

## المسافة المثلى عند أعلى جرعة إشعاعية مسموح بها في غرف التصوير الإشعاعي الطبية

خالد علي إسماعيل

قسم الفيزياء - كلية التربية، جامعة تكريت، تكريت، العراق

( استلم 8 / 12 / 2007، قبل 26 / 2 / 2008 )

### المخلص:

تم في هذا البحث تحديد أفضل مسافة للحصول على جرعة تتفق مع أقصى جرعة مسموحة **Maximum Permissible Dose** للتعرض، إذ تم حساب المسافة الفاصلة بين مصدر الأشعة والجدران الأربعة وتبين أن أعلى قيم للمسافة الفاصلة تكون بين الجدار الرئيسي لغرفة التصوير الإشعاعي (1) ومصدر الأشعة بمسافات مختلفة ومعامل الأشغال لهذا الجدار  $T = 0.0625$ ، وتأتي بعدها المسافة الفاصلة بين الجدار الثانوي (2) ومصدر الأشعة والذي معامل الأشغال له  $T=1$ .

وتبين أن هذه المسافات تزداد بزيادة تيار أنبوبة التشغيل (I) وكذلك بزيادة مدة التشغيل الفعلي عندما تكون الحزمة موجهة نحو المريض (U). وتم إجراء عملية الموازنة **Fitting** لإثبات أن هذه المنحنيات هي دوال تناقصية وتخضع لقانون التربيع العكسي وتم استخراج المعادلة الرياضية التي تحكم هذه المنحنيات، وتم تحديد سمك الجدران في حالتين، الحالة الأولى إذا كانت الجدران مشيدة من الرصاص وفي الحالة الثانية هي ما يكافئ هذا السمك فيما لو كانت هذه الجدران مشيدة من الكونكريت، وتشيد الجدران من الكونكريت أفضل وذلك لاحتواء الرصاص على نسب سمية تؤثر على الإنسان والبيئة.

### المقدمة:

لسنة 1994 تقليل الجرعة السنوية الإشعاعية للعاملين في مجال الإشعاع إلى 20 mSv وللأشخاص العاديين 1mSv، أما في حالة المرضى الذين يتعرضون للإشعاع بسبب التشخيص أو العلاج فليس هنالك حدود للجرعات وهذا متروك لتقويم الفائدة والضرر من التعرض. لقد أثبتت التجارب أن مساحة الجسم المعرضة للإشعاع أن تقلصت من 100 cm<sup>2</sup> إلى 1cm<sup>2</sup> فإن الجرعة الإشعاعية اللازمة لكي تؤدي نفس الضرر يجب أن تكون 10 أضعاف.

### الجزء النظري:

#### غرف التصوير الإشعاعي:

بعد استخدام الأشعة السينية في المشافي الصحية عام 1905، عمدت بعض تلك المشافي إلى تغليف أنبوبة توليد الأشعة بدرع رصاصي واستعملت المرشحات للحزمة الإشعاعية بهدف تقليل التسرب الإشعاعي<sup>[8]</sup>. لتصوير منطقة الصدر Chest يتم توجيه جرعة من الأشعة إلى منطقة الصدر مصاحبة لجهد تشغيل مقداره 70 - 65 kV تقريباً وزمن تشيع Sec 10-7، والمسافة بين مصدر الأشعة والجسم 150 cm تقريباً، وبواسطة هذه الأشعة يمكن الحصول على صور للقلب أو الرئة والقصبات الهوائية وغيرها<sup>[9]</sup>، ولتصوير عظام الجسم يتم تسديد جرعة إشعاعية إلى المنطقة المراد فحصها مصاحبة لجهد تشغيل مقداره 85 - 75 kV، وزمن تعرض Sec 10-1، والمسافة بين مصدر الأشعة والعضو cm 80، وبذلك يمكن الحصول على صورة ليد أو ساق أو رقبة أو أية عظمة داخل الجسم البشري<sup>[10]</sup>. وان ظروف تشغيل الجهاز القسوى هي 150 kV بالنسبة للفولتية وأقصى تيار للجهاز 500 mA، وأعلى زمن للتعرض 1 min.

#### أنواع وأبعاد غرف التصوير الإشعاعي:

تصمم غرف التصوير بطريقة تتلائم مع العمل الذي يجري بداخلها وبإبعاد هندسية تخدم (أفضل ظروف تشغيلية) العمل المراد منها، إذ تصمم هذه الغرف في الطوابق الأرضية ويجب أن تكون حزمة الأشعة الموجهة نحو الأسفل (أرضية الغرفة) إن أمكن، أو الجدار الموجهة إليه الحزمة يجب أن يكون خلفه منطقة لا يتواجد بها أناس، وجميع الجدران يجب أن تدعم بحواجز Shield من الرصاص أو مادة ذات كثافة عالية، حيث يتم

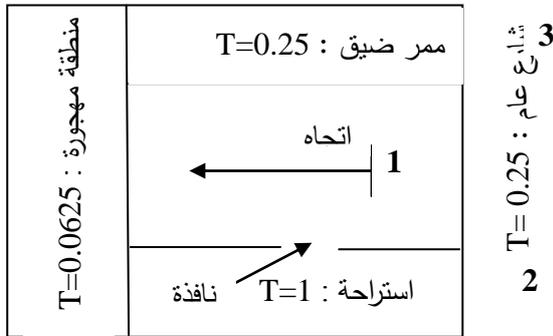
ساهمت الأشعة السينية مساهمة كبيرة في الكشف عن الكثير من الخفايا والظواهر العلمية في جميع المجالات الفيزيائية والكيميائية والطبية وما تزال حتى هذه اللحظة تقدم لنا الكثير من أسرار العلم، سواء في مجال التحريات الذرية والتراكيب الجزيئية للمادة، أو في مجال دراسة البنية البلورية، حيث من الممكن معرفة التركيب البلوري للأجسام الصلبة بدراسة حيود حزمة الأشعة السينية<sup>[1]</sup>. ولكن تطبيقات هذه الأشعة لا تخلو من المخاطر والأضرار نتيجة لما تحدثه من أثار سلبية على الكائن الحي والجسم البشري، فهي قد تسبب تشوهات خطيرة وإمراضاً سرطانية<sup>[2]</sup>...

ولأجل استخدام الأشعة السينية وأشعة كما في التطبيقات الطبية المختلفة (التشخيص الإشعاعي - المعالجة الإشعاعية - الطب النووي)، يتوجب علينا البحث عن أفضل الوسائل والطرق لاستخدامها دون ضرر أو خطر وبالشكل الأمثل. إذ من الضروري تخفيض الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها كل من المريض والفني في حقل الأشعة أثناء التطبيق<sup>[3]</sup> [4] وتطور مفهوم الجرعة الإشعاعية بتطور حياة الإنسان إذ أدرك الإنسان طبيعة الخطر الإشعاعي من مظاهر الأضرار التي حدثت له كاحمرار الجلد واحتقان العينين وتساقط الشعر وحدثت الأورام وحتى سنة 1925 لم يكن الإنسان قد توصل إلى الجرعة المسموح بها **Tolerance Dose**، وقد حدد هذه الجرعة 36 ميلي رونتكن/ ساعة (200 ميلي رونتكن في اليوم). وقد وجد أن هذه الجرعة يمكن أن تسبب احمرار الجلد **Erythema Dose**<sup>[5]</sup> وفي عام 1936 قللت هذه القيمة إلى 100 ميلي رونتكن يومياً. ومع زيادة مصادر الإشعاع في العالم خفضت الجرعة المسموحة إلى 50 ميلي رونتكن يومياً وذلك عام 1943، وبعد ذلك ادخل معامل النوع (المعامل البيولوجي النسبي) كعامل تأثير جديد في عالم الإشعاع. ومع تطور علو بيولوجيا الإشعاع حددت أقصى جرعة للعاملين في حقول الإشعاع حسب العلاقة الآتية<sup>[6]</sup>:

$$D = 5 (N - 18) \text{ rem} \dots (1)$$

حيث أن: N: عمر الشخص إذ لا يسمح للشخص دون عمر 18 سنة بالعمل في مجال الإشعاع لأن ذلك يحدث تأثيراً ضاراً جداً على جميع وظائف أجهزته الحيوية<sup>[7]</sup>. ومن توصيات المنظمة الدولية (ICRP)،

: معامل الاستخدام وهو يقدر الجزء من زمن تشغيل الأنبوبة و W : حمولة التشغيل وهو معامل يستخدم لقياس التشغيل الفعلي للأنبوبة وهو حاصل ضرب التيار في زمن التشغيل ووحده (ملي أمبير - دقيقة لكل أسبوع) و T : معامل الأشغال وهو ثابت يجب أن يضرب به معامل حمولة التشغيل . أن معامل الأشغال T يختلف من موقع جدار إلى آخر نسبة إلى كون الجدار رئيسي أم ثانوي ويكون الجدار رئيسي إذا كانت الحزمة الأشعة موجهة نحوه ، فتكون قيمة  $T=0.0625$  بالنسبة للجدار الرئيسي بشرط كون خلف هذا الجدار فراغ لا يتواجد به أشخاص (كثافة سكانية قليلة) ، وقيم T ثابت خاصة بغرف التصوير أشعاعي<sup>[13]</sup> . أما الجدار الثانوي (2) ، فان معامل الأشغال له  $T = 1$  وخلف هذا الجدار غرفة فني التصوير التي تحتوي على نافذة زجاجية مطعمة برصاص Lead Galass مطلة على غرفة التصوير . أما الجدار الثانوي (3) و (4) ، فمعامل الأشغال لهما هو  $T = 0.25$  ، إذ خلف الجدار (3) ممر داخلي قليل الكثافة السكانية ، وخلف الجدار (4) شارع عام قليلة الكثافة السكانية أيضاً ، والرسم أدناه يوضح غرفة التصوير أشعاعي المفترضة :



أن العلاقة (3) ، تستخدم للفولتيات التي اقل  $500 \text{ kV}$  (الأشعة الأولية) ، أما بالنسبة للفولتيات التي هي اكبر من  $500 \text{ kV}$  الأشعة المستطارة<sup>1</sup> وعلى فرض أن الأشعة تستطار بزوايا  $90^\circ$  على بعد واحد متر من الجسم المستطير مثل الجدران والمقاعد ونسبتها  $0.1\%$  من الجرعة الساقطة على المستطير وهذا سوف يؤدي إلى زيادة في قيمة دالة النفوذ (K) بمقدار  $1000$  مرة وبذلك تصبح قيمة المقدار (K) وحسب العلاقة<sup>[14]</sup> :

$$K = \frac{1000d^2 D}{FUT} \quad (4)$$

أما F فهو عامل مرتبط مع طاقة أشعة X- والجدول (1) ، يوضح ذلك .

الجدول (1) : قيمة العامل F دالة لطاقة

الأشعة المستخدمة

الطاقة E (kV)	العامل F
> 500	1
1000	20
2000	120
3000	300

وضعها داخل الجدران أثناء عملية البناء أو يتم تثبيتها ملاصقة للجدران ونافذة المراقبة التي يستخدمها فني التشعيع هي عبارة عن زجاج مطعم بالرصاص Lead Glass ، وتنقسم غرف التشعيع إلى غرف تشعيع طبية : تصمم هذه الغرف بحيث تتلامح وعملها ، حيث تكون هذه الغرف واسعة لتحتوي السرير الذي يستلقي عليه المريض وكذلك تكون المسافة الفاصلة بين أنبوبة التشعيع وجسم المريض بحدود  $150 \text{ cm}$  ، إذ تتراوح أبعادها من  $10 \times 6 \text{ m}$  إلى  $12 \times 8 \text{ m}$  ، وجدران هذه الغرفة مشيدة من مواد ذات كثافة عالية  $(\text{brick: } 1.8, \text{ Concrete: } 2.3, \text{ Lead: } 3.9) \text{ g/cm}^3$  ، ومن الممكن أن تحوي على أكثر من جهاز تصوير . وغرف تشعيع صناعية : أن هذا النوع من الغرف كثيرة ومتنوعة منها على شكل قاعات كبيرة يتم بداخلها فحص مواقع التشقق والصدوع لأنابيب النقل أو خزانات المواد ، ومنها بشكل غرف صغيرة تستخدم فولتيات عالية اكبر من  $150 \text{ kV}$  ، وهذه الغرف محاطة بجدران سميكة جداً ، وتوجد هذه المختبرات في مناطق نائية قليلة السكان . وغرف تشعيع بحثية : تصمم هذه الغرف بشكل مختبرات صغيرة الحجم تقريباً ، وتستخدم فولتيات قليلة نسبياً اقل  $50 \text{ kV}$  ، محاطة بجدران قليلة السمك مدعمة بعوارض shield<sup>[11]</sup> .

الحسابات :

قسمت الوكالة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) أنابيب توليد الأشعة السينية إلى مجموعتين من حيث خصائص الدرع<sup>2</sup> وبأنبوب وهما : الأنبوب التي تستخدم لغرض التصوير أشعاعي<sup>4</sup> ط في الدرع المغلف للأنبوب أن يكون قادراً على تقليل الجرعة المتسربة عبره إلى  $0.1 \text{ R}$  كحد أعلى داخل غرف التصوير . والأنابيب التي تستخدم في العلاج<sup>[12]</sup> ، فأنها يجب أن تمتلك غلافاً واقياً يخفض الجرعة إلى  $1 \text{ R}$  داخل غرف التصوير . أما بالنسبة للحوارج التي تستخدم للوقاية في العيادات والمستشفيات ، فتسمى بالدورح الهيكلية وهي تصمم للوقاية من الأشعة الأولية التي يطلقها المصدر والأشعة المستطارة عبر الغلاف المحيط خارج غرف التصوير . في الخطوة الأولى يتعين علينا حساب منحنيات تدعى هذه المنحنيات بـ (دالة النفوذ)<sup>[13]</sup> وهذه المنحنيات هي دالة لفولتية تشغيل جهاز الأشعة إذ تم حساب هذه المنحنيات وذلك باستخدام المعادلة (2) و (3) وبعد استخراج البيانات تم رسم هذه المنحنيات ولمعرفة السمك المكافئ لأية نقطة واقعة على هذه المنحنيات يتم تسقيط هذه النقطة على الاحداثي السيني في الرسم ونقطة التقاطع هذه تمثل سمك الجدار ، وبعد استخراج اسماك الجدران الأربعة على أبعاد معينة وعشوائية بين جهاز التصوير والجدار بعد ذلك يتم تثبيت اسماك هذه الجدران ، بعدها قمنا بتغيير المسافات الفاصلة بين الجهاز والجدران لمعرفة عند أي بعد (مسافة) يكون هذا السمك فعال (أي بعده تكون الجرعة متفقة مع الحدود المقرره) ، أما العوامل التي تؤثر على منحنيات فتمثلها المعادلة الآتية<sup>[14]</sup> :

$$K = \frac{D.d^2}{WUT} \quad (2)$$

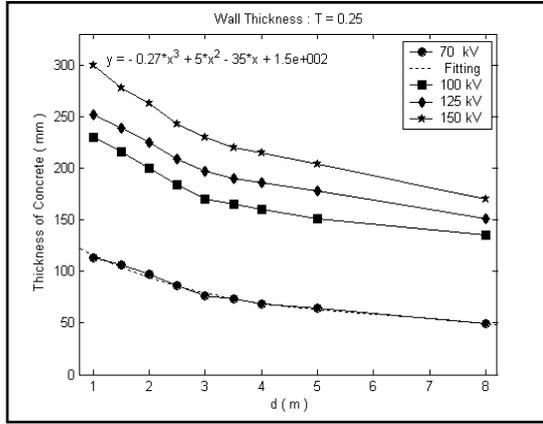
$$W = I.t \quad (3)$$

حيث أن K : دالة النفوذ عند فولتية معينة لجهاز الأشعة و D : الجرعة الناتجة من مصدر الأشعة ويجب أن تخضع لحدود أقصى قيمة للجرعة المسموحة و d : بعد الجسم عن مصدر الأشعة خلف الجدار الواقى و U

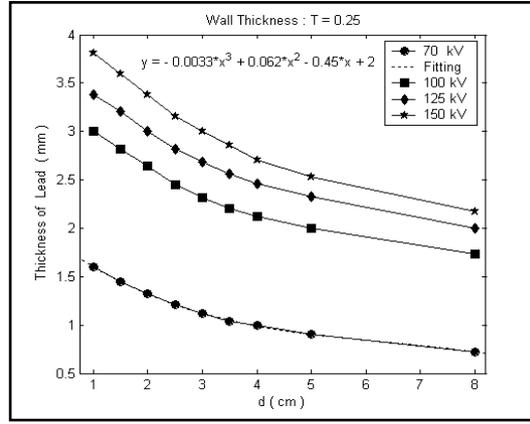
## النتائج والمناقشة :

والأشخاص المحيطون بتلك الغرفة إلى جرعة لا تتجاوز قيمة أقصى جرعة مسموح التعرض لها .

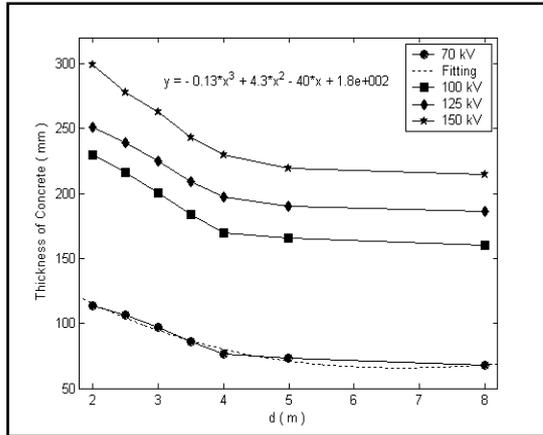
أن غرف التصوير أشعاعي يفضل أن تكون في بناية مكونة من طابق واحد أو أن تكون في الطابق الأرضي من البناية (المستشفى) ، ويجب تحديد المسافة بين الجدران الأربعة وجهاز توليد الأشعة لكي يتعرض المارة



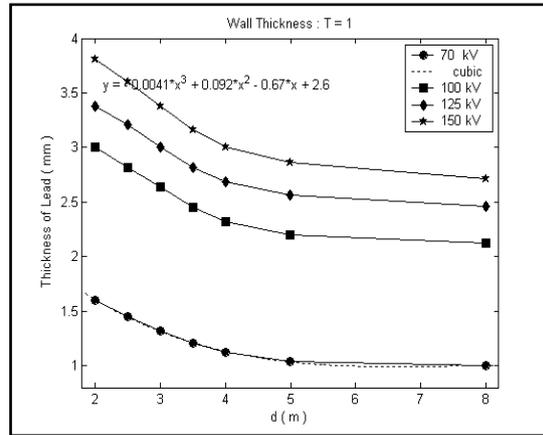
الشكل (٢) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الكونكريت



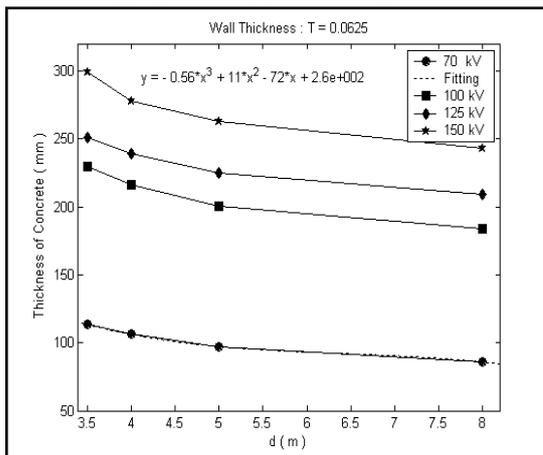
الشكل (١) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الرصاص



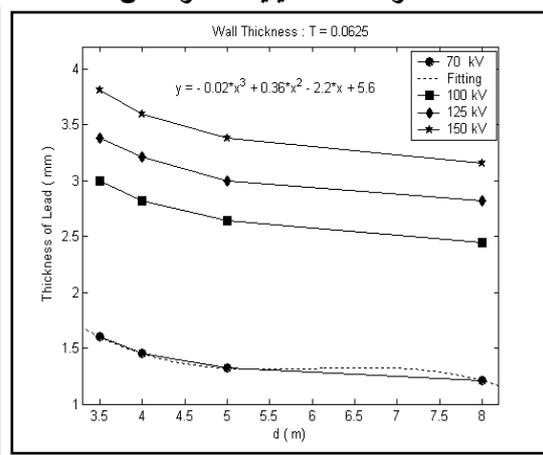
الشكل (٤) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الكونكريت



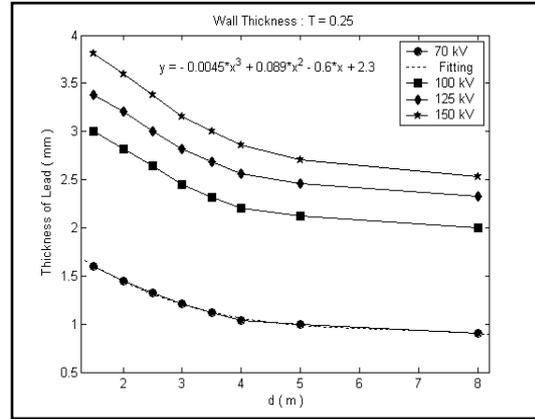
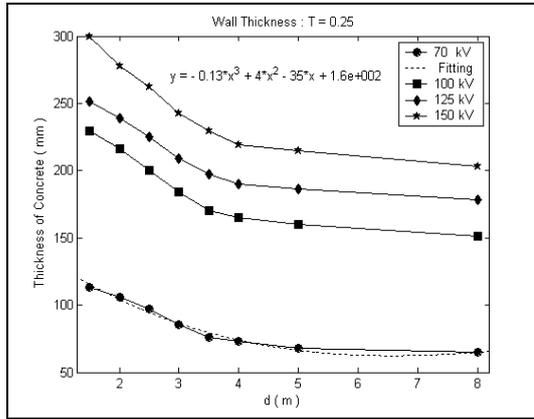
الشكل (٣) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الرصاص



الشكل (٦) : سمك الجدار الرئيسي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الكونكريت



الشكل (٥) : سمك الجدار الرئيسي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الرصاص



الشكل (٨) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الكونكريت

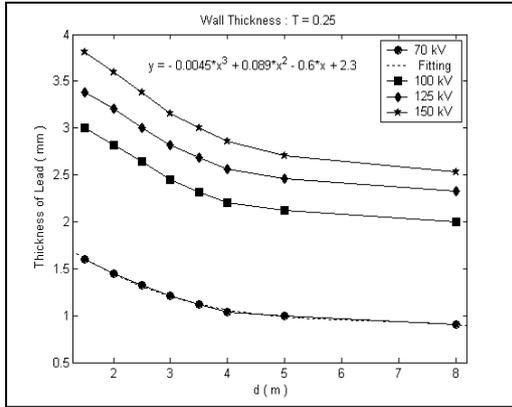
الشكل (٧) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الرصاص

الجدول (2) : سمك الجدار الثانوي لـ (الرصاص - الكونكريت) ، دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة

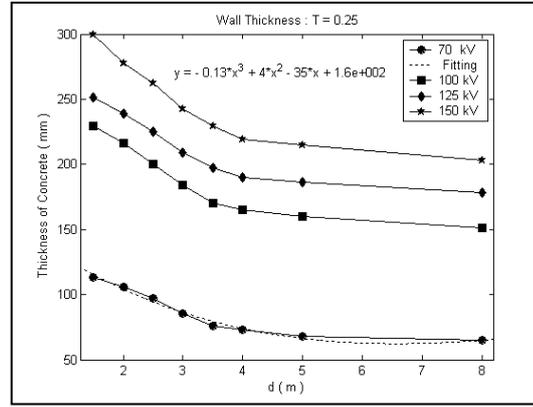
V=150 k volt			V=125 k volt			V=100 k volt			V= 70 k volt		
Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)
=	=	١	=	=	١	=	=	١	=	=	١
=	=	١,٥	=	=	١,٥	=	=	١,٥	=	=	١,٥
=	=	٢	=	=	٢	=	=	٢	=	=	٢
٢٩٩,٤	٣,٨١	٢,٥	٢٥١,٣	٣,٣٨	٢,٥	٢٢٩,٨	٣,٠	٢,٥	١١٣,٤	١,٦٠	٢,٥
٢٧٨,١	٣,٦٠	٣	٢٣٨,٧	٣,٢١	٣	٢١٦,٢	٢,٨٢	٣	١٠٦,١	١,٤٥	٣
٢٦٢,٤	٣,٣٨	٣,٥	٢٢٥,١	٣,٠	٣,٥	٢٠٠,٢	٢,٦٤	٣,٥	٩٧,٢	١,٣٢	٣,٥
٢٤٢,٨	٣,١٦	٤	٢٠٨,٩	٢,٨٢	٤	١٨٤,١	٢,٤٥	٤	٨٥,٨	١,٢١	٤
٢٢٩,٥	٣,٠	٥	١٩٧,٣	٢,٦٩	٥	١٦٩,٩	٢,٣٢	٥	٧٦,١	١,١٢	٥
٢١٩,٤	٢,٨٦	٨	١٨٩,٩	٢,٥٦	٨	١٦٥,٣	٢,٢٠	٨	٧٣,١	١,٠٤	٨

الجدول (3) : سمك الجدار الرئيسي لـ (الرصاص - الكونكريت) ، دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية

V=150 k volt			V=125 k volt			V=100 k volt			V= 70 k volt		
Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)
=	=	١	=	=	١	=	=	١	=	=	١
=	=	١,٥	=	=	١,٥	=	=	١,٥	=	=	١,٥
=	=	٢	=	=	٢	=	=	٢	=	=	٢
=	=	٢,٥	=	=	٢,٥	=	=	٢,٥	=	=	٢,٥
=	=	٣	=	=	٣	=	=	٣	=	=	٣
=	=	٣,٥	=	=	٣,٥	=	=	٣,٥	=	=	٣,٥
=	=	٤	=	=	٤	=	=	٤	=	=	٤
٢٩٩,٤	٣,٨١	٥	٢٥١,٣	٣,٣٨	٥	٢٢٩,٨	٣,٠٢	٥	١١٣,٤	١,٦	٥
٢٧٨,١	٣,٦٠	٨	٢٣٨,٦	٣,٢١	٨	٢١٦,٣	٢,٨٢	٨	١٠٦,١	١,٤٥	٨



الشكل (10) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الكونكريت



الشكل (9) : سمك الجدار الثانوي دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة السينية لـ الرصاص

الجدول (4) : سمك الجدار الرئيسي لـ (الرصاص - الكونكريت) ، دالة لبعده الجدار عن مصدر الأشعة

V=150 k volt			V=125 k volt			V=100 k volt			V= 70 k volt		
Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)	Coc. (mm)	Pb (mm)	d (m)
=	=	1	=	=	1	=	=	1	=	=	1
=	=	1,5	=	=	1,5	=	=	1,5	=	=	1,5
=	=	2	=	=	2	=	=	2	=	=	2
=	=	2,5	=	=	2,5	=	=	2,5	=	=	2,5
=	=	3	=	=	3	=	=	3	=	=	3
=	=	3,5	=	=	3,5	=	=	3,5	=	=	3,5
=	=	4	=	=	4	=	=	4	=	=	4
299,4	3,81	5	251,3	3,38	5	229,8	3,02	5	113,4	1,6	5
278,1	3,6	8	238,6	3,21	8	216,3	2,82	8	106,1	1,45	8

### الحالة الأولى :

الشكل (3) ، يمثل سمك الجدار الثانوي (2)  $T = 1$  ويلاحظ أن المسافة الفاصلة بين مصدر الأشعة وهذا الجدار تبدأ من (2) m ، وذلك لان المعادلة المستخدمة تعطي جرعة خلف الجدار تتفق تماماً أو اقل بقليل من أقصى جرعة مسموحة ، لذلك يتعين وضع الجدار على بعد (2) m أما في الحالات التي اقل من (2) m فان الجرعة خلف (بعد) الجدار عند هذا السمك ستكون اكبر من أقصى جرعة مسموحة ، وهذا يتطلب زيادة سمك الجدار عن السمك المحدد ، وهذا الجدار مشيد من الرصاص .

الشكل (4) ، يمثل سمك الجدار الثانوي (2)  $T = 1$  ويلاحظ أن المسافة تبد من (2) m أيضاً أما هذا الجدار فمشيد من الكونكريت ، وبأجراء المقارنة بين الشكلين (3) و (4) نجد ان سمك الجدار (4) هو 74 ضعف تقريباً بقدر سمك الجدار (3) كمعدل . أما سبب زيادة المسافة الفاصلة لجدار (2) عن الجدار (3) و (4) فيعود إلى معامل الأشغال (T) ، حيث أن نسبة التواجد خلف هذا الجدار تكون عالية (الفني والمراجعين) .

الشكل (5) ، يمثل سمك الجدار الرئيسي (1)  $T = 0.0625$  ويلاحظ أن المسافة الفاصلة بين الجدار الرئيسي ومصدر الأشعة تبدأ من (3,5) m ، أي أن الجرعة عند هذا البعد تكون متفقة مع أقصى جرعة مسموحة ، وهذا الجدار مشيد من الرصاص .

الشكل (6) ، يمثل سمك الجدار الرئيسي (1)  $T = 0.0625$  والمسافة الفاصلة أيضاً (3,5) m والجدار مشيد من الكونكريت ، وعند إجراء المقارنة بين الجدارين تبين أن سمك الجدار الكونكريتي 76 ضعف تقريباً بقدر سمك الجدار الرصاصي ، وان سبب جعل زيادة المسافة الفاصلة

تم فرض ظروف تشغيلية للجهاز كما يلي : شغل الجهاز بتيار أنبوية مقداره (I = 100) mA وزمن تشغيل لمدة ساعتين في الأسبوع ، أي حمولة تشغيل (W = 12000 mA - min/ Week) وتم استخدام قيم فولتية التشغيل (70 - 100 - 125 - 150) kV وبمعامل استخدام U = 1 .

الشكل (1) ، يمثل سمك الجدار الثانوي (3) و (4)  $T = 0.25$  على إبعاد مختلفة لهذين الجدارين من جهاز توليد الأشعة ، ويتضح أن جميع المنحنيات في هذا الشكل هي منحنيات تناقصية وهذا يتفق تماماً مع قانون التربيع العكسي Inverse square Law ، وتم رسم هذه المنحنيات لفولتيات مختلفة وذلك لان كل عضو من جسم الإنسان يحتاج إلى فولتية معينة عند اخذ صورة شعاعية له ، فضلاً عن الفروقات الفردية بين الأشخاص فالشخص النحيف والطفل يحتاج 65-75 kV مثلاً لأخذ صورة لمنطقة الصدر له بينما الشخص البالغ البدين يحتاج إلى (120-140) kV لأخذ نفس الصورة ، هذا في حالة كون الجدار مشيد من الرصاص .

الشكل (2) ، يمثل سمك الجدار الثانوي (3) و (4)  $T = 0.25$  أيضاً على إبعاد مختلفة وبفولتيات مختلفة وجميع المنحنيات تخضع لقانون التربيع العكسي . أما مادة هذا الجدار فهي الكونكريت . وبأجراء المقارنة بين الشكلين نجد أن سمك الجدار الكونكريتي 70 ضعف تقريباً بقدر سمك الجدار الرصاصي كمعدل، ليوذي نفس الحجب (أقصى جرعة مسموحة) .

الأولى نجد أن المسافة قد زادت من  $m$  (2) للحالة الأولى إلى  $m$  (2,5) للحالة الثانية وهذه الزيادة نفسها سواء كان الجدار مكون من الرصاص أو الكونكريت ، وسبب هذه الزيادة هو زيادة تيار أنبوية التشغيل . وبأجراء المقارنة بين بيانات الجدول (3) والشكلين (5) و (6) للحالة الأولى نجد أن المسافة الفاصلة قد زادت من  $m$  (3,5) إلى  $m$  (5,0) ، ونلاحظ أن هذه الزيادة اكبر من الزيادة السابقة وذلك لكون هذا الجدار رئيسي  $T = 0.0625$  .

**الحالة الثالثة :** في هذه الحالة تم زيادة معامل الاستخدام  $U$  من (1) في الحالة الأولى إلى (2) لدراسة التغيرات التي تظهر على النتائج .

الشكل (9) ، يمثل سمك الجدار الثانوي والمسافة الفاصلة هي  $m$  (1,5) لكي تخضع لأقصى جرعة مسموحة وهذه المسافة هي اكبر من الحالة الأولى شكل (1) ، وهذا يعني زيادة المسافة بزيادة قيمة ( $U$ ) ، وان هذه الزيادة هي نفسها عند زيادة ( $I$ ) الحالة الثانية . وهذا يعني أن الزيادة ( $U$ ) إلى الضعف تعطي نفس النتيجة عند زيادة ( $I$ ) إلى الضعف . هذا في حالة الجدار الرصاصي ونفس النتيجة تقريباً لجدار الكونكريتي شكل (10) . ومن المقارنة بين الجدولين (4) و (3) ، نجد نفس النتيجة تقريباً.

#### الاستنتاج:

تزداد المسافة الفاصلة بين مصدر الأشعة وجدران غرفة التصوير بزيادة تيار أنبوية الأشعة، أما زيادة فولتية أنبوية التشغيل فتؤدي إلى زيادة سمك الجدار . وأظهرت النتائج أن زيادة زمن التشغيل الفعلي لأنبوية ( $U$ )، يؤدي إلى زيادة المسافة الفاصلة وان هذه الزيادة هي مكافئة (مساوية) للزيادة الناتجة عن رفع التيار وذلك في حالات الزيادة المتساوية لكل منهما. وهذه الزيادة تكون اكبر في حالة الجدار الرئيسي من بقية الجدران.

لجدار الرئيسي (1) اكبر من الجدار الثانوي (2) و (3) هو كون حزمة الأشعة موجهة نحو هذا الجدار للسبب نفسه كان سمك الجدار الكونكريتي اكبر من الجدار الرصاصي. وفي جميع الرسومات تم إجراء عملية المواءمة (Fitting) لأحد المنحنيات لإثبات أن هذه المنحنيات تناقصية وتخضع لقانون التربيع العكسي وتم استخراج المعادلة الرياضية التي تحكم هذا المنحني ، وتم تحديد سمك الجدران على أبعاد معينة من الرصاص وما يكافئ هذا السمك فيما لو كانت هذه الجدران مشيدة من الكونكريت ويفضل الكونكريت وذلك لاحتواء معدن الرصاص على نسب معينة من السموم ، إذ يؤدي هذا العنصر إلى اضطرابات تناسلية وعصبية وتغيرات في السلوك والإدراك ونقص في إنتاج خضاب الدم ، فجميع أجزاء الجهاز العصبي لدى الإنسان تتأثر بهذا العنصر فضلاً عن توفر ورخص ثمن هذه المادة [15] [16]

**الحالة الثانية :** في هذه الحالة تم رفع تيار أنبوية التشغيل إلى  $mA$  (200) ، لدراسة التغيرات التي تطرأ على النتائج ( $W = 12000 \text{ mA} \cdot \text{min}/\text{week}$ ,  $U=1$ ) .

الشكل (7) ، يمثل سمك الجدار الثانوي (3) و (4)  $T = 0.25$  على مسافات مختلفة وفولتيات مختلفة ، ويلاحظ أن المسافة الفاصلة هي  $m$  (1,5) ، لكي تخضع لأقصى جرعة مسموحة وهذه المسافة هي اكبر من الحالة الأولى شكل (1) ، وهذا يعني أن زيادة تيار الأنبوية يؤدي إلى زيادة المسافة الفاصلة تحت نفس الشروط (هذا في حالة الجدار مكون من الرصاص) .

الشكل (8) ، يمثل سمك الجدار الثانوي (3) و (4) ،  $T = 0.25$  وبمسافة فاصلة  $m$  (1,5) ، أيضاً والجدار مشيد من الكونكريت . ومن إجراء المقارنة بين بيانات الجدول (2) مع الشكلين (3) و (4) للحالة

## المصادر :

- 10-Bone X-ray. Radiology". (2007).www.Radiology info. Org.
- 11- STUK. "Radiation safety in X-ray facilities". (2001). www. Stuk.fi
- ١٢- الأحمد ، خالد عبيد . "مقدمة في الفيزياء الصحية" ، دار الكتب للطباعة النشر ، جامعة الموصل . (١٩٩٣)
- 13-National Council on adiation Protection and easurements. X-RayProtection. ashington, DC: NCRP; NBS Handbook 15, NCRP Report No.6; (1947).
- 14-paul, chaloner. "Diagnostic X-ray facility shielding". Represented by the minister of health Canada. (2007)
- 15- Feldman. R. g, Hages. M. k, Younes. R, Aldrish. F. D. "Lead neuropathy in adults and children, Arch Neurol. (1977)
- 16-Walitsky. P. J, Yost. F. G. " The Relevance of current environment Issues to solder joint in microelectronics
- 1- snyder. L. R. "Introduction to X-ray powder iffractionmetry". (2004)
- 2- Knoll, G. E. "Radiation Detection and Measurement", John Wiley and Sons, Inc. (2000)
- ٣- العارف ، معـن صـفـاء . "فيزياء الأشـعـة التشخيصية" . الحامد للنشر والتوزيع . عمان . ٢٠٠١
- 4-Raymond,L. Murray. Neuclear Energy". Fifth ed. Raleigh, North Carolina (2000)
- 5-Faw, R.E and Shuttis, J.K. "Radiation Shielding Technology", Grange Park, IL: American Nuclear Society. (2005)
- 6- Lamarsh,J.R. "Introduction to Nuclear Engineering", Wesley ublishing Company, Inc. (1975)
- 7- Meredith. W. J and Massey. J. B. "Fundamental physics of radiology". John Wright. Bristol. (1977)
- 8- Shaker. J.G. "X-ray spectrum modification". M.Sc. thesis, the university of Aston in Birmingham. (1982)
- 9-Chest X-ray. "Radiology". (2007). www. Radiology info. Org. application".NEPCON west, Anaheim, CA, February 23-27. (1992)

## Optimum Distance Corresponds to Maximum permissible Radiation Dose in a medical X-ray Room

Khalid. A. Ismail

Physics Dept. - College of Education – Tikrit University

### Abstract

Throughout this research, the best distance was determined to get a dose which corresponds to the maximum permissible dose of exposure. The separate distance, between radiation source and the four walls of the X-ray room, was calculated. Accordingly, It was show that the maximum values of the separate distance occurs between the main wall (1) and radiation source with different distances. The occupation factor for this wall is  $T=0.0625$ . Then, becomes the separate distance of the second wall (2) from the radiation source which has  $T=1$  occupation factor. These distances were increased according to the increase of the operation tube (I) and the real operation time when the beam directed towards the patient (U). Thus, the fitting process was done to prove that these curves are represent functions which submit to the inverse square law. The mathematical equation which describe these curves was determined. Finally, walls thickness were determined in two cases: The first case refers to walls which built of lead. The second one refers to walls which built of concrete. Using Concrete walls is better than the first type because lead walls contains a poisonous proportion of lead which affect human being health and the environment