

## حساب عامل التراكم العددي لعينات اسطوانية من البراص، النحاس والرصاص

رحمان إسماعيل مهدي \*

استلام البحث 5، آذار، 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 (0-12) m.f.p. لمصدر الكوبلت  $^{60}\text{Co}$  بفعالية (30) MBq و مصدر السيزيوم  $^{137}\text{Cs}$  بفعالية (41) MBq وباستخدام كاشف ايودييد 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 Matlab7 تميزت بتوافق مع معظم النتائج المستحصلة بنسبة 96% .

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

## المقدمة :

على مصدر الكوبلت  $^{60}\text{Co}$  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 التدرج ضد الاشعاع تعطينا معلومات متكاملة حول المادة المراد استخدامها 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 الرئيسية الثلاث وهي، التأثير الكهروضوئي وتأثير كويتون انتاج الزوج الكترون- بوزترون. عند دخول فوتونات كما الوسط المادي (الدرع) فان جزءاً 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

تستخدم الدروع بشكل عام لتقليل التعرض للاشعة النووية وتفاعلاتها الثانوية مع المادة وللتقليل من تأثيراتها في الانسجة البشرية للعاملين في حقل الاشعاع ويعرف هذا النوع من الدروع بالدروع البيولوجية biological shields ، بينما يستخدم النوع الاخر من الدروع والمعرفة 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 ( $^{60}\text{Co}$ ) بفعالية (30) MBq بمعدل طاقة 1.25 MeV 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  $^{137}\text{Cs}$  بفعالية (41) MBq و بطاقة 0.662 MeV واستخدم لاستخراج قيم عامل التراكم لدرع الرصاص فقط كما استخدم كاشف ايودييد 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 بزيادة العدد الذري للدروع نفسها ، اما تأثير طاقة المصدر المشع فدرست لدرع الرصاص وتبين انها كانت علاقة عكسية اذ تقدمت قيم عامل التراكم لمصدر السيزيوم  $^{137}\text{Cs}$

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

ان العلاقة الخاصة باحتمالية كل تفاعل ( $\kappa, \sigma, \tau$ ) 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].

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

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

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

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

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

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

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

$\mu(cm^{-1})$  : معامل الامتصاص الخطي.  
 $x(cm)$  : سمك الدرع.

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

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

$I_u$  : شدة الحزمة غير المستطارة.

$I_c$  : شدة الحزمة المستطارة.

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

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

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

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

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

$N_T$  : العدد الكلي للفوتونات.

$N_u$  : عدد الفوتونات غير المستطارة.

وعلى الرغم من تعدد اليات تفاعل الفوتون مع المادة فان الأليات الرئيسية الثلاث المتمثلة بالظاهرة الكهروضوئية واستطارة كومبتون ونتاج الزوج هي التي تستقطب الأهتمام بسبب احتمالياتها العالية في الحدوث مقارنة تفاعلات الفوتونات الأخرى [6][7]. فالتأثير الكهروضوئي

(Photoelectric Effect) يحدث امتصاصاً تاماً للفوتونات الساقطة على الألكترونات الحرة للمادة اذ أن معامل امتصاص الظاهرة الكهروضوئية يتناسب طردياً مع الاس الرابع للعدد الذري

$\tau \propto Z^4$  ، بينما استطارة كومبتون (Compton Scattering) تحدث استطارة غير مرنة

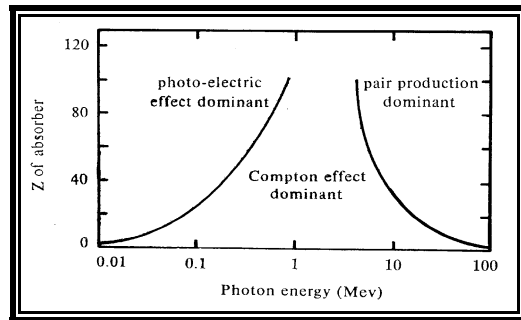
للفوتونات مع الكثرونات المادة، اما معامل امتصاص استطارة كومبتون فيتناسب طردياً مع

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

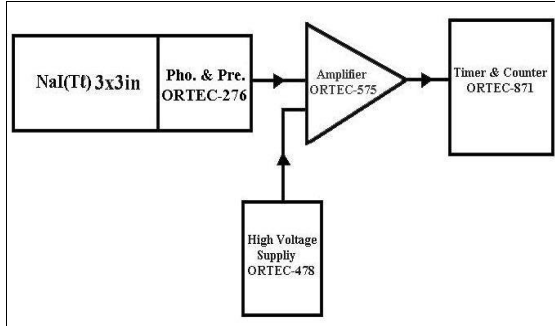
طردياً مع مربع العدد الذري  $\kappa \propto Z^2$  و الشكل (1) يوضح الطرائق الرئيسية الثلاث لتفاعل

الفوتون مع المادة وعلاقتها بالعدد الذري وطاقة [1] [8] [9] [10].



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

- 3- المضخم الرئيس (ORTEC-575) Amplifier  
 4- العداد والمؤقت (ORRTEC-871) Timer & Counter  
 5- مصدري الكوبلت  $^{60}\text{Co}$  و السيزيوم  $^{137}\text{Cs}$ .  
 6- عينات من دروع اسطوانية لمواد ( Brass , Cu , Pb )  
 7- زوج من مسدسات Collimators بقطر 9mm .



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

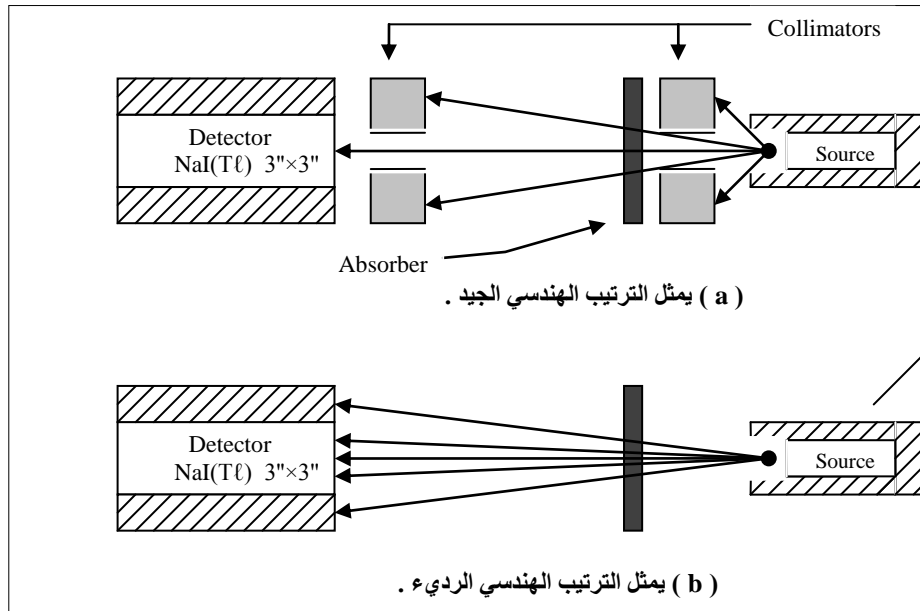
- $I_{o.c}$  : شدة الحزمة بوجود المسدد فقط (الترتيب الهندسي الجيد).  
 $I_t$  : الشدة الكلية للحزمة بوجود الدرع (الترتيب الهندسي الرديء).  
 $I_{o.t}$  : الشدة الكلية للحزمة (الترتيب الهندسي الرديء).

$$B = \frac{\left( \frac{I_t}{I_{o.t}} \right)}{\left( \frac{I_{u.c}}{I_{o.c}} \right)} \dots \dots \dots (6)$$

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

### المواد وطرائق العمل :

- تمت تهيئة المنظومة كما في الشكل (2) وتتكون المنظومة من الاجزاء الاتية :  
 1- الكاشف الوميضي NaI(Tl) بحجم Scintillation Detector ( 3"×3" )  
 2- جهاز القدرة العالية (ORTEC-478) High Voltage Supply .



شكل (3) الترتيب الهندسي لمنظومة العد .

- 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.

### طريقة العمل:

- أ- تربط منظومة العد الالكترونية كما في الشكل (2).  
 ب- تهيأ المنظومة للترتيب الهندسي الجيد كما في الشكل (a-3).

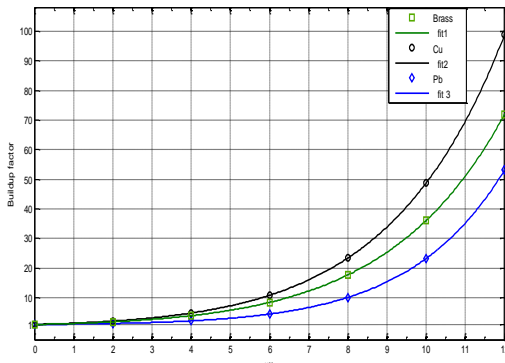
## النتائج والمناقشة :

اولاً :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 المنخفضة وهذا يثبت حقيقة عكسية في العلاقة ما بين العدد الذري (Z) وقيم عامل التراكم بثبوت طاقة المصدر المستخدم ، ويعود السبب في ذلك الى ان المواد ذات الاعداد الذرية المنخفضة 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 ساندتان مع طاقات الفوتونات الواطئة والعالية ، بينما يعمل تأثير كومبتون بفعالية اكبر في الدروع ذات العدد الذري المنخفض مثل البراص والنحاس فيزداد تشتيت الفوتونات بشكل اكبر ليغلب 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		
	Buildup factor			Thicknes		
Thicknes	Buildup factor			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  $Co^{60}$ .

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 المسدات الموجودة ازاء الكاشف والمصدر ويهيا للترتيب 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 ، د ، 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 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  $m.f.p$ .

$\mu x$ (m.f.p)	Co-60			Cs-137
	Brass	Cu	Pb	Pb
	$\mu = 0.4462 cm^{-1}$	$\mu = 0.472 cm^{-1}$	$\mu = 0.67158 cm^{-1}$	$\mu = 0.12600 cm^{-1}$
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

- 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 خطأ  $RMSE$  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 <sup>2</sup>	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 :

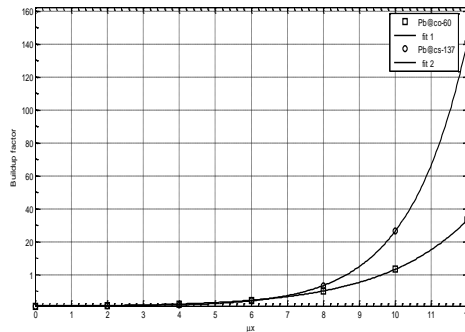
- 1- ازدياد عامل التراكم بزيادة سمك الدرع ( Brass , Cu , Pb ) بسبب زيادة المقطع العرضي للاستطارة .
- 2- ازدياد عامل التراكم بانخفاض العدد الذري وكثافة المادة اذ ابدى البراص و النحاس تباينا وتقدما ملحوظا على الرصاص عند طاقة مصدر الكوبلت  $Co^{60}$  1.25 Mev .
- 3- عدم تأثير عامل التراكم بالطاقة للسمك  $(7.5)m.f.p \geq$  .
- 4- زادت امتصاصية درع الرصاص بفعل الظاهرة الكهروضوئية .
- 5- زيادة التشنيت لدرع البراص و النحاس بسبب زيادة تأثير 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 (2-12) m.f.p .
- 7- عامل التراكم يزداد للدرع 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

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 باستخدام مصدري الكوبلت  $Co^{60}$  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 تشنيت 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 باستخدام 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 وتقنيات ورد ذكرها في بحثهم.
- 2- توسيع معاملات الملائمة الى ثلاث معاملات لزيادة الدقة .

- 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 ذات الطبقة المنفردة " مجلة جامعة كربلاء، المجلد الرابع ، العدد الرابع:40-58.
  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 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, ( 3<sup>rd</sup> 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

- 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.
- 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

## 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%.