

## دراسة تأثير الاشعة الكهرومغناطيسية على بعض المركبات الكيميائية

أ.م.د. عطا الله برجس دخيل<sup>(1)</sup> ، خولة سالم محمد<sup>(2)</sup>  
جامعة تكريت / كلية التربية للبنات - قسم الكيمياء

### الخلاصة

ان العمل في هذه الدراسة يتضمن اربع مضافات للبولي فينايل كلوريد PVC وهذه المركبات هي الأوكسازين والتي تشمل  $KH_1 - KH_4$  حيث استخدمت هذه المركبات لتعزيز الثبات الضوئي لـ PVC المحتوي على تركيز 0,5 ٪ كوزن بالنسبة للمواد المضافة وقد تم دراسة الثبات الضوئي للأفلام في درجة حرارة الغرفة تحت أشعة الضوء وتم متابعة التجزئة والتثبيت الضوئي للرقائق البوليمرية مع الزمن من خلال مخططات UV، IR وكذلك تم خلال البحث دراسة السطح مع زمن التشعيع وجد ان المضافات المحضرة تسلك كمثبتات ضوئية وايضاً تم تشعيع البوليمرات بالشكل الصلب ولاحظنا نتائج التغيرات من خلال المقارنة بين الامتصاصية والطول الموجي ولاحظنا هنالك اختلاف بين كل بوليمر وكذلك ملاحظة التغير في التشعيع مع الزمن حيث اظهرت نتائج مختلفة وقد تبين ان التشعيع على شكل افلام اعطت نتائج أفضل من التشعيع على شكل صلب من خلال تدوير المادة مع مذيب معين لذا تم التركيز بشكل أكبر على أفلام البوليمرات وأضافه مواد عضوية اليها لتعزيز الثبات الضوئي.

## The Effect of Electromagnetic Radiation on Some Chemical Compounds

Khwla Salim Mohammed<sup>(2)</sup> ، Dr. Attallah B.Dekhyl<sup>(1)</sup>

Tikrit University / College of Education for Women - Department of chemistry

### Abstract

The work in this study includes the effect of ultraviolet rays on some chemical compounds including polymers pvc was used and some compounds were prepared including Oxazepine and compounds  $KH_1 - KH_4$  and PVC was exposed to ultraviolet rays and the changes were measured by the presence and absence of compounds these compounds were used to enhance the optical stability of the pvc content on concentration of 0.5% as weight for additives in powder condition as well as after making polymer thin films with the presence and absence of additives the optical stability of the films was measured at room temperature and with the presence of normal light and following up the partitioning of the polymeric films over time during UV,IR and then knowing the variables that occurred to the films as result of exposure to radiation as the study proved that the presence of the prepared additives behaves like optical stabilizers by measuring the absorbance with the wavelength the results for the irradiation are shown by film changes are more pronounced than the compounds that enhance light stability.

**Keywords:** poly( vinyl chloride) ; ultraviolet irradiation ; Oxazepine group ; photo stabilization ; microscopic surface morphology.

والهواء والحرارة ويمكن تحقيق ذلك من خلال اضافة مواد كيميائية خاصة، أو مثبتات ضوئية أو مثبتات الأشعة فوق البنفسجية والتي يجب تعديلها وفقاً لطبيعة الراتنج والتطبيق المحدد التي تم النظر فيه، قد يكون التثبيت الضوئي للبوليمرات بعدة طرق حيث تم تطوير أنظمة التثبيت التالية والتي تعتمد على عمل المثبت مثل أجهزة فحص الضوء، ماصات الأشعة فوق البنفسجية، مثبتات الحالة المثارة، محلات البروكسيد، الجذور الحرة، ويعتقد عموماً إن الانواع مثبتات الحالة المثارة والجذور الحرة هي الأكثر فعالية<sup>(10-1)</sup>.

## 2- بولي كلوريد الفينيل Poly Vinyl Chloride

البلاستيك لها خواص كيميائية وفيزيائية فريدة وتكاليف إنتاج منخفضة، يتم انتاجها بكميات ضخمة وتشارك في تطبيقات مختلفة<sup>(23)</sup>، ومع ذلك فقد تعرضت الصناعة الكيميائية لضغط شديد مؤخرًا للتغلب على المشكلات الناشئة بسبب استخدام المواد البلاستيكية، مثل كمية النفايات الناتجة، وطبيعة هذه النفايات، وتأثيرها الضار على البيئة بالإضافة الى ذلك، يمثل أحد الشواغل الرئيسية في كيفية تحسين خصائص المواد البلاستيكية للاستخدام طويل الأمد<sup>(24)</sup>.

بولي كلوريد الفينيل والمعروف أكثر بالاختصار PVC هو أكثر أنواع البلاستيك تنوعاً<sup>(25)</sup>، وهو ثاني أكبر راتنج مصّنع من حيث الحجم في جميع أنحاء العالم<sup>(26)</sup>، بولي (كلوريد الفينيل) يحتل المرتبة الثانية بعد البولي اثيلين من بين الأنواع الخمسة للمواد البلاستيكية العامة. والتي كانت تستخدم على نطاق واسع في الصناعات بما في ذلك الهندسة المعمارية، والإلكترونية والهندسة الكيميائية، والتغليف، والنقل<sup>(27-29)</sup>.

## 1- المقدمة : Introduction

تتحلل جميع البوليمرات العضوية التجارية في الهواء عند تعرضها لأشعة الشمس وعلى الرغم من وجود مجموعة واسعة جداً من القابلية للأكسدة الضوئية عادة ما يؤدي امتصاص الاطوال الموجية القريبة من الاشعة فوق البنفسجية (UV) الى تفاعلات تكسير الاواصر وما يصاحب ذلك من فقدان للخصائص الفيزيائية المفيدة أو تغير اللون.

قد يكون التعرض لأشعة الشمس اثار ضارة على المنتجات البلاستيكية المفيدة المهمة ويمكن للأشعة فوق البنفسجية ان تكسر الروابط الكيميائية في البوليمر ويتسبب التحلل الضوئي في التشقق وتغير اللون وفقدان الخصائص الفيزيائية.

يعتبر البولي فينيل كلوريد أحد أكثر المواد البلاستيكية الحرارية انتشاراً في العالم نظراً لقيمتها وتطبيقاته الواسعة ومقاومتها الكيميائية العالية وتكلفته المنخفضة اثناء المعالجة والتخزين والاستخدام ويتحلل PVC نظراً لتعرضه لدرجات حرارة عالية او ضغوط ميكانيكية أو ضوء الأشعة فوق البنفسجية كل ذلك يحدث في ظل وجود الاوكسجين حيث يحدث تحلل للبوليمر عن طريق التخلص المتتالي لكلوريد الهيدروجين (HCl) وهو ما يسمى نزع الكلور مما يؤدي الى إنتاج بوليينات طويل وبالتالي يؤدي الى تغير اللون وانخفاض المقاومة الكيميائية.

هناك اهتمام كبير في الوقت الحاضر بالتحلل التأكسدي الضوئي للمواد البوليمرية لان الجزيئات الكبيرة لها تطبيقات تجارية واسعة الانتشار وتتطلب جميع البوليمرات الاصطناعية تقريباً تثبيثاً ضد التأثير الضار مع تطور الراتنجات الاصطناعية اصبح من الضروري البحث عن طرق ووسائل لمنع أو على الاقل تقليل الضرر الناجم عن العوامل البيئية والضوء

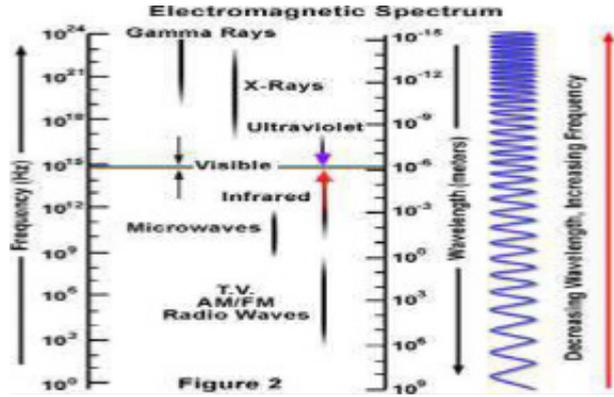
ثم منطقة أشعة المايكرويف ومنطقة الأشعة تحت الحمراء ثم منطقة الأشعة المرئية ثم منطقة الأشعة فوق البنفسجية ثم منطقة أشعة اكس ثم منطقة أشعة كاما. وهذا التسلسل هو تبعا لزيادة تردد هذه الموجات.

### 3 - الأشعة الكهرومغناطيسية

#### : Electromagnetic Radiation

تبدأ الاشعة الكهرومغناطيسية من الأمواج الراديوية ذات الطول الموجي الطويل والتردد المنخفض

الشكل (7-1)  
يبين الطيف  
الكهرومغناطيسي



الشمسي الكهرومغناطيسي حيث ينبعث جزء من الطاقة الصادرة عن الشمس بشكل أمواج كهرومغناطيسية وبأطوال موجيه عديدة ذات طاقات مختلفة حيث تمتد من أشعة كاما القوية الطاقة مروراً بالأشعة تحت الحمراء الحرارية وصولاً إلى الترددات الراديوية وتكون الأشعة فوق البنفسجية بأطوال موجية اقل من 400 نانومتر<sup>(55)</sup>.

### 4- الأشعة فوق البنفسجية UV

الأشعة فوق البنفسجية هي موجة كهرومغناطيسية ذات طول موجي أقصر من الضوء المرئي لكنها أطول من للأشعة السينية سميت بفوق البنفسجية لأن طول موجة اللون البنفسجي هو الأقصر بين ألوان الطيف. أن الأشعة فوق البنفسجية هي جزء من الطيف

X-Ray	UV	Visible	IR	Microwave
200nm	400nm	800nm		
Wavelength (nm)				

الى ظروف التجوية الطبيعية أو تعرض فلم البوليمر الى تشيع في جهاز الاشعة فوق البنفسجية لمدة 300 ساعة أي ما يقارب سنة كاملة في ظروف الجوالاعتيادية.

4. دراسة الشكل أي ملاحظة سطح البوليمر في مجهر حيث وجدت وجود تشققات على السطح نتيجة للطاقة العالية للأشعة فوق البنفسجية اي ان الطول الموجي يتناسب مع ساعات تعرض الفلم للإشعاع.

#### الهدف من البحث:

يتضمن موضوع البحث الأهداف التالية:

1. دراسة التجزئة الضوئية والتغيرات التي تحصل في البوليمر عند تعرضه للتشيع في جهاز الأشعة فوق البنفسجية.
2. ملاحظة تأثير المضافات العضوية التي تم إضافتها الى بوليمر بولي فينايل كلوريد والتي تستخدم هذه المضافات كمثبات.
3. معرفة التشوه الذي يحصل عندما يتعرض البوليمر

أضيفت المواد المحضرة بتركيز (5،0%) الى الافلام التي تبدأ من تركيز الصفر كان من الضروري التحكم في مقياس الرطوبة ومعدل تبخر المذيب أثناء الصب للحفاظ على جودة بصرية جيدة وتعكر محدود للغاية وبعد الذوبان التام يصب المحلول الناتج على الاطار الزجاجي وتركه طوال الليل تم لصق اطار الزجاج المختبري بواسطة الغراء حيث يوضع الزجاج المختبري على قطعة من الزجاج العادي للحصول على حوض صغير حجمه 4 مل.

## 2- طريقة العمل Experimental work

تم تحضير بولي فينيل كلوريد مع اضافة مواد عضوية اليه وتكون على شكل فلم وإن أفضل مذيب ل PVC هو رباعي هيدروفيوران THF. تم استخدام تركيز ثابت 5% في THF حيث اصبح على شكل محلول لإعداد فلم البوليمر بسمك 40 ملي متر عن طريق تقنية التبخر في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة.



الشكل  
(1-2)  
الحوض  
الزجاجي

تم لصق الأفلام التي تشكلت عند التبخر التام للمذيب في درجة حرارة الغرفة على أوراق كارتون (2) يوضح ذلك (102).  
تحتوي ابعاد ثقب الكرتون (2x2) سم والشكل (2)-



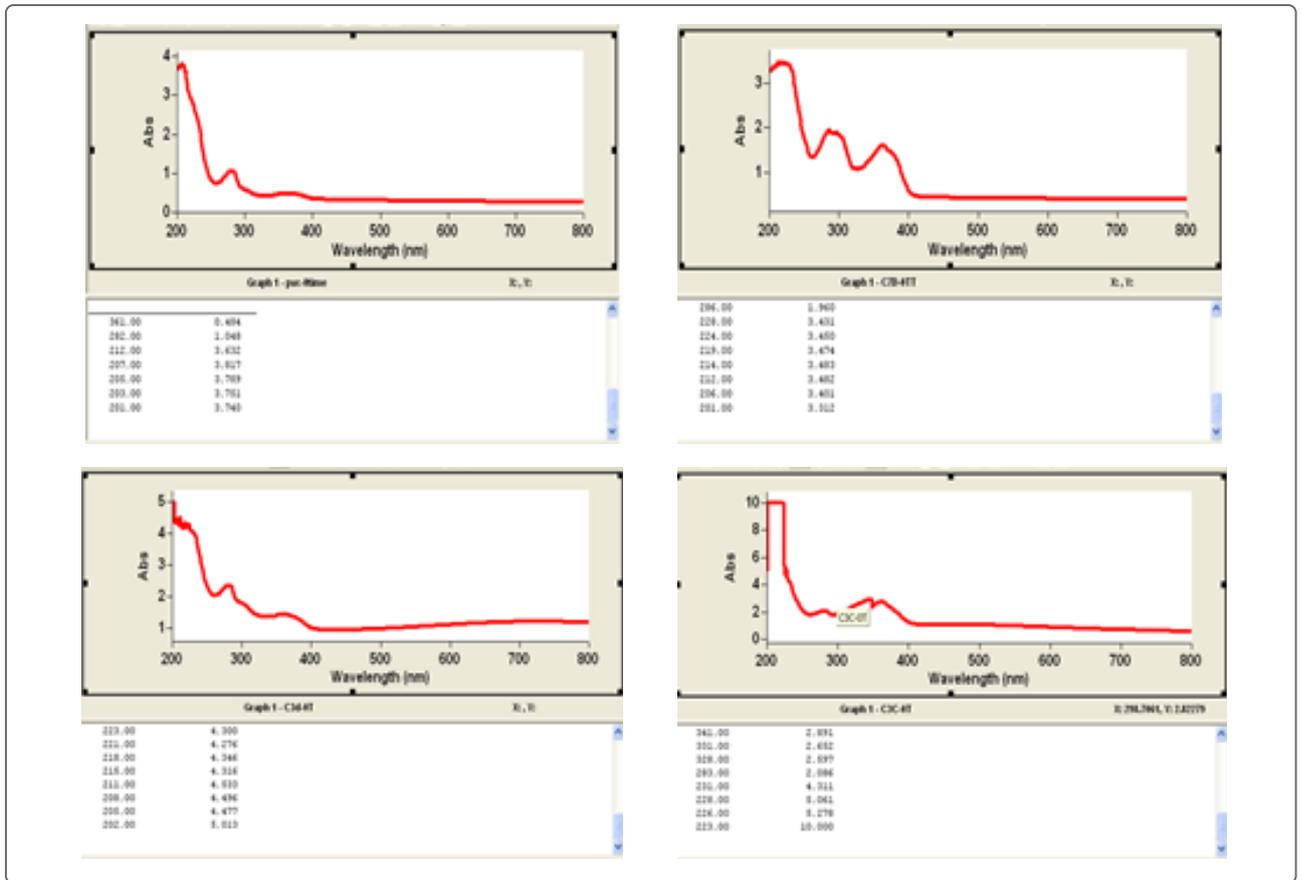
الشكل (2-2)  
نموذج يوضح  
تثبيت فلم  
بوليمر على ورق  
كارتون

الايثانول (95 %) بوصفه مذيباً وبتركيز ( $10^{-4}$ – $10^{-5}$ ) مولاري للمركبات المحضرة، حيث اظهرت اطوال موجية قصيرة ( $\lambda_{max}$ ) عند (277–221) نانومتر وتعود انتقالات ( $\pi \leftarrow \pi^*$ ) مع اطوال موجية طويلة عند (331–334) تعود للانتقالات الالكترونية من نوع ( $n \leftarrow \pi^*$ ) وكانت الحزم متقاربة لما موجود بالادبيات(118).

## النتائج والمناقشة

### Result and discussion

تفسير فلم البوليمر قبل تعرضها لتشيع الأشعة فوق البنفسجية [KH1–KH4] عند دراسة طيف الاشعة فوق البنفسجية - ال مرئية (uv-vis) للمركبات المحضرة باستخدام

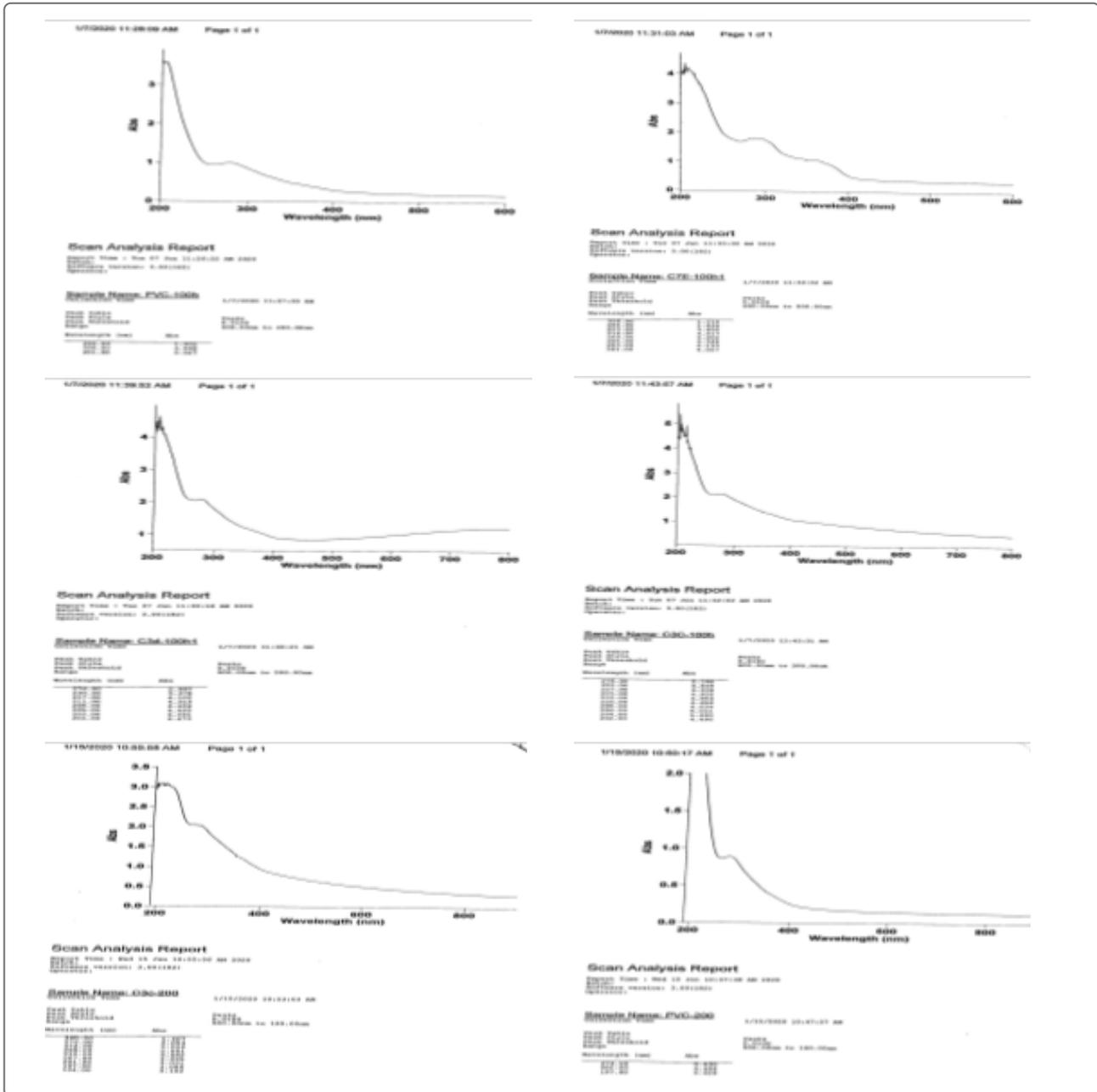


موجية طويلة ( $\lambda_{max}$ ) عند المدى (333–389) نانوميتر تعود للانتقالات الالكترونية من نوع ( $n \leftarrow \pi^*$ ) وكذلك ظهور الحزم في مواقع مختلفة والجدول (2–3) يبين قيم الامتصاصات في طيف الأشعة فوق البنفسجية لأفلام PVC [KH1–KH4] وكانت هذه النتائج مقاربة لما موجود بالادبيات (114) الاشكال ادناه تبين اطياف الأشعة فوق البنفسجية للمركب [PVC+1–PVC+4].

3 - 4 تعرض افلام البوليمرات لأشعة (Vis-UV) لمدة زمنية قدرها (100 - 200 - 300) ساعة وعند دراسة طيف الأشعة فوق البنفسجية- المرئية (Vis-UV) للأفلام البوليمرات المحضر [PVC+1–PVC+4] باستعمال الايثانول بوصفه مذيباً وبتركيز تراوح بين ( $10^{-4}$  -  $10^{-5}$ ) مولاري حيث ظهرت أطوال موجية قصيرة ( $\lambda_{max}$ ) عند (267 - 200) نانوميتر تعود إلى انتقالات ( $\pi \leftarrow \pi^*$ ) مع أطوال

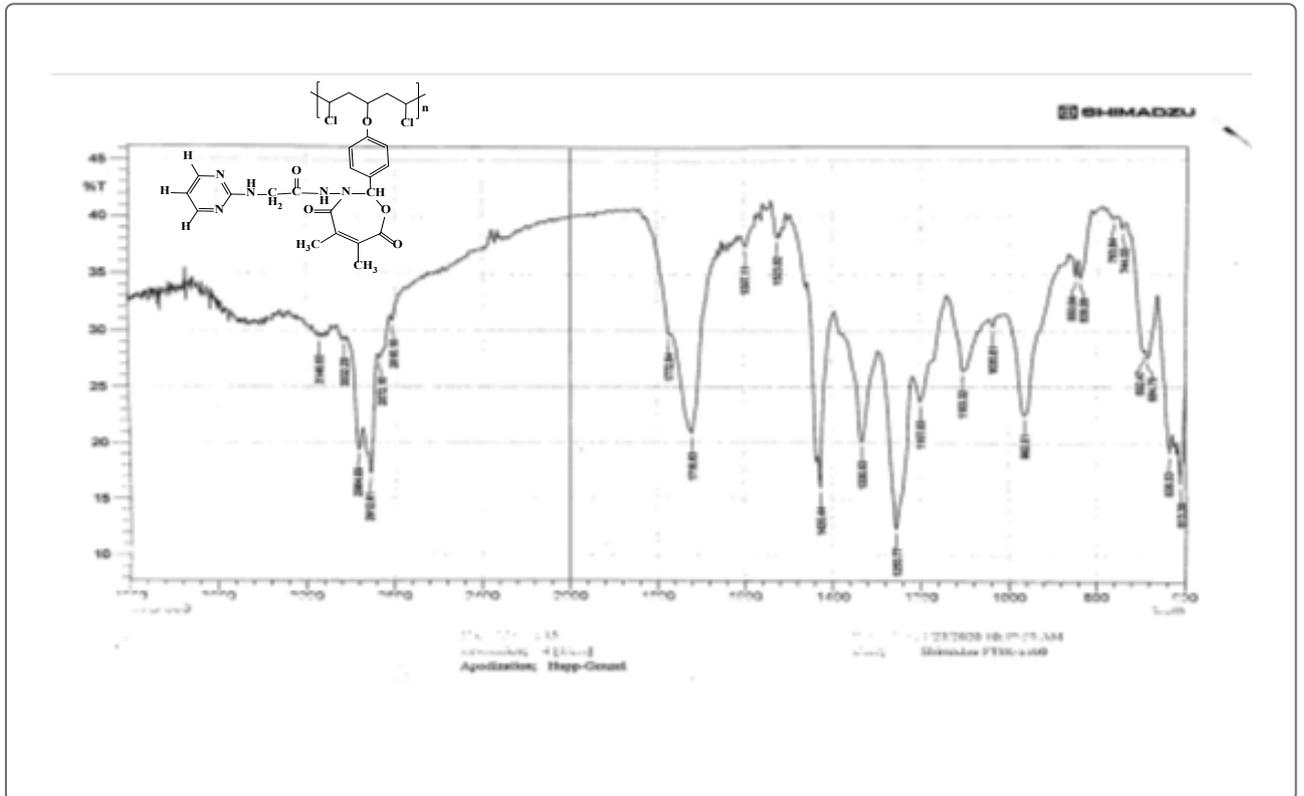
مع أطوال موجية طويلة ( $\lambda_{max}$ ) عند المدى (389-  
333) نانومتر تعود للانتقالات الإلكترونية من نوع  
( $n \leftarrow \pi^*$ ) وكذلك ظهور الحزم في مواقع مختلفة والجدول  
(3-2) يبين قيم الامتصاصات في طيف الأشعة فوق  
البنفسجية لأفلام PVC [4-1] وكانت هذه النتائج  
مقاربة لما موجود بالأدبيات (114) الأشكال ادناه تبين  
اطياف الأشعة فوق البنفسجية للمركب [4-1].

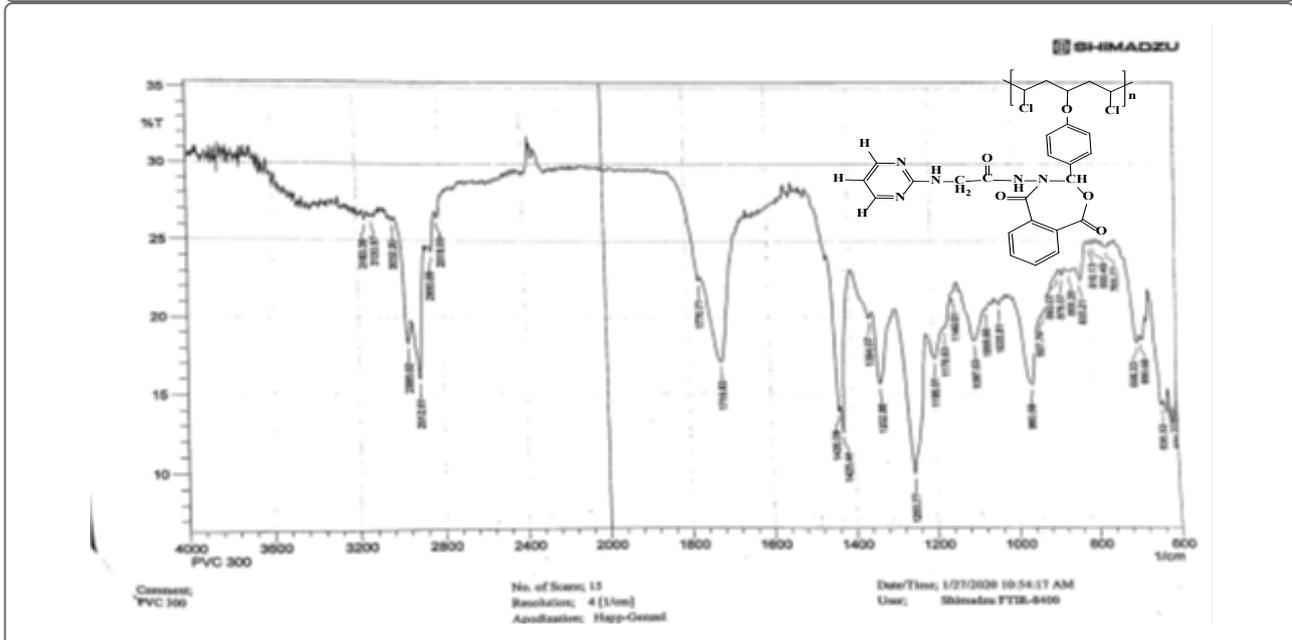
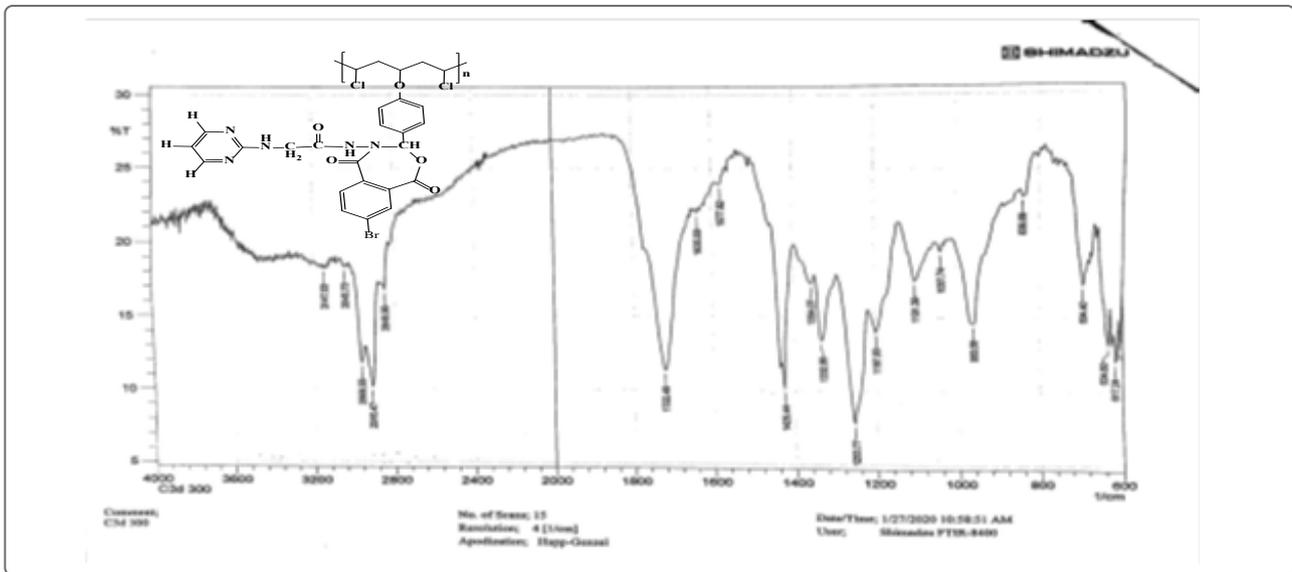
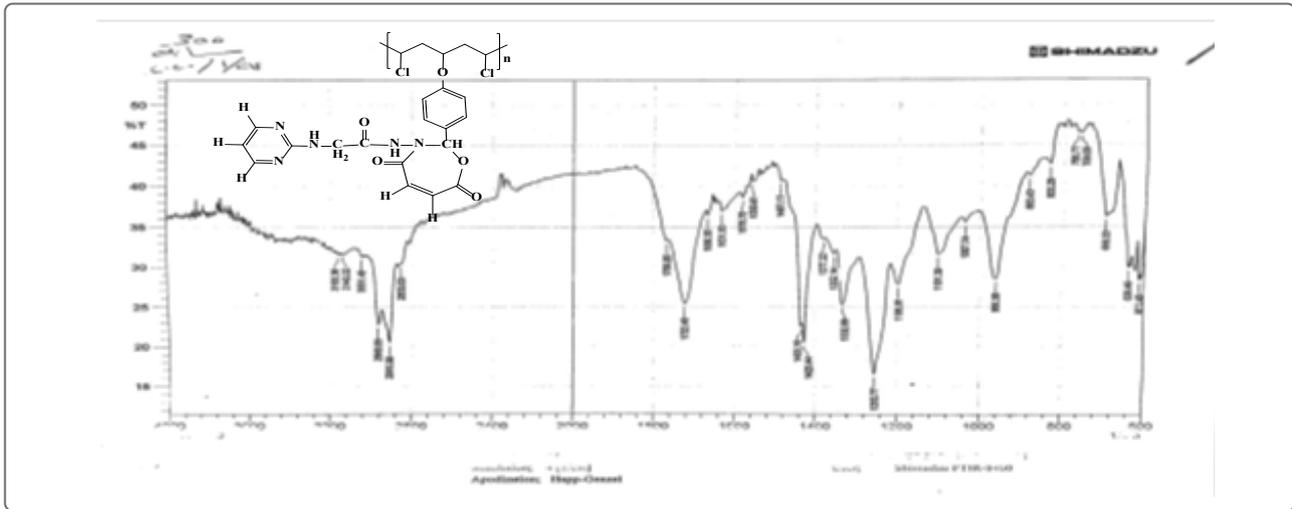
3 - 4 تعرض افلام البوليمرات PVC لأشعة  
(UV-Vis) لمدة زمنية قدرها (100-200-300) ساعة  
وعند دراسة طيف الأشعة فوق البنفسجية-  
المرئية (UV-Vis) للأفلام البوليمرات المحضر  
[PVC+1-PVC+4] باستعمال الايثانول بوصفه  
مذيباً وبتراكيز تراوح بين ( $10^{-5}$  -  $10^{-4}$ ) مولاري  
حيث ظهرت أطوال موجية قصيرة ( $\lambda_{max}$ ) عند  
(267-200) نانومتر تعود إلى انتقالات ( $\pi \leftarrow \pi^*$ )

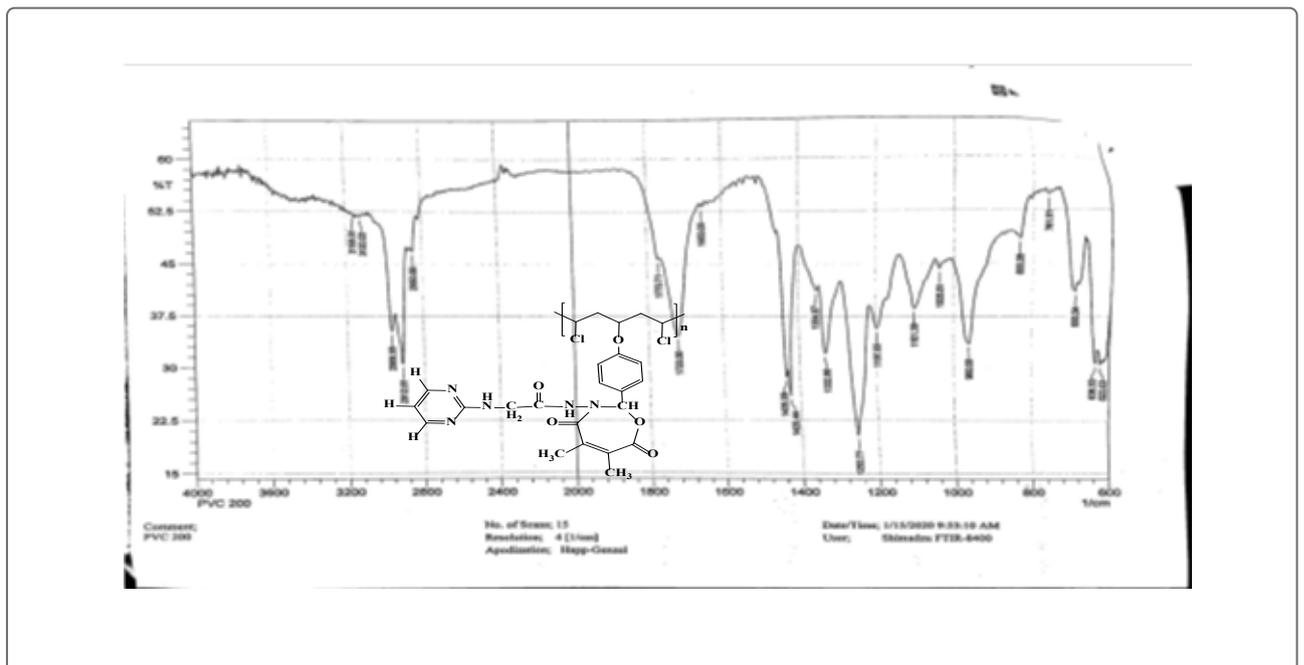
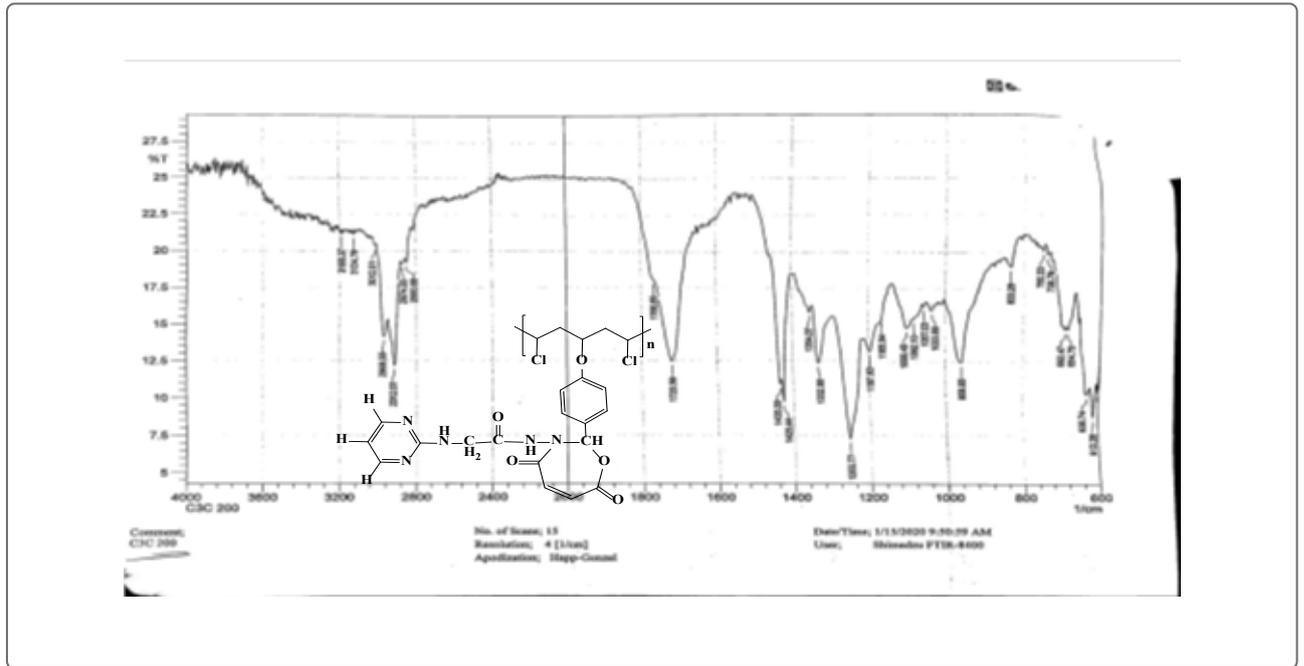


(3002-3100) سم<sup>-1</sup> تعود لمط آصرة (C-H) الأروماتية، وكذلك ظهور حزمين عند المدى (2992-2923) سم<sup>-1</sup> و(2803-2997) سم<sup>-1</sup> تعودان لمط آصرة (C-H) الأليفاتية على التوالي، ولوحظ أيضاً ظهور حزمين عند المدى (1593-1600) سم<sup>-1</sup> و(1610-1615) سم<sup>-1</sup> تعودان إلى اهتزاز الآصرة (C=C) الأروماتية، لوحظ ظهور حزمة امتصاص عند المدى (1000-1100) سم<sup>-1</sup> تعود لمط آصرة (N-N)، لوحظ ظهور حزمة امتصاص عند المدى (600-800) سم<sup>-1</sup> تعود لمط آصرة (C-Cl) وكانت هذه الحزم مقارنة لما هو موجود بالأديبات وكما في الجدول (2-3) الذي يبين نتائج امتصاص الأشعة تحت الحمراء (سم<sup>-1</sup>) والأشكال تبين اطياف الاشعة تحت الحمراء للمركبات [KH<sub>9</sub>-KH<sub>6</sub>] حيث كانت هذه الحزم مقارنة لما موجود بالأديبات (115، 116).

3-5 تفسير الاشعة تحت الحمراء بعد (300-100) ساعة عند دراسة طيف الأشعة تحت الحمراء للبوليمرات [KH<sub>6</sub>-KH<sub>8</sub>] فقد لوحظ اختفاء الحزمة المتوسطة عند (3500-3600) سم<sup>-1</sup> التي تعود لمجموعة (OH)، وظهور حزمة قوية عند التردد (1712-1774) سم<sup>-1</sup> و(1680-1690) سم<sup>-1</sup> تعودان إلى مط آصرة الكاربونيل (C=O) اللاكتون واللاكتام على التوالي، لوحظ ظهور حزمة امتصاص عند المدى (1690-1660) سم<sup>-1</sup> تعود لمط آصرة (C=O) الامايدية وظهور حزمة متوسطة الشدة عند المدى (1380-1305) سم<sup>-1</sup> تُعزى إلى مط الآصرة (C-O-C)، وظهور حزم أخرى قوية عند المدى (1216-1281) سم<sup>-1</sup> تُعزى إلى مط الآصرة (C-N)، وحافظت بقية الحزم على مدياتها الطبيعية على طول مشتقات السلسلة اذ لوحظ ظهور حزمة امتصاص عند المدى







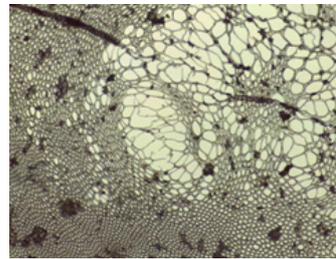
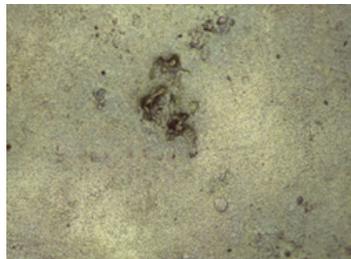
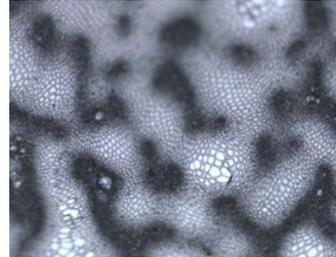
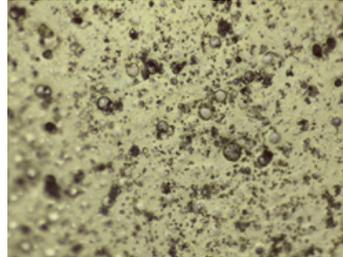
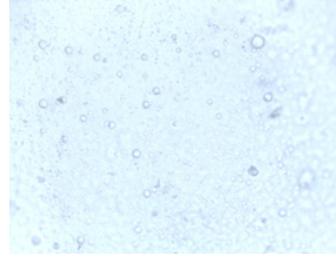
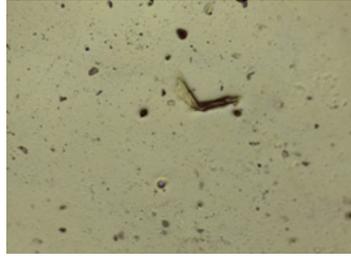
الجدول (3-2): نتائج امتصاص الأشعة تحت الحمراء (سم<sup>-1</sup>) وقيم الامتصاصات في طيف الأشعة فوق البنفسجية لمشتقات بولي-1,3 او كسازين-4,7 ثنائي كاربوزيل 2-برميدين - استيواميد بعد الشميع لمدة (300-100 ساعة) [KH<sub>6</sub>-KH<sub>6</sub>]

Comp. No.	max <sub>1</sub> λ max <sub>2</sub> λ EtOHabs	X	IR (KBr) cm <sup>-1</sup>							
			ν(NH)	ν(C-H) Arom. Aliph. asy/sym	ν(C=O)Amid (νC=O) Lacta (C=O) Lacto.	ν (C=C) Arom. asy/sym	ν (C-N)	ν (C-O)	ν (C-Cl)	Others
Pvc+1	201 280		3163	3051 2858 2910	1666 1722 1766	1579 1556	1377	1253	696	ν(N-N) (1101) ν(C-O-C) (1332)
Pvc+2	201 350		3146	3032 2872 2964	1674 1718 1772	1597 1586	1425	1253	692	ν(N-N) (1103) ν(C-O-C) (1330)
Pvc+3	202 280		3163	3032 2818 2966	1669 1718 1772	1452 1453	1332	1253	696	ν(N-N) (1097) ν(C-O-C) (1354)
Pvc+4	241 375		3147	3045 2848 2969	1679 1722 1777	1608 1577	1425	1253	694	ν(N-N) (1014) ν(C-Br) (960) ν(C-O-C) (1353)

كما تعطي دراسات التشكل مؤشرا واضحا لمقاومة البوليمرات للتجويف وكيفية إنتاج بوليمرات صلبة وكذلك لمعرفة التشوه الذي يحدث عندما يتعرض البوليمر لظروف التجويف، وللمساعدة في إنتاج العبوة ذات الاستخدام الواحد (يمكن التخلص منها)، والتي تسبب الان مشكلة التلوث ولكن الان مطلوب لإنتاج أنواع جديدة من التعبئة التي يمكن أن تتحلل اذا كان سطح فيلم PVC أملسا وخاليا من أي بقع بيضاء تشير الى التحلل، في حين اذا كان سطح فيلم PVC الذي تم تشيعه لمدة 300 ساعة ممتلئاً بالبقع البيضاء التي تشير الى الفتحات أو الأخاديد.

تعطي دراسة التشكل لسطح البوليمرات صورة واضحة عن بعض الخواص الفيزيائية للبوليمر على سبيل المثال، الحالة البلورية، جزيئات السطح غير المنتظمة، وتنعيم السطح وكيفية بنائه، ويوضح أيضا طبيعة عيوب السطح الناتجة عن فوتونات تفاعل الضوء مع جزيء البوليمر (122، 123).

ويمكن متابعة التحلل الضوئي أو تثبيت البوليمرات التي تتعرض للأشعة فوق البنفسجية، يظهر الضوء من خلال ذلك على سطح البوليمر ومعرفة ما إذا كانت عملية التحلل يمكن أن تتعرف على انشقاق السلسلة أو التحلل لمجموعات البدائل (124).



4. A. Ameer, B. Abdallh, A. Ahmed, E. Yousif, Synthesis and characterization of polyvinyl chloride chemically modified by amines, Open J. Polym. Chem. 3 (2013) 11-15.
5. K. Minsker, S. Kolesov, G. Zaikov, Degradation and Stabilization of Vinyl Chloride Based Polymers, Pergamon Press, Oxford, 1988, pp. 78-82.
6. N. Grassie, G. Scott, Polymer Degradation and Stabilization, Cambridge University Press, London, 1985.
7. J. Rabek, B. Ranby, Studied on the photooxidation mechanism of polymers, photolysis and photooxidation of polystyrene, Polym. Sci. 12 (1974) 273-291.
8. J. Rabek, B. Ranby, Polymer photophysics and photochemistry: an introduction to the study of photoprocess of macromolecules, J. Polym. Sci. 12 (1974) 273-281.
9. E. Yousif, R. Haddad, Photodegradation and photostabilization of polymers, especially polystyrene: review, Springer Open J. 2, (2013) 389-430.
10. E. Yousif, A. Hameed, N. Salih, J. Salimon, B. Abdullah, New photostabilizers for polystyrene based on 2,3-dihydro- (5-mercapto-1,3,4-oxadiazol-2-yl)-phenyl-2-(substituted)-1,3, 4-oxazepine-4,7-dione compounds, Springer Plus J. 2 (2013), p.1-8.
11. Keneghan, B., Egan, L. Plastics: looking at the Future and learning From the past; Archetype publications Ltd: London, UK, 2008.

أظهرت دراسة التشكل أن سطح البوليمر يتغير في اللون ووجود تشققات على سطحه نتيجة للتفاعل مع الطاقة العالية للأشعة فوق البنفسجية وهذا يتناسب مع ساعات الأشعاع.

### الاستنتاجات Conclusions

يمكن استنتاج النقاط المهمة الآتية من النتائج المستحصل عليها في هذه الدراسة:

- 1- بما أن تفاعلات التجزئة الضوئية هي في الحقيقة عبارة عن تفاعلات أكسدة لهذا يمكن متابعة التجزئة بالطرائق الطيفية (الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة تحت الحمراء) من خلال متابعة تكون مجاميع جديدة مثل مجاميع الكربونيل  $C=O$  ومجاميع الهيدروكسيل  $OH$  ومتابعة ظهورها في مطيافية الأشعة تحت الحمراء وأن متابعة هذه التغيرات بشكل دقيق يعطي فكرة عن ميكانيكية التجزئة الضوئية.
- 2- متابعة التغير في الشكل الخارجي ولون النموذج المشع وما يرافق ذلك من شقوق وفقاعات سطحية نتيجة تحرر بعض الغازات الناتجة عن التجزئة الضوئية.

### المصادر:

1. D. Wiles, Photostabilization of macromolecules by excited state quenching, Pure Appl. Chem. 50 (1978) 291-297.
2. J. Rabek, Polymer Photodegradation - Mechanisms and Experimental Methods, Chapman Hall, Cambridge, 1995.
3. D. Feldman, Polymer weathering: photo-oxidation, J. Polym. Environ. 10 (2002) 163-173.

- 1,3,4-thiadiazole-2-yl]-benzene, Diyala j. for pure science, 7(1): 34 - 77, (2010).
21. Roa C. N. R., « Ultra Violet and Visible Spectroscopy Chemical Application» Butter - Woths Ltd., 52, (1961).
22. P. Sykes «Aguide Book to Mechanism in Organic Chemistry» John Wiely and Sons, Inc., New York, (1986).
23. Cooray, B., & scott, G., The effect of thermal processing on PVC-Part VIII: The role of thermally formed peroxides on photo degradation ,Poly.Degrad. Stabil.,3: 1371981),135-).
24. Cooray, B., & Scott, G., The effect of thermal processing on PVC-VI. The role of hydrogen chloride , Eur. Polym J., 16: 169 - 177 , (1980).
25. Gibb, W., & MacCallum, J., The photodegradation of poly(vinyl chloride)-V The effect of wavelength of irradiation on the dehydrochlorination , Eur. Polym. J., 10 : 529- 532.(1 974).
26. Schultz J., Deformation morphologies and toughening of polymer system. Capt.8: 349 - 368, (1998).
27. Emad Yousif, Noora Asaad, Dina S. A., Salam A. M., Ali H. J.(2019).” A Spectral, Optical, Microscopic Study, Synthesis and Characterization of PVC Films Containing Schiff Base Complexes”. Baghdad Science Journal.Vol.16(1):5660- DOI: <http://dx.doi.org/10.21123/bsj.2019.16.1.0056>
28. Ahmed A. Ahmed.(2014).” Synthesis, Characterization and Optical Properties of New PVC- Amines Polymers”. Journal of Al-Nahrain
12. Shashoua, Y., Conservation Of Plastics: Material Science: Degradation and Preservation ; Butter worth-Huinemann: London, UK, 2008.
13. E. Yousif, J. Salimon, N. Salih, New photostabilizer for PVC based on some diorganotin(IV) complexes, J. Saudi Chem. Soc. 16 (2012) 1-9
14. E. Yousif, M. Abdallh, H. Hashim, N. Salih, J. Salimon, B.M. Abdullah, Y. Win, Optical properties of pure and modified poly(vinyl chloride), Springer Plus J. 4 (2013) 1-8.
15. X. Zhang, T. Zhao, H. Pi, S. Guo, Mechanochemical preparation of a novel polymeric photostabilizer for poly(vinyl chloride), J. Appl. Polym. Sci. 116 (2010) 3079-3086.
16. W. Shi, J. Zhang, X. Shi, G. Jiang, Different photodegradation processes of PVC with different average degrees of polymerization, J. Appl. Polym. Sci. 107 (2008) 528-540.
17. A. Andrady, S. Hamid, X. Hu, A. Torikai, Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials, J. Photochem. Photobiol. B 46 (1998) 96-103.
18. عمر عذاب، الموجات الكهرومغناطيسية وتأثيرها على صحة الإنسان، مجلة المدار للاتصالات وتقنية المعلومات وتطبيقاتها، المجلد 4، الاصدار 1، 2018
19. A- frak hussian, UV-visible spectrometry, University of kerbala, 2019.
20. Shneshil M. and Redayan M., Photostabilization of PVC films by using some novel tetra Schiff's bases derived from 1,2,4,5-tetra-[5-amino-

- University.Vol.17 (1):March pp.713-.
- 29.Schultz J., Deformation morphologies and toughening of polymer system. Capt.8: 349 - 368, (1998). مكرر هذا المصدر.
30. Valkoa L., Kleinb E., Kovarikb P., Simonb P., HPLC stanovenie sacharidov v procese modelovaného zrýchleného starnutia papiera, Eur Polym J., 37: 1123 - 1133, (2001).
31. Sabaa M., Oraby E., Abdel Naby A. and Mohamed R., Nphenyl-3- substituted 5-pyrazolone derivatives as organic stabilizers for rigid poly(vinyl chloride) against photodegradation, J. Applied Polymer Science, 101: 1543-1555,(2006).
- 32.Al. jaleel T., Ali H., Mohammed A., Morphological Study of photodegradation and photostabilization for polystyrene induced by anhydrous ferric chloride, anbar uni. J., 2: 1 - 12. (2007) .