دور المخزن الوطني للنفايات المشعة في حماية البيئة الليبية من التلوث بالأشعة المؤينة

حسام عبد السلام الشامس، هيفاء محمد قاسم اغا، أسامة مسعود الغاوي

قسم إدارة النفايات المشعة، إدارة الوقود النووي والنفايات المشعة، مؤسسة الطاقة الذرية، طرابلس، ليبيا.

h.shames@aee.gov.ly

الملخص

إن حماية عناصر البيئة المختلفة مثل الماء والتربة والهواء وكذلك المباني والمساكن من التلوث بالأشعة المؤينة يعتبر أمراً في غاية الأهمية لحماية الإنسان وأشكال الحياة المحيطة به. يصنف التلوث بالأشعة المؤينة على أنه أخطر أنواع التلوث (غرايبة 2010) لأنه توجد احتمالية عالية لما يلي: أن تكون أثاره مدمرة وسريعة على الإنسان والبيئة، صعوبة التعامل معه والتحكم فيه، التكلفة العالية لإزالته، انتقاله إلى مسافات طويلة تصل إلى ألاف الكيلومترات عن طريق الجو ومصادر المياه والتربة، المدة الزمنية الطويلة لأثاره والتي قد تصل إلى ألاف السنين وتمتد إلى أجيال لم تكن موجودة عند حدوث التلوث نظراً لطول نصف عمر النويدات المشعة. إضافةً لعدم قدرة الحواس الخمس على الإحساس بالنشاط الإشعاعي.

التلوث بالأشعة المؤينة هو وجود نشاط إشعاعي مؤين في بيئة معينة، فوق الحد المسموح به وبشكل يضر بالإنسان والكائنات الحية. اخذ هذا النوع من التلوث يزداد في عالمنا نتيجة ولوج الانسان عالم الذرة واستخدام الطاقة الكامنة فيها اما للإغراض العسكرية او للاستعمالات السلمية. أهم أسباب التلوث بالأشعة المؤينة هي الإنفجارات التي تحدثها التجارب على الأسلحة النووية، والتسربات الإشعاعية التي قد تحدث في المفاعلات النووية والنفايات المشعة لأسباب مختلفة.

إن السبب الرئيسي لاحتمالية حدوث التلوث بالأشعة المؤينة في ليبيا هو التسرب الإشعاعي من النفايات المشعة. الأنواع الرئيسية للنفايات المشعة في البلاد هي المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة (Disused Sealed Radioactive Sources) واليتيمة (Orphan Sources) الناتجة عن استخدامها في المجالات الطبية والصناعية المختلفة، وكذلك النفايات المشعة الطبيعية (Naturally Occurring Radioactive Materials) الناتجة من عمليات حفر واستخراج النفط والغاز.

تنتشر أعداد كبيرة من المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة في أنحاء متفرقة من البلاد، إن عدم جمع وتخزين كل هذه المصادر في مخزن مركزي أمن ومطابق للمعايير المحلية والدولية يجعلها سبباً محتملاً لحصول حوادث تلوث بالأشعة المؤينة. تدرس هذه الورقة إمكانية حدوث التلوث بالأشعة المؤينة في ليبيا، وأهمية النظام الليبي للنفايات المشعة ومشروع المخزن الوطني للنفايات المشعة في منع حدوث هذا التلوث.

الكلمات الدلالية: التلوث بالأشعة المؤينة في ليبيا، إدارة النفايات المشعة في ليبيا، تخزين النفايات المشعة في ليبيا.

1. مقدمة

أحد الأنواع الرئيسية للنفايات المشعة في ليبيا هي المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة. المصادر المشعة المغلقة هي

المصادر المشعة التي يغلف فيها المصدر المشع بطريقة تجعله أمناً للاستخدام. تكون المصادر المشعة مستعملة عندما تكون مستخدمة وتخضع لنظام إدارة النفايات المشعة وتصبح غير مستعملة عندما يتوقف استخدامها في الهدف التي صنعت من أجله بشكل دائم أو عندما تصبح مصادر يتيمة. المصادر اليتيمة هي المصادر التي لم تستعمل أبداً تحت اطار القانون (دخلت البلاد بشكل غير قانوني أو دخلت بطريقة قانونية ولكن استعملت بدون علم نظام إدارة النفايات المشعة) أو استعملت قانونياً ولكن أهملت، أو سرقت، أو ضاعت، أو تم نقلها بدون علم السلطات المختصة (أي أنها خارج سيطرة نظام إدارة النفايات المشعة).

ينتشر عدد كبير من المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة في ليبيا نتيجةً لأنها استخدمت في التطبيقات الطبية والصناعية المختلفة، ثم لم يتم إرجاعها لبلد المنشأ أو تخزينها حسب المعايير المعمول بها في إدارة النفايات المشعة. هذه المصادر غالباً لا يتم التعامل معها كما ينبغي حسب ارشادات الوكالة الدولية للطاقة الذرية مما يجعلها مصدراً محتملاً للتلوث بالأشعة المؤينة. إن إنشاء مخزن وطني للنفايات المشعة تعالج وتخزن فيه جميع المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة الموجودة في البلاد هو حاجة ماسة ومستعجلة للنظام الليبي لإدارة النفايات المشعة.

حسب توجيهات الوكالة الدولية للطاقة الذرية فإن المكونات الرئيسية لنظام إدارة النفايات المشعة هي (IAEA 2001): قوانين صارمة وشاملة سارية المفعول، سياسة وإستراتيجية واضحة وشاملة لتطبيق معايير الوكالة الذرية للطاقة الذرية في إدارة النفايات المشعة، جهة رقابية مستقلة، مؤسسة مخولة بالتعامل مع النفايات المشعة وتكون مجهزة بالإمكانيات المادية والبشرية المناسبة، منشآت معالجة وتخزين النفايات المشعة.

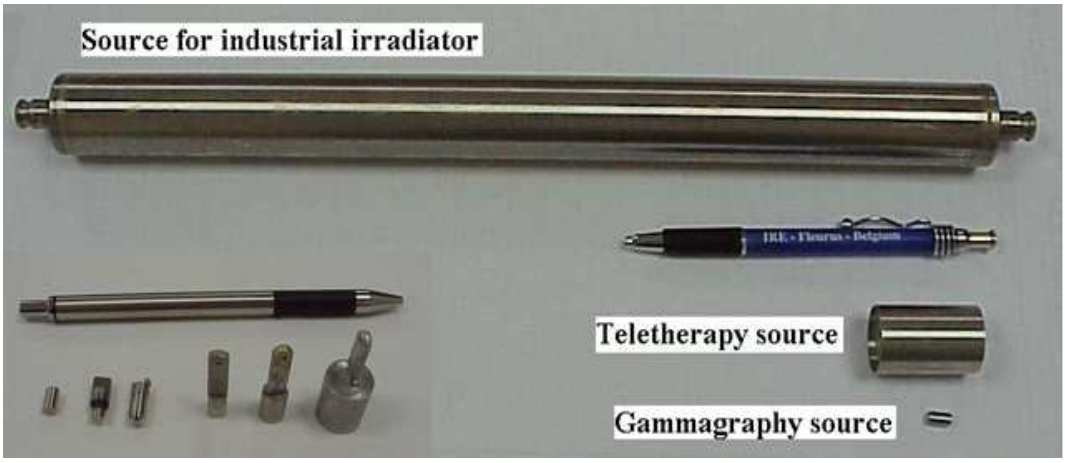
تبدأ الإدارة السليمة للنفايات المشعة بإعطاء إذن استيراد المصدر المشع، وتستمر طيلة فترة عمره، وحتى بعد إيقافه عن العمل حتى ينتهي نشاطه الإشعاعي (IAEA 2008a). إن أفضل الخيارات المتوفرة عند توقف مصدر مشع عن العمل هو إعادته للجهة المستورد منها أو اعادة استعماله في تطبيقات أخرى. في حالة عدم توفر الخيارات المشار إليها سابقاً لعدة أسباب، وهو أمر وارد الحدوث في شتى أنحاء العالم، يجب على الدولة توفير منشأة مركزية خاصة بمعالجة وتخزين النفايات المشعة (IAEA 1995a). خيار التخزين تم تفضيله على خيار التخلص النهائي (الدفن) في السياسة والإستراتيجية الليبية لإدارة النفايات المشعة لأنه يحفظ النفايات لمدة خمسين عاماً حتى يتم التعامل معها مستقبلاً بأحد التقنيات أو الطرق المستحدثة بدل التخلص النهائي منها لأنه سيشكل خطراً طويل الأمد (حتى نهاية النشاط الإشعاعي للمواد المشعة) على البشر والبيئة في البلاد.

بدأت مؤسسة الطاقة الذرية الليبية (وهي الجهة المخولة بالتعامل مع النفايات المشعة) في مشروع إنشاء المخزن الوطني للنفايات المشعة مع بداية سنة 2013 ولازال المشروع قيد التنفيذ. بما أن مشاريع إنشاء مخازن حفظ النفايات المشعة من المشاريع الهندسية ذات الطابع الخاص نظراً لحساسية المواد المتعامل معها، لذا من الطبيعي عند الاعلان عنها أو الشروع فيها أن تكثر التساؤلات عن مدى ضرورة وأهمية المشروع للبشر والبيئة، وما هي الوظائف والخدمات التي يقدمها المشروع في حماية البشر والبيئة، وهل يعتبر المشروع أمن ويمكن الاعتماد عليه في أداء وظائفه الذي صمم من أجلها. أعدت هذه الدراسة لتوضيح الحاجة الماسة لمشروع إنشاء المخزن الوطني للنفايات المشعة، وتبين مهامه، وتؤكد على الدرجة العالية من الأمن والأمان التي يوفرها لحماية البشر والبيئة في ليبيا من مخاطر التلوث بالأشعة المؤينة. كما أنها تدرس المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة كمصدر محتمل للتلوث بالأشعة المؤينة في ليبيا، وتشرح مكونات النظام الليبي لإدارة النفايات المشعة.

2. المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة في ليبيا

تمت الإشارة مسبقاً أن أهم أسباب التلوث بالأشعة المؤينة هي الإنفجارات التي تحدثها تجارب الأسلحة النووية، والتسربات التي قد تحدث في محطات القدرة النووية والنفايات المشعة. السبب الرئيسي المحتمل لحدوث تلوث بالأشعة المؤينة في ليبيا هو التسربات التي قد تحدث بسبب النفايات المشعة نظراً لأنه لا وجود لمحطات القدرة النووية أو الأسلحة النووية في البلاد (مع عدم اهمال إمكانية انتقال التلوث الإشعاعي من أحد دول الجوار إذا حصلت فيها حادثة نووية). أهم أنواع النفايات المشعة الموجودة في ليبيا هي المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة، وكذلك النفايات المشعة الطبيعية الناتجة من عمليات حفر واستخراج النفط والغاز. موضوع هذه الدراسة هو كيفية مواجهة احتمالية التلوث بالأشعة المؤينة عن طريق التسربات التي قد تحصل في المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة.

لا تعتبر المصادر المشعة المغلقة المستعملة عادةً مصدراً محتملاً لحدوث التلوث وذلك نظراً لخضوعها لنظام تشغيلي وأمني صارم ووجودها في بيئة مهيئة للعمل، ولكن المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة هي التي من المحتمل أن تسبب تلوثاً إشعاعياً. يتنوع شكل وحجم ونشاط ونوع المصادر المشعة المغلقة حسب الاستخدام المطلوب، ولكن أغلبها له شكل الأسطوانة يصل صغر حجمها حتى (3 ملم قطر و5 ملم ارتفاع) (IAEA 2007). فيما يلي صور تمثل بعض أنواع وأشكال المصادر المشعة (بدون غلافها وتدريعها الذي يحتويها) بالمقارنة مع أقلام حبر عادية.



شكل (1) : صور لبعض المصادر المشعة المغلقة بدون التدريع الذي يحميها (IAEA 2007)

1.2 استخدامات المصادر المشعة المغلقة في ليبيا

تنحصر تطبيقات المصادر المشعة المغلقة في ليبيا فيما يلي:

- الاستخدامات الطبية للمواد المشعة في التشخيص والعلاج وخاصةً علاج الأورام السرطانية.
- الاستخدامات الصناعية للمصادر المغلقة وغير المغلقة في الاختبارات اللاإتلافية والاستكشاف والتي تستخدم بشكل رئيسي في حفر واستخراج مكامن النفط والغاز.

- استخدام المصادر المشعة في التعليم (الجامعات والمعاهد العليا) والبحث العلمي (مراكز البحوث).
- انتاج المستحضرات الطبية المشعة وغيرها من المواد المشعة من مفاعل تاجوراء البحثي.

2.2 أسباب تحول المصادر المشعة المغلقة من مستعملة إلى غير مستعملة (IAEA 2001)

- انخفاض النشاطه الإشعاعي للمصدر إلى حد لا يمكن استغلاله للغرض الذي صمم له.
- تعرض المصدر للتلف الفيزيائي (التواء، انشقاق، تأكل أو غيرها).
- وجود تسرب للإشعاعات من المصدر.
- تلف الجهاز أو التدريع الذي يحتوي على المصدر المشع.
- ظهور تقنية جديدة منافسة فنياً واقتصادياً.
- تغير خطة الاستفادة من المصدر المشع لأي ظرف كان كتغيير النشاط مثلاً.
- ضياع المصدر أو سرقته أو عدم وجود وضع قانوني له.

3.2 تصنيفات المصادر المشعة المغلقة

تسليماً بالأهمية القصوى للصحة البشرية، أوجدت الوكالة الدولية للطاقة الذرية نظام تصنيف يعتمد بشكل رئيسي إلى احتمال أن تخلف المصادر المشعة تأثيرات صحية قطعية (الوكالة الدولية للطاقة الذرية 2009). يستند هذا النظام إلى مفهوم (المصادر الخطرة) المحددة مقاديره على أساس (القيم الخطرة D) وتمثل القيمة الخطرة D النشاط النوعي للمواد المشعة في مصدر قادر، في حال عدم التحكم به، على إحداث أثار قطعية خطيرة في مجموعة من السيناريوهات تتضمن التعرض الخارجي من مصدر غير مدرع والتعرض الداخلي نتيجة تشتت المادة المشعة.

يتفاوت معدل نشاط المادة المشعة A في المصادر تفاوتاً شديداً لذا فإن القيم الخطرة D تستخدم لمعايرة طائفة الأنشطة بغية استحداث مرجع يحال إليه لمقارنة المخاطر. وتستخدم قيم نسبة النشاط الإشعاعي إلى القيمة الخطرة A/D لوضع ترتيب أولي للمخاطر النسبية الناجمة عن المصادر التي يتم تصنيفها تبعاً لذلك بعد دراسة عوامل أخرى مثل الشكلين الفيزيائي والكيميائي، ونوع التدريع أو الاحتواء المستخدم وظروف الاستخدام وحالات الحوادث المرتبطة بها.

يتكون نظام التصنيف من خمس فئات كما هو موضح في الجدول 1. ويعتبر هذا النظام أن المصادر من الفئة 1 هي الأخطر نظراً لما تشكله من خطر شديد جداً على الصحة البشرية في حال عدم التصرف بها على نحو مأمون وأمن. فمجرد التعرض لبضع دقائق لمصدر مشع من الفئة 1 قد يسبب الموت. وفي الطرف الأدنى من نظام التصنيف، يعتبر أن مصادر الفئة 5 هي الاقل خطراً بيد أن حتى هذه المصادر قد تولد جرعات تفوق حدود الجرعات في حال عدم التحكم بها بشكل صحيح، ويجب بالتالي إخضاعها للتحكم الرقابي الملائم. أكثر المصادر الموجودة في ليبيا هي من الفئات 3 إلى 5 مع وجود بعض المصادر من الفئات 1 و2.

الجدول 1. الفئات الموصى بها للمصادر المستخدمة في الممارسات الشائعة (الوكالة الدولية للطاقة الذرية 2009)

الفئة	المصدر والممارسة	نسبة النشاط إلى القيمة الخطرة (A/D)
1	المولدات الكهربائية الحرارية العاملة بالنظائر المشعة، أجهزة التشعيع، مصادر العلاج عن بعد.	تفوق أو تساوي 1000
2	مصادر العلاج عن بعد الثابتة ومتعددة الحزم، مصادر التصوير الإشعاعي للأغراض ألصناعية مصادر التشعيع الداخلي بجرعات عالية / متوسطة.	أقل من 1000 وتفوق أو تساوي 10
3	المقاييس الصناعية الثابتة التي تحتوي على مصادر ذات نشاط إشعاعي قوي، مقاييس تسجيل بيانات الآبار.	أقل من 10 وتفوق أو تساوي 1
4	مصادر التشعيع الداخلي بجرعات منخفضة (باستثناء عمليات الترقيع الموضعي والزراعة الدائمة في العين)، المقاييس الصناعية الثابتة التي لا تحتوي على مصادر ذات نشاط إشعاعي قوي، أجهزة قياس كثافة العظام، الأجهزة المزيلة للتشويش.	أقل من 1 وتفوق أو تساوي 0.01
5	مصادر التشعيع الداخلي بجرعات منخفضة لعمليات الترقيع الموضعي والزراعة الدائمة في العين، أجهزة التألق بالأشعة السينية، أجهزة التقاط الالكترونات، الأجهزة المستخدمة في تقنية موسبار لقياس الطيف، مصادر الفحوصات باستخدام التصوير المقطعي بالأنبعاث النيوتروني.	أقل من 0.01 وأكبر من قيم الإعفاء

4.2 أسباب احتمالية التلوث بالأشعة المؤينة عن طريق المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة (IAEA 2009a)

1- الحوادث الناتجة عن سوء الاستخدام الغير مقصود: في هذه الحالة يكون الخطاء البشري الناتج عن الجهل أو الإهمال أو ضعف نظام إدارة النفايات المشعة مسبباً لتسرب الإشعاعات من المصدر المشع مما قد يضر بالبشر والبيئة المحيطة. هذا النوع من الحوادث قد يكون له أثار وخيمة خاصةً عندما يدخل وينتشر وسط الأحياء السكنية كما حصل في حادثة غويانا في البرازيل التي سيتم الإشارة إليها لاحقاً، ولعل من أخطر الاحتمالات الممكنة هو اعتبار الجهاز المشع خردة وصهره ثم استعماله في الحديد المستخدم في بناء المنازل وهناك العديد من الحوادث سجلت بهذه الطريقة.

2- الحوادث الناتجة عن سوء الاستخدام المدبر (العمل الإرهابي): المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة تكون عادةً هدفاً للمجموعات الإرهابية وذلك ليتم استخراج المصدر واستخدامه في نشر الأشعة المؤينة في محيط معين للضرر بالبشر والبيئة. توجد العديد من الحوادث المسجلة عالمياً حول استخدام هذه المصادر في الأعمال الإرهابية.

3- الحوادث الناتجة عن تأثير عوامل المناخ: قد تؤثر عوامل المناخ في المصادر المشعة المغلقة المهملة مما قد يسبب في تأكل الدروع الواقية للمصدر المشع وتفاعلها مع مادة المصدر مما يجعل الجهاز ملوثاً بالإشعاع ومصدراً للتلوث الإشعاعي كما هو موضح في الشكل.

5.2 التحكم في التلوث بالأشعة المؤينة في ليبيا

للتحكم في إمكانية حدوث تلوث بالأشعة المؤينة أو في معالجته حال حدوثه يجب توفير ما يلي:

1- وجود نظام لإدارة النفايات المشعة متكامل وفعال يمنع احتمالية حدوث التلوث بالأشعة المؤينة ويواجهه بالطريقة المناسبة وفي الوقت المناسب حال حدوثه وهو ما يتمثل في الأتي:

- قوانين وطنية صارمة وشاملة تتحكم في إدارة النفايات المشعة.
- سياسة وإستراتيجية وطنية لإدارة النفايات المشعة تعمل حسب معايير وتوجيهات الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
- نظام رقابي صارم ومستقل يشرف على جميع المرافق والأنشطة المتعلقة باستخدامات الأشعة المؤينة.
- نظام تشغيلي فعّال يتحكم في عمليات إدارة النفايات المشعة ويعمل وفق المعايير الوطنية والدولية.
- منشآت معالجة وتخزين المواد المشعة تتوفر فيها شروط الأمن والأمان حسب المعايير الوطنية والدولية.

2- تفعيل برنامج وطني لتحديد أماكن المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة ومن ثم تصنيفها وتجميعها وتخزينها بشكل مؤقت وأمن.

3- التطوير الدائم للقدرات البشرية العاملة في مجال إدارة النفايات المشعة.

4- توفير الإمكانيات المالية والمادية المناسبة بشكل دائم.

5- توعيه المواطنين بأهمية الاشعاع و مخاطره، ووضع تحذيرات في أماكن تواجد الإشعاعات.

6- إيجاد خطط طوارئ للتدخل السريع في مواجهة اية كارثة اشعاعية لأن التباطؤ يزيد المشكلة تعقيدا.

3. أخطار التلوث بالأشعة المؤينة

1.3 تأثيرات الأشعة المؤينة على البشر (الكناني 2012)

عندما يتعرض الإنسان الى الأشعة المؤينة يحدث تأيناً للذرات المكونة لجزيئات جسمه مما قد يؤدى الى تدمير بنية الأحماض النووية (DNA) مسبباً أثراً وراثياً تظهر اثاره على الاجيال المتعاقبة أو ضرراً على الخلايا قد يكون كلياً فيسبب الموت أو تغييراً لوظائف الخلايا مما يسبب في السرطان وأعراض أخرى. وقد يكون تعرض الإنسان للأشعة المؤينة خارجياً ينتج عن التعرض لمصدر مشع خارج الجسم أو داخلياً ينتج عن التعرض لمواد مشعة داخل الجسم عن طريق الاستنشاق أو البلع أو الحقن أو الامتصاص (عن طريق الجلد او الجروح).

يزداد احتمال أن تنجح الخلايا التالفة في إصلاح نفسها في حالة انخفاض الجرعة التي يتلقاها الإنسان أو تعرضه لها على مدى فترة زمنية طويلة (انخفاض معدل الجرعة). ولكن هناك احتمال أن تحدث آثار طويلة الأجل أيضاً إذا كانت هناك أخطاء في عملية إصلاح الخلايا التالفة. وقد يؤدي هذا التحول إلى إصابة الإنسان بالسرطان بعد مرور سنوات أو حتى عقود. ويشكل الأطفال والمراهقون الفئة الأكثر عرضة للخطر لأنهم أكثر حساسية للتعرض الإشعاعي من البالغين. الجدول 2 يبين أخطار الدنو من المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة أو اليتيمة بشكل غير أمن، وكذلك خطورة تشتت المواد المشعة الموجودة بتلك المصادر بسبب الحريق أو الانفجار، وذلك حسب فئات المصادر المشعة التي تمت الإشارة إليها في الجدول 1.

الجدول 2. تأثيرات الأشعة المؤينة على جسم الإنسان (الوكالة الدولية للطاقة الذرية 2009)

فئة المصدر	خطورة الدنو من مصدر فردي	الخطورة في حالة تشتت المادة المشعة المحتواة في المصدر عن طريق حريق أو انفجار
1	خطر للغاية بالنسبة للإنسان: يحتمل جداً أن يسبب اصابة قاتلة لشخص تناوله أو ظل يلامسه لفترة تزيد عن بضع دقائق. وربما كان مميتاً الدنو من هذا المقدار من المادة المشعة غير المدرعة لمدة تتراوح بين بضع دقائق وساعة واحدة.	دائرة الخطر يبلغ قطرها مئات الأمتار ولكن من غير المرجح أن تكون الآثار مميتة أو دائمة. يلزم تنظيف المناطق الملوثة في مساحة كيلومتر مربع واحد أو أكثر.
2	خطر جداً بالنسبة للإنسان: يمكن أن يسبب اصابة دائمة لشخص تناوله أو ظل يلامسه لفترة قصيرة (تتراوح بين دقائق وساعات). وربما كان مميتاً الدنو من هذا المقدار من المادة المشعة غير المدرعة لمدة تتراوح بين ساعات وأيام.	دائرة الخطر يبلغ قطرها مئة متر ولكن من غير المرجح إلى حد كبير أن تكون الآثار مميتة أو دائمة. يلزم تنظيف المناطق الملوثة،ويحتمل أن لا تتجاوز مساحة المنطقة الواجب تنظيفها كيلومتر مربع واحد.
3	خطر بالنسبة للإنسان: يمكن أن يسبب اصابة دائمة لشخص تناوله أو ظل يلامسه لبضع ساعات. وربما كان مميتاً (وإن كان ذلك غير مرجح) الدنو من هذا المقدار من المادة المشعة غير المدرعة لمدة تتراوح بين أيام وأسابيع.	دائرة الخطر يبلغ قطرها أمتار قليلة ولكن من غير المرجح للغاية أن تكون الآثار مميتة أو دائمة. يلزم تنظيف المناطق الملوثة،ويحتمل أن لا تتجاوز مساحة المنطقة الواجب تنظيفها جزءً م الكيلومتر المربع الواحد.
4	لا يرجح أن يكون خطراً بالنسبة للإنسان: لا يرجح إلى حد كبير أن يسبب اصابة دائمة لأي شخص. وربما أمكن (وإن كان من غير المرجح) أن يسبب اصابة مؤقتة لشخص ما تناول هذه المادة أو ظل يلامسها لساعات عديدة أو عدة أسابيع.	يمكن ألا يسبب إصابة دائمة لأي شخص
5	لا يرجح على الأغلب أن يكون خطراً بالنسبة للإنسان: لا يمكن أن يسبب هذا المصدر خطراً لأي شخص.	لا يمكن أن يسبب إصابة دائمة لأي شخص

2.3 تأثيرات الأشعة المؤينة على البيئة (الكناني 2012)

يحدث التلوث الإشعاعي عند انطلاق أو تسرب المواد المشعة من الأوعية التي تحتويها من خلال ثقوب أو شروخ بها أو نتيجة لانفجارها. تندمج المواد المشعة بعد تسربها في عناصر البيئة المختلفة مثل الماء والتربة والهواء لتستقر هناك ثم تنتقل بعد ذلك إلى

الإنسان .في حالة تسرب المواد المشعة للمياه يمكن أن تنتقل مباشرةً إلى الإنسان بالشرب أومن خلال تناول الحيوانات و الأسماك و النباتات البحرية التي تعتبر ذات قدرة علي تركيز المواد المشعة في أجسامها .أما عندها تسربها في التربة فتنتقل إلى النباتات ومنها إلى الإنسان مباشرة أو عند تناول الحيوانات التي تتغذى علي تلك النباتات الملوثة و بالرغم من ذلك فإن تسرب المواد المشعة إلى التربة هو أقل عمليات التلوث خطورة بسبب كونه موضعيا لأن الزمن اللازم لكي تتحرك المواد المشعة عبر طبقات التربة إلى أن تصل للمياه الجوفية يكون طويلا . عند تسرب المواد المشعة إلى الهواء قد تؤدي إلى انتشار عام للتلوث في مناطق شاسعة إذا لعبت الرياح دورها في تحريك السحابة المشعة (كما حصل في حادثة تشيرنوبل). و قد ينتهي التلوث الهوائي بتساقط الغبار المشع علي مناطق مختلفة مما يؤدي إلى تلوث الأرض و الماء .

3.3 أمثلة على حوادث نووية (حادثة غويانا) (IAEA 1988)

في عام 1971م افتتحت عيادة خاصة للعلاج الإشعاعي بالقرب من مستشفى خيري في وسط مدينة قويانا في وسط البرازيل، وزودت بجهاز علاج إشعاعي يستخدم عنصر السيزيوم 137 الذي تبلغ فترة نصف عمره 30 عاماً. ومن ثم في عام 1985م تم إخلاء العيادة والانتقال إلى موقع آخر وترك هذا الجهاز الإشعاعي بدون إخبار الجهات المختصة.

في 13 سبتمبر 1987م، تم تكسير الغلاف الرصاصي الذي يحمي المصدر المشع، وقطعت الكبسولة التي تحتويه إلى عدة قطع وانتشرت المادة المشعة بين الناس. في 29 سبتمبر، 112800 شخص تم فحصهم في الملعب الأولمبي للمدينة الذي تم تهيئته لهذا الغرض، 249 أصيبوا بالتلوث، 4 ماتوا (رجلان وطفلة وأم)، 85 منزل أصيبوا بالتلوث بشكل كبير، 200 شخص تم إخلائهم عن منازلهم، 7 منازل تم تدميرها بالكامل واعتبارها نفايات مشعة، تم فحص المدينة بطائرة عمودية مزودة بكاشفات إشعاعية، وبسيارات تجوب المدينة لمعرفة الأماكن عالية الإشعاع، بالإضافة إلى التقنيين الجوالين على أقدامهم. عمليات التنظيف الإشعاعي تضمنت إزالة التربة في الأماكن ذات الإشعاع العالي، وإخلاء البيوت وتفكيك بعضها وتنظيف ممتلكاتها أو ببساطة اعتبارها مخلفات إشعاعية. طلاء البيوت تم كشطه، والأرضيات تم غسلها بالحوامض. تم كنس كل شيء حتى الأسقف، وأعتبر الغبار الناتج من التنظيف ضمن المخلفات الإشعاعية. تم إخلاء 2000 متر مربع من الأراضي من قاطنيها، في هذه المساحة يوجد 25 منزلاً واثنان من أراضي الخردة. فقط 240 متر مربع ثبت تلوثها بالإشعاع. ناتج المخلفات الإشعاعية عن عملية التنظيف كان حوالي 3500متر مكعب من النفايات المشع وقدرت تكلفة التعامل مع الحادثة بأكثر من عشرين مليون دولار أمريكي.

4 النظام الليبي لإدارة النفايات المشعة

1.4 القوانين الوطنية الخاصة بإدارة النفايات المشعة

– قانون رقم (2) لسنة 1982 في شان تنظيم استعمال الاشعاعات المؤينة والوقاية من اخطارها: حدد المتطلبات والإجراءات المتعلقة بالمصادر المشعة والإشعاع المؤين، ولكنه لم يتناول جوانب الامن النووي والحماية المادية والنفايات والمشعة.

– قانون رقم (4) لسنة 2005 بشان الاحكام الخاصة بنقل المواد الخطرة على الطرق العامة: صنف المواد الخطرة وحدد المتطلبات والإجراءات العامة المتعلقة بنقلها على الطرق العامة.

– قانون رقم (15) لسنة 2007 في شان حماية وتحسين البيئة: حدد المتطلبات والإجراءات المتعلقة بحماية البيئة من المواد الملوثة.

– مشروع القانون النووي: في سبيل تحقيق مستويات عالية من الامان النووي والإشعاعي وتوفير حماية مادية مناسبة للمواد والمنشآت النووية تم إعداد مسودة للقانون النووي الليبي تتوافق مع اعلى المعايير الدولية ذات العلاقة وتتضمن وتكمل تشريعات الدولة الليبية في هذا المجال. مسود القانون النووي الليبي تنتظر المصادقة من الجهات التشريعية في الدولة ليتم تفعيلها.

2.4 الجهات ذات العلاقة بإدارة النفايات المشعة في ليبيا

بموجب القانون رقم 54 لسنة 1973 تم إنشاء مؤسسة الطاقة الذرية وهي الجهة الوحيدة المخولة في التعامل بما يتعلق بالاستخدامات السلمية للطاقة الذرية في ليبيا، وهي جهة مستقلة تتبع الحكومة مباشرةً. توجد في مؤسسة الطاقة الذرية عدة إدارات متخصصة ويتبعها مركزان بحثيان هما: مركز البحوث النووية ومركز التحاليل والقياسات الإشعاعية والتدريب. بالنسبة لإدارة النفايات المشعة فإن الجهات ذات العلاقة في المؤسسة هي:

1– مكتب الرقابة النووية: يعتبر مكتب الرقابة النووية الجهة المعنية بالرقابة على جميع المرافق والأنشطة المتعلقة باستخدام المواد الإشعاعية في الدولة والتي تشتمل المصادر المشعة والأجهزة الباعثة للإشعاعات المؤينة المستخدمة في الطب والصناعة والبحث العلمي. حالياً تتبع هذه الجهة مؤسسة الطاقة الذرية، ولكن في حالة تفعيل القانون النووي فإن هذه الجهة ستكون مستقلة.

2– إدارة الوقود النووي والنفايات المشعة: تتولى إدارة الوقود النووي والنفايات المشعة بمؤسسة الطاقة الذرية مهمة وضع التصاميم اللازمة لمخازن النفايات المشعة وفق المعايير والضوابط المعمول بها، وكذلك وضع آلية للتعامل مع النفايات المشعة، واقتراح ما يلزم من لوائح وتشريعات محلية بخصوص النفايات المشعة وطرق تخزينها وتصنيفها ونقلها.

3– مركز البحوث النووية: يوجد بالمركز إدارة الوقاية الإشعاعية التي حملت على عاتقها مهام حماية البشر والبيئة في ليبيا لفترة طويلة من الزمن قبل إنشاء مكتب الرقابة النووية وإدارة الوقود النووي والنفايات المشعة منذ سنوات قليلة. رغم أن المهمة الرئيسية لهذه الإدارة هي حماية مركز البحوث النووي من التلوث الإشعاعي فإنها لازالت الجهة التي يعتمد عليها في التعامل مع أي مصادر مشعة مهملة أو يتيمة، كما تقوم أيضاً بقياس المواد الغذائية المستوردة للتأكد من خلوها من الجرعات الإشعاعية الزائدة وكذلك يتم الاستعانة بها فيما يتعلق بمراقبة نظم البيئة لرصد أي تلوث إشعاعي.

3.4 السياسة والإستراتيجية الليبية لإدارة النفايات المشعة

يمكن تلخيص السياسة والإستراتيجية الليبية لإدارة النفايات المشعة في نقطتين هما:

1– يجب أن يتم تحديد أماكن تواجد كل المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة في كل أنحاء ليبيا، ومن ثم تصنيفها ونقلها وترجيعها لبلد المنشاء متى ما كان ذلك ممكنا.

2– بالنسبة للمصادر المشعة المغلقة المنتهية الاستعمال واليتيمة الغير الممكن اعادة تصديرها الى بلد المنشأ يتم تخزينها حاليا بمخزن النفايات المشعة بمركز البحوث النووية بتاجوراء حتى يتم الانتهاء من المخزن الوطني للنفايات المشعة لتخزينها لمدة خمسين عاماً على الأقل.

4.4 منشآت معالجة وتخزين النفايات المشعة

لا يوجد في ليبيا حالياً منشأة متخصصة ومطابقة للقوانين والمعايير الوطنية والدولية وتحقق متطلبات السياسة والإستراتيجية الليبية لإدارة النفايات المشعة، عوضاً عن ذلك، يتم استخدام المقبرة الموجودة في مركز البحوث النووية بتاجوراء للتخزين قصير الأجل (أسابيع أو أشهر) حتى يتم إكمال مشروع المخزن الوطني ونقل النفايات المشعة له للتخزين طويل الأجل (خمسين عاماً).

5. مشروع إنشاء المخزن الوطني للنفايات المشعة

1.5 أهمية المشروع

– وجود أعداد من المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة منتشرة في أرجاء البلاد. لضمان عدم حدوث تلوث إشعاعي بسبب هذه المصادر يجب أن يتم تجميعها ومعالجتها وتخزينها حسب المعايير الوطنية والدولية بأسرع وقت ممكن.

– عدم وجود منشأة معالجة وتخزين تستوعب المصادر المشعة المشار إليها في النقطة السابقة حالياً في ليبيا، عوضاً عن ذلك يتم استخدام المقبرة الموجودة داخل مركز البحوث النووية بشكل مؤقت.

– يشكل المخزن الوطني للنفايات المشعة البنية التحتية التنفيذية للسياسة والإستراتيجية الليبية لإدارة النفايات المشعة والتي أعدت حديثاً (يونيو 2014).

2.5 أهداف المشروع

– حفظ النفايات المشعة بشكل أمن على البيئة والناس لمدة خمسين عاماً على الأقل.

– التأكد من أن عمليات استلام النفايات المشعة من مصادرها ثم نقلها وأخيراً معالجتها وتخزينها كلها أمنة على البيئة والناس.

– جعل عمليات الإنشاء والتشغيل والمراقبة والإغلاق أقل صعوبة فنية وأقل كلفة.

– توفير المرونة اللازمة للتطوير والبدائل، بحيث يمكن اطالة عمر المخزن عند الحاجة أو الانتقال إلى خيارات أخرى في التعامل مع النفايات المشعة.

3.5 الوضع الحالي لمشروع إنشاء المخزن الوطني للنفايات المشعة

انطلق المشروع سنة 2013 وذلك بالاتفاق مع شركة ألمانية متخصصة وبالتنسيق مع الحكومة الألمانية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، ولكن نظراً للظروف التي تمر بها البلاد توقف المشروع. يتوقع البدء في عمليات الإنشاء مباشرةً بعد الانتهاء من عمليات التصميم التفصيلي والمصادقة عليها. من المفترض أن لا تتجاوز عمليات الإنشاء والاستلام المبدئي والنهائي سنة واحدة.

حدد موقع المخزن الوطني داخل أسوار مركز البحوث النووية بتاجوراء وذلك لضمان الأمن والأمان لهذه المنشأة. بالنسبة للأمان، فقد تم الاعتماد على الدراسة التي أجريت على موقع المركز منذ إنشائه والتي أكدت قدرته على مواجهة الكوارث الطبيعية كالزلازل والأعاصير والفيضانات. أما بالنسبة للأمن فإن النظام الأمني الموجود في المركز لم يتم اختراقه ولا مرة في تاريخه كما أن المركز يعتبر منطقة ممنوع الطيران فوقها.

4.5 ضمانات السلامة والأمان الخاصة بالمخزن

1- العمل حسب السمات التصميمية التي تم اعدادها في مرحلة الدراسة المبدئية وهي:

- يجب أن تكون خصائص الحماية الإشعاعية للبشر والبيئة في المخزن أفضل ما يمكن.
- استخدام تقنيات ناضجة وآمنة ومجدية اقتصاديا لمعالجة النفايات المشعة وتخزينها.
- يجب أن يصمم وبنشاء ويعمل ويقفل المخزن حسب المعايير والمواصفات الدولية والوطنية.
- أن يصمم على أساس إمكانية زيادة حجمه وعمره الافتراضي.
- يجب أن يكون التصميم متوافقاً مع خصائص وأنواع وأعداد النفايات المشعة الموجودة في ليبيا.
- يجب أن يتماشى مع عمليات التشغيل العادية والحوادث المتوقعة والتي تم حصرها وتحديدها كجزء من عملية التصميم.
- يجب أن يسمح التصميم بعلميات الكشف الدوري والطارئ وذلك بترك مساحات مناسبة.
- يجب أن يسمح التصميم بتخزين كمية أكبر من المتوقعة وذلك للظروف الطارئة.
- يجب أن ينجز المخزن حسب الاعتبارات، والخصائص، والاحتياجات المحددة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية فيما يتعلق بتصميم مخازن النفايات المشعة IAEA (1994), IAEA (1995b), IAEA (2000), IAEA (2003), IAEA (2006a)

2- العمل حسب احتياجات السلامة الخاصة بتصميم وإنشاء وتشغيل وإغلاق مخازن النفايات المشعة حسب الأتي:

- الإيفاء بقواعد السلامة الرئيسية المحددة بمعايير الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهو ما يشمل: تجنب الوضع الحرج، تقليل مستوى الحرارة، الحماية الإشعاعية، تكون المواد المشعة، استرجاع النفايات.
IAEA (2006a), IAEA (2006b), IAEA (2008b), IAEA (2009b), IAEA (2009c)
- استخدام المواد المناسبة في إنشاء المخزن حسب المعايير المناسبة. IAEA (2006a)
- تحديد شروط ونطاق التشغيل. IAEA (2008b), IAEA (2009c)
- الأخذ بالاعتبار كل الحوادث ذات العلاقة الممكن حدوثها. IAEA (2006a), IAEA (2008b), IAEA (2009c)
- الإيفاء بمتطلبات السلامة الخاصة بالمناولة ونقل المواد المشعة. IAEA (2006a), IAEA (2008b)

3- إعداد دراسة لحالة الأمان (Safety Case) متضمنةً دراسة لتقدير مستوى الأمان (Safety Assessment) خاصة بالمخزن حسب معايير ومتطلبات الوكالة الدولية للطاقة الذرية: IAEA (2008b), IAEA (2009b)

إن اعداد دراسة لحالة الأمان الخاصة بالمخزن تحتوي على دراسة تقدير مستوى الأمان هو أمر جوهري وضروري يمكن من خلاله التأكيد على مستوى الأمان الموجود في المنشأة. إن دراسة حالة الأمان هي أداة مهمة يتم من خلالها التأكيد على التزام المنشأة بالمتطلبات القانونية الوطنية والدولية وتؤدي إلى إرضاء الجمهور وصناع القرار بعد التأكيد على مستوى الأمان الموجود. دراسة حالة الأمان يجب أن تحتوي على كل التفاصيل التي تغطي كل جوانب الأمان المتعلقة بالمنشأة النووية وهو ما يعني أن تتكون الدراسة مما يلي: شرح لحالة الأمان (الهدف من دراسة الحالة، نطاق الدراسة، توضيح القوانين والاتفاقيات الوطنية والدولية التي تتعامل معها الدراسة، منهاج الأمان الذي تستخدمه الدراسة) – إستراتيجية الأمان المستخدمة – وصف لموقع المخزن، والنفايات المشعة، ومكونات المخزن – دراسة تقدير مستوى الأمان – إدارة الأمور المشكوك فيها – توضيح التصميم – وسائل قياس

الأمان.

إن هدف دراسة حالة الأمان هو توضيح مستوى أمان المنشأة بشكل واضح خلال عمليات التصميم، الإنشاء، التشغيل، والإغلاق. هذا الهدف لا يمكن تحقيقه بدون إنجاز دراسة تقدير مستوى الأمان التي تدعم وتشكل الجزء الرئيسي من دراسة حالة الأمان. إن الهدف من دراسة تقدير مستوى الأمان هو التحقق وقياس الأثر الإشعاعي للمنشئة على البشر والبيئة. يجب أن يتم من خلال دراسة تقدير مستوى الأمان تطوير وتبرير سيناريوهات مختلفة للتشغيل العادي وفي حالة الطوارئ، حسابات هندسيه، مستوى الأمان السلبي (passive Safety) ، الدفاع في العمق، عمليات إدارة النفايات المشعة، تقدير التأثيرات الغير إشعاعية على البشر والبيئة.

الخلاصة والتوصيات

– يوجد في ليبيا أعداد من المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة لم يتم تحديد أماكنها والتعامل معها حسب المعايير الدولية والوطنية لإدارة النفايات المشعة حتى الآن، مما يزيد في احتمالية حدوث التلوث بالأشعة المؤينة.

– يجب تفعيل برنامج وطني متكامل لتحديد أماكن المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة ثم تصنيفها وجمعها وتخزينها بشكل أمن لمدة قصيرة الأجل حتى يجهز المخزن الوطني للنفايات المشعة.

– يجب إكمال مشروع المخزن الوطني للنفايات المشعة بأسرع ما يمكن، ثم نقل كل المصادر المشعة المغلقة الغير مستعملة واليتيمة إليه ليتم تخزينها بشكل أمن حسب المعايير الوطنية والدولية لمدة خمسين عاماً على الأقل حتى يتم التعامل معها مستقبلاً بأحد التقنيات أو الطرق المستحدثة أو نقلها إلى دول أخرى.

– يتم العمل في مشروع إنشاء المخزن الوطني للنفايات المشعة حسب الاعتبارات والخصائص والاحتياجات المحددة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية فيما يتعلق بتصميم مخازن النفايات المشعة، وحسب احتياجات السلامة الخاصة بتصميم وإنشاء وتشغيل وإغلاق هذا النوع من المخازن.

– تم إعداد دراسة لحالة الأمان (Safety Case) متضمنةً دراسة لتقدير مستوى الأمان (Safety Assessment) خاصة بالمخزن الوطني للنفايات المشعة حسب معايير ومتطلبات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تؤكد هذه الدراسة المستوى العالي للأمان بالمخزن والتزامه التام بالمتطلبات القانونية الوطنية والدولية.

– يجب تفعيل القانون النووي الليبي من قبل الجهات التشريعية بأسرع ما يمكن ليشكل الغطاء القانوني المناسب لنظام إدارة النفايات المشعة الليبي، كما يجب تفعيل السياسة والإستراتيجية الليبية من قبل الجهات التشريعية لتشكل الإطار التنفيذي لنفس النظام.

– لضمان الاستخدام الأمن للتطبيقات السلمية للطاقة الذرية، يجب الاطلاع على كل المعايير والمواصفات ذات العلاقة الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية واستخدامها بالشكل المناسب.

المراجع

غرايبة، خليفة، 2010، (التلوث البيئي: مفهومه وأشكاله وكيفية التقليل من خطورته)، مجلة الدراسات البيئية، المجلد 3،

عدد يونيو 2010، 121-133.
الكناني، عذاب، 2012، أساسيات الإشعاع المؤين والكشف عنه، الطبعة الأولى، دار الفجر للنشر والتوزيع، الدوحة.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2009، تصنيف المصادر المشعة. دليل الأمان رقم: RS-G-1.9، الطبعة الأولى، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا.
IAEA, 2001, Management for the prevention of accidents from disused sealed radioactive sources. Technical Documents Series No. IAEA-TECDOC-1205, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2008a, The management system for the processing, handling and storage of radioactive waste. Safety Guide Series No. IAEA-GS-G3.3, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 1995a, The Principles of Radioactive Waste Management. Safety Series No. 111-F, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2007, Identification of radioactive sources and devices. Nuclear Security Series No. 5, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2009a, Policies and strategies for radioactive waste management. Nuclear energy series NW-G-1.1, First Edition, International Atomic Energy Agency ,Vienna.
IAEA, 1988, The radiological accident in Goiania. First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 1994, Reference design for a centralized waste processing and storage facility. Technical Documents Series No. IAEA-TECDOC-776, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 1995b, Reference design for a centralized spent sealed sources facility. Technical Documents Series No. IAEA-TECDOC-806, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2000, Handling, conditioning and storage of spent sealed radioactive sources. Technical Documents Series No. IAEA-TECDOC-1145, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2003, Selection of efficient options for processing and storage of radioactive waste in countries with small amounts of waste generation. Technical Documents Series No. IAEA-TECDOC-1371, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2006a, Storage of Radioactive Waste. Safety Standards Series No. WS-G-6.1, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2006b, Fundamental Safety Principles. Safety Standards Series No. SF-1, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2008b, Safety Case and Safety Assessment for Predisposal Management of Radioactive Waste. Safety Standards Series No. DS 284, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2009b, Safety Assessment for Facilities and Activities. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.
IAEA, 2009c, Predisposal Management of Radioactive Waste. Safety Standards Series No. GSR Part 5, First Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna.