دراسة خواص التدريع ضد أشعة كاما لمتراكب الايبوكسي المدعم بمواد مختلفة

*شفيق شاكر شفيق** *باسم خلف رجه*** *راجحة رشيد محمود****
*وجدان ثامر فزع*****

استلام البحث 7، تموز، 2009
قبول النشر 3 ، كانون الاول، 2010

الخلاصة:
تم في هذا البحث دراسة عامل التراكم لأشعة كاما خلال الدروع المكونة من الايبوكسي المدعم بالرصاص والالمنيوم باستخدام الكاشف الوميضي يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم ((Na(TI)) بحجم (2 x 1.5) ، وباستخدام المصدرين المشعين السيزيوم-137 والكوبلت-60 ، واستخدمت دروع هي الايبوكسي المدعم بالرصاص %(60- 10) والايبوكسي المدعم بالألمنيوم وبتركيز من %(50-10) وسمك (6mm) والايبوكسي المدعم بمسحوق الرصاص بتركيز (50%) وبسمك 2,4,6,8,10)mm) وقد بينت النتائج ما يأتي :
يزداد معامل الامتصاص الخطي وعامل التراكم مع زيادة التركيز للمساحيق المستخدمة في التدعيم ويكون اعلى لمسحوق الالمنيوم من مسحوق الرصاص ويقل عامل التراكم بزيادة سمك العينات وكذلك يكون أعلى باستخدام مصدر السيزيوم-137 منه باستخدام مصدر الكوبلت-60.

الكلمات المفتاحية: Buildup factor, Gamma rays, Shields, Epoxy,Powder

المقدمة :

عندما تخترق حزمة اشعاعية مقطعا من الجسم فأنها تعاني من عملية توهين (Attenuation) ويتوقف هذا التوهين على سمك وكثافة الوسط، وباقي الحزمة يتجه الى الطرف الأخر، ومن هنا تبرز اهمية عامل التراكم (Buildup Factor) واستخداماته في تدريع الأشعاع اذ يمثل عامل التراكم المعالجة او التصحيح الذي يطرأ على الحزمة غير المستطارة، وقد تكون هذه الحزمة جسيمات او فوتونات تمر خلال الوسط دون ان تعاني من آية تفاعلات مع ذلك الوسط، وبشكل عام فأن مقدار التوهين للوسط سيتناسب أسيا مع شدة الأشعاع [1] على وفق معادلة لامبرت- بيير

$$I_X = I_o e^{-\mu x}$$

I_x: شدة الحزمة بوجود الدرع و المسدد (الترتيب الهندسي الجيد) .
I_o : شدة الحزمة بوجود المسدد فقط (الترتيب الهندسي الجيد) .
μ: معامل الامتصاص الخطي (Linear absorption Coefficient).
ان تأثير الحزمة المستطارة (الأشعة الثانوية) يتخذ مقدارا ثابتا يمثل عامل مضاعفة(Multiplication Factor) يستخدم لتصحيح معالجة تاثير استطارة الحزمة النافذة في المادة. هنالك عدة انواع من عامل التراكم منها على سبيل المثال عامل تراكم (الطاقة والطاقة الممتصة ومعدل الجرعة) فضلا عن عامل التراكم العددي (B) وهو المحسوب في بحثنا الحالي الذي يمثل النسبة بين عدد الفوتونات الكلية (المستطارة وغير المستطارة) الواصلة الى الكاشف عند نقطة معينة الى عدد الفوتونات غير المستطارة الواصلة عند النقطة نفسها من الكاشف.
عامل التراكم بصورة عامة يعتمد بشكل اساس على ضوابط رئيسة [2] اهمها:
1- طاقة الفوتون E.
2- التوزيع الزاوي للحزمة الابتدائية (Unscattered Beam) والشكل الهندسي للمصدر.
3- العدد الذري (z) وسمك المادة المستخدمة (x).
4- موقع كل من العداد (Counter) والمصدر (Source).
5- نوعية استجابة العداد.
ونظراً لما تقدم فقد قام العديد من الباحثين بدراسة عامل التراكم ويعد G.R.White عام 1950 [3]اولَ من قاس عامل التراكم للماء باستخدامِ مصدر الكوبلت ^{60}Co ولمدى كبير من السمك تراوح بين (46cm – 252.8 cm) باستخدام عداد كايكر وغرفة التأين ، واظهرت النتائج ان العامل المذكور يسلكُ سلوكاً أسيا بزيادة سمك الماء. وفي عام 1954 نشرَ كل من H.Goldstein & J.E.Wilkins [4] بحثاً نظرياً باستخدامِ طريقة العزوم (Moment Method) لحسابِ عاملِ تراكم (الجرعة والطاقة والطاقة الممتصة) للماء والحديد والألمنيوم والرصاص ولمدى واسع من

*جامعة بغداد كلية العلوم - قسم الفيزياء
**جامعة بغداد-كلية العلوم للبنات - قسم الفيزياء
***جامعة النهرين-كلية العلوم

الطاقات، فاصبح مرجعاً مهماً للعديد من الدراسات النظرية.. قدّم كل من Tamura & 1967 Tsuruo [5]، بحثاً استخدما فيه مصدر Cs^{137} المستوي العمودي (Plane Normal) وكاشف غرفة التأين لقياس عامل تراكم الجرعة للكرافيت ولسمك تراوح بين m.f.p (1-6) وتوصلا الى ان عامل تراكم الجرعة يزداد بزيادةِ سمك الدرع المستخدم .. نشر Honodorp 1983 [6] دراسةً استخدمَ فيها اوكسيد السيليكون ذا القوام اللزج بنسبة (95% - 97%) بعد خلط حبيبات من سيليكات الصوديوم فيه بنسبة (5% - 3%) وحصل على مادة متراكبة ذات خواص جيدة لتدريع اشعة كاما والنيوترونات إذ ان عامل التراكم يقلُ بزيادة التركيز..L.A.A.AL-Ani 1989 [7] قامَ بقياسِ عامل التراكم للحديد، والنحاس، والالمنيوم، والكونكريت لمصدريّ Co^{60} و Cs^{137}، كما أخذ بعين الاهمية العامل الهندسي وتاثيره في قيم عامل التراكم، واظهرت النتائجُ توافقاً بين عدادي كايكر والوميضي ضمن التراوح الاحصائي الا أنَ التراوح الاحصائي كانَ كبيراً لعداد كايكر مما جعل الكاشف الوميضي اكثر دقةً.

Sisson1991 [8] نشر بحثا بيّنَ فيه امكانية استخدام شيت تغليف مكون من الرصاص المملوء بالبلاستك من احد جوانبهِ ، والوجه الاخرمن مادة مقاومة للحرارة للتدريع ضد الاشعة والنيترونات واظهرت النتائج نقصان عامل التراكم بزيادةِ تركيز البلاستك

ونشرَ L. Stover 1999 [9] دراسة استبدل فيها الرصاص في الدروع المستخدمة ضد اشعة كاما في الاجهزة الطبية بمواد مثل الحديد ،و الفولاذ ، والتنكستن وكذلك بمواد بوليمرية متراكبة مع البلاستك الحراري او مع التنكستن او مع مواد اقل سمية من الرصاص وتوصل الى نتائج مقاربة للرصاص.ان هذه المواد المتراكبة توهن اشعة كاما بنحو 90% من توهين الرصاص لاشعة كاما لمصدر Co-60 بطاقتيه، بكثافة تعادل 62% من كثافة الرصاص.كما بينّ Keith et al 2005 [10] ان اليورانيوم المنضب المحشو في مادة البولي اثيلين بنسب 70% ، 80% ، 90% يعطي دروعاً مناسبة ضد اشعة كاما والنيوترونات ووجدوا ان عامل التراكم يقل بزيادة نسبة تركيزاليورانيوم. K.O.M.AL-Baiti 2001 [11] قامَ بدراسة عامل التراكم لاشعة كاما للدروع المنفردة والمتعددة الطبقات لمواد الالمنيوم والحديد والنحاس والرصاص بسمك مختلف مستخدماً مصدريّ Co^{60} و Cs^{137} ووجدَ ان عامل التراكم يزداد بزيادة السمك. J.Knneth & Richard E.Faw2005 [12] قدما مراجعة علمية واسعة بجزأين الاول امتد من مطلع عشرينيات القرن الماضي مستعرضين تكنولوجيا تدريع الاشعاع المؤين، واشعة كاما والنيترونات، اما الجزء الثاني فقد كان موجهاً نحو اساسيات طرائق تدريع الاشعاع وتضمن مراجعة علمية لموضوع عامل التراكم و التطور الحاصل في الحسابات مع التاكيد على وصفِ مصادرِ الاشعاع ومجالاته ونفوذه داخل المادة والتحولات الحاصلة في شدته الى الجرعات الاشعاعية Doses التي هي ذات معنى مهم في تقييم الخطر الاشعاعي.

N.J.B.Fatohi 2006 [13] درسَ عاملُ التراكم العددي لمصدريّ Co-60 و Cs-137 باستخدامِ الكاشفِ الوميضي لمسحوق مادتيّ اسود الكاربون والكرافيت العراقيين بعد خلطهما مع مادةٍ رابطة (الايبوكسي) ، عند الطاقة 1.25 Mev يعتمدُ عامل التراكم على نسبةِ الخلط والكثافة الظاهرية ونوع المادة ولوحظ نقصان عامل التراكم بزيادة نسبة الخلط والكثافة الظاهرية وتكون قيم عامل التراكم لاسود الكاربون اعلى مما هي عليه للكرافيت.اما عند الطاقة 0.662 Mev فإنَّ هناكَ تأثيراً طفيفاً للسمك ولا تأثيرَ لنسبِ الخلط والكثافة ونوع المادة كما ان عامل التراكم يقلُّ بزيادةِ طاقة المصدر المشع.

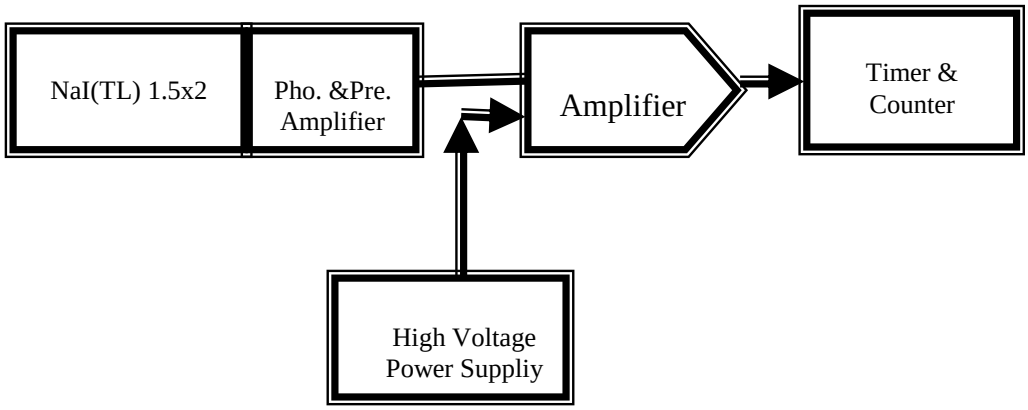
كما قام S. Dasharatham في العام نفسه [14] بدراسةِ خواص التدريع للمواد المتراكبة ضد اشعة كاما والنيوترونات إذ استخدم الرصاص وبعض مركباته والبورون وبعض مركباته والليثيوم وبعض مركباته والزجاج المدعم بالرصاص بنسب وزنية 20% ، 30% ، 40% ، 50% ، وكذلك استخدمَ عدة مواد مخلوطة بنسب وزنية مختلفة وصنفها اعتماداً على حجم حبيباتها ، وتوصل الى ان تقنيات تدريع اشعة كاما والنيترونات التي تستخدم فيها مخاليط من مواد متراكبة متعددة المركبات التي تكون متوازنة فيما بينها لان قسماً منها يأسر اشعة كاما والاخر يُضعِف النيوترونات مما يعطي نتائج افضل من تلك التي تستخدم فيها مخاليط من مواد متراكبة تحوي مركباً واحد اً.

وفي العام نفسه ايضاً قام F.E.ALtaey et al [15] بدراسة عامل التراكم لمواد الحديد والكونكريت وP.V.C وبتشكيلات مختلفة ولدروع منفردة وبسمك مختلف بإستخدام منظومة Cassy وكاشف أياديد الصوديوم المنشط بالثاليوم وتوصلوا الى ان عامل التراكم يقل بزيادة العدد الذري والطاقة ويزداد بزيادة السمك.

الترتيبات العملية:

1. منظومة العد الخاصة بأشعة كاما :

تتكون منظومة العد الالكترونية من الاجزاء الاتية كما في الشكل (1) :



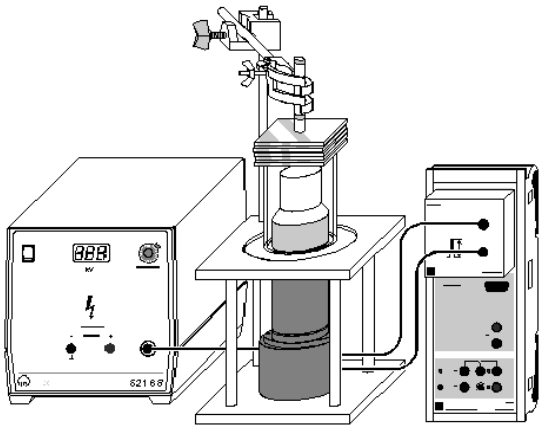
شكل (1) منظومة العد الالكترونية المستخدمة في البحث.

1-1. الكاشف الوميضي من نوع(SAINT-GOBAIN CRYSTALS BICRON) ويتكون من المادة الوميضية إذ تستعمل في اغلب الاحيان بلورة ايوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) بحجم $1.5^{"} \times 2^{"}$ () للكشفِ عن اشعة كاما ، وهي من المواد الوميضية غير العضوية تبلغ كثافتها ($3.76\, gm/Cm^3$) لذلك فهي ذات كفاءة عد عالية للكشف عن اشعة كاما اما المضاعف الضوئي الذي يتكون من انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء في مقدمتها كاثود ضوئي و14 داينود متتالية موزعة داخل الانبوبة.

2-1. مجهز القدرة العالية HOCHSPANNUNGS-NETZGERAT يعمل على تزويد قاعدة المضاعف الضوئي بالفولتية المناسبة للكشف عن الاشعاع وتفاعلاته مع اجزاء الكاشف، ويجهز هذا النوع من مجهزات القدرة فولتية من الصفر الى 1500 فولت .

3-1. قاعدة المضاعف الضوئي والمضخم الابتدائي (LD Didactic GmbH) وظيفة قاعدة المضاعف الضوئي تجزئة الفولتية المجهزة من مجهز القدرة العالية الى الداينودات بشكل متساوي اما المضخم الابتدائي فيستخدم لتكبير النبضات والتقليل من الضوضاء.

4-1. المحلل متعدد القنوات Multichannel Analyzer تتطلب بعض القياسات اجراء تجميع كامل للطيف وفي انٍ واحد بدلاً من قياسه بعدة خطوات كما هو الحال في المحلل احادي القناة. إنَّ النبضات الناتجة من المضخم تتحول الى القنوات الملائمة لسعتها بوساطة المحول الخطي – المنطقي ، وتُخزَن في الذاكرة لتكوّن التوزيع الاحصائي للنبضات أو الطيف ، وهويعمل ضمن برنامج التعريف الذي يسمى الكايسي موبايل (Mobil Cassy) والذي يقوم بربط الكاشف على الحاسبة ومن خلال هذا البرنامج يمكننا التحكم بزمن تشكيل النبضة والتضخيم الرئيس وزمن التجميع اذ كان (300sec) وعدد القنوات المستخدمة هو (2048 قناة) كما في الشكل (2).



شكل (2) منظومة Cassy

2- الترتيب الهندسي:

لدراسة عامل التراكم للدروع المنتجة فيما يخص اشعة كاما فقد تم استخدام مسددتين من الرصاص للحصول على الترتيب الهندسي الجيد (Good Geometry) التي برفعها (المسددات) نحصل على الترتيب الهندسي الرديء (Bad Geometry).إنَّ المسددات المستخدمة مصنوعة من مادة الرصاص وبابعاد (10x10x5)cm تتوسطها فتحة دائرية قطرها 8.5mm للحصول على الحزمة المسددة (Collimated beam).

3- المصادر المشعة:

في هذا البحث استخدم نوعان من المصادر المتوافرة هما :-

1- السيزيوم -137 بفعالية اشعاعية µci 100الذي يبعث فوتونات بطاقة Mev(0.662) .

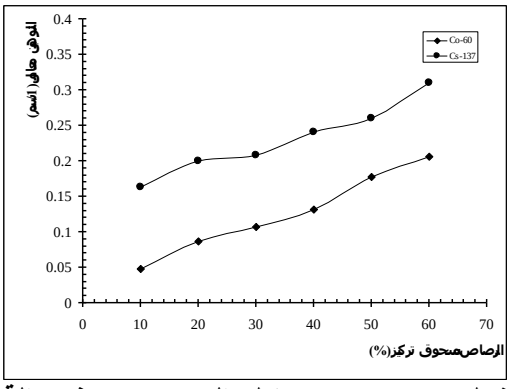
2- الكوبلت -60 بفعالية اشعاعية µ2ci الذي يبعث اشعة كاما بطاقتين Mev(1.173,1.33).

4- المواد المستخدمة:

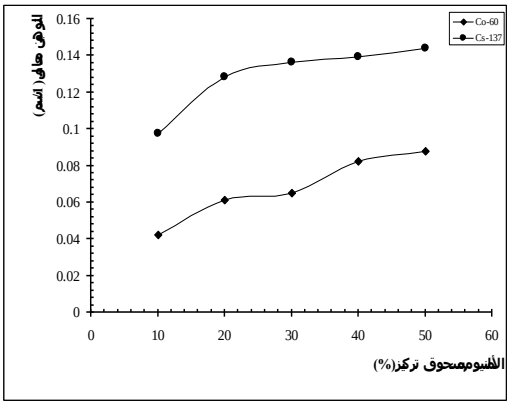
استخدمت في هذا البحث دروع مبينة مواصفاتها في الجدول (1) مكونة من الايبوكسي المدعم بمسحوق الرصاص وكذلك مسحوق الالمنيوم وبنسب خلط %(60-10) لمسحوق الرصاص ومن %(50-10) لمسحوق الالمنيوم. ويبين الشكل (3) العلاقة بين معامل التوهين (μ) ونسب خلط مسحوق الرصاص مع الايبوكسي ولمصدري السيزيوم-137 والكوبلت-60. والشكل (4) يوضح العلاقة بين معامل التوهين ونسب خلط مسحوق الالمنيوم ولمصدري السيزيوم-137 والكوبلت-60 ايضاً، اذ نلاحظ زيادة معامل التوهين بزيادة تركيز المسحوق المضاف.

جدول (1) يوضح الحجم الحبيبي للمواد المستخدمة

ت	المادة	الشركة المصنعة	الحجم الحبيبي(μm)
1	الايبوكسي	Sanyicad, Kaynarcal / Istanbul - Turkey	سائل
2	الرصاص	BDH Chemicals LTD Pool England	60
3	الالمنيوم	BDH Chemicals LTD Pool England	80



شكل (3) يوضح معامل التوهين بوصفه دالة لتركيز مسحوق الرصاص.



شكل (4) يوضح معامل التوهين بوصفه دالة لتركيز مسحوق الالمنيوم.

النتائج والمناقشة:

تم قياس عامل التراكم باستخدام الترتيب الهندسي للحزمة الضيقة والترتيب الهندسي للحزمة العريضة للدروع المستخدمة.

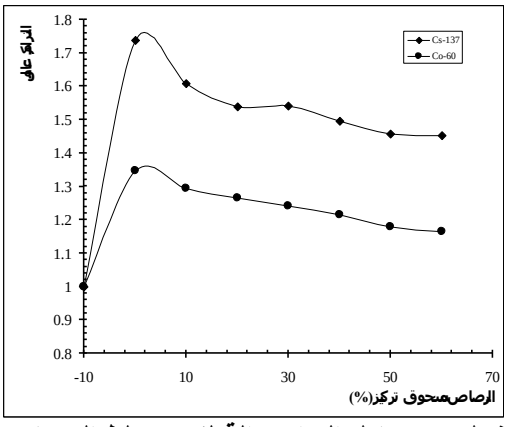
الشكل (5) يوضح العلاقة بين عامل التراكم وتركيز مسحوق الرصاص المضاف الى بوليمر الايبوكسي وباستخدام المصدرين المشعين (السيزيوم-137 والكوبلت-60). ان قيم عامل التراكم تنخفض بزيادة تركيز المسحوق المضاف وهذا يعود الى زيادة احتمالية حدوث استطارة كومبتن على حساب الظاهرة الكهروضوئية مما يؤدي الى زيادة الحزمة المتفاعلة.

اما الشكل (6) فيوضح العلاقة السابقة نفسها ولكن لتركيز مسحوق الالمنيوم المضاف الى بوليمر الايبوكسي. ان تصرف عامل التراكم هذا يعزى الى هيمنة استطارة كومبتن على حساب الظاهرة الكهروضوئية.

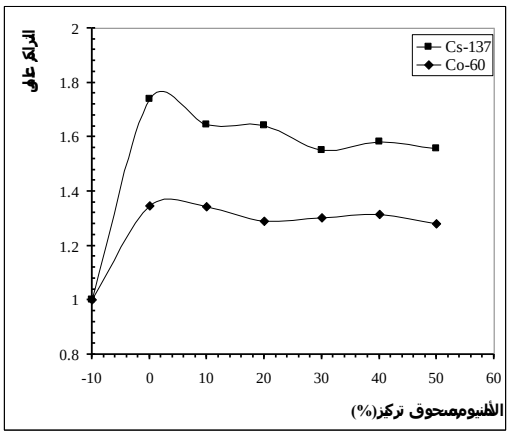
نجد من الشكلين (5 و6) ان عامل التراكم يقل بزيادة التركيز باستخدام المصدرين المشعين وهذا موافق للبحوث العملية المنشورة [15,7,5] .

بينما الشكل (7) يوضح العلاقة بين عامل التراكم وسمك عينات الايبوكسي المدعم بالرصاص اذ ان عامل التراكم يزداد بزيادة السمك وللمصدرين المشعين ويعزى الى هيمنة استطارة كومبتن على حساب الظاهرة الكهروضوئية ايضاً وهذا يتوافق مع البحوث العملية [15,11].

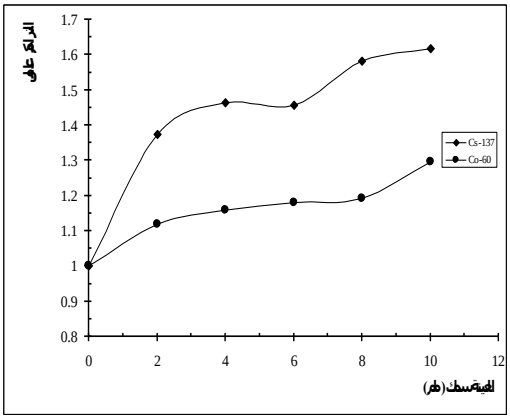
ومن ملاحظة الاشكال (5 و6 و7) ايضاً، نجد ان عامل التراكم يقل بزيادة الطاقة لأن استطارة كومبتن تكون مهيمنة على التفاعل.



شكل (5) عامل التراكم دالة لنسب خلط الرصاص مع الايبوكسي.



شكل (6) عامل التراكم دالة لنسب خلط الالمنيوم مع الايبوكسي.



شكل (7) عامل التراكم دالة لسمك عينات الايبوكسي المدعم بالرصاص.

الاستنتاج:

1-يقل عامل التراكم بزيادة تركيز المسحوق المدعِم للايبوكسي.

2-يزداد عامل التراكم بزيادة سمك الدرع المستخدم.

3-يقل عامل التراكم بزيادة طاقة المصدر المشع للمواد المستخدمة.

المصادر:

1.Tsoulfnidis, N. 1983 .Measurements and Detection of Radiation. McGraw-Hill Company, 2nd ed. p.p298.

2.AL-Dargazelli S.S. 1987. Detection of Nuclear Radiation. Printer of Bagdad University, Iraq, 76-112.

3.White G.R. 1950.The Penetration and Diffusion of Co^{60} Gamma-Rays in Water Using Spherical Geometry. Phys. Rev, 80(2): 154-156.

4.Goldstein, H. and Wilkins, J.E. 1954. Calculation of the Penetration of Gamma-Rays. Nuclear Development Associates Inc. Washington, U.S.A Report Nyo-3075.

5. Tamura, K. and Tsuru, A. 1967. Engineering Compendium on Radiation Shielding Nucl. Sci. Eng. 28(2):210-226.

6.Honodorp, H. 1983.Radiation Shielding of New Composite Materials. Nucl. Sci. Eng; 45 (2): 122-125.

7.Al-Ani, L. A Study of Gamma-Ray Buildup Factor in Different Materials 1989. M.Sc. Thesis, Collage of Science, Baghdad University.

8.Sisson, J. Fred, U. 1991. Radiation Shield. Patent, USA.250/519.1.

9. Stover, L. Franksh, J. 1999. New Polymer-Metal Composites Provide Radiation Shielding, Lead Replacement for Medical Devices. M.A.HANNA Eng. Mat. 89(1): 299-306.

10. Al-Baiti, K. Measurement and Calculation of Gamma-Ray Buildup Factor in Single and Multilayer Shields 2001. M.Sc. Thesis, Collage of Science, University of Babylon.

11. Rule, K. Kalb, P. and Kwaschyn,N. 2003. Packaging and Disposal of a Radium-Beryllium Source Using a Depleted Uranium Polyethylene Composite Shielding Container. Nucl. Inst. Meth 114(2):259- 265.

12. Knneth, J. and Faw; R. 2005. Effects of Boundaries and in Homogeneities on the Penetration of Gamma Radiation. Health.Phys.Soci; 88(1): 298-304.

13. Fatohi, N. Study Gamma-Ray Buildup Factor for Black Carbon and Graphite 2006 M.Sc.Thesis, University. of Technology.

14. Dasharatham, S. 2007 Composite materials and techniques for neutron and gamma radiation shielding. Patent, USA. 11/121, 852.

15. الطائي فاضل ، الدهان نورس. 2007 دراسة عامـــــــل التراكم لمواد الحديد والكونكريت و البلاستك بتشكيلات مختلفة. مجلة جامعة كربلاء العلمية 5(3): 34-47. (P.V.C)

Study the Shielding Properties against Gamma-rays for Epoxy Resin Reinforced by Different materials

Shafik S. Shafik* ***Basim K. Rejah**** ***Rajiha R. Mahmood**** ***Wijdan T. Fazaa*****

*Baghdad University, College of Sciences.
** Baghdad University, College of Sciences, for Women.
***AL-Nahrain University, College of Sciences.

Abstract:

In the present work the Buildup factor for gamma rays were studied in shields from epoxy reinforced by lead powder and by aluminum powder, for NaI(Tl) scintillation detector size ($2^{"} \times 1.5^{"}$), using two radioactive sources (Co-60 and Cs-137). The shields which are used (epoxy reinforced by lead powder with concentration (10-60)% and epoxy reinforced by aluminum powder with concentration (10-50)% by thick (6mm) and epoxy reinforced by lead powder with concentration (50%) with thick (2,4,6,8,10)mm. The experimental results show that:
The linear absorption factor and Buildup factor increase with increase the concentration for the powders which used in reinforcement and high for aluminum powder than the lead powder and decrease with increase thick the shields. It's for Cs-137 higher than Co-60 source.