وقائع المؤتمر العلمي السنوي الثالث لكلية التربية الاساسية
في مجال العلوم الصرفة والموسوم:
(مؤتمر كلية التربية الاساسية في مجال العلوم الصرفة)
وتحت شعار
(بالعلوم الصرفة نبني واقعا معرفيا متجددا)
يومي الاحد والاثنين 21-2026/6/22

دراسة محاكاة لتوهين أشعة كاما في الزجاج والخرسانة والألمنيوم باستخدام بيانات XCOM

م.م محمد عبدالقادر ابراهيم [1]
الجامعة المستنصرية/ كلية التربية الاساسية/ قسم العلوم
07773413926
mohammed1994@uomustansiriyah.edu.iq

م.م علي محمد صالح [2]
الجامعة المستنصرية/ كلية التربية الاساسية/ قسم العلوم
07730934430
ali.mohammed.93@uomustansiriyah.edu.iq

م.م روناك اكرام علي [3]
الجامعة المستنصرية/ كلية التربية الاساسية/ قسم العلوم
07710909798
ronakikram@uomustansiriyah.edu.iq

مستخلص البحث:
في هذه الدراسة تمّ التحقق من توهين أشعة كاما في عدد من المواد الشائعة باستخدام تقنيات المحاكاة. تمّ الحصول على معاملات التوهين الكتلي للزجاج والخرسانة والألومنيوم من قاعدة بيانات NIST XCOM عند طاقات أشعة كاما (0.662) ميغا إلكترون فولت و (1.25) ميغا إلكترون فولت، والتي تُقابل مصادر (Cs137) و (Co60)المشعة. حُسبت معاملات التوهين الخطي باستخدام كثافات المواد، وتمّ تحديد شدة الإشعاع النافذ بتطبيق قانون بير-لامبرت لأطوال مختلفة للمواد مع تحليل تأثير السمك على كفاءة التوهين عندد الطاقات المدروسة ويتراوح من (0.5) سم إلى (5) سم. أظهرت النتائج أن توهين أشعة كاما يزداد مع زيادة سمك المادة وكثافتها، بينما تؤدي طاقة الفوتون الأعلى إلى توهين أقل. من بين المواد المدروسة، أظهرت الخرسانة أعلى قدرة على التوهين نظرًا لكثافتها العالية. تؤكد هذه النتائج فعالية الطرق القائمة على المحاكاة في تقييم خصائص الحماية من الإشعاع، وتوفر بيانات مفيدة لاختيار المواد المناسبة في تطبيقات الحماية من الإشعاع.

الكلمات المفتاحية :توهين أشعة كاما، التدريع الإشعاعي، قاعدة بيانات XCOM، الزجاج، الخرسانة، الألمنيوم، المحاكاة

ملاحظة : هل البحث مستل من رسالة ماجستير او اطروحة دكتوراه ؟ كلا

المقدمة:

يُعدّ إشعاع كاما أحد أكثر أنواع الإشعاع المؤين قدرةً على الاختراق مقارنةً بالإشعاعات الأخرى، ويُستخدم على نطاق واسع في تطبيقات متعددة مثل التصوير الطبي والعلاج الإشعاعي والتصوير الإشعاعي الصناعي إضافةً إلى البحوث النووية. وعلى الرغم من الفوائد الكبيرة لهذه التطبيقات، فإن التعرض غير المنضبط لإشعاع كاما قد يُسبب تأثيرات ضارة على صحة الإنسان والبيئة المحيطة، مما يجعل الحماية من الإشعاع عنصرًا أساسيًا في الممارسات الطبية والصناعية والبحثية (WHO- 2023)

يعتمد تفاعل أشعة كاما مع المادة على عدة عوامل رئيسية من بينها طاقة الفوتون الساقط والتركيب الكيميائي للمادة وكثافتها وسُمكها. وتحدث عملية امتصاص فوتونات كاما داخل المواد عبر ثلاث آليات أساسية هي: التأثير الكهروضوئي وتشتت كومبتون وإنتاج الأزواج الا ان تشتت كومبين يعد الالية السائدة ضمن مدى الطاقات المدروسة حيث ان احتمالية حدوث كل آلية تختلف باختلاف طاقة الفوتون والعدد الذري للمادة. ويُعدّ فهم هذه التفاعلات أمرًا بالغ الأهمية لتفسير سلوك التوهين الإشعاعي واختيار المواد المناسبة لأغراض الحماية من إشعاع كاما (Knoll-2010),(Karpius, P. J., & Reilly, T. D-2018) .

في السنوات الأخيرة، ازداد الاهتمام باستخدام أساليب المحاكاة كوسيلة فعّالة لدراسة خصائص امتصاص الإشعاع، وذلك لما توفره من تقليل في الكلفة والجهد مقارنةً بالأساليب التجريبية التقليدية. وتُعدّ قاعدة بيانات XCOM التابعة للمعهد الوطني للمعايير والتقنية (NISTمن أكثر القواعد استخدامًا في هذا المجال، إذ توفر معاملات امتصاص الكتلة ومعاملات التوهين الخطية لمختلف المواد عبر مدى واسع من طاقات الفوتونات، مما يجعلها أداة موثوقة لتقييم كفاءة مواد الحماية من الإشعاع (Berger, M. J., et al.2010) (Hubbell, J. H., & Seltzer, S. M.- 2004) .

أُجريت العديد من الدراسات السابقة لتقييم خصائص امتصاص أشعة كاما لمواد مختلفة باستخدام كلٍ من الطرق التجريبية وطرق المحاكاة. وقد أظهرت هذه الدراسات أن كفاءة امتصاص أشعة كاما تعتمد بشكل مباشر على كثافة المادة وسُمكها، في حين تنخفض كفاءة الامتصاص مع زيادة طاقة الفوتونات الساقطة. كما بينت الدراسات أن مواد البناء التقليدية مثل الخرسانة والزجاج تُظهر خصائص جيدة للحماية من إشعاع كاما مقارنةً بالمواد ذات العدد الذري المنخفض، مثل الألومنيوم، ولا سيما عند الطاقات العالية(Singh, K., et al.-1996)
(Akkurt, I., Akyildirim, et al.-2010) .

عـــلاوةً علـــى ذلـــك، أظهـــرت المقارنـــات بـــين النتـــائج التجريبيـــة ونتـــائج المحاكـــاة المســـتندة إلـــى بيانـــات XCOM توافقًـــا جيـــدًا، ممـــا يؤكـــد دقـــة وموثوقيـــة تقنيـــات المحاكـــاة فـــي دراســـة الحمايـــة مـــن الإشـــعاع. وتبـــرز أهميـــة هـــذه الدراســـات فـــي تقيـــيم المـــواد الشـــائعة والمتـــوفرة بســـهولة، خصوصًـــا لاســـتخدامها فـــي البيئـــات الطبيـــة والصناعية التي تتطلب مستويات عالية من الأمان الإشعاعي
(El-Khayatt, A. M.-2010) (Kumar, A., Gaikwad, et al.-.2020)
تهدف الدراسة الحالية على اجراء مقارنة منهجية بين مواد شائعة الاستخدام وهي الزجاج والخرسانة والألومنيوم تحت نفس ظروف الطاقة والسمك باستخدام بيانات برنامج XCOMبهدف تقييم كفاءتها العملية كدروع اشعاعية منخفضة الكلفة وقابلة للتطبيق

المواد:

في هذه الدراسة، تم اختيار ثلاث مواد شائعة الاستخدام لتقييم أداءها في الحماية من أشعة كاما، وهي الزجاج والخرسانة والألومنيوم. وقد وقع الاختيار على هذه المواد نظرًا لاستخدامها الواسع في الإنشاءات والتطبيقات الصناعية والتطبيقات المتعلقة بالإشعاع، فضلًا عن توافرها وأهميتها العملية في بيئات الحماية من الإشعاع.يُستخدم الزجاج بكثرة في المرافق الطبية والمختبرية، لا سيما في نوافذ المراقبة والحواجز الواقية، نظرًا لشفافيته وقدرته المتوسطة على الحماية من الإشعاع. أما الخرسانة، فهي من أكثر المواد استخدامًا للحماية من الإشعاع في المنشآت النووية والمباني الطبية نظرًا لكثافتها العالية نسبيًا وتكلفتها المنخفضة. وقد أُدرج الألومنيوم، المستخدم على نطاق واسع في الهياكل والمعدات الصناعية، في هذه الدراسة كمادة منخفضة الكثافة، وذلك للمقارنة بين كفاءته في الحماية من الإشعاع والمواد الأكثر كثافة.وقد استُخدمت كثافات المواد في الحسابات وفقًا للقيم المرجعية القياسية: (2.5 غم/سم^3 للزجاج) و (2.3 غم/سم^3 للخرسانة) و (2.7 غم/سم^3 للألومنيوم) . تم استخدام قيم الكثافة هذه لحساب معاملات التوهين الخطي من معاملات التوهين الكتلي التي تم الحصول عليها من قاعدة بيانات XCOM
.(Berger, M. J., et al-2010) (Ashby, M. F., et al.-2012)

المنهجية:

تستخدم هذه الدراسة منهجًا قائمًا على المحاكاة لتقييم خصائص امتصاص أشعة كاما لمواد شائعة مختارة. تم الحصول على معاملات امتصاص الكتلة (μ/ρ) من قاعدة بيانات XCOM التابعة للمعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا(NIST) ، والتي تُستخدم على نطاق واسع في دراسات الحماية من الإشعاع نظرًا لدقتها وموثوقيتها. تم اختيار طاقات أشعة كاما(0.662) ميغا إلكترون فولت و (1.25)ميغا إلكترون فولت لتمثيل المصادر المشعة الشائعة الاستخدام، (Cs-137) و (Co-60) ، على التوالي. شملت الدراسة ثلاث مواد: الزجاج والخرسانة والألومنيوم. تم استخلاص كثافات هذه المواد من القيم المرجعية القياسية. تم حساب معامل التوهين الخطي (μ) لكل مادة باستخدام العلاقة التالية(F. Akman, M. R. Kacal, et al-2020) .

$$\mu = \mu_m \times \rho$$

حيث ان (μ_m) هو معامل التوهين الكتلي (ρ)هي الكثافة .

وحُسبت شدة أشعة كاما النافذة عبر المواد باستخدام قانون بير-لامبرت
(S. A. Issa, M. I. Sayyed, et al.-2019).

$$I = I_0 \times e^{-\mu x}$$

حيث I_0 هي شدة الإشعاع الساقط، و Iهي شدة الإشعاع النافذ، و μهو معامل التوهين الخطي، و xهو سُمك المادة. وقد تراوحت قيم سُمك تتراوح من (0.5 سم) إلى (5 سم). وحُسب عامل النقل (I/I_0) لكل مادة، ولكل طاقة، ولكل سُمك لمقارنة أداء الحماية

النتائج والحسابات:

تُظهر نتائج المحاكاة اعتمادًا واضحا لتوهين أشعة كاما على كل من سُمك المادة وطاقة الفوتون. تُبين الأرقام المُستخلصة من الحسابات أن عامل النفاذية (I/I_0) يتناقص أُسّيًا مع ازدياد السُمك لجميع المواد المدروسة، وهو ما يتوافق مع قانون بير-لامبرت.

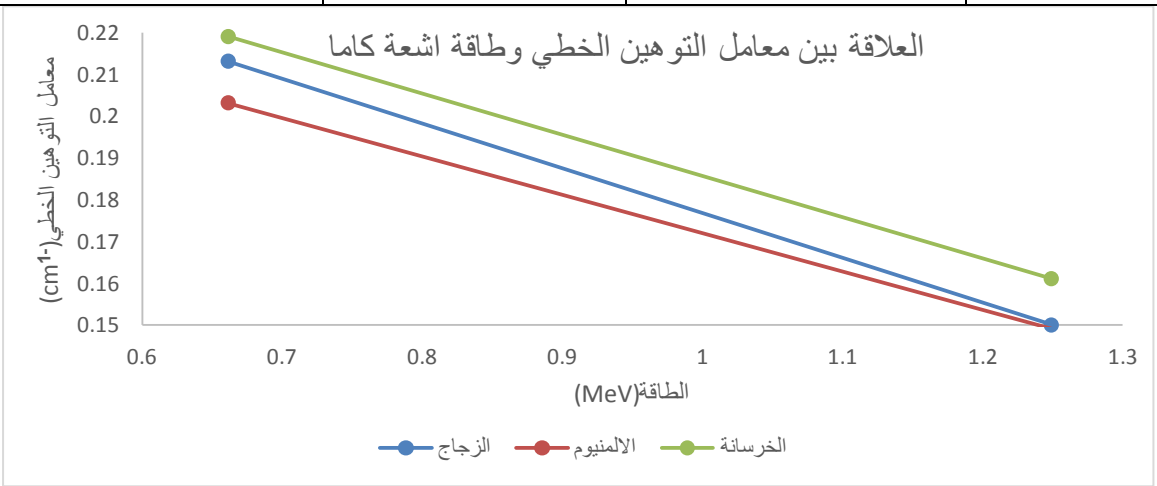
عند طاقة ثابتة لأشعة كاما، أظهرت المواد ذات الكثافة الأعلى توهينًا أقوى. أظهرت الخرسانة أعلى قدرة على التوهين بين المواد المدروسة، تليها الزجاج، بينما أظهر الألومنيوم أقل قدرة على التوهين. يُعزى هذا السلوك إلى الكثافة العالية والتركيب الذري الفعال للخرسانة، مما يُعزز احتمالات تفاعل الفوتون.بالإضافة إلى ذلك، تُشير النتائج إلى أن توهين أشعة كاما يتناقص مع ازدياد طاقة الفوتون. بالنسبة للطاقة الأعلى البالغة (1.25) ميغا إلكترون فولت (كوبالت-60)، كان عامل النفاذية أكبر مقارنةً بـ (0.662) ميغا إلكترون فولت (سيزيوم-137) لنفس المادة والسُمك. يُعزى ذلك إلى انخفاض مقاطع التفاعل للفوتونات ذات الطاقة الأعلى.

تتفق هذه النتائج مع الدراسات المنشورة سابقًا، والتي تشير إلى أن كثافة المادة وطاقة الفوتون تلعبان دورًا رئيسيًا في تحديد سلوك امتصاص أشعة كاما. ويؤكد هذا التوافق مع الدراسات المنشورة

موثوقية الطرق القائمة على المحاكاة باستخدام بيانات XCOM لتقييم خصائص الحماية من أشعة كاما للمواد.

جدول 1: معامل التوهين الخطي (μ) عند طاقات مختلفة.

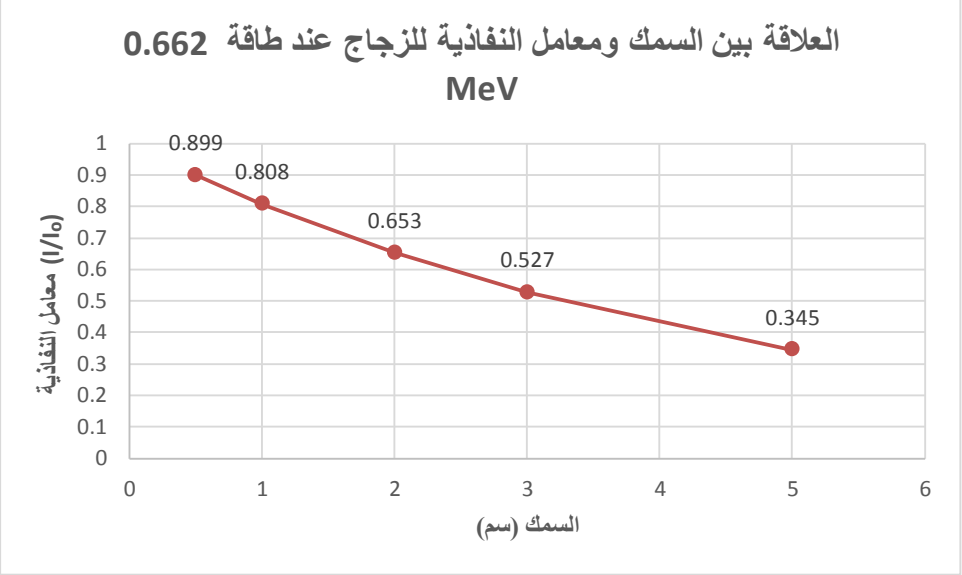
المادة	الطاقة (Mev)	μ/ρ(سم^2/غم)	μ(سم$^{-1}$)
زجاج	0.662	0.085	0.213
زجاج	1.25	0.06	0.15
الخرسانة	0.662	0.095	0.219
الخرسانة	1.25	0.07	0.161
الالمنيوم	0.662	0.075	0.203
الالمنيوم	1.25	0.055	0.149



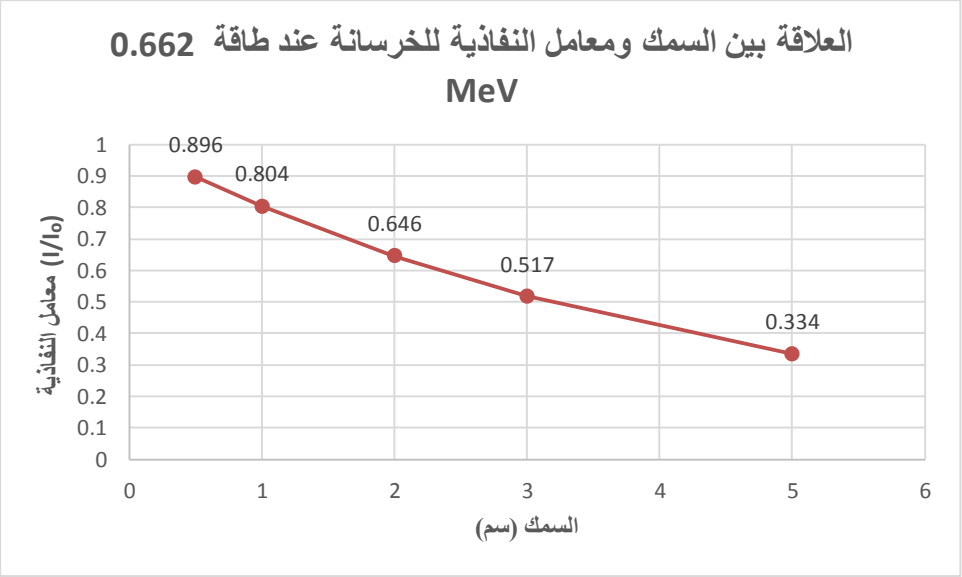
الشكل رقم 1: يبين العلاقة بين معامل التوهين الخطي وطاقة اشعة كاما للخرسانة والزجاج والالمنيوم.

جدول 2: عامل النفاذ (I/I_0) عند طاقة (0.662 Mev).

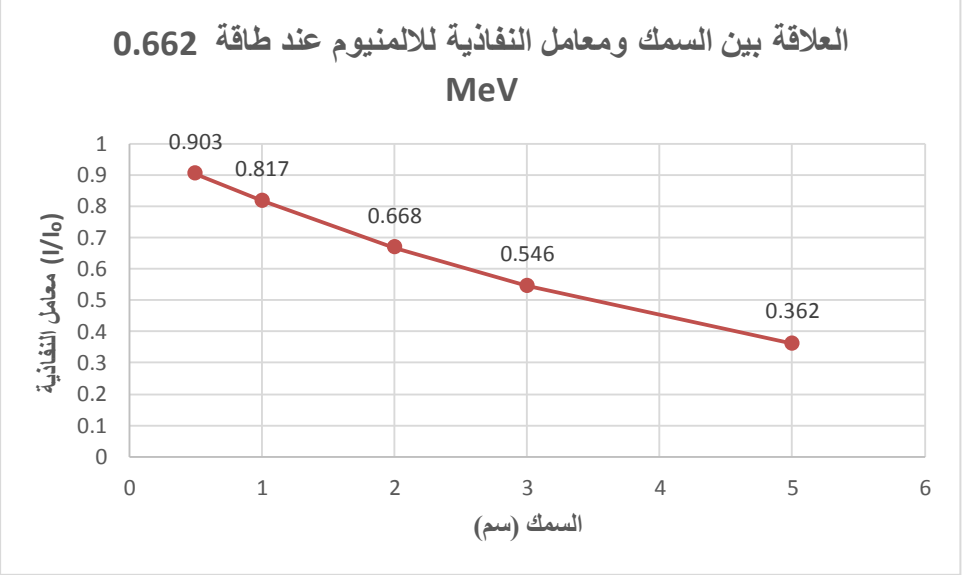
السمك (سم)	الزجاج	الخرسانة	الالمنيوم
0.5	0.899	0.896	0.903
1	0.808	0.804	0.817
2	0.653	0.646	0.668
3	0.527	0.517	0.546
5	0.345	0.334	0.362



الشكل 2: يبين العلاقة بين السمك ومعامل النفاذية للزجاج عند طاقة 0.662 MeV.



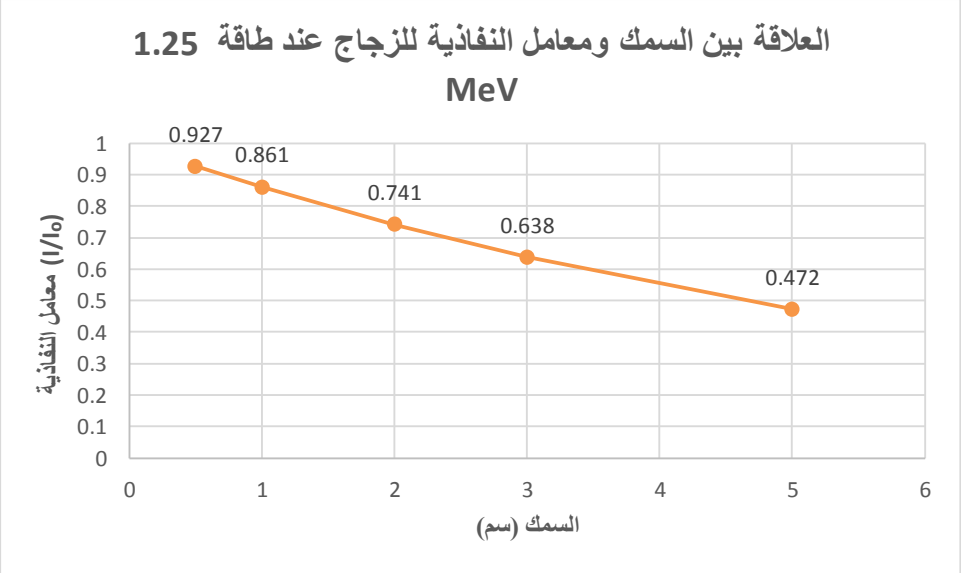
الشكل 3: يبين العلاقة بين السمك ومعامل النفاذية للخرسانة عند طاقة 0.662 MeV.



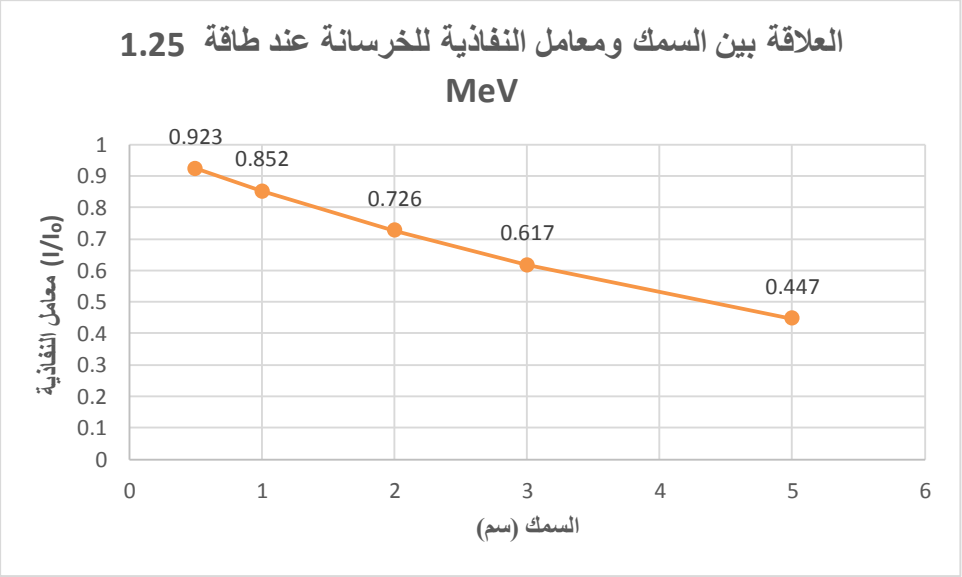
الشكل 4: يبين العلاقة بين السمك ومعامل النفاذية للالمنيوم عند طاقة 0.662 MeV.

جدول 3: عامل النفاذ (I/I_0) عند طاقة (1.25 Mev).

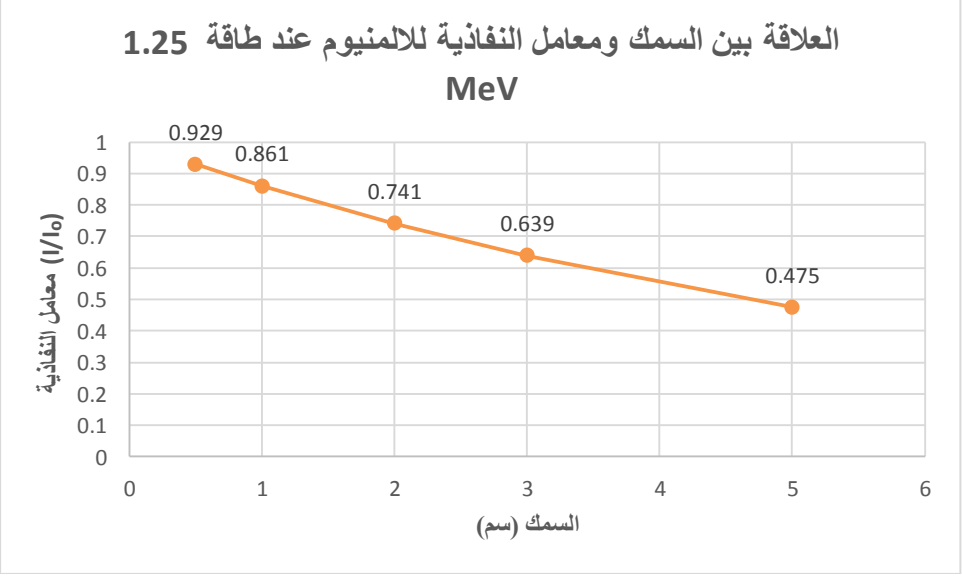
السمك (سم)	الزجاج	الخرسانة	الالمنيوم
0.5	0.927	0.923	0.929
1	0.861	0.852	0.861
2	0.741	0.726	0.741
3	0.638	0.617	0.639
5	0.472	0.447	0.475



الشكل 5: يبين العلاقة بين السمك ومعامل النفاذية للزجاج عند طاقة 1.25 MeV.



الشكل 6: يبين العلاقة بين السمك ومعامل النفاذية للخرسانة عند طاقة 1.25 MeV.



الشكل 7: يبين العلاقة بين السمك ومعامل النفاذية للالمنيوم عند طاقة 1.25 MeV.

الخاتمة:

في هذه الدراسة، استُخدم نهج قائم على المحاكاة لدراسة خصائص امتصاص أشعة كاما لمواد شائعة، وهي الزجاج والخرسانة والألومنيوم، عند طاقات الفوتونات الموافقة لمصادر السيزيوم-137 والكوبالت-60 المشعة. أظهرت النتائج بوضوح أن امتصاص أشعة كاما يزداد مع زيادة سمك المادة وكثافتها، بينما تؤدي طاقة الفوتون الأعلى إلى انخفاض كفاءة الامتصاص.

من بين المواد المدروسة، أظهرت الخرسانة أفضل أداء في الحماية من الإشعاع نظرًا لكثافتها العالية وتركيبها الذري الفعال. تتوافق النتائج المُتحصل عليها مع التنبؤات النظرية لقانون بير-لامبرت والدراسات المنشورة سابقًا. يؤكد هذا العمل أن أساليب المحاكاة القائمة على بيانات XCOM تُوفر أداة موثوقة وفعالة لتقييم خصائص الحماية من الإشعاع دون الحاجة إلى تجهيزات تجريبية معقدة. يمكن أن تكون نتائج هذه الدراسة مفيدة في تطبيقات الحماية من الإشعاع واختيار المواد لأغراض الحماية.

المراجع:

Akkurt, I., Akyildirim, H., Mavi, B., et al. “Gamma-ray shielding properties of concrete including barite.” Progress in Nuclear Energy, vol. 52, 2010, pp. 620–623.

Ashby, M. F., & Jones, D. R. (2012). Engineering materials 1: an introduction to properties, applications and design (Vol. 1). Elsevier.

Berger, M. J., Hubbell, J. H., Seltzer, S. M., Chang, J., Coursey, J. S., Sukumar, R., Zucker, D. S., & Olsen, K., XCOM: Photon Cross Sections Database, National Institute of Standards and Technology (NIST), 2010.

Berger, M. J., Hubbell, J. H., Seltzer, S. M., Chang, J., Coursey, J. S., Sukumar, R., & Zucker, D. S. (2010). NIST XCOM: Photon Cross Sections Database (Standard Reference Database 8). National Institute of Standards and Technology.

El-Khayatt, A. M. “Radiation shielding properties of some building materials.” Annals of Nuclear Energy, vol. 37, 2010, pp. 991–997.

F. Akman, M. R. Kacal, and M.I Sayyed, "Investigation of radiation shielding properties of some boron-containing alloys," Radiat. Phys. Chem., vol. 166 p. 108468, jan.2020.

Hubbell, J. H., & Seltzer, S. M. Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients (XCOM). NIST, 2004.

International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation protection and safety of radiation sources. IAEA Safety Standards, Vienna.

Karpius, P. J., & Reilly, T. D. "Gamma-Ray Interactions with Matter." In: Nondestructive Assay of Nuclear Materials for Safeguards and Security, Springer, 2018.

Knoll, G. F. Radiation Detection and Measurement. 4th ed., John Wiley & Sons, New York, 2010.

Kumar, A., Gaikwad, D. K., Obaid, S. S., et al. "Experimental and theoretical studies on gamma-ray shielding properties of aluminum-based materials." Materials Today: Proceedings, vol. 26, 2020, pp. 3403–3408

S. A. Issa, M. I. Sayyed, M. H. Zaid, and K. A. Matori., "Validation of Beer-Lambert law for gamma-ray attenuation in various shielding materials," J. Mater. Sci. Mater. Electron., Vol. 30, no.21, pp. 19345-19356,2019.

Singh, K., Singh, H., Sharma, V., et al. "Gamma-ray attenuation coefficients in different materials." Radiation Physics and Chemistry, vol. 47, no. 4, 1996, pp. 535–541.

World Health Organization. Ionizing radiation and health effects. WHO Fact Sheet, 2023.

وقائع المؤتمر العلمي السنوي الثالث لكلية التربية الاساسية
في مجال العلوم الصرفة والموسوم:
(مؤتمر كلية التربية الاساسية في مجال العلوم الصرفة)
وتحت شعار
(بالعلوم الصرفة نبني واقعا معرفيا متجددا)
يومي الاحد والاثنين 21-2026/6/22

Simulation Study of Gamma-Ray Attenuation in Glass, Concrete, and Aluminum Using XCOM Data

First Author[1]
Mohammed A. Ibrahim
،Science Department
،College of Basic Education
،Mustansiriyah University
Baghdad, Iraq
mohammed1994@uomustansiriyah.edu.iq

Second Author[2]
Ali Mohammed salih
،Science Department
،College of Basic Education
،Mustansiriyah University
Baghdad, Iraq
ali.mohammed.93@uomustansiriyah.edu.iq

Third Author[3]
Ronak Ikram Ali
،Science Department
،College of Basic Education
،Mustansiriyah University
Baghdad, Iraq
ronakikram@uomustansiriyah.edu.iq

Abstract:

In this study, Gamma ray attenuation in a number of common materials was investigated using simulation techniques. Mass attenuation coefficient for glass, concrete, and aluminum was obtained from the NIST XCOM at gamma ray energies (0.662) Mev and (1.25) Mev which correspond to (Cs-137) and (Co-60) radioactivate sources. Linear attenuation coefficient was calculated using the material densities, the intensity of transmitted radiation was determined by applying the Beer-Lambert law for different length of materials ranging from (0.5) cm to (5) cm. The results show that the attenuation of gamma rays increases with increasing thickness and density of the material, while higher photon energy leads to lower attenuation. Among the material studied, concrete showed the highest attenuation capacity due to its high density. These results confirm the effectiveness of simulation-based methods in evaluating radiation protection properties. It provides useful data for selection appropriate materials in radiation protection applications.

Keyword: Gamma-ray attenuation, Radiation shielding, XCOM database, Glass, Concrete, Aluminum, Simulation

Note: The research is based on a master's thesis or a doctoral thesis (if any). (No)