STUDY OF THE LINEAR ATTENUATION COEFFICIENT FOR GAMMA RAYS AND BETA RAYS OF EPOXY POLYMER REINFORCED WITH DIFFERENT RATIOS OF LEAD OXIDE AND MANGANESE OXIDE

***Amjad Moussa Elhams , Moftah Ali Ben Yazid**
Physics Department, Faculty of Science, Alasmarya Islamic University, Zliten-Libya
** Corresponding author: a.elhams@asmarya.edu.ly*

ABSTRACT

In this research paper, the linear attenuation coefficient for gamma rays and beta particles (radiation attenuation) was studied using epoxy polymer samples with a hardener (210 A+B) and added red lead oxide with a purity of 99.97% and manganese oxide with a purity of 99.97% in weight percentages (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%). The linear attenuation coefficient μ for both gamma rays and beta particles was studied using a radioactive radium (Ra) source that emits gamma rays with an energy range of (0.416 - 0.478) MeV and a radioactive activity, and a strontium (Sr) source that emits negative beta particles with an energy of 0.546 MeV and a radioactive activity of 37 KBq. A Geiger-Muller counter system was used to study the attenuation coefficient for all samples.
The experimental results showed that the samples containing lead oxide and manganese oxide, especially at higher percentages (40% - 60%), had a high linear absorption coefficient for gamma rays ((1.3/cm for the lead oxide sample and 0.95/cm for the manganese oxide sample). The measurements also showed that the linear absorption coefficient for beta rays is greater than the linear absorption coefficient for gamma rays for the same mixing ratios. The study also showed that the linear absorption coefficient for samples containing lead oxide is generally higher than the linear absorption coefficient for samples containing manganese oxide. The highest value of the linear absorption coefficient was obtained at a ratio of 60% for both lead oxide and manganese oxide.

Keywords: Gamma rays, Beta particles, Epoxy polymer, Linear attenuation coefficient.

دراسة معامل التوهين الخطي لأشعة جاما وأشعة بيتا لبوليمر الايبوكسي مطعم بأكسيد الرصاص واكسيد المنجنيز بنسب مختلفة

*** أمجد موسى الهمص ، مفتاح علي بن يزيد**
قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، الجامعة الأسمرية الإسلامية ، زليتن – ليبيا
* لمراسلة المؤلف: *a.elhams@asmarya.edu.ly*

الملخص

في هذه الورقة البحثية تم دراسة معامل التوهين الخطي لأشعة جاما وجسيمات بيتا (توهين الاشعة) باستخدام عينات من بولمر الايبوكسي مع مصلب (A+B 210) والمضاف إليه أكسيد الرصاص الاحمر بنقاوة 99.97 وأكسيد المنجنيز بنقاوة 99.97 وبنسب وزنية (0%, 10%, 20%,30%,40%,50%,60%) إذ تمت دراسة معامل التوهين الخطي μ لكل من أشعة جاما وجسيمات بيتا وذلك باستخدام عنصر الراديوم (Ra) المشع لأشعة جاما بطاقة (0.416 - 0.478)Mev ونشاط اشعاعي $3.3\ KBq$, و عنصر (Sr) ونشاط اشعاعي 37KBq الذي يشع اشعة بيتا السالبة بطاقة 0.546 .Mev, واستخدمت منظومة عداد جيجر- مولر لدراسة معامل التوهين لجميع العينات . بينت النتائج العملية بان العينات التي تحتوي على أكسيد الرصاص وأكسيد ذالمنجنيز وخاصة عند النسب العالية (40% - 60%) قد أمتلكت معامل امتصاص خطي مرتفع بالنسبة لاشعة جاما (1.3/Cm) لعينة أكسيد الرصاص و (0.95/Cm) لعينة أكسيد المنجنيز كما بينت القياسات أن معامل الامتصاص الخطي لاشعة بيتا أكبر من معامل الامتصاص الخطي لاشعة جاما لنفس نسب الخلط, كما بينت الدراسة أن معامل الامتصاص الخطي للعينات التي تحتوي على أكسيد الرصاص أكبر من معامل الامتصاص الخطي للعينات التي تحتوي أكسيد المنجنيز بشكل عام , تم الحصول على أعلى قيمة لمعامل الامتصاص الخطي عند النسبة 60% لكل من اكسيد الرصاص واكسيد المنجنيز.

الكلمات الدالة: أشعة جاما , أشعة بيتا , بوليمرالايبوكسي , معامل التوهين الخطي.

1- مقدمة

تتميز الكثير من النظائر سواء الطبيعة أو الاصطناعية (أي المجهزة باستخدام المفاعلات أو المعجلات النووية) بخاصية تعرف باسم النشاط الإشعاعي[1]. والنشاط الإشعاعي عبارة عن تفكك decay (أو اضمحلال disintegration) تلقائي لنواة النظير مع اصدار جسيمات نووية مثل جسيمات ألفا أو بيتا و قد يتبعها انطلاق إشعاعات جاما [4]. وتعرف النظائر التي يحدث فيها هذا التفكك أو الاضمحلال بالنظائر المشعة. وتجدر الإشارة إلى أن عملية التفكك تحدث في النظائر سواء أكانت في صورة نقية أم تدخل ضمن مركبات كيمائية أو بيولوجية أو غيرها. كما أن عملية التفكك لا تعتمد إطلاقاً على الظروف الطبيعية مثل الحرارة وحالة النظير.. الخ [2]. و العناصر المشعة طبيعيا تصدر اشعاعات الفا وبيتا وجاما وهذه الاشعة تختلف في طبيعتها وخواصها فأشعة الفا هي أنوية ذرات الهيليوم ذات شحنة موجبة ومقدرة ضعيفة على اختراق المواد [1]. أما أشعة بيتا بنوعيها الموجب والسالب فهي عبارة عن الكترونات موجبة (البوزيترونات) بالنسبة للنوع الموجب من أشعة بيتا أو الكترونات سالبة بالنسبة للنوع السالب من الاشعة وكلا النوعين يصدران من النواة بطاقات مختلفة وتمتاز أشعة بيتا بقدرتها المتوسطة على الاختراق وبتأثرها بالمجالات الكهربية والمغناطيسية كما أن أشعة بيتا تفقد طاقتها داخل المادة عن طريق التأين أو الاثارة نتيجة للتصادم المرن او غير المرن مع ذرات المادة , كما تفقد جسيمات بيتا طاقتها داخل المادة عن طريق الاشعاع عندما يمر جسيم بيتا بالقرب من مجال النواة فإنه ينحرف عنها ويغادرها بطاقة اقل نتيجة(للتصادم) وينطلق فرق طاقه على شكل إشعاع يسمى بإشعاع الفرملة (الإيقاف)[3].

أما بالنسبة لأشعة جاما فهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية بطاقة عالية تخرج من النواة نتيجة لعمليات الاثارة المختلفة [5]، حيث تولد الأنوية المثارة غالباً لانطلاق أشعة بيتا وألفا كما ويمكن أن تنتج عن التفاعلات النووية المختلفة. وتحاول هذه الأنوية المثارة أن تتخلص من طاقة الإثارة بطرق متعددة إحداها هو إطلاق الإشعاع الكهرومغناطيسي (إشعاع γ) , تفقد أشعة جاما طاقتها داخل المادة عن طريق تفاعلها مع الكترونات المادة المدارية في تفاعل التأثير الكهروضوئي وتفاعل كومبتون أو عن طريق تفاعل مع مجال النواة في تفاعل انتاج الزوج لطاقة الاشعة الأعلى من (1.022)Mev [2,4]. لذلك مازالت مشكلة التلوث الاشعاعي سواء النووية او الكهرومغناطيسي من المشاكل الكبيرة التي تواجه كل من يعمل في مجال الاشعاع سواء كان المجال الطبي العلاجي او التشخيصي

أو في مجال البحوث العلمية[5] , لذلك كانت هناك حاجة ماسة الى الدروع الواقية من الاشعاع النووي أو الكهرومغناطيسي واغلب هذه الدروع تصنع من معدن الرصاص او سبائك معدنية مرتفعة الثمن لذلك اتجهت البحوث للبحث في المواد المتراكبة بغية الحصول على ادرع واقية من الاشعاع رخيصة الثمن وفعالة [3 , 6].

والهدف من هذه الورقة البحثية تصنيع أذرع واقية من الإشعاع تستخدم في حفظ العناصر المشعة وفي تدريع الأبواب والحوائط في معامل البحوث النووية وفي اقسام الاشعة العلاجية أو التصويرية سواء كانت أشعة نووية أو أشعة X بإستخدام بلمر الايبوكسي كمادة رابطة مضاف إليه أكسيد الرصاص الاحمر و أكسيد المنجنيز بنسب مختلفة وقياس معامل التوهين الخطي للعينات المختلفة بإستخدام منظومة عداد جيجر – مولر.

2- الجانب النظري

عند سقوط شعاع من جسيمات(β)متماثلة الطاقة بشدة قدرها(I_0)على المادة فسيرتد بعضها أو ينعكس عن المادة كما في حالة شعاع الضوء وهناك جسيمات أخرى أقل طاقة سوف تعاني تصادمات مع الإلكترونات المدارية والأنوية وستنحرف عن مساراتها وتفقد طاقتها باستمرار حتى تتوقف أو تمتص في المادة, وإذا كان هناك جسيم سريع فإنّه لن يعاني انحرافاً ويستمر في سيره في خط مستقيم حتى ينفذ من المادة.كما وجد أن طول المسار الإلكترون أكبر كثيراً من مسافة اختراقه داخل المادة. وذلك لطبيعة المسار المتعرج لجسيمات بيتا[2]. عندما تسقط حزمة من أشعة جاما شدتها (I_0)على المادة . سيتفاعل بعض هذه الأشعة مع المادة عن طريق التّفاعل الكهروضوئي و مجموعة أخرى من الأشعّة فسوف تتفاعل عن طريق تشتّت كمبتون أمّا المجموعة الثّالثة فسوف تتفاعل عن طريق إنتاجاً لأزواج حسب طاقة أشعة(γ)ً. وفي نهاية الأمر تجد أنّ مجموعة معينة من أشعة بيتا أو جاما (بشدة قدرها I) سوف تنجح في اختراق المادة والوصول إلى الكاشف [2] , مما ينتج عنه توهين أو إضعاف لأشعّة عند مرورها في المادة , ويختلف التّوهين النّاتج للإشعاع باختلاف نوعه و نوع المادة المّار فيها. فقد وجد أنّ التّوهين الناتج لأشعّة(β) يختلف عن ذلك النّاتج لأشعّة(γ). ففي حين نجد أنّ أشعّة β تتفاعل بقوة مع المادة إلاّ أنّ أشعّة(γ)تتفاعل تفاعلاً ضعيفاً معها . ومن ثمّ تقطع مسافات كبيرة في المادة بالمقارنة مع مسافة اختراق أشعّة بيتا[3] وهكذا نجد أنه عند مرور الأشعّة الجسيمية أو الكهرومغناطيسية في المَادة يحدث توهين أو إضعاف لها. كما ويجب أن نوضح هنا حدوث نوعان من التّوهين وهما توهين في عدد الفوتونات بعد مرورها في المادة و توهين في طاقة الفوتونات بعد مرورها في المادة وهذا ما يعرف بإضعاف طاقة الأشعّة أو امتصاصها في المادة[4] .

باعتبار سقوط حزمة متوازية من الاشعة على المادة فإن معادلة توهين الاشعة تكتب على الشكل التالي

$$I = I_0\, e^{-\mu x} \qquad (1)$$

توضح هذه المعادلة أن العلاقة بين سمك المادة الممتصة للإشعاع وشدته هي علاقة أسية ,حيث μ هي مقدار ثابت يعرف بمعامل التوهين الخطي Linear Attenuation Coeffcient وهو دالة في احتمال التفاعل (σ) [4].

$$\mu = \sigma\, n$$ بالعلاقة ويعطي

حيث n هي عدد الذرات/ وحدة الحجم من المادة المُمْتصة. يمكن حساب μ من العلاقة

$$\mu = -\frac{\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)}{x} \qquad (2)$$

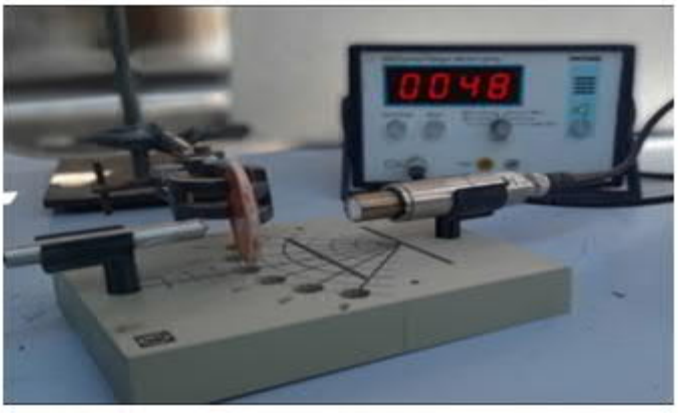
يقدّر معامل الامتصاص الخطي بوحدات m^{-1} ذلك عندما يقدّر السّمك (x) بالأمتار[2].

3- الجزء العملي

استخدمت مصادر الاشعة الاتية عنصرالراديوم (Ra) كمصدر لأشعة جاما بطاقة (0.416-0.478)Mev ذي نصف عمر1599سنة ونشاط اشعاعي $3.3\ KBq$مصنع من قبل شركة LEYBOLDالالمانية بتاريخ 2016 وعنصر (Sr) ذي نصف عمر 28.8 سنة ونشاط اشعاعي $37\ KBq$ كمصدر لأشعة بيتا السالبة بطاقة 0.546 Mev مصنع من قبل نفس الشركة الالمانية بتاريخ 2018, كما أستخدم بولمر الايبوكسي مع مصلب من انتاج مصنع المدينة مصراتة و أكسيد الرصاص احمر(Pb_3O_4) بنقاوة 99.97 وكتلة مولية (685.6 g /mol) من انتاج الشركة المصرية للطلاء والاكاسيد وثاني أكسيد المنجنيز(MnO_2) بنقاوة 99.97 و كتلة مولية(86.936g/mol)انتاج الماني , كما استخدمت منظومة عداد جيجر- ملر صنع شركة (فيوي PHYWE) الالمانية.

تم وزن البولمر والمصلب والاكاسيد باستخدام الميزان الحساس بدقة 0.001g لتحديد كمية البولمر وكمية الاكاسيد اللازمة للنسب الوزنية المحددة من(10% الى 60%) وتم خلط البولمر مع الاكاسيد بطريقة الخلط اليدوية لعدة دقائق وبعد إتمام عملية الخلط وتجانس التركيب يضاف المصلب بالنسبة الوزنية المحدد من قبل المصنع ويعاد الخلط اليدوي مجددا لمدة 15 دقيقة حتى تمام الامتزاج وبدأ عملية التصلب (التصلب يستغرق 20 دقيقة حسب معلومات المصنع) عندها يصب الخليط في قوالب دائرية من الورق المقوى قطرها 6Cm وسمك 1mm تم تركت القوالب لمدة ثلاث أيام حتى تصلبت العينات بشكل , وبعدها نزعت العينات من القوالب وتم تسويت السطح عن طريق الحك على ورق السنفرة للحصول على الشكل النهائي للعينة الشكل (1) ثم رتبت منظومة القياس كما بالشكل (2) وأجريت التجربة لقياس معامل الامتصاص الخطي لاشعة جاما واشعة بيتا لكل العينات بمختلف النسب وذلك بأخذ قراءة العداد R_0 ثلاث مرات قبل وضع العينات امام انبوبة العداد وحساب متوسط القراءات وهذا المتوسط يمثل الشدة الاشعاعية I_0 , ثم اخذ القراءة ثلاث مرات بعد وضع العينة R وحساب متوسط القراءات وهذا المتوسط يمثل الشدة الاشعاعية النافذة من الحاجز I ثم تكرر العملية لسمك مختلف من كل نسبة , بعد اتمام تسجيل القراءات لمختلف العينات تحسب $Ln\frac{R}{R_0}$ مقابل السمك x ب Cm لكل العينات ثم يرسم $Ln\frac{R}{R_0}$ مقابل سمك العينة x فنحصل على خط مستقيم ميله يساوي معامل الامتصاص الخطي μ لكل عينة .

الشكل (1) الشكل النهائي للعينات



الشكل(2) ترتيب منظومة عداد جيجر

4- النتائج والمناقشة

تم قياس معامل التوهين الخطي للعينات المحضرة بمختلف النسب عن طريق قياس معدل العد لعداد جيجر-ملر قبل وبعد وضع العينة امام انبوب العداد وتم رسم $ln(R/R_0)$ مقابل سمك العينة x لجميع العينات بمختلف النسب وبأخذ ميل الخط المستقيم الناتج عن الرسم تم حساب معامل الامتصاص الخطي لجميع العينات حيث اظهر الرسم تناسب معامل الامتصاص تناسب طردي مع زيادة نسبة التشويب لجميع العينات ولخصت النتائج في الجدول (1):

الجدول (1) نتائج معاملات التوهين الخطية (μCm^{-1}) للعينات بمختلف النسب

العينة ونسبتها	%10	%20	%30	%40	%50	%60
معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما لعينات أكسيد الرصاص	0.6366	0.7685	0.9884	1.1454	1.2484	1.3020
معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما لعينات أكسيد المنجنيز	0.3114	0.4802	0.5464	0.6601	0.8644	0.9528
معامل الامتصاص الخطي لأشعة بيتا لعينات أكسيد الرصاص	0.9611	0.9812	1.0798	1.0867	1.1720	1.5988
معامل الامتصاص الخطي لأشعة بيتا لعينات أكسيد المنجنيز	0.6757	0.7819	0.8465	0.8641	1.0205	1.3579

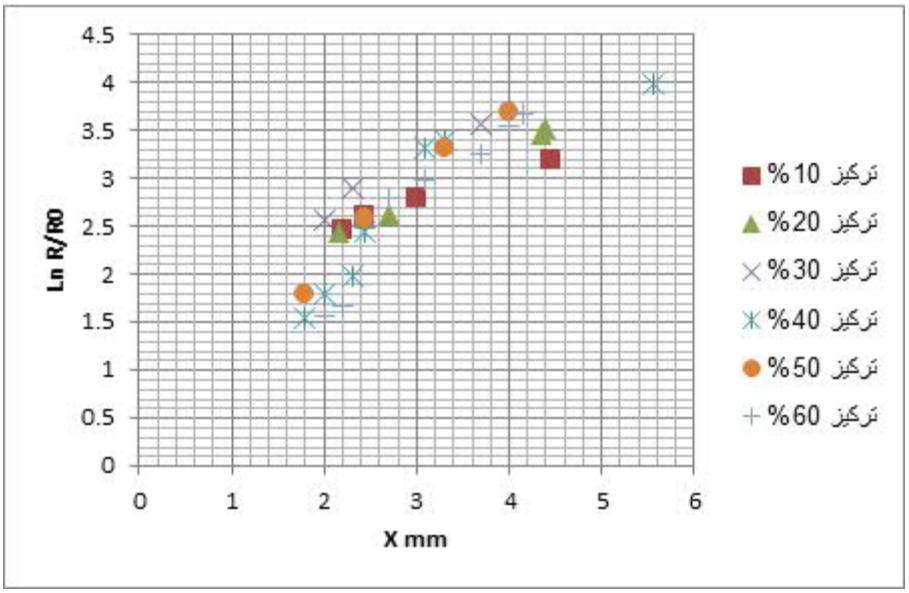
عند رسم $ln(R/R_0)$ مقابل سمك العينة x لجميع العينات بمختلف النسب تبين الآتي:

1- في عينة البولمر المخلوط مع أكسيد الرصاص الشكل (3) والشكل (4) أظهرت القياسات ازدياد معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما واشعة بيتا مع زيادة نسبة التشويب وكانت أعلى قيمة عند النسبة 60%مع ملاحظة ان معامل الامتصاص الخطي لأشعة بيتا كان اعلى من معامل الامتصاص لأشعة جاما وهذا راجع الى طبيعة أشعة بيتا الجسيمية وقدرتها الضعيفة على الاختراق نتيجة لفقد طاقتها على طول مسافة النفاذ نتيجة لعمليات التصادم مع الكترونات ذرات مادة العينة وباستمرار التصَادمات مع الإلكترونات يستمر فقد الطاقة حتى يمتص جسيم β في نهاية الأمر في المادة. اما اشعة جاما الكهرومغناطيسية فتفقد طاقتها عن طريق التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون ويكون تفاعلها مع المادة تفاعلاً ضعيفاً ومن ثمّ تقطع مسافات كبيرة في المادة بالمقارنة مع مسافة اختراق أشعّة β.وبالتالي يكون معامل توهينها أقل من معامل توهين أشعة بيتا

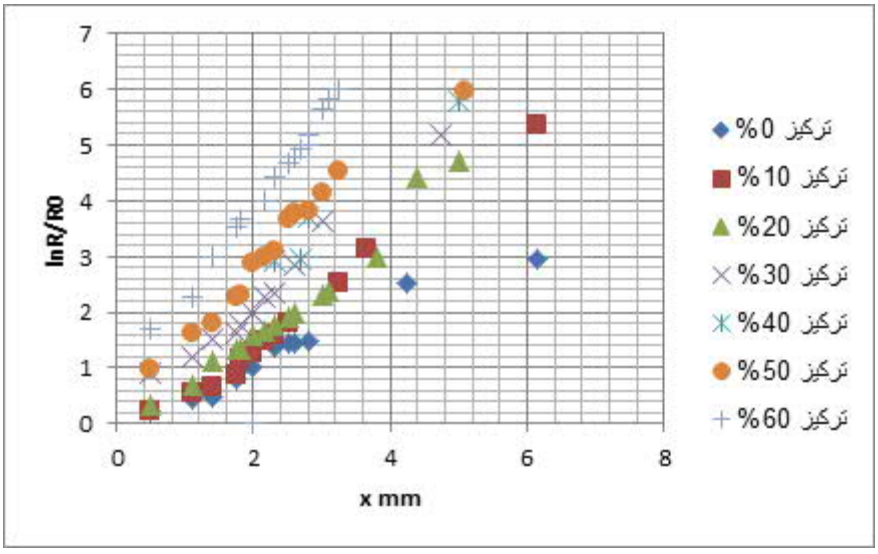
2- في عينة البولمر المخلوط مع أكسيد المنجنيز الشكل(5) والشكل (6) أظهرت القياسات ازدياد معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما واشعة بيتا مع زيادة نسبة التشويب مع ملاحظة ان معامل الامتصاص الخطي لأشعة بيتا كان اعلى من معامل الامتصاص لأشعة جاما.

3- عند مقارنة معامل الامتصاص الخطي لعينات أكسيد الرصاص وعينات أكسيد المنجنيز أظهرت النتائج ان معامل الامتصاص الخطي لعينات أكسيد الرصاص أعلى من معامل الامتصاص لاكسيد المنجنيز لجميع العينات بمختلف نسب التشويب وذلك راجع لارتفاع العدد الكتلي لأكسيد الرصاص

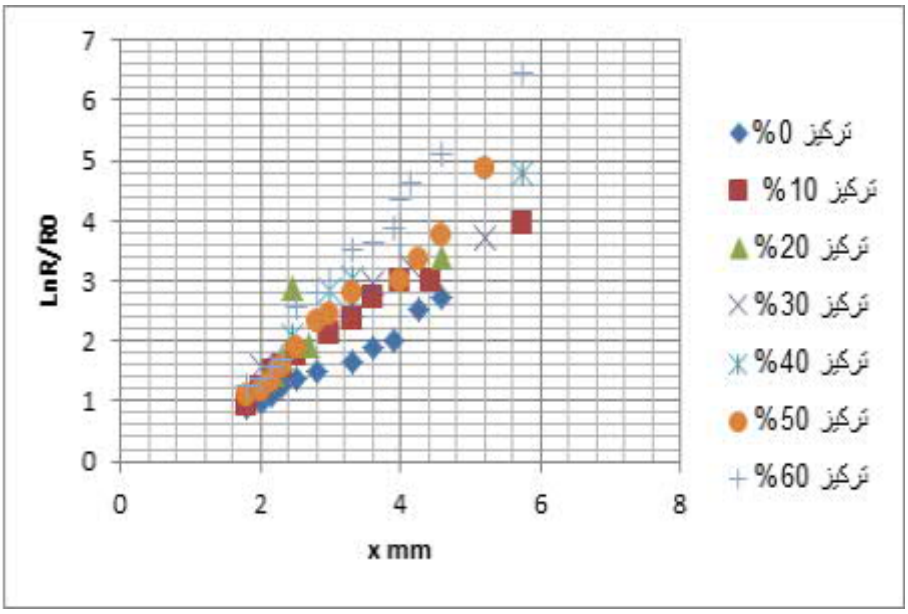
4- عند مقارنة معامل الامتصاص الخطي للعينات المشوبة بأكسيد الرصاص وأكسيد المنجنيز مع معامل الامتصاص الخطي للرصاص كان معامل الامتصاص الخطي للعينات المشوبة بأكسيد الرصاص أعلى في القيمة من معامل الامتصاص للرصاص



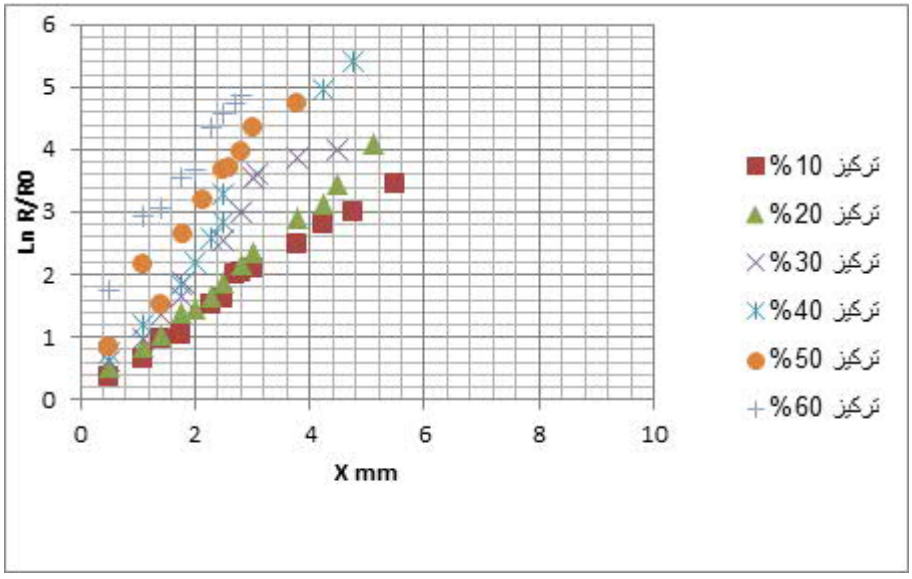
الشكل (3) توهين أشعة جاما بعينة البولمر المشوب بأكسيد الرصاص



الشكل (4) توهين أشعة بيتا مع عينة البولمر المشوب بأكسيد الرصاص



الشكل (5) توهين أشعة جاما مع عينة البولمر المشوب بأكسيد المنجنيز



الشكل (6) توهين أشعة بيتا مع عينة البولمر المشوب بأكسيد المنجنيز

5- الخلاصة

نستنتج بأن إضافة أكاسيد معدنية ذات وزن جزئي مرتفع الى بولمر الايبوكسي له تأثير على توهين وحجب الاشعة النووية سواء كانت جسيمية او كهرومغناطيسية اذ تزداد قيمة التوهين بزيادة نسبة الإضافة للشوائب , كما نستنتج ان أكسيد الرصاص افضل من أكسيد المنجنيز في عملية التوهين والحجب وكانت أعلى قيمة لمعامل الامتصاص الخطي عند النسبة 60%

المراجع

[1] م. ش. الدغمة، ع. م. جمعة، " الفيزياء النووية "، كلية العلوم جامعة طرابلس، 1997.

[2] م. ف. أحمد، أ. م. السريع، " مبادئي الاشعاعات المؤينة والوقاية منها "، جامعة الملك سعود، 2007.

[3] أ. الناغي، " الفيزياء النووية -الطبعة الاولى "، جامعة القاهرة، 2001.

[4] ع. غيت، " حساب التدريع لمركز نموذجي للمعالجة الاشعاعية والطب النووي "، جامعة دمشق، 2009.

[5] ب. ش. ابوزيد، ف. ع. الفيتوري، ن. ن. زقلوط، ه.ع. ديوكة، "حساب معامل الامتصاص الخطي والكتلي لاشعة جاما باستخدام بعض المواد والعناصر"، مجلة البحوث الاكاديمية ، العدد22 ، 2022.

[6] ف. م. محمد، ع. غالب، " قياس وحساب معامل التوهين الخطي والكتلي للأشعة السينية لمادة الخشب" مجلة تكريت للعلوم الصرفة، المجلد 13، العدد 1، ص 118-128، 2008.

[7] س. ص. أبو بكر، "دراسة تأثُّر إضافة خبث الحدٌيد علًى معاملات التوهٌين لكلاً من الإسمنت والطٌين"، جامعة سبها، 2017.