مجلة المختار للعلوم 37 (1): 79-91, 2022
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178
Journal Homepage https://omu.edu.ly/journals/index.php/mjsc/index

دراسة تأثير إضافة مادة أورثو فوسفات الكالسيوم على فجوات الأسنان عن طريق تحليل أطياف الأشعة تحت الحمراء

أبوبكر علي يوسف الغول*، طارق محمد فايز، مروة مفتاح علي احسونة

قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة سبها، سبها– ليبيا

تاريخ الاستلام: 16 نوفمبر 2021/ تاريخ القبول: 06 مارس 2022
Doi:https://doi.org/10.54172/mjsc.v37i1.735

المستخلص: تلعب المواد الحيوية دورا مهماً في علاج العديد من أمراض الأسنان، وخصوصا فجوات الأسنان التي تسببها البكتيريا. ومن هذه المواد المهمة جدا في هذا المجال مادة فوسفات الكالسيوم، والتي تعرف (بالهيدروكسي اباتيت). إن الهدف من هذا البحث دراسة تأثير إضافة مادة الهيدروكسي اباتيت للأسنان المصابة بالفجوات البكتيرية. حيث تم في هذا البحث دراسة بعض عينات الأسنان المصابة بفجوات البكتريا المعروفة (بالتسوس) لأشخاص من فئات عمرية مختلفة، وذلك بإضافة نسب مختلفة من فوسفات الكالسيوم لعينات الأسنان المصابة بالفجوات بعد المعالجة الكيميائية لكل عينه. وخضعت هذه العينات بعد ذلك للتحليل باستخدام تقنية تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء. أظهرت نتائج تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء لعينات الأسنان المصابة بعد المعالجة الكيميائية تكون روابط كيميائية جديدة نتيجة لتفاعل مادة فوسفات الكالسيوم مع نسيج السن المصاب بالفجوة البكتيرية. وكانت معاملات الامتصاص لهذه الأشعة لعينات الأسنان المختلفة عند الأطوال الموجية التالية: 2.93μm، 9.52μm، 0.1μm، 0.1μm. نستنتج من مقارنة هذه الأطوال الموجية تكون قمم حادة لعينات الأسنان المعالجة بمادة فوسفات الكالسيوم. وعند تحديد هذه القمم نجد أنها تتكون عند معاملات نفاذية صغيرة مقارنة بمعاملات النفاذية المسجلة لعينات الأسنان التي لم تتم معالجتها بمادة فوسفات الكالسيوم.

الكلمات المفتاحية: فجوات الأسنان، أورثو فوسفات الكالسيوم، طيف الأشعة تحت الحمراء.

المقدمة

السن عبارة عن نسيج صلب فاتح اللون يتكون من عدة أجزاء، توجد في الفم وتتوزع على الفكين العلوي والسفلي، تتكون السن من جزئيين رئيسيين: جزء داخلي وجزء خارجي. تتكون أجزاء السن الداخلية من أربعة طبقات: طبقة المينا، طبقة العاج، اللب والملاط. بينما تتألف أجزاء السن الخارجية من جزئيان وهما: التاج والجذر. تبزغ الأسنان على مجموعتين، الأولى الأسنان اللبنية التي لا تلبث أن تسقط لتبزغ مكانها المجموعة الثانية وهي الأسنان الدائمة (King et al., 2007; Papagerakis & Mitsiadis, 2013). تعد صحة الأسنان والأنسجة الداعمة لها (كاللثة والعظم السنخي) من الأمور المهمة لصحة الشخص وعافيته على الصعيد الجسمي والنفسي (King et al., 2007; Papagerakis & Mitsiadis, 2013). تهدف تقنية حشو فجوات الأسنان بعد تنظيفها إلى ترميم وإصلاح الأسنان التالفة، التي أصيبت بالضرر نتيجة التآكل التدريجي في طبقات الأسنان الخارجية، مثل طبقة المينا أو العاج أو طبقة الملاط. حيث يحصل تلف طبقات الأسنان هذه عادة نتيجة البكتيريا، أي تراكم طبقة جرثومية على السن بسبب انخفاض مستوى النظافة الصحية في الفم

*أبو بكر علي الغول , abu.alghoul@sebhau.edu.ly قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة سبها، سبها، ليبيا

(Chadwick et al., 1999). عندما تخترق البكتيريا نسيج الأسنان الخارجي يكون من المستحسن علاجه قبل حدوث التهاب وضرر دائم في نسيج اللب (الأنسجة التي تحت وعلى جذور الأعصاب والأوعية الدموية) أو تكسر الأسنان. يطلق على هذا العلاج الوقائي اسم (حشو الأسنان). وهو يتضمن: فتح السن، إزالة البكتيريا، إزالة أنسجة الأسنان التالفة، وحفر السن بشكل يتيح حشوه صناعيًا (Chadwick et al., 1999; Gholampour et al., 2016). أما المرحلة الأخيرة، فتشمل ملء السن بمادة خاصة. تشمل علامات تلف طبقات الأسنان الخارجية ما يلي: ألم الأسنان، أو حساسية مفرطة للحرارة، أو البرد. في الحالات الأشد، وعندما يكون هنالك التهاب نشط، أو إصابة في العصب، من الممكن أن يحصل تورم في اللثة، أو الرقبة أحيانا، يتم استخدام حشو الأسنان من أجل إصلاح الأسنان المتصدعة أو البالية، وليس فقط لعلاج تراكم اللويحة الجرثومية (البلاك). تسمى هذه العملية (عملية ترميم الأسنان). يتم إجراء عملية حشو الأسنان في عيادة الأسنان في ظروف من التعقيم الكامل، ويقوم بإجراء هذا الحشو طبيب أسنان. في بعض الأحيان، تستغرق عملية الحشو أكثر من جلسة واحدة، وذلك في حال وجود عدد من الأسنان التي تحتاج للعلاج. في البداية يتم تخدير المكان موضعيا، وهو ما يمكن أن يسبب بعض الألم. تشمل المرحلة الأولى من العلاج فتح مينا السن، وإزالة التسوس الذي تراكم فيه وحوله، وذلك بواسطة أدوات خاصة. بعد ذلك تتم إزالة أنسجة الأسنان التالفة (عادة بسبب التحلل) بشكل جذري. بهذه الطريقة، يكون الطبيب قد جهّز التجويف في السن، لكي يستطيع حشوه بمادة خاصة. يتم هذا التحضير من خلال حفر طبقات السن وتشكيل مبنى السن الداخلي بشكل يسمح بتعبئته (Chadwick et al., 1999; Gholampour et al., 2016).

بعد ذلك يتم إدخال الحشوة المنضغطة (القابلة للضغط)، والمصنوعة من الملغمات (جمع ملغمة: وهي مزيج من المعدن مع الزئبق). تتم عملية إدخال طبقات الحشو ببطء وذلك من أجل إتاحة الفرصة أمام كل طبقة بأن تجف، وتنغلق بأفضل صورة. في المرحلة الأخيرة من الإجراء، يصقل طبيب الأسنان بقايا المادة، بحيث يعود شكل السن وعملها إلى الحالة الطبيعية التي كانت عليها قبل تنفيذ عملية الحشو قدر الإمكان. يستغرق هذا الإجراء مدة تتراوح بين عشرين دقيقة حتى نصف ساعة لكل سن (Chadwick et al., 1999; Gholampour et al., 2016). هناك عدة مخاطر عند إجراء عملية حشوات الأسنان وهي: أولا: المخاطر العامة وتشمل التلوث، النزيف. ثانيا: مخاطر التخدير. ثالثا: مخاطر عينية تتعلق بعلاج الأسنان مثل إصابة الأعصاب الموجودة في القناة العصبية والذي يمكن أن ينتج عنه ضرر قد يسبب الفقدان الجزئي أو الكلي لحاسة التذوق وهو نادر الحدوث، وكذلك الحساسية للحرارة. رابعا: مرحلة ما بعد العملية (Rodríguez-Farre et al., 2015; Tillberg, 2008). لقد عرفت السنوات الأخيرة تطورا كبيرا في مجال المواد الحيوية. والغرض من ذلك هو السماح بتصنيع أعضاء لمساعدة الجسم على إصلاح وظائف أعضائه المصابة وإعادة بناء الأنسجة الصلبة التالفة. يتطلب استخدام هذه المواد كبدائل للعظام شرط أن تمتلك جميع الخصائص الرئيسية وذلك لاستعمالها بأمان عند الاتصال بالأنسجة الحية، وأن لا تبدي أي رد فعل سلبي. تختلف الخصائص الذاتية للمواد الحيوية من مادة إلى أخرى وذلك لكي تلبي المتطلبات التطبيقية المختلفة فبالنسبة لبعض الأنسجة من الضروري أن تكون المادة قابلة للانحلال لكي تستبدل بشكل تدريجي. عموما تتلخص خصائص المواد الحيوية التي يجب مراعاتها في النقاط الأساسية التالية: أولا: التوافق الحيوي، وهي الخاصية الأساسية التي يجب أن تمتلكها أي مادة من المواد الحيوية وذلك لملأ النسيج العظمي بحيث يجب أن لا تحرر المادة الحيوية مواد سامة، أو تُتْلف الأنسجة المحيطة بها. ثانيا: الخصائص الميكانيكية، تَخضع المواد الحيوية إلى إجهادات ميكانيكية كبيرة مماثلة لتلك التي يتحملها العظم، ولذلك فمن المهم أن تكون لهذه المواد خواص ميكانيكية جيدة لمنع

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

تآكلها ميكانيكيا أو كسرها في الإنشاء أثناء الجراحة أو في وقت التحميل وكذلك يجب معرفة التشوهات الميكانيكية للمادة الحيوية التي ترتبط بهيكلها وتكوينها، حيث تعتمد الصلابة الميكانيكية للمواد الحيوية بشكل أساسي على تكوينها وطريقة تصنيعها (Crowley et al., 2010; Patel et al., 2020). يمكن تصنيف المواد الحيوية إلى قسمين رئيسيين وهما: المواد الخاملة حيويا والمواد النشطة حيوياً. تستخدم المواد الحيوية كبدائل للعظام، وتم تصنيفها إلى نوعين رئيسيين وهما: مواد ذات أصل طبيعي، ومواد ذات أصل صناعي. إن دراسة هذه الأنواع المختلفة تسمح بإنشاء رابطة كيميائية بين المواد والأنسجة العضوية وينتج هذا الارتباط عن نشاط حيوي يتميز بتتابع تفاعلات فيزيائية كيميائية (Parida et al., 2012). إن المشكلة التي تثيرها حقيقة أن مادة بيولوجية لا تستطيع تلبية جميع متطلبات التطبيق المستهدف أدت بشكل طبيعي إلى قيام الباحثين بتطوير مواد مركبة تمتلك العديد من الخصائص. تتكون المواد المركبة من جزأين أو أكثر متميزين، وعلى الرغم من أن المادة النقية يمكن أن تتكون من وحدات فرعية متميزة (حبيبات أو جزيئات) يتم تصنيع المواد المركبة عن طريق مزج مكونين: أي صبهما، أو ضغطهما، أو التفاعل بينهما كيميائيا (Parida et al., 2012; Rubežić et al., 2020).

ولتحسن قدرة الحشوة على الارتباط والاندماج مع سطح العظم دون وجود نسيج ليفي يفصل بينهما في الأنسجة العظمية قام بعض الباحثين بتغطية المعادن الاصطناعية بطبقة من فوسفات الكالسيوم المتكيفة بيولوجيا. ومنذ ذلك الوقت أصبحت هذه المواد مثيرة للاهتمام بسبب الأبحاث المتعلقة بها، والتي تندرج ضمن دراسة الخزفيات في مختلف أنواعها. نجد من أهم هذه المواد الخزفيات الحيوية، والتي هي عبارة عن مواد صناعية فعالة حيويا، وتستخدم في المجال الطبي، وكذلك في النظام البيولوجي للكائن الحي، كأن تكون متوافقة حيويا مع الجسم، وهي قادرة على خلق روابط بينها وبين النسيج الحي (Hribar et al., 2012; Yuan & Groot, 2004). ومن هذه المواد أورثو فوسفات الكالسيوم، ويسمي أيضا بهيدروكسي باتيت (Hydroxyapatite)، وهو عبارة عن شكل معدني طبيعي من أباتيت الكالسيوم، وصيغة الكيميائية هي $Ca_5(PO_4)_3(OH)$، ولكن عادة ما تتم كتابته على الصورة التالية: $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$. أن الهدروكسي أباتيت هو عضو نهاية الهيدروكسيل لمجموعة الأباتيت المعقدة. حيث يمكن استبدال أيون الهيدرواكسيد (OH) بواسطة فلوريد، أو كلوريد، أو كربونات، مما ينتج فلور اباتيت أوكلورا باتيت. إن مسحوق الهيدروكسي أباتيت النقي له لون أبيض. ومع ذلك يمكن أن يكون للأباتيت التي تتكون بشكل طبيعي أيضا ألوان بنية، أو صفراء، أو خضراء، يمكن مقارنتها بتغير لون فلور الأسنان (Dorozhkin, 2011; Müller et al., 2010).

إن الهيدروكسي أباتيت المكربن الذي يعاني من نقص الكالسيوم هو المعدن الرئيسي الذي يتكون منه مينا الأسنان وكذلك عاج الأسنان، حيث يعد الهيدروكسي أباتيت من أهم المواد الحيوية الأكثر استعمالا في مجال تعويض العظام في الجسم، حيث يعد من المواد النشطة حيويا، وله القدرة على تشكيل طبقة التصاق جيدة تربطه مع النسيج الحي، وهذا ليس له أي تأثيرات جانبية على الجسم، على عكس المواد المعدنية التي هي قابلة للتآكل، ولا ترتبط مع الوسط الحي (Oliveira & Mansur, 2007; Pajor et al., 2019). بالرغم من أن للهيدروكسي أباتيت صيغة كيميائية مشابهة لصيغة العظام إلا أن له خصائص ميكانيكية ضعيفة جعلته محدود الاستعمال، وهذا الأمر دفع الباحثين لإيجاد حلول لتحسين خصائصه الميكانيكية، ومن أهم هذه الحلول إدخال بعض الإضافات على الهيدروكسي أباتيت (Oliveira & Mansur, 2007; Pajor et al., 2019).

تعد تقنية السحق عالي الطاقة إحدى العمليات التي يتم من خلالها التحضير لإنتاج مواد جديدة، حيث تتسبب في تكسير المساحيق، والالتحام مرة أخرى بين الجزيئات

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

المتكونة. وهذه التقنية تؤدي في نهاية المطاف إلى خليط ذري بين ذرات عناصر البداية حيث أن السحق عالي الطاقة يستقر في مراحل التوازن، ويستخدم كوسيلة لتفعيل بعض ردود الأفعال، أو لتشكيل مراحل جديدة. وذلك بسبب الطاقة التي يتم إدخالها أثناء السحق. إن الهدف الرئيسي من هذه الإضافة أن تلعب دورا مهما جدا في تكوين الأسنان حيث إنها تمثل 96% من مجموعة الهيدروكسيد الأباتيت. لذلك عند الكشف بالأشعة تحت الحمراء يمكن معرفة السن مصاب بالتسوس، أو لا دلالة بوجود، أو فقدان المجموعة الوظيفية لمركب فوسفات الكالسيوم (Nobre et al., 2020; Sadiasa et al., 2013; Zhang et al., 2020). فالهدف من هذا البحث دراسة وتحليل تأثير إضافة مادة الهيدروكسي أباتيت (أورثو فوسفات الكالسيوم) على الأسنان المصابة بالفجوات البكتيرية بعد معالجتها كيميائيا.

المواد وطرق البحث

الأدوات الزجاجية والمعدنية المستخدمة: استخدم في هذا البحث عدد من الأدوات المعملية وهي: مجفف معملي، ملعقة معدنية صغيرة، حامل، هاون معملي للطحن، أوعية بلاستيكية لحفظ العينات، ورق ترشيح، أدوات طبية تتضمن: لاصق، محاقن حجم 5ml، إبرة حقن، قفازات، مجموعة من عينات الأسنان مختلفة في النوع والعمر، كحول تعقيم، قارورات زجاجية، قمع زجاجي، مقياس حرارة، كأس زجاجي حجمي، جهاز حساس لقياس الأوزان الصغيرة جدا.

تحضير عينات الأسنان: إن تهيئة النموذج المستخدم في تحليل الأشعة تحت الحمراء تعتمد على حالة المادة المراد تحليلها سائلة، أو غازية، أو صلبة، فإذا كان النموذج غازياً يستخدم لذلك خلايا خاصة يمكن أن يدخل فيها الغاز من فتحة خاصة ثم غلقها، وعن طريق تجميد الغاز أولا ثم تبخره، وتوجيهه لكي يحتل حيزا من الخلية، ثم غلقها وتسجيل الطيف لهذا النموذج. أما إذا كان النموذج سائلا نقيا يمكن أن يوضع بين قرصين لإحداث فلم بسمك يقارب 0.01 mm، ويمكن استخدام أقراص كلوريد الفضة، أو كلوريد الصوديوم لهذا الغرض. أما في حالة محاليل السوائل توضع في خلية بسمك 0.1-1 mm وبتركيز 10%-0.05، ويجب استخدام خلية ثانية لها نفس مواصفات الخلية الأولى يوضع فيها مذيب نقي وتوضع في طريق حزمة المرجع، حيث يجب ملاحظة أن امتصاصيات المذيب لا تتداخل مع امتصاصيات السائل النموذج، ولا تتفاعل معه، أو يكون خاليا من الرطوبة، ومذيب جيد للنموذج كما يجب أن يكون له عدد قليل من حزم الامتصاص فمثلا: لا يمكن استخدام ثنائي كبريتيد الكاربون (CS_2) بوصفه مذيبا للأمينات الأولية، أو الثانوية؛ لأن الكحولات الأمينية تتفاعل هي وكل من رابع كلوريد الكاربون وثنائي كبريتيد الكاربون. أما في حالة النموذج الصلب يتم تحضير النموذج على شكل عجينة، أو قرص من هاليدات الفلزات القلوية.

تحضير العجينة: لتحضير العجينة يجب سحق حوالي 5gm من المادة، وجعلها على شكل مسحوق ناعم جدا مع قطرة صغيرة من مادة مناسبة مثل النوجول (هي عبارة عن مزيج من هايدروكاربونات بارافينيه)، أو سداسي كلوروبيوتاداايين أومركبات فلور وكاربون، ويجب أن لا تتداخل امتصاصيتها مع امتصاصيات النموذج. أي يعتمد اختيار مادة العجينة على المنطقة الطيفية التي يظهر فيها الطيف، حيث يبدئ النوجول حزم امتصاص في المنطقة ($2860-3030cm^{-1}$) لتمديد أصرة كاربون- هيدروجين و($1374-1460cm^{-1}$) لانحناء أصرة كاربون- هيدروجين، لذلك لا نستطيع الحصول على أية معلومات حول امتصاص العينة، أو النموذج في هذه المناطق، عند استعمال النوجول توضع العجينة بين قرصين من كلوريد الصوديوم، وبروميد البوتاسيوم ثم وضعها في طريق حزمة العينة، وكلما كان تحضير العجينة جيدا يتم الحصول على طيف جيد للمركب.

تحضير قرص من هاليدات الفلزات القلوية: لتحضير أقراص من هاليدات الفلزات القلوية يتم سحق حوالي (1-2gm) من العينة جيدا في ظروف جافة ثم خلط هذا

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

المسحوق (100-200gm) من بروميد البوتاسيوم ذي نعومة (100-200mesh)، ويوضع في قالب ويعرض لضغط 2500Par، بعدها يوضع القرص في طريق حزمة العينة للمطياف، وبالتالي يمكن تعيين أطياف IR.

جدول (1): يبين بيانات عن عينات الأسنان التي تمت دراستها

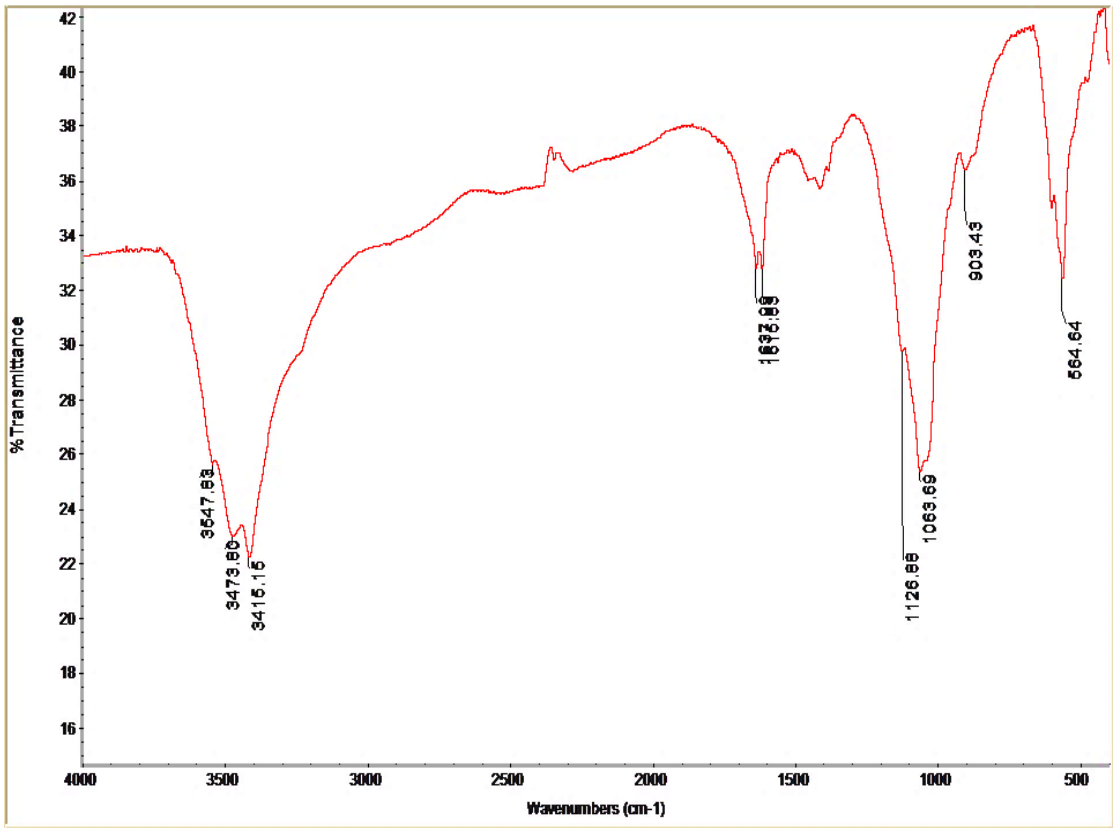
العينات	العمر	الجنس	كمية التسوس	كمية السليم	فورمالدهايد	فوسفات كالسيوم وماء مقطر
العينة الأولى	30	أنثى	----	0.1761g	-----	2ml +00.092g 4ml +00.092g
العينة الثانية	37	ذكر	0.887g	----	1.2ml	12ml +00.092g
العينة الثالثة	27	ذكر	----	----	0.8ml	8ml +00.092g
العينة الرابعة	9	أنثى	0.329g	----	0.6ml	6ml +00.092g

طريقة فحص عينات الأسنان: لقد تم في هذا البحث فحص عينات الأسنان المحضرة عن طريق استخدام طيف الأشعة تحت الحمراء. هناك عدة متطلبات أساسية مهمة تم توفيرها عند محاولة قراءة، وتفسير أطياف الأشعة تحت الحمراء: أولا: أن يكون شكل الطيف واضحا، أي أن تكون قمم منحنى الطيف حادة، وذات شدة مناسبة. ثانيا: التأكد من أن شكل الطيف هو لمركب تام النقاوة؛ وذلك لأن وجود الشوائب يعطي فرصة لظهور امتصاصات تتداخل مع الامتصاصات الأساسية للمركب، وهذا يقود إلى استنتاجات خاطئة عن تركيب المادة. ثالثا: التأكد من معايرة جهاز الأشعة تحت الحمراء قبل العمل به، وذلك بالتأكد من أن ترددات امتصاصات المركبات العضوية يكون في المواقع الصحيحة، دون أن تكون مزاحه ناحية اليمين، أو ناحية اليسار. رابعا: طريقة تهيئة النموذج يجب أن تكون معروفة.

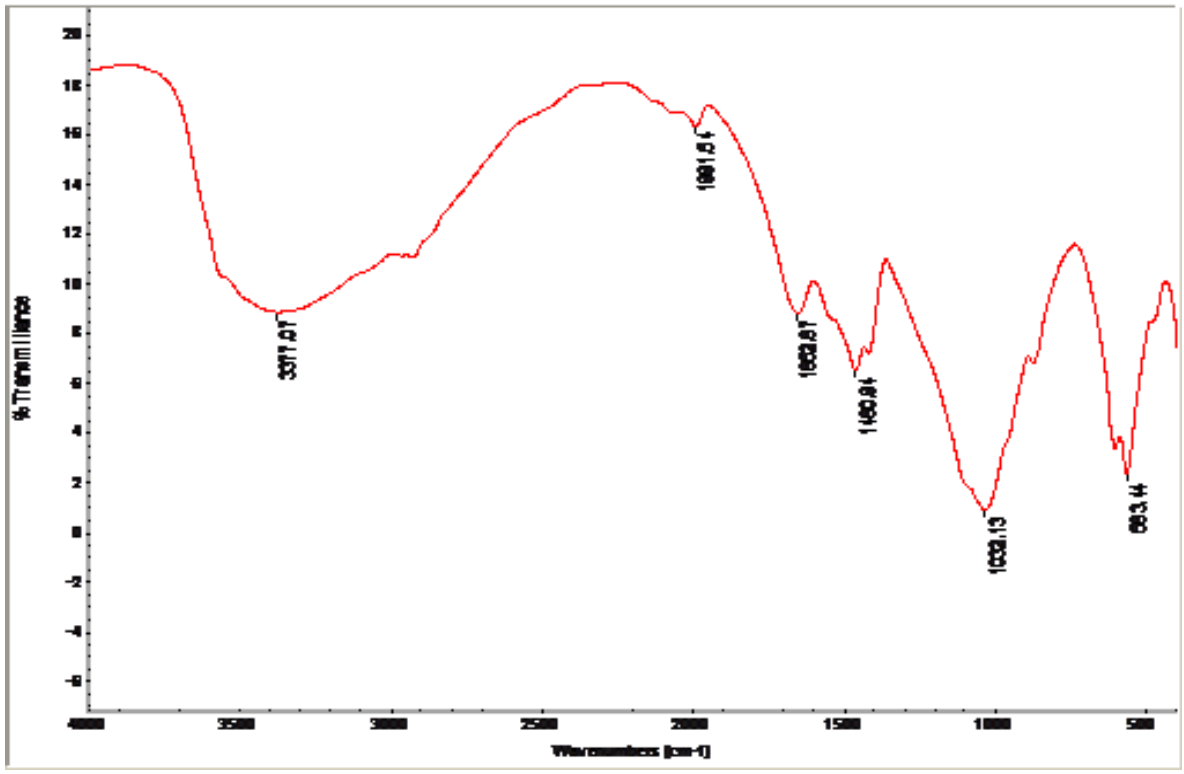
النتائج والمناقشة

A: يوضح الشكل (1) طيف الاشعة تحت الحمراء المسجل للجزء السليم لعينة السن نوع ضرس لامرأة عمرها ثلاثون سنة. أما الشكل (2) يبين طيف الأشعة تحت الحمراء للجزء المتسوس من العينة، والتي تم غمرها في محلول فوسفات الكالسيوم لمدة أربعة ساعات. نلاحظ من عملية المقارنة بين الطيفين المسجلين في الشكل (1) والشكل (2) أن هناك انتظاما في شكل منحني الطيف، وظهور قمم امتصاص جديدة في طيف الأشعة تحت الحمراء بالنسبة لعينة السن المعالجة بمادة فوسفات الكالسيوم. وهذا يدل على أن مادة فوسفات الكالسيوم قد ملأت الفجوات التي تركتها البكتريا المسببة للتسوس بشكل جيد. ونلاحظ كذلك من شكل الطيف المسجل للعينة في الشكل (2) تكون حافة امتصاص جديدة عند الطول الموجي ($293x10^6$cm) حيث إن نسبة الامتصاص كانت تساوي 22% مقارنة بالطيف المسجل للجزء السليم من السن حيث لا توجد حواف امتصاص عند هذا الطول الموجي.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



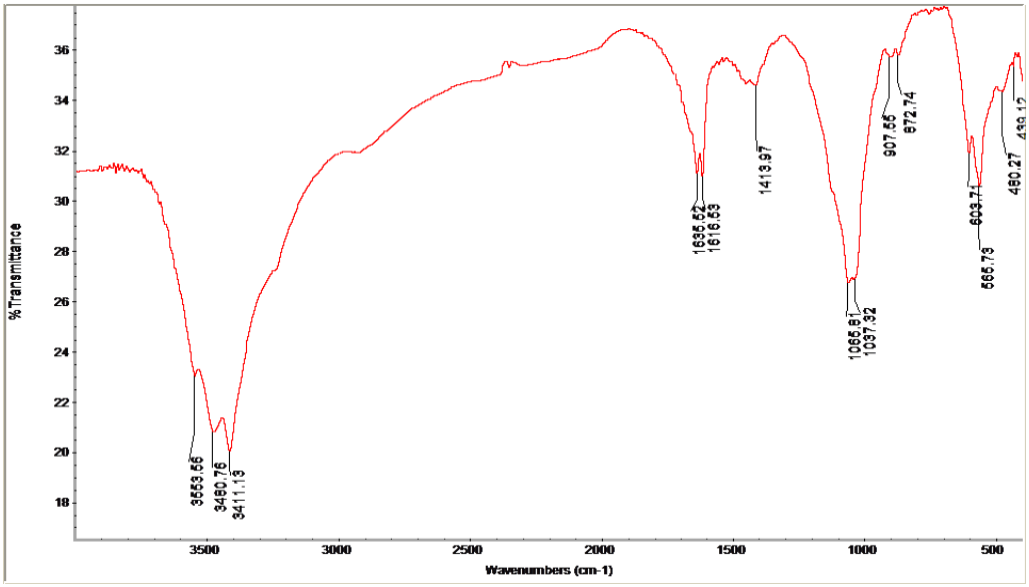
الشكل (1): الجزء السليم من السن دون أي معالجة، عينة السن نوع ضرس لامرأة عمرها ثلاثون سنة.



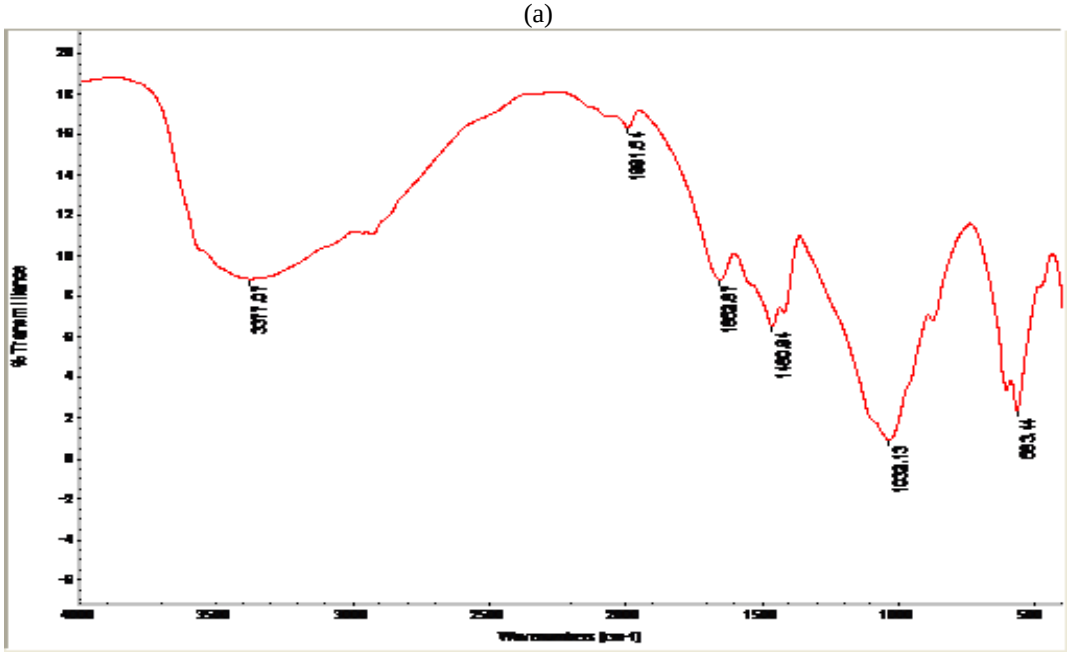
الشكل (2): الجزء المتسوس من السن بعد المعالجة بفوسفات الكالسيوم، عينة السن نوع ضرس لامرأة عمرها ثلاثون سنة.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

الشكل (3a) يبين طيف الأشعة تحت الحمراء المسجل لجزء من عينة السن السليم نوع ضرس لامرأة عمرها ثلاثون سنة والتي لم يتم معالجتها، بينما يبين الشكل (3b) طيف الأشعة تحت الحمراء لجزء من عينة نفس السن (الجزء السليم والمتسوس مع بعض) والتي تم غمرها في محلول الفورمالدهايد ولمدة أربع ساعات، ونلاحظ من عملية المقارنة بين الطيفين انتظام شكل منحنى الطيف، وظهور قمم امتصاص جديدة في طيف الأشعة تحت الحمراء بالنسبة لعينة السن المختلطة، والمعالجة بمحلول الفورمالدهايد. وهذا يدل على أن محلول الفورمالدهايد قد عمل على تغيير الخواص الفيزيائية للعينة بحيث كانت نفاذية هذه الأشعة خلال العينة صغيرة جدا وتساوي تقريبا 20%. ونلاحظ أنه من الطيف المسجل للعينة في الشكل (3b) أن هذه الحافة تكونت عند طول موجي($293x10^6$cm) مقارنة بالطيف المسجل لجزء عينة المتسوس شكل (2).



(a)



(b)

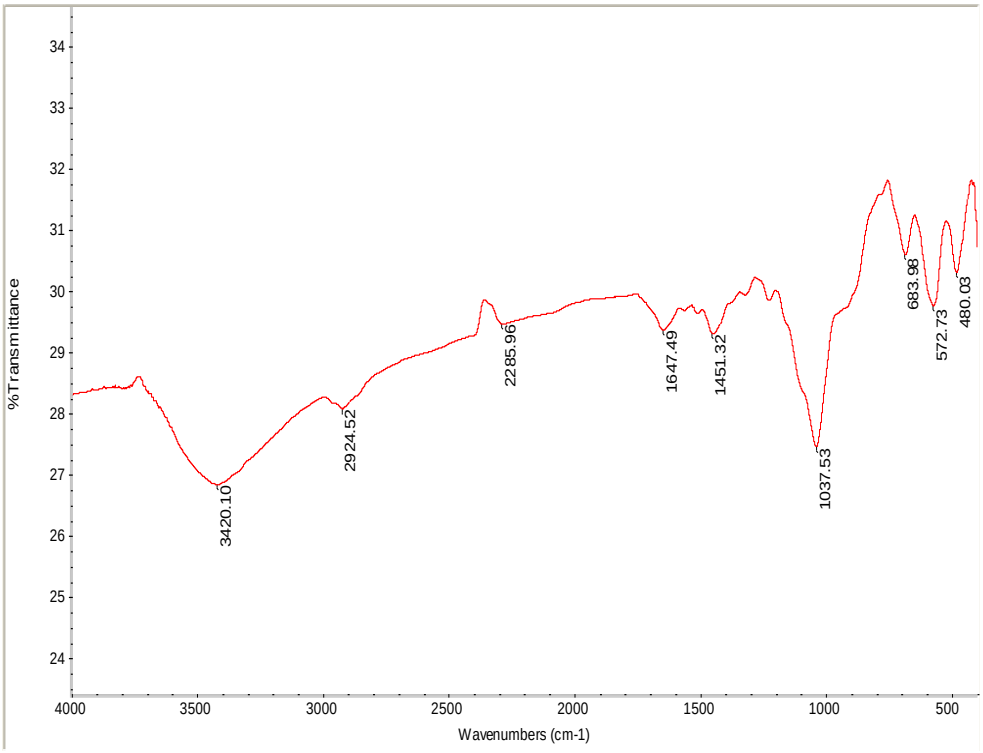
الشكل (3): a: الجزء السليم للسن بدون معالجة، b: الجزء المختلط للسن (الجزء السليم والمتسوس مع بعض) بعد المعالجة، عينة السن نوع ضرس لامرأة عمرها ثلاثون سنة.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

يوضح الشكل (4) طيف الأشعة تحت الحمراء المسجل لجزء من عينة السن نوع ضرس لرجل عمره سبع وثلاثون سنة، والتي غمرت في محلول الفورمالدهايد (التركيز 37%) لمدة أربع ساعات. أما الشكل (5) يبين طيف الأشعة تحت الحمراء المسجل من عينة السن نفسها للجزء المتسوس، والتي حفظت في محلول فوسفات الكالسيوم لمدة أربع ساعات أيضا. حيث نلاحظ من عملية المقارنة بين الطيفين المسجلين لهذه العينات كما موضح بالشكلين (4) و (5) ظهور قمم امتصاص جديدة في طيف الأشعة تحت الحمراء بالنسبة لعينة السن المتسوسة والمعالجة بالمادة. وهذا يدل على أن مادة فوسفات الكالسيوم قد عملت على تغيير الخواص الفيزيائية للعينة بحيث كانت نفاذية هذه الأشعة خلال ذرات العينة صغيرة جدا وتساوي تقريبا 1%. ونلاحظ من الطيف المسجل للعينة في الشكل (5) أن هذه الحافة تكونت عند طول موجي مقداره ($952x10^6$cm) مقارنة بالطيف المسجل لجزء عينة الضرس المتسوسة المعالجة بمحلول الفورمالدهايد.

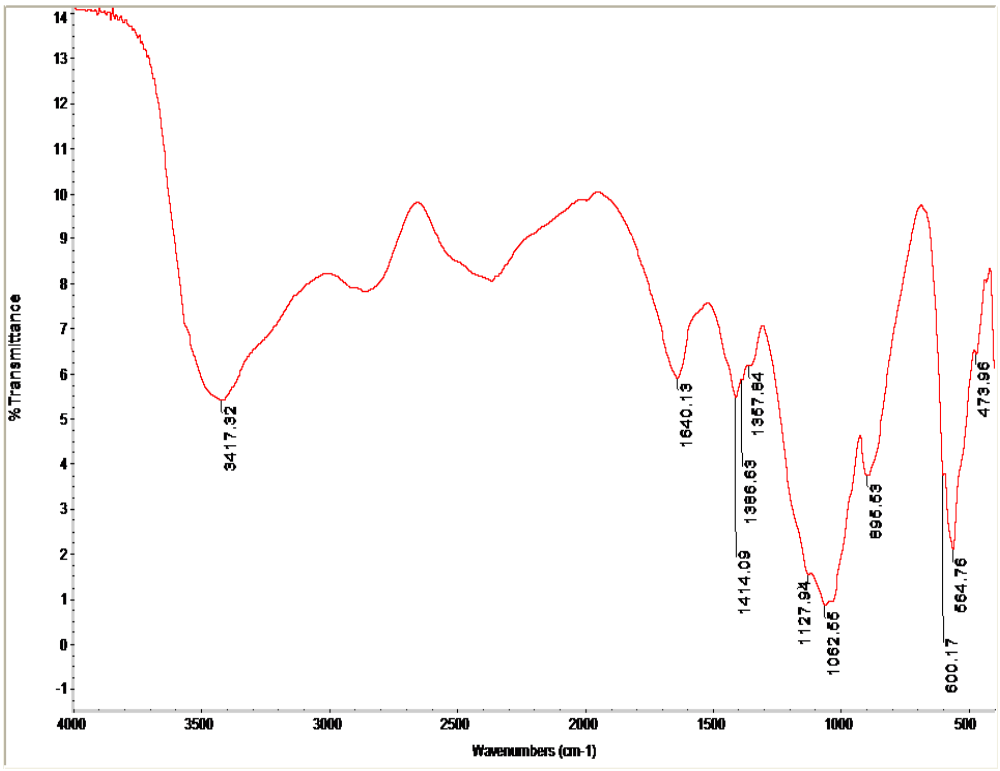
B: يوضح الشكل (6) طيف الأشعة تحت الحمراء المسجل لجزء من عينة السن نوع ضرس لرجل عمره سبع وعشرون سنة، والتي غمرت في محلول الفورمالدهايد (التركيز 37%) لمدة أربع ساعات.

أما الشكل (7) يبين طيف الأشعة تحت الحمراء المسجل لجزء من عينة الضرس نفسه، والتي حفظت في محلول فوسفات الكالسيوم. حيث نلاحظ من عملية المقارنة بين الطيفين المسجلين لهذه العينات كما موضح بالطيفين في الشكلين (6) و(7) ظهور قمم امتصاص جديدة في طيف الأشعة تحت الحمراء بالنسبة لعينة الضرس المعالجة بمادة فوسفات الكالسيوم، حيث كانت قيمة النفاذية لها تساوي 13%. ونلاحظ من الطيف المسجل في الشكل (7) أن هذه الحافة تكونت عند طول موجي مقداره ($1x10^5$cm) مقارنة بالطيف المسجل لعينة الضرس المعالجة بمحلول الفورمالدهايد، حيث كانت هذه الحافة عند قيمة نفاذية 41% والمقابلة للطول الموجي نفسه ($1x10^5$cm).

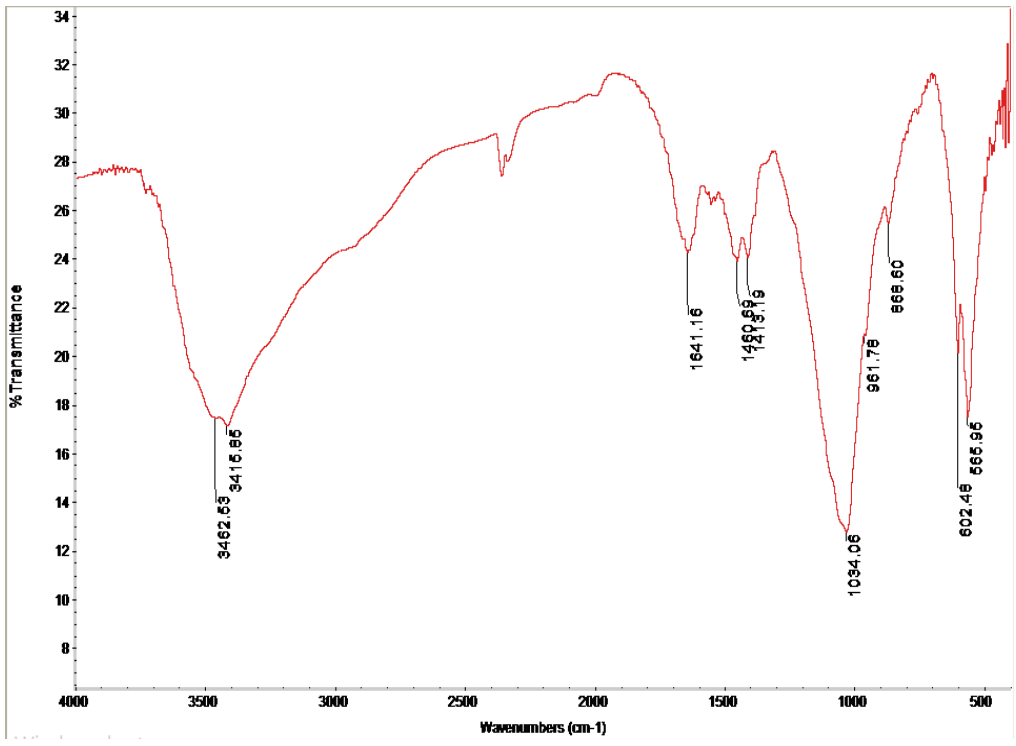


الشكل (4): الجزء المتسوس من السن بعد المعالجة الأولى، والتي غمرت في محلول الفورمالدهايد (التركيز 37%) لمدة أربع ساعات، عينة السن نوع ضرس لرجل عمره سبع وثلاثون سنة.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

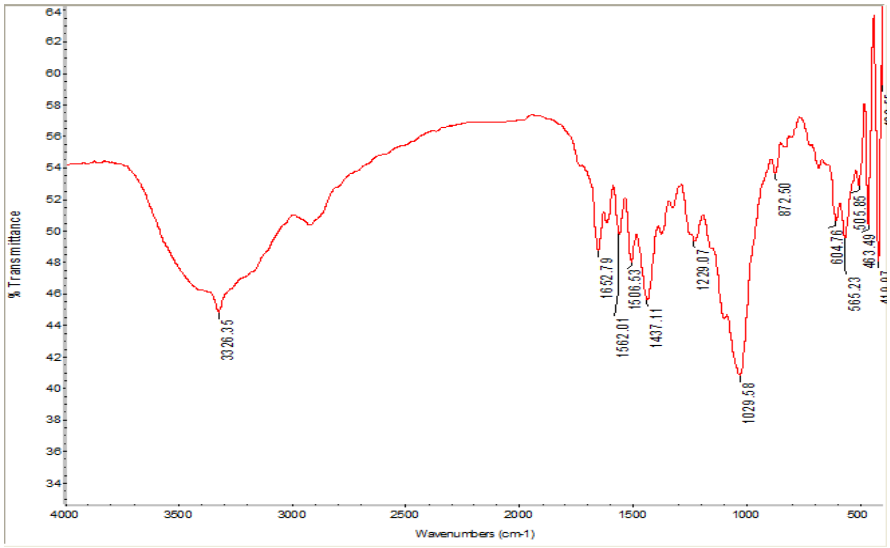


الشكل (5): الجزء المتسوس من السن بعد المعالجة الثانية، والتي حفظت في محلول فوسفات الكالسيوم لمدة أربع ساعات، عينة السن نوع ضرس لرجل عمره سبع وثلاثون سنة.



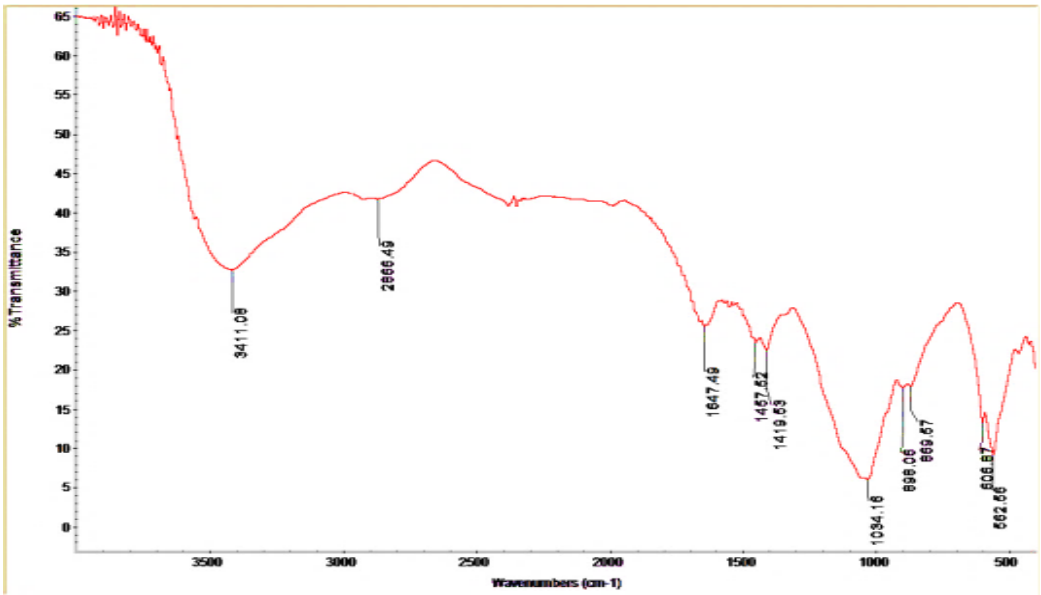
الشكل (6): الجزء السليم من السن بعد المعالجة الأولى، عينة السن نوع ضرس لرجل عمره سبع وعشرون سنة، والتي غمرت في محلول الفورمالدهايد (التركيز 37%) لمدة أربع ساعات.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



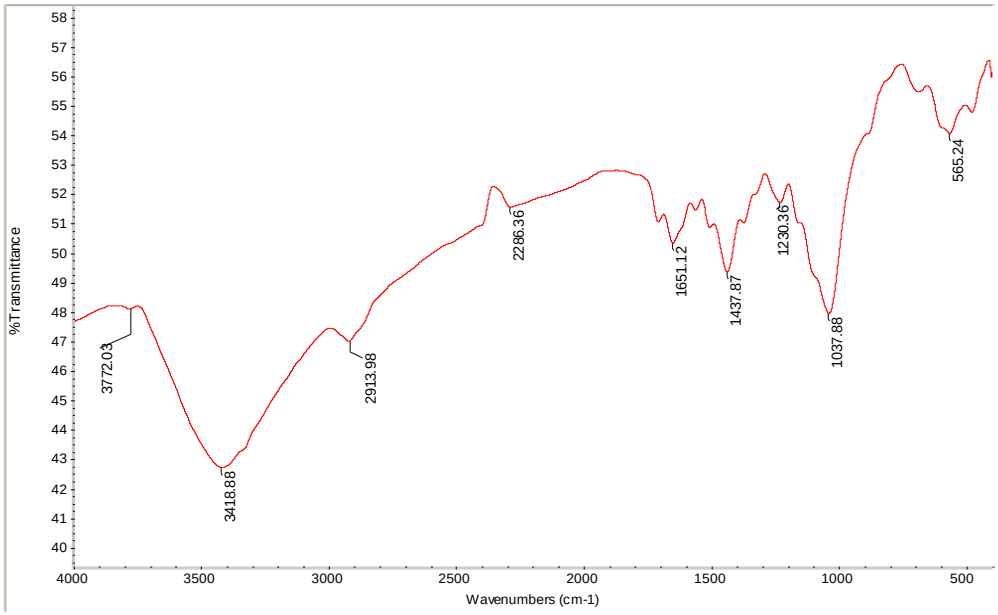
الشكل (7): الجزء السليم من السن بعد المعالجة الثانية، عينة السن نوع ضرس لرجل عمره سبع وعشرون سنة، والتي حفظت في محلول فوسفات الكالسيوم.

C: يوضح الشكل (8) طيف الأشعة تحت الحمراء المسجل لجزء من عينة السن نوع ضرس لبنية لطفل عمره تسع سنوات، والتي غمرت في محلول الفورمالدهايد (التركيز 37%) لمدة أربعة ايام. أما الشكل (9) يبين طيف الأشعة تحت الحمراء المسجل لجزء من عينة الضرس نفسه، والتي حفظت في محلول فوسفات الكالسيوم لمدة أربع ساعات. حيث نلاحظ من عملية المقارنة بين الطيفين المسجلين لهذه العينات كما موضح بالطيفين في الشكلين (8) و (9) ظهور قمم امتصاص في طيف الأشعة تحت الحمراء بالنسبة لعينة الضرس المعالجة بمادة فوسفات الكالسيوم، حيث كانت قيم النفاذية لهذه الأشعة خلال العينة تساوي 6%. ونلاحظ من الطيف المسجل في الشكل (9) أن هذه الحافة تكونت عند طول موجي مقداره ($1x10^5$cm) مقارنة بالطيف المسجل لعينة الضرس اللبنية المعالجة بمحلول الفورمالدهايد، حيث كانت هذه الحافة عند قيمة نفاذية مقدارها 48% والمقابلة للطول الموجي نفسه ($1x10^5$cm).



الشكل (8): الجزء المتسوس من السن بعد المعالجة الأولى، عينة السن نوع ضرس لبنية لطفل عمره تسع سنوات، والتي غمرت في محلول الفورمالدهايد (التركيز 37%) لمدة أربعة أيام.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



الشكل (9): الجزء المتسوس من السن بعد المعالجة الثانية، عينة السن نوع ضرس لبنية لطفل عمره تسع سنوات، والتي حفظت في محلول فوسفات الكالسيوم لمدة أربع ساعات.

الاستنتاج

نستنتج من دراسة الأطياف المختلفة المسجلة للأشعة تحت الحمراء لعينات الأسنان المختلفة، تكون قمم حادة لعينات الأسنان المعالجة بمادة أورثو فوسفات الكالسيوم عند أطوال موجية مختلفة. وعند تحديد هذه القمم نجد أنها تتكون عند معاملات نفاذية صغيرة مقارنة بمعاملات النفاذية للأطياف المسجلة لعينات الأسنان التي لم تتم معالجتها بمادة أورثو فوسفات الكالسيوم. وهذا يدل على تكون روابط كيميائية جديدة نتيجة تفاعل مادة أورثو فوسفات الكالسيوم مع نسيج السن المعالجة، والذي يثبت جودة هذه المادة الحيوية في علاج فجوات الأسنان (Hribar 2014).

المراجع

Chadwick, B. L., Dummer, P., Dunstan, F., Gilmour, A., Jones, R., Phillips, C., Rees, J., Richmond, S., Stevens, J., & Treasure, E. T. (1999). What type of filling? Best practice in dental restorations. *Quality in health care: QHC*, *8*(3), 202.

Crowley, C ,.Pembroke, J., & Birkinshaw, C. (2010). Biomaterials in Dentistry and Medicine. *Biomaterials Developments and Applications: Advances in Biology and Medicine; Bourg, H., Lisle, A., Eds*, 231-289.

Dorozhkin, S. V. (2011). Calcium orthophosphates: occurrence, properties, biomineralization, pathological calcification and biomimetic applications. *Biomatter*, *1*(2), 121-164.

Gholampour, S., Zoorazma, G., & Shakouri, E. (2016). Evaluating the effect of dental filling material and filling depth on the strength and deformation of filled teeth. *Journal of Dental Materials and Techniques*, *5*(4), 172-180.

Hribar, G., Žnidaršič, A., & Maver, U. (2012). Calcium Phosphate as a Biomaterial and its use in Biomedical Applications. *Phosphates: sources, properties and applications. Nova Science Publishers*, 43-81.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

Rodríguez-Farre, E., Testai, E., Bruzell, E., De Jong, W., Schmalz, G., Thomsen, M., & Hensten, A. (2015). The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users.

Rubežić, M. Z., Krstić, A. B., Stanković, H. Z., Ljupković, R. B., Ranđelović, M. S., & Zarubica, A. R. (2020). Different types of biomaterials: Structure and application: a short review. *Advanced Technologies*, *9*(1), 69-79.

Sadiasa, A., Jang, D.-W., Nath, S. D., Seo, H. S., Yang, H. M., & Lee, B. T. (2013). Addition of hydroxyapatite to toothpaste and its effect to dentin remineralization. *Korean Journal of Materials Research, 23*(3), 168-176.

Tillberg, A. (2008). *A multidisciplinary risk assessment of dental restorative materials* Tandteknikerprogrammet].

Yuan, H., & Groot, K. d. (2004). Calcium phosphate biomaterials: an overview. *Learning from nature how to design new implantable biomaterialsis: From biomineralization fundamentals to biomimetic materials and processing routes*, 37-57.

Zhang, J., Wang, J., Ma, C., & Lu, J. (2020). Hydroxyapatite formation coexists with amyloid-like self-assembly of human amelogenin. *International journal of molecular sciences, 21*(8), 2946.

King, N. M., Anthonappa, R. P., & Itthagarun, A. (2007). The importance of the primary dentition to children-Part 1: consequences of not treating carious teeth. *Hong Kong Practitioner, 29*(2), 52.

Müller, F. ,Zeitz, C., Mantz, H., Ehses, K.-H., Soldera, F., Schmauch, J. r., Hannig, M., Hüfner, S., & Jacobs, K. (2010). Elemental depth profiling of fluoridated hydroxyapatite: saving your dentition by the skin of your teeth? *Langmuir, 26*(24), 18750-18759.

Nobre, C. M. G., Pütz, N., & Hannig, M. (2020). Adhesion of hydroxyapatite nanoparticles to dental materials under oral conditions. *Scanning, 2020*.

Oliveira, M., & Mansur, H. S. (2007). Synthetic tooth enamel: SEM characterization of a fluoride hydroxyapatite coating for dentistry applications. *Materials Research, 10*(2), 115-118.

Pajor, K., Pajchel, L., & Kolmas, J. (2019). Hydroxyapatite and fluorapatite in conservative dentistry and oral implantology—A review. *Materials, 12*(17), 2683.

Papagerakis, P & ,.Mitsiadis, T. (2013). Development and structure of teeth and periodontal tissues. *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism. 8th ed. New York: John Wiley & Sons*.

Parida, P., Behera, A., & Mishra, S. C. (2012). Classification of Biomaterials used in Medicine.

Patel, E., Choonara, Y., & Pillay, V. (2020). Dental biomaterials: challenges in the translation from lab to patient. *South African Dental Journal, 75*(1), 16-28.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

Studying the possibility of using Calcium Orthophosphate as a promising dental treatment of caries by analyzing the Infrared spectrum of inspected teeth samples

Abubaker Ali Yousif Alghoul, Tarek Mohamed Fayez, Marow Moftah Ali Ahssona

Department of Physics, Faculty of Science, University of Sebha, Sebha, Libya

Received: 16 November 2021/ Accepted: 06 March 2022
Doi: https://doi.org/10.54172/mjsc.v37i1.735

Abstract: It is well known that Biomaterials play a significant role in the field of treatment of many dental diseases such as dental caries caused by bacteria. One of these significant biomaterials is calcium phosphate, formally known as hydroxyapatite. This study aims to investigate the effect of using hydroxyapatite on dental caries. In this research, some teeth samples infected by caries were studied experimentally. The collected teeth samples were taken from people of different age groups. After the chemical treatment of the teeth samples, at the laboratory, different percentages of calcium orthophosphate were added to each dental sample. Subsequently, these samples were subjected to spectroscopic analysis by infrared technique. The results showed the synthesis of new chemical bonds as a direct consequence of the interaction of calcium phosphate with the teeth tissue affected by dental caries. The absorption coefficients of the infrared, for different teeth samples, were at the following wavelengths: 2.93μm, 9.52μm, 0.1μm, 0.1μm. When comparing these wavelengths, the results show the formation of sharp peaks for dental samples treated with calcium phosphate. When identifying these peaks, the study showed that they form at small permeability coefficients compared to the permeability coefficients recorded for dental samples untreated with calcium phosphate.

Keywords: Dental caries, Calcium orthophosphate, Infrared spectrum.

***Corresponding author**: Abubaker Ali Alghoul: *abu.alghoul@sebhau.edu.ly* , Department of Physics, Faculty of Science, University of Sebha, Sebha, Libya