# قياس التعرضات الاشعاعية لمنظومة الفحص بالاشعة المؤينة من نوع RapiScan-GaRDS

اعداد:- فائز قحطان وحيد / فيزياوي اقدم / الهيئة العراقية للسيطرة على المصادر المشعة

المشاركون:- حسنين حكمت محمد، سمير ضاري صالح، محمد جاسم محمد شنتر.

E-mail: inspect@irsra.gov.iq , Tel.: +964 7727427403

**الخلاصة:-**

يتلخص هذا البحث بدراسة التعرضات الاشعاعية لمشغلي المنظومة وسائقي المركبات المفحوصة والمارة وعموم الناس ومقارنتها مع محددات التعرضات الاشعاعية الموضوعة لبعض البلدان التي تستعمل هذه الاجهزة، كخطوة اولى لوضع المحددات المحلية للتعرضات الاشعاعية.علما ان الاصدار الاخير لمنشور الوكالة الدولية للطاقة الذرية GSR. Part No (3) لعام 2011 ورد منع استخدام هذه المنظومات الا بعد الحصول على تبرير من الهيئة الرقابية لكل بلد بالاستخدام علما انها ممارسة جديدة في العالم ولم يتم وضع محددات دولية لها في اغلب الدول، حيث تم تسليم جهاز قياس الاشعاع نوع RadEye لعدد من سائقي شاحنات نقل المنتجات النفطية والايعاز لهم بالمرور خلال منظومة الفحص بسرع مختلفة لحساب الجرع الاشعاعية المكافئة لسائقي الشاحنات المفحوصة والمشغلين والمارة وعموم الناس. تمت مقارنة النتائج العملية مع الحسابات النظرية للمنظومة والنتائج المدونة في الكتيب التشغيلي للمنظومة وتبين ان الجرعات الاشعاعية تبقى ضمن الحدود المقرة فقط عند الالتزام بالمحددات المدونة في الكتيب التشغيلي للمنظومة.

الكلمات المفتاحية: RapiScan-GaRDS ، التعرضات الاشعاعية ، منظومة الفحص بالاشعة المؤينة ، الجرعة المكافئة .

# Measuring equivalent doses to the Ionization inspection systems (Rapiscan-GaRDS)

F.Q. Waheed* ,H.H.AL-Kazzaz, S.D.AL-Aubaedy, M.J.AL-Dulaimi

**Abstract:-**

This study aims to measure accumulating equivalent dose to the radiological workers (operator) under inspection cars drivers and then compare with constrains of radiation exposure used by other countries which use these systems as a first step to put the local limitations. The last published version of IAEA (GSR. Part no. 3) in 2011 mentioned that using of these systems are forbidden only after prevented the obtaining the justifications of the regulatory body for each country, knowing that it is a modern practice in the world and until now there are no such limitations in most countries. Some red eye devices have been given to the number of truck drivers of petroleum transport products and instructed them to pass through the scan system with different speeds to measure the accumulating equivalent doses in the truck drivers under inspection, radiological workers, and general people. The results accumulated equivalent doses were compared with theory results of the systems and also with documented results in the operation manual. The results showed that the doses are within the limitations only in the commitment with limitation documented in the operation manual of system.

Keywords: RapiScan-GaRDS, radiation exposure, ionizing radiation inspection system, equivalent dose.

1 - المقدمة:-

نظرا للتوسع الحاصل حديثا في استخدامات المصادر المشعة وهو الكشف عن الشحنات والحاويات باستخدام اشعة كاما والأشعة السينية لفحص الحقائب والبضائع والمركبات والاشخاص في المطارات والمنافذ الحدودية والمناطق الامنية في العديد من دول العالم، فقد استخدمت قوات الامن العراقية جهاز الكشف من نوع Rapiscan–GaRDS لمساعدتها في السيطرة على الحالة الامنية في داخل العراق منذ عام 2010.

تعتبر منظومة الرابسكان المتنقلة نوع Rapiscan–GaRDS والتي تعتمد بطريقة الكشف على اشعة كاما منظومة سهلة العمل وسريعة وذات نتائج جيدة مع اختصار الوقت والجهد في فحص الشاحنات والقطارات والحاويات الكبيرة وسيارات الركاب للكشف عن المواد الممنوعة والاسلحة والمواد المهربة وهي مصممة للعمل في الظروف الجوية المختلفة [1].

ان هذه المنظومة تتألف من مصدر مشع (نوع $Co^{60}$) بنشاط اشعاعي (1Ci) عند الصنع وكاشف للخيال (لوحة التحسس) وان مبدأ العمل يتم بتمرير المواد المراد فحصها بين اللوحة المتحسسة والمصدر المشع ونتيجة لانبعاث الاشعة وامتصاصها تقوم اللوحة المتحسسة برسم صورة خيالية توضح المحتويات الداخلية للحاويات والمواد المفحوصة من دون فتحها وان مبدا العمل هذا يتطلب عدم وجود اي نوع من التدريع بين المصدر المشع والمادة المراد فحصها اثناء عملية الكشف وهذه الالية تتطلب مهارة فنية عالية وتدريب للمشغلين وان المواقع العاملة على مثل هكذا منظومات يجب عليها تقسيم مناطق العمل لتقليل التعرضات الاشعاعية الى اقصى حد ممكن حسب مبدا (ALARA).

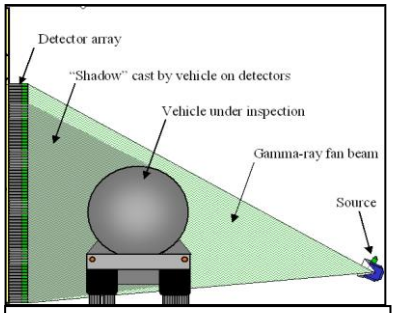
صورة رقم (1) شاحنة الرابسكان في مصفى الدورة

**اولا :- وصف منظومة (RapiScan):-**

ان شركة (Rapiscan) هي شركة رائدة في انتاج المنظومات الامنية للكشف والتفتيش الامني ولها منتجات عديدة تستخدم تقنيات مختلفة في التفتيش ومن ضمنها الاشعاع المؤين باستخدام المصادر المشعة كما في منظومة الرابسكان موديل (GaRDS) والمبينة في الصورتين رقم(1)،(2) ، وهذه المنظومة عبارة عن شاحنة مثبت عليها حامل وذراع ميكانيكي متحرك وفي نهاية الذراع مصدر مشع نوع ($Co^{60}$) بنشاط اشعاعي (**1Ci**) عند الصنع وكاشف للخيال (لوحة التحسس) والتي هي عبارة عن عدد كبير من الكواشف الاشعاعية الاحادية البعد المرتبة على شكل مصفوفة فوق بعضها البعض على شكل حرف (L)، متصلة مع حاسوب عند مقصورة السائق من اجل اعادة ترتيب الصورة في الوقت الحقيقي لتظهر فورا صورة رقمية عالية الوضوح على شاشة المراقبة ويقوم المشغل بتحليلها، هذه الصورة الخيالية توضح المحتويات الداخلية للحاويات والمواد المفحوصة من دون فتحها.

صورة رقم(2) شاحنة الرابسكان في مصفى الدورة في حالة الاستعداد للعمل

**ثانيا :- مبدأ عمل المنظومة :-**



صورة رقم(3) طريقة عمل المنظومة

ان مبدأ العمل يتم بتمرير المادة المراد فحصها بين اللوحة المتحسسة التي تكون مثبتة على الذراع الحامل والمصدر المشع الذي يكون مثبت في نهاية الذراع الميكانيكي المتحرك كما مبينة في الصورة رقم(3) ونتيجة لانبعاث الاشعة من المصدر المشع وانعكاسها من قبل المادة المراد فحصها ووصولها الى اللوحة المتحسسة والتي هي عبارة عن عدد كبير من الكواشف الاشعاعية الاحادية البعد المرتبة بصورة عمودية فوق بعضها البعض على شكل مصفوفة وتستخدم كواشف اشباه الموصلات على شكل دايودات كمتحسسات تناظرية لاشعة كاما ترتبط بجهاز مكثف لتحويل الاشارة التناظرية الى رقمية وبالاتصال مع حاسوب مرفق بالمنظومة موجود عند مقصورة السائق ترسم صورة خيالية كما مبينة في الصورة رقم(4) التي توضح المحتويات الداخلية للحاويات والمواد المفحوصة من دون فتحها. حيث يتم ارسال ومعالجتها من خلال الحاسوب المرفق بالمنظومة من اجل اعادة بناء صورة ثنائية البعد، حيث تظهر فورا على شاشة المراقبة صورة عالية الوضوح ويقوم المشغل بتحليلها.

صورة رقم (4) الصورة المتكونة في الحاسوب المرفق بالمنظومة

2 - البحث ونتائجه:-

اولا- الجزء العملي:-

عند فحص الشاحنات خلال المنظومة يجب ان تكون سرعة المركبة بحدود 1.5كم/ساعة (0.4م/ثانية) وبذلك يكون عدد المركبات المفحوصة في الدقيقة الواحدة تتراوح بين (1-3) مركبة وان المنظومة لها القدرة على تشكيل صورة واضحة للمحتويات الداخلية للمركبة حتى وان كان سمك المادة المراد فحصها (180 mm) من الفولاذ، علما ان المنظومة لها القدرة على الفحص باربع سرع مختلفة.

وأن حدود السرعة الموصى بها من قبل الشركة المصنع كما مبينة في ادناه:-

- السرعة الاولى = 0.5 م/ثانية ( 1.93 كم / ساعة ).
- السرعة الثانية = 0.4 م/ثانية ( 1.51 كم / ساعة ).
- السرعة الثالثة = 0.3 م/ثانية ( 1.11 كم / ساعة ).
- السرعة الرابعة = 0.2 م/ثانية ( 0.70 كم / ساعة ).

لقد تم اختيار احد المواقع النفطية (احد المصافي النفطية) في العاصمة بغداد التي تحتوي على منظومة الكشف من نوع Rapiscan –GaRDS العاملة على اصدار اشعة كاما للتمكن من اجراء الاختبارات الميدانية، حيث تم نصب المنظومة في احد مداخل المصفى للسيطرة على الحالة الامنية داخل المصفى وكذلك للسيطرة على حالات التهريب والتحوير في نقل المشتقات النفطية.

تم الاستفادة من امكانية جهاز قياس الاشعاع نوع (RadEye) و قدرته على قياس الجرعة الاشعاعية المكافئة التجميعية المحيطية ($HB^*$) [2] بوحدات (µSv) وكذلك امكانية قياس معدل الجرعة الحالية (µSv/hr) حيث تم تسليم جهاز قياس الاشعاع (RadEye) لعدد من سائقي الشاحنات والايعاز لهم بالمرور خلال منظومة الفحص بحيث يكون المرور باربع سرع مختلفة وضمن حد السرعة المسموح به الموصى من قبل الشركة المصنعة وتم تدوين جميع القراءات وكما مبينة في الجدول رقم (1)،(2) للحصول على النتائج في حالات مختلفة.

خلال عملية الفحص الاعتيادي فان اتجاه حركة مرور الشاحنة المراد فحصها خلال منظومة الفحص تكون متعاكسة مع اتجاه وقوف عربة منظومة RapiScan وبما ان المصدر المشع يقع على ارتفاع 0.5 متر من الارض وبسبب ارتفاع مكان جلوس الشخص داخل الشاحنة المراد قياسها كما مبين في الصورة رقم (1) وبذلك اصبحت اجزاء الشاحنة كدرع يقي السائق من التعرض للاشعة علما ان السرعة المقررة للشاحنة هي 1.5 كم/ساعة (0.4 متر/ثانية) وان المنظومة لها القدرة على فحص المواد باربع سرع ضمن الحد المقبول فلذلك كانت الجرع الاشعاعية المكافئة المتراكمة للسائق ضمن ظروف التشغيل الاعتيادية كما مبينة في ادناه.

الجدول رقم (1) يوضح الجرع الاشعاعية المكافئة اليومية عند المرور باربع سرع مختلفة الموصى بها في الكتيب التشغيلي للمنظومة.

| ت | الجرعة الاشعاعية بوحدات (µSv ) | سرعة المركبة المفحوصة | معدل الجرعة الاشعاعية المكافئة بوحدات µSv | الملاحظات |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.10 | السرعة الاولى | **0.185** | تمثل هذه القراءة معدل الجرعة الاشعاعية المكافئة للسائق في حالة مروره باربع سرع مختلفة ضمن ظروف التشغيل الاعتيادية الموصى بها من قبل الشركة المصنعة. |
| 2 | 0.17 | السرعة الثانية | | |
| 3 | 0.22 | السرعة الثالثة | | |
| 4 | 0.25 | السرعة الرابعة | | |

جدول رقم (2) يوضح الجرع الاشعاعية المكافئة في حالات مختلفة.

| ت | الجرعة بوحدات **µSv** | الملاحظات |
|---|---|---|
| 1 | 0.185 | الجرعة الاشعاعية المكافئة اليومية في حالة المرور لمرة واحدة باليوم . |
| 2 | 0.37 | الجرعة الاشعاعية المكافئة اليومية في حالة المرور مرتين باليوم الواحد |
| 3 | 67.5 | الجرعة الاشعاعية المكافئة السنوية في حالة مروره مرة واحدة باليوم. |
| 4 | 135 | الجرعة الاشعاعية المكافئة السنوية في حالة مروره مرتين باليوم الواحد . |
| 5 | 9.25 | الجرعة الاشعاعية المكافئة السنوية في حالة المرور مرة واحدة كل اسبوع . |
| 6 | 2.22 | الجرعة الاشعاعية المكافئة السنوية في حالة المرور مرة واحدة كل شهر. |

ملاحظة:- تم افتراض اسوا حالة لتقييم التعرضات الاشعاعية لسائقي الشاحنات المفحوصة عند افتراض المرور اليومي فسيكون عدد مرات الفحص السنوي هو 365 مرة باعتبار ان تجهيز المشتقات النفطية يكون يوميا حتى ايام الجمع والعطل الرسمية.

**ثانيا:- الحسابات النظرية :-**

لقد تم اجراء الحسابات النظرية بالاعتماد على النشاط الاشعاعي وتاريخ الصنع لغرض مطابقة النتائج النظرية مع النتائج العملية لتدقيق القراءات علما ان هذه المنظومة (الرابسكان) تحتوي على مصدر مشع نوع($Co^{60}$) بنشاط اشعاعي (1Ci) عند الصنع وان تاريخ الصنع هو 2010/8/5 والرقم الرمزي للمصدر المشع هو (7178) وان تاريخ اجراء القياسات الاشعاعية هو 2012/5/22 وان عمر النصف للنظير Co-60 هو 5.27 سنة[3] لذلك ستكون النتائج كما مبينة في ادناه :-

$A = A_o\, e^{-\lambda t}$

$A$ = النشاط الاشعاعي الحالي بتاريخ الفحص = 22/5/2012

$A_o$ = النشاط الاشعاعي عند الصنع = $3.7 \times 10^{10}$ Bq

$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$

Ln 2 = 0.693 , $T_{1/2}$ = 5.27 year

$t$ = تاريخ الصنع – التاريخ الحالي = عمر المصدر المشع

$A = 3.7 \times 10^{10}\, e^{-(ln2 / T\,1/2).t}$

$A = 26 \times 10^{9}$Bq 2012 النشاط الاشاعي للمصدر المشع لشهر ايار لعام

= 0.72 Ci

وعند اجراء الحسابات النظرية لمعرفة النشاط الاشعاعي والجرعة للمصدر المشع وبسبب الانحلال الاشعاعي فان الجرع الاشعاعية تكون متغيرة مع الزمن بالاعتماد على عمر النصف للنظير المشع وهو (5.27 year) .

الجدول رقم (3) يوضح النشاط الاشعاعي للمصدر المشع لعام 2012 .

| ت | الاشهر لعام 2012 | النشاط الإشعاعي بوحدات Bq | النشاط الإشعاعي بوحدات Ci | عمر المصدر المشع بالاشهر |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **كانون الثاني** | $30.68 \times 10^9$ | 0.829 | 17 شهر |
| 2 | **شباط** | $30.35 \times 10^9$ | 0.820 | 18 شهر |
| 3 | **اذار** | $30.02 \times 10^9$ | 0.811 | 19 شهر |
| 4 | **نيسان** | $29.69 \times 10^9$ | 0.802 | 20 شهر |
| 5 | **ايار** | $29.36 \times 10^9$ | 0.793 | 21 شهر |
| 6 | **حزيران** | $29.04 \times 10^9$ | 0.784 | 22 شهر |
| 7 | **تموز** | $28.72 \times 10^9$ | 0.776 | 23 شهر |
| 8 | **اب** | $28.41 \times 10^9$ | 0.767 | 24 شهر |
| 9 | **ايلول** | $28.10 \times 10^9$ | 0.759 | 25 شهر |
| 10 | **تشرين الاول** | $27.79 \times 10^9$ | 0.751 | 26 شهر |
| 11 | **تشرين الثاني** | $27.49 \times 10^9$ | 0.742 | 27 شهر |
| 12 | **كانون الاول** | $27.19 \times 10^9$ | 0.734 | 28 شهر |

ولحساب الجرع الاشعاعية المكافئة ($D$) بوحدات (µSv/h) بالاعتماد على النشاط الاشعاعي المذكور في الجدول رقم (1) باستخدام المعادلة التالية ( $D = A \cdot \Gamma / r^2$ ) [4] سوف تكون النتائج.

$D = A \cdot \Gamma / r^2$

When :-

$D$ = الجرعة المكافئة المراد قياسها بوحدات (mSv/h)

$A$ = النشاط الاشعاعي للمصدر بوحدات الكيوري (Ci) = 0.829 Ci

$\Gamma$ = ثابت كاما للمصدر المشع = 13.7 ($mSv.r^2.h^{-1}.Ci^{-1}$)

$r$ = المسافة بين المصدر ونقطة القياس = 1 متر

$D = A \cdot \Gamma / r^2$

وعليه ستكون النشاطات الاشعاعية للاشهر المبينة في ادناه لعام 2012 للمسافات المختلفة وكما موضحة في الجدول رقم (4).

جدول رقم (4) يبين النشاط والجرع لعدة مسافات لاشهر عام 2012

| ت | الشهر | النشاط الاشعاعي للمصدر (Ci) | الجرعة الاشعاعية بوحدات D (µSv/h) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 متر | 2 متر | 3 متر | 4 متر | 5 متر | 6 متر | 7 متر | 8 متر | 9 متر | 10متر |
| 1 | كانون الثاني | 0.829 | 11357.3 | 2839.3 | 1261.9 | 709.3 | 454.2 | 315.4 | 231.7 | 177.4 | 140.2 | 113.5 |
| 2 | شباط | 0.820 | 11234 | 2808.5 | 1248.2 | 702.2 | 449.3 | 321 | 229.2 | 175.5 | 138.6 | 112.3 |
| 3 | اذار | 0.811 | 11110.7 | 2777.6 | 1234.5 | 694.4 | 444.4 | 308.6 | 226.7 | 173.5 | 137.1 | 111.1 |
| 4 | نيسان | 0.802 | 10986.4 | 2746.8 | 1220.8 | 686.7 | 439.4 | 305.2 | 224.2 | 171.6 | 135.6 | 109.8 |
| 5 | ايار | 0.793 | 10864.1 | 2716.0 | 1207.1 | 679.0 | 434.5 | 301.7 | 221.7 | 169.7 | 134.1 | 108.6 |
| 6 | حزيران | 0.784 | 10740.8 | 2685.2 | 1193.4 | 671.3 | 429.6 | 298.2 | 219.2 | 167.8 | 132.6 | 107.6 |
| 7 | تموز | 0.776 | 10631.2 | 2657.8 | 1181.2 | 664.4 | 425.2 | 295.3 | 216.9 | 166.1 | 131.2 | 106.3 |
| 8 | اب | 0.767 | 10507.9 | 2626.9 | 1167.5 | 656.7 | 420.3 | 291.8 | 214.4 | 164.1 | 129.7 | 105 |
| 9 | ايلول | 0.759 | 10398.3 | 2599.5 | 1155.3 | 649.9 | 415.9 | 288.8 | 212.2 | 162.4 | 128.3 | 103.9 |
| 10 | تشرين الاول | 0.751 | 10288.8 | 2572.1 | 1143.2 | 643 | 411.5 | 285.6 | 209.9 | 160.7 | 127 | 102.8 |
| 11 | تشرين الثاني | 0.742 | 10165.4 | 2541.3 | 1129.4 | 635.3 | 406.6 | 282.3 | 207.4 | 158.8 | 125.4 | 101.6 |
| 12 | كانون الاول | 0.734 | 10055.8 | 2513.9 | 1117.3 | 628.4 | 402.2 | 279.3 | 205.2 | 157.1 | 124.1 | 100.5 |

**الجدول رقم (5) يوضح القياسات الاشعاعية للمصدر المشع للشهر الخامس (ايار) لاجزاء من الساعة.**

| ت | اوقات العمل بالدقائق | الجرع الاشعاعية المكافئة للمسافات التالية بوحدات (µSv/h) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 متر | 2 متر | 3متر | 4 متر | 5 متر | 6 متر | 7 متر | 8 متر | 9 متر | 10 متر |
| 1 | دقيقة واحدة | 181 | 45.2 | 20.1 | 11.3 | 7.25 | 5 | 3.6 | 2.8 | 2.2 | 1.8 |
| 2 | دقيقتين | 362 | 90.4 | 40.2 | 22.6 | 14.5 | 10 | 7.39 | 5.6 | 4.4 | 3.6 |
| 3 | ثلاث دقائق | 543 | 35.6 | 60.3 | 33.9 | 21.7 | 15 | 11.0 | 8.4 | 6.6 | 5.4 |
| 4 | اربعة دقائق | 724 | 180.8 | 80.4 | 45.2 | 29 | 20 | 14.7 | 11.2 | 8.8 | 7.2 |
| 5 | خمسة دقائق | 905 | 226 | 101.5 | 56.2 | 36.2 | 25 | 18.4 | 14 | 11 | 9 |
| 6 | ستة دقائق | 1086 | 271.2 | 120.6 | 67.8 | 43.5 | 30 | 22.1 | 16.8 | 13.2 | 10.8 |
| 7 | سبعة دقائق | 1267 | 316.4 | 140.7 | 79.1 | 50.7 | 35 | 25.2 | 19.6 | 15.4 | 12.6 |
| 8 | ثمانية دقائق | 1448 | 361.6 | 160.8 | 90.4 | 58 | 40 | 28.8 | 22.4 | 17.6 | 14.4 |
| 9 | تسعة دقائق | 1629 | 406.8 | 180.9 | 101.4 | 65.2 | 45 | 32.4 | 25.2 | 19.8 | 16.2 |
| 10 | عشرة دقائق | 1810 | 452 | 201 | 113 | 72.5 | 50 | 36.9 | 28.2 | 22.3 | 18 |

الجدول رقم (6) يوضح الجرع المكافئة في حالة مرور السائق خلال منظومة الفحص بحيث يكون اتجاه الحركة بنفس اتجاه وقوف منظومة الفحص بحيث يبعد السائق عن المصدر المشع 2 متر للشهر الخامس (ايار).

| ت | وقت المكوث امام المصدر المشع | المسافة بين مكان الجلوس في الشاحنة والمصدر المشع للمنظومة | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2 متر | 3 متر | 4 متر |
| 1 | 5 ثانية | 3.76 | 1.68 | 0.94 |
| 2 | 10 ثانية | 7.5 | 3.36 | 1.8 |
| 3 | 15 ثانية | 11.25 | 5.04 | 2.82 |
| 4 | 20 ثانية | 15.06 | 6.72 | 3.76 |
| 5 | 25 ثانية | 18.83 | 8.4 | 4.7 |
| 6 | 30 ثانية | 22.6 | 10.1 | 5.65 |
| 7 | 35 ثانية | 26.32 | 11.76 | 6.58 |
| 8 | 40 ثانية | 30.13 | 13.44 | 7.53 |
| 9 | 45 ثانية | 33.84 | 15.12 | 8.46 |
| 10 | 50 ثانية | 37.66 | 16.8 | 9.4 |
| 11 | 55 ثانية | 41.36 | 18.48 | 10.34 |
| 12 | 60 ثانية | 45.2 | 20.2 | 11.3 |

الجدول رقم (7) يوضح الجرع الاشعاعية للسائق في حالة مرور الشاحنة مع اتجاه وقوف منظومة الفحص في حالة كون السائق يبعد 2 متر عن المصدر المشع.

| ت | مدة الفحص | الجرعة الاشعاعية اليومية عند الفحص لمرة واحدة باليوم | الجرعة الاشعاعية اليومية عند الفحص لمرتين باليوم | التعرض السنوي عند مروره مرة واحدة باليوم | التعرض السنوي عند مروره مرتين باليوم | التعرض السنوي عند مروره اسبوعيا | التعرض السنوي عند مروره شهريا |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 ثانية | 3.76 | 7.2 | 940 | 1880 | 187.5 | 45.12 |
| 2 | 10 ثانية | 7.5 | 15.06 | 1875 | 3750 | 375 | 90 |
| 3 | 15 ثانية | 11.25 | 22.59 | 2812.5 | 5625 | 562.5 | 135 |
| 4 | 20 ثانية | 15.06 | 30.13 | 3765 | 7530 | 753 | 180.7 |
| 5 | 25 ثانية | 18.83 | 36 | 4707.5 | 9415 | 941.5 | 225.96 |
| 6 | 30 ثانية | 22.6 | 43.2 | 5650 | 11300 | 1130 | 271.2 |
| 7 | 35 ثانية | 26.32 | 50.4 | 6580 | 13160 | 1316 | 315.84 |
| 8 | 40 ثانية | 30.13 | 56.6 | 7532 | 15064 | 1506.4 | 361.5 |
| 9 | 45 ثانية | 33.84 | 64.8 | 8460 | 16920 | 1692 | 406 |
| 10 | 50 ثانية | 37.66 | 72 | 9414 | 18828 | 1828.8 | 451.9 |
| 11 | 55 ثانية | 41.36 | 79.2 | 10340 | 20680 | 2068 | 496.32 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 60 ثانية | 45.2 | 90.4 | 11300 | 22600 | 2260 | 542.4 |

الجدول رقم (8) يوضح الجرع المكافئة التقديرية الافتراضية لسائق المركبة المفحوصة بوحدات (µSv) في حالة مروره خلال منظومة الفحص بحيث يكون اتجاه الحركة بنفس اتجاه وقوف منظومة الفحص لشهر ايار لعام 2012.

| ت | مدة الفحص | الجرع الاشعاعية بوحدات (µSv) في حالة تغيرالمسافة بين سائق الشاحنة والمصدر المشع للمنظومة | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2 متر | 3 متر | 4 متر |
| 1 | 5 ثانية | 3.76 | 1.68 | 0.94 |
| 2 | 10 ثانية | 7.5 | 3.36 | 1.8 |
| 3 | 15 ثانية | 11.25 | 5.04 | 2.82 |
| 4 | 20 ثانية | 15.06 | 6.72 | 3.76 |
| 5 | 25 ثانية | 18.83 | 8.4 | 4.7 |
| 6 | 30 ثانية | 22.6 | 10.1 | 5.65 |
| 7 | 35 ثانية | 26.32 | 11.76 | 6.58 |
| 8 | 40 ثانية | 30.13 | 13.44 | 7.53 |
| 9 | 45 ثانية | 33.84 | 15.12 | 8.46 |
| 10 | 50 ثانية | 37.66 | 16.8 | 9.4 |
| 11 | 55 ثانية | 41.36 | 18.48 | 10.34 |
| 12 | 60 ثانية | 45.2 | 20.2 | 11.3 |

ملاحظة:-الحسابات الموجودة في الجداول رقم (6)،(7)،(8) هي حسابات نظرية افتراضية الفائدة منها تقدير الجرع الاشعاعية في ظروف العمل غير الطبيعية او عند تواجد اشخاص غير مرغوب بهم اثناء التشغيل الاعتيادي للمنظومة وتم اجراؤها بالاعتماد على النشاط الاشعاعي وتاريخ الصنع.

ثالثا:- المحددات العالمية:-

أ - **اللجنة الاوربية:**- يحدد التوجه الاوربي المقترح في الحد الاجمالي للجرعة الفعالة التي يتعرض لها عموم الناس بـ (1mSv/yr) في فترة 12 شهر من جميع مصادر الاشعاع وذلك استنادا الى التوصيات الصادرة من اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاع (ICRP)، وحدد اللجنة الاوربية الجرعة الاشعاعية الصادرة من منظوات الفحص باستخدام الاشعة المؤينة بـ 25 بالمئة فقط من هذا الحد اي مايعادل 250µSv/yr [5].

ب - **المعيار الامريكي:**- يحدد التوجه الامريكي الخاص بمنظومات الفحص باستخدام الاشعة المؤينة المستخدمة في الجاني الامني الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها عموم الناس من منظوات الفحص باستخدام الاشعة المؤينة بـ 25 بالمئة من التوصيات الصادرة من اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاع (ICRP) اي مايعادل 250µSv/yr في السنة [6].

ج – ورد في معايير الامان الاساسية الدولية للطاقة الذرية وجود ثلاثة انواع من التعرضات الاشعاعية اما ما يخص التعرضات الناتجة من استخدام المصادر المشعة في الجانب الامني فهي غير مصرح بها الا بتفويض من الهيئة الرقابية لكل بلد [7].

3 - الاستنتاج:-

تستغرق عملية الفحص لمرة واحدة حوالي (3- 7 ثانية) حيث يتضح مايلي :

أ – **تكون التعرضات الاشعاعية السنوية للمشغلين** الموجودين داخل مقصورة شاحنة (Rapiscan ) ضمن الحدود المقر للعاملين في المجال الاشعاعي بسبب كون نافذة التشعيع للمصدر المشع مرتبة على شكل نافذة ضيقة ذي بعدين وفقط باتجاه لوحة التحسس، حيث كانت القراءات عند مقصورة السائق مقاربة للخلفية الاشعاعية الطبيعية للمنطقة.

ب – **بالنسبة لسائقي المركبات (الشاحنات المفحوصة) المارين خلال منظومة الفحص** فكانت التعرضات الاشعاعية السنوية ضمن الحدود المقرة لعموم الناس (اقل من 1mSv/year ) في حالة التشغيل الاعتيادي للمنظومة بحيث يكون مرور المركبات المراد فحصها عكس اتجاه وقوف شاحنة Rapiscan بحيث يكون موقع جلوس السائق على بعد 4 م من المصدر وعندما يكون المصدر المشع على ارتفاع 0.5 م من الارض وعندما تكون سرعة الشاحنة بحدود 1.5 كم/ساعة (0.4 متر/ثانية) بسبب كون اجزاء الشاحنة اصبحت كدرع يقي السائق من التعرض للاشعة. حيث كانت الجرعة الاشعاعية المكافئة لكل عملية فحص بحدود (0.185 μSv/one inspection) وهذا يدل على ان الجرعة الاشعاعية المكافئة تبقى ضمن الحد المسوح به عالميا وحتى وان استخدمت المنظومة ل (5000) عملية فحص.

ج – **بالنسبة لمرافقي سائقي الشاحنة او اي شخص عدا السائق** فيمنع تواجدهم داخل المركبة المراد فحصها اثناء مرورها داخل الفحص وان يكون تواجدهم خارج منطقة المراقبة لمنع التعرضات الاشعاعية غير المبررة لهم.

د – **بالنسبة لسائقي المركبات الصغير وسائقي الباصات وبقية انواع المركبات فتكون** عملية الفحص باستخدام الطريقة الثانية للفحص المعتمدة في الدليل الاسترشادي للمشغل وهي توقف المركبة المراد فحصها وانزال جميع الاشخاص من داخلها وبضمنهم السائق وتقوم شاحنة الرابسكان بالمرور من فوقها لتجنب التعرضات غير المبررة للاشعة المؤينة.

## المراجع :-


1. الدليل التشغيلي لمنظومة الرابسكان (RapiScan) المتنقلة للكشف باشعة كاما موديل GaRDS الصادر من قبل شركة An OSI System Company.
2. Operation Instruction of RadEye (PRD) DB-057-050322 E
3. دورة الوقاية من الاشعاع المقامة في الطاقة الذرية السورية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA للفترة 3/6- 2011/8/12.
4. **International Commission on Radiological Protection, ICRP-60, "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", Publication No. 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).**
5. محددات اللجنة الاوربية المقترح في المنشور COM(2011)593.
6. محددات اللجنة الامريكية في المنشور ANSI N43.17–2009.
7. IAEA published version of (GSR. Part no. 3) in 2011