

العنوان:	التلوث الالكتروني لأشعة الكوبلت - 60 العلاجية
المؤلف الرئيسي:	الشمري، روعة ناجي نايف جاسم
مؤلفين آخرين:	الحمداني، خالد عبدالله جاسم(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2003
موقع:	الموصل
الصفحات:	1 - 110
رقم MD:	559030
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة الموصل
الكلية:	كلية العلوم
الدولة:	العراق
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	التلوث الإشعاعي ، الأشعة ، الطب ، العلاج ، التأثيرات الجانبية
رابط:	<a href="http://search.mandumah.com/Record/559030">http://search.mandumah.com/Record/559030</a>

# التلوث الإلكتروني لأشعة الكوبلت – 60 العلاجية

رسالة تقدمت بها

روعة ناجي نايف جاسم الشمري

إلى

مجلس كلية العلوم - جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في اختصاص الفيزياء

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتور خالد عبدالله جاسم الحمداني

## إقرار المشرف

اشهد بأن إعداد هذه الرسالة قد جرى تحت إشرافي في كلية العلوم بجامعة الموصل وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الفيزياء .

التوقيع:

المشرف : أ.م.د. خالد عبد الله جاسم الحمداني

التاريخ: / / 2003م

## إقرار المقوم اللغوي

اشهد بأن هذه الرسالة الموسومة التلوث الإلكتروني لأشعة الكوبلت - 60 العلاجية قد تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير .

التوقيع:

الاسم : م . م نوفل علي مجيد

في قسم اللغة العربية-كلية الاداب-جامعة الموصل

التاريخ: / / 2003 م

## إقرار رئيس لجنة الدراسات العليا

بناء على التوصيات التي قدمها المشرف والمقوم اللغوي ارشح هذه الرسالة للمناقشة

التوقيع:

الاسم : أ.م.د. رشيد محمود يوسف

رئيس لجنة الدراسات العليا

التاريخ: / / 2003 م

التوقيع :

رئيس القسم : أ.م.د. مؤيد عبد الله محمد

التاريخ: / / 2003 م

## شكر وتقدير

الحمد لله ، ثم الحمد لله ، الحمد لله الذي هدانا وأثار سبلنا ورفعنا بالعلم درجات وهياً لنا فسحة للبحث في عظيم وبديع خلقه ، والصلاة والسلام على من لا نبي من بعده محمد (صلى الله عليه وسلم) ناصح الأمم وأمرهم بأخذ العلم من المهد إلى اللحد .

وبعد فأنا مهما عملت عاجزة عن تقديم اسما آيات الشكر والعرفان (لوالديّ) اللذين أحاطاني برعايتهما وغمراني بفيض حبهما ، إذ لله الفضل الأول ، ثم لهما الفضل الآخر .

وأتقدم بوافر الشكر وعظيم الامتتان لأستاذي الدكتور (خالد عبد الله جاسم

الحمداني) الذي أشار لي بان اسلك هذا الاتجاه من البحث ومهد لي سبل دراسة هذا الموضوع ، وكان مرشدا ومعلما ، فقد أحاطني بفيض علمه منذ بدء الدراسة حتى استوت هذه الرسالة على سوقها .

كما وأتقدم بجزيل الشكر إلى منتسبي رئاسة جامعة الموصل ، وعمادة كلية العلوم ، وكلية الطب - وشعبة الكوبلت - 60 في مستشفى حازم الحافظ للأورام والطب النووي والى أساتذتي في قسم الفيزياء جميعهم والى من قدم يد العون والمساعدة لإتمام هذا البحث وإنجازه على احسن حال .

ولا يسعني إلا أن اشكر زملائي الذين ساندوني طوال مدة البحث وأخصهم بالذكر :

**ضمياء حسن ، وعامر حسن ، وزهراء بديع .**

**وأخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين ...**

**روعة**

## المخلص :

ترافق جميع حزم الفوتونات المستخدمة في العلاج إلكترونيات ثانوية منبعثة من تفاعل هذه الأشعة مع المسدات الرصاصية ، وصينيات الظل ، والهواء الذي ينفذ منه الإشعاع . ويؤثر هذا التلوث الإلكتروني على : الجرعة الإشعاعية المسلطة على السطح ، وعلى شكل المنحني في منطقة التراكم الإلكتروني .

استخدمنا في هذه الدراسة التي أنجزت على أشعة مصدر الكوبلت - 60 المستخدمة في العلاج - الطبي ، أقراص التآلق الحراري المصنوعة من فلوريد الليثيوم المندمج مع النفلون لقياس الجرعة الإشعاعية على السطح داخل مادة البيرسبكس .

وقيست النسبة المئوية لجرعة السطح للمسافات (SSD) من (60 cm) إلى (90 cm) للحقل المفتوح وكذلك باستخدام صينية : البيرسبكس ، والالمنيوم ، والنحاس على الحقول الإشعاعية ( $5 \times 5 \text{ cm}^2$ ،  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ ،  $15 \times 15 \text{ cm}^2$ ،  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  ،  $25 \times 25 \text{ cm}^2$ ) المقاسة على السطح .

وفضلنا استخدام صفيحة النحاس لتقليل التلوث الإلكتروني المنبعث من المسدات، وصينية البيرسبكس . فظهر لنا ان النسبة المئوية لجرعة السطح قد قلت بنسبة (50%) لأكبر حقل إشعاعي مستخدم و بذلك نكون قد عملنا على زيادة تأمين الجلد و حمايته بشكل كبير و استخدامنا مرشح النحاس في حالة المجال المفتوح وكذلك في حالة استخدام صينية البيرسبكس .

## المحتويات

الصفحة	الموضوع
I	المُلخَص .....
II	المحتويات .....
IV	قائمة الأشكال .....
VIII	قائمة الجداول .....
<b>الفصل الأول : المقدمة والأعمال السابقة</b>	
1	1.1 المقدمة .....
2	1.2 ظاهرة التراكم الإلكتروني .....
4	1.3 النسبة المئوية لجرعة العمق .....
5	1.3.1 اعتماد النسبة المئوية لجرعة العمق على الطاقة .....
6	1.4 الإشعاع والجلد .....
8	1.5 التأثير البيولوجي للإشعاع .....
9	1.6 التلوث الإلكتروني .....
11	1.7 تأثير حجم المجال والمسافة بين المصدر والسطح على جرعة السطح .....
16	1.8 تأثير صينية الظل على جرعة السطح .....
18	1.9 تأثير العدد الذري لصينية الظل على جرعة السطح .....
<b>الفصل الثاني : كواشف التآلق الحراري</b>	
22	2.1 المقدمة .....
22	2.2 أنموذج التآلق الحراري البسيط .....
24	2.3 منحنى التوهج .....
26	2.4 خواص كاشف فلوريد الليثيوم / تفلون .....
26	2.4.1 استجابته للطاقة .....
26	2.4.2 استجابته للجرعة .....
29	2.4.3 استجابته لمعدل الجرعة .....

- 29 2.4.4 الخواص العامة لفلوريد الليثيوم / تفلون .....
- 32 2.5 التلدين وإعادة استعمال كواشف فلوريد الليثيوم/تفلون .
- 32 2.6 الاضمحلال والاستقرارية للإشارة المخزونة .

### الفصل الثالث : أجهزة القياس والمواد المستخدمة

- 34 3.1 جهاز قراءة أقراص التألق الحراري .....
- 34 3.2 الكواشف الإشعاعية .....
- 37 3.3 تنظيف الأقراص .....
- 37 3.4 تلدين الأقراص .....
- 37 3.5 المواد المكافئة للنسيج (الشبح) .....
- 39 3.6 معايرة الأقراص .....
- 40 3.7 وحدة الكوبلت-60 العلاجية .....

### الفصل الرابع : الحسابات والنتائج

- 44 4.1 النسبة المئوية لجرعة السطح .....
- 44 4.2 العوامل المؤثرة على النسبة المئوية لجرعة السطح .....
- 44 4.2.1 تأثير حجم الحقل الإشعاعي .....
- 47 4.2.2 تأثير المسافة بين المصدر والسطح .....
- 47 4.2.3 تأثير صينية الظل على النسبة المئوية لجرعة السطح....
- 50 4.3 تأثير صينية النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح..
- 59 4.4 استخدام النحاس كمرشح للإلكترونات .....

### الفصل الخامس : المناقشة والاستنتاجات

- 75 5.1 جرعة تحمل الجلد .....
- 76 5.2 تأثير حجم المجال الإشعاعي والمسافة بين المصدر والسطح .
- 77 5.3 تأثير صينية الظل .....
- 79 5.4 الاستنتاجات .....
- 80 5.5 المقترحات .....

### المصادر

### الملخص باللغة الإنكليزية

## قائمة الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
1.1	يوضح زيادة الجرعة الإشعاعية الممتصة مع العمق . A انبعاث الإلكترونات الثانوية من الطبقات المتعاقبة تحت الجلد ، B منطقة التراكم الإلكتروني والتوازن الإلكتروني .....	3
1.2	يوضح بصورة بسيطة عملية قياس النسبة المئوية لجرعة العمق للمريض أو للشبح .....	4
1.3	يمثل تغير النسبة المئوية لجرعة العمق في منطقة التراكم ولطاقات إشعاعية مختلفة . A (22MeV), B (4MeV), C. (Co-60), D. (140keV) .....	5
1.4	التركيب التشريحي لجلد الإنسان . A-تركيب طبقات الجلد . B-المقطع العرضي للجلد .....	7
1.5	يمثل صورة توضيحية للأثر الإشعاعي الكبير على جلد المريض .	10
1.6	قياس منطقة التراكم لجهازين مختلفين من Co-60 بوجود وبعدم وجود المرشح الإلكتروني .....	13
1.7	يظهر تغير نسبة جرعة السطح كدالة للمسافة . 10MeV(▲)، 8MeV (●)، 4MeV (Δ), Co-60 (O)	15
1.8	يوضح تأثير صينية البيرسبكس على جرعة التراكم لأشعة (X) 10MeV .....	17
1.9	يكشف عن الانبعاث الأمامي للإلكترونات الثانوية ذات الأعداد الذرية المختلفة .....	19
1.10	النسبة المئوية لجرعة السطح كدالة للمسافة بين السطح وصينية البيرسبكس ، وصينية البيرسبكس المضاد لها مرشح التصدير ...	21

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
2.1	مخطط لمستويات الطاقة للبلورة. A-أثناء تعرضها للأشعة المؤينة	
23	و B-C أثناء التسخين .....	
2.2	منحني التوهج لفلوريد الليثيوم (TLD-700) .....	
2.3	يوضح استجابة الطاقة لفلوريد الليثيوم مقارنة مع كواشف التآلق	
27	الحراري الأخرى .....	
2.4	يوضح استجابة كاشف فلوريد الليثيوم / تفلون للجرع .....	
3.1	جهاز قراءة أقرص فلوريد الليثيوم/تفلون. A-صورة تبين الشكل	
35	العام. B-الرسم التخطيطي .....	
3.2	صورة تبين كواشف التآلق الحراري التي تم استخدامها .....	
36	المظهر العام لجهاز Co-60 .....	
42	الرسم التخطيطي لجهاز Co-60 يبين موقع المصدر والمسددات .	
43	منحني التراكم لأشعة Co-60 حجم المجال (F.S.)	
45	..... $10 \times 10 \text{ cm}^2$	
4.2	يوضح الرسم التخطيطي لعملية القياس .....	
46	يبين تأثير حجم المجال الإشعاعي (F.S.) على النسبة المئوية	
4.3	لجرعة السطح (%S.D.) للمجال المفتوح وعند مسافات	
47	..... مختلفة (S.S.D.)	
4.4	تأثير المسافة (S.S.D.) على النسبة المئوية لجرعة السطح	
49	(%S.D.) للمجال المفتوح ولحجوم مجال إشعاعية مختلفة .....	
4.5	تأثير صينية البيرسبكس على النسبة المئوية لجرعة السطح	
51	(%S.D.) كدالة لحجم المجال الإشعاعي (F.S.) وعند مسافات	
51	..... مختلفة (S.S.D.)	
4.6	تأثير صينية الألمنيوم على النسبة المئوية لجرعة السطح	
52	(%S.D.) كدالة لحجم المجال الإشعاعي (F.S.) وعند مسافات	
52	..... مختلفة (S.S.D.)	

الصفحة	عنوان الشكل	الرقم
53	تأثير صينية البيرسبكس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة للمسافة (S.S.D.) ولحجوم مجال إشعاعية مختلفة (F.S.) .....	4.7
54	تأثير صينية الألمنيوم على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة للمسافة (S.S.D.) ولحجوم مجال إشعاعية مختلفة (F.S.) .....	4.8
55	تغير النسبة المئوية لجرعة السطح (% S.D.) مع المسافة (S.S.D) لكل من المجال المفتوح وصينية البيرسبكس . حجم المجال (F.S.) $10 \times 10 \text{ cm}^2$ و $25 \times 25 \text{ cm}^2$ .....	4.9
56	تغير النسبة المئوية لجرعة السطح (% S.D.) مع المسافة (S.S.D) لكل من المجال المفتوح وصينية الألمنيوم . حجم المجال (F.S.) $10 \times 10 \text{ cm}^2$ و $25 \times 25 \text{ cm}^2$ .....	4.10
57	تأثير صينية النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة لحجم المجال الإشعاعي (F.S.) وعند مسافات (S.S.D) مختلفة .....	4.11
58	تأثير صينية النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة للمسافة (S.S.D) ولحجوم مجال إشعاعية (F.S.) مختلفة ..	4.12
60	تغير النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة لحجم المجال الإشعاعي ولأنواع مختلفة من صينيات الظل . S.S.D=60 cm .	4.13
61	تغير النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة لحجم المجال الإشعاعي ولأنواع مختلفة من صينيات الظل . S.S.D=70 cm .	4.14
62	تغير النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة لحجم المجال الإشعاعي ولأنواع مختلفة من صينيات الظل . S.S.D=80 cm .	4.15
63	تغير النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.) كدالة لحجم المجال الإشعاعي ولأنواع مختلفة من صينيات الظل S.S.D = 90 cm .	4.16

الصفحة	عنوان الشكل	الرقم
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.17
66	كدالة لحجم المجال الإشعاعي (F. S.) . S.S.D = 60 cm .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.18
67	كدالة لحجم المجال الإشعاعي (F. S.) . S.S.D = 70 cm .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.19
68	كدالة لحجم المجال الإشعاعي (F. S.) . S.S.D = 80 cm .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.20
69	كدالة لحجم المجال الإشعاعي (F. S.) . S.S.D=90cm .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.21
70	كدالة للمسافة (S.S.D) . F. S = 5x5cm <sup>2</sup> .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.22
71	كدالة للمسافة (S.S.D) . F. S = 10x10cm <sup>2</sup> .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.23
72	كدالة للمسافة (S.S.D) . F. S = 15x15cm <sup>2</sup> .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.24
73	كدالة للمسافة (S.S.D) . F. S = 20x20cm <sup>2</sup> .....	
	تأثير مرشح النحاس على النسبة المئوية لجرعة السطح (%S.D.)	4.25
74	كدالة للمسافة (S.S.D) . F. S = 25x25cm <sup>2</sup> .....	

## قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
2.1	الوفرة النسبية لنظائر الليثيوم في كواشف التآلق الحراري .....	30
2.2	يبين خواص بعض مواد التآلق الحراري .....	31
3.1	الخواص الفيزيائية لعدد من مواد الشبح .....	38
4.1	مقارنة النسبة المئوية لجرعة السطح لمسافات وحقول إشعاعية مختلفة للمجال المفتوح وبوجود صينية الظل البيرسبكس والألمنيوم والنحاس والبيرسبكس مضاف إليها مرشح النحاس .....	65

## بعض المصطلحات الفنية

نورد فيما يلي بعض المصطلحات الفنية المتعلقة بموضوع الفيزياء الإشعاعية المعتمدة في هذه الدراسة :

1. الجرعة الممتصة : هي معدل الطاقة التي فقدتها الأشعة في وحدة الكتلة .
2. وحدة قياس الجرعة الممتصة : هي الراد وتعرف على أنها امتصاص طاقة مقدارها 100 ergs لكل جرام . اما الوحدة الجديدة وحسب النظام الدولي للوحدات (SI) هي الكري (Gray) حيث ان :  
 $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg} = 100 \text{ rad}$

3. الرونتجن : هو وحدة قياس التعرض ويعرف بأنه مقدار التاين الذي تحدثه اشعة (X) او ( $\gamma$ ) في السنتمتر المكعب من الهواء (كتلته 0.001293 g)  
 $1 \text{ R} = 0.869 \text{ rad in air}$

# الفصل الأول

## المقدمة والأعمال السابقة

# الفصل الأول

## المقدمة والأعمال السابقة

### Introduction

### 1.1 المقدمة

تكمّن الفائدة الأساسية من استخدام أشعة  $(\gamma)$  أو  $(\chi)$  ذات الطاقة العالية (Megavoltage) في العلاج الإشعاعي في إعطاء جرعة إشعاعية عالية إلى مكان الورم من غير إلحاق ضرر كبير بالجلد (skin - sparing) ، والأنسجة الأخرى المجاورة للورم قياساً بالأشعة ذات الطاقة المنخفضة (Kilovoltage) . وكانت أولى المحاولات التي استخدمت فيها الأشعة ذات الطاقة العالية بعد الحرب العالمية الثانية وذلك باستخدام أشعة  $(\chi)$  المتولدة في جهاز فان دي كراف (Van De Graff) وبطاقة (1MeV) . وبعد بناء المفاعلات النووية الإنشطارية أصبح من السهل الحصول على النظائر المشعة الصناعية التي تبعث أشعة بطاقة أكثر من (1 MeV) ، مثل الكوبلت - 60 الذي تم استخدامه من قبل الوحدات العلاجية من غير الحاجة إلى التقنية العالية . إن نظير الكوبلت - 60 ينحل ببعث جسيمات  $(\beta)$  بطاقة (0.31 MeV) التي تمتص من قبل حاوية المصدر المصنوعة من مادة السيتيل ، ونوعان من أشعة  $(\gamma)$  : الأولى بطاقة (1.17 MeV) ، والثانية (1.33 MeV) وهذان النوعان تستخدمان في العلاج . وإن العمر النصفوي للكوبلت - 60 هو (5.26 Year) (Johns and Cunningham, 1973) .

إن حماية الجلد (skin - sparing) من الإشعاع الناتج من الجرعة الإشعاعية القليلة الساقطة على الجلد قد تفقد كلياً إذا تلوّثت حزمة الأشعة بالإلكترونات الثانوية (secondary electron) الناتجة من تصادم فوتونات أشعة  $(\gamma)$  مع نظام المسدّات (collimator system) والهواء ، أو الملحقات الثانوية (accessories) الأخرى لغرض العلاج والموضوعة في طريق الحزمة الإشعاعية ، مثل صينية الظل (shadow tray) والاسفين (wedge) .

### الهدف من البحث :

ولما كان من الصعب التنبؤ بتغير الجرعة الإشعاعية في الطبقات السطحية (subcutaneous) الأولى من الجلد ، وكذلك اختلافها من جهاز إلى آخر كان هدفنا من هذه الدراسة هو : قياس الجرعة الإشعاعية في منطقة التراكم الإلكتروني

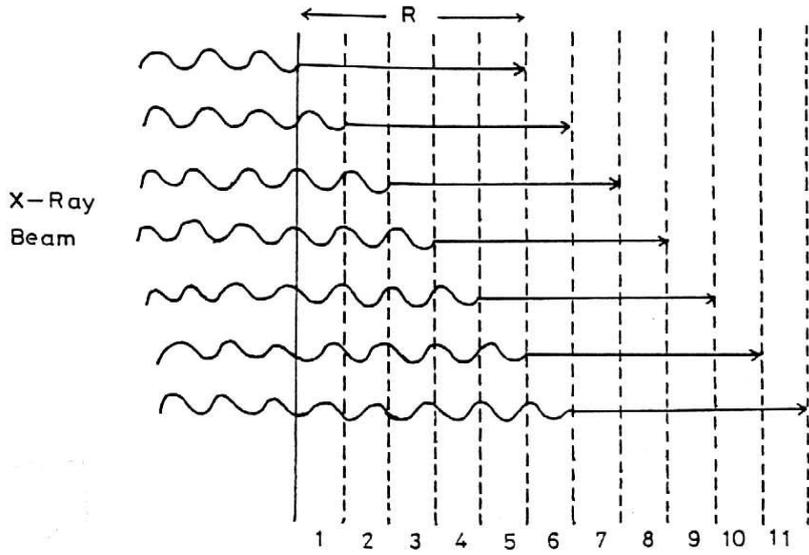
(electron build – up) ، وعلى سطح الجلد (skin – surface) ، وتقدير كمية التلوث الإلكتروني ، والعوامل التي يعتمد عليها : كالمسافة بين المصدر والسطح (S.S.D.) (Source – Surface – Distance) ، وكحجم الحقل الإشعاعي (F.S.) (Field – Size) وصينية الظل (shadow tray) ونوعيتها .

## 1.2 ظاهرة التراكم الإلكتروني

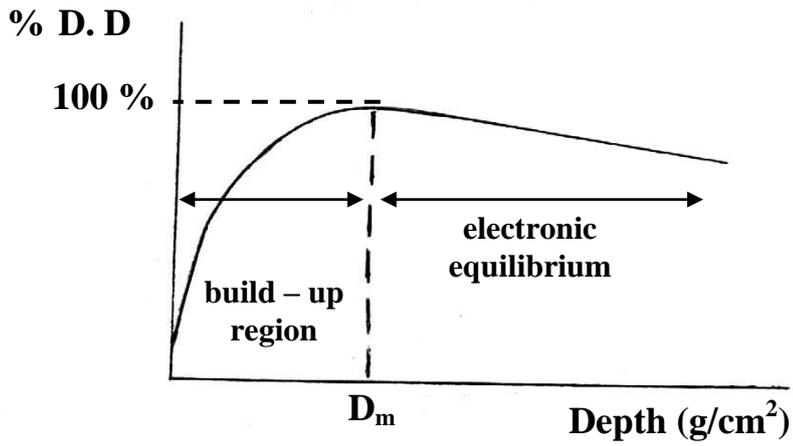
### Electronic Build – Up Phenomena

من خصائص الاشعة ذات الطاقة العالية ظاهرة التراكم الإلكتروني التي تحدث في الملمترات الاولى من الجلد ، أو الأنسجة السطحية (subcutaneous – tissue) وزيادة الجرعة مع العمق . ولتفسير هذه الظاهرة شرحنا مثلاً بسيطاً وضحنا فيه التراكم الإلكتروني الذي يحدث عند اصطدام أشعة ( $\gamma$ ) أو ( $\chi$ ) ذات الطاقة لعالية بالوسط ، كما موضح في الشكل (1.1) . نفرض ان الوسط يتكون من مقاطع متساوية السمك ، وعدد الإلكترونات المتكونة في وحدة المساحة ( $\text{cm}^2$ ) تكون متساوية تقريباً في هذه المقاطع ، أما مدى هذه الإلكترونات فتكون متساوية هي الأخرى أيضاً . وعليه فإن الكثافة الإلكترونية في كل المقاطع تتناسب تقريباً مع عدد الإلكترونات المارة خلالها ، وافترضنا فيه أيضاً أن الإلكترونات الثانوية لها مدى في الوسط يساوي (5mm) وهي تابعة لطاقة الإلكترونات المنبعثة من الفوتونات الساقطة ، يظهر في الشكل (1.1 a) أن الإلكترونات المنبعثة من المقطع الاول فسوف تصل إلى المقطع السادس ، وأما التي تنبعث من المقطع الثاني والثالث سوف تصل إلى المقطع السابع والثامن على التوالي .

من ذلك فإننا سوف نحصل على تراكم الكتروني يزداد مع العمق إلى حد (5mm) تحت السطح - هذا العمق يعتمد على طاقة الفوتونات - التي تؤدي بدورها إلى زيادة الجرعة الإشعاعية بالعمق ، وبعد عمق (5mm) تبدأ الجرعة الإشعاعية بالانخفاض ، كما في الشكل (1.1 b) ، نتيجة توهين الفوتونات (attenuation) وعدم تساوي مدى الإلكترونات المنبعثة ومحدودية الحقل الإشعاعي . إن أعلى جرعة إشعاعية تصلها الاشعة مع العمق تدعى بجرعة التراكم العظمى ( $D_m$ ) (max. build-up dose) وتعتمد على طاقة الفوتونات الساقطة ، ينظر الفقرة (1.3.1) (Meredith and Massey, 1972) .



- A -



- B -

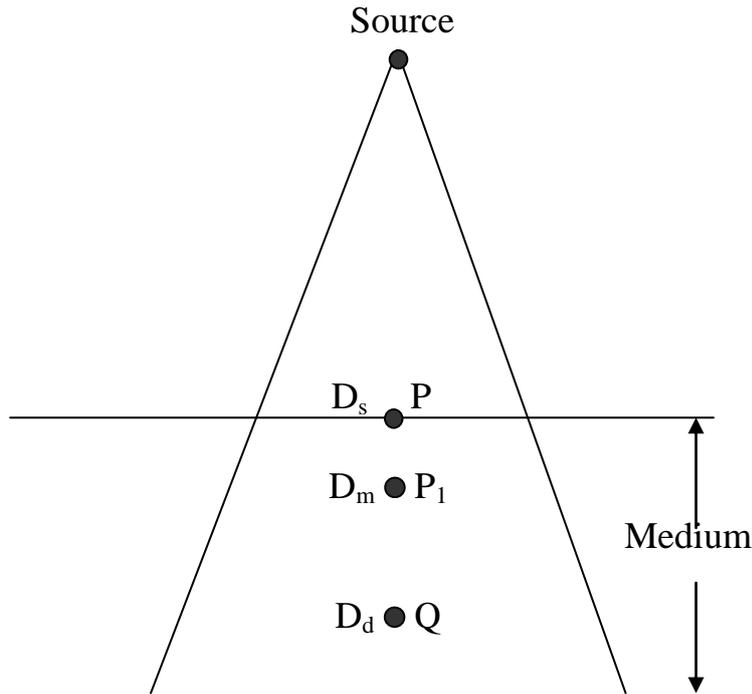
الشكل (1.1) : يوضح زيادة الجرعة الإشعاعية الممتصة مع العمق . A - انبعاث الإلكترونات الثانوية من الطبقات المتعاقبة تحت الجلد B - منطقة التراكم الإلكتروني والتوازن الإلكتروني (Meredith and Massey, 1972) .

### 1.3 النسبة المئوية لجرعة العمق Percentage Depth Dose

عندما تسقط حزمة من أشعة ( $\gamma$ ) أو ( $\chi$ ) على وسط مثل النسيج الحي ، او الماء كما هو واضح في الشكل (1.2) ، فتبين أن نسبة الجرعة ( $D_d$ ) عند النقطة ( $Q$ ) إلى الجرعة ( $D_m$ ) عند النقطة ( $P_1$ ) - والتي تمثل عمق اعلى جرعة - يطلق عليها النسبة المئوية لجرعة العمق ( % D. D. ):

$$\% D.D = \frac{D_d}{D_m} \times 100 \dots\dots\dots 1$$

فالجرعة عند النقطة ( $P_1$ ) ، ( $Q$ ) ناتجة من الأشعة الأولية (primary) ، والأشعة المتشتتة (back scattered) ، اما جرعة العمق فتعتمد على طاقة الأشعة ، والعمق (depth) ، وعلى المسافة بين المصدر والجلد (S.S.D.) وعلى مساحة الحقل الإشعاعي (F.S.) (Selman, 1976).

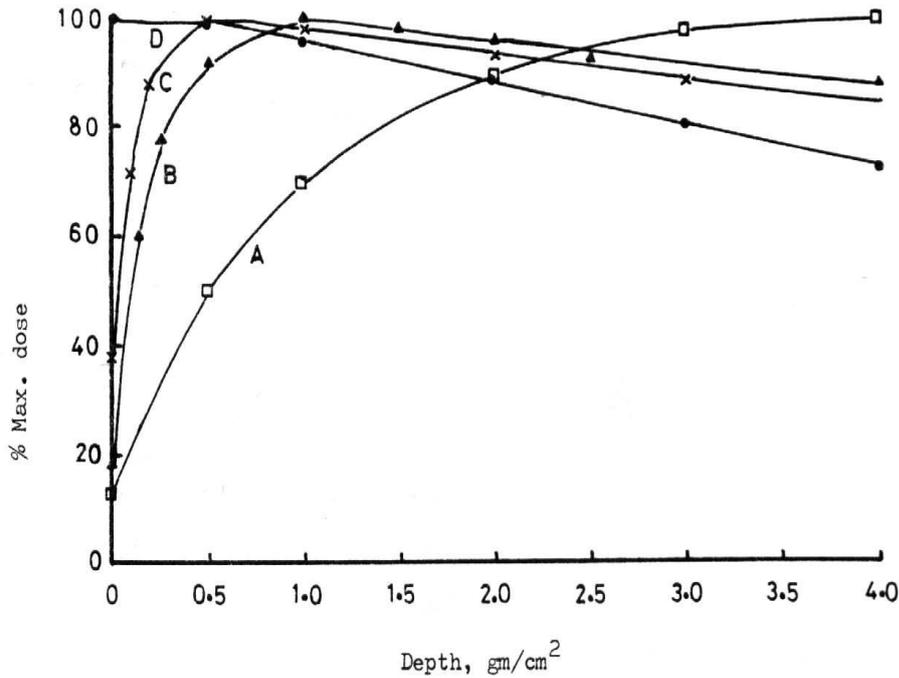


الشكل (1.2) : يوضح بصورة بسيطة عملية قياس النسبة المئوية لجرعة العمق للمريض او للشبح ( Hine and Brownell , 1956 )

### 1.3.1 اعتماد النسبة المئوية لجرعة العمق على الطاقة

#### Dependence of Percentage Depth Dose on Energy

إن اعتماد النسبة المئوية لجرعة العمق (% D. D.) على العمق مبينة في الشكل (1.3) للأشعة (22 MeV, 4 MeV, Co – 60, 140 KeV). من الشكل أدناه نلاحظ ان أعلى قيمة للجرعة تكون على السطح للطاقة المنخفضة (Kilovoltage) ثم تنخفض بشكل كبير مع العمق ، قياسا بأشعة الطاقة العالية (Megavoltage) ، وأشعة الكوبلت - 60 التي ترتفع الجرعة فيها من قيمة صغيرة عند السطح إلى أعلى جرعة (max. build - up) على عمق (5mm) .



الشكل (1.3) : تغير النسبة المئوية لجرعة العمق في منطقة التراكم الإلكتروني ولطاقات إشعاعية مختلفة . A – (22MeV) ، B – (4MeV) ، C – (Co-60) ، D – (10KeV) (Johns and Cunningham, 1978)

والسبب في ذلك يرجع إلى أن الإلكترونات المنبعثة عندما تكون طاقة الفوتونات عالية تحمل طاقة عالية أيضا وتكون منتشرة بالاتجاه الأمامي واسفل سطح الشبح (phantom)، ينظر الفقرة (1.2) ، لذا فان عدد هذه الإلكترونات المتولدة سوف يزداد حتى يصل إلى عمق يتناسب مع مدى هذه الإلكترونات ، ثم تقل الجرعة مع العمق، بسبب عملية التوهين (attenuation) . أما في حالة أشعة الكيلو فولت فان مدى الإلكترونات يكون صغير جداً ، لذلك فان منطقة التراكم الالكتروني تكون غير ملحوظة ، لذلك فان الجرعة ستتخفض بصورة مستمرة مع زيادة العمق . (Hine and Brownell, 1956) .

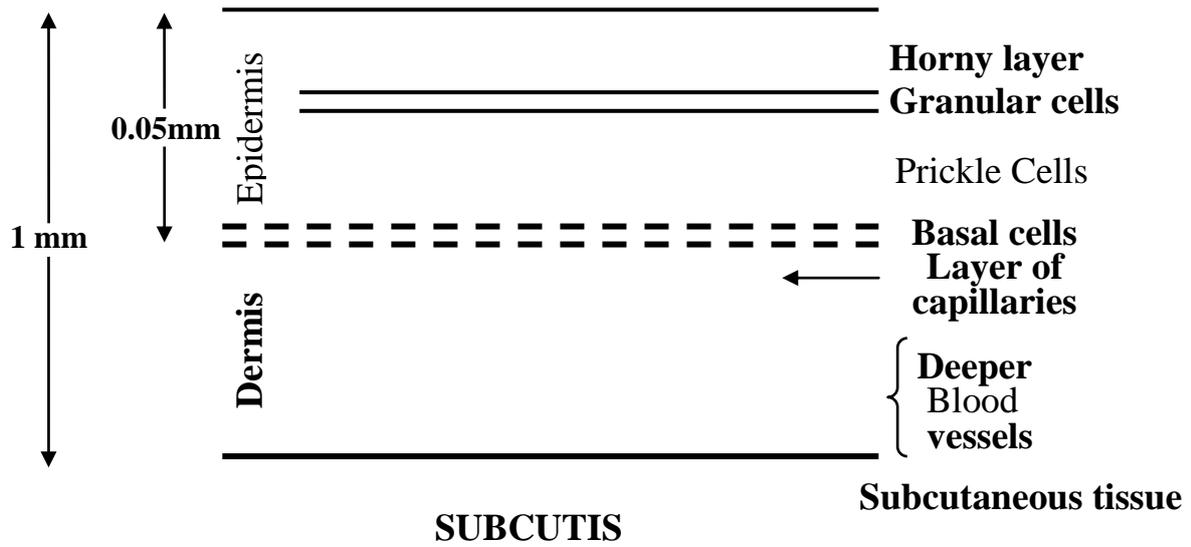
## Radiation and the Skin

## 1.4 الإشعاع والجلد

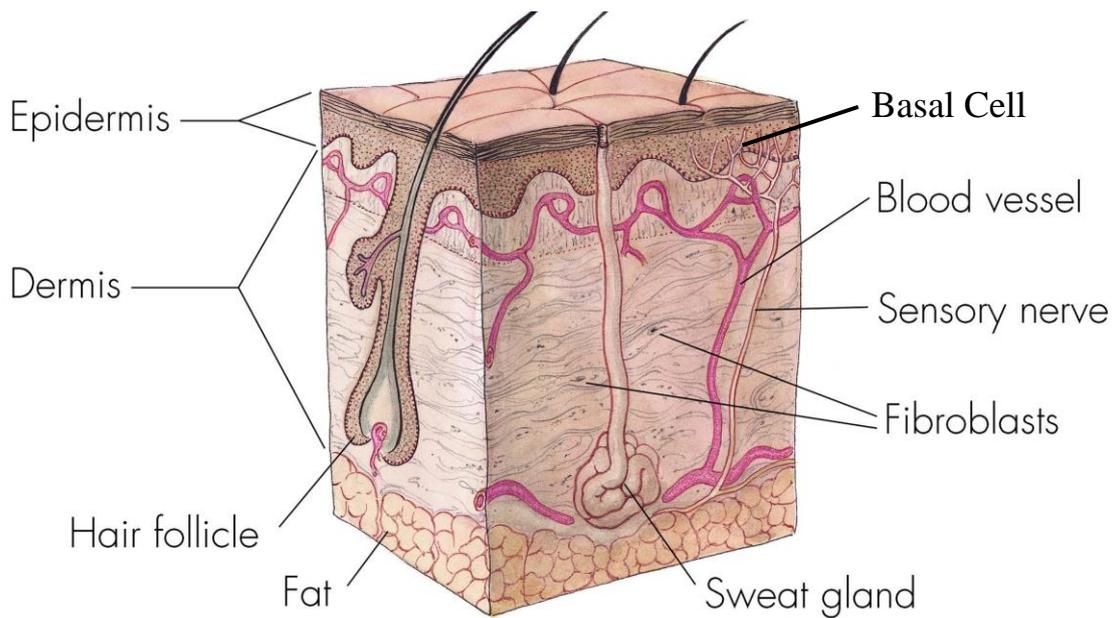
قبل ان نتكلم عن تأثير الإشعاع على الجلد سوف نتحدث باختصار عن التركيب التشريحي للجلد (anatomy of the skin) ، الذي يتكون من البشرة (epidermis) ، والأدمة (dermis) ، والأنسجة التحتية (subcutaneous tissue) ، كما مبين في الشكل (1.4 a) (Orton and Seibert, 1972) .

يتراوح سمك البشرة من (0.05 mm) إلى (0.12 mm) سوى راحة اليد (palm) ، وكعب القدم (sole) ، لان الجلد فيه يكون اسماك من ذلك ، اما البشرة فتتكون من طبقة ظاهرة (epithelium) ، وهي خلايا قرنية (keratiu) بدون نواة وتحتها خلايا قاعدية . اما الأدمة فيتراوح سمكها من (1 mm) إلى (2 mm) . وهي تحتوي على غدد دهنية (oil gland) ، وغدد عرقية (sweat gland) ، وشبكة الأوعية الدموية (capillaries network) ، وتكون عند راحة اليد ، وكعب القدم اسماك ، كما في الشكل (1.4 b) .

ويحتوي الجلد على عدة طبقات مختلفة من تراكيب أخرى كالطبقة الموجودة تحت الجلد وتتكون هذه الطبقة من نسيج دهني وهذا بدوره يحتوي على : أوعية دموية كبيرة ، وجذور الشعر (hair root) . اما سمك كل تركيب فانه يتغير من فرد إلى آخر وهو دالة لمكان التشريح (anatomy) ، والعمر ، والجنس (Williams et al., 1989) .  
وتقع في الأدمة جذور الشعر الخفيف ، اما جذور الشعر الخشن فانها تقع في الانسجة التحتية ، وتقع في البشرة او الأدمة نهايات الاعصاب . وهناك طبقة من الخلايا في حال انقسام مستمر ، لتعويض الخلايا الميتة والساقطة في البشرة و تدعى هذه بخلايا



- A -



- B -

الشكل (1.4) : يوضح تركيب جلد الانسان -a- تركيب طبقات الجلد (Orten and Seibert,1972) و -b- المقطع العرضي للجلد

القاعدة (basal cell) وتقع بين طبقة البشرة والأدمة ، وتكون هذه الخلايا أكثر حساسية للإشعاع (radiosensitive) من بقية طبقات الجلد . حيث إن جرعة بحدود (35) رونتجن يبطل من انقسام الخلايا كثيرا في هذه المنطقة ، والجرعة الأعلى تسبب موت الخلايا في هذه الطبقة ومن ثم تؤدي إلى انسلاخ الطبقة الخارجة للجلد ، وتؤدي إلى ما يسمى بتقشر الجلد الجاف (dry desquamation) (Blakely, 1968) .

والأشعة التي توقع ضررا على الجلد يجب ان تكون قادرة على النفاذ الى عمق معين ، وهذا العمق يجب ان يكون قريبا من مستوى خلايا القاعدة التابعة للأدمة . فمثلا يصعب وصول اشعة ( $\alpha$ ) الى هذه الطبقة ، لأنها تمتص في الطبقة القرنية للبشرة بدون حدوث ضرر إلا في حالة واحدة وذلك عندما يحقن المصدر الباعث لأشعة ( $\alpha$ ) داخل الجلد . أما أشعة ( $\beta$ ) فتعتمد على طاقتها ، التي يمكن ان تخترق الى عمق بضع ملمترات أو بضع سنتمترات تحت سطح الجلد . أما أشعة ( $\gamma$ ) وأشعة ( $\gamma$ ) ، والنيوترونات ذات الطاقة المنخفضة - المستخدمة في علاج سرطان الجلد - فان تأثيرها ينحصر على الجلد فقط ، لكن الطاقات العالية من هذه الأشعة لها قابلية على الاختراق والوصول الى اعماق عضو في الجسم ففي هذه الحالة فان الضرر يقع على الجلد ، والأعضاء الأخرى التي تقع تحته (Wolbarst, 1993) .

## 1.5 التأثير البيولوجي للإشعاع

### Biological Effect of Radiation

يمكن إن تقسم العلامات الطبية الواضحة لضرر الجلد الى ثلاثة أنواع مرتبة حسب خطورة الجرعة الإشعاعية الساقطة على الجلد (Blakely , 1968) :

#### Erythema

#### 1. الحُمامي

تكون حالة الجلد هذه مشابهة للحروق الحرارية من الدرجة الأولى ، وتظهر خلال الأسبوعين او الأسابيع الثلاثة الأولى بعد التعرض للإشعاع ، وتستمر أسابيع عدة ويمكن ان يتبعها تقشر بالطبقة الخارجية الخفيفة من الجلد ، وسقوط الشعر (epilation). أما احمرار الجلد ، فيمكن ان يتبعه إختضاب بالجلد (pigmentation) باللون القهوائي وقد يستمر هذا لأسابيع ، أو أشهر ، بل سنين . والجرعة الإشعاعية التي تسبب إلتهاب الجلد الحُمامي تتراوح بين (3Gy) إلى (8Gy) وتتأثر بنوع الأشعة وطاقتها ، وحساسية الفرد (Coggle, 1973) .

## 2. ضرر عبر البشرة

### Transepidermal Injury

حالة الجلد هذه تكون مشابهة للحروق الحرارية من الدرجة الثانية ، وتظهر في أسبوع أو أسبوعين من التعرض للإشعاع ويمكن ان يصاحبها ظهور الحُمَامِي أيضاً . ويعتمد هذا الضرر على مقدار الجرعة الإشعاعية التي يمكن ان تظهر بثوراً أو جلدًا سميكاً . وهذا الالتهاب يعمل على تقشر الجلد الخارجي ، ويؤدي إلى ما يسمى بالتهاب الجلد الجاف (dry dermatitis) . ويكون الشفاء منه يكون في هذه الحالة سريعاً . أما إذا كانت الجرعة الإشعاعية أكثر من (10 Gy) فيمكنها ان تسبب تقرح الجلد (blister) ، وتمزقه (rupture) ، ويؤدي إلى ترطيب المنطقة ويسمى بالتهاب الجلد الرطب (wet dermatitis) ويكون عرضة للتلوث ، والشفاء منه يمكن ان يستغرق أسابيع ، ويتبعه ضمور الأدمة (atrophoderma) ، ويترك أثر في الجلد مصحوباً بحكةٍ وألمٍ .

## 3. النوع الثالث

### Third Type

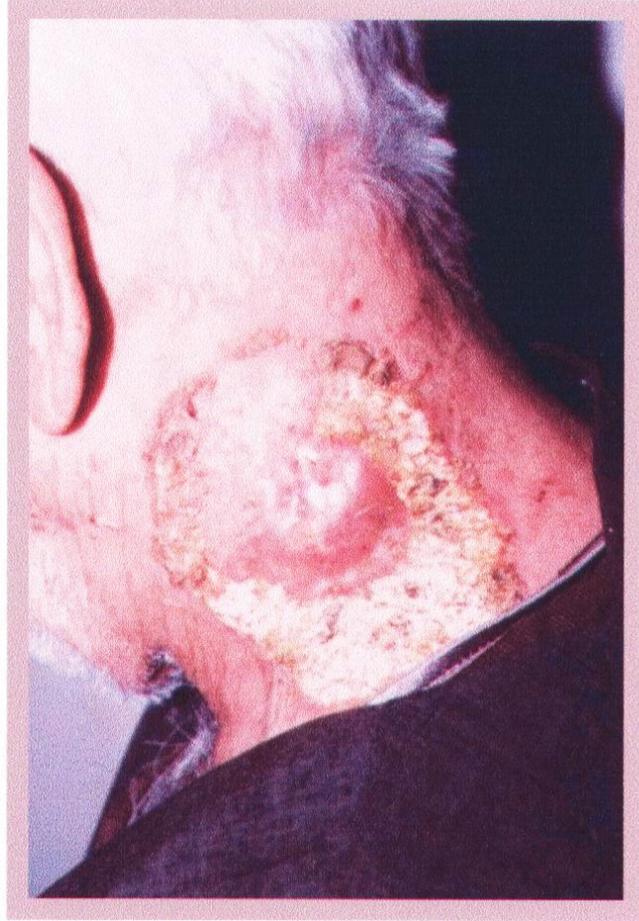
يعد هذا النوع اخطر الأنواع ويشبه الحروق الحرارية من الدرجة الثالثة ، ويحتاج إلى جرعة أكثر من (50 Gy) وتؤدي إلى أحداث اضرار كبيرة في طبقات البشرة والأدمة والأنسجة التحتية من الجلد . ويبدأ أثره بألم شديد مع التهاب الجلد الحُمَامِي وظهور ورم (swelling) وتقرح خلال بضعة أيام ثم يعقبه تساقط مساحات كبيرة من الجلد . ويكون الشفاء منه بطيئاً وربما تبقى الندب الجلدية والالتهاب لسنوات دون شفاء ، وان شفيت فإنها يمكن ان ترجع مرةً أخرى .

ومن الحالات التي تمت مشاهدتها في مستشفى الاورام والطب النووي تبين بعد التأثير البيولوجي للإشعاع على الجلد مبينة في الشكل (1.5) .

## 1.6 التلوث الإلكتروني

### Electron Contamination

إن الأشعة المستخدمة في العلاج تكون ملوثة بالإلكترونات دائماً ، والتي تزيد من الجرعة على الجلد والأعضاء الأخرى القريبة منه ، وتأتي هذه الجرعة في منطقة التراكم الإلكتروني من : فوتونات الحزمة الأساسية (Primary) ، والفوتونات المنتشرة (scattered photons) من نظام المسدّات ، والفوتونات والإلكترونات المنتشرة من المريض وإلكترونات التلوث (electron contamination) المنبعثة من نظام المسدّات ، والهواء الموجود بين المريض والمصدر ( Hounsell and Wilkinson,1999) . وظهر لهذا الباحث ان نسبة الكترونات التلوث من الجرعة



الشكل (1.5) : يمثل صورة توضيحية للأثر الإشعاعي الكبير على جلد المريض

الكلية على السطح كانت حوالي (93 %) من طاقة الفوتون (4 MeV) ، والتي تقل مع العمق .

كما تأتي الكتلونات التلوث من تفاعل الفوتونات مع حاوية المصدر (source container) ، ونظام المسدات ، واية مواد اخرى يتم إدخالها في طريق الحزمة الإشعاعية لغرض العلاج كصينية الظل ، فضلا عن الهواء (Venselaar,2000).

إن شكل المنحني في منطقة التراكم الإلكتروني يعتمد على حجم الحقل (المحدد بالمجال الإشعاعي) ، والمسافة بين المصدر والسطح (الجلد) ) بسبب تلوث الحزمة الإشعاعية بالإلكترونات المنبعثة من نظام المسدات ومجمع المصدر وقليل من الفوتونات المتشتتة عن المريض إذ يكون تأثير الإلكترونات المنبعثة من مجمع المصدر كبيراً عند المسافات القريبة ، أما عند المسافات البعيدة فان تأثير الإلكترونات في الهواء يكون هو السائد (Nilsson and Brahme, 1979) .

وقد تنبه عدد من الباحثين (Lings and Biggs, 1979; Lings *et al.*, 1982) الى إن النسبة المئوية لجرعة السطح عندما تكون الحزمة الإشعاعية خالية من الإلكترونات لا تعتمد على حجم الحقل الإشعاعي . ووضح الباحثان (Padikal and Deye, 1978) إن تأثير إلكترونات التلوث تقل بشكل كبير في العمق ويكاد يصل تأثيرها عند عمق أعلى جرعة صفراً .

وقد تمت دراسة التلوث الإلكتروني الناتج من الحزمة (20 MeV) من قبل (Sjogren and Karlsson, 1996) ، وتوصلت هذه الدراسة الى إن الإلكترونات المتولدة من الهواء يكون تأثيرها اقل من الإلكترونات المتولدة من نظام المسدات .

### 1.7 تأثير حجم المجال والمسافة بين المصدر والسطح على جرعة السطح

#### Effect of Field Size and Source–Surface Distance on Surface Dose □

قام الباحث (Rao *et. al.*, 1973) بقياس جرعة السطح ، والجرعة في منطقة التراكم باستخدام مسحوق فلوريد الليثيوم (LiF Powder) ولأنواع مختلفة من أشعة كما مثل (Co – 60) واشعة الميكافولط (6MeV, 2MeV) وتوصلوا إلى أن زيادة حجم المجال الإشعاعي يعمل على زيادة جرعة السطح والجرعة ، في المليمترات الأولى من الجلد أي منطقة التراكم . فقد زادت نسبة جرعة الجلد لأشعة (6 MeV) من (26%) لحجم المجال الإشعاعي (15 x 15 cm<sup>2</sup>) إلى (73 %) ولحجم المجال (25 x 25 cm<sup>2</sup>) وعند المسافة (S.S.D.) 100 cm .