



SY9900674

AECS-PR/RSS--227

317/R



الجمهورية العربية السورية

هيئة الطاقة الذرية

دمشق - حزيران ١٩٩٨

## تقرير عن دراسة علمية مخبرية

قسم الوقاية والأمان

تقدير سمك الرصاص المكافئ للكتل الانشائية (البلوك) المستعملة  
في بناء غرف التصوير بالأشعة السينية في القطر العربي السوري

السيد أحمد كعوش

السيد محمد خضر

السيد كرم ونوس

المهندس جمال سليمان

بإشراف

الدكتور محمد العودات

حزيران ١٩٩٨

هـ ط ذ س - و / ت د ع ٢٢٧

الجمهورية العربية السورية  
هيئة الطاقة الذرية

قسم الوقاية والأمان

تقدير سمك الرصاص المكافئ للكتل الانشائية (البلوك) المستعملة  
في بناء غرف التصوير بالأشعة السينية في القطر العربي السوري

السيد أحمد كعوش

السيد محمد خضر

السيد كرم ونوس

المهندس جمال سليمان

بإشراف

الدكتور محمد العودات

حزيران ١٩٩٨

هـ ط ذ س - و / ت د ع ٢٢٧

حقوق النشر :

يسمح بالنسخ والنقل عن هذه المادة العلمية للاستخدام الشخصي بشرط الإشارة إلى المرجع ، أما  
النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح بهما إلا بموافقة خطية مسبقة من إدارة الهيئة .

## Abstract الملخص

يعتبر تقويم كفاية التدريع في مخابر الأشعة السينية التشخيصية ، من الأمور البالغة الأهمية ، ذلك أن التدريع الكافي هو من أهم الوسائل التي تحقق قواعد الوقاية الإشعاعية المطلوبة ، لحماية العاملين الإشعاعيين وعموم الناس ، من مخاطر الأشعة المؤينة . هدفت هذه الدراسة إلى تقدير السمك المكافئ من الرصاص لأنواع البلوك والبيتون المستعملة في بناء مخابر التشخيص بالأشعة السينية في القطر ، إلى معرفة إمكان أخذ ذلك في الاعتبار عند حساب التدريع .

استعمل ، في الدراسة ، أنواع مختلفة من البلوك ( البلوك المفرغ والمصمت والهوردي ) وبسماكات مختلفة ، إضافة إلى البيتون ، وصفائح عيارية من الرصاص . وحسب السمك المكافئ من الرصاص للمواد المدروسة ، عند تطبيق فطيات مختلفة (هي : 65 و 85 و 100 و 125 و 150 كيلوفلط) على أنبوب الأشعة .

أوضحت النتائج أن أعلى قيم لسمك الرصاص المكافئ للبلوك المفرغ ، كانت عند تطبيق الجهد 100 كيلوفلط ، وبلغت 0.4372 و 0.7008 و 0.928 سم للبلوك المفرغ ذي السماكات 10 و 15 و 20 سم على التوالي . أما قيم السمك المكافئ من الرصاص للبلوك المعبأ والمصمت والبيتون ، فكانت أعلى منها في البلوك المفرغ بمعدل نحو 3.5 - 4.0 مرات للسماكة نفسها ، وعند تطبيق الجهد 100 كيلوفلط . كما كان سمك الرصاص المكافئ للبلوك الهوردي مماثلاً للبلوك المفرغ تقريباً .

أوضحت الدراسة ، أيضاً ، أن بعض المواد المستعملة في البناء ، كالبيتون والبلوك المصمت بسمك 15 سم ، لها سمك مكافئ من الرصاص يصل إلى 2.5 مم ، الأمر الذي لا بد من أخذه في الاعتبار عند حساب التدريع ، كما أوضحت أيضاً أنه يمكن الاستعاضة عن جزء من الرصاص المستعمل في التدريع ببعض أنواع البلوك أو البيتون ، إذا أظهرت الدراسات الاقتصادية أن لهذا الاستعمال جدوى اقتصادية .

## مقدمة :

ازداد، في الآونة الأخيرة ،استعمال الأشعة المؤينة في الفروع المختلفة للنشاط البشري ، من ذلك استعمال النظائر المشعة في الطب والصناعة والزراعة ولأغراض البحث العلمي ، إضافة إلى إنتاج الكهرباء وغيرها . وقد ارتبط هذا بإنتاج وتداول المواد المشعة مما نجم منه تزايد التعرض الإشعاعي سواء للعاملين في هذه المجالات أو لعموم الناس .

يؤدي التعرض للأشعة المؤينة إلى آثار ضارة في خلايا وأنسجة أعضاء الجسم المختلفة ، ويؤدي امتصاص الطاقة الإشعاعية إلى حدوث تهيج Excitation وتأين Ionization في الجزيئات المكونة للخلايا، ويستتبع ذلك تأثير مباشر، إذا أصيب أحد المكونات الهامة في الخلية ، أو تأثير غير مباشر ، إذا أصيب أحد الجزيئات المحيطة بمكونات الخلية ، مثل جزيئات الماء . ومن أهم الآثار التي تحدث للخلية ، نتيجة امتصاص الطاقة الإشعاعية : (1988 Yrmonenko , 1983Coggel , 1989 Moskaleu)

- الآثار القطعية Deterministic effects وهي التي تصيب جزيء الـ DNA والتي قد تؤدي إلى فقد الخلية لقدرتها على التكاثر أو إلى موتها . وتؤدي هذه الأضرار إلى أعراض مرضية واضحة ومتغيرة الشدة . ولهذه الآثار القطعية خاصية وجود عتبة للجرعة (Threshold dose) لحدوثها .

- الآثار العشوائية ، التي تنتج من تغير في الخلايا السليمة ، بسبب تأين إشعاعي منخفض ، عند تعرضها لجرع إشعاعية منخفضة. وتكون هذه الآثار الإشعاعية جسدية Somatic stochastic effects قد ينتج منها تحول سرطاني للخلايا والأنسجة المتعرضة ، أو وراثية Hereditary stochastic effects حيث يحدث التغير في الخلايا التناسلية (Gonadal cells) قد ينتج منها آثار عشوائية في سلالة الأفراد المتعرضين . وتعتبر خلايا الجنين ، أثناء عمليات الانقسام والتمايز والنمو ، ذات استجابة عالية جداً للآثار الإشعاعية ، وتعتبر مرحلة تكون الجنين من أكثر مراحل عمر الإنسان استجابة للآثار الإشعاعية ، ولأي مستوى من الجرع الإشعاعية . لهذا يكون لتعرض الجنين الإشعاعي عواقب سيئة ، نتيجة التشوهات الخلقية التي يمكن أن تترتب على ذلك .

يتوقف قبولنا لمخاطر الأشعة المؤينة ، على الفوائد التي تتحقق من استعمالها ، والأشعة المؤينة ، تعتبر الآن ، ضرورية في الرعاية الصحية ، إذ يمثل الطب الإشعاعي أداة تشخيص حيوية ، كما تساهم الأشعة المؤينة في معالجة الأورام الخبيثة . ولكن لابد من العمل على خفض الجرع الإشعاعية التي يتعرض لها المرضى والعاملون الإشعاعيون وعموم الناس إلى أدنى حدود ممكنة ، وذلك بإخضاع جميع الأنشطة التي تستعمل الأشعة المؤينة ، لمعايير الأمان الموضوعية من قبل المنظمات الدولية المختصة (1990 ICRP No.57 , 1991 ICRP No.60) .

## - الهدف :

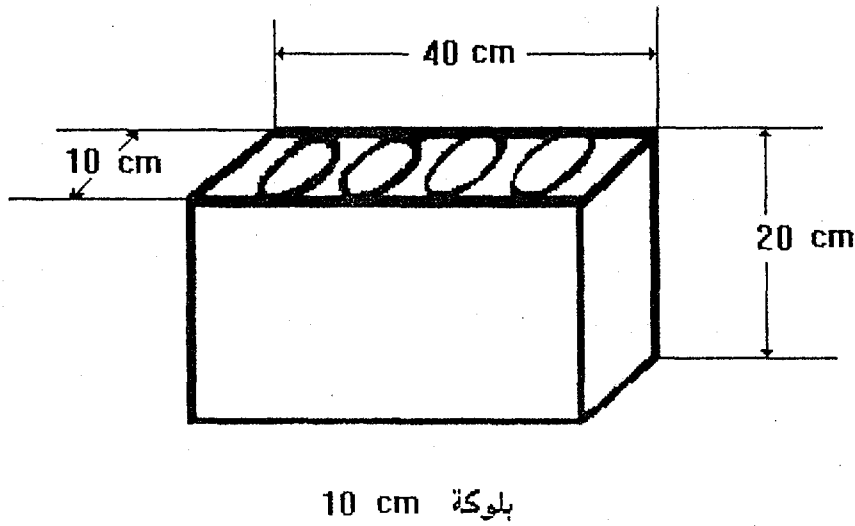
يعتبر تقويم كفاية التدريب ، في المخابر التي تستعمل الأشعة السينية في التشخيص ، من الأمور البالغة الأهمية ، ذلك أن التدريب الكافي هو من أهم الوسائل التي تحقق قواعد الوقاية الإشعاعية المطلوبة لحماية العاملين والجوار وعموم الناس من مخاطر الأشعة المؤينة . وقد هدفت هذه الدراسة إلى تقدير السمك المكافئ من الرصاص للبلوك المستعمل في القطر في بناء مخابر التشخيص بالأشعة السينية ، وإلى معرفة إمكان أخذ ذلك في الاعتبار عند حساب التدريب .

## أولاً-المواد والطرائق :

أ- استعمل في هذه الدراسة البلوك المحلي الذي يصنع من مزيج من الحصى والرمل الأبيض والإسمنت ، فتخلط هذه المواد بنسب : 4.4% إسمنت و 50% بحص و 45.4% رمل ثم يضاف إليها الماء . وشملت الدراسة نوعين هما أكثر أنواع البلوك شيوعاً وهما :

1- البلوك المفرغ بسمك 10 سم .

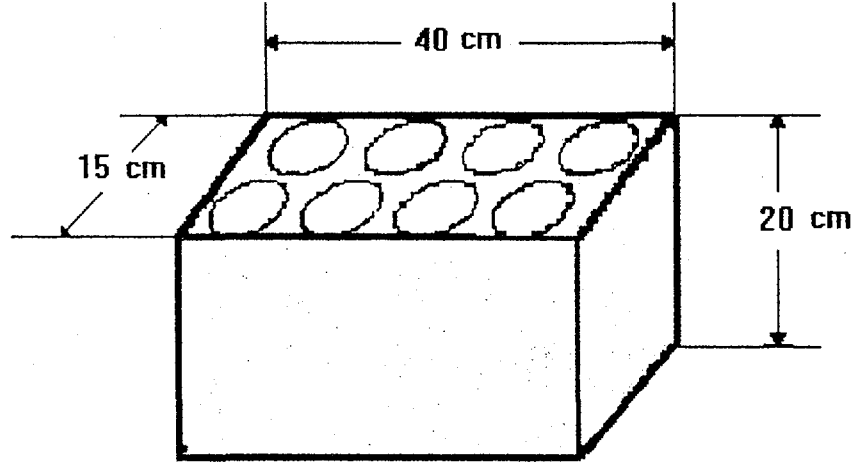
تبلغ أبعاد البلوكة الواحدة ، عادة ، 40 x 10 x 20 سم ، وتحتوي على أربعة فراغات ، ولكل فراغ شكل بيضي المقطع ، وبعده القطريان 7.5x7 سم وعمقه 18 سم ، وتتميز هذه الفراغات بكونها مفتوحة من إحدى جهتي البلوكة ومغلقة من الجهة الثانية ، كما أنها مفصولة بعضها عن بعض بحاجز سمكه نحو سنتيمتر واحد ( شكل- 1 ) :



الشكل (1)

2-البلوك المفرغ بسمك 15 سم .

تبلغ أبعاد البلوكة الواحدة ، عادة ، 40 x 15 x 20 سم ، وتحتوي على ثمانية فراغات مرتبة في صفين ، ولكل فراغ شكل بيضي المقطع ، ويبلغ بعده القطريان 5 x 7.5 سم وعمقه 18 سم ، كما أنها مفصولة بعضها عن بعض ومفتوحة من جهة واحدة فقط ( شكل - 2 ) :



بلوكة 15 cm

الشكل (2)

هذا وبين حساب متوسط الكثافة لنوعي البلوك السابقين أن لهما الكثافة نفسها تقريباً وقدرها 1,3 غ/سم<sup>3</sup>.

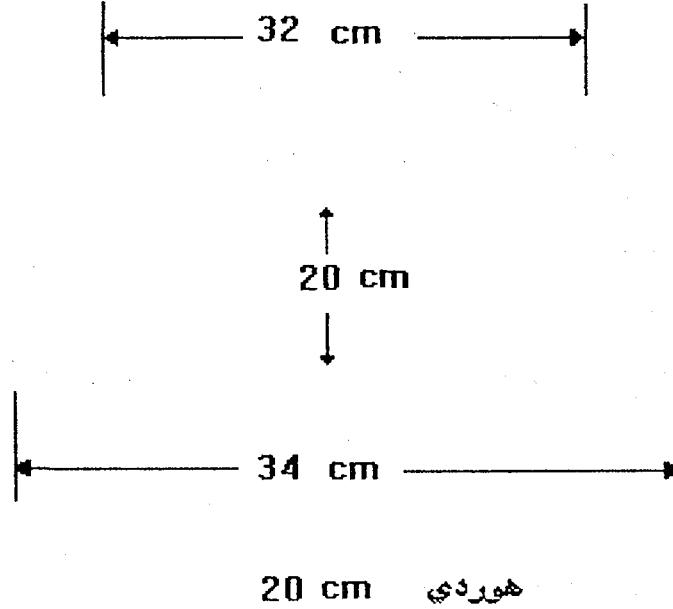
كما استعمل في الدراسة أيضاً الأنواع الأخرى من البلوك التي تستعمل في البناء في سورية وهي :

- بلوك مفرغ بسماكة 20 سم .

- بلوك من البيتون ، بسمك 6 و 10 و 15 سم ، والذي متوسط كثافته نحو 2,3 غ/سم<sup>3</sup> - بلوك معبأ (وهو بلوك مفرغ ملئت الفراغات فيه يدوياً بلا مكبس بالبيتون متوسط كثافته 2.3 غ/سم<sup>3</sup>) وبسمك 10

و 15 سم .

- بلوك مصمت (لا يحتوي على فراغات) وبسماكات 6 و 12 و 18 و 24 سم .
- بلوك هوردي المستعمل في تشييد الأسطح (شكل- 3) :



شكل-3

- ب- صفائح عيارية من مادة الرصاص العالي النقاوة ( 99.99 % ) بأبعاد 10x10 سم وبسماكات 0.28 و 0.55 و 1.01 و 2.02 مم

ثانياً-الأجهزة المستخدمة :

- 1- جهاز توليد أشعة سينية ثلاثي الطور ثابت الكمون (Constant Potential) من نوع فيليبس MGC 30
- 2- جهاز قياس الجرعة الإشعاعية UNIDOSE - PTW ومعه حجيرة التأين من نوع فارمر 600 cc
- 3-مولد ليزر لضبط المسافات وتحديد محور الساحة الإشعاعية .

### ثالثاً- القياس :

قيست النفوذية الإشعاعية تجريبياً ولسماقات مختلفة من صفائح الرصاص ، بواسطة جهاز توليد الأشعة السينية - فيليبس MGC 30 - عند الجهود 65 و 85 و 100 و 125 و 150 كيلوفولط وشدة تيار ثابتة قدرها 20 mA في جميع مراحل التجربة ، و قيس الخرج الإشعاعي بواسطة جهاز قياس الجرعة الإشعاعية UNIDOSE - PTW الموصل بحجيرة التأين - فارمر 600 cc . وضعت العينة أمام الحزمة الإشعاعية الصادرة عن جهاز توليد الأشعة السينية وعلى مسافة 25 سم من محرق الحزمة (البقعة المحرقة) وكان قطر الحزمة الإشعاعية على المادة المدروسة نحو 7 سم ، وضبط قطر الحزمة الإشعاعية باستعمال محدد ساحة دائري بقطر 3.3 سم ، جرى تثبيته على نافذة أنبوب الأشعة بحيث يبعد 17 سم عن محرق الحزمة الإشعاعية . كما وضع الكاشف (حجيرة التأين) على مسافة متر واحد من المحرق . استخدم أيضاً مرشحات من الألمنيوم بسمك 2 مم ، ثبتت على نافذة أنبوب الأشعة السينية في حالة الجهد 65 كيلوفولط وبسمك 2.5 مم في حالة باقي الجهود . جرى قياس النفوذية الإشعاعية لمختلف أنواع البلوك المدروس في الشروط السابقة نفسها التي قيست فيها نفوذية الرصاص ، وقد اختيرت نقطة القياس على البلوكة بحيث تعطي أعلى نفوذية من أي نقطة أخرى من البلوكة (المنطقة المفرغة في البلوكة ذات السمك الأقل) وذلك لإعطاء أقصى درجة أمان ممكن عند حساب القيمة المكافئة للبلوك من الرصاص . ورسم المنحني البياني للنفوذية بدلالة سمك الرصاص عند قيم الكيلوفولط المدروسة (كما في الشكل - 4) وأجري للمنحني البياني عملية ملائمة (Fitting) بتطبيق النموذج الرياضي الذي اقترحه (Archer et al. 1983) والذي يطبق بنجاح كبير على مختلف أنواع المواد المستخدمة في تدريع مخابر الأشعة السينية التشخيصية وذلك وفق المعادلة التالية (Archer 1983) :

$$B = [ (1+\beta/\alpha) e^{\alpha\gamma X} - \beta/\alpha ]^{-1/\gamma} \quad (1)$$

حيث :

B : النفوذية (تؤخذ من الجدول-1)

X : سمك الرصاص

$\alpha, \beta, \gamma$  : عوامل تعتمد على الكيلوفولط المطبق .



# X-ray transmission of lead

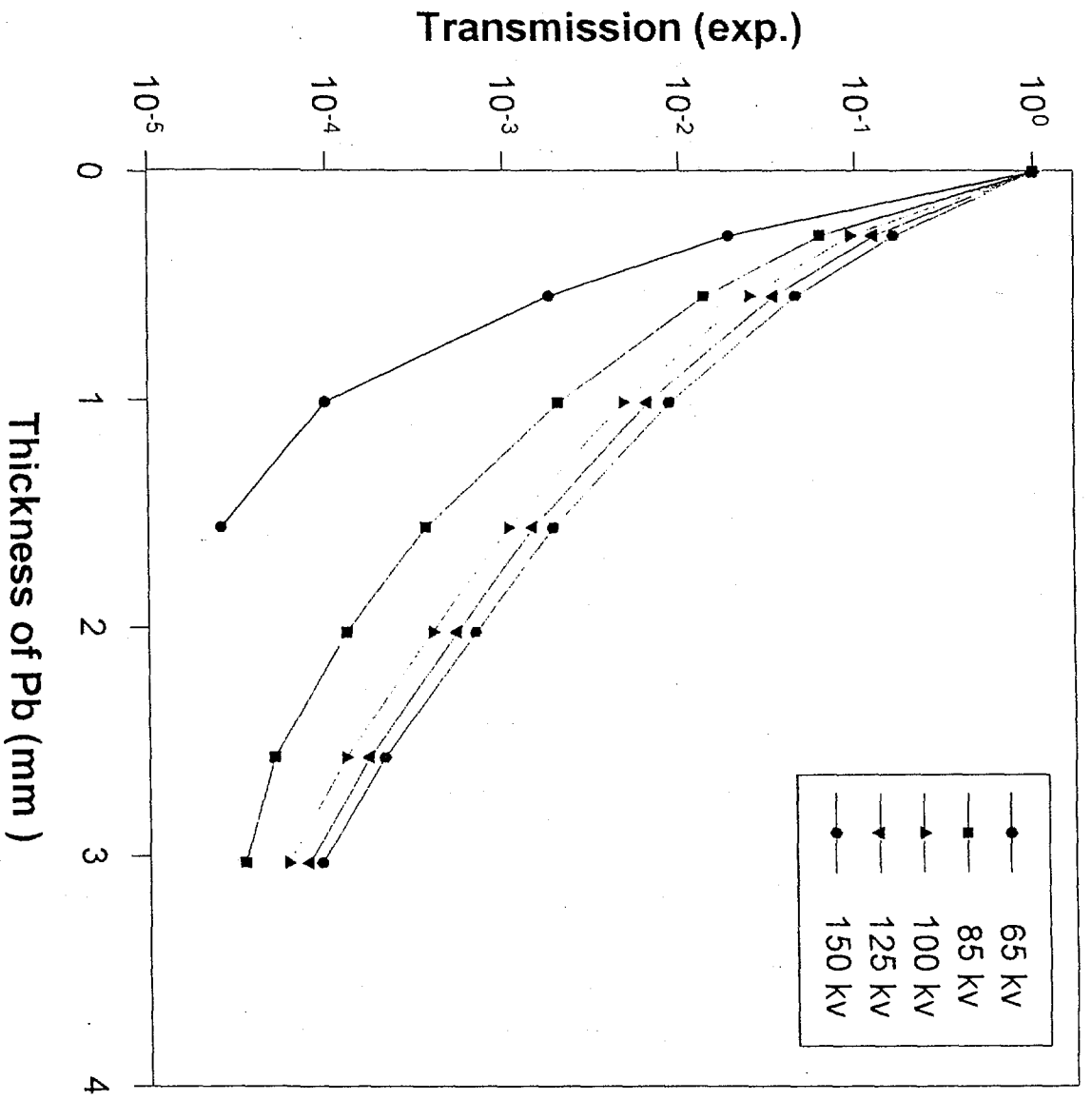


Fig. 4

وقدرت قيم المعاملات  $\alpha, \beta, \gamma$  عند قيم الكيلوفلط كافة باستخدام طريقة أصغر المربعات غير الخطية (Nonlinear Least Square) . وللحصول على سمك الرصاص المكافئ للبلوكية وضعت قيم النفوذية لعينات البلوك المدروسة عوضاً عن B في المعادلة التالية (2) :

$$X = 1/\alpha\gamma \ln \left[ \frac{B^{-\gamma} + \beta/\alpha}{1 + \beta/\alpha} \right] \quad (2)$$

#### رابعاً- النتائج والمناقشة:

يوضح الجدول (1) قيم النفوذية التجريبية المقيسة لسماكات الرصاص المختلفة عند تطبيق الجهود 65 و 85 و 100 و 125 و 150 كيلوفلط ، حيث يتضح أن زيادة سمك الرصاص تؤدي إلى خفض قيم النفوذية ، عند جميع الجهود المطبقة المستعملة في الدراسة ، ومن المعروف أن قيمة النفوذية تنخفض آسباً بزيادة سمك المادة وفق قانون التوهين التالي : (Johns 1983)

$$I = F I_0 e^{-\mu x}$$

حيث :

$I_0$  الشدة الإشعاعية بدون وجود حاجز أمام الحزمة الإشعاعية

$I$  الشدة الإشعاعية مع وجود حاجز أمام الحزمة الإشعاعية

$\mu$  معامل التوهين للمادة الموهنة للأشعة

$F$  معامل يأخذ بالحسبان الفوتونات المتبعثرة عن الحاجز

الجدول (1)

قيم النفوذية التجريبية لسماكات الرصاص عند الكيلوفلط الموافق

Tran.	Tran.	Tran.	Tran.	Transmission	Thickness
150 kV	125 kV	100 kV	85 kV	65 kV	(mm pb)
1	1	1	1	1	0
0.1645	0.1278	0.0939	0.0636	0.0193	0.28
0.0462	0.0349	0.0251	0.0139	0.001815	0.55
0.0088	0.0066	0.0048	0.0021	9.89E-05	1.01
0.0019	0.0015	0.0011	0.0004	2.55E-05	1.56
0.0007	0.0005	0.0004	0.0001	--	2.02
0.0002	0.0002	0.0001	5.00E-05	--	2.57
9.00E-05	8.00E-05	6.00E-05	3.00E-05	--	3.03

حسب السمك المكافئ من الرصاص ، ولجميع المواد المستعملة في الدراسة ، بتعويض قيم المعاملات  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  المميزة للرصاص (الجدول -2) والتي جرى تقدير قيمها كما ذكر في رأس الصفحة 8 في المعادلة (2) وكذلك بوضع قيم النفوذية B للبلوك في المعادلة نفسها .

الجدول رقم (2)

قيم المعاملات  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  المميزة لمادة الرصاص عند الكيلوفلط الموافق

kV	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
65	1.255	6.646	0.267
85	1.955	8.115	0.385
100	2.235	11.177	0.476
125	2.711	13.254	0.431
150	2.664	17.380	0.204

توضح النتائج (الجدول 3 والجدولان 4 و5 في الملحق) أن السمك المكافئ من الرصاص للبلوك المفرغ بسمك 10 و 15 و 20 سم - وهو الأكثر استعمالاً في البناء - قد اختلف تبعاً للكيلوفلط المطبق من جهة وسمك البلوك من جهة أخرى ، وراوح بين 0.3802 و 0.4372 سم للبلوك ذي السمك 10 سم ، وبين 0.5783 و 0.7008 سم للبلوك 15 سم ، وبين 0.738 و 0.928 سم للبلوك 20 سم ، كما

يلاحظ من الجدول نفسه أن أعلى قيم للسلك المكافئ من الرصاص ولأنماط البلوك المفرغ كافة ، كان عند الجهدين 85 و 100 كيلوفولط .

وأوضحت النتائج ، أيضاً ، أن قيم السلك المكافئ من الرصاص للبلوك المعبأ ، قد ارتفع ارتفاعاً كبيراً ، مقارنة بالبلوك المفرغ ، وبلغ نحو 3.5 مرة أكثر عند الكيلوفولط 100 .

والأمر نفسه كان بالنسبة للبلوك المصمت والبيتون ، حيث كانت قيم السلك المكافئ من الرصاص للبلوك المصمت بسلك 12 سم والبيتون بسلك 10 سم ، أعلى منها في البلوك المفرغ ، بسلك 10 سم ، بمعدل نحو 3.8 مرة عند الجهد 100 كيلوفولط . ويعود هذا الارتفاع الكبير في قيم السلك المكافئ من الرصاص للبلوك المعبأ والمصمت والبيتون ، مقارنة بالبلوك المفرغ ، إلى أن قياس النفوذية في البلوك المفرغ كان في منطقة الفراغات .

أما البلوك الهوردي فكان السلك المكافئ له من الرصاص ، قريباً من مثلها في البلوك المفرغ عند السلك والكيلوفولط نفسيهما ، وهذا يعود إلى أن قياس النفوذية فيه ، تم في منطقة الفراغ كما هي الحال في البلوك المفرغ .

يتوقف التقدير الدقيق للنفوذية الإشعاعية للمواد المختلفة المستعملة في التدريع - في مخابن الأشعة السينية التشخيصية - على قيمة الكيلوفولط المطبق ، والذي غالباً ما يراوح بين 60 و 90 كيلوفولط . فمثلاً وجد أن قيم النفوذية للرصاص بسلك 1.5 مم قد ازدادت بمعدل 4 مرات عند زيادة الكيلوفولط المطبق من 65 إلى 100 كيلوفولط . أما بالنسبة للمواد المستعملة في هذه الدراسة فنلاحظ أن هناك اختلافاً بيناً ، حيث أن قيم السلك المكافئ من الرصاص ، لهذه المواد ، تزداد بزيادة الكيلوفولط المطبق حتى الجهد 100 ثم تعود وتتناقص في الجهود 125 و 150 كيلوفولط ، إذ كانت قيم السلك المكافئ من الرصاص عند الجهد 150 كيلوفولط تعادل أو أقل منها عند الجهد 65 كيلوفولط . وتتوافق نتائج هذه الدراسة مع النتائج التي تم الحصول عليها في دراسات مختلفة (Binks,1955&Kaye et al.,1938&Trout and Gager, 1950, 1982 ICRP) الرصاص للبلوك الطيني (Clay brick) والبيتون (Concrete) والفولاذ (Steel) بلغت قيمتها الأعظمية عند الكيلوفولط 100 ثم انخفضت حتى 150 كيلوفولط . ونقتضي معرفة سبب هذا الاختلاف ، بين هذه المواد المستعملة في دراستنا والرصاص ، دراسات أكثر تعمقاً إذا قد يعود إلى طبيعة المواد الداخلة في تكوين أنواع البلوك المدروسة .

الجدول رقم (3)

قيم السمك المتوسط المكافئ من الرصاص (سم) للمواد المدروسة

نوع المادة المدروسة	السمك الوصفي للمادة	سمك الرصاص المكافئ عند الكيلوغلط المطبق				
		65	85	100	125	150
بلوك مفرغ	10 cm	0.3802	0.4309	0.4372	0.3992	0.3862
	15 cm	0.6040	0.7008	0.7077	0.6194	0.5783
	20 cm	0.758	0.906	0.928	0.799	0.738
بلوك معبأ	10 cm	-	-	1.589	1.200	0.987
	15 cm	1.748	2.331	2.458	2.089	1.888
بلوك مصمت	6 cm	0.625	0.725	0.816	0.634	0.589
	12 cm	1.303	0.855	1.685	1.296	1.154
	18 cm	1.677	2.434	2.681	2.132	1.898
	24 cm	1.757	2.891	3.428	2.921	2.697
بيتون	6 cm	0.915	1.110	1.145	0.979	0.895
	10 cm	1.323	1.603	1.663	1.399	1.260
	15 cm	1.747	2.553	2.733	2.345	2.133
بلوك هوردي	18 cm	0.724	0.859	0.877	0.758	0.702
	20 cm	0.835	1.002	1.028	0.877	0.807

#### خامساً- الاستنتاج :

تظهر هذه الدراسة أن لنوع البلوك المستعمل في البناء سمك مكافئ من الرصاص يختلف اختلافاً بيناً بين نمط وآخر ، ويصل في بعض النماذج إلى نحو 2.5 مم . ومن ثم فلا بد من الأخذ في الاعتبار ، نموذج البلوك المستعمل في البناء ، وذلك عند حساب التدريع المناسب في العيادات التشخيصية بالأشعة السينية .

كما أظهرت أيضاً ، أنه يمكن الاستعاضة عن جزء من الرصاص المستعمل في التدريع ببعض أنواع البلوك أو الببتون ، إذا أثبتت الدراسات الاقتصادية أن استعمال هذه المواد أكثر وفراً من استعمال الرصاص .

### كلمة شكر :

نتوجه بالشكر الجزيل إلى إدارة الهيئة وعلى رأسها السيد الدكتور المدير العام لهيئة الطاقة الذرية الدكتور إبراهيم عثمان لدعمه وتشجيعه الكبيرين على إنجاز هذا العمل ، كما نخص بالشكر السيد خالد والي لمساهمته في إجراء بعض القياسات .

### المراجع :

- 1- ICRP –No.57; 1990 , ICRP- No. 60; 1991 .
- 2-Transmission data for shielding diagnostic x-ray facilities ,Douglas J. S, Departement of Radiology , St., Luke's Medical Center, Milwaukee, WI 53201-2901 .
- 3-Archer, B. R., Thornby, J. I.; Bushong, S. C. Diagnostic x-ray shielding design based on an empirical model of photon attenuation. Health Phys. 44:507-517; 1983.
- 4- ICRP, 1982 Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine. Oxford. Pergamon Press, ICRP Publication 33, Ann ICRP 9:1-69, 1982 .
- 5- Binks, w. (1955). Protection against x rays and gamma rays in the industrial field . Br. J. ind. Med. 12, 153-161 .
- 6- Kaye, G. W. C., Binks, W. and Bell, G. E. (1938). The x-ray and gamma-ray protective values of building materials. Br. J. Radiol. 11, 676-685.
- 7- Trout, E. D. and Gager, R. M. (1950). Protective materials for field definition in radiation therapy . Am. J. Roentg. 63, 396-408 .
- 8- H.E. Johns, J. R. Cunningham The physics of radiology ,1983 .
- 9- Yrmonenko , C.P. 1988. Human and animal radioblogy . Press Migh . school Moscow
- 10- Coggle, J.E.1983. Biological effects of radiation. second ed. Tylor and Francis LTD. London .
- 11- Moskaleu , Y.I. 1989. Radiobiology . Press Energomisxzdad . Moscow .

-الملحق (بيان إحصائي لعينات البلوك المفرغ 15,10 سم)

الجدول رقم (4)

قيم السمك المتوسط المكافئ من الرصاص (سم) للبلوك المفرغ 10 cm

kV	65	85	100	125	150
Mean equivalent thickness of lead	0.3802	0.4309	0.4372	0.3992	0.3862
Stan. Deviation	0.0349	0.0425	0.0424	0.0342	0.0305
99%Conf.	0.0173	0.0218	0.0217	0.0175	0.0156
Quantity	31	29	29	29	29
Min.	0.3185	0.358	0.3643	0.3399	0.3328
Max.	0.4393	0.503	0.5148	0.4668	0.4491

الجدول رقم (5)

قيم السمك المتوسط المكافئ من الرصاص (سم) للبلوك المفرغ 15 cm

kV	65	85	100	125	150
Mean equivalent thickness of lead	0.604	0.7008	0.7077	0.6194	0.5783
Stan. Deviation	0.049	0.048	0.0442	0.0332	0.0289
99%Conf.	0.0226	0.0215	0.0198	0.0148	0.0129
Quantity	35	37	37	37	37
Min.	0.5153	0.6058	0.6196	0.5521	0.5203
Max.	0.7727	0.8108	0.7757	0.6705	0.6267

SYRIAN ARAB REPUBLIC  
ATOMIC ENERGY COMMISSION (AECS)  
DAMASCUS, P.O. BOX 6091



REPORT ON SCIENTIFIC LABORATORY STUDY  
DEPARTMENT OF PROTECTION AND SAFETY

DETERMINATION OF LEAD EQUIVALENT THICKNESS TO BUILDING-  
BLOCKS USED IN SHIELDING OF DIAGNOSTIC X-RAY ROOMS IN SYRIA

MR. A. KAWASH  
MR. M. KHEDR  
MR. K. WANNUS  
ENG. J. SOULIMAN  
SUPERVISED BY:  
DR. M. AL-**Q**UDAT