

حساب الجرعة النسبية الممتصة للجسم

عبر التدرّيع لعنصر السيزيوم

أنور أحمد محمد السامرائي

جامعة تكريت . كلية التربية / سامراء . قسم الكيمياء

الملخص:

في هذا البحث تم تطوير نموذج رياضي خاص بحساب عامل التراكم العددي في حساب الجرعة النسبية الممتصة ودراستها لمناطق متعددة من الجسم من خلال التوزيع الطيفي للحزمة الفوتونية المتفاعلة وغير المتفاعلة النافذة من شريحة التدرّيع . بين البحث احتمالية التعرض للجرعة الإشعاعية واختلافها من منطقة إلى أخرى في الجسم من حيث القيمة والسلوك عند تغير الأبعاد الهندسية للمنظومة و لشريحة تدرّيع من الحديد وتغير الجرعة كذلك عندما تكون الشريحة من الرصاص .

المقدمة:

تعرف الجرعة بأنها كمية الطاقة الممتصة لوحدة الكتل و يمكن التعبير عن ذلك رياضياً بالصيغة [1]:

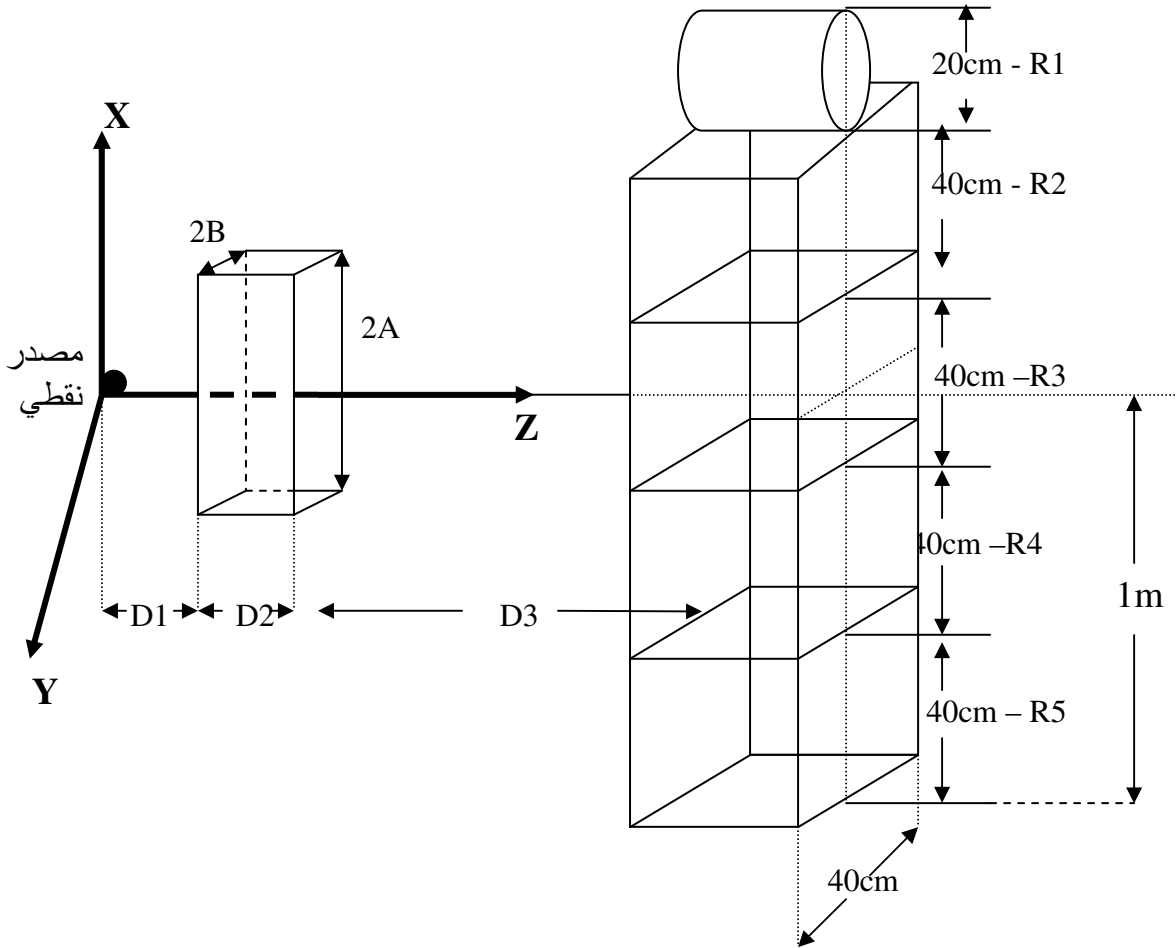
$$Dos = N.E.\mu_a \quad (1)$$

إذ : N عدد الفوتونات الساقطة و E طاقة الفوتون و μ_a معامل الامتصاص الكتلي للمادة. تم استعمال نموذج رياضي خاص بحساب عامل التراكم العددي لهذا الغرض [2] عن طريق إجراء تعديلات على هذا النموذج بما يتلاءم و حساب الجرعة ، إذ يوفر النموذج إمكانية معرفة التوزيع الزاوي للفوتونات الخارجة من شريحة التدرّيع مع معرفة طاقة هذه الفوتونات وبالتالي الحصول على موقع سقوط الفوتون وحساب الجرعة الناتجة عنه. أجريت العديد من الأبحاث لحساب الجرعة الممتصة ودراستها داخل الجسم نذكر منها ما قام به Burns & Raeside [3] و Berger [4] و Dale [5] في استعمال طريقة مونت كارلو لحساب الجرعة وتوزيعها لـ ^{125}I ، أما Will et al. [6] و Zhou & Inanc [7] فقد صاغوا نموذجين رياضيين لحساب الجرعة لمصدر نقطي لـ ^{137}Cs و ^{125}I في وسط مائي متجانس ، ومن الملاحظ إن جميع الأبحاث أعلاه اهتمت بدراسة الجرعة وتوزيعها داخل الجسم البشري وهي ذات أهداف طبية بحتة نظراً إلى استعمال الإشعاع في علاج الأورام. من البديهي أن السبب في استعمال النماذج الرياضية هو الوصول إلى معرفة حقيقة التصرف العلمي لظاهرة ما والتكهن بنتائج هذه الظاهرة في ظرف يصب فيها إجراء القياسات العملية ، وهذا يتم بطبيعة الحال بعد اختبار النموذج المقترح في ظروف يكون إجراء القياسات العملية ممكن ، لكون القياسات العملية هي الأساس في وصف الظاهرة ، ومن هنا جاء هذا البحث والذي يهدف إلى معرفة كمية الجرعة الممتصة من الجسم بوجود شريحة التدرّيع على وفق لمناطق سقوطها على الجسم والتغيرات الحاصلة عليها نتيجة لتغير الأبعاد الهندسية للمنظومة المفترضة ونوع الشرائح المستعملة في التدرّيع . وهذا يعين أي المناطق أكثر عرضة للإشعاع وكمية الجرعة الممتصة لتلك المناطق . أُجري القياس ضمن نطاق أبعاد المنظومة المفترضة لحساب عامل التراكم [2]، لنجاح المثال في حساب القيم النظرية للعامل بصورة مقارنة مع القيم العملية لعنصر ^{137}Cs وهذا ما شجع على حساب الجرعة الممتصة .

الحسابات والنتائج:

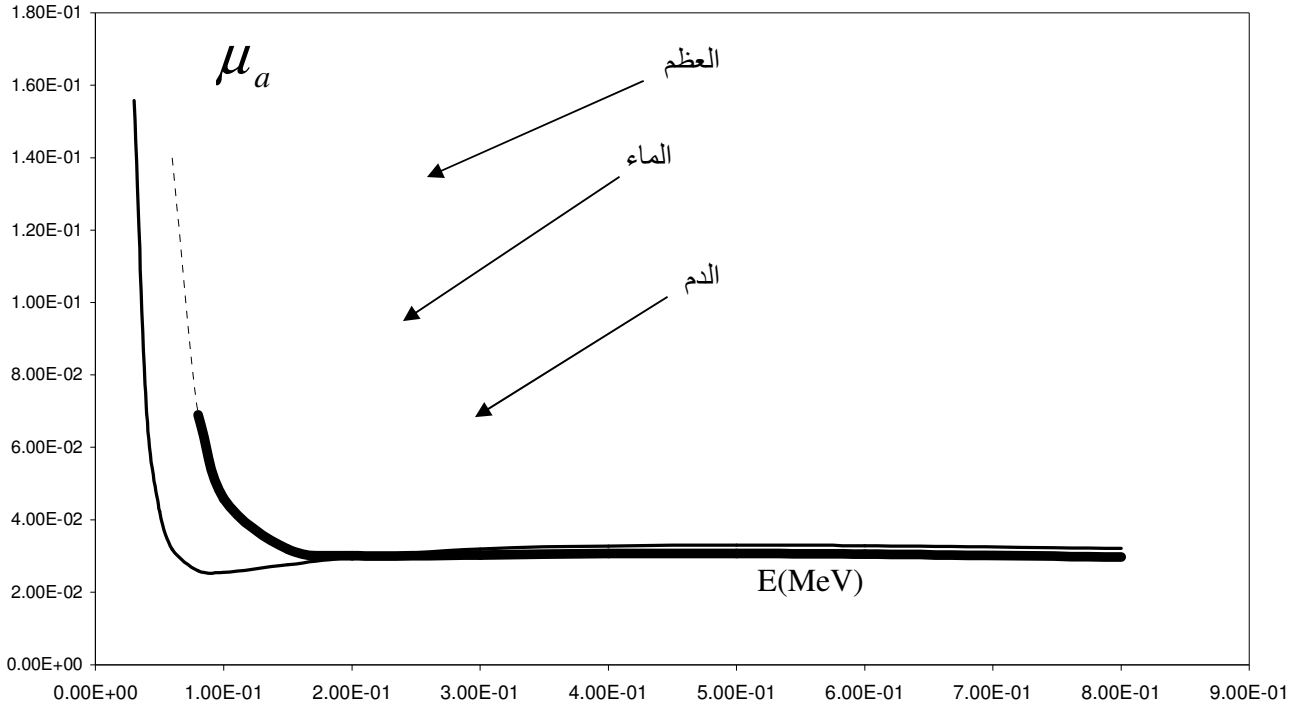
لغرض حساب الجرعة النسبية باستعمال برنامج عامل التراكم تم وضع الإضافات الآتية على البرنامج:

- 1- استبدال الكاشف ووضع شكل افتراضي يمثل جسم الإنسان أمام شريحة التدريع، قسم الشكل الافتراضي على خمس مناطق كما في الشكل (1) ، لدراسة توزيع الجرعة على الجسم ، ثم يعمل البرنامج على معرفة إحداثيات نقطة وصول الفوتون إلى الجسم وتحديد منطقة الامتصاص .



الشكل (1) يمثل المنظومة المفترضة في حساب الجرعة

٢- استعمال برنامج فرعي يحسب قيمة معامل الامتصاص الكتلي للماء بحسب بيانات المصدر [8] عند طاقة الفوتون الساقط على المنطقة المحددة من الجسم اذ يستعمل معامل الامتصاص الكتلي للماء بدلاً من معامل الامتصاص الكتلي لنسيج الجسم [7] ، للتقارب الكبير بين القيم ، كما في الشكل (2) ، الذي يوضح قيم معامل الامتصاص الكتلي للماء و العظم و الدم بحسب بيانات المصدر [8] ضمن مدى الطاقة المدروس . وهذا ما يثبتته التطابق في القيم المحسوبة في البرنامج للماء و العظم و الدم للجرعة النسبية الممتصة للمنطقة R3 ، كما في الجدول (1) .



الشكل (2) معامل الامتصاص الكتلي للماء و العظم و الدم كدالة لطاقة أشعة كاما

D2(cm)	الماء %	العظم %	الدم %
1	8.81	8.82	8.88
2	7.16	7.17	7.25
3	5.67	5.67	5.74
4	3.4	3.41	3.42
5	2.1	2.1	2.12
6	1.26	1.26	1.28

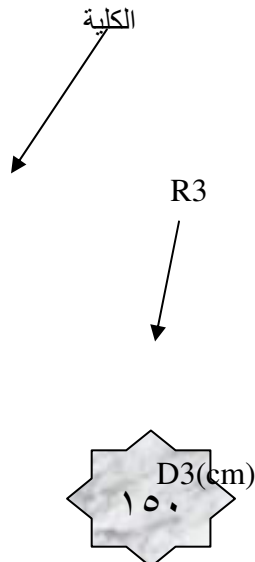
٣- يتم حساب الجرعة من خلال الاحتمالات الواصلة من تاريخ الفوتون ابتداءً من احتمالية النفوذ قبل أي تفاعل ثم الاحتمالات الواردة من التفاعلات ووضع عدادات خاصة لكل منطقة من الجسم . حسبت الجرعة الممتصة نسبةً إلى الجرعة الممتصة من المصدر وبذلك يمكن معرفة الجرعة الحقيقية اعتماداً على فعالية المصدر
تم حساب الجرعة النسبية باستعمال العلاقة:

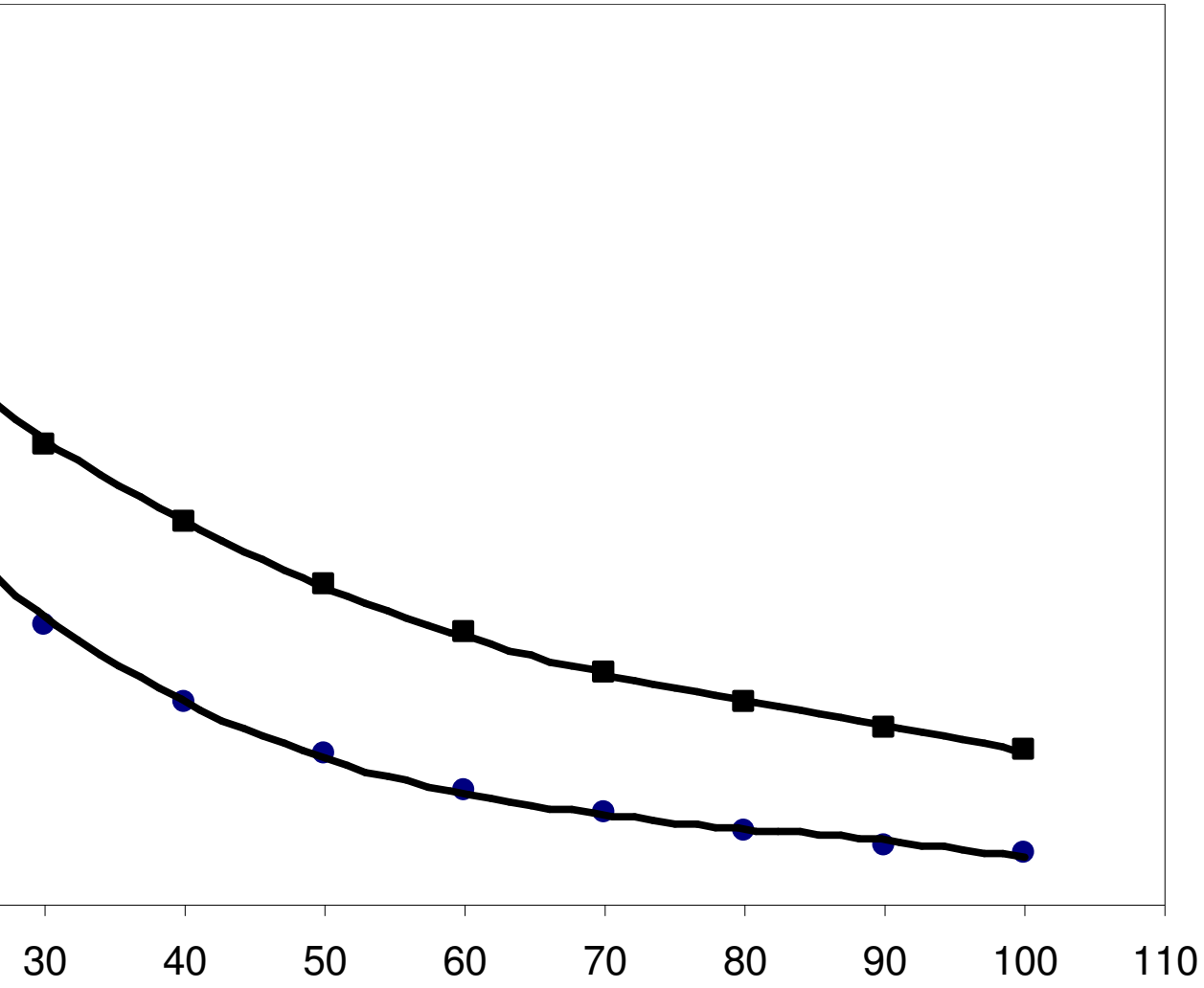
$$PDos = \frac{\sum_i W_i E_i \mu_{aw}(E_i)}{NE_0 \mu_{aw}(E_0)} \times 100 \quad (2)$$

إذ إن : W_i احتمال الفوتون الواصل ، E_i طاقة الفوتون ، $\mu_{aw}(E_i)$ معامل الامتصاص الكتلي للماء عند الطاقة E_i ، $N = 10^5$ وهي عدد الفوتونات المفترض انبعثها من المصدر (باتجاه الجسم فقط) في البرنامج ، E_0 طاقة المصدر لـ ^{137}Cs وهي مساوية إلى 0.662 MeV . اعتمدت قيم الأبعاد الهندسية لـ : $D2=3.47$ ، $D3=50cm$ ، $D1=10cm$ في حال ثباتها أثناء الحساب، في حين افترض $A=B=20cm$.

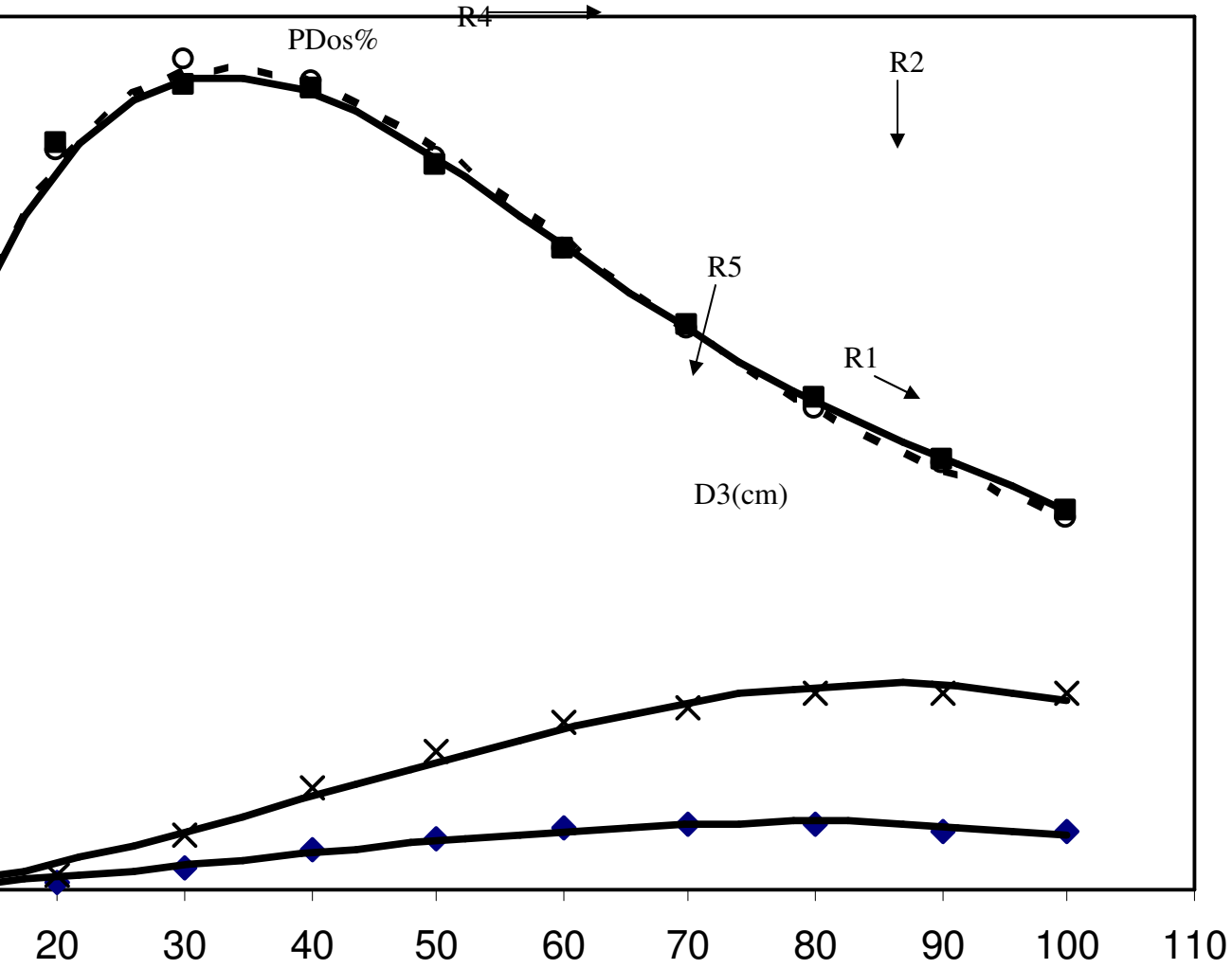
يوضح الشكل (3) قيم الجرعة النسبية الكلية الممتصة للجسم والجرعة النسبية الممتصة في المنطقة R3 عند تغير البعد D3 إذ تبلغ أعلى قيمة لها حينما تكون $D3=0$ وهي مساوية إلى 22,3 والناجمة من امتصاص المنطقة R3 والتي تكون ملاصقة لشريحة التدرج ، فيما تكون قيم الجرعة في المناطق الأخرى مساوية إلى الصفر (شكل (4)) .

PDos%





الشكل (3) الجرعة النسبية دالة للبعد D3: للمنطقة R3 ولجسم ككل



الشكل (4) الجرعة النسبية دالة للبعد D3: للمناطق R1,R2,R4,R5

بعد زيادة D3 تبدأ قيم الجرعة النسبية بالزيادة في المناطق R1,R2,R4,R5 ، لوصول الفوتونات الخارجة من شريحة التدرية وباتجاهات متعددة إلى هذه المناطق ، يلحظ من الشكل (4) أن قيم الجرعة في المنطقتين R2,R4 متساوية تقريباً وهي تنمو إلى أن تصل إلى أعلى قيمة لها عند D3=30 cm بعد ذلك تبدأ بالنقصان ، يفسر هذا السلوك نتيجة لزيادة احتمال وصول الفوتونات إلى المنطقتين R1,R5 نتيجة زيادة الزاوية المجسمة للفوتونات الخارجة من الشريحة . أما المنطقتان R1,R5 فتستمر الزيادة في الجرعة إلى أن تصل قيمة D3=70 cm

عند ذلك تثبت هذه القيمة ، لقلة تأثير البعد D3 على الزاوية المجسمة التي تغطي هاتين المنطقتين .

في الشكل (5) يمكن ملاحظة نقصان الجرعة والذي يحدث بصورة سريعة مع زيادة السمك وهذا الشيء متوقع نتيجة لحصول التوهين على حزمة الأشعة النافذة اعتماداً على المعادلة [9]:

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (3)$$

إذ إن I_0 شدة الأشعة الساقطة على السمك x

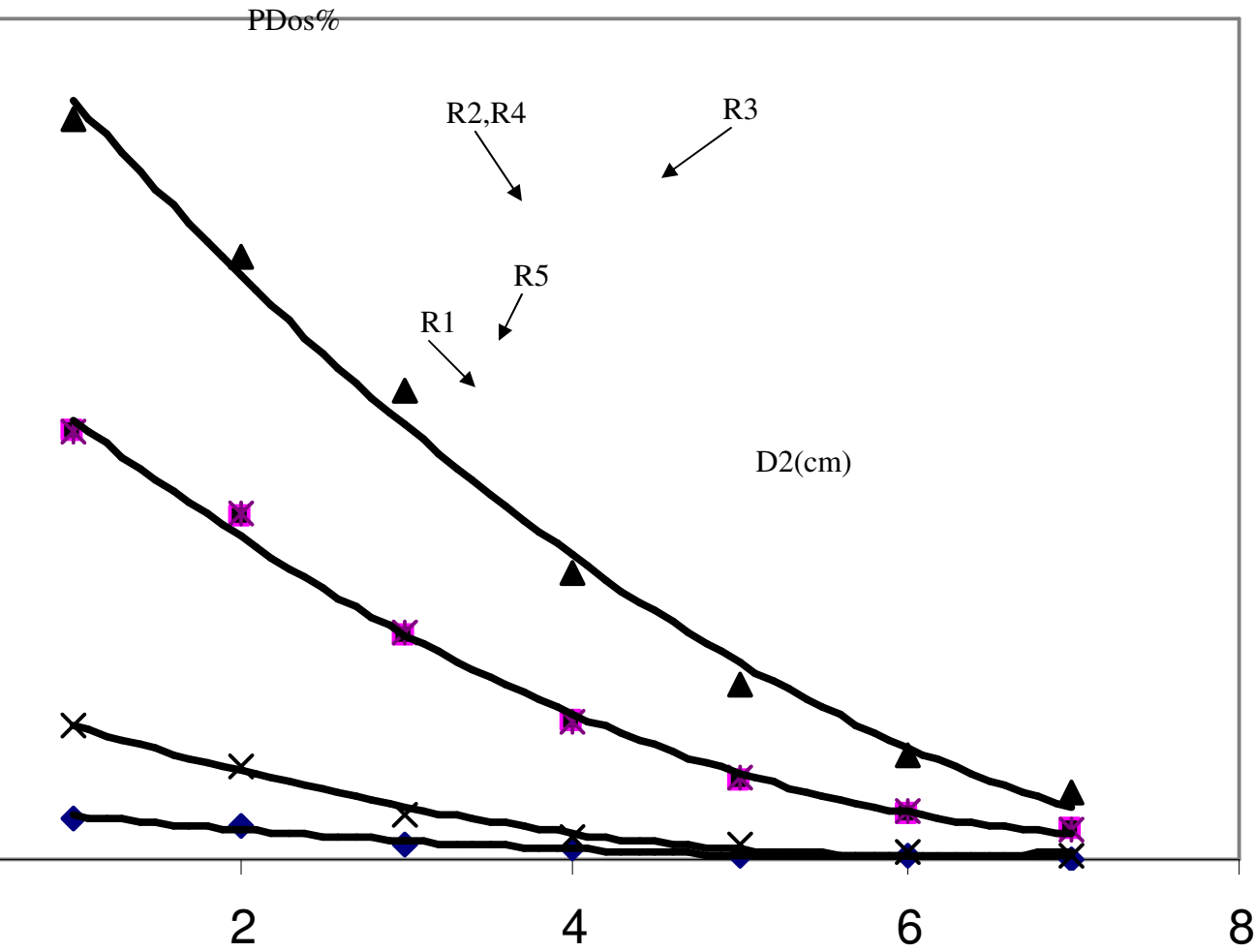
I شدة الأشعة النافذة من السمك x

$\mu(m^{-1})$ معامل التوهين الخطي للمادة ، $x(m)$ سمك المادة

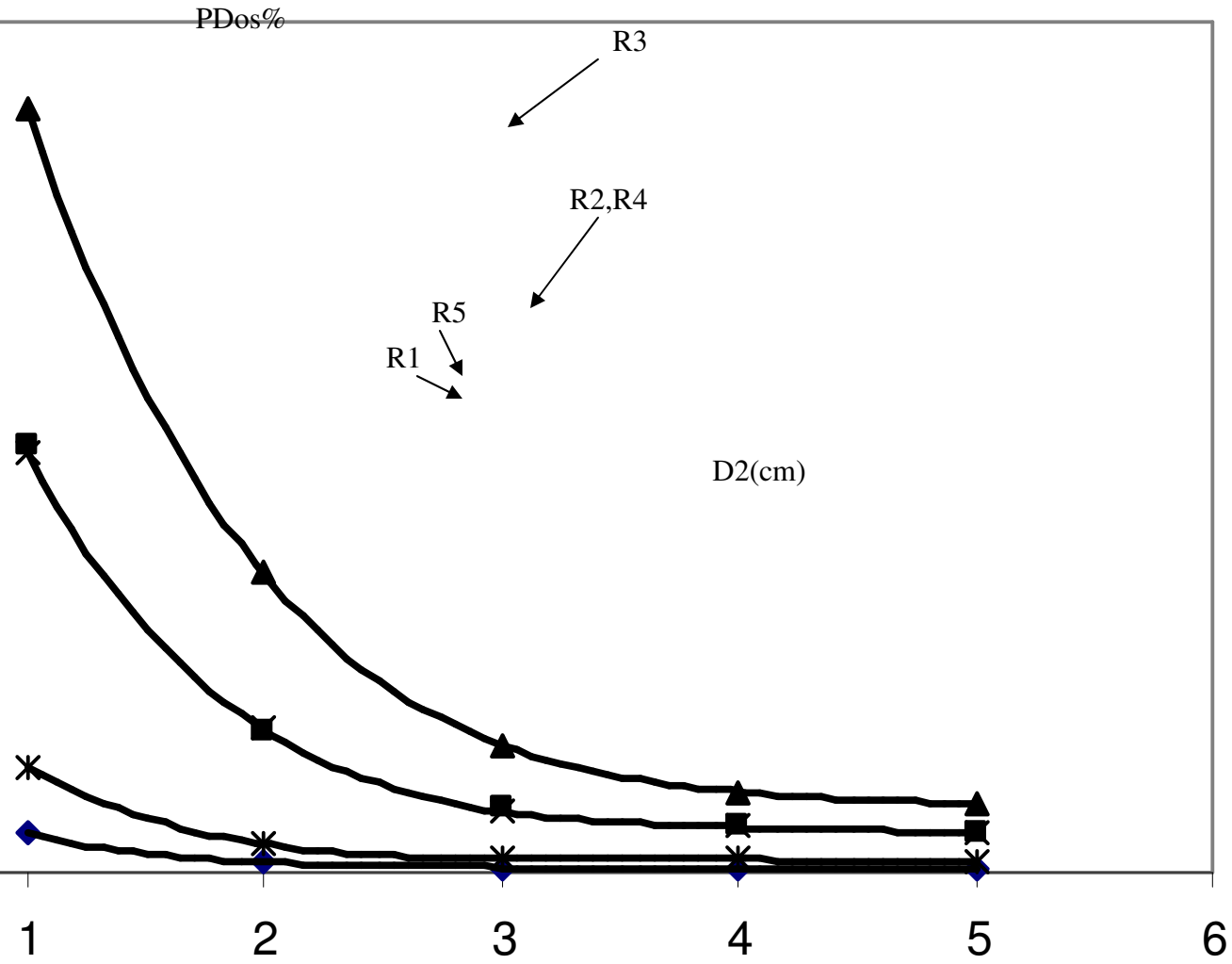
تحدث عملية نقصان في قيم الجرعة عند المناطق R2,R3,R4 بصورة أكبر مما هو عليه مع المنطقتان R1,R5 والسبب في ذلك أن زيادة D2 تؤدي إلى حصول التوهين ، كما مر سابقاً ، لكل المناطق ولكن احتمالية وصول الفوتونات إلى المناطق R1,R5 سوف تزداد نتيجة لزيادة عدد الاستطارات الممكنة للفوتون بزيادة سمك الشريحة .

يظهر نفس السلوك أعلاه عند استعمال الرصاص في التدريع ، كما في الشكل (6) ، ولكن قيم الجرعة أقل ، والسبب في ذلك أن معامل الامتصاص الكتلي للرصاص أعلى منه لحديد [8] وهذا يظهر من خلال الشكل (7) ، والذي يمثل تغير الجرعة النسبية الكلية الممتصة عند شريحة من الرصاص والحديد وبأسماك متعددة .

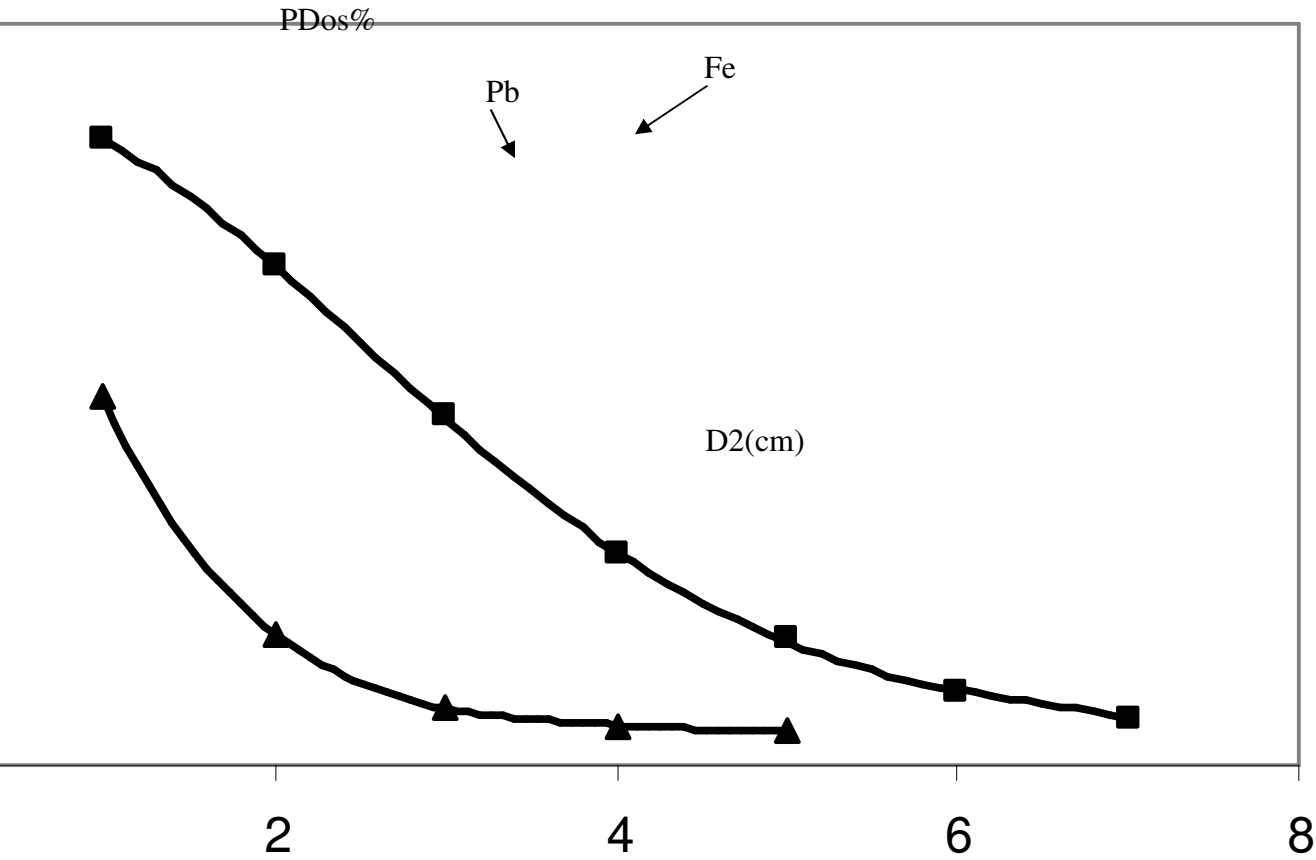
إن السلوك المتوقع عند زيادة D2 هو حصول تناقصاً اسياً اعتماداً على المعادلة (3) ، ولكن يجب الإشارة هنا إلى أن التناقص الاسي يحدث فقط للحزمة الضيقة، أي إن الفوتونات الواصلة إلى الجسم هي الفوتونات غير المتفاعلة، في حين اعتمدت حسابات البرنامج في هذا البحث على حساب جميع الفوتونات الواصلة إلى الجسم والتي من ضمنها الفوتونات المتفاعلة، وهنا يظهر تأثير عامل التراكم على كمية الجرعة الممتصة إذ يمكن ملاحظة التناقص لمادة الرصاص تكون أقرب إلى التناقص الاسي مما هو عليه مع الحديد ، لان عامل التراكم للحديد أكبر منه للرصاص [2] عند نفس الطاقة والمنظومة. من الملاحظ ان المنطقة R1 دائماً أقل المناطق جرعة والسبب يعود في ذلك أنها تقع أعلى الجسم (تمثل منطقة الرأس) ، والسبب الآخر كونها أقل المناطق مساحة فهي على شكل دائرة نصف قطرها 10 cm (الشكل (1)) .



الشكل (5) الجرعة النسبية دالة للبعد D2 للمناطق R1,R2,R3,R4,R5 لمادة الحديد



الشكل (6) الجرعة النسبية دالة للبعد D2 للمناطق R1,R2,R3,R4,R5 لمادة الرصاص

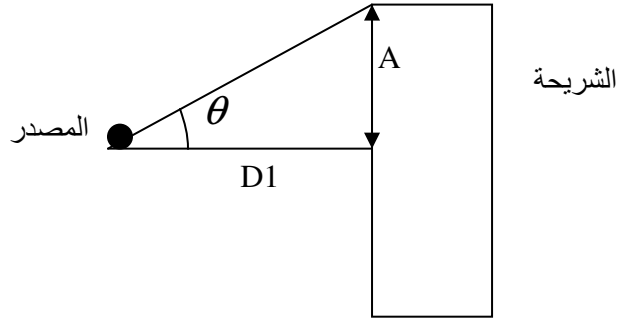


شكل (7) الجرعة النسبية الكلية للرصاص والحديد دالة لسمك الشريحة D2

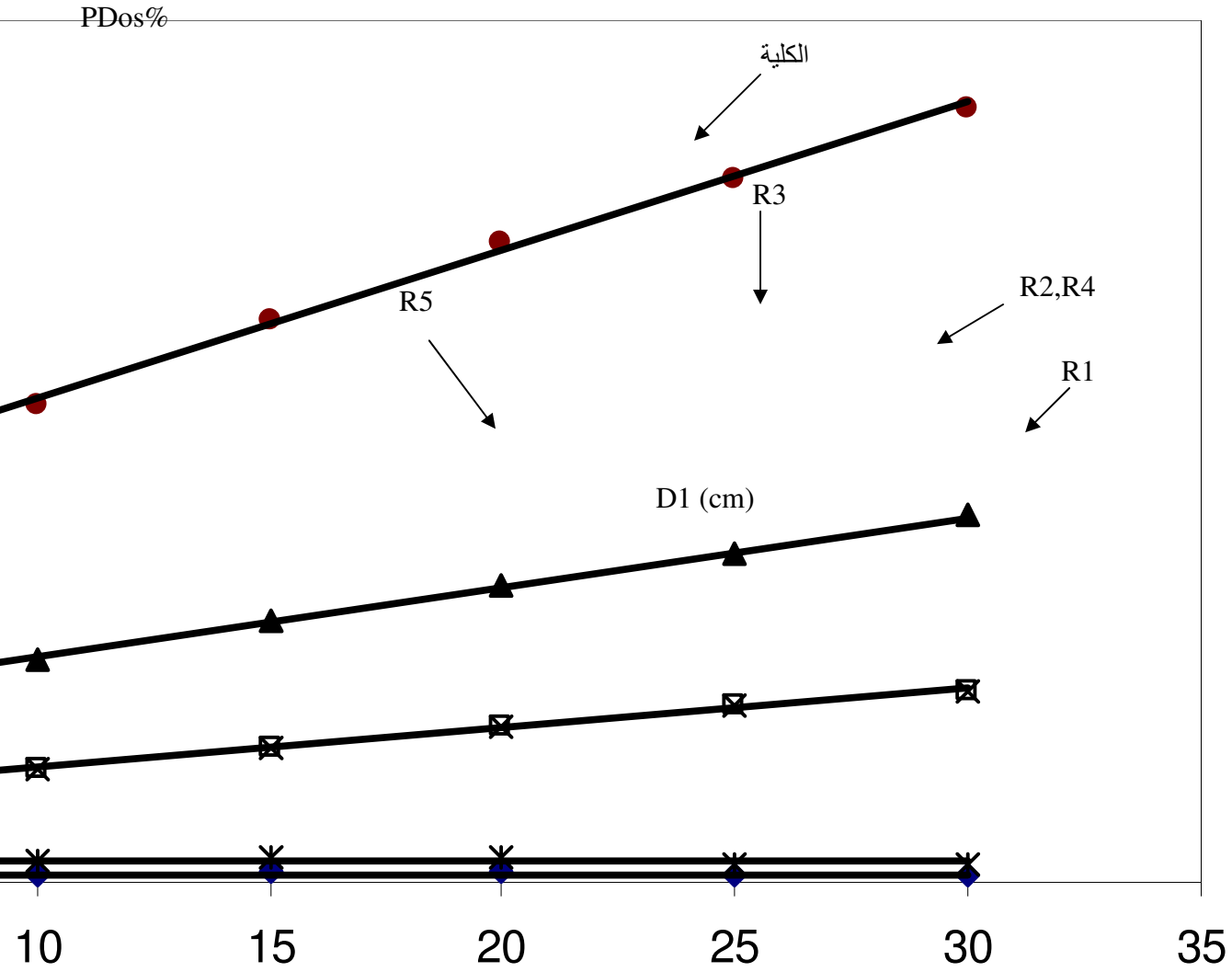
أما الشكل (9) فيظهر تغير قيم الجرعة النسبية حين تغير البعد D1 ، تزداد قيم الجرعة بزيادة البعد D1 وبشكل خطي، للنقص الحاصل في زاوية انتشار الحزمة إذ تم تغيير فرضية البرنامج المعد لحساب عامل التراكم من خلال حساب زاوية تسديد الحزمة من المعادلة (4) بدلاً من تحديدها مسبقاً ، حسبت زاوية تسديد الحزمة من المعادلة الآتية وكما في الشكل (8):

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{A}{D1}\right) \quad (4)$$

تحدد الزاوية θ نسبة الفعالية الحقيقية للمصدر ، ذلك أن عدد الفوتونات المنبعثة من المصدر (N) تنطلق ضمن مدى هذه الزاوية، في حين أن الفعالية الحقيقية لأي مصدر تنبعث ضمن المدى $180 \geq \theta \geq 0$.



الشكل (8)



الشكل (9) الجرعة النسبية دالة للبعد D1 للمناطق كافة لمادة الحديد

وهذا ما يفسر التغير الحاصل في قيم الجرعة المحسوبة إذ إن زيادة D1 تؤدي إلى زيادة تسديد الحزمة ضمن منطقة الجسم ، يظهر هذا الأمر بصورة واضحة مع المناطق R2,R3,R4 في حين تبقى المنطقتان R1,R5 من دون حصول أي زيادة ، لبقاء احتمالية وصول الفوتونات إليهما ثابتة نسبياً ضمن القياسات الحالية .

المصادر

- 1- Elias,E. Y.Segal and A.Notea , *Nucl. Inst. Meth* .Vol 131 (1975),307-314



- 2- As-Samaraey; A.A.M..*Calculation Of build up factor for conical gamma ray beam using Monte Carlo method* M.Sc.Thesis, Baghdad University, 2002.
- 3- Burns , G. S. and D. E. Raeside, *Med. Phys.* Vol. **14**, No. **3**, 1987.
- 4- Berger, M. J., *J. Nucl. Med.* MIRD Pamphlet 2, 1968.
- 5- Dale, R.G. *Med. Phys.* Vol. **10**, 176-183, 1983.
- 6- Williamson, J. F. R. S. Baker and Z.Li, *Med. Phys.*, Vol. **18**, No. **6**, 1256-1265,1991.
- 7- Zhou, C. F.Inanc *Report: Iowa State University for Nondestructive Evaluation* Ames,IA5000,USA.
- 8- XCOM, *National Bureau of Standards Report*, NBSIR-87.
- 9- Evans, R.D. *The Atomic Nucleus*, McGraw HILL New York (1955)