دراسة تاثير الاستطارة والتشتيت على معدل الجرعة المكافئة لدروع الالمنيوم والرصاص

*نبيل جنان بهنام**

استلام البحث 7، ايلول، 2009
قبول النشر 14، حزيران ، 2010

الخلاصة :
تم دراسة تاثير الاستطارة و للاشعة الثانوية المتولدة داخل المادة على معدل مكافئ الجرعة الاشعاعية باستعمال مصدري Co^{60} و Cs^{137} بفعالية MBq (199.8, 177.6) على التوالي **لاسماك مختلفة** لدروع (Al , Pb, Pb- glass) اظهرت النتائج ارتفاع معدل الجرعة عند ادخال تاثير الاستطارة بأستخدام دروع Al , Pb عند طاقة 1.25MeV لمصدر الكوبلت -60 .ويقل هذا التاثير لدرع الرصاص عند طاقة 0.662 MeV لمصدر السيزيوم -137. وبينت النتائج ان معدل الجرعة يتاثر بالعدد الذري لمادة الدرع فكان درع الرصاص المزجج الافضل حيث ابدى امتصاصية اكبر من بقية الدروع .

الكلمات المفتاحية : معدل الجرعة المكافئة ، الجرعة ، التشتت ، اشعة كاما

المقدمة :

تجرى معظم القياسات الكمية لكميات الاشعة المؤينة لغرض ايجاد او استعمال العلاقة العددية بينها وبين التاثيرات البيولوجية والكيمياوية او الفيزياوية المتولدة بفعل الاشعاع. ان تعامل الأنسان مع انواع مختلفة من الأشعاعات نتيجة التطور الهائل الذي حصل في مجال التقنيات النووية واستعمالاتها في مجال الطب والزراعة والصناعة وحفظ الاغذية لذا اصبح من الضروري المحافظة على سلامة بيئة العمل وحماية البشرية من خطر الأشعاع ويتضمن ذلك تحديد الجرع الأشعاعية ودراسة تأثيرها في المادة الحية والتي تعتبر ذات اهمية كبيرة للمحافظة على البيئة بصورة عامة .

هنالك عوامل مهمة يجب تحديدها وادخالها في حسابات الجرعة ومعدل الجرعة تتضمن معالجة تأثير الاشعة الثانوية وتفاعل الجسيمات المتولدة داخل المادة نتيجة للأستطارة المرنة وغير المرنة ومعالجة تاثير الامتصاصية الحاصلة للحزمة المخترقة للمادة من خلال حسابات المقطع العرضي للتفاعل Cross-Section .

ان مفهوم الجرعة dose قد تعني (الجرعة الممتصة –مكافى الجرعة – مكافى الجرعة المؤثرة)، ان التاثير الاشعاعي يحدث فقط عند انتقال الطاقة من الاشعاع الى بعض المواد التي يجري تشعيعها و من المحتمل ان يكون التاثير مختلفا فيما اذا اضيفت كمية معينة من الطاقة الى كتلة صغيرة من المادة بدلا من توزيعها على كتلة كبيرة ، واكثر كميات الاشعاع المقاسة هي كمية الطاقة المضافة مقسومة على الكتلة ذات العلاقة و تدعى بالجرعة الممتصة Absorbed Dose ، اما مكافئ الجرعة Dose Equivalent يمثل حاصل ضرب الجرعة الممتصة في ثابت يدعى عامل النوعية Q وهو كمية ثابتة تعتمد على نوع الاشعاع [2,1].

في اغلب الحسابات للجرع الاشعاعية يتم حساب الجرعة في الهواء و المادة دون الاخذ بنظر الاعتبار تاثير الاشعة الثانوية داخل المادة (تاثير الاستطارة Scattering) والتي تلعب دورا مهما في تحديد قيم الجرعة الاشعاعية ومعدل الجرعة .

استخدمت دروع من الرصاص بسمك cm (1.12-7.5) و الرصاص المزجج بسمك cm(1-7.52) والالمنيوم بسمك cm -3.3) (10بالدراسة الحالية .

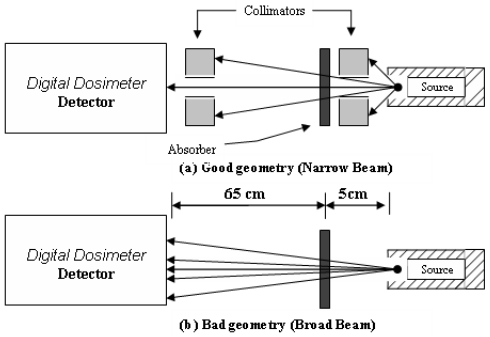
درس تأثير الاستطارة و الاشعة الثانوية المتولدة داخل المادة على معدل مكافئ الجرعة الاشعاعية **Dose Equivalent rate بوحدة (µSv/hr)** لدرع الرصاص لمصدري Co^{60} و Cs^{137} ودرع الالمنيوم لمصدر Co^{60} . كما تمت مقارنة تاثير نوع المادة على معدل الجرعة بأستخدام مصدر Co^{60} لدروع الالمنيوم والرصاص والرصاص المزجج .

وتبين الدراسة ان تشتيت الاشعة داخل المادة و الأشعة الثانوية المتولدة تلعب دورا كبيرا في تحديد معدل الجرعة الاشعاعية فهي تعتمد على طاقة المصدر المشع والتشتيت الخلفي ودرجة التناظر الهندسي لابعاد الدرع المستعمل والعدد الذري .

*قسم الفيزياء ، كلية العلوم للبنات ،جامعة بغداد ، جمهورية العراق

النظرية :

عند دخول حزمة من أشعة كاما في وسط مادي فإن كل فوتون في الحزمة سوف يكون أمامه أما ألا يتفاعل على الإطلاق أو أنه سوف يحذف كلياً من الحزمة بوساطة الامتصاص أو الاستطارة وهذا يؤدي إلى تضعيف أسي للحزمة يتناسب مع سمك الوسط الممتص[3]. إن توهين حزمة من أشعة كاما قد يكون توهين لشدتها أو توهين لطاقتها على طول المسار خلال الوسط [4] ، وبالتالي نحن امام نوعين من الحزم ، حزمة غير مستطارة شدتها تتضمن الفوتونات النافذة دون تفاعل نتيجة للترتيب الهندسي الجيد. وحزمة مستطارة تنتج بواسطة الترتيب الهندسي الرديء تشمل أشعة كاما المستطارة والأشعة الناتجة من خلال تفاعلات الحزمة مع الوسط الموهن. كما موضح بالشكل (1).



شكل (1) يبين كيفية الحصول على الحزمة المتفاعلة وغير المتفاعلة نتيجة الترتيب الهندسي الجيد والترتيب الهندسي الرديئ .

ان توزيع كثافة الفيض الاشعاعي ϕ ومعدل الجرعة D حول مصدر نقطي يكون متناظر كرويا وعندما لايوجد مادة ماصة يتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين نقطة القياس والمصدر الباعث للاشعاع حسب قانون التربيع العكسي [5] .

$$\phi = \phi_\circ \frac{R_\circ^2}{R^2} \quad .....(1)$$

R_o و R: المسافة الابتدائية و النهائية على التوالي ، $\phi_\circ$ و ϕ الفيض flux الابتدائي و النهائي .

$$D = D_\circ \frac{R_\circ^2}{R^2} \quad .....(2)$$

D ، D_o: معدل الجرعة الممتصة المكافئة الابتدائية و النهائية على التوالي .

الفيض المنبعث من مصدر نقطي يبعث فوتونات بدون درع Unshielded يعطى بالعلاقة:

$$\phi_P = \frac{An}{4\pi R^2} e^{-\mu x} \left(^{photon}/_{m^2.S}\right) .....(3)$$

μ (cm^{-1}) : معامل الامتصاص الخطي .
A : فعالية المصدر المشع .
n: عدد الجسيمات او الفوتونات .

معدل الجرعة لمصدر نقطي متناظرتعطى بالمعادلة [7,5,4] :

$$D_P = K \frac{A}{R^2} e^{-\mu x} .....(4)$$

K: ثابت معدل الجرعة لمصدر نقطي يعتمد على طاقة ونوع المصدر المشع [5,7] .

العلاقة بين معدل الجرعة الممتصة المكافئة الابتدائية والنهائية تعطى بالعلاقة التالية :

$$D_P = D_{oP} e^{-\mu x} .....(5)$$

حيث D_P ,D_{oP}: معدل الجرعة الممتصة المكافئة الابتدائية و النهائية على التوالي .

في حالة المصدر احادي الطاقة فأن العلاقة بين الجرعتين تعطى بالعلاقة[9,8,6, 5] :

$$D_{P.S} = D_{oP} B e^{-\mu x} .....(6)$$

وفي حالة كون المصدر يمتلك اكثر من طاقة تصبح المعادلة(5) بالشكل التالي:
حيث :

$$D_{P.S} = D_{oP} \sum_i B_i f_i e^{-\mu_i x} .....(7)$$

μ_i :معمل امتصاص المادة i.
B :عامل التراكم وهو ثابت يمثل مقدار التصحيح الاستطارة ويعتمد على العدد الذري وطاقة المصدر.
ان قيمة f تحسب من المعادلة التالية :

$$f = \frac{EN_i}{\sum_i E_i N_i} .....(8)$$

حيث E_i (MeV) تمثل طاقة الفوتون i المنبعث باحتمالية N_i .
من المعادلة 5 و6 نحصل :

$$D_{P.S} = B\,D_P \ldots\ldots (9)$$

ان المعنى الفيزياوي للمعادلة (9) هو ان الحزمة المستطارة (الحزمة العريضة) تساوي مقدار تصحيح الاستطارة (B) مضروبا بالحزمة غير المتفاعلة.

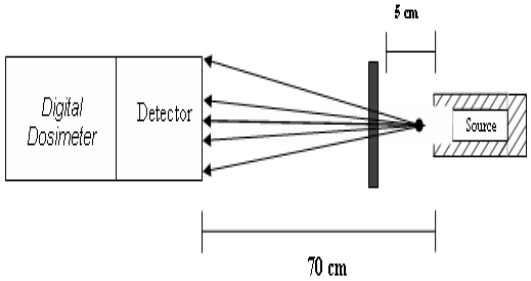
ان العمليات التي تحصل عند مرور الفوتونات خلال المادة هي عمليات معقدة كما أن بعض الخواص المتعلقة بهذه العمليات يمكن فهمها بتطبيق الميكانيك الكلاسيكي اي معادلات ماكسويل ولكن الوضع الفيزياوي الصحيح لا يمكن وصفه الا باستخدام النظريات الكهرومغناطيسية الكمية.ومن ابرز تفاعلات الفوتون مع المادة التاثير الكهروضوئي حيث يحدث امتصاصا تاما عند اصطدام الفوتون مع الكترون احد المدارات الداخلية للذرة (خاصة مدار K) ،أن معامل امتصاص الظاهرة الكهروضوئية يتناسب طرديا مع الاس الرابع للعدد الذري للمادة $\tau \propto Z^4$ والذي يسود في طاقات الفوتون الواطئة وللمواد ذات الأعداد الذرية الكبيرة [10]. بينما استطارة كومبتون تحدث استطارة غير مرنة للفوتونات مع الكترونات المادة الخارجية ، و معامل امتصاص استطارة كومبتون يتناسب طرديا مع العدد الذري للمادة $\sigma \propto Z$ ويسود لمدى الطاقات المتوسطة للفوتونات ، وللمواد ذات الأعداد الذرية القليلة [11,4].

اما بالنسبة الى ظاهرة انتاج الزوج فيحدث امتصاص تام لطاقة الفوتونات التي تزيد طاقتها عن $2m_oc^2$ عند تفاعلها مع المجال الكهربائي حول النواة و معامل أمتصاص انتاج الزوج يتناسب طرديا مع مربع العدد الذري للمادة $\kappa \propto Z^2$ ويسود لطاقات الفوتون العالية، وللمواد ذات الأعداد الذرية الكبيرة [12].ومجموع هذة الاحتماليات يمثل معامل الامتصاص الخطي المادة (cm^{-1}) μ [14,13,3].

المواد وطرائق العمل:

استخدم جهاز مقياس الجرعة لتهيئة المنظومة كما في الشكل (2) و تتكون المنظومة من الاجزاءالتالية:

1- مصدري الكوبلت Co^{60} و السيزيوم Cs^{137} بفعالية MBq (177.6,199.8) على التوالي.
2- عينات من دروع لمواد (Lead ، Glass ، Al) .
3- زوج من مسددات Collimators بقطر mm 7.5 .
4- جهاز مقياس الجرعة (Canberra InSpector 1000 Digital Hand-Held,).



شكل (2) الترتيب الهندسي لمنظومة حساب الجرعة المكافئة .

طريقة العمل:

1. تهيأ المنظومة للترتيب الهندسي الجيد كما في الشكل (1-a).
2. يثبت مؤقت جهازمقياس الجرعة لأختيار الفترة الزمنية المطلوبة للعد.
3. توضع القطعة الاولى من الدرع بعد المسدد من الطرف القريب للمصدر كما في الشكل (1-a) وتؤخذ القراءة $D_{P.O}$ بوجود المسدد (الترتيب الهندسي الجيد).
4. بعد اكمال باقي القياسات للدرع الاول تعاد القياسات بأستعمال الترتيب الهندسي الرديئ يوضع الدرع من الطرف القريب للمصدر كما في الشكل(1-b) وتؤخذ القراءة $D_{P.S}$ (رفع المسدد) لنفس الدرع.
5. تعاد الخطوات (3-4) لبقية الدروع .

النتائج :

رتبت نتائج الحسابات العملية لمعدل الجرعة المكافئة لدروع الالمنيوم والرصاص للترتيبين الهندسي الجيد والرديء ولمصدر الكوبلت- 60 بالجدولين (1) و(2)، بينما حسابات معدل مكافئ الجرعة لدرع الرصاص لمصدر السيزيوم -137 وضعت في الجدول (3) للترتيبين الهندسي الجيد والرديء ، اما والرصاص المزجج للترتيب الهندسي الرديء فوضحت قيم معدل الجرعة المكافئة في الجدول (4) لمصدر الكوبلت- 60 . استعملت معادلة رياضية بسيطة لحساب مقدار النسبة المئوية percentage division لانحراف قيم معدل الجرعة المكافئة للترتيب الهندسي الرديئ عن الترتيب الهندسي الجيد و تمثل نسبة الانحراف نسبة الاستطارة والتشتت في كلتا الحالتين من الترتب الهندسي كما في المعادلة التالية [15]:

$$p.d\% = \frac{D_{bad} - D_{good}}{D_{good}} \times 100 \quad \text{.....(10)}$$

اولا:- درع الالمنيوم عند طاقة مصدر Co^{60} 1.25MeV بفعالية 199.8MBq فكانت النتائج كما في الجدول التالي :

جدول (1) معدل الجرعة المكافئة لدرع الالمنيوم عند طاقة مصدر Co^{60} 1.25MeV بفعالية 199.8MBq للترتيبين الهندسيين الجيد والرديئ.

NO.	Thickness (cm)	Bad geometry D (µSv/hr)	Good geometry D (µSv/hr)	P.d %	material
1	3.3	96.646	76.652	26.084	Aluminum
2	4	114.866	69.081	66.277	
3	4.5	106.327	64.135	65.786	
4	5	98.420	59.544	65.289	
5	5.5	91.100	55.282	64.791	
6	6	84.323	51.326	64.289	
7	6.5	78.049	47.652	63.789	
8	7	116.826	44.242	164.06	
9	7.5	107.683	41.076	162.15	
10	8	99.251	38.137	160.24	
11	9	84.302	32.876	156.42	
12	10	71.589	28.341	152.59	

ثانيا: درع الرصاص عند طاقة مصدر Co^{60} 1.25MeV بفعالية 199.8MBq فكانت النتائج كما في الجدول التالي :

جدول (2) معدل الجرعة المكافئة لدرع الرصاص عند طاقة مصدر Co^{60} 1.25MeV بفعالية 199.8MBq للترتيبين الهندسيين الجيد والرديء .

NO.	Thickness (cm)	Bad geometry D (µSv/hr)	Good geometry D (µSv/hr)	P.d %	material
1	1.12	78.665	59.448	32	Lead
2	2.33	41.539	26.634	55	
3	3	28.444	17.086	166	
4	4.72	10.711	5.478	95	
5	5.29	7.7305	3.760	105	
6	6.48	3.971	1.716	131	
7	7.5	2.248	0.877	156	

ثالثا: درع الرصاص عند طاقة مصدر Cs^{137} 0.662 MeV بفعالية 177.6 MBq فكانت النتائج كما في الجدول التالي :

جدول(3) معدل الجرعة المكافئة لدرع الرصاص عند طاقة مصدر Cs^{137} 0.662 MeV بفعالية 177.6 MBq للترتيبين الهندسيين الجيد والرديء .

NO.	Thickness (cm)	Bad geometry D (µSv/hr)	Good geometry D (µSv/hr)	P.d %	material
1	1.12	9.0144	6.578	37	Lead
2	2.33	2.334	1.409	65	
3	3	1.105	0.600	84	
4	4.72	0.136	0.067	102	
5	5.29	0.0753	0.032	135	
6	6.48	0.016	0.007	128	
7	7.5	0.005	0.001	400	

رابعا : درع الرصاص المزجج لمصدر Co^{60} 1.25MeV بفعالية 199.8MBq للترتيب الهندسي الجيد والرديء.

استعمل درع الرصاص المزجج لغرض المقارنة النتائج مع بقية الدروع بثبوت الترتيب الهندسي وطاقة المصدر المشع وقد وضحت بالشكل رقم (4).

جدول (4) معدل الجرعة المكافئة لدرع الرصاص المزجج المصدر Co^{60} 1.25MeV بفعالية 199.8MBq للترتيبين الهندسيين الجيد والرديء .

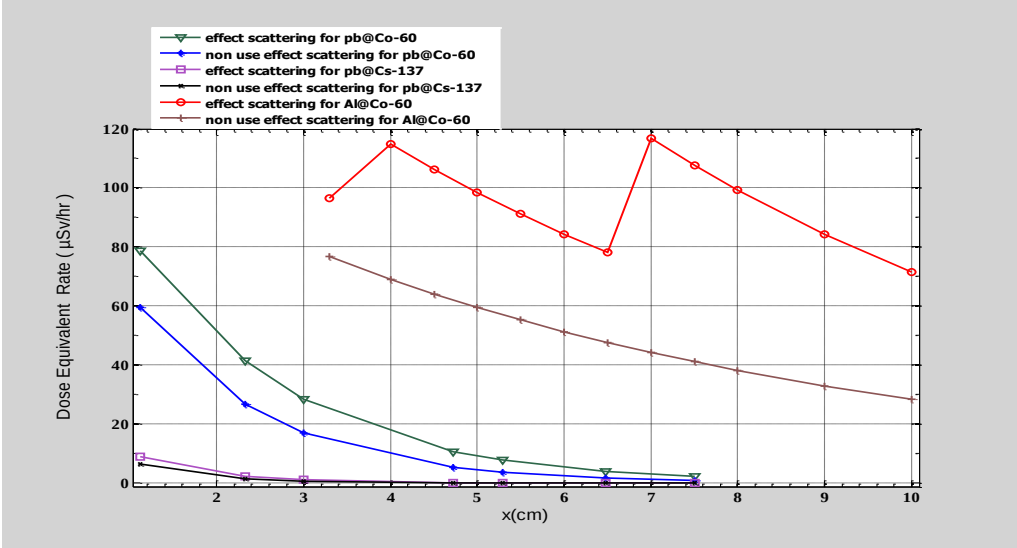
NO.	Thickness (cm)	Bad geometry D (µSv/hr)	Good geometry D (µSv/hr)	p.d%	material
1	1	64.837	37.6700	72	-Lead Glass
2	2.017	33.240	17.2200	93	
3	3.109	16.239	9.1290	77	
4	4 .1	8.484	3.0980	173	
5	5	4.708	2.8010	68	
6	6.3	2.014	0.9070	122	
7	7.52	0.908	0.3140	190	

المناقشة:

تاثير الاستطارة والاشعة الثانوية المتولدة داخل المادة على معدل الجرعة المكافئة :

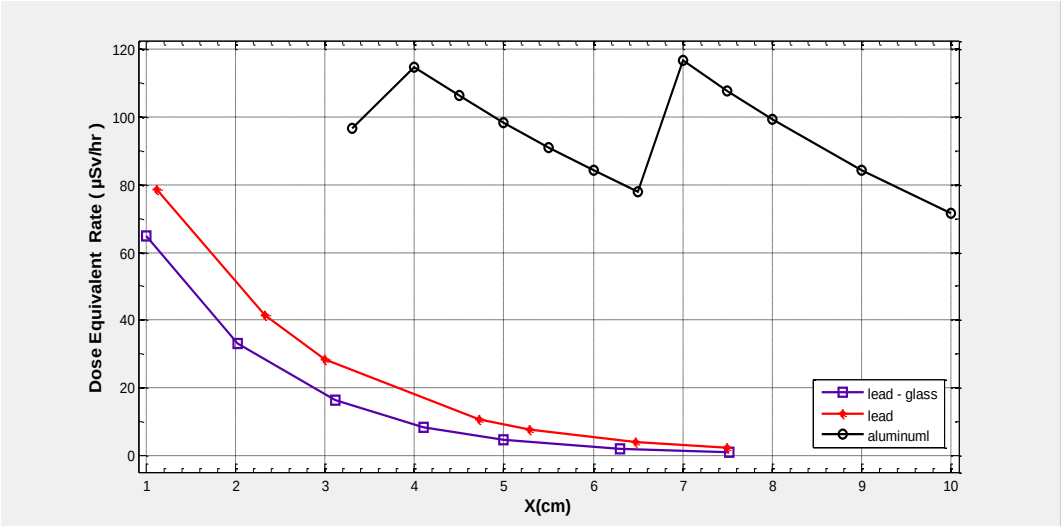
اظهرت النتائج ارتفاع معدل الجرعة المكافئة لدرع الالمنيوم والرصاص عند طاقة مصدر Co^{60} 1.25MeV للترتيب الهندسي الرديء (تاثير الاستطارة والاشعة الثانوية) وتقدمها على الترتيب الهندسي الجيد كمافي الشكل (3) وهذا ماحصل لدرع الرصاص لمصدر Cs^{137} بطاقة 0.662 MeV ولكن بشكل اقل تاثيرا ويرجع السبب في ذلك الى وجود نسبة كبيرة من الفوتونات المشتتة بزوايا كبيرة نسبيا تصل الكاشف في حالة الترتيب الهندسي الرديء (انعدام المسددات) وتسجل الزيادة في معدل العد فضلا عن ارتفاع احتمالية تفاعل ظواهر الاستطارة والتشتيت حيث تكون عملية الامتصاص قيلة لذاتكون الحزمة ذات شدة عالية اذا ماقورنت بالترتيب الهندسي الجيد لذي

تكون فيه الحزمة مسددة بزوايا ضيقة (وجود المسددات collimators) حيث تنخفض الى حد كبير احتمالية تشتت الفوتونات للحزمة المسددة فضلا عن ان عملية الامتصاص تحدث بنسبة اكبر. ولابد هنا من ان نشير الى ان طاقة المصدر ونوع المادة تلعب دورا اساسيا في تحديد هذه التاثيرات .



شكل (3) يمثل معدل الجرعة المكافئة كدالة للسمك (للحالتين من الترتيب الهندسي) لدرع الالمنيوم لمصدر Co^{60} والرصاص لمصدري Co^{60} و Cs^{137} .

عند طاقة 0.662 MeV لمصدر Cs^{137} وجد ان تاثير الاستطارة على معدل الجرعة لدرع الرصاص (z=82) اقل من تأثيرها عند طاقة 1.25MeV Co^{60} ويكاد يكون معدوما في الحالة الاولى حيث تسود التفاعلات الكهروضوئية جميع المواد عندما تكون طاقة الفوتونات واطئة ولكن عند زيادة الطاقة فان التأثير الكهروضوئي يهبط بصورة اوسع من تأثير كوبتن حيث ان الاخير يسود في النهاية وباستمرار الزيادة في طاقة الفوتون وبالرغم من ان تأثير كومبتن يتناقص بصورة مطلقة فأنه يزداد اكثر نسبة الى التأثير الضوئي [10] ، ولكن ظاهرة كومتن ليست وحدها اللاعب الرئيس في هذه التفاعلات بل ان ظاهرة انتاج الزوج تتطلب ان تكون طاقة الفوتون مساوية او اكبر من (1.022MeV) اي $2m_oc^2$ وهذا امر ممكن مع ارتفاع طاقة المصدر المشع ،ولا يخفى علينا ان نذكر ان مصدر Co^{60} يبعث طاقتين هما (1.17,1.333)MeV وهذا يزيد من احتمالية استطارة الفوتونات اذا ماقورنت مع مصدر Cs^{137} الاحادي الطاقة [10,4].



شكل (4) يمثل معدل الجرعة المكافئة كدالة للسمك لدرع الالمنيوم والرصاص و الرصاص المزجج لمصدر Co^{60} للترتيب الهندسي الرديئ.

اما تاثير نوع الدرع على معدل الجرعة المكافئة بثبوت طاقة المصدر 1.25MeV يلاحظ من الرسم (4) للالمنيوم والرصاص تبين انه يلعب دورا مهما وبما ان الالمنيوم (Z=13) ذا عدد ذري اقل من الرصاص(Z=82) فالالمنيوم سيشتت فوتونات اكبر من الرصاص الذي يمتصها بشكل اكبر وتزداد نسبة الفوتونات المشتتة مع زيادة طاقة المصدر(في حدود الطاقات المستخدمة في البحث) بسبب هيمنة ظاهرة كومبتون في درع الالمنيوم وهي المسؤولة عن الاستطارة والتشتت وهيمنة الظاهرة الكهروضوئية مع احتمالية اقل لحدوث انتاج الزوج على درع الرصاص اضافة للتشتيت ويضم التشتت الزاوي angular scattering و التشتيت الخلفي back scattering حيث يكون الاعظم في الترتيب الهندسي الرديء وهو يحاكي الطبيعة عندما نتعامل مع المصادر المشعة غير مغلقة او غير مسددة بزوايا وحتى غير المدرعة بشكل جيد حيث عند وضع المسددات تحجب كمية كبيرة من الفوتونات وتمنعها من الوصول للكاشف.

ومن الشكل (4) نلاحظ تقدم معدل الجرعة المكافئة للترتيب الهندسي الرديء لدروع الالمنيوم على الرصاص والرصاص المزجج ويرجع سبب في ذلك الى ان درعي الرصاص والرصاص المزجج يمتلكان معاملات امتصاص اكبر من الالمنيوم لذا فان مادة الرصاص ستمتص نسبة
كبيرة من الفوتونات مؤدية الى انخفاض الشدة الاشعاعية للمصدر المشع (استطارة غير المرنة) وبالتالي امتصاص اكبر الاشعة الثانوية المتولدة داخل المادة .

اما درع الرصاص المزجج فأثبت انه يعمل بصورة اكثر فعالية من الدروع السابقة لمصدر Co^{60} حيث انخفضت قيمة معدل الجرعة المكافئة الى ادنى مستوياتها بين الدروع ويرجع السبب في ذلك ان الرصاص المزجج يعتبر مادة متراكبة او خليط من مادتين الرصاص والزجاج وبالتالي فان الخصائص الفيزيائية لدرع الرصاص المزجج يسمح بامتصاص اكبر للجسيمات المتولدة من الاشعة الثانوية على اعتبار انه خليط من مادتين الاولى تمتلك معامل امتصاص عالي والاخرى واطئ ولكن الرصاص يساهم في الامتصاص الفوتونات بنسبة اكثر من الزجاج الذي يمتص القليل جدا و يعمل الزجاج على اكمال امتصاص بقية الفوتونات (عن طريق الاستطارة) مما يؤدي الى خسارة كبيرة لطاقة للفوتونات المخترقة لمادة الرصاص المزجج بالاستطارة والامتصاص معا .

تفسير التذبذب قيم معدل مكافئ الجرعة لدرع الالمنيوم لمصدر Co^{60} بطاقة 1.25MeV:

من الشكل (3 و 4) نلاحظ تذبذب في قيم معدل الجرعة المكافئة لدرع الالمنيوم والتي ظهرت بشكل واضح للسمك 4 cm و 7cm من ترتيب الهندسي الرديئ ويعود ذلك للاسباب التالية:

- وجود احتمالية كبيرة ان يحدث الفوتون اكثر من استطارة multiple scatter قبل مغادرته الدرع وهذا امرطبيعي للدروع ذات الاعداد الذرية القليلة والمنخفضة [17,16] .
- تعدد الاستطارات تؤدي الى تراكم لطاقة الفوتون الممتصة عند دخوله الوسط المادي مما يؤدي الى ارتفاع معدل الجرعة عند سمك معين وأنخفاضه تارة اخرى عند زيادة السمك نتيجة الامتصاص الطاقة من قبل ذرات المادة .
- التشتت الخلفي الذي يتكرر مع عدد من التفاعلات والتشتت الزاوي يلعب دورا مهما في تحديد معاملات التوهين [5].
- عدد تفاعلات الفوتون قبل الامتصاص يلعب دورا رئيسيا في تذبذب القيم .
- يحتاج الفوتون ان يقطع اسماكا كبيرة من وحدات المسار الحر للالمنيوم دون ان يحدث تفاعل وهو عكس ما يحصل في المواد ذات الاعداد الذرية العالية .

وهنا يتبين التاثير الحرج لحساب الجرعة بتاثير الاشعة الثانوية والتي تعتبر ذات اهمية قصوى في مجال العلاج بالاشعة radiotherapy وبالاخص حسابات التدريع و الجرعة [17,16,12-10] .

تاثير نسبة التشتت:

تظهر لنا حسابات نسبة التشتت و الانحراف معياري للقراءات لمختلف الدروع تباينا ملحوظا في قيم معدل الجرعة المكافئة للحالتين من الترتيب الهندسي وهذا التباين يختلف باختلاف الدرع والسمك فكانت نتائج نسبة التشتت كما هو متوقع متباينة ويصعب التنبؤ بها فهي غير خاضعة لقاعدة او لنمط معين وتختلف عن ماهو متوقع نظريا ويعود سبب ذلك الى طبيعة التفاعلات المعقدة للفوتون مع المادة واليات التفاعل والتي نوقشت انفاً ، ففي حسابات درع الالمنيوم لمصدر الكوبلت- 60 نسبة التشتيت بين %(26-152) بانحراف معياري standard deviation للقراءات وصل الى 45 في حين اظهرت حسابات درع الرصاص لمصدر الكوبلت-60 تراوحت نسبة التشتيت بين %(52-156) بأنحرف معياري بلغ 8.32 ،بينما اظهرت نتائج درع الرصاص المزجج لمصدر الكوبلت-60 حيث تراوحت نسبة التشتت بين %(68-189) بانحراف معياري بلغ 12.38، اما درع الرصاص لمصدر السيزيوم-137 فكانت %(37-400) بأنحراف معياري هو الاقل حيث وصل الى 0.56. عند ادخال تاثير التشتيت في حسابات قياس (الجرعة - الجرعة المكافئة –

التعرض ...الخ) تبين لنا المعالجات الاحصائية للحسابات العملية مقدار الزيادة والنقصان الغير متوقعة في قيم معدل الجرعة المكافئة وهذا يعتبر تقييما مهما للخطر الاشعاعي وبالاخص العاملين في مجال التصوير الطبي والعلاج الاشعاعي فتحديد الجرعة المناسبة لقتل ورم خبيث يتطلب ضبط حسابات الجرعة بشكل دقيق وذلك بادخال العوامل السابقة المؤثرة على قيم معدل الجرعة واخذها بنظر الاعتبار كما ان اي زيادة يتعرض لها العضو البشري في معدل الاشعاع ستحدث ضررا وتلفا في الانسجة المحيطة بالورم ان تطبيق تقنية السيطرة على جرعة الاشعاعية ليس له فوائد طبية فحسب بل تمتد فوائده الى الجانب الصناعي والصحي حيث ان تعقيم المواد الصحية وحفظ المنتوجات الغذائية ومعالجة الافات الزراعية التي تصيب المحاصيل الزراعية والفواكه حيث تلعب هذه التقنية فيها دورا مهماً ورئيسيا[5,10-14].

الاستنتاجات :

1- ارتفاع معدل الجرعة المكافئة عند ادخال تاثير الاستطارة الى قيم غير متوقعة قد تصل الى اكثر من ضعف القيم المحسوبة للحزمة المسددة بشكل جيد(الترتيب الهندسي الجيد) للالمنيوم والرصاص.

2- الاختلاف في قيم معدل الجرعة المكافئة قبل وبعد الاخذ بنظر الاعتبارتاثير الاستطارة والاشعة الثانوية يقل عند الطاقة 0.662 MeV لمصدر Cs^{137} ويزداد عند طاقة 1.25MeV لمصدر Co^{60} لدرع الرصاص .

3- ان التذبذب الحاصل في قيم معدل الجرعة المكافئة لبعض الدوروع ومنها درع الالمنيوم عند الطاقة 1.25MeV يعود السبب لعدة عوامل اهمها نوع وعدد التفاعلات التي يحدثها الفوتون قبل مغادرة الدرع فضلا عن تعدد الاستطارات المؤدية لتراكم طاقة الفوتون الممتصة .

4- معدل مكافئ الجرعة يقل بارتفاع العدد الذري للدرع وهذا ماحصل للالمنيوم والرصاص الا ان درع الرصاص المزجج تميز عن بقية الدروع بامتلاكه اقل معدل جرعة .

5- ازدياد نسبة التشتت و الانحراف المعياري للقراءت يؤدي لزيادة الخطر الاشعاعي risk radiation حيث يؤدي الى حدوث طفرات في قيم معدل الجرعة المكافئة وبالاخص للمصادر المشعة المفتوحة او الغير مسددة بزوايا (الترتيب الهندسي الرديئ)، ويزداد هذا الخطر بزدياد طاقة المصدر وانخفاض العدد الذري .

المصادر :

1. Herman Cember & Thomas E. Johnson,2009. Introduction To Health Physics , McGraw-Hill Company ,4th Ed,848.
2. Kieran Maher,2006. basic physics of nuclear medicine, published by Wikibooks contributors,1st Ed ,106.
3. Ali. A.A, 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 .
4. Tsoulfaidis. N, 1983.Measurements And Detection Of Radiation, McGraw-Hill Company,1st Ed,571.
5. Foldiak, G. 1986. Industrial application of radioisotopes, elsevier Company,2nd Ed,564.
6. Gordner R. And R. Ely; 1967. Radio Isotope Measurement Applications In Engineering, Reinhold Publishing Corporation, 1st 481.
7. Laurie M. Unger & D. K. Trubey,1982. Specific gamma-ray dose constants for nuclides, ORNL/RSIC-45L/R1,75.
8. Chibani Omar, 2001. New Photon Exposure Buildup Factors, Nucl. Sci. Eng ,137 (2):215-225.
9. Al-Ashhab .M, 1991. Nuclear Reactors and Protection against Radiation and Contamination. ACATAP Company, 1st Ed, 488.
10. Dr. bahaa Hussein maroof. 1989. protection of ionization protection, published by Iraqi Atomic Energy Organization.1st Ed,41 ,408 .
11. E.B. Podgorsak, 2005. Radiation Oncology Physics, published by IAEA, spatial edition, 696.
12. E.B. Podgorsak, 2006. radiation physics for medical physicists, published by springer,2nd Ed ,457 .
13. Jacob Shapiro, 2002. radiation protection, published by the

16. F.Arqueros & G.D.Montesinos, 2003.Asimple Algorithm For The Transport Of Gamma Rays In A Medium,Am. J. Phys.71 (1):38-45.
17. J.Swarup & L.H Peshori ,1986. transmitted photon spectra of low-energy gamma rays through nuclear grade graphite ,radiat. isot.37(1):13-16.
President and Fellows of Harvard College,4th Ed, 688.
14. Raymond L. Murray, 2009. Nuclear Energy, Elsevier Company, 6th Ed, 552.
15. Al-Attiah.K.H.H. 1994.gamma ray buildup factor measurements in different material, Ph.D Thesis, Baghdad University.

Study the Effect of Scattering and Disperse Radiation on Equivalent Dose Rate for Al & Pb Shields

Nabil Janan Bahnam*

*Physics science department/College of science for women / University of Baghdad / Baghdad /Iraq

Abstract:

The effects of scattering and secondary radiation generated inside the material on dose equivalent rate where studied using Co^{60} and Cs^{137} sources of activity (199.8 , 177.6) MBq , respectively for different thicknesses of Al , Pb and Pb- glass . The results showed that the equivalent rate increases when the effect of scattering was included for Al and Pb shields with cobalt-60 source of energy 1.25 MeV ; and decreases for Pb shield with Cs-137 source of energy 0.662MeV .The results showed also that the atomic number of The material effects the dose equivalent rate . The Pb-glass shield was found to be more efficient in absorption than other shields.