النقل الآمن للنفايات المشعة باستخدام برنامج SAFRAN

اركان تركي عبدالله محسن عباس مشاي اسماعيل هاشم طاهر
وزارة العلوم والتكنولوجيا / مديرية معاملة وادارة النفايات المشعة
arkanturki@yahoo.com mohsenmashai@yahoo.com ismaelht@yahoo.com

الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة تقييم السلامة باستخدام برنامج (SAFRAN) لعملية النقل الآمن للنفايات المشعة التي تحتوي على نظير السيزيوم (Cs^{137}) بعد تكييفها باستخدام السمنت البورتلاندي الاعتيادي من المحافظة **A** الى المحافظة **B**.

تم تحديد قيمة الجرعة الاشعاعية عن طريق اجراء القياسات الاشعاعية لجميع البراميل ولجميع الانشطة اثناء عملية النقل وتحديد زمن التعرض الاشعاعي وادخال جميع البيانات الى برنامج (SAFRAN) وتم الحصول على حسابات قيمة التعرض السنوي للعاملين والجمهور ومقارنة النتائج مع معايير الوكالة الدولية للطاقة الذرية في حالة التشغيل الاعتيادي وفي حالة حصول الحوادث وذلك للمحافظة على سلامة العاملين والجمهور والبيئة اثناء عملية النقل للنفايات المشعة .

اظهرت النتائج بأن الجرعة السنوية المستلمة في جميع الانشطة لعملية النقل هي اقل بكثير من الحدود المسموح بها دوليا (20 mSv سنويا للعاملين ، 1 mSv سنويا لعامة الجمهور) .

الكلمات المفتاحية: النفايات المشعة، النقل الآمن للنفايات ، التعرض الاشعاعي ، تقييم الامان.

The Safe Transport of Radioactive Waste by Using SAFRAN Program

Arkan Turki Al-Qaraghuli Mohsen Abbas Mashai Ismael Hashim Taher

Abstract

In the present work study of the safety assessment by using SAFRAN program for safe transport of the radioactive waste containing radionuclide Cs^{137} from **A** city to **B** city after conditioning of radioactive waste by using ordinary Portland cement. The radiation dose was determined by radiometric measurements of all drums, all activities during the transfer process, determination of radiation exposure time, and the introduction of all data into the SAFRAN program. The calculations of the annual exposure value of workers and the public were obtained and the results were compared with the IAEA criteria in the normal operation and accident for protect human and environment during transportation.

The result showed that the annual dose rate for all activities during transportation are less than the criteria limit (20 mSv for workers , 1.0 mSv for public).

Keywords: Radioactive waste ,safe transport of waste , Radiation exposure , Safety assessment .

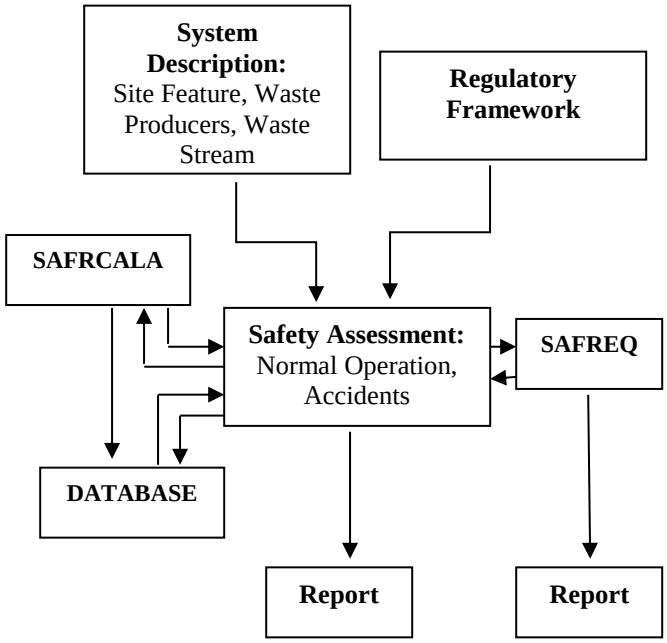
المقدمة

تقييم الامان safety assessment هو عملية منهجية لتقييم سلامة مرافق ادارة النفايات المشعة او الانشطة المختلفة وتحديد امكانية تاثيرها على صحة الانسان والبيئة ، تنجز باستخدام مبدأ النهج المتدرج بحيث يتناسب مع الاخطار وتعقيد المنشأة او النشاط وخصائص النفايات المشعة ويتم اجراءه قبل بداية اي مرحلة على الاقل، ويجب ان يكون هناك تحديث مستمر لبرامج تقييم الامان للمرافق والانشطة وعلى المشغل تنفيذ كافة تقييمات الامان (Safety Assessment) وتطويرها والحفاظ عليها وتنفيذ جميع الانشطة الضرورية المرتبطة باختيار الموقع وتقييمه ، التصميم والبناء والعمليات والنقل والاغلاق واذا تطلب الامر المراقبة بعد الاغلاق وفقا للمحددات الوطنية في الامتثال والاذعان لمتطلبات الجهة الرقابية [1].

تقييم الامان safety assessment هو جزء لا يتجزأ من بيان حالة الامان safety case ، يتضمن اجراء تقييم منتظم لأخطار الاشعاع ينطوي على تحديد مقدار الجرعة الاشعاعية والمخاطر الاشعاعية التي قد تنشأ من منشأة او نشاط للمقارنة مع معايير الجرعة الاشعاعية ويوضح فهمه لسلوك المنشأة او النشاط في ظل الظروف الاعتيادية وتوقع الحوادث التشغيلية وفي حال وقوع الحوادث [2,3,4,5] . يقوم المشغل باعداد بيان حالة الامان المدعومة بتقييم الامان وفي حالة تحسين او تطوير المرفق او النشاط يجب ان يراجع ويحدث تقييمات الامان المطلوبة لتوضيح مستوى الحماية الواجب توفرها وكذلك توفير الضمانات للهيئة الرقابية بان متطلبات السلامة سوف يتم الالتزام بها [6]

برنامج (SAFRAN) (Safety Assessment Framework) هو تطبيق يتضمن منهجيات لتقييم الامان ويتناول جميع انشطة ادارة النفايات المشعة ويحتوي على المهام الرئيسية الاتية :

1- تحديد المرافق لخزن او معالجة النفايات المشعة وميزات التصميم الخاصة بها .
2- تحديد مسار معالجة النفايات المشعة waste stream بما في ذلك الخصائص الاشعاعية وغير الاشعاعية ذات الصلة والتغييرات التي تحصل خلال انشطة ادارة النفايات.
3- تحديد المتطلبات ذات الصلة من الهيئة الرقابية (criteria , endpoint).
4- اجراء تقييم الامان لكل خطوة في ادارة النفايات المشعة قبل التخلص منها.
5- اجراء العمليات الحسابية للتحليل الكمي ، معرفة نقطة النهاية والمتمثلة بالجرع الاشعاعية التي يحصل عليها العاملين والجمهور (Endpoint ,dose to worker and public) ، السيناريوهات التي تتعلق بنقاط النهاية ومعرفة خصائصها واحتمالاتها والاثار الناجمه من ذلك ويتم تقييم الامان لكل نقاط النهاية ذات الصلة بكل تأثير (Impacts).
6- تحليل نتائج تقييم السلامة وتحديد التعديلات اللازمة ، تقديم التعليقات لتسهيل مراجعة وتطوير تقييم الامان) [7].



مخطط برنامج SAFRAN

الهدف

يهدف البحث الى دراسة وتحديد الجرع والمخاطر الاشعاعية التي يتعرض لها العاملين والجمهور خلال عملية نقل النفايات المشعة للوصول الى المعالجات اللازمة والتقليل من اي مخاطر محتملة اثناء عملية النقل للحفاظ على سلامة الانسان والبيئة من المخاطر المحتملة.

تقييم السلامة

- **وصف عملية النقل :**

بعد اجراء عملية ازالة التلوث الاشعاعي لأحد المواقع الملوثة في المحافظة **A** تم اجراء التوصيف الاشعاعي لبراميل النفايات المشعة الموجودة في مخزن النفايات المشعة في المحافظة **A** ومن ثم تمت عملية المعاملة حيث تم وضع البراميل سعة 220 لتر في براميل اكبر منها سعة 500 لتر ومن ثم تثبيت البرميل (سعة 220 لتر) بمادة الخرسانة المسلحة من كل الاتجاهات بسمك 10 سم .

تمت عملية اجراء القياسات الاشعاعية والتوصيف الاشعاعي لـ (1291) برميل سعة (500) لتر تحتوي على نفايات مشعة (تربة ملوثة بنظير السيزيوم Cs-137) ولغرض المحافظة على هذه البراميل من العبث يتطلب نقل هذه البراميل الى المسقف الجديد في موقع الخزن النهائي في المحافظة **B** . ومن اجل المحافظة على سلامة العاملين اثناء عملية النقل كان لابد من اجراء حسابات تقييم السلامة باستخدام برنامج (SAFRAN) لمعرفة قيمة الجرعة الاشعاعية المستلمة لكل عامل اثناء جميع الانشطة التي يقوم بها العاملين خلال عملية نقل النفايات المشعة . عملية نقل البراميل الحاوية على النفايات المشعة وبعدد (1291) برميل سعة (500) لتر ستتم خلال فترة زمنية قدرها (15) يوم اي (0.04 سنة) من ضمنها عملية الاعداد للنقل في المحافظة **A** وعملية انزال وحفظ البراميل في المسقف النهائي الجديد في المحافظة **B** .

عملية النقل الفعلية بين **A** و **B** ستتم خلال اربع نقلات كل نقلة منها مكونة من (11) شاحنة . كل شاحنة تحتوي على (30) برميل موزعة بشكل خمس حزم كل حزمة تحتوي (6 براميل) تربط وتثبت الرزم بواسطة الاحزمة باحكام فوق سطح الشاحنة .

الفترات الزمنية :

1- المسافة **من A الى B** بحدود (600 Km) ، تتطلب فترة زمنية قدرها (14) ساعة مقسمة كالاتي :-

أ- (12) ساعة قيادة لمسافة (600) كم بسرعة (50) كم /ساعة .

ب- (2) ساعة توقفات لغرض تدقيق الحمولة بالاضافة الى نقاط التفتيش على الطريق .

خلال هذة الفعالية (النقل من **A** الى **B**) هناك مجموعة من الاشخاص سوف يتعرضون لمخاطر اشعاعية بشكل نسبي هم كل من :

1. سائق الشاحنة
2. الحارس الامني في السيارة المرافقة للشاحنات المحملة .
3. الحارس الامني في نقاط التفتيش (السيطرات).
4. الاشخاص المدنيين على جانب الطريق خلال مرور الشاحنات المحملة بالنفايات المشعة .

<u>اجراءات العمل :</u>

تم تقسيم فعاليات واماكن العمل الى عدة فقرات كما مبين ادناه :

اولا : عملية الاعداد لاغراض النقل :

انشطة في المحافظة A في موقع الخزن وتتضمن :

1. عملية عزل البراميل (sorting of drums)
2. القياسات الاشعاعية (Radiation measurement for drums)
3. تحميل وترتيب البراميل في الشاحنة (Arrangement of Drums).
4. القياسات الاشعاعية للشاحنة بعد التحميل (Radiation measurement for Truck) .

ثانيا : عملية النقل (Transport)

هناك مجموعة من الانشطة خلال عملية النقل من المحافظة **A** الى المحافظة **B** يتعرض خلالها مجموعة من الاشخاص للمخاطر الاشعاعية . لاجل تحديد خطوات العمل لهذا النشاط وتحديد الاشخاص المتعرضين خلال هذه الفعالية تم تقسيم العمل كالاتي :

1. قيادة الشاحنة من **A** الى **B** .
2. سيارة المرافقة الامنية .
3. رجل الامن في نقاط التفتيش .
4. الاشخاص على جانب الطريق اثناء عملية النقل .

ثالثا : عملية استقبال النفايات المشعة في المخزن النهائي الجديد في المحافظة B:

هناك مجموعة من الانشطة تجري في المخزن النهائي الجديد اثناء عملية استقبال البراميل هي :

1. ترتيب البراميل (Arrangement of Drums).
2. عزل البراميل (sorting of drums).

تحديد متوسط الجرعة الاشعاعية وزمن التعرض :

– تم حساب وتعيين متوسط الجرعة الاشعاعية لمجموعة البراميل المطلوب نقلها وخزنها داخل المخزن الجديد، ولكل نشاط من الانشطة اعلاه . يتم عزل البراميل بشكل منفرد (للتخلص من تداخل القراءات) ومن ثم يتم اجراء القياسات الاشعاعية لكل برميل بتماس مع البرميل (عن طريق اجراء مسح شامل على كافة اجزاء البرميل سعة (500) لتر ثم اختيار اعلى جرعة اشعاعية لكل برميل لغرض معرفة اقصى المخاطر التي يتعرض لها العاملين) ومن ثم اجراء القياسات لكل برميل على بعد 1 متر للحصول على الجرعة الاشعاعية المستلمة للعاملين في مختلف الانشطة الاشعاعية ، تمت قياس الجرعة الاشعاعية بجهاز (**LUDLUM Model 2241-2**) باستخدام كاشف يوديد الصوديوم (NaI) ولجميع البراميل (1291 برميل).

جدول معدلات الجرع بتماس مع البرميل

ت	الفئة μ Sv/h	عدد البراميل
1	0.2 – 2	1232
2	2 – 5	38
3	5 – 11	21
المجموع	1291	

بعد ذلك يتم توثيق كافة الجرع الاشعاعية وجدولتها بشكل فئات لاستخراج متوسط اعلى الجرع الاشعاعية بتماس مع البرميل التي كانت بحدود (4 μSv/h) ، كما تم استخدام جهاز بلورة الجرمانيوم عالي النقاوة (**Hand Held High Purity Germanium (HX)** (للحصول على تركيز النويدات المشعة داخل البراميل وحساب النشاط الاشعاعي للنويدات المشعة كذلك .

بعد تحديد الجرعة الاشعاعية يتم كذلك تحديد الفترة الزمنية اللازمة لكل فعالية لغرض معرفة الزمن اللازم لـ (1291) برميل ويتم ادخال كافة البيانات داخل برنامج سافران (SAFRAN) .

اولا : عملية الاعداد للنقل في المحافظة A :

1- فعالية فرز وعزل البراميل (Sorting of Drums).

يقوم بها العامل عن طريق تحريك البراميل واعدادها للقياسات الاشعاعية ،الجرعة الاشعاعية المستلمة خلال هذه الفعالية بتماس مع البرميل (4 μSv/h) .الزمن اللازم لهذه الفعالية هو (5) دقائق لكل برميل اي (108) ساعة لـ (1291) برميل .

2- القياسات الاشعاعية للبراميل (Radiation measurement for drums .)

هي العملية التي يقوم بها الفيزياوي المختص بالقياسات الاشعاعية ، الجرعة الاشعاعية المستلمة خلال

هذه العملية بتماس مع البرميل (4 µSv/h) . .الزمن اللازم لهذه الفعالية هو (5) دقائق لكل برميل اي (108) ساعة لـ (1291) برميل .

3- تحميل وترتيب البراميل في الشاحنة (Arrangement of Drums).

تتم هذه العملية باستخدام الرافعة (ماسكة البراميل) لغرض تحميل البراميل في الشاحنة الجرعة الاشعاعية المستلمة خلال هذه الفعالية لسائق الرافعة (1 µSv/h) الزمن اللازم لهذه الفعالية هو (5) دقائق لكل برميل اي (108) ساعة لـ (1291) برميل.

4- القياسات الاشعاعية للشاحنة بعد التحميل (Radiation measurement for Truck) .

هي العملية التي يقوم بها الفيزياوي المختص بالقياسات الاشعاعية بعد تحميل البراميل في الشاحنات ، الجرعة الاشعاعية المستلمة خلال هذه العملية بتماس مع البرميل (1 µSv/h) .الزمن اللازم لهذه الفعالية هو (5) دقائق لكل شاحنة اي (4) ساعة تقريبا لـ (44) شاحنة .

ثانيا : عملية النقل (Transport):

1- قيادة الشاحنة من **A** الى **B** :

الجرعة المستلمة من قبل سائق الشاحنة خلال هذه الفعالية على بعد 2 متر هي (0.1 µSv/h). الزمن اللازم للنقل هو (14) ساعة مسافة الطريق من **A** الى **B** اي (56) ساعة لمجموع (4) وجبات شحن.

2- سيارة المرافقة الامنية :

الجرعة المستلمة من قبل رجال الامن في سيارة المرافقة الامنية بجوار الشاحنات خلال هذه الفعالية هي (0.1 µSv/h). الزمن اللازم لهذه الفعالية هو (14) ساعة (مسافة الطريق من **A** الى **B**) اي (56) ساعة لمجموع (4) وجبات شحن .

3- رجل الامن في نقاط التفتيش :

الجرعة المستلمة من قبل رجل الامن في نقطة التفتيش خلال هذه الفعالية على بعد 1 متر هي (1µSv/h). زمن التعرض خلال التفتيش او تدقيق اوراق النقل ومرور الشحنة هو (2) دقيقة لكل شاحنة اي (1.5) ساعة تقريبا لمجموع (44) شاحنة .

4- الاشخاص على جانب الطريق اثناء عملية النقل :

يتعرض الاشخاص الموجودين على جانب الطريق الى جرعة اشعاعية تقريبا(0.1 µSv/h) وزمن التعرض هو (5) دقائق لكل شحنة اي (0.3) ساعة لمجموع (4) وجبات شحن .

ثالثا : عملية استقبال النفايات المشعة في المخزن النهائي في المحافظة B :

1- ترتيب البراميل (Arrangement of Drums):

تتم هذه العملية باستخدام الرافعة (ماسكة البراميل) لغرض انزال البراميل من الشاحنة الجرعة الاشعاعية المستلمة خلال هذه الفعالية لسائق الرافعة (1 µSv/h) الزمن اللازم لهذه الفعالية هو (5) دقائق لكل برميل اي (108) ساعة لـ (1291) برميل .

2- عزل البراميل (sorting of drums).

هي الفعالية التي يقوم بها العامل عن طريق تحريك البراميل وترتيبها، الجرعة الاشعاعية المستلمة خلال هذه الفعالية بتماس مع البرميل (4 µSv/h). الزمن اللازم لهذه الفعالية هو (5) دقائق لكل برميل اي (108) ساعة لـ (1291) برميل .

النتائج والمناقشة

تقييم السلامة لعملية النقل الامن للنفايات المشعة محور البحث الذي تم انجازه باستخدام (برنامج SAFRAN المعتمد دوليا وبالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية) اثناء عمليات التشغيل الاعتيادية (فعاليات عملية النقل) وخلال الحوادث المتوقع حدوثها، حيث تم ادخال كافة البيانات والمدخلات الاساسية لكافة الفعاليات الخاصة بعملية النقل .الجدول (1) يبين زمن التعرض والجرعة الاشعاعية لكل فعالية ،الجدول (2) يبين المدخلات الاساسية لمحتويات النفايات ونوع الحاوية والتركيز الاشعاعي للنفايات ، الجداول (3,4) والاشكال (1,2) هي مخرجات البرنامج لعمليات التشغيل الاعتيادية (فعاليات عملية النقل الاساسية) حيث يتبين من الجداول والاشكال ان اعلى جرعة اشعاعية يتعرض لها العاملين هي في عملية عزل البراميل (Sorting of Drums) وعملية القياسات الاشعاعية (Radiation measurements) حيث بلغت الجرعة المستلمة (432 µSv) وهي اقل بكثير من الحدود المقبول بها دوليا (20 mSv) سنويا للعاملين في حقل الاشعاع .

اما الجداول (5,6,7,8,9,10,11,12,13,14) تمثل مجموعة الحوادث الافتراضية المتوقع حدوثها اثناء عملية النقل وتبين عدد البراميل والنشاط الاشعاعي وزمن معالجة الحادث وقيمة المخاطر والمسافة بين الاشخاص والبراميل ومقدار الجرعة الاشعاعية للعامل والجمهور القريب من الحادث. الجدول (15) يبين المقارنة بين جميع الحوادث ومقدار الجرعة الاشعاعية المستلمة اثناء الحادث من قبل فريق العاملين المسؤول عن المعالجة والجمهور القريب من الحادث، حيث تبين ان اعلى جرعة اشعاعية هي في حادثة تضرر حاوية النفايات المشعة (Damage to waste package) حيث بلغت (35.9 µSv) وهي ايضا اقل بكثير من الحدود المقبولة دوليا (1 mSv) بالنسبة للجمهور.

ومن النتائج المشار اليها في هذه المناقشة تعتبر عملية نقل (1291) برميل سعة (500) لتر تحتوي على تربة ملوثة بنظير السيزيوم (Cs-137) تم معاملتها وتثبيتها بالاسمنت البورتلاندي عملية نقل امنة ومطابقة للحدود المقبولة دوليا والمحددة من قبل اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاع (ICPR) والجهة الرقابية في العراق مركز الوقاية من الاشعاع (RPC) [1 mSv, 20 mSv].

الجدول (1) يوضح زمن التعرض والجرعة الاشعاعية لكل نشاط في عملية نقل النفايات المشعة

ACTIVITY	DESCRIPTION	EXPOSURE TIME (h)	Dose rate µSv/h
Sorting of drums in **(A city)**	Exposure of operator during sorting of drums .	5 min for each Drum (1291 drum) **108** h total	**4**
Radiation measurements for drums in **(A city)** .	Exposure of physicist during the Radiation measurements for drums.	5 min for each Drum (1291 drum) **108** h total	**4**
Arrangement of drums in **(A city)**	Exposure of operator during the Arrangement of drums .	5 min for each Drum (1291 drum) **108** h total	**1**

ACTIVITY	DESCRIPTION	EXPOSURE TIME (h)	Dose rate µSv/h
Radiation measurements for truck in **(A city)**	Exposure of physicist during the Radiation measurements for truck in (A city)	5 min for each truck **4** h total	**1**
Truck driving **(Transport)**	Exposure of Truck driving during transport	14 h for each shipment **56** h total	**0.1**
Convoying **(Transport)**	Exposure of guard in Security car during transport	**56** h total	**0.1**
Control in check points **(Transport)**	Exposure of Guard on control post during transport	2 min for each Truck (44 truck) **1.5** h total	**0.1**
Public in near road **(Transport)**	Exposure of Public in near road during transport	5 min for each Shipment (4 shipment) **0.3** h total	**0.1**
Arrangement of drums in (**B city)**	Exposure of operator during the Arrangement drums in (B city)	5 min for each drum (1291) **108** h total	**4**
Sorting of drums in **(B city)**	Exposure of operator during the Sorting of drums in (B city)	5 min for each drum **108** h total	**4**

الجدول (2) يوضح المدخلات الاساسية لمحتويات النفايات اوزانها واحجامها ونوع الحاوية وقيمة النشاط الاشعاعي

PARAMETER	NUCLIDE	USER-DEFINED VALUE (PRIORITIZED)	SAFRAN SUGGESTS	UNIT
Duration		**4.00E-002**		Year
annual volume of waste			1.63E+004	m^3/y
total volume of waste		**6.50E+002**		m^3
annual mass of waste			1.30E+007	kg/y
total mass of waste		**5.20E+005**		Kg
type of container		**Drum 500 L**		
internal volume of container		**5.00E-001**		m^3
mass of waste in one container		**400**		Kg
annual number of waste components			3.25E+004	per year
total number of waste components			1.30E+003	
volumetric concentration	Cs-137		2.78E+007	Bq/m^3
mass concentration	Cs-137	**3.48E+004**		Bq/kg

activity of one waste component	Cs-137		1.39E+007	Bq
total activity	Cs-137		1.81E+010	

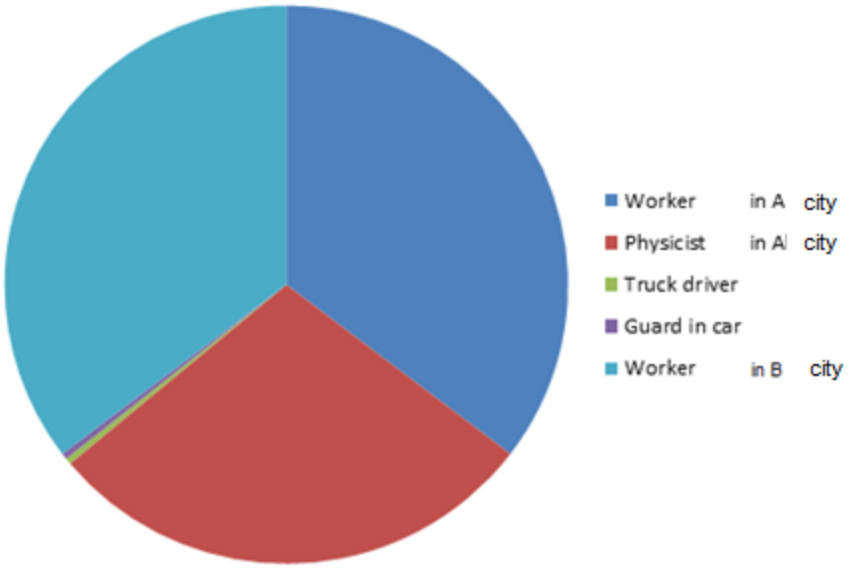
حسابات برنامج (SAFRAN):

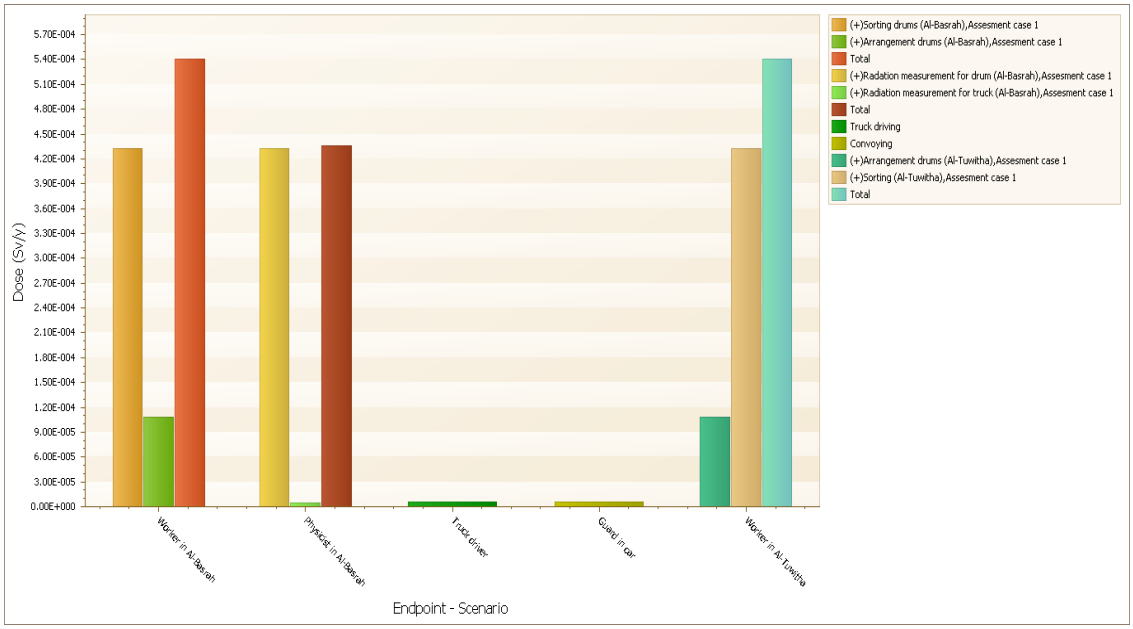
1- عمليات التشغيل الاعتيادي (Normal Operation)

تم ادخال قيمة الجرعة الاشعاعية لكل نشاط وفترة التعرض للجرعة الاشعاعية ومجموعة من المدخلات المطلوبة ضمن برنامج سافران (SAFRAN) لحساب قيمة التعرض السنوي للعاملين ضمن هذا المشروع وتم الحصول على النتائج كما مبين في الجدول رقم (3).

جدول (3) يبين مقدار الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها العاملون المساهمون في عملية النقل

IMPACT	ENDPOINT	DOSE (Sv/y)	CRITERION	LIMIT (Sv/y)
Sorting of drums (A city)	**Worker** in A city	**432 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Arrangement of drums (A city)	**Worker** in A city	**108 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Total	**Worker** in A city	**540 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Radiation measurements for drum (A city)	**Physicist** in A city	**432 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Radiation measurements for truck (A city)	**Physicist** in A city	**4 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Total	**Physicist** in A city	**436 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Truck driving	Truck driver	**5.40 E- 6**	Dose limit to public	1 E-003
Convoying	Guard in car	**5.40 E- 6**	Dose limit to public	1 E-003
Arrangement drums (in B city)	**Worker** in B city	**108 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Sorting (in B city)	**Worker** in B city	**432 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003
Total	**Worker** in B city	**540 E- 6**	Dose limit to worker	20 E-003

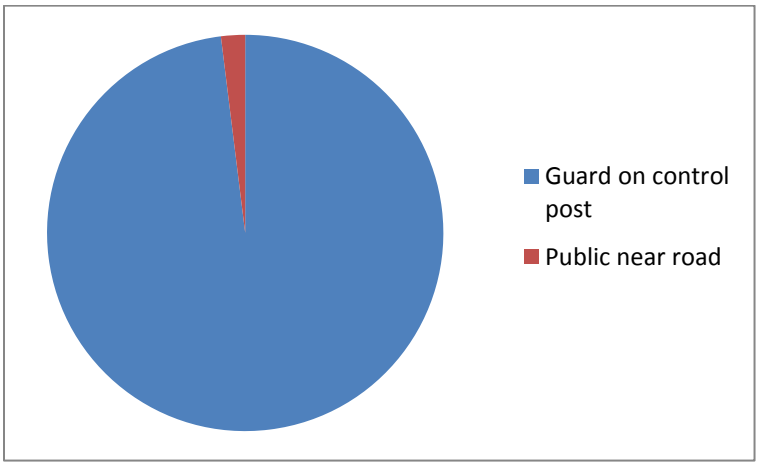


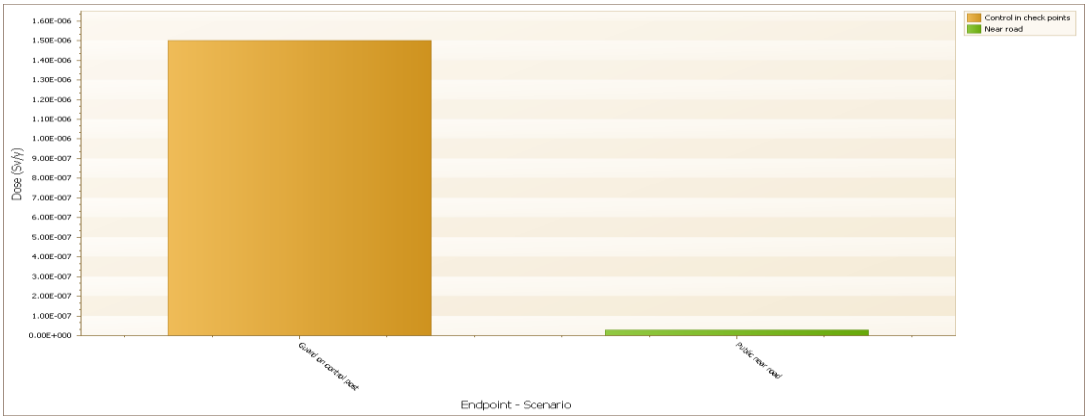


الشكل (1) مقارنة بين الاخطار وحسب مقدار الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها كل عامل ضمن عملية النقل

الجدول (4) يبين مقدار الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الاشخاص المدنيين(الجمهور) اثناء مرور شاحنات نقل البراميل

IMPACT	ENDPOINT	DOSE (Sv/y)	CRITERION	LIMIT (Sv/y)
Control in check points	Guard on control post	1.5 E- 6	Dose limit to public	1 E- 3
Public in Near road	Public near road	3 E- 8	Dose limit to public	1 E- 3





الشكل (2) مقارنة بين الاخطار وحسب مقدار الجرعة الاشعاعية التي يتعرض له الجمهور على الطريق ورجل الامن في نقطة التفتيش ضمن عملية النقل

الحوادث المحتملة (Accident Situation):

تم تسجيل او توقع بعض الحوادث المحتملة الوقوع اثناء القيام بالفعالية مثل :

اولا: <u>حوادث خارجية :</u>

1- حوادث ارهابية مثل انفجار قنبلة . 2- حوادث الطريق الاعتيادية .

1- حوادث ارهابية مثل انفجار قنبلة / تضرر حاويات النفايات المشعة :

قد يؤدي انفجار قنبلة على جانب الطريق الى تضرر الشاحنة بالاضافة الى تضرر الحاويات وقد يؤدي الى بعثرة النفايات المشعة على الطريق علما ان كل شاحنة تحتوي على (30) برميل سعة (500) لتر. يتطلب معالجة الحادث زمن قدره (10) دقائق لكل برميل كحد ادنى اي (5) ساعات لمعالجة (30) برميل .

الجدول (5) يمثل عدد البراميل والنشاط الاشعاعي للبراميل وقيمة المخاطر في الحادث :

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	N	TOTAL ACTIVITY (BQ)	SGRDC	MAX. DOSE RATE (SV/H)	SCREENING DOSE RATE ACC. (SV/H)	HAZARD QUOTIENT (HQ)
Cs-137	3.16 E+07	30	9.48E+08	1.02 E-13	9.67 E- 5	1 E- 4	9.67 E- 1

الجدول (6) يمثل زمن التعرض والمسافة والجرعة المستلمة للعامل والجمهور في معالجة حادثة تضرر الحاويات

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	DISTANCE (CM)	DOSE RATE (SV/H)	CALCULATION	EXPOSURE TIME (H)	DOSE (SV)	END POINT
Cs-137	9.48E+8	50	7.18E-6	Drum Radial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	5	3.59 E- 5	worker
Cs-137	9.48E+8	500	2.54E-7	Drum Radial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	2.5 E-1	6.34 E- 8	public

2- حوادث الطريق الاعتيادية :

أ- احتراق الشاحنة بسبب تصادم الشاحنة بسيارة اخرى .

قد يؤدي تصادم الشاحنة بسيارة اخرى على الطريق الى احتراق شاحنة النفايات المحملة بـ (30) برميل حيث تم احتساب وقت معالجة الحريق من قبل العاملين لمدة ساعة واحدة وبمسافة (5) متر.

الجدول (7) يمثل عدد البراميل والنشاط الاشعاعي للبراميل وقيمة المخاطر في الحادث

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	N	TOTAL ACTIVITY (BQ)	SGRDC	MAX. DOSE RATE (SV/H)	SCREENING DOSE RATE ACC. (SV/H)	HAZARD QUOTIENT (HQ)
Cs-137	1.39E+07	30	4.17E+08	1.02E-013	4.25E-005	1.00E-004	4.25E-001

الجدول (8) يمثل زمن التعرض والمسافة والجرعة المستلمة للعامل والجمهور في معالجة حادثة الحريق

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	DISTANCE (CM)	DOSE RATE (SV/H)	CALCULATION	EXPOSURE TIME (H)	DOSE (SV)	ENDPOINT
Cs-137	4.17E+08	500	2.64E- 8	Drum Radial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	1	2.64E- 8	workers
Cs-137	4.17E+08	500	2.64E- 8	Drum Radial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	2.50E- 1	6.60E- 9	Public

تأثير المطلقات الناتجة من عملية احتراق الشاحنة على العاملين والجمهور :

الجدول (9) يمثل عدد البراميل والنشاط الاشعاعي للبراميل وقيمة المخاطر اثناء احتراق الشاحنة:

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	N	TOTAL ACTIVITY (BQ)	MAX. RELEASE OUSIDE (BQ)	SCREENING RELEASE OUTSIDE (BQ)	HAZARD QUOTIENT (HQ)
Cs-137	1.39E+07	30	4.17E+08	4.17E+08	6.54E+07	6.38E+000

الجدول (10) يمثل الجرعة المستلمة للعامل والجمهور من المطلقات الناتجة من الحريق :

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	ARF	RELEASE OUTSIDE (BQ)	DCFAIR,ACC (SV/BQ)	DOSE (SV)
Cs-137	4.17E+08	4.60E-003	1.9182E+06	2.03E-013	3.89E-007

أ- عطل الشاحنة (اعادة تحميل البراميل):

في حادثة عطل الشاحنة اثناء عملية النقل قد يتطلب ذلك توفير شاحنة احتياطية لغرض اعادة تحميل البراميل الى الشاحنة الجديدة .

الجدول (11) يمثل عدد البراميل والنشاط الاشعاعي للبراميل وقيمة المخاطر في الحادث :

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	N	TOTAL ACTIVITY (BQ)	SGRDC	MAX. DOSE RATE (SV/H)	SCREENING DOSE RATE ACC. (SV/H)	HAZARD QUOTIENT (HQ)
Cs-137	1.39E+07	30	4.17E+08	1.02E-013	4.25E-005	1.00E-004	4.25E-001

الجدول (12) يمثل زمن التعرض والمسافة والجرعة المستلمة للعامل والجمهور في معالجة حادثة اعادة تحميل البراميل :

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	DISTANCE (CM)	DOSE RATE (SV/H)	CALCULATION	EXPOSURE TIME (H)	DOSE (SV)
Cs-137	4.17E+08	50	4.43E-007	Drum Radial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	3	1.33E-006
Cs-137	4.17E+08	500	2.64E-008	Drum Radial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	2.50E-001	6.60E-009

ج- سقوط برميل من الشاحنة بسبب سوء الربط :

قد يحدث اثناء عملية النقل سقوط احد البراميل نتيجة سوء ربطه فوق الشاحنة ضمن الرزمة الواحدة مما يؤدي الى توقف الشاحنة واعادة تحميل وربط البرميل.

الجدول (13) يمثل عدد البراميل والنشاط الاشعاعي للبراميل وقيمة المخاطر في الحادث :

NUCLIDE	ACTIVITY (BQ)	N	TOTAL ACTIVITY (BQ)	SGRDC	MAX. DOSE RATE (SV/H)	SCREENING DOSE RATE ACC. (SV/H)	HAZARD QUOTIENT (HQ)
Cs-137	1.39E+07	1	1.39E+07	1.02E-013	1.42E- 6	1.00E- 4	1.42E- 2

الجدول (14) يمثل زمن التعرض والمسافة والجرعة المستلمة للعامل والجمهور في معالجة حادثة سقوط البرميل من الشاحنة

NUCLIDE	*ACTIVITY (BQ)*	*DISTANCE (CM)*	*DOSE RATE (SV/H)*	*CALCULATION*	*EXPOSURE TIME (H)*	*DOSE (SV)*	*ENDPOINT*
Cs-137	1.39E+07	50	1.48E- 8	Drum Radial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	2.50E- 1	3.69E- 9	Workers
Cs-137	1.39E+07	500	8.79E- 10	DrumRadial waste component: Soil in cement conditioned 500L drums	2.50E- 1	2.20E- 10	Public

الجدول (15) تمثل مقارنة بين الحوادث المتوقعة اثناء تنفيذ عملية النقل

SCENARIO	*IMPACT*	*PROBABILITY - QUALITATIVE*	*ENDPOINT*	*DOSE (SV)*	*CRITERION*	*LIMIT (SV)*
Damage to waste packages	Impact for scenario Damage to waste packages	Low	**Worker** in Damage to waste packages	**35.9E-006**	Dose limit to worker	1.00E-003
Damage to waste packages	Impact for scenario Damage to waste packages	Low	**public** in Damage to waste packages	**6.34E-008**	Dose limit to public	1.00E-003
Fire in the truck	Impact direct exposure for scenario Fire in the truck	Low	**Worker** in fire accident	**2.64E-008**	Dose limit to worker	1.00E-003
Fire in the truck	Impact direct exposure for scenario Fire in the truck	Low	**Public** in Fire accident	**6.60E-009**	Dose limit to public	1.00E-003
Fire in the truck	Impact airborne release for scenario Fire in the truck	Low	**Public** in Fire accident	**1.30E-007**	Dose limit to public	1.00E-003
Fire in the truck	**Total**	Low	**Public** in Fire accident	**1.36E-007**	Dose limit to public	1.00E-003
Waste reloading on the road	Impact for scenario Waste reloading on the road	Medium	**Worker** in waste reloading accident	**1.33E-006**	Dose limit to worker	1.00E-003
Waste reloading on the road	Impact for scenario Waste reloading on the road	Medium	**Public** in wastereloading accident	**6.60E-009**	Dose limit to public	1.00E-003
Unanticipated stop	Impact for scenario Unanticipated stop	Medium	**Public** in the road	**6.60E-009**	Dose limit to public	1.00E-003
Unanticipated stop	Impact for scenario Unanticipated stop	Medium	**Worker** in Unanticipated stop	**1.41E-007**	Dose limit to worker	1.00E-003
Drop of drum	Impact for scenario Drop of drum	Low	**Public** in the road	**2.20E-010**	Dose limit to public	1.00E-003
Drop of drum	Impact for scenario Drop of drum	Low	**worker** in Drop of drum	**3.69E-009**	Dose limit to worker	1.00E-003

المصادر

[1] The safety case and safety assessment for the predisposal management of radioactive waste ,general safety guide No.GSG.3 ,IAEA.VIENNA 2013.

[2] Safety assessment for facilities and activities, general safety requirements, No. GSR .part 4, IAEA . VIENNA 2016.

[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Series No. 115, international basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources, IAEA, Vienna (1996).

[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Report Series No.19, Generic models for use in assessing the impact of discharges radioactive substances to the environment, IAEA, Vienna (2001).

[5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), Radiation Protection and Safety of Radiation Sources International Basic Safety Standard GSR part 3, Vienna, 2014.

[6] Predisposal management of radioactive waste , general safety requirements, No. GSR .part 5, IAEA. VIENNA 2009.

[7] http://safran.facilia.se. SAFRAN Tutorials.