# حساب عامل التراكم العددي لعينات من أسودالكاربون العراقي

***نبيل ابراهيم فواز**** ***نبيل جنان بهنام*****

استلام البحث 3، كانون الثاني، 2011
قبول النشر 7، حزيران، 2011

**الخلاصة** :

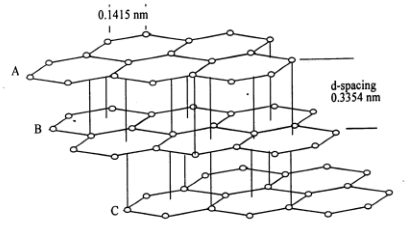
حسب عامل التراكم العددي باستعمال مصدري الـ $^{60}Co$ (37.444 MBq) و $^{137}Cs$ (48.248MBq) لمادة أسودالكاربون العراقي بنسبة خلط 40% و 50% ولسمك تراوح بين $(1 \geq x \geq 0) m.f.p$ . واظهرت النتائج اعتماد عامل التراكم على الطاقة وتاثره بشكل محدود بنسبة الخلط ،كما اظهرت حسابات البرنامج QFIT نجاح القيم التجريبية المتوقعة الى خارج المدى المدروس من السمك وصل الى اكثرمن 4m.f.p .

**الكلمات المفتاحية : عامل التراكم ، أسودالكاربون , اشعة كاما**

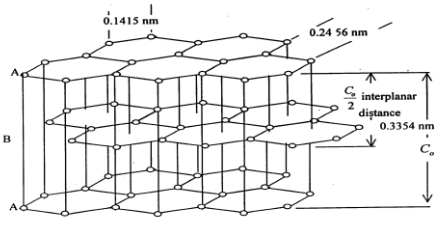
## المقدمة :

من المعروف ان الموجات الكهرومغناطيسية والدقائق المختلفة المنبعثة من المصادر الأشعاعية لها تأثيرات مباشرة وغير مباشرة في خلايا الكائنات الحية وبالتالي احداث التغيرات المختلفة فيها. في حالة تعرض الأنسان للأشعاع يمكن ان يقود هذا التعرض الى نتائج سلبية عديدة قد تودي بحياته ، و تعامل الأنسان مع انواع مختلفة من الأشعاعات نتيجة التطور الهائل الذي حصل في مجالات التقنية واستعمالاتها اصبح من الضروري المحافظة على سلامة وبيئة العمل وحماية البشرية من خطر الأشعاع ويتضح هنا الدور الكبير الذي يلعبه عامل التراكم في تحديد مختلف الجرع الأشعاعية وبالتالي تحديد العلاقة بين شدة النشاط الأشعاعي والجرع الاشعاعية الناتجة [2,1] .

صنع درعان اسطوانيان بتقنية المواد المتراكبة من مادة أسودالكاربون العراقي كان الدرع الاول بنسبة خلط 40% و الباقي مادة الرابطة (60%) , اما الدرع الثاني فكانت نسبة الخلط 50% لكل من أسودالكاربون والمادة الرابطة . بينت النتائج أعتماد عامل التراكم على نسبة الخلط ، فضلا عن اعتماد عامل التراكم على طاقة المصدر بثبوت نسبة الخلط للدروع المستخدمة . وتعتبر مادة أسود الكاربون Black Carbon المستعملة في تصنيع الدروع مادة شبيهة بالكرافيت الا انه يمتلك ميلان ملحوظ في الترتيب البلوري السداسي كما في الشكل (1), وتصنع هذه المادة من الاحتراق غير الكامل للكاربون المحتوي على مواد صلبة وسائلة وغازية [3] ويستعمل في صناعة الكمامات الماصة للغازات وبعض مزيلات الرائحة لكونه مادة جيدة جدا لأمتصاص الغازات ، كما يدخل في تصنيع اقطاب الكرافيت ذات الاستعمالات الواسعة في الصناعات المختلفة [4].




(A)




(B)

**شكل (1) يمثل A الترتيب السداسي المائل (Rhombohedral) لأسودالكاربون بينما B يمثل الترتيب السداسي للكرافيت [4] .**

* جامعة الانبار/ كلية العلوم /قسم الفيزياء

**جامعة بغداد/كلية العلو م للبنات /قسم الفيز ياء

## النظرية:

عندما تخترق حزمة شعاعية مقطعا من المادة 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 حيث يمثل عامل التراكم المعالجة او التصحيح الذي يطرأ على الحزمة غير المتفاعلة، 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 على وفق معادلة لامبرت- بيير[5] ، ان تأثير الحزمة المتفاعلة (للأشعة الثانوية) يتخذ مقدارا ثابتا يمثل عامل ضرب ( Multiplication Factor) يستخدم لتصحيح معالجة تاثير استطارة الحزمة النافذة في المادة.

ويعرف عامل التراكم العددي هو النسبة بين عدد الفوتونات الكلية (المتفاعلة وغير المتفاعلة) الواصلة الى الكاشف عند نقطة معينة الى عدد الفوتونات غير المتفاعلة الواصلة عند النقطة نفسها من الكاشف[6].

$$B_N = \frac{\int N_T \, dE}{\int N_u \, dE} \quad \text{.....(1)}$$

$N_T$ : العدد الكلي للفوتونات .

$N_u$ : عدد الفوتونات غير المستطارة .

بالرغم من الاليات المتعددة لتفاعل الفوتون مع المادة الا أن الأليات الرئيسة الثلاث المتمثلة بالظاهرة الكهروضوئية واستطارة كومبتون وانتاج الزوج هي ذات الأهتمام الكبير بسبب احتماليتها العالية في الحدوث بالمقارنة مع تفاعلات الفوتونات الأخرى[7,6]. فالتأثير الكهروضوئي (Photoelectric Effect) يحدث امتصاصا تاما للفوتونات الساقطة على الألكترونات الحرة للمادة فمعامل 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 ، معامل امتصاص استطارة كومتون يتناسب طرديا مع العدد الذري $\sigma \propto Z$ . اما بالنسبة الى ظاهرة انتاج الزوج (Pair Production) امتصاص 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 الاحتمالية الكلية للتفاعل تعرف بمعامل الامتصاص الخطي $\mu$ الذي يمثل مجموع الاحتمالات الثلاثة حيث يعتمد كل معامل على طاقة الفوتون والعدد الذري للمادة [8 ,9 ]. ان الظواهر الرئيسة الثلاث تلعب دورا مهما في تحديد عامل التراكم بسبب اعتمادها على الطاقة والعدد الذري الذي يعتمد ايضا عليهما عامل التراكم مما يؤثر على امتصاصية الدروع بنسبة متفاوتة نتيجة لتولد الاشعة الثانوية داخل المادة [6] .

$$B = \frac{I_u + I_s}{I_u} \quad \text{.....(2)}$$

$$B = 1 + \frac{I_s}{I_u} \quad \text{.....(3)}$$

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

$I_{o.c}$ : الشدة 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).

$$B = \frac{\left(\frac{I_t}{I_{\circ \cdot t}}\right)}{\left(\frac{I_{u.c}}{I_{\circ \cdot c}}\right)} \quad \text{.....(4)}$$

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

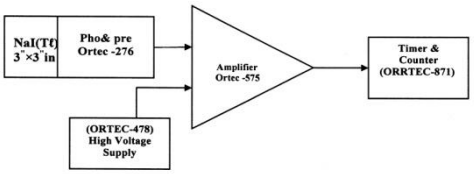
## المواد وطرائق العمل :

لقد اختيرت مادة أسودالكاربون العراقي المتوفرة بهيئة مسحوق لتصنيع الدروع، وكبست على البارد باستعمال مادة رابطة سريعة التصلب وقالب اسطواني صنع خصيصا لهذا الغرض بقطر 6.3 cm وارتفاع 12. cm. ولربط حبيبيات مسحوق أسودالكاربون أختيرت مادة راتنج الأيبوكسي (Epoxy Resin) وهي من المواد البولمرية السائلة القليلة اللزوجة المصنفة ضمن اللدائن المصلدة حراريا (Thermoses Polymer) تتصلب بعد خلطها بفترة زمنية قصيرة عند درجة حرارة معينة[4 ,5]، المادة الرابطة المستعملة في البحث مادة شائعة الاستعمال متوفرة في الاسواق بالأسم التجاري (LEYCO-POX103) ، وتتكون من مادتين رئيستين مفصولتين عن بعضهما ، الاولى مادة صمغية اعتيادية (Resin), أما الثانية فهي

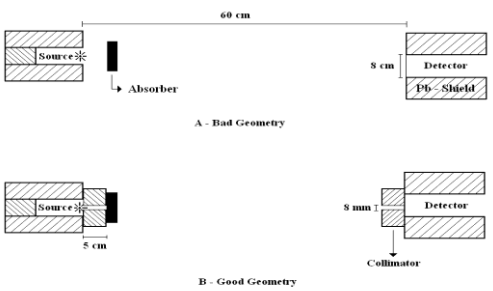
مادة لا تختلف كثيرا عن المادة الاولى الا باحتوائها على مواد مصلدة (Hardened) تعجل من عملية تصلب الخليط ، تمزجان بنسبة تحددها المواصفات التقنية للمادة الرابطة . وفي نهاية نحصل خليط من أسودالكاربون الاول بنسبة خلط 40% من مسحوق أسودالكاربون (B.C) و 60 % من المادة الرابطة ، و الثاني بنسبة خلط 50% لكل من مسحوق مادة أسودالكاربون (B.C) و المادة الرابطة كل على حدة . ويكبس على البارد الخليط المتكون من مسحوق المادة الاساس(أسودالكاربون) والمادة الرابطة كل على حدة ويترك ليجف وتستغرق العملية 24 ساعة ثم يدفع المكبس وتقطع العينات حسب السمك المطلوب.

وقبل الدخول في التفاصيل لابد من التعرف على المواد التي يتألف منها الدرع، تهيا المنظومة كما في الشكل (2) و تتكون المنظومة من الاجزاءالتالية :

1- الكاشف الوميضي NaI(Tℓ) بحجم ( 3"×3" ) ، 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 -60 و السيزيوم -137 .
6- زوج من مسددات Collimators بقطر 8mm .




**شكل (2) منظومة العد المستعملة في قياس عامل التراكم[6]**




**شكل (3) الترتيب الهندسي للمنظومة [8]**

1- تربط منظومة العد الالكترونية كما في الشكل (2).
2- تهيأ المنظومة للترتيب الهندسي الجيد كما في الشكل (3-b ).
3- - تثبت فولتية الكاشف مع مراعاة منطقة الاستقرار النسبي للكاشف، الفولتية الملائمة للعمل 1250 فولت.
4 - يثبت مؤقت العداد لأختيار الفترة الزمنية المطلوبة للعد, والوقت المتبع للعد 60 ثانية.
5 - يثبت تكبير المضخم الرئيس (Gain)، والتكبير المتبع في البحث هو (18) لملائمته للبحث عند معايرة المنظومة .
6- تؤخذ القراءة بدون درع للترتيب الهندسي الجيد بوجود المسدد $I_{o.c}$.
7- توضع القطعة الاولى من الدرع بعد المسدد من الطرف القريب للمصدر كما في الشكل (3-b ) وتؤخذ القراءة $I_{u.c}$ بوجود المسدد.
8- ترفع المسددات الموجودة ازاء الكاشف والمصدر ويهيأ الترتيب الهندسي الرديء(3-a).
9 - تؤخذ القراءة بدون درع للترتيب الهندسي الرديء (رفع المسدد) $I_{o.t.}$ .
10 - يوضع الدرع من الطرف القريب للمصدر كما في الشكل (3-a) وتؤخذ القراءة $I_t$ (رفع المسدد) .
11 - تعاد الخطوات (6 , 7 , 8 ,9 , 10) مع بقية الدروع.
12- تحسب الخلفية الاشعاعية (Background) للترتيب الهندسي الجيد والرديء وتطرح من الحسابات السابقة.
13 - يحسب عامل التراكم من المعادلة (4).

## النتائج :

**اولا :- حسابات معامل الامتصاص وعامل التراكم :**

رتبت الحسابات لعامل التراكم ومعامل الامتصاص بالجدول رقم (1) لمصدري الكوبلت-60 والسيزيوم -137 بفعالية 37.444 MBq و 48.248MBq على التوالي ولعينات مختلفة السمك وهي موضحة بالجدول التالي :

**جدول (1) يوضح قيم عامل التراكم و معامل الامتصاص لأسودالكاربون مرتبة حسب نسبة الخلط و لمصدري الكوبلت-60 والسيزيوم -137.**

| source | Co-60 | | | | | | Cs-137 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| w.f% | B.C 40% | | | B.C 50% | | | B.C 50% | | |
| $\mu(cm^{-1})$ | 0.06503 | | | 0.07256 | | | 0.10060 | | |
| No | x | μx | B | x | μx | B | x | μx | B |
| 1 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 |
| 2 | 0.5630 | 0.0366 | 1.0166 | 0.6250 | 0.0443 | 1.0214 | 0.6250 | 0.0628 | 1.0215 |
| 3 | 0.9350 | 0.0608 | 1.0295 | 0.9145 | 0.0663 | 1.0308 | 0.9145 | 0.0919 | 1.0263 |
| 4 | 1.4890 | 0.0968 | 1.0468 | 1.3690 | 0.0993 | 1.0461 | 1.3690 | 0.1377 | 1.0447 |
| 5 | 2.0157 | 0.1310 | 1.0619 | 1.9656 | 0.1426 | 1.0649 | 1.9656 | 0.1977 | 1.0630 |
| 6 | 2.2787 | 0.1676 | 1.0790 | 2.5668 | 0.1862 | 1.0824 | 2.5668 | 0.2582 | 1.0815 |
| 7 | 3.5047 | 0.2279 | 1.1028 | 3.1918 | 0.2315 | 1.1020 | 3.1918 | 0.3210 | 1.0955 |
| 8 | 4.0287 | 0.2619 | 1.1176 | 4.1063 | 0.2979 | 1.1299 | 4.1063 | 0.4130 | 1.1147 |
| 9 | 5.5177 | 0.3588 | 1.1562 | 4.5324 | 0.3288 | 1.1372 | 4.5324 | 0.4559 | 1.1248 |
| 10 | 6.4527 | 0.4196 | 1.1727 | 5.1574 | 0.3742 | 1.1520 | 5.1574 | 0.5188 | 1.1478 |
| 11 | 7.0157 | 0.4562 | 1.1874 | 6.0719 | 0.4405 | 1.1800 | 6.0719 | 0.6108 | 1.1498 |
| 12 | 7.5807 | 0.4929 | 1.1969 | 7.4404 | 0.5398 | 1.2065 | 7.4404 | 0.7485 | 1.1968 |

**ثانيا: اعلومات المعادلة التجريبية (POWER) المستعملة في موائمة النتائج :**

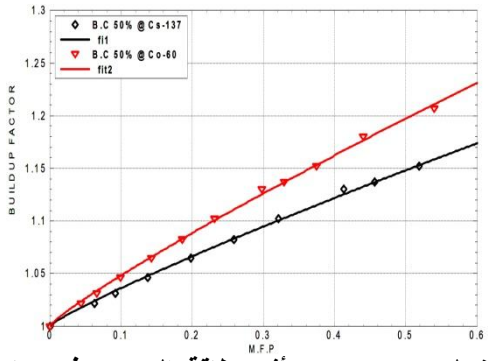
رتبت اعلومات المعادلة التجريبية المقترحة (POWER) بالجدول رقم (2) وموضح فيه قيم ثوابت الموائمة والمعادلة التجريبية المقترحة مرتبة حسب نسبة الخلط لأسودالكاربون ونوع المصدر المشع

**جدول (2) يوضح قيم اعلومات المعادلة التجريبية المقترحة (POWER) لأسودالكاربون مرتبة حسب نسبة الخلط و لمصدري الكوبلت-60 والسيزيوم -137.**

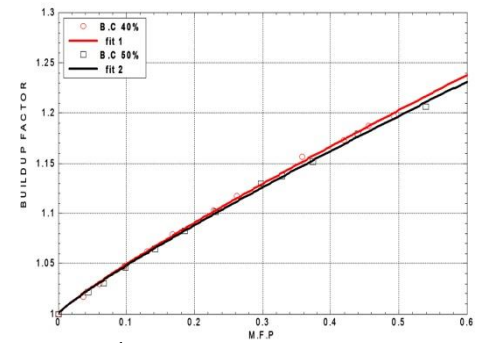
| Shield | m | n | R-square | Source |
|---|---|---|---|---|
| B.C 40% | 0.3726 | 0.8769 | 0.9987 | Co-60 |
| B.C 50% | 0.3622 | 0.8766 | 0.9985 | |
| B.C 50% | 0.2721 | 0.8774 | 0.9984 | Cs-137 |
| Empirical equation (Power) | $B=1+m(\mu x)^n$ m , n: constants depend on energy | | | |

**رابعا : الرسوم البيانية**

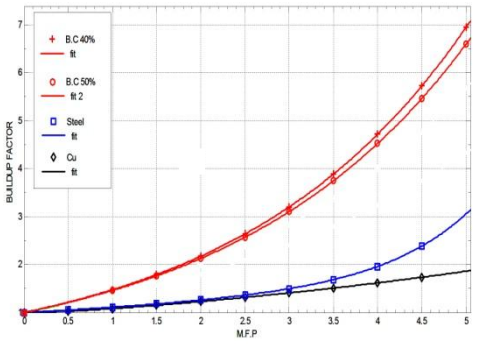
حسابات عامل التراكم العددي لتاثير طاقة الفوتون بثبوت نوع المادة ونسبة الخلط وضحت بالشكل البياني (4) وتاثير نسبة الخلط (40 % و 50 %) لأسود الكاربون لطاقة مصدر الكوبلت - 60 وضحت بالشكل (5) ، اما الاشكال البيانية (6-7) على التوالي فتبين مقارنة النتائج لبرنامج QFIT مع نتائج الباحث *K.H.Al-a ttiah* [10] لمصدري الكوبلت -60 والسيزيوم – 137على التوالي .



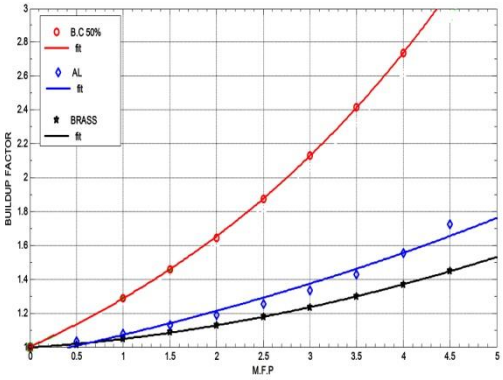

**شكل (4) يوضح تأثير طاقة المصدر في عامل التراكم لأسودالكاربون بنسبة خلط 50% لمصدري $^{60}Co$ و $^{137}Cs$ بأستعمال المعادلة التجريبية** (POWER).




**شكل (5) يوضح عامل التراكم لأسودالكاربون بنسبة خلط 40% و 50% لمصدر الكوبلت-60 بتطبيق معادلة Power .**




**شكل (6) يبين مقارنة عامل التراكم لأسودالكاربون بنسبة خلط 50% مع نتائج الفولاذ و النحاس عند طاقة لمصدر $^{60}Co$ للباحث *K.H.Al-a ttiah* [10].**




**شكل (7) يبين مقارنة عامل التراكم لأسودالكاربون بنسبة خلط 50% مع نتائج الالمنيوم و البراص لمصدر $^{137}Cs$ للباحث *K.H.Al-a ttiah* [10].**

## المناقشة :

نظرا لعدم توفر معلومات عن معامل الامتصاص لمكونات الخليط كان لابد من قياس معامل الأمتصاص للدروع ، فضلا عن أن الحسابات النظرية تهمل امورا مهمة مثل نقاوة المادة وماهية الشوائب ونسبتها ووجود خواص فيزياوية تؤثر في القياسات و التركيب البلوري ، وعند مقارنة معامل الامتصاص للكاربون في البرنامج (XCOM 3.1) الذي زودنا به الباحث J. H. Hubbell [11] ولمصدري $^{60}Co$ و $^{137}Cs$ حيث بلغ ($0.09104$ ، $0.12345$)$cm^{-1}$ على التوالي والحسابات العملية لأسودالكاربون وضحت بالجدول (1) . في ضوء ذلك يلاحظ أن القيم العملية لم تنحرف كثيرا عن القيمة النظرية للكاربون وهذا يؤكد أن معامل الأمتصاص الكتلي للكاربون (القيمة النظرية) يقع ضمن مديات قياسات معامل الأمتصاص الكتلي لدروع أسودالكاربون ، وهي نتيجة مطمئنة اثبتت أن قياسات معامل الأمتصاص كانت بدقة جيدة ولم تنحرف الى قيم بعيدة عن مادة الكاربون وأن مقدار الأختلاف يعود لعدة اسباب اهمها الأختلاف في الترتيب البلوري للمادة ، تأثير نسبة الخلط ، وجود نسبة قليلة من المسامية في الدروع المصنعة. وبما أن كثافة المادة الرابطة قليلة فأن مساهمتها في امتصاص الأشعاع الكهرومغناطيسي يكون أقل بالمقارنة مع المادة الأساس (أسودالكاربون) لذلك يمكن التعامل مع الدروع على أساس انها مكونة من مادة واحدة .

**1- تأثير طاقة الفوتون :**

ان تأثير طاقة الفوتون في عامل التراكم تمت دراسته لدرع من أسودالكاربون بنسبة خلط 50% لكل منهما باستعمال مصدر $^{60}Co$ وبمعدل طاقة للفوتون قدرها (1.25MeV) فضلا عن مصدر $^{137}Cs$ بطاقة (0.662MeV) وهي موضحة بالشكل (**4**) ، حيث تبين أن قيمة عامل التراكم تزداد بزدياد طاقة الفوتونات وهذا يخالف النتائج النظرية والعملية [14,13,12]، وهو ما حصل للباحث [10] و الباحث [15] لمادة الحديد . وتفسير ذلك أن الفوتونات المنبعثة بطاقة (1.25MeV) ذات قدرة عالية على اختراق المادة رغم وجود نسبة قليلة من المسامية تعمل على اضعاف (توهين) الحزمة الساقطة وبالتالي ستنتج فوتونات مستطارة بطاقة عالية تستطيع النفوذ من الدرع والوصول الى الكاشف مؤدية الى زيادة العد حيث ان نسبة قليلة منها يمتص، أما الفوتونات ذات الطاقة القليلة (0.662 MeV) فأنها تدخل الدرع وتنتج فوتونات مستطارة ولكن بطاقة اقل لذا فأن معظمها يمتص داخل الدرع ونسبة قليلة منها يصل الكاشف ويسجله وهذا ما يفسر ارتفاع قيمة عامل التراكم بزيادة طاقة المصدر فضلا عن ان الدرع ذي قطر اقل بالمقارنة مع قطر الكاشف مما يؤدي الى عبور نسبة من الفوتونات من خارج الدرع الى الكاشف .

**2- تأثير نسبة الخلط**

ان تأثير نسبة الخلط للمادة الأساس (أسودالكاربون) مع المادة الرابطة يظهر تقدما بسيطا لقيم عامل التراكم بنقصان نسبة الخط لأسودالكاربون للشكل(5) حيث يلاحظ نقصان قيمة عامل التراكم بزيادة نسبة الخلط لأسودالكاربون مع المادة الرابطة لمصدر $^{60}Co$ ويرجع السبب في ذلك الى أن المادة الرابطة ذات كثافة قليلة ($1.05gm/cm^3$) بالمقارنة مع المادة الأساس وأن زيادة نسبة الخلط للمادة الأساس (أسودالكاربون) مع المادة الرابطة سيؤدي الى توزع حبيباتها بنسبة اكبر وبالتالي الى زيادة أمتصاصية الدروع ، و انخفاض قيمة عامل التراكم ، حيث يلاحظ أن تأثير نسبة الخلط لأسودالكاربون في عامل التراكم قليل ومحدود للأسماك m.f.p (0

-0.55) في الشكل (**5**) ، ويعزى سبب ذلك الى أن قسما كبيرا من الفوتونات الساقطة على تلك التشكيلة من الدروع ينفذ دون أن يعاني من فقدان كبير في الطاقة ، وبالتالي فأن الحزمة الغير متفاعلة سوف لن تخسر مقدارا كبيرا من طاقتها عند دخولها الدرع ، لذا فان مادة الدرع ستمتص نسبة اقل من الفوتونات.

**مقارنة النتائج :**

أستعمل برنامج رياضي بسيط (QFIT ) كتب بصيغة m-file لبرنامج الماتلاب (matlab7) [16] لمقارنة نتائج البحث ، واستخرجت قيم عامل التراكم لأسماك امتدت الى خارج المدى المدروس وصلت بحدود m.f.p (0-4.5) لأسودالكاربون بأستعمال المعادلة التجريبية للبحث ***K.H.Al-a ttiah*** [10] ، و يعمل البرنامج على ادخال المعادلة التجريبية للباحث المذكور وتطبيقها على قيم عامل التراكم لأسودالكاربون ومن ثم يتم توسيع قيم عامل التراكم عن طريق توسيع حسابات الموائمة لأسودالكاربون بنسبتي الخلط 40% و 50% لتصل الى السمك m.f.p(0-4.5) ويقارنها ضمن حدود التجريبية للباحث ***K.H.Al-a ttiah*** . اظهرت نتائج المقارنة مع الباحث ***K.H.Al-a ttiah*** لمصدري $Co^{60}$ و $Cs^{137}$ لدروع مساحة تعرضها (Exposed Area) 19.6 $cm^2$ توافقا جيدا حيث تقدمت قيمة عامل التراكم لدرعي أسودالكاربون بنسبة خلط 40% و 50% لمصدر $Co^{60}$ على قيم عامل التراكم لدروع الفولاذ والنحاس للاعداد الذرية (Z=26) و (Z=29) على التوالي و كما في الشكل (6) وتكرر هذا السلوك مع درع أسودالكاربون بنسبة خلط 50% لدروع الالمنيوم والبراص للاعداد الذرية (Z=13) و (Z=29.28) على التوالي و لمصدر $Cs^{137}$ و كما في الشكل (7) .

. كما اتفقت قيمة عامل التراكم لتشكيلات أسودالكاربون بنسبة خلط 40% و 50% لمصدر $Co^{60}$ لأسماك m.f.p (0-2.5) مع الباحث ***l.a.al-ani*** [17] لدروع (النحاس، الفولاذ، الكونكريت،الالمنيوم ). واظهرت الحسابات ان عامل التراكم يقل بزيادة العدد الذري للدروع بسبب زيادة امتصاصية الدروع لأشعة كاما الساقطة عليها وللأشعة الثانوية الناتجة من تفاعل هذة الأشعة مع الدرع، وهذا يتفق مع جميع البحوث العملية والنظرية [12 , 13].

**الاستنتاجات :**

1- تأثر قيم عامل التراكم بطاقة المصدر المشع.
2- نجاح كل من المعادلة التجريبية المقترحة **Power** ، فضلا عن نجاح البرنامج QFIT في الوصول الى القيم متوقعة الى خارج المدى المدروس من السمك وصل الى m.f.p 4.5 حيث ابدت توافقا متميزا مع اغلب البحوث العملية .
3- ظهر انخفاض بسيط في قيم عامل التراكم بزيادة نسبة الخلط وبالامكان زيادة هذا التاثير او التقليل منه عن طريق التحكم بنسبة الخلط ونوع المادة الرابطة وبالتالي سيؤثر بالقيم المحسوبة لعامل التراكم .
4- تميزت طريقة التصنيع بمرونة عالية عند التصنيع مع انخفاض كلفة وسرعة تصلب عالية للخليط دون حدوث تفاعل كيميائي بين مسحوق أسودالكاربون والمادة الرابطة مع وجود مسامية لايمكن التخلص منها .

**المصادر :**


1. Tsoulfaidis. N, 1983. Measurements And Detection Of Radiation, McGraw -Hill Company, 1st Ed,571 .
2. Maroof . B.H.1989.protection of ionization protection, published by Iraqi Atomic Energy Organization.1st Ed,41 ,408 .
3. Holum. J.R . 1978. " Fundamentals Of General Organic And Biological Chemistry", John Wiley & Sons .
4. Al-Haddad, S.H. 1996. Graphitization of carbon black under vacuum .Thesis M.Sc ,University Of Technology .
5. Cember .H and Thomas E. J .2009. Introduction To Health Physics , McGraw-Hill Company ,4th Ed,848.
6. Al-Bahnam Nabeil , 2006 . Study Gamma Ray Buildup Factor For Black Carbon And Graphite, M.Sc.Thesis, University Of Technology .
7. Martin J. E. 2006. Physics for Radiation Protection , WILEY-VCH Verlag gmbh & Co. , 2nd Ed.
8. Mahdi .R . 2010. calculation the number buildup factor of cylindrical samples for brass,copper & lead ,Baghdad science journal .7(3):1146-1152 .

**14.** Jacob P , Paretzke .H.G and Wolfe.J.1984.monte carlo calculation and analytical approximation of gamma ray buildup factors in air .Nucl.Sci.Eng;87(1): 113-122.

**15.** Chilton .A.B , Eisenhauer. C.M. and Simmons .G.L. 1980. photon point source buildup factors for (air,water , iron). Nucl.Sci.Eng. 73(1): 97-107.

**16.** E. Leite .P . 2010. MATLAB - Modeling, Programming And Simulations, published by Sciyo ,426.

**17.** Al-Ani . L.A .1989. study gamma ray buildup factor for different materials ,M.Sc.Thesis,Baghdad University .

**9.** Maher.K .2006. Basic physics of nuclear medicine, published by Wikibooks contributors,1st Ed ,106.

**10.** Al-Attiah .K.H. 1994. gamma ray buildup factor measurements in different materials, Ph.D.Thesis, Baghdad University .

**11.** Hubbel .J.H. 1977.Photon Attenuation ,Radiation Research,70 (1):58-81.

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

**13.** Al-Samararaey.A.M. 2002. calculation of gamma ray buildup factor for the conical beam using Monte Carlo method , M.Sc.Thesis, Baghdad University.


# Measurement of Photon Buildup Factor for Samples of Iraqi Carbon Black Material


***Nabeil E.Fawaz**** ***Nabeil Janan Bahnam****

*Anbar University / college science /Physics Department

**Baghdad University /College Science for Women/Physics Department



## Abstract:

The buildup factor was measured after irradiating Iraq carbon black powder using each of $Co^{60}$ and $Cs^{137}$ sources respectively, using mixing ratios 40% & 50% for thickness range $(0 \le x \le 1) m.f.p$.

The results showed that the buildup factor depends on energy and has limited dependence on the mixing ratio. The QIFT program succeeded accenting for the experimental results even for expected values more than 4 *m.f.p* outside the thickness range.