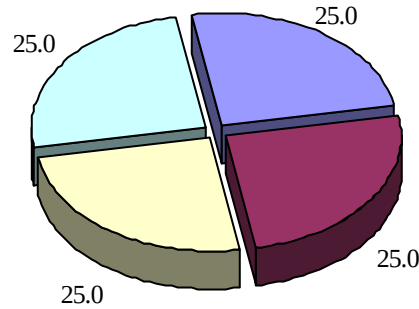
تألفت عينة البحث من 40 قطعة جبسية على شكل مكعب كانت مقسمة إلى أربع مجموعات فرعية متساوية وفقاً لنوع الجبس المصنوعة منه القطعة الجبسية (جبس سني من النمط الرابع، جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات، جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808، جبس ديكور عادي فقط)، وقد كان توزيع عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس كما يلي:

– توزيع القطع الجبسية في عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس:

جدول رقم (5) يبين توزيع القطع الجبسية في عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس.

النسبة المئوية	عدد القطع الجبسية	نوع الجبس المدروس
25.0	10	المجموعة A: جبس سني من النمط الرابع
25.0	10	المجموعة B: جبس ديكور عادي فقط
25.0	10	المجموعة C: جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات
25.0	10	المجموعة D: جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808
100	40	المجموع

النسبة المئوية لتوزيع القطع الجبسية في عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس



جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات
 جبس سني من النمط الرابع
 جبس ديكور عادي فقط
 جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء 808EC

مخطط رقم (1) يمثل النسبة المئوية لتوزيع القطع الجبسية في عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس.

2-3- الدراسة الإحصائية الوصفية:

تم قياس وحساب مقدار القساوة (Vickers) في نقطتي قياس اثنتين مختلفتين وتم اعتماد المتوسط الحسابي لقيمة مقدار القساوة في نقطتي القياس المدروستين لكل قطعة من القطع الجبسية المدروسة في عينة البحث كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$\text{مقدار القساوة المعتمد لكل قطعة جبسية} = (\text{مقدار القساوة عند النقطة الأولى} + \text{مقدار القساوة عند النقطة الثانية}) \div 2 \text{ للقطعة الجبسية نفسها}$$

ثم تمت دراسة تأثير نوع الجبس المدروس في قيم مقدار القساوة المعتمد في عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

➤ دراسة تأثير المجموعات الجبسية المدروسة في مقدار القساوة:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار

القساوة (Vickers) بين مجموعات نوع الجبس المدروس (جبس سني من النمط الرابع، جبس

ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات، جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير

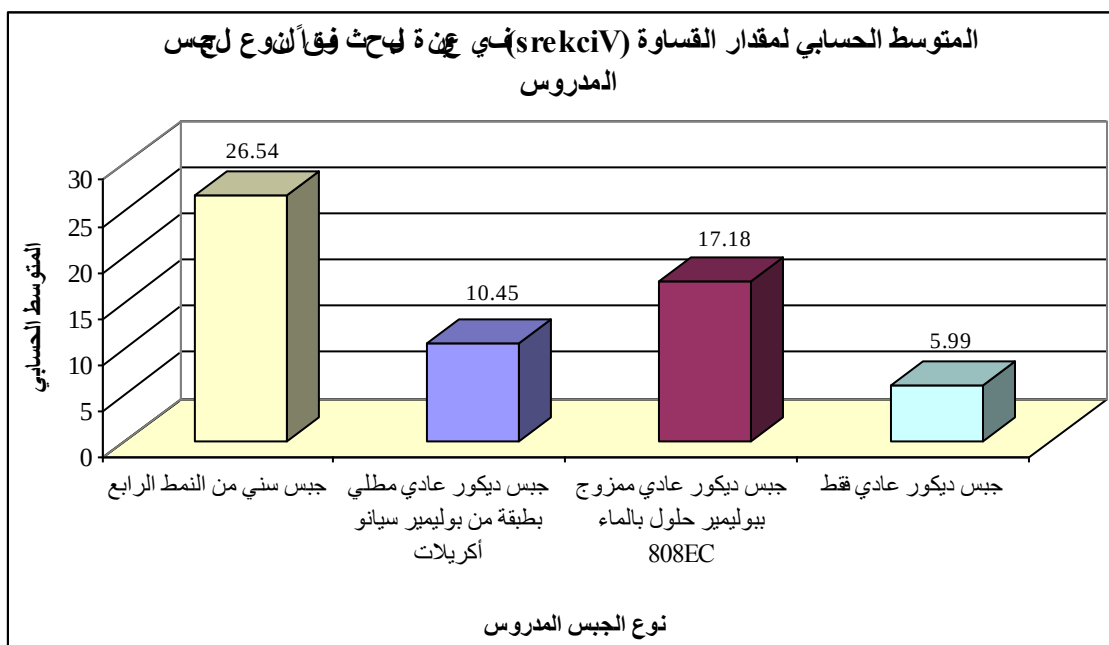
حلول بالماء CE808، جبس ديكور عادي فقط) في عينة البحث كما يلي :

- إحصاءات وصفية:

جدول رقم (6) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار

القساوة (Vickers) في عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس.

نوع الجبس المدروس	عدد القطع الجبسية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
A: جبس سني من النمط الرابع	10	26.54	0.88	0.28	25.5	28.15
B: جبس ديكور عادي فقط	10	5.99	0.55	0.17	5.25	7.2
C: جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات	10	10.45	0.29	0.09	10.1	10.95
D: جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808	10	17.18	0.86	0.27	15.65	18.25



مخطط رقم (2) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار القساوة (Vickers) في عينة البحث وفقاً لنوع الجبس المدروس.

3-3 نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول رقم (7) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار القساوة (Vickers) بين مجموعات نوع الجبس المدروس في عينة البحث.

المتغير المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار القساوة (Vickers)	1672.809	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار القساوة (Vickers) بين اثنتين على الأقل من مجموعات نوع الجبس المدروس (جبس سني من النمط الرابع، جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات، جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808، جبس ديكور عادي فقط) في عينة البحث. ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في قيم القساوة تم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni

3-4 نتائج اختبار المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni:

جدول رقم (8) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار القساوة (Vickers) بين مجموعات نوع الجبس المدروس (جبس سني من النمط الرابع، جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات، جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808، جبس ديكور عادي فقط) في عينة البحث.

(Vickers) المتغير المدروس = مقدار القساوة)					
(I) نوع الجبس المدروس	(J) نوع الجبس المدروس	الفرق بين (I-J) المتوسطين)	الخطأ المعياري	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
جبس سني من النمط الرابع	جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات	16.09	0.31	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
	جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808	9.36	0.31	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
	جبس ديكور عادي فقط	20.55	0.31	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات	جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808	-6.74	0.31	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>

(Vickers) المتغير المدروس = مقدار القساوة)					
(I) نوع الجبس المدروس	(J) نوع الجبس المدروس	الفرق بين (I-J) المتوسطين)	الخطأ المعياري	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
	جبس ديكور عادي فقط	4.46	0.31	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول CE808 بالماء	جبس ديكور عادي فقط	11.20	0.31	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار القساوة (Vickers) بين جميع مجموعات نوع الجبس المدروس (جبس سني من النمط الرابع، جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات، جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808، جبس ديكور عادي فقط) في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مقدار القساوة (Vickers) في مجموعة الجبس السني من النمط الرابع كانت أكبر منها في كل من مجموعات نوع الجبس المدروس الباقية (جبس ديكور عادي مطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات، جبس ديكور عادي ممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808، جبس ديكور عادي فقط) على حدة، ونستنتج أن قيم مقدار القساوة (Vickers) في مجموعة جبس الديكور العادي الممزوج ببوليمير حلول بالماء CE808 كانت أكبر منها في كل من مجموعة جبس الديكور العادي المطلي بطبقة من بوليمير سيانو أكريلات ومجموعة جبس الديكور العادي فقط على حدة، ونستنتج أن

قيم مقدار القساوة (Vickers) في مجموعة جبس الديكور العادي المطلي بطبقة من بوليمير

سيانو أكريلات كانت أكبر منها في مجموعة جبس الديكور العادي فقط في عينة البحث.

المناقشة

Discussion

1-4 مناقشة فكرة البحث:

لطالما كانت قساوة أمثلة العمل الإفرادي الجبسية وغيرها موضع دراسة واهتمام الباحثين كونها هي العامل الفيزيائي الأهم الذي يعبر عن مقاومة هذه الأمثلة للاحتكاك الحاصل خلال المراحل المخبرية المختلفة من نحت وتشذيب وغيره (Sanad et al 1980b) .

عمدت بعض الدراسات الأخرى لدراسة عوامل فيزيائية أخرى للتعبير عن مقاومة الاحتكاك، كمقاومة الانضغاط (Peyton et al. 1952)، (Schneider & Taylor 1984)، إلا أن دراسة هذا العامل لوحده لم تكن كافية بل اعتمدت نتائج القساوة أيضاً بالتشارك مع مقاومة الانضغاط أو بالتشارك مع اختبار معين للاحتكاك في نفس البحث للتعبير عن مقاومة الاحتكاك، وهذا ما يبين أهمية ودور القساوة في هذا المجال.

كما قام بعض الباحثين بتصميم أجهزة مختلفة لدراسة مقاومة الاحتكاك، إلا أن استخدامها بقي من قبل الباحث نفسه أي أنها لا تعتبر أجهزة مرجعية يمكن التعويل عليها في أي دراسة من هذا القبيل.

تم اعتماد اختبار القساوة بشكل عام وقساوة السطح المجهرية Vickers Surface MicroHardness بشكل خاص في هذا البحث للتعبير عن مقاومة الجبس للاحتكاك للأسباب

التالية:

1. تعتبر اختبارات القساوة بشكل عام (فيكرز، نوب، برينيل... إلخ) الاختبارات الأكثر تعبيراً لهذا

الغرض من بين الاختبارات الفيزيائية (Toreskog et al 1966).

2. اختبارات القساوة (بشكل عام) هي الأكثر وروداً وشيوعاً في الدراسات السابقة

المشابهة (Farhan Khan et al. 2012).

3. لا يوجد ضمن الإمكانيات المتوفرة حالياً في دمشق جهاز آخر لدراسة مقاومة مادة هشّة

كالجبس للاحتكاك بالفعالية والمعنوية نفسها.

4. يعتبر الجهاز الوحيد الذي يقيس قساوة السطح **المجهرية**، وهو موجود في كلية الهندسة

الميكانيكية والكهربائية في جامعة دمشق حيث يطبق أوزان وقوى ضغط خفيفة على العينات،

بينما باقي أجهزة القساوة المتوفرة في دمشق (برينيل، روكويل،... إلخ) لدراسة مواد أكثر قساوة

كالمعادن مثلاً، حيث تطبق أوزان وقوى ضغط كبيرة جداً لا تتحملها العينات الجبسية وبالتالي

هي غير مؤهلة لهذه الدراسة.

2-4 مناقشة مواد البحث:

تطرق البحث لدراسة قساوة جبس الديكور العادي وهي المرة الأولى التي يدرس بها هذا الجبس

في محاولة لإدخاله ضمن التطبيقات والاستخدامات السنية، وذلك نظراً لخص ثمن هذا النوع من

الجبس وتوافره بكثرة، كما أنه يمتاز بسهولة التعامل والتطبيق، آمن صحياً ولا يحتاج تجهيزات

خاصة لاستخدامه.

عمدت معظم الدراسات السابقة لدراسة قساوة الحجر السني (الجبس من النمطين الثالث والرابع) (Mori & Yamane 1982)، كما درس بعض الباحثين البلاستر (جبس النمط الثاني والأول) (Hong He et.al 2010) إلا أن أحداً لم يدرس جبس البناء العادي (الديكور) وإمكانية الاستفادة منه في طب الأسنان، وهذه هي الدراسة الأولى من نوعها التي تختبر قساوة هذا الجبس قبل وبعد إضافة بوليميرات مختلفة بطرق مختلفة بهدف تحسينه، حيث استخدم بوليمير سيانو إكريلات في دراسات سابقة مع أنماط الجبس السني المختلفة (خمسة أنماط وفقاً لتصنيف الجمعية الأمريكية لطب الأسنان ADA Specification No25) ولكن ليس مع جبس الديكور.

يعتبر بوليمير الستيارين أكريليك بوليمير ذو أهمية عالية في المجال الصناعي، كثيراً ما يستخدم في مواد العزل والتلوين والصبغ، كما أنه يدخل في تركيب مواد الطلاء والدهانات، وينتمي لأسرة كبيرة من البوليميرات الإكريلية والمشتقة من حمض الإكريليك، والمتبادل الرئيس فيها هو جذر حمض الستيارين، أي هو أستر لحمض الأكريليك مع حمض الستيارين، وله العديد من المشتقات التي تختلف عن بعضها بالخواص الفيزيائية وبعض الاختلافات في الصيغة الكيميائية (وجود بعض الجذور الوظيفية المضافة)، إلا أنها تشترك جميعها بأنها عبارة عن سلاسل لمكرر رئيسي هو مونومير الستيارين أكريليك.

استخدم سابقاً بوليميرات مختلفة لتحسين أنماط الجبس السني وذكر العديد منها في المقالات والدراسات المختلفة (بولي سترين، سيانو أكريلات، إيبوكسي،.....) (Mason H J. 1970)،

إلا أن هذه الدراسة هي الأولى التي تحاول استخدام بوليمير ستيارين أكريليك وتسخيره في حقل الاستخدامات المخبرية السنية، بمزجه مع جبس الديكور والذي بدوره لم يسبق أن استخدم.

في هذه الدراسة تم اتباع الخطوات المخبرية المعتادة عند صب أي طبعة، وذلك لمواكبة جميع ظروف العمل، حيث صنعت الطبقات بداية باستخدام المطاط السيليكوني الإضافي والتي سيصار إلى صبها فيما بعد بالخلطات الجبسية المختلفة، إذ أنه لمادة الطبع دور في قساوة (وخاصة بسبب نعومة سطح المثال أو مساميته، وامتصاصية المادة للماء تلعب دوراً أيضاً في قساوة الجبس المصبوب فيها) (Lyon HE et al., 1986)، كما تم اتباع ظروف العمل الاعتيادية في المخابر وذلك بغية محاكاة ظروف العمل في أغلب وربما جميع المختبرات السنية في الجمهورية العربية السورية. و دون المبالغة باستخدام الأجهزة والتقنيات الحديثة في صب الطبقات لما قد يكون لها من أثر إيجابي أو سلبي على قساوة الأمثلة مما سيؤثر سلباً على نتائج الدراسة، فمن حيث المواد تم استخدام ماء الصنبور العادي دون أي تعديل بعد معايرة درجة حرارته لتكون بدرجة حرارة الغرفة، كما تم استخدام الجبس العادي دون أي تخيل أو تعميم لأن عملية كهذه ستترفع من مقاومة الجبس وقساوته، أسلوب المزج المعتمد هو الأسلوب اليدوي العادي باستخدام الكجة والملوقة بعد الوزن والمعايرة الدقيقين لنسبة مسحوق/سائل إذ أن المزج والصب بالأجهزة الآلية والفاكيوم قد يغير من خواص الجبس جاعلاً القوام أكثر كثافة وبالتالي أكثر قساوة ومقاومة (Azer et.al 2008).

بالنسبة للمجموعة C المطلية بالسيانو إكريلات فقد تم تطبيق طبقة من البوليمير على سطح العينة ثم فرشت باستخدام سيرنغ الهواء متبعين بذلك أحد الطرائق الثلاثة التي ذكرها Fukui et al.

(1980) في دراسته، حيث جرب ثلاث طرائق لطلي العينات الجبسية هي: 1-الفرش بالهواء، 2-التغطيس، 3-دهن وطلاي السطح باستخدام قطعة قماشية، ووجد أن فرش المادة بالهواء كانت طريقة فعالة حيث حققت ثخانة متجانسة على سطح المثال وقللت من تراكم المادة في بعض الزوايا والنقاط كما أنها لم تؤثر على الأبعاد (Fukui et al. 1980)، كما اعتمد طلي العينات بطبقة واحدة حيث أن أغلب الدراسات التي استخدمت سيانو أكريلات أو أي طلاء مقسي (Die Hardner) اعتمدت تطبيق طبقة منه كما في دراسة (Hong He et al. 2010) والتي اختبرت تأثير طلاء مقسي للجبس على مجموعتين جبس أحدهما من الحجر السني Dental Stone Type IV والثانية الجبس السني Dental Plaster ووجدت ان وجود طبقة من المقسي يزيد بشكل ملحوظ من القساوة ومقاومة الاحتكاك وتأثيره على الأبعاد مهملة.

4-3 مناقشة صب المجموعتين C,B:

في هاتين المجموعتين اعتمدت مقادير المزج التالية : 100 غ مسحوق الجبس العادي، 50 مل من ماء الصنبور بدرجة الحرارة العادية (22-25 درجة مئوية) وفقاً لـ (Anusavice & Philips 2003). وبعد 24 ساعة تم طلاء المجموعة C بطبقة سيانو أكريلات وأخذت المجموعتان للمختبر لقياس قساوتها كما في دراسة (Chahremannezhad, 1983).

أما بالنسبة للمجموعة A المصبوبة بالجبس السني المحسن من النمط الرابع Dental Stone type IV فقد تركت لتتصلب لمدة ساعة ثم فكت وتركت 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة لتجف ثم

أخذت للمخبر لقياس القساوة، تم اتباع طريقة البحث التي قام به (Tameem K. Jassim 2012)، حيث درس تغييرات القساوة خلال فترات زمنية مختلفة فوجد أن جميع المجموعات قد حققت تزايداً ملحوظاً بالقساوة خلال ازدياد الفاصل الزمني بين فك الطبعة ولحظة الدراسة، وكانت النقطة الزمنية التي حققت فيها العينات أعلى قساوة هي بعد أسبوع.

في هذا البحث اختيرت المدة 24 ساعة وفقاً ل:

(Tameem K. Jassim 2012) لأنها أكثر مدة تحقق قساوة عالية وسهلة التطبيق تتناسب مع متطلبات التجربة.

4-4 مناقشة صب المجموعة الرابعة D الجبس العادي ممزوجاً بالستيارين أكريليك :

في هذه المجموعة تم اتباع مقادير المزج التالية: مسحوق الجبس العادي 100 غ، بوليمير سيانو إكريلات 25 غ، 35 مل من الماء.

اختلفت نسبة مزج هذه المجموعة عن شبيهاتها من مجموعات الجبس العادي حيث أن نسبة المياه المطلوبة لتحقيق القوام الكافي لصب الطبعة واللزوجة المناسبة لذلك كانت أقل.

كون هذه الدراسة هي الدراسة الأولى التي تدرس عينات جبسية عادية (جبس ديكور) ومحاولة تحسينها لتستخدم في التطبيقات المخبرية السنية، كما أنها الدراسة الأولى التي تهتم بتطبيق بوليمير سيانو أكريلات كمادة مقسية للجبس العادي لذلك كان من الصعب وجود دراسات سابقة مماثلة لمقارنتها بها من حيث النتائج، كما أنه توجب اجراء اختبارات أولية قبل البدء بالبحث لتحديد النسبة المناسبة من البوليمير لمزجها، حيث تم اختبار النسب التالية :

10% أي 10 غ من البوليمير ل 100 غ من المسحوق الجبسي: رفعت القساوة.

20% أي 20 غ من البوليمير ل 100 غ من المسحوق الجبسي: رفعت القساوة بمقدار أعلى

ومازال المزيج محافظاً على قوام جيد لصب الطبعة.

30% أي 30 غ من البوليمير ل 100 غ من المسحوق الجبسي: رفعت القساوة أكثر لكن المزيج

بدء يصبح أعلى لزوجةً بسبب القوام اللزج للبوليمير .مما دفع البحث لاعتماد النسبة 25% أي

25 غ بوليمير لكل 100 غ من المسحوق الجبسي.

لوحظ خلال التجارب الأولية أن إضافة البوليمير للمسحوق قبل مزجه بالماء أدت إلى التقليل من

كمية الماء المطلوبة للمزج حيث ان اعتماد نسبة الماء المعتمدة مع المجموعات الثانية والثالثة

وهي 50 مل لكل 100 غ مسحوق جبس بوجود البوليمير أدت للحصول على مزيج شديد السيولة،

وأكثر سيولة من مثيلاته في المجموعتين السابقتين، وهذا ما دفع لاعتماد نسبة سائل 35 مل لكل

25 غ بوليمير و 100 غ مسحوق جبسي وهي النسبة التي أعطت في التجارب الأولية أعلى قساوة

ممكنة دون التأثير على قوام المزيج.

من الجدير بالذكر انه أثناء التجارب الأولية أيضاً لوحظ ان إضافة البوليمير للمزيج قد أطالت من

زمن التصلب كثيراً لذلك فإن عينات هذه المجموعة تم فكها من طبعاتها الجبسية بعد 24 ساعة ثم

قيست قساوتها.

4-5 مناقشة قياس المساواة:

اعتمدت معظم الدراسات التي درست مساواة الجبس على أجهزة قياس المساواة السطحية المختلفة (كنوب ، فيكرز ، برينل ، روكويل) إلا أنها كانت مخصصة لدراسة المواد الهشة كالجبس وغيره إذ أنها عادة ما تطبق أوزاناً خفيفة بواسطة رؤوس صغيرة ودقيقة بحيث لا تتحطم أو تتهشم المادة المدروسة تحتها وهذا ما يسمى بقياس المساواة الدقيقة Micro Hardness والذي يختلف عن المساواة المعتادة كون الأخيرة تعتمد على تطبيق أوزان كبيرة على عينات مواد أكثر مساواة كالمعادن مثلاً (Azer et al 2008), (Toreskog et al 1966).

استخدم جهاز فيكرز لقياس المساواة الدقيقة الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشق لهذه الغاية كونه الجاهز الوحيد المتوفر حالياً لهذه الغاية Micro Hardness والقادر على تطبيق أوزان خفيفة على العينات، حيث اعتمدت القوة المطبقة على جميع العينات بمقدار 200 غ ومدة التطبيق كانت 10 ثوان، من الجدير بالذكر أنه تم اختيار الوزن المذكور بناءً على التجارب الأولية المجراة على العينات قبل البدء بالدراسة، حيث لوحظ أن تطبيق أوزان أعلى من هذه القيمة كان يؤدي إلى تهشم وتحطم السطح الجبسي وظهور انطباعات مشوهة (وخاصة في مجموعة الجبس العادي B) ويعزى ذلك إلى هشاشة الجبس كمادة وخاصة الجبس العادي والذي احتاج القيمة المذكورة السابقة وهي أقل وزن مطبق من الممكن أن يظهر انطباعات واضحة على سطوح عينات المجموعات الأربع والتي تكون انطباعات قابلاً للقياس الدقيق على هذه السطوح.

4-6 مناقشة النتائج:

يلاحظ من النتائج أنه عند مستوى ثقة 95% يوجد فروق حقيقية (دالة إحصائية) في قيم القساوة بين اثنتين على الأقل من المجموعات الأربعة وذلك عند إجراء اختبار one way ANOVA، كما أنه وباختبار Bonferroni، حيث تقارن كل مجموعة على حدة بالمجموعات الثلاثة الأخرى، يتضح أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية حقيقية (ذات دلالة إحصائية) في متوسط مقدار القساوة (Vickers) بين جميع مجموعات نوع الجبس المدروس .

ويمكن ترتيب هذه المجموعات تصاعدياً من الأدنى قساوة للأعلى قساوة:

المجموعة B جبس الديكور العادي

المجموعة C جبس الديكور المطلي بطبقة من بوليمير السيانو إكريلات

المجموعة D جبس الديكور الممزوج مع بوليمير الستيارين أكريليك بنسبة 25% من وزن المسحوق

المجموعة A حجر سني من النمط الرابع وهو الأعلى قساوة.

إن الهدف الأساسي من التجربة هو تحسين قساوة الجبس العادي ليضاهي بقساوته تقريباً الحجر السني من النمط الرابع، ويتضح من النتائج بأن طليه بالسيانو إكريلات قد ضاعف تقريباً من قساوته للضعفين، كما أن إضافة بوليمير ستيارين أكريليك بتركيز 25% من وزن المسحوق قد ضاعف القساوة لنحو ثلاثة أضعاف تقريباً، إلا أن هذه القساوة لم ترق لتكون بمقدار قساوة الحجر السني من النمط الرابع.

يمكن تفسير تحسن القساوة الكبير الحاصل على المجموعة C مقارنة بالمجموعة B بأن طلي سطح مكعبات هذه المجموعة بالسيانو إكريلات (أو أي طلاء مقسٍ) جعل السطح يتشرب هذه

البوليمير لثخانة معينة مشكلاً ما يشبه طبقة هجينة هي عبارة عن الجبس العادي كقالب Matrix والبوليمير متخللاً الفراغات والمسامات السطحية وبين البلورية ساداً لهذه الفراغات فيعمل عمل المادة المائلة Filler مما يزيد من القساوة ويقلل من الهشاشة البنيوية لهذا الجبس، كما أن السطح الأملس والناعم Smooth surface لهذه العينات المطلية يقلل من قوى الاحتكاك أثناء العمل مقارنة بالسطح المسامي والخشن للجبس العادي وبالتالي فإنه سيقبل من القابلية للاحتكاك، كما أن قساوة طبقة البوليمير السطحية (البوليمير الصرف) هي بحد ذاتها أعلى قساوة بشكل ملحوظ من الجبس العادي إذ تعبر قساوتها عن قساوة البوليمير بحد ذاته بمعزل عن نوع الجبس (2010 Hong He et al.).

يمكن الاستفادة من طبقة الطلاء المقسي في هذه الحالة على اعتبارها بمثابة Die Spacer نظراً لأن لها ثخانة معينة تختلف بحسب عدد الطبقات المطبقة وبحسب نوع البوليمير المقسي المطبق ولزوجته (Ghahremannezhad, 1983)، (Fukui et al. 1980).

كما أنه من الواضح أن إضافة الستيارين أكريليك للجبس العادي في المجموعة D قد رفعت من قساوته، صحيح بأنها لم ترق لتصل إلى مستوى قساوة الحجر السني Type IV، إلا أن قساوة الجبس العادي قد تضاعفت بهذه الإضافة لما يقارب الثلاثة أضعاف تقريباً.

يمكن تفسير التحسن الكبير بالقساوة الناتج هنا عن كون البوليمير أصلاً يتمتع بقساوة عالية أضيفت لقساوة الجبس (كفعل تآزري) مما زاد القساوة، وربما يكون وجود البوليمير في هذا المزيج كمادة مائلة تملأ الفراغات بين البلورية للجبس المتصلب (والذي يمكن تشبيهه ب Binder or Matrix) مما يسد نقاط الضعف المسببة للهشاشة ويزيد القساوة.

من المهم ذكره في هذه المجموعة أنه لوحظ خلال التجارب الأولية للبحث و أثناء البحث عن النسبة المناسبة لمزج الجبس مع البوليمير والماء، بأن إضافة هذا البوليمير للجبس العادي بنسبة 25% من وزن المسحوق قد قللت بشكل ملحوظ من نسبة الماء المطلوب للتفاعل، حيث كان ماء التفاعل المطلوب في عينة الجبس العادي B 50مل ماء لكل 100غ مسحوق جبس، تحولت في المجموعة D عند إضافة البوليمير إلى 35مل من الماء لكل 100غ مسحوق و25غ بوليمير.

ومن المعلوم أنه كلما قلت نسبة الماء في المزيج كلما كان الجبس أكثر مقاومة وقساوة، لذلك قد تكون هذه الخاصية أحد العناصر المساهمة في رفع القساوة (Sakaguchi & Powers 2011).

بملاحظة النتائج والأرقام للمجموعة B الجبس العادي، يلاحظ اختلاف واضح بين الأرقام وتشتت بالنتائج والسبب هو هشاشة هذا النوع وضعفه حيث يتحطم السطح ويتهشم أثناء تطبيق الضغط عليه من قبل رأس الجهاز وبالتالي يتشكل لدينا على السطح الجبسي انطباع مشوه ذو حواف غير واضحة وغير منتظمة مما يؤثر سلباً على نتائج القساوة.

ونظراً لعدم وجود دراسات مشابهة من ناحية نمط الجبس (العادي) أو البوليمير المستخدم (ستيارين أكرليك) فستتم مقارنة نتائج هذه الدراسة مع دراسات أخرى عمدت لتحسين أنواع أخرى من الجبس بطرق مختلفة.

○ تتفق هذه الدراسة مع دراسة (Fukui et.al1980) : التي وجدت أن تطبيق السيانو

إكريلات و مقسيات السطح من الأسرة نفسها قد رفع القساوة ومقاومة الاحتكاك،

حيث اختبر الباحث 1. قساوة السطح Knoop و2. تغير الأبعاد Micrometer و3. مقاومة

الاحتكاك بتجربة تحاكي إجراءات النحت على الجبس و 4. خصائص السطح تحت المجهر الالكتروني وذلك لأربعة أنواع من السيانو أكريلات ثلاثة منها عبارة عن لاصق أو صمغ هي :

(Eastman 910, Super Glue, Krazy Glue) والرابع مقسٍ خاص للأغراض السنية (Stone Die And Plaster Hardener)، عمدت التجربة إلى استخدام حجر سني من النمط الرابع، تم صب مكعبات بشكل متوازي مستطيلات 3 مكعبات لكل نوع من السيانو إكريلات، يطبق على كل مكعب 5 شرائط من السيانو إكريلات يفصل بينها شرائط دون معالجة لتكون بمثابة شاهد، المكعب الأول لكل نوع يطبق عليه طبقة من هذا النوع وتزال الزوائد بتنشيفها بقماش ماص، المكعب الثاني طبقة أيضاً وتزال البقايا بنفث الهواء عليها، المكعب الثالث طبقة وتزال البقايا برج هذا المكعب جيداً دون أي معالجة أخرى سواء كانت بالقماش أو بنفث الهواء.

بالنسبة للنوع الرابع (Stone Die And Plaster Hardener) تبعاً لتعليمات الشركة المصنعة طبقت طبقة أولى بالفرشاة وتركت لتجف لـ 3 دقائق دون أي معالجة بالتنشيف بالقماش أو بنفث الهواء وأجريت الاختبارات عليه، ثم طبقت طبقة ثانية بالطريقة نفسها وتركت لتجف أيضاً لثلاث دقائق وتم إجراء الاختبارات عليه مرة ثانية، ثم بعد ذلك طلي المكعب بطبقة ثالثة بنفس الطريقة وأجريت نفس الاختبارات.

وجدت الدراسة أن تطبيق السيانو إكريلات مهما كان النوع التجاري المستخدم فإن ذلك يحسن القساوة ومقاومة الاحتكاك بشكل ملحوظ ما زالت ثخانة الطبقة صغيرة (المجموعة المعالجة

بنفث الهواء أو التنشيف بقطعة قماش) ولا يوجد تأثير ملحوظ على الأبعاد عندها، إلا أنه عندما تكون ثخانة الطبقة كبيرة فإن ذلك ينعكس سلباً على القساوة وعلى الأبعاد وتفاصيل السطح أيضاً.

○ كما تتفق هذه الدراسة مع دراسة Ghahremannezhad et al.1983 إذ أوجد في دراسته أن تطبيق طبقة واحدة من السيانو أكريلات على الحجر السني يحسن القساوة بشكل كبيرة وملحوظ ويزيد مقاومة الاحتكاك دون تأثير يذكر على الأبعاد، أجريت الدراسة على نوعين من الحجر السني من النمط الرابع، بمزج كل نوع مع ماء مقطر أو محلول السليكا الغروية المقسي، ويطبق على كل مجموعة من المجموعات السابقة نوعين من السيانو أكريلات كمقسي للجبس، صبت العينات في قوالب عبارة عن طبقات مطاطية من المطاط الإضافي لمحاكاة ظروف العمل المعتادة. فكت الطبقات وتركت 24 ساعة في جو الغرفة الاعتيادي ثم خضعت لاختبارات:

1. قساوة السطح بواسطة جهاز Knoop 2. تغيرات الأبعاد باستخدام Micrometer يقيس تغيرات حتى 1 ميكرون 3. مقاومة الاحتكاك باستخدام جهاز صممه Toreskog et al.1966 4. طبيعة السطح وشكله باستخدام المجهر الالكتروني.

توافقت هذه الدراسة مع دراسة Ghahremannezhad et al.1983 من حيث أن تطبيق طبقة واحدة من السيانو أكريلات وإزالة الزوائد بنفث الهواء على السطح يزيد من القساوة بشكل جيد وملحوظ ويحسن من مقاومة الاحتكاك دون التأثير على الأبعاد، إلا أنه وجد في دراسته أن مقدار التحسن بالقساوة يتناسب عكساً مع عدد طبقات السيانو اكريلات المطبقة، إذ ارتفعت قساوة أحد

أنواع الحجر السني في التجربة من 21.6 إلى 54 KHN عند تطبيق طبقة واحدة من السيانو إكريلات، إلا أنها ما لبثت أن أخذت بالتناقص تدريجياً كلما زادت عدد الطبقات المطبقة.

○ وتتفق أيضاً مع دراسة (Farhan Khan et al. 2012) حيث قام باختبار 60 عينة جبسية من الحجر السني النمط الرابع صبت وتركت لتجف في أكياس بلاستيكية مغلقة بعيداً عن تأثير الرطوبة لمدة 14 يوم ثم قسمت إلى مجموعتين مجموعة شاهد بقيت دون معالجة ومجموعة مطلية بطبقة من سيانو إكريلات وأجريت عليها اختبار مقاومة الاحتكاك بتطبيق وزن 50 غرام على الرأس الفعال. وجدت هذه الدراسة أن تطبيق السيانو إكريلات على عينات الحجر السني من النمط الرابع قد حسن القساوة ومقاومة الاحتكاك بشكل ملحوظ.

○ توافقت مع دراسة (Lindquist et al. 2003) حيث درس 3 أنواع من الحجر السني من النمط الرابع ونوع من النمط الخامس، قسم كل نوع لثلاث مجموعات ثانوية، واحدة منها شاهد، الثانية مطلية بمقسي يدخل في تركيبه السيانو إكريلات PermaBond 910، الثالثة مقسي ريزيني من نفس الأسرة ذو تركيب كيتوني Clear Coat وأزيل الفائض عن السطح بنفث الهواء. درست مقاومة الاحتكاك وامتصاصية الماء فوجد Lindquist بأن معالجة السطح بالمقسي والسيانو إكريلات تحسن بشكل ملحوظ من القساوة ومقاومة الاحتكاك وتقلل من امتصاص الماء.

○ كما اتفقت مع دراسة (Hosoda et al. 1962) والتي استخدم بها طلاءً مقسياً للسطح الجبسي هو عبارة عن محلول لبوليمير البوليستيرين في مذيب عضوي وقام بطلاء عينات

جبسية من الحجر السني النمط الثالث مصبوبة بتماس مع طبعة ألجينات أو بتماس مع سطح زجاجي (ينتج عنها سطح صقيل ناعم). وجدت أن هذا الطلاء يرفع من قساوة الحجر السني من النمط الثالث بنحو ضعفين إلى ثلاثة أضعاف.

○ لكن هذه الدراسة تختلف مع دراسة (Lindquist et al. 2003) حيث درس مقاومة الاحتكاك كتعبير عن القساوة لكل من: حجر سني من النمط الثالث، حجر سني عالي المقاومة من النمط الرابع التقليدي، حجر سني عالي المقاومة من النمط الرابع مقوى بتشريبه بالريزين، حيث لم تجد هذه الدراسة فروقاً دالة ذات أهمية ودالة إحصائية من حيث مقاومة الاحتكاك والقساوة بين الحجر السني من النمط الرابع التقليدي والحجر السني النمط الرابع المشرب بالريزين، ولكنها وجدت فروقاً حقيقية بين الحجر السني من النمط الثالث والحجر السني من النمط الرابع بنوعيه.

○ كما اختلفت هذه الدراسة مع دراسة (Harris et al. 2004) والتي اهتمت بدراسة نوع من الحجر السني النمط الثالث وثلاثة أنواع من النمط الرابع عالي المقاومة بتقسيم كل نوع لثلاث مجموعات فرعية: مجموعة شاهدة دون معالجة، مجموعة مطلية بمقسي من السيانو إكريلات Permabond910، ومجموعة مطلية بمقسي ريزيني كيتوني Clear Coat ونفث الهواء على السطح لإزالة الزوائد. قيس قساوة السطح Knoop بعد 3،12،24 ساعة من صب الطبقات فوجد أن القساوة لم تتغير بشكل ملحوظ مع تغير الزمن من 3 إلى 24 ساعة لجميع العينات كما أنه لم يجد فروقاً حقيقية دالة إحصائية بين العينات الجبسية

العادية والمطلية بمقسٍ للسطح بنوعيه، بل على العكس وجد أن طلي السطح بالمقسيات (

سيانو أكريلات أو بوليميرات كيتونية) تؤثر سلباً على قساوة السطح وتقللها.

يمكن تفسير اختلاف نتائج هذه الدراسة عن دراسة Harris et al. باختلاف تقنية قياس

القساوة حيث أنه اعتمد في تجربته على جهاز يطبق أوزان عالية على العينات تقدر بال

كغ/مليمتر مربع بينما في هذه التجربة وباقي التجارب الأخرى اعتمدت أجهزة قساوة تطبق

أوزان صغيرة من مرتبة الغرام/ مليمتر مربع.

المباحث الخاصة

الاستنتاجات

Conclusion

○ يتمتع الحجر السني عالي المقاومة (من النمط الرابع) بالقساوة الأعلى بين المجموعات الأربع المدروسة، إذ أن المواد المستخدمة في البحث قد حققت تحسناً ملحوظاً بالقساوة إلا أن أيّاً من المجموعات المدروسة لم يضاهي مجموعة الجبس من النمط الرابع من حيث القساوة.

○ أبدت المجموعة الثانية B وهي مجموعة جبس الديكور القيمة الأدنى من حيث القساوة، وهذا المتوقع إذ وبالرغم من أن هذه الدراسة هي الأولى التي تهتم باختبار قساوة هذا النوع من الجبس، إلا أنه من المتوقع أن يتمتع بأرقام قساوة منخفضة نظراً لعدة أسباب أولها شكل البلورة غير المنتظم والإبري، إضافةً لمحتواه العالي من الشوائب وطريقة تصنيعه المتخلفة نوعاً ما وغيرها من العوامل الهامة التي تلعب دوراً في اختلاف وضعف قساوته.

○ يمكن تحسين قساوة الجبس العادي (جبس الديكور) بعدة وسائل و إضافات أهمها طليه أو مزجه بمكونات عضوية بوليميرية.

○ إن طلي سطح الأمثلة الجبسية المصنوعة من الجبس العادي ببوليمير السيانو أكريلات أو (Super Glue) يحقق تحسناً ملحوظاً بقساوة السطح حيث هذه القساوة بمقدار ضعفين تقريباً.

○ كما أن مزج الجبس العادي ببوليمير الستيارين أكريليك بنسبة 25% من وزن المسحوق حقق قساوة سطح عاليةً مقارنةً بقساوة الجبس العادي دون أي إضافات، حيث أن قساوته قد تضاعف إلى ثلاثة أضعاف تقريباً، وبالرغم من هذا الارتفاع الكبير في

القساوة لكنها لا ترقى لقيمة قساوة الحجر السني عالي المقاومة (النمط الرابع) والتي

لا زالت الأعلى قيمة ولو أن هذه الإضافات قد قلصت الفارق بشكل كبير ما بين

قساوة الجبس العادي والحجر السني من النمط الرابع.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestions &

Recommendations

المقترحات:

○ إجراء المزيد من الدراسات لمقارنة مجموعات البحث الحالية وقساوتها بقساوة الحجر

السنّي من النمط الثالث ومقدار مدى اقتراب النتائج في المجموعات المحسنة من قساوة

الحجر السنّي من النمط الثالث.

○ إجراء المزيد من الدراسات مع تجربة بوليميرات جديدة أخرى قد تؤدي إلى تحسن

القساوة أيضاً حيث يتوافر طيب واسع وكبير من البوليميرات التي نستخدمها في حياتنا

العملية سواء بوليميرات العزل أو الطلاء أو الصمغ وغيرها من الصناعات البلاستيكية

البوليميرية العضوية، ودراسة مقدار التحسن في القساوة الحاصل بعد إضافتها.

○ إجراء المزيد من الدراسات لاختبار خواص أخرى للمنتجات الجبسية كاللزوجة وتغير

الأبعاد ودقة نقل التفاصيل وغيرها ودراسة تأثير البوليميرات المضافة على الجبس

العادي ليس فقط من حيث القساوة بل أيضاً تأثير هذه الإضافات على الخواص الأخرى

للجبس.

○ محاولة إجراء تحسينات أخرى على الجبس العادي ليس فقط باستخدام إضافات

بوليميرية، بل من الممكن أن تكون إضافات كيميائية أخرى على هيئة مواد بديلة لماء

المزج العادي(ماء الصنبور) كمحلول السليكا الغروية أو إضافة روية من الأسمنتت

الأبيض أو مساحيق من مواد مشتتة للمياه في المحلول وتقلل من الماء اللازم للمزج

(Liquid Dispersing Agents)، أو إضافات بلورية مجهرية (Zakaria et

al1988).

التوصيات:

➤ للحصول على قساوة عالية للمنتجات والأمثلة الجبسية خاصة المصنوعة بجبس الديكور يوصى بطليها بعد تصلبها بطبقة من السيانو إكريلات مما سيكسبها قساوة أعلى بشكل كبير وفقاً لهذه الدراسة .

➤ لا يوصى حالياً باعتماد بوليمير الستايرين أكريليك لتحسين القساوة، إذا أنه وبالرغم من تحسينه لقساوة الجبس، لم تعرف بعد آثاره على خصائص الجبس الأخرى.

الباب السابع

المراجع

References

- Abdelaziz KM, Combe EC, Hodges J.S. The Effect of disinfectants on the properties of dental gypsum: 1. mechanical properties. J Prosthodont 2002;11:161–7.
- Azer SH, Kerby RE, Knobloch LA. Effect of mixing methods on the physical properties of dental stones.J Dent 2008;36:736–744
- ADA Council on Scientific Affairs. ANSI/ADA Specification No.25 (2000), an adoption of ISO Standard 6873: 1998 for Dental Gypsum product. Available at <http://www.ada.org/prof/resources/positions/standards/denmat.asp>. Accessed March 28, 2004.
- Anusavice, K.J. 2008. Philips' science of dental materials, Philadelphia, WB Saunders Co.p.78.
- Anusavice, K J. & Phillips R W. 2003. Phillips' science of dental materials, St. Louis, Mo., Saunders.p.357–380.
- Bajad SB, Mackinson DF. The effect of some surface treatments to dental modeling stones. Aust Dent J 1974;3:118–21.
- Bishop K, Kelleher M, Briggs P, Joshi R. Wear now? An update on the etiology of tooth wear. Quintessence Int 1997;28:305–13.

- Canay S, Hersek N, Çiftçi Y, Akça K. Comparison of diametral tensile strength of microwave and oven-dried investment materials. J Prosthet Dent 1999;82:286–90.
- Chandra, S. 2007 Text book of Operative Dentistry, New Delhi, Jaypee Brothers, Medical Publishers (P) Ltd.p.219,325–327.
- Combe EC, Burke FJ, Douglas WH. Dental biomaterials. Norwell :Kluwer. Academic Publishers; 1999. p. 426.
- Combe EC, Smith DC. Some properties of gypsum plasters. Brit Dent J , 1964;117:237–45.
- Conney, J. P., and Jeannet, D. J.: Treatment of stone dies with a cyanoacrylate cement. J Dent Res 1980;59~522, (Abstr No.1013).
- Council on Dental Materials and Devices. New American Dental Association Specification No. 25 for dental gypsum products. J Am Dent Assoc.1972;84:640–4.
- Craig RG & Powers JM. Restorative dental materials; 2002. St. Louis, Mosby. P. 391–404
- Craig RG. Restorative dental materials. 10th ed. St. Louis: Mosby; 1997. p. 333–7.

- Derrien G, Sturtz G. Comparison of transverse strength and dimensional variations between die stone, die epoxy resin, and die polyurethane resin. J Prosthet Dent; 1995. 74: 569–74.
- Duke P, Moore BK, Haug SP, Andres CJ. Study of the physical properties of type IV gypsum, resin-containing, and epoxy die materials. J Prosthet Dent 2000; 83:466–73.
- Eames WB, Edwards CR Jr, Buck WH Jr. Scraping resistance of dental die materials: a comparison of brands. Oper Dent 1978;3:66–72.
- Earnshaw R, Smith DC. The tensile and compressive strength of plaster and stone. Aust Dent J 1966;11:415–22.
- Earnshaw R. The consistency of dental gypsum products. Aust Dent J 1973;18:33–7.
- Eshleman, J.R. Surface hardness and dimensional accuracy of stone dies impregnated with acrylic resin. J Dent Res 1971;50:507–9.
- Fan PL, Powers JM, Reid BC. Surface mechanical properties of stone, resin, and metal dies. J Am Dent Assoc 1981;103:408–11.

- Farhan Khan M, Dall A, Sajid K. Effect of Cynoacrylate as surface hardener on gypsum die material. Journal of Liaquat University of Medical and Health Sciences (JLUMHS);2012.11: 185–9.
- Fukui H, Lacy A M, Jendersen M D. Effectiveness of hardening films on die stone. J Prosthet Dent; 1980.44: 57–63.
- George F. Contemporary Esthetic Dentistry, United States of America, Mosby, Inc.2012,p:433–457.
- Ghahremannezhad H H, Mohamed S E, Stewart G P, Weinberg R. Effects of cyanoacrylates on die stone. J Prosthet Dent; 1983.49: 639–46.
- Guide to Dental Materials and Devices, 7th ed.Chicago, 1974, American Dental Association, p 86.
- Harris P E, Hoyer S, Lindquist T J, Stanford C M. Alterations of surface hardness with gypsum die hardeners. J Prosthet Dent; 2004. 92: 35–8.
- Hosoda, H., Otani, H., Hirano, T., and Fusayama, T. Measurement and reinforcement of the superficial hardness of indirect stone models. J Dent Res 1962; 41:752,.

- Hong He L, Van Vuuren LJ, Planitz N, and Swain MV. A micro-mechanical evaluation of the effects of die hardener on die stone. Dental Materials Journal 2010;29(4):433–7.
- Heshmati RH, Nagy WW, Wirth CG, Dhuru VB. Delayed linear expansion of improved Dental Stone. J Prosthet Dent 2002;88:26–31.
- Kaiser DA, Nicholls JL. A study of distortion and surface hardness of improved artificial stone casts. J Prosthet Dent 1976; 36:373–81.
- Lindquist TJ, Stanford C M, Knox E. Influence of surface hardener on gypsum abrasion resistance and water sorption. J Prosthet Dent; 2003. 90: 441–6.
- Lindquist TJ, Stanford CM. Development and application of a new abrasion testing device. J Prosthet Dent 2000; 84:635–41.
- Luebke RJ, Schneider RL. Microwave oven drying of artificial stone. J Prosthet Dent 1985;53:261–5.
- Lyon HE, Mitchell RJ, Patterson T. A comparison of abrasion resistance of dental stones. Dent Mater 1986;3:49–51.

- Lyon HE, Mitchell RJ. Abrasion resistance of coated gypsum dies. Oper Dent 1983;8:2–5.
- Mahler DB. Hardness and flow properties of gypsum materials. J Prosthet Dent 1951;1:188–95.
- Mason H J.: Impregnation of stone dies with acrylic resin. J Prosthet Dent .1970,23:96,.
- Mori T, and Yamane M. Fractography of cast gypsum. Australian Dental Journal 1982;27:30–8.
- Naylor WP, Munoz CA, Goodacre CJ, Swartz ML, Moore BK. The effect of surface treatment on the Knoop hardness of Dicor. Int J Prosthodont 1991;4:147–51.
- O'Brien W J . Dental Materials and Their Selection– 3rd Ed. Illinois: Quintessence Publishing; (2002).p76–120.
- Ostlund SG. Cutting resistance tests of die materials. J Prosthet Dent 1959;9:461–7.
- Peyton FA, Leibold JP, Ridgley GV. Surface hardness, compressive strength, and abrasion resistance of indirect die stones. J Prosthet Dent 1952;2:381–9.

- Powers JM, Allen LJ, Craig RG. Two-body abrasion of commercial and experimental restorative and coating resins and on amalgam. J Am Dent Assoc 1974;89:1118–22.
- Rosenstiel SF, Land MF, Fijimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 3rd ed. St. Louis: Elsevier; 2000. p. 433.
- Rudd KD, Morrow RM, Brown CE Jr, Powell JM, Rahe AJ. Comparison of effects of tap and slurry water on gypsum casts. J Prosthet Dent 1970;24:563–70.
- Sakaguchi R L, Powers J M. Craig's Restorative Dental Materials 13th ed; 2011. Philadelphia: Elsevier; 2011. p. 300–9.
- Sanad ME, Combe EC, Grant AA. Hardening of model and die materials by an epoxy resin. J Dent 1980;8:158–62.
- Sanad ME, Combe EC, Grant AA. The effect of model sealant solutions on the properties of gypsum. J Dent 1980;8:152–7.
- Schneider R L, Taylor T D. Compressive strength and surface hardness of type IV die stone when mixed with water substitutes. J Prosthet Den; 1984. 52: 510–4.

- Schwedhelm ER, Lepe X. Fracture strength of type IV and type V die stone as a function of time. J Prosthet Dent 1997;78:554–9.
- Skinner EW, Gordon CC. Some experiments on the surface hardness of dental stones. J Prosthet Dent 1956;6:94–100.
- Smith BG, Bartlett DW, Robb ND. The prevalence, etiology and management of tooth wear in the United Kingdom. J Prosthet Dent 1997;78:367–72.
- Stern MA, Johnson GH, Toolson LB. An evaluation of dental stones after repeated exposure to spray disinfectants. Part I: abrasion and compressive strength. J Prosthet Dent 1991;65:713–8.
- Tameem KJ. Comparison of Some Properties between Commercially Available Gypsum Products. Tikrit Journal for Dental Sciences 2012;1:63–9.
- Tay WM, Braden M. Load deformation behaviour during a diametral test. Biomaterials 1990;11:361–6.
- Toreskog S, Phillips RW, Schnell RJ. Properties of die materials: A comparative study. J Prosthet Dent 1966;16:119–31.

- Tuncer N, Tüfekcioglu HB, Çalikkocaoglu S. Investigation on the compressive strength of several gypsum products dried by microwave oven with different programs. J Prosthet Dent 1993;69:333–9.
- Von Fraunhofer JA, Spiers RR. Strength testing of dental stone: a comparison of compressive, tensile, transverse, and shear strength tests. J Biomed Mater Res 1983;17:293–9.
- Von Recum Handbook of biomaterials Evaluation NewYork: Macmillan Publishing Company; 1986.
- Williams GJ, Bates JF, Wild S. The effect of surface treatment of dental stone with resins. Quintessence Dent Technol 1983;7:41–5.
- Zakaria M R, Johnston W M, Reisbick M H, Campagni W V. The effects of a liquid dispersing agent and a microcrystalline additive on the physical properties of type IV gypsum. J Prosthet Dent; 1988. 60: 630–7.

الملخص

المقدمة والهدف من البحث:

تعتبر منتجات الجبس من المواد المهمة في العديد من المراحل والإجراءات المخبرية لصناعة التعويضات، وتعتبر قساوة السطح بالنسبة للجبس من أهم وأكثر العوامل الفيزيائية التي تعبر نوعاً ما عن مقاومته للاحتكاك وبالتالي مقاومته للعمليات المخبرية وهذا ما دفع البحث للاتجاه لتقييم قساوة العينات الجبسية لتحديد ما إذا كانت تتمتع بمقاومة احتكاك كافية لتستخدم في المجال المخبري أم لا. تطرقت العديد من الدراسات لدراسة قساوة الجبس السني وتم التركيز على نمطيه الثالث والرابع، إلا أن أحداً لم يحاول أن يختبر قساوة الجبس من النمط الأول أو الجبس العادي، ولم يحاول أن يعدل على هذا الجبس أو إضافة أي مادة له لتحسين قساوته والتمكن من استخدامه في قطاعات مخبرية تعويضية مختلفة.

هدف البحث:

يهدف هذا البحث لدراسة إضافة مادة ستايرين أكريليك للجبس العادي، أو طلي الجبس العادي بالسيانو أكريلات وتأثير هذه المحاولات على قساوة سطحه، مقارنة بهذا الجبس دون معالجة وبالجبس السني من النمط الرابع.

المواد والطرائق:

تم صنع 40 قالب جبسي قسمت إلى أربع مجموعات، مجموعة جبس سني من النمط الرابع كشاهد إيجابي، مجموعة جبس عادي (جبس ديكور)، مجموعة جبس طليت بعد تصلبها وجفافها بطبقة من السيانو أكريلات وفرشت بنفث الهواء لتجانس ثخانتها، و مجموعة جبس عادي ممزوج ببوليمير ستايرين أكريليك بنسبة 25% من وزن المسحوق. تم قياس قساوة سطح المجموعات Surface Microhardness باستخدام جهاز فيكرز لقياس قساوة السطح بعد حفظ

العينات لـ 24 ساعة لتجف. تم إجراء اختبار التباين أحادي الجانب ANOVA بمستوى دلالة 0.05. كما تم إجراء مقارنة ثنائية للمجموعات وفق طريقة Benferroni.

النتائج:

حقق الجبس السني من النمط الرابع أعلى قيمة للقساوة (متوسط VHN 26.54)، بينما حل بعده الجبس العادي الممزوج بالستايرين أكريليك (بمتوسط VHN 17.18)، حل بالمرتبة الثالثة الجبس العادي مطلياً بالسيانو أكريلات (VHN 10.45)، بينما الرابع كان الجبس العادي دون معالجة (VHN 5.99)، ظهر في الدراسة التحليلية فروقاً دالة إحصائياً بين المجموعات الأربع .

الاستنتاجات:

إن إضافة الستايرين أكريليك للجبس العادي قد رفعت قساوته لثلاث أضعاف تقريباً، بينما تحسنت قساوته ضعفين تقريباً عند طليه بالسيانو أكريلات، وبقي الجبس من النمط الرابع الأعلى قساوةً.

وبالتالي فإن الإضافات البوليميرية للجبس العادي من الممكن أن تحسن قساوته بشكل ملحوظ، لكنها لا ترق لمستوى قساوة الجبس من النمط الرابع.

Abstract

Introduction:

The Gypsum products is one of the most important materials in several laboratory procedures and stages in making prosthesis. The surface hardness of gypsum considered one of the most important physical factors, which represents its abrasion resistance, as a result its resistance to several laboratory procedures, such as carving, waxing, etc. and this was the reason of the study to assess the surface hardness of Gypsum samples to determine if they have enough abrasion resistance to be used in dental laboratory field. Many researches had studied the hardness of dental stone specially type 3 and type 4, but nobody tried to assess the hardness of type 1 or normal Gypsum hardness, and nobody tried to enhance or to add any material to this Gypsum product to improve its hardness to be able to be used in several laboratorial prosthesis procedures.

Aim of the study:

The aim of this study was to investigate the effect of mixing normal Gypsum with styrene acrylic copolymer, or painting its surface with cyanoacrylate, on the surface hardness of this material, and comparison with the hardness of same Gypsum with additives, and with dental stone type 4.

Materials and Methods:

40 Gypsum block were made, divided in to 4 groups: dental stone type 4 (positive control group), normal Gypsum (negative control group), normal Gypsum painted after sitting and drying with a layer of cyanoacrylate, and a 4th group of normal Gypsum mixed with styrene acrylic 25% of the powder weight. The surface hardness was measured using Vickers Hardness Tester after keeping the samples for 24 hours to dry. The results were statistically analyzed with One Way ANOVA test at a significance level of $P > 0.05$. A Bonferroni Test was used to make dual comparison of each two groups.

Results:

The dental stone type 4 has the highest hardness, (average 26.54 VHN), while normal gypsum mixed with styrene acrylic comes in the 2nd place (average 17.18 VHN), 3rd place was for normal gypsum painted with cyanoacrylate (average 10.45 VHN), and the 4th place was for normal gypsum (average 5.99 VHN). And there was a statistically significant difference between the Four groups.

Conclusion:

Adding styrene acrylic to the normal Gypsum increases its hardness approximately 3 times, while painting it with a layer of cyanoacrylate increases the hardness approximately twice, but the dental stone type 4 had the highest hardness. This means adding polymers to the normal Gypsum remarkably enhanced its hardness but it (hardness) did not reach the level of the dental stone type 4.

