

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³
محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون

عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³

¹ قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، العراق

² قسم الكهرباء، المعهد التقني كركوك، العراق

³ قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، العراق

المخلص

يتضمن هذا البحث دراسة محاكاة الأشعة السينية لمدى من الطاقات (E=5,7,8,17.5,22.5)KeV في العناصر (Mg ,Si) وذات السماك المختلفة. وقورنت النتائج التي حصلنا عليها مع برنامج (XCOM). ايضاً تم حساب معاملات التوهين الخطي والكتلي من العلاقة الخطية بين لوغاريتم $(\ln \frac{I_0}{I})$ والسمك المختار للعناصر. وكذلك حسب كل من الكثافة الكتروني (Electron density) والمساحة المقطع العرضي الذري لمواد المذكورة أعلاه، النتائج البحث الحالي كانت متوافقة مع النتائج المحسوبة ضمن برنامج (XCOM).

المفتاحية: الأشعة السينية، الكثافة الكترونية، المساحة المقطع العرضي الذري.

Simulate the loss of energy in the X-ray in the magnesium and silicon

A.M.Ghaleb¹, S.F.Mohammed, Z.T.Ghaleb³

¹Department of physics, college of science, University of Kirkuk, Iraq.

² Department of Electricity, Technical Institute of Kirkuk, Iraq.

³Department of Chemistry, college of science, University of Kirkuk, Iraq.

Received 27 February 2014 ; Accepted 24 September 2014

Abstract

This paper includes the study of X-rays to simulate a range of energies (E = 5.5, 7,8,17.5,22.5) KeV in the elements (Mg, Si) and with different thickness., And compared the results obtained with the program (XCOM). Was calculated linear attenuation coefficients and mass of the linear relationship between the logarithm ($\ln I_0/I$), and the thickness chosen for the elements. Calculated and also all of the electronic density and the cross-sectional area of atomic materials mentioned above, Present research results they are compatible with the results computed within the program (XCOM).

Keyword: X-Ray ,Electron density ,Atomic cross section

بدأت دراسات تأثير الأشعة المؤينة على المادة منذ اكتشاف الأشعة السينية والإشعاع النووي الناشط في نهاية القرن التاسع عشر، ولكن لم تنتشر تطبيقات التشعيع حتى النصف الثاني من القرن العشرين بعد تطوير المفاعلات النووية ومسرعات الجسيمات وتراكم كمية كبيرة من المنابع الإشعاعية [1]. وهناك من الباحثين قاموا بدراسة توهين الأشعة السينية في العناصر والمركبات والسبائك إضافة البوليمرات، حيث أجريت حسابات نظرية لقيم معاملات التوهين لبعض المحاليل المائية مثل (C₄₃H₄₇N₂NaO₆S₂) بنسبة 0.5% و(Glycated Chitosan) بنسبة 1% وخليط من محاولين بنفس النسبة وكذلك وجدوا معاملات التوهين لـ (H₂O) باستخدام الفولتيات (22,26,30)KeV [2]. وقدمت دراسة نظرية لإيجاد فقدان الطاقة (120KV) في العناصر ذات أعداد ذرية (Z=1-92) من قبل [3]. قياس الجرعة الإشعاعية في منطقة البناء لحزمة فوتونات الأشعة السينية لمعجل خطي طبي عالي الطاقة (حسابات عملية وحسابات نظرية باستخدام برنامج مونت كارلو) [4]. حساب معاملات توهين الأشعة السينية لمزيج من البعض العناصر سلسلة الانتقالية الثالثة (Fe-Al) و(Cu-Al) [5]، وأيضاً دراسة تأثير حجم الحبيبات للألومنيوم وسبائكه على معاملات التوهين الأشعة السينية في القيم (20,25,30,35)KeV [6].

2- الجزء النظري (Theory):

(A) التوهين (Attenuation): ويشكل عام، فعند سقوط حزمة فوتونية أحادية الطاقة بشدة (I₀) على وسط معترض كثافته الذرية (n) وسمكه (dx)، فإن التناقص في الشدة (dI) عن القيمة الشدة الابتدائية (I₀) نتيجة تفاعل فوتونات وامتصاصها في الوسط واستطارتها منه هو:

$$-dI = n\sigma I dx \quad (1)$$

وحيث ان ($\mu = n\sigma$) ولذا نحصل من المعادلة (1) على

$$-dI = \mu I dx \quad (2)$$

وبأجراء التكامل لمعادلة (2) نحصل على شدة الحزمة الفوتونية النافذة من الوسط المعترض

$$(3) I = I_0 e^{-\mu x}$$

وان المقدار ($e^{-\mu x}$) يمثل احتمالية قطع الفوتون مسافة (x) داخل الوسط الموهن دون تفاعل وانه قد يتفاعل فقط بعد إن يعبر المسافة (x) مباشرة [7]. فان كمية التوهين الحاصلة في الشعاع الساقط عند اختراقه مادة الهدف تعتمد على المقطع العرضي للتفاعل وشدة الشعاع الساقط وبما أن (μ) تمثل احتمالية إزالة الفوتون من الحزمة لكل وحدة المسار خلال تفاعله مع ذرات الهدف نتيجة التفاعلات الامتصاص والاستطارة [8]. إذا أن معامل التوهين الكلي (μ_{total}) يمثل مجموع معاملات الامتصاص الجزئي لكل من (تأثير كومبتن - التأثير الكهروضوئي وإنتاج الزوج) كما في المعادلة التالية [9].

$$(4) \mu_{total} = \mu_{ph} + \mu_C + \mu_{p.p}$$

(B) محاكاة (simulation):

من المعلوم ان القياسات النظرية تكون دائماً تعطي النتائج المثالية عند إجراء عملية المحاكاة. إضافة إلى ذلك قد تكون في بعض الأحيان هناك حسابات لم يأخذها الباحث بنظر الاعتبار أثناء أخذ القياسات العملية. وان (طريقة مونت كارلو) من الطرق الدقيقة للحصول على النتائج أفضل في المجال الإشعاعات [10]. في هذا البحث تم استخدام البرنامج اتي ذكرناه سابقاً في إجراء عملية حسابية لشدة الأشعة الساقطة والنافذة مع ثبوت الزاوية بين الكاشف والسمك للمواد ضمن مدى الطاقات يتراوح (E=5.5,7,8,17,5,22.5) KeV، لذا نجري عملية الإحصاء للحصول على الانحراف المعياري والضبط في الحسابات:

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³
أولاً- الانحراف المعياري (Standard Deviation):

تعد عملية انحلال نويدة منفردة وما يصاحبها من إطلاق الجسيمات أو إشعاعات النوية عملية عشوائية بحتة، تخضع لقوانين الإحصاء الرياضي [9]، لذا فإن التراوح الإحصائي يحسب لادقة في القياسات النوية بحيث تنحرف قيم العد في وحدة الزمن عن القيم معدلات العد عند الزمن نفسه [11]. ويمكن قياس التراوح الإحصائي (σ_x) ولعدد من القياسات (N) بالعلاقة الآتية [9].

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x} - x)^2}{N-1}} \quad (5)$$

إذا ان (\bar{x}) الوسط الحسابي لعدد (N) من القياسات المنفردة.

ثانياً- الضبط (Precision):

تمثل مدى التوافق بين القراءات المنفردة المأخوذة في الظروف نفسها (R.S.D) *Relative Standard Deviation* ويعطى بالعلاقة الآتية [12]

$$R.S.D = \left[\frac{\sigma_x}{\bar{x}} \right] \times 100\% \quad (6)$$

3-النتائج والمناقشة

(A) حساب معاملات التوهين الخطية (μ_L) لعنصري (Si, Mg)

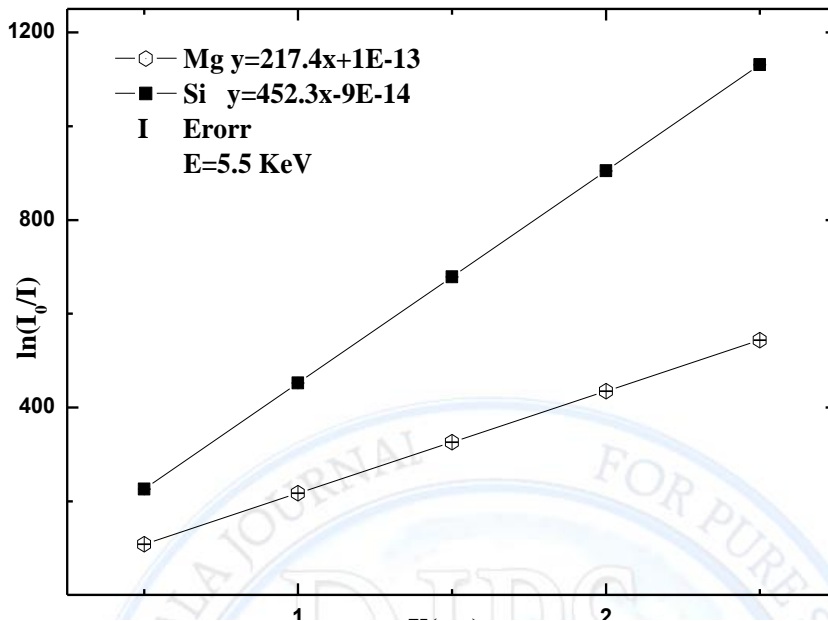
من خلال حساب الشدة الساقطة والشدة النافذة لكل نموذج أمكن حصول لوغاريتم الامتصاصية لأشعة اكس، ان العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية وسمك النموذج هي علاقة خطية بحسب المعادلة الآتية:

$$\mu_L = (\ln(I_0 / I)) / X \quad (7)$$

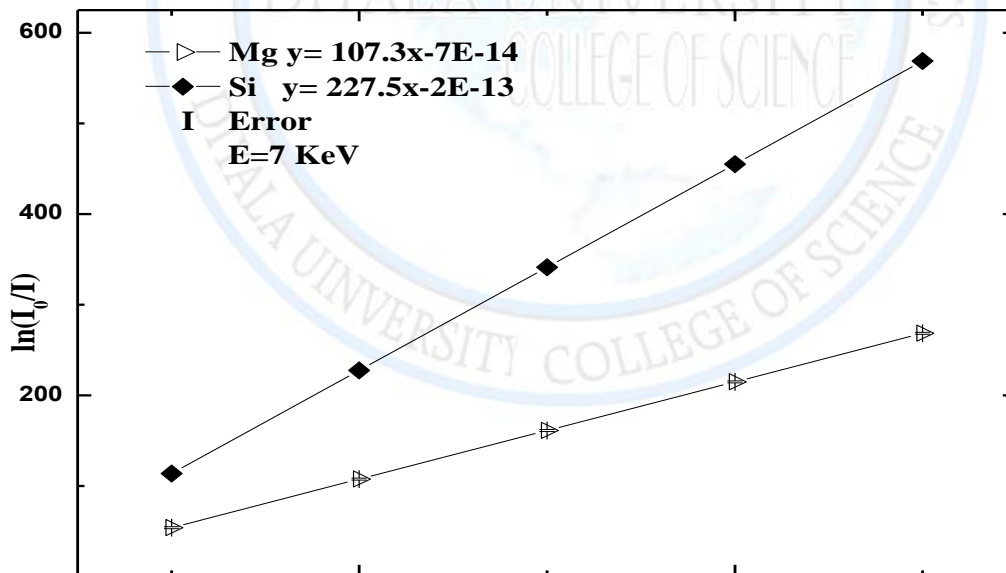
نسبة النفاذية I_0 / I

حيث أن (μ) يمثل معامل التوهين الخطي للمادة الممتصة، أن الإشكال (1)، (2)، (3) و (4)، (5) توضح العلاقة الخطية بين قيم لوغاريتم الخطية لأشعة اكس ذات طاقات مختلفة ومع سمك النموذج المقترح في هذا البحث، نلاحظ ان قيم لوغاريتم الامتصاصية تزداد بزيادة سمك النموذج (X cm)، وان ميل الخط المستقيم من خلال المعادلات الخطية يمثل قيمة معامل التوهين الخطي لأشعة السينية.

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³

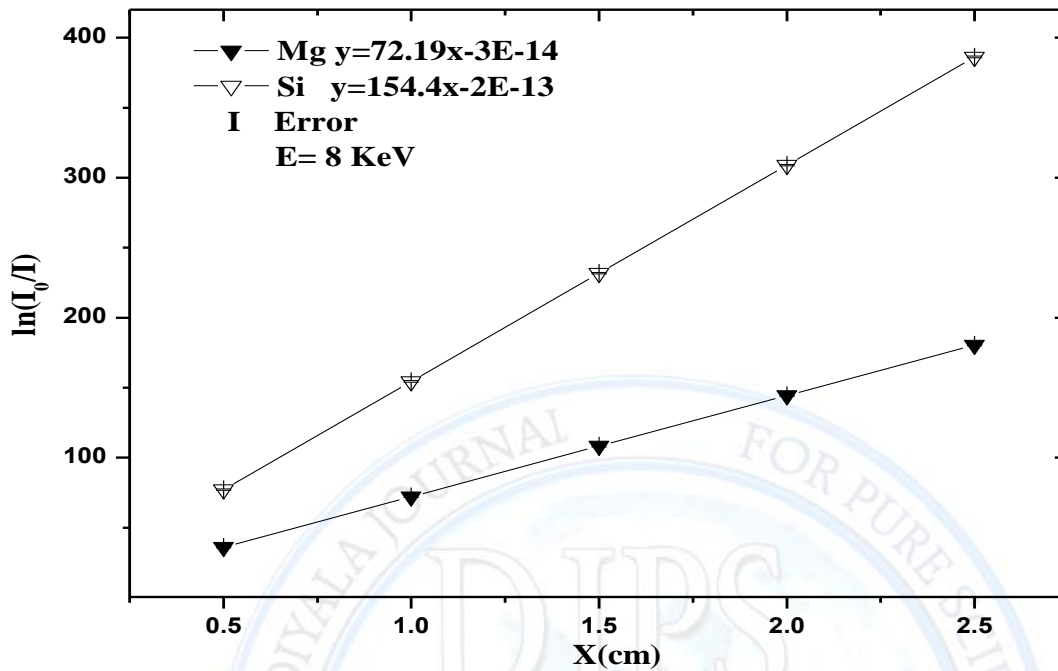


الشكل (1): يوضح العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة السينية بطاقة (5.5KeV) والسمك السليكون والمغنسيوم.

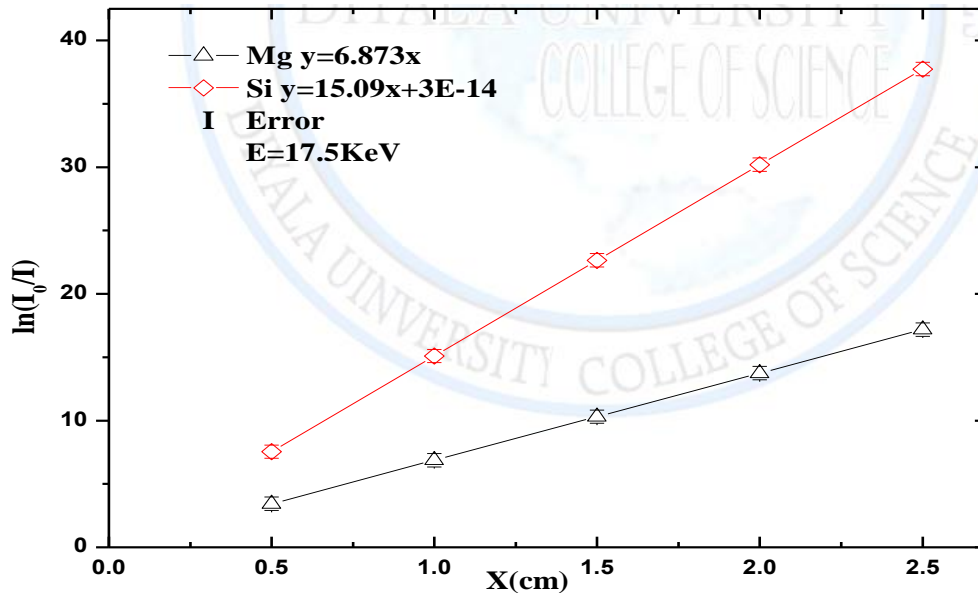


الشكل (2): يوضح العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة السينية بطاقة (7KeV) والسمك السليكون والمغنسيوم.

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³

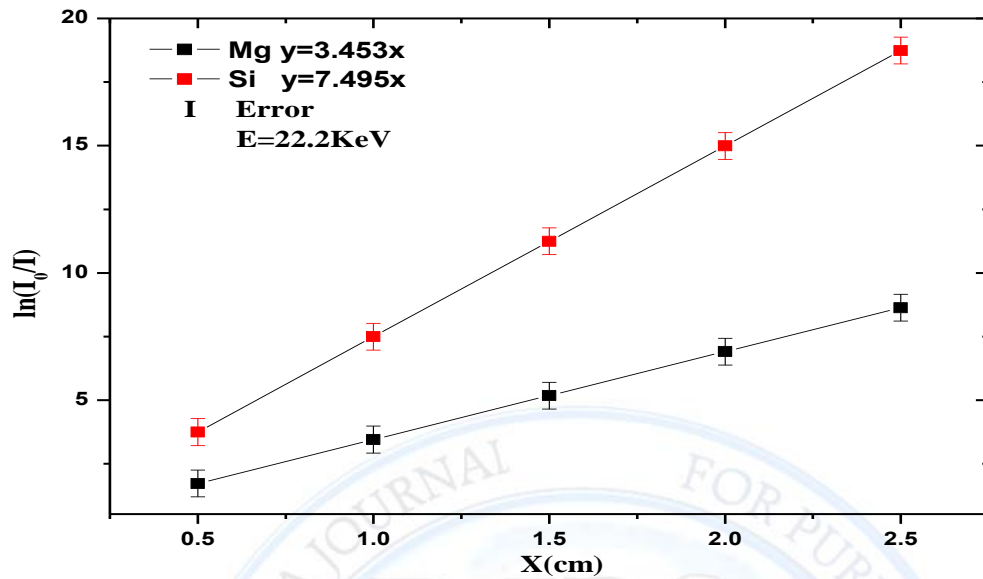


الشكل (3): يوضح العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة السينية بطاقة (8KeV) والسك السليكون والمغنسيوم.



الشكل (4): يوضح العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لاشعة السينية بطاقة (17.5KeV) والسك السليكون والمغنسيوم.

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
 عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³



الشكل (5): يوضح العلاقة بين لوغاريتم الامتصاصية لأشعة السينية بطاقة (22.2KeV) والسلك السليكون والمغنسيوم.

(B) حساب معاملات التوهين الكتلية (μ_M) لعنصري (Si, Mg):

يتم حساب معامل التوهين الكتلي للأشعة السينية باستخدام العناصر (Mg, Si)، الأول ينتمي إلى مجموعة (الثانية) ويمتلك التركيب البلوري ذو معكب الشكل، والثاني ضمن المجموعة (الرابعة العشر) ذات تركيب سداسي الشكل، وتحسب عملية فقد الطاقة لوحدة الكتلة من المعادلة الآتية:

$$\mu_m = \mu_L / (\rho) \quad (8)$$

(μ_L) لهذه العينات تم حسابه من المعادلة (7)، (ρ) وكثافتي السليكون والمغنسيوم ($1.74, 2.33 \text{ g/cm}^3$) على التوالي، وبما ان معامل التوهين الكتلي يعتمد على الطاقة الفوتون الساقط، يوضح الجدول (I) المقارنة بين معاملات القيم التوهين تم حسابه من برنامج مونت كارلو مع القيم التوهين حسبت بواسطة برنامج (Xcom) ضمن مدى الطاقة المتولدة من أنابيب الأشعة السينية، وأظهرت النتائج الامتصاص الخطي المحسوبة في البحث الحالي توافقا جيدا مع حسابات الأخير. إضافة الى ذلك أن معاملات التوهين الخطية للسليكون اكبر من المغنسيوم، وهذا يعود نتيجة لكون معامل الامتصاص الخطي يعتمد على كثافة المواد الممتصة وعند الأخذ بنظر الاعتبار كتلة المادة فإننا نتحدث عن معامل التوهين الكتلي للأشعة السينية ولهذا فان المعلم المهم لتمييز المواد في دراسات التوهين هو معامل التوهين الكتلي. اما الجدول (I) و(2) يبين العلاقة الأسية بين الطاقة ومعاملات التوهين الخطية والكتلية اي يقل التوهين بزيادة الطاقة، وكما نلاحظ التقارب بين معاملات التوهين لكل من الحسابات (Monte Carlo) و(XCOM) عند الطاقات KeV (17.5, 22.5)، اما الجداول (3) و(4) يوضح العلاقة بين الطاقة وكل من المساحة المقطع العرضي الذري والكثافة الكترونية لعنصري المغنسيوم والسليكون تمت حصول عليهما باستخدام المعادلات المستخدمة من قبل [13].

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³

الجدول (1): يوضح مقارنة بين القيم μ_L المحسوبة من برنامج Xcom ضمن مدى الطاقات .
مع القيم μ_L المحسوبة من برنامج مونت كارلو مع القيم μ_L المحسوبة من

E(KeV)	Mg		Si	
	(cm ⁻¹) μ_L present work	(cm ⁻¹) μ_L <i>Xcom</i>	(cm ⁻¹) μ_L present work	(cm ⁻¹) μ_L <i>Xcom</i>
5.5	217.4	219.3444	452.3	456.7965
7	107.3	120.8256	227.5	246.6072
8	72.19	70.6266	154.4	150.7277
17.5	6.873	7.9344	15.09	17.245495
22.5	3.453	1.6182	7.495	3.495

الجدول (2): يوضح مقارنة بين القيم μ_m المحسوبة من برنامج مونت كارلو مع القيم μ_m المحسوبة من
برنامج Xcom ضمن مدى الطاقات .

E(KeV)	Mg		Si	
	(cm ² /gm) μ_m present work	μ_m (cm ² /gm) <i>Xcom</i>	(cm ² /gm) μ_m present work	μ_m (cm ² /gm) <i>Xcom</i>
5.5	124.94	126.06	194.12	196.05
7	61.69	69.44	97.67	105.84
8	41.49	40.59	66.31	64.69
17.5	3.95	4.56	6.48	7.4015
22.5	1.985	0.93	3.217	1.5

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³

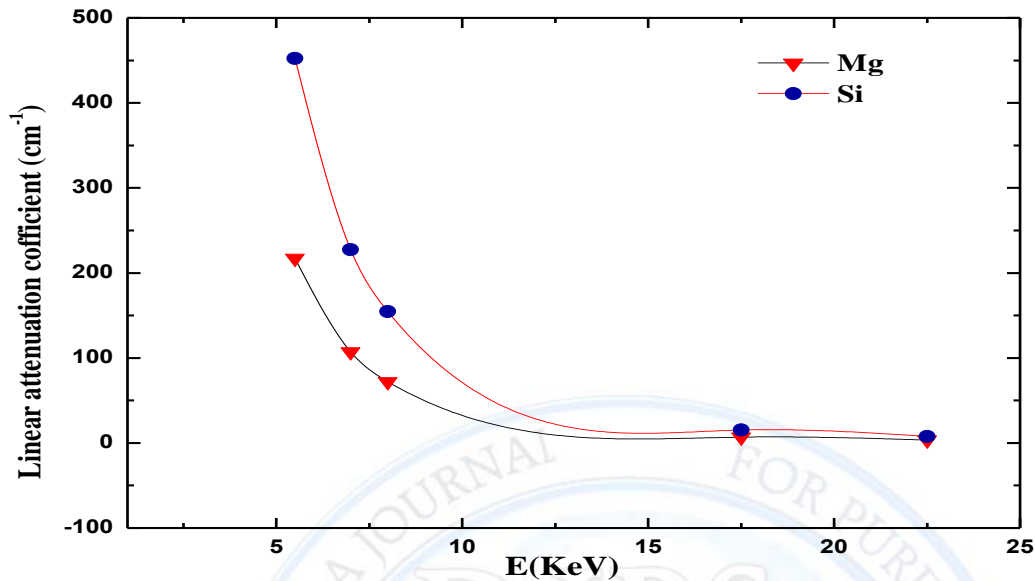
الجدول (3): يوضح مقارنة بين قيم المساحة المقطع العرضي الذري والكثافة الكترونية المحسوبة بواسطة برنامج مونت كارلو مع قيم المساحة المقطع العرضي الذري والكثافة الكترونية المحسوبة ضمن برنامج .Xcom

E (KeV)	Mg(Z=12)		Si(Z=14)	
	(σ_a) cm ² /atom		(σ_a) cm ² /atom	
	present work	<i>Xcom</i>	present work	<i>Xcom</i>
5.5	5.03E-21	5.08E-21	9.01386E-21	9.1035E-21
7	2.49E-21	2.80E-21	4.53526E-21	4.9146E-21
8	1.67E-21	1.64E-21	3.07907E-21	3.0038E-21
17.5	1.59E-22	1.84E-22	3.00896E-22	3.4368E-22
22.5	8.00E-23	3.75E-23	1.4938E-22	6.9652E-23

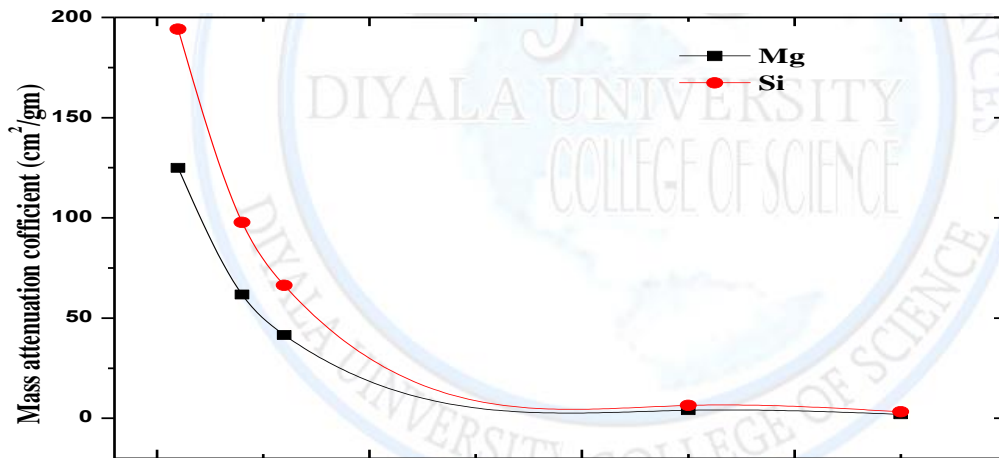
الجدول (4): يوضح مقارنة بين قيم الكثافة الكترونية المحسوبة بواسطة برنامج مونت كارلو مع قيم الكثافة الكترونية المحسوبة ضمن برنامج .Xcom

Mg(Z=12)		Si(Z=14)	
(N_{el}) electron/gram		(N_{el}) electron/gram	
present work	<i>Xcom</i>	present work	<i>Xcom</i>
2.98E+23	2.98E+23	3.015E+23	3.015E+23

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³



الشكل (5): يوضح العلاقة الاسية بين معامل التوهين الخطي والطاقة الفوتون لعنصري المغنسيوم والسليكون المحسوبة بواسطة برنامج مونت كارلو.



الشكل (5): يوضح العلاقة الاسية بين معامل التوهين الكتلي والطاقة الفوتون لعنصري المغنسيوم والسليكون المحسوبة بواسطة برنامج مونت كارلو.

٤) الاستنتاجات

معاملات التوهين في العينات تم قياسها بواسطة الاشعة السينية، واما القيم المساحة العرضي الذري والكثافة الالكترونية اعتمدت بصورة اساسية على معامل التوهين الكتلي.

1- بالنسبة لعنصري المغنسيوم والسليكون، الجدول (1) يبين النتائج معاملات التوهين الخطية للاشعة السينية التي حصلنا عليها من استخدام برنامج مونت كارلو كانت متقاربة مع القيم المحسوبة بواسطة (Xcom) بالاضافة الى ذلك القيم التوهين عند طاقتين 8KeV و 17.5KeV تكون متطابقة جدا وهذا يعود الى تأثير كومبتن.

محاكاة فقدان طاقة الأشعة السينية في عنصري المغنسيوم والسليكون
 عبد الهادي مردان غالب¹، سمين فاضل محمد²، زهراء طالب غالب³

2- الجدول (2) يوضح معاملات التوهين لعنصري المغنسيوم والسليكون التي حصلنا بواسطة برنامج مونت كارلو وقورنت النتائج مع القيم المحسوبة مع (XCOM) ظهرت عند قيم طاقات 17.5KeV و 8KeV و 5.5KeV متوافقة جدا اما بقيت القيم الطاقة كانت لها الفرق في معاملات التوهين ويحتاج الى مزيد من الدقة عند الاخذ القياسات الشدة الساقطة والشدة النافذة.

3- المساحة المقطع العرضي الذري يقل مع زيادة الطاقة الاشعة السينية لعنصري المغنسيوم والسليكون وكانت القيم متوافقة في كلا من الحسابات النظرية، اما بالنسبة للكثافة الالكترونية لمواد التي ذكرناه سابقا كانت متوافقة تماما باستخدام (Mote Carlo) و (XCOM).

4- تغير قيم التوهين بتغير كل من السمك وطاقة اشعة السينية، حيث يتناسب معاملات التوهين الخطية والكتلية مع زيادة السمك والطاقة الفوتون.

5- اظهرت نتائج ان معامل اتوهين الكتلي يمتلك سلوكا مماثلا لمعامل التوهين الخطي مما يؤكد التناسب بينهما .
 6- المساحة المقطع العرضي الذري للمواد المذكوره اعلاه يتناقص مع زيادة في الطاقة الفوتون ،حيث ان القيم المقطع العرضي الذري يعتمد على المساحة المقطع الالكتروني.

7- الكثافة الكترونية المحسوبة بطريقة مونت كالمو اعطاء نوافقا جيدا مع الحسابات برنامج (XCOM).

Reference:

- 1) M.A.J.Rodgers,"Radiation Chemistry principle and application" (VCH Publisher Inc,1987).
- 2) F.Xu,H.Liuwu,H.Jiang,R.E.Nordquist,W.E.Chen.Journal Medical Physics ,Vol.26,No.7,(1999).
- 3)R.Cesareo,A.Brunetti,C.C.Masscareen,A.C.Quarta,P.Q.Colosso.,NDT. NET,5.PP 1-7 (2000).
- 4) A.S.Sameer"Dose in the Buildup Region for a high –energy medical linear accelerator X-ray photon beam" Journal science Medical energy .Vol.18,No.2,pp(31-40)(2006).
- 5)F.M.Mohammed et al,"X-ray mass attenuation coefficients for mixture of some elements 3d ",Australian journal of Basic and applied Sciences,Vol.7,No.4,PP 810-815,(2013).
- 6) F.M.Mohammed et al,"Effect of Grain size for Aluminum and its Alloys on attenuation Coficients of x-ray at Voltage values of (20,25,30,35)KeV ",Australian journal of Basic and applied Sciences,Vol.7,No.2,PP 796-803,(2013).
- 7) A.Khadr"Methods of the use radioactive elements in the biological sciences,environmental and physical ,Mosul University press (1986). 8)T.Kanan ,et al"Detection of ionizing radiation “ Dar-Al Hakma for printing ,publishing of Baghdad (1991).
- 9)A.Z.Qahtan ,et al"Using Detectors of ionizing radiation and Calibration “Arab Organization for Atomic Energy Agency and the Energy Organization Egyptian(1995).
- 10)J.F.Briesmeister.,”MCNP for neutron and photon transport” los Alamos national Laboratory report La 7396-M,(1997)
- 11) A.Al-Attiya”Exerimental Nuclear physics “Higher education press (1991).
- 12)N.Tsoufanidis”Measurment and Detection of radiation”Hem .public .carporation (1983).
- 13) N.A.Alallak,S.S.Sarhan”Factors Affecting Gamma Ray Transmission” V.5,No.2,PP. 77-88,(2012).