حساب عامل التراكم العددي لعينات اسطوانية من البراص ,النحاس والرصاص

*رحمان إسماعيل مهدي**

استلام البحث 5، اذار، 2009
قبول النشر 2، اب ، 2009

الخلاصة :

تمت دراسة عامل التراكم العددي (buildup factor) لعينات (دروع) اسطوانية الشكل من البراص ,النحاس والرصاص (Brass, Cu ,Pb) أذ حسب عامل التراكم العددي بسمك تراوح بين.m.f.p (0-12) لمصدر الكوبلت Co^{60} بفعالية MBq(30) و مصدر السيزيوم Cs^{137} بفعالية MBq(41) وباستخدام كاشف ايوديد الصوديوم NaI(Tℓ) بحجم ("3×"3) , أظهرت النتائج ارتفاع قيم عامل التراكم العددي للعينات ذات الاعداد الذرية الاقل عند ثبوت طاقة المصدر المشع وزيادة عامل التراكم مع زيادة سمك المادة كما بينت النتائج ارتفاع قيم عامل التراكم العددي لعنصر الرصاص بانخفاض طاقة المصدر المشع ، كما حصلنا على معادلة تجريبية باستخدام برنامج Matlab7تميزت بتوافق مع معظم النتائج المستحصلة بنسبة 96% .

الكلمات المفتاحية: buildup factor, gamma ray, shield, radiations

المقدمة :

تستخدم الدروع بشكل عام لتقليل التعرض للاشعة النووية وتفاعلاتها الثانوية مع المادة وللتقليل من تاثيراتها في الانسجة البشرية للعاملين في حقل الاشعاع ويعرف هذا النوع من الدروع بالدروع البايولوجية biological shields ، بينما يستخدم النوع الاخر من الدروع و المعرفة بالدروع الحرارية thermal shields لحماية اوعية المفاعلات من الحرارة الزائدة عن الحد نتيجة امتصاصها للاشعة النووية. ان نسبة العدد الكلي للفوتونات المستطارة وغير المستطارة والمؤثرة في نقطة ما في الكاشف الى عدد الفوتونات غير المستطارة والمؤثرة في النقطة نفسها يسمى بعامل التراكم .استخدم مصدر الكوبلت (Co^{60}) بفعالية MBq(30) بمعدل طاقة 1.25MeV مع دروع البراص ,النحاس و الرصاص ذات الاعداد الذرية (29.28 ، 29 ، 82) على التوالي كل على حدة وهي دروع اسطوانية الشكل ذات قطر ثابت 8cm .اما مصدر السيزيوم Cs^{137} بفعالية MBq (41) و بطاقة 0.662 MeV واستخدم لاستخراج قيم عامل التراكم لدرع الرصاص فقط كما استخدم كاشف ايوديد الصوديوم NaI(Tℓ) بحجم "3×"3 مع منظومة عد للاشعاع متكاملة. تراوح المدى المدروس من السمك بين 0 m.f.p و 12 m.f.p لجميع الدروع اظهرت النتائج ازدياد عامل التراكم بزيادة سمك المادة كما اظهرت الحسابات نقصان عامل التراكم بزدياد العدد الذري للدروع نفسها ، اما تاثير طاقة المصدر المشع فدرست لدرع الرصاص وتبين انها كانت علاقة عكسية اذ تقدمت قيم عامل التراكم لمصدر السيزيوم Cs^{137} على مصدر الكوبلت Co^{60} .ان لحسابات عامل التراكم فوائد كثيرة اذ يدخل في حسابات تحديد الجرعة والتعرض ذات الاستخدامات الواسعة في الطب التي هي ذات فائدة كبيرة في تقييم الخطر من الاشعاعات النووية للحفاظ على سلامة العاملين بالقرب من المحطات النووية و المؤسسات البحثية فضلاً عن الاستخدامات الصناعية في تعقيم الاغذية والفحوصات اللاأتلافية للمواد فحسابات التدريع ضد الاشعاع تعطينا معلومات متكاملة حول المادة المراد استخدمها وقدرتها على تقليل الخطر المؤثر في المحيط البيئي الى المستوى الامثل .

النظرية:

على نحو عام توجد نوعان من الاشعة النافذة وغير النافذة ان الاختلاف بين الاثنين يمثل مقدار تفاعل الاشعة الكهرومغناطيسية عن طريق الظواهر الرئيسة الثلاث وهي, التاثير الكهروضوئي وتاثير كوبتون انتاج الزوج الكترون- بوزترون.عند دخول فوتونات كاما الوسط المادي (الدرع) فان جزأ منها يتفاعل والجزء الاخر ينفذ دون اي تفاعل ، الجزء الاول يكون اشعة ثانوية secondary radiations اوما يطلق عيه الحزمة المتفاعلة (الحزمة غير النافذة) اما الجزء الثاني فيعرف بالحزمة غير المتفاعلة او النافذة [1] .أن النسبة بين عدد الفوتونات المتفاعلة وغير المتفاعلة والمؤثرة في نقطة ما الى عدد الفوتونات غير المتفاعلة والمؤثرة في النقطة نفسها يعرف بعامل التراكم العددي photon number

*قسم علوم الفيزياء، كلية العلوم،جامعة تكريت،صلاح الدين،جمهورية العراق

buildup factor كما موضح بالمعادلة الاتية [2][3][4]:

$$\text{عامل التراكم} = \frac{\text{عدد الفوتونات الكلية (المتفاعلة وغير المتفاعلة)}}{\text{عدد الفوتونات غير المتفاعلة}} \quad ...(1)$$

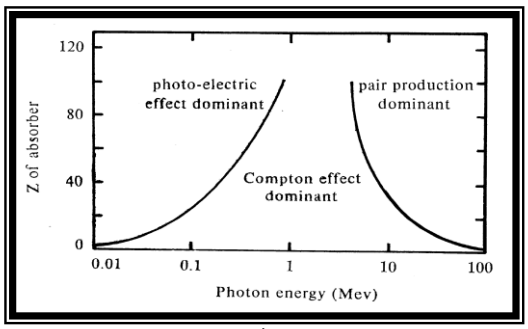
ان المعادلة السابقة يمكن ان تكتب بالشكل الأتي [5] :

$$B_N = \frac{\int N_T \, dE}{\int N_u \, dE} .....(2)$$

N_T : العدد الكلي للفوتونات.

N_u: عدد الفوتونات غير المستطارة.

وعلى الرغم من تعدد اليات تفاعل الفوتون مع المادة فان الأليات الرئيسة الثلاث المتمثلة بالظاهرة الكهروضوئية واستطارة كومبتون وانتاج الزوج هي التي تستقطب الأهتمام بسبب احتماليتها العالية في الحدوث مقارنة تفاعلات الفوتونات الأخرى[6][7]. فاالتأثير الكهروضوئي (Photoelectric Effect) يحدث امتصاصا تاما للفوتونات الساقطة على الألكترونات الحرة للمادة اذ أن معامل امتصاص الظاهرة الكهروضوئية يتناسب طرديا مع الاس الرابع للعدد الذري $\tau \propto Z^4$ ، بينما استطارة كومبتون (Compton Scattering) تحدث استطارة غير مرنة للفوتونات مع الكترونات المادة ،اما معامل امتصاص استطارة كومبتون فيتناسب طرديا مع العدد الذري $\sigma \propto Z$. اما عن ظاهرة انتاج الزوج Pair) Production) فيقوم بامتصاص تام لطاقة الفوتونات عند تفاعلها مع المجال الكهربائي حول النواة و معامل امتصاص انتاج الزوج يتناسب طرديا مع مربع العدد الذري $\kappa \propto Z^2$ و الشكل (1) يوضح الطرائق الرئيسة الثلاث لتفاعل الفوتون مع المادة وعلاقتها بالعدد الذري وطاقة[1] [8] [9] [10].



شكل (1) الطرائق الرئيسة الثلاث لتفاعل الفوتون مع المادة وعلاقتها بكل من االعدد الذري وطاقة الفوتون [1] .

ان العلاقة الخاصة باحتمالية كل تفاعل (τ ، σ ، κ) والمشتقة بوساطة افكار ميكانيك الكم التي تمثل احتمالية كل تفاعل من التفاعلات الثلاث والتي يعبر عنها بمعامل الأمتصاص أو بالمقطع العرضي للتفاعل.ان الاحتمالية الكلية للتفاعل تعرف بمعامل الامتصاص الخطي الذي يمثل مجموع الاحتمالات الثلاثة اذ يعتمد كل معامل على طاقة الفوتون والعدد الذري للمادة [10] [7].

$$\mu(cm^{-1}) = \tau + \sigma + \kappa$$

$$\mu_m\left(cm^2/gm\right) = \frac{\mu}{\rho}$$

$\mu(cm^{-1})$: معامل الأمتصاص الخطي للمادة، وفيزياوياً يعرف بـ (احتمالية تفاعل الفوتون لكل وحدة مسافة من المادة) .

$\mu_m\left(cm^2/gm\right)$: معامل الأمتصاص الكتلي للمادة .

أن المدى المدروس لسمك العينات من الدروع تراوح بين .m.f.p (0-12) ان معدل المسافة بين تفاعلين متتاليين للفوتون يمثل المسار الحر (Mean Free Path) وعلاقته بمعامل الأمتصاص توضح بالمعادلة الآتية [11] :

$$\lambda(cm) = \frac{\int_0^\infty x e^{-\mu x} dx}{\int_0^\infty e^{-\mu x} dx} = \frac{1}{\mu} .....(3)$$

$$x(m.f.p) = \frac{x(cm)}{\lambda(cm)} = \mu x .....(4)$$

μ (cm^{-1}) : معامل الامتصاص الخطي .

x (cm) :سمك الدرع .

ان الظواهر الرئيسة الثلاث تؤدي دورا مهماً في تحديد عامل التراكم بسبب اعتمادها على الطاقة والعدد الذري الذي يعتمد ايضا عليهما عامل التراكم مما يؤثر في امتصاصية الدروع بنسبة متفاوتة نتيجة لتولد الاشعة الثانوية داخل المادة [5] .

$$B = \frac{I_u + I_s}{I_u} .....(5)$$

I_u : شدة الحزمة غير المستطارة.

I_c : شدة الحزمة المستطارة.

$I_{u.c}$: شدة الحزمة بوجود الدرع و المسدد (الترتيب الهندسي الجيد).

$I_{o.c}$: شدة الحزمة بوجود المسدد فقط (الترتيب الهندسي الجيد).

I_t : الشدة الكلية للحزمة بوجود الدرع (الترتيب الهندسي الرديء).

$I_{o.t}$:الشدة الكلية للحزمة (الترتيب الهندسي الرديء).

$$B = \frac{\left(\frac{I_t}{I_{\circ\cdot t}}\right)}{\left(\frac{I_{u.c}}{I_{\circ\cdot c}}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots(6)$$

اذ $\left(\frac{I_t}{I_{\circ\cdot t}}\right)$, $\left(\frac{I_{u.c}}{I_{\circ\cdot c}}\right)$ نسبة الشدة الاشعاعية للترتيب الهندسي الجيد والرديء على التوالي.

المواد وطرائق العمل :

تمت تهيئة المنظومة كما في الشكل (2) و تتكون المنظومة من الاجزاءالاتية :

1- الكاشف الوميضي NaI(Tℓ) بحجم ($3"\times3"$)، Scintillation Detector .

2- مجهز القدرة العالية (ORTEC-478) High Voltage Supply .

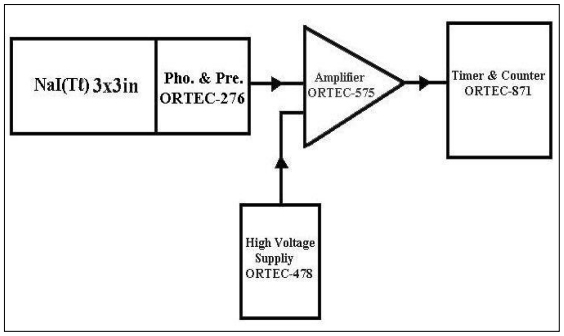
3- المضخم الرئيس (ORTEC-575) Amplifier.

4- العداد والمؤقت (ORRTEC-871) Timer & Counter.

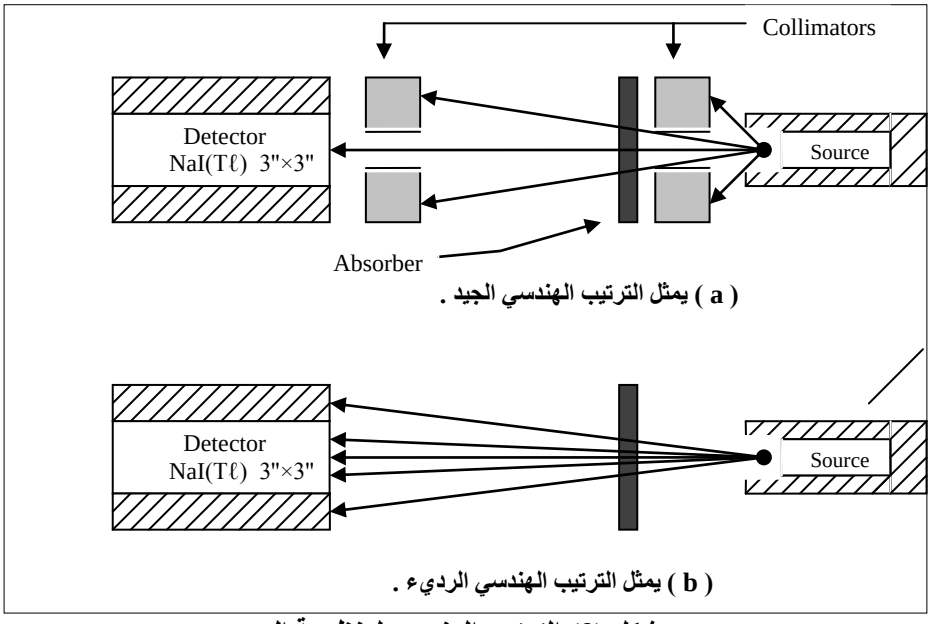
5- مصدري الكوبلت Co^{60} و السيزيوم Cs^{137} .

6- عينات من دروع اسطوانية لمواد(Brass , Cu , Pb) .

7- زوج من مسددات Collimators بقطر 9mm .



شكل (2) منظومة العد المستعملة في قياس عامل التراكم.



شكل (3) الترتيب الهندسي لمنظومة العد .

طريقة العمل:

أ- تربط منظومة العد الالكترونية كما في الشكل (2).

ب- تهيأ المنظومة للترتيب الهندسي الجيد كما في الشكل (3-a).

ج - تثبت فولتية الكاشف مع مراعاة منطقة الاستقرار النسبي للكاشف، الفولتية الملائمة للعمل 1100 فولت.

د - يثبت مؤقت العداد لأختيار المدة الزمنية المطلوبة للعد, والوقت المتبع للعد 60 ثانية.

هـ - يثبت تكبير المضخم الرئيس (Gain)، والتكبير المتبع في البحث هو (20) لملائمته للبحث.

و- تؤخذ القراءة دون درع للترتيب الهندسي الجيد بوجود المسدد $I_{o.c}$.

ز- توضع القطعة الاولى من الدرع بعد المسدد من الطرف القريب للمصدر كما في الشكل (3-a) وتؤخذ القراءة $I_{u.c}$ بوجود المسدد.

ح - ترفع المسددات الموجودة ازاء الكاشف والمصدر ويهيأ الترتيب الهندسي الرديء(3- b).

ط - تؤخذ القراءة دون درع للترتيب الهندسي الرديء (رفع المسدد) $I_{o.t.}$.

ي - يوضع الدرع من الطرف القريب للمصدر كما في الشكل (3-b) وتؤخذ القراءة $I_{.t}$ (رفع المسدد) .

ك - تعاد الخطوات (و , ز , ح , ط , ي) لبقية الدروع.

ل - تحسب الخلفية الاشعاعية (Background) للترتيب الهندسي الجيد والرديء وتطرح من الحسابات السابقة.

م - يحسب عامل التراكم من المعادلة (6).

ن- استعملت معادلة الملائمة $B=1+a(\mu x)e^{b(\mu x)}+c(\mu x)^2$ لرسم البيانات الخاصة بقيم عامل التراكم باستعمال برنامج الماتلاب 7 ورتبت ثوابت الملائمة في الجدول (3) تبعاً لنوع الدرع وطاقة المصدر المشع .

في الرسومات البيانية استخدمت وحدة المسار الحر (Mean Free Path) لغرض مكافئة السمك الذي هو ***cm*** ومقارنة عامل التراكم لكل سمك من وحدة المسار الحر فاستخدمت القيم النظرية لمعامل الامتصاص وهي مرتبة كما في الجدول الاتي [3]:

جدول (1) قيم معامل الامتصاص و سمك العينات بوحدات cm و m.f.p .

μx (m.f.p)	Co-60			Cs-137
	Brass	Cu	Pb	Pb
	μ =0.4462cm^{-1}	μ =0.472 cm^{-1}	μ= 0.67158 cm^{-1}	μ = 0.12600 cm^{-1}
	Thickness (cm)			Thickness (cm)
	Brass	Cu	Pb	Pb
0	0	0	0	0
2	4.4823	4.2373	2.9781	15.8730
4	8.9646	8.4746	5.9561	31.7460
6	13.4469	12.7119	8.9342	47.6190
8	17.9292	16.9492	11.9122	63.4921
10	22.4115	21.1864	14.8903	79.3651
12	26.8938	25.4237	17.8683	95.2381

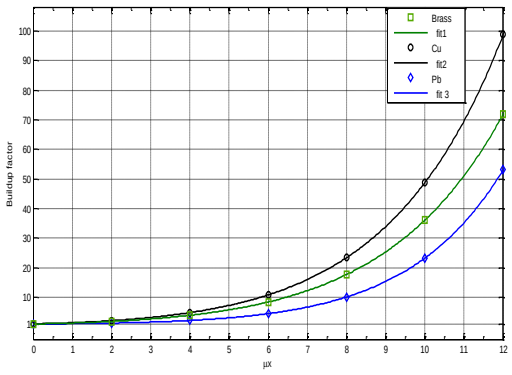
النتائج والمناقشة :

اولا :حسابات عامل التراكم لمصدر الكوبلت Co^{60} عند الطاقة 1.25MeV :-

بينت النتائج من الجدول (2) اعتماد عامل التراكم على العدد الذري اذ تبين من الشكل (4) ارتفاع قيم عامل التراكم للاعداد الذرية المنخفظة وهذا يثبت حقيقة عكسية في العلاقة مابين العدد الذري (Z) وقيم عامل التراكم بثبوت طاقة المصدر المستخدم ، ويعود السبب في ذلك الى ان المواد ذات الاعداد الذرية المنخفظة تبدي ميلا كبيرا لتشتيت الفوتونات اكثر من المواد ذات الاعداد الذرية العالية مثل الرصاص الذي يبدي امتصاصية عالية اذ ان الظاهرة الكهروضوئية وانتاج الزوج الكترون – بوزترون تكونان سائدتان مع طاقات الفوتونات الواطئة والعالية ، بينما يعمل تاثير كومبتون بفعالية اكبر في الدروع ذات العدد الذري المنخفض مثل البراص والنحاس فيزداد تشتيت الفوتونات بشكل اكبرليغلب ظاهرة الامتصاص بنسبة اكبر وهذا مايفسره الشكل (4) وهذا يتفق مع البحوث [16,18,2,3,14,13,12] .

جدول (2) النتائج العملية لجميع الدروع مرتبة بحسب نوع الدرع وسمكه وطاقة المصدر المشع.

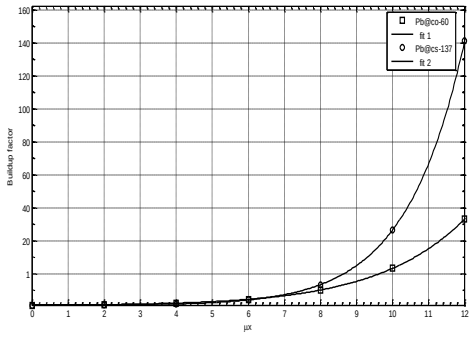
source	Co-60			Cs-137		
Thickness	Buildup factor			Thickness		Buildup factor
m.f.p	Cu	Brass	Pb	cm	m.f.p	Pb
0	1.0000	1.0000	1.0000	0	0	1.0000
2	2.1292	1.8780	1.3082	15.8730	2	1.1232
4	4.8523	3.9537	2.2020	31.7460	4	1.7226
6	10.8564	8.4523	4.5165	47.6190	6	4.1789
8	23.4167	17.7133	10.1443	63.4921	8	13.4312
10	48.7963	36.1404	23.2931	79.3651	10	46.5747
12	98.8338	71.9285	53.1748	95.2381	12	161.4005



شكل (4) عامل تراكم للبراص والنحاس والرصاص لطاقة الكوبلت Co^{60}.

ثانيا :حسابات عامل التراكم لمصدري الكوبلت Co^{60} عند الطاقة 1.25MeV و السيزيوم Cs^{137} عند الطاقة 0.662 MeV :-

اظهرت حسابات عامل التراكم في الجدول (2) و الشكل (5) لمادة الرصاص بأستخدام مصدري الكوبلتCo^{60} و السيزيوم Cs^{137} تقدم قيم عامل التراكم لمصدر السيزيوم Cs^{137} عند الطاقة 0.662 MeV على قيم عامل التراكم لمصدر الكوبلت Co^{60} عند الطاقة 1.25MeV وهذا امر طبيعي ويتفق مع البحوث المنشورة [13,2,11,19] ويعود السبب في ذلك الى ان مصدر السيزيوم Cs^{137} ذو طاقة قليلة مقارنة بمصدر الكوبلت Co^{60} لذا فان تشتيت الاشعة يكون اقل من مصدر الكوبلت بحسب المعادلتين (5) و (6) ومن ثم فان الاشعة الثانوية المتولدة لمصدر Cs^{137} اقل من Co^{60} فيزداد عامل التراكم بانخفاض طاقة المصدر المشع.



شكل (5) عامل تراكم الرصاص لطاقة الكوبلت Co^{60} و السيزيوم Cs^{137} .

ثالثا : المعادلة التجريبية المقترحة:-

تم اقتراح معادلة تجريبية تتكون من ثلاثة حدود معاملاتها وضحت بالجدول (3) بحسب الطاقة ونوع الدرع وتمت الاستفادة من الالية التي وردت في البحوث السابقة [2,3,4] فطورت معادلة تجريبية مثلى للوصول الى افضل نتائج ملائمة بأستخدام برنامج الماتلاب 7 وعدم استخدام الاهمال اوالتقريب في النتائج فحصلنا على نتائج وصلت دقة الملائمة فيها الى اكثر من 96 % بين القيم العملية وقيم الملائمة وهو امر غير وارد سابقا مما أدى الى تطابق القيم العملية مع قيم الملائمة ويعود سبب ذلك الى عدة امور اساسية :

1- ان المعادلة المقترحة $B=1+a(\mu x)e^{b(\mu x)}+c(\mu x)^2$ هي تطوير لمعادلات سابقة للباحثين [5,11,13,20] مستفيدين من خبرات وتقنات ورد ذكرها في بحوثهم.
2- توسيع معاملات الملائمة الى ثلاث معاملات لزيادة الدقة .
3- استخدام برنامج الماتلاب 7 لملائمة النتائج ذي الامكانية المتطورة في هذا المجال.
4- عدم التقريب او اهمال الاعشار بعد الفارزة .
5- اذ نلاحظ ان البرنامج اعطانا اقل معدل خطا ***RMSE*** و اعلى معامل ارتباط**R-Squar** كما في الجدول الاتي :

جدول (3) معاملات الملائمة للمعادلة التجريبية $B=1+a(\mu x)e^{b(\mu x)}+c(\mu x)^2$ باستخدام برنامج الماتلاب 7.

Energy Source	*Shield*	*a*	*b*	*c*	R^2	*RMSE*
1.25 Mev	Brass	0.261	0.26	1.604e-016	1	9.938e-014
	Cu	0.331	0.267	2.839e-016	1	9.938e-014
	Pb	0.079	0.334	3.129e-015	1	9.231e-013
0.662 Mev	Pb	0.021	0.538	-4.292e-016	1	1.149e-013

الاستنتاجات :

1- ازدياد عامل التراكم بزيادة سمك الدروع (Brass , Cu , Pb) بسبب زيادة المقطع العرضي للاستطارة .
2- ازدياد عامل التراكم بانخفاض العدد الذري وكثافة المادة اذ ابدى البراص و النحاس تباينا وتقدما ملحوظا على الرصاص عند طاقة مصدر الكوبلت Co^{60} **1.25 Mev** .
3- عدم تاثير عامل التراكم بالطاقة للسمك $m.f.p \geq (7.5)$.
4- زادت امتصاصية درع الرصاص بفعل الظاهرة الكهروضوئية .
5- زيادة التشتيت لدروع البراص و النحاس بسبب زيادة تاثير كومبتون وظاهرة انتاج الزوج الكترون- بوزترون .
6- تطوير معادلة ملائمة تعمل لجميع الدروع (Brass , Cu , Pb) ولمختلف الطاقات ذات كفاءة عالية جدا باستخدام برنامج الماتلاب 7 أدت الى تطابق القيم العملية وقيم الملائمة ضمن المدى المدروس من السمك .m.f.p (2-12) .
7- عامل التراكم يزداد للدروع بنقصان الكثافة.

المصادر :

1. Tsoulfaidis.N, 1983. Measurements And Detection Of Radiation, (McGraw-Hill Company .
2. Al-Ani .L.A.A; 1989. A study of gamma ray buildup factor in different materials. M.Sc, Thesis, Baghdad University.
3. Al-Attiah.K.H.H, 1994. Gamma ray buildup factor measurements in

different materials . Thesis Ph.D. Baghdad University .

4. L.Wang Lau , 1974. Elements of Nuclear Reactor Engineering, (Gordon & Breach Science Publishers,).

5. Al-Ammar. H.A.Y , 1996. A study of buildup factor and scattering angle for gamma ray using multilayer shields M.Sc. Thesis ,Baghdad University .

6. R.D.Evans, 1955. The Atomic Nucleus , (McGraw-Hill New York.

7. A.A.Ali, 2003. Measurement and Calculation of the Linear and Mass Attenuation Coefficient of Gamma Ray for Some Isolation Materials (Wood, Lignin and Cellulose) , M.Sc. Thesis ,Al-Mustansiriyah University .

8. S.Glasston And Asesonske ,1981. Nuclear Reactor Engineering, (3rd Ed, Van Nostrand Reinhold Company).

9. R.Gordner And R.Ely , 1967. Radio Isotope Measurement Applications In Engineering ,Reinhold Publishing Corporation.

10. J.C.Thomas , 1978. Foundations of Nuclear Engineering, John Wiley & Sons.

11. Al-Samararaey .A.A.M , 2002. Calculation of gamma ray buildup factor using Monte Carlo method, M.Sc. Thesis, Baghdad University.

12. W.R. Dixon, 1952. Buildup factors for transmission of cobalt-60 gamma rays through concrete and lead, Phys. Rev, 85 , 498.

13. H.Goldstien & J.E.Wilkins , 1954 . Nuclear Development Associates Inc. Washington , U.S.A Report Nyo-3075 .

14. C. Garret & G.N. Whyte , 1954. Buildup measurements on cobalt-60 gamma radiations in iron and lead, Phys. Rev, 95,889 .

15. A.A.Kadhim , 2003. A study of Bremsstrahlung ray buildup factor in different materials, Ph.D.Thesis, Baghdad University.

16. A.Shimizu , 2002. Calculation of Gamma-Ray Buildup Factors up to Depths of 100 mfp by the Method of Invariant Embedding, (I) : Analysis of Accuracy and Comparison with Other Data J.Nucl.Sci.And.Tech,39,477 .

17. A.Shimizu & H.Hirayama , 2003. Buildup Factors up to Depths of 100 mfp by the Method of Invariant Calculation of Gamma-Ray Embedding, (II): Improved Treatment of Bremsstrahlung J.Nucl.Sci.And.Tech,40,192 .

18. A.Shimizu ,T.Onda & Y.Sakamoto, 2004. Calculation of Gamma-Ray Buildup Factors up to Depths of 100 mfp by the Method of Invariant Embedding, (III), J.Nucl. Sci .And. Tech , 41 413 .

19. P.Jacob , H.G.Paretzke & J.Wolfe, 1984. monte carlo calculations and analytical approximation of gamma –ray buildup factors in air, Nucl.Sci. Eng,87,113

20. فاضل اسماعيل شراد الطائي ،نورس محمد شهيد الدهان. 2007."قياس عامل التراكم لاشعة كاما في الدروع ذوات الطبقة المنفردة " مجلة جامعة كربلاء، المجلد الرابع ، العدد الرابع:58-40.

21. A. Shirani and E. Shahriari 2007. Determination of Neutron Dose-Equivalent Buildup Factors for Infinite Slabs Irradiated by Point Isotropic Neutron Sources Using the MCNP Code. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran ,18(2), 177-180 .

22. Yoshitaka YOSHIDA, 2006. Development of Fitting Methods Using Geometric Progression Formulae of Gamma-ray Buildup Factors, Vol. 43, No. 12, p. 1446–1457.

23. Nil Kucuk,2008. Modeling of gamma-ray energy absorption buildup factors using neural

network, ann.nucl.ener,35(10) 1787-1790.

24. C. Suteau & M. Chiron, 2005. An iterative method for calculating gamma-ray build-up factors in multi-layer shields, Radiation Protection Dosimetry, 116(1-4):489-492.

25. Thomas J. OVERCAMP, 2009. Energy Absorption Buildup Factors and Energy Conservation, J.Nucl. Sci .And. Tech, 46(5), 479–483.

Calculation the number buildup factor of cylindrical samples for Brass, Copper & lead

Rahman.I.Mahdi*

*Physics science department, College of science, University of Tikret , Salah aldeen ,Iraq

Abstract:

The buildup factor of cylindrical samples (shields) for Brass, Copper & lead (Brass, Cu, Pb)was studied, where buildup factor were calculated with thickness between (0-12) m.f.p. for Co^{60} and Cs^{137}sources with activities (30) & (41) MBq respectively , using scintillation detector NaI(Tℓ) with (3"×3")volume .The results shows increases of buildup factor for low atomic number(Z) samples where the energy of radiation source was constant, also shows increases of buildup factor with decreases the energy of radiation source. An empirical equation was obtained using Matlab7 program this equation have agreements with most obtained data for 96%.