دراسة أثر السمك على معاملات التوهين لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت

وسن كامل حسن
E.mail: wasan kamil 2014@yahoo.com
جامعة كربلاء/ كلية العلوم/ قسم الفيزياء

الخلاصة :
تمت دراسة اثر اضافة مسحوق من اطيان البنتونايت العراقي (D<75µm) المحمص بدرجة (100 ºC) والمعالج بمادة PVA كمادة مالئة للبولي ستايرين المذاب بالتولوين بنسب معينة وبدرجة حرارة (70-80 ºC) ثم اجريت قياسات التوهين للاشعة السينية لمديات الفولتية (20,25,30)KV لمتراكب البولي ستايرين- بنتونايت وباستخدام وحدة الاشعة السينية مع انبوبتي توليد الاشعة السينية (النحاس واليوربيوم) ومنظومة كاشف كايكر مولر .
تم الحصول على معامل التوهين الخطي (μ_L) لمديات الفولتية المذكورة انفا من خلال المعادلات الخطية لناتج عملية التمثيل البياني بين لوغاريتم الامتصاصية وسمك النموذج X(cm) وايضا الحصول على معاملات التوهين الكتلي (μ_m) لنفس مديات الفولتية من خلال العلاقة البيانية بين لوغاريتم الامتصاصية والسمك المكافيء للنماذج Xm(gm/cm^2) حيث ان ميل العلاقة البيانية يمثل معامل التوهين سواء كان خطيا ام كتليا .
تم تحقيق العلاقة الطردية بين لوغاريتم الامتصاصية للاشعة السينية مع السمك والسمك المكافيء والعلاقة العكسية بين معاملات التوهين الخطية والكتلية للمتراكب مع فولتية توليد الاشعة السينية .
كلمات مفتاحية: معامل التوهين الخطي، معامل التوهين الكتلي ، معامل التوهين للمتراكبات

Study the effect of thickness on attenuations coefficient of polystyrene - bentonite Composite

Wasan K. Hasan

Abstract :
Achievement of studying effect the addition ratio of powder from clays Iraqi bentonite (D<75um) treated with temperature (100 ºC) and treated with PVA as filler on polystyrene to dissolved in toluene with the state ratios and temperature degrees (70-80 ºC).
The attenuation measurements of X-Ray for the voltage range (20,25,30)KV for the composite polystyrene-bentonite were done by using X-Ray unit with two X-Ray tubes (Cu tube , Eu tube) and G-M counter.
The linear attenuation coefficient (μ_L) were concluded for the voltage range mentioned above through the linear equations of the yield of graphic representation operation between the logarithmic absorption and the sample thickness X(cm) , the mass attenuation coefficient(μ_m) were also concluded through the graphic relation between the logarithmic absorption and the equivalence thickness of the samples Xm (gm/cm^2) such that the slope of the graphic relation represents the attenuation coefficient either linear or mass.
The linear relation between the logarithmic absorption of X-Ray with the thickness and equivalent thickness sample were concluded .Inverse relation between the linear and mass attenuation coefficient with X-Ray voltage were also concluded of composite .
Key words :linear attenuation coefficient , mass attenuation coefficient ,composite attenuation coefficient .

1) المقدمة :

ان الاهمية الصناعية والعلمية لعلم البوليمرات قد ازدادت بصورة كبيرة في اواخر القرن الماضي . لقد قدرت الاحصاءات العالمية ان اكثر من 20% من المهندسين و 40% من العلماء يعملون في مجال الصناعات البلاستيكية وتقنياتها . ان البوليمرت عبارة عن مواد كيميائية تمتاز بمواصفات تفوق المعادن والسيراميك منها خفة وزنها وسهولة انتاجها ورخص ثمنها وانخفاض كثافتها ولها توصيلية حرارية وكهربائية منخفضة لذا تستخدم بوصفها عوازل كهربائية وحرارية [1] .

ونتيجة للتقدم العلمي في المجالات كافة ظهرت الحاجة الى استخدام مواد بوليمرية تمتلك صفات معينة لايمكن الحصول عليها من بوليمر واحد لذا ظهرت محاولات في مزج نوعين او اكثر من البوليمرات والحصول على خليط بوليمري بالمواصفات الصناعية المرغوب بها . وتعرف الخلائط البوليمرية (polymer blends) بانها مزج لنوعين او اكثر من البوليمرات مزجا فيزيائيا حيث يمتلك الخليط الناتج خواص مشتركة بين المركبات الاساسية للخليط وهذا يعتمد على نوعية البوليمرات وطريقة الخلط [2] .

كان باركلا Barkla أول من أجرى تجارب على التوهين الذي تعانيه حزم الأشعة السينية خلال مرورها في طبقات من المواد الخفيفة الماصة لاسيماً الكربون، إذْ إنَّ عدد ذرات الكربون لكل غرام تعطي النسبة بين عدد أفوكادرو والوزن الذري للكربون لذلك فان عدد الإلكترونات لكل ذرة يمكن حسابه من قياس نسبة شدة الأشعة النافذة إلى شدة الأشعة الأصلية أيضاً وبافتراض تطبيق نظرية ثومسون لاستطارة الأشعة السينية في الواقع يوجد على الأقل ظاهرتين تساهمان بشكل مهم في توهين الأشعة السينية الواطئة في الكربون هما: التهيج للأشعة المتفلورة المتبوعة للامتصاص الكهروضوئي للأشعة السينية بواسطة إلكترونات الأغلفة L,K والتشاكه والانتشار للاستطارة من مستويات البلورة .

اجرى (Ceareo) دراسة التوهين لاشعة اكس واشعة كاما في اوساط مختلفة شملت (الهواء، الماء،الخشب،الكونكريتوالنحاس)بطاقات مختلفة لاشعة اكس واشعة كاما ضمن المدى (5keV-1MeV) ، كما اجريت دراسة نظرية لايجاد معامل التوهين الكتلي للعناصر (Z=1-92) باستخدام الفولتية (120kV) من قبل (Vincent) واخرون [3] .

يهدف البحث الحالي لدراسة تاثير السمك على معاملات التوهين الخطية والكتلية لمتراكب بولي ستايرين – بنتونايت في مدى طاقة (KV 30-20) واجراء دراسة نظرية لحساب معامل التوهين الكتلي لاشعة اكس للمتراكب ومقارنتها بالنتائج العملية .

2)الجزء النظري :

يحدث التوهين في أثناء مرور حزمة فوتونات الأشعة السينية خلال وسط معترض (مادة موهنة) فأن كل فوتون في هذه الحزمة سيكون أمامه، أما أن لا يتفاعل على الإطلاق مع مادة الوســـط أو بتفاعل بوساطة تفاعلات الامتصاص والاستطارة

إنَّ الحزمـــة نتيجة إزالـــة الفوتونات المتفاعلـــة منها ســـتعاني توهيناً Attenuation . وتوهين الحزمـــة قد يكون بشـــكل توهين لشـــدتها (intensity Attenuation) و (أو) توهـــين لطاقتـــها (Energy Attenuation)، إذْ إنَّها (الشـــدة أو الطاقة) تتناقص مع طول المسار التي تقطعه خلال هذا الوسط [4] .

فعند مرور حزمة فوتونية شدتها (I_o) خلال وسط معترض فأنه توجد احتمالية لكل فوتون بأنْ يتفاعل ويزال من الحزمة بينما يقطع مسافة مقدارها (ΔX) ضمن هذا الوسط وعليه فأن الأحتمالية لإزالة الفوتون من الحزمة لكل وحدة مسار يمكن تمثيلها بالعلاقة الآتية:-

$$\mu = \text{Limit}_{\Delta X \to 0} \; P / \Delta X \qquad (1)$$

إذْ إنَّ (μ) يمثل خاصية المادة للتفاعل الجاري، وهو بشكل عام يعتمد على ما يلي [5] .

1- طاقة الفوتون الساقط.
2- نوع التفاعل الذي يخضع له الفوتون.
3- تركيب وكثافة الوسط المعترض.

دالة التوهين تتعين بنوع الإشعاع الساقط والوسط الموهن Attenuation وهي تمثل العلاقة الرياضية أو نمط التوهين الذي تخضع له الجسيمة الساقطة (فوتون، جسيمة مشحونة أو غير مشحونة) وتوجد ثلاث دوال توهين تغطي معظم الحالات [4] وهي :-

1- التوهين التفاضلي (Differential Attenuation)

يحدث في الأوساط الرقيقة جداً (Very thin mediums) والتي يكون سمكها (dx) إذا إنَّ أحتمالية تفاعل الفوتون في هذا الوسط وامتصاصه تكون ضئيلة جداً ($\mu dx << 1$) وعليه فدالة التوهين ستكون بالشكل الاتي:-

$$I = I_o (1 - \mu dx) \qquad (2)$$

2- التوهين الكاوسي (Gaussian Attenuation)

يستخدم في وصف توهين الجسيمات المشحونة في المادة ويخضع هذا النوع من التوهين لدالة كاوس الإحصائية Gaussian Distribution.

3- التوهين الأسي (Exponential Attenuation)

وهذا النوع من التوهين يتصف بما يلي:-

- طاقة الفوتونات تبقى ثابتة قبل وبعد النفاذ من الوسط الموهن.

- شدة الحزمة تتناقص أسياً على طول مسار الفوتونات الساقطة في الوسط الموهن.
- كل فوتون في الحزمة يتم حذفه من الحزمة يتفاعل منفرد مع ذرات الوسط الموهن [6] .

أن معامل التوهين (μ) يمكن تمثيله بوحدتين هما :-

1- عند قياس سمك المادة (x) أو طول المسار التي تقطعه الفوتونات بوحدات الطول (cm) فإنَّ معامل التوهين المحسوب سيكون بوحدات(cm^{-1}) ويدعى معامل التوهين الخطي الكلي (μ) (Total Linear attenuation Coefficient).ومعامل التوهين الخطي الكلي يعتمد على طاقة الفوتون الساقط ، العدد الذري (z) لمادة الوسط الموهن وعلى كثافة الوسط (ρ)

2- أما عندما يكون سمك الوسط الموهن (x) بوحدات الكتلة لوحدة المساحة (g/cm^2) فإنَّ معامل التوهين الناتج من المعادلة

$$I = I_o \exp(-\mu x) \quad (3)$$

سيكون بوحدات (cm^2 / g) ويدعى معامل التوهين الكتلي الكلي (μ_m) (Total mass Attenuation Coefficient) وعلاقته بمعامل التوهين الخطي هي:-

$$\mu_m = \mu_L / \rho = 1 / \rho x * (\ln (I_o / I)) \quad (4)$$

(ρ) كثافة الوسط المعترض ، يعتمد معامل التوهين الكتلي على طاقة الفوتون والعدد الذري للوسط المعترض (z) [7] .

SiO_2	56.77	K_2O	0.6
Al_2O_3	15.67	P_2O_5	0.65
Fe_2O_3	5.12	SO_3	0.59
CaO	4.48	CL	0.57
MgO	3.42	L.O.I	0.49
Na_2O	1.11	C	0.56

3)الجانب العملي :

المواد المستخدمة في هذه الدراسة هي :-

1) المادة الأساس Matrix Material

ان المادة الاساس المستعملة هي بوليمر البولي ستايرين (poly styrene) وهو من البوليمرات الزجاجية المطاوعة للحرارة (تلين عند زيادة درجة حرارتها)ذي درجة انتقال زجاجي(التحول الى الحالة الصلبة) (80^oC) ويقاوم فعل الكثير من المواد الكيميائية كالحوامض والقواعد ويذوب في العديد من المذيبات .علما ان المذيب المستعمل هو التولوين (Tolouene) بنسب معينة وبدرجة حرارة ($70-80^oC$)[8].

درجة الانتقال الزجاجي Tg	80
درجةالانصهار البلوري Tm	240
قوة الشد kg/m^2	105
الاستطالة %	2.5-1.0
الكثافة gm/cm^3	1.04-1.09
معامل الانكسار	1.60-1.59
ثابت العزل الكهربائي	2.65-2.4
اثر ضوء الشمس	اصفرار
اثر الحوامض القوية والقواعد القوية	يهاجم من قبل الحوامض ولايتأثر بالقواعد

جدول(1) خصائص بوليمر البولي ستايرين

2) مواد التقوية Reinforcement Material

اختيرت مواد محلية عراقية (بنتونايت الصفرة) كمادة مالئة لتشكيل المتراكب(مزيج مادتين احدهما تسمى بطور التدعيم مطمورة في مادة اخرى تسمى المادة الاساس) والجدول(2)،(3) يوضح التحليل الكيميائي والمعدني لهذه المادة على التوالي[9].

جدول (2) التركيب الكيميائي لخام البنتونايت العراقي

L.O.I: المواد التي تنفذ بالحرق.

جدول(3)التحليل المعدني لخام البنتونايت العراقي

نوع المعدن		النسبة المئوية
المعادن الطينية	Montmorilonite	79
	Plygorsktite	7
المعادن غير الطينية	Apatite	5
	Calcite	5
	Gypsum	2
	Halite	1
	Quartz	1

3) المادة الرابطة Binder Material

هي مادة بولي فاينيل الكحول (PVA) وهي من البوليمرات الخطية غير المشحونة الذائبة في الماء وتكون معقدات مع المعادن الطينية لامتلاكها عدد هائل من

المجاميع القطبية (المجاميع الفعالة) على امتداد سلسلتها التي تدخل في التفاعل مع سطح المعدن الطيني لتكوين طين معدل (modified clay) بعملية امتزاز المواد الطينية[10] .

4)تحضير البنتونايت العراقي الممتز على سطحه مادة PVA :

تمت تهيئة مسحوق البنتونايت العراقي من منطقة الصفرة لاستخدامه كمادة مالئة لبوليمر البولي ستايرين بمراحل شملت تحضير عينات من البنتونايت العراقي بالاعتماد على خواصه العامه من خفة الوزن وخلوه من الشوائب ومن ثم غسل بالماء المقطر واجريت عملية التجفيف والطحن والنخل بمدى حجم حبيبي (D> 75µm) بعدها تم تحميصه بدرجة(100 ºC)في فرن كهربائي ولمدة ساعتين .

ثم عولج بمادة بولي فاينيل الكحول PVA بوصفها طبقة رابطة لمادة البنتونايت على سطح البوليمر . حضر محلول PVA باضافة (1 wt %) نسبة وزنية الى الماء المقطر (100 ml) باستخدام خلاط مغناطيسي بسرعة (350 rpm) وبدرجة حرارة (60 ºC) لمدة (15 min) ويضاف له البنتونايت المحمص بشكل تدريجي مع استمرار المزج والتسخين لحين الحصول على محلول متجانس على شكل طين رقيق القوام ذي لزوجة عالية ، حيث يمتز PVA على سطح دقائق البنتونايت لتحسين الربط بين الدقائق والارضية لتكييف سطح دقائق الاطيان لكونها مادة غير عضوية والبولي ستايرين مادة عضويه لتحسين التفاعل بين الدقائق والارضية ومن ثم تحسين الربط .بعدها جففت المادة وطحنت واجريت عملية النخل للحصول على المقاس الحبيبي (D> 75µm) [11] .

5)تحضير عينات البولي ستايرين مضاف اليه بنتونايت

ان العينات المعاملة حراريا والمضافة لمادة PVA بنسبة (1 %) تضاف الى مادة البولي ستايرين المذاب في التولوين بدرجة حرارة (70-80 ºC) بعدها صبت في اطباق زجاجية (petra dish)وتركت في حاوية تفريغ لحين الجفاف ويجب ان تكون عناية كبيرة في عملية الصب لتجنب الحصول على الفقاعات الهوائية ويترك القالب لكي تتم عملية تصلب النماذج [12].

6)الاجهزة المستخدمة وطريقة العمل :

تم استخدام جهاز اشعة سينية تم تجهيزة من قبل شركة PHYWE الالمانية وكاشف للاشعة من نوع عداد كايكر- ملر وحاسوب من نوع P4 ونوعين من الانابيب المولدة للاشعة السينية (Cu , Eu) وتم اجراء القياسات الخاصة بالتوهين للاشعة السينية في عينات متراكب بولي ستايرين – بنتونايت وهي بشكل اقراص دائرية الشكل بقطر (40 mm) وبسماك مختلفة وتم قياس السمك و السمك المكافيء لكل عينة وكما مبين بالجدول ادناه :

جدول (4) سمك العينات والكثافة الظاهرية والسمك المكافيء لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت

X (cm)	m (gm)	ρ (gm / cm^3)	Xm (gm / cm^2)
0.072	0.450	0.00497	0.000357
0.083	0.455	0.00436	0.000362
0.091	0.459	0.0040	0.000384
0.099	0.572	0.0046	0.00041
0.121	0.520	0.00342	0.000455

ونظرا لتغير سمك العينات فان الكثافة الظاهرية تتغير تبعا لتغير السمك وتم حسابها باستخدام العلاقة (5) :

$$\rho_{sample} = (m_s / V_t)_{sample} = m_s / \pi r^2 . X \quad --(5)$$

حيث ان X : سمك العينة بوحدات cm .

r : نصف قطر العينة بوحدات cm .

m_s : كتلة العينة .

V_t : حجم العينة .

تم قياس m_s باستخدام ميزان حساس (حساسية تصل الى (0.1 mg) نوع Sartorious BL2105) من خلال قياس معدلات العد (I_o , I) لكل النماذج امكن حساب لوغاريتم الامتصاصية للاشعة السينية لكل نموذج والعلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية وسمك النموذج (قانون لامبرت)هي علاقة خطية بحسب العلاقة :

$$\mu = [Ln (I_o / I)] / X \qquad (6)$$

حيث I_o / I : نسبة الامتصاصية ، (µ) يمثل معامل التوهين فعندما يكون سمك النموذج بوحدات الطول X (cm) فاننا نحصل على معامل التوهين الخطي وعندما يكون سمك النموذج بوحدات الكتلة لوحدة المساحة (Xm gm / cm^2) فانن سنحصل على معامل التوهين الكتلي وسوف تخضع المعادلة (5) لعملية التمثيل البياني من خلال العلاقة بين قيمة لوغاريتم الامتصاصية للاشعة السينية مع سمك النموذج X (cm) والسمك المكافيء Xm (gm / cm^2) للنماذج في مدى الفولتية (20 – 30 KV) .

7)النتائج والمناقشة :

توضح الأشكال المرقمة(1 ، 3 ، 5) العلاقة الخطية لقيم لوغاريتم الامتصاصية للأشعة السينية وسمك النموذج، إذ تزداد قيم لوغاريتم الامتصاصية بزيادة سمك النموذج X(cm)، وأن ميل الخط المستقيم من خلال المعادلات الخطية يمثل قيمة معامل الامتصاص الخطي للأشعة السينية باستخدام أنبوبتين(Tube Eu, Tube Cu) لمتراكب بولي ستايرين – بنتونايت .

أما الأشكال المرقمة (2، 4، 6) فتوضح العلاقة الخطية بين لوغاريتم الامتصاصية مع السمك المكافيء $X_m(gm/cm^2)$ وأن ميل الخط المستقيم من خلال المعادلات الخطية يمثل قيم معامل الامتصاص الكتلي للأشعة السينية لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت باستخدام أنبوبتين(Tube Eu, Tube Cu).

في الشكل (7) تم رسم العلاقة البيانية بين معاملات التوهين الخطية وفولتيات توليد الأشعة السينية بأستخدام أنبوبتي الأشعة (Tube Eu, Tube Cu) لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت على التوالي .

وفي الشكل (8) تم رسم العلاقة البيانية بين معاملات التوهين الكتلية وفولتيات توليد الأشعة السينية بأستخدام أنبوبتي الأشعة (Tube Eu, Tube Cu) لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت على التوالي .

يتضح من النتائج للبحث الحالي عند المقارنة بين قيم النتائج العملية الحالية لمعامل التوهين الكتلي للأشعة السينية لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت باستخدام أنبوبتين (Tube Eu, Tube Cu) أن قيم معامل التوهين الكتلي بأستخدام أنبوبة (Tube Cu) تكون أكثر من معامل التوهين الكتلي عند استخدام (Tube Eu)، وهذا يعود الى أن الخطوط الطيفية المنبعثة من عنصر النحاس تنتمي الى متسلسلة (K) وتقع ضمن منطقة الموجة القصيرة أما بالنسبة لعنصر اليوربيوم فينتمي الى متسلسلة (L) وتقع ضمن منطقة موجتها أطول نسبياً [14,13] .

ومن الجدير بالذكر ان معامل الامتصاص الخطي يعتمد على كثافة المواد الممتصة وعند الاخذ بنظر الاعتبار كتلة المادة فاننا نتحدث عن معامل الامتصاص الكتلي للاشعة السينية ولهذا فان المعلم المهم لتمييز المواد في دراسات التوهين هو معامل التوهين الكتلي وبالنتيجة امكن حساب معامل التوهين الكتلي الكلي لكل العينات من خلال علاقة معامل التوهين الكتلي بمعامل التوهين الخطي بالعلاقة (4) ، وبما ان معامل التوهين الكتلي يعتمد على معامل التوهين الخطي فبالامكان حسابه عمليا ونظريا ومقارنة النتائج و الجدول (5) يظهر ان النتائج العملية لقيم معاملات التوهين الكتلية للاشعة السينية انخفضت قليلا عن القيم النظرية باستخدام المعادلة (4) .

الجدول (5) مقارنة بين قيم النتائج النظرية مع قيم النتائج العملية ونسبة الخطأ لمعامل التوهين الكتلي لمتراكب بولي ستايرين – بنتونايت باستخدام انبوبتي (Cu , Eu) .

1-زيادة خطية للوغاريتم الامتصاصية للأشعة السينية باستخدام أنبوبتين (Tube Eu, Tube Cu) مع ازدياد السمك والسمك المكافيء لمتراكب بولي ستايرين – بنتونايت

V	Present work Theor.		Present work Exp.		Error %	
	Cu	Eu	Cu	Eu	Cu	Eu
	μ_m	μ_m	μ_m	μ_m	μ_m	μ_m
	$*_{10^3}$	$*_{10^3}$	$*_{10^3}$	$*_{10^3}$	$*_{10^3}$	$*_{10^3}$
20	2.5053	2.4855	2.4255	2.1532	3.18	13.3
25	1.5354	2.3080	2.0100	1.5252	30.9	33.9
30	1.7832	0.8254	1.004	0.4031	43.6	51.1

2- يقل معامل التوهين الخطي والكتلي لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت مع ازدياد فولتية توليد الأشعة السينية بأستخدام أنبوبتين (Tube Eu, Tube Cu)

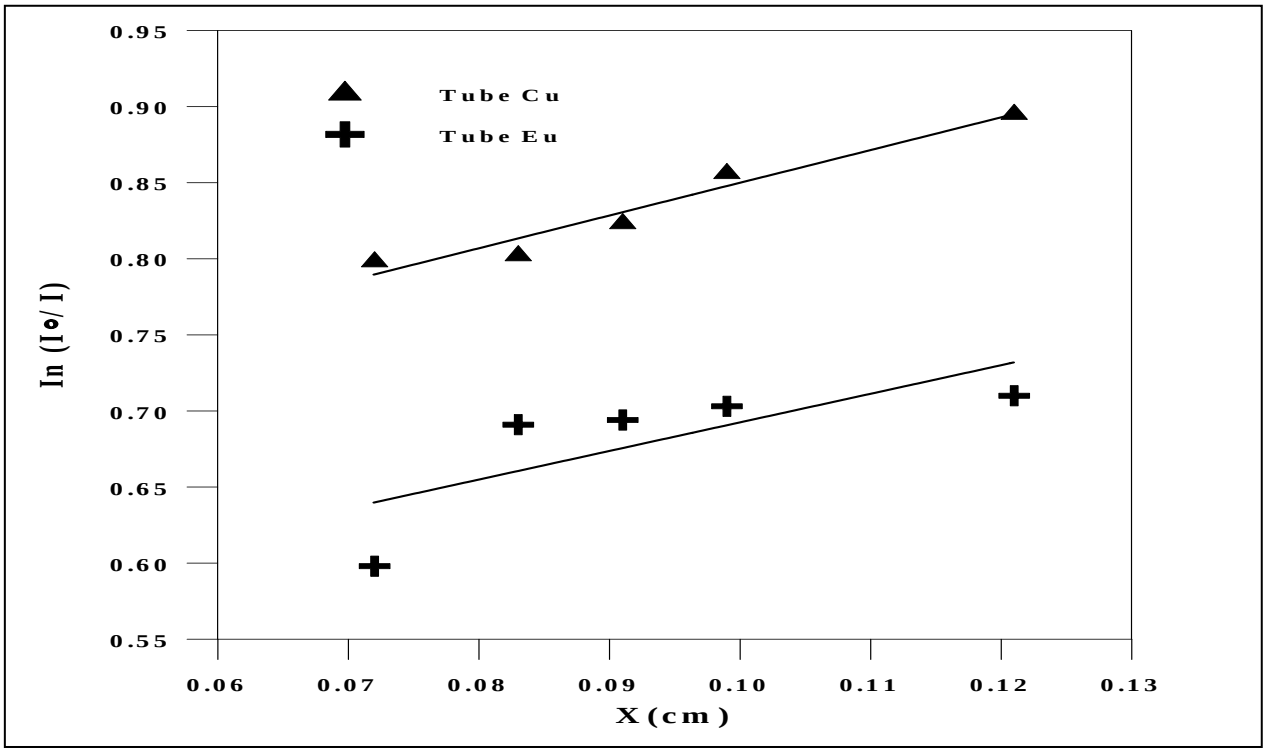
3-من خلال المقارنة بين معاملات التوهين للعينات تبين ان معامل التوهين الخطي لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت باستخدام أنبوبة(Tube Cu) تكون أكثر من معامل التوهين الخطي للعينات نفسها باستخدام أنبوبة (Tube Eu) كما ان معامل التوهين الكتلي لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت باستخدام أنبوبة (Tube Cu) تكون أكثر من معامل التوهين الكتلي للعينات نفسها باستخدام أنبوبة (Tube Eu).

4-كما لوحظ من الجدول (4) ان النتائج العملية لقيم معاملات التوهين الكتلي للأشعة السينية لمتراكب بولي ستايرين – بنتونايت باستخدام انبوبتي (Cu , Eu) انخفضت قليلا عن القيم النظرية لكون عملية استخلاص الماة البوليمرية صناعيا تسبب في تحطيم السلاسل البوليمرية وهذا يؤدي الى انخفاض الوزن الجزيئي للمتراكب مما يسبب في انخفاض قيم معاملات التوهين الكتلي عن القيم النظرية باستخدام المعادلة (4) .

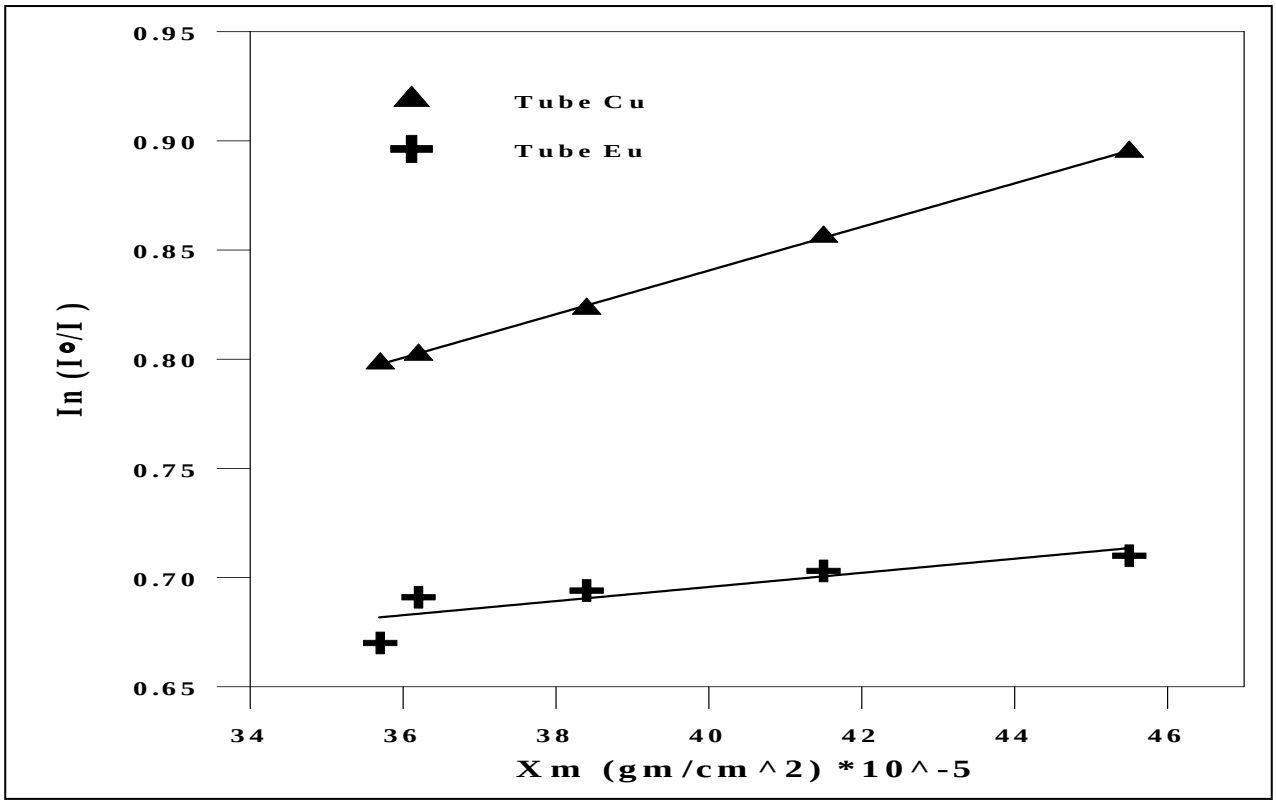
5-كما ان معامل الامتصاص الخطي يعتمد على كثافة المادة الممتصة وعند الاخذ بالنظر كتلة المادة فاننا نتحدث عن معامل التوهين الكتلي وسنصل الى قيم اكثر تشابها لمعاملات التوهين لهذه المادة ولهذا فان المعلم لتمييز المواد في دراسات التوهين هو معامل التوهين الكتلي .

8)الاستنتاجات :

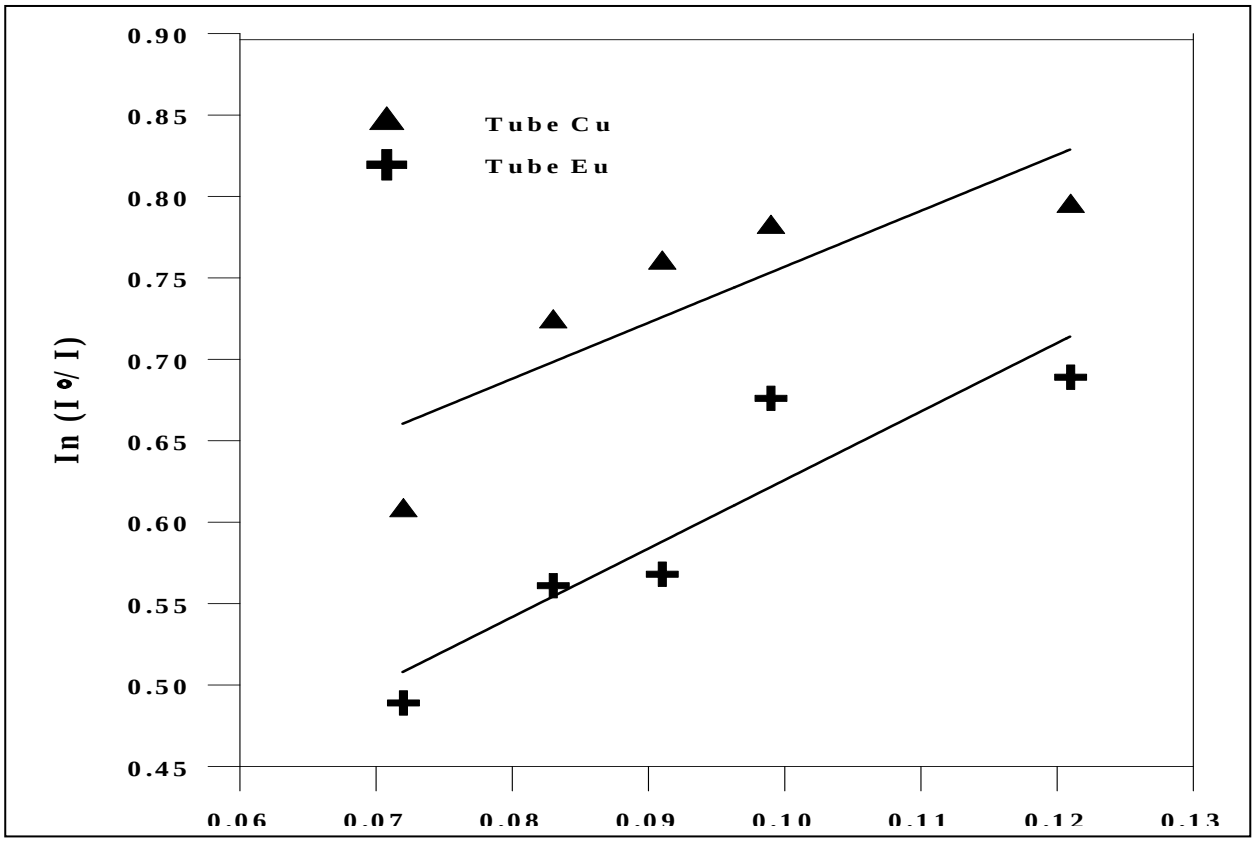
شكل(1) العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة اكس بفولتية (30 KV) والسمك



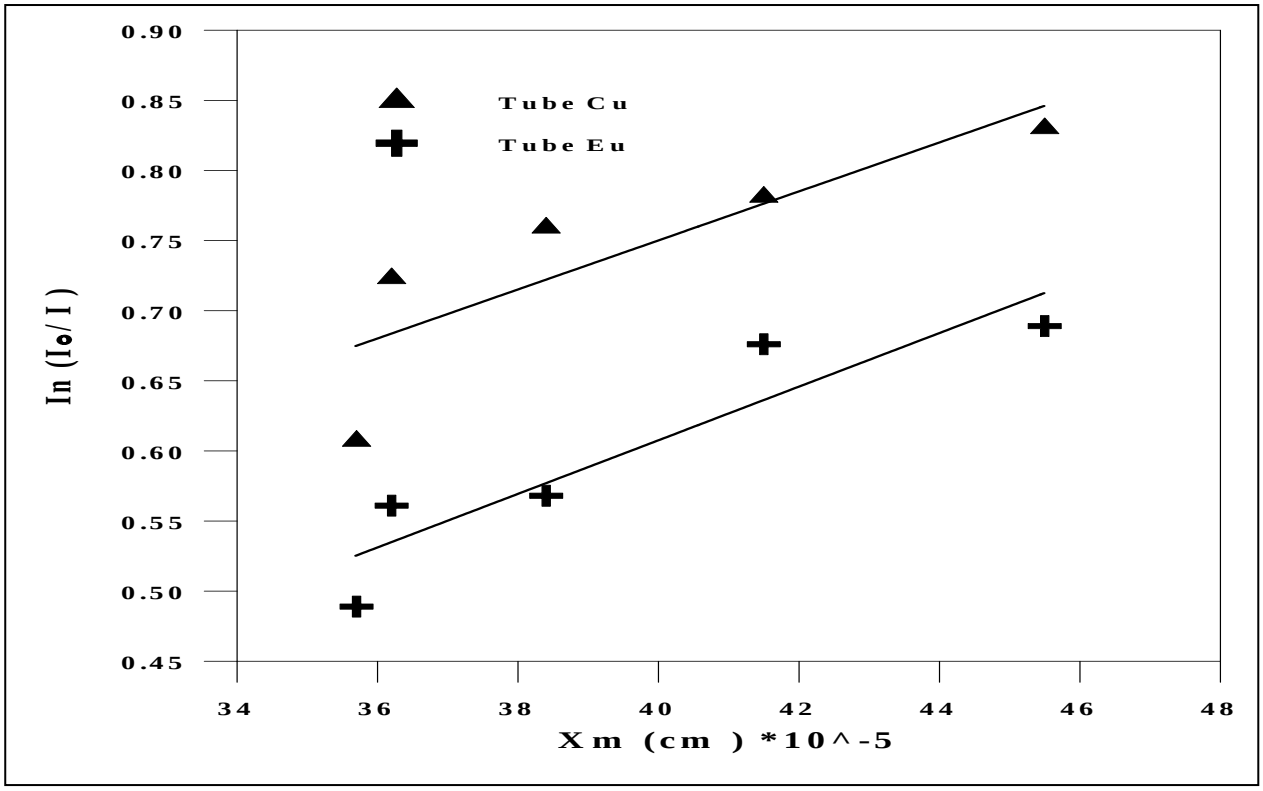
شكل(2) العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة اكس بفولتية (30 KV) والسمك المكافيء



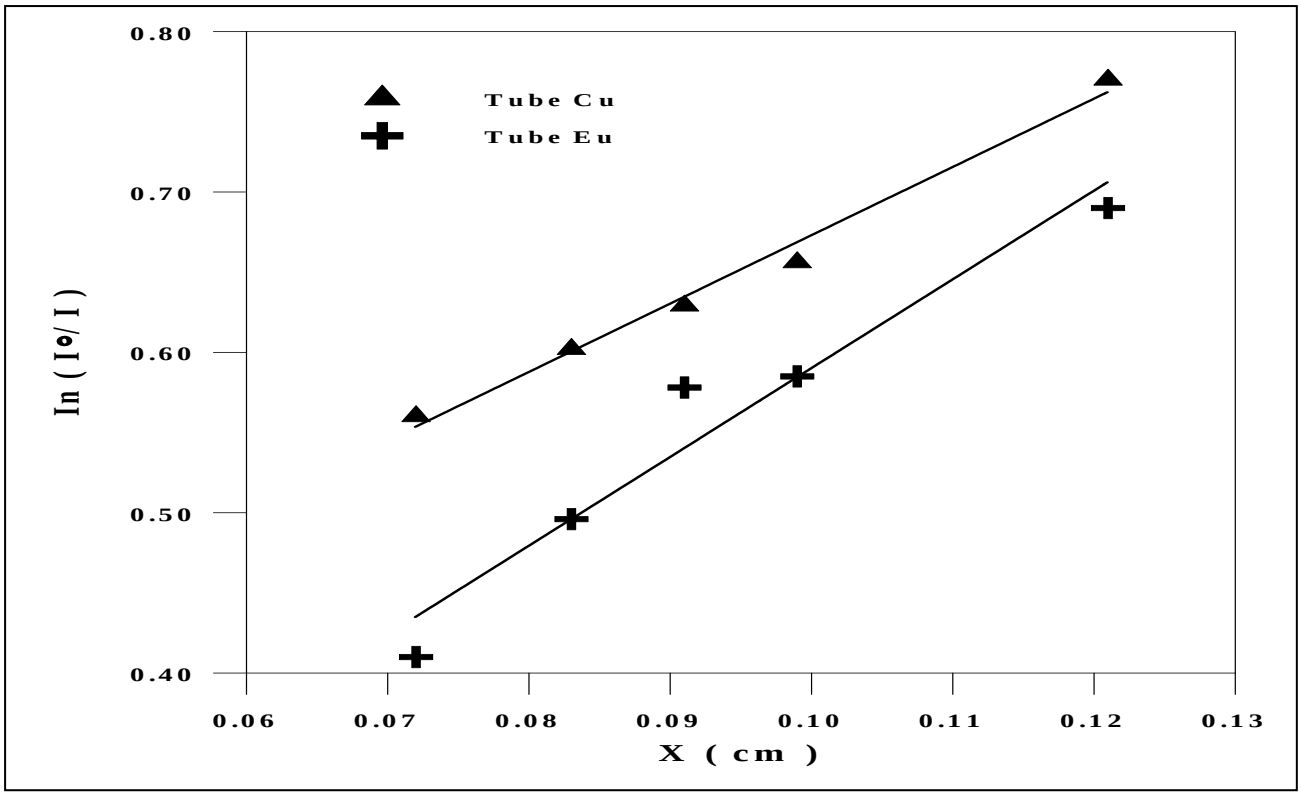
شكل(3) العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة اكس بفولتية (25 KV) والسمك



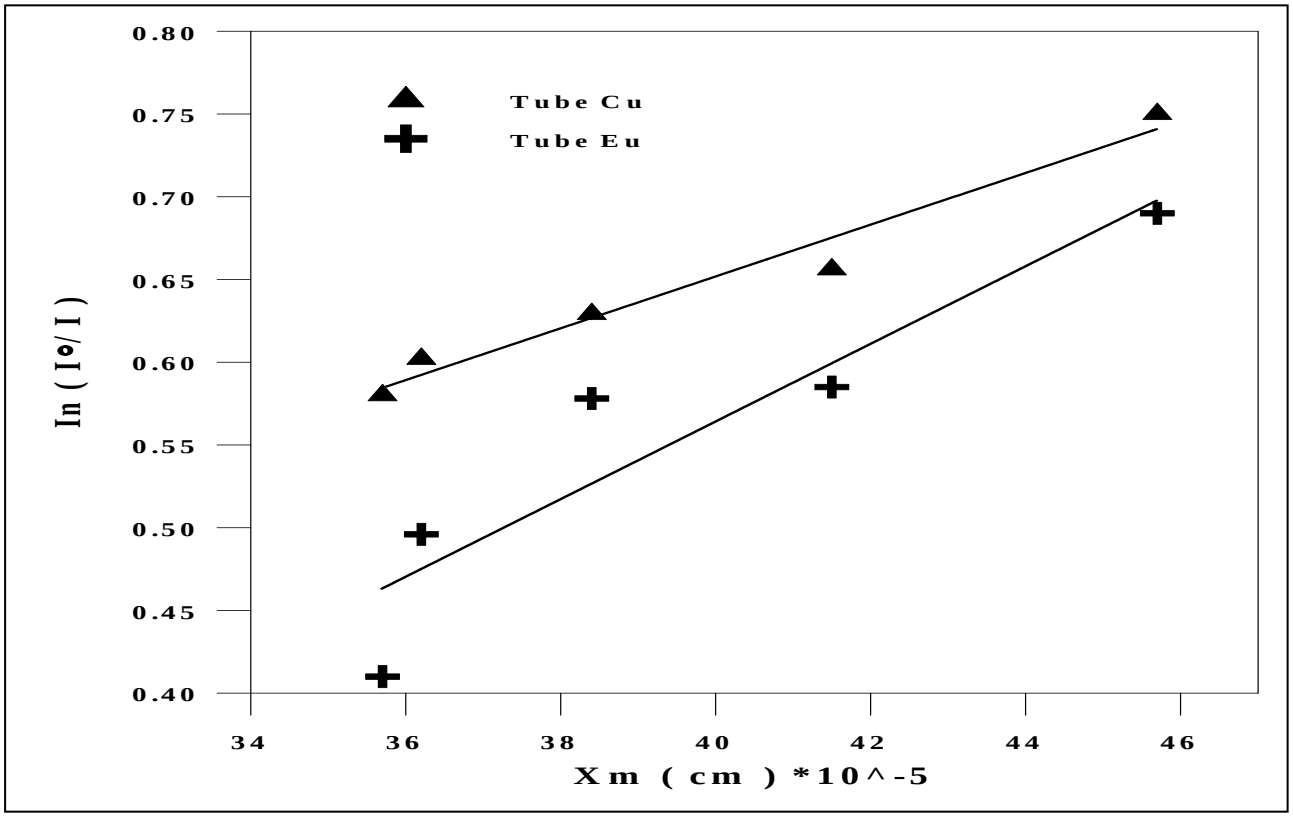
شكل(4) العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة اكس بفولتية (25 KV) والسمك المكافيء



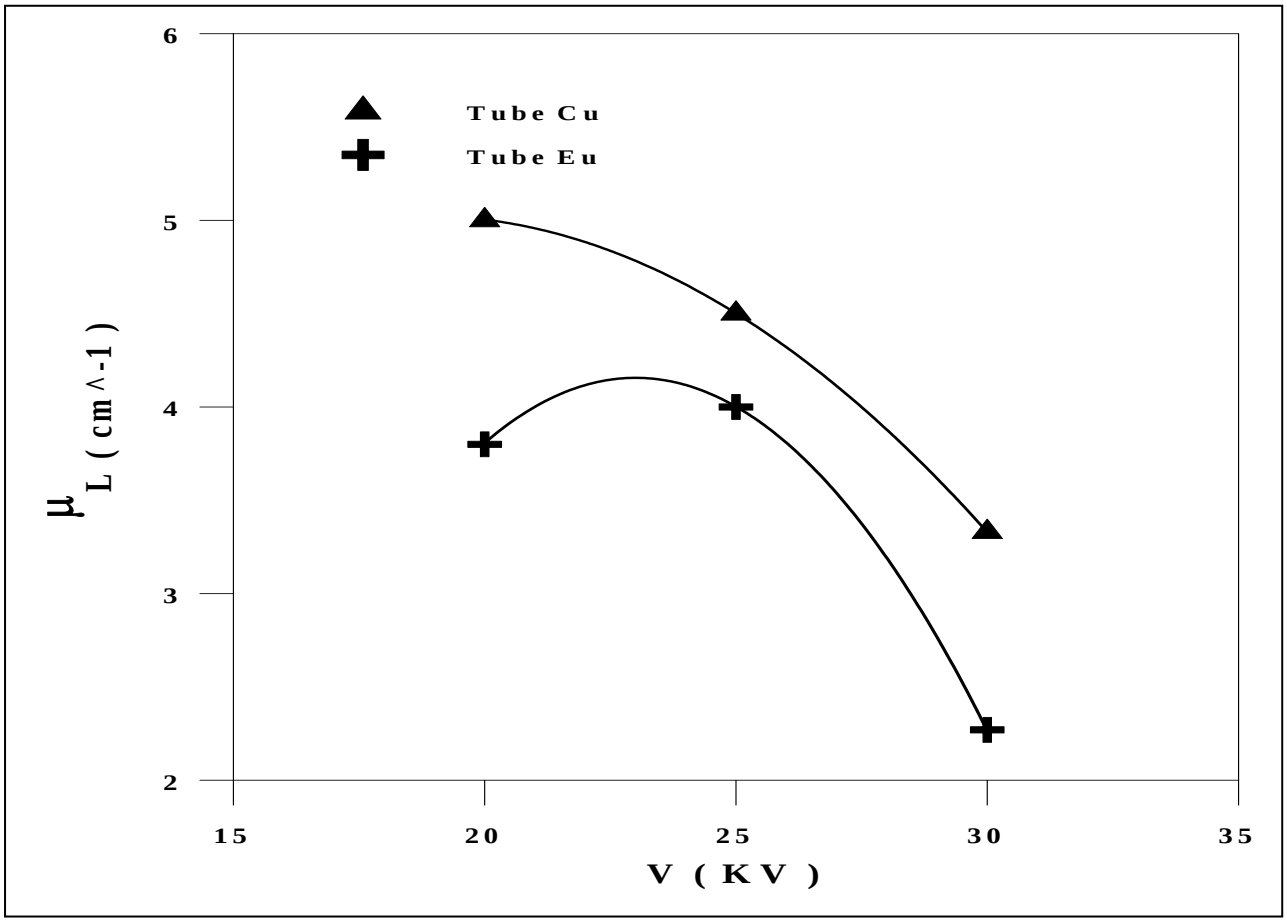
شكل(5) العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة اكس بفولتية (20 KV) والسمك



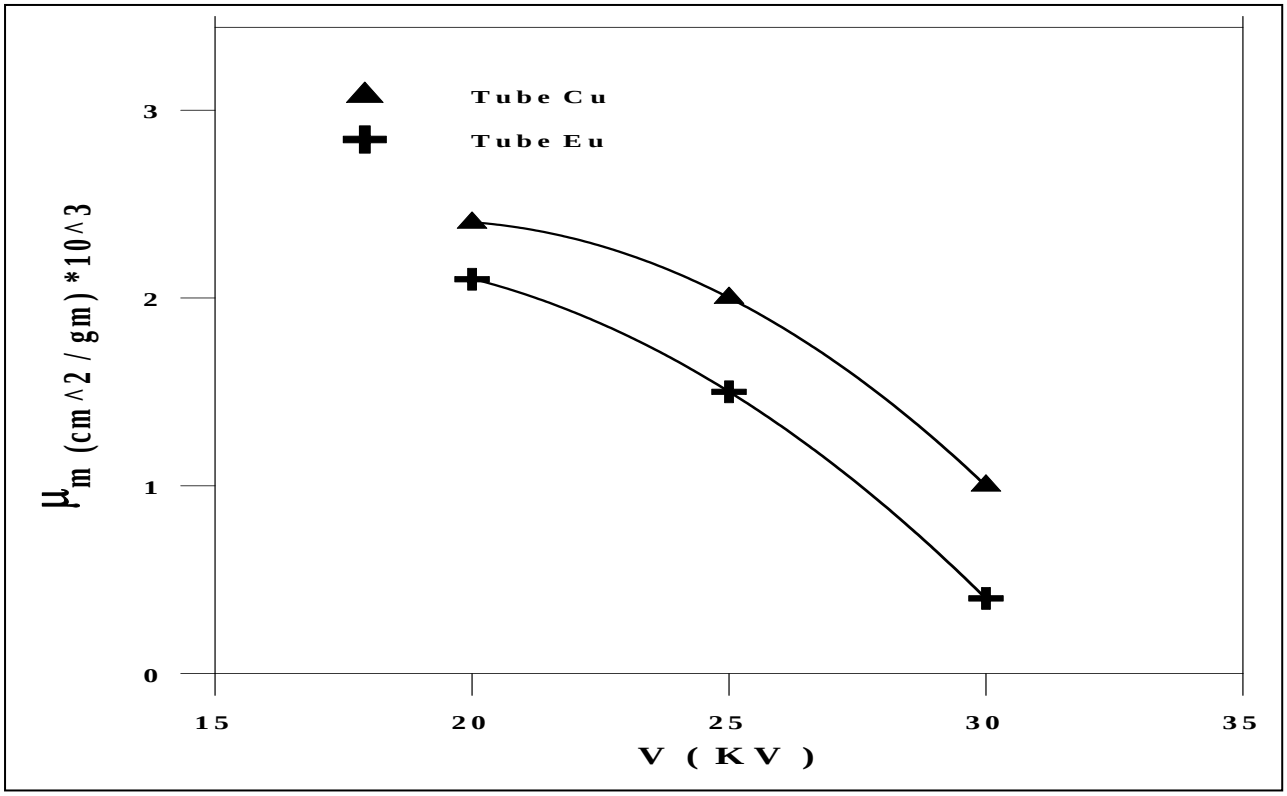
شكل(6) العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة اكس بفولتية (20 KV) والسمك المكافيء



شكل (7) العلاقة بين معامل التوهين الخطي مع فولتية توليد الاشعة السينية



شكل (8) العلاقة بين معامل التوهين الكتلي مع فولتية توليد الاشعة السينية



المصادر :

1. فريد بليمر ، ترجمة د. صلاح محسن عليوي ، " اساسيات علم البوليمر " ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، (1971) .
2. Leszek , Utracki ," Polymer Alloys and Blends" , N.Y. ,(1990) .
3. W.R . Leo "Techniques for nuclear and particles physics Experments",Springer-Verlag,Berlin (1987).
4. P.P.Pawar , C.S. Mahajan ," Measurment of Mass and Linear Attenuation coefficient of Gamma-Rays of Glycine for 0.360 Mev Photons , Science Research Reporter , 3(1) , pp53-56 , (2013).
5. N.A. Alallak and S.S. Sarhan , "Factors Affecting Gamma Ray Transmisssion" , J. of Physics , 5 , 2 , pp.77-88 , (2012) .
6. C. Laxman , R. Dayanand , "Attenuation coefficient of soil samples by Gamma Ray energy" , J. of Recent Science , 1 , 41-48 , (2012) .
7. S.L.Mitkar "Measurment of Linear and Mass Attenuation coefficient of Alcohol soluble compound for Gamma rays at energy 0.511 Mev , Archives of Applied Science , 4 , pp.1748-1752 , (2012) .
8. ال ادم ، كوركيس عبد ، البيرياردي ، ذنون محمد عزيز ، "كيمياء الجزيئات الكبيرة " ، جامعة الموصل ، كلية العلوم ، (1989) .
9. كريم حسين ، " استخدام اطيان البنتونايت والاتابلجايت الحلية في معالجة المطروحات الصناعية السائلة لمصنع الاحبار والعمل على تدويرها " ، اطروحة ماجستير ، جامعة بغداد ، كلية العلوم ، (2002)
10. J.Kotek ,I.Klenar ,"Preparation and Application in polymer – clay nano composites" , 46 , pp. 4876-4881 , (2005) .
11. B.K.G.Theng , " Clay and Clay minerals " , 10 , pp. 1-10, (1982) .
12.Dr.Jan Gou , "Composite Materials , Mechanical Engineering " , university of south albama , (2005) .
13.D.V.Raje , L.M.Chandhari , "Mass Attenuation coefficient of soil samples in Maharashtra state (india) by using Gamma Energy at 0.662 Mev" , J.Physics , 37 , pp. 158-164 , (2010) .
14.P.P.Pawar , "Measurment of Mass and Linear Attenuation coefficient of Gamma-Rays of Al" , J.Chem.Pharm.Res. , 3(4) , pp.899-903 , (2011) .