

دراسة تأثير إضافة مسحوق كربوكسي مثيل سليولوز الى بولي اثلين واطى الكثافة على الحجب الإشعاعي للأشعة السينية

¹رائد مسلم شعبان ²شيماء هاشم جاسم ³وسام عبد الحسن ⁴زياد طارق فلك ⁵مزاحم محمد عبدالله

¹جامعة البصرة، كلية العلوم، قسم الفيزياء
²جامعة البصرة، كلية التربية للعلوم الصرفة، قسم الفيزياء
³جامعة البصرة، مركز أبحاث البوليمر، قسم الكيمياء

الخلاصة

الكلمات المفتاحية:

- كربوكسي مثيل سليولوز
- بولي اثلين واطى الكثافة
- الحجب الإشعاع

أجريت قياسات التوهين للأشعة السينية لمدى الفولتية (21kV) لمواد بوليمرية مطعومة باستعمال مصدر الأشعة السينية (X-Ray Unit) لبيان مدى تأثير إضافة مادة كربوكسي مثيل سليولوز (CMC) الى بولي اثلين واطى الكثافة على الحجب الإشعاعي للأشعة السينية. فستحصل معامل التوهين الخطي (μ_1) من خلال المعادلات الخطية لنتائج عملية التمثيل البياني بين لوغاريتم الامتصاصية وسمك النموذج $X(\text{cm})$ ومعاملات التوهين الكتلي (μ_m) لنفس المدى المذكور من خلال العلاقة البيانية بين لوغاريتم الامتصاصية والسمك المكافئ للنموذج $X_m(\text{gm/cm}^2)$. ان ميل العلاقة البيانية يمثل معامل التوهين سواء كان خطيا او كئليا. استنتجت العلاقة الطردية بين لوغاريتم الامتصاصية للأشعة السينية مع السمك والسمك المكافئ للمادة و دلت النتائج المستحصلة على كفاءة المادة المصنعة في امتصاص الأشعة السينية وتوهينها وهذه الكفاءة تتغير نسبيا تبعا للنسبة المضافة ونوع المضاف مما يدل على الاثر الايجابي والكبير لهذا المضاف على خصائص التدرج الإشعاعي لبوليمر بولي اثلين واطى الكثافة.

Study the Effect of adding Carboxy Methyl Cellulose Powder to Low Density Polyethylene on Shielding Radiation for the X-ray

¹Raed M. Shaban ²Shaymaa H. J. ³Wisam A. Radhi ⁴Ziyad T. Almalki ⁵Muzahim M. A.

¹Department of Physics, College of science, University of Basrah

²Department of Physics, College of education for Pure science, University of Basrah

³Department of Chemistry, Polymer Research Center, University of Basrah.

*Corresponding author E-mail address: mus.raad@yahoo.com

KEYWORDS:

- Carboxy methyl cellulose
- Low Density Polyethylene
- Shielding radiation

ABSTRACT

The attenuation measurements of x-ray of voltage range (21kv) for hosted polymer material were done using x-ray unit, in order to extract the effect of adding carboxy methyl cellulose material (CMC) to low density polyethylene on x-ray radiation attenuation. The linear attenuation coefficient (μ_1) was calculated for the voltage range mentioned above, through linear equations of the yield of graphic representation between the logarithmic absorption and the sample thickness $X(\text{cm})$. The mass attenuation coefficient (μ_m) could also be calculated through the graphic relation between the logarithmic absorption and the equivalent thickness of the sample $X_m(\text{gm/cm}^2)$ such that slope of the graphic relation represents linear the attenuation coefficient or mass attenuation coefficient. The calculated results indicated that the efficiency of prepared material to absorb X-ray and to attenuate it were high. This efficiency change relatively according to the added ratio and on type of material. This indicate a significant positive result for these adders on the characteristic radiation attenuation of the polymer, 1 low density polyethylene.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31257/2018/JKP/100215>

١. مقدمة

تعرف البوليمرات (Polymers) بأنها عبارة عن مركبات كيميائية عملاقة مكونة من عدد كبير من الجوامع الذرية المرتبطة مع بعضها بواسطة أوامر كيميائية مكونة سلاسل طويلة، وتدعى عناصر هذه السلاسل بالوحدات المتكررة وتسمى المونومر (Monomer) التي تمثل الوحدة الأساسية لبناء البوليمر [1-3].

يعد البولي إثيلين بنوعيه العالي والواطي الكثافة من البوليمرات التي تمتلك خواص مهمة ومرغوبة بها مثل إمكانية الحصول على درجة حرارة عالية من التبلور وإمكانية تحويله إلى بولي إثيلين متشابك عرضياً إضافة إلى إمكانية تركيبه بحيث يتصرف تصرف البوليمرات المشكلة حرارياً وذلك باستخدام طرائق مختلفة مثل الإشعاع أو البيروكسيدات أو السليكات إذ يمكن الاستفادة من بعض هذه الخواص للحصول على كتلة بوليمرية مقاومة للتصدع الإجهادي ذات مقاومة أفضل للمواد والمذيبات الكيميائية وأكثر صلابة وذات استقرار حراري أفضل [4].

تدخل البوليمرات في استخدامات واسعة في المجالات التكنولوجية والصناعية والتطبيقات الإلكترونية، وعلى الرغم من هذا فلا تزال هناك بعض المشاكل التطبيقية الهندسية للبوليمرات مثل قلة صلابتها (Stiffness)، قلة متانتها (Strength) مقارنة مع المعادن، ولقد استخدمت طرائق عديدة لتحسين هذه العيوب مثل التدعيم بالألياف أو يكون التدعيم بهيئة قشور (Flakes) أو حشوات (Fillers) أو دقائق (Particles)، وذلك لتقوية تماسك جسيمات البوليمر [5،6].

وتعرف الحشوات (Fillers) على أنها مواد صلبة تضاف للبوليمرات لتحسين خواصها وتقليل كلفتها ولها تأثير معاكس للملدنات إذ تقلل من ليونة البوليمر، أو تعرف على أنها مواد عضوية أو لاعضوية تضاف للبوليمر إما لغرض زيادة حجم المادة اللدائية مما يخفف من كلفتها وفي هذه الحالة تسمى بالمائات الخاملة أو قد تحسن بعض الخواص الميكانيكية وتدعى في هذه الحالة بالمائات الفعالة [7-9].

ويمكن تقسيم الحشوات (Fillers) بالنسبة لفعاليتها إلى الأقسام التالية [10، 11]

أ -حشوات فعالة (Active fillers): وهي الحشوات التي تلعب دوراً كبيراً في تقوية المواد المرنة والمطاط وان إضافة هذه الحشوات الفعالة تحت درجة الانتقال الزجاجي تقلل الهشاشة.

ب -الحشوات غير الفعالة (Inactive fillers): تستعمل هذه الحشوات لتقليل كلفة المادة ولتحسين المنتجات البوليمرية من حيث الشكل والحجم، وبذلك فإن نسبة الحشوة للمادة تكون مهمة جداً وتكون هذه الحشوات عضوية مثل (النايلون والرايون) أو غير عضوية مثل (الزجاج والكربون).

تلعب عدد من العوامل المختلفة مثل (حجم الحشوات ، طبيعتها العضوية ،تركيزها وطبيعة التداخل مع مصفوفة البوليمر إضافة إلى تركيبها الكيميائي) دوراً مهماً في تحديد الخواص الفيزيائية للمركبات البوليمرية [12].

الهدف من هذه الدراسة هو تصنيع بوليمرات متراكبة من البولي إثيلين واطي الكثافة (LDPE) مضاف إليها مسحوق كربوكسي مثيل سليولوز لغرض حجب الأشعة السينية.

٢. الجزء النظري:

تقتصر دراستنا هنا على التأثير المتبادل بين الإشعاع والمادة مثل امتصاصها الإشعاعات في المادة أو اختراقها لها وتختلف هذه التأثيرات باختلاف نوع الإشعاع واختلاف طاقتها فعند سقوط حزمة متوازية من الأشعة على المادة الممتصة يخرج الفوتون منها نتيجة تفاعله مع أحد ذرات المادة وذلك بسبب امتصاصه بالكامل وفنائه أو بسبب تشتته مما يؤدي إلى انحرافه عن مساره بذلك يكون عدد الفوتونات التي تخرج من الحزمة مقدارها dn تتناسب طردياً مع عدد الفوتونات الساقطة I_0 ومع سمك المادة الموهنة (المتتصة) dx أي أنه [13,14] أي أنه :

$$dI = -\mu I_0 dx \quad \dots\dots\dots (1)$$

اذ ان μ هو ثابت التناسب ويعرف باسم معامل التوهين الخطي وهو يختلف قليلاً عن معامل الامتصاص الخطي أما الإشارة السالبة فتعني تناقص عدد الفوتونات التي تخترق المادة فكلما زادت مسافة التغلغل من المادة (أي زيادة عدد الفوتونات الخارجة من الحزمة كلما زاد سمك المادة الممتصة) [15,16] وعند تكامل طرفي المعادلة اعلاه نحصل على العلاقة المعروفة التالية :-

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad \dots\dots\dots (2)$$

اذ ان I_0 هي شدة الإشعاع الساقط على المادة وهي شدة الإشعاعات التي اخترقت سمكاً من المادة مقداره x ولا تشمل أية إشعاعات ثانوية قد تنتج بسبب التفاعل داخل هذا السمك [17].

يعتمد معامل التوهين الخطي μ على طاقة الإشعاعات وعلى نوع المادة، لذلك عند قياس معامل التوهين لمادة ما يوضع مرشح على طريق الأشعة الساقطة لغرض الحصول على طاقة واحدة ويرتبط معامل التوهين الخطي μ بعدد الذرات n من المادة الممتصة وبالمقطع العرضي الكلي σ لتفاعل الفوتونات مع المادة فمعامل التوهين بالنسبة للتغلغل (أي التوهين في 1cm من المادة) يتناسب مع شدة الفوتونات الساقطة I_0 ومع كل من عدد الذرات في وحدة الحجم $n(\text{cm}^3)$ والمقطع العرضي الكلي σ [18] أي أن :

$$-dI/dx = n \sigma I_0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

وبمقارنة هذه العلاقة الأخيرة بالعلاقة السابقة يتضح أنه:

الجدول رقم (1) بعض خصائص البولي أثيلين واطى الكثافة المستخدم في البحث. [20]

Property	LDPE
Trade Name	Scpilex (463)
Density (g/cm ³)	0.921-0.924
Melt Index (g/10min)	0.28-0.38

واستخدمت مادة كاربوكسي مثيل سليولوز كمضاف والموضح تركيبها في الشكل (1) الى بولي اثيلين واطى الكثافة . وتتلخص عليه تصنيع النماذج من خلال استخدام جهاز المازج الباثق (Mixer and extruder) من نوع (Haake System 90 Torque Rheometer) والمجهز من قبل شركة (Haake) الامريكية في درجة حرارة (160°C) بأضافة النسب الوزنية [10, 5, 3.5, 2.5, 1] اذ انجزت عملية المزج بالحفاظ على العوامل التالية، عدد دورات (32 R.P.M) ولمدة (15 min) . استخدم في التحضير المازج من نوع (Rheometer 600 mixer) والذي يتميز بالسيطرة الدقيقة على درجة الحرارة اثناء عملية المزج وقابلية التسخين والتبريد السريعة وان اكبر كمية يمكن مزجها بهذا الجهاز تتراوح بين (45-60)gm اعتماداً على كثافتها وبعدها يكبس المزيج باستخدام المكبس الهيدروليكي (F&R.Al.Haddad) والمصنع داخل العراق والمجهز بنظام تبريد ومنظومتين للتسخين ، ثم انجزت عملية الكبس للنماذج بواسطة المكبس الهيدروليكي تحت درجة حرارة (175°C) وضغط (5 tons) ولمدة (3min) ثم يرفع الضغط الى (15 tons) لمدة (6 min) . ثم يسحب النموذج ذو الابعاد (20X20)cm الى جهاز التقطيع اذ تقطع النماذج باستخدام الجهاز (Automatic Hollow Diepunch-code 6050) او يمكن تقطيعها يدوياً حسب ابعاد العينة المستخدمة في قياسات الحجب الاشعاعي.

٤. -الاجهزة المستخدمة في القياس

يبين الشكل (٢) أذناه الجهاز المستخدم في قياسات خصائص التدريع الإشعاعي للأشعة السينية والذي يتكون من جهاز توليد الاشعة السينية والكشف عنها الماني المنشأ (LEYBOLD-IERAEUE)

اجريت القياسات وفقاً لطريقه العمل التالية :

- نحدد زمن تشغيل جهاز الأشعة السينية بواسطة ضابط الوقت وليكن في حدود (٣٠) دقيقة.
- نجهز الكاشف بجهد يتراوح ما بين (٤٩٠-٥٣٠) فولت بواسطة مجهز القدرة.
- نتأكد من وضع شرائح البوليمر الجديد في الشق المخصص لها في اتجاه مسار الأشعة السينية الساقطة، بحيث تكون زاوية العداد صفر مع اتجاه الاشعة الساقطة.

$$\mu = n \sigma \quad \dots\dots\dots(4)$$

أي ان معامل التوهين الخطي هو عبارة عن حاصل ضرب عدد الذرات الى الحجم من المادة في المقطع العرضي الكلي عند الطاقة المعنية .

اذ ان σ المقطع العرضي الكلي لإزالة الفوتون من الحزمة بتفاعلات الامتصاص (التأثير الكهروضوئي، إنتاج الأزواج) والاستطارة (تأثير كومبتن) [19] .

وبذلك يصبح المقطع العرضي الكلي لها عبارة عن مجموع المقاطع العرضي لكل نوع على حدة وعليه يصبح معامل التوهين الخطي لمادة معينة عند طاقة معينة E هو عبارة عن مجموعة التوهين الجزئية لكل التأثيرات الحاصلة.

وكثيراً ما تستعمل معاملات توهين أخرى باسم معامل التوهين الكتلي او معامل التوهين الذري وترتبط هذه المعاملات الأخيرة بمعامل التوهين الخطي بالعلاقة التالية :

$$\mu_{\text{mass}} = \mu / \rho (\text{cm}^2/\text{gm}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\mu_{\text{atom}} = \mu / \rho (A/N_A) \quad \dots\dots\dots(6)$$

اذ ان ρ هي كثافة المادة الحاجبة، A عددها الكتلي ، N_A حد عدد افوكادروا وتجدر الإشارة الى انه استخدام معامل التوهين الكلي لحساب سمك الحواجز الواقعية من الإشعاعات السينية او في ما هو عليه من إشعاعات كما ويعود ذلك لاختلاف هذا المعامل باختلاف الطاقة والسبب الاخر والاهم هو تكون إشعاعات ثانوية داخل المادة ذاتها وعندها يكون السمك المحسوب اقل من السمك اللازم لتوهين تلك الإشعاعات خاصة وانها تتكون من أعماق مختلفة من الحاجز.

في بعض الأحيان يستخدم اصطلاح السمك النصفى من المادة $X_{1/2}$ وهو عبارة عن سمك المادة المعنية اللازم لخفض شدة الإشعاعات إلى النصف أي انه :

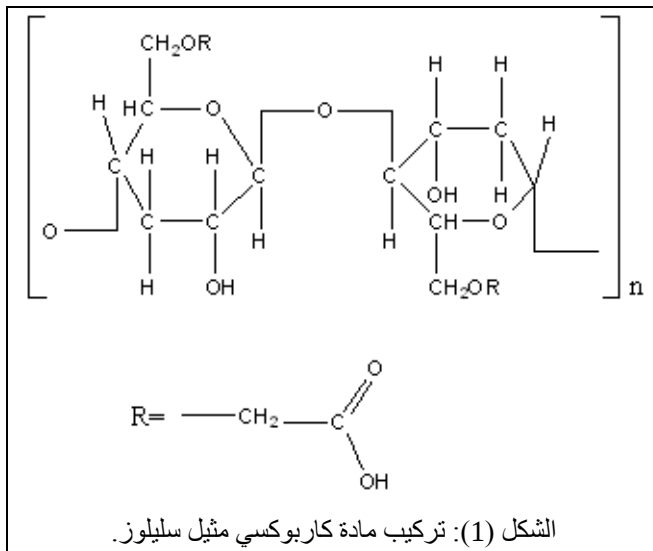
$$I_x/I_0 = 1/2 = e^{-\mu X_{1/2}} \quad \dots\dots\dots(7)$$

وبالتالي فان السمك النصفى هو

$$X_{1/2} = 0.693 / \mu (\text{cm}) \quad \dots\dots\dots(8)$$

٣. الجزء العملي:

استخدم في هذا البحث البولي أثيلين واطى الكثافة (Low Density Polyethylene) والمنتج من قبل الشركة العامة للصناعات البتروكيمياوية (بصرة-عراق) على شكل مسحوق يوضح الجدول رقم (1) بعض الخصائص لهذا البوليمر النقي المستخدم في هذا البحث:



ومعامل التوهين الكتلي والامتصاصية والنفاذية من خلال المعادلات الخطية لناتج التمثيل البياني المذكور أعلاه وهذا موضح في الجداول (2,3,4,5,6) والتي تمثل معاملات الحجب للأشعة السينية للعينات ذات النسب المختلفة فالإشكال المرقمة (4,5,6,7,8) توضح العلاقة الخطية بين لوغاريتم الامتصاصية مع السمك $X_m(\text{cm})$ اما في الشكل (3) فيمثل النفاذية للأشعة السينية كدالة للسمك للعينات ذات النسب المختلفة إذ يلاحظ التأثير الواضح على الامتصاصية بزيادة النسب المضافة للبوليمر واطى الكثافة دلت النتائج من خلال الإشكال المستعرضة أنفا وكذلك من خلال الجداول وعند المقارنة للنفاذية والامتصاصية إلى انه هناك كفاءة للمادة المصنعة في توهين الأشعة السينية وبصورة خاصة العينة ذات النسبة 10% الامتصاصية تزداد لنسب المضاف من مادة CMC فتصل الى 50% عند السمك 0.8cm.

الجدول رقم (2): معاملات الحجب الإشعاعي للأشعة السينية عند نسبة المضاف 1%.

سمك النصف mm	معامل الامتصاص الخطي cm^{-1}	الامتصاصية %	النفاذية %	X(cm) 1% CMC
12.8	5.4	10	90	0.2
		23	77	0.4
		39	61	0.8

الجدول رقم (3): معاملات الحجب الإشعاعي للأشعة السينية عند نسبة المضاف 2.5%.

سمك النصف mm	معامل الامتصاص الخطي cm^{-1}	الامتصاصية %	النفاذية %	X(cm) 2.5% CMC
12.7	5.42	14	86	0.2

- نتأكد من وضع مرشح الزركونيوم في مكانة الملائم في مسار الأشعة السينية للحصول على طول موجي (0.71 Å).
- نحسب تأثير الإشعاعات الخلفية (BACK GROUND) لمدة (100) ثانية.
- نجعل تيار الفتيلة واحد مللي أمبير وجهد الأنود (21) كيلو فولت.
- نجد عدد النبضات خلال 100 ثانية بدون مادة الامتصاص لإيجاد (I_0) .
- نجد التغير الحاصل في معدل النبضات (I) مع تغير سمك شرائح البوليمر الجديد
- نحسب معامل الامتصاص (μ) للبوليمر الجديد وسمك النصف العملي والنظري والامتصاصية (I_0/I) في كلتا الحالتين.



شكل (2): توضح الجهاز المستخدم في القياس.

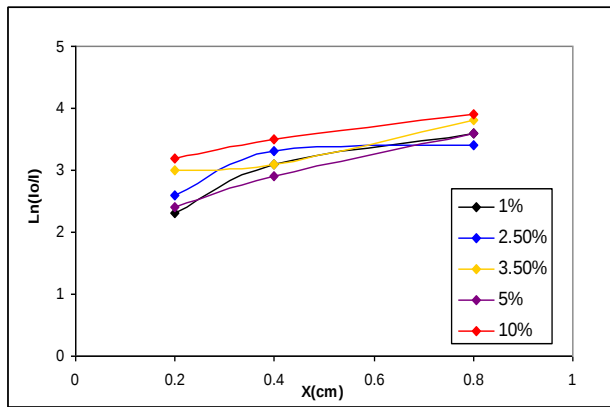
٥. الحسابات والنتائج

درست الامتصاصية والنفاذية ومعامل التوهين للعينات المشار لها بالجدول (2,3,4,5,6) كل على حدة فاستعرضت إشكالها (3,4,5,6,7,8) من خلال قياس معدلات العد (I, I_0) للنماذج المشار لها وامكن حساب لوغاريتم الامتصاصية للأشعة السينية . ان العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية وسمك النموذج هي علاقة خطية حسب المعادلة رقم(2) التي يمكن كتابتها بالشكل التالي :

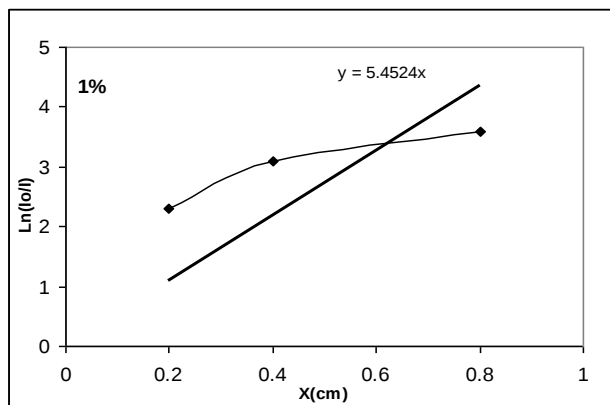
$$\mu = -(1/x) \ln(I/I_0) (\text{cm}^{-1})$$

اذ ان (I/I_0) نسبة النفاذ .

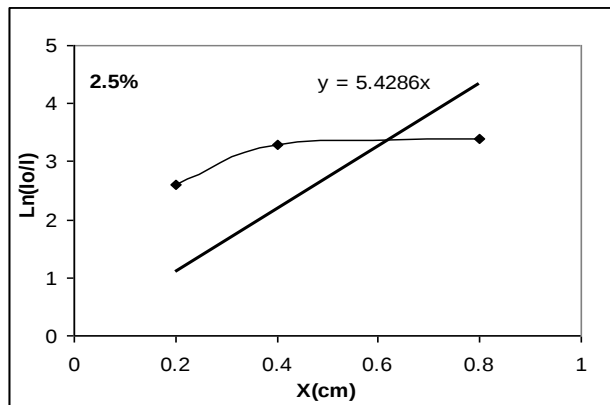
ومن عملية التمثيل البياني من خلال العلاقة بين قيمة لوغاريتم الامتصاصية للأشعة السينية مع سمك النموذج $(x(\text{cm}))$ او السمك $(x_m(\text{gm}/\text{cm}^3))$ للبوليمر في مدى الفولتية (21kv) سنحصل على قيم معامل التوهين الخطي



شكل (٣): يمثل لوغاريتم الامتصاصية $\ln(I_0/I)$ كدالة لسمك المادة $X(\text{cm})$ وللنسبة المختلفة من مضاف cmc .



شكل (٤): يمثل لوغاريتم الامتصاصية $\ln(I_0/I)$ كدالة لسمك المادة $X(\text{cm})$ للنسبة 1% من مضاف cmc .



شكل (٥): يمثل لوغاريتم الامتصاصية $\ln(I_0/I)$ كدالة لسمك المادة $X(\text{cm})$ للنسبة 2.5% من مضاف cmc .

0.4	71	29		
0.8	70	30		

الجدول رقم (٤): معاملات الحجب الإشعاعي للإشعاع السينية عند نسبة المضاف 3.5%.

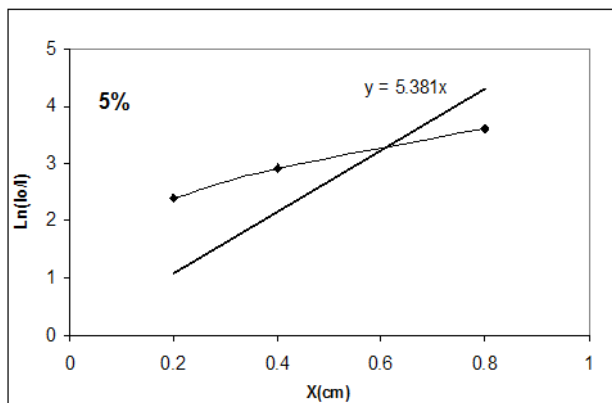
X(cm) 3.5% CMC	النفاذية %	الامتصاصية %	معامل الامتصاص الخطي cm^{-1}	سمك النصف mm
0.2	78	22	5.8	11.9
0.4	77	23		
0.8	55	45		

الجدول رقم (5): معاملات الحجب الإشعاعي للإشعاع السينية عند نسبة المضاف 5%.

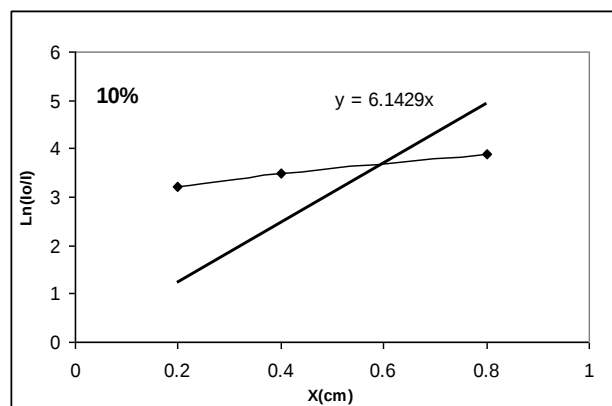
X(cm) 5% CMC	النفاذية %	الامتصاصية %	معامل الامتصاص الخطي cm^{-1}	سمك النصف mm
0.2	88	12	5.38	12.8
0.4	81	19		
0.8	63	37		

الجدول رقم (٦): معاملات الحجب الإشعاعي للإشعاع السينية عند نسبة المضاف 10%.

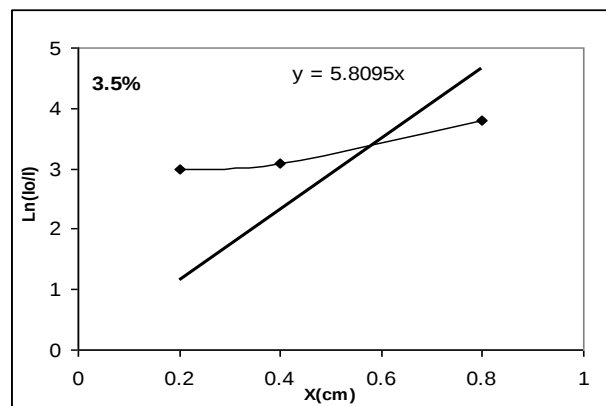
X(cm) 10% CMC	النفوذية %	الامتصاصية %	معامل الامتصاص الخطي cm^{-1}	سمك النصف mm
0.2	75	25	6.14	11.2
0.4	66	34		
0.8	50	50		



شكل (٧): يمثل لوغاريتم الامتصاصية $\ln(I_0/I)$ كدالة لسمك المادة $X(\text{cm})$ للنسبة 5% من مضاف $\text{cmc} >$



شكل (8): يمثل لوغاريتم الامتصاصية $\ln(I_0/I)$ كدالة لسمك المادة $X(\text{cm})$ للنسبة 10% من مضاف cmc .



شكل (٦): يمثل المعامل $\ln(I_0/I)$ كدالة لسمك المادة $X(\text{cm})$ للنسبة 3.5% من مضاف cmc

المصادر

- [1] M. P. Stevens, "Polymer chemistry", New York, Oxford, (1999).
- [٢] جمال الرفاعي، فارس السويلم "البوليمرات تركيبها وخصائصها" معهد بحوث البتروكيماويات، المملكة العربية السعودية، 2011م.
- [3] S.H.AL-tamimi "Study of dielectric properties for composites high dielectric constant" M.Sc.Thesis, Iraq, Collage of Education, Basra University,(2012).
- [4] E. Krijnen, M. Marsman and R. Holweg, Journal of Coated Fabrics, vol. 24, Oct. 152–161, (1994).
- [5] Nadhim A.,Hameed A. Hamadi,Thamir Salman,Wael A.S. and Abdullah K. journal of al-qadisiyah for pure science , Vol.17, 1-16, (2012).
- [٦] علي فليح، نبيل محمد العبيدي " الكيمياء الصناعية وخاماتها " جامعة البصرة، (1989).
- [7] Hameed A. Hamadi,Nadhim A., Wael A.S. and Abdullah K.. journal of al-qadisiyah for pure science , Vol.16, 1-10, (2011) .
- [8] W.Callister," Materials science & Engineering an intoduaction ", John Wiley , 6th Ed, (2003).
- [٩] اريج رياض سعيد،نور الدين رفيق " قسم العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية، بغداد، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 29، العدد 15 (2011).
- [10] M.S Bhatnagar"A Textbook of Polymers, Chemistry and Technology of polymer Processing and Aapplication", Published by S. Chand& Company LTD, New Delhi,(2004).

- [11] N.G. Gaylord, R.Mehta, V. Kumar, and M.Tazi, "Polymeric Materials Science and Engineering, Proceeding of the ACS Division of Polymeric Materials, Sci. , (1988).
- [12] Hameed A., Nadhim A., Wael A.S. and Abdullah K., journal of al-qadisiyah for pure science , Vol. 14 , 1-10, (2010).
- [13] Leo, W.R., "Techniques for nuclear and particle physics Experiments ", Springer – Verlag, Berlin (1987).
- [14] C.H. Shin, D.K. Park, B. Noh and M.C. Jo, Dongseo University, Korea 617-716, (1998).
- [15] K.S. Whitley, T.S. Gates, J. A. Hinkley and L.M. Nicholson. NASA, Langley Res. Cen. Hampton, Virginia, 23681, 2199 (2000).
- [16] L.E. Nielson, "Mechanical Properties of Polymer and Composite" Marcel Dekker Inc., New York, (1974).
- [17] J.T. Lutz, " Thermoplastic Polymer Additives: Theory and practice", Marcel Dekker, New York, (1989).
- [18] H.F. Mark, N. M. Bikales, .C. Overberger and G. Menges, "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering " Vol.14, Wiley– Interscience, New York, (1986).
- [١٩] عاصم عبد الكريم عزوز " مبادئ في الفيزياء النووية" مطبعة ، جامعة الموصل 1982.
- [20] Ahmed J. Mohammed, International Journal of Science and Technology, 3 , 1:18-22. (2014).