

تقييم مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة المستخدم في صناعة قواعد تعويضات الأسنان المتحركة والمقوى بفانادات الفضة

محمد ظافر دلال*، محمد غريواتي**، أحمد نديم عقاد***

* طالب دراسات عليا (ماجستير)، قسم التعويضات المتحركة، كلية طب الأسنان، جامعة حلب.

** قسم التعويضات المتحركة، كلية طب الأسنان، جامعة حلب.

*** قسم العلوم الأساسية، كلية هندسة الميكانيك، جامعة حلب.

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة المستخدم في صناعة قواعد تعويضات الأسنان المتحركة عند إضافة بيتا فانادات الفضة $\beta\text{-AgVO}_3$ بنسب مئوية وزنية هي: 0.5% و 1% و 2.5% من مسحوق الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة.

شملت الدراسة 40 عينة من الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة، أبعادها $64 \times 10 \times 3$ mm، وزعت ضمن أربع مجموعات، تألفت كل منها من 10 عينات: المجموعة الأولى (A:0%) هي مجموعة العينات الشاهدة بدون أي إضافة، بينما أُضيف إلى المجموعات الثانية (B:0.5%) والثالثة (C:1%) والرابعة (D:2.5%) بيتا فانادات الفضة $\beta\text{-AgVO}_3$ إلى مسحوق الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة بالنسب المئوية الوزنية الموضحة. صُلِّبَت العينات ثم قيسَت مقاومة انحنائها. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن إضافة مسحوق بيتا فانادات الفضة $\beta\text{-AgVO}_3$ لا تؤثر على مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة.

الكلمات المفتاحية: بيتا فانادات الفضة، $\beta\text{-AgVO}_3$ ، مقاومة الانحناء، الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 2020/1/15

قبل للنشر بتاريخ 2020/3/5

Evaluation of Flexural Strength of Heat-Polymerized Acrylic Resin Used in Denture Bases and Reinforced with Silver Vanadate

Mohammed Zafer Dallal*, Mohamad Ghriwati,
Ahmad Nadim Akkad*****

*Postgraduate Student (MSc), Dept. of Removable Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Aleppo University

** Dept. of Removable Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Aleppo University

*** Dept. of Basic Sciences, Faculty of Mechanical Engineering, Aleppo University

Abstract

This study aimed at evaluating flexural strength of heat-polymerized acrylic resin used in denture bases when adding β -AgVO₃ silver vanadate by weight percentage of 0.5%, 1% and 2.5% of the heat-polymerized acrylic resin powder.

The study included 40 samples of heat-polymerized acrylic resin, with dimensions of (64 × 10 × 3) mm. They were distributed into four groups, each consisting of 10 samples. The first group (A: 0%) is the control without any addition, while in the second group (B: 0.5%), the third (C: 1%) and the fourth (D: 2.5%), beta-silver vanadate AgVO₃ was added to the thermoplastic acrylic resin powder according to the weighted percentages shown. The samples were annealed and the flexural strength was measured.

The results of this study showed that adding β -AgVO₃ beta-silver vanadate powder does not affect flexural strength of the heat-polymerized acrylic resin.

Key words: Beta-Silver Vanadate, β -AgVO₃, Flexural Strength, Heat-Polymerized Acrylic Resin.

Received:15 /1/2020

Accepted:5/3/2020

1-المقدمة:**1-1- الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة:**

تعد الراتنجات الأكريلية المتماثر بالحرارة المادة الأكثر شيوعاً لصنع قواعد التعويضات السنية المتحركة وذلك لتميزها بعدد من الخصائص مثل: رخص ثمنها، خفة وزنها، خصائصها الجمالية الممتازة، سهولة تطبيقها، والقدرة على إصلاحها بسهولة؛ لكنها تعاني من عدة سلبيات مثل: الناقلية الحرارية المنخفضة، والقصافة، والتمدد التصليبي المرتفع، ونقص مقاومة الانحناء[1].

يتم البحث حالياً بإضافة مكون معدني إلى مسحوق الراتنج الأكريلي من أجل الاستفادة من خصائص المعدن والراتنج معاً، حيث قام العديد من الباحثين بإضافة جسيمات معدنية على شكل مسحوق إلى أكريل قواعد الأجهزة مثل الفضة والنحاس[2].

2-2- مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة:

تعرف مقاومة الانحناء بأنها القوة المطبقة على واحدة المساحة في نقطة كسر العينة المفحوصة والمعرضة لجهد الانحناء[3].

أما مقاومة الكسر فتعرف بأنها القدرة المطلوبة لكسر مادة ما تحت تأثير قوة الصدم، حيث يستخدم مصطلح الصدم لوصف رد الفعل الناتج عن التصادم بين جسم ثابت وآخر متحرك[3].

ينتج انكسار التعويضات السنية المتحركة عادةً من تأثير نوعين مختلفين من القوى ، وهما [4]:

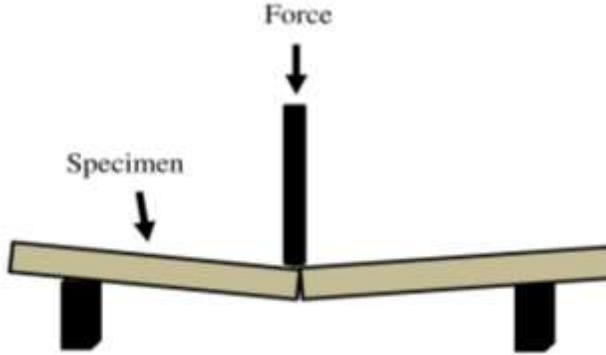
• قوة الصدم . Impact Strength

• جهد الانحناء . Flexural Strength

تحدث حالات الكسر الناجمة عن قوة الصدم عادةً خارج الفم كنتيجة للسقوط المفاجئ للتعويض السني المتحرك أثناء تنظيفه، أو حين يقذف أثناء السعال أو العطاس [5]، أما جهد الانحناء فيحدث نتيجة تعرض التعويض للالتواء بشكل متكرر مما يسبب فشلاً في بنية المادة، حيث يتجلى في النهاية بحدوث كسر للتعويض[3].

يعتبر اختبار مقاومة الانحناء مفيداً جداً عند مقارنة مواد قواعد التعويضات السنية المتحركة ويتفوق على اختبار مقاومة الشد أو مقاومة الانضغاط عند دراسة خصائص هذه المواد، حيث تعتبر مقاومة الانحناء العالية عاملاً حاسماً في نجاح التعويض، وتحاكي القوى المطبقة عند تنفيذ اختبار الكسر (المقاومة المستعرضة) القوى المطبقة أثناء عملية المضع في الفم [6].

تحدد مقاومة الانحناء بتطبيق حمل متزايد في منتصف العينة حتى تنكسر، حيث توضع العينة على مسندين حرين البعد بينهما L_0 ، ويتم الاختبار بتطبيق حمولة أحادية في نقطة تقع عند منتصف العينة بشكل تدريجي مستمر وبيبط حتى حدوث الانكسار، ويتم تطبيق الحمولة بواسطة رأس التحميل الذي يأخذ شكلاً يمنع حدوث تركيز للإجهادات في نقاط التماس [3].



الشكل 1 - اختبار مقاومة الانحناء

3-1- إضافة بيتا فانادات الفضة للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة:

تعتبر مادة فانادات الفضة مهمة في كيمياء المواد بسبب خصائصها الحيوية الفيزيائية والكيميائية المميزة [7]، فقد استخدمت على نطاق واسع في العديد من الصناعات والمجالات الطبية الحيوية [8]، وإن توظيفها كمادة مكونة لمهبط بطاريات الليثيوم الأساسية لأجهزة مزيل الرجفان القلبي مفيداً للغاية [7]، حيث يعتبر هذا الاستخدام لمادة فانادات الفضة هو الاستخدام الأشيع لها في المجال الطبي الحيوي وذلك لتفوقها حيوياً [8].

تعتبر الحفرة الفموية بيئة معقدة تحتوي على بقايا المواد الغذائية كما تعتبر فضاء للكثير من الكائنات الحية، خاصة عند المرضى المسنين المعوض عن أسنانهم بتعويضات متحركة أو الذين يعانون من نقص المناعة، قد تسبب هذه الكائنات أمراضاً جهازية مثل التهاب شغاف القلب والتهاب الرئة واللذان يعتبران من الأسباب الرئيسية لحدوث الوفيات. [9] في دراسة تم تحديد 32 مادة سامة متحررة من الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة بعد تصلبيه تم تأكيد 17 منها بدراسات مرجعية. [10]

لهذه الأسباب تم العمل على زيادة حيوية الراتنج عن طريق التقليل من سميته وإضافة مواد تعمل كصادات حيوية ومن أهم هذه المواد فانادات الفضة. [11] أثبت Gad وزملاؤه عام 2017 أن إضافة الفضة للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة تحسن العديد من الخصائص الميكانيكية للراتنج فهي تزيد مقاومة الانحناء ومقاومة الشد والناقلية الحرارية كما أنها تنقص امتصاصه للماء [12].

أكد ذلك مراجعة للمواد المضافة للراتنج الأكريلي المستخدم في قواعد التعويضات المتحركة أجرتها Saeed وزملاؤها عام 2020 حيث أشارت أن مواد الفضة تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة مثل مقاومة الانحناء ومقاومة الشد [13].

في دراسة أجراها De Castro وزملاؤه أكد أن إضافة فانادات الفضة إلى الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة أدى بشكل ملحوظ إلى زيادة مقاومته للجراثيم إلا أنها أدت إلى تناقص مقاومته لقوى الانحناء. [9]

نصح Kato وزملاؤه في دراسة أجراها بإضافة مادة فانادات الفضة للترتجات عند الرغبة بالحصول على ناقلية حرارية وكهربائية مرتفعة [14].

2- هدف البحث:

تقييم مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة عند إضافة بيثا فانادات الفضة (β -AgVO₃) بنسب مئوية وزنية مختلفة.

3- المواد والطرائق:

3-1 مراحل تحضير المادة المضافة (فانادات الفضة):

- تم تحضير بيتا فانادات الفضة ($\beta\text{-AgVO}_3$) بإضافة نترات الفضة (AgNO_3) إلى فانادات الأمونيوم (NH_4VO_3).
- بداية تم إذابة 1.3569 غ من (AgNO_3) و 0.9736 غ من (NH_4VO_3) في 200 مل من الماء ثنائي التقطير عند درجة 65°م مع التحريك المغناطيسي لمدة 10 دقائق.
- بعد ذلك ، تمت إضافة محلول نترات الفضة على شكل قطرات إلى محلول فانادات الأمونيوم في ظل التحريك المغناطيسي المستمر ودرجة الحرارة 65°م.

- تم غسل الراسب الناتج بالماء المقطر والإيثانول النقي 100% عدة مرات.
- تم ترشيح الراسب وتجفيفه مع التفريغ الهوائي لمدة 10 ساعات.

3-2 مراحل تحضير العينات وتصليب الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة:

لتصنيع عينة اختبار مقاومة الانحناء تم استعمال البوتقة المصممة من قبل الباحث والمصنوعة من الستانلس ستيل، حيث تكونت البوتقة من ثلاث صحائف: العلوية والسفلية بالأبعاد (10×250×250) ملم و صفيحة متوسطة بالأبعاد (3×250×250) ملم فُرِغَت وفق الأبعاد (145×145) ملم ، حيث تم اختيار ثخانة الصفيحتين العلوية والسفلية لتتحمل الضغط اللازم تطبيقه على البوتقة أثناء تصليب العينات وتم اختيار ثخانة الصفيحة المتوسطة لتلائم ثخانة العينات المراد تصنيعها، ثقبَت الصفائح الثلاث أربعة ثقوب توزعت بشكل متناظر على زوايا البوتقة الأربع بهدف ربط أجزاء البوتقة مع بعضها باستعمال براغ بقطر 10ملم. (الشكل 1)



الشكل 2 - بوتقة تصنيع العينات

- تم وزن الكمية اللازم مزجها لتصنيع العينات المطلوبة وفق النسبة (مسحوق/سائل) تساوي (1ml/2.2g) حسب تعليمات الشركة المصنعة.
- تم إضافة مسحوق فنادات الفضة على حساب وزن مسحوق الراتنج.
- حُدثت كمية السائل اللازمة لكل عينة , وتوزعت أوزان كل عينة وفق الجدول (1)

الجدول (1) - مكونات العينات في كل مجموعة

فنادات الفضة	بودرة الأكريل	سائل الأكريل	
0 غ	77 غ	35 مل	المجموعة A
0,385 غ	76.615 غ	35 مل	المجموعة B
0.77 غ	76.33 غ	35 مل	المجموعة C
1.925 غ	75.075 غ	35 مل	المجموعة D

- مُزج مسحوق بيتا فنادات الفضة مع مسحوق الراتنج الأكريلي.
- للحصول على التجانس بين المسحوقين تم دحل المزيج بوضعه بين ورقتين من الألمنيوم ودخله باستعمال مدحلة يدوية.
- بعد حصول التجانس مُزج المسحوق مع مسحوق الراتنج الأكريلي وطبق في البوتقة عند وصول التفاعل إلى المرحلة العجينية مع مراعاة بسط العجينة الأكريلية جيداً في البوتقة.

- وُضعت البوتقة على مكبس هيدروليكي وطبق ضغط 14 ميغا باسكال لمدة خمس دقائق.
- رُبطت البوتقة جيداً عن طريق شد البراغي قبل نزعها من المكبس.
- نُقلت البوتقة إلى فرن التصليب وصلبت حسب تعليمات الشركة المصنعة.
- بعد الانتهاء من التصليب تُركت البوتقة حتى تبرد ثم فُتحت وأُخرجت العينات شُدبت ولُمعت.
- تم تقطيع العينات لنتاسب اختبار مقاومة الانحناء وفق الأبعاد (3×10×64) ملم باستعمال آلة القص الليزرية.

3-3 إجراء اختبار مقاومة الانحناء:

- استخدم جهاز اختبار الميكانيك العام Testometric، (الشكل 2) حيث يتألف الجهاز من:
- قاعدة أفقية ثابتة.
 - ساقين عموديين يتحرك عليهما الجزء المتحرك.
 - جزء متحرك يثبت عليه القضيب المعدني.
 - شاشة إلكترونية تظهر قيمة سرعة نزول القضيب المعدني، ومقدار الحساسية المطبقة، وقيمة القوة المطبقة على سطح العينة المدروسة.
- كما استخدمت قاعدة خاصة مرفقة مع قضيب أسطواناني ذي رأس مدور بقطر (5) ملم من معدن الكروم كويالت، لوضع عينات الراتنج الأكريلي عليها أثناء إجراء اختبار مقاومة الانحناء، حيث يبلغ البعد بين نقطتي الدعم فيها (50) ملم. (الشكل 3)
- وضعت القاعدة المعدنية على قاعدة جهاز اختبار الميكانيك العام Testometric، وذلك بعد تثبيت القضيب المعدني على الجزء المتحرك من الجهاز بحيث يكون الرأس المدور باتجاه مركز العينة المدروسة، ثم وضعت العينة المدروسة على القاعدة المعدنية في المكان المخصّص لها.

تم ضبط الجهاز بحيث تكون سرعة نزول القضيب المعدني باتجاه العينة المدروسة (5) مم/ دقيقة، حيث يستمر نزول القضيب المعدني مطبقاً قوة على العينة حتى وصل إلى كسرهما ، حيث حصلنا على النتيجة مباشرة على الشاشة الالكترونية للجهاز بوحدة النيوتن، أما مقاومة الانحناء فحصلنا عليها من خلال القانون التالي:

$$S = 3Pi/2bd^2$$

- (S) مقاومة الانحناء نيوتن/ملم² (p) التحميل عند الكسر نيوتن
 (i) المسافة بين نقطتي الدعم ملم (b) عرض العينة ملم
 (d) سماكة العينة ملم.



الشكل 3 - جهاز اختبار الميكانيك العام Testometric



الشكل 4 - قاعدة خاصة مرفقة مع قضيب أسطواني ذي رأس مدور

تم اختبار عينة حجمها $n = 40$ موزعة على 4 مجموعات متساوية الحجم (10 مشاهدات لكل مجموعة منها عينة شاهدة) باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS لمعرفة مدى تأثير إضافة مادة بيتا فانادات الفضة ($\beta - AgVO_3$) بتركيز (0.5% و 1% و 2.5%) وزناً من مسحوق الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة على مقاومة الانحناء Flexural Strength، حيث سنستخدم اختبار التباين الأحادي One Way ANOVA لمعرفة إمكانية وجود فروق جوهرية بين متوسطات العينات ضمن مستوى دلالة $\alpha = 0.05$.

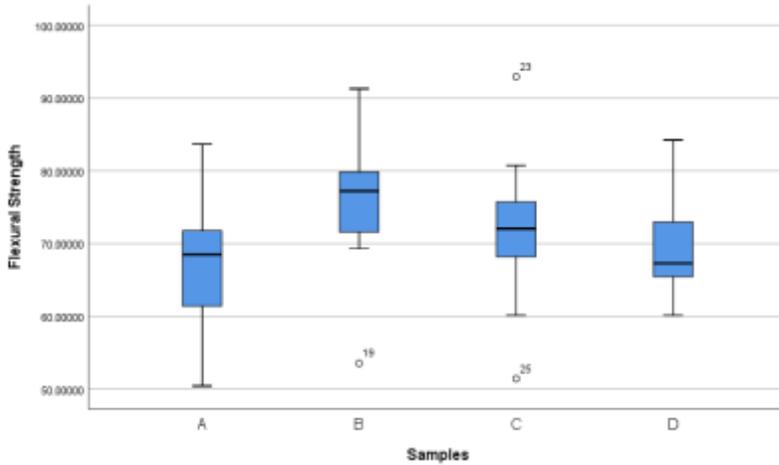
قبل إجراء اختبار التباين الأحادي يجب التأكد من أن البيانات في كل مجموعة موزعة توزيعاً طبيعياً وذلك باستخدام اختبار Tests of Normality.

4-النتائج:

الجدول (2) - اختبار التوزيع الطبيعي لبيانات كل مجموعة من $\beta - AgVO_3$ المضافة

Tests of Normality							
	Samples	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
مقاومة الانحناء	A	.144	10	.200*	.972	10	.906
	B	.215	10	.200*	.901	10	.223
	C	.181	10	.200*	.967	10	.863
	D	.189	10	.200*	.928	10	.432
*. This is a lower bound of the true significance.							
a. Lilliefors Significance Correction							

نلاحظ من الجدول (2) بأن بيانات كل مجموعة من $\beta - AgVO_3$ المضافة تتبع التوزيع الطبيعي كون قيم Sig. أكبر من $\alpha = 0.05$ وهي غير دالة إحصائياً، والمخطط (1) يؤكد ذلك.



المخطط (1) - المخطط الصندوقي لتوزيع بيانات كل مجموعة وفقاً لنسبة $\beta - AgVO_3$ المضافة ولدى إجراء اختبار التباين الأحادي لمعرفة تغير مقاومة الانحناء وفقاً لنسبة $\beta - AgVO_3$ يظهر لنا اختبار Test of Homogeneity of Variances في الجدول (3) تجانس العينة كون جميع قيم Sig. أكبر من $\alpha = 0.05$ وهي غير دالة إحصائياً.

الجدول (3) - اختبار تجانس بيانات مقاومة الانحناء للعينة المدروسة

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
مقاومة الانحناء	Based on Mean	.253	3	36	.859
	Based on Median	.295	3	36	.828
	Based on Median and with adjusted df	.295	3	32.752	.828
	Based on trimmed mean	.264	3	36	.851

تظهر البيانات في الجدول (4) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في التغير بمقاومة الانحناء تبعاً لنسبة $\beta - AgVO_3$ المضافة، فقد بلغت قيمة $F = 1.383$ وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى أكبر من $\alpha = 0.05$ ، أيضاً ليس هناك علاقة أو ارتباط خطي أو غير خطي بين متوسطات العينات كونها غير دالة إحصائياً عند مستوى أكبر من $\alpha = 0.05$ ، والجدول (5) يفسر ذلك من خلال معامل التحديد والذي بلغت قيمته 0%.

الجدول (4) - نتائج اختبار التباين الأحادي للتغير في مقاومة الانحناء تبعاً لنسبة $\beta - AgVO_3$ المضافة

ANOVA Table						
مقاومة الانحناء						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)	362.121	3	120.707	1.383	.264
	Linearity	.836	1	.836	.010	.923
	Deviation from Linearity	361.286	2	180.643	2.070	.141
Within Groups		3141.713	36	87.270		
Total		3503.834	39			

الجدول (5) - قياس معامل الارتباط والتحديد للتغير في مقاومة الانحناء تبعاً لنسبة $\beta - AgVO_3$ المضافة

Measures of Association		
	R	R Squared
Flexural Strength * Samples	-.015-	.000

5- المناقشة:

استخدم في هذه الدراسة الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة كونه المادة الأكثر استخداماً لصناعة قواعد تعويضات الأسنان المتحركة، إلا أن هذه المادة تعاني من عدة سيئات ولعل تجمع اللويحة الجرثومية والسمية الموجودة فيها بسبب المونومير المتبقي من أهم هذه المساوئ.

للتغلب على هذه المشكلة تم اقتراح إضافة مواد للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة، تعتبر بيئاً فائزات الفضة من أهم وأحدث المواد المقترحة التي تعمل كصناد حيوي يقاوم معظم السلاسل الجرثومية التي تتجمع على سطح الأكريل [9]، إلا أن إضافة هذه المادة بحاجة إلى دراسة تأثيرها على الخواص الميكانيكية الأخرى.

تعتبر مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة من أهم الخواص الميكانيكية التي تسعى الأبحاث إلى دراستها عند إضافة أي مادة له، فإذا نقصت

مقاومة الانحناء عند الإضافة اعتبر تأثيراً سلبياً لهذه المادة أما إذا ازدادت اعتبر تأثيراً إيجابياً.

تم قياس مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة دون إضافة أي مادة مألوفة باستعمال عينات المجموعة الشاهدة وحصلنا على متوسط القراءات لمقاومة الانحناء الأولية (نيوتن/ملم² $S=67.2$)، عند إضافة بيتا فانادات الفضة بنسبة 0.5% وزناً من بوردة الأكريل كان متوسط القراءات (نيوتن/ملم² $S=75.4$)، عند إضافة بيتا فانادات الفضة بنسبة 1% وزناً من بوردة الأكريل كان متوسط القراءات (نيوتن/ملم² $S=71.6$)، عند إضافة بيتا فانادات الفضة بنسبة 2.5% وزناً من بوردة الأكريل كان متوسط القراءات (نيوتن/ملم² $S=69.6$).

نلاحظ أن مقاومة الانحناء كانت أفضل ما يكون عند إضافة تراكيز قليلة من بيتا فانادات الفضة $\geq 0.5\%$ ثم بدأت بالتراجع بعدها.

لوحظ عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات الأربع (A,B,C,D) وبالتالي فإن إضافة مسحوق بيتا فانادات الفضة لا تؤثر سلباً على مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة، بل تعمل على زيادتها، إلا أن هذه الزيادة لم تكن ذات دلالة إحصائية.

يمكن أن نفسر النتائج السابقة بأن بيتا فانادات الفضة تكون جزيئاتها بشكل صفائح مرنة ثلاثية الأبعاد هشة البنية [15]، وبالتالي فإن إضافتها للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة بنسب قليلة تزيد من مرونته ومقاومته لقوى الانحناء، أما عند زيادة هذه النسبة فإن الراتنج الأكريلي يصبح قسفاً وتتناقص مقاومته للانحناء ويمكن أن نعزو ذلك إلى ضعف ارتباط سلاسل البوليمير بتوضع جزيئات بيتا فانادات الفضة بينها، وعلى العموم فإن تحول بيتا فانادات الفضة إلى سلاسل أثناء عملية تصلب الراتنج أعطاهما بنية شبيهة بسلاسل الراتنج الأكريلي وبالتالي لم تؤثر بشكل كبير على مقاومة الانحناء [16].

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Gad وزملائه ودراسة Saeed وزملائها واللدان وجدا أن إضافة فانادات الفضة للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة تحسن من

مقاومة الانحناء، ويمكن أن نعزو هذا الاختلاف إلى أن الباحثين أضافا بيتا فانادات الفضة ذات حجم ذرات من رتبة النانو.

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع النتائج العامة لدراسة De Castro وزملائه والذي وجد أن إضافة بيتا فانادات الفضة للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة تنقص من مقاومة الانحناء إلا أنها اتفقت معها بجزئية أن هذه المقاومة تصبح أسوأ مع زيادة تركيز بيتا فانادات الفضة أكثر من 1%.

يمكن أن يعزى هذا الاختلاف في النتائج إلى أن De Castro أضاف بيتا فانادات الفضة بتركيز كبيرة (5% و 10%) في حين أضيفت بتركيز أقل في دراستنا، ويمكن القول بأن إضافة تركيز كبيرة يجعل جزيئات بيتا فانادات الفضة تتوزع بين جزيئات البولي ميثيل ميثاكريلات فتتقصر من طول السلاسل البوليميرية وتضعف بنيتها مسببة نقصاً في مقاومة الانحناء.

6-الاستنتاجات:

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن أن نستنتج مايلي:

إن إضافة مسحوق بيتا فانادات الفضة β -AgVO₃ لا تؤثر على مقاومة الانحناء للراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة.

References

- [1] R. L. Sakaguchi and J. M. Powers, "Craig's RESTORATIVE DENTAL MATERIALS THIRTEENTH EDITION EDITED BY," 2012.
- [2] N. Waters, "Dental materials. Properties and manipulation," *Journal of Dentistry*, vol. 12, no. 1. p. 61, 2012.
- [3] K. Anusavice, C. Shen, and H. R. Rawls, *Phillips' Science of Dental Materials 12th Edition*, vol. 14. 2012.
- [4] D. C. Jagger, R. G. Jagger, S. M. Allen, and A. Harrison, "An investigation into the transverse and impact strength of 'high strength' denture base acrylic resins," *J. Oral Rehabil.*, vol. 29, no. 3, pp. 263–267, 2002.

- [5] F. Faot, L. H. V Panza, R. C. M. R. Garcia, and A. A. D. B. Cury, "Impact and Flexural Strength, and Fracture Morphology of Acrylic Resins With Impact Modifiers," *Open Dent. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 137–143, 2009.
- [6] G. Zappini, A. Kammann, and W. Wachter, "Comparison of fracture tests of denture base materials," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 90, no. 6, pp. 578–585, 2003.
- [7] M. Pudukudy, Q. Jia, H. Wang, S. Shan, and R. Rajendran, "Influence of synthesis parameters on the crystalline, structural, textural, optical and photocatalytic properties of α and β polymorphs of AgVO_3 nanorods," *Mater. Sci. Semicond. Process.*, vol. 107, no. November 2019, p. 104824, 2020.
- [8] S. Sharma, M. Panthöfer, M. Jansen, and A. Ramanan, "Ion exchange synthesis of silver vanadates from organically templated layered vanadates," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 91, no. 2–3, pp. 257–260, 2005.
- [9] D. T. De Castro *et al.*, "In vitro study of the antibacterial properties and impact strength of dental acrylic resins modified with a nanomaterial," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 115, no. 2, pp. 238–246, 2016.
- [10] V. B. Michelsen, H. Lygre, R. Skålevik, A. B. Tveit, and E. Solheim, "Identification of organic eluates from four polymer-based dental filling materials," *Eur. J. Oral Sci.*, vol. 111, no. 3, pp. 263–271, 2003.
- [11] J. K. Fink, "Acrylic Dental Fillers," in *Reactive Polymers: Fundamentals and Applications*, 2018, pp. 601–628.
- [12] S. M. Fouda and F. A. Al-harbi, "PMMA denture base material enhancement: a review of fiber, filler, and nanofiller addition," pp. 3801–3812, 2017.
- [13] F. Saeed *et al.*, "Prosthodontics dental materials: From conventional to unconventional," *Materials Science and Engineering C*, vol. 106, 2020.
- [14] T. Kato, Y. Katayama, T. Miura, and T. Kishi, "insertion host," vol. 134, pp. 209–217, 2000.

- [15] R. C. Oliveira *et al.*, “ α - and β -AgVO₃ polymorphs as photoluminescent materials: An example of temperature-driven synthesis,” *Ceram. Int.*, vol. 44, no. 6, pp. 5939–5944, 2018.
- [16] M. Li, M. Shao, H. Ban, H. Wang, and H. Gao, “Synthesis of ultra-long β -AgVO₃ nanoribbon bundles and measurement of their conductivity,” *Solid State Ionics*, vol. 178, no. 11–12, pp. 775–777, 2007.