

دراسة التأثير في الخصائص التركيبية لأغشية رقيقة من بولي فينايل الكحول (PVA) المشوبة بخلات الزنك المائية بعد تعريضها للأشعة السينية ثم لحزمة ليزر CO₂ وبالعكس

عبير نوزاد كاظم^{1*}، أ.م.د. خليل ابراهيم محمد²

¹ قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

² قسم الفيزياء، كلية التربية للبنات، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

*الباحث المسؤول: abernwzad@uokirkuk.edu.iq

المخلص

يتضمن هذا البحث دراسة الخصائص التركيبية للأغشية المحضرة ودراسة مدى تأثير كل من التشعيع بحزمة ليزر ثاني أكسيد الكربون CO₂ وحزمة من الأشعة السينية وكذلك تأثير عملية التشويب على الأغشية الرقيقة المحضرة من بوليمر بولي فينايل الكحول (PVA) المشوبة بخلات الزنك المائية (Zn(CH₃CO₂)₂H₂O) وبنسبة وزنية 5% التي تم استخدام طريقة الصب Casting Method لجعلها بشكل اغشية رقيقة thin film مرسبه على قواعد زجاجية ابعادها (25.4×12.5)nm وبمسك معلوم تقريبا 380.42nm. بعدها تم تقسيم العينات الى قسمين تم تعريض القسم الأول الى حزمة اشعة ليزر CO₂ عند طاقة ثابتة مقدارها 10Watt وازمان تعرض مختلفة (3, 6, 9, 12)sec ثم بعد ذلك تعريضها للأشعة السينية لمدة (1.5)h وتثبيت جهد جهاز الاشعة السينية عند جهد مقداره (5KV). القسم الثاني من العينات تم تعريضها للأشعة السينية لفترات زمنية مختلفة (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5)h وبجهد مقداره (5KV) وبعدها تعريض العينات الى حزمة ليزر ثاني أكسيد الكربون (CO₂) بطاقة ثابتة مقدارها 10Watt وزمن تعرض ثابت مقدار 10sec ودرس تأثير التشعيع في الحالتين على الخصائص البصرية والتركيبية. حيث أظهرت نتائج حيود الاشعة السينية (XRD) لخليط (PVA+Zn) أن الطبيعة البلورية للمترابكات غير بلورية (Amorphous) ولغرض دراسة طوبوغرافية السطوح فقد اظهرت نتائج مجهر القوة الذرية (AFM) نقصان الحجم الحبيبي بعد تشعيع الخليط ولقد تبين أن تأثير التشعيع أكثر استجابة في حالة تشعيع (Laser+X-Ray) أكبر من حالة (X-Ray+ laser).

معلومات البحث

تاريخ الاستلام: 5 ايلول 2021

تاريخ القبول: 5 كانون الاول 2021

تاريخ النشر: 30 ايلول 2022

الكلمات الدالة:

بولي فينايل الكحول (PVA)؛ بخلات الزنك المائية (Zn(CH₃CO₂)₂H₂O)؛ الاشعة السينية X-Ray؛ ليزر ثاني أكسيد الكربون (CO₂).

DOI:

<http://doi.org/10.32894/kujss.2022.131389.1045>

022.131389.1045

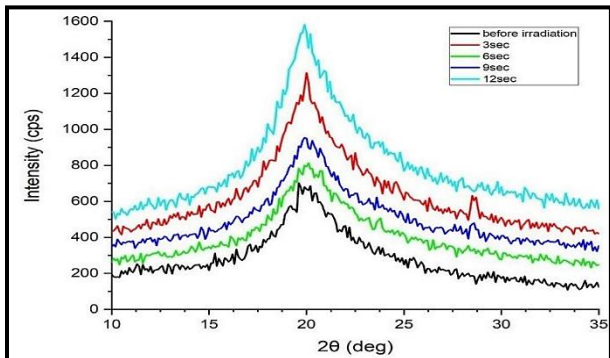
1. المقدمة:

استجابة للرغبة في تقليل التأثيرات البيئية مع الطلب المتزايد للمواد الداخلة في تصنيع احتياجاتنا اليومية من خلال التحكم في الصفات والخصائص البصرية والميكانيكية والكهربائية لبعض المواد ومنها البوليمرات عن طريق إضافة التشويب إليها ومعاملتها ببعض المعاملات الخاصة التي تدخل التحسينات اللازمة ومثال ذلك الأغشية المصنعة من بولي فينايل الكحول لغرض الدراسة والتطوير [1]، مثل إضافة بعض المركبات الكيماوية او المزج بين البوليمرات بهدف الحصول على الخصائص المطلوبة Polyvinyl Alcohol (PVA) [2]. مادة على شكل مسحوق عاجي عديم الطعم ومتوافقة حيوياً، قابله للتسخن، غير سامه في الطبيعة، يمكن ان يخلط بالمواد الكيماوية الأخرى بسهولة، ملائم لتصنيع أغلفة الأطعمة كونه ماص جيد للماء وتكون الاغلفة المصنوعة منه صديقة للبيئة ومقاوم لبعض المواد الكيماوية وبعض الغازات [3]. هو أحد البوليمرات الشفافة، ويذوب ببطء في الماء عند درجات الحرارة الواطئة ولكن تصبح لديه قابلية ذوبان عالية مع درجات الحرارة العالية، وهو مادة مقاومة للمذيبات والدهون، ويتمتع البوليمر بعزل جيد وله القابلية على خزن الشحنات الاستاتيكية [4]. تتكون البوليمرات من مركبات كيميائية ضخمة تتألف بدورها من وحدات بنائية حيث تتركب البوليمرات من جزيئات عضوية وهذه الجزيئات تتبني عند تكرار الوحدات الصغيرة لتحتوي السلاسل الكبيرة جداً من البوليمرات على مجموعة كبيرة من هذه الوحدات المكررة، يمكن مزج (PVA) مع مواد

ذات وزن جزيئي منخفض او مرتفع لتتكيف ويمكن استخدامها في جميع التطبيقات، وازدادت أهميتها عندما أصبحت تستخدم بشكل متزايد في حفظ ونقل الادوية كونها يمكن التحكم بشكل كبير فيها بالسطح والحجم [5].

تعتبر المواد البوليميرية من المواد المهمة والتي تمثل مايشبه الفاصل بين المواد البلورية وغير البلورية، وكذلك فصل المركبات الموجودة في الخليط اذا كانت تعتبر مواد صلبة حقيقة يمكن وجودها في نفس الوقت مثل المخاليط (mixtures) وكذلك المترابكات (composites)، لذلك تعتبر البوليمرات من المواد المنافسة مع المواد التقليدية الأخرى. أن استعمال أكثر البوليمرات كان مقتصرأ على وتصنيع بعض المنتجات المحددة وتكون رخيصة الثمن ذات استخدامات بسيطة، مع التقدم والتطور السريع تم استبدال بعض هذه المواد مع مواد أخرى لديها مواصفات أحسن منها كما هو الحال عند تبديل الألمنيوم وكذلك الحديد بالمواد الأخرى المصنوعة من البوليمرات لكي تتحمل الإجهاد العالي والحرارة العالية، يسعى العلماء والمختصين في الوقت الحالي لإنتاج مواد بوليميرية تصلح لاستخدامها في المجالات المختلفة. وتعتبر اللدائن من القطاعات المهمة جداً في مختلف الصناعات الكيماوية حيث تمتاز بالصلابة ورخص الثمن والقابلية على تشكيلها لأدراجها في الكثير من الصناعات مثل صناعة الأدوات المنزلية وأيضاً العوازل الكهربائية وكذلك صناعة الطائرات والسيارات. أيضاً تدخل البوليمرات في صناعة الأقمار الصناعية بشكل مهم وفي أبحاث الفضاء حيث تدخل في صناعة

نتائج الفحص بالأشعة السينية وتبين من خلاله ان الطبيعة التركيبية لمتراكبات الخليط غير بلورية (Amorphous) وهذا يتفق مع الباحثين [12] [13] [14].



شكل 1: نتائج حيود الأشعة السينية لبولي فينايل الكحول المشوبة بخلات الزنك المائية (PVA /Zn)

أظهرت نتائج تشييع مركب بولي فينايل الكحول المشوب بخلات الزنك المائية بليزر ثاني أكسيد الكربون (CO_2) فقد بينت نتائج الفحص عند التشييع بـ(3sec) ظهرت أعظم شدة عند موقع ($\theta=20.1832$) أما عند التشييع لفترة (6sec) ظهرت أعظم شدة عند ($\theta=20.0032$) وعند زيادة زمن التشييع الى (9sec) ظهرت أعظم شدة عند ($\theta=19.8962$) وعند تشييع (12sec) فإن اعظم شدة ظهرت عند ($\theta=19.8812$) حيث تبين بأن الشدة تزداد كلما زاد زمن التشييع وكما يمكننا التحكم بدرجة التبلور بزيادة زمن التشييع لكونه يزيد من الارتباط والتشابك بين سلاسل المركبات البوليميرية [15]. كما تبين أن أعظم عرض منتصف القمة (FWHM) هي (0.918 deg) وكما موضح في الجدول 1، حيث تمثل (d) المسافة البينية بين كل مستويين متتاليين.

جدول 1: نتائج حيود الأشعة السينية قبل التشييع وبعد تشييعه بالليزر.

PVA+ZN	2 θ (deg)	d(A ^o)	FWHM (deg)
Before irradiation	20,183	4.3961	0.596
3sec	20.003	4.4353	0.711
6sec	20,091	4.416	0.913
9sec	19.896	4.4589	0.918
12sec	19.881	4.4621	0.805

اما في حالة تشييع بالأشعة السينية لمركب بولي فينايل الكحول المشوب بخلات الزنك المائية فقد أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية بأنه عند التشييع لمدة (0.5h) فإن أعظم شدة ستكون ($\theta=19.6962$) أما عند تشييع الى (1.5h) فإن أعظم شدة عند ($\theta=19.9022$) وعندما نزيد التشييع الى (2h) فإن أعظم شدة عند ($\theta=20.0182$) أما عند التشييع لمدة (2.5h) فإن أعظم شدة عند ($\theta=20.1012$) وتبينت أن الشدة تزداد مع زيادة زمن التشييع بأشعة السينية وأن أعظم شدة كانت عندما كان الزمن (2.5h).

الدوائر الكهربائية وكذلك الأغلفة للهوائيات وأيضا العلب للأجهزة الدقيقة وللحواجز الحرارية [6].

استعملت في عملية تشويب البوليمر مادة خلات الزنك المائية وصيغتها الكيميائية ($Zn(CH_3CO_2)_2 \cdot 2H_2O$)، وهي عبارة عن مسحوق ابيض سريع الذوبان في الماء يمكن ان تذوب بالماء في درجة حرارة الغرفة يتم تحضيرها من أكسيد الخارصين ZnO عن طريق اذابته اسيتات الزنك باستخدام مقدار معين من محلول كحول الايثانول واستخدام مادة Diethanol Amin (DEA) التي تعتبر مادة مثبته وتعمل على زيادة تجانس المحلول كما وتساهم في زيادة تثبيته على القواعد الزجاجية لاحقاً [7].

الهدف من عملية تشويب البوليمر لغرض تحسين بعض الخصائص التركيبية والبصرية كما يمكن التحكم بمقدار التوصيلية الكهربائية من خلال نسبة ونوع التشويب [8,9]. أن التشييع بحزمة أشعة الليزر يؤدي الى حدوث تغييرات في الخصائص التركيبية والبصرية والحرارة للبوليمرات بصورة عامة [10]. كما أن التشييع بالأشعة السينية- $(x\text{-ray})$ يؤدي الى حصول تغييرات في بعض الخواص ولكن بنسبة اقل من تأثير حزمة اشعة الليزر [11].

ويهدف البحث الى معرفة مدى تأثير الاشعة السينية وليزر ثاني أكسيد الكربون وعملية التشويب في البوليمر المشوب (PVA+ZN) في حالة التشييع بالليزر تعقبها الاشعة السينية أو في حالة تشييع بالأشعة السينية وبعدها بالليزر.

2. الجزء العملي:

في هذا البحث تم تحضير الأغشية الرقيقة لخليط من مادة بولي فينايل الكحول المشوبة بمادة خلات الزنك المائية وتم تحضير المحلول بطريقة الصب (Casting Method) لكونها سهلة التحضير ولا تحتاج الى تقنيات متقدمة وسهولة التحضير بالإضافة الى النتائج التي يتم الحصول عليها مقارنة بالطرق الأخرى، لقد حضرت النماذج على شكل أغشية رقيقة وبتركيز (5%) gm/ml، وذلك عن طريق اذابة 0.2 gm من مادة خلات الزنك المائية في 20 ml من الماء المقطر و بدرجة حرارة (60 C^o) ولمدة 30 min أي نصف ساعة مع استخدام 4 gm من مادة بولي فينايل الكحول في 40 ml من الماء المقطر ولمدة 150min عند نفس درجة الحرارة وذلك باستخدام الخلاط المغناطيسي (magnetic stirrer) وبعدها تمت خلط المحاليل مع بعضها كل من مادة خلات الزنك المائية ومادة بولي فينايل الكحول ولمدة 60min وبدرجة حرارة 60 C^o وكانت قيمة (PH \approx 6)، وصُب الخليط على شرائح زجاجية، وتم تعريض جزء من العينات الى اشعة ليزر ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وبطاقة مقدارها (10W) وحسب الأزمنة (3, 6, 9, 12) sec وبعدها تمت تعريض نفس العينات الى الاشعة السينية لمدة 1.5 h وبجهد (5kv) اما في حال المجموعة الثانية فقد تم تعريض العينات الى الاشعة السينية حسب الازمنة (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5)h وبجهد (5kV) وبعدها تم تعريض نفس العينات الى شعاع الليزر لمدة 10 sec وبطاقة (10W)، ولقياس ومعرفة مدى التغييرات التي طرأت على الخصائص التركيبية فقد تم استخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) وأيضا جهاز مجهر القوة الذرية (AFM) لدراسة مدى التأثير وتشخيص الفروقات التي حصلت في تركيب الاغشية بين المجموعتين.

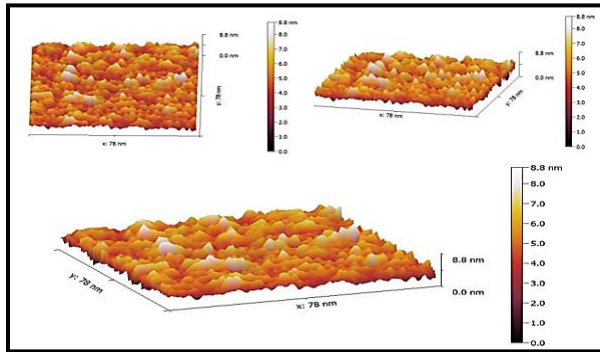
3. النتائج والمناقشة:

3.1 نتائج الفحوصات باستخدام حيود الأشعة السينية XRD :

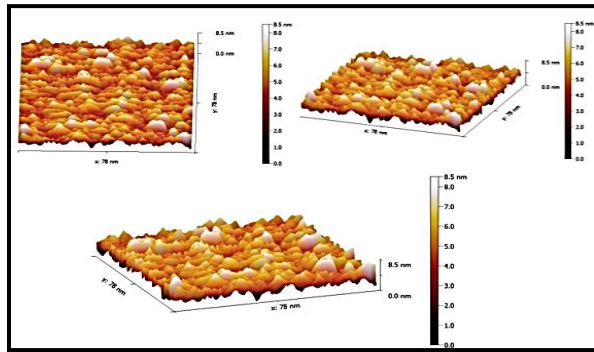
تم التعرف على طبيعة التركيب البلوري لمتراكبات بولي فينايل الكحول المشوبة بخلات الزنك المائية (PVA /Zn) وبتركيز 5% من خلال دراسة نمط حيود الأشعة السينية ومعرفة مواقع القمم (Peaks) التي تظهر عند فحص الاغشية الرقيقة بفحص XRD الشكل 1 بين

تعمل على عدم الالتحام الذرات فيما بينها وذلك نتيجة لتكوين حالة توتر بين الحدود [17] وأيضاً نقصان في قيمة خشونة السطح، ونقصان في معدل الجذر التربيعي (الذي يمثل مربع الارتفاع والانخفاض للحبيبات على حاصل الجمع لها تحت الجذر التربيعي) وكما موضح في جدول 3 وذلك لأن التشعيع بالليزر ساعد على التجانس للنمو البلوري لسطوح الأغشية المشعة، الشكل 4.

أما في حالة التشعيع بالأشعة السينية ولمدة (1.5h) أدت إلى نقصان الحجم الحبيبي وقد يعزى ذلك إلى عدم التلاحم الذرات والتراص مع بعضها البعض وكذلك زيادة في قيمة خشونة السطح وأيضاً زيادة في معدل الجذر التربيعي (الذي يمثل مربع الارتفاع والانخفاض للحبيبات على حاصل جمع لها تحت الجذر التربيعي) والموضحة في الجدول 3 وهذا يدل على أن التشعيع بالأشعة السينية لم يساعد على التجانس النمو البلوري لأغشية المشعة بالأشعة السينية وهذا مقارب لماحصل عليه الباحثون [17].



شكل 4: نتائج فحص (AFM) بعد تشعيع بالليزر للمركب (PVA+Zn) لمدة 9sec.



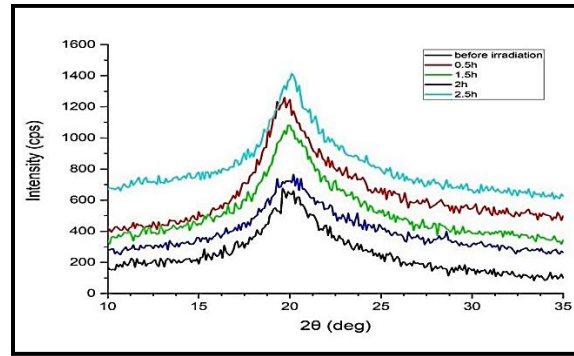
شكل 5: يبين نتائج (AFM) للمركب (PVA+Zn) بعد التشعيع بالأشعة السينية لمدة (1.5)h.

يوضح الجدول 3 أدناه معلمات فحص (AFM) بضمنها قيم معدل الحجم الحبيبي ومعدل الجذر التربيعي ومعدل الخشونة لغشاء بولي الكحول المشوبة بخلات النحاس المائية.

جدول 2: حيود الأشعة السينية قبل التشعيع وبعد التشعيع بالأشعة السينية.

PVA+Zn	2θ(deg)	d(Å)	FWHM(deg)
Before irradiation	20.183	4.3961	0.596
0.5h	19.696	4.5036	0.991
1.5h	19.902	4.4576	0.97
2h	20.018	3.127	0.314
2.5h	20.101	4.4138	0.185

الجدول 2 يوضح حيود الأشعة السينية قبل التشعيع وبعد التشعيع بالأشعة السينية وهذا مقارب لما توصل له الباحث [16].

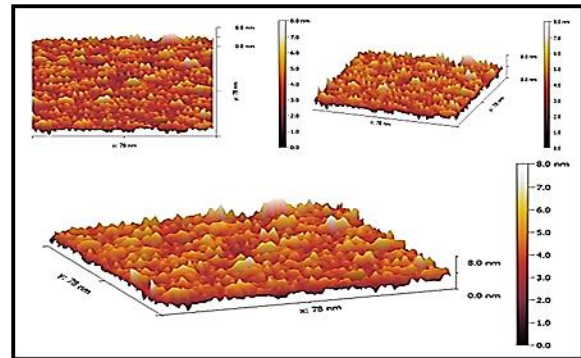


شكل 2: حيود الأشعة السينية قبل التشعيع وبعد التشعيع بالأشعة السينية.

الشكل (2) يوضح حيود الأشعة السينية قبل التشعيع وبعد التشعيع بالأشعة السينية. وتبين أن أعظم عرض منتصف القمة (FWHM) هي (0.991 deg).

3.2 نتائج الفحوصات باستخدام مجهر القوة الذرية (AFM) :

لغرض دراسة طبوغرافية السطوح للأغشية الرقيقة حيث تم استخدام مجهر القوة الذرية وذلك لإمكانيته في تحليل السطوح للأغشية وتصويرها ولقد تمت دراسة هذا الفحص للمركب (PVA+Zn) قبل التشعيع الشكل 3.



شكل 3: نتائج فحص (AFM) للمركب (PVA+Zn) قبل التشعيع.

بعد تشعيع بالليزر ثنائي أكسيد الكربون لمدة (9 sec) تبين أن التشعيع أدى إلى نقصان في معدل الحجم الحبيبي ويعزى ذلك إلى أن أشعة الليزر

solutions of polyvinyl alcohol. Kirkuk University Journal-Scientific Studies, 17(1):1–6, 2022.

- [3] Naveed Ahmed Khan, Muhammad Bilal Khan Niazi, Farooq Sher, Zaib Jahan, Tayyaba Noor, Ofaira Azhar, Tazien Rashid, and Naseem Iqbal. Metal organic frameworks derived sustainable polyvinyl alcohol/starch nanocomposite films as robust materials for packaging applications. *Polymers*, 13(2307):1–16, 2021.
- [4] Marwa Marza Salman Ohood Hmaizah Sabr, Hanna J Kadhim. Studying the effect of silica nanoparticles on optical properties of polyvinyl alcohol thin films for semi- conductors applications. *TEST Engineering Management*, 83:11014–11019, 2020.
- [5] MG. Alzahawi Hala. characterization and bihydrolysis drug release studies of polymer carrier with naproxen. *Kirkuk University Journal Scientific Studies*, 13(1):1–11, 2018.
- [6] Salha Mustafa. *Engineering Chemistry*. Arab Society Library for Publishing and Distribution, Jordan, 2008.
- [7] Z. hadi Reham and S. Salih Ail. A studing of the optical properties of zno thin film doped (zno)_{1-x}(seo₂)_x by (solgel spin coating). *Kirkuk University Journal-Scientific Studies*, 12(1):69–80, 2017.
- [8] Briham Saad Abdul-Samad Al-Moaidy. Cultivation and study of electrical properties of doped polymers. Master's thesis, University of Basra, College of Education for Pure Sciences, 2019.
- [9] Chiad S Sami Duha M A Latif Jandow N Nidhal A Ismaeel Al Baidhany Nadir F Habubi, Khalid H Abass. Dispersion parameters of polyvinyl alcohol films doped with fe. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1003:012094, 2018.
- [10] M.A Morsi, A. Raheh, and A. A. Menazea. Nanosecond laser-irradiation assisted the improvement of structural, optical and thermal properties of polyvinyl pyrrolidone/ carboxymethyl cellulose blend filled with gold. *Materials Science: Materials in Electronics*, 30(3):2693–2705, 2019.

جدول 3: نتائج فحص (AFM).

PVA+Zn	Mean grain(nm) معدل الحجم الحبيبي	Root mean square (nm) معدل الجذر التربيعي	Roughness average (nm) معدل الخشونة
Before irradiation	0.004	9.434	7.469
9 sec	0.003	6.375	5.178
1.5h	0.002	13.84	11.56

4. الاستنتاجات

- تبين من خلال نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية الرقيقة المحضرة من بولي فينيل الكحول المشوبة بخلات النحاس المائية بأنها ذو تركيب غير بلوري (Amorphous).
- بينت نتائج التشخيص بمجهر القوة الذرية (AFM) أن التشعيع بالليزر أدى إلى تناقص في قيم الحجم الحبيبي وكذلك في قيم معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي، أما في حالة التشعيع بالأشعة السينية أدى إلى تناقص في الحجم الحبيبي وزيادة في قيم معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي.
- أظهرت الاغشية الرقيقة التي تم تشعيها بـ (Laser+X-Ray) استجابة أكبر من حالة المجموعة الثانية المشعة بـ (X-Ray+ laser).

التمويل: لا يوجد.

بيان توفر البيانات: جميع البيانات الداعمة لنتائج الدراسة المقدمة يمكن طلبها من المؤلف المسؤول.

أقرارات:

تضارب المصالح: يقر المؤلفون أنه ليس لديهم تضارب في المصالح.
الموافقة الأخلاقية: لم يتم نشر المخطوط أو تقديمها لمجلة أخرى، كما أنها ليس قيد المراجعة.

المصادر

- [1] N. Tousignant Mathieu, A. Rice Nicole, Alexander Peltekoff, Chithiravel Sundaresan, Chuanwei Miao, Y. Hamad Wadood, and H. Lessard Benoit. Improving thin-film properties of poly(vinyl alcohol) by the addition of low-weight percentages of cellulose nanocrystals. *American Chemical Society*, 36(13):3550–3557, 2020.
- [2] A. Elgheryani Najla. Comparison of the change in viscosity of a polyvinyl alcohol solution by adding polyethylene glycol and polyvinyl pyrrolidone to

- [15] Ameer Khalil Ibrahim ali aljiboory. effect of CO₂ laser on structural and optical properties of thin films for different polymers. Master's thesis, College of Science, Tikrit University, Iraq, 2018.
- [16] S. A. Nouh, H. A. El-Nabarawy, M. M. Abutalib, and R. A. Bahareth. effect of x-ray irradiation on the structure, thermal and mechanical properties of polyester. The European Physical Journal Applied Physics, 62(3):30201, 2013.
- [17] Abdo. M Meftah, Elham Gharibshahi, Nayereh Soltani, W Yunus, and Elias Saion. Structural, optical and electrical properties of pva/pani/nickel nanocomposites synthesized by gamma radiolytic method. Polymers, 6(9):2435–2450, 2014.
- [11] effect of x ray and laser on the etching properties of nuclear track detectors CR-39. Preparation and properties of monodisperse magnetic fluids. Kirkuk University Journal-Scientific Studies, 15:101–115, 2020.
- [12] K.E. Strawhecker and E. Manias. Structure and properties of poly(vinyl alcohol)/Na⁺ montmorillonite nanocomposites. Chemistry of materials, 12(10):2943–2949, 2000.
- [13] Eman Kamal Mohammed Tawfik. Radiation effect on characterization and physical properties of polymer nanocomposites. Ms.C thesis, Zagazig University College Science Physics Department, 2013.
- [14] Ibrahim Fahad Waheed. Synthesis of Nanoparticles of Graphene Ferrite and Study of Some Characteristics. PhD thesis, College of Science University of Tikrit, Iraq, 2016.

Study of the Effect on the Structural Properties of Polyvinyl Alcohol (PVA) Thin Films Doped with Aqueous Zinc Acetate after Exposing them to X-Rays and then to a CO₂ Laser Beam and Vice Versa.

Abeer N. Kadhim^{1*}, Khalil I. Mohammed²

¹Physics Department, College of Science, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq.

²Physics Department, College of Education for Women, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq.

*Corresponding Author: abeernwzad@uokirkuk.edu.iq

Article Information:

History:

Received: 5 September 2021

Accepted: 5 December 2021

Published: 30 September 2022

Keywords:

Polyvinyl Alcohol (PVA);
Aqueous Zinc Acetate; X-rays;
CO₂ Laser.

DOI: <http://doi.org/10.3289>

4/kujss.2022.131389.1045

Abstract

This research includes the study of the structural properties of the prepared films. The research aims to study the effect of each of the irradiation with a carbon dioxide laser beam CO₂ and a beam of X-rays, as well as the effect of the doping process on the thin films of a polymer polyvinyl alcohol (PVA) doped with aqueous zinc acetate (Zn(CH₃CO₂)₂H₂O). By weight of 5%, the casting method was used to make it into a thin film. It is deposited on glass bases, its dimensions are 25.4*12.5 mm, and its thickness is approximately 380.42 nm. Then the samples were divided into two parts, the first part was exposed to a CO₂ laser beam at a constant energy of 10 Watt and different exposure times (3,6,9,12) sec, then it was exposed to X-rays for 1.5 h, and fixing the voltage of the X-ray machine at a voltage of (5KV). The second section of the samples were exposed to X-rays for different periods of time (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5) h with a voltage of (5 KV). Then, the samples were exposed to a carbon dioxide (CO₂) laser beam with a fixed energy of 10 Watt and a fixed exposure time of 10 sec. The effect of irradiation in both cases was studied on the optical and structural properties. The results of X-ray diffraction (XRD) showed that the mixture (PVA+Zn) showed that the crystalline nature of the compounds is amorphous. For the purpose of studying the topography of the surfaces, the results of atomic force microscopy (AFM) showed a decrease in the particle size after irradiation of the mixture, and it was found that the effect of irradiation is more responsive in the case of (Laser+X-Ray) irradiation than in the case of (X-Ray + laser).

Funding: None.

Data Availability Statement: All of the data supporting the findings of the presented study are available from corresponding author on request.

Declarations:

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval: The manuscript has not been published or submitted to another journal, nor is it under review.