مجلة العلوم البحثة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 20/03/2016 Revised 29/07/2017 Published online 01/08/2017

تقدير الجرعة السطحية الداخلة (ESD) للمرضي الناتجة عن التصوير التشخيصي بالاشعة السينية بمركز سبها الطبي

*يوسف أبوبكر عبدالله و هناء عبدالسلام اسويسي و مريم منصور رمضان
قسم الفيزياء – كلية العلوم–جامعة سبها، ليبيا
*للمراسلة: shafter40@sebhau.edu.ly

الملخص تقدير الجرعة الاشعاعية السطحية الداخلة للمرضي الذين يتم فحصهم بلاشعة السينية له أهمية كبيرة في مجال الوقاية من الاشعاع. حيث تم في هذا البحث تقدير الجرعات الاشعاعية (ESDs) للمرضي المترددين علي قسم الاشعة السينية بمركز سبها الطبي عن طريق أستخدام نموذج رياضي من النماذج الرياضية التي تستخدم لتقدير الجرعات الاشعاعية. تم تطبيق هذا النموذج لتقدير الجرعات الاشعاعية علي سبع فحوص لعدد 93 مريض. ولقد بينت النتائج بان هناك ارتفاع في مقدار الجرعات الاشعاعية السطحية الداخلة لجميع الفحوص بسبب الزيادة في عوامل التعرض المستخدمة من kV و mAs من قبل الفنيين بالمركز.

الكلمات المفتاحية: الأشعة السينية ، الجرعة السطحية الداخلة.

Estimation of entrance surface dose (ESD) of patients examined by diagnostic X-ray at Sebha medical centre

Y.A. Abdulla , H. A. Suasey, M. M. Ramdan
Sebha University – Faculty of Science- Physics department
Corresponding Author: shafter40@sebhau.edu.ly

Abstract Estimation of entrance surface dose to patients who are examined by x-ray is of great importance in radiation protection. Where in this research the ESDs were estimated using mathematical models. This model was applied to estimate the radiation doses on seven examinations on number of 93 patients. The results showed that there is a high amount of entrance surface doses within all examinations, because of an increase in kV , mAs.

KeyWord: x-ray , ESD.

المقدمة

تلعب الأشعة السينية دور هام في تشخيص الكثير من الأمراض ويصاحب هذا الدور تأثيرات خطيرة على المرضى والفنيين وهي تمثل المصدر الاصطناعي الأكبر لاحتمال تعرض العامة للإشعاع. فعند تعرض المريض إلي فيض من الأشعة السينية فإن بعض فوتونات هذه الأشعة تمر خلال جسم المريض دون أي تفاعل و يسبب هذا حدوث تأثيرات حيوية ، و هذه التأثيرات الحيوية دائما تنتج عن التعرض المفرط للاشعة والتي بدورها تسبب ضرر للأعضاء والانسجة الحية وهذا الضرر يكون متفاوت نظرا لتفاوت حساسية الانسجة للاشعة المختلفة . في الحالات التشخيصية الإشعاعية هناك قلق متزايد حول تعرض المرضي لكميات من الأشعة وهذا القلق يمكن ملاحظته في توصيات اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية (ICRP) [1,2,3] كل هذه الدراسات ألزمت الدول بأن تكون الجرعة المعطاه للمريض مدروسة في كل قسم من أقسام الاشعة السينية. ومن هنا كانت الحاجة لتوحيد مقياس تعرض الإشعاع ومستويات التوجيه للفحوص الإشعاعية المختلفة. ولقد تم اقتراح مستويات للجرعة الاشعاعية من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية [IAEA] مستنده في ذلك على الدراسات البريطانية والأوربية. كما نشرت عدد من المنظمات الدولية عدة تعليمات تخص مقدار الجرعة التي يجب أن تعطي للمريض وأدت هذه التعليمات مؤخراً من قبلICRP [4] إلي الاهتمام عالمياً بمقدار الجرعة للمرضي. وتعرف هذه الجرعة باسم الجرعة السطحية الداخلة (ESD) حيث يتم قياسها في مركز شعاع الأشعة السينية ويمكن تقدير هذه الجرعة عن طريق استخدام مقياس الجرعة الحر ضوئي (TLD) أو عن طريق إستخدام غرفة التأين (IC) أو عن طريق استخدام علاقات تجريبية رياضية. استخدام مقياس الجرعة الحراري TLD في قياس مقدار الجرعة الممتصة يتطلب فترات طويلة من الوقت و يتطلب أيضاً معدات خاصة قد لا تكون متوفرة في معظم أقسام الأشعة السينية ، ولذلك تم اقتراح عدة نماذج رياضية يمكن من خلالها تقدير الجرعة الممتصة. أول من نشر هذه النماذج لقياس الجرعات الجلد هو Birtch et al في سنة 1974 [5] . في سنة 1984

نشر Edmond معادلة بسيطة لقياس جرعات الجلد [6] والتي تعتمد علي kVp و mAs و FSD . و هذه النماذج الرياضية تعتمد علي عدد من المتغيرات مثل جهد الأنبوب (kvp) و المسافة بين الأنبوب و الجسم (FSD) و التعرض (mAS) وهو عبارة عن حاصل ضرب تيار الأنبوب في زمن التعرض بالثانية و من ناحية أخرى فان طريقة القياس عن طريق غرفة التأين (IC) قد لا توفر قياس مباشر للجرعة الممتصة و تتطلب معادلات رياضية لتحويل قراءة (IC) إلي جرعة الممتصة.

وبسبب المحدودية المرتبطة بالطريقتين (IC_ TLD) استخدمت عدة نماذج رياضية للإشارة إلى الجرعة الممتصة وعوامل التعرض والمسافة بين الأنبوبة والجسم والمرشحات ومساحة المقطع. كما أنشئت جداول ومخططات [7,8,9] لتقدير الجرعات الاشعاعية حيث أن هذه المخططات تسمح بتقدير الجرعة بيانياً على المدى التشخيصي ولكن استخدام هذه المخططات ربما يكون صعب ومستهلك للوقت.

المواد وطرق البحث

فى هذا البحث تم اختيار نموذج من النماذج الرياضية لتقدير الجرعات الاشعاعية للمرضي المترددين على قسم الأشعة التشخيصية فى مركز سبها الطبي. و لقد أُجري هذه البحث علي عدد 93 مريض من المترددين علي وحدة الأشعة بمركز سبها الطبي ، و تضمنت عينات المرضي بشكل رئيسي من الشباب و الرجال و النساء.

حيث تم تقدير الجرعة السطحية (ESD) باستخدام المعادلة (1) لسبعة فحوص إشعاعية وهي الصدر(PA) ، المرفق (AP LAT) ،الركبة (PA LAT)،القدم (PA LAT) ،الرسغ (PA LAT) ، العمود الفقري الظهري (AP LAT) ،العمود الفقري العنقي (LAT).

ولتوضيح هنا فأن المصطلح [PA] يدل على الوضع خلفي – أمامي ، [AP] الوضع أمامي ــ خلفي [LAT] الوضع الجانبي. المعادلة المستخدمة في هذه الدراسة تم اقترحها بواسطة العالمان تانغ وتسا سنة 1999 [10].

$$ESD(mGy) = c\left(\frac{Kv_p}{FSD}\right)^2\left(\frac{mAs}{mm.Al}\right) \rightarrow\rightarrow (1)$$

حيث أن kV_p تمثل جهد الانبوب المعطاءه و mAs هو مقدار التعرض وهو تيار الانبوب بـــ mA ملي امبير في زمن التعرض sec . بينما FSD فهو يمثل المسافة بين انبوب الاشعة والمريض ، اما المتغير mm Al فهو يمثل سمك المرشح المستخدم و هو مجموع المرشحات الموجودة في انابيب الاشعة السينية و المضافة وسمك المرشح في انبوبة الاشعة السينية المستخدمة في هذه الدراسة هو 2.5 mm Al وليس هناك مرشح خارجي ، و c هو ثابت يساوي 0.2775

النتائج والمناقشة

تم تقدير الجرعة السطحية الداخلة (ESD) لسبعة فحوص والتي تعتبر من أكثر الحالات في مركز سبها الطبي من خلال استخدام معادلة رياضية تحتوي على عوامل التعرض الرئيسية. الجداول من 1 الى 10 توضح مقادير ESD لكل فحص من الفحوص قيد الدراسة ، الملاحظ أن هناك ارتفاع واضح في قيم ESD في اغلب الفحوص والسبب يعود الي جملة من العوامل التي تؤثر علي مقدار الجرعة ، و من اهمها هو عدم تقيد الفنيين بالآجراءات الصحيحة المتبعه عند أجراء عملية التصوير الاشعاعي. وهذه الاجراءات تتمثل في استخدام قيم مناسبة لكلا من جهد الانبوب (kV_p) وتيار (mA) و زمن التعرض (Sec) والمسافة بين المريض و الانبوب (FSD) ، تيار الانبوب و زمن التعرض يعرف بـــ mAs ويطلق عليه التعرض . حيث أن هذه العوامل هي التي تعمل علي زيادة أو انخفاض الجرعات الاشعاعية في حالة التصوير الاشعاعي.

من المعروف أن جهد الانبوب المستخدم للفحوص الاشعاعية يتغير بتغير نوع الفحص، حيث توصي الهيئة الاوروبية (EC) باستخدام جهد يتراوح من 100 kV_p الي 120 kV_p بالنسبة للمرضي البالغين في هذه الدراسة نجد أن الجهد المستخدم في حالة القدم (PA) يتراوح من 43 kV_p الي 57 kV_p بمتوسط 51 kV_p بينما في دراسات أخري فان الجهد المستخدم لنفس الفحص يتراوح من 53 kV_p الي 125 kV_p [12].

أما بالنسبة للتعرض تيار الانبوب في الزمن (mAs) فان المدي المستخدم في معظم فحوص الاشعة السينية يتراوح من 1.6 mAs الي 80 mAs [13] ، فعند مقارنة مقدار التعرض (mAs) لفحص الصدر للوضع (PA) المستخدم في هذه الدراسة والذي يتراوح من 18 mAs الي 45 mAs بمتوسط مقداره 31 mAs مع دراسة سابقة اجريت في السعودية سنة 2015 لنفس الفحص حيث كان متوسط مقدار التعرض 1.6 mAs [13] واخرى اجريت في ماليزيا سنة 2010 كان متوسط مقدار التعرض 5 mAs [17] . كما تم ملاحظة بان المسافة بين انبوب الاشعة السينية والمريض (FSD) لنفس لفحص الصدر كانت تتراوح من 100 cm الي 150 cm بمتوسط مقداره 132 cm بينما في دراسات أخري فان متوسط FSD لنفس الفحص هو 180 cm.

هذا التغيير الكبير في هذه العوامل يساهم بشكل كبير جدا في زيادة الجرعة السطحية الداخلة (ESD) لكل الفحوص قيد هذه الدراسة بعد مقارنتها بدراسات سابقة وايضا بعد مقارنتها مع التقارير الدولية (NRPB 2000) [14]. جدول (11) يوضح متوسطات العوامل الثلاثة الرئيسية وهي kV_p و mAs و FSD لكل الفحوص مع متوسطات قيم الجرعة السطحية الداخلة ESD لهذه الفحوص مقارنة مع دراسة اجريت في السعودية [15] و ماليزيا[17].

جدول (1) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص Chest/PA .

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
1.019	F	140	32	75
1.523	F	140	40	82
1.142	M	120	25	77
1.5232	M	140	40	82
0.728	M	130	22	71
0.763	F	110	18	68
0.699	M	120	18	71
0.895	M	140	26	78
1.102	M	140	32	78
1.631	M	140	45	80
1.865	F	120	36	82
1.875	F	100	40	65
1.240	F	140	36	78
0.840	M	150	28	78
0.884	F	150	28	80

جدول (2) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص Elbow/AP

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
0.968	M	45	8	47
0.447	M	60	6.3	48
2.273	M	35	8	56
0.866	M	60	10	53
2.022	M	40	10	54
0.591	F	50	6.3	46

جدول (3) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص Elbow/LAT

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
1.467	M	40	10	46
0.885	M	50	7.1	53
0.823	M	45	7.1	46
2.216	F	45	7	76
1.118	M	40	7	48
0.866	M	60	10	53
1.618	M	40	8	54

جدول (4) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص knee/AP

ES (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
0.833	F	60	10	52
0.770	F	60	10	50
0.940	M	50	7	55
1.200	M	50	10	52
1.734	M	40	10	50
0.953	F	50	7.1	55
0.952	F	50	7.09	55
0.655	F	80	12.5	55
1.860	F	50	15.5	52
1.001	M	60	10	57

جدول (5) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص Lumbar spine /LAT

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
12.56	M	100	187	92
8.17	F	100	81.6	95
272.7	M	30	273	90
7.59	M	120	180	74
12.118	M	80	39.5	133
140.33	F	44	238	93
163.51	M	44	316	95
42.53	F	60	114	110
36.03	F	50	76.5	103
19.98	F	80	180	80

جدول (6) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص knee/LAT

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
1.074	F	50	8	55
0.833	F	60	10	52
0.433	F	80	10	50
0.655	F	80	12.5	55
1.341	M	60	12.5	58
6.188	M	30	16	56
1.493	F	50	10	58
0.302	M	100	9	55
1.072	M	60	12.5	53
0.685	M	70	10	55

جدول (7) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص Foot/AP

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
0.507	F	80	9	57
2.3467	F	50	12.5	61
2.2539	F	40	10	57
0.67155	F	40	5	44
0.3283	M	50	4	43
1.42417	M	50	11	54
0.4949	M	60	8	45
0.4813	M	50	5.6	44
0.3039	M	80	7.3	49
1.803	F	40	8	57

جدول (8) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص Foot /LAT

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
0.5369	F	40	4.5	43
1.14	F	60	11	58
0.3468	M	80	8	50
0.435	M	70	8	49
1.87	F	50	13	57
0.4475	F	60	6.3	48
0.616	F	60	8	50
1.1238	M	40	8	45
1.11	M	50	10	50
0.3868	M	50	4.5	44

جدول (9) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص Lumbar spine / AP

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
24.44	M	70	182	77
76.78	M	30	105	77
21.35	M	70	159	77
0.0878	F	60	28.5	10
4.46	M	70	37	73
48.02	F	50	89.4	110
10.55	F	70	38.5	110
6.29	F	65	40.4	77
6.2	F	70	25.8	103
27.91	M	60	138	81

جدول (10) يوضح عوامل التعرض ومقدار الجرعة السطحية الداخلة لفحص cervical spine / LAT

ESD (mGy)	الجنس	FSD	mAs	Kv_p
1.99	F	100	40	67
2.13	F	140	56	82
1.47	F	80	14.3	77
9.74	F	44	31.9	73
1.71	F	110	31.5	77
1.858	M	80	24.6	66
1.8787	M	110	32	80
2.05	M	100	40	68
1.688	M	120	36	78
2.16	M	100	32	78

جدول (11) متوسطات الجداول السابقة لجميع الفحوص مقارنة بالسعودية [15] و ماليزيا [17].

العضو	الوضع	التعرض mAs	الجهد Kv_p	المسافة FSD	ESD (mGy)	السعودية [15] المتوسطات			ماليزيا [17]		
						ESD (mGy)	kVp	mAs	ESD	kVp	mAs
Chest	PA	– 45 18 31.06	– 82 65 76.33	– 150 100 132	0.728 – 1.875 1.1819±0.407262	0.35	116.96	4.24	0.18	65	5
Elbow	AP	– 10 6.3 8.1	– 56 46 50.66	35 – 60 48.33	0.447 – 2.273 1.1945±0.76552	0.05	54.11	1.88	–	–	–
	LAT	– 10 7.1 8.02	– 76 46 53.71	40 – 60 45.71	0.823 – 2.216 1.2847±0.514404	0.05	54.03	1.83	–	–	–
Knee	PA	– 15.5 7 9.91	– 57 50 53.3	40 – 80 55	0.655 – 1.860 1.0898±0.400783	-	-	-	–	–	–
	LAT	8 – 16 11.05	– 58 50 54.7	– 100 30 64	0.302 – 6.188 1.4076±1.721717	0.13	62.09	3.35	–	–	–
Foot	AP	4–12.5 8.04	–57 43 51.1	40–80 54	0.3039–2.34 1.0614±0.815	0.04	48.49	1.61	–	–	–
	LAT	4.5–13 8.13	–58 43 49.4	40–80 56	0.3468–1.87 0.8±0.4942	0.06	53.53	1.9	–	–	–
Lumbar spine	AP	–182 25.8 84.36	–110 10 79.5	30–70 61.5	0.0878–76.78 22.608±23.8766	1.91	71.89	39.31	5.74	73	35
	LAT	–316 39.5 168.56	–133 74 96.5	30–100 70.8	7.59–272.7 72.05±90.3891	3.6	78.19	79.83	11.36	85	52
Cervical spine	LAT	–56 14.3 33.83	–66 82 74.6	44–140 98.4	1.47–9.74 2.4±2.4943	0.39	63.31	12.98	–	–	

الخلاصـــــــة

من خلال نتائج هذا البحث نستنتج أن مقدار الجرعة السطحية تعتمد علي عوامل التعرض وهي جهد الأنبوب (Kv_p) و تيار الأنبوب في زمن التعرض (mAs) و المسافة بين الأنبوب و الجسم (FSD).

من خلال الجداول نلاحظ أنه بزيادة جهد الأنبوب (Kv_p) وتيار الأنبوب تزداد مقدار الجرعة السطحية وبالتالي تزداد مقدار الجرعة الممتصة بواسطة أعضاء الجسم. فعند زيادة التعرض (mAs) من 28mAs الى 32 mAs في فحص الصدر وجد أن هناك زيادة في مقدار الجرعة الداخلة بمقدار % 23 ، ولقد توصلت العديد من الدراسات الى أن الزيادة في تيار الأنبوب بمعدل 2 من القيمة التي يجب استخدامها علي سبيل المثال للصدر أدت إلي زيادة للجرعة السطحية بمقدار 28% وأيضا تم استنتاج أن الزيادة في المسافة بين الأنبوب و الجسم (FSD) يؤدي إلي تقليل في مقدار الجرعة الداخلة و هذا يتفق مع قانون التربيع العكسي . فعند مقارنة فحص الركبة(Knee /Ap) للحالات المتشابة في mAs ، kV_p وجد أن مقدار الجرعة الداخلة (ESD) يزداد بمقدار حوالي 55% عند تقليل المسافة بين الانبوب و المريض (FSD) بمقدار 20 cm. وعند مقارنة هذه النتائج مع ما هو موجود في الدوريات وبعض الدراسات المتوفرة نلاحظ أن هناك ارتفاع في مقدار الجرعة السطحية الداخلة لهذه الفحوصات، وهذا يرجع إلي عدة أسباب منها عدم تطبيق معايير الجودة لأجهزة المستخدمة في مركز سبها الطبي ، حيث توجد مشاكل في ضبط أجهزة الأشعة السينية وهى متعلقة بضبط و دقة فرق الجهد و توافقية تيار الأنبوب و ضبط مسافة حزمة التعرض و المسافة بين الأنبوب والمريض الي جانب عدم صلاحية الافلام المستخدمة خلال فترة انجاز هذه الدراسة. هذه الاسباب تزيد من مقدار الجرعة السطحية و تعرض أعضاء الجسم إلي زيادة في مقدار الجرعة الممتصة ، وبشكل عام فان استخدام جهد أنبوب منخفض (Kv_p) وقيم عالية لتعرض (mAs) كان هو السائد خلال إجراء هذا البحث وهو السبب الرئيسي فى اختلاف الجرعات.

و لقد أوضح Lanhede et al. لنهد وآخرون [16] بأن زيادة جهد الأنبوب يصاحبه انخفاض بمقدار 33% في مقدار الجرعة السطحية الداخلة وزيادة جهد الأنبوب بين 8 الي 13 Kv فى فحص Lumbar spine يصاحبه انخفاض فى الجرعة بين 26 – 39% .

خلاصـــــة هذا البحث هو لابد من وجود برنامج لضمان الجودة والمراقبـــــة وذلك للوصول إلى انخفاض في الجرعات الإشعاعية للمرضي والعاملين في أقسام الأشعة في المستشفيات وان تكون هناك ورش عمل للفنيين لتوضيح مخاطر زيادة الجرعات الإشعاعية وأيضا العمل على تحديد مستويات مرجعية محلية للجرعات الإشعاعية.

المراجع

[1]- ICRP. Avoidance of radiation Injuries from interventional Procedures: International Commission on Radiation Protection, ICRP Publication 85, Annals of the ICRP 30, No.2 Bergman Press Oxford 2000.

[2]- WHO, Quality Assurance in diagnostic Radiology; World Health Organization, Geneva. 1982

[3]- CEC, Radiation Protection 33 EUR 9728EN; Office for Official of the EURO Pean Community, Luxembourg 1985

[4]- ICRU, Radiation Dosimetry; X-rays Generated at Potentials of 5 to 150 kV, International Commission on radiation units and measurements, ICRU. Report 17, ICRU Publications, 1970

[5]- Birch et.al , Computation of Bremsstrahlung X-ray Spectra and comparison with spectra measured with Ge(Li) detector . phys , Med Biol 24 K (3) , (1979) : P.505-517 .

[6]- Edmonds, "Calculation of patient's skin dose from diagnostic X-ray. Procedures" .B,J Radiol (1984) . 57:P.733-734

[7]- L. Cardillo, T.J.Boal, and P.F. Einsiedel, Patient dose from Chest Radiology in Victoria, Australia's, Phys, Eng, Sci, Med, Jun 20 (2): 92 – 101 , (1997)

[8]- L. Cardillo, T.J. Boal. & J.C Hedt; A Survey of Radiation doses to adults from Diagnostic. Radiology in Victoria, Australia's, Phys, Eng, Sci, Med, Jun 22(2);64-72 (1999)

[9]- L.B.Li, J.P. wang, X.R.Ya, S.S.He, F.H.Yu and C.H.Ding; Medical Radiation usage and exposures from medical Radiation X-ray . Diagnostic In Shandong Province of China; Radiat. Prot. Dosimetry. 93(2): 261 – 266 (2001).

[10]- Chuan , J.Tung and H.Tsai . *Evaluations of Gonad Fetal Dose for diagnostic Radiology* . Pproc.Nati .

diagnostic X-ray tests in the Security Forces Hospital in Riyadh , Saudi Arabia , 2005.

Didcot, UK (2000) Report of the working party of the Institute of Physics Science in Medicine.

[15]- Hanan Fowaz Akhdar " Assessment of Entrance skin Dose and Effective Dose of some Routine X-ray Examinations using calculation Technique. MSc. Thesis (2007).

[16]- LANHEDE, B, et al. The influence of different technique factors on image quality of chest radiographs as evaluated by modified CEC image quality criteria. The British Journal of Radiology. (2002).

[17]- M.H.R.O Abdullah. et.al. preliminary study on the trend of patient dose arising from diagnostic X-ray examination in penang. Malaysia Journal of applied science Research, 6(12); 2257 – 2263 (2010).

Sci . Counc . Roc(B) , (1999) . 23:P.107-113 .

[11]- Sahar A. Al- Habeeb . Assessment of patient's doses from routine

[12]- I.I. Suliman, N. Abbas, F.I. Habbani "Entrance surface doses to patients undergoing selected diagnostic x-ray examinations in Sudan. "Radiation Protection Dosimeter, 123 (2) (2007), pp. 209–214

[13]- M.T. Taha , F.H. Al-Ghorabie, R.A. Kutbi, W.K. Saib. Assessment of entrance skin doses for patients undergoing diagnostic X-ray examinations in King Abdullah Medical City, Makkah, KSA .Journal of Radiation Research and Applied Sciences Volume 8, Issue 1, January 2015, Pages 100–103

[14]- National Radiologic Protection Board, 2000. National Radiologic Protection Board. National protocol for patient dose measurements in diagnostic radiology NRPB, Chilton