International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 1 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

Received	2025/06/30	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2025/07/22	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2025/07/23	تم نشر الورقة العلمية في

دراسة معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما على عينات من البولي استر– غير المشبع المدعَمة بكربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض

زينب مفتاح محمد السويب، آمنة مختار محمد كريّم

كلية التربية، جامعة مصراتة – ليبيا

Zineeee1@gmail.com

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير إضافة كلٍ من كربونات الكالسيوم النقية ومسحوق قشور البيض إلى راتنج البولي استر غير المشبع (UPR) على معامل الامتصاص الخطي (μ) لأشعة جاما. وجاءت هذه الدراسة كتكملة لدراسة سابقة أُجريت على عينات راتنج البولي استر غير المشبع المدعمة بكربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض لدراسة معامل الامتصاص الخطي لجسيمات بيتا، وفي ظل تزايد الحاجة إلى مواد واقية من الإشعاع تكون منخفضة التكلفة وصديقة للبيئة، تستكشف الدراسة إمكانية استخدام مواد مالئة طبيعية، مثل قشور البيض الغنية بكربونات الكالسيوم، كبدائل للمواد التقليدية. تم إعداد 39 عينة بنسب وزنية متفاوتة (0.5% – 3%) من المواد المضافة، وجرى قياس امتصاص أشعة جاما باستخدام عداد جايجر– مولر، ومن ثم حساب قيم معامل الامتصاص الخطي بناءً على العلاقة بين سمك العينة واللوغاريتم الطبيعي لمعدل العد الصافي. أظهرت النتائج أن كلا النوعين من المواد المالئة حسّنا من قدرة الراتنج على امتصاص أشعة جاما، مع تفوق واضح لكربونات الكالسيوم النقية من حيث قيم (μ) في جميع التراكيز المستخدمة. ورغم أن قشور البيض أسهمت في تعزيز الامتصاص، إلا أن وجود بقايا عضوية وبنية مسامية حدّ من فعاليتها. تؤكد الدراسة أن دمج مثل هذه المواد يمكن أن يؤثر بشكل كبير على خصائص الامتصاص الإشعاعي في المواد البوليمرية المركبة، مما يدعم إمكانية استخدامها في تطبيقات الحماية الإشعاعية المستدامة.

الكلمات المفتاحية: النشاط الإشعاعي ، معامل الامتصاص الخطي ،البوليمرات ، راتنج البولي استر –غير المشبع (UPR) ، كربونات الكالسيوم وقشور البيض.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 1 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ
http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

Study of The Linear Absorption Coefficient of Gamma Rays on Samples of Unsaturated Polyester Reinforced with Pure Calcium Carbonate and Egg Shells.

Zaynab Miftah Mohammed Alsaweeb, Amna Mukhtar Mohammed Kareim
Education faculty, Misurata University- Libya
Zineeee1@gmail.com

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of adding pure calcium carbonate and eggshell powder to unsaturated polyester resin (UPR) on the linear absorption coefficient (μ) of gamma rays. This study is a continuation of a previous study conducted on samples of unsaturated polyester resin reinforced with pure calcium carbonate and eggshells to investigate the linear absorption coefficient of beta particles. With the increasing need for low-cost and environmentally friendly radiation shielding materials, this study explores the potential use of natural fillers, such as eggshells rich in calcium carbonate, as alternatives to traditional materials. A total of 39 samples were prepared with varying weight ratios (0.5% - 3%) of the added materials, and gamma radiation absorption was measured using a Geiger-Muller counter. The linear absorption coefficient values were then calculated based on the relationship between the sample thickness and the natural logarithm of the net counting rate. The results showed that both types of fillers improved the resin's ability to absorb gamma rays, with pure calcium carbonate demonstrating clear superiority in (μ) values across all used concentrations. Although eggshells contributed to enhanced absorption, the presence of organic residues and a porous structure limited their effectiveness. The study confirms that incorporating such materials can significantly affect the radiation absorption properties of composite polymer materials, thus supporting their potential use in sustainable radiation protection applications.

Key words: Radioactivity, linear absorption coefficient, polymer, Unsaturated Polyester Resin (UPR), calcium carbonate, eggshells.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

1. المقدمة:

يُعد امتصاص أشعة جاما معلمة بالغة الأهمية في مجالات مختلفة، بما في ذلك التصوير الطبي، والتدريع الإشعاعي، والفيزياء النووية (Deya et al., 2011). لقد أصبح تطوير مواد فعالة للحماية من أشعة جاما أكثر أهمية، خاصة في سياق الطاقة النووية والتطبيقات الطبية. وقد تم التحقيق بشكل واسع في مركبات البولي استر –غير المشبعة كمواد محتملة لتدريع أشعة جاما بسبب خصائصها المواتية، مثل التكلفة المنخفضة، والوزن الخفيف، وسهولة المعالجة (Harish et al., 2009).

في هذا السياق، تُعد كربونات الكالسيوم النقية من أكثر المواد المالئة شيوعًا في تحسين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للبوليمرات، بينما تمثل قشور البيض خيارًا طبيعيًا ومتاحًا بسهولة وغنيًا بالكالسيوم، ويمكن أن تساهم في تقوية خواص المادة المركبة من ناحية الامتصاص الإشعاعي. من هنا، جاءت فكرة هذه الدراسة التي تهدف إلى استكشاف أثر إضافة كل من كربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض إلى راتنج البولي استر– غير المشبع، ومدى تأثير هذه الإضافات على معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما.

النشاط الإشعاعي هي الظاهرة التي تتحول فيها نواة الذرة وتحرر الطاقة على شكل إشعاع. تم اكتشاف هذه الظاهرة لأول مرة في عام 1896 على يد هنري بيكيريل، ولاحقًا بواسطة بيير وماري كوري اللذين أضافا المزيد من الفهم لها من خلال اكتشاف عناصر مشعة أخرى مثل البولونيوم والراديوم. إنها عملية طبيعية تحدث في عدة عناصر مثل اليورانيوم والثوريوم، ويمكن أيضًا إنتاجها بشكل صناعي في مواد أخرى. هناك ثلاثة أنواع رئيسية من التحلل الإشعاعي: تحلل ألفا حيث تطلق النواة جسيم ألفا، الذي يتكون من بروتونين ونيوترونين؛ تحلل بيتا الذي يتميز بإطلاق جسيمات بيتا، وهي الإلكترونات أو البوزيترونات؛ وتحلل غاما حيث تتغير النواة إلى حالة طاقة أقل وتطلق فوتونات غاما عالية الطاقة. التحلل الإشعاعي هو العملية التي تفقد من خلالها المادة المشعة قدرتها على إصدار الإشعاع، والطريقة التي يتم بها وصف معدل التحلل هي من خلال نصف عمر التحلل الإشعاعي، وهو الوقت المستغرق لتحلل نصف ذرات المادة المشعة. للنشاط الإشعاعي العديد من الاستخدامات، على سبيل المثال، تُستخدم في الصناعة الطبية لتشخيص وعلاج الأمراض، وفي إنتاج الطاقة بواسطة محطات الطاقة النووية، وتُستخدم في مجالات علمية متنوعة لتأريخ الأشياء ودراسة الظواهر الطبيعية (Krane, 1988 ، Lilley, 2013).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

أجريت دراسة سابقة حول تأثير إضافة كربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض على مُعامل الامتصاص الخطي لجسيمات بيتا لراتنج البولي استر– غير المشبع ، بهدف دراسة تأثيرهما على معامل الامتصاص الخطي لأشعة بيتا. النتائج التي تم الحصول عليها أظهرت أن إضافة قشور البيض إلى البوليمر زادت من كفاءته في امتصاص الإشعاع. كما لوحظ أن كربونات الكالسيوم كانت فعالة أيضًا، ولكن بدرجة أقل مقارنة بقشور البيض (Alsaweeb, & Elnari,. 2024).

2. مشكلة البحث:

مع التزايد المستمر في استخدام المواد المشعة في التطبيقات الطبية والصناعية، تبرز الحاجة إلى تطوير مواد واقية من الإشعاع تكون فعالة، منخفضة الكلفة، وصديقة للبيئة. ورغم توفر بعض المواد التقليدية (كالرصاص) ذات الكفاءة العالية، إلا أنها قد تكون ضارة بيئيًا وثقيلة الوزن. ومن هنا تبرز إشكالية هذه الدراسة: هل يؤدي دمج كربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض في راتنج البولي استر–غير المشبع إلى تحسين قدرته على امتصاص أشعة جاما، وبالتالي، جعله أكثر كفاءة كمادة واقية؟

3. فرضيات الدراسة:

1. توجد علاقة إيجابية بين زيادة نسبة كربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض في البولي استر– غيرالمشبع وارتفاع معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما.

2. تختلف كفاءة الامتصاص الخطي لأشعة جاما تبعًا لنوع المادة المالئة (كربونات الكالسيوم النقية مقابل قشور البيض).

3. يمكن استخدام المواد المالئة الطبيعية (مثل قشور البيض) كبديل فعال بيئيًا واقتصاديًا للمواد الصناعية التقليدية في الحماية الإشعاعية.

4. هدف الدراسة:

تحديد مدى تأثير إضافة كربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض إلى راتنج البولي استر –غير المشبع على معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما، ومقارنة فعالية كل منهما في تعزيز خاصية الامتصاص.

5. أهمية الدراسة:

- تساهم في تطوير مواد واقية خفيفة وآمنة بيئيًا.
- تدعم إعادة التدوير باستخدام نفايات طبيعية كقشور البيض.
- تفتح آفاقًا لإستخدام مواد مركبة في التطبيقات الطبية والصناعية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

- تعزز المعرفة بتأثير الحشوات غير التقليدية على خصائص المواد البوليمرية.

6. معامل الامتصاص الخطي:

يشير معامل الإمتصاص لأشعة جاما إلى مقياس مدى سهولة امتصاص أشعة جاما بواسطة مادة معينة. كما أنه يحدد احتمالية امتصاص فوتونات أشعة جاما لكل وحدة مسافة تم قطعها في المادة. يعتبر هذا المعامل حاسمًا لفهم وتصميم مواد الحماية ضد إشعاع جاما، وهو شكل من أشكال الإشعاع المؤين ذو الطاقة العالية جدًا. يحدث امتصاص أشعة جاما في المادة بشكل أساسي من خلال ثلاث عمليات: التأثير الكهروضوئي، تشتت كومبتون، وإنتاج الأزواج، مع اعتماد الآلية السائدة على طاقة أشعة جاما والرقم الذري لمادة الامتصاص (Knoll, 2010). يُعبر عن معامل الامتصاص، الذي يُرمز له غالبًا بـ μ ، بوحدات m^{-1} أو cm^{-1}. تعتمد قيمة معامل الامتصاص الخطي μ على طاقة أشعة جاما وتركيب وكثافة المادة الممتصة. تعتبر المواد ذات الرقم الذري العالي مثل الرصاص، التنجستن، واليورانيوم فعالة بشكل خاص في امتصاص أشعة جاما بسبب كثافتها العالية ورقمها الذري، مما يزيد من احتمالية الامتصاص الكهروضوئي وإنتاج الأزواج عند مستويات طاقة مختلفة (Turner, 2007). كما يتم قياس فعالية المادة في امتصاص أشعة جاما من خلال طبقة نصف القيمة (HVL) ، وهي سمك المادة المطلوب لتقليل شدة أشعة جاما إلى النصف. ويعبر عنه بالصيغة التالية:

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

حيث I_0 :هو الشدة الأصلية للإشعاع و x : سمك المادة الممتصة

كلما زادت قيمة معامل الامتصاص، زادت قدرة المادة على امتصاص الإشعاع، مما يعني أن الإشعاع سيفقد شدة أكبر عند مروره عبر تلك المادة. يُستخدم هذا المفهوم في مجالات متعددة مثل علم المواد، الطب، والأشعة السينية، وغيرها من التطبيقات العلمية.

7. عداد جايجر – مولر:

عداد جايجر– مولر (G–M) هو جهاز لقياس الإشعاع يُستخدم على نطاق واسع في الكشف عن الإشعاع المؤين وقياسه. يتكون من أنبوب جايجر– مولر الذي يُعتبر العنصر القياسي للقياس ودوائر إلكترونية تشمل نظام العدّ والإشارة. يحتوي أنبوب G–M على خليط غازي من الأرجون أو الهيليوم مع الهالوجين ويحتوي على سلك أنود مركزي محاط بكاثود. تمر الإلكترونات ذات الجهد العالي عبر الغاز وتؤينها، مما ينتج عنه أيونات موجبة وإلكترونات حرة. الجهد المطبق بين الأنود والكاثود كافٍ لتمكين هذه الإلكترونات

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

الحرة من اكتساب طاقة كافية لتأيين المزيد من جزيئات الغاز، مما يؤدي إلى انفجار الجسيمات المشحونة. هذا يؤدي إلى تدفق فعلي للتيار، والذي يتم توثيقه بواسطة إلكترونيات العداد ويُعادل نبضة. يُفضل عداد غايغر–ميلر لعدة أسباب؛ أولاً، سهولة الاستخدام، ثانياً، متانته العالية وأخيراً، حساسيته لجميع أشكال الإشعاع بما في ذلك جسيمات ألفا، وجسيمات بيتا، وأشعة جاما. ومع ذلك، للحصول على طاقة الإشعاع المكتشف، ينبغي تطبيق تصفية إضافية أو معايرة، حيث أن استجابته تشبع في الحقول العالية ومعدلات الإشعاع التي تتجاوز حدوده، لذلك، فهو غير مناسب لقياس معدلات الإشعاع العالية جداً (Lilley, 2013 ، Krane, 1988).

8. البوليمرات:

البوليمرات هي جزيئات كبيرة تتكون من جزيئات أصغر وأكثر بساطة تُعرف بالوحدات البنائية (المونومرات) وترتبط من خلال رابطة تساهمية لتشكيل سلسلة طويلة. تمتلك هذه المواد مجموعة واسعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية الأساسية، ولذلك تُستخدم على نطاق واسع في الحياة اليومية والصناعات. يمكن تصنيف البوليمرات إلى فئتين رئيسيتين: البوليمرات الطبيعية، وهي التي تحدث بشكل طبيعي وتشمل السليلوز، والبروتينات، والحمض النووي (DNA) ، والبوليمرات الصناعية، وهي التي يصنعها الإنسان، وتشمل البلاستيك، والنايلون، والمطاط الصناعي. بينما تُعتبر القوة، والمرونة، والمتانة من الخصائص التي تحدد طبيعة البوليمرات، فإن ذلك يعتمد على المونومرات وبنية سلاسل البوليمر (Young,1987). يمكن تعريف البوليمرات بشكل إضافي وفقًا لسلوكها عند مستوى الحرارة، وتشمل الأنواع البوليمرات الحرارية التي تصبح لينة عند تسخينها وتصبح صلبة عند تبريدها، بينما البوليمرات المعالجة حراريًا تصبح صلبة بشكل دائم عند تسخينها. يعد هذا التصنيف مهمًا للدراسة لأي استخدام أو معالجة لها في تقنيات التصنيع المختلفة. يمكن تعريف البوليمرات على أنها التركيب الكامل المكون من وحدات هيكلية متكررة تُعرف بالمونومرات، وعلم وهندسة البوليمرات هو مجال متعدد التخصصات يغطي الكيمياء، والفيزياء، والهندسة للتحقيق وتحسين الخصائص المختلفة للبوليمرات للاستخدامات المتخصصة (Gedde, 1995) .

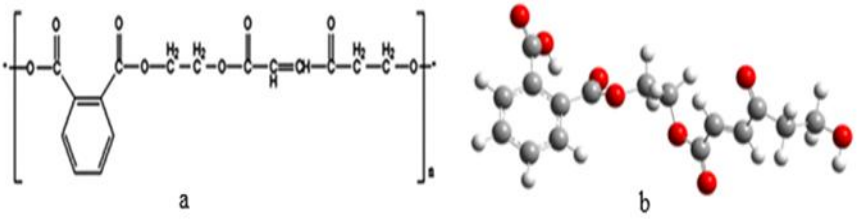
9. راتنج البولي استر –غير المشبع (UPR) :

راتنجات البولي استر – غير المشبعة (UPR) هي نوع من البوليمرات التي تُستخدم على نطاق واسع في صناعة المركبات، خاصة في تصنيع البلاستيك المقوى بالألياف الزجاجية. يتم تخليق هذه الراتنجات من خلال تفاعل البوليكوندنسيشن

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

(polycondensation) بين الأحماض الثنائية غير المشبعة أو أنهدريداتها (anhydrides) مع الديولات (dials)، مع إدخال مونومر فينيل مثل الستايرين (styrene) كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل (1): (a) التركيب الكيميائي لراتنج البولي استر– غير المشبع، (b) التركيب الكيميائي ثلاثي الأبعاد لراتنج البولي استر –غير المشبع، حيث يمثل اللون الرمادي ذرات الكربون، واللون الأبيض يمثل ذرات الهيدروجين، واللون الأحمر يمثل ذرات الأكسجين.

المنتج النهائي المتاح هو بوليمر حراري يمكن أن يتصلب من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة بمساعدة المحفزات والمسرعات لبدء وتنظيم التفاعلات على التوالي. تمتلك هذه المواد إمكانية أن تكون مقاومة كيميائيًا، قوية ميكانيكيًا، طويلة العمر، بالإضافة إلى إمكانية تشكيلها بشكل مريح إلى هياكل معقدة نظرًا لطبيعتها، مما يجعلها قابلة للتطبيق بشكل كبير في جميع الصناعات تقريبًا، مثل قطع السيارات، والبناء البحري، وإنشاء المباني، والخزانات والأنابيب، والمكونات الكهربائية وغيرها. يمكن زيادة جاذبية وقابلية تطبيق الراتنج غير المشبع (UPR) من خلال تكييف مصفوفة الراتنج أكثر عبر إضافة مواد مالئة، أو تعزيزات، أو مواد أخرى حسب خصائص التطبيق المرغوبة. واحدة من الخصائص الرئيسية للراتنجات غير المشبعة هي مستوى عدم التشبع، ويتم تكملتها بالمونومر ستيرين المضاف. وهذا يعني أنه خلال عملية المعالجة التي تُحفز بواسطة الجذور الحرة الناتجة عن البدء، يمكن أن تحدث تفاعلات الربط المتقاطع. وهذا يشير إلى أنه يمكن التلاعب بكثافة الربط المتقاطع في محاولة لتحديد الخصائص النهائية للراتنج المعالج من حيث الصلابة، والمرونة، ومقاومة الحرارة من بين أمور أخرى. إن قابلية تعديل الراتنج غير المشبع (UPR) تعتبر ميزة كبيرة فيما يتعلق بالتكيف مع التطبيقات الصناعية المختلفة، حيث يمكن تكوينها بكثافات وأداء متنوعين دون التضحية كثيرًا بالتكلفة (Gupta,2017).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

10. المواد الأساسية ومواد التعزيز:

11. تُعتبر المواد الأساسية ومواد التعزيز من المكونات الشائعة المستخدمة في علم المواد والهندسة، خاصة في أنظمة المواد المركبة. تُعرف المواد الأساسية أيضًا باسم مواد المصفوفة، وتوجد في المرحلة المستمرة حيث تقوم بما يلي: تعمل كهيكل أساسي وتساعد أيضًا في توزيع الأحمال الميكانيكية على مواد التعزيز. يمكن أن تكون المادة الأساسية بوليمرًا أو معدنًا أو سيراميكًا أو زجاجًا. تُستخدم مجموعة واسعة من البوليمرات مثل البوليمرات الحرارية والبلاستيك الحراري كمصفوفات في الغالب، حيث إنها سهلة المعالجة وتوفر وزنًا خفيفًا ومقاومة جيدة للتآكل(Hull,1996). من ناحية أخرى، تُدمج مواد التعزيز في المادة الأساسية لتحسين خصائص مثل القوة والصلابة ومقاومة التآكل أو التآكل. يمكن أن تكون هذه المواد على شكل ألياف أو جزيئات أو هياكل شبيهة بالرقائق. تُعتبر الألياف، التي تتكون من الزجاج والكربون والأراميد، النوع الأكثر تفضيلًا من مواد التعزيز نظرًا لنسبة الأبعاد العالية وخصائصها الممتازة على طول الألياف. يؤثر نوع وحجم ونسب وموقع وتشتت مادة التعزيز جميعها على خصائص المادة المركبة النهائية(Mallick,2007). وبالتالي، تحدد المواد الأساسية الخلفية الهيكلية العامة والعديد من الخصائص الأخرى للمركب، بينما تُقدم مواد التعزيز لتحسين خاصية ميكانيكية أو فيزيائية معينة للمركب.

12. كربونات الكالسيوم وقشور البيض:

كربونات الكالسيوم هو مركب كيميائي له الصيغة الجزيئية $CaCO_3$. هذه المادة بيضاء، ومسحوقة، وهي مادة غير ذات رائحة كما هو موضح في الشكل 2. تتواجد بشكل واسع في الصخور على شكل معدنين، وهما الكالسيت (calcite) والأراجونيت(aragonite) ؛ وهي المكون الرئيسي للحجر الجيري الذي يتكون من كلا المعدنين، وتعتبر العنصر الأساسي في اللؤلؤ وقشور بعض الحيوانات البحرية، مثل الحلزونات والبيض. كربونات الكالسيوم هي المكون الرئيسي لليمون الزراعي، وتتكون عندما تتفاعل أيونات الكالسيوم في المياه العسرة مع أيونات الكربونات لتكوين ترسبات الكلس. في حالتها الطبيعية، تُستخدم تقليديًا كمكمل غذائي لزيادة تناول الكالسيوم أو كدواء مضاد للحموضة، ولكن عند تناولها بكميات كبيرة، يمكن أن تكون قاتلة. كربونات الكالسيوم هو معدن يوجد بأربع أشكال رئيسية: الطباشير (chalk) ، والحجر الجيري(limestone) ، والرخام(marble) ، والكالسيت .(calcite) جيولوجيًا، تتكون من تراكم طبقات من قواقع صغيرة متحجرة للحلزونات والمحار، والشعاب المرجانية، وغيرها من الكائنات البحرية التي تستغرق وقتًا

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

طويلاً، ملايين السنين لتتشكل. تجاريًا، يمكن استخراجها من الحجر الجيري أو الرخام، وتجد تطبيقًا في صناعة البناء لصنع الأسمنت والخرسانة.

الشكل (2): كربونات الكالسيوم النقية.

لها أيضًا تطبيقات في العديد من الصناعات، على سبيل المثال، في إنتاج البلاستيك والدهانات والورق. في القطاع البيئي، يُستخدم كربونات الكالسيوم في أنشطة معالجة المياه والتربة حيث يعمل كعامل لمواجهة الحموضة. في صناعة الأدوية، وخاصة في صناعة المواد الغذائية، يُستخدم كربونات الكالسيوم كمكمل للكالسيوم وكدواء مضاد للحموضة نظرًا لأن هذه المادة قلوية بطبيعتها وستواجه حمض المعدة. لكن يجب التحكم في استهلاكه (National Center for Biotechnology Information, 2021) . بينما قشرة البيضة هي الطبقة الخارجية للبيضة التي تتكون أساسًا من كربونات الكالسيوم، والتي تمثل تقريبًا 95% من وزنها، بينما تشكل البروتينات والمواد العضوية الأخرى النسبة المتبقية 5%. تعتبر قشور البيض من المواد القابلة للتحلل البيولوجي التي كانت موضوعًا للبحث لاستخدامها كسماد، ومصدر للكالسيوم في علف الحيوانات، والبيوبلاستيك، ومواد البناء من بين أمور أخرى. نظرًا لمحتواها العالي من كربونات الكالسيوم، تُعتبر قشور البيض مصدرًا يمكن إعادة تدويره وإعادة استخدامه بطرق عديدة، بما في ذلك الأغراض الصناعية والبيئية (King'ori,2011; Rovenský,2003; Wong, 1984).

13.منهجية البحث:

أُجريت هذه الدراسة باستخدام عينات بوليمرية سبق استخدامها في دراسة سابقة لتحديد معامل الامتصاص الخطي لجسيمات بيتا وذلك بهدف استكشاف مدى تأثير نتائج امتصاص أشعة جاما بالتعرض السابق للإشعاع. تم استخدام طريقة التشكيل اليدوي لإعداد عينات الدراسة، والتي بلغ عددها (39) عينة كما في الشكل(3) ، (3) عينات

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

لكل نسبة وكل فئة، و(3) عينات نقية غير معززة. تم إعداد العينات عن طريق خلط راتنج البولي استر– غير المشبع والمُصلب بنسبة 1:3، حيث تم خلطهما يدويًا بشكل جيد. تم إضافة تركيزات مختلفة من كربونات الكالسيوم وقشور البيض بالنسب الوزنية التالية (0.5%، 1%، 1.5%، 2%، 2.5%، و3%)، حيث حصلنا على (18) عينة معززة بكربونات الكالسيوم و(18) عينة معززة بقشور البيض بالنسب المذكورة، وتم قياس معامل الامتصاص الخطي باستخدام عداد جايجر– مولر.

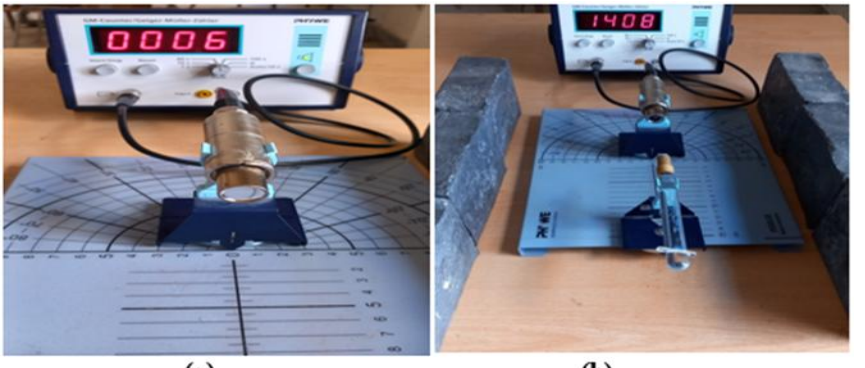
الشكل (3): عينات من البولي استر– غير النقي المعزز بكربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض.

14. القياسات وتسجيل البيانات:

تم ضبط عداد جايجر– مولر على زمن (60sec)، بدون استخدام العنصر المشع بهدف قياس الخلفية الإشعاعية ($R_{b.g}$) كما مبين في الشكل (4a) ثم وُضع العنصر المشع لجاما كما هو مبين في الشكل (4b)، بدون وجود مادة ماصة، حيث تم قياس مقدار العدَ الإشعاعي للعنصر والذي يمثل في هذه الحالة الشدة الأصلية للعنصر المشع (R_0). بعد ذلك، تم وضع عينات بسُمك مختلف (6mm، 6.3mm، 6.7mm، 12mm،13mm،19mm) بين أنبوب جايجر والمصدر المشع، كما هو موضح في الشكل (5) ، وتم أخذ قراءة العداد التي تمثل معدل العد، في وجود المادة الماصة (R) ، وتكرر الخطوات السابقة لجميع العينات بنسب وزنية مختلفة.

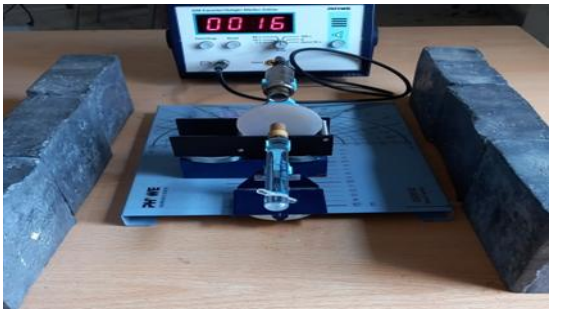
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702



(a) (b)

الشكل (4): (a) الخلفية الإشعاعية ، (b) الكثافة الأصلية للمصدر المشع (Cs^{137})



الشكل (5): معدل العدَ في وجود المادة الماصة.

تم تصحيح قراءة العداد في وجود المادة الماصة (R) وفي غيابها (R_0) عن طريق طرح قيمة الخلفية الإشعاعية (Count/sec) ($R_{b.g}$) من معدل العدَ لكل منهما، والذي يمثل في هذه الحالة معدل العدّ الحقيقي (Count/sec) ($R - R_{b.g}$) .قمنا برسم علاقة بين لوغاريتمات معدل العدَ الحقيقي الصافي كدالة لسمك المادة (العينة) ، والتي يتم من خلالها حساب قيمة معامل الإمتصاص الخطي عمليًا.

15. النتائج والمناقشة:

تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن إضافة كربونات الكالسيوم وقشور البيض إلى راتنج البولي استر –غير المشبع يمكن أن يؤثر بشكل كبير على معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما. حيث يوضح الجدول [1] معدل العدَ باستخدام عينات نقية من البولي استر– غير المشبع كدالة لسُمك المادة. بينما يوضح الجدول [2] معدل العدَ باستخدام عينات من البولي استر –غير المشبع المدعمة بقشور البيض بنسب وزنية مختلفة كدالة لسمك المادة،

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

و الجدول [3] يوضح معدل العدّ باستخدام عينات من البولي استر –غير المشبع المدعمة بكربونات الكالسيوم النقي بنسب وزنية مختلفة كدالة لسمك المادة، بينما الجدول [4] يوضح معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما لعينات من البولي استر–غير الشبع المدعمة بكربونات الكالسيوم النقي وقشور البيض بنسب وزنية مختلفة.

الجدول (1): معدل العد باستخدام عينات نقية من البولي استر –غير المشبع كدالة لسُمك المادة.

النسب الوزنية (Wt %)		0 %	
سُمك المادة (X)mm	معدل العدّ للخلفية الإشعاعية $(R_{B.G})$count/sec	معدل التصحيح $(R-R_{B.G.})$ (Count/sec)	معدل التصحيح Ln $(R-R_{B.G.})$
0	0.178	2.606	0.958
6		2.378	0.866
6.3		2.428	0.887
6.7		2.522	0.925
12		2.128	0.755
13		2.083	0.734
19		1.978	0.682

الجدول (2): معدل العد باستخدام عينات من البولي استر– غير المشبع المدعمة بقشور البيض بنسب وزنية مختلفة كدالة لسُمك المادة.

النسب الوزنية(Wt %)		0.5%		1%	
سُمك المادة (X)mm	الخلفية الإشعاعية $(R_{B.G})$	معدل التصحيح $(R-R_{B.G.})$	معدل التصحيح Ln $(R-R_{B.G.})$	معدل التصحيح $(R-R_{B.G.})$	معدل التصحيح Ln $(R-R_{B.G.})$
0	0.178	2.606	0.958	2.606	0.958
6		2.400	0.876	2.400	0.850
6.3		2.461	0.901	2.461	0.854
6.7		2.672	0.983	2.672	0.901
12		2.295	0.831	2.295	0.734
13		2.595	0.953	2.595	0.864
19		2.228	0.801	2.228	0.823
النسب الوزنية(Wt %)		1.5%		2%	

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

سُمك المادة (X)mm	الخلفية الإشعاعية ($R_{B.G}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)
0	0.178	2.606	0.958	2.606	0.958
6		2.411	0.880	2.433	0.889
6.3		2.233	0.804	2.350	0.854
6.7		2.344	0.852	2.400	0.875
12		2.211	0.794	2.183	0.781
13		2.294	0.830	2.200	0.788
19		2.106	0.745	2.189	0.783
النسب الوزنية(% Wt)		2.5%		3%	
سُمك المادة (X)mm	الخلفية الإشعاعية ($R_{B.G}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)
0	0.178	2.606	0.958	2.606	0.958
6		2.556	0.938	2.444	0.894
6.3		2.406	0.878	2.361	0.859
6.7		2.406	0.878	2.467	0.903
12		2.483	0.910	2.194	0.786
13		2.133	0.758	2.250	0.811
19		2.144	0.763	2.139	0.760

الجدول (3): معدل العد باستخدام عينات من البولي استر– غير المشبع المدعمة بكربونات الكالسيوم النقية بنسب وزنية مختلفة كدالة لسُمك المادة.

سُمك المادة (X)mm	الخلفية الإشعاعية ($R_{B.G}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)
0	0.178	2.606	0.958	2.606	0.958
6		2.394	0.873	2.483	0.910
6.3		2.322	0.843	2.350	0.854
6.7		2.333	0.847	2.572	0.945
12		2.267	0.818	2.100	0.742
13		2.050	0.718	2.094	0.739
19		2.161	0.771	2.422	0.885
النسب الوزنية(% Wt)		1.5%		2%	

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

سُمك المادة (X)mm	الخلفية الإشعاعية ($R_{B.G}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)
0		2.606	0.958	2.606	0.958
6		2.344	0.852	2.233	0.804
6.3		2.200	0.788	2.428	0.887
6.7	0.178	2.333	0.847	2.494	0.914
12		1.967	0.676	2.328	0.845
13		2.394	0.873	2.250	0.811
19		2.011	0.699	1.944	0.665
النسب الوزنية(% Wt)		2.5%		3%	
سُمك المادة (X)mm	الخلفية الإشعاعية ($R_{B.G}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح ($R-R_{B.G.}$)	معدل التصحيح Ln ($R-R_{B.G.}$)
0		2.606	0.958	2.606	0.958
6		2.183	0.781	2.361	0.859
6.3		2.267	0.818	2.117	0.750
6.7	0.178	2.256	0.813	2.122	0.752
12		2.100	0.742	2.217	0.796
13		2.144	0.763	1.983	0.685
19		1.989	0.688	1.911	0.648

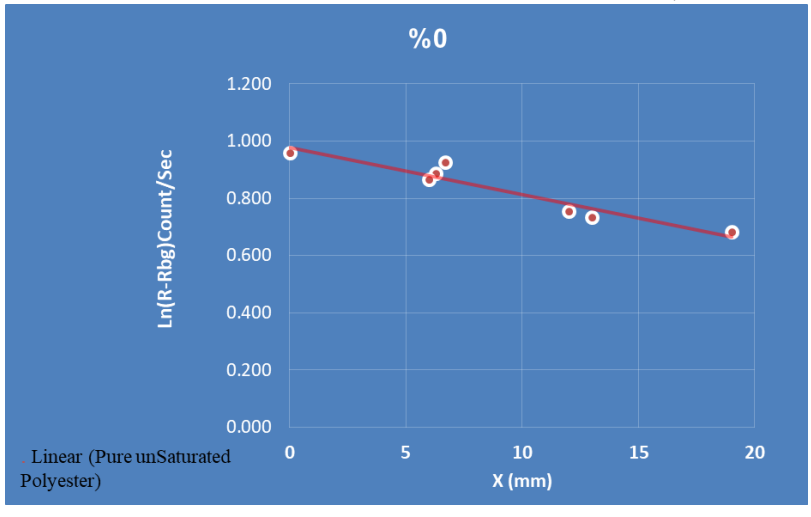
الجدول (4): معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما لعينات البولي استر–غير المشبع المدعمة بكربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض بنسب وزنية مختلفة.

النسب الوزنية(% Wt)	قشور البيض	كربونات الكالسيوم النقية
	معامل الامتصاص الخطي mm^{-} $(\mu)^1$	معامل الامتصاص الخطي mm^{-} $(\mu)^1$
0%	0.0164	0.0164
0.5%	0.0071	0.0107
1%	0.0073	0.0079
1.5%	0.0098	0.0121
2%	0.01	0.0136
2.5%	0.0107	0.0127
3%	0.011	0.0147

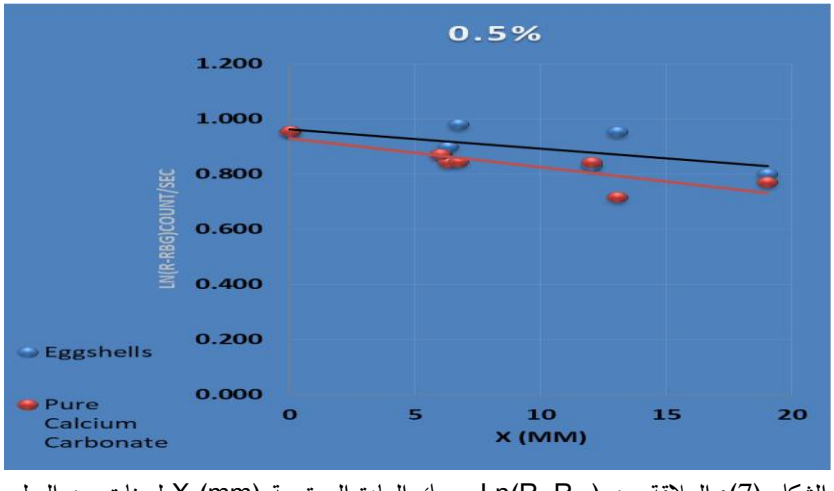
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

من النتائج التي حصلنا عليها، تم تمثيل العلاقة بين اللوغاريتم (الأس 10) لمعدل العدّ $Ln(R-R_{bg})$ وسُمك المادة الماصة X(mm) بشكل بياني كما هو موضح في الأشكال التالية: (6)، (7)، (8)، (9)، (10)، (11) و(12). وقد تم إجراء ملائمة للبيانات الموضحة في الجداول [1]، [2] و[3]، وايجاد ميل الخط المستقيم لكل رسم بياني، والذي يمثل معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما على العينات المستخدمة في البحث كما هو موضح في الشكل (13).



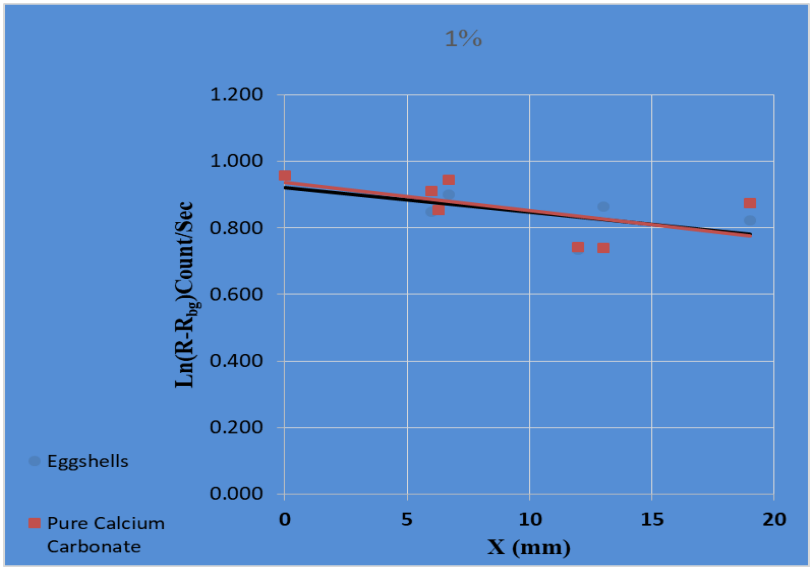
الشكل (6): العلاقة بين $Ln(R-R_{bg})$ وسُمك المادة الماصة X(mm) لعينات البوليستر غير المشبع النقي.



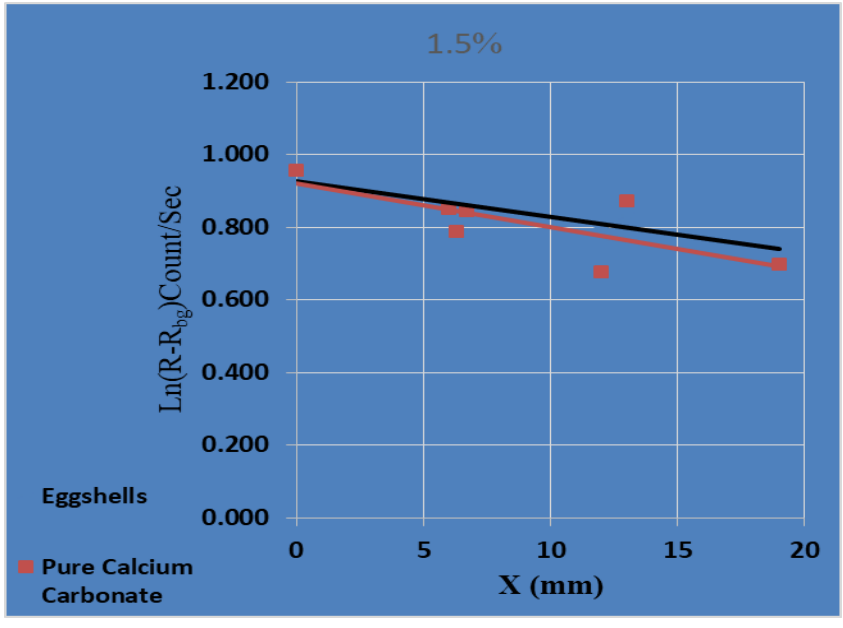
الشكل (7): العلاقة بين $Ln(R-R_{bg})$ وسمك المادة الممتصة X (mm) لعينات من البوليستر غير المشبع المدعمة بقشور البيض وكربونات الكالسيوم النقية بنسبة وزن 0.5%.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702



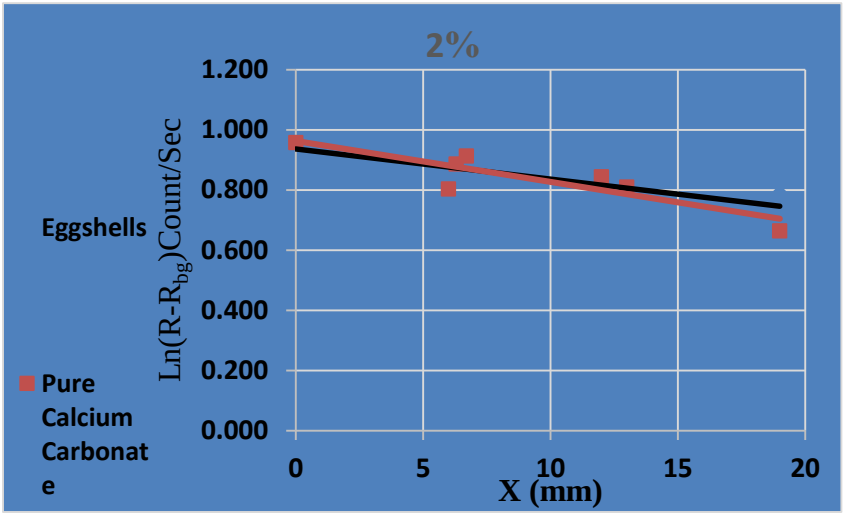
الشكل (8): العلاقة بين $Ln(R-R_{bg})$ وسمك المادة الماصة X (mm) لعينات البوليستر غير المشبع المدعمة بقشور البيض وكربونات الكالسيوم النقية بنسبة وزن 1%.



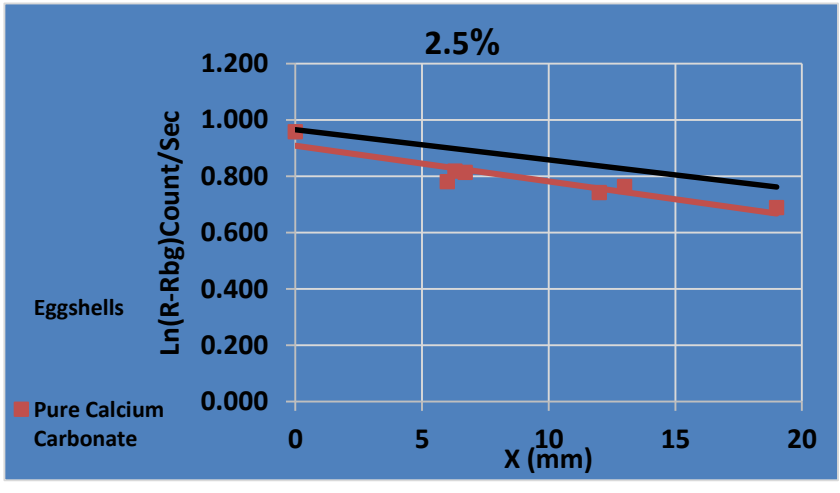
الشكل (9): العلاقة بين $Ln(R-R_{bg})$ وسمك المادة الماصة X (mm) لعينات البوليستر غير المشبع المدعمة بقشور البيض وكربونات الكالسيوم النقية بنسبة وزن 1.5%.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702



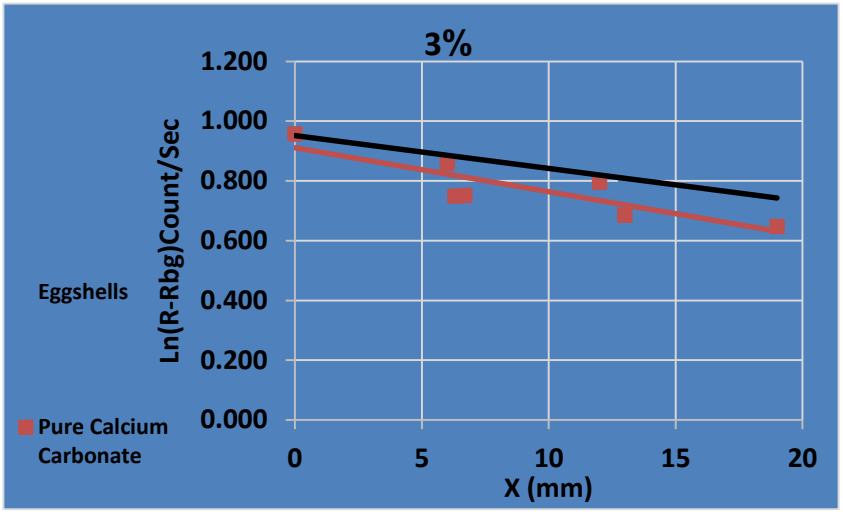
الشكل (10): العلاقة بين $Ln(R-R_{bg})$ وسمك المادة الماصة X (mm) لعينات من البوليستر غير المشبع المدعمة بقشور البيض وكربونات الكالسيوم النقية بنسبة وزن 2%.



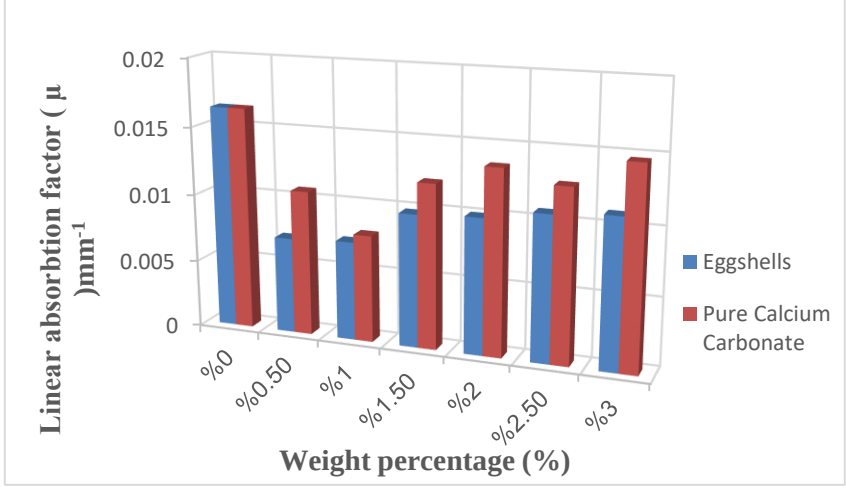
الشكل (11): العلاقة بين $Ln(R-R_{bg})$ وسمك المادة الماصة X (mm) لعينات من البوليستر غير المشبع المدعمة بقشور البيض وكربونات الكالسيوم النقية بنسبة وزن 2.5%.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702



الشكل (12): العلاقة بين $Ln(R-R_{bg})$ وسمك المادة الماصة X (mm) لعينات من البوليستر غير المشبع المدعمة بقشور البيض وكربونات الكالسيوم النقية بنسبة وزن 3%.



الشكل (13): معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما لعينات من البولي استر – غير المشبع مدعمة بكربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض بنسب وزنية مختلفة.

أظهرت الدراسة حول معامل الامتصاص الخطي لأشعة جاما في عينات البولي استر– غير المشبع المعززة بكربونات الكالسيوم النقية وقشور البيض بنسب وزنية مختلفة نتائج

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

ملحوظة. حيث تشير البيانات المقدمة في الجدول إلى أن معامل الامتصاص الخطي يتأثر بنوع ونسبة مادة التعبئة المضافة إلى مصفوفة البولي استر.

في حالة العينات النقية 0%، نجد أن قيمة معامل الامتصاص الخطي $0.0164\ mm^{-1}$ ، والذي يُعتبر قاعدة لتقييم تأثيرات المواد المضافة. يؤدي إضافة قشور البيض وكربونات الكالسيوم النقية بنسبة 0.5% إلى انخفاض ملحوظ في معامل الامتصاص الخطي، حيث بلغت القيم $0.0071\ mm^{-1}$ و$0.0107\ mm^{-1}$ على التوالي. يشير هذا الإنخفاض إلى أن الإضافة الأولى لهذه المواد قد تعيق مصفوفة البوليمر وتغير تفاعل أشعة جاما مع المادة، بسبب زيادة تأثيرات التشتت أو تغييرات في الكثافة. مع زيادة نسبة قشور البيض إلى 1% و1.5%، يُظهر معامل الامتصاص الخطي زيادة طفيفة، حيث يصل إلى $0.0073\ mm^{-1}$ و$0.0098\ mm^{-1}$ على التوالي. قد تشير هذه الإتجاهات إلى أن قشور البيض، التي تتكون أساسًا من كربونات الكالسيوم، تبدأ في المساهمة في الكثافة الإجمالية والعدد الذري للمادة المركبة، مما يعزز قدرتها على تخفيف إشعاع جاما. بالمقابل، يستمر معامل الامتصاص الخطي لكربونات الكالسيوم النقية في الإرتفاع، وإن كان بمعدل أبطأ، مما يشير إلى أن تفاعل أشعة جاما مع هذه المادة المضافة أكثر فعالية في تعزيز الامتصاص مع زيادة التركيز. عند النسب الأعلى (2% وما فوق)، كلا المادتين المضافتين يؤديان إلى زيادة تدريجية في معاملات الامتصاص الخطي، حيث تصل قشور البيض إلى $0.011\ mm^{-1}$ وكربونات الكالسيوم النقية إلى $0.0147\ mm^{-1}$ عند النسبة 3%. يمكن أن تُعزى الزيادة الملحوظة إلى التركيز الأعلى من كربونات الكالسيوم، المعروفة بخصائصها الفعالة في تخفيف إشعاع جاما. قد يقيّد تركيب قشور البيض الذي يحتوي على مواد عضوية وهيكل مسامي فعاليتها كمواد حشو عند مقارنتها بكربونات الكالسيوم النقية. علاوة على ذلك، تُبيّن المقارنة أن كربونات الكالسيوم النقية تُظهر باستمرار معاملات امتصاص خطي لأشعة جاما أعلى من قشور البيض عند جميع النسب المختبرة بعكس نتائج الدراسة السابقة (Alsaweeb, & Elnari,. 2024) التي بيّنت أن قشور البيض تعطي معامل امتصاص خطي لأشعة بيتا أعلى من كربونات الكالسيوم النقية.

16. الخلاصة

أظهرت النتائج أن تعرض العينات لأشعة بيتا مسبقاً قد يكون قد أحدث تغييرات في البنية الدقيقة للعينات أو في توزيع الحشوات ضمن المصفوفة، البوليمرية مما انعكس جزئياً

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

على كفاءة الامتصاص لأشعة جاما. وُجد أن كلا النوعين من المواد المالئة حسّن من قدرة العينات على امتصاص أشعة جاما، إلا أن كربونات الكالسيوم النقية أظهرت أداءً أعلى في جميع التراكيز المستخدمة مقارنة بقشور البيض. ورغم أن قشور البيض ساهمت في تعزيز الامتصاص، إلا أن تركيبها العضوي والمسامية العالية حدّ من فعاليتها الإشعاعية، خصوصاً عند المقارنة مع كربونات الكالسيوم النقية.

تؤكد هذه النتائج إمكانية استخدام مواد مالئة طبيعية ومُعاد تدويرها في تصميم مواد بوليمرية ذكية ذات قدرة مُحسّنة على الامتصاص الإشعاعي، ما يفتح المجال لتطبيقات مبتكرة في مجالات الحماية الإشعاعية، خاصة عند الحاجة إلى حلول بيئية منخفضة الكُلفة.

17. التوصيات

- إجراء دراسات مستقبلية تفصيلية لتحديد الأثر الدقيق لتعرض البوليمرات السابقة لأشعة بيتا، ومدى تأثير ذلك على سلوكها الإشعاعي عند تعرضها لاحقاً لأشعة جاما.
- تحليل تركيب قشور البيض بشكل دقيق وإجراء عمليات معالجة حرارية أو كيميائية لإزالة المواد العضوية وتقليل المسامية لرفع كفاءتها.
- استكشاف إمكانيات دمج مواد مالئة أخرى طبيعية أو صناعية مع قشور البيض لزيادة فعالية الامتصاص.
- استخدام تقنيات تصوير وتحليل ميكروسكوبية لدراسة توزيع الحشوات داخل مصفوفة البوليمر وتأثير ذلك على الخصائص الإشعاعية.

18. المراجع

Alsaweeb, Z. M. M., & Elnari, A. A. M. (2024). The effect of adding pure calcium carbonate and eggshells on the linear absorption coefficient of beta particles for unsaturated polyester resin. *Journal of Academic Research, 28*(2), 76–91.

Balkees, M. D., Hussien, F. M., & Dway, I. G. (n.d.). Studying the impact strength of (Epoxy with TiO_2 and MgO) composite. *Engineering and Technology Journal*. https://doi.org/10.30684/etj.29.10.9

Gedde, U. W. (1995). *Polymer physics*. Chapman & Hall.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

Gupta, H. S., Weinkamer, R., & Fratzl, P. (2017). The mechanical role of metal ions in biogenic protein-based materials. *Angewandte Chemie International Edition, 56*(32), 8342–8350.

Harish, V., Nagaiah, N., Prabhu, T. N., & Varughese, K. T. (2009). Preparation and characterization of lead monoxide filled unsaturated polyester-based polymer composites for gamma radiation shielding applications. *Journal of Applied Polymer Science*. https://doi.org/10.1002/app.29633

Hull, D., & Clyne, T. W. (1996). *An introduction to composite materials* (2nd ed.). Cambridge University Press.

King'ori, A. M. (2011). A review of the uses of poultry eggshells and shell membranes. *International Journal of Poultry Science, 10*(11), 908–912. https://doi.org/10.3923/ijps.2011.908.912

Knoll, G. F. (2010). *Radiation detection and measurement* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Krane, K. S. (1988). *Introductory nuclear physics*. John Wiley & Sons.

Lilley, J. (2013). *Nuclear physics: Principles and applications*. John Wiley & Sons.

Mallick, P. K. (2007). *Fiber-reinforced composites: Materials, manufacturing, and design* (3rd ed.). CRC Press.

National Center for Biotechnology Information. (2021). PubChem compound summary for CID 516889, Calcium carbonate. *PubChem*. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Calcium-carbonate

Rovenský, J., Stancíková, M., Masaryk, P., Svík, K., & Istok, R. (2003). Eggshell calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. *International Journal of Clinical Pharmacology Research, 23*(2–3), 83–92.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/zmam3702

Turner, J. E. (2007). *Atoms, radiation, and radiation protection* (3rd ed.). Wiley-VCH.

Wong, M., Hendrix, M. J., van der Mark, K., Little, C., & Stern, R. (1984). Collagen in the egg shell membranes of the hen. *Developmental Biology, 104*(1), 28–36.

Young, R. J. (1987). *Introduction to polymers*. Chapman & Hall.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية