

## تأثير بيروكسيد الهيدروجين على القساوة المجهرية للكمبوزت النانومتري والنانومتري الهجين

فادي الجودة\*

مجد شنيكر\*\*

### المُلخَص

خلفية البحث وهدفه: هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة تأثير التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين 40% على القساوة المجهرية لسطح الكمبوزت النانومتري والنانومتري الهجين.

مواد البحث وطرائقه: تم تحضير 60 قرصاً اسطوانياً من 3 أنواع من الكمبوزت النانومتري والنانومتري الهجين (Grandio/ Voco , Filtek z350 /3M ESPE, Vitra/ FGM)، 20 قرص لكل مادة (n=20)، ثم تم تقسيم كل منها إلى مجموعتين فرعيتين (n=10) (بيروكسيد الهيدروجين 40%، أقراص شاهدة دون تبييض). تم تعريض عينات المجموعة الأولى لبيروكسيد الهيدروجين 40% ل 45 دقيقة مرة كل أسبوع لمدة 14 يوم، في حين تم غمر عينات المجموعة الثانية في ماء مقطر. وبعد 14 يوم، تم فحص القساوة المجهرية باستخدام جهاز GALILEO MICROSCAN OD. تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA واختبار Bonferroni واختبار T ستيودنت للعينات المستقلة عند مستوى الدلالة (p<0.05).

النتائج: لم تلاحظ أية فروق ذات دلالة إحصائية في قيم القساوة المجهرية بين مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% ومجموعة الأقراص الشاهدة (دون تبييض)، وذلك في مجموعة 3M (p>0.05). في حين، لوحظت فروق مهمة إحصائية في قيم القساوة المجهرية في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% مقارنة مع المجموعة الشاهدة في كل من مجموعة VOCO و FGM على حدٍ (p<0.05). وبالمقارنة بين الأنواع المختلفة من الكمبوزت النانومتري، سُجّلت فروق مهمة إحصائية في قيم القساوة المجهرية في كل من المجموعة الشاهدة ومجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% (p<0.05).

الاستنتاج: كان تأثير بيروكسيد الهيدروجين 40% على الكمبوزت معتمداً على نوع الراتنج المركب. حيث لم تتأثر قيم القساوة المجهرية في مجموعة 3M، بينما أظهرت مجموعة VOCO زيادة في قيم القساوة المجهرية بعد التبييض. في حين تناقصت القساوة المجهرية في مجموعة FGM وذلك بعد تعريضها للتبييض ببيروكسيد الهيدروجين 40%.

الكلمات المفتاحية: بيروكسيد الهيدروجين، الكمبوزت النانومتري، القساوة المجهرية.

\* دكتوراه في مداواة الأسنان / مدرس في كلية طب الأسنان في جامعة القلمون الخاصة.

\*\* ماجستير في طب الأسنان التجميلي.

## Effect of Hydrogen Peroxide on Microhardness of Nanocomposites and Nanohybrid Composites

Fadi Joudi\*

Majd Shneker\*\*

### Abstract

**Background and Aim:** The purpose of this study was to evaluate the effect of hydrogen peroxide 40% on microhardness of nanocomposites and nanohybrid composites.

**Materials and Methods:** 60 cylindrical discs of 3 nanocomposite and nanohybrid composite resins were fabricated. (Grandio/ Voco , Filtek z350 /3M ESPE, Vitra/ FGM), 20 specimens of each (n=20), Each group was divided into 2 subgroups (n=10) (hydrogen peroxide 40% , control group). The specimens of the first group were immersed in hydrogen peroxide 40% for 45 minutes once a week. While the second group were stored in distilled water. After 14 days, microhardness was calculated using GALILEO MICROSCAN OD. Results were statistically analyzed by one-way ANOVA, Bonferroni, and T-tests at significance level of (p<0.05).

**Results:** No significant differences in microhardness were observed between hydrogen peroxide 40% and control group in 3M (p>0.05). However, significant differences in microhardness were detected in hydrogen peroxide 40% compared to control group in both VOCO and FGM. When composite resins were compared, statistically significant differences in microhardness were observed in both hydrogen peroxide 40% and control group (p<0.05).

**Conclusion:** The effect of hydrogen peroxide 40% on composite resins was material dependent. Microhardness of 3M was not affected, while VOCO showed an increase in microhardness after bleaching. A reduction in microhardness was observed in FGM after application of hydrogen peroxide 40% .

**Keywords:** hydrogen peroxide, nanocomposite, microhardness.

\* Ph.D in operative dentistry/ Associate Professor at University Of Kalamoon.

\*\* Master degree in cosmetic dentistry.

## المقدمة:

إنّ الأبحاث حول تأثير بيروكسيد الهيدروجين على المساواة المجهرية للكمبوزت متضاربة، حيث وجدت بعض الدراسات حدوث زيادة أو نقص أو عدم تغيير في المساواة المجهرية للكمبوزت بعد تطبيق مركبات التبييض.<sup>14,15,16</sup> بناءً على ما سبق، فإنّ الهدف من هذه الدراسة هو دراسة تأثير بيروكسيد الهيدروجين 40% على المساواة المجهرية للكمبوزت النانومتري والنانومتري الهجين.

## الهدف من البحث:

مقارنة تأثير التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين 40% على المساواة المجهرية لسطح الكمبوزت النانومتري والنانومتري الهجين.

## المواد المستخدمة:

الكمبوزت: تم استخدام كمبوزت نانومتري من ثلاث شركات تجارية ( Grandio/ Voco , Filtek z350 /3M ESPE, ) (Vitra/ FGM

مواد التبييض: بيروكسيد الهيدروجين 40% من شركة ( Opalescence , Ultradent ) (الجدول 1، 2 )

الجدول (1): الراتنجات المركبة النانومترية المستخدمة وتركيبها.

حجم الجزيئات المألثة	نسبة الجزيئات المألثة	الغالب الراتنجي	الشركة المصنعة	الراتنج المركب
nm 20-5 (سيليكات 20 /nm زيركونيا 4- nm 11)	78.5% وزناً 63.3% حجماً	BisGMA, Bis-EMA, UDEMA, TEGDMA	3M,ESPE, USA	Filtek Z350
	78% وزناً 71.4% حجماً	BisGMA, TEGDMA	Voco, Germany	Grandio
nm 200 ( سيليكات وزركونيا كروية الشكل)	80-72% وزناً 60-52% حجماً	خال من ال Bis-GMA و Bis-EMA يحتوي على مزيج من الميتاكريلات.	FGM, Brasil	Vitra

تشكل التصبغات السنّية واحدة من أهم المشاكل التجميلية التي تواجه المرضى وتدفعهم لمراجعة العيادة السنّية.<sup>1</sup> ويعدّ التبييض الإجراء الأكثر محافظةً لمعالجة هذه التصبغات وتحسين الابتسامة.<sup>2</sup>

تتنوع تقنيات تبييض الأسنان الحية بين التبييض المنزلي والتبييض في العيادة.<sup>3</sup> حيث تعدّ تقنية التبييض في العيادة حلاً بديلاً لتقنية التبييض المنزلي في حال عدم تألم المريض والتزامه بتطبيق صفائح التبييض لمدة 14 يوم، بالإضافة إلى تفضيلها من قبل المرضى كونها تعطي نتائج أسرع.<sup>4</sup>

يشمل التبييض في العيادة استخدام بيروكسيد الهيدروجين بتركيز عالية تصل إلى 30-40%.<sup>5</sup> حيث يعدّ بيروكسيد الهيدروجين مركباً غير مستقرّاً، لذلك يتفكك إلى الماء والأكسجين الوليد الذي يلعب الدور الأساسي في تبييض الأسنان.<sup>6,7</sup>

يمكن أن تسبب عملية تبييض الأسنان تغييراتٍ سطحيةً في عددٍ من المواد السنّية الترميمية.<sup>8</sup> وتتنوع تأثيرات التبييض على الكمبوزت اعتماداً على نوع مادة التبييض وتركيب الراتنج،<sup>9</sup> لذلك تم تطوير كمبوزت نانومتري لتحسين الخواص الميكانيكية بالإضافة للنواحي التجميلية.<sup>10,11</sup> حيث تتراوح حجم الجزيئات المألثة فيها بين 2 إلى 75 نانومتر وتصنع عادةً من SiO<sub>2</sub> و ZrO<sub>2</sub> وهي جزيئات أقل حجماً من الميرون لزيادة ملء الغالب الراتنجي مما يحسن خصائص الكمبوزت.<sup>12</sup>

يمكن لعوامل التبييض ذات الفاعلية المؤكسدة الكبيرة أن تؤثر على الروابط البوليميرية محدثةً تدهوراً في الغالب العضوي، في حين تسبب التغيرات في المحتوى غير العضوي من الكمبوزت انخفاضاً في بعض الخصائص الفيزيائية للمادة كالمساواة المجهرية ومقاومة الاهتراء.<sup>8,13</sup>

الجدول (2): مادة التبييض المستخدمة وتركيبها.

مادة التبييض	الشركة المصنعة	التركيب
Opalescence	Ultradent, USA	بيروكسيد الهيدروجين 40%

#### وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 60 قرصاً من الكمبوزت تم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات رئيسية متساوية وفقاً للشركة الصانعة للكمبوزت (شركة FGM، شركة Voco، شركة 3M) (n=20)، كما تم تقسيم كل من المجموعات الرئيسية إلى مجموعتين فرعيتين اثنتين متساويتين (n=10) وفقاً للإجراء المستخدم (بيروكسيد الهيدروجين 40%)، أفراس شاهدة (دون تبييض).

#### الطرائق:

تم صنع قواعد اكريلية بقطر 6 مم وارتفاع 2 مم (لضمان التماثل) لاستقبال عينات الكمبوزت، ثم تم تطبيق الكمبوزت ضمن القواعد الاكريلية وتغطية السطح العلوي للقواعد بلوح زجاجي للحصول على سطح أملس من الكمبوزت. تم تصليب جميع العينات باستخدام جهاز التصليب الضوئي (Elipar - 3M ESPE, USA) بشدة ضوئية 1000 mw/cm<sup>2</sup> ولمدة 20 ثانية، حيث تم قياس شدة الجهاز قبل كل استخدام. ولتوحيد المسافة بين مصدر الضوء والعينات تم تطبيق رأس جهاز التصليب الضوئي بتماس مباشر مع لوح الزجاج، بعدها تم تلميع العينات باستخدام الأفراس الزجاجية متدرجة الخسونة (Stem Polishing Discs, TOR, VM, Moscow) حيث تم التلميع بحركة دائرية وضغط خفيف لمدة 10 ثواني كما تم استخدام قرص جديد لكل عينة.

وضعت جميع العينات في ماء مقطر بدرجة حرارة 37 لمدة 24 ساعة ثم تمت معاملة العينات على الشكل التالي: **المجموعة الشاهدة:** تم وضع العينات في ماء مقطر لمدة 14 يوم حيث تم تغيير الماء يومياً.

#### المجموعة المعرضة للتبييض ببيروكسيد الهيدروجين

**40%:** تم تعريض العينات لبيروكسيد الهيدروجين 40% ل 45 دقيقة مرة كل أسبوع لمدة 14 يوم. (الشكل 1) بعد إجراءات التبييض اليومية تم غسل العينات تحت الماء الجاري وتجفيفها وتخزينها في الماء المقطر ووضعها ضمن حاضنة بدرجة حرارة 37° حتى البدء بإجراء التبييض في اليوم التالي.

**ملاحظة:** تم تغيير الماء المقطر لجميع العينات يومياً قبل وضعها ضمن الحاضنة.



الشكل (1): تعريض عينات الراتنج المركب لبيروكسيد الهيدروجين 40%.

#### اختبار القساوة المجهرية:

بعد الإنتهاء من إجراءات التبييض، تم فحص القساوة المجهرية لجميع العينات باستخدام جهاز GALILEO

T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم القساوة المجهرية بين مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% ومجموعة الأقراص الشاهدة (دون تبييض) في عينة البحث، وذلك وفقاً للشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر.

### النتائج:

القساوة المجهرية: عند تعريض العينات لبيروكسيد الهيدروجين 40% لمدة 14 يوم، تم ملاحظة زيادة في قيم القساوة المجهرية في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% مقارنة بمجموعة الأقراص الشاهدة (دون تبييض)، وذلك في مجموعة أقراص شركة Voco. في حين تناقصت القساوة المجهرية في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% مقارنة بمجموعة الأقراص الشاهدة (دون تبييض)، وذلك في مجموعة أقراص شركة FGM (الجدول 3 & 4) والمخطط رقم (1).

وبالمقارنة بين الأنواع المختلفة من الكمبيوترات النانومترية، تم ملاحظة أن قيم مقدار القساوة المجهرية في مجموعة أقراص شركة FGM كانت أصغر منها في كل من مجموعة أقراص شركة Voco ومجموعة أقراص شركة 3M وأن قيم مقدار القساوة المجهرية في مجموعة أقراص شركة Voco كانت أكبر منها في مجموعة أقراص شركة 3M في كل من مجموعة الأقراص الشاهدة (دون تبييض) ومجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% من عينة البحث. (الجدول 5) والمخطط (2).

MICROSCAN OD الشكل (2). حيث تم تطبيق هرم ماسي بوزن 200 غ على العينة لينتقل لدينا انطباع (أثر) لهذا الهرم على سطح العينة. تم إجراء ثلاثة قياسات لكل عينة وتم تسجيل متوسط هذه القياسات.

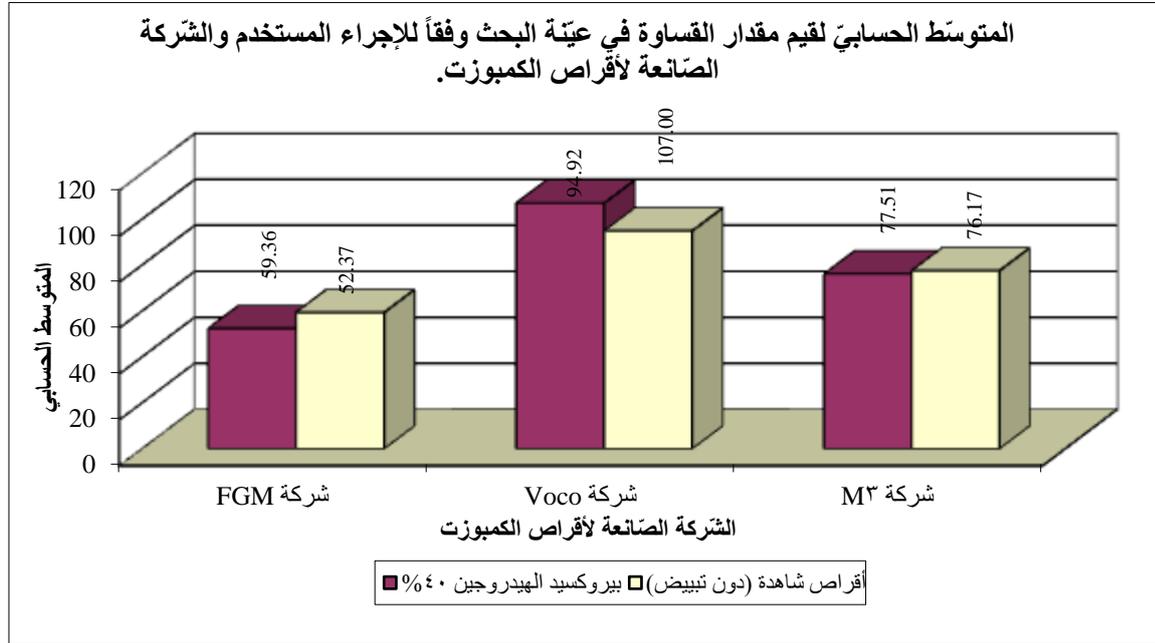


الشكل (2): مقياس القساوة المجهرية

GALLILEO MICROSCAN OD, Italy; 742030100.

### الدراسة الإحصائية:

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS الإصدار 16.0. أُجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم القساوة المجهرية بين الأنواع الثلاثة من الكمبيوترات النانومترية، وذلك وفقاً للإجراء المستخدم عند مستوى ثقة 95%. ثم استخدم اختبار Bonferroni لدراسة الفروق الثنائية. وأجري اختبار



المخطط (1): يمثل المتوسط الحسابي لمقدار القساوة في عينة البحث وفقاً للإجراء المستخدم والشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر.

الجدول (3): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار القساوة في عينة البحث وفقاً للإجراء المستخدم والشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر.

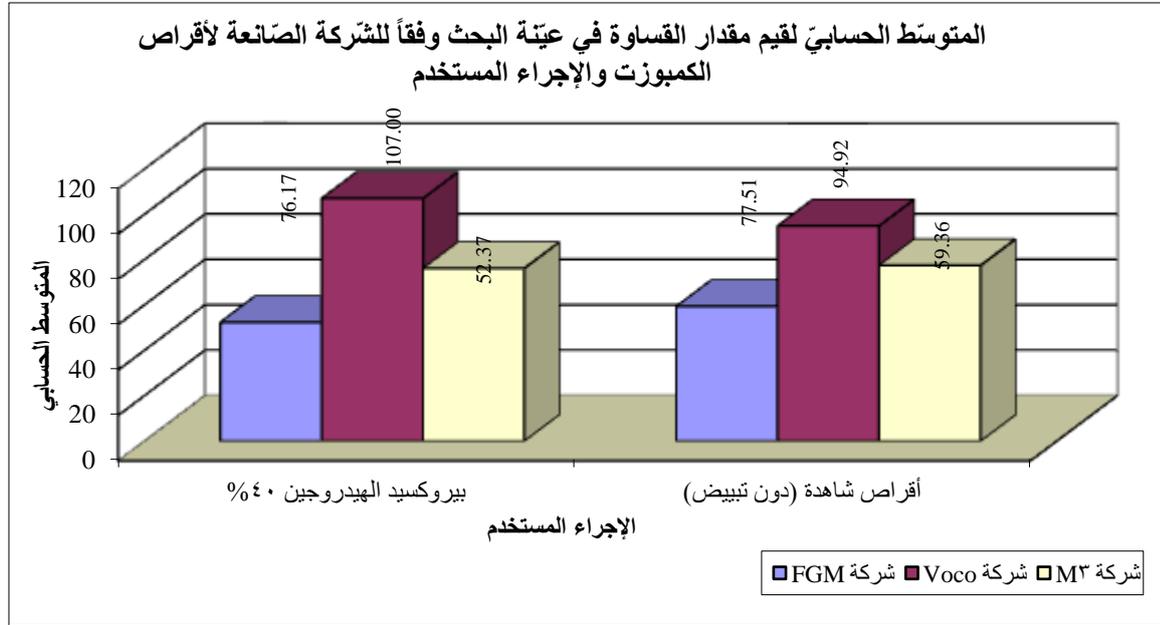
المتغير المدروس = مقدار القساوة							
الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد أقراص الكمبيوتر	الإجراء المستخدم	الشركة الصانعة
65.3	41.6	2.19	6.93	52.37	10	بيروكسيد الهيدروجين 40%	شركة FGM
69.3	52.3	1.96	6.19	59.36	10	أقراص شاهدة (دون تبييض)	
129.9	90.1	4.23	13.38	107.00	10	بيروكسيد الهيدروجين 40%	شركة Voco
106.9	81.1	3.04	9.60	94.92	10	أقراص شاهدة (دون تبييض)	
82.7	66.5	1.54	4.89	76.17	10	بيروكسيد الهيدروجين 40%	شركة 3M
87.8	71	1.53	4.84	77.51	10	أقراص شاهدة (دون تبييض)	

الجدول (4): يبين نتائج اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار القساوة بين مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% ومجموعة الأقراص الشاهدة (دون تبييض) في عينة البحث، وذلك وفقاً للشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر.

المتغير المدروس = مقدار القساوة				
دلالة الفروق	قيمة مستوى الدلالة	قيمة t المحسوبة	الفرق بين المتوسطين	الشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر
توجد فروق دالة	0.029	-2.379	-6.99	شركة FGM
توجد فروق دالة	0.032	2.320	12.08	شركة Voco
لا توجد فروق دالة	0.544	-0.619	-1.35	شركة 3M

الجدول (5): يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار القساوة بين مجموعة أقراص شركة FGM ومجموعة أقراص شركة Voco ومجموعة أقراص شركة 3M وفقاً للإجراء المستخدم في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار القساوة						
الإجراء المستخدم	الشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر (أ)	الشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر (ب)	الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بيروكسيد الهيدروجين %40	شركة FGM	شركة Voco	-54.63	4.09	0.000	توجد فروق دالة
	شركة Voco	شركة 3M	-23.80	4.09	0.000	توجد فروق دالة
	شركة 3M	شركة 3M	30.84	4.09	0.000	توجد فروق دالة
أقراص شاهدة (دون تبييض)	شركة FGM	شركة Voco	-35.56	3.20	0.000	توجد فروق دالة
	شركة FGM	شركة 3M	-18.15	3.20	0.000	توجد فروق دالة
	شركة Voco	شركة 3M	17.41	3.20	0.000	توجد فروق دالة



المخطط (2): يمثل المتوسط الحسابي لمقدار القساوة في عينة البحث وفقاً للشركة الصانعة لأقراص الكمبيوتر والإجراء المستخدم.

**المناقشة:**

إن الأبحاث حول تأثير التبييض على القساوة المجهرية للكمبوزت متضاربة، حيث وجدت بعض الدراسات حدوث زيادة أو نقص أو عدم تغيير في القساوة المجهرية للكمبوزت بعد تطبيق بيروكسيد الهيدروجين.<sup>16,15</sup> وجدنا في هذه الدراسة أن التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين 40% لم يؤثر على القساوة المجهرية للكمبوزت (Filtek Z350/3M).

قد يعود السبب في عدم تأثر القساوة المجهرية عند استخدام بيروكسيد الهيدروجين 40% إلى المحتوى العالي من المالنات (63.3% حجماً من Filtek Z350) وتركيب الكمبوزت ودرجة تماثر القالب الراتنجي.<sup>29</sup> بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تعود المقاومة العالية للكمبوزت النانومتري Filtek Z350 لنوع وحجم جزيئاته المألثة حيث يحتوي على جزيئات مألثة صغيرة الحجم (5-20 nm) من الزركونيا والسيليكا.<sup>30</sup>

اتفقت دراستنا مع دراسة Mujdeci، حيث لم يسبب التبييض ببيروكسيد الهيدروجين 16% أية تأثيرات على القساوة المجهرية للكمبوزت النانومتري Grandio،<sup>31</sup> وهذا ما أكدته عددٌ من الدراسات التي استخدمت تراكيزاً منخفضةً من بيروكسيد الهيدروجين.<sup>32 33</sup>

وفي نتائج مماثلة، لم يسبب تطبيق بيروكسيد الهيدروجين 35-38% أية تأثيرات على القساوة المجهرية للكمبوزت النانومتري والنانوية الهجين.<sup>8 32 34 35 36</sup>

ومن جهةٍ أخرى، وجدنا في هذه الدراسة زيادةً في قيم القساوة المجهرية في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% مقارنةً بمجموعة الأقراس الشاهدة (دون تبييض)، وذلك في مجموعة أقراس شركة Voco. وهذا ما اتفق مع دراسة (Malkondu, et al) التي أظهرت زيادةً في القساوة المجهرية لسطح الكمبوزت النانومتري (Filtek Supreme XT) بعد تطبيق بيروكسيد الكارباميد 20% لمدة 7 أيام،

تلعب الخصائص الميكانيكية للمواد السنّية الترميمية دوراً هاماً في الحفاظ على ديمومة الترميم.<sup>17</sup> حيث تعدّ القساوة المجهرية واحدةً من أهم الخصائص الميكانيكية التي تتمتع بها المواد السنّية الترميمية، وتعرف بأنها مقاومة المادة لاختراق السطح.<sup>18</sup>

تتأثر القساوة المجهرية بالمحتوى العضوي وغير العضوي للكمبوزت حيث يلعب شكل وحجم الجزيئات المألثة دوراً أساسياً في تحسين الخصائص الميكانيكية للراتنجات المركبة.<sup>19</sup> بالإضافة إلى ذلك، تتعلق القساوة بدرجة تماثر الكمبوزت وتزداد بازديادها.<sup>20 21</sup>

عند فحص العينات الشاهدة (دون تبييض)، كان متوسط قيم القساوة المجهرية للكمبوزت النانومتري (Vitra=59.36, Filtek Z350=77.51, Grandio= 94.92) وتعدّ هذه القيم المسجلة مقبولةً عند مقارنتها بالقساوة المجهرية للعلاج 30-55.5.<sup>22</sup>

أظهرت عددٌ من الدراسات قيماً مماثلةً لقيم القساوة المجهرية ل Filtek Z350 و Grandio في هذه الدراسة، ووجدت أن القساوة المجهرية للكمبوزت النانومتري أعلى بشكلٍ ملحوظٍ من الراتنجات الهجين أو دقيقة الذرات.<sup>23 24 25 26</sup>

وعند المقارنة بين الكمبوزت في هذه الدراسة، تبين أن القساوة المجهرية ل Grandio كانت أكبر بشكلٍ ملحوظٍ مقارنةً ب Vitra و Filtek Z350 في العينات الشاهدة ويمكن تفسير ذلك بنسبة ملء الراتنج، إذ يحتوي Grandio/voco على نسبة أعلى من المالنات (71.4% حجماً من Grandio مقارنةً ب 63.3% حجماً من Filtek Z350 ، 52-60% حجماً من Vitra) . حيث تم ربط المحتوى العالي من المالنات بالقساوة المجهرية، فكلاً زاد محتوى المالنات في الكمبوزت زادت القساوة المجهرية.<sup>27 28</sup>

الهيدروجين 38%، وتبين أن تلميع الكمبوزت غير كافٍ للتغلب على هذه المشكلة بعد التبييض.<sup>40</sup> وبتائج مماثلة سجلت عددٌ من الدراسات انخفاضاً ملحوظاً في المساواة المجهرية للكمبوزت بعد تعريضها لبيروكسيد الهيدروجين بتركيز مختلفة،<sup>42 43</sup> وقد يعود السبب في هذا الاختلاف إلى اختلاف الزراتجات المدروسة بالإضافة لاختلاف نوع وتركيز مادة التبييض المستخدمة.<sup>37 38 39 42 44 45</sup>

### الاستنتاج:

نستنتج ضمن حدود هذه الدراسة المخبرية:

- (1) كان تأثير بيروكسيد الهيدروجين 40% على الكمبوزت معتمداً على نوع الكمبوزت.
- (2) ارتبطت المساواة المجهرية بتركيب الكمبوزت ونسبة الجزيئات المألثة فيه.
- (3) لم يؤثر التبييض ببيروكسيد الهيدروجين 40% على المساواة المجهرية لـ Filtek Z350 /3M.
- (4) سبب التبييض ببيروكسيد الهيدروجين 40% زيادة في قيم المساواة المجهرية بالنسبة لـ Grandio/ Voco .
- (5) سبب التبييض ببيروكسيد الهيدروجين 40% انخفاضاً في قيم المساواة المجهرية بالنسبة لـ Vitra/ FGM.

حيث لوحظ تحت المجهر الالكتروني الماسح (SEM) تآكل في قالب العضوي للكمبوزت و بروزاً للجزيئات المألثة الغير عضوية.<sup>37</sup>

كما اتفقت هذه النتائج مع دراسة (rashwan, et al) عندما تم استخدام تراكيز منخفضة من بيروكسيد الهيدروجين، وأرجح سبب الزيادة في قيم المساواة إلى تركيب الكمبوزت الذي يحتوي على قالب عضوي منخفض المساواة تتوزع فيه الجزيئات المألثة غير العضوية ذات المساواة المرتفعة. وعند التبييض، قد يسبب عامل التبييض تآكل الطبقة السطحية اللينة من القالب الزراتجي مما يترك الجزيئات المألثة بارزة. وبذلك يصطدم مقياس المساواة بالجزيئات المألثة عوضاً عن القالب العضوي مما يسبب زيادة في المساواة المجهرية.<sup>38,39</sup> وفي المقابل، وجدنا في هذه الدراسة انخفاضاً في قيم المساواة المجهرية في مجموعة بيروكسيد الهيدروجين 40% مقارنةً بمجموعة الأقراس الشاهدة (دون تبييض)، وذلك في مجموعة أقراس شركة FGM. وقد يعود ذلك إلى تركيب القالب الزراتجي، نسبة الملء وحجم الجزيئات المألثة.<sup>40</sup> حيث تبلغ نسبة الملء 52-60% حجماً في Vitra/ FGM وهي أخفض مقارنةً بـ Grandio/ Voco و Filtek Z350 /3M، كما تبلغ حجم الجزيئات المألثة (200 nm) في Vitra/ FGM وهي أكبر نسبياً مقارنةً بـ Grandio/ Voco و Filtek Z350 /3M .

وفي دراساتٍ مشابهة، لوحظ انخفاض ملحوظ في قيم المساواة المجهرية لـ Filtek Z350 XT وذلك عند استخدام تراكيز مرتفعة من بيروكسيد الهيدروجين، وتم تفسير ذلك بقدرة عامل التبييض ذو التركيز الأعلى على اختراق طبقات أعمق من الزراتج المركب.<sup>38 41</sup>

وهذا ما أكته دراسة (Hannig, et al) التي أظهرت انخفاضاً ملحوظاً في المساواة المجهرية للطبقات العميقة من الكمبوزت وذلك بعد تعريضها للتبييض ببيروكسيد

## References

1. Perdigão J. Dental whitening--revisiting the myths. *Northwest Dentistry* 2010;19–21, 23–6.
2. Haywood, Heymann. *Nightguard vital bleaching*. Quintessence International (Berlin, Germany : 1985) 1989:173–6.
3. Heymann H, Swift E, Ritter A, et al. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* 6th edition. Elsevier 2013:643.
4. Perdigão J. *Tooth Whitening: An Evidence-Based Perspective*. Springer 2016:145.
5. Heymann, H. *Tooth whitening: facts and fallacies*. *British Dental Journal* 2005;198:514.
6. Pillay V. *Modern Medical Toxicology* 4th edition. Jaypee 2013:62.
7. Torabijad M, Fouad A, Walton R, et al. *Endodontics: Principles and Practice* 5th edition. Elsevier 2014:393,397-398.
8. Lima D, Alexandre R, Martins A, Aguiar F, Ambrosano G, Lovadino J. Effect of Curing Lights and Bleaching Agents on Physical Properties of a Hybrid Composite Resin. *J Esthet Restor Dent* 2008;20:266–73.
9. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. *Dent Mater* 2004;20:852–61.
10. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc* 2003;134:1382-1390.
11. Celik C, Arhun N, Yamanel K. Clinical evaluation of resin based composites in posterior restorations:12 month. *Eur J Dent* 2010;4:57-65.
12. Olivi G & Olivi M, *Lasers in Restorative Dentistry A Practical Guide*, Springer, 2015:33.
13. Danesh Kazemi A, Johar N. Comparison of Different Bleaching Treatments Effect on Micro Hardness of Four Different Aged Composites, *Jentashapir J Cell Mol Biol*. 2016;7(5):e39039.
14. Greenwall L, Freedman G, Gordan V, et al. *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide*. CRC Press 2001:5,24-42,97.
15. Lee JH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Effects of bleaching agent on the fluoride release and microhardness of dental materials. *J Biomed Mater Res* 2002; 63: 535-41.
16. Jung CB, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Influence of 30% hydrogen peroxide bleaching on compomers in their surface modifications and thermal expansion. *Dent Mater J* 2002; 21: 396-403.
17. Rios D, Honório HM, Francisconi LF, Magalhães AC, de Andrade Moreira Machado MA, Buzalaf MA. In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. *J Dent* 157–152 :36 ؛2008 .
18. O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*. 3rd edition. Chicago: Quintessence, 2002;18.
19. Da Silva EM, Poskus LT, Guimarães JG. Influence of light-polymerization modes on the degree of conversion and mechanical properties of resin composites: A comparative analysis between a hybrid and a nanofilled composite. *Oper Dent*. 2008;33:287–93.
20. Vesna Miletic, *Dental Composite Materials for Direct Restorations*, springer , 2018:78
21. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water--effect of degree of conversion, filler volume, and filler/ matrix coupling. *J Biomed Mater Res* 1998;42:465-472.
22. Khedmat S, Hashemi A, Dibaji F, Kharrazifard MJ. Effect of chloroform, eucalyptol and orange oil solvents on the microhardness of human root dentin. *J Dent (Tehran)* 2015;12(1):25–30.
23. Poggio, Lombardini, Gaviati, Chiesa. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. *Journal of Conservative Dentistry : JCD* 2012:237 41.
24. García-Contreras R, Scougall-Vilchis R, Acosta-Torres L, Arenas-Arrocena C, García-Garduño R, de la Fuente-Hernández J. Vickers microhardness comparison of 4 composite resins with different types of filler. *Journal of Oral Research* 2015:313–20.
25. Son SA, Roh HM, Hur B, Kwon YH, Park JK. The effect of resin thickness on polymerization characteristics of silorane-based composite resin. *Restor Dent Endod*. 2014;39(4):310–8.

26. Hashemikamangar SS, Pourhashemi SJ, Talebi M, Kiomarsi N, Kharazifard MJ. Effect of organic acids in dental biofilm on microhardness of a silorane-based composite. *Restor Dent Endod.* 2015;40(3):188–94.
27. Ciccone-Nogueira, J., Borsatto, M., de Souza-Zaron, W., Ramos, R., Palma-Dibb, R., 2007. Microhardness of composite resins at different depths varying the post-irradiation time. *Journal of applied oral science : revista FOB* 305–9.
28. Özduvan ZCC, Kazak M, Fildisi MA, Özlen RHH, Dalkilic E, Donmez N. Effect of Polymerization Time and Home Bleaching Agent on the Microhardness and Surface Roughness of Bulk-Fill Composites: A Scanning Electron Microscopy Study. *Scanning* 2019;2019:2307305.
29. Hatanaka GR, Abi-Rached F de O, Almeida-Júnior AA, Cruz CA. Effect of carbamide peroxide bleaching gel on composite resin flexural strength and microhardness. *Braz Dent J* 2013;24:263–6.
30. Kim J-H, Lee Y-K, Lim B-S, Rhee S-H, Yang H-C. Effect of tooth-whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. *Clinical Oral Investigations* 2004:118–22.
31. Mujdeci A, Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent* 2006;95:286-9.
32. Costa S, Becker A, de Rastelli A, de Loffredo L, de Andrade M, Bagnato V. Effect of Four Bleaching Regimens on Color Changes and Microhardness of Dental Nanofilled Composite. *International Journal of Dentistry* 2009:313845.
33. Duschner H, Gotz H, White DJ, Kozak KM, Zoladz JR. Effects of hydrogen peroxide bleaching strip gels on dental restorative materials in vitro: surface microhardness and surface morphology. *J Clin Dent* 2004;15:105 11.
34. Fernandes R, Strazzi-Sahyon H, Suzuki T, Briso A, dos Santos P. Effect of dental bleaching on the microhardness and surface roughness of sealed composite resins. *Restorative Dentistry & Endodontics* 2019:45.
35. Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades M. Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence Int.* 2013;44:295–302.
36. Polydorou O, Mönting J, Hellwig E, Auschill T. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials* 2006:153–8.
37. Malkondu Ö, Yurdagüven H, Say E, Kazazoğlu E, Soyman M. Effect of Bleaching on Microhardness of Esthetic Restorative Materials. *Oper Dent* 2011;36:177–86.
38. Rashwan A, El-Sharkawey M, Kamar A, Abdel-Fattah W. Effect of Two Different Bleaching Concentrations on Microleakage and Microhardness of Tooth-Colored Restorations. *Alexandria Dental Journal* 2016;41:122-130.
39. Ayad N, Bedewi A, Hanafy S, Saka S. Effect of bleaching on microleakage, surface hardness, surface roughness, and color change of an ormocer and a conventional hybrid resin composite. *Internet J Dent Sci* 2008; 6: 1-8.
40. Hannig, C., Duong, S., Becker, K., Brunner, E., Kahler, E., & Attin, T. (2007). Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. *Dental Materials*, 23(2), 198–203.
41. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: A review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008; 34: 394-407.
42. De Andrade IC, Basting RT, Rodrigues JAA, do Amaral FLL, Turssi CP, França FM. Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. *Eur J Dent* 2014;8:160–5.
43. Bahari M, Oskoe S, Mohammadi N, Chaharom M, Godrati M, Oskoe A. Effect of different bleaching strategies on microhardness of a silorane-based composite resin. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 2016:213–9.
44. Yu H, Li Q, Cheng H, Wang Y. The effects of temperature and bleaching gels on the properties of tooth colored restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2011:100–7.

45. Gouveia T, Púbio J, Ambrosano G, Paulillo L, Aguiar F, Lima D. Evaluation of Physical Properties of a Nanocomposite after Aging, Bleaching and Staining. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials* 2016:e256–e265.