جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومي

الدارسات العليا

الأبعاد والآثار البيئية لإدارة التخلص الآمن من النفايات النووية

(مع استعراض لتجربة مصر وبعض الدول الأفريقية)

Dimensions and Environmental Implications of Managing the Safe Disposal of Nuclear Waste

(With a Review of the Experience of Egypt and Some African Countries)

رسالة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل درجة الماجستير في التخطيط والتنمية

إعداد

نور على ثروت إسماعيل ثروت

إشـــــــــــــــــــراف

أ.د/ محمد ماجد خشبة
أستاذ الإدارة والتخطيط الاستراتيجي
معهد التخطيط القومي

أ.د/ سحر البهائي
أستاذ الاقتصاد الزراعي
مدير مركز التخطيط والتنمية الزراعية
معهد التخطيط القومي

أ.د/ ياسر توفيق محمد
أستاذ الكيمياء الإشعاعية ومعالجة النفايات
هيئة الطاقة الذرية

2024

بسم الله الرحمن الرحيم

"فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً وَأَمَّا مَا يَنفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْأَرْضِ"

صدق الله العظيم.

سورة الرعد (من الآية17)

إهـــداء...

إلى والدتي الحبيبة السيدة الفاضلة

"روفية محمد محمد عبد الفتاح"

شكر وتقدير

الحمد لله الذي بفضله تتم النعمات، أشكر الله سبحانه وتعالي على منحي القدرة على أعداد هذه الرسالة والتي أرجو من الله أن تكون إضافة للمكتبة العربية وأن ينتفع بها الباحثين في هذا المجال.

كما أنه لنا كل الشكر لبلدنا العزيزة مصر ذات الحضارة العريقة والتي منحتنا ما نحن عليه من ملامح وسمات هي ميراث لأجداد سبقونا نرجو أن نكون امتدادًا فاضلًا ونافعًا لهم.

وأشكر **أمي** الحبيبة التي لها الفضل بعد الله سبحانه وتعالي على ما أنا عليه الآن فقد غرست بداخلي كل ما هو طيب من أفكار ومبادئ وحب للثقافة والمعرفة اللهم متعها بالصحة وطول العمر، وإلى **بناتي ملك عمرو محمود ومريم عمرو محمود وعائلتي جميعهًا** على دعمهم المحفز والمستمر لي دائما، وعظيم الشكر والتقدير لأستاذي **أ.د. السيد فليفل** أستاذ التاريخ الحديث والمعاصر بكلية الدراسات الأفريقية–جامعة القاهرة.

وأتوجه بالشكر والتقدير للسادة لجنة الإشراف على الرسالة وهم **أ.د. محمد ماجد خشبة** أستاذ الإدارة والتخطيط الاستراتيجي بمعهد التخطيط القومي، و**أ.د. سحر البهائي** أستاذ الاقتصاد الزراعي ومدير مركز التخطيط والتنمية الزراعية بمعهد التخطيط القومي، و**أ.د. ياسر توفيق محمد** نائب رئيس هيئة الطاقة الذرية للشؤون البحثية، وذلك لموافقتهم على الإشراف على هذه الرسالة وبذل الجهد الكبير خلال فترة إعداد الرسالة.

وأتقدم بالشكر والتقدير **أ.د. خالد عطية** مدير مركز التخطيط والتنمية البيئية بمعهد التخطيط القومي لمساندته ودعمه لي في إعداد الرسالة، وقبول سيادته تحكيم الرسالة.

كما أقدم جزيل الشكر والتقدير لـ **أ.د. أحمد حسين عاشور** أستاذ الفيزياء الإشعاعية وعلوم المواد بهيئة الطاقة الذرية، لقبول سيادته تحكيم الرسالة، والشكر والتقدير لزملائي الأعزاء بالمعهد.

وأتقدم بالشكر والتقدير لكل العاملين في معهد التخطيط القومي وعلى رأسهم **أ.د. أشرف العربي** رئيس المعهد.

الباحثة.

المستخلص

عنوان الرسالة: الأبعاد والآثار البيئية لإدارة التخلص الآمن من النفايات النووية –مع استعراض لتجربة مصر وبعض الدول الأفريقية.

الباحثة: نور على ثروت إسماعيل ثروت.

المشرفون: أ.د/ محمد ماجد خشبة، أ.د/ سحر البهائي، أ.د/ ياسر توفيق محمد

الدرجة العلمية: الماجستير الأكاديمي في التخطيط والتنمية بمعهد التخطيط القومي

هدفت الدراسة لتحليل الأبعاد البيئية لعملية إدارة النفايات النووية في التجارب العالمية والإقليمية وفى مصر في ضوء الأهداف البيئية لاستراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر 2030، حيث إن غياب هذه الأبعاد يمكن أن يترتب عليه مخاطر بيئية ذات تكلفة انسانية وبيئية فادحة. ولتحقيق ذلك الهدف تطرقت الدراسة إلى تحليل الأبعاد البيئية لإدارة النفايات النووية في التقارير والدراسات المعنية من جهة، وتحليل الخبرات العالمية الفعلية التي توضح إهمال تلك الأبعاد من جهة أخرى، والتي ترتب عليها تكلفة انسانية وبيئية فادحة في العديد من مناطق دول العالم من هيروشيما ونجازاكي إلى الجزائر تحت الاحتلال الفرنسي. كما تطرقت الدراسة إلى الأُطر العالمية والإقليمية التي تنظم الإدارة الآمنة للتخلص من النفايات النووية، وعلى رأسها أطر ونظم الوكالة الدولية للطاقة الذرية: IAEA، وهي الأطر التي تعمل في ظلها الأطر والنظم والمؤسسات الوطنية المصرية المعنية بإدارة المخلفات النووية وعلى رأسها: هيئة الطاقة الذرية المصرية: EAEA. كما تطرقت الدراسة لتحليل بعض خبرات مقارنة لدى الدول النامية الأفريقية والعربية لاستخلاص أفضل الخبرات والممارسات المستفادة والمناسبة لدعم التجربة المصرية حيث تم تحليل خبرات: جنوب أفريقيا، تنزانيا، والمملكة المغربية.

وقد تم استخدام منهجيات متعددة للدراسة: المنهج الوصفي التحليلي من خلال عرض لطبيعة النفايات النووية والمعايير الدولية للتخلص منها، وكيفية إدارة التخلص من تلك النفايات، وتحليل مدى تأثير تلك الإدارة على الأوضاع البيئية في الدول محل الدراسة. كما تم استخدام (المقابلات المنهجية المقننة) مع بعض المسئولين والخبراء بهيئة الطاقة الذرية المصرية، بالإضافة إلى (المنهج المقارن) لاستعراض الوضع في مصر مقارنة بثلاث دول أفريقية/ عربية، واستخلاص أفضل الممارسات والخبرات المقارنة التي يمكن إن يستفاد منها في مصر.

وقد انتهت الدراسة إلى أهمية الانتهاء من اعتماد سياسة وطنية مصرية لإدارة النفايات النووية على غرار تجارب العديد من دول المقارنة ودول العالم المتقدمة، مع تطوير معايير الجودة والقدرات المؤسسية والبشرية في إدارة النفايات النووية لضمان استخداماتها السلمية وتحييد آثارها السلبية على التنمية بمصر.

الكلمات الدالة: النفايات النووية – الآثار البيئية للنفايات النووية – إدارة وحوكمة النفايات النووية – الخبرات المقارنة في إدارة النفايات النووية.

الملخص

تأتى أهمية الدراسة في ضوء الاهتمامات العالمية والمصرية بقضايا البيئة من جهة والحرص على التوظيف الآمن السلمي للاستخدامات النووية في التنمية من جهة أخرى، والحرص على تجنب الآثار البيئية الضارة للنفايات النووية المتولدة عن الأنشطة النووية في العالم وفى مصر. ويمكن تجنب تلك التأثيرات البيئية الضارة للنفايات النووية من خلال حوكمة واتباع طرق ونظم الإدارة الآمنة للمعالجة والتخلص من النفايات النووية المشعة، وأتباع الأطر والاتفاقيات العالمية والإقليمية التي تنظم هذه المعالجة والتخلص الآمن من هذه النفايات وضبط تداولها أو نقلها عبر الحدود، وتوفير أُطر وسياسات وطنية صارمة من أجل السيطرة عليها من خلال إدارتها بطرق سليمة بيئيًا والتخلص منها بطرق آمنة ووفق المعايير الدولية المعتمدة حفاظًا على الموارد الطبيعية وتحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية: SDGs، وأهداف استراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر 2030.

وتتلخص **مشكلة الدراسة** في وجود تفاوتات بين مصر والعديد من الدول العالمية والأفريقية في توافر الإطار الاستراتيجي الشامل وبناء القدرات، للوصول إلى الدمج ما بين المعايير الدولية المعتمدة للتخلص الآمن من تلك النوعية شديدة الخطورة من النفايات من جهة والمعايير المحلية لكل دولة بما يتناسب مع أوضاعها الاقتصادية والاجتماعية والسياسية من جهة أخرى.

تمتلك مصر بالفعل سياسة واستراتيجية وطنية واضحة للتخلص من النفايات النووية الناتجة عن مفاعلات القوى المزمع انشائها في مصر، ولكنها كغيرها من دول متقدمة ونامية أيضا، لا تمتلك سياسة واستراتيجية معتمدة لإدارة جميع أنواع النفايات المشعة الأخرى، وإن كانت قد تقدمت بتلك السياسة والاستراتيجية وفي انتظار اعتماد النسخة المقدمة لذلك قريبًا. وبالتالي تزداد احتمالات المخاطر البيئية لتلك النفايات إلى حين اعتماد تلك النسخة، خاصة في ضوء توجه مصر إلى إنشاء أول محطة نووية لتوليد الكهرباء (محطة الضبعة النووية) والذي يعتبر مشروعًا رائدًا على مستوى قارة أفريقيا بالكامل.

في ضوء ذلك، تهدف الدراسة إلى تحليل المخاطر والآثار البيئية السلبية والضارة للنفايات النووية في ضوء الخبرات والتجارب العالمية، والعرض للأطر والاتفاقيات والنظم العالمية والإقليمية (خاصة الأفريقية /العربية) لحوكمة طرق التخلص الآمن من النفايات النووية المشعة وتطبيقاتها العملية في مصر وبعض الدول الأفريقية/العربية، ومدي توافق هذه النظم المحلية مع المعايير الدولية في هذا المجال، والآثار البيئية المترتبة عليها، ومدي اقتراب مصر ودول المقارنة من تلك المعايير وفرص تحسينها في مصر في المستقبل القريب من خلال مقترحات عملية، والاستفادة من التجارب العالمية والإقليمية.

وقد تم استخدام منهجيات متعددة لإعداد الدراسة:

1. **المنهج الوصفي التحليلي:** من خلال مراجعة الأدبيات ذات العلاقة بالنفايات النووية والمعايير الدولية للتخلص منها، وكيفية إدارة التخلص من تلك النفايات بصور آمنة، والتأثيرات البيئية الإيجابية لكفاءة نُظم إدارة التخلص من النفايات النووية.

2. المنهج المقارن: ويعتمد على تحليلات مقارنة بين مصر وبعض الدول الأفريقية فيما يتعلق بنُظم إدارة التخلص من النفايات النووية، وعلاقتها بالأوضاع البيئية في دول المقارنة.

في ضوء ما سبق، فقد تم تقسيم الدراسة إلى خمسة فصول وهي:

الفصل الأول بعنوان: "الإطار العام للدراسة" ويستعرض إشكالية الدراسة، والأهمية والأهداف، وتساؤلات الدراسة، والمناهج المستخدمة، وخطة الدراسة، واستعراض المفاهيم الأساسية والدراسات السابقة.

الفصل الثاني بعنوان: "الأبعاد والمخاطر البيئية للنفايات النووية"، ويستعرض كافة المخاطر البيئية التي يمكن إن تسببها تلك النفايات سواء في تلوث الهواء أو المياه أو التربة وغيرها في الأدبيات ذات الصلة، مع عرض نماذج عالمية وإقليمية فعلية لبعض تلك المخاطر.

الفصل الثالث بعنوان: "نُظم ومعايير الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية عالميًا وإقليميًا".

الفصل الرابع بعنوان:"نظام إدارة النفايات النووية في مصر وأبعاده البيئية في ضوء التجارب الأفريقية المقارنة"

الفصل الخامس بعنوان:"نتائج وتوصيات الدراسة"

أما عن أبرز النتائج فقد أوضحت الدراسة إن دولة جنوب أفريقيا هي الدولة الأولى على مستوى القارة الأفريقية في مجال حوكمة إدارة النفايات النووية، وتأتي جمهورية مصر العربية في المرتبة الثانية.

كما تم العرض لتجربة دولة تنزانيا، لوجود أهمية استراتيجية وبيئية لها بالنسبة لمصر حيث أنها دولة من دول حوض النيل ولنا علاقات اقتصادية وسياسية معها (حيث يتم بناء سد نهر روفيجي وما يتبعه من مشروعات تنزانية من خلال الشركات مصرية)، كما أنها دولة طموحة وتمثل ثاني أكبر اقتصاد أفريقي في منطقة شرق أفريقيا.

أما عن سبب اختيار المملكة المغربية فلأنها دولة تحمل الطابعين العربي والأفريقي، وتمتاز بالقدرة على اللعب على التوازنات الدولية، وتحقيق أكبر قدر من الاستفادة من تلك العلاقات، أضافة إلى امتلاكها لبيئة طبيعية رائعة، ومناطق تراثية مصنفة عالميا، مع طموحها بتوليد الكهرباء من الطاقة النووية.

وقد تم عمل نموذج المقابلات الشخصية المتعمقة، مع مجموعة من قيادات وخبراء الطاقة النووية في مصر في هيئة الطاقة الذرية المصرية: EAEA، وعددهم 7 خبراء.

كذلك تم عمل التحليل الرباعي – SWOT، في ضوء تحليلات الأدبيات والتقارير والدراسات، وفى ضوء نتائج المقابلات الشخصية المتعمقة مع خبراء هيئة الطاقة الذرية.

أما عن توصيات الدراسة فأبرزها:

- **الحاجة إلى سرعة اعتماد السياسة والاستراتيجية الوطنية المصرية لإدارة النفايات النووية**، كما هو الحال في جنوب أفريقيا، والعديد من دول العالم المتقدمة.
- **تعزيز حوكمة نظام إدارة النفايات النووية في مصر**، من خلال تدخلات مؤسسية تقوم على فصل الجهة المسؤولة عن عملية إدارة النفايات النووية المشعة، لتصبح جهة مستقلة لها هيكل وميزانية مستقلة، على المستويين الفني والتنفيذي، مع استمرار التبعية الشكلية والنهائية لهيئة الطاقة الذرية المصرية.
- **توجيه اهتمام أكبر في مصر وكافة الدول العربية للنفايات المشعة** الناجمة عن الاستخدامات المتعددة للنظائر المشعة في المستشفيات ومراكز الطب النووي، كذلك النفايات الناجمة عن الصناعات النفطية وأعمال البُني التحتية للمنشآت وغيرها.
- **رفع كفاءة محطة معالجة النفايات المشعة السائلة**، بمركز المعامل الحارة لتحقيق أقصي استفادة منها، مما يساعد على إطالة العمر التشغيلي لها.
- **توفير الدعم بشكل أكبر للمشاريع البحثية** التي تركز على وسائل تطوير إدارة النفايات النووية.
- **الاهتمام ببناء القدرات البشرية والمؤسسية**، من خلال برامج التدريب وورش العمل على المستوى المحلي والدولي الخاصة بمجابهة الطوارئ الناجمة عن الحوادث الناتجة عن إدارة النفايات المشعة خاصة تلك الخاصة بالاستخدامات الطبية والصناعية والزراعية.
- **إعداد دراسات متكاملة لبناء المدافن طويلة الأمد أو المدافن النفقية**، واعتمادها من هيئة الرقابة النووية والإشعاعية مع الأخذ في الاعتبار اللوائح المحلية والدولية ذات الصلة.
- **وضع خطة محددة لبناء مدافن للنفايات النووية** جديدة على النسق العالمي.
- **متابعة الكوادر البشرية للمستجدات العالمية** بخصوص الإدارة الآمنة للنفايات النووية.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	**(17-1)**
مقدمة	**2**
أولاً: مشكلة الدراسة.	**4**
ثانياً: تساؤلات الدراسة.	**6**
ثالثاً: أهداف الدراسة.	**6**
رابعاً: أهمية الدراسة.	**6**
خامساً: فروض الدراسة.	**7**
سادساً: منهجية الدراسة.	**7**
سابعاً: مصادر البيانات	**8**
ثامناً: المفاهيم البحثية.	**8**
تاسعاً: الدراسات السابقة.	**11**
عاشراً: خطة البحث.	**17**
الفصل الثاني: الأبعاد والمخاطر البيئية للنفايات النووية	**(50 -18)**
مقدمة	**19**
المبحث الأول: مفاهيم النفايات النووية والمخاطر البيئية المرتبطة بها	**20**
أولًا: مفاهيم وتصنيفات النفايات النووية المشعة.	**20**
ثانيًا: الآثار البيئية للنفايات النووية	**26**
المبحث الثاني: مخاطر بيئية فعلية للنفايات النووية – نماذج عالمية وإقليمية	**38**
أولًا: مخاطر بيئية وانسانية للاستخدام المباشر للأسلحة النووية والتجارية	**38**
ثانيًا: مخاطر بيئية وانسانية لحوادث الانفجارات النووية	**43**
ثالثًا: التجارة غير المشروعة لدفن النفايات المشعة في دول العالم الثالث وأفريقيا	**46**
رابعًا: المصادر المشعة المهملة.	**49**
خامسًا: مناطق تعدين اليورانيوم.	**50**
الفصل الثالث: نُظم ومعايير الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية عالميًا وإقليميا	**(75-51)**
مقدمة	**52**
المبحث الأول: اتفاقيات ونُظم دولية لحوكمة الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية	**53**
أولًا: اتفاقيات دولية.	**53**
ثانيًا: النُظم والمعايير الدولية لحوكمة النفايات المشعة	**60**
المبحث الثاني: اتفاقيات ونُظم إقليمية لحوكمة الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية	**72**
أولًا: اتفاقيات ونُظم إقليمية– على المستوى الأفريقي.	**72**
ثانيًا: اتفاقيات ونظم إقليمية – على المستوى العربي	**73**

الفصل الرابع: نظام إدارة النفايات النووية في مصر وأبعاده البيئية في ضوء التجارب الأفريقية المقارنة	**(133 -76)**
مقدمة	**77**
المبحث الأول: خبرات مقارنة بين التجربة المصرية وتجارب أفريقية/ عربية في إدارة التخلص الآمن بيئيًا من النفايات النووية	**78**
أولًا: جمهورية جنوب أفريقيا	**78**
1. الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم الملامح التاريخية لجمهورية جنوب أفريقيا	**78**
2. نظام إدارة التخلص من النفايات النووية في جمهورية جنوب أفريقيا	**80**
3. الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية المشعة في جمهورية جنوب أفريقيا	**91**
ثانيا: جمهورية تنزانيا الإتحادية	**94**
1. الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم الملامح التاريخية لجمهورية تنزانيا الإتحادية	**94**
2. نظام إدارة التخلص من النفايات النووية في جمهورية تنزانيا الإتحادية	**95**
3. الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية المشعة في جمهورية تنزانيا الإتحادية	**104**
ثالثا: المملكة المغربية	**105**
1. الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم الملامح التاريخية للمملكة المغربية	**105**
2. نظام إدارة التخلص من النفايات النووية في المملكة المغربية	**109**
3. الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية المشعة في المملكة المغربية	**113**
خلاصة الخبرات المقارنة	**113**
المبحث الثاني: نظام إدارة النفايات النووية في مصر وأبعاده البيئية	**116**
أولًا: الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم الملامح التاريخية لجمهورية مصر العربية	**116**
ثانيًا: نظام إدارة التخلص من النفايات النووية في جمهورية مصر العربية	**118**
ثالثًا: الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية المشعة في جمهورية مصر العربية	**125**
رابعا: تقييم تطبيقي للأبعاد البيئية في نظام إدارة النفايات النووية في مصر	**131**
الفصل الخامس: نتائج وتوصيات الدراسة	**(142 -134)**
أولًا: نتائج الدراسة	**134**
1: نتائج عامة	**136**
2: نتائج خاصة بالتجربة المصرية	**136**
3: نتائج خاصة بتجارب الدول الأفريقية المقارنة	**137**
ثانيًا: توصيات الدراسة	**138**
1: توصيات على المستوى الاستراتيجي	**138**
2: توصيات على المستوى التشريعي والتنفيذي	**139**
3: توصيات الخبرات المستفادة من التجارب الأفريقية المقارنة	**139**
آليات تنفيذ بعض التوصيات	**141**
قائمة المراجع	**143**

ملاحق	**146**
مستخلص البحث باللغة الإنجليزية	**ا**

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1-2	الهيكل طويل الأجل لسلسة معايير الأمان التي تضعها الوكالة الدولية للطاقة الذرية	21
2-2	التجارب النووية منذ 16 يوليو 1945 حتى 2017	41- 42
1-3	الخيارات التقنية للتصرف في النفايات المشعة	63 -65
2-3	نقاط النهاية للتصرف المقترحة لدوافق نفايات محددة	64-68
3-3	عناصر ينبغي مراعاتها أثناء إعداد استراتيجية للتصرف في النفايات المشعة أو تنقيحها	69- 71
1-4	ملخص عدد حزم النفايات وإجمالي مخزون النيوكليدات لـ LLw المستلمة من KNPS, Necsa في 31 ديسمبر 2019	89
2-4	مراحل تطوير الموقع	90
3-4	معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي لدولة جنوب افريقيا 2022	93
4-4	المستوى الهرمي للتوظيف في TAEC في يونيو 2021	99
5-4	معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي لدولة تنزانيا 2022	104
6 -4	معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي لدولة المغرب 2022	113
7 -4	تطور البرنامج النووي المصري من 1957 حتى 2011	119- 120
8 -4	كمية النفايات التي تم تجميعها ومعالجتها خلال عام 2017	125
9 -4	معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي لجمهورية مصر العربية 2022	126
10-4	البارامترات الأساسية لمحطة الضبعة النووية	129
11 -4	نتائج التحليل الرباعي لتقييم الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية في مصر	131-132

فهرس الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1-1	كم ثمن قوة الحبيبة الواحدة	9
2-1	أنواع النفايات النووية	10
3-1	النظام الجديد لتصنيف النفايات المشعة الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية 2022	11
1-2	النظام الجديد لتصنيف النفايات المشعة الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية 2022	24
2-2	التوزيع العالمي لمختبرات شبكةALMARA 2023	36
3-2	رؤية مؤتمر "أمان أنشطة التصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة وحمياه البيئة واستصلاحها"	37
4-2	خريطة للمنطقة المقابلة لتشتت السحابة المشعة بعد إطلاق البريل توضح متوسط النشاط المتبقي من (5- 10 تيرابايت من السيزيوم 137) وضعت بمعرفة الوكالة الدولية للطاقة الذرية	42
5-2	خريطة لمنطقة الرقان بالجزائر	43
6-2	قبة رونيتا الخرسانية بجزر مارشال بالمحيط الهادي	46
7-2	خريطة أولية للمناطق الملوثة بالنفايات السامة بالصومال	47
8-2	خطة تصريف المياه المعالجة من فوكوشيما في المحيط ALPS	50
1-3	توضيح تخطيطي لمجموعة من خيارات التخلص من السطح إلى الأعماق التي يتم النظر فيها أو تنفيذها حاليًا لفئات مختلفة من النفايات المشعة	63
1-4	موقع جمهورية جنوب أفريقيا	79
2-4	مواقع المنشآت النووية بجنوب أفريقيا	81
3 -4	النموذج الوطني لإدارة النفايات المشعة والنفايات المشعة المحتملة	86
4-4	طريقة الدفن في فالبوتس	87
5 -4	معايير الأمان في فالبوتس	88
6 -4	خريطة أصحاب المصالح	89
7-4	البيئة التشريعية للمعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة	91
8 -4	إطار عمل التقرير للعام 2022 مقسم مؤشرات الأداء إلى 11 فئة منبثقة عن 3 أهداف	93
9 -4	موقع جمهورية تنزانيا الاتحادية	95
10 -4	موقع المملكة المغربية	106
11 -4	غابة المعمورة بالمملكة المغربية	108
12 -4	موقع وادي ملوية	109

4- 13	موقع جمهورية مصر العربية	117
4- 14	رسم بياني لاستراتيجية الحكومة للطاقة المتجددة والطاقة النووية للعامين 2020 و2035	121
4 -15	الشعب والأقسام العلمية بمركز المعامل الحارة	124
4- 16	موقع مدينة الضبعة – الساحل الشمالي الغربي لجمهورية مصر العربية	126
4-17	خطوات الجدول الزمني لمنح الترخيص لمحطة الضبعة	127
4- 18	موقع الإنشاءات لمحطة الضبعة النووية	128
4- 19	المدرسة الفنية للتكنولوجيا النووية بالضبعة	130

فهرس الملاحق

رقم الملحق	الملحق	الصفحة
1	"الإطار المنهجي للمقابلات الشخصية المقننة مع خبراء إدارة النفايات النووية"	**146**

قائمة الاختصارات

ABBREVIATIONS))

Symbols	المدلول/المصطلح Nomenclatures	
	باللغة الإنجليزية	باللغة العربية
ALMERA	Analytical Laboratories for Measurement of Environmental Radioactivity.	**المعامل التحليلية لقياس النشاط الإشعاعي البيئي**
LABONET	International Network of Laboratories for Nuclear Waste Characterization -	**الشبكة الدولية لمختبرات تحديد خصائص النفايات النووية**
IPN	International Predisposal Network -	**الشبكة الدولية للتمهيد للتخلص من النفايات**
IAEA	Atomic energy authority	**الوكالة الدولية للطاقة الذرية**
AAEA	Arab Atomic Energy Agency	**الهيئة العربية للطاقة الذرية**
EAEC	European Atomic Energy Community	**الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية**
UNEP	United Nations Environment Programme	**برنامج الأمم المتحدة للبيئة**
EEAA	Egyptian Environmental Affairs Agency	**جهاز شؤون البيئة–مصر**
WASSC	WASTE SAFETY STANDARDS COMMITTEE	**لجنة أمان معايير النفايات النووية**
NPT	Treaty on the Non-Proliferation of nuclear weapons	**معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية**
Pelindaba Treaty	African Nuclear-Weapon-Free Zone Treaty - (Pelindaba Treaty)	**معاهدة إنشاء منطقة خالية من الأسلحة النووية في أفريقيا – معاهدة بليندابا**
NRWDI	National Radioactive Waste Disposal Institute	**معهد التخلص الآمن من النفايات المشعة– جنوب أفريقيا**
AEC	Atomic Energy Corporation	**مؤسسة الطاقة الذرية –جنوب أفريقيا**
EAEA	Egyptian Atomic Energy Authority	**هيئة الطاقة الذرية المصرية**
NPPA	Nuclear Power Plants Authority	**هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء –مصر**
ENRRA	Egyptian Nuclear and Radiological Authority	**هيئة الرقابة النووية والإشعاعية المصرية**
TAEC	Tanzania Atomic Energy Commission	**لجنة الطاقة الذرية التنزانية**
AMSSNUR	Moroccan Agency for Nuclear and Radiological Safety and Security	**الوكالة المغربية للأمن والسلامة في المجالين النووي والإشعاعي**

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

مقدمة:

يطالعنا في هذا البحث تعريفان أساسيان تدور حولهما الدراسة، تعريف البيئة وتعريف النفايات النووية المشعة. أما عن تعريف البيئة فهو مصطلح حديث نسبيًا في شمول معناه. "حيث أقره مؤتمر الأمم المتحدة الأول للبيئة"،[1] والذي عقد في إستكهولم سنة 1972 والذي كان له الفضل في ظهور مصطلح Environment وأستقر المؤتمر على أول تعريف للبيئة والذي تم التأكيد عليه بصفة نهائية في مؤتمر تبليس بالاتحاد السوفيتي سنة 1977 بأنها هي: (الإطار الذي يعيش فيه الإنسان ويحصل منه على مقومات حياته من غذاء وكساء ودواء ومأوى ويمارس فيه علاقاته مع أخوانه من بني البشر)، وقد نصت الفقرة الأولي من المادة الأولي للقانون المصري رقم 4 لسنة 1994 [2]على أن: (البيئة هي المحيط الحيوي الذي يشمل الكائنات الحية وما يحتويه من مواد ما يحيط بها من هواء وماء وتربة وما يقيمه الإنسان من منشآت).

وقد جاء إعلان الألفية الذي تبنته الجمعية العامة للأمم المتحدة عام 2000 ليقدم لنا رؤية مشتركة لزعماء العالم من أجل صالح الإنسانية. حدد فيه الفصل السابع (حماية بيئتنا المشتركة)".[3] ثم أنبثق من هذا الإعلان الأهداف الإنمائية للألفية MDGs، وكان الهدف السابع منها (كفالة الاستدامة البيئية).

وفي عام 2002 بعد إعلان الألفية جاءت (القمة العالمية للتنمية المستدامة) في جوهانسبرج والتي اعتمدت خطة العمل لتنفيذ ما تم الاتفاق عليه، ثم في 2012 تم في ريو دي جانيرو عقد (مؤتمر الأمم المتحدة المعنى بالبيئة والتنمية UNCED)، والذي ترتب علية خطوات عملية هامة لدعم الاهتمام بقضايا البيئة في العالم ومن أبرزها: تأسيس برنامج الأمم المتحدة للبيئة: UN Environment– Programme–UNEP.

وفي سبتمبر 2015 وافقت 193 دولة عضوًا في الأمم المتحدة في (مؤتمر قمة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة) المنعقد في نيويورك، على أهداف عالمية جديدة متكاملة للفترة من (2016–2030) وتتضمن وثيقة (تحويل عالمنا) جدول أعمال 2030 للتنمية المستدامة: SDGs والتي تتضمن 17 هدفًا عالميًا للتنمية المستدامة يحقق الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة: البعد الاقتصادي – البعد الاجتماعي –

---

[1] راجع عن تفاصيل مؤتمرات الأمم المتحدة للبيئة والتنمية المستدامة، https://www.un.org/ar/conferences/

[2] قانون 4 لسنة 1994 بإصدار قانون في شأن البيئة، وتم إدخال تعديلات على القانون في أكتوبر 2015.

[3] الأمم المتحدة (2000)، إعلان الأمم المتحدة بشأن الألفية – https://www.ohchr.org/ar/

البعد البيئي". وتعد مصر من أوائل الدول التي أنشأت لجنة وطنية لمتابعة تنفيذ أهداف التنمية المستدامة كما قامت بأعداد استراتيجية للتنمية المستدامة: "رؤية مصر 2030".

هذا التفاعل بين الإنسان وكافة أنواع البيئات المختلفة نتج عنه مخلفات بأشكالها المتعددة، وتُعني هذه الدراسة بالنفايات النووية المشعة، والتي تلعب طرق التخلص منها دور أساسي في جعلها تبدو كالمعضلة صعبة الحل، أو كمجرد مشكلة حلولها مطروحة وواجبة التنفيذ. وإن كان لا يخفي إن مشكلة النفايات النووية المشعة وكيفية إدارتها سواء بالمعالجة أو إعادة التدوير أو التخلص منها من أهم المشاكل البيئية المعاصرة التي تواجه دول العالم، وخاصة الدول النامية منها، لما لها من التأثير على العنصر البشري وكل مكونات البيئة الطبيعية التي يعيش عليها سكان الأرض.

ومع هذا الحراك الدولي المنظم لحماية البيئة، أسست الأمم المتحدة منظمة دولية تابعة لها الحق في الإشراف الدولي على النشاطات النووية بكافة أشكالها في عام 1957 وهي الوكالة الدولية للطاقة الذرية بهدف تشجيع الاستخدامات السلمية للطاقة النووية والحد من التسلح النووي.[1]

وتعمل الوكالة من خلال إدارة شؤون السلامة والأمن النووي على توفير إطار نووي عالمي قوى ومستدام وواضح للسلامة والأمن لحماية الناس والمجتمعات والبيئة، ويعمل على تطبيق معايير السلامة والأمن والمبادئ التوجيهية والمتطلبات، ولكن ليس لديه ولاية لفرض تطبيق معايير السلامة داخل البلدان الوطنية. ويأتي التعامل مع (النفايات النووية المشعة) من البنود الأساسية لأعمال الوكالة الذرية للطاقة الذرية من خلال العديد من الأجهزة واللجان الفرعية النوعية التي تسعى لحوكمة الأنشطة السلمية للطاقة الذرية عبر العالم. ومن خلال العديد من المشروعات ذات الصلة بالنفايات والأمان النووي وغيرها والتي سنعرض لها في متن الدراسة.[2]

كما تعمل الوكالة على توفير التدريب على تقنيات التخلص والمعالجات الآمنة المختلفة وتعزيز التواصل بين المتخصصين في التخلص الآمن من المواد النووية، ومعالجة القضايا العلمية والتقنية والمؤسسية والاجتماعية والسياسية من خلال إشراك أصحاب المصلحة ودعم بناء الثقة بين كافة الأطراف المعنية بإدارة النفايات النووية وعلى الأخص الدول النامية ومن بينها الدول الأفريقية والعربية. وقد صاحب تأسيس الوكالة الأممية تأسيس العديد من الوكالات الوطنية للطاقة الذرية في الدول المتقدمة والنامية،

---

[1] الوكالة الدولية للطاقة الذرية: هي هيئة دولية تابعة للأمم المتحدة أقر نظامها الأساسي في 29 يوليو 1957، وهدفها الرئيس حسب موقعها تعجيل وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في السلام والصحة والازدهار والتنمية في العالم – يراجع:

-https://www.iaea.org/ar

[2] لمزيد من التفاصيل حول أنشطة الوكالة في التعامل مع النفايات النووية، يراجع:

-Abderrahim, Hamid. (2022)," MYRRHA: An accelerator drain system to manage radioactive waste", IAEA Bulletin, vol. 63-2, PP30-31, May,2022.

حيث تأسست هيئة الطاقة الذرية المصرية عام 1955، كما تم تأسيس هيئة المواد النووية عام 1977. وقامت العديد من الدول الأفريقية (جنوب أفريقيا، نيجيريا، تنزانيا كمثال)، والعربية (السعودية، الجزائر، المغرب، الإمارات كمثال)، بتأسيس وكالات وأجهزة متخصصة للطاقة النووية تتعاون في أنشطتها مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية للأمم المتحدة. وقد نظمت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مؤخرًا مؤتمر معني بالتصرف في الوقود المستهلك الناتج عن مفاعلات القوي النووية في يونيو 2019.[1]

في ضوء ما سبق، وحيث تعمل الباحثة بهيئة الطاقة الذرية المصرية، فقد اهتمت الباحثة بالموضوع لأهميته للحفاظ على البيئة وضمان استخدام الذرة لدعم السلام والتنمية في مصر والعالم.

والمبرر الأساسي لاختيار دراسات الحالة، أن الدول الأفريقية هي الأقرب لجمهورية مصر العربية بحكم الموقع والمصالح المشتركة إقليمياً على المستوى الأفريقي والعربي، كما تشكل مصر بالنسبة لأفريقيا لاعب وفاعل رئيسي في السياسة الأفريقية، كما أنها تحتل المركز الثاني بعد دولة جنوب أفريقيا في المجال النووي.

وقد كان من الممكن أن تتناول دراسات الحالة بلدان أخرى كفرنسا والتي لها باع طويل في الأنشطة النووية ولكن الفارق هنا سوف يكون كبير بين الحالة في مصر والحالة في فرنسا، أو كالهند والتي بدأت برنامجها النووي في نفس العام التي بدأت فيه مصر برنامجها النووي ولكنها ومع تصاعد الصراع بينها وبين باكستان وفي ظل الصراع العالمي بين المعسكر الشرقي والمعسكر الغربي اختلفت وتيرة سير البرنامج الهندي وصولا إلى التفجير النووي الهندي عام 1974 (تجربة بوكران الأولي) في قاعدة راجستان العسكرية.

أولاً: مشكلة الدراسة:

شهد العالم خلال العقود الأخيرة تطورًا كبيرًا في إنتاج واستخدام الطاقة النووية في مجالات شتى، حيث تشير تقديرات أواخر عام 2021 إلى أن هناك 32 دولة حول العالم تقوم بتشغيل 437 مفاعلًا بلغت القدرة العالمية لمحطات القوى النووية قيد التشغيل ما مجموعه 389.5 ميغاواط (كهربائي)، وفرت ما يمثل 10% من إجمالي توليد الكهرباء على الصعيد العالمي، وما يقارب ربع التوليد العالمي من الكهرباء منخفضة الكربون، وجاءت الصين في المرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة الأمريكية متجاوزة

[1] تفاصل المؤتمر وخبرات الدول تم عرضها ضمن عدد خاص من (مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية) حول التصرف في الوقود المستهلك من مفاعلات الطاقة النووية: التعلم من الماضي وتمكين المستقبل، (عدد يونيو 2022)، www.iaea.org

فرنسا في توفير الطاقة النووية، وعلى المستوى العربي، وصل مفاعل براكه-2 الأمارات لـ1310 ميغاواط كهربائي.[1]

بالإضافة إلى ذلك، هناك التوسع في استخدامات النظائر المشعة والأجهزة الإشعاعية في العلاجات المختلفة وحفظ الغذاء، والأهمية الملحة لاستخدام الإشعاع في التعقيم للمستلزمات الطبية المختلفة، وباقي الاستخدامات في مجالات التعدين والصناعة. فكان من الطبيعي أن يزداد حجم النفايات المشعة الناجمة عن هذا التطور الكبير، وإن كانت مشكلة التلوث البيئي الناتجة عن تلك النفايات النووية المشعة إحدى المشكلات الكبيرة التي تتعرض لها البيئة الإنسانية، في حالة عدم إدارة التخلص منها بصورة مناسبة، وتتزايد هذه المشكلة يومًا بعد يوم نتيجة الزيادة في النفايات النووية المصاحبة للتقدم العلمي والتكنولوجي في دول العالم المتقدم، مما يجعل من إدارة التخلص من تلك النفايات تحديًا هامًا وخطيرًا يواجه دول العالم المنتجة والمستخدمة للطاقة النووية بشكل عام.

وتزداد أهمية هذه المشكلة في مصر، وبعض الدول الأفريقية التي استخدمتها دول أخرى كمجال ومناطق نشّطة للتجارة غير المشروعة للنفايات النووية المشعة، خاصة في دولة الصومال حيث تعرضت لعمليات إلقاء غير قانونية واسعة النطاق للنفايات السامة والمشعة منذ ثمانينيات القرن الماضي، والتي حدثت على طول الساحل والمناطق النائية، و كان لها آثار ضارة للغاية على صحة الإنسان والبيئة الطبيعية والتنمية المستدامة والأنشطة الاقتصادية خاصة نشاط الصيد البحري للسكان المحليين.

وقد قام مسئولو برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتحقيق شامل للكشف عن سبب إلقاء سفينتين إيطالية وسويسرية لحمولتهما النووية على الساحل الصومالي.[2] ويوضح التقرير أن حركة نقل النفايات الخطرة من دول العالم المتقدم إلى أفريقيا بدأت منذ سبعينيات القرن العشرين، حيث اكتشفت صفقات سرية بين الدول الأفريقية وشركات غربية معظمها يتعلق بنقل مواد سامة تسبب أضرارًا بيئية وصحية خطيرة، ويزيد من تفاقمها القوي البشرية غير المؤهلة للتعامل مع النفايات الخطرة بالدول النامية.

وفي تقرير للوكالة الدولية للطاقة الذرية في 2003 عن سوق النفايات النووية، أشار إلى أن قرابة 39% من أطفال موزمبيق مصابون بالإيدز و33% بسرطان الدم، هذا البلد الغارق في الفقر يشكل جغرافية مرفوضة في عالم النفايات النووية التي تُلقي بها الدول الصناعية الكبرى على أراضيه.[3] كل هذا يؤثر

[1]Marta M. Gospodarczyk, (2022 (, Amid Global Crises, Nuclear Power Provides Energy Security with Increased Electricity in2021, IAEA, Vienna, Austria.

[2] Hussein, Bashir. (2010), The Evidence of Toxic and Radioactive wastes dumping in Somalia and its impact on the Enjoyment of Human Rights, United Nation human rights council, Geneva.P5.

[3] العقباوي، شاهيناز. (2021)، دفن النفايات النووية في أفريقيا، المركز الديمقراطي العربي، تم الرجوع إليه في الموقع التالي: www.democraticac.de/?p=76576.

بصورة مباشرة حاضرًا ومستقبلًا على البيئة البشرية والموارد الطبيعية والاستدامة المجتمعية لهذه الدول ويعوق من جهة أخرى تحقيق التنمية المستدامة 2030 التي تصبو إليها منظمة الأمم المتحدة باعتبارها من أهم أهدافها في العقود القادمة، لهذا تسعى كافة دول العالم المتقدمة والنامية لمواجهة المخاطر البيئية للنفايات النووية من خلال سياسات واستراتيجيات وطنية.

ورغم أن مصر قد قطعت أشواطًا جيدة في المجال النووي إلا أنها مازالت تطمح مع بذل مزيد من الجهد والعمل على اعتماد سياسة وطنية أكثر حداثة لحوكمة وإدارة النفايات النووية مثل الكثير من الدول في العالم، وهي السياسة التي تم إعدادها جيداً ولكنها لم تعتمد حتى الآن.

هذا الأمر هو ما حدا بالباحثة إلى الخوض في دراسة الأبعاد والآثار البيئية لإدارة التخلص الآمن من النفايات النووية لبيان ماهية وطبيعة تلك النفايات ومدي مخاطرها البيئية، وسُبل المعالجة والتخلص الآمن منها، من خلال سياسات وطنية تستفيد من الخبرات العالمية والإقليمية خاصة الأفريقية.

ثانياً: تساؤلات الدراسة:

انطلاقًا من المشكلة البحثية المطروحة، وفروض الدراسة المبنية على إن الإدارة السليمة للنفايات النووية المشعة من شأنها توفير بيئة أكثر أمانًا، وأن تبادل الخبرات في هذا المجال بين مصر وبعض الدول الأفريقية يطرح الفرص لمزيد من التعلم وتقديم مقترحات للتحسين، لذلك فإن التساؤلات الرئيسية للدراسة يمكن بلورتها على النحو التالي:

1. ما هي طبيعة النفايات النووية المشعة وما مدي مخاطرها البيئية والإنسانية؟
2. ما هي الأطر والمعايير الدولية والإقليمية المعتمدة للتخلص الآمن من النفايات النووية المشعة؟
3. ما هي الآثار البيئية الإيجابية التي يمكن إن تنتج عن الإدارة الآمنة بيئيًا للمخلفات النووية في مصر وبعض الدول الأفريقية؟
4. ما هي المقترحات التي يمكن تقديمها لتحسين الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية في مصر بما يعزز الحفاظ على البيئة وصيانتها ودعم أهداف التنمية المستدامة؟

ثالثاً: أهداف الدراسة:

1. تحليل الأبعاد والمخاطر البيئية للنفايات النووية، وخبرات عالمية وإقليمية في هذا الخصوص.
2. التعرف على الأُطر والنظم العالمية والإقليمية لحوكمة التعامل الآمن بيئيًا مع النفايات النووية.
3. تحليل مقارن للتجربة المصرية في إدارة النفايات النووية بيئيًا مع تجارب أفريقية منها تجربة عربية.
4. عرض مقترحات لتعزيز قدرات مصر في حوكمة وإدارة النفايات النووية من منظور بيئي فعال في ضوء الخبرات المستفادة عالميًا وإقليميًا.

رابعاً: أهمية الدراسة:

يرجع اختيار موضوع البحث إلى الاهتمام بقضايا البيئة على المستوى العالمي وعلى المستوى الوطني، والتعامل بجدية مع المخاطر الحالية والمستقبلية التي يمكنها الإضرار بالبيئة ومن بينها مخاطر النفايات النووية المشعة وطرق التخلص منها، تلك المشكلة التي تكتسب يومًا بعد يوم اهتمامًا كبيرًا على المستويين الإقليمي والدولي.

ونظرًا للخطورة التي تتسم بها المكونات التي تحتويها تلك النفايات النووية والأضرار البيئية الناشئة عنها، ومحاولات نقلها للدول الأفريقية على وجه الخصوص، وما يستتبعه ذلك من حاجة ملحة وضرورية للتحكم الصارم فيها من أجل السيطرة عليها من خلال إدارتها بطرق سليمة بيئيًا والتخلص منها بطرق آمنة ووفق المعايير الدولية المعتمدة لدعم تحقيق التنمية المستدامة.

مما سبق يتضح مدى أهمية دراسة هذا الموضوع من الناحيتين النظرية والعملية:

1. **من الناحية النظرية:** إلقاء الضوء على البرامج والسياسات المعنية بإدارة النفايات النووية وأبعادها في كلا من مصر وبعض الدول الأفريقية/ العربية، وعلى أوضاع وطرق التعامل مع النفايات الناجمة عن تلك البرامج وكيفية التخلص منها، وأثر ذلك على الأوضاع البيئية.
2. **من الناحية العملية:** تكمن في تقديم عدة مقترحات لتحسين وتطوير قدرات مصر في الحفاظ على البيئة من أية مخاطر للنفايات النووية، من أجل تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

خامساً: فروض الدراسة:

1. الإدارة السليمة للنفايات النووية المشعة يمكن إن تضمن توفير بيئة أكثر أمانًا.
2. اعتماد الأُطر والنظم والمعايير الدولية للتعامل مع النفايات النووية المشعة يمثل أقصر الطرق لتفادي الكوارث البيئية الناتجة عنها.
3. تبادل الخبرات والمعلومات المقارنة بين مصر والدول الأفريقية في مجال الإدارة السليمة للنفايات النووية بيئيًا يمكن إن ينعكس إيجابيًا على كفاءة منظومات إدارة النفايات النووية في مصر وتلك الدول.

سادساً: منهجية الدراسة:

1. **المنهج الوصفي التحليلي:** من خلال مراجعة الأدبيات ذات العلاقة بالنفايات النووية المشعة والمعايير الدولية للتخلص منها، وكيفية إدارة التخلص من تلك النفايات بصور آمنة، والتأثيرات البيئية الإيجابية لكفاءة نُظم إدارة التخلص من النفايات النووية المشعة.
2. **المنهج المقارن:** ويعتمد على تحليلات مقارنة بين مصر وبعض الدول الأفريقية فيما يتعلق بنُظم إدارة التخلص من النفايات النووية المشعة، وعلاقتها بالأوضاع البيئية في دول المقارنة.

سابعاً: مصادر البيانات:

1- مجموعة من المراجع العربية والأجنبية المتخصصة في مجال الدراسة.

2- منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

3- مجموعة من دراسات المتخصصة

4- المواقع الإلكترونية المتخصصة في تناول مجال الدراسة.

ثامناً: المفاهيم البحثية:

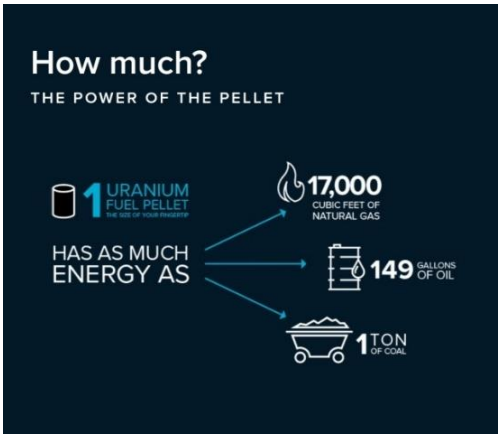
- **الطاقة النووية:** هي الطاقة الموجودة في نواة الذرة، ولاستخدام تلك الطاقة لابد من أطلاقها من الذرة في عملية تسمي الانشطار النووي، ويعد اليورانيوم هو الوقود الأكثر استخدامًا لإنتاج الطاقة النووية، لأن ذراته تنقسم بسهولة نسبيًا، حيث أن الوقود الذي تستخدمه المفاعلات النووية لإنتاج الانشطار النووي هو كريات من عنصر اليورانيوم التي تدخلها في تفاعل متسلسل يُنتج عنه طاقة تولد حرارة تعمل على تبريد المفاعل وينتج عن هذا التبريد بخار يقوم بإدارة التوربينات التي تشغل بدورها المولدات التي تولد الكهرباء، وتتم تلك العملية داخل المفاعلات النووية، وهناك دول تُنتج كل احتياجها من الكهرباء تقريبًا من محطات الطاقة النووية مثل ليتوانيا – فرنسا – سلوفاكيا، وهذه المحطات تنتج طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة. وتستخدم كذلك الطاقة النووية في صنع الأسلحة النووية[1]، ويمكن إن يُنتج منها كذلك النظائر المشعة التي تصنع منها المنتجات الدوائية وغيرها من الاستخدامات السلمية المفيدة لأنسان.
- **الوقود النووي:** هو الفاعل الرئيسي في تشغيل مفاعلات القوى.

ويصنع عن طريق اخضاع اليورانيوم لأربع خطوات معالجة رئيسية لتحويله من حالته الخام إلى وقود نووي قابل للاستخدام وهي (التعدين- الطحن –التحويل –التخصيب – تصنيع الوقود).

وللحفاظ على التفاعل المتسلسل الضروري لتشغيل المفاعل سيحتاج اليورانيوم إلى تركيز عالي بما يكفي من نظير اليورانيوم 235، وتقوم منشآت خاصة بتخصيب اليورانيوم بحيث يمكن استخدامه في المفاعلات النووية، وهناك عدة دول تمتلك مرافق تخصيب الوقود التجارية الرئيسية وهي: الولايات المتحدة الأمريكية – فرنسا – ألمانيا – هولندا – المملكة المتحدة – روسي. ويتم تحويل اليورانيوم المخصب إلى مسحوق ثم يتم ضغطه ليتحول إلى كريات (حبيبات) وقود، ويقوم مصنع الوقود بتحميل تلك الكريات في مجموعات من الأنابيب المعدنية المغلقة تسمي مجمعات الوقود والتي تستخدم في المفاعلات النووية، وبفضل كثافة طاقة وقود اليورانيوم يقوم 93% مفاعلًا بتوليد ما يقرب من 20% من إجمالي الكهرباء في الولايات المتحدة.[2]

[1] Nuclear Energy, https://education.nationalgeographic.org/resource/nuclear-energy/2023

[2] Nuclear Fuel -Nuclear generates more than halh of the country's clean energy by using uranium instead of burning fossil fuels, https://www.nei.org/fundamentals/nuclear-fuel,2023.



المصدر: Nuclear Fuel -Nuclear generates more than halh of the country's clean energy by using uranium instead of burning fossil fuels, https://www.nei.org/fundamentals/nuclear-fuel,2023.

شكل (1-1)

كم ثمن قوة الحبيبة الواحدة

- **النفايات النووية المشعة: Nuclear Waste**

ينتج عن استخدام الطاقة النووية نفايات مشعة، والتي تنقسم إلى ثلاث أنواع أساسية وبحسب نشاطها الإشعاعي تصنف إلى: منخفض –متوسط –عالي المستوى، (كما يوضح الشكل 1-2)، وفي الغالب تكون النسبة الأكبر (90%) من الحجم الإجمالي من العناصر منخفضة المستوى، أما النفايات عالية المستوى والتي تتكون في الغالب من الوقود النووي المحترق، والذي يصنف على أنه نفاية ويمثل 3% من إجمالي النفايات بشكل عام ولكن يحتوي على 95% من إجمالي النشاط الإشعاعي. وينتج أيضا عن تعدين اليورانيوم مخلفات رملية دقيقة تحتوي على نويدات مشعة.[1]

وقد عرفتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية بأنها "المواد التي تشتمل في عناصرها على إشعاعات ذرية وتؤدى إلى الإضرار الكبير بالبيئة".[2]

- **الإدارة الآمنة للتخلص من النفايات النووية المشّعة: Nuclear Waste Management**

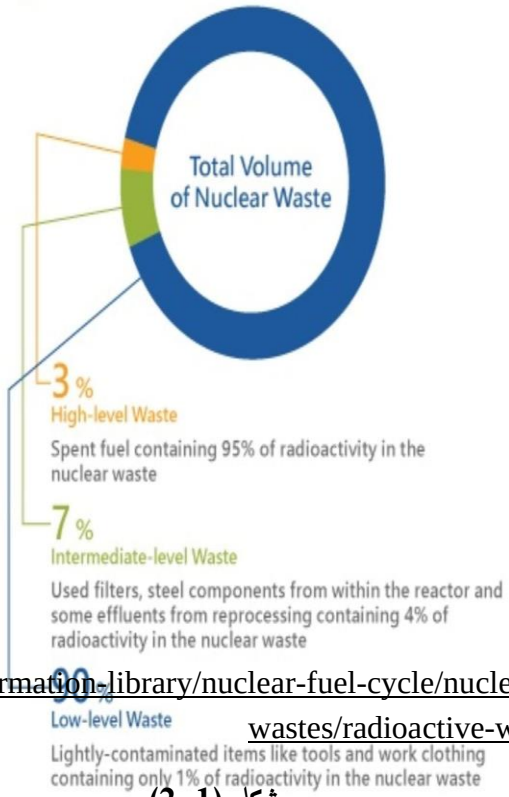
إن التصرف في النفايات النووية يفتقر في كثير من الدول إلى التنظيم بشكل عام، مع أنه لابد أن يكون لدى كل بلد سياسة وطنية واستراتيجية تقنية للتصرف في النفايات المشعة وهذان المكونان مرتبطان، فالسياسة تضع مبادئ التصرف في النفايات المشعة من خلال القوانين واللوائح الخاصة، بينما تتضمن الاستراتيجية نهج تنفيذ هذه السياسة، لذلك لابد أن يتم إعدادهما على النسق الصحيح.

وتساعد الوكالة الدولية للطاقة الذرية الدول الأعضاء فيها على التصرف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة بشكل آمن ومسؤول، بوضع معايير دولية وتعميم نهج تقنية مشهود له بالفاعلية.[1]

---

[1] What is nuclear what and what do we do with it?, World Nuclear Association, https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/what-is-nuclear-waste-and-what-do-we-do-with-it.aspx.

[2] سلام، أحمد رشاد (2017)، المسئولية عن التلوث النووي في إطار قواعد القانون الدولي الخاص، مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، العدد2، الجزء الأول، ص36



المصدر: https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management.aspx

شكل (1-2)

أنواع النفايات النووية

- **احتواء وعزل وحفظ النفايات المشعة:** لابد من تحديد نوع النفايات المشعة أولًا لتحديد طريقة احتواءها، هل هي صلبة أو سائلة أو غازية، وقد وضعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية معايير محددة في شكل جداول منشورة لتكون مرشد للدول في كيفية التعامل مع النفايات المشعة، وقد عرضت الدراسة في الفصل الثالث من صفحة65 وحتى صفحة 70 لهذه الجداول.
- **الآثار البيئية للنفايات النووية:Environmental Effects of Nuclear Waste**

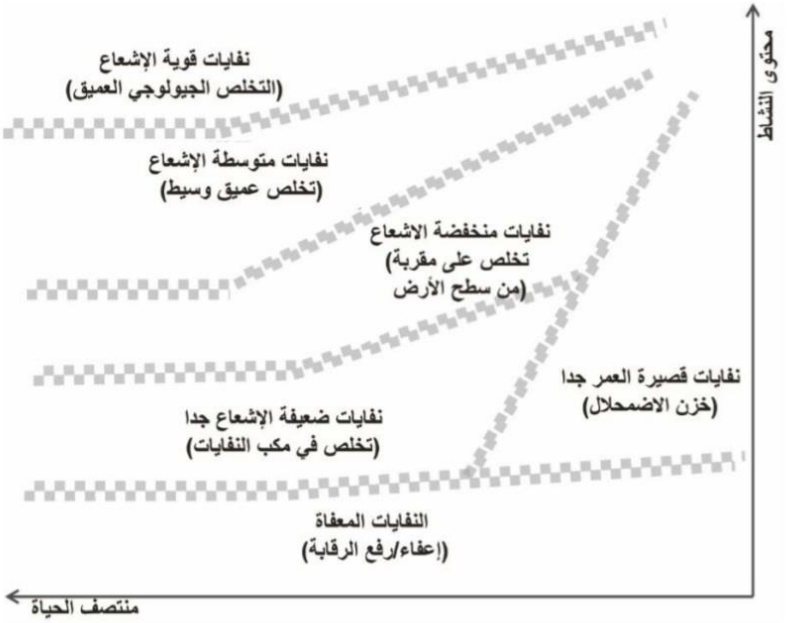
وهي مجموعة الآثار البيئية المترتبة على الإدارة الغير سليمة للنفايات النووية، حيث تتأثر البيئة بشكل عام في جميع جوانبها (هواء– تربة – ماء) من تلك النفايات المشعة.

فعزلها أو تخفيضها بحيث يكون معدل تركيز النويدات المشعة العائدة إلى المحيط الحيوي غير ضار، ولتحقيق ذلك لابد من إدارة هذا الاحتواء بطريقة عملية، لا تسمح بتلوث البيئة.[2]

---

[1] سياسيات التصرف في النفايات المشعة واستراتيجياته، (2022)، سلسلة الطاقة النووية الصادرة عن الوكالة، الطبعة العربية، العدد NW-G-1.1

[2] Radioactive Waste Management (2022), World Nuclear Association, https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management.aspx.



Source: Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, (2022), No. NW-G-1.1, IAEA, Vienna, Austria, P.23.

شكل (1–3)

النظام الجديد لتصنيف النفايات المشعة الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية 2022

تاسعاً: الدراسات السابقة:

مما لا شك فيه أن هناك عددًا من الدراسات التي تناولت المخلفات النووية المشعة، وأساليب إدارة التخلص منها، وقد تم انتقاء بعض تلك الدراسات التي تتعرض بشكل مباشر لأساليب التخلص وحسن إدارتها والآثار البيئية لتلك المخلفات على المجتمعات الأفريقية بشكل عام ومصر بشكل خاص، **وكان من أبرزها التالي:**

1.عنوان الدراسة: الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلوث[1] تناولت هذه الدراسة الالتزام والتعاون الدولي والإقليمي لحماية البيئة البحرية، والحفاظ عليها، ورصد التلوث، وواجب الدولة في تقدير العواقب البيئية للأنشطة التي تتم في البيئة البحرية على الدول الأخرى، كذلك تعرض لقواعد مكافحة التلوث البحري الناجم عن إغراق النفايات الضارة أو المشعة في البحار. واتبعت الدراسة المنهج التحليلي من خلال تحليل القواعد الدولية والإقليمية المعتمدة لحماية البيئة البحرية، كذلك قواعد مكافحة التلوث بالنفايات المشعة، ومن نتائج الدراسة الآثار المترتبة على ثبوت المسئولية عن تلوث

[1] أحمد، أبوالخير عطية (1995)" الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلوث"، رسالة ماجستير، كلية الحقوق– جامعة عين شمس، مصر.

البيئة البحرية وتعويض الأضرار التي تترتب على فعل التلوث والأثر العقابي لاقتراف مخالفة تلويث البيئة البحرية ــ مثال اليابان.

2.عنوان الدراسة: إدارة النفايات النووية والمشعة[1] من حيث طبيعة هذه النفايات تفصيليًا ومدي خطورتها وطرق التخلص منها، كما طرحت الدراسة الاتفاقيات الدولية خاصة المرتبطة بالنفايات وطبيعتها وتصنيفها. وقد اعتمدت المنهج الموضوعي التحليلي، فعرضت لأساليب إدارة التخلص من النفايات المشعة، بعد إن قدمت عرض مفصل لطبيعة تلك النفايات وتصنيفاتها. ومن نتائج الدراسة تحديد وإيضاح الطرق السليمة للتخلص من النفايات النووية المشعة طبقا للقواعد الدولية المعترف بها.

3.عنوان الدراسة: Management of disused sealed radioactive sources[2]: تقدم الدراسة الإرشادات التقنية بشأن التصرف المأمون في المصادر المشعة المختومة والمهملة والتي تغطي جميع الجوانب بما في ذلك التعامل والتكييف والنقل والتخزين والتخلص، كل ذلك لتغطية احتياجات مختلف الدول في مجال التصرف في المصادر المهملة أو غير المستخدمة، بدءًا من البلدان التي لديها بنية أساسية متطورة نسبيًا للتصرف في المصادر المشعة وإطار رقابي فعال. بالإضافة إلى البلدان التي لا تزال في مرحلة مبكرة جدا من التخطيط المفاهيمي للتصرف في المصادر المشعة الغير مستخدمة. إستخدمت الدراسة المنهج الموضوعي التحليلي لتحليل الاختلاف ما بين المصادر المختومة والمصادر الغير مستخدمة. والتي من نتائجها تحديد المبادئ ومتطلبات التصرف في المصادر المختومة واستراتيجية التصرف، كذلك تحديد خصائص المصادر الغير مستخدمة وكيفية التعامل معها والتخلص منها.

4.عنوان الدراسة: مشكلة النفايات الخطرة ومعالجتها في ضوء التشريع المصري[3]: يمثل الهدف الرئيسي للدراسة عرض لمشكلة تلوث البيئة بالنفايات الخطرة، والتي تهدد وجود الإنسان ذاته وسائر الكائنات الحية الأخرى، نظرًا لتضاعف الإنتاج العالمي من النفايات الخطرة، وتزايد معدلات نقلها عبر الحدود من الدول المتقدمة إلى الدول النامية التي لا تملك القدرة التقنية والمرافق اللازمة للتخلص من النفايات الخطرة بطريقة سليمة بيئيًا، وينتج عن ذلك حوادث وكوارث بيئية، تحتاج إلى معالجة قانونية. كما تتناول الدراسة التعرف على موقف التشريع المصري منها وعلى جهود المنظمات الدولية، والاتفاقيات الدولية والإقليمية ذات الصلة، وكذلك من أجل المحافظة على الموارد الطبيعية وتحقيق التنمية المستدامة. اعتمدت الدراسة المنهج العلمي القائم على تحليل النصوص القانونية ذات الصلة

---

[1] عبد الرحمن، أسامة (2019)" إدارة النفايات النووية والمشعة"، دار زهور المعرفة، القاهرة.

[2] Management of disused sealed radioactive sources, IAEA Nuclear energy series No. NW-T-1.3,202

[3] رانا مصباح عبد المحسن عبد الرازق،" مشكلة النفايات الخطرة ومعالجتها في ضوء التشريع المصري"، رسالة دكتوراه، كلية الحقوق – جامعة المنصورة، مصر، ٢٠١٨.

والمنهج المقارن الذي يهدف إلى إبراز الاختلاف بين الواقع العملي وما تضمنته الاتفاقيات الدولية والإقليمية والتشريعات الوطنية ذات الصلة بموضوع الدراسة.

وقد توصلت لعدة نتائج تتمثل في أن مشكلة تلوث البيئة بالنفايات الخطرة أهم تحدي لبقاء الإنسان واستمرار رفاهيته وحقه في العيش في بيئة سليمة خالية من مصادر التلوث من أجل تحقيق التنمية المستدامة، وأن التلوث بالنفايات الخطرة لا يقتصر على دولة واحدة بل قد يمتد أثره ليتعدى حدود أكثر من دولة فالتلوث لا يعترف بالحدود الدولية. رغم أن اتفاقية بازل لعام 1989 وضعت تنظيمًا دوليًا لإدارة النفايات الخطرة بطرق سليمة بيئيا إلا أنها استبعدت النفايات المشعة من النطاق الموضوعي لتطبيقها رغم خطورتها على البيئة والصحة الإنسانية. وأيضًا عدم امتلاك الدول النامية لتكنولوجيا التخلص من النفايات الخطرة وبالتالي تلجأ لتخزينها في باطن الأرض أو الصحراء أو السواحل أو حرقها وتدميرها.

5.عنوان الدراسة: Policies and Strategies for Radioactive Waste Management[1]

وتناولت تحديد العناصر الرئيسية لسياسة واستراتيجية التصرف الآمن في النفايات المشعة والوقود المستهلك المعلن عنه كنفايات، مراعيًا في ذلك تباين السياسات والاستراتيجيات تباينًا شديدًا يعزي إلى أسباب من بينها طبيعة تطبيقات المواد المشعة ومداها في البلد المعني. وقد تعتمد الاستراتيجيات المتبعة أيضًا على توافر ما يلزم للتصرف في النفايات من كفاءة ومرافق وتكنولوجيا. وقد اتبعت الدراسة المنهج الموضوعي التحليلي في تحليل الاختلاف ما بين السياسة والاستراتيجية. وكان من نتائجها أسداء النصح للحكومات حول كيفية وضع السياسة الوطنية الخاصة بالتخلص من النفايات المشعة، كيفية إعداد الاستراتيجيات الخاصة بها.

6.عنوان الدراسة: Underground Disposal Concepts for Small Inventories of Intermediate and High Level Radioactive Waste[2]

وتستعرض استراتيجيات التخلص من HLW\ ILW \SNF ونفايات متوسطة وعالية المستوي، والتي يتطلب التخلص منها الدفن تحت الأرض، وكيف يتم تقييم الاستراتيجية وصياغتها وكيفية تنفيذها. بالإضافة إلى كيفية تحديث سياسة واستراتيجية التخلص، وتحديد كيفية ملاءمتها للدفن. واتبعت الدراسة المنهج التحليلي في تحليل طبيعة تلك النفايات موضع البحث وتحديد الأماكن الصالحة لدفنها. ومن نتائجها تحديد مفاهيم جديده مثل مصطلح "جرد النفايات الصغيرة" كما تقدم خمسة مفاهيم للتخلص، وكذلك قوائم جرد صغيرة للنفايات المتوسطة والعالية المستوي.

[1] Policies and strategies for radioactive waste management, IAEA Nuclear energy series No. NW-G-1.1,2009.

[2] Underground disposal concepts for small inventories of intermediate and high-level radioactive waste, (2020), IAEA TECDOC SERIES,978-92-0-126320-9.

7.عنوان الدراسة:[1] Nuclear Non-Proliferation in International Law: تتناول الدراسة المنطقة الأفريقية الخالية من الأسلحة النووية التي أنشئت في عام 1999، عندما دخلت معاهدة (بليندابا) حيز التنفيذ، وتبحث كذلك الصلة بين القاء المخلفات النووية والنفايات الخطرة في أفريقيا والموضوعات الخاصة بالحماية البيئية الواردة في اتفاقية (باماكو) الموقعة في 1991 واتفاقية حماية الطبيعة 2003.

8.عنوان الدراسة:[2] What Does S.A Plan To Do With It's Toxic Nuclear Waste
وتستعرض الدراسة خطة جنوب أفريقيا للتخلص من النفايات النووية الخطرة، والاتفاق والتعاون في إدارة النفايات النووية مع شركة روساتوم النووية الروسية الموقع في 2014، كما تتناول عرض مفصل عن موقع تخزين النفايات المنخفضة المستوي في براميل معدنية وخرسانية في منطقة Vaalput في الكيب الشمالية، وإبقاء النفايات عالية المستوي مخزونة بالقرب من المفاعلات التي نتجت عنها، كذلك تتناول الدراسة خطة نيكسا لإنشاء أسطول نووي جديد وتخزين النفايات الناتجة بعمق أكبر تحت الأرض بدلا من محاولة أعادة معالجتها.

9.عنوان الدراسة: المسؤولية الدولية عن الأضرار التي تسببها النفايات النووية:[3] تناولت الدراسة تعريف المسؤولية الدولية وطبيعتها القانونية وأهمية تطبيقها عن أضرار النفايات النووية، كما تناولت ارتكاب سلوك دولي غير مشروع في هذا المجال والمسؤولية القانونية المترتبة عليه، ومدي مسؤولية الدولة، والتزام الدول بالتخلص من النفايات النووية بصورة آمنة، كما عرضت الدراسة كذلك لأهمية الطاقة النووية واختصاصات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، واتفاقية بازل والنفايات الخطرة، والمسؤولية الدولية عن التخلص الضار من النفايات النووية، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي، وخلصت الدراسة إلى عدة نتائج وهي إن المسؤولية الدولية هي جزاء يرتبه القانون الدولي على مخالفة الالتزامات الدولية فيما يخص التخلص الآمن من النفايات الخطرة بصورة عامة والنووية بصورة خاصة لما لها من أضرار على الإنسان والبيئة، إن هناك أتزان جوهري على عاتق كافة الدول، إن النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية يوجب على الدول الأطراف فيه أبرام الاتفاقيات ثنائية مع الوكالة للخضوع لنظام الضمانات الدولية واخضاع كافة المنشآت النووية للتفتيش والرقابة، كما أنه يمكن ترتيب المسؤولية

---

[1] Konstantinos, D. Magliveras. (2018).” Nuclear Non-Proliferation in International Law*”*. The African NWFZ, The African Commission on Nuclear Energy and the Protection of the Environment, Vol. IV.

[2] Sipho, Kings. (2016),” WHAT DOES S.A PLAN TO DO WITH ITS TOXIC NUCLEAR WASTE?”, Mail and Guardian

[3] محمد، صنيتان الزعبي، (2010)، "المسؤولية الدولية عن الأضرار التي تسببها النفايات النووية"، رسالة ماجستير، كلية الحقوق، جامعة الشرق الأوسط.

الدولية الجنائية على من يدفن النفايات النووية بصورة متعمدة في دولة أخره وما ينجم عنها من إشعاعات بقصد أهلاك وإبادة الجنس البشرى.

10.عنوان الدراسة: برنامج مقترح لتنمية التنور بمخاطر النفايات النووية وطرق التخلص الآمن منها لدي العاملين بقطاع الإنتاج بهيئة المواد النووية:[1] تناولت الدراسة مدى فاعلية برنامج مقترح لتنمية التنور بمخاطر النفايات النووية وطرق التخلص الآمن منها لدي العاملين بقطاع الإنتاج بهيئة المواد النووية، وقد اعتمدت الدراسة المنهج التجريبي والتصميم شبه التجريبي، وقام الباحثون بتصميم برنامج مكون من ست جلسات بواقع جلسة أسبوعيًا على مدي شهرين بالتطبيق القبلي والبعدي لمقياس التنور البيئي. وقد أعتمد البحث عدة نتائج من أهمها، أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في القياس القبلي والقياس البعدي للمعارف البيئة، والاتجاهات البيئية، والمهارات البيئية لصالح القياس البعدي.

11.عنوان الدراسة: برنامج مقترح في ضوء المعايير العالمية للسلامة والصحة المهنية لتنمية المسئولية البيئية لدي العاملين بهيئة المواد النووية:[2] تناولت الدراسة تنمية المسئولية البيئية لدي العاملين في هيئة المواد النووية من خلال برنامج مقترح في ضوء المعايير العالمية للسلامة والصحة المهنية، وقد أعتمد الدراسة المنهج التجريبي من خلال أعداد البرنامج، كما تم إعداد مقياس المسئولية البيئية بهدف التأكد من مدى تحقق أهداف البرنامج والذي طبق على عينة من 30 من العاملين بهيئة المواد النووية. وقد نتج عن هذه الدراسة أنه يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسط درجات أفراد العينة في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس المسئولية البيئية بأبعاده الثلاث لصالح التطبيق البعدي، كما أوصت بتطبيق البرنامج المقترح، وضرورة نشر الوعي بأهمية تفعيل إجراءات السلامة والصحة المهنية في الهيئات النووية.

12.عنوان الدراسة: التخلص من النفايات المشعة[3]**:** تتناول الدراسة المعايير المعتمدة للتخلص من النفايات المشعة وهي تمثل جزء أساسي من معايير الأمان الخاصة بالوكالة الدولية للطاقة الذرية وهي المنظمة الدولية التابعة لمنظمة الأمم المتحدة وهي المنوطة بالتعامل مع نشاطات النووية على مستوى العالم، وتلك المعايير تنبثق من نظام الوكالة الأساسي الذي يأذن لها بأن تضع وتعتمد بالتشاور مع

---

[1] زينب، إبراهيم محمد وآخرون، (2011)، "برنامج مقترح لتنمية التنور بمخاطر النفايات النووية وطرق التخلص الآمن منها لدي العاملين بقطاع الإنتاج بهيئة المواد النووية "، مجلة العلوم البيئية، جامعة عين شمس، العدد3، مجلد 50، الجزء الخامس.

[2] علياء، عزت حامد وآخرون، (2021)، " برنامج مقترح في ضوء المعايير العالمية للسلامة والصحة المهنية لتنمية المسئولية البيئية لدي العاملين بهيئة المواد النووية "، مجلة العلوم البيئية، جامعة عين شمس، العدد3، مجلد50، الجزء الخامس.

[3] التخلص من النفايات المشعة، معايير الأمان الخاصة بالوكالة الدولية للطاقة الذرية، سلسلة متطلبات الأمان المحددة، العدد SSR-5, IAEA, 2011

الأجهزة المختصة في الأمم المتحدة ومع الوكالات المتخصصة المعنية معايير سلامة (معايير أمان) بقصد حماية الصحة والتقليل إلى الحد الأدنى حد من الأخطار على الأرواح والممتلكات وأن تتخذ ترتيبات لتطبيق هذه المعايير، بهدف حماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارة للإشعاعات المؤينة، وقد أتبعت المنهج التحليلي، عن طريق تحليل طبيعة المخاطر الضارة للإشعاعات المؤينة واستنباط أنسب الطرق للتعامل معها، وقد نتج عن تلك الدراسة عمل الهيكل طويل الأجل لسلسلة معايير الأمان وضعتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، والتي طرق التعامل مع النفايات النووية المشعة جزء رئيسي فيها، وتم نشره من قبل الوكالة ليكون نبراس لجميع الدول.

13.عنوان الدراسة: النفايات المشعة "التصدي للتحديات":[1] تتناول الدراسة التعريفات المعتمدة للنفايات المشعة وكيفية إدارة التعامل معها مع تناول مراحل تولدها إلى التخلص منها، وكذلك معايير الوكالة الدولية للطاقة الذرية للتعامل الصحيح مع النفايات المشعة مع عرض لتجربة (الجبل الأسود)، واستخدمت المنهج التحليلي حيث فصلت دورة حياة النفايات المشعة، ومن أبرز نتائج الدراسة ضرورة أشراك المجتمع الدولي في مسائل المتعلقة بالتخلص من النفايات المشعة مع استشراف لآفاق المستقبل والتكنولوجيات المتطورة في المجال وضرورة بناء القدرات في مجال التصرف في النفايات المشعة.

14.عنوان الدراسة: المسؤولية عن التلوث النووي في إطار قواعد القانون الدولي الخاص:[2] تناولت الدراسة الجرائم البيئية ذات الطبيعة الدولية (العابرة للحدود)، والمسؤولية الجنائية عن جريمة التلوث البيئي الناتجة عن استخدام الطاقة النووية ونفاياتها، والقانون الواجب التطبيق على المسئولية عن أضرار التلوث البيئي، مسؤولية الدولة عن الأضرار الناتجة عن تجاربها النووية ومبدأ حرية أعالي البحار، كذلك لمسؤولية الدولة عن الأضرار النووية الناتجة عن نشاطاتها الفضائية، وخلصت الدراسة إن المشرع المصري أحسن سن القوانين في هذا المجال، كما خلصت إلى أنه من الضروري قيام الدول بتطوير أجهزة الرصد البيئي، حق كل من المسئول والمضرور في اختيار قانون معين للتطبيق على وقائع المسئولية الناشئة عن التلوث البيئي.

<u>تعقيب على الدراسات السابقة:</u>

لا شك إن الدراسات السابقة قد تناولت بالبحث النفايات النووية المشعة وكيفية إدارتها، وأثبتت أهميتها وتأثيرها في كافة مناحي الحياة المختلفة، إلا إن هذه الدراسات لم تتناول الربط بين الإدارة السليمة لهذه المخلفات والوضع البيئي بشكل مباشر في مصر وكذلك بعض البلدان الأفريقية الأخرى لذلك سوف تطرح هذه الدراسة هذا الربط بشكل يفيد موضوع البحث.

---

[1] النفايات المشعة: التصدي للتحديات، (2014)، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، عدد55.

[2] أحمد، رشاد سلام، (2017) "المسئولية عن التلوث النووي في إطار قواعد القانون الدولي الخاص"، مجلة دراسات القانون، العدد 2، الجزء الأول.

عاشرا: تم عمل نموذج لمقابلات شخصية متعمقة: مع مجموعة من الخبراء والقيادات المسئولة في هيئة الطاقة الذرية المصرية ذوي العلاقة بإدارة النفايات النووية في مصر، وعددهم 7 خبراء.

الحادي عشر: كما تم عمل التحليل الرباعي – SWOT: في ضوء تحليلات الأدبيات والتقارير والدراسات، وفى ضوء نتائج المقابلات الشخصية المتعمقة مع خبراء الطاقة الذرية.

الثاني عشر: خطة البحث:

- **الفصل الأول:** الإطار العام للدراسة.
- **الفصل الثاني:** الأبعاد والمخاطر البيئية للنفايات النووية.
- **الفصل الثالث:** نُظم ومعايير الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية عالميًا وإقليميًا.
- **الفصل الرابع:** نظام إدارة النفايات النووية في مصر وأبعاده البيئية في ضوء التجارب الأفريقية المقارنة.
- **الفصل الخامس:** نتائج وتوصيات الدراسة.
- المراجع.
- الملاحق.

الفصل الثاني

الأبعاد والمخاطر البيئية للنفايات النووية

الفصل الثاني
الأبعاد والمخاطر البيئية للنفايات النووية

مقدمة:

تعبّر النفايات النووية بوجه عام عن كافة المواد والمخلفات الإشعاعية التي يمكن إن تمثل خطرًا على الإنسان والبيئة إذا لم يتم معالجتها أو التخلص منها بأساليب آمنة، ومن خلال مؤسسات وأجهزة ووكالات معنية في دول العالم المختلفة، وفى إطار المعايير والاشتراطات الدولية.

ورغم الآثار المدمرة الإنسانية والبيئية التي نتجت عن عملية القاء القنابل الذرية على مدينتي هيروشيما ونجازاكى في الحرب العالمية الثانية إلا إن العالم لم يتوقف عن توظيف واستغلال المواد النووية سواء في المجالات العسكرية أو المدنية منذ الحرب العالمية الثانية وحتى اليوم.

وينتج عن هذا الاستغلال للمواد النووية سواء في المجالات العسكرية أو في المجالات المدنية مثل توليد الطاقة الكهربائية والأنشطة الطبية والصناعية والبحثية وغيرها، وتراكم متزايد لكميات كبيرة من النفايات النووية الخطرة والمشعة الناتجة عن أنشطة المفاعلات النووية، التي يمكن إن ينتج عن سوء استغلالها أو سوء تخزينها أو معالجتها تهديدات ومخاطر متعددة لحياة البشر وجودة البيئة الهوائية أو البحرية.

وتشير تقارير الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى أن النفايات النووية المشعة الناتجة عن الأنشطة النووية السابق الإشارة اليها سواء العسكرية أو المدنية تكون في أغلب الأحوال خطيرة الأثر والتداعيات على الإنسان والبيئة الأمر الذي يفرض على الدول والجهات والمؤسسات المعنية اتخاذ الترتيبات اللازمة الاستباقية الوقائية الاحترازية والعلمية للتعامل مع تلك النفايات وتحييد آثارها على الإنسان والبيئة، خاصة مع اتساع عدد الدول التي تقوم بتشغيل مفاعلات نووية لتوليد الكهرباء وزيادة المحطات النووية في العديد من دول العالم.

إلا إن استغلال المواد النووية في المجالات السابقة تنجم عنه مخلفات تعرف بالعوادم النووية أو النفايات النووية السابق الإشارة اليها، والتي تُعرف بأنها.. كل مادة نووية مشعة تبقى بعد أداء الغرض الذي وجدت من أجله، أو تلك المواد التي انتهت صلاحيتها المحددة لاستعمالها.

يعرض الفصل الحالي في مبحثين للمفاهيم الرئيسة للنفايات النووية والمخاطر البيئية المرتبطة بها، كما يعرض لحوادث حقيقية تسببت فيها المواد النووية في مخاطر فادحة للإنسان والبيئة المحيطة.

المبحث الأول: مفاهيم النفايات النووية والمخاطر البيئية المرتبطة بها

المبحث الثاني: مخاطر بيئية فعلية للنفايات النووية – نماذج عالمية وإقليمية.

المبحث الأول

يعرض المبحث الأول لأهم المفاهيم والتعريفات الخاصة بالمواد النووية، كما يعرض لأهم تصنيفات وأنواع المواد النووية، ويعرض كذلك للمخاطر البيئية المرتبطة بالنفايات النووية من واقع الأدبيات ذات الصلة خاصة تقارير الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

أولًا: مفاهيم وتصنيفات النفايات النووية

قبل اختيار استراتيجية معالجة للنفايات النووية المشعة، من الضروري معرفة وفهم مصدرها ومعدل تولدها وكمياتها وخصائصها الفيزيائية والكيميائية والإشعاعية، فكل هذا يساعد في تحديد متطلبات الأمان المناسبة وخيارات المعالجة المحتملة، كما يضمن التوافق والامتثال لمعايير التخزين والتخلص المقبولة دوليا.

1. مفاهيم وتعريفات النفايات النووية:

"النفايات المشعة هي مواد خطرة لا يتوقع استخدامها مرة أخرى وتحتوي على نويدات مشعة بتركيزات أكبر من مستويات الإزالة كما حددتها الهيئة التنظيمية، ولابد من البحث عن حلول آمنة وعملية ومقبولة بيئيًا وتطبيقها في إدارة تلك النفايات المشعة بطريقة تجنب فرض عبء لا داعي له على الأجيال القادمة".

وتشمل إدارة النفايات المشعة جميع الأنشطة الإدارية والتشغيلية المتضمنة في مناولة النفايات المشعة ومعالجتها وتكييفها ونقلها وتخزينها والتخلص منها.[1]

وتختلف أنشطة إدارة النفايات المشعة اختلافًا كبيرًا في الحجم والتعقيد وقد تشمل عددا من المنشآت وقد تستمر فترات طويلة من الوقت، يمكن خلالها إن تتطور أساليب الإدارة وعمليات التشغيل بشكل كبير، فلابد من التحديث المستمر.

تنشأ النفايات المحتوية على نويدات مشعة أو ملوثة بها، عن عدد من الأنشطة المنطوية على استخدام المواد المشعة كتشغيل المرافق النووية وإخراجها من الخدمة، واستخدام النويدات المشعة في مجالات الصناعة والطب والبحوث، وتتولد أيضا عن عمليات إزالة التلوث للمواقع المتأثرة بالمخلفات المشعة الناتجة عن مختلف العمليات أو عن الحوادث، كما أنها قد تنجم عن عملية تحويل المواد الخام المحتوية على نويدات مشعة موجودة في الطبيعة.[2]

---

[1] Leadership, Management and Culture for Safety in Radioactive Waste Management. (2022). IAEA Safety Standards for Protecting People and The Environment, General Safety Guide, Vienna, Austria. No.GSG-16. P.1

[2] قنصو ميلود زين العابدين (2018)، حماية البيئة من النفايات النووية بين القانون الدولي والتشريع الجزائري، الجزائر، مجلة القانون العام الجزائري والمقارن، المجلد الأول، العدد1، ص255

وهناك معايير محددة وضعتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية (معايير الأمان الدولية) [*] توفر الدعم للدول في الوفاء بما عليها من التزامات بموجب المبادئ العامة للقانون الدولي لتحقيق مراعاة الاعتبارات البيئية والحماية البيئية اللازمة في التعامل مع المواد النووية. كما إن لهذه المعايير أثرها في تعزيز وضمان الثقة في الأمان، فضلًا عن تيسير التجارة والتبادل التجاري على النطاق الدولي. وتتألف معايير الأمان النووي من ثلاث مجموعات هي: أساسيات الأمان النووي، متطلبات الأمان النووي، وآليات الأمان النووي. ويوضح الجدول (2–1) أساسيات ومبادئ ومعايير الأمان النووي المعمول بها من جانب الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

جدول (2–1)

الهيكل طويل الأجل لسلسلة معايير الأمان التي تضعها الوكالة الدولية للطاقة الذرية

أساسيات الأمان / مبادئ الأمان الأساسية	
متطلبات الأمان النووي العامة	**متطلبات الأمان النووي المحددة**
الجزء الأول: الإطار الحكومي والقانوني والرقابي للأمان	1. تقييم المواقع لأغراض المنشآت النووية
الجزء الثاني: القيادة والإدارة فيما يخص الأمان	2. أمان محطات القوى النووية
الجزء الثالث: الوقاية من الإشعاعات وأمان المصادر الإشعاعية	2–1. التصميم والتشييد 2–2. الإدخال في الخدمة والتشغيل
الجزء الرابع: تقييم الأمان فيما يخص المرافق والأنشطة	3. أمان مفاعلات الأبحاث
الجزء الخامس: التصرف في النفايات المشعة تمهيدا للتخلص منها	4.أمان مرافق دورة الوقود النووي
الجزء السادس: الإخراج من الخدمة وإنهاء الأنشطة	5. أمان مرافق التخلص من النفايات المشعة
الجزء السابع: التصدي والتأهب للطوارئ	6. النقل الآمن للمواد المشعة
مجموعة أدلة الأمان	

المصدر: Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities. (2021). IAEA Safety Standards for Protecting People and The Environment, Specific Safety Guide, Vienna, Austria. No.SSG-60

وتُشكل معايير الأمان التي تضعها الوكالة، والتي تُدعم تنفيذ الصكوك الدولية الملزمة والبُني الأساسية الوطنية للأمان حجر الزاوية في (الهيكل طويل الأجل لسلسلة معايير الأمان التي تضعها الوكالة). وتشكل كذلك أداة تفيد الأطراف المتعاقدة في تقييم أدائها بموجب الاتفاقيات الدولية والاعتبارات العلمية التي تشكل أساس معايير أمان الوكالة وتوفر ركيزة موضوعية للقرارات المتعلقة بالأمان؛ بيد أنه يجب

(*) معايير الأمان: بدأت الوكالة الدولية للطاقة الذرية برنامجها الخاص بمعايير الأمان في عام 1958، وقد وضعت هذه المعايير بموجب أحكام المادة الثالثة من نظام الوكالة الأساسي (تم تعديله ثلاث مرات وأضيفت التعديلات لأصل النص. وهذه المعايير وضعت بقصد حماية الصحة العامة والتقليل إلى أدنى حد من الأخطار على الأرواح والممتلكات واتخاذ كافة الترتيبات لتطبيق هذه المعايير.

أيضًا على متخذي القرارات إصدار أحكام مستنيرة وتحديد السبيل الأمثل لموازنة المنافع التي يجلبها فعل أو نشاط ما مقابل ما يرتبط به من مخاطر إشعاعية وأي آثار ضارة أخرى يحدثها.[1]

2. توصيفات وتصنيفات النفايات النووية المشعة:

النفايات النووية المشعة والنفايات المشعة:

- **فالنفايات النووية المشعة** هي نتاج المنشآت النووية في حال عملها أو إخراجها من الخدمة.
- **أما النفايات المشعة** فهي نتاج الاستخدامات المتعددة للنظائر المشعة في العلوم والصناعة والطب.

وهذان التصنيفان مرتبطان بشكل أو بآخر في الكثير من الخصائص والتأثيرات. فهناك الكثير من الصناعات التي تنتج مخلفات مشعة لا تتم فيها تفاعلات نووية، لكنها تحتوي على عدة نظائر والتي لها بنية غير مستقرة ونشاط إشعاعي ناتج عن تفكك نويات الذرات غير المستقرة وخلق إشعاع مؤين يسبب تأين الوسط الذي تمر فيه وبالتالي يشكل خطرًا على الحياة، وإن كانت في الحالتين تحمل صفة الإشعاع المضر.

إن الطاقة الإشعاعية الموجودة في المخلفات المشعة تضمحل مع الزمن، ولكل نظير مشع نصف عمر الزمن اللازم له ليفقد نصف طاقته الإشعاعية، بعض النظائر المشعة (البلوتونيوم 239) الموجود في الوقود النووي المستهلك يبقي خطرا على الحياة لمئات السنين فعمر النصف فيه طويل جدًا (24110) سنة بينما عمر النصف لبعض المواد مثل اليود المشع 131 قصيرا 8 أيام فقط، وكلما زادت سرعة تفكك النظير المشع كلما زاد نشاطه الإشعاعي، والطاقة المنبثقة ونوع الإشعاع المؤين هما عاملان مهمان في تحديد مدي خطورة المادة، كما إن الخصائص الكيميائية لها تحدد مدي سهولة وقابلية تسربها وانتشارها.[2]

ويعتمد توصيف وتصنيف النفايات المشعة على معايير التصنيف العالمية المعتمدة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية. فتوصف النفايات المشعة حسب خواصها المادية والكيميائية والإشعاعية، وهذا التصنيف يُسهل معالجتها وتجهيزها، وتعتبر أفضل طريقة بوجه عام في التصرف في النفايات المشعة، تتمثل في تركيز النفايات واحتواء النويدات فيها بالاستعانة بمصفوفة نفايات وحاوية نفايات ثم التخلص منها في مرفق ملائم للتخلص مصمم تصميما يتيح عزلها عن الغلاف الجوي، وفي حالة النفايات المشعة السائلة والغازية يُستنسب إطلاقها في البيئة بشرط إن يكون مستوى تركيزها منخفض لدرجة تستوفي المتطلبات التي تضعها الهيئة التنظيمية الوطنية، وإلا وجب تركيزها واحتواءها كنفايات صلبة وذلك بعد معالجتها والتصرف فيها بشكل ملائم.[3]

---

[1] Disposal of Radioactive Waste, (2011). Specific Safety Requirements, IAEA Safety, P16

[2] عبد الرحمن، أسامة، 2018، مرجع سبق ذكره، ص 12.

[3] Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, (2022), No. NW-G-1.1, IAEA z, Vienna, Austria, P.21.

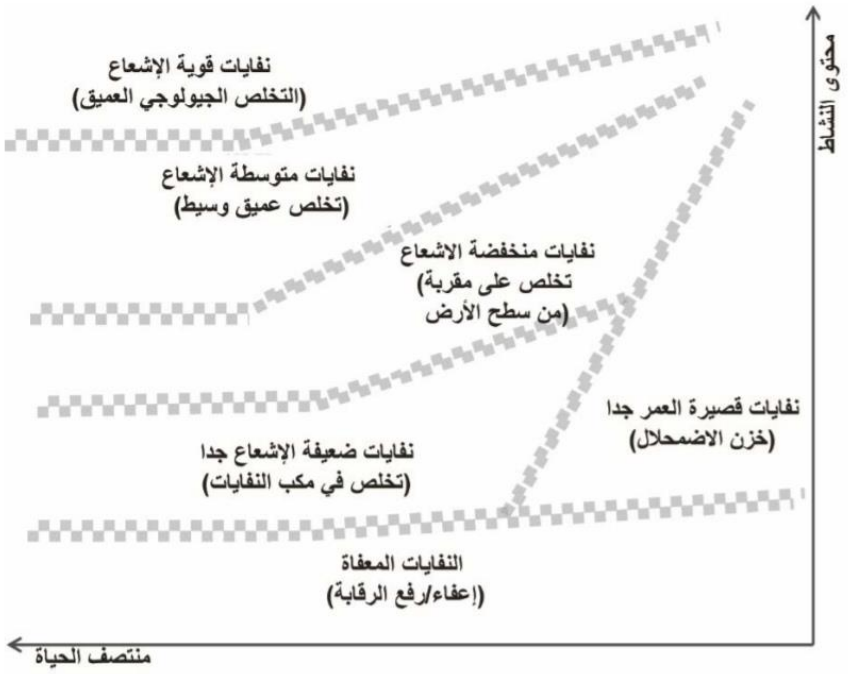
وطبقا للنظام الجديد لتصنيف النفايات المشعة والصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية تصنف كالتالي، كما يوضح الشكل (2-1):

1- النفايات القصيرة العمر جدًا: وهي تحتوي على نويدات مشعة نصف عمرها قصير جدًا (عادة 100> يوم وفي بعض الأوقات عدة سنوات كاستثناء)، ومن الممكن اتباع طرق للتخزين بالاضمحلال، ويعتمد ذلك على مدة التخزين المقترحة لها، وعادة تكون تلك النفايات نتاج لأبحاث وأغراض طبية.

2- النفايات الضعيفة الإشعاع جدًا: وهي تلك التي ينخفض فيها تركيز النويدات المشعة ولكنها أطول عمرًا عن الأولي، وهي تتطلب مستوى أعلى من الاحتواء، ومن الضروري في أثناء المعالجة اتخاذ تدابير الحماية من الإشعاع، ومن الممكن تخفيض حجمها بتحديد خواصها بشكل ملائم لأماكن فصل المكونات التي يحتمل رفع الرقابة عنها، وعادة ما تخزن في موقع تولدها لحين نقلها إلى مرفق تخلص مناسب وفي هذه المرحلة يكون ملجأ بسيط أو غطاء بسيط ملائم لتوفير الحماية المناسبة من التأثيرات الجوية (الأمطار – الرياح).

وفي بعض البلدان يتم التخلص منها في مناطق أعدت لذلك على شكل خنادق ترابية مزودة بأغطية هندسية، وفي بلدان أخرى يتم التخلص منها مع أنواع أخرى من النفايات ضعيفة الإشعاع، وغالبا ما يرجح قرار طريقة التخلص بناءً على أُسس اقتصادية و/أو تنظيمية.

3- النفايات ضعيفة الإشعاع: وتحتوى على تركيزات أعلى من النوع السابق للنويدات المشعة ($T_{1/2}$>30 سنوات، وتتطلب العزل من الغلاف الجوي لبضع مئات من السنين، ويمكن التخلص منها في مرافق هندسية قريبة من سطح الأرض، وذلك بعد معالجتها وتكييفها استعدادًا لنقلها وتخزينها والتخلص منها وتخفيض الحجم عن طريق معالجة النفايات الصلبة ضعيفة الإشعاع لتعزيز استقرارها ليسهل نقلها وتخزينها (وهذه الطريقة تسمي الترميد)، أما النوع السائل منها فيمكن معالجته عن طريق تخفيض الحجم وإزالة النويدات المشعة منها وتكون النتيجة (مجرى مركز من النفايات وسائل) يمكن ازالة الرقابة عنه واطلاقه في البيئة. وبخصوص طريقة تخزينها لابد إن توضع العبوات الخاصة بالنفايات المشعة داخل هيكل مناسب للتخزين مضاد للتآكل وآمن ماديًا للمحافظة على البيئة، وتكون مرافق التخلص قريبة من سطح الأرض (على شكل خنادق بسيطة أو هندسية – أو أقبية خرسانية توضع فيها الحاويات ويوضع فوقها غطاء هندسي أو ترابي للحد من تسرب المياه) وتخضع للمراقبة، ومن الممكن إن تكون مرافق التخلص تحت سطح الأرض، وتنتج هذه النوعية من النفايات ضعيفة الإشعاع كنتاج للبحوث النووية والطب النووي.



Source: Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, (2022), No. NW-G-1.1, IAEA, Vienna, Austria, P.23.

شكل (2- 1)

النظام الجديد لتصنيف النفايات المشعة الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية 2022

4- النفايات متوسطة الإشعاع: تتسم بمستوى أعلى من النويدات المشعة وبالأخص طويلة العمر، وقد تستوجب (التدريع) لتوفير الحماية للعاملين، وعزلها عن المحيط الحيوي، ويكون التخلص لأعماق أكبر من النفايات ضعيفة الإشعاع (عدة عشرات من الأمتار على الأقل). وبعض البلدان تتخلص منها مع الوقود المستهلك والنفايات القوية الإشعاع، وتنتج عادة من الفلزات التي تم تشعيعها في قلب المفاعل وراتينجات التبادل الأيوني ونفايات ناتجة عن أعادة معالجة الوقود المستهلك، وجميع الطرق السابقة في المعالجة يمكن أستخدمها مع هذا النوع من النفايات، أما عن خيارات التخزين فهي مشابه للمستخدمة مع النفايات الضعيفة مع مزيد من التدريع.

5-الوقود المستهلك والنفايات قوية الإشعاع: وتتأثر استراتيجية التخلص هنا بسياسات دورة الوقود النووي التي تعتمدها الدولة، وهناك نوعان هما: دورة الوقود المفتوحة وهنا يعد الوقود المستهلك فيها نفاية قوية الإشعاع، ودورة الوقود المغلقة ويعاد معالجة الوقود المستهلك فيها لاستعادة اليورانيوم والبلوتونيوم وتنتج نفاية قوية الإشعاع.

وكلا النوعين السابقين، الوقود المستهلك والنفاية القوية تولدان إشعاع عالي وحرارة، ولابد من تبريدهما وتدريعهما، وتخزن النفاية القوية السائلة قبل معالجتها في خزانات فولاذية مقاومة للصدأ مزدوجة الجدران

ومبردة وعالية السلامة وتوضع في أقبية خاصة، وتتضمن معالجتها المعالجة الكيميائية والتبخير يعقبه التزجيج أو الدمج في تركيبات السيراميك، ويحتوي المنتج الصلب على عبوات الفولاذ المقاومة للصدأ. ويخزن الوقود المستهلك بعد التدريع وأزاله الحرارة في برك الخزن في المفاعل، وبعد عدة سنوات من التبريد ينقل الوقود إلى مرفق خزن منفصل يكون أما رطبًا (برك) أو جافًا (أقبية أو براميل)، وعند تصميم مرفق الخزن لابد الأخذ في الاعتبار مراعاة الحاجة إلى استرجاع الوقود المستهلك ونقله إلى مرفق للتخلص منه أو أعادة معالجته.

أما النفايات قوية الإشعاع، فالمنتج النهائي للمعالجة هو (عليبة) تحتوي أغلب المواد المشعة مجمدة في مصفوفة زجاجية أو خزفية، وتخزن تلك العليبات في أقبية مبردة الهواء. ويخزن الوقود المستهلك والنفايات قوية الإشعاع إلى إن تصبح مرافق التخلص متاحة. والتي عادة ما تكون مستودعات جيولوجية عميقة (وهي أفضل أسلوب يتيح حل دائم للتخلص منهما)، وهناك بلدان أبدت الرغبة في إنشاء مرافق تخلص متعددة الجنسيات لأسباب اقتصادية في الغالب.

6- المصادر المشعة المختومة المهملة: وأفضل خيار للتصرف فيها هو إعادتها لموردها، وإن كان في بعض الأحيان يتعذر ذلك (لقدمها أو صعوبة الوصول للمورد) من ثم الحلول البديلة ضرورية، ومعالجتها تتم عن طريق تجميدها في مصفوفة معدنية (للمصادر النشطة جدًا) والتغليف في أغلفة فولاذية، ثم رصها في براميل فولاذية أو عبوات مجمعة مناسبة، وبالنسبة للنوع قصير العمر يمكن خزنه في حاوية أو عبوة مناسبة بغرض الاضمحلال حتى ترفع عنه الرقابة، وتخزن تلك الكبسولات مكيفة في حاوية مدرعة مصممة بشكل ملائم إلى إن تتاح فرصة التخلص منها ولابد من تأمينها.

وتتفاوت خيارات التخلص هنا بحسب مستويات النشاط الإشعاعي، فقد تكون المستودعات قريبة من السطح للمستويات المنخفضة والقصيرة العمر، وقد تكون تحت سطح الأرض للمصادر الطويلة العمر، وفي البلدان التي لا يكون فيها مستودعات يكون إنشاء مستودعات جيولوجية متعددة الجنسيات في المستقبل أفضل، أو يتم استخدام (حفر السبر) في تلك البلدان للتخلص من تلك المصادر المشعة المختومة المهملة.

7- المواد المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية: وتنشأ في البيئة الطبيعية كمنتج ثانوي أو مخلف أو نفاية من أنشطة التعدين اليورانيوم وتجهيزه وحرق الفحم واستخراج النفط والغاز والصفيح والحديد والنيوبيوم وتعدين غير الفلزات والتجهيز ومعالجة المياه، وتحتوي تلك المواد على نويات مشعة. وفي بعض البلدان تصنف تلك المواد كنفايات مشعة وفي بلدان أخرى تعتبر نفايات سامة كيميائيًا، وذلك بسبب اختلاطها في بعض الأحيان بمواد سامة أخرى كالمعادن الثقيلة، وتتم المعالجة عن طريق تثبيت الأكوام بعمليات مختلفة لزيادة أمان مواقع الخزن والتخلص وتجزأ القطع الكبيرة الصلبة مثل الأنابيب من صناعة النفط مثلًا. أما النوع السائل منها فتعالج لتقليل النويدات المشعة بها، ويمكن أن يمثل إزالة

التلوث وإعادة التدوير خيارين فعالين لتقليل حجم هذه النفاية. وبالنسبة للتخلص فعادًة ما تودع في أكوام محددة أو أحواض حمأة مغطاة من الأعلى أو في مستودعات مشيدة لهذا الغرض بها خلايا مبطنة وسدادات واقية وفي الغالب تتم المعالجة في الموقع بسبب كمياتها الكبيرة.

ويجوز استعمال التغطية وبعض الهياكل الهندسية لمنع التآكل والحد من تسرب الغازات المشعة، وفي بعض الأحيان يتم التخلص منها باستخدامها في ردم مناجم مهجورة تحت الأرض.[1]

ثانيًا: الآثار البيئية للنفايات النووية:

مع تزايد معدلات تلوث البيئة على المستوى العالمي، شكلت النفايات النووية جزءًا أساسيًا من النفايات السامة المسببة لذلك التلوث، ومثلت هاجسًا يؤرق الكثير من الدول والمنظمات التي تدعو إلى ضرورة الحفاظ على أمن البيئة، ولعل أكثر ما يهم هو كيفية التخلص من تلك النفايات بطرق غير سليمة بيئيًا مما يسبب مشكلات بيئية بشكل يهدد مسيرة التنمية الاقتصادية بل ويهدد حياة سكان الأرض جميعًا، الذين يزداد عددهم باطراد وهذا من شأنه الإخلال بالتوازن البيئي الذي هو ضرورة لدعم الحياة البشرية فالحفاظ على التنوع الحيوي ضرورة لتوفير بيئة متوازنة متكاملة.[2]

والاهتمام العالمي بمشكلات البيئة أصبح يعبر عنه في الدراسات الاستراتيجية بمصطلح الأمن البيئي ويتناول هذا المفهوم مسألتين:

- **الأولي:** هي العوامل البيئية التي تقف خلف النزاعات العنيفة سواء أكانت نزاعات عرقية أم إقليمية.
- **الثانية:** فتتمثل في تأثير التدهور البيئي العالمي على رفاهية المجتمعات والتنمية الاقتصادية بفعل الاستهلاك المفرط للموارد الطبيعية، وعليه فإن المدى الزمني المطلوب لتخطيط سياسات حماية البيئة طويل جدًا، كما إن السياسات لا تظهر نتائجها إلا في الأجل الطويل أيضًا.

والسبب الأخطر الذي يهدد البيئة هو التلوث الإشعاعي الذي ينتج عن استخدام الطاقة النووية والتي يعول عليها لتصبح أكبر مصادر الطاقة في العالم، إضافة لاستخدامات أخرى متعددة لتلك الطاقة في الطب، والصناعة، والزراعة، وأيضا في صنع القنابل، والأسلحة الأكثر تدميرًا.[3]

يجب التخلص من النفايات النووية بطرائق آمنة لا تؤثر في التوازن البيئي، سواء عن طريق دفنها في أعماق البحار والمحيطات، أو في باطن الأرض داخل حفر عميقة، أو بإعادة استخدامها مرة أخرى، وتعتمد طرق التخلص على درجة خطورتها سواء من ناحية شدتها الإشعاعية أو عمرها النصفي، وعلى

[1] Policies and Strategies for Radioactive Waste Management (,2022), ibid, P.22-30.

[2] مصطفي، بوادي. (2020)، تهديدات الإشعاعات النووية على البيئة الطبيعية وسبل مواجهتها دوليا، مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية، جامعة سعيدة، –مجلد 9–العدد2، ص331.

[3] مصطفي، بوادي. (2020)، مرجع سابق، ص333–334

عكس أي قطاع صناعي آخر في أي مؤسسة فإن القطاع النووي يتحمل مسؤولية كاملة للتخلص من نفاياته وينشئ لها مرافق خاصة، وتقدر الوكالة الدولية للطاقة الذرية حجم النفايات النووية المتراكم منذ بدء تشغيل أولي محطات الطاقة النووية بما يعادل 22 ألف متر مكعب، أي ما يعادل حجم مبني بارتفاع ثلاثة أمتار تقريبا يغطي مساحة ملعب كرة قدم.

ورغم خطورة تلك النفايات تبقي الطاقة النووية ذات جاذبية كبيرة خاصة فيما يتعلق بالأضرار البيئية فحجم النفايات لا يقارن بما يتولد عن استخدام الوقود الأحفوري من نفايات فمقابل كل (كيلوواط/ ساعة) تنتج المحطات النووية 3 ميليغرام من النفايات مقابل 700 غرام من ثاني أكسيد الكربون تنتجها المحطات العاملة بالوقود الأحفوري، وفوق ذلك فتشغيل محطة كهربائية نووية قدرتها 1000 ميغاواط تنتج سنويا ما يعادل 3 أمتار مكعبة من النفايات النووية عالية المستوى يمكن خزنها باطمئنان في هذا المكان أو ذاك. في حين تشغيل محطة بدرجة القدرة نفسها باستخدام الفحم ينتج 300 ألف طن من الرماد وأكثر من 6 ملايين طن من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يبقا عالقًا في الغلاف الجوي، لذلك تتم ومنذ سنوات الاستعاضة عن الفحم بالغاز الطبيعي الذي يحد من انبعاث حوالي 50% من غاز ثاني أوكسيد الكربون.

وتسرب الإشعاع في الهواء يؤدى إلى انطلاق موجة قوية عاتية من الإشعاعات المميتة التي تبعثر الأتربة وتختلط بها فتكتسب خصائصها الإشعاعية وتباشر عملها في التدمير والخراب.[1] كما حدث في 1954 عندما تسربت الإشعاعات النووية نتيجة لتجربة التفجير النووي في (جزر البيكيني) المرجانية في المحيط الهادي حيث أكد العلماء إن الإشعاع أنتشر لمدى 300 كلم مما أدي إلى اخلاء السكان المحليين وموظفي المحطة النووية وحدث تلوث على كافة مستويات البيئة (ماء –هواء –تربة).[2].

<u>تأثير تعرض الكائنات الحية وغير الحية للإشعاعات الناتجة من النفايات النووية:</u>

هناك ثلاث حالات للتعرض للإشعاع بالنسبة للإنسان وللكائنات غير الحية لابد إن تؤخذ في الاعتبار:

<u>الحالة الأولي:</u> ضرورة التأكيد على إن الكائنات غير البشرية ستتم حمايتها بشكل كاف ومنذ اللحظة الأولي لإطلاق النويدات المشعة في المحيط الحيوي بالقرب من سكن الإنسان، فلابد من الحفاظ على التركيزات البيئية عند مستويات منخفضة للغاية من أجل الحفاظ على جرعات الإشعاع التي سوف يتعرض لها الإنسان أقل من حدود الجرعة المحددة.[3]

---

[1] –محمد عاكف جمال،1 مارس 2021. الأمن النووي. قلق عالمي دائم، موقع تريندز للبحوث والاستشارات https://trendsresearch.org/ar/i

[2] مصطفي، بوادي (2020) مرجع سبق ذكره، ص337–338.

[3] Gordon Linsley, Protection of natural ecosystems: Impact of radiation from waste disposal practices, (4/1999), Bulletin, IAEA, Vienna.P.28

ولابد من التأكيد على إن دراسة الحماية البيئية أثناء ممارسات التخلص من النفايات المشعة الخاضعة للرقابة، وليست ناجمة عن الإطلاق العرضي للنويدات المشعة أو بسبب التخلص غير المنظم من النفايات، ومن المهم أن يؤخذ في الاعتبار إن حساسية النباتات والحيوانات للإشعاع تتفاوت بشكل ملحوظ. كذلك من الممكن أن تتعرض لجرعات إشعاع أعلى من الإنسان عندما تعيش في نفس البيئة، وذلك بسبب عمليات الانتقال من التربة إلى النبات (والذي يتغذى عليه الحيوان)، فيؤدي ذلك إلى تراكم النويدات المشعة بواسطة النباتات والحيوانات (فقد تَنتج جرعات عالية أيضا من العادات الغذائية الخاصة لبعض الحيوانات والتي تؤدي زيادة تناول بعض الراديونات). وفي بعض الحالات يمكن إن يؤدى القرب الكبير للنباتات وبعض الحيوانات من النويدات المشعة المنتشرة في التربة والمياه إلى جرعات إشعاع خارجي أعلى مما قد يتعرض له الإنسان عند العيش في نفس البيئة.

الحالة الثانية: في حالة التخلص من النفايات المشعة الصلبة في التكوينات الجيولوجية العميقة، يتم التخلص منها في البيئات غير حيوية (الهامدة أو المهملة)، ويتم عمل سلسلة من الحواجز غير المُنْفذة تحيط بالنفايات لمنع انتقال المواد المشعة إلى الإنسان.

ويختلف الوضع بالنسبة لمرافق التخلص القريبة من السطح لأن العديد منها يقع في بيئات يسهل الوصول إليها من قبل النباتات والحيوانات الأعلى.

الحالة الثالثة: التخلص من النفايات منخفضة المستوى المعبأة في أعماق البحار، وهنا يصعب الحكم على القدرة في حماية الأنواع البحرية فيها. بسبب الأعماق الكبيرة التي يتم فيها التخلص من النفايات وبعد المسافات عن الإنسان.

فمن الممكن إن تتعرض كائنات أعماق البحار لجرعات إشعاعية كبيرة بينما يتعرض الإنسان في نفس الحالة لجرعات عند مستويات مقبولة، في نفس المكان. ومن الواضح أنه في الحالة (الثالثة) على الأقل يمكن إن تكون مخاطر التأثيرات أعلى بالنسبة للكائنات الحية الطبيعية منها بالنسبة للإنسان.

طريقة التقييم:

والطريقة الأساسية المعتمدة في التقييم هنا هي:

1. مراجعة المعلومات المتعلقة بآثار الإشعاع المؤين على الكائنات الحية.
2. تحديد جرعة الإشعاع و/أو معدل الجرعة التي إذا تجاوزت الآثار الضارة على مجموعات الأنواع المختلفة من النباتات والحيوانات.
3. جرعة الإشعاع و/أو معدل الجرعة للنباتات والحيوانات.[1]

[1] Gordon Linsley, (4/1999), ibid, p29.

ويتم تقييم النتائج عندما يتم التحكم في إطلاق النويدات المشعة على أساس معايير الحماية للإنسان، ومقارنة جرعات الإشعاع ومعدلات الجرعات في الخطوتين 2و3 لتحديد ما إذا كانت مجموعة النباتات والحيوانات تتمتع بالحماية الكافية بموجب معايير الحماية من الإشعاع للإنسان.

<u>الحالة الأولي (للتقييم):</u> الإطلاقات في الغلاف الجوي والمياه السطحية، لتقييم التأثير على النظم الإيكولوجية المائية البرية والمياه العذبة من جراء الانبعاث الخاضع للرقابة للنويدات المشعة في الغلاف الجوي والبيئات المائية، أستنتج إن معدلات جرعة الإشعاع المزمنة البالغة 1 ملليغراي/ يوم أو أقل للأنواع في النظم الإيكولوجية الأرضية و10 ملليغراي/يوم في النظم الإيكولوجية للمياه العذبة والتي من غير المحتمل إن تسبب آثار ضارة على السكان وكذلك البيئة المائية. تم تقييم معدلات جرعة الإشعاع القصوى التي يمكن توصيلها إلى الكائنات الأرضية والكائنات المياه العذبة نتيجة للإطلاقات المنظمة للنويدات المشعة بواحد مللي سيفرت/سنة.

<u>الحالة الثانية (للتقييم):</u> التخلص من النفايات المشعة في أعماق الأرض، الهدف منه عزل النفايات المشعة تماما عن بيئة الإنسان، حيث توفر حواجز طبيعية من خلال الموقع الجيولوجي العميق، ويتم عزل النفايات بواسطة سلسلة حواجز الاصطناعية وتأخذ شكل المصفوفة والتي قد تكون مصنوعة من مادة غير قابلة للذوبان مثل الزجاج، حاوية النفايات بالنسبة للنفايات عالية المستوى تكون مصممة لتدوم آلاف السنين. وتكون المواد العازلة المحيطة عادة في شكل من أشكال الطين تم تصميمه لمنع دخول الماء وتأخير انتقال النويدات المشعة (وإذا حدثت فستحدث في وقت ما في المستقبل البعيد، وأي نشاط يصل إلى المحيط الحيوي سيكون عند مستويات منخفضة جدًا وفي الأغلب يكون بسبب التحلل الإشعاعي أو بسبب التخفيف والاحتفاظ على الأسطح أثناء نقل المياه الجوفية ومن المستبعد أن تكون عند مستويات نشطة عالية بما يكفي لإحداث ضرر للإنسان أو للنباتات أو الحيوانات).

وبالنسبة للتخلص من النفايات المشعة بالقرب من السطح[1]، وهو خيار المفضل في العديد من البلدان للنفايات قصيرة العمر ذات النشاط المنخفض إلى المتوسط، فيتم توفير درجة أقل من العزلة عن التخلص منها في التكوينات الجيولوجية العميقة، وهناك إمكانية لبعض أنواع من النفايات المنخفضة أو المتوسطة للتخلص في مواقع الأراضي الضحلة (تم ذلك في دفن النفايات منخفضة المستوى في الأرض الضحلة في الولايات المتحدة الأمريكية).

وهناك تجارب مبكرة بطريقة الدفن في الخندق البسيط: حيث أظهر التخلص من النفايات الغير معبأة في تلك الخنادق، أنه في بعض الظروف على سبيل المثال نتيجة لفيضان الخندق بسبب الموقع غير المناسب أو الصرف بطريقة غير مناسبة يمكن إن تنتشر النويدات المشعة بشكل جانبي خارج منطقة

[1] Gordon Linsley, (4/1999), ibid, p30.

الخندق، فتتسرب لأسفل التربة وفي بعض الحالات الأخرى إلى الجداول المحلية المائية والمياه الجوفية، وفي مرافق التخلص الحديثة القريبة من السطح يتم تقليل المخاطر التطفل من قبل النباتات والحيوانات والإنسان باقتدار لأن النفايات يتم تخزينها في حواجز خرسانية فيتم تقليل احتمالية انتقال النويدات المشعة من النفايات عن طريق تصميم الموقع والمستودع المناسبين.

الحالة الثالثة: التخلص في البحر، حيث أظهرت الدراسات عن تأثير إغراق (دفن) النفايات المعبأة منخفضة المستوى على الكائنات البحرية في أعماق المحيط، حيث أظهرت إن بعض الأنواع البحرية تعيش على مقربة من موقع الإغراق الافتراضي بينما يتم عزل السكان عنه، فقد تتعرض تلك الأنواع البحرية لجرعات عالية نسبيًا عما تتعرض له الإنسان، مما يحدث تأثيرات سلبية على البيئة البحرية.[1]

الآثار البيئية لتعدين اليورانيوم

تنتج كميات هائلة من نفايات الصخور أثناء تعدين اليورانيوم، فتحتوي على تركيزات عالية من النظائر المشعة مقارنة بالصخور العادية، فتُكون أكوام النفايات الأخرى من الخام بدرجة منخفضة جدًا بحيث لا يمكن معالجتها، تشكل أكوام النفايات هذه تهديدًا للسكان المحليين (بسبب ذلك أثار البروفيسور أبيل وولمان من جامعة جون هوبكنز في الكونجرس الأمريكي في 19 يناير حديث حول هذا الموضوع).

ويتم التخلص من مخلفات مطاحن اليورانيوم على مدار عقود عن طريق تشكلها في شكل (حمأة) توضع في أحواض أو أكوام خاصة حيث يتم التخلص منها بعد ذلك.

وتعمل عملية التعدين والطحن على إزالة المواد الخطرة وتحويلها لرمل ناعم ثم حمأة مما يجعلها أكثر عرضة للتشتت في جميع أنحاء البيئة، بلغ مخزون العالم من مطاحن اليورانيوم حتى عام 2011 حوالي 2,352,55.[2]

الأثر البيئي للتخلص من النفايات النووية المشعة في أعماق الأرض:

إن الفكرة القائلة بأن الأجيال القادمة نجت من مشكلة النفايات المشعة، إذا تم دفنها لأعماق في الأرض، فكرة خادعة، لأن تلك الأجيال سوف تكتشف وتعاني من مشكلة التلوث الجوفي والذي سوف يكتشفونه ويعانون منه دون طرق للحل.

فقد طرحت فرنسا حل التخلص العميق (الدفن الجيولوجي)، والذي يمثل خطورة كبيرة بالنسبة للأجيال القادمة، وهذا الحل إذا تبنته فرنسا فإن دولًا وشركات أخرى سوف تسارع إلى فعل نفس الشيء، وسوف يتم اعتماد هذا النموذج في الخارج لجعل النفايات السامة الأخرى تختفي أيضًا في ظروف لم يتم

[1] Gordon Linsley, (4/1999), ibid, p30.
[2] The global crisis of nuclear waste, published report, 2018, Greenpeace France, Pete Roche, Bertrand Thuillier, Bernard Laponche, Miles Godstick, Johann Swahn, Hideyuki Ban, Robert Alvarez, P.7.

اختبارها في مدي زمني أقل من قرن، ستكون القشرة الأرضية مليئة بالثقوب المتشابكة بعناية المحتوية على نفايات شديدة الخطورة. (وهذا حل من أسوأ الحلول فالدفن في أسفل الأرض حيث المواد الخام وموارد الطاقة وقبل كل شيء الماء الضروري للحياة على الأرض).[1]

ولا يمكن تقديم أي ضمانات فيما يتعلق بالأحداث الجيولوجية غير المتوقعة والتي لا يمكن تصورها اليوم، فمن الممكن وبشكل أكثر تحديدًا على سبيل المثال إن يحدث تسرب للمياه في الطبقات الجيولوجية وهذا يعتبر أكبر خطر تقني، ومن الممكن إن تصل تلك المياه المحتوية على عناصر مشعة إلى السطح، ويمكن إن يحدث هذا في أي نوع من طبقات الصخور، (على الرغم من إن الطين هو خيار أفضل من الجرانيت في ضوء هذه المشكلة).

المشكلة الثانية هي نسيان وجود موقع للتخزين تحت الأرض (الهدف الأساسي من التخلص العميق هو "جعل النفايات تتلاشي" على هذا النحو)، فإن أفضل حل (من وجهة نظرهم) هو عدم إخبار الأجيال القادمة وترك الجيولوجيا تعتني بهذه النفايات المخفية والمتجاهلة بعناية) وهذا الحل غير عادل لأن هذا الموقع عالي الخطورة تحت الأرض وطويل الأمد الممتد لآلاف السنين: إذا كيف ستبدو هذه المنطقة على المدي الطويل جدًا ؟؟؟؟ وهذا الخيار ينقل أعباؤه إلى الأجيال القادمة، بكل تأكيد.

لذلك فإن خيار التخلص الجيولوجي العميق من النفايات المشعة غير مقبول فهو لا يجعل النفايات المشعة تختفي بل أنه يخفيها ويلحق الضرر بالأجيال القادمة، كما يحدث تلوث لا رجعه فيه لقشرة الأرض على مدى فترة زمنية غير محدودة على المستوى البشرى: كما أنه يعرض السكان المحليين لمخاطر كبيرة لأكثر من قرن، ويؤدى إلى تلوث واسع النطاق للمياه الجوفية في العديد من المناطق حول العالم.[2]

وفي القريب سوف يتم التوقيع على اتفاقية دولية لحظر الترسبات العميقة لأي نفايات سامة أو مشعة على غرار اتفاقية 1993 التي تحظر إلقاء النفايات المشع.

<u>حركة المواد المشعة في البيئة:</u>

يمكن إن يحدث تلوث التربة والمياه من تسرب مواد أُدخلت أصلا في الجو أو من النفايات المشعة التي طرحت في المياه أو توضع في التربة أو تردم في أعماق التربة وتنتشر إلى مناطق أخرى، بواسطة المياه السطحية أو الجوفية أو بواسطة تعرية التربة والتي تؤدي بدورها إلى تعرض الجنس البشرى للخطر فإن معظم مواد الغذاء التي يستهلكها الإنسان تنمو على التربة من نباتات وحيوانات تتغذي على النباتات، بينما يعتبر الجو المصدر الرئيسي للكاربون والأوكسجين لهذه المنظومة.

[1]The global crisis, (2018), ibid, P.55.
[2] The global crisis, (2018), ibid, P.55- 57.

فكما تدخل النظائر المشعة الموجودة طبيعيا في التربة إلى نباتات وتنتقل إلى سلسلة الغذاء والماء للإنسان، كذلك النظائر المشعة الصناعية فيتم امتصاص تلك النظائر المشعة من التربة عن طريق الجذور قد تترسب تلك النظائر على أوراق وأغصان النباتات مباشرة إلى الحيوانات أو الأنسان عند تناولها.

التغيرات التي يسببها الإشعاع:

أولًا: المركبات والعناصر خارج جسم الإنسان أو الكائن الحي

أ. عنصر الأوكسجين عند تعرضه لإشعاع يدخل في سلسلة من التفاعلات تفقده خاصية أدامة الحياة ويكون غاز الأوزون الذي يعتبر مادة مؤكسدة تحدث أضرار خطيرة للإنسان.

ب. غاز ثاني أكسيد الكربون عند تعرضه لأشعة ألفا يدخل سلسة من التفاعلات تؤدى إلى فقدانه ذرتي الأوكسجين وتحوله إلى الكربون وغاز أحادي أوكسيد الكاربون السام.

ثانيًا: المركبات التي تدخل في تركيب الكائن الحي

أ-عند تعرض الماء لأشعة ألفا سوف يحدث تفاعلات كثيرة تؤدى إلى تكوين أيونات (وجزيئاتH_3O,OH) مسببا اختلال في التفاعلات H_2O,H_2 داخل الجسم.

ب-عند تعرض الهيموجلوبين لأشعة يتسبب في تأكسد أيون الحديدوز، وتحوله إلى أيون الحديديك مما يجعل الدم غير قادر على نقل الأوكسجين وبذلك يتوقف التبادل الغازي بين الحويصلات الرئوية والدم.

ج-عند تعرض بلورات الأملاح للأشعة يؤثر في خصائصها الفيزيائية مثل المقاومة والتوصيل الكهربائي والحراري.[1]

إن كل جزء من أجزاء البيئة (الهواء والماء والتربة وغيرها) يعتمد كل منهم على الآخر، وعلى النباتات والحيوانات التي تعيش ضمن هذه البيئة، وتشكل العلاقات بين كل الكائنات الحية وغير الحية في بيئة معينة نظامًا يسمي النظام البيئي ECOSYSTEM.

وترتبط كل الأنظمة البيئية بعضها مع بعض، وهكذا فإن التلوث الذي يبدو وكأنه يؤثر في جزء واحد فقط من البيئة ربما يؤثر أيضًا في أجزاء أخرى فالدخان قد يبدو مؤثرًا على الغلاف الجوي فقط ولكن في مقدور الأمطار إن تسقط ذلك الدخان فتطرد بعض الكميات الضارة الموجودة فيه على الأرض أو في مجاري المياه كما إن بإمكان الأمطار إن تجرف الوقود والزيت والأملاح من الطرق وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب.

[1] راوية صبحي-بحث -قسم هندسة البناء والإنشاءات -فرع الهندسة الصحية والبيئية-الجامعة التكنولوجية -العراق- 2010، ص46-47

ونظرًا للمخاطر البيئية المتعددة التي سبقت الإشارة اليها، تعددت الأدوار التي تحذر وتنبه إلى تلك المخاطر والعمل على تحييدها وتحييد آثارها البيئية، ومن هذه الأدوار:

- دور حركات الخضر Greens

مع ظهور حركات الخضر Greens قدمت برامج لحماية البيئة والدفاع عنها ومارست ضغوط عديدة لترجمتها في شكل قوانين محلية ودولية، خاصة بعد دخول معظم هذه الحركات في الغرب للمجالس النيابية بنسب تمثيل متفاوتة، ومن المجالات الذي قدم هذا التيار رؤيته فيها: الدفاع عن البيئة وحمايتها من التلوث والأمطار الحمضية والإشعاعات النووية والمخلفات بأنواعها خاصة المشعة والنووية (دفن النفايات في دول العالم الثالث مثلا) كما أكد إن دراسة البيئة والحفاظ عليها يكمن في حفظ الحياة الإنسانية في الحاضر والمستقبل.[1]

- دور الوكالة الدولية للطاقة الذرية في الحد من أثر النفايات النووية المشعة على البيئة:

خصصت الوكالة الدولية للطاقة الذرية قسمًا كاملًا يعمل على (أمان النفايات والبيئة) Waste and Environmental Safety Section.

وداخل القسم هناك وحدة تقييم الانبعاثات البيئية وإدارتها (وهذه الوحدة تختص بالتفجيرات النووية): وما ينتج عنها من انبعاثات تؤثر بشكل مباشر في البيئة، كما تعمل على وضع معايير الأمان التي تصدر عن الوكالة فيما يتعلق بالتصرف في النفايات والانبعاثات البيئية، كما يؤدى أعمال الأمانة فيما يخص الاتفاقية المشتركة بشأن أمان تصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعة لأنها هي الصك القانوني المعني بتحفيز أتباع نهج متسق إزاء تحقيق مستوى مرتفع من الأمان، وإرساء إطار عالمي لأمان النفايات.

كما يساعد القسم الدول الأعضاء بالوكالة في تنفيذ السياسات والاستراتيجيات التي تنظم أمان النفايات المشعة أثناء خزنها والتخلص منها، وكذلك أثناء الاضطلاع بأنشطة الإخراج من الخدمة والاستصلاح ويدعم القسم الدول الأعضاء أيضًا في حالات الانبعاث البيئية للملوثات المشعة. كل ذلك بهدف ضمان تمتع الأفراد والمجتمع والبيئة بقدر كاف من الوقاية من الأخطار الإشعاعية المرتبطة بتلك الأنشطة.[2]

وينظم القسم أيضًا عدة مشاريع تعاونية دولية وأفريقية عاملة من أجل تعزيز تنسيق النهج المتبع في كامل نطاق أنشطة التصرف وأمان البيئة ويشمل: المشروع الدولي المعني بتقارير الأمان التكميلية (خاص بأمان مرافق التصرف في النفايات تمهيدا للتخلص منها)، **مشروع "PRISM"** (وهو خاص

---

[1] خليف مصطفي غرايبة (د)، June 2010، التلوث البيئي: مفهومه وأشكاله وكيفية التقليل من خطورته، Journal of Environmental studies,vol.3، ص128.

[2] Waste and Environmental Safety Section, www.iaea.org/about/waste-and-environmental-safety-section.

بالتوضيح العلمي واستخدام بيان حالة الأمان في إدارة التخلص من النفايات بالقرب من سطح الأرض)، المشروع الدولي لإيضاح أمان التخلص الجيولوجي، المشروع الدولي بشأن إخراج المرافق النووية المتضررة من الخدمة واستصلاحها (وهو معني بإخراج المرافق المتضررة بسبب الحوادث من الخدمة).

كما يدعم القسم:

1- خدمات استعراض النظراء للممارسات المتبعة والأمان فيما يتعلق بالتصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة والانبعاثات البيئية

2- خدمة "أرتميس" وهي خدمة تتيح للدول الأعضاء إمكانية الوصول إلى مجموعة من الخبراء الدوليين في المجال ممن يمكنهم المساعدة على تحسين الأداء المؤسسي في تلك الدول وتعزيز الثقة الوطنية والدولية في الأنشطة التي تضطلع بها.[1]

كما أطلقت الوكالة من خلال هذا القسم: برنامج "أساليب تقييم الآثار الإشعاعية والبيئية" "MODARIA 1"[2]: أستمر من 2012 حتى عام 2019 ويهدف إلى وضع نماذج ومنهجيات للتقييم البيئي كما يهدف إلى بناء توافق دولي بشأن الممارسات الجيدة في هذا المجال تحت مظلة سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة إلى تعزيز قدرات الدول على المحاكاة في إطلاق النويدات المشعة في البيئة وتقييم تعرض الجمهور والحياة البرية لها، ويشارك فيه 140 متخصصًا من (المهنيين من الهيئات الرقابية والمنظمات المشغلة ومنظمات الدعم التقني، بالإضافة إلى العلماء والباحثين ومتخذي القرار وغيرهم ممن يضطلعون بمسؤوليات إجراء تقييمات للآثار الإشعاعية والبيئية) من أكثر من 140 دولة.

بالنسبة لبرنامج تقييم الآثار الإشعاعية والبيئية "MODARIA 2": بدأ في أكتوبر 2021 وسيستمر حتى 2025 أطلقته الوكالة لمساعدة الدول على زيادة بناء قدراتها في عمل هذه التقييمات، عن طريق تطبيق أساليب التقييم والنماذج المفاهيمية والنماذج الرياضية والبيانات، ضمن السياق الأوسع لتقييم الآثار البيئية.

وتستطيع الدول تحسين جودة وإمكانية الوصول إلى الإرشادات في مجال تقييم تأثير النويدات المشعة المنبعثة في البيئة، مما يمكنها من اتخاذ القرارات المستنيرة حول ما ينبغي للتحكم في تأثير تلك الانبعاثات وكيفية القيام بذلك.

وتستخدم المنظمات المشغلة والهيئات الرقابية نماذج التقييم البيئي لمحاكة إطلاق النويدات المشعة في البيئة لمحاكة إطلاق النويدات المشعة في البيئة من مرافق مثل محطات القوى النووية والمستشفيات التي تشتمل على أقسام للطب النووي وهذه النماذج أدوات أساسية لفهم الآثار المحتملة لهذه الانبعاثات،

[1] Waste and Environmental Safety Section, ibid.
[2] MODARIA: Modelling and Data for Radiological Impact.

بما في ذلك عمليات التصرف المأذون بها، كما تنظر التقييمات في التأثيرات على كل من الناس والحياة البرية فضلًا عن العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية الأخرى، كذلك الموارد الطبيعية وإنتاج الأغذية، ويتبع هذا البرنامج وحدة تقييم الانبعاثات البيئية وإدارتها.

ومن أهم أهداف هذه البرامج إتاحة منتدى دولي لجمع الأفراد ذوي الخبرة والأقل خبرة معًا من بلدان في مناطق مختلفة، كما سيوفر بيئة تفاعلية مميزة لتعزيز تنمية المهنيين من الشباب من خلال حلقات العمل والفرص لكتابة الأوراق التقنية وتقديم النتائج العلمية في الاجتماعات المعقودة في إطار هذا البرنامج.[1]

ومن البرامج البيئية المتميزة التي وضعتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية برنامج ألميرا **ALMARA** (المختبرات التحليلية لقياس النشاط الإشعاعي البيئي)، وهذه المختبرات منتشرة في دول العالم، تقوم بتنفيذ مجموعة من الاختبارات على عينات محددة وتنظم ورش عمل متخصصة عن تأثيرات الإشعاعات على البيئة، وهي:

- مختبر الكيمياء الإشعاعية في البيئة البرية.
- مختبر القياس الإشعاعي.
- مختبر الدراسات البيئية البحرية.
- مختبر البيئة الإشعاعية.

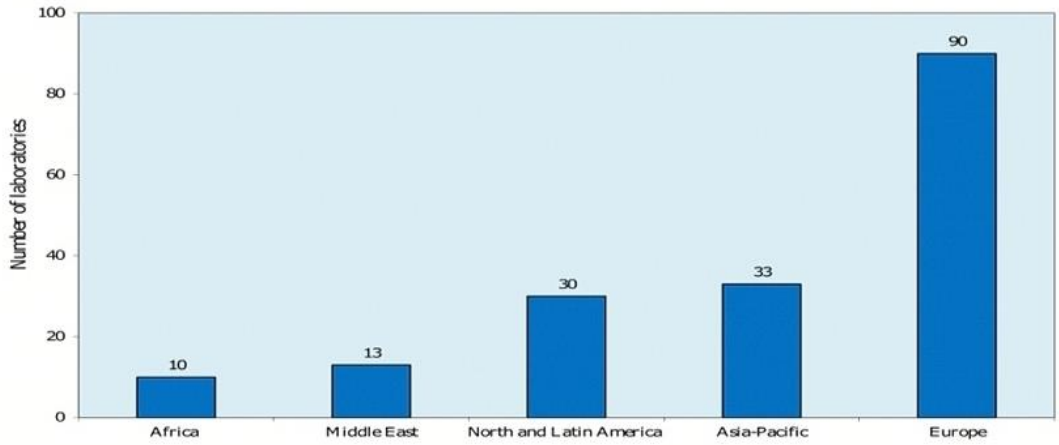
وتنتج هذه المختبرات مواد مرجعية معتمدة لقياس النويدات المشعة وغيرها من الملوثات، ويمكن استخدام هذه المواد لأغراض توكيد ومراقبة الجودة وكذلك لتطوير الطرق المتبعة والتثبت من الإجراءات التحليلية والتدريب. وتقدم الوكالة من خلال مختبرات البيئة البحرية، ومختبر الكيمياء الإشعاعية في البيئة البرية مادة مرجعية مختلفة، معتمدة توزيعها على أكثر من 700 مختبر تحليلي على الصعيد العالمي لمراقبة جودة المعدات والتثبت من الطرق المتبعة والتدريب، وتشمل هذه المواد مجالات تحليلية مثل قياسات نسب النظائر المستقرة والنويدات المشعة وعناصر أخرى. وتشمل المصفوفات المتاحة: أنسجة الأحياء البحرية المجففة (الأسماك–بلح البحر–الأعشاب البحرية وغيرها) والرواسب البحرية ورقائق من الرخام والخشب القديم وجدائل من الشعر البشرى ومسحوق الكرنب المجفف).

وتنتج المختبرات أيضًا (معيار فيينا الوسطي القياسي لمياه المحيط 2)" VSMOW2" وهو معيار قياسي دولي يمكن استخدامه لقياس جميع العينات في جميع أنحاء العالم، وهو ماء نقي مع مزيج معين من نظائر الهيدروجين والأكسجين المستقرة التي تمثل متوسط محيطات العالم.[2]

---

[1] Gallucci, Margheita.2021, IAEA Launches ground-breaking programme on methods for radiological & environmental impact assessment, www.iaea.org.

[2] المواد المرجعية التحليلية للمختبرات، تم الرجوع إلى في الموقع التالي:-https://www.iaea.org/ar/amawadu almarjieiat-altahliliat-lilmukhtabarat



المصدر: ALmera Network Laboratories، الموقع التالي:

https://www.nuclueus.iaea.org/sites/RefrenceMaterials/Pages/Almera-Members.aspx

شكل (2-2)

التوزيع العالمي لمختبرات شبكة ALMARA- 2023

وسوف يتم عقد مؤتمر دولي تحت عنوان "**أمان أنشطة التصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة وحماية البيئة واستصلاحها**" من 6 إلى10 نوفمبر 2023 في فيينا بالنمسا. وسوف يوفر هذا المؤتمر فرصة لواضعي السياسات والجهات الرقابية ومالكي المرافق النووية ومشغليها، فضلًا عن ممثلي المنظمات غير الحكومية والمؤسسات الحكومية لتبادل الآراء واستكشاف السُبل التي يمكن من خلالها أن يدعم تطبيق مبادئ ومفاهيم الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية تحديد حلول أكثر استدامة للتصرف في النفايات المشعة، وإخراج المرافق النووية من الخدمة، وحماية البيئة لأي إطار هذه العمليات، واستصلاح المرافق النووية السابقة، والأراضي المتضررة من الحوادث والمواقع القديمة الأخرى. **ويشمل أيضًا** الحفاظ على معايير عالية للأمان أثناء التصرف في النفايات المشعة بما في ذلك الوقود المستهلك وخلال عمليات حماية البيئة بما في ذلك مراقبة انبعاثات المواد المشعة وأثناء إخراج المرافق النووية من الخدمة واستصلاح المناطق الملوثة. ويعتبر الأمان في هذه المجالات جزء لا يتجزأ من أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة ولا سيما حماية "الحياة في البر" و"الحياة تحت الماء" والمساهمة في إعادة تدوير وإعادة استخدام المواد والأشياء والمواقع، وسيتناول المؤتمر الدور المترابط للأمان مع استخدامات العلوم والتكنولوجيا النووية لتنفيذ أهداف التنمية المستدامة في دورها المباشر في حماية الناس والمجتمعات والبيئة.[1]

[1] Dhlomo, Steven, (2023).Call for papers: Focusing on Safety and Sustainability for Radioactive Waste Management, Decommissioning, Environmental Protection and Remediation, IAEA Department of nuclear safety and security,تم الرجوع اليه في الموقع التالي:
www.iaea.org/newscenter/news/all-for-papers-focusing-on

المصدر : www.iaea.org/newscenter/news

شكل (2-3)

رؤية مؤتمر "أمان أنشطة التصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة وحماية البيئة واستصلاحها

المبحث الثاني

ألقى المبحث السابق الضوء على المفاهيم الأساسية للنفايات النووية، والمخاطر البيئية المرتبطة بها وما يمكن أن ينجم عنها في العديد من الدراسات والتقارير الدولية.

أما هذا المبحث فيلقى الضوء على حوادث فعلية عالمية وإقليمية نتج عنها بالفعل أضرار ومخاطر بيئية في العديد من دول العالم مثل اليابان، الصومال والجزائر والعراق، وغيرها.

أولًا: مخاطر بيئية وإنسانية للاستخدام المباشر للأسلحة والتجارب النووية:

1. إلقاء قنابل نووية على مدينتي هيروشيما ونجازاكى – الحرب العالمية الثانية:

ألقت الولايات المتحدة الأمريكية بقنبلتين ذريتين على مدينتي هيروشيما ونجازاكي باليابان في1945 رغبتًا منها في إنهاء الصراع في الحرب العالمية الثانية لصالحها هي ودول الحلفاء وهزيمة ألمانيا وتحالف دول المحور، ونتج عنهما 220.000 قتيل وما يزيد عن 200.000 لقوا مصرعهم بعد ذلك من جراء تعرضهم لنسب الإشعاعات الزائدة.[1]

وبعد أكثر من سبعين عامًا على قنبلتي هيروشيما ونجازاكي فإن التأثيرات الإشعاعية على البيئة لا تزال باقية إلى أمد طويل، لتسبب مزيد من الأمراض والمعاناة فهناك أطفال لا يزالون يولدون مشوهين حتى الآن كما إن نسبة المصابين بسرطان الدم بين سكان المدينتين تزيد تسع مرات عنها في سائر أنحاء اليابان. هذا النموذج الوحيد لألقاء القنابل النووية، كفيل لتقييم وقياس التأثيرات النووية والإشعاعية على البشر والبيئة[2].

انفجرت في 6 أغسطس 1945 قنبلة ذرية وزنها 13 كيلو طنًا فوق هيروشيما باليابان وأعقب ذلك في يوم 9 أغسطس انفجار قنبلة وزنها 21 كيلو طنا فوق نجازاكي وحتى الآن هاتان الحادثتان الوحيدتين اللتين استخدمت فيهما قنبلة نووية في نزاع مسلح وتبين الأرقام حجم الخسائر والأضرار الناجمة عنهما:

- الوفيات: هيروشيما 100000–140000 قتلى، نجازاكي:60000–70000 قتلى.
- إجمالي المساحة التي دمرتها القوة الحرارية والانفجار والحرائق: هيروشيما:13 كيلومترًا مربعًا (من بينها 4 كيلومتر مربع دمرت بالكامل بفعل حريق عاصف)، ناجازاكي:6.7 كيلو متر مربع.

---

[1] تعتبر قنبلة هيروشيما قنبلة –4انشطارية من النوع المدفعي لم يتم تجربتها تسمي (ليتل بوى)، أما قنبلة نجازاكي من النوع داخلي الانفجار تمت تجربتها في ألاموغوردو للمرة الأولي قبل ألقائها بشهر وتسمي (فات مان). يراجع:

– اليوم العالمي لمناهضة التجارب النووية، تم الرجوع إليه من الموقع التالي في 29 أغسطس 2012:

www.un.org/ar/observances/end-nuclear-tests-day/history

[2] عبد الله بن محمد الصيمي، التشريعات الدولية لحماية البيئة في الحروب بين تأملات الماضي وآمال المستقبل (شبكة أبو ظبي)،25 يناير 2017، https://abudhabienv.ae/2021/04/25

وقد أظهرت الدراسات الطبية التي أجريت الآثار الصحية والخسائر التي يمكن توقعها من استخدام سلاح نووي واحد فقط وزنه 10 إلى 20 كيلو طنًا (حجم القنبلتين– وهذا السلاح صغير جدًا بالمقاييس الحديثة فكثير من الأسلحة اليوم أكبر بمقدار 30 مرة)، تم تفجيره على ارتفاع كيلومتر واحد فوق منطقة مكتظة بالسكان، فالكرة النارية المتولدة في لحظة انفجار ذلك السلاح النووي سوف تطلق قوة حرارية وموجات ارتجاجية وإشعاعًا.

الآثار الناجمة عن القوة الحرارية والموجات الارتجاجية: فبالنسبة للقوة الحرارية فسوف تسخن الأرض الواقعة تحت بؤرة الانفجار لتبلغ درجة الحرارة حوالي7000 درجة مئوية، وهو ما يجعل جميع الكائنات الحية في تلك المنطقة تتحول إلى بخار، وعشرات الآلاف من الأشخاص الآخرين الذين لم يتبخروا سوف يحترقون وبحروق جلدية سميكة ومروعة، ويمكن أن تمتد أصابات الحروق للأشخاص إلى مسافة 3 كيلومترات من موقع الانفجار، إضافة إلى إصابة الأشخاص الذين ينظرون ناحية الانفجار بفقدان مؤقت في البصر لفترة تصل إلى 40 دقيقة أو تلف دائم في العين، بما في ذلك حروق وندبات شبكية العين تؤثر في المجال البصرى بسبب النظر إلى الكرة النارية بالعين المجردة.

أما خسائر عصف الانفجار: سوف يحدث عقب الكرة النارية والقوة الحرارية المتولدة من الوميض على الفور، موجات ضغط ارتجاجية منطلقة بسرعات تفوق سرعة الصوت، مع أصابات كثيره نتيجة لتهدم البيوت أو الحطام المتطاير أو تطاير الأشخاص في الهواء، وتمزق الأعضاء والكسور بشتى أنواعها، وسيفقد الكثيرين حاسة السمع.

الحريق العاصف المصاحب للانفجار: ترتفع درجة الحرارة إلى مستويات لتحرق الكثير من الأشياء التي لم تتبخر، مع انفجار في صهاريج التخزين والسوائل القابلة للاشتعال تشتعل أعدادًا كبيرة من الحرائق وبفعل الرياح والحرارة الشديدة فيحدث حريق عاصف فيستهلك كل كمية الأوكسجين القريبة، فيموت الكثيرون بالاختناق ممن يسعون إلى الاحتماء في مخابئ فوق الأرض أو تحتها[1].

أُطلق على الناجون من هيروشيما ونجازاكي أسم (الهيباكوشا) وبدأوا في أعقاب الانفجار إلى الآن في العمل لأجل عالم خالي من الأسلحة النووية لمنع تكرار المأساة، يبلغ متوسط عمر الفرد من هؤلاء حاليًا 83 عامًا[2].

[1] (الصليب الأحمر)، اللجنة الدولية للصليب الأحمر، المذكرة الإعلامية رقم 1، آثار الأسلحة النووية على صحة الإنسان، ICRC

[2].الهيباكوشا: ناجون شجعان يسعون إلى تحقيق عالم خال من الأسلحة النووية 16 يناير 2022، https://news.un.org/ar/story/2022/01/1091782

2. <u>حالة العراق – التلوث الناتج عن قذائف اليورانيوم المستنفذ:</u>

تعرضت عدة مناطق في العراق خلال حربي الخليج عام 1991 وعام 2003 للتلوث الإشعاعي. فقد أستخدم (الجيش الأمريكي) القذائف المقواه باليورانيوم المستنفذ أثناء حرب الخليج بما يقدر ب 940 قذيفة طائرات بمقدمة من اليورانيوم المنضب (ب30سم طول) في حرب الخليج الأولي وحوالي 14 ألف قذيفة دبابات مما أدي لانتشار أكثر من 80 طن يورانيوم في البيئة بالبصرة في العراق على الأخص، وقذائف اليورانيوم هذه لها قدرة على اختراق الدروع كما تنتج حرارة عالية عند الاحتراق تصل إلى 4000^{0}م تفوق درجة انصهار الحديد، وينتج غبار ذرى يلوث الإنسان والحيوان عند وصوله إليهم عن طريق الأكل أو المياه أو التنفس أو للجلد وإصابات أخرى، هذا ما يفسر ولادة وإصابة الأطفال بسرطان الدم وإصابة الفتيات الصغار بأنواع مختلفة من السرطانات في العراق بنسب عالية.

كما إن دفن قذائف اليورانيوم المنضب في باطن الأرض بعد انتهاء الغارات أدي إلى وجود مصدر تلوث مستمر، حيث يحدث تآكل للمقذوفات فتختلط بالتربة وتهدد المياه الجوفية والحياة بشكل عام في هذه المواقع على المدى الطويل، إن ما أُلقي على العراق في حرب الخليج الثانية من هذه القنابل يقدر بـ 300 طن (إذا ما حُولت هذه الكميات إلى طاقة كهربائية فإنها تكفي لإنارة الولايات المتحدة الأمريكية عامًا كاملًا، فضلًا عن أنها تعادل نحو 6 قنابل ذرية من النوع الذي أسقط على هيروشيما[1])

ومن المناطق التي تعرضت للتلوث الإشعاعي أيضا منطقة الأهوار والتي تعرضت في كلتا الحربين إلى قذائف مضادة للآليات والدروع والمغلفة بسبيكة اليورانيوم المنضب المشع [*]، قدرت كمية اليورانيوم المنضب الذي تسرب للتربة من 290 إلى 2200 طن في الحربين الأخيرتين حسب تقديرات معهد بحوث السياسات النووية في نيويورك، والذي أجرى أبحاث لإيجاد نسب التلوث الإشعاعي لليورانيوم والثوريوم والرادون في النباتات والتربة والمياه في منطقة أهوار جنوب العراق، كما قام بمسح إشعاعي لبعض المناطق التي تعرضت إلى قذائف من مدينة البصرة أستخدم (محلل أطياف جاما جرامانيوم) فبينوا أن التلوث الإشعاعي في التربة بعنصر الراديوم 226 والثوريوم 234 قُدرت بـ30500 و6540 بكل كغم على التوالي.

كما قُدر عنصر النيكل والكادميوم في بعض الأسماك والروبيان في المياه البحرية العراقية باستخدام تقنية الامتصاص الذري كانت معدلات التركيز تتراوح بين 5.18 إلى 17.17 ميكروغرام/غم لعنصري النيكل والكادميوم على التوالي، وقدرت عناصر مثل: الكادميوم– الكوبلت– النحاس– الحديد– المنغنيز– النيكل– الرصاص في النباتات المائية المتواجدة في بعض المسطحات المائية للعراق الجنوبية (هور

---

[1] ممدوح فتحي عبد الصبور، يوليو2005، (اليورانيوم استخداماته–آثاره الضارة–سلوكه في البيئة)، مجلة الدراسات البيئة –العدد 29، ص125– 126.

[*] اليورانيوم المنضب يعتبر نفاية مشعة.

الحويزة، الحمار، شط العرب، كرمة على، رئس البيشة) حيث كانت تتراوح من 5.81 إلى 312.02 مايكروغرام/لتر، ويقدر تركيز اليورانيوم في المياه المعدنية بمقدار 9.20 مايكروغرام/لتر.

وظهر إن تركيز اليورانيوم في التربة في تلك المناطق أصبح في المنشأ الجيولوجي وأنه أصبح مركز في المادة العضوية لها.[1]

3.مخاطر التجارب النووية العالمية

3-1. المخاطر في مناطق التجارب النووية العالمية:

وهي التجارب التي قد تؤدى في بعض الأحيان إلى عزل مناطق شاسعة بأكملها، بدأت تلك التجارب في 16 يوليو 1945على يد الولايات المتحدة الأمريكية في صحراء ألاموغوردو بنيو مكسيكو، واستمرت التجارب لعدة دول منذ ذلك الوقت حتى توقيع معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في 1996 (تم إجراء ما يزيد على 2000 تجربة). في عام 1998 أجرت الهند وباكستان تجربتان نوويتان، وفي أعوام 2006 – 2009 –2013 –2016 –2017 أجرت جمهورية كوريا الديمقراطية الشعبية تجارب نووية.

وتختلف أنواع تلك التجارب بين ما يتم فوق الأرض وما يتم تحت الأرض حتى أعماق تصل 2400 متر وتحت المياه حتى أعماق 600 متر، وفي الأنفاق الأفقية، وقد تم تفجير قنابل في أعالي الأبراج وعلى متن البارجات وتم تعلقها من البالونات كما تم إسقاط قنابل التجارب بالطائرات وإطلاقها بواسطة الصواريخ حتى 200 ميل في الغلاف الجوي.[2]

ويوضح الجدول التالي أنواع وأعداد التجارب النووية منذ عام 1945 للعديد من الدول النووية في العالم وعلى رأسها الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا والمملكة المتحدة والهند وكوريا الشمالية.

جدول (2- 2)

التجارب النووية منذ 16 يوليو 1945 حتي2017

البلد	أول تجربة نووية	الاختبار النووي النهائي	اختبارات الغلاف الجوي	اختبارات تحت الأرض	المجموع
الولايات المتحدة	16 يوليو 1945 29 أغسطس 1949	23 سبتمبر 1992 24 أكتوبر 1990	215 221	817 494	1032 715
فرنسا	13 فبراير 1960	27 يناير 1996	50	160	210
الصين	16 أكتوبر 1964	29 يوليو 1996	23	22	45

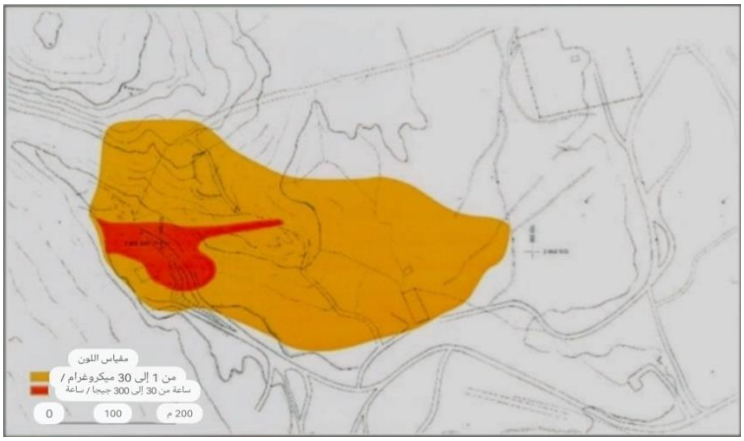
[1] محمد دخيل سلمان، –عبد الحسين حمد مطلك –قيصر إبراهيم حمد، التلوث الإشعاعي المحتمل للنباتات والتربة والمياه في بعض مناطق أهوار جنوب العراق، مركز أبحاث الأهوار –جامعة ذي قار–المعهد التقني/الشطرة.

[2] تم الرجوع إلى المعلومات ذات الصلة من الموقع التالي:www.un.org.background

البلد	أول تجربة نووية	الاختبار النووي النهائي	اختبارات الغلاف الجوي	اختبارات تحت الأرض	المجموع
المملكة المتحدة	3 أكتوبر 1952	26 نوفمبر 1991	21	24	45
الهند	18 مايو 1974	13 مايو 1998	–	3	3
باكستان	28 مايو 1998	30 مايو 1998	–	2	2
كوريا الشمالية	9 أكتوبر 2006	3 سبتمبر 2017	–	6	6
إسرائيل وجنوب أفريقيا	22 سبتمبر 1979	22 سبتمبر 1979	–	1	1
المجموع الكلي				1528	2059

المصدر: Collin, Jean-Marie, Bouveret, Patrice. (2020), The waste from French Nuclear Tests in Algeria: Radioactivity Under the Sand, ICAN-France, heinrich boll foundation, july2020, P.15.

<u>3-2. الاستعمار الفرنسي واستخدام الجزائر كحقل للتجارب النووية</u>، ومن الأمثلة المؤسفة لتلك التجارب ما قامت به فرنسا من إجراء 210 تجربة بين عامي 1960 و1996. كان نصيب الجزائر 17 تجربة نووية (بمنطقة الحمودية) تم إنشاء المركز الصحراوي للاختبارات العسكرية (CSEM) في هضبة راقان على بعد 12كم شرق بلدة رقان. أنشأت مرافق الموقع وتم إجراء 4 تجارب فوق الأرض – في تاوريرت تان أفال 13 تجربة تحت الأرض في عين إيكر على بعد 700 كيلومتر من داخل جبال الهقار المعروفة بمناظرها الخلابة) وأخطر تجربة تمت في منطقة بيريل في 1 مايو 1962.[1]



المصدر: Collin, Jean-Marie, Bouveret, Patrice. (2020), French, P.38.

شكل (2-4)

خريطة للمنطقة المقابلة لتشتت السحابة المشعة بعد إطلاق البريل توضح متوسط النشاط المتبقي (من 5-10 تيرابايت من السيزيوم137) وضعت بمعرفة الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

[1] Collin, Jean-Marie, Bouverie, Patrice.2020, The waste from French Nuclear Tests in Algeria: Radioactivity Under the Sand, ICAN-France, Heinrich boll foundation, France.PP.15-18

والذي نتج عنه سحابة مشعة في الغلاف الجوي (تجربة فاشلة) هرب على أثرها ما يقارب 2000 شخص ومجموعة الوزراء الحاضرين من الموقع من الذعر ونتج عنه 700 متر مكعب من الحمم المشعة، وتأثرت قرية ميرتوتيك على بعد 60 كم من موقع التجربة فتوفي 17 شخص من التسرب الإشعاعي ولايزال السكان يعانون من زيادة معدلات الأمراض ذات الصلة بالإشعاع، كذلك أدت التجربة إلى (تدهور بيئي خطير) وانخفاض في الثروة الحيوانية والتنوع البيولوجي فانخفضت أعداد من الزواحف المستوطنة والطيور، قامت فرنسا بدفن جميع النفايات المشعة تحت الرمال وشملت كميات من المعدات والمواد والمركبات والطائرات وأي شيء ملوث إشعاعيًا تم استخدامه في التجارب.[1]

المصدر: تم الرجوع إليه من الموقع التالي في 3 يونيو2017: https://raseef22.net/article/10619

شكل (2-5)

خريطة لمنطقة الرقان (*) بالجزائر

وحتى الآن، تعاني الجزائر من جراء تلك التجارب والتفجيرات، ومع أصرار الحكومات الفرنسية بالرفض القاطع إعطاءها الخرائط الطبوغرافية لتحديد مناطق النفايات الناتجة عنها، خوفًا من المطالبات الدولية بحقوق الجزائريين عن تلك التجارب (التعويضات المالية)، وذلك رغم اعتراف الرئيس الفرنسي فرانسيس هولاند في تاهيتي 2016 بتأثير التجارب على بولينيزيا الفرنسية، وقد طالب مسؤول جزائري (رئيس أركان الجيش) في 2021 نظيره الفرنسي بتلك الخرائط لكن تم التغاضي الفرنسي عن تناول الموضوع.

ثانيًا: مخاطر بيئية وإنسانية لحوادث الانفجارات النووية (وما ينتج عنها من نفايات نووية مشعة):

1. انفجار مفاعل تشرنوبيل ونتائجه الإنسانية والبيئية الفادحة، ويعتبر من أشهر وأسوأ الحوادث النووية خلال العقود الأخيرة، أنفجر مفاعل تشرنوبيل بأوكرانيا التي كانت تابعة للاتحاد السوفيتي آنذاك في 26 إبريل 1986، ونتج عنه أضرار بشرية وبيئية واسعة وفادحة.

فقد أرتفع مستوى طاقة المفاعل من 7% إلى 50% من الطاقة الكاملة في أقل من 10 ثواني، أدي ذلك إلى تكوين سريع للبخار عند ضغط عالي مما أدي إلى انفجار أنابيب تبريد المفاعل، تفاعل البخار في

[1] السم الدائم: برنامج التجارب النووية في فرنسا في ريقان وفي ألكر الجزائر، (2021). أطلس العدالة البيئية، www.ejatlas.org

(*) تعتبر الرقان حاليا ولاية من ولايات محافظة أدرار بالجزائر.

المفاعل التالف كيميائيا مع كسوة وقود الزركونيوم الساخن لإنتاج الهيدروجين والذي شكل خليطا قابلا للاشتعال مع الهواء، وأدى لانفجار قوى تسبب في انفجار سقف مبني التزود بالوقود وأطلق عددًا من الحرائق وصلت مستويات الإشعاع في المنطقة المجاورة مباشرة للمفاعل المحترق إلى مستويات عالية للغاية.[1]

رغم اختلاف التقديرات المعلنة من قبل السوفييت والدول الغربية، في أعداد القتلى، إلا أن الأعداد تتراوح ما بين تسعة آلاف شخص و33 ألف شخص بحسب دراسات الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية ومعهد (باول شير السويسري)، وإن كانت الأعداد تزايدت بعد ذلك كنتيجة لانبعاث الإشعاعات المسببة للسرطانات وتشوهات الأجنة، وتسرب كميات منها إلى الغابات والأراضي المجاورة للمحطة، وانطلاقها في الجو مما يسبب الحرائق المتكررة. كل هذا بحسب تحذيرات منظمة السلام الأخضر المعنية بشئون البيئة، والتي أشارت إلى أنه إذا فُقدت السيطرة على أي من تلك الحرائق فمن الممكن أن يرقي مستوى الإشعاع إلى المستوى 6 بالمقياس الدولي للحوادث النووية (تشرنوبل وصل إلى 7) وفي عام 2010 تسبب دخان حريق في وصول الإشعاع إلى تركيا. وفي 2016 أي بعد 30 عامًا من الحادثة رُصدت في سويسرا في منطقة تيتشينو جنوب جبال الألب آثار لعنصر السيزيوم 137 كنتاج لهذا الانفجار، لا يزال موجود في الطبقات العلا من النظام الأيكولوجي للغابات كما رُصد في عينات الفطر ولحوم الحيوانات البرية كذلك ترسيبات في البحيرات من نفس العنصر.[2]

2. انفجار محطة فوكوشيما دايتشي النووية: اليابان – 11 مارس 2011، كانت محطة فوكوشيما النووية تحتوي على 6 مفاعلات، حدث انفجار في 4 منها، فتسربت كميات كبيرة من الإشعاعات التي أصبحت في الجو لأكثر من 400 مرة من الكمية المسموح بها. تم ترحيل السكان من دائرة نصف قطرها 30 كيلو متر من موقع المحطة، ثم بدأ هروب كبير من طوكيو والمنطقة المحيطة بها خوفا من الهواء الملوث بالإشعاعات النووية والذي بدأت الرياح تنقله باتجاه طوكيو العاصمة"، أعقب الانفجار موجات من الزلزال والتسونامي المدمرة.[3]

3.مخاوف نووية في محطة زابوريجيا – الحرب الروسية /الأوكرانية، تطالعنا من شهر فبراير 2022 مشكلة حماية أكبر محطة نووية في أوروبا (محطة زابوريجيا) في أوكرانيا بعد إن قام الجيش الروسي بفصل المحطة عن شبكة الكهرباء الأوكرانية، وسيطرت القوات الروسية عليها ولكن أبقت على موظفيها الأوكرانيين في الاستمرار في تولي تشغيلها، كل ذلك في سياق الحرب الروسية الأوكرانية، وقد أوفدت

---

[1] الألفي، أحمد عبد السيد إبراهيم. (2022)، حادث انفجار محطة تشرنوبيل للطاقة النووية 26 إبريل 1986م، العدد (26)، مجلد4، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، مجلة علمية محكمة، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، ص 635.

[2] منتدى تشيرنوبيل–تشرنوبيل وخطر الحرائق،SWI ، تم الرجوع إليه في الموقع التالي:www.swissinfo.ch

[3] عبد الرحمن، مرجع سبق ذكره، ص27.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية أثنا عشر بعثة خبراء إلى أوكرانيا، قاد سبعًا منها مدير عام الوكالة بنفسه (السيد رافائيل ماريانو غروسي)، خصصت بعثتين كاملتين للمحطة، وكذلك باقي المحطات في أوكرانيا وهي خمس محطات للقوى النووية (خميلنيتسكي ـ ريفني ـ جنوب أوكرانيا ـــ أضافة إلى موقع تشرنوبيل).[1] ففي 1 سبتمبر 2022 قاد البعثة مع فريق كامل من الخبراء في المجال (أبقا على أثنين منهم للملاحظة والمتابعة) لمحطة زابوريجيا، وقد أوصي في تقرير موثق بضرورة إنشاء منطقة لحماية الأمان والأمن النوويين حول محطة زابوريجيا للقوى النووية.[2]

تلك الحوادث وغيرها نتج وينتج عنها الكثير من العواقب الكارثية وفرض حالات الطوارئ بالنسبة للسكان والبيئة.

4.التأثير البيئي الفادح على المحيطات – التلوث بالنفايات النووية المشعة، والتي أثرت بشكل كبير ومباشر على الحياة البحرية، ومن أبرز الأمثلة تلك القبة الخرسانية الهائلة في المحيط الهادي، التي وصفها الأمين العام للأمم المتحدة أنطونيو غوتيريش بأنها "أشبه بالنعش"، وأطلق عليها أسم رونيتا، تحتجز تلك القبة كميات كبيرة من النفايات المشعة الناتجة عن تجربة نووية أمريكية خرجت عن السيطرة، ففي 1 مارس 1954 أجرت الولايات المتحدة الأمريكية أول تجربة لقنبلة هيدروجينية (*) في جزيرة بيكيني المرجانية في وسط المحيط الهادي وأطلق عليها أسم "قلعة برافو". لكن حدث "انفجار خارج عن السيطرة" فقد فاقت قوة القنبلة توقعات صانعيها بأضعاف وتسببت بغمامة فطر مشعة فاق ارتفاعها سبع كيلومترات بعد ثواني معدودة من الانفجار وأقوى ألف مرة من الانفجار الذي تسببت فيه القنبلة الانشطارية التي ألقيت على هيروشيما. وفي غضون دقائق بدأت تلك الغمامة بالهطول إلى أرض الجزر المرجانية المحيط والمأهولة بالسكان، على شكل دقيق أبيض يشبه الثلج الناعم، حتى إن الأطفال كانوا يأكلونه، لم يكن أحد يعلم أنه ثلج مشع.

وفي السبعينيات القرن العشرين قامت الحكومة الأمريكية بجمع أطنان من التربة المحملة بالمواد المشعة من جزر مارشال في المحيط الهادي، ثم دفنتها في حفرة ناجمة عن انفجار سابق بجزيرة رونيتا المرجانية كحل مؤقت، وقامت بتشييد قبة من الخرسانة المسلحة فوقها قطرها 100 متر من أجل

---

[1] Joanne, Liou, (2023). DG Grossi opens board meeting with updates on Ukraine, Iran, Naval Nuclear Propulsion and IAEA'S Impact, IAEA Office of Public Information and Communication. تم الرجوع إليه من الموقع التالي 5 يونيو2023 www.IAEA.org/newscenter/news/dg-grossi-opens-board-meeting.

[2] Dahl, Fredrik, (2022). IAEA Proposal for Ukraine Nuclear Safety and Security Protection Zone Wins Support as Talks Begin on ITS Establishment, تم الرجوع إليه من الموقع التالي في 22 سبتمبرر 2022، www.IAEA.org/news

(*) القنبلة الهيدروجينية: تُصنع عن طريق عملية الاندماج النووي بين نظائر لعنصر الهيدروجين (التريتيوم والدوتريوم) وينتج عن أتحادهما ذرة هيليوم مع نيوترون أضافي، ويكون الهيليوم الناتج عن هذه العملية أثقل من الهيليوم الطبيعي، وتبلغ القوة الانفجارية لهذا النوع من القنابل ما يقارب انفجار (1 مليون طن من مادة التي أن تي).

حمايتها من عوامل الطقس ومنع تسرب تلك المواد المشعة، والآن بدأت تلك القبة تتفسخ، ويتوقع الخبراء أنها لن تصمد أمام عاصفة قوية وربما تنهار مسببة كارثة تسرب الإشعاعات لا يمكن التكهن بنتائجها.

المصدر: من موقع ويكبيديا لقبة رونيتا الخرسانية قطرها 100 متر

شكل (2-6)

قبة رونيتا الخرسانية بجزر مارشال بالمحيط الهادي

ثالثًا: التجارة غير المشروعة لدفن النفايات المشعة في دول العالم الثالث وأفريقيا، فمع ارتفاع تكلفة التخزين الجيولوجي للنفايات النووية المشعة نشطت تلك التجارة.

ففي فرنسا وحدها تصل تكلفة الدفن إلى ما يزيد عن 60 مليار يورو، أما في الولايات المتحدة والتي وصل عدد مدافن النفايات الخطرة إلى حوالي 50 ألف موقع دفن، ويوجد حوالي 71 ألف طن من النفايات النووية المشعة لا يزالون يبحثون عن أماكن لدفنها، خاصة بعد التوقف عن الدفن في الصحراء الأمريكية لتلوث المياه الجوفية فيها نتيجة للدفن المستمر، وانتشار الأمراض السرطانية والتشوهات الخلقية بين السكان هناك، والاتجاه إلى دفنها في المكسيك وبعض دول أمريكا اللاتينية"، ومن أمثلة تلك التجارة الغير مشروعة ما حدث من تعاقد شركات إيطالية مع بعض الأنظمة في أفريقيا لدفن النفايات النووية المشعة بها بسعر 40 دولار للطن (في حين تصل تكلفة الدفن في أوروبا إلى ما بين 15 -20 ضعفًا) وفي الولايات المتحدة الأمريكية تصل إلى ما بين 14 -36 ضعفًا.

وفي العراق يوجد 32 مليون طن من نفايات العتاد العسكري والصواريخ والقذائف التي يدخل اليورانيوم في مكيناتها، مدفونة في 14 موقعا موزعة على عدة محافظات، وخلال الخمس سنوات (من 2013 حتى 2018) تم أحصاء 64 ألف حالة سرطان في العراق.[1]

المصدر: Hussein, Bashir. (2010), The Evidence of Toxic and Radioactive wastes dumping in Somalia and its impact on the Enjoyment of Human Rights, United Nation human rights council, Geneva.P7

شكل (2-7)

خريطة أولية للمناطق الملوثة بالنفايات السامة في الصومال

وتجدر الإشارة هنا إلى أن المادة 32 من قانون البيئة المصري رقم (4) لسنة 1994 ينص على أنه: "**يُحظر استيراد النفايات الخطرة أو السماح بدخولها أو مرورها في أراضي جمهورية مصر العربية، ويحظر بغير تصريح من الجهة الإدارية المختصة السماح بمرور السفن التي تحمل النفايات الخطرة في البحر الإقليمي أو المنطقة البحرية الاقتصادية الخالصة لجمهورية مصر العربية.**"

وفي البند (18) تحت عنوان المواد الخطرة تنص على إن "**المواد ذات الخواص الخطرة التي تضر بصحة الإنسان أو تؤثر تأثيرا ضارا على البيئة مثل المواد المعدية أو السامة أو القابلة للانفجار أو الاشتعال أو ذات الإشعاعات المؤينة**" (في تعريفة للمواد الخطرة)[2]

- **تصريف المياه المشعة من محطة فوكوشيما في المحيط الهادي (2023):**

ففي 11 مارس 2011 وبسبب زلزال في منطقة شرق اليابان (توهوكو) بقوة 9 ريختر، أعقبه تسونامي وارتفعت الأمواج فيه لأكثر 10 م وتسببت الآثار والتداعيات المشتركة للزلزال وتسونامي في خسائر فادحة في الأرواح ودمار واسع النطاقة في شمال شرق اليابان، تبع ذلك حادث في محطة فوكوشيما دايتشي للطاقة النووية والذي تم تصنيفه على أنه حادث كبير من المستوى -7، تم رصد البيئة البحرية

[1] عبد الرحمن، 2018، مرجع سبق ذكره، ص ص 40-41.

[2] قانون البيئة المصري: وزارة البيئة، جمهورية مصر العربية، القاهرة 1994، ص21، ص 4.

وعينات من البيئة الأرضية لتحليلها بشكل مستقل لفحص مستويات الإشعاع وتقييمها، وضعت الوكالة الدولية خطة عمل بشأن الأمان النووي، وخريطة طريق طويلة نحو إيقاف التشغيل، من خلال مراقبة الإشعاع ومعالجته. وتساعد المعامل البحرية التابعة للوكالة حكومة اليابان في خطة مراقبة المنطقة البحرية والتركيز على التقدم في الإنجازات والتحديات وأنشطة المعالجة البيئية التي تجرى في المناطق خارج الموقع المتضررة من الحادث.

- **خطة اليابان في تصريف المياه المعالجةALPS** (نظام المعالجة المتقدمة للسوائل المخزنة في محطة فوكوشيما دايتشي للطاقة النووية في البحر)، وسوف تقوم الوكالة بإجراء فحوصات مستقلة خاصة بها للبيانات الرئيسية المتعلقة بمراقبة سلامة المياه المعالجة قبل وأثناء وبعد تصريفها. وهذه النقاط الثلاثة للتأكد من إن اليابان تتماشي مع معايير أمان الوكالة الدولية، وتتضمن المراجعة أيضا تقييمات للخطط الفنية والأنشطة التنظيمية والعمليات المتعلقة بتصريف المياه.

تحديد خصائص ونشاط المياه المعالجة ليتم تصريفها في البحر، وتقوم الوكالة بفحوصات مستقله خاصة للمحتويات الإشعاعية للمياه المخزنة في الخزانات ونحلل العينات البيئية (من مياه البحر والأسماك) من البيئة المحيطة، وسيتم إجراء لإثبات البيانات هذا باستخدام المقارنات بين مختبرات التابعة للوكالة ومختبرات مستقله في فرنسا وكوريا وسويسرا والولايات المتحدة وجميعها أعضاء في شبكة المختبرات التحليلية للوكالة الدولية للطاقة الذرية لقياس النشاط الإشعاعي البيئي (ألميرا)، وستتاح النتائج الأولية في 2023 قبل البدء في عمليات التصريف المخطط لها للمياه المعالجة وتتحمل اليابان المسؤولية العامة عن سلامة منشآتها وأنشطتها النووية بما في ذلك تصريف المياه المعالجة.

من أهم الملاحظات أنه لن يتم أزاله عنصر التريتيوم وهو نظير للهيدروجين، أن المياه المخزنة في فوكوشيما بها تركيز منخفض من التريتيوم وسوف يتم تصريفها في كمية كبيرة من الماء بالتالي فإن التقنيات الحالية لأزاله التريتيوم غير قابلة للتطبيقNPS.

1.25 مليون طن من مياه الصرف المعالجة الملوثة لإطلاق سراحها في المحيط الهادي، ومن المتوقع إن تستمر حوالي 40 عامًا، ويتم تخزين أكثر من 1000 دبابة فولاذية تحتوي على مياه الصرف على أرض النباتات في انتظار التفريغ.[1]

التأثيرات البيئية:

فقدان التنوع البيولوجي (الحياة البرية –التنوع الزراعي)، انعدام الأمان الغذائي (إلحاق الضرر بالمحاصيل)، التلوث الجيني، والزعزعة الكبيرة للأنظمة المائية والجيولوجية تراجع الترابط البيئي الهيدرولوجي، تلوث مياه السطح، تراجع جودة المياه (على المستوى الفيزيائي –الكيميائي والبيولوجي).

[1]. موقع الوكالة https://www.iaea.org/topics/response/fukushima-daiichi-nuclear-accident

ويُعبر الكثيرين عن مخاوفهم بشأن ترسب النويدات المشعة في قاع البحر والتي يمكن أن تلتقطها النباتات الطبيعية وتعتبرها بيوتًا. وسوف يؤدى إلى خطر كبير للإشعاع إلى المحيط والمأكولات البحرية، وأعربت حركة السلام الأخضر للمنظمات غير الحكومية البيئية باستمرار عن مخاوفهم بشأن عدم الاهتمام بالسلامة لسكان فوكوشيما وضد أطلاق المياه الملوثة في المحيط.[1]

كما كانت هناك احتجاجات بحرية من مجتمعات الصيد في جميع أنحاء كوريا الجنوبية حيث يعبرون عن مخاوفهم من إن صناعة الصيد التي تبلغ 9 مليارات دولار سنويًا ستتأثر سلبا بتصريف المياه من فوكشيما مع فقدان الثقة في سلامة المأكولات البحرية المستهلكة مما أدى إلى فقدان الصيادين سُبل العيش.[2]

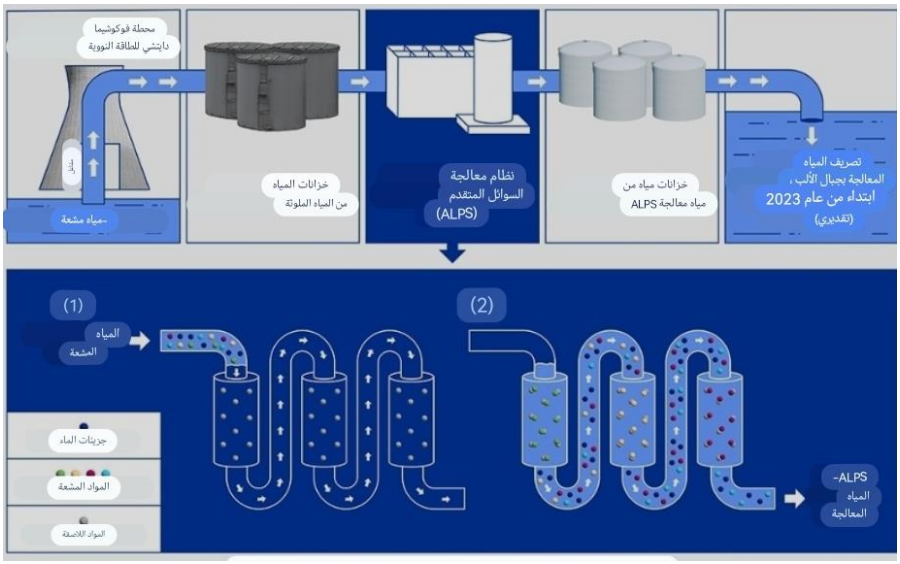
رابعًا: المصادر المشعة المهملة (الغير مستخدمة)، والتي قد تُشكل خطر ليس بالهين إذا تم التعامل معها بعشوائية والمصدر المشع Radioactive source المختوم هو كمية معروفة من النويدات المشعة التي تصدر إشعاعات مؤينة، عادة ما تصدر واحدة أو أكثر من أنواع الإشعاع وأشعة جاما وجسيمات ألفا وجسيمات بيتا وإشعاع النيوترونات، عادة ما يستمر مصدر الإشعاع لمدة تتراوح بين 5 و25 سنة قبل انخفاض نشاطها إلى ما دون المستويات المفيدة. وهو حاوية لمادة مشعة مغلفة، وعادة ما يبدو شكله كقطعة صغيرة وغير مؤذية من المعدن، منها على سبيل المثال مصادر الكوبلت ذات النشاط الإشعاعي القوي المستخدمة في علاج السرطان وهي تحتوي على مواد مشعة مختومة بصفة دائمة في كبسولة. والكبسولة أو مادة المصدر المختوم قوية بما فيها الكفاية للحفاظ على إحكام منعًا لتسرب في ظل ظروف الاستخدامات يصُمم المصدر من أجلها، وتُستخدم المصادر المشعة المختومة في مختلف التطبيقات في مجال الطب والزراعة والصناعة والنقل والبناء والجيولوجيا والتعدين والبحوث.

وتعرَّف المصادر المهملة بأنها مصادر لم تعد مستخدمة ولا توجد نية لاستخدامها مرة أخرى في الممارسات المأذون بأن تُستخدم فيها. والمصادر المستهلكة، التي لم يعد من الممكن استخدامها للأغراض المقصودة منها نتيجة للاضمحلال الإشعاعي، هي مجموعة فرعية من المصادر المهملة، وإذا ضاعت المصادر المختومة المهملة أو لم تكن خاضعة للرقابة الملائمة، فيمكن إن تمثل تهديدًا لصحة الإنسان والبيئة.

---

[1] New report details IAEA's independent checks of treated water discharge from Fukushima Daiichi,22Des.2022, Vienna, Austria.
https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/new-report-details-iaeas-independent-checks-of-treated-water-discharge-from-fukushima-daiichi

[2] مليون طن من مياه الصرف النووية من محافظة فوكوشيما إلى مياه الكوريين الجنوبية الصينيين، أطلس العدالة البيئة 8\1\2022
https://ejatlas.org/conflict /permission-granted-to-release-one-million-tonnes-of-wastewater-into-the-sea-from-fukushima-nuclear-power-plant/



المصدر: https://www.iaea.org/topics/response/fukushim-daiichi-nuclear-accident/fukushima-daiichi-alps-treated-water-discharge/faq

شكل (2-8)

خطة تصريف المياه المعالجة من فوكوشيما في المحيط ALPS

والتعرض لجرعات كبيرة من الإشعاع من مصدر غير مدرع وذو إشعاع قوي يمكن إن يكون قاتلًا أو يسبب إصابة إشعاعية شديدة، وفي حالة تلف كبسولة المصدر، يمكن أن تنطلق المادة المشعة وتتناثر، مما يؤدي إلى تلوث البيئة ووجود أخطار إشعاعية محتملة على الناس. كما يؤدي إخراج المرافق النووية من الخدمة وتنظيف المواقع الملوثة إلى إنتاج نفايات مشعة ينبغي التصرف فيها ثم التخلص منها بشكل سليم.

خامسًا: مناطق مناجم تعدين اليورانيوم وعمليات تصنيعه وتخصيبه، ليصبح وقودًا نوويًا لمحطات القوي النووية على مستوي العالم، مصدر أساسي للنفايات النووية المشعة وارتفاع نسب الإصابة بالسرطانات لدى سكان تلك المناطق، بل وتأثر البيئة الطبيعية بشكل مباشر بتلك النفايات. وفي دراسة أجريت على شعب النفاجو (في الفترة من 1993 -1969) المقيمين بالقرب من مناجم تعدين اليورانيوم بنيو مكسيكو وأريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية، وجد أن احتمالات الإصابة الأمراض السرطانية تبلغ 286 مرة أكثر من الأشخاص المقيمين بعيدًا عن تلك المناجم.[1]

ومع كل ما سبق ذكره قد تنشأ النفايات المشعة كذلك كنتاج لطائفة عريضة من الأنشطة الأخرى المختلفة، التي تنتج عن نفايات مشعة، تتراوح بين أنشطة في المستشفيات ومراكز الأشعة (وفي عدد من الصناعات المختلفة (أنابيب نقل البترول – الهواتف النقالة. .وغيرها). كل تلك الأنشطة قد تمثل خطرا محدق بالإنسان والبيئة إذا لم يتم التعامل معه باحترافية والتأكيد على عوامل الأمان.

[1] عبد الرحمن، 2018، مصدر سبق ذكره، ص34

الفصل الثالث

نُظم ومعايير الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية عالميًا وإقليميًا

الفصل الثالث

نُظم ومعايير الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية عالميًا وإقليميًا

مقدمة:

سلط الفصل السابق الضوء على المفاهيم والتصنيفات الرئيسية للنفايات النووية، وعلى الأبعاد البيئية المختلفة لها. كما أوضح الفصل التكلفة الفادحة للتعامل السيء مع تلك النفايات في العديد من التجارب للاستخدام المدمر للأسلحة النووية بشكل مباشر في المجال العسكري، أو صور التعامل غير الرشيد مع النفايات النووية والذي يؤثر بصورة سلبية على الإنسان وجودة البيئة المحيطة.

في ضوء ذلك، تسارعت الجهود العالمية والإقليمية لحوكمة التعامل مع النفايات النووية على المستويات العالمية من جانب الأمم المتحدة ووكالاتها الدولية المتخصصة، وعلى المستويات الإقليمية بما فيها المستويين العربي والأفريقي، وعلى مستوى دول العالم المختلفة ومن بينها مصر.

وتلعب (الوكالة الدولية للطاقة الذرية – **IAEA**) التي تأسست عام 1957 في فيينا – النمسا، دورًا محوريًا في قيادة الجهود العالمية لحوكمة الأنشطة النووية في العالم تحت شعار (تسخير الذرة من أجل السلام والتنمية) من خلال العديد من الاتفاقيات والمعاهدات الدولية والإقليمية، بالإضافة إلى النُظم والقواعد التي تخضع للتطوير المستمر في ضوء المستجدات العالمية في التعامل مع النفايات النووية ومع الأبعاد البيئية والإنسانية المرتبطة بها.

وتوجه الوكالة الدولية للطاقة الذرية اهتمام خاص بقضايا التصرف والتعامل مع النفايات النووية المشعة (مما يؤكد على الاهتمام والعناية الدولية الكاملة) تمهيدا للتخلص منها، والسياسات والاستراتيجيات المناسبة الواجب إتباعها بخصوص تلك المواد، وتقييم المخزون وتحليل التكاليف واقتصاديات التصرف في تلك النفايات وتقليلها وتحسين ممارسات التشغيل في المرافق النووية وتطوير تكنولوجيا إدارة النفايات. كما تشارك في عدد من المشاريع الدولية بشأن هذه المسألة مثل المشروع الدولي المعني بتقارير الأمان التكميلية: إعدادها وتطبيقها في مرافق التصرف في النفايات، وقد عقدت الوكالة مؤتمر الأطراف لتعديل اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية في أبريل عام 2022 في فيينا النمسا بمشاركة 106 دولة بالإضافة إلى مصر بصفة مراقب.

يلقي الفصل الحالي الأضواء على أهم الترتيبات والنُظم العالمية والإقليمية ذات العلاقة بتعزيز حوكمة الإدارة الآمنة للنفايات النووية.

المبحث الأول: اتفاقيات ونُظم دولية لحوكمة الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية

المبحث الثاني: اتفاقيات ونُظم إقليمية لحوكمة الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية

المبحث الأول

هناك العديد من الاتفاقيات العالمية التي تختص بإدارة النفايات النووية، بالإضافة إلى العديد من النظم والقواعد التي تدعم تلك الاتفاقيات، والتي سنعرض لها في هذا المبحث.

أولًا: الاتفاقيات الدولية:

أهتم المجتمع الدولي بعمل عدة اتفاقيات تنظم طرق التعامل مع النفايات النووية المشعة منها ثلاث حزم من الاتفاقيات، تدور حول الأمان النووي والذي يمثل التخلص من النفايات المشعة جزء رئيسي فيها.

1.اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي (السبب الرئيسي حادثة تشرنوبيل)

اعتمدت هذه الاتفاقية في سبتمبر 1986 في الدورة الاستثنائية للمؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية ثم كان نفاذها في أكتوبر 1986، تنص هذه الاتفاقية على التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي، وقد اعتمدت بعد حادث محطة تشرنوبل النووية، نظامًا للتبليغ عن الحوادث النووية التي يُحتمل أن تؤدي إلى انطلاقات عابرة للحدود الدولية، ويمكن أن يكون لها مغزى من حيث الأمان الإشعاعي بالنسبة لدولة أخرى. وتوضح المادة الأولي والخاصة بنطاق التطبيق أن هذه الاتفاقية تسري على أي حادث يشمل مرافق أو أنشطة لدولة طرف أو لأشخاص أو كيانات قانونية خاضعة لولاياتها أو سيطرتها يحدث منه أو يحتمل أن يحدث منه انطلاق لمواد مشعة، ونجّم عنه أو قد ينجم عنه انطلاق عبر الحدود الدولية ويمكن أن يكون له أهمية من حيث السلامة الإشعاعية بالنسبة لدولة أخرى.

ومدّرج في البند رقم 2 من نفس المادة تحت عنوان **المرافق والأنشطة** المشار إليها ثلاث نقاط خاصة بالنفايات المشعة الأولي (أي مرفق لتصريف النفايات المشعة) الثانية (نقل وخزن أي وقود نووي أو نفايات مشعة) الثالثة (صنع واستعمال وخزن وتصريف ونقل نظائر مشعة لأغراض زراعية وصناعية وطبية وما يتصل بها من أغراض علمية وبحثية).

وأنه على الدولة صاحبة الحدث أن تبادر مباشرة أو عن طريق الوكالة الدولية للطاقة الذرية بتبليغ الدول التي أضيرت أو يحتمل إن تضار ماديًا على النحو المنصوص عليه في المادة رقم 1، والتأكيد على تبليغ الوكالة بالحادث النووي وطبيعته ووقت حدوثه وموقعه بالتحديد كلما كان ذلك بشكل سريع كلما كان ملائمًا أكثر.

وفي المادة 4 تحت عنوان (مهام الوكالة) أنه على الوكالة تزود أي دولة طرف أو عضو أو منظمة دولية ذات صلة بناءً على طلبها بالمعلومات التي تلقتها.

وفي المادة 5 تتضمن نوعية المعلومات التي بالضرورة معرفتها، وتضيف إن هذه المعلومات لابد إن تعزز على فترات ملائمة بالأحدث منها، وتشكل بنود المادة 8 تقديم المساعدة للدول الأطراف.

2.اتفاقية تقديم المساعدة في حالة وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي

اعتمدت هذه الاتفاقية في المؤتمر العام في دورته الاستثنائية في سبتمبر 1986 وتم نفاذيتها في أكتوبر 1986، بعد حادث محطة تشرنوبل النووية، وقد وضعت إطارًا دوليًا للتعاون فيما بين الدول الأطراف ومع الوكالة من أجل تيسير سرعة تقديم المساعدة والدعم في حالة وقوع حوادث نووية أو طوارئ إشعاعي".

وتحدد في البند 1 من المادة الأولي "أن تتعاون الدول الأطراف فيما بينها ومع الوكالة الدولية للطاقة الذرية وفقًا لأحكام هذه الاتفاقية، لتيسير تقديم المساعدة الفورية في حالة وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي بغية التقليل إلى أدنى حد من عواقبه وحماية الأرواح والممتلكات والبيئة من آثار الإشعاعات المنطلقة". وفي البند 5 من المادة 2 تحت عنوان تقديم المساعدة، أنه يجوز لأية دولة طرف أن تطلب مساعدة تتصل بتقديم العلاج الطبي للسكان المتضررين من حادث نووي أو طارئ إشعاعي أو نقل هؤلاء السكان مؤقتًا إلى أراضي دولة أخرى من الدول الأطراف. وفي البند 6 تنص على أن الوكالة تستجيب لأي طارئ أو طلب للمساعدة من أي دولة طرف أو دولة عضو وذلك وفقا لنظامها الأساسي ووفقا لما هو منصوص عليه في هذه الاتفاقية.

3.اتفاقية الأمان النووي

اعتمدت هذه الاتفاقية في 17 يونيو 1994 وتم فتح باب التوقيع عليها في 20 سبتمبر 1994 خلال الدورة الثامنة والثلاثين للمؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية.

وتهدف اتفاقية الأمان النووي إلى إلزام الأطراف المتعاقدة فيها التي تُشغِّل محطات قوى نووية أرضية بالحفاظ على مستوى رفيع من الأمان عن طريق وضع مبادئ أساسية للأمان لتتقيَّد بها الدول المتعاقدة.

وينص البند 9 من الديباجة على "ضرورة البدء فورًا في وضع اتفاقية دولية بشأن أمان تصريف النفايات المشعة بمجرد إن تسفر العملية الجارية لوضع أساسيات لأمان تصريف النفايات عن اتفاق دولي واسع النطاق". وتنص المادة 5 من الفصل الثاني على الالتزامات بعنوان (تقديم التقارير) "على إنه يقدم كل طرف متعاقد قبل كل اجتماع من الاجتماعات المشار إليها في المادة 20 تقريرًا عما أتخذه من تدابير لتنفيذ كل من الالتزامات الواردة في هذه الاتفاقية بغرض استعراضه.

كما يشير البند 3 من المادة 19 من نفس الفصل بعنوان (التشغيل) "إلى إن تشغيل المنشأة النووية وصيانتها وتفتيشها واختبارها يتم وفقا للإجراءات المعتمدة. والبند 4 من نفس المادة يقر بأن تتخذ إجراءات تكفل التصدي لمصادفات التشغيل المتوقعة وللحوادث. والبند 6 يلزم حامل الرخصة ذات الصلة بتبليغ الهيئة الرقابية على وجه السرعة بالحوادث المؤثرة من حيث الأمان.

وفي البند 8 من المادة 19 من الفصل 2 تنص على "أن يتم حصر توليد النفايات المشعة الناجمة عن تشغيل المنشأة النووية ضمن أدنى حد يمكن تحقيقه عمليًا بالنسبة للعملية المعنية، سواء فيما يتعلق بالنشاط أو الحجم، وأن تراعي مقتضيات التكييف والتخلص في أي عملية معالجة وتخزين تقتضي الضرورة اجراءها للوقود المستهلك والنفايات وترتبط ارتباطًا مباشرًا بالتشغيل وتتم في نفس موقع المنشأة. وهذه الاتفاقية مضافًا إليها الاتفاقيتين السابقتين يشكلون الأساس الذي يقوم عليه الإطار الدولي للتأهب والتصدي للطوارئ.

4.الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعة

والتي اعتمدت في المؤتمر الدبلوماسي سبتمبر 1997 في فيينا، وأصبحت سارية المفعول في اليوم 90 من تاريخ إيداع الوثيقة "وهذه الاتفاقية المشتركة هي أول صكٍ قانوني يتناول مسألة أمان التصرُّف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة على الصعيد العالمي، وذلك عن طريق وضع مبادئ أساسية للأمان وإرساء عملية "استعراض نظراء" مشابهة للعملية الخاصة باتفاقية الأمان النووي".

تهدف المادة الأولى ببنودها الثلاث "بلوغ مستوى عالي من الأمان في التصرف في النفايات المشعة والوقود المستهلك والحفاظ على هذا المستوى على نطاق العالمي". كما تهدف إلى وجود دفاعات فعالة في جميع مراحل التصرف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة، ضد الأخطار المحتملة لحماية الأفراد والمجتمع والبيئة، على نحو يلبي احتياجات الجيل الحالي دون المساس بحقوق الأجيال القادمة، والحيلولة دون وقوع حوادث ذات عواقب إشعاعية، وتخفف حدة هذه الوقائع في حالة وقوعها أثناء أي مرحلة من مراحل التصرف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة. وتوضح المادة 2 أيضًا التعريفات الخاصة بالاتفاقية، والمادة 3 نطاق التطبيق.

أما الفصل الـ 2 بعنوان (أمان التصرف في الوقود المستهلك) فيتناول متطلبات الأمان، المرافق القائمة، اختيار مواقع المرافق المقترحة، تصميم المرافق وتشيدها، ثم تقييم أمان المرافق وتشغيلها والتخلص من الوقود المستهلك. يتناول الفصل الـ 3 أمان تصريف النفايات المشعة ويعرض لكافة النقاط السابقة المطبقة على الوقود المستهلك تطبيقًا على النفايات المشعة. وإن كانت المادة 17 تتناول التدابير المؤسسية بعد الإغلاق. كما يتناول الفصل الـ 4 أحكام الأمان العامة.

والفصل الـ 5 يتناول أحكام متنوعة المادة 27 به تحت عنوان "النقل عبر الحدود"، والمادة 28 المصادر المختومة المهملة. أما المادة 32 فهي حول أعداد التقارير، حيث أنه على كل طرف أن يقدم تقريرًا وطنيًا إلى كل اجتماع استعراضي للأطراف المتعاقدة، كما يتناول التدابير المتخذة لتنفيذ كل من الالتزامات التي تقضي بها الاتفاقية في أطار عدة نقاط وهي:

- سياسته المتعلقة بالتصرف في الوقود المستهلك.
- ممارساته المتعلقة بالتصرف في الوقود المستهلك.

- سياسته المتعلقة بالتصرف في النفايات المشعة.
- ممارساته المتعلقة بالتصرف في النفايات المشعة.
- المعايير التي يستخدمها في تعريف وتصنيف النفايات المشعة.

كما يتضمن التقرير أيضًا:

- **قائمة بمرافق التصرف في الوقود المستهلك** الخاضعة لهذه الاتفاقية وأماكنها وغرضها الرئيسي وسماتها الأساسية.
- **كشف يبين رصيد الوقود المستهلك الخاضع لهذه الاتفاقية** والمودع في التخزين والوقود الذي تم التخلص منه ويتضمن هذا الكشف وصفا للمادة ويعطي ما هو متاح من معلومات عن كتلتها ونشاطها الإجمالي.
- **قائمة بمرافق التصرف في النفايات** المشعة الخاضعة لهذه الاتفاقية وأماكنها وغرضها الرئيسي وسماتها الأساسية.
- رصد يبين رصيد النفايات المشعة الخاضعة لهذه الاتفاقية والتي:

✓ أودعت للتخزين في مرافق التصرف في النفايات المشعة ومرافق دورة الوقود النووي أو تم التخلص منها أو نتجت من ممارسات سابقة.

✓ ويتضمن الكشف وصفا للمادة وغير ذلك من المعلومات المناسبة المتاحة، من قِبيل الحجم أو الوزن، والنشاط والنويدات المشعة المحددة.

✓ قائمة بالمرافق النووية التي تجرى عملية وقف تشغيلها نهائيًا وحالة أنشطة وقف التشغيل نهائيًا في تلك المرافق.[1]

5.اتفاقيات فيينا بشأن المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية:"اعتمدت اتفاقية فيينا بشأن المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية في مايو 1963 ودخلت حيز التنفيذ في نوفمبر 1977.

تهدف هذه الاتفاقية إلى تحقيق الاتساق في القوانين الوطنية المعمول بها لدى الأطراف المتعاقدة عن طريق وضع بعض المعايير الدنيا لتوفير حماية مالية بشأن الأضرار التي تنجم عن بعض الاستخدامات السلمية للطاقة النووية.

ويشمل نطاق الاتفاقية الأضرار الناجمة عن الحوادث النووية التي تقع في المنشآت النووية (كما تعرفها الاتفاقية – أي المفاعلات البرية، المصانع المخصصة لإنتاج المواد النووية أو معالجتها، والمرافق التي تخزن فيها مواد نووية ما لم يكن هذا التخزين مؤقتًا أثناء النقل) أو تلك التي تقع أثناء نقل المواد النووية (الوقود النووي، باستثناء اليورانيوم الطبيعي والمستنفذ، والمنتجات المشعة أو النفايات المشعة) إلى المنشآت أو منها.

[1] تم الرجوع إليها في الموقع التالي: https://www.iaea.org/sites/default/files/infcirc546_ar.pdf

وتعرف الأضرار النووية بأنها أضرار بحيث تشمل كحد أدنى (الوفاة أو الإصابة الشخصية وحدوث خسائر أو أضرار في الممتلكات). من ضمن بنود التزامات الأطراف المتعاقدة: إن الحد الأدنى للمسؤولية (5 ملايين دولار أمريكي بمعيار الذهب عن كل حادثة نووية) طبقا للمادة 5، وفي المادة 6 وضع حدود زمنية للمسؤولية (عشر سنوات من تاريخ وقوع الحادثة النووية)، في المادة 13 (معاملة الضحايا معاملة متساوية بصرف النظر عن الجنسية أو محل السكن أو محل الإقامة).

6.البرتوكول المشترك بشأن اتفاقية فيينا واتفاقية باريس المعنية بالمسؤولية المدنية في مجال الطاقة النووية

هي الاتفاقية المودعة لدي الأمين العام لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والأطراف المتعاقدة في اتفاقية باريس ليست أطرافًا في اتفاقية فيينا والعكس بالعكس (ويثير عدم وجود علاقات تعاهديه بين الأطراف المتعاقدة في الاتفاقيتين مشاكل تتعلق على وجه الخصوص بالنطاق الجغرافي للنظام المذكور، لذلك فالهدف من البروتوكول المشترك هو إرساء علاقات تعاهديه بين الأطراف المتعاقدة في اتفاقية فيينا والأطراف المتعاقدة في اتفاقية باريس لتبديد الخلافات بينهما عند التطبيق على الحادثة النووية ذاتها. ومن ثم بالبروتوكول المشترك ليس مفتوحًا إلا أمام الدول الأطراف في أي من الاتفاقيتين، علمًا بأن كلتاهما صيغتا بحيث يمكن ادخال أي تعديل عليهما.

في عام 1997 أعتمد برتوكول تعديل اتفاقية فيينا بشأن المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية وتتيح الاتفاقية بصيغتها المعدلة بالبروتوكول نطاقًا أوسع ومبلغًا أكبر لمسؤولية مشغل المنشأة النووية وهي توفر سُبلًا أفضل لضمان تعويض مناسب وعادل (يزاد مقدار التعويض الأدنى ليصل إلى 300 مليون وحدة من حقوق السحب الخاصة 2، ويجوز للدول التي لا تستطيع التسديد فورًا إن تسدد المبلغ على مراحل خلال فترة زمنية محددة المادة 5). كما تمدد فترة المطالبة بالتعويض عن الوفاة والإصابة الشخصية لتصل إلى ثلاثين عامًا في المادة 6، وكذلك السعي من قِبل مجلس المحافظين التابع للوكالة ليشمل نطاق التطبيق فئات إضافية من المنشآت النووية التي فيها وقود نووي أو منتجات مشعة أو نفايات مشعة. كما يجوز للدول بصرف النظر عما إذا كانت أم لم تكن طرفًا في اتفاقية فيينا إن توافق على أحكام البروتوكول.

7.البروتوكول المشترك بشأن تطبيق اتفاقية فيينا واتفاقية باريس سبتمبر 1988 ودخل حيز التنفيذ في إبريل 1992، "وتضع اتفاقية باريس المعنية بالمسؤولية المدنية في مجال الطاقة النووية، نظامًا قانونيًّا يتطابق إلى حد بعيد مع النظام القانوني الدولي للمسؤولية المدنية عن الأضرار النووية، كما ترسيها اتفاقية فيينا للمسؤولية المدنية عن الأضرار النووية .والغرض من البروتوكول المشترك هو إرساء علاقات تعاهديه بين الأطراف المتعاقدة في اتفاقية فيينا والأطراف المتعاقدة في اتفاقية باريس، وتلافي أوجه التضارب التي قد تنشأ عن تطبيق كلتا الاتفاقيتين على الحادثة النووية ذاتها".

8.اتفاقية التعويض التكميلي عن الأضرار النووية. سبتمبر 1997 ودخلت حيز التنفيذ في إبريل 2015، تهدف اتفاقية التعويض التكميلي عن الأضرار النووية إلى وضع حدٍّ أدنى لمبلغ التعويض الوطني وإلى زيادة مبلغ التعويض من خلال أموال عامة توفّرها الأطراف المتعاقدة في حال كان المبلغ الوطني غير كافٍ للتعويض عن الأضرار الناجمة عن حادثة نووية.

كما أن دولة المنشأة ملزمة بضمان إتاحة 300 مليون وحدة من وحدات حقوق السحب الخاصة (SDRs)3 كحد أدنى للتعويض عن الأضرار النووية على المستوى الوطني، وفي حال وقوع حادثة خسائرها تفوق المبلغ سيتم تفعيل نظام التعويض التكميلي المحدد بموجب الاتفاقية وتكون جميع الأطراف المتعاقدة بالتالي ملزمة بإتاحة أموال عامة إضافية وفقا لصيغة محددة.

ويستتبع صيغة المساهمات التي يكون على الأطراف المتعاقدة بموجبها إن تتيح أموالًا عامة إضافية حيث أن أكثر من 90% من المساهمات سوف يأتي من دول مولدة للقوى النووية على أساس القدرة النووية للمنشأة الخاصة بها. ولن تطالب الدول غير المولدة للقوى النووية التي تدفع الحد الأدنى من نسبة الاشتراك في الأمم المتحدة بتقديم أي مساهمات المادة 4.

8- اتفاقية الأمن النووي

تألّف الإطار القانوني الدولي للأمن النووي من صكوك قانونية ومبادئ معترف بها ترمي إلى منع وكشف والتصدي إلى الأعمال الإجرامية وغيرها من الأفعال غير المأذون بها المنطوية على أو الموجهة ضد مواد نووية أو غيرها من المواد المشعة وما يتصل بها من مرافق أو أنشطة، والصكوك القانونية الدولية الرئيسية المعتمدة برعاية الوكالة الدولية هي اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية وتعديلها لعام 2005 فضلًا عن مدونة قواعد السلوك بشأن أمان المصادر المشعة وأمنها إلى جانب توجيهاتها التكميلية.[1]

9.اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية ودخلت حيز النفاذ في فبراير ١٩٨٧، وتعد هي صك من الصكوك الثلاثة عشرة التي تعالج موضوع مكافحة الإرهاب وهي التعهد الدولي الوحيد الملزم قانونًا في مجال الحماية المادية للمواد النووية.

هدفها الأساسي تحقيق وحماية مادية فعالة عالمية النطاق للمواد النووية المستخدمة في الأغراض السلمية وللمرافق النووية المستخدمة في الأغراض السلمية، منع ومكافحة الجرائم المتعلقة بتلك المواد والمرافق على الصعيد العالمي، وتيسير التعاون فيما بين الدول الأطراف تحقيقا لتلك الغايات.

وتنطبق هذه الاتفاقية على المواد النووية المستخدمة للأغراض السلمية عندما تكون في مرحلة النقل النووي الدولي ومع بعض الاستثناءات، عندما تكون قيد الاستخدام والخزن والنقل محليا. وتم تعديل

[1] www.iaea.org/topics/nuclear-security-conventions

الاتفاقية وتعزيز أحكامها في عام ٢٠٠٥، فضلًا عن مدونة قواعد السلوك بشأن أمان المصادر المشعة وأمنها إلى جانب توجيهاتها التكميلية.

ودخل التعديل حيز النفاذ في مايو ٢٠١٦، والتعديل الذي أدخل على هذه الاتفاقية يجعل من الملزم قانونًا للدول الأطراف إن تحمي المرافق والمواد النووية التي هي قيد الاستخدام والتخزين والنقل محليًا في أغراض سلمية، وينص أيضًا على توسيع نطاق التعاون بين الدول وفيما بينها بخصوص التدابير السريعة لتحديد مواقع المواد النووية المسروقة أو المهربة واستعادتها، والتخفيف من أي عواقب إشعاعية قد تترتب على أعمال التخريب، ومنع الجرائم ذات الصلة ومكافحتها.

10.**الاتفاقية الدولية لمكافحة الإرهاب النووي:** اعتمدت في إبريل 2005، ودخلت حيز النفاذ في يوليه ٢٠٠٧، وهذه الاتفاقية جزء رئيسي من الجهود العالمية لمنع أسلحة الدمار الشامل، وتنص الاتفاقية على تعريف أعمال الإرهاب النووي وتغطي مجموعة واسعة من الأهداف المحتملة بما في ذلك الموجهة ضد محطات الطاقة النووية والمفاعلات. وتتعرض تفصيلًا للجرائم المتعلقة بالحيازة والاستخدام غير المشروع أو المتعمد لمادة مشعة أو جهاز نووي مشع، واستخدام المرافق النووية أو إلحاق الضرر بها.[1]

11.اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود:

تم فتح باب التوقيع عام 1989 ودخلت حيز التنفيذ في مايو1992، ومنذ 2018 أصبح هناك 187 دولة طرفًا في المعاهدة وقد تناولت المعاهدة ضمن بنودها النفايات المشعة وحددتها ضمن النفايات الخطرة التي وجب التعامل معها في إطار قانوني حددته الاتفاقية. وفي الاحتفال بمرور عشرون عامًا على إقرار المعاهدة برزت مشكلة النفايات الإلكترونية الخطرة بشكل كبير.[2] وفي المادة 11 منها تنص على حظر تصدير النفايات المشعة والخطرة والنفايات الأخرى إلى أفريقيا.

12. اعتماد **اتفاقية لومي الرابعة ديسمبر 1989** ودخلّت حيز التنفيذ في سبتمبر 1991، ورغم أنها اتفاقية معنية بصفة أساسية بمسألة التجارة والتنمية بين أطرافها إلا أنها بموجب أحكام المادة 39 منها تلتزم دول الاتحاد الأوروبي بحظر تصدير النفايات الخطرة والنفايات المشعة إلى الدول النامية (ويقصد بها دول منطقة الكاريبي والمحيط الهادي والدول الأفريقية) **ACP** كما تلتزم تلك الدول بحظر استيراد النفايات إلى داخل أقاليمها من دول المجموعة الأوروبية ومن أي دول أخرى وتلتزم الدول الأطراف بسن وإصدار القوانين والتشريعات الوطنية واللوائح الإدارية اللازمة لتنفيذ التزامها في هذا الشأن، وبالفعل تم تعديل تشريعات تسع وسبعين دولة من الدول الموقعة لكي تتواءم مع أحكام الاتفاقية بحظر الاتجار غير المشروع في النفايات الخطرة والمشعة.

---

[1] تم الرجوع إليها في الموقع التالي: https://www.iaea.org/ar/almawadie/aitifaqiaat-alaman-alnawa

[2] تم الرجوع إليه في (2009)، في الموقع التالي، **https://www.swissinfo.ch/ara**

13.اتفاقية منع انتشار الأسلحة النووية – واتفاقيات الضمانات الشاملة

فتح باب التوقيع عليها في 1968 ودخلت في حيز التنفيذ في مارس 1970 وفي 1995 تم تمديد المعاهدة إلى أجل غير مسمي، وهي اتفاقية من شأنها إن تحد من انتشار الأسلحة النووية والترويج للاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وتعد المعاهدة الأكثر أطرافًا في المجال حيث إن أعضائها 191 دولة طرفا. وتلزم الوكالة كل دولة طرف وغير حائزة لأسلحة نووية بإبرام أتفاق ضمانات شاملة مع الوكالة لتمكن الأخيرة من التحقق من وفاء تلك الدولة بالتزاماتها. وفي 2020 أدخلت 176 من تلك الدول حيز النفاذ اتفاقية الضمانات الشاملة التي تقتضيها المعاهدة ومازال هناك 10 دول منها لم تقم بذلك. في عام 1971 أُبرمت أولي اتفاقات الضمانات الشاملة مع دول غير حائزة لأسلحة نووية فيما يتصل بمعاهدة عدم الانتشار.

14. **اتفاقية جنيف عام 1958 بشأن أعالي البحار** (المادتين 24 و25) تفرض حظر دولي على التخلص من النفايات الخطرة والمشعة في البيئة البحرية.

15.**اتفاقية لندن** لعام 1972 بشأن التلوث البحري بإغراق النفايات والمواد الأخرى.

ثانيا: النُظم والمعايير الدولية لحوكمة النفايات المشعة:

1.طرق معالجة النفايات النووية:

هناك ثلاث خطوات رئيسية في عملية المعالجة التجهيز التمهيدي– التجهيز– التهيئة لتقليص أي مجازفات مرتبطة بمخاطر النفايات المشعة على الإنسان والبيئة لتصل للمستويات المقبولة "يجب إن تراعي خيارات التصرف في النفايات المشعة والتخلص منها"، الخصائص والسمات المتنوعة لتلك النفايات وكذلك مجموعة المخاطر المحتملة، كذلك يجب إن تراعي السلسلة الكاملة لمناولة النفايات المشعة منذ نقطة توليد النفايات وحتى التخلص منها.

2.التجميع والجرد، وهنا لابد من توفر وصفًا لمنشأ النفايات والحالة والموقع ومعلومات المواد وكتلتها ومحتوى النويدات المشعة وأي معلومات إضافية لإدراجها في قائمة الجرد. ويتم تحديد المعلومات من قبل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية[1] ويتم استخدام كل تلك المعلومات أضافة إلى المعلومات الخاصة بالموقع حول الإعدادات البيئة والجيولوجية كل ذلك لتحديد المستودعات المناسبة، ما بين القريبة من السطح أو غير ذلك.[2]

[1] المنظمة العالمية للأرصاد الجوية منظمة تابعة للأمم المتحدة تضم 193 دولة (WMO) World Meteorological Organization

[2] Design Principles and Approaches for Radioactive Waste Repositories, (2020), IAEA Nuclear Series, No. NW-T-1.27, Vienna, Austria. p.4.

3.غالبًا ما يتم تصريف النفايات المشعة السائلة والغازية إلى البيئة مباشرة حيث يحصل لها تمديد مما يؤدي إلى أضعاف نشاطها. أما النفايات الصلبة فلا يتم تصريفها إلى البيئة بشكل مباشر، بل تتم مراقبتها في مكان إنتاجها ثم توضع في حاويات خاصة من أجل التفكيك الإشعاعي أو توضع في مكان مناسب للتحفظ عليها. ولابد ألا يتم تصريف النفايات السائلة والغازية إلى البيئة إلا بعد إجراء التحاليل الإشعاعية اللازمة على عينات من تلك النفايات المراد تصريفها (كمثال النفايات الناتجة عن وحدات الطب النووي في المستشفيات)، كما يجب مراعاة ألا تزيد الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها أي شخص جراء هذا التصريف عن حدود الجرعات المدونة في جداول تصنيف النفايات المشعة بكافة فئاتها.

ويتم تقدير التعرض الإشعاعي لأي شخص من خلال النشاط الإشعاعي الكلي للنفايات المشعة المراد تصريفها مباشرة. والتي يجب إن تكون محصورة ومعترف بها من قِبل برنامج ALARA. (*)

ويمكن أن يكون النشاط الإشعاعي الكلي المصرف محسوبًا سنويًا أو شهريًا. وفي كلا الحالتين، يتم تزويد السلطة الرقابية تلك بالمعلومات التالية لأخذ الإذن بالتصرف:

- تفاصيل عن نوع النفايات وطريقة التصريف – النظائر المشعة المراد تصريف – الفاعلية الإشعاعية للنفايات المراد تصريفها وما هو تواترها – أي تمديد قبل أو بعد مغادرتها لعمال المراقبة.
- تقدير أي احتمال لتعرض الأشخاص أو العاملين أثناء التصريف.
- شرح لماذا يجب تصريف هذه النفايات إلى البيئة عوضًا عن معالجتها وإرسالها إلى مخزن النفايات. وهذا البند مو

4. التخزين التفكيكي: ويعمد إلى هذه الطريقة في حالة وجود نظائر مشعة قصيرة العمر موجودة في النفايات المشعة دون الأخذ بعين الاعتبار الكمية المتولدة. كما أن النفايات المشعة البيولوجية (جثث الحيوانات المحقونة بالنظائر المشعة) (تصرف بتلك الطريقة، وأيضًا وحدة إنتاج النظائر المشعة) السيكلترون 65 الذي عمر النصف له يقارب السنة حيث تحوي هذه النفاية على نظير Zn.

5. المعالجة: وتقسم لعدة مراحل تمهيدية ثم المعالجة ثم التهيئة.

أ- معالجة النفايات الغازية

ويخضع هواء صالة العمل ومستودعات التخزين لعملية تنقية على فلاتر عالية الفاعلية قبل انطلاقه إلى الجو الخارجي، حيث ينقي من الجزيئات العالقة التي يمكن إن تحتوي على بعض النوكليدات المشعة

(*) ALARA : هي اختصار لتعبير باللغة الإنجليزية وهو As Low As Reasonably Achievable

وهو مفهوم إشعاعي مهم جدا بمعني: (أنها أقل بكثير مما يمكن تحقيقه)،أي أنه لابد من ضمان تلقي كل شخص معرض مهنيا وغير مهنيا لأدنى درجة ممكنه من الإشعاع للاهتمام، لا تحدد مستوي معين من جرعة الإشعاع للشخص لأن بعض المخاطر مهما كانت صغيرة فهي موجوده من أي جرعة إشعاع، فيجب إن تبقي جميع الجرعات

الموجودة في الصالة أثناء العمل مثل الغازات النادرة. ويسمح عادة بإطلاق هواء الصالة إلى الجو بعد إمراره على مجموعة التهوية مباشرة إذا كان النشاط الإشعاعي لا يزيد عن الحد المسموح له. كما توجد فلاتر متعددة المسامات مركبة على مخرج المكبس (مداخنه عالية) لتؤمن تخفيض تركيز النوكليدات المشعة المنطلقة إلى الجو لمنع التلوث البيئي. وتوجد أيضًا وحدة تنقية هواء مركبة على خلية فرز النفايات الصلبة. وتجمع الفلاتر التي تحتجز النوكليدات المشعة وتعتبر كنفايات صلبة وتعالج كما تعالج النفايات الصلبة.

ب – معالجة النفايات الصلبة

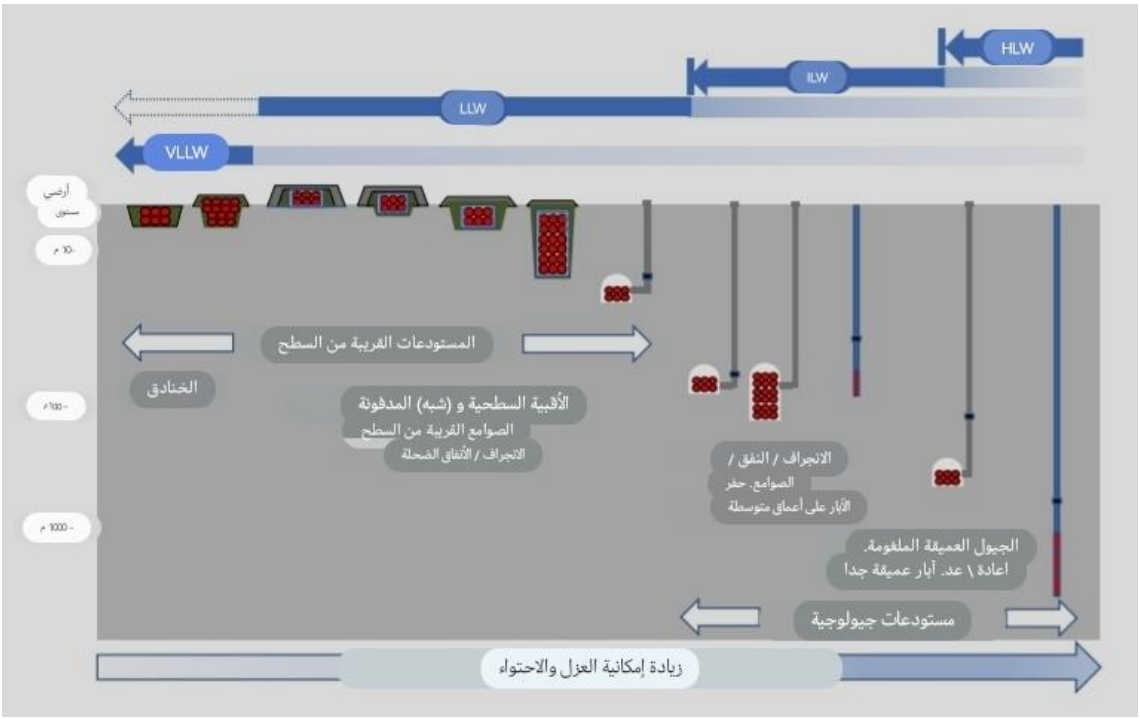
وتستخدم من أجل معالجة النفايات الصلبة طريقتا الكبس والتقطيع كطرق ميكانيكية وطرق الحرق والتي بمجملها تهدف إلى تصغير الحجم، وتتضمن تلك النوعية من النفايات منتجات مختلفة ومتنوعة بالإضافة إلى معدات ملوثة بالمواد المشعة أثناء استخدامها ولا تصلح لاستخدام مرة أخرى ومنها على سبيل المثال البقايا المعدنية الناتجة أثناء التعامل مع المعادن والرزينات المستخدمة ومواد الفلترة والتجهيزات والمعدات والأنابيب التي لا يمكن إزالة التلوث الإشعاعي عنها، وكذلك فلاتر تنقية الهواء ووسائل الحماية الفردية والأواني المخبرية والمواد البلاستيكية والورق والأخشاب ومواد البناء بجميع أنواعها. وتعتبر النفايات الصلبة مشعة، وفق معايير وشروط الوقاية الإشعاعية والأمان النووي إذا كان: مستوى التلوث السطحي يزيد عن 500 جزئية ألفا\ دقيقة أو 5000 جزئية بيتا \دقيقة لسطح مساحته 100 سم^2

أما النفايات الصلبة الحاوية على نوكليدات مشعة ذات عمر نصف تفكك لا يزيد عن 15 يومًا، يتم حفظها لفترة كافية يصبح بعدها النشاط الإشعاعي ضمن القيم المسموح بها، وتلقي في مكب النفايات العادية. ويجب هنا مراقبة مكب النفايات العادية إشعاعيًا كي نضمن عدم رفع الخلفية الإشعاعية نتيجة تراكم كميات كبيرة من النفايات ضعيفة النشاط الإشعاعي بحيث لا تتجاوز عن0.1.h\Sv m

وتُقّسم النفايات الصلبة ذات النشاط الإشعاعي المتوسط والمنخفض إلى مواد قابلة للاحتراق وغير قابلة للاحتراق وهذه الأخيرة بدورها إلى مواد قابلة للكبس وغير قابلة للكبس وتهدف الطرق الميكانيكية لتخفيض.

حجم النفايات الصلبة المشعة إلى تغيير الشكل الهندسي وكذلك أبعاد النفايات الصلبة إلى أقل حجم ممكن وأكثر تلك الطرق المستخدمة هي الكبس والتقطيع.[1]

[1] عثمان، التكريتي، 2009، مرجع سبق ذكره، ص22.



المصدر: Management of Depleted Uranium used as shielding in Disused Radiation Devices,IAEA Nuclear Series,No.NW-T-1,30 Vienna, Austria,2023,p9

شكل (3–1)

توضيح تخطيطي لمجموعة من خيارات التخلص من السطح إلى الأعماق التي يتم النظر فيها أو تنفيذها حاليا لفئات مختلفة من النفايات المشعة

جدول (3–1)

الخيارات التقنية للتصرف في النفايات المشعة

نوع النفايات	راتب النفايات	المصدر	المعالجة	شكل دفق مركّز	تكييف الدفق المركّز	شكل الدفق المنظّف	تكييف الدفق المنظّف	خيار التخلص من النفايات المكيفة
سائلة	**معفاة**	مصادر مختلفة	تصريف في البيئة	لا	غير متاح	لا	غير متاح	غير متاح
	النفايات القصيرة العمر جدًا	المفاعل، البحوث، الاستعمال الطبي	الخزن للاضمحلال	التصريف في البيئة	غير متاح	لا	غير متاح	غير متاح
	النفايات الضعيفة الاشعاع جدًا	الإخراج من الخدمة، البحوث، استصلاح الموقع، الاستعمالات الطبية	خزن للاضمحلال، تبخر، عمليات الأغشية، تبادل أيوني	مركز، راتنجات مستهلكة، أغشية	سمنتة	سائل	تصريف في البيئة	خندق سطحي، مكب النفايات، التخلص على مقربة من سطح الأرض
	نفايات ضعيفة	تشغيل المفاعلات وإخراجها من الخدمة، إنتاج النظائر،	معالجة كيميائية،	حمأة، راتنجات	تقبير، سمنتة،	سائل	تصريف في البيئة	تخلص على مقربة من سطح الأرض

نوع النفايات	راتب النفايات	المصدر	المعالجة	شكل دفق مركّز	تكييف الدفق المركّز	شكل الدفق المنظّف	تكييف الدفق المنظّف	خيار التخلص من النفايات المكيفة
	الإشعاع	تعدين اليورانيوم وتجهيزه، تصنيع الوقود، إعادة معالجة الوقود المستهلك	تبادل أيوني، عمليات الأغشية، تبخر	مستهلكة، أغشية، مركزات	بلمرة، حاوية على مستويات عالية من السلامة			
	نفايات متوسطة الإشعاع	تشغيل المفاعلات وإخراجها من الخدمة، وإعادة معالجة الوقود المستهلك	معالجة كيميائية، تبادل أيوني، عمليات الأغشية، تبخر	حمأة، راتنجات مستهلكة، مركزات	تقيير، سمنتة	نفايات ضعيفة الإشعاع سائلة، غازات العوادم	أنظر: سائل نفايات ضعيفة الإشعاع، غاز نفايات ضعيفة الإشعاع	تخلص في عمق وسيط
	نفايات قوية الإشعاع	إعادة معالجة الوقود المستهلك	تبخر	سائل، حمأة	تزجّج	نفايات متوسطة الإشعاع سائلة، غازات العوادم	أنظر: سائل نفايات متوسطة الإشعاع، غاز نفايات متوسطة الإشعاع	تخلص جيولوجي
سائلة	**نفايات عضوية متوسطة الإشعاع**	البحوث، تشغيل المفاعلات، إعادة معالجة الوقود المستهلك	ترميد، امتصاص، تقطير، أكسدة رطبة، تحلل قلوي	مرشحات، مواد ماصة، سائل عضوي	سمنتة، بلمرة	سائل، غاز عوادم	إعادة تدوير، تصريف في البيئة	تخلص على مقربة من سطح الأرض
جسيمات غازية ومحمولة جوًا	**نفايات ضعيفة الإشعاع**	تشغيل المفاعلات، إنتاج النظائر، معالجة النفايات	ترشيح، امتصاص، تنقيح	مرشحات، أحواض امتصاص، سوائل	رضم، تعبئة مجمّعة، سمنتة	غاز	تصريف في البيئة	تخلص على مقربة من سطح الأرض
	نفايات متوسطة الإشعاع	إعادة معالجة الوقود المستهلك، معالجة النفايات	ترشيح، امتصاص، تنقيح	مرشحات، أحواض امتصاص، سوائل	رضم، تعبئة زائدة، سمنتة	غاز	تصريف في البيئة	تخلص على مقربة من سطح الأرض
صلبة	**معفاة**	مصادر مختلفة	لا	غير متاح	غير متاح	غير متاح	غير متاح	غير متاح
	نفايات قصيرة العمر جدا	البحوث، الاستعمال الطبي	خزن للاضمحلال	لا	غير متاح	لا	غير متاح	غير متاح
صلبة	**نفايات ضعيفة الإشعاع جدًا**	استصلاح الموقع، البحوث، إخراج المفاعل من الخدمة، الاستعمال الطبي	خزن للاضمحلال، تجزئة	صلب	غير متاح	صلب	إعادة تدوير/ تصريف في البيئة	خندق سطحي، مكب النفايات، تخلص على مقربة من سطح الأرض
	نفايات ضعيفة الإشعاع	تشغيل المفاعلات وإخراجها من الخدمة، إنتاج النظائر واستعمالها، تصنيع الوقود، إعادة معالجة الوقود المستهلك	رضم، رضم زائد، ترميد، تذويب، تجزئة	صلب	حشو، تعبئة مجمّعة	غاز العوادم	أنظر: غاز نفايات ضعيفة الإشعاع	تخاص على مقربة من سطح الأرض، التخلص من المصادر المختومة المهملة داخل حفر التخلص

نوع النفايات	راتب النفايات	المصدر	المعالجة	شكل دفق مركّز	تكييف الدفق المركّز	شكل الدفق المنظّف	تكييف الدفق المنظّف	خيار التخلص من النفايات المكيفة
	نفايات متوسطة الإشعاع	تشغيل المفاعلات وإخراجه آمن من الخدمة، إنتاج النظائر واستعمالها، تصنيع الوقود، إعادة معالجة الوقود المستهلك	رضم، رضم زائد، تذويب، تجزئة	صلب	حشو، تعبئة زائدة	لا	غير متاح	تخلص في أعماق وسيطة، التخلص من المصادر المختومة المهملة داخل حفر التخلص
	نفايات قوية الإشعاع	استعمال المصادر المختومة المشع	تغليف، تعبئة مجمّعة	لا	غير متاح	لا	غير متاح	التخلص في أعماق وسيطة، التخلص الجيولوجي، التخلص من المصادر المختومة المهملة داخل حفر التخلص

المصدر: سياسات التصرف في النفايات المشعة واستراتيجياته (2022)، سلسلة الطاقة النووية الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الطبعة العربية، ص52–54، No. NW–G–1.1.

جدول (3-2)

نقاط النهاية للتصرف المقترحة لدوافق نفايات محددة

دفق النفايات المشّعة		نقطة النهاية							
		خزن طويل الأجل *	خزن للاضمحلال	خندق سطحي	سد المخلفات	مرفق سطحي هندسي	مرفق وسيط العمق	مستودع جيولوجي	مرفق التخلص داخل حفر السير
نفايات قصيرة العمر جدًا	حجم منخفض	+	++	+	+	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا
	حجم كبير	+	++	+	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	غير ممكن لأسباب تقنية
نفايات ضعيفة الإشعاع جدًا	حجم منخفض	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	+	++	++	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	غير ممكن لأسباب تقنية	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا
	حجم مرتفع	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	+	++	++	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	غير ممكن لأسباب تقنية	غير ممكن لأسباب تقنية
نفايات ضعيفة الإشعاع	حجم منخفض	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	++	++	++	++	+	+
	حجم مرتفع	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	+	+	++	++	+	غير ممكن لأسباب تقنية
نفايات قصيرة العمر جدًا	حجم منخفض	+	++	+	+	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا
	حجم كبير	+	++	+	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	غير ممكن لأسباب تقنية

تابع: جدول (3–2) نقاط النهاية للتصرف المقترحة لدوافق نفايات محددة

دفق النفايات المشّعة		نقطة النهاية							
		خزن طويل الأجل *	خزن للاضمحلال	خندق سطحي	سد المخلفات	مرفق سطحي هندسي	مرفق وسيط العمق	مستودع جيولوجي	مرفق التخلص داخل حفر السير
نفايات ضعيفة الإشعاع جدًا	حجم منخفض	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	+	++	++	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	غير ممكن لأسباب تقنية	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا
	حجم مرتفع	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	+	++	++	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	غير ممكن لأسباب تقنية	غير ممكن لأسباب تقنية
نفايات ضعيفة الإشعاع	حجم منخفض	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	++	++	++	++	+	+
	حجم مرتفع	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيًا واقتصاديًا	+	+	++	++	+	غير ممكن لأسباب تقنية
نفايات متوسطة الإشعاع	حجم منخفض	+	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	+	++	++	+
	حجم كبير	+	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	++	++	غير ممكن لأسباب تقنية
وقود نووي مستهلك/ نفايات قوية الإشعاع		+	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	++	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان

تابع: جدول (3-2) نقاط النهاية للتصرف المقترحة لدوافق نفايات محددة

دفق النفايات المشّعة		نقطة النهاية							
		خزن طويل الأجل *	خزن للاضمحلال	خندق سطحي	سد المخلفات	مرفق سطحي هندسي	مرفق وسيط العمق	مستودع جيولوجي	مرفق التخلص داخل حفر السير
خدمة استعراض أمان التصميم	قصيرة العمر	+	+	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	++	+	+	+
	طويلة العمر	+	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	+	++	++	++
	مصدر مشع مستهلك قوي الإشعاع	+	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	++	++	++
مادة مُشعة موجودة في البيئة الطبيعية	حجم منخفض	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	++	++	+	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا
	حجم كبير	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	++	++	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	غير ممكن لأسباب تقنية
تعدين اليورانيوم وتجهيزه	حجم منخفض	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	+	++	+	+	+	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا
	حجم كبير	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	غير ممكن لأسباب تتعلق بالأمان	+	++	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	ممكن ولكن ينبغي تقييمه تقنيا واقتصاديا	غير ممكن لأسباب تقنية

(*) الخزن طويل الأجل نقطة نهاية فقط للنفايات المخزنة للاضمحلال، وفي غير ذلك، يجب إن يتبعه خيار التخلص.

++: الخيار المفضل.

+: حل مقبول

المصدر: سلسلة الطاقة النووية الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية (2022)، الطبعة العربية، No.NW-G-1.1, ص55-57

كما وضعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية عدة عناصر ينبغي مراعاتها أثناء اعداد استراتيجية للتصرف في النفايات المشعة أو تنقيحها، وهي العناصر التي يوضحها الجدول (3–3)، والتي يأتي على رأسها تحديد وتوصيف وتصنيف حجم الرصيد الوطني من النفايات النووية حتى يمكن تبنى أفضل الخيارات للتعامل مع تلك النفايات.

جدول (3–3)

عناصر ينبغي مراعاتها أثناء إعداد استراتيجية للتصرف في النفايات المشعة أو تنقيحها

	بلد الحالة ألف[1]	بلد الحالة باء[2]	بلد الحالة جيم[3]	بلد الحالة دال [4]	بلد الحالة هاء[5]
المتطلبات الرئيسية لمرحلة صياغة الاستراتيجية					
الرصيد الوطني • تصنيف النفايات: • كميات النفايات وأنواعها: • توصيف النفايات	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها
السياسات الوطنية للتصرف في النفايات المشعة الموجودة أو قيد الإعداد	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها
استراتيجيات التصرف في النفايات لمالكي النفايات في البلد (أو الخارج)	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	حسب احتياجات البرنامج	حسب احتياجات البرنامج	حسب احتياجات البرنامج
توافر مرافق التصرف في النفايات المشعة التي يمكن النفاذ إليها الحالة و/ أو المتوقعة	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	حسب احتياجات البرنامج	حسب احتياجات البرنامج
توافر الموارد والأموال لدعم التصرف في النفايات المشّعة	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها
النظام التنظيمي القائم	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها
توقعات أصحاب المصلحة ومصالحهم	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها
الخيارات التقنية التي ينبغي مراعاتها في مرحلة صياغة الاستراتيجية					
التصريف المأذون به للنفايات الغازية والسائلة					
التصريف	ينبغي مراعاتها	ينبغي مراعاتها	ينبغي مراعاتها	ينبغي مراعاتها	ينبغي مراعاتها
نفايات قصيرة العمر جدًا					
خزن الاضمحلال حتى رفع الرقابة	ينبغي مراعاتها	ينبغي مراعاتها	ينبغي مراعاتها	ينبغي مراعاتها	لا ينطبق
نفايات صلبة ضعيفة الإشعاع جدًا					
المعالجة: • فرز التربة، والخرسانة، والنفايات الملوثة. • تجزئة العناصر الكبيرة. • الرضم. • الترميد.	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	يمكن النظر في بعض الخيارات	غير مطلوبة عادة
الخزن	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	قد تكون مطلوبة	مطلوبة بأكملها
التخلص– مكب النفايات ضعيفة الإشعاع جدًا	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	قد تكون مطلوبة	مطلوبة بأكملها
نفايات ضعيفة ومتوسطة الإشعاع					
خيارات معالجة النفايات السائلة (النفايات الناشئة عن ذلك): • الطرائق التقنية (الحمأة) • التبخر (المركزات) • التبادل الأيوني (الراتنجات)	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	لا ينطبق

	بلد الحالة ألف[1]	بلد الحالة باء[2]	بلد الحالة جيم[3]	بلد الحالة دال[4]	بلد الحالة هاء[5]
• الطرائق الغشائية (المرشحات/ ال أغشية) • الترميد (الرماد، الخبث، المرشحات، الحمأة)					
خيارات معالجة النفايات الغازية (النفايات الناشئة): • نُظم غاز العوادم (أحواض ماصة، مرشحات، حماة) • فصل الغاز (قوارير)	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	لا ينطبق	لا ينطبق
خيارات معالجة النفايات الصلبة: • التجزئة • الترميد • الرضم • الصهر	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	يمكن النظر في بعض الخيارات	لا ينطبق
خيارات تكييف النفايات السائلة: • السمنتية • التقيير • البلمرة • الترجيج	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	يمكن النظر في بعض الخيارات	لا ينطبق
خيارات تكييف النفايات الصلبة والمصلبة: • التغليف • الوضع في حاويات • التعبئة المجمعة • حاويات عالية السلامة	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	لا ينطبق
الخزن • الخزن للاضمحلال • الخزن إلى حين التخلص • الخزن الممتد (لوقت طويل)	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	يمكن النظر في بعض الخيارات
التخلص من النفايات الضعيفة الإشعاع • مستودع على مقربة من سطح الأرض • مستودع جيولوجي	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	يمكن النظر في بعض الخيارات	يمكن النظر في بعض الخيارات
التخلص من النفايات المتوسطة الإشعاع: • مستودع جيولوجي	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه	يمكن النظر فيه	لا ينطبق	لا ينطبق
النفايات القوية الإشعاع والوقود المستهلك					
خزن الوقود المستهلك: • الخزن الرطب في أحواض • الخزن الجاف في حاويات /أقبية	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	لا ينطبق	لا ينطبق
تكييف الوقود المستهلك للتخلص منه: • التغليف • التعبئة المجمعة للتخلص	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر فيه	لا ينطبق	لا ينطبق
معالجة النفايات الصلبة قوية الإشعاع: • الترجيج • التغليف للخزن/ التخلص	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق

	بلد الحالة ألف[1]	بلد الحالة باء[2]	بلد الحالة جيم[3]	بلد الحالة دال [4]	بلد الحالة هاء[5]
• التعبئة المجمعة					
خزن النفايات القوية الإشعاع • الخزن في حوض التخلص • الخزن طويل الأجل	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها (الوقود المستهلك)	يمكن النظر في بعض الخيارات	لا ينطبق	لا ينطبق
التخلص من الوقود المستهلك/ النفايات القوية الإشعاع: • مستودع جيولوجي مع/ دون إمكانية الاسترجاع	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه (الوقود المستهلك)	يمكن النظر في بعض الخيارات	لا ينطبق	لا ينطبق
مصادر الإشعاع المختومة المهملة					
الإرجاع إلى الصانع الأصلي	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه	لا ينطبق
المعالجة: • التغليف • التثبيت في مصفوفة معدنية	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	لا ينطبق
التكيف للخزن والتخلص: • التغليف	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه	يقتضي النظر فيه	لا ينطبق
خيارات الخزن محددة حسب نوع المصدر: • الخزن حتى الاضمحلال • الخزن كنفايات ضعيفة ومتوسطة الإشعاع • الخزن كنفايات قوية الإشعاع	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	لا ينطبق
خيارات التخلص محددة حسب نوع المصدر • موقع مشترك مع نفايات ضعيفة الإشعاع • موقع مشترك مع نفايات متوسطة الإشعاع/ نفايات قوية الإشعاع • حفر المجر	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	جميع الخيارات تقتضي النظر فيها	يمكن النظر في بعض الخيارات	يمكن النظر في بعض الخيارات (حفرة المعبر مثلًا)	لا ينطبق
مجالات التآزر بين الخيارات التقنية للصرف في مختلف دوافق النفايات من أجل: • المعالجة • الخزن • التخلص	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	مطلوبة بأكملها	يمكن تحديد بعض مجالات التآزر	يمكن تحديد بعض مجالات التآزر

[1] (بلد الحالة1) النفايات المشعة من محطات القوى النووية ومرافق دورة الوقود الأمامية والخلفية والاستعمال الواسع النطاق لمرافق البحث والتطوير النوويين، والتطبيقات الواسعة النطاق في الصناعة والطب.

[2] (بلد الحالة2) نفايات مشعّة من محطات القوى النووية، والاستخدام الواسع النطاق لمرافق البحث والتطوير النوويين، والتطبيقات النووية الواسعة النطاق في الصناعة والطب، لا توجد مرافق لدورة الوقود.

[3] (بلد الحالة3) نفايات مشعّة من الاستعمال المحدود لمرافق البحث والتطوير النوويين، ومفاعل البحوث والاستعمال المحدود للتطبيقات النووية في الصناعة والطب، لا توجد محطات للقوى النووية، لا توجد مرافق لدورة الوقود.

[4] (بلد الحالة4) نفايات مشعّة من الاستعمال المحدود للتطبيقات النووية في الصناعة والطب، لا توجد مفاعلات، ولا توجد مرافق لدورة الوقود، ولا يوجد بحث وتطوير في المجال النووي.

[5] (بلد الحالة5) تولد فقط نفايات مواد مشعّة موجودة في البيئة الطبيعية.

المصدر: سلسلة الطاقة النووية الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية (2022)، الطبعة العربية,No.NW-G-1.1 ص58-63

المبحث الثاني

تعتبر الاتفاقيات والنظم على المستوى العالمي السابق العرض لها في المبحث الأول بمثابة مظلة لاتفاقيات مماثلة أو فرعية على المستويات الإقليمية المختلفة ومنها: على المستوى الأوروبي، المستوى الأفريقي، بالإضافة إلى المستوى العربي.

أولا: الاتفاقيات والنظم الإقليمية – على المستوى الأفريقي:

1- الاتفاق التعاوني الإقليمي الأفريقي للبحث والتنمية والتدريب في مجال العلم والتكنولوجيا النوويين (أتفاق الأفرا)

دخل حيز التنفيذ في إبريل 1990 وجرى أتفاق التمديد في إبريل 2020 وهو أتفاق حكومي دولي أبرمته دول أعضاء أفريقية من أجل تعزيز مساهمة العلوم والتكنولوجيا النووية في التنمية الاجتماعية الاقتصادية في القارة الأفريقية. ويحمل برنامج الآفرا 449 مشروع تقني مشاريع تدخل في ذلك الإطار، من ضمنها مشروعات خاصة بالنفايات المشعة ومعالجة المصادر المشعة المختومة والمهملة. منها على سبيل المثال مشروع (**RAF9062**) تحت عنوان "تعزيز التصرف في النفايات المشعة (أفرا)"، بتمويل مشترك من المفوضية الأوروبية وإسبانيا والولايات المتحدة.

2- اتفاقية الحماية القانونية لبيئة البحر الأبيض المتوسط من التلوث (اتفاقية برشلونة) فبراير 1976

ودخلت حيز التنفيذ في 1978، وأضيفت لها مجموعة من البروتوكولات الملحقة بها. وتوافق الأطراف المتعاقدة في اتفاقية برشلونة وبروتوكولاتها السبعة، على اتخاذ كافة الإجراءات لمنع التلوث في منطقة البحر المتوسط وحماية البيئة البحرية وصيانتها في تلك المنطقة وذلك للمساهمة في التنمية المستدامة.[1]

وفي البروتوكول 6 "بروتوكول حماية البحر المتوسط من التلوث الناجم عن نقل النفايات الخطيرة والتخلص منها عبر الحدود" وأعتمد في أكتوبر 1996 وبدأ نفاذه في 2008 ويمنع البروتوكول التصدير والاستيراد أو العبور للنفايات الخطرة أو المشعة وحظر الإتجار غير المشروع في تلك النفايات.

3- اتفاقية إسبو (Espoo)

اعتمدت في 1991 في فنلندا ودخلت حيز التنفيذ في 1997 وتلزم الاتفاقية الدول الأطراف على تقييم الآثار البيئية في سياق عابر للحدود.

4- اتفاقية باماكو:

[1] تم الرجوع إليه في موقع: (**www.unep.org/unepmap**)

اتفاقية باماكو هي اتفاقية اعتمدتها الدول الأفريقية والاتحاد الأفريقي، تحظر استيراد أي نفايات خطرة إلى داخل أراضي القارة، بما في ذلك النفايات المشعة، وإدارة تحركها عبر الحدود الأفريقية. وهي ثاني اتفاقية يتم التوصل إليها حول نقل المواد الخطرة إلى أفريقيا بعد اتفاقية بازل.
تم اقتراح هذه الاتفاقية في 30 يناير 1991، وتم اعتمادها في 10 مارس 1999، والهدف منها حماية صحة المواطن الأفريقي، وتقليل المخاطر البيئية.

فقد نصت هذه الاتفاقية على تقييد استيراد المواد المشعة والخطرة والتحكم في حركة المواد الموجودة بالفعل في القارة عبر الحدود، وحظر دفن أو حرق النفايات الخطرة في البحار أو المحيطات أو المياه الداخلية، يتعين على جميع أعضاء الدول في الاتحاد الأفريقي إن تلتزم بها، وكذلك إن تضع تدابير احترازية عند التخلص من تلك النفايات. وعلىه فإن اتفاقية باماكو تعتبر هذا الاستيراد عمل غير قانوني وفعلًا أجراميًا كما تجرم عمليات إغراق النفايات المشعة.

5- **اتفاقية التعاون في حماية وتنمية البيئة البحرية والساحلية لمنطقة غرب ووسط أفريقيا**، أبيدجان، 1981.

6- اتفاقية **حماية وإدارة وتنمية البيئة البحرية والساحلية لمنطقة شرق أفريقيا (اتفاقية نيروبي)، نيروبي**، 1985.

7- **اتفاقية بليندابا:**

تم التوقيع عليها في إبريل 1996 حيث تم ذلك في الجلسة 3651 ونصت على "إنشاء منطقة خالية من الأسلحة النووية في أفريقيا" وقعت عليها ما يزيد عن 40 دولة فضلًا عن توقيع بروتوكولات المتصلة بالمعاهدة من جانب أغلب الدول الحائزة لأسلحة النووية.

ويعتبر توقيع تلك المعاهدة مساهمة حقيقية من جانب الدول الأفريقية في حفظ السلم والأمن الدوليين.

(في عام 1964 تعهد زعماء أفريقيا في ذلك الوقت القرار الرائد الصادر عن الدورة العادية الأولي لمؤتمر رؤساء دول وحكومات منظمة الوحدة الأفريقية (في القاهرة)، والذي أعلن اعتبار أفريقيا منطقة لا نووية).

ثانيًا: الاتفاقيات والنُظم الإقليمية – على المستوى العربي:

هناك العديد من الجهود التي تتم على المستوى العربي في مجال حوكمة وإدارة النفايات النووية والتي يعرض لجانب كبير منها موقع (الهيئة العربية للطاقة الذرية – http://www.aaea.org.tn/)، من بين هذه الجهود:

- تشارك أغلب الدول العربية بشكل فعال في أنشطة الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، من خلال عضويتها في الهيئة العربية للطاقة الذرية والتي تم أنشاؤها في عام

- كما إن معظم تلك الدول لديها سلطات وطنية مسؤولة عن ضمان الاستخدام المأمون والآمن للإشعاع المؤين والتكنولوجيات النووية، والعديد من الدول العربية هي أعضاء في مبادرة Arab Safe والتي تجمع السلطات الوطنية المسؤولة عن الإشعاع في العالم العربي لتحقيق ثقافة السلامة الإشعاعية ولضمان الاستخدام المناسب للإشعاع في المجال الطبي.[1]

1. تطوير استراتيجيات عربية في المجال النووي السلمي:

- **اعتماد الاستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية حتى العام 2030**. والتي تم إعدادها من جانب (الهيئة العربية للطاقة الذرية) وتقديمها إلى الأمانة العامة لجامعة الدول العربية والمتابعة المستمرة مع الجهات المختصة حتى تم اعتمادها.
- **تحويل الاستراتيجية إلى مشروعات وخطط تنفيذية، حيث طلبت الهيئة من الدول العربية** الشروع في وضع المشاريع والخطط التنفيذية للاستراتيجية ميزانياتها التقديرية وذلك بالاستعانة بخبراء عرب في مجالاتها الرئيسية. وكذلك إعداد تصور عن كيفية تنفيذ الاستراتيجية وما يلزمها من موارد مالية وبشرية.

2. تطوير اتفاقيات ونظم الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية عربيًا

عقد (المجلس التنفيذي للهيئة العربية للطاقة الذرية) اجتماعه الأخير في ديسمبر 2022 في القاهرة، والذي استضافته (هيئة الطاقة الذرية المصرية) والذي تناول العديد من القضايا ذات العلاقة بالإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية في الوطن العربي، ومن بينها:

- **تكييف أنشطة الهيئة العربية للطاقة الذرية بما يتناسب مع الاستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية**، حتى العام 2030 وخططها التنفيذية.
- **تعزيز التعاون بين الهيئة العربية للطاقة الذرية والوكالة الدولية للطاقة الذرية**، من خلال مذكرات تفاهم تتضمن اقتراح المزيد من المشاريع المشتركة في إطار الاستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية 2030.
- **اعتماد الموافقة على خارطة الطريق للتعاون العربي في مجال الطوارئ النووية والإشعاعية،** والمضي قدمًا في تنفيذها بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية والأمانة العامة لجامعة الدول العربية والدول العربية المختلفة ومن بينها مصر.

3. جهود عربية لبناء وتنمية القدرات في مجال الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية

3-1. دورات تدريبية وورش عمل في مجال إدارة النفايات المشعة

[1] من المسؤول عن ضمان الاستخدام المأمون والآمن للإشعاع في العالم العربي، أندريا غالليندو،18-5-2022، www.iaea.org/ar/newscenter/news/m-lsh

- **دورة تدريبية في مجال: إدارة النفايات المشعة،** تم تنظيمها بين الهيئة العربية للطاقة الذرية مع هيئة الطاقة الذرية العراقية في نوفمبر عام 2022. تهدف هذه الدورة إلى تبادل الخبرات بين الدول العربية والتعاون المشترك لضمان الحصول على المعرفة والتقنيات الكافية في مجال إدارة النفايات المشعة، وكذلك التعاون من أجل تطوير منشآت تخزين وتصريف النفايات المشعة والوقود المستخدم وتعزيز إجراءات الأمان والرقابة على هذه المنشآت.
- **ورشة عمل حول العوامل والاعتبارات البيئية والجيولوجية عند اختيار مواقع مكبات النفايات النووية،** وتم تنظيمها بالتعاون بين تنظم الهيئة العربية للطاقة الذرية بالتعاون مع هيئة الطاقة الذرية الأردنية في نوفمبر عام 2022.
- **ورشة عمل حول تنسيق الخطط المتكاملة لدعم الأمن النووي العربي،** وذلك في مدينة الحمامات –الجمهورية التونسية خلال الفترة: 31/01 –03/02 / 2023، واستهدفت الورشة تسهيل تبادل أفضل الممارسات والتحديات والفرص المتعلقة بتنفيذ أنشطة الأمن النووي في إطار الخطة المتكاملة لدعم الأمن النووي ((INSSP لدول الأعضاء في الشبكة العربية للهيئات الرقابية.

3-2. مؤتمرات وفعاليات علمية:

- **المؤتمر العربي الخامس عشر للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية،** والذي نظمته الهيئة العربية للطاقة الذرية التعاون مع هيئة الطاقة الذرية المصرية في مدينة أسوان جمهورية مصر العربية، في ديسمبر عام 2021.

الفصل الرابع

نظام إدارة النفايات النووية في مصر وأبعاده البيئية في ضوء التجارب الأفريقية المقارنة

الفصل الرابع

نظام إدارة النفايات النووية في مصر وأبعاده البيئية في ضوء التجارب الأفريقية المقارنة

مقدمة:

أوضحت الفصول السابقة، والدراسات السابقة التي تم التعرض لها، إن هناك اهتمامات عالمية وإقليمية واسعة بحوكمة إدارة النفايات النووية بيئيًا بما يحقق الاستفادة الكبرى من المواد النووية من جهة وتجنب الأضرار الناتجة عن سوء الاستغلال والاستخدام من جهة أخرى.

كما عرضت الفصول السابقة من الدراسة إلى الاهتمام الواسع من جانب الأمم المتحدة والعديد من الوكالات الدولية بقضية الإدارة الآمنة بيئيًا للمواد النووية خاصة في ظل التوسع في استخدام المواد النووية في استخدامات سلمية متعددة في الطب والزراعة وتوليد الطاقة وغيرها. كما يعود هذا الاهتمام المتصاعد إلى التجارب القاسية والخسائر الإنسانية والبيئية الكبيرة التي نتجت عن حوادث أو تجارب نووية، أو نتجت عن سوء تصرف في التعامل مع النفايات النووية في الاستخدام أو النقل أو التداول أو التجارب.

كما أشارت الدراسة إلى إن هذا الاهتمام العالمي قد واكبه على نفس المستوى بالتوازي اهتمام واسع بإدارة النفايات النووية على المستوى الإقليمي، وفى هذا الخصوص عرضت الدراسة لنماذج من الاهتمام بإدارة النفايات النووية على المستوى الأفريقي. كما عرضت لنماذج من الاتفاقيات الهامة على المستوى الأفريقي ومن بينها على سبيل المثال لا الحصر، اتفاقية باماكو التي اعتمدتها الدول الأفريقية والإتحاد الأفريقي، والتي تحظر استيراد أي نفايات خطرة إلى داخل أراضي القارة، بما في ذلك النفايات المشعة، وإدارة تحركها عبر الحدود الأفريقية. وهي ثاني اتفاقية يتم التوصل إليها حول نقل المواد الخطرة إلى أفريقيا بعد اتفاقية بازل.

وعرضت الدراسة أيضًا نماذج من الاهتمام بالأبعاد البيئية للنفايات النووية على المستوى العربي، فعرضت نماذج للاهتمام بتلك القضية عربيًا خاصة من جانب الهيئة العربية للطاقة الذرية التي تأسست في نهاية الثمانينات من القرن الماضي (1989) في إطار جامعة الدول العربية، والتي تهتم بالعلوم النووية وتطبيقاتها في المجال السلمي، كما تعمل على تطوير العمل العلمي العربي المشترك ومواكبة التقدم العلمي والتقني العالمي في هذا المجال. بالإضافة إلى تنمية الوعي العلمي والتقني لدى المواطن العربي فيما يتعلق بالعلوم النووية ومجالات استخداماتها السلمية، وتعتبر مصر عضوًا فاعلًا في الهيئة العربية للطاقة الذرية.

بعد العرض للموقفين العالمي والإقليمي تنتقل الدراسة إلى عرض نماذج وطنية للتعامل مع الأبعاد البيئية للنفايات النووية من خلال تجارب مقارنة لمصر مع دول أفريقية بينها دولة عربية، من خلال

مبحثين: **المبحث الأول:** خبرات مقارنة بين التجربة المصرية وتجارب أفريقية/عربية في إدارة التخلص الآمن بيئيًا من النفايات النووية.

المبحث الثاني: نظام إدارة النفايات النووية في مصر وأبعاده البيئية.

المبحث الأول

يلقى هذا المبحث الأضواء على خبرات مقارنة هامة لبعض الدول الأفريقية / العربية في إدارة التخلص الآمن من النفايات النووية حيث يعرض لتجارب: جنوب أفريقيا، تنزانيا، والمملكة المغربية. وينتهي المبحث باستخلاص أفضل الخبرات والممارسات المستفادة من الخبرات المقارنة لدعم التجربة المصرية.

أولًا: تجربة جنوب أفريقيا

تُعد جمهورية جنوب أفريقيا دولة رائدة في المجال النووي في القارة الإفريقية، أرتبط الاهتمام بالنشاطات النووية فيها بشكل مباشر بالأوضاع السياسية التي حاصرت النشاط العلمي ووجهته، بالإضافة إلى العامل جغرافي فقد امتلكت من القدرات الطبيعية (اليورانيوم والذهب والماس) [*] ما يؤهلها بشكل كبير لامتلاك برنامج نووي متقدم، أضافة لموقع متميز على طريق رأس الرجاء الصالح حيث مدينة كيب تاون الميناء التجاري العريق في أقصي جنوب القارة.

1. الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم الملامح التاريخية لجنوب أفريقيا

تحتل جنوب أفريقيا الطرف الجنوبي من القارة الأفريقية، بساحلها الطويل الممتد لأكثر من 3000 كيلومتر من الحدود الصحراوية مع ناميبيا على ساحل المحيط الأطلسي جنوبا حول طرف القارة الإفريقية، ثم شمالا إلى حدود موزمبيق شبه الاستوائية على المحيط الهندي، ضمت إليها في 1947 جزر الأمير أدوارد وماريون وتقع على بعد حوالي19020 كم جنوب شرق كيب تاون. ويوجد بدولة جنوب أفريقيا أكثر من 290 حديقة محمية، فهي موطن لما يقرب من 300 نوع من الثدييات وحوالي 860 نوعًا من الطيور و8000 نوعا من النباتات، وتعد هجرة أسماك السردين السنوية في محيطها المائي، هي الأكبر على هذا الكوكب.

كما تضم كذلك تسعة مواقع للتراث العالمي مقسمة إلى ثمانية مناطق أحيائية[2] [*]، وتمتد جنوب أفريقيا طوليًا من 22 درجة جنوبًا إلى 35 درجة جنوبًا ومن 17 درجة شرقًا حتى 33 درجة شرقًا، ومساحتها 12198602 كم^2.

---

[*] تشمل مناجم الذهب الواسعة، منجم تاوتونا يمتد ل 3.9 كيلومتر تحت الأرض، وتملك جنوب أفريقيا 10.5% من احتياطي الذهب في العالم، ولا منطقة ويتواترسراند أكبر مورد للذهب في العالم، أجمالي إيرادات الماس لعام 2019/2020 43.7 مليون راند، ومن المتوقع زيادة كبيرة جدا في 2022/2023 بعد انحسار كوفيد 19.

[*] المواقع التراثية هي مواقع مسجلة عالميا وهي: المواقع الأحفورية لأسلاف الإنسان الأول ومواقع Taung, Skull, Makapank، لاند سكيب الحضاري مابونجوبوى، الموقع الحضاري والنباتي في ريتشفيلد، جزيرة روبن، المناطق المحمية في منطقة الكيب، بارك كوماني–لاند سكيب الحضاري,isimangaliso Wetland. ,VredefortDome, Drakensberg/Ukhahlamba – المناطق الإحيائية هي: المراعي، السافانا، الغابات، الصحارى.

المصدر: الموسوعة البريطانية، لندن، المملكة المتحدة.

شكل (4-1)

موقع جمهورية جنوب أفريقيا.

تتنوع السمات الطبيعية فيها من أدغال، مراعي، غابات، صحاري، قمم جبال، شواطئ عريضة تبلغ مساحتها 1500 متر والأراضي الرطبة الساحلية. ومع التقاء التيارات الباردة والدافئة حدثت الاختلافات الكبيرة في المناخ والغطاء النباتي، فضلًا عن الاختلاف في الحياة البحرية، تمتلك عدة أنهار، وهناك سلسلة جبال دراكنزبرج، ومراعي السافانا. ويمتاز الطقس ودرجات الحرارة بالاعتدال طول العام. وقدرت هيئة الإحصاء الجنوب أفريقية لعام 2021 عدد السكان بـ 60.14 مليون نسمة.

تتنوع الأنشطة الاقتصادية ما بين زراعة وصناعة وتعدين وتحتل جنوب أفريقيا مركز متقدم فيها على مستوى القارة الأفريقية. وتمثل خامس أكبر منتج للذهب على مستوى العالم، ويوجد اليورانيوم في التكتلات الحاملة للذهب في حقول الذهب كمنتج ثانوي، كما تمتد الشعاب المرجانية الذهبية التي يزيد طولها عن 400 كيلومتر في أكبر مجمع لتعدين الذهب في Free state-Free state consolidated goldfields.[1]

وتُمثل المعضلة التاريخية لدولة جنوب أفريقيا الدور الأول في رسم سياستها على مدي عقود طويلة. فمنذ اكتشاف طريق رأس الرجاء الصالح في 1488 وهو هذا الطريق الذي حول حركة التجارة العالمية آنذاك إليه بدلًا من مرورها بدول العالم القديم، فبدأت تظهر أهمية جنوب أفريقيا، هذا البلد الذي يملك هذه النقطة التجارية الهامة.

قَدمَ إلى جنوب أفريقيا الهولنديون الأوائل في عام 1652، تبعتهم مجموعات من الألمان والفرنسيين ثم أحتلها الإنجليز في 1815، وفي 1910 تم تأسس أتحاد جنوب أفريقيا، ثم منحتها بريطانيا الاستقلال

[1] National Radioactive Waste Disposal Institute,

تم الرجوع إليه في الموقع التالي: www.nrwdi.org.za/compliance.html.

التام وأصبحت عضو في الكومنولث في 1931، وفي 1948 وصل الحزب الوطني للحكم منتهجًا لسياسة الفصل العنصري المقنن (الأبارتهيد)، ممارسًا لأسواء أنواع الاضطهاد والعنصرية والاستبعاد لأبناء البلاد الأصليين، ثم أصبحت جنوب أفريقيا في 1961 جمهورية وخرجت من الكومنولث البريطاني، وظل الأفارقة أصحاب البلاد الأصليين في حرب المقاومة على مدي أعوام عديدة، فأسسوا حزب المؤتمر الوطني الأفريقي مناديا بالمساواة مع البيض، إلى إن نجح في عام 1993 في أسقاط نظام الأبارتهيد (الفصل العنصري) الراسخ في البلاد منذ 1948، بعد أن أُفرج عن زعيم الحزب في 1990 نيلسون مانديلا، وألغيت سياسة الفصل العنصري في 1991، وأجريت انتخابات حرة في 1994 فاز فيها منديلا وأصبح أول رئيس أسود لجمهورية جنوب أفريقيا.

2. نظام إدارة التخلص من النفايات النووية المشعة

تقوم سياسة إدارة التخلص في جنوب أفريقيا على تشريعات وطنية ومعايير واتفاقات دولية، وهذه القوانين هي: قانون التنظيم النووي الوطني (47 لعام 1999) – قانون الطاقة النووية (46 لعام1999) – قانون إدارة النفايات المشعة وسياسية واستراتيجية لجمهورية جنوب أفريقيا 2005 – قانون المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة رقم 53 لعام 2008.[1]

2-1. التطور التاريخي للبرنامج النووي لجنوب أفريقيا

لم يكن المجتمع الدولي يسمح بأسقاط نظام موالي له دون إن يدفع ثمن تلك الحرية، فقد اضطرت جنوب أفريقيا للتنازل عن برنامجها الطموح لإنتاج الأسلحة النووية، وتم بالفعل التفكيك، من طرف واحد وتم تدمير الوثائق الخاصة بالسلاح النووي. حيث أعلن الرئيس فريدريك ديكلارك رئيس الدولة في نوفمبر 1989 أنهاء برنامج التسلح النووي، وتم التوقيع على اتفاقية الضمانات ودخلت حيز التنفيذ في 16 سبتمبر 1991 بعد إن انضمت جنوب أفريقيا إلى معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية في 10 يوليو 1991. وفي 24 مارس 1993 أعلن الرئيس ديكلارك أمام البرلمان أن جنوب أفريقيا قد طورت وفككت لاحقًا " قدرة محدودة للأسلحة النووية ". لتبدأ جنوب أفريقيا مرحلة جديدة ومستمرة إلى الآن ظلت فيها تمارس الأنشطة النووية السلمية، وتخضع منشأتها للتفتيش الدوري من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

وقد تم تأسيس شركة جنوب أفريقيا للطاقة الذرية بواسطة البرلمان في 1948، وأصبحت عضوًا في الوكالة الدولية للطاقة الذرية في 1957، وبدأت العمل في مركز للبحوث النووية (بليندابا) بجوار مدينة بريتوريا 1959 زودته الحكومة بمفاعل أبحاث (سفارى 1)، ثم شيدت مصنع لتخصيب اليورانيوم، وإنتاج الوقود اللازم للبرنامج النووي.

[1] South Africa Year book, (2020/2021). Republic of South Africa, government communications, department government communications and information system, PP2-7.

ثم أنشأت شركة الكهرباء والطاقة (إسكوم) مفاعل كويبرج، وفي 1971، وتمت الموافقة على تدشين برنامج "التجارب النووية السلمية"، وفي 1974 وافق رئيس الوزراء جون فورستر على برنامج لتطوير الأسلحة النووية كرادع. 1975 تم تطوير موقع تجريبي في صحراء كالاهاري، وفي 1979 صدر القرار بتولي أرمسكور جميع البرامج، في 1982 الموافقة على برنامج (Gouriqua) لتطوير تكنولوجيا ال (BWR).[1]

في أغسطس 1977 رصد قمر صناعي سوفيتي، استعدادات للتجربة النووية في جنوب أفريقيا، ليصدر مجلس الأمن في 4 نوفمبر من نفس العام قراره 418 الذي يدعو فيه كافة الدول إلى الامتناع عن التعاون مع جمهورية جنوب أفريقيا في إنتاج وتطوير السلاح النووي، ولكنها استطاعت في22 سبتمبر 1979 إجراء التجربة الأولي لها، وفي 1982 صنع نظام الفصل العنصري النموذج الصناعي الأول من القنبلة النووية وكان بإمكانه إنتاج قنبلة أو أثنين في السنة، وبحسب موقع (زفيزدا) التابع لوزارة الدفاع الروسية إن جنوب أفريقيا صنعت 8 قنابل نووية. ويوضح الشكل 4-11 المواقع الرئيسية للمنشآت النووية في جمهورية جنوب أفريقيا.

المصدر: Monterey Institute of International studies,California,USA.1999

شكل (4- 2)

مواقع المنشآت النووية بجنوب أفريقيا

وتمتلك جنوب أفريقيا حاليا مفاعلان بقوة 2000 ميجاوات، وهي الدولة الوحيدة في القارة التي تمتلك المفاعلان يغطيان من 5 إلى 6 % فقط من احتياجات الكهرباء، يعد المفاعل الثاني الذي أنشأ في

[1] Baeckmann, Adolf.Dillon, Garry and Perricos, Demetrius, (1995). Nuclear verification in South Africa, National reports, IAEA Bulletin,1/1995, p42-45.

1976 أول مفاعل تجارى في 1984 وتقع الوحدة الثانية منه في كويبرج على بعد 27 كيلو شمال كيب تاون على المحيط الأطلسي وهذا المفاعل مد منطقة غرب الكاب بالكهرباء وهي من أسرع المناطق نموًا في جنوب أفريقيا، وهي المحطة الوحيدة في القارة التي لديها مفاعل الماء المضغوط وتمتلك أكبر مولدات توربينية في نصف الكرة الجنوبي وهي المحطة الأكثر أهمية موقعًا جنوب العالم، في 2012 بدأت الدولة تسعي لامتلاك 8 مفاعلات بقيمة 300 مليار ويهدف المشروع لتأمين 9,6 جيجاوات لحل مشكلة الكهرباء.[1]

لعب تطور ونمو التكنولوجيا النووية على مدي عقود من 1948 إلى الآن الدور الأكبر في تصنيف جنوب أفريقيا كدولة أولي على مستوى القارة الأفريقية في هذا المجال. **ورغم إن تطوير سياسات التخلص من النفايات المشعة يعد تحدي لأي دولة، لأن ذلك يستلزم إشارة إلى حجم الأنشطة النووية التي تتم داخل تلك الدولة.**

ومنذ عام 1994 ألتزمت جنوب أفريقيا بالشفافية وثقافة التشاور والمشاركة، ونشرت في عام 2005 وثيقة حكومية معتمدة من وزارة المعادن والطاقة توضح فيها السياسة والاستراتيجية لإدارة النفايات النووية المشعة داخل الدولة، وتوضح الرؤية كما هو مدون أنه "يجب إن تكون إدارة النفايات المشعة في جنوب أفريقيا وفقًا للأهداف الوطنية والمبادئ الدولية المعترف بها على النحو المنصوص عليه في سياسة الحكومة". كما تهدف إلى "إن خيار التخلص أو أعادة المعالجة يهدف إلى التفكير في الخيار الأفضل للإدارة الآمنة لأن هذا هو الهدف من السياسة".

واعتمدت الوثيقة المعايير الدولية الموضوعة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية في تصنيف النفايات المشعة، كما اعتمدت الطرق المنصوص عليها في التخلص والدفن أو أعادة الاستخدام، ووضعت مجموعة من المبادئ السياسية ومجموعة أخرى من المبادئ الاستراتيجية رسمت بها الشكل المناسب للدولة في إدارة التخلص من النفايات النووية المشعة، ربطتها بشكل مباشر بالمبادئ العالمية للتنمية المستدامة.

وتضمنت الوثيقة مجموعة من المبادئ البيئية الهامة:

- **تحديد المسئولية عن المتسبب في إحداث التلوث أو المتسبب في وجود النفايات،** وعليه تحمل العبء المالي في إدارة التخلص منها.
- **الشفافية فيما يتعلق بجميع جوانب إدارة النفايات المشعة،** وإعلام الجمهور في حدود ما لا ينتهك أمن تلك المواد.

[1] كازاك، سيرجي، دولة تحصل على السلاح النووي وتدمره، تم الرجوع إليه في 8-7-2020 على الموقع التالي:
www.sputnikarabic.ae

- **اتخاذ القرار السليم بحسب المعلومات العلمية وتحليل المخاطر،** وتحسينها واستناد تلك المعلومات على هيئات علمية معتمدة وتوصيات من مؤسسات وطنية ودولية متخصصة.
- **تطبيق المبدأ الوقائي الاستباقي،** فلابد من السرعة في اتخاذ التدابير الفعالة من حيث التكلفة، لمنع التدهور البيئي (مبدأ ريو)، وعدم التحجج بالافتقار إلى اليقين العلمي كسبب للتأجيل.
- **عدم استيراد أو تصدير النفايات المشعة.**
- **الحوكمة التعاونية والتنسيق الوطني الفعال،** بطريقة تمنع ازدواجية الجهود وتعظيم التنسيق.
- **تعزيز التعاون الدولي فيما يتعلق بالأمان النووي،** فيجب إن تتماشي مع السياسات والاتفاقيات الإقليمية والدولية ذات الصلة.
- **المشاركة العامة فيما يتعلق بالأنشطة النووية،** فيجب الاهتمام بالمصلحة العامة والاهتمام بجميع المهتمين والمتأثرين عند اتخاذ القرارات.
- **بناء وتطوير القدرات والتعلم،** لابد للحكومة من خلق فرصًا لتطوير مهارات العاملين بإدارة النفايات المشعة ليعظم التطوير تلك السياسة.

وتستخدم الحكومة تلك المبادئ في تطوير وتطبيق سياستها، وقد تقوم بإضافة الجديد عند الحاجة.

<u>أما عن الإطار الاستراتيجي</u>: فيتضمن أيضًا مجموعة مبادئ تطبق على إدارة النفايات المشعة

- تعتبر ضرورية من خلال صياغة التوصيات لصانعي القرار المعنيين لإضفاء الشرعية على قرار ما (على سبيل المثال قرار بأتباع التخلص الجيولوجي).[1]
- المبادئ التوجيهية لتطوير مسار العمل (مثل اشراك أصحاب المصلحة إذا تطلب الأمر)
- يعتبر التخلص النهائي بمثابة الخطوة النهائية في عملية إدارة النفايات المشعة، على الرغم من قبول نهج التدرج (التخزين الطويل الأجل لأنواع معينة) يمكن اعتبار HLW، LLW، والمصادر المستهلكة أحدي خطوات عملية الإدارة.
- يجب إن يكون الهدف هو تحقيق أقصي درجة من الأمان السلبي في التخزين والتخلص.
- **الحد من النفايات المشعة المنتجة،** وتوافق المرافق مع جميع متطلبات التنظيمية المعمول بها.
- يجب اتباع التسلسل الهرمي للخيارات الإدارية للنفايات المشعة.
- يجب إن تغطي الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات المشعة دورة الحياة الكلية لإدارة النفايات من التولد إلى التحكم المؤسسي في التخلص من النفايات المشعة المغلقة.
- تحديد الفترة الزمنية التي قد تتطلبها الرقابة المؤسسية، رغم صعوبة بعض الحالات.

[1]Radioactive waste management policy and strategy for the republic of South Africa, (2005) Department of Minerals and Energy (the dme), Republic of South Africa, P4-5

- **منح الأجيال القادمة حرية الاختيار وبناء الثقة،** فيجب توفير جميع خيارات التخلص من النفايات المشعة في فترة محددة يمكن من خلالها الاسترجاع، ويحدد وزير المعادن والطاقة تلك المدة في توصية اللجنة الوطنية لإدارة النفايات المشعة.
- لا ينبغي لتدابير الاسترجاع أن تضر بالعملية والتي قد تستغرق وقتًا طويلًا.
- يتم النظر في نقل المخلفات بين المولدات بشرط سلامة جميع الأمور المتعلقة فتتم معالجة الملكية والمسؤولية والسلامة.
- تقليل العبء على الأجيال القادمة، وإيقاف تشغيل وإغلاق المرافق يجب تنفيذها في أقرب وقت بشكل عملي.
- التخفيف المتعمد للنفايات المشعة غير مقبول ولكن في حالة (نورم) سيتم النظر في تخفيف المواد ذات التركيز العالي مع المواد ذات التركيز المنخفض بشرط معالجة جميع الشواغل التنظيمية ذات الصلة.[1] (عند تنفيذ تلك السياسة لابد من مراعاة متطلبات الامتثال لتعليمات الكتاب الأبيض بشأن التلوث والنفايات في جنوب أفريقيا)

كما حددت الهياكل الإدارية للتعامل مع النفايات المشعة في الدولة على النحو التالي:

1. اللجنة الوطنية لإدارة النفايات المشعة: يرأسها ممثل عن وزارة المعادن والطاقة – (مع تفعيل مسؤوليات وزير المعادن والطاقة في مجال الطاقة النووية)، ويجب على اللجنة إن تلتزم برفع تقاريرها إلى الوزير عبر إدارة خط بورصة دبي للطاقة. وتشرف هذه اللجنة على تنفيذ سياسة الدولة الخاصة بإدارة التخلص من النفايات المشعة وتكون مستقلة عن جهات توليد تلك النفايات. كما تلتزم بعمل خطة عمل وطنية للتطوير المستمر في هذا المجال بالتعاون مع الإدارات والهيئات الحكومية الأخرى (وزارة البيئة –وزارة الصحة" إدارة مكافحة الإشعاع"– وزارة المياه والغابات – هيئة الرقابة النووية) كل هؤلاء لابد إن يكونوا أعضاء في اللجنة. كما ألزمت وزير الطاقة لديها بصفته وكيلا عن الحكومة بعمل (خطة عمل وطنية) للتطوير بالتعاون مع الهيئات الأخرى لتطوير العمل في مجال النفايات المشعة.

والأهداف الرئيسية للجنة:

- تنسيق إدارة النفايات المشعة على المستوى الوطني.
- المراجعة والتوصية لوزير المعادن والطاقة للموافقة على خطط اللجنة الخاصة بالمواقع والصناعة المطلوبة لذلك.
- مراقبة تنفيذ خطط إدارة النفايات المشعة.
- دعم أنشطة البحث والتطوير الخاصة بإدارة النفايات المشعة الوطنية.

[1] Radioactive waste management policy, ibid, P8-9-14

- يتعين على اللجنة نشر تقرير على أساس المعلومات الواردة مع التحقق من صحتها عند اقتضاء الحاجة.

2. الوكالة الوطنية لإدارة النفايات المشعة:

يتعين على الحكومة في غضون 5 سنوات إنشاء إدارة مستقلة للنفايات المشعة، بموجب أحكام المادة 55 (2) من قانون الطاقة النووية لعام 1999.

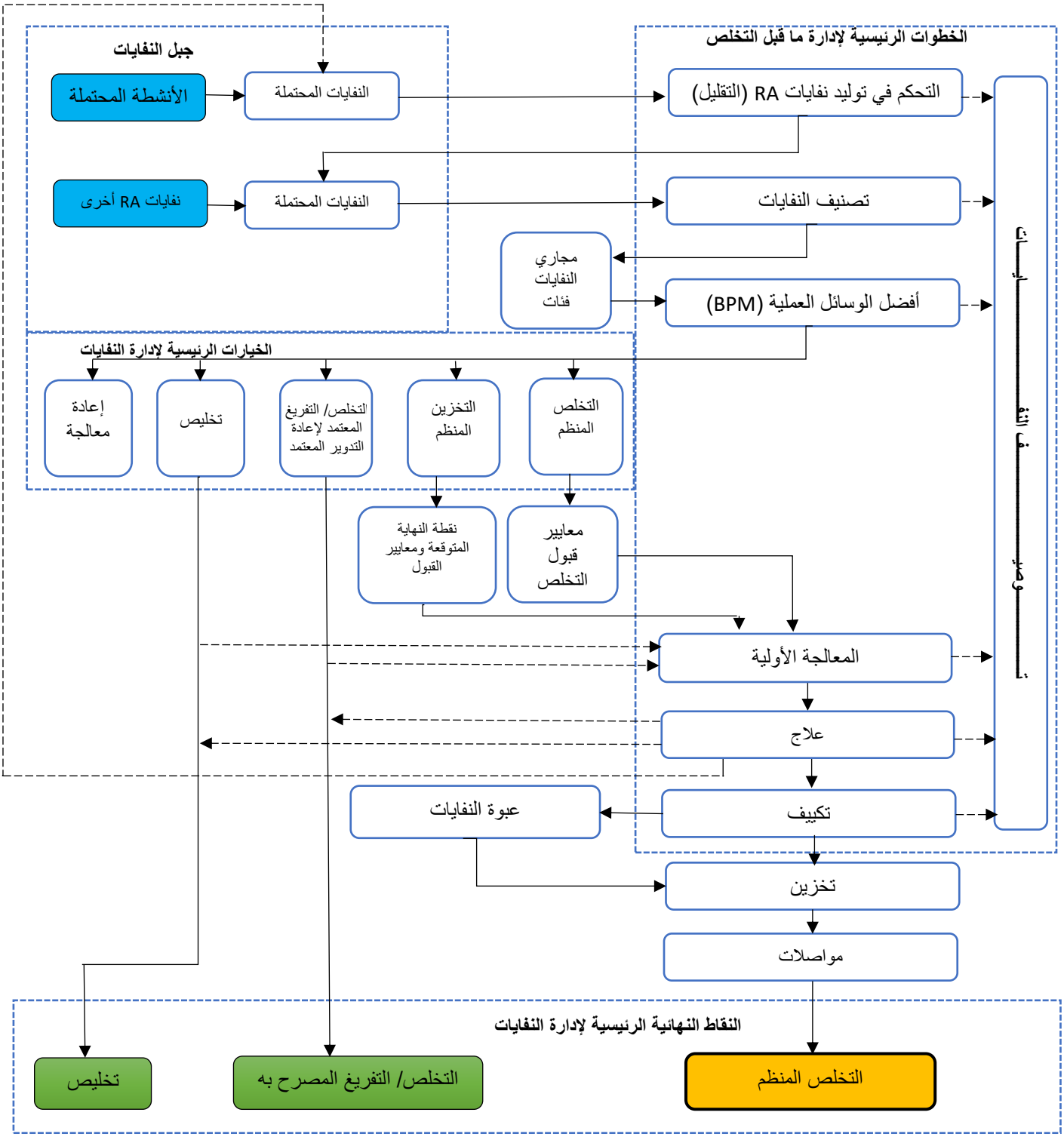
- لابد لهذه الوكالة من تقديم التقارير لوزير المعادن والطاقة، ويتم تعيين مجلس إدارة ورئيس تنفيذي للوكالة من قبل الوزير، وبالنسبة للميزانية سوف تكون من الميزانية المخصصة من قبل بورصة دبي للطاقة (حيث يجب إن يتم الحصول على الأموال من صندوق إدارة النفايات أو مخصصات بورصة دبي للطاقة الأخرى – حسب الاقتضاء).
- من مهام الوكالة: تشغيل موقع فالبوتس كمرافق وطني جديد للتخلص. وكذلك إدارة التخلص من النفايات الغير مملوكة لأحد، نيابة عن الحكومة.
- تحديد وتنفيذ برامج البحث والتطوير لإدارة النفايات على المدي الطويل، تنفيذ الرقابة المؤسسية بما في ذلك المراقبة الإشعاعية والصيانة – حسب الاقتضاء نيابة عن الحكومة.
- الاحتفاظ بقاعدة بيانات وطنية للنفايات المشعة ونشر قائمة الجرد والمواقع السنوية لجميع النفايات المشعة في جنوب أفريقيا. تقديم المشورة على الصعيد الوطني بشأن إدارة النفايات المشعة.[1] ويوضح الشكل (4–3) النموذج الوطني لإدارة النفايات المشعة في جنوب أفريقيا.

وهناك موقع خاص بالتخزين الجاف للوقود المستهلك في كويبيرك في أحواض خاصة به، وأيضا دفن النفايات المنخفضة والمتوسطة في خنادق بعمق 10 أمتار، يتم ملؤها بالتربة المضغوطة ثم بعد ذلك أعادة تأهيل السطح بزراعة نباتات محلية.

في 1997 تم الكشف عن الصدأ في بعض الحاويات المكشوفة وحدث تسرب إشعاعي فأوقفت الهيئة الوطنية للرقابة النووية (NNR) العمل بشكل مؤقت حتى تمت معالجة الموضوع.

بعد حادثة فوكوشيما في 2011 وفي ظل عدم وجود مستودع جيولوجي عميق للتخلص من الوقود المستهلك احتاجت (اسكوم) بشكل عاجل لمرفق تخزين مؤقت مركزي، للتخزين طويل الأجل للوقود المستهلك بعيدا عن كويبيرك، لأسباب أهمها التخفيف من مخاطر التخزين المحتملة المتعلقة بتراكم الوقود المستهلك، التمكن من نقل الوقود المستهلك من موقع المصنع إلى المرفق (CISF)من أجل إيقاف تشغيل المصنع بأمان واستعادة الموقع بعد غلق كويبيرك في أي وقت.

[1] Radioactive waste management policy...., ibid, pp 15–16.



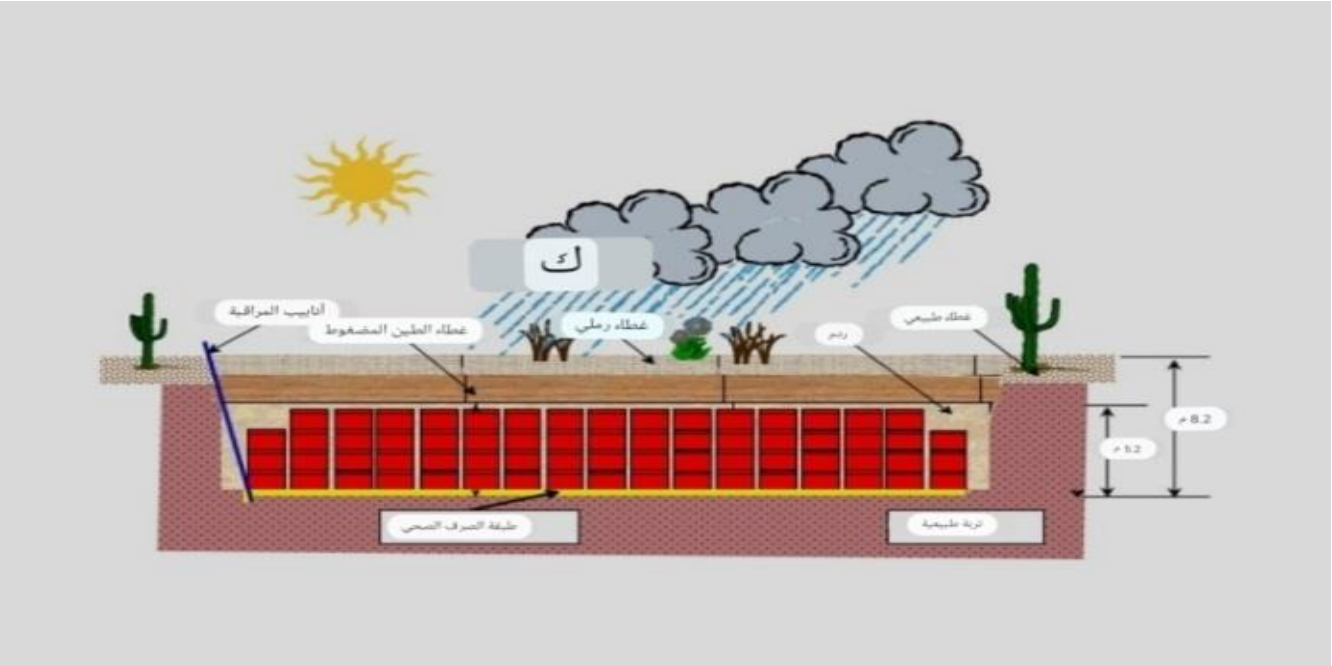
المصدر : Radioactive waste management policy and strategy for S.A (2005) P.25

شكل (4- 3)

النموذج الوطني لإدارة النفايات المشعة والنفايات المشعة المحتملة

أصدر المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة وهو الجهة المنوطة بإدارة التخلص على المستوى الوطني، وثيقة في عام 2009 حول موقع التخلص **فالبوتس،** وهو موقع مرخص من قبل الهيئة التنظيمية النووية الوطنية لاستخدامه كموقع للتخلص من النفايات منخفضة المستوى، ويتم تشغيله من قبل الهيئة التنظيمية وتتوافق شروط السلامة به وفقا للترخيص.

ففي عام 1978 كان البحث على أشده عن موقع مناسب للتخلص من النفايات المشعة مراعيًا جميع الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية والجيولوجية وكل ما له صله بالموضوع، فكان اختيار منطقة الكاب الشمالية، وتحديدًا موقع على بعد 100 كم من جنوب شرق سبرينغبوك مناسبًا للتخلص من النفايات ذات المستوى المنخفض والمتوسط. وفي 1983 حددت الدولة نيابة عن الهيئة النووية، موقع أكثر تحديدًا في هذا المكان وهو مرفق التخلص فالبوتس، ووصلت إليه في 1986 أول مجموعة من النفايات المنخفضة والمتوسطة من مفاعل كويبيرك.[1] يبلغ عمق خنادق الدفن فيه 8 متر ومحاطة بالطين وعلى ارتفاع 50 متر فوق منسوب المياه وعندما تمتلئ الخنادق يتم ردمها مرة أخرى وتغطيتها بـ 2. متر من الطين المضغوط لاستبعاد مياه الأمطار قبل تغطيتها بالرمال وإعادة غرس النباتات. ويوضح الشكل (4-4) طريقة وآليات الدفن في موقع التخلص الآمن في فالبوتس.



المصدر: تم الرجوع إليه في الموقع التالي: www.nrwdi.org.za/compliance.html

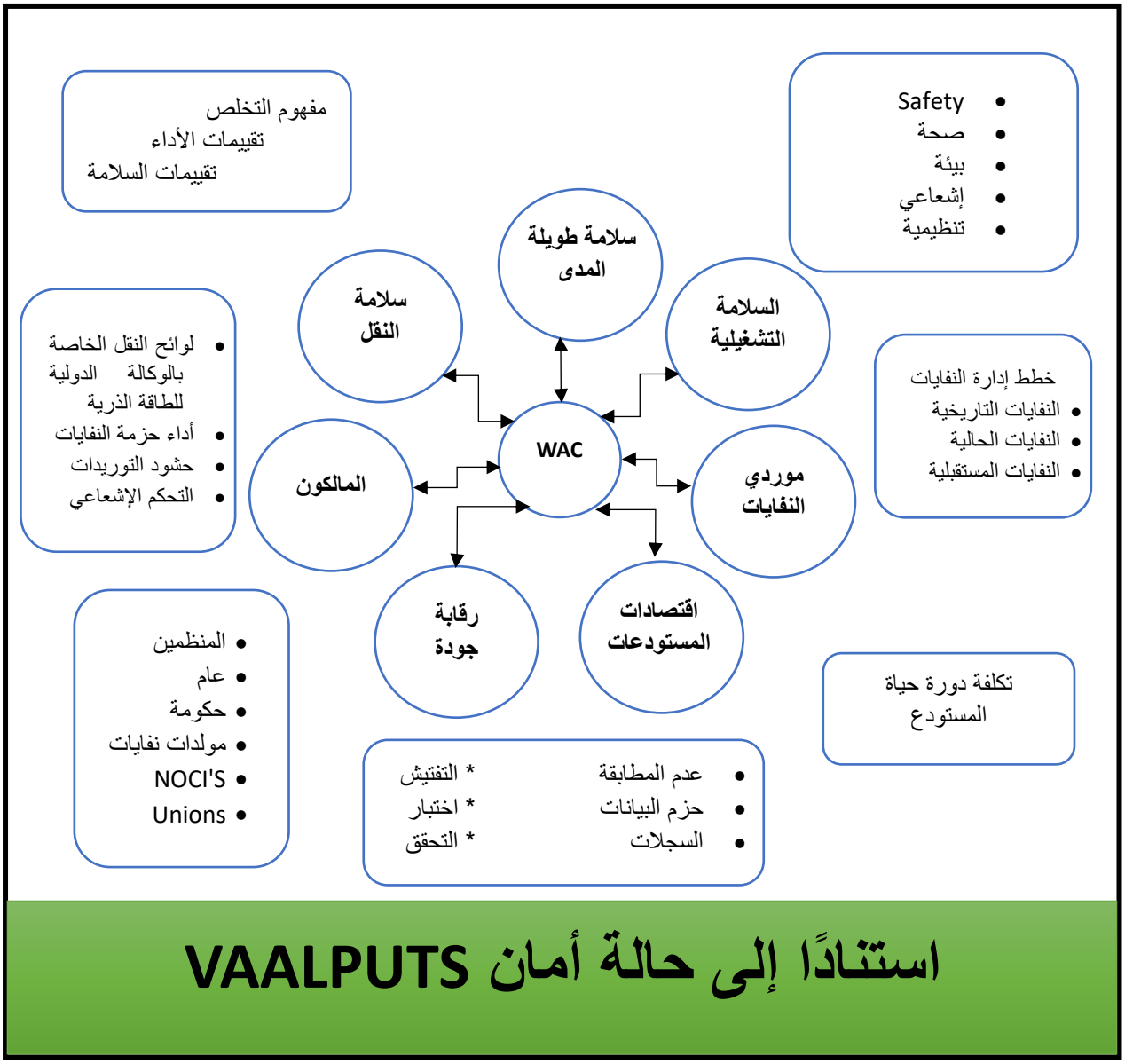
الشكل (4- 4)

طريقة الدفن في فالبوتس

[1] تم الرجوع إليه في الموقع التالي:

National Radioactive Waste Disposal Institute, html: www.nrwdi.org.za/compliance

وتعتمد معايير قبول النفايات في فالبوتس استنادًا على حالة الأمان المعتمدة في المرفق نفسها، وأصدر "المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة" وثيقة حكومية معتمدة بعنوان (فالبوتس: مرفق التخلص من النفايات المشعة). عُرضت فيها بشفافية السياسة والاستراتيجية المعمول بها[1] في التخلص في المرفق، كما حددت الفئات والتصنيفات المختلفة المقبول التعامل معها في المرفق، وعرضت لمراحل التنمية المقترحة ووضعت جدول زمني للأعمال بالمرفق يصل لعام 2051 فصاعدًا[2]. (شكل 4-5)



المصدر: موقع المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة.

شكل (4- 5)

معايير الأمان في فالبوتس

[1] Vaalputs National Radioactive Waste Disposal Facility, Public information document (PID), National Radioactive Waste Disposal Institute, NRWDI-COM-0001, Rev.1, South Africa

[2] Vaalputs National Radioactive Waste Disposal Facility, ibid.

كما يقدم الجدول (4–1) عرضًا لعدد حزم النفايات وإجمالي المخزون من المواد النووية في جنوب أفريقيا في نهاية عام 2019

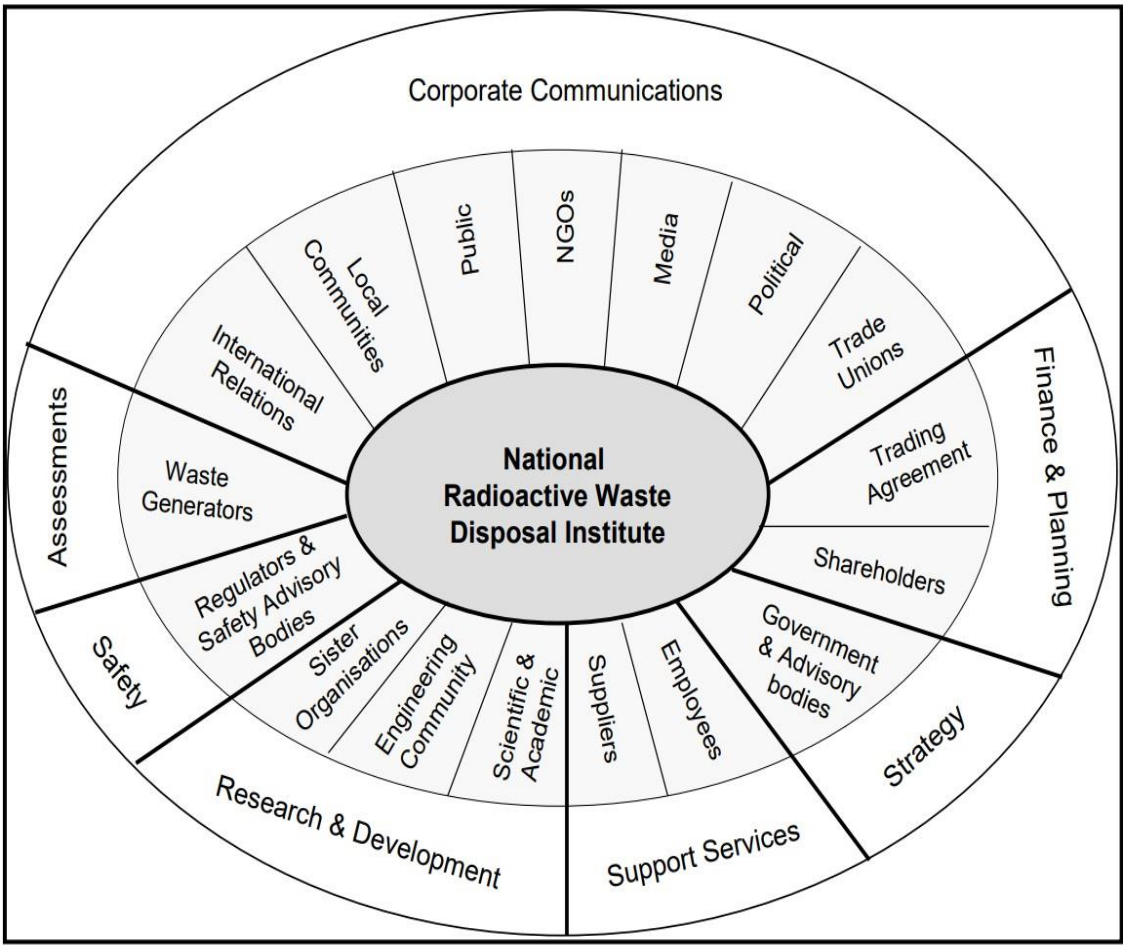
جدول (4–1)

ملخص عدد حزم النفايات وإجمالي مخزون النيوكليدات لـ LLW المستلمة من KNPS وNecsa في 31 ديسيمبر 2019

مولد النفايات	نوع عبوة النفايات		إجمالي النشاط في 31 ديسمبر 2019
	معدن	أسمنت	(جي بي كيو)
محطة Koeberg للطاقة النووية	21415	1991	5.15 x 10
Necsa	6154	420	1.75 x 100
المجموع	27569	8441	2.27 x 1005

المصدر: Vaalputs National Radioactive Waste Disposal Facility p. 17

ويقدم الشكل (4–6) بيان لأصحاب المصالح المشاركين مع (المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة) في جنوب أفريقيا والتي تشمل الأجهزة الحكومية، والمنظمات غير الحكومية، والمؤسسات والمعاهد البحثية، والجهات المعنية بقواعد الأمان، والإعلام والمنظمات الدولية ذات الصلة.



المصدر: National radioactive waste disposal institute (NRWDI) 2017\2018-2019\2020، ص23

شكل (4-6)

خريطة أصحاب المصالح

جدول (4-2)

مراحل تطوير الموقع فالبوتس

التاريخ	الفترة الزمنية (سنوات)	مرحلة تطوير الموقع	معالم
1983 حتى 1986	3 سنوات	فترة ما قبل التشغيل	•اختيار الموقع. •تصميم مفهوم التخلص. •تقرير السلامة. •الإذن التنظيمي. •إنشاء مستودع.
1986 حتى 2046	60 سنة	فترة التشغيل	•التكليف. •رخصة تركيب نووي. •عمليات التخلص من النفايات. •المراقبة والمراقبة. •تقرير تقييم. •السلامة بعد الإغلاق.

التاريخ	الفترة الزمنية (سنوات)	مرحلة تطوير الموقع	معالم
			•خطة الإغلاق.
2046 حتى 2050	4 سنوات	إنهاء	•المسح الإشعاعي النهائي. •تقييم مفصل للسلامة. •إغلاق الموقع. •خطة مفصلة لإيقاف التشغيل. •إيقاف التشغيل (المرحلتان 1و 2)
2050 حتى 2150	100 عام	فترة الرقابة المؤسسية	•التحكم النشط (على سبيل المثال، ما بعد الإغلاق، المراقبة والمراقبة، والإجراءات التصحيحية).
2150 حتى 2350	200 عام		•التحكم السلبي (على سبيل المثال، استخدام الأراضي، مراقبة، علامات، سجلات). •إيقاف التشغيل (المرحلة 3). •تقييم السلامة النهائي
الإفراج عن الأرض			
2351 فصاعدًا		لا أحد	•لا توجد ضوابط على الموقع (تحرير الأرض من الرقابة التنظيمية)

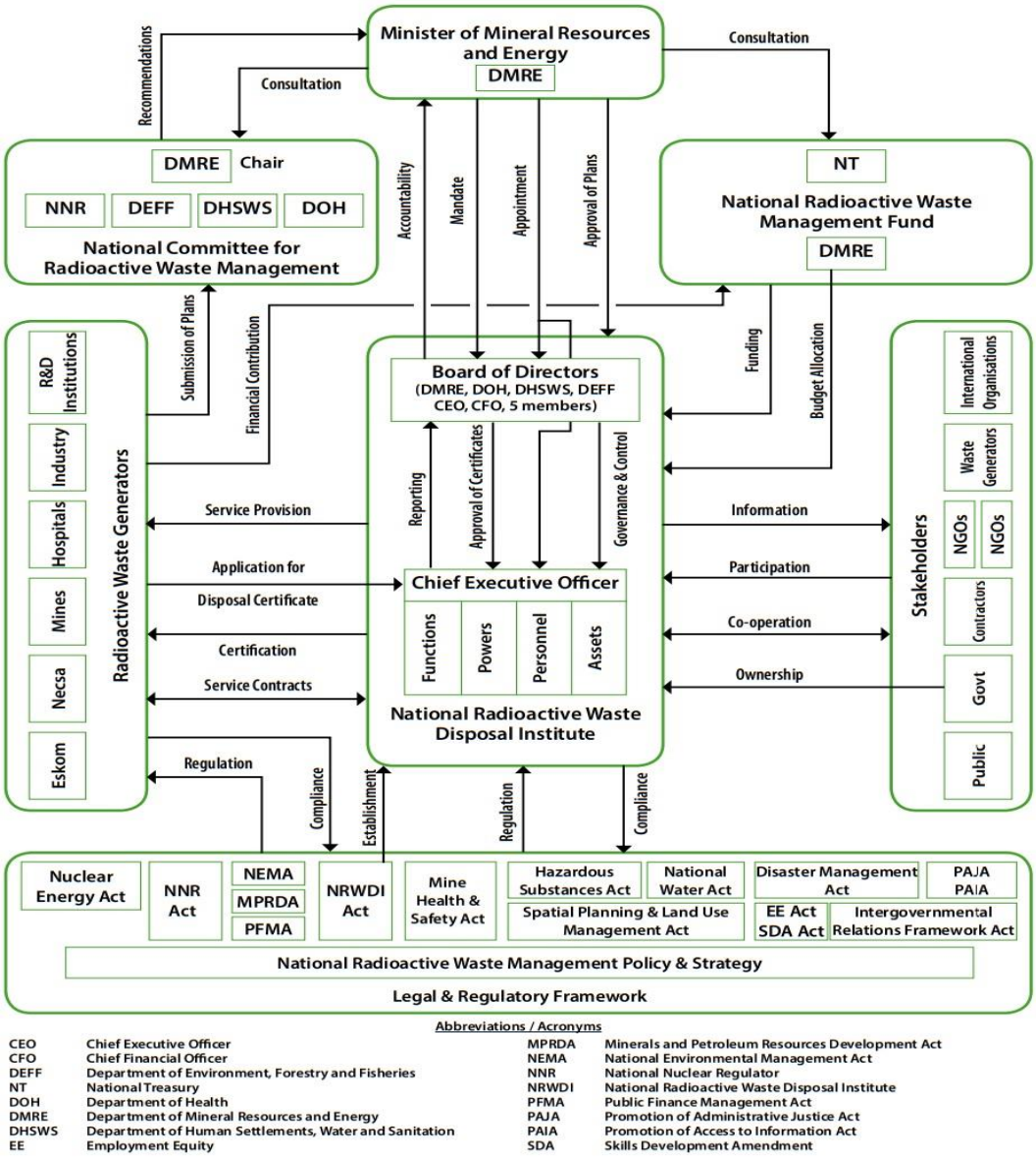
المصدر : Vaalputs National Radioactive Waste Disposal Facility، ص20.

وقد وضع المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة خطة استراتيجية معلنة للعامين 2017/2018 – 2019/2020 حدد فيها الأهداف وطموحات التطوير، ولم يغفل عن أصحاب المصالح المشتركة. وضع هذه الخطة والسير والالتزام بتنفيذها صانعي القرار في المعهد لوضع الخطة الاستراتيجية الخمسية المعلنة 2020/2025، وهي خطة طموحة، تدل على رؤية واسعة لتطوير المرفق.

- **الاتفاقيات الدولية:** تعتبر جنوب أفريقيا عضو في جميع الاتفاقيات الدولية المعنية بالنفايات النووية المشعة، المذكورة سابقا في الفصل الأول.

3. الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية في جنوب أفريقيا:

بالنظر فيما عرضته الدراسة في أولًا وثانيًا، يتضح إن جنوب أفريقيا قطعت شوطًا كبيرًا لتصل لمرحلة متقدمة على مستوى القارة الأفريقية في هذا المجال، مع اتساق هذا التقدم في المحافظة على البيئة وأهداف التنمية المستدامة. مع الحرص على تناغم هذا العمل في إدارة التخلص بطرق معتمدة متسقة بيئيًا في جميع الوثائق والخطط الاستراتيجية الخاصة بالدولة، بما يتفق مع الالتزام بالمعايير، والبرامج المعتمدة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وأيضا التزاماتها بالاتفاقات الدولية التي وقعت عليها.



المصدر: National radioactive waste disposal institute (NRWDI) 2020\2025.

شكل (4-7)

البيئة التشريعية والتنظيمية للمعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة

وفي الكتاب السنوي لعام 2021-2022 والخاص بـ "الموارد المعدنية والطاقة" أكدت فيه على دور المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة المسؤول عن إدارة التخلص على المدي الطويل، بطرق آمنة وسليمة تقنيا ومقبولة اجتماعيًا ومسؤولة بيئيًا ومجدية اقتصاديًا، وعلى المدي المتوسط سيركز المعهد على تطوير خطط التخلص الأمنية، وصياغة تقرير الجرد الوطني الذكي للنفايات، وإجراء عمليات التفتيش للتأكد من إن جميع حزم النفايات التي يتم التخلص منها تفي بمعايير قبول النفايات والبيئة، وضع تقرير تقييم الأثر البيئي للتخزين طويل الأجل للوقود المستهلك في مرفق التخزين المركزي المؤقت. كما تخطط للنقل على المدى القريب مهمة التخلص من النفايات ذات المستوى المنخفض في فالبوتس من مؤسسة الطاقة النووية. والحصول على ترخيص الهيئة الوطنية للرقابة النووية مما يسمح

لها بأن تصبح صاحبت الترخيص وتحصل على إيرادات خاصة بها من خلال توفير خدمات التخلص من النفايات من مولدي النفايات[1].

وعوامل الأمان في مرفق فالبوتس: ضرورة الالتزام في التخلص من النفايات المشعة، بأُسس محددة "حماية صحة الإنسان والبيئة الآن والمستقبل، بطرق لا تفرض أعباء على الأجيال القادمة، واعتماد فكرة الدفاع في العمق "أي تطبيق أكثر من تدبير وقائي لهدف الأمان وتحقيقه"، وفكرة الحواجز المتعددة "أثنان أو أكثر من الحواجز الطبيعية أو الهندسية المستخدمة لعزل النفايات المشعة في مستودع ما ومنع التسرب، المبدأ الوقائي "أي أنه في حالة وجود عدم يقين بشأن سلامة نشاط ما، يجب أتباع نهج متحفظ، مبدأ الملوث يدفع "على الملوث تحمل العبء المالي للتخلص والنقل الآمن للنفايات وفقا للوائح الوكالة الدولية للطاقة الذرية، من تدبير مراقبة الجودة ومتطلبات الصحة والسلامة والبيئة، أي متطلبات التحقق من السلامة. وتخضع عمليات التخلص في فالبوتس للمراقبة الإشعاعية المستمرة للعمال والبيئة والجمهور بشكل عام.[2]

وفي تقرير مؤشر الأداء البيئي[3] (*) الصادر عن منظمة الأمم المتحدة للعام 2022، تأتي جنوب أفريقيا في الرقم 166 من أصل 180 دولة تدخل ضمن التصنيف. بمعدل 37.2 على مستوى الإقليمي فهي رقم 19 أفريقيًا.

جدول (4-3)

معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي لجمهورية جنوب أفريقيا (2022)

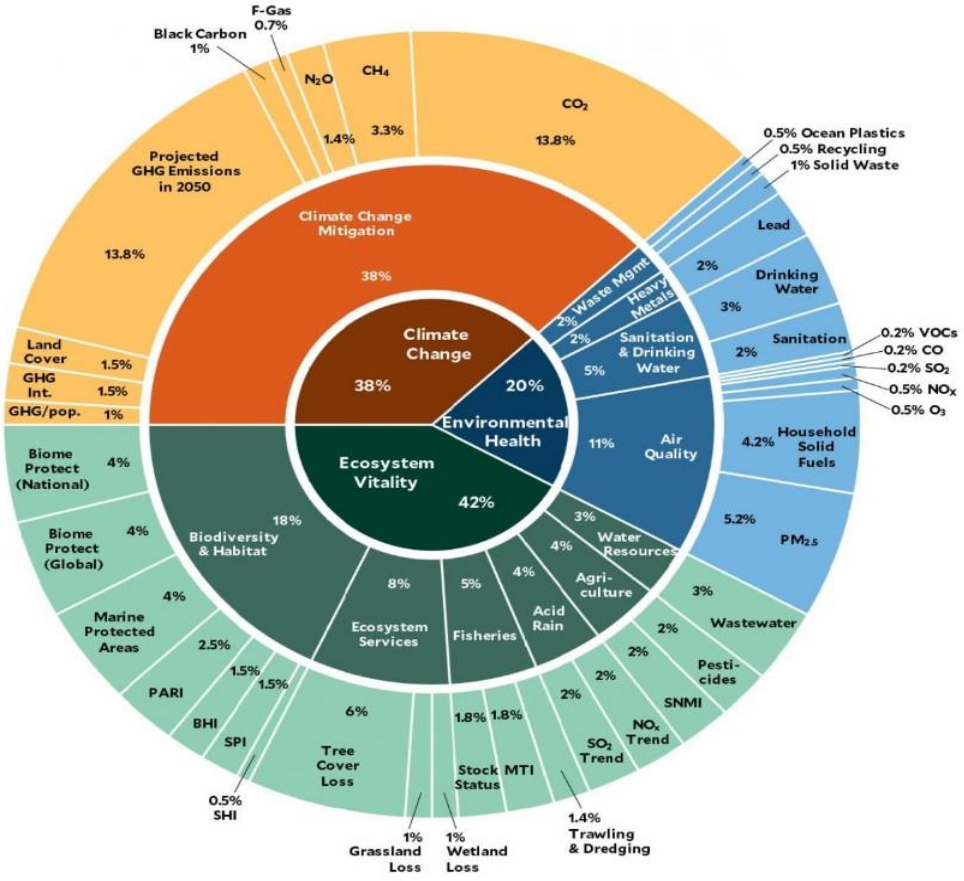
الصحة البيئية	التغير المناخي	حيوية النظام البيئي
رقم 10 (180 دولة) مجموع نقاط (من 100) 28.1	رقم24 (180دولة) مجموع نقاط (من 100)34.1	رقم21 (180 دولة) مجموع نقاط (من 100)44.2

المصدر: جُمعت وحُسبت البيانات عن طريق الباحثة، من خلال: EPI, Environmental Performance Index (2021)

[1] Mineral Resources and Energy, Yearbook2021-2022, South Africa Government 2022, P5
[2] National radioactive waste disposal institute (NRWDI), www.nrwdi.org.za/compliance.html
[3] Environmental Perforalemance Index 2022, EPI, Yale Univ., Columbia Univ., 2022, P. XI.

(*) مؤشر الأداء البيئي: هو مؤشر قياس الأثر البيئي لسياسات الدولة، فهو طريقة لقياس الأداء البيئي الرقمي والكمي لهذه السياسات، Environmental Performance Index. (EPI)، ويستخدم هذا المؤشر مؤشرات موجهة نحو النتائج بالتالي يعمل كمؤشر مرجعي يمكن استخدامه بسهولة أكبر من جانب صانعي السياسة. (ويصنف حتى عام 2022 نحو 180 دولة).

وهذا المؤشر، كما يوضح الشكل (4-8)، وإن كان لا يتعرض بشكل مباشر للنفايات المشعة، إلا انه يستخدم ثلاث مؤشرات فرعية تظهر بشكل غير مباشر أي أثر لوجود نفايات نووية مشعة وهي (الصحة البيئية – التغير المناخي– حيوية النظام البيئي).



المصدر: Environmental Performance Index 2022, EPI, Yale Univ., Columbia Univ., 2022, P. XI.

شكل (4- 8)

إطار عمل التقرير للعام 2022 مقسم مؤشرات الإداء إلى 11 فئة منبثقة عن 3 أهداف

ثانيًا: تجربة جمهورية تنزانيا الاتحادية

تتناول الدراسة في هذا المبحث جمهورية تنزانيا الاتحادية، ثاني أكبر دولة في شرق أفريقيا، لديها من الموارد والطموح ما يؤهلها لمستقبل أفضل، فقد حققت في خلال مده قصيرة قفزات نوعية في أنعاش اقتصادها، ففي 2016 توسع اقتصادها بنسبة 7% بسرعة متواترة مما جعله من قمة الاقتصادات الأسرع نموًا في القارة الأفريقية، كما أنها عاشر أكبر اقتصاد في القارة الإفريقية بناتج قومي إجمالي يصل إلى 45 مليار دولار. وسيتم في هذا المبحث التناول على أساس نقاط المقارنة الثلاث المعروضة

في النموذج المصري والجنوب أفريقي من حيث: (الموقع والطبيعة الجغرافية، إدارة التخلص من النفايات المشعة، الأثر البيئي لتلك الإدارة).

1. الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم الملامح التاريخية لجمهورية تنزانيا الإتحادية

تقع تنزانيا في الركن الشرقي من القارة الأفريقية، بين درجة واحدة وأثنا عشر درجة جنوبا، وبين المحيط الهندي ووادي الصدع الشرق أفريقي، من الشاطئ الشرقي تنحدر الأرض صعودا للغرب حيث توجد الأراضي المستوية والجبال بارتفاع من 900 إلى 1200 متر فوق سطح البحر، تشترك في الحدود مع كينيا وأوغندا وبوروندي ورواندا وجمهورية الكونغو الديمقراطية وزامبيا وملاوي وموزمبيق، مساحتها حوالي 362.820 ميلا مربع مع 20600 ميل مربع من البحيرات، بها أعلى جبل في أفريقيا جبل كليمنجارو والذي يبلغ طوله 5.895 متر تمر به أنهار جليدية، تمتلك تنزانيا ثلاث من أكبر البحيرات في القارة: بحيرة فيكتوريا (ثاني أكبر بحيرة للمياه العذبة في العالم)في الشمال، وبحيرة تنجانيقا (ثاني أعمق بحيرة في العالم) في الغرب، وبحيرة نياسا (بحيرة ملاوي) في الجنوب الغربي. ويسود المناخ الاستوائي على طول الساحل بينما المناطق الداخلية تتمتع بمناخ معتدل، وعلى المنحدرات الجنوبية الشرقية تهطل الأمطار على مدي عشر أشهر، وكذلك على طول الساحل تجلب الرياح الموسمية الأمطار من 5 إلى 6 شهور أما المرتفعات في الداخل فهي جافة نسبيا، 98.5 من السكان أفارقة ينتمون إلى 120 قبيلة،1.5 من السكان آسيويون وعرب وأوروبيون.[1]

الاقتصاد التنزاني قائم بشكل أساسي على الزراعة حيث يساهم القطاع الزراعي بحوالي 44% في الناتج المحلي، ومن أكبر المشاكل لديها أنها تنفق 60% من الدخل لشراء عملات أجنبية لشراء النفط، فأصبح هناك أولوية لتطوير واستخدام الموارد المحل كما إن الاستخدام الفعال للطاقة أصبح أولوية رئيسية منذ منتصف الثمانينات.

تمتلك تنزانيا موارد طبيعية (طاقة مائية– قصدير–الفوسفات –خام الحديد –الفحم –الماس –الأحجار الكريمة –الذهب –الغاز الطبيعي –النيكل– اليورانيوم) . كما تتمتع تنزانيا بمخزون عالي من الثروات الباطنية، وبحسب معطيات المكتب الوطني للإحصاء (حكومي) وإن كان قطاع المعادن يمثل 4% فقط من الناتج المحلي.

جمهورية تنزانيا الإتحادية هي وليدة اتحاد دولتي تنجانيقا وزنجبار في 1964، حكمها البرتغاليون في القرن الخامس عشر، استمرت سيطرتهم عليها حتى عام 1880، لتخضع بعد ذلك للاستعمار الألماني حتى عام 1919، وبعد الهزيمة الألمانية في الحرب العالمية الأولي، خضعت تنزانيا للاحتلال البريطاني الذي أستمر حتى عام 1961، ثم نالت زنجبار الاستقلال في 1963، واتحدت مع تنجانيقا

[1] Tanzania Geography، تم الرجوع إليه في الموقع التالي: www.countryreports.org/country/Tanzaia/geography.html

في 1964، لتعلن جمهورية تنزانيا الإتحادية، والعاصمة دودومو. لمصر وتنزانيا علاقات وثيقة، ففي عام 2014 احتفلوا بمرور 50 عام على تأسيس تلك العلاقات.

المصدر: الموسوعة البريطانية، لندن، المملكة المتحدة.

شكل (4-9)

موقع جمهورية تنزانيا الاتحادية

2. إدارة التخلص من النفايات النووية المشعة.

2-1. التطور التاريخي للبرنامج النووي التنزاني:

فمنذ الإعلان عن قيام جمهورية تنزانيا الاتحادية في 1964، حاولت تنزانيا المشاركة بفاعلية مع المعطيات الإقليمية والدولية، وبدأت علاقتها بالطاقة النووية بشكل رسمي في عام 1976، عندما انضمت تنزانيا لعضوية الوكالة الدولية للطاقة الذرية في ذلك العام، وأقرت قانون الحماية من الإشعاع (رقم 5 لسنة 1983)، أتبعته بإنشاء اللجنة الوطنية للإشعاع (*)، وكان الرئيس موواليمو يوليوس كامباراج نيريري وهو أول رئيس لجمهورية تنزانيا الاتحادية، قد وقع هذا القانون للتحكم في المواد المشعة والمسائل الأخرى المتعلقة بحماية الأشخاص من الأذى الناجم عن الإشعاع المؤين وقد أعطي هذا القانون اللجنة الوطنية للإشعاع السيطرة الكاملة على استخدام المواد المشعة وتركيب المحطات واستيراد وتشغيل المنشآت النووية .

في عام 2003 صدر قانون الطاقة الذرية (رقم 7 لسنه 2003) والذي أُلغي قانون 5 لسنة 1983، وبموجبه تم إنشاء لجنة الطاقة الذرية (**)، وهي الهيئة المسؤولة عن تنظيم وتعزيز الاستخدام السلمي

(*) اللجنة الوطنية للإشعاع Nuclear Radiation Commission (NRC)

(** لجنة الطاقة الذرية التنزانية Tanzania Atomic Energy Commission (TAEC))

للطاقة الذرية التكنولوجيا النووية وتقديم المشورة للحكومة بشأن المعاهدات والاتفاقيات الدولية المتعلقة بالطاقة الذرية والتكنولوجيا النووية."

2-2. المهام الأساسية للجنة الطاقة الذرية:

- تنسيق أنشطة البحث والتطوير في الطاقة الذرية، والتكنولوجيا النووية لقطاعات الصحة والطب والزراعة والإنتاج الحيواني والصناعة والاختبارات غير المدمرة.
- تطوير إطار البحث وبناء القدرات لتعزيز الاستخدام الآمن للطاقة النووية التكنولوجية في مجالات توليد الطاقة والإنتاج الزراعي و (تطوير مرافق التشعيع).
- تمثل الدولة التنزانية في الضمانات واللوائح والقرارات الدولية في المجال النووية.
- دعم تطبيق التكنولوجية النووية في مكافحة الأمراض وخاصة علاجات السرطان.
- مراقبة النويدات المشعة، وإدارة النفايات النووية.
- تتولي عمليات التفتيش ومراقبة تطبيق الاستخدام الآمن للتكنولوجيا النووية بما في ذلك التعدين، طحن ومعالجة ونقل اليورانيوم والتي من المقرر إن تبدأ في غضون عام أو عامين".

وقد أنشأت لجنة الطاقة الذرية[1] (مجمع المختبرات التحليلية للنشاط الإشعاعي) (*) من أجل إضافة قيمة إلى مشاريع التنمية والأنشطة الأكاديمية والبحثية الذي له دور كبير في المساهمة في النمو الاقتصادي للدولة، على مستوى قطاعات اقتصادية مختلفة (صناعي – صحي –زراعة –طاقة وقطاع البناء وقطاع التعدين والتعليم والبحث، لذلك تم عمل خطة للتسويق لضمان الاستخدام الفعال والمنظم لذلك المختبر.

وتغطي خطة التسويق الاستراتيجي للمختبر فترة خمس سنوات من 2019/2018 إلى 2023/2022، وتصف الخطة ما تفعله اللجنة وما تطمح إليه وكيف تحقق النتائج المرجوة لأصحاب المصالح فيها وكيف تساهم في الأهداف الوطنية طويلة الأجل وجدول أعمال التنمية .

ومن أهم الخدمات والمنتجات التي يقدمها المختبر حاليًا:

أولا: القياسات:

- معمل تحليل النشاط الإشعاعي (مقياس جاما، ألفا، مطياف بيتا والجسم بالكامل).
- إجراء أبحاث روتينية على عينات البيئية (تربة–ماء–رواسب –هواء –المواد الغذائية وأي عينات بيئية) باستخدام منهجيات قياس طيف جاما وألفا وبيتا.
- تحليل النشاط الإشعاعي للعينات الملوثة (عمال المناجم، الحيوانات، وغيرها).

[1] Laboratory strategic marketing plan for the year2018/2019-2022/2023, Tanzania Atomic Energy Commission, P.1

(*) مجمع المختبرات التحليلية Analytical Laboratory Complex

- دراسة عن تركيز العناصر والخصائص الهيكلية الجيولوجية والبيولوجية في العينات الغذائية والبيئية باستخدام معدات التحليل الكمي والنوعي للموادTXRF–XRF Radiotracer.
- معمل معياري ثانوي لقياس الجرعات (قياس الجرعات والمعايرة) وتقييم جرعة الإشعاع التي يتلقاها العمال المعرضون مهنيًا باستخدام مرافق مراقبة الموظفين.
- صيانة الأجهزة النووية (NIM).

ثانيًا: تكنولوجيا المعلومات والاتصالات: يقوم التدريب في المختبر على مجموعة واسعة من المجالات والمجموعات المستهدفة بما في ذلك:

1- الإشعاع وحماية العاملين في المنشآت النووية وتطبيق تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المؤسسات البحثية والأكاديمية، مخاطر الإشعاع على الجمهور والبيئة.
2- تطبيق جودة نظام إدارة معلومات المختبرات ونظام الإدارة لتحسين وإدارة أمن الأنترنت ورسائل البريد الإلكتروني: (الأمن السيبراني).
3- إنشاء وإدارة خدمة التعلم عن بُعد للتعليم والتدريب النوويين وإتاحتها من خلال نظام المكتبة على الإنترنت.

ثالثًا: المرفق المركزي لإدارة النفايات المشعة:

1- إنشاء مرافق التخلص، وتوصيف وتكييف المصادر المهملة، تحديث جرد كل من المصادر المختومة المشروطة وغير المشروطة بواسطة البحث وتأمين وجمع المصادر اليتيمة ومصادر الإهمال.
2- تنفيذ برنامج الأمان والأمن النوويين، وتعزيز وتسهيل تبادل معلومات علمية وتقنية عن السلامة والأمن النووي وكذلك إدارة مخلفات المواد المشعة.

رابعًا: الاختبارات غير المدمرة:

1- دعم الممارسات غير المدمرة في الصناعة والبحث والتطوير، مثل في التنقيب عن البترول وعمليات التعدين الصناعية للمراقبة والتحكم.
2- مصنع النيتروجين السائل: الحفظ بالتبريد للعينات البيولوجية، المشاريع الخاصة بأعداد الأطعمة والمشروبات المطهوة بشكل جزئي.

خامسًا: المنتجات والخدمات الأخرى:

1- وتخطط اللجنة لتوفير المنتجات التالية:" تصميم وتصنيع أجهزة التكييف، حماية الطاقة من أجل السلامة".
2- تجديد وتكييف لوحات الدوائر الإلكترونية للأجهزة النووية والمعدات الطبية ذات الصلة.

3- استيراد وتوريد قطع غيار أجهزة الأشعة وزجاج الرصاص المكافئ، المعدات الطبية الأخرى ذات الصلة بخدمات أخرى[1].

ومع اكتشاف اليورانيوم في المناجم بتنزانيا بدأ النشاط في هذا المجال يأخذ منحي مختلف. ففي يوليو 2013 أُعطيت تنزانيا أول رخصة في تاريخها لاستخراج اليورانيوم من أراضيها، وقد حصلت على تلك الرخصة مؤسسة مانترا تنزانيا ليمتد للتعدين (رخصة استخراج اليورانيوم وتطوير احتياطياته).

فبعد إن أجرت شركة مانترا تنزانيا ليمتد، والتي تعد فرعا تابعًا لمؤسسة مانترا ريسورز الروسية كبري شركات تعدين اليورانيوم على مستوى العالم دراسات تعدينية مطولة في تنزانيا بدأت في 2010، خَلُصت إلى اعتبار الأراضي التنزانية أحد أكبر مناطق اختزان اليورانيوم في العالم وهو ما سيحقق لها كدولة نقلة كبرى على صعيد الثقل العالمي، وقد استعانت المؤسسة الروسية بمؤسسة كبري لتطوير المناجم وأعمال الاستخراج وهي مؤسسة أتوم رد ميتزولوتو وهي روسية أيضا، بهدف حفر مناجم لتعدين اليورانيوم واستخراجه في منطقة نهر موكوجو التنزاني والذي يعد أحد روافد النيل (بشرق أفريقيا) وهي منطقة تقع في جنوب شرق تنزانيا، وقد انتهت أعمال تهيئة الموقع للإنتاج والتطوير وتم استخراج أُولَ الشحنات من باطن الأرض في 2015. وتعدين اليورانيوم قادر على جلب استثمارات أجنبية مباشرة لن تقل عن 728 مليار شلن تنزاني، أي ما يعادل 448 مليون دولار أمريكي وستخلق تلك المشروعات خلال فترة إقامتها نحو 16 ألف فرصة عمل لأبناء تنزانيا وإيرادات سنوية لن تقل عن 405 مليار شلن تنزاني أي ما يعادل 249 مليون دولار أمريكي من عائدات التصدير.

وقد بُينت دراسات الجدوى الاقتصادية للمشروع إن منطقة حقول اليورانيوم في جنوب شرق البلاد تحوي 360 ألف طن من خام اليورانيوم، لكن المؤسسة التي حصلت على امتياز التطوير والاستخراج تُقدر أن الإنتاج في مراحله الأولي لن يتعدى 14 ألف طن ومن اليورانيوم الخام سنويا، وهو في حد ذاته كفيل بجعل تنزانيا – تلك الدولة الأفريقية النامية الأعلى إنتاجا من اليورانيوم مقارنة بكندا التي تعد ثاني أكبر منتج لليورانيوم على مستوى العالم من تلك الاحتياطيات"[2].

ويوضح الجدول التالي التشكيل الإداري للجنة الطاقة الذرية التنزانية مع الاهتمام بالمستوى الهرمي للتوظيف من حيث (مسميات الوظائف وأعداد الموظفين بها).

جدول (4-4)

المستوى الهرمي للتوظيف في TAEC في يونيو 2021.

م	معلومات التوظيف	إجمالي عدد الوظائف الموجودين	العدد الحالي للموظفين	الثغرات
1	المدير العام	1	1	0

[1] Laboratory strategic marketing…., op.cit.

[2] لوافي، إيمان. (2017). اليورانيوم في أفريقيا. ورقة رابحة وحصان خاسر، مجلة آراء حول الخليج، العدد125.

م	معلومات التوظيف	إجمالي عدد الوظائف الموجودين	العدد الحالي للموظفين	الثغرات
2	المديرين	3	3	0
3	رؤساء الأقسام /الوحدات	10	10	0
4	رئيس مكتب زنزبار	1	1	0
5	رئيس مكتب المنطقة	5	2	3
6	الموظفون الرئيسون	10	5	5
7	مهندسين أبحاث العلوم النووية	8	1	7
8	كبار الموظفين	5	3	2
9	مساعد باحث/ الصحة الإشعاعية الفيزيائية	29	23	6
10	مساعد أبحاث العلوم النووية	30	2	28
11	موظفين	30	15	15
12	مفتش السلامة من الإشعاع	240	12	118
13	فني مختبر	17	10	7
14	باحث أبحاث الأجهزة النووية	4	2	2
15	فني أبحاث الأجهزة النووية	14	3	11
16	مساعد مكتبة	2	1	1
17	مساعد إدارة التسجيلات	11	2	9
18	سكرتيرة	14	7	7
19	مساعد المكتب	0	7	7
20	سائق	13	7	6
21	موظف استقبال	6	0	6
22	فني تكنولوجيا المعلومات والاتصالات	5	0	5
23	سباك	2	0	2
24	نجار	2	0	2
25	عامل كهرباء	2	0	2
26	حارس أمن	0	3	3
	إجمالي عدد الموظفين الدائمين 464	120	344	

المصدر: Corporate Plan for the Financial Year 2018/2019-2022/2023, TAEC, Ministry of education science and technology, United Republic of Tanzania, p.6-7

والمصدر المالي الرئيسي (للجنة الطاقة الذرية التنزانية) . TAEC هو العائد الداخلي لأعمال اللجنة وصناديق المشاريع والإعانة الحكومية (المكافآت الخاصة والتطوير)، ويتم استخدام الأموال التي يتم جمعها لتطوير زيادة رأس المال والميزانيات التشغيلية.[1]

2-نظام إدارة النفايات النووية المشعة في تنزانيا:

[1] Corporate Plan for the Financial Year 2018/2019-2022/2023, TAEC, Ministry of education science and technology, United Republic of Tanzania, p.6-7

وضعت تنزانيا استراتيجية محدده، للتعامل وإدارة النفايات المشعة، بما يتناسب مع طبيعتها وقدرتها وطموحاتها المستقبلية في استخراج وتعدين اليورانيوم. وذلك من خلال محورين أساسيين:

المحور الأول: التعامل مع المصادر المهملة والمصادر اليتيمة ومراقبة المعادن الخردة.

المحور الثاني: النفايات المشعة الناتجة عن استخراج وتعدين اليورانيوم.

حيث وضعت إطار تنظيمي واضح المعالم، فأخضعت إدارة النفايات المشعة للوائح منظمة لها والموضوعة في عام 1999 طبقا (للقانون 5 لسنة 1983 قانون الحماية من الإشعاع)، والذي تم ألغاؤه بقانون إدارة النفايات المشعة رقم 7 لسنة 2003.

ومن المعروف أنه قبل صدور قانون 5 لسنة 1983 لم تكن هناك وثائق متاحة عن خطط وقت التشغيل للمصادر المشعة أو أي لوائح تتعلق بإدارة النفايات المشعة، لذلك سنت قانون 7 في 1999.

ووضعت مجموعة من اللوائح المكونة من 7 أجزاء (في يوليو 2005) والتي استهدفت تحديد المتطلبات الفنية والتنظيمية الأساسية التي يجب الخضوع لها من قبل مولدي النفايات ومشغلي مرافق إدارة النفايات.

فمع وعي الإدارة الحكومية في تنزانيا بمدي ما قد يسببه سوء إدارة المصادر المشعة المستهلكة أو المهملة من حوادث إشعاعية، والتي وقع العديد منها في العقدين الماضيين كنتيجة لمصادر مهجورة أو مخزونة بشكل غير آمن (مهملة 1-2-3) فقد أصبح من المسلم به وبوضوح إن المصادر المختومة المستنفذة ذات الأنشطة الكبيرة هي أهداف محتملة للإرهاب، حيث يمكن إن تستخدم كمواد خام لتجميع القنابل الترابية (*) لذلك فإدارة التخلص منها في الوقت المناسب أمر مهم.

فبعد سَن هذا القانون بدأت تنزانيا في تطوير البنية التحتية وقدرات إدارة النفايات المشعة، وفي نفس السنة قمت بشراء حاوية من طراز ISO طولها حوالي 30 قدم وتم تخزين المصادر المشعة المستهلكة والمهدرة مؤقتا فيها. ففي عام 2001 خصصت الحكومة ميزانية لبناء وحدة التخزين، (والتي اكتملت ودخلت حيز التنفيذ في يوليو 2005)، وقد مهد إكمال وتشغيل المرفق المركزي لإدارة النفايات المشعة الطريق إلى تحسين نظام مرفق .(CRWMF) وإدارة النفايات المشعة في تنزانيا بشكل عام.

فبسبب عدم قدرة حاوية المنظمة الدولية على توحيد المقاييس في تخزين المصادر المختومة الشديدة النشاط خصصت الحكومة أموالًا لبناء الصندوق. الذي بدأ تشغيله في يوليو 2005، وتم نقل المصادر المستهلكة المهملة من الحاوية ومن مباني المستهلكين، وتخزينها بشكل مأمون وطويل الأجل في تلك المنشأة أو ذلك المرفق في 2005.

(*) القنابل الترابية:Dirt Bomb

وتم بالفعل وضع المصادر المجمعة فيه ليتم تكييفها والاحتفاظ بها في Long Term Storage Shield وقد صُممت من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية خصيصا لتنزانيا.

ثم تم بمساعدة الوكالة الدولية وضع ترتيبات لتكييف المصادر المجمعة في المرفق والاحتفاظ بها في (درع التخزين طويل الأجل) قبل سبتمبر 2009، حيث سيتم تكييف جميع المصادر المستهلكة وغير المستخدمة في البلاد بما في ذلك مصادر النيوترونات وتخزينها بأمان في المرفق. [1]
وبإنشاء هذا المرفق تواصل حكومة تنزانيا بفاعلية حل المشاكل المتعلقة بإدارة النفايات المشعة.

المصادر اليتيمة:

كما ذُكر سابقًا أنه قبل عام 1983 لم يكن هناك سلطة تنظيمية لاستخدام المصادر الإشعاعية، والتي بدأ استخدامها في الأربعينيات من القرن العشرين، لذلك فإن بعض هذه المصادر التي كانت تستخدم في مختلف التطبيقات لم تكن مسجلة، وفي هذا الصدد أجرت حكومة تنزانيا في 1986 عملية تحقق من قوائم الجرد لجميع حاملي التراخيص وأجرت عمليات التفتيش منتظمة للمرافق ذات الصلة، وساعدت تلك الاستراتيجية تنزانيا على الحد من المصادر اليتيمة في أنحاء البلاد.

أما بالنسبة لمراقبة المعادن الخردة:

في السنوات الأخيرة كثيرًا ما وجدت مواد مشعة في شكل خردة مما أثار قلقًا اجتماعيًا وبيئيًا متزايد، وبما إن تنزانيا من البلاد المرشحة للعمل المتزايد في هذه الصناعة فهناك احتمال كبير إن تزيد المصادر غير المستخدمة أو المستهلكة، إذا لم يتم التحكم فيها بشكل صحيح يمكن إن تتسبب في حوادث عديدة، وإدراكا لذلك بدأ رصد الصناعات المعدنية الخردة في عام 2004، (ولم يسفر ذلك عن اكتشاف أي مصادر مشعة أو تلوث). وقد طلبت لجنة الطاقة الذرية التنزانية اعتبارًا من 2005 ميزانية من الحكومة للرصد والبحث المنتظم، وتوفير التعليم المناسب لصناعات المعادن الخردة.

فبعد إن أشارت لجنة المساعدة التقنية الأوروبية إلى إن أجهزة الكشف الإشعاعي أو كاشفات الإشعاع لا توفر ضمانا بأن جميع المصادر سيتم الكشف عنها، وعلى وجه الخصوص الموجودة داخل حاوية محصنة جدًا، وافقت لجنة المساعدات على ضرورة استكمال استخدام أجهزة الكشف الإشعاعي باستراتيجيات كشف أخرى بما في ذلك التواصل مع المرسلين والتفتيش البحري.

2-النفايات المشعة الناتجة عن استخراج اليورانيوم:

حرصت تنزانيا على العمل في إطار قانوني مستمد من المعايير الدولية المعترف بها، فقد استفادت من خبرات الوكالة الدولية للطاقة الذرية والتي ساعدتها في إنشاء البنية الأساسية الضرورية وإرساء الأطر

[1] Didas Shao, Firm Banzi. (2010), National Strategies for Radioactive Waste Management in United Republic of Tanzania, TAEC, United Republic of Tanzania, P1-2.

القانونية والبيئية والرقابية اللازمة لفتح المناجم والتي وصلت إلى مرحلة متقدمة من الاستكشاف في انتظار بيئة اقتصادية أكثر ملاءمة.[1]

وقد أوفدت الوكالة الدولية للطاقة الذرية في عام 2013 بعثة استشارية لتنزانيا (فريق تقييم مواقع إنتاج اليورانيوم التابع للوكالة – بما في ذلك وضع تدابير قانونية ورقابية ملائمة تَمتثل للمتطلبات الدولية) من أجل البدء في إطلاق المشروع.[2]

ويبلغ مقدار موارد اليورانيوم الموجودة في موقع نهر مكوجو وهو أكبر المشاريع المعنية باليورانيوم تقدمًا في تنزانيا حوالي 36000 طن من الموارد المقاسة والمبينة و10000 من الموارد المستنبطة.

ومن المقرر إن تتولي شركة URANIUMONEالروسية تشغيل الموقع وتخطط لإنتاج 1400 طن من اليورانيوم سنويًا، وتعمل تنزانيا على التطوير ميناء دار السلام البحري لأغراض استيراد اليورانيوم وتصديره.

وتخطط تنزانيا للأخذ بالقوي النووية استنادًا إلى قانون الطاقة الذرية لسنة 2003 والذي يأذن باستخدام اليورانيوم في إنتاج الكهرباء. وبهذا تكون أول بلد في شرق ووسط أفريقيا يصير جاهزًا للأخذ بالقوي النووية من أجل إنتاج الكهرباء، مع تأكيد دينيسا موالونغو رئيس إدارة الإشعاعات المؤينة بهيئة الطاقة الذرية في تنزانيا إن الحكومة قد وضعت مبادئ توجيهية واضحة ومحددة بشأن التصرف في المواد المشعة والنفايات المشعة وبشأن حماية العاملين والجمهور والبيئة، كما قدمت الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمفوضية الأوروبية والهيئة الرقابية النووية بالولايات المتحدة وهيئة الأمان النووي الكندية، أنشطة بناء القدرات والتدريب القائم على الكفاءة والخبرات الدولية وتنمية المهارات المحددة.

وعقدت الحكومة عددًا من الحملات وحلقات العمل الرامية للتوعية العامة بهدف تنمية الوعي المجتمعي بالمتطلبات الرقابية المتعلقة بتعدين اليورانيوم. وشارك في جهود التواصل المذكورة مسؤولون من الحكومة المركزية والحكومات الإقليمية وممثلون عن الجهات المشغلة والهيئة الرقابية والمنظمات غير الحكومية والطلاب وأعضاء البرلمان والمجتمع المدني. على أساس إن الهدف من الإطار الرقابي هو ضمان اضطلاع الجهة المشغلة بإدارة تعدين وتجهيز اليورانيوم بفاعلية دون الإضرار بصحة البشر أو البيئة.[3]

<u>والنفايات المشعة الناتجة عن تعدين اليورانيوم تنحصر في شقين:</u>

أ. غاز الرادون المنبعث من خام اليورانيوم وهو من مسببات سرطان الرئة.

[1] Didas Shao, Firm Banzi. (2010), ibid, P2.
[2] Dixit, Aabha. (2018). Five years on, Tanzania's progress in uranium exploration, IAEA Bulletin, Vol.59-2, p5.
[3] Dixit, Aabha. (2018). Ibid, P.6-7.

ب. النفايات الناتجة عن عملية التعدين نفسها (نفايات مطحنة اليورانيوم فعادة يتم معالجة اليورانيوم عن طريق طحن المواد الخام إلى حجم جُسيم منتظم، ومن ثم معالجة الخام ثم استخلاص اليورانيوم عن طريق التصفية الكيميائية، وعادة ينتج عن عملية الطحن مواد جافة على شكل مسحوق يتكون من اليورانيوم الطبيعي (الكعكة الصفراء) والتي يتم بيعها في سوق اليورانيوم.

وتشكل النفايات الصخرية الحجم الأكبر من النفايات الناتجة عن أنشطة التعدين وغالبا ما تكون متفاعلة فهي تُنتج من خلال تقنيات التعدين السطحي، وتتضمن النفايات الأخرى طين الحفر وكسارات الصخور والمياه المستخدمة أثناء الحفر.

والاتفاقيات الموقعة عليها تنزانيا:

- اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية. انضمت إليها في 2006.
- اتفاقية الإبلاغ المبكر عن الحوادث النووية. انضمت إليها في 2005.
- الاتفاق التكميلي الخاص بالمساعدة التقنية بشأن تقديم المساعدة التقنية من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية. انضمت في 1989.
- اتفاقية الضمانات المتعلقة بمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية. انضمت في1992.
- البروتوكول الإضافي الخاص بتطبيق الضمانات. انضمت إليها في 2004.[1]
- اتفاق باريس للمناخ.
- اتفاقية الأمم المتحدة بشأن التغير المناخي.
- اتفاقية الأمم المتحدة بشأن قانون البحار.
- اتفاقية التنوع البيولوجي.
- اتفاقية بازل.
- اتفاقية باماكو.
- اتفاقية تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية.
- اتفاقية حفظ أنواع الحيوانات البرية المهاجرة.
- اتفاقية رامسار.
- اتفاقية لندن لمنع التلوث البحري الناتج عن تصريف الفضلات والمواد الأخرى.
- اتفاقية وقاية النباتات الدولية.
- الاتفاقية الإفريقية الأوراسية للحفاظ على الطيور المائية المهاجرة.
- الاتفاقية الأفريقية للحفاظ على الطبيعة والموارد الطبيعية.
- المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة.

[1] Convention & Treaties, Director General's Desk, www.taec.go.tz.

- الميثاق الأفريقي لحقوق الإنسان والشعوب.
- معاهدة إنشاء منطقة خالية من الأسلحة النووية في أفريقيا.
- معاهدة الحد من انتشار الأسلحة النووية.
- معاهدة التجارة العالمية لأصناف الحيوان والنبات البري المهدد بالانقراض.
- اتفاقية كيوتو (للحماية البيئية)
- اتفاقية قرطاجة للسلامة الإحيائية (لحماية التنوع البيولوجي).

تشارك تنزانيا في مشروع واحد فقط خاص بالنفايات المشعة، ضمن مشروعات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للتعاون الأفريقي[1] (أفرا RAF9069)[(*)] تحت عنوان "تعزيز تطبيق معايير السلامة الأساسية وإدارة النفايـــات المشعة" المرحلة الثانية، ويعمل المشروع على تحسين المعرفة والوعي بالحماية الإشعاعية للسيطرة على تعرض الأشخاص الغير طبيين للتصوير الإشعاعي، وتساهم في تأسيس تخزين آمن وفعال ومستدام للنفايات المشعة.

3. الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية في تنزانيا:

تلتزم تنزانيا بما وقعت عليه من اتفاقيات برعاية الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وإن كانت الاتفاقية الخاصة بالنفايات المشعة لم توقع عليها بعد، مع ذلك فهي بموجب عضويتها في الوكالة الدولية للطاقة الذرية ملتزمة بمعايير الأمان وتشارك في الفاعليات الخاصة بها كما أنها تشارك في عدد من الاتفاقيات الدولية الخاصة بالمحافظة على البيئة وحمايتها بكافة أشكالها (كما سبقت الإشارة إليه).

تنزانيا في الترتيب العالمي (ضمن 180 دولة تشترك في قياس معدل الأداء البيئي):

جدول (4-6)

معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي لدولة تنزانيا (2022)

الصحة البيئية	التغير المناخي	حيوية النظام البيئي
رقم 145	رقم154	رقم87
مجموع نقاط (من 100) 28.2	مجموع نقاط (من 100)25.3	مجموع نقاط (من 100)45.2
بمعدل 9	بمعدل 39	بمعدل19

المصدر: جُمعت وحُسبت البيانات عن طريق الباحثة، من خلال: EPI, Environmental Performance Index (2021)

مما سبق يتضح لنا تحديان يجب على تنزانيا مراعاتهما:

[1] Regional Africa Projects, www.c.go.tz/regional-africa-projects/

(*) الأفرا: هي اتفاقية التعاون الإقليمي الأفريقي للبحث والتطوير والتدريب في مجال العلوم والتكنولوجيا النووية.

- **التحدي الأول** قرب المنجم ومنطقة التعدين من نهر ماكوجو وبحيرة فيكتوريا ومنابع نهر النيل، "مما يشكل أهمية قصوى لمصر"، من حيث الحرص ومتابعة المعايير الدولية في حسن إدارة النشاط الاستخراجي وتعدين اليورانيوم في تلك المنطقة
- **التحدي الثاني** يتمثل في قرب منطقة التعدين من محمية سيلوس جيم.

ومحمية سيلوس جيم من أكبر المحميات الحيوانية في العالم، والتي صنفتها لجنة التراث الإنساني في منظمة اليونسكو ضمن مواقع التراث العالمي في 1982 وإجمالي مساحة المحمية 54,600 كم2 (21,100 ميل 2)، تضاف إليها منطقة عازلة إضافية. ولا يسمح لأي شخص بالسكن في المحمية بشكل دائم أو بناء مباني. وقد تم تصنيف جزء من الناحية الشمالية للمحمية التي تمتد على طول نهر روفيجي على أنها منطقة تطوير ومقصد سياحي شهير (يسمح برحلات السفاري في المحمية ورحلات نهر روفيجيي)، وقد وافقت وصدقت اليونسكو على تغيير حدود المحمية بما يسمح باستخدام مستودعات اليورانيوم، في حين أنتقده بعض علماء البيئة وبعض المنظمات بشده مثل شبكة اليورانيوم وإنقاذ الغابات المطيرة.

ثالثًا: تجربة المملكة المغربية

تختزل المملكة المغربية من السمات ما يجعلها الدولة الأكثر جمالًا في منطقة الشمال الأفريقي، فهناك امتزاج رائع بين جمال الطبيعة وجمال التاريخ مع استقرار سياسي واضح وطموح اقتصادي مشروع، كل ذلك يجمع بين الطابع العربي واضح المعالم والأصول الأمازيغية الأفريقية الثابتة عبر الزمن، لديها أربع مدن تدخل ضمن قائمة التراث العالمي .(*) ومَثل عامل أمتلكها السمتان العربية والأفريقية، السبب الرئيسي لتناول الدراسة المملكة المغربية .

1. الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم ملامح المملكة المغربية

تمتلك المملكة المغربية موقع استراتيجي، يقدم لها من الفرص ما يمكنها من لعب دور محوري على المستوى العربي والأفريقي، مع هذا التطرف في الموقع الذي أبعدها عن قلب الأحداث العربية والإفريقية، حيث تقع المملكة المغربية في أقصي شمال غرب القارة الأفريقية، تمتلك سواحل على البحر المتوسط والمحيط الأطلنطي، على أرضها توجد صخرة جبل طارق (تتحكم فيها بريطانيا) ومضيق جبل طارق وهو المعبر لقارة أوروبا. ويتمتع المغرب بطبيعة فريدة ومساحات خضراء واسعة وجبال وصحاري. يمتد تاريخه لمئات الأعوام تعاقبت عليه الحضارات الإسلامية، فتأثر بالثقافة العربية الإسلامية، وإن ظلت الثقافة الأصلية (الأمازيغية) تلعب دور واضح في الحياة، كما تأثر كثيرًا بالثقافة الفرنسية أبان إعلان الحماية الفرنسية عليه في عام 1912.

(*) الرباط – فاس – مكناس – مراكش.

تمتد سلاسل جبال أطلس عبر أراضيه، وأعلى قمة فيها هي جبل توبقال (4167) م وهو أعلى قمة في شمال أفريقيا، تتنوع فيه الحياة النباتية والحيوانية، في تنوع بيولوجي طبيعي جميل، جنوب الجبال توجد مدن غنية بالثقافة والتاريخ مثل أكادير والداخلة وغيرها. وفي صحراء مرزوكة وسط الصحراء المغربية توجد الكثبان الرملية (ملجأ للسائحين)، طقسه متنوع على مدار السنة ما بين حار وبارد لدرجة سقوط الثلوج.

يحدها من الشرق الجزائر وموريتانيا، دخلت في نزاع حدودي مع الجزائر خاصة عند منطقة الحدود الجنوبية الشرقية،[1] وكذلك حول ملكية الصحراء الغربية (ما كان يعّرف بالصحراء الإسبانية) (**). يتنوع السكان بين العرب والبربر أو الأمازيغ، والعاصمة مدينة الرباط وبها مدن هامة في جوانب كثيرة مثل الدار البيضاء ومراكش وطنجة وغيرها، وأن كانت بها مدينتي سبته ومليلة الموجودتان على الأراضي المغربية في مواقع استراتيجية تقعان تحت السيطرة الإسبانية إلى الآن.

المصدر : تم الرجوع إليه من الموقع الإلكتروني www.mapsofworld,2015

شكل (4- 10)

موقع المملكة المغربية

يمتلك المغرب 29 نظامًا إيكولوجيًا، غنيًا بالتنوع البيولوجي وذا قيمة إيكولوجية حيوية، 154 موقع ذات أهمية بيولوجية وإيكولوجية موزعة على 2.5 مليون هكتار، تم إدراج العشرات منها ضمن المنتزهات

[1] Brown, Carl, Laroui, Abdallah, Swearingen, Will (2023). Kingdom of Morocco, www.britannica.com/place/morocco

(**) وقد كانت محمية إسبانية منذ القرن 16 ثم تخلت عنها للمغرب وموريتانيا في 1976 ثم تنازلت موريتانيا للمغرب عنها في 1979وفي 1984 أحيلت المشكلة للأمم المتحدة بعد احتدام الصراع بين البوليساريو المدعومة من الجزائر وجيش المغرب.

الوطنية، وقد أنشأ المغرب 4 محميات للمحيط الحيوي التي تعزز الحلول التي توفق بين المحافظة على التنوع البيولوجي والاستخدام المستدام.

كما تم تصنيف أربعة مناطق رطبة في 1980 مواقع رامسار وإلى الآن تم اضافة 34 موقعًا حر إلى قائمة رامسار.[1]وتعد غابة المعمورة والموجود على حدودها المركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية ثروة وطنية، تقع في الشمال الغربي على المحيط الأطلنطي بين الرباط والقنيطرة بين خطي طول 6 و6.45 غرب جرينتش وبين خطي عرض 34 درجة و34.20 من أكبر الغابات الفلينية في العالم بمساحة 131.020 هكتار تتكون من أربع فصائل كبرى من أشجار البلوط والاكالبتوس والصنوبر والاكاسيا، وتعاني الغابة من عدة مشاكل، خاصة الضغط الديمغرافي والرعي الجائر والتغيير المناخي، الزحف العمراني للرباط وسلا فهي من الناحية الإدارية تتبع المنطقة الإدارية الرباط– سلا والقنيطرة.[2]

يعتمد المغرب في الأنشطة الاقتصادية على الزراعة والصناعة والتعدين، ويعد الفوسفات ومشتقاته أحد أهم الثروات حيث يمتلك المغرب ثلاثة أرباع الاحتياطي العالمي منه ويوجد في مناطق خريبكة واليوسفية وآسفي وبوكراع.

وتمثل المغرب ثالث أكبر منتج للفوسفات في العالم يمتلك 75% من الاحتياطي العالمي من صخور الفوسفات المستعمل في صناعة الأسمدة، كما يمثل احتياطي الفوسفات 50 مليون طن.[3]

يشجع المكتب الوطني للهيدروكربونات والمناجم التنقيب على اليورانيوم بناءً على ما قام به علماء الجيولوجيا الفرنسيون والروس قبل عام 1982، وهناك ثلاث مناطق قيد التحقيق: ملوية العلما، ووافاجا، وسيروا المنطقة الأولي والثانية تحتويان على رواسب يورانيوم، وتتواجد شركة تورو الأسترالية للطاقة في منطقة ملوية.

يوضح الشكل (4–18) الموقع الاستراتيجي لغابة المعمورة في وسط المغرب، كما يوضح الشكل (4–19) موقع وادي ملوية، والمتوقع وجود رواسب لليورانيوم به. في 2007 وقعت أريفا اتفاقية مع مكتب

[1] وزارة الانتقال الطاقي والتنمية المستدامة–قطاع التنمية المستدامة، تم الرجوع إليه في الموقع التالي :
www.environnement.gov.ma/ar/115–theme/biodiversite/257–aires–proteges–ar

[2] العبدلي، عبد الغني قايد، (2022). أثر التغير المناخي على غابة المعمورة: حالة القنيطرة، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، المجلد الثالث، العدد (3)

[3] الطاقة النظيفة سلاح صناعة الفوسفات في المغرب وصفقة مع الهند قريبا (2023)، تقارير الطاقة المتجددة، مجلة الطاقة، تم الرجوع إليه في الموقع التالي https//attaqa.net/2023/01/02

الشريفين للفوسفات المغربي للتحقق في أمكانية استخراج اليورانيوم من حامض الفوسفوريك.، وتفيد التقارير إن كمية اليورانيوم في الفوسفات المغربي كبيرة جدًا.[1]

أما عن العلاقات المغربية الأوروبية، فقد عقد الاتحاد الأوروبي اتفاقية شراكة مع المغرب في عام 1996 ودخل حيز التنفيذ في عام 2000، حصل المغرب بموجبها على مكانة الشريك المميز في 2008 (في ظل رئاسة فرنسا للاتحاد الأوروبي)[2]. كما أصبح على رأس قائمة الدول التي تستفيد من سياسة الجوار الأوروبية والمساعدة المالية (ما يقارب 200 مليون يورو في العام)، في 2013 بدأت مفاوضات أتفاق التبادل الحر الشامل (من شأنه تأمين الاستثمارات والمبادلات التجارية)، كما عقدت في نفس العام شراكة في مجال التنقل بين الاتحاد الأوروبي والمغرب وتسع دول أعضاء في الاتحاد وهم فرنسا –إيطاليا – المانيا – بلجيكا – السويد – المملكة المتحدة

المصدر: العبدلي، عبد الغني قايد، (2022). أثر التغير المناخي على غابة المعمورة: حالة القنيطرة، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، المجلد الثالث، العدد (3)

شكل (4-11)

غابة المعمورة بالمملكة المغربية.

[1] Uranium in Africa. (2022), World Nuclear Association, www.world-nuclear.org/search.aspx?searchtext=Waste%20manageent%20in%20morocco&page=2

[2] الاتحاد الأوروبي والمغرب. (2018). الدبلوماسية الفرنسة، وزارة أوروبا والشؤون الخارجية، تم الرجوع إليه في الموقع التالي : https://www.diplomatie.gouv.fr/ar/

المصدر : Inst. Geografy. National,2023.

شكل (4-12)

موقع وادي ملوية

ولكن في 2016 علق المغرب علاقاته مع الاتحاد الأوروبي بسبب صدور قرار محكمة الاتحاد، بشأن الاتفاق الزراعي بين الاتحاد والمغرب، كما تطعن جبهة البوليساريو في بعض الاتفاقيات بين الإتحاد الأوروبي والمغرب أمام الهيئات القضائية الأوروبية بشأن أحقية تطبيقها في أراضي الصحراء الغربية، وفي 2018 صدر قرار المحكمة المتعلق باتفاق الصيد البحري (قرار حملة الصحراء الغربية) الذي يميز أراضي الصحراء الغربية والأراضي المغربية، لكن عزز المغرب مكانته بصفة شريك أساسي للاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة في منطقة البحر المتوسط، فهو عضو فاعل في الاتحاد من أجل المتوسط.

2.نظام إدارة التخلص من النفايات النووية المشعة

إدارة التخلص من النفايات المشعة في المملكة المغربية ترتبط بشكل مباشر بالتزامات المملكة بالمعايير الدولية المعتمدة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، والاتفاقيات الدولية الموقعة عليها.

2-1. ملامح تطور البرنامج النووي المغربي:

أنشأ المغرب في عام 1986 المركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية في منطقة المعمورة، يتبع وزارة الانتقال الطاقي والتنمية المستدامة، تقوم الاستراتيجية بالمركز على استخدام مختلف التطبيقات النووية في المجال السلمي.

مجالات عمل المركز تستهدف البرامج الوطنية للصحة ودعم التنمية المستدامة للموارد الطبيعية والمساهمة في حماية البيئة وهي:

- برنامج الصحة بالمركز يعمل على تطوير محاور تتعلق باستعمال التقنيات النووية والنظائرية في إطار الاستراتيجيات الوطنية وتوسيع استخدام المواد الصيدلانية المشعة في الطب النووي (استطاع المركز إنتاج عينات من جرعة اليود 131 وهي المادة الأكثر استعمالًا في الطب

النووي بالمغرب مما قلص سعرها هناك لتصبح الدولة رقم 3 بعد جنوب أفريقيا ومصر في إنتاج المادة).

- برنامج أبحاث المياه ودراسة دورة المياه وجودتها وتحديد أصل الملوحة وتحديد أصل التلوث وتقييم تآكل التربة وتوازن الماء في أنظمة الري وسلامة الأغذية وتأثير تغيير المناخ.
- في البيئة، تقييم التلوث في الأوساط الجوفية والبرية والبحرية.
- في الأمن والسلامة، تعزيز كفاءاته عبر برامج للتكوين المستمر والتعاون الدولي مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمفوضية الأوروبية ومؤسسات متخصصة في فرنسا والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها.[1]

في عام 1983عقدت المغرب اتفاقية بشأن مساعدة الوكالة الدولية للطاقة الذرية للمغرب لنقل اليورانيوم المخصب من الولايات المتحدة لمفاعل لأغراض التدريب والبحث. بموجب نفس الاتفاقية تم إنشاء مفاعل أبحاث (تريجا مارك 1) بالرباط لأغراض البحث والتدريب، وعليه تنقل وتصدر الولايات المتحدة ما يقرب من 12896 جرام من اليورانيوم المخصب للمغرب بنسبة 19.90%من اليورانيوم 235.[2]

2-2. أهم الاتفاقيات الدولية التي وقعت عليها المغرب فهي تتضمن:

المغرب عضو في الأمم المتحدة منذ عام 1956، وعضو في الوكالة الدولية للطاقة الذرية منذ عام 1957. وقعت على:

- معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية واتفاق الضمانات.
- اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية.
- اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي.
- الاتفاقية الدولية بشأن سلامة الوقود المستهلك وإدارة النفايات المشعة 2001.
- اتفاقية الإرهاب النووي.
- معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية.
- اتفاقية لندن لمنع التلوث البحري.
- اتفاقية رامسار.
- اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار.
- اتفاقية حفظ أنواع الحيوانات البرية المهاجرة.
- اتفاقية برن لحماية الحياة البرية والموئل الطبيعية الأوروبية.

[1] الاتحاد الأوروبي والمغرب. (2018)، المرجع السابق.

[2] Agreement of concerning the Agency's assistance to Morocco for the transfer of enriched uranium from the United States for a Research reactor, (1984). Information circular, IAEA, Austria.

والآن المغرب في طريقه للتوقيع النهائي على اتفاقية مع الشركة الروسية "روس أتوم" والتي تنص على 14 مجال من مجالات الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، بما فيها دعم المغرب في التنقيب على رواسب اليورانيوم ومنها أيضا تدريب الأطر العاملة في المحطات الطاقة النووية. فمع القناعة بأن الطاقة المتجددة لن تكفي على المدي الطويل مع الزيادة السكانية بعد عام 2035، أجرت المملكة تقييما لاستخدام الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء في عام 2015، لذلك بدأت السعي لبناء مفاعلات القوى. ومن المقرر بناءً على هذا الاتفاق بناء مفاعلين نوبين في موقع واحد لما يصل إلى 40 مليون دولار.[1]

3.نظام إدارة النفايات المشعة في المغرب

بصفتها دولة عضوًا في الوكالة الدولية للطاقة الذرية وطرفًا في الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان النفايات المشعة فإن المملكة ملتزمة بإدارة النفايات المشعة بطريقة آمنة ومأمونة ومستدامة وفقا لما هو معترف به دوليا. ووفقًا لأحكام المادة 30 من تلك الاتفاقية، تقدم المملكة تقريرًا إلى كل اجتماع لمراجعته من قبل الأطراف المتعاقدة.

ويتناول التقرير:

أ. سياسة إدارة الوقود المستهلك.

ب. ممارسات إدارة الوقود المستهلك.

ج. سياسة إدارة النفايات المشعة.

د. ممارسات إدارة النفايات المشعة .

هـ. المعايير المستخدمة لتحديد وتصنيف النفايات المشعة.

و. كذلك جرد للوقود المستهلك والنفايات المشعة الخاضعة للاتفاقية.[2]

وقد تم تنظيم إدارة النفايات في المملكة، من خلال سلسة من القوانين والمراسم للوصول للإطار التنظيمي الموجود حاليا، ففي 2014 سُن قانون (142-12) بموجبه تم إنشاء الوكالة المغربية للسلامة والأمن النووي والإشعاعي (أمسنور) باعتباره هيئة تنظيمية مستقلة تحت أشراف الحكومة.

ويعتمد تشغيل النظام المركزي لإدارة النفايات المشعة في المغرب على المركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية (سينستين) والذي تم أنشاؤه تحت أشراف وزارة الطاقة – إدارة المناجم والمياه والبيئة (سينستين- ميم) وهي المختصة بإدارة النفايات، فهي المسؤولة عن جمع ونقل ومعالجة وتخزين جميع النفايات المشعة والوقود النووي المستهلك ومشغلي النفايات المتولدة من (DSR)وحاملي تراخيص

[1] الطاقة النظيفة سلاح صناعة الفوسفات في المغرب. (2023)، تم الرجوع إليه في الموقع التالي:
https//attaqa.net/2023/01/02

[2] Touhami, Rashid, Bouih, Abdelrahim. (2021). International conference on Radioactive Waste Management: Solutions for Sustainable Future, Report of IAEA, Vienna, Austria, p.46

المرافق التي في الغالب تتولد من التطبيقات النووية في (البحث –الطلب –الصناعة) وكذلك الممارسون المرخص لهم باستخدام مصادر الإشعاع والمسؤولون أيضا عن إدارة مصادرها وذلك بمجرد الانتهاء من استخدامها.

يتم وضع الإستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات المشعة عن طريق المسؤول الرئيسي (سينستين) بالتشاور مع جميع المنظمات المشاركة في أنشطة ((RWMومولدات (RW)وأصحاب ومستخدمي المصادر المشعة. وتهتم البنية التحتية (RWM)الموجودة بجميع (LILW)التي تم أنشاؤها في المغرب وتغطي جميع الخطوات الإدارة من التوليد إلى التخزين من خلال النقل والمعالجة.

يتم نقل النفايات المشعة التي جمعتها سينستين في مواقع المولدات إلى مركز المعمورة فتتم معالجتها ثم تخزينها، ويتم معالجة النفايات السائلة المشعة المائية عن طريق التبخير، بينما يتم فصل النفايات الصلبة إلى نفايات قابلة للضغط وغير قابلة للضغط، يتم استخدام الضاغطة داخل الأسطوانة للنفايات القابلة للضغط الموضوعة في براميل 120–1، يتم تجميد النفايات العضوية وتكييفها في براميل 120–1 يستخدم خليط الملاط الأسمنتي كمصفوفة تثبيت.

تصنيف النفايات الذي فرضته المغرب والذي يتوافق مع تصنيف الوكالة الدولية للطاقة الذرية (RW) يحدد طرق التخلص المناسبة من وجهة نظر السلامة كنقاط نهائية لكل فئة من النفايات المشعة المتولدة في البلاد. وفقا لخصائصها الإشعاعية، فإن مخلفات الحرب المتولدة حاليًا في البلاد والتي لا يمكن تخزينها من أجل التحلل ثم تطهيرها تحت رقابة تنظيمية تتطلب التخلص منها في منشآت مخصصة.

جميع المشاريع التي يستهدفها المركز الوطني، لابد إن تكون ناتجة عن نفايات مشعة وإن كانت في الأغلب من النوع الضعيف أو المتوسط.

لا يوجد مركز متخصص مستقل للتخلص من النفايات المشعة بالمملكة، ولكن التخلص يتم داخل "أمسنور" وهي المؤسسة المسؤولة عن تنظيم ومراقبة المصادر المشعة والأنشطة التي تستخدم الإشعاع المؤين، كما تعمل على حماية الأنسان والبيئة من الأخطار الناتجة عن تلك الأنشطة. ينقسم العمل بالوكالة إلى:– الأمن النووي – الحماية من الإشعاع – الضمانات النووية –إدارة النفايات المشعة –إدارة حالات الطوارئ الإشعاعية –الحماية البيئية – المعلومات العامة.[1] حيث شارك المغرب في ورشة العمل التي نظمتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية حول الأمان في إدارة التخلص من النفايات المشعة في يناير 2023 وكانت حول زيادة الوعي لمنتجي النفايات المشعة وأصحاب المصالح الوطنيين المشاركين في سلامة إدارة النفايات المشعة، وتركز الدورات وورش العمل حول معايير قبول النفايات من قبل المعهد الوطني بصفته الجهة المسؤولة عن الإدارة المركزية للنفايات المشعة على المستوى الوطني فضلًا عن

[1] Touhami, Rashid, Bouih, Abdelrahim. (2021), ibid.

تقديم شرح طرق التحقق من مطابقة حزمتها للتخزين الطويل، كذلك عرضت بالورشة التجربة الفرنسية من حيث طرق الجمع والتعبئة والتخزين.[1]

3.الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية في المغرب:

عرضت النقاط السابقة في الدراسة لطبيعة المملكة المغربية وجغرافيتها المتميزة، والتنوع الإيكولوجي بها، كما لفتت النظر إلى إن المنطقة الموجود بها مركز الأبحاث والمفاعل البحثي (منطقة المعمورة) هي في الأساس منطقة غابة المعمورة، والتي وضحت الدراسة مدي أهميتها وضرورة المحافظة عليها خاصة وأنها تعاني من عدد من المشاكل البيئية أخرى. هذا وإن كانت البيئة أكثر تأثرًا حول حقول الفوسفات وما تطلقه من نفايات مشعة (أهمها غاز الرادون)، وهناك أيضا اعتراض من قبل المواطنين بخصوص الاتفاق المغربي مع شركة روس أتوم حول أماكن إقامة المفاعلات الجديدة.

ولكن مع التزام المملكة المغربية بمعايير التخلص التي تقرها الوكالة الدولية للطاقة الذرية وباقي الاتفاقيات الدولية الخاصة بالبيئة، تبدو أنها تُحكم السيطرة على المشاكل التي قد تترتب على النفايات المشعة .

وتصنيف المملكة المغربية في تقرير مؤشر الأداء البيئي العالمي لعام 2022 هو المؤشر الأفضل الذي يساعد البلدان في فهم محددات التقدم البيئي وفي تحسين خيارتها السياسية في مواجهة التحديات البيئية: في الترتيب العالمي (ضمن 180 دولة تشترك في قياس معدل الأداء البيئي).

جدول رقم (4-6)

معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي (*) لدولة المغرب (2022)

الصحة البيئية	التغير المناخي	حيوية النظام البيئي
رقم 123 مجموع نقاط (من 100) 28.6 بمعدل 15	رقم135 مجموع نقاط (من 100)29.5 بمعدل 8	رقم164 مجموع نقاط (من 100) 27.2 بمعدل15

المصدر: جُمعت وحُسبت البيانات عن طريق الباحثة، من EPI, Environmental Performance Index (2021)

وإن كان ما يعنينا في الدراسة هو النظام الحيوي البيئي والصحة البيئية، هما النظامان اللذين يتأثران بنفايات النووية المشعة.

في نهاية العرض للتجارب الأفريقية الثلاثة، يمكن استخلاص العديد من (الخبرات المقارنة) الهامة التي يمكن الاستفادة منها في تطوير وتعزيز نظام الإدارة البيئية الآمنة للنفايات النووية في مصر، وهي على النحو التالي:

[1] EPI, Environmental Performance Index. (2021), Yale Univ., Columbia Univ, Mac call Mac Bain Foundation, p. ll.

أولًا: تجربة جمهورية جنوب أفريقيا، تجربة رائدة ومميزة، فقد قطعت شوطًا كبيرًا لتصل لمرحلة متقدمة على مستوى القارة الأفريقية، وأهم ما يميزها التنظيم والشفافية وعرض كل ما هو مستحدث على الجمهور، مع توسيع دائرة خريطة أصحاب المصالح بحث غطت كل ما له صلة أو علاقة مباشرة أو غير مباشرة بالنفايات النووية المشعة، وطُرق إدارتها الآمنة في محاولة لسد جميع الثغرات، تضمنت وثيقة السياسة الخاصة بإدارة النفايات النووية المشعة لتسع بنود أهتمت بالبيئة، كما أكدت الاستراتيجية على منح الأجيال القادمة حرية الاختيار وبناء الثقة.

- بيئة تشريعية وتنظيمية ممتازة تدعم تدرج العمل والمهام في الجهات المنوطة بالعمل على إدارة النفايات النووية المشعة.
- الرؤية المستقبلية الواضحة المحددة زمنيًا لعمل مواقع التخلص حاليًا ومستقبليًا، فموقع فالبوتس منذ إنشاؤه لـ 200 عام قادمة في 2350 وتم عرضها في صفحة 112
- التأكيد على دور المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة (والواضح في الكتاب السنوي لجمهورية جنوب أفريقيا لعام 2021–2022)، في أعداد تقارير الجرد والتفتيش.
- موقع فالبوتس للتخلص يتعامل مع النفايات المشعة منخفضة المستوى، مما يجعله مشابه لوحدة معالجة النفايات في مصر.

ثانيًا: جمهورية تنزانيا الاتحادية، أبرز ما قد يميزها كدولة الرغبة الطموحة في تحسين أوضاعها الاقتصادية والاجتماعية بشكل عام، والاهتمام بالوصول بالدولة لحالة مستقرة في وسط مضطرب حولها خاصة مع كثرة عدد الدول المشتركة معها في الحدود، ووجود اليورانيوم بنسب عالية التركيز في مناجم نهر ماكوجو– أحد روافد النيل، يمثل مصلحة مباشرة لشركات المصرية التي وقع عليها الاختيار لبناء السد على نهر روفيجي والميناء ورصيف الميناء، كذلك هناك المصلحة في الحصول على الوقود النووي حال الاحتياج له في عمل محطة الضبعة.

وإن كانت تحتاج لمزيد من الحزم في التعامل مع الشركات الروسية العاملة في مناجم اليورانيوم لتحصيل حقوقها بطريقة منتظمة.

أما بالنسبة لإدارة النفايات المشعة فتحتاج لتسريع العمل في عمل مرفق رئيسي للتخلص الدائم، يخدم متطلباتها الوطنية وبالمعايير الدولية.

قد تناولت التعامل مع النفايات النووية المشعة على محورين، الأول خاص بالمصادر المهملة واليتيمة والمعادن الخردة الملوثة، والثاني تلك النفايات الناتجة عن نشاط التعدين واستخراج اليورانيوم.

وقد اعتمدت وثيقتي السياسية والاستراتيجية الخاصة بإدارة النفايات النووية المشعة ونشرتها، في 2005 أكدت في بنودها على الالتزام بالمعايير الدولية مع الوضع في الاعتبار في المقام الأول المصالح الوطنية.

ثالثًا: المملكة المغربية، رغم احتياجها لمزيد من الوقت والدعم المالي لبرنامجها في إنشاء محطات نووية جديدة لإنتاج الكهرباء، إلا إن إجادتها اللعب على التوازنات الدولية، يجعل لديها القدرة على الوصول في وقت ليس ببعيد لما تطمح إليه، وإن كانت هي الأخرى قد نشرت سياسة واستراتيجية التعامل مع النفايات النووية المشعة وهذا يعد أنجاز، يدير تلك المنظومة المركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية (سينستين) والذي تم أنشاؤه تحت أشراف وزارة الطاقة – إدارة المناجم والمياه والبيئة.

كل هذه الدول الثلاث لديها من الموقع والأماكن الإحيائية والتراثية والمحميات، مثل (غابة المعمورة بالغرب – محمية سيلوس جيم بتنزانيا) مع ما وقعت عليه من اتفاقيات دولية وإقليمية للمحافظة على البيئة، جعل الاهتمام بالإدارة الآمنة للنفايات النووية المشعة أولوية لديها عند إدارة برامجها النووية.

المبحث الثاني

يتناول هذا المبحث نظام إدارة النفايات النووية المشعة في مصر كدولة تحتل المكانة الثانية على مستوى القارة الأفريقية في المجال النووي بشكل عام، وتسبقها جمهورية جنوب أفريقيا، وسوف يتم التناول من خلال ثلاث مستويات: (الأول: الموقع والطبيعة الجغرافية، ثانيًا: تحليل نظام إدارة التخلص من النفايات المشعة، ثالثًا: الأبعاد البيئية للتخلص من النفايات النووية). كما يعرض الفصل لتقييم ميداني للأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية في مصر بتطبيق منهجية التحليل الرباعي: SWOT، من واقع تحليل جوانب عمل النظام وآراء الخبراء المشاركون في المقابلات الشخصية، وعددهم 7 خبراء.

أولا: الموقع ودور الجغرافيا السياسية في رسم الملامح التاريخية لجمهورية مصر العربية

لعب الموقع الجغرافي لمصر الدور الأكبر في صنع تاريخها العريق، فامتازت طبيعتها بالاستقرار والثبات عبر الزمن لعقود طويلة هذا الاستقرار مكنها من صنع حضارة عريقة كانت غنية بكل شيء، كما أنها صنعت "أنسان" راهن عليه حكامها الأصليين والقادمين في صنع المستحيل في بعض الأوقات.

تقع جمهورية مصر العربية في الركن الشمالي الشرقي من القارة الأفريقية، لديها امتداد أسيوي يتمثل في شبه جزيرة سيناء، يحدها من الشمال البحر المتوسط بساحل يبلغ طوله995 كم2 وشرقا البحر الأحمر بساحل طوله 1941 كم2، ومن الشمال الشرقي فلسطين وإسرائيل بطول 265 كم2، أما من الغرب فتحدها ليبيا بطول 1115 كم2، وفي الجنوب توجد السودان بطول 1280كم2، وفلكيًا هي بين خطي عرض 22 و32 شمال خط الاستواء وبين خطي طول 24 و37 شرقي خط جرينتش، مجمل مساحتها حوالي مليون كيلومتر مربع، المساحة المأهولة منها بنسبة حوالي 7.8 % من المساحة الكلية.

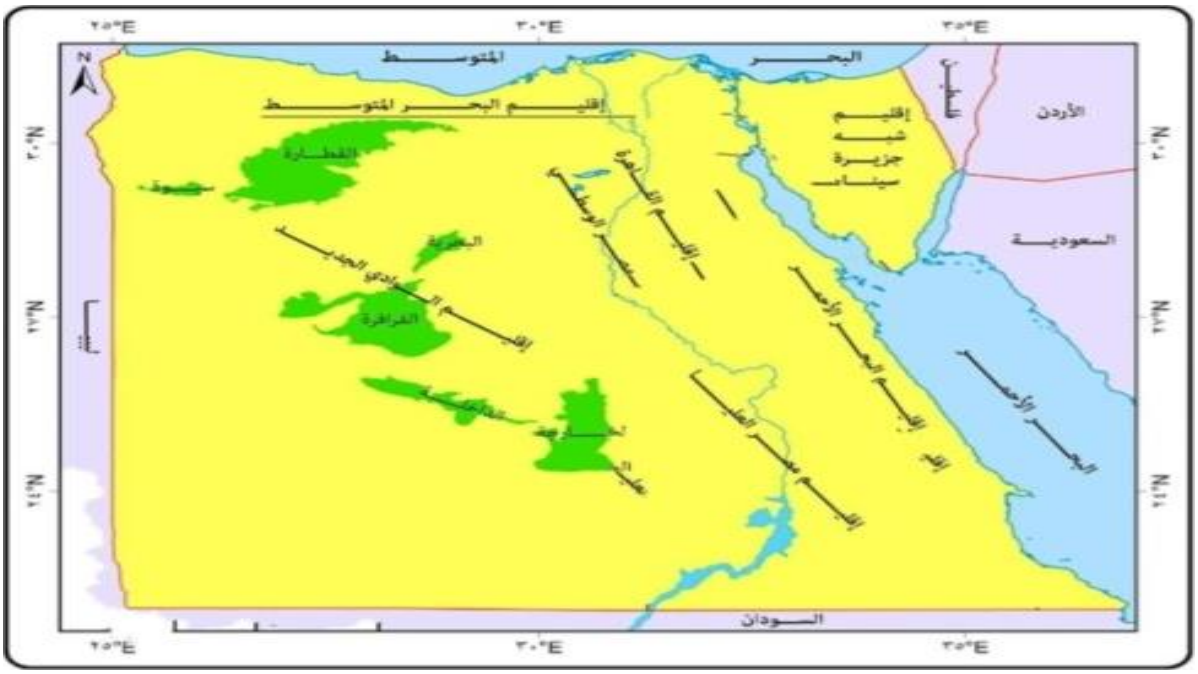
تنقسم تضاريسها لأربع أقسام أولًا (وادي النيل والدلتا) وبشكل أقل من 4% من المساحة، ويبدأ من وادي حلفا جنوبا حتى البحر المتوسط شمالا، ثانيًا (الصحراء الغربية) بنسبة 68% من المساحة وتمتد من وادي النيل شرقًا حتى الحدود الليبية غربًا، ومن البحر المتوسط شمالًا إلى الحدود المصرية الجنوبية. ثالثًا (الصحراء الشرقية) بنسبة 28% من المساحة وتشمل شبه جزيرة سيناء وتمتد من بين وادي النيل غربًا والبحر الأحمر وخليج السويس وقناة السويس شرقًا ومن بحيرة المنزلة على البحر المتوسط شمالًا حتى حدود مصر مع السودان جنوبًا، وبها جبال البحر الأحمر يصل ارتفاعها إلى 300 قدم وتعتبر هذه الصحراء بمثابة مخزون الموارد الطبيعية المصرية من المعادن كالذهب والفحم وبترول. رابعًا (شبه جزيرة سيناء) 6 % من المساحة وهي على شكل هضبة مثلثة الشكل قاعدته على البحر المتوسط شمالًا ورأسه جنوبًا في منطقة رأس محمد وخليج العقبة من الشرق وخليج السويس وقناة السويس من الغرب

بها جبل جرانيتي شاهق وهو جبل سانت كاترين ارتفاعه 2637م وهو أعلى قمة جبلية في مصر، وفي الوسط هضبة التيه وتنحدر أوديتها تدريجيا نحو البحر المتوسط.1

المناخ معتدل في أغلب أيام السنة وإن كانت الحرارة تشتد في ذروة أشهر الصيف. الأمطار شتوية تكثر على السواحل وتقل كلما اتجهنا للداخل.

وامتلكت مصر تاريخًا طويلًا ممتد لآلاف السنين، فتعاقبت عليها العصور (الفرعوني- اليوناني- الروماني -الإسلامي- ثم العصر الحديث مع تولي محمد على، أعقبه بسنوات وفي 1882 الاحتلال الإنجليزي والذي امتد لـ 73. عام، وشهد مقاومة وثورات استمرت حتى ثورة 1952 وتولي عبد الناصر وانتهج سياسة مغايرة تمامًا غيرت مصر وامتد أثرها للدول الأفريقية والعربية بل ودول أمريكا اللاتينية. وقد حققت مصر في خلال تلك الفترة عدة مشروعات كبرى أهمها بناء السد العالي، وإن أستمر الصراع العربي الإسرائيلي إلى أن أنتصر مصر في 1973، ثم أعقبتها اتفاقية السلام ثم استعادة سيناء بالكامل.

وأعقب ذلك بعدة سنوات قيام ثورتان 25 يناير و30 يونيو، لتدخل مصر في مرحلة نهضة جديدة وتتبني الدولة مشروعات عملاقة أهمها وهي ما تهمنا في هذه الدراسة (بناء محطة الضبعة النووية).



المصدر: إبراهيم أحمد، خرائط لأقاليم مصر (بتصريف)، www.geographytreasury.com/2023/01/ .

شكل (4-13)

موقع جمهورية مصر العربية.

[1] جغرافية مصر، تم الرجوع إليه في الموقع التالي: https://eip.gov.eg/ldsc/StaticContent/View.aspx

ثانيًا: نظام إدارة التخلص من النفايات النووية في مصر:

هناك ارتباط بين قوة البرنامج النووي في أي دولة وبين قوة إدارة النفايات النووية بها، وتتعرض الدراسة فيما يلي لخلفيات البرنامج النووي المصري، والاتفاقيات التي وقعتها مصر، والأبعاد البيئية للبرنامج.

1.نظرة تاريخية للبرنامج النووي المصري:

تبني الطموح الناصري فكرة إنشاء برنامج نووي، لدعم وتأكيد قوة الدولة المصرية آنذاك، وقامت الفكرة على إنشاء مفاعل أبحاث للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، فكان إن أصدر الرئيس جمال عبد الناصر وثيقة رسمية رقم (509) لسنة 1955 تم نشرها في جريدة الوقائع المصرية.[1]

صدرت تلك الوثيقة بعد تشكيل لجنة الطاقة الذرية برئاسة الصاغ كمال الدين حسين 17 فبراير 1955 وفي 23 مارس من نفس العام تم اعداد وتنفيذ كل ما هو مطلوب من برامج ومشروعات وبحوث وأجهزة وتشريعات ولوائح، في 30 مارس 1955 تم تأسيس مركز للنظائر المشعة والكشف عن الخامات الذرية.

كما تم فى19 أكتوبر 1955 إنشاء هيئة الطاقة الذرية والبدء في ارسال البعثات للخارج،16 يوليو 1956 اتفاقية التعاون النووي مع الإتحاد السوفيتي، وفي 18 سبتمبر من نفس العام توقيع عقد توريد المفاعل النووي التجريبي بقدرة 2 ميجاوات. ثم في 1958 شاركت مصر في أول مؤتمر للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، 1959 تشغيل معمل الفان دي جراف، في 27 يوليو 1961 تم تشغيل المفاعل بنجاح. في 1980 تم العمل على إنشاء محطة للطاقة النووية بالضبعة ولكن أوقف المشروع بعد حادثة تشرنوبيل في 1986. وفي عام 1992 تم التعاقد على إنشاء مفاعل مصر الثاني والذي تم تشغيله في عام 1997، ثم التشغيل بكامل قدرته في 2003.

ويلقى الجدول (4–1) الأضواء على بعض ملامح التطور التاريخي للبرنامج النووي المصري وأبرز المحطات في تطوره التاريخي منذ عام 1955.

2.البنية المؤسسية للتكنولوجيا النووية بمصر:

هناك العديد من الهيئات والأجهزة الرئيسية في مصر ذات علاقة بصورة مباشرة أو غير مباشرة بإدارة البرنامج النووي المصري.

---

[1] جريدة الوقائع المصرية، (1955). عدد81 مكرر" غير اعتيادي"، 23أكتوبر 1955.

(*) سُميت هيئة الطاقة الذرية وليس النووية لأن كلمة ذرية أشمل وأعم من كلمة نووية –فنجد المنظمة الدولية (أطلق عليها أسم الوكالة الدولية للطاقة الذرية).

أ. **هيئة الطاقة الذرية** [*] **1957:** وتتكون من عدة كيانات مؤسسية نوعية تشمل: مركز البحوث النووية، المركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع، مركز المعامل الحارة وإدارة النفايات، مركز الأمان النووي والإشعاعي، مجمع مفاعل مصر البحثي الثاني، معجل السيكلوترون.

ب. **هيئة المحطات النووية:** وقد تأسست عام 1976. **ج. هيئة المواد النووية:** تأسست عام 1977.

د. **هيئة الرقابة النووية والإشعاعية** التي تأسست بموجب قانون 7 لسنة 2010.

هـ. **الجامعات ومراكز البحوث والوزارات**[1]

جدول (4-7)

تطور البرنامج النووي المصري من 1957 حتى 2017

الحدث	العام
إنشاء لجنة الطاقة الذرية	1955
إنشاء مؤسسة الطاقة الذرية بقرار جمهوري رقم 288	1957
تشغيل مفاعل الأبحاث الأول بقدرة 2 ميجاوت بأنشاص	1961
تشغيل معمل إنتاج النظائر المشعة	1962
مناقصة عالمية لمحطة نووية للكهرباء بقدرة 150 ميجاوت وتحلية مياه البحر 20 ألف متر مكعب/يوم –برج العرب	1964
إنشاء المركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع	1972
مناقصة محدودة بين الشركات الأمريكية لإنشاء محطة نووية لتوليد الكهرباء بقدرة 600 ميجاوات في منطقة سيدي كرير	1974
إنشاء هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء	1976
إنشاء المجلس الأعلى للطاقة	1976
إنشاء هيئة المواد النووية	1977
تصديق مصر على اتفاقية حظر انتشار الأسلحة النووية	1981
القرار الجمهوري رقم 309 بتخصيص موقع الضبعة بعد دراسات مكثفة	1981
إنشاء صندوق لدعم مشروعات الطاقة البديلة من فوائض عائدات البترول	1981
القرار الجمهوري رقم 309 بتخصيص موقع الضبعة بعد دراسات مكثفة	1981
إنشاء صندوق لدعم مشروعات الطاقة البديلة من فوائض عائدات البترول	1981
طرح مناقصة عالمية لإنشاء محطة نووية لتوليد الكهرباء بقدرة 1000 ميجاوات في موقع الضبعة	1983
توقف المشروع بعد حادثة تشرنوبيل بأوكرانيا بالاتحاد السوفيتي	1986
تشغيل الشبكة القومية للرصد الإشعاعي	1992
تشغيل محطة معالجة النفايات السائلة متوسطة ومنخفضة الإشعاع	1994
بدء تشغيل المفاعل البحثي الثاني	1997
تشغيل معمل إنتاج الوقود النووي الملحق بالمفاعل البحثي الثاني	1998

[1] النمر، طارق عثمان، (2014). الاستخدامات السلمية للطاقة النووية وسبل تعظيم الاستفادة منها، النشرة البيئة، كلية العلوم، جامعة طنطا، العدد5، 2014.ص9-10-12 (بتصرف).

العام	الحدث
2001	إنشاء المنطقة المعقمة لإنتاج المركبات الصيدلانية المشعة
2003	تشغيل المفاعل البحثي الثاني بكامل قدرته (22 ميجاوات)
2003	اختيار القسم الهندسي بمركز البحوث النووية كمركز أفريقي معتمد في مجال صيانة الأجهزة النووية
2004	التشغيل الأول لمعجل السيكليترون لإنتاج النظائر المشعة قصيرة العمر
2004	اختيار وحدة التشعيع الجامي بالمركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع كوحدة إفريقية معتمدة في مجال التشعيع
2005	إنشاء وحدة العلاج الإشعاعي
2006	مبادرة رئيس الجمهورية بفتح حوار مجتمعي حول الدور الذي يمكن إن تلعبه الطاقة النووية في مزيج الطاقة المصري
2007	إعلان القرار الاستراتيجي ببدء برنامج لبناء عدد من المحطات النووية لتوليد الكهرباء
2007	إنشاء المجلس الأعلى للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية برئاسة السيد رئيس الجمهورية
2008	دعوة الشركات الاستشارية العالمية للتقدم لمناقصة لتقديم خدمات استشارية لإنشاء المحطة النووية الأولي
2009	اختيار شركة" وورلي بارسونز" كاستشاري للمشروع
2010	إعداد وثائق موقع الضبعة لإنشاء المحطة النووية الأولي والتقدم بها للمركز القومي للأمان النووي والرقابة الإشعاعية
2010	صدور القانون رقم (7) لسنة 2010 بتنظيم الأنشطة النووية والإشعاعية
2011	الانتهاء من إعداد المواصفات الفنية ووثائق طرح المناقصة
2011	تأجيل البت في عطاءات محطة الضبعة لحين الانتهاء من الانتخابات الرئاسية والبرلمانية أعقاب ثورة 25 يناير وبعد حادثة مفاعلات فوكوشيما اليابانية
2017	توقيع مصر مع شركة روساتوم الروسية النووية بناء 4 مفاعلات نووية في مصر

المصدر: العسيري، إبراهيم على، (2012). البرنامج النووي المصري لإنتاج الكهرباء، مجلة المهندسين المصرية، عدد1،2012، 4.

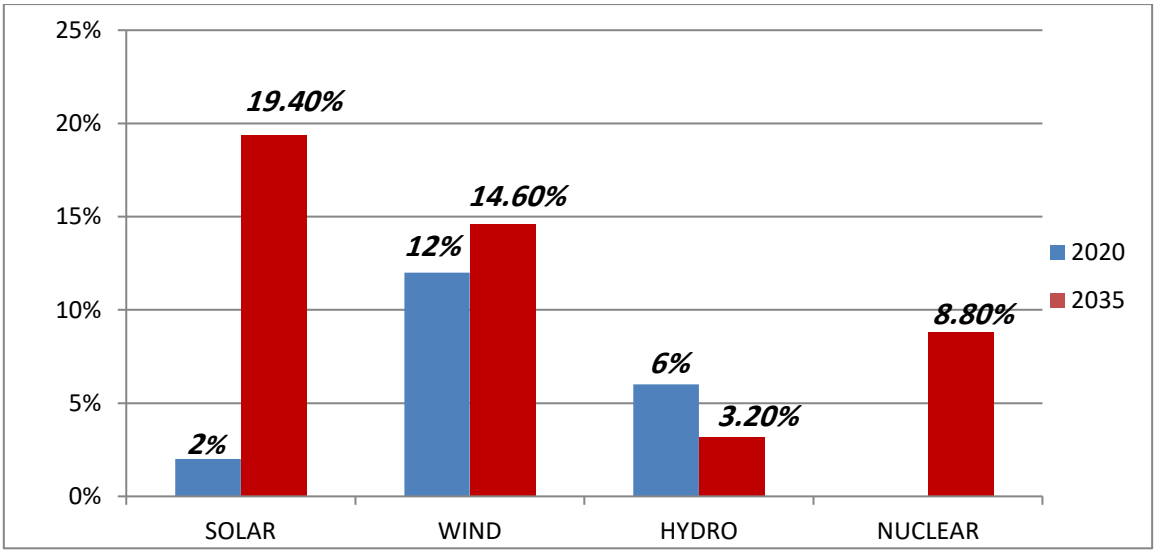
من الجدول السابق يتضح إن مصر تمتلك مفاعلين نوويين بحثيين (مفاعل روسي الصنع بسعة 2 ميغاواط أنشئ عام 1961 ومفاعل بحثي أرجنتيني بسعة 22 ميغاواط، طراز ETRR-2 بدأ العمل فيه عام 1997) بالإضافة إلى منشآت التعدين والتفريز وتصنيع الوقود النووي وإدارة النفايات وإعادة المعالجة على نطاق صغير.

وكان الرئيس أنور السادات قد أعلن في عام 1981 عزمه إنشاء محطتين للطاقة النووية1 (*) في منطقة الضبعة إلا إن هذه الخطة لم تتحقق بسبب الأثر الذي خلفته كارثة تشيرنوبيل عام 1986، ولكن الاهتمام تجدد في عام 2006 مع إعلان وزارة الكهرباء عزمها بناء مفاعل بسعة ألف ميغاواط بحلول عام 2015، ووقعت مصر اتفاقًا ثنائيًا مع روسيا في عام 2015 على بناء وتشغيل أربع مفاعلات

(*) قرار جمهوري رقم 309 لسنه 1981 بتخصيص موقع الضبعة بعد دراسات مكثفة لأنشاء المحطة النووية.

نووية، تشمل تزويد مصر بالوقود النووي وإخراج الوقود المستخدم من البلاد، بالإضافة إلى تدريب وتطوير البنية التحتية الناظمة.

وفي ديسمبر 2017 وقعت مصر مع شركة روساتوم الروسية النووية المملوكة من الحكومة الروسية على أتفاق بناء المفاعلات النووية، وينص الاتفاق على بناء أربع مفاعلات بسعة 1200 ميغاواط بقيمة إجمالية تبلغ 30 مليار دولار. ومن المتوقع الانتهاء من المشروع بشكل كامل في 2030.[1]



المصدر : جرجس، كريم وأحمد، على، (2018). برنامج الطاقة النووية المصري: المخاطر الأمنية والاقتصادية، معهد عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الدولية، الجامعة الأمريكية، بيروت، لبنان.

شكل (4-14)

رسم بياني لاستراتيجية الحكومة للطاقة المتجددة والطاقة النووية للعامين 2020 -2035

وقد نجحت هيئة الطاقة الذرية في خلال الثماني سنوات الماضية في تحقيق عدة انجازات في مجال الاستخدامات السلمية للطاقة النووية: فانطلاقًا من القناعة بأن النظائر المشعة منتج استراتيجي لابد من توافره كمنتج محلي لاستخدامه في الكشف وعلاج الأورام، فقد تم تدشين خلايا اليود 125 والإيريديوم 192 بنوعيه والموليبنديوم 99 التابعين لوحدة إنتاج النظائر المشعة التابعة للمفاعل البحثي الثاني والتي تم افتتاحها في 2015، ومن خلاله استطاعت مصر إن تغطي السوق المحلية بنسبة 70%من نظير الموليبنديم 99 وحوالي 98% من إنتاج اليود 131، ومع توقف الاستيراد في فترة الإغلاق العالمي بسبب جائحة الكورونا برزت أهمية هذا المصنع لمرضي الأورام، ويصنف هذا المصنع الأول عربيًا والثاني أفريقيًا والعاشر على مستوى العالم.

[1] جرجس، كريم وأحمد، على، (2018). برنامج الطاقة النووية المصري: المخاطر الأمنية والاقتصادية، معهد عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الدولية، الجامعة الأمريكية، بيروت، لبنان.

وتقوم هيئة الطاقة الذرية عن طريق منافذها بالمطارات والموانئ المصرية، بالكشف الإشعاعي على كافة المنتجات المستوردة للتأكد من خلوها من التلوث الإشعاعي.

كما تمتلك وحدتين للتشعيع الجامي للمنتجات، الأولي بموقع الهيئة بمدينة نصر والثانية بأم زغيو بالإسكندرية وتقوم من خلالهما بتقديم خدمات التشعيع الجامي وتعقيم المنتجات للشركات والمصانع المصرية والتي يتم تصديرها للخارج (بلغ عدد الشركات 1700 شركة).

كما تقوم حاليًا بالبدء في إنشاء مصنع منتجات اليورانيوم، والذي يهدف إلى تعلية التركيز للمنتجات التي تحتوي على اليورانيوم، كما سينتج (أكاسيد اليورانيوم ورابع فلوريد اليورانيوم) وصولًا لإنتاج سادس فلوريد اليورانيوم الذي يمكن تصديره للخارج ليتم أثراؤه (يستخدم لاحقا كوقود نووي لمفاعلات الماء الثقيل).

وعززت التعاون الدولي على مستوى الوكالة الدولية للطاقة الذرية وعلى المستوى الإقليمي بالتعاون مع الهيئة العربية للطاقة الذرية، فبلغت المشروعات الفنية الممولة من الوكالة 60 مشروعًا من 2014 حتى 2021، كما بلغت الزيارات العلمية للمؤسسات الأجنبية والمشاركة بالمؤتمرات وورش العمل والدورات 4300 نشاط، وتم تنظيم مؤتمر الهيئة العربية للطاقة الذرية ثلاث مرات خلال تلك الفترة، وقد بلغ عدد المتدربين داخل وخارج مصر من المصريين والأفارقة والعرب حوالي 4800 متدرب وبلغ عدد برامج الوقاية الإشعاعية 190 برنامج وعدد الزيارات 50 زيارة.

كما تقوم الهيئة بتنظيم برامج التدريب الصيفي لطلبة الجامعات المصرية وقد بلغ عددهم خلال الفترة من 2014 وحتى 2022 (5626 طالبًا).

كما قامت الهيئة بنشر عدد 3770 بحث (تبعا لموقع Scopus) وحصلت على المركز الخامس بين 301 مركز بحثي وذلك تبقا للتقييم الدولي في عام 2022 والذي تم ما بين 22 دولة من دول حوض البحر المتوسط والشرق الأوسط وشمال أفريقيا.[1]

3.توقيع مصر على اتفاقيات دولية متعددة "خاصة بالمجال النووي – والمجال البيئي":

- عضوية مصر في الوكالة الدولية للطاقة الذرية منذ عام 1957.
- اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية. انضمت إليها في 2006.
- اتفاقية الإبلاغ المبكر عن الحوادث النووية. انضمت إليها في 2005.
- الاتفاق التكميلي الخاص بالمساعدة التقنية بشأن تقديم المساعدة التقنية من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية. انضمت في 1989.
- اتفاقية الضمانات المتعلقة بمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية. انضمت في1992.

[1] عمر المهدى، التعامل مع النفايات المشعة وتدريب الكوادر https://gate.ahram.org.eg/News/3684142.aspx، البشرية أبرز إنجازات هيئة الطاقة الذرية خلال 8 سنوات، (2022)

- البروتوكول الإضافي الخاص بتطبيق الضمانات. انضمت إليها في 2004.
- اتفاق باريس للمناخ – 2015.
- اتفاقية الأمم المتحدة بشأن التغير المناخي.
- اتفاقية الأمم المتحدة بشأن قانون البحار.
- اتفاقية التنوع البيولوجي.
- اتفاقية بازل.
- اتفاقية باماكو.
- اتفاقية تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية.
- اتفاقية حفظ أنواع الحيوانات البرية المهاجرة.
- اتفاقية رامسار.
- اتفاقية لندن لمنع التلوث البحري الناتج عن تصريف الفضلات والمواد الأخرى.
- اتفاقية وقاية النباتات الدولية.
- الاتفاقية الإفريقية الأوراسية للحفاظ على الطيور المائية المهاجرة.
- الاتفاقية الأفريقية للحفاظ على الطبيعة والموارد الطبيعية.
- المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة.
- الميثاق الأفريقي لحقوق الإنسان والشعوب.
- معاهدة إنشاء منطقة خالية من الأسلحة النووية في أفريقيا.
- معاهدة الحد من انتشار الأسلحة النووية.
- معاهدة التجارة العالمية لأصناف الحيوان والنبات البري المهدد بالانقراض.
- اتفاقية كيوتو (للحماية البيئية)
- اتفاقية قرطاجة للسلامة الإحيائية (لحماية التنوع البيولوجي).

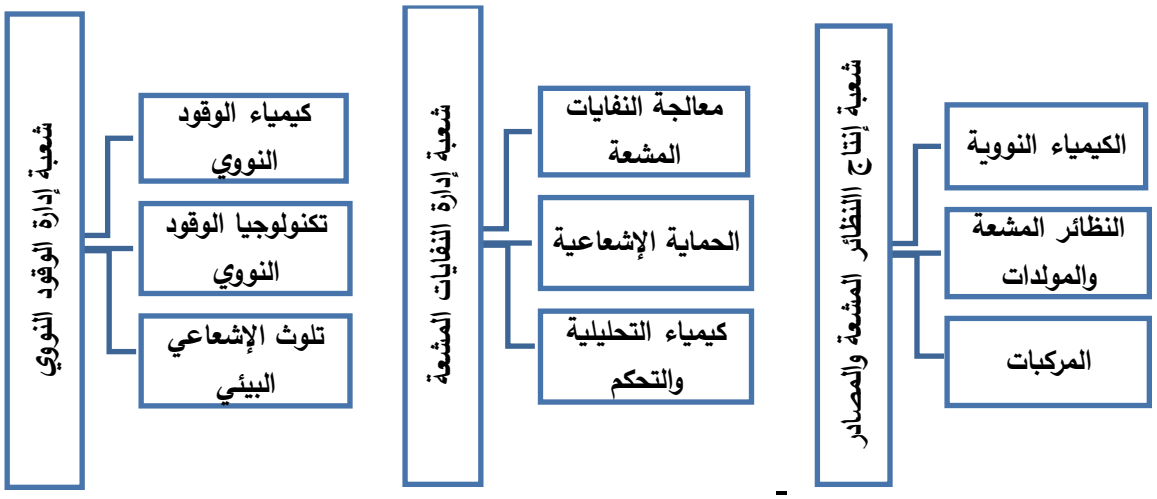
صدر في 14 سبتمبر 2023 القرار الجمهوري رقم 170 لسنة 2023 بالموافقة على اتفاقية الأمان النووي والمعتمدة في فيينا 1994.

4. إدارة النفايات النووية المشعة في مصر:

مع تطور البرنامج النووي في مصر بدا للعاملين عليه أهمية إنشاء مركز متخصص للتخلص من النفايات النووية المشعة، فكان إنشاء وتشغيل محطة معالجة النفايات السائلة متوسطة ومنخفضة الإشعاع (مركز المعامل الحارة) في عام 1994، ويعمل المركز وفق المعايير الدولية المعتمدة وبرعاية الوكالة الدولية للطاقة الذرية، في موقع هيئة الطاقة الذرية بأنشاص.

وتقدم الهيئة الخدمات الخاصة بالتعامل مع جميع أنواع النفايات المشعة الناشئة عن مختلف الأنشطة الطبية والصناعية والبترولية ومعامل البحوث على مستوى الجمهورية، كما تقوم بضمان التخزين الآمن لها وإزالة التلوث الإشعاعي في حالة المعدات الملوثة مثل المواسير والمعدات البترولية بالطريقة الجافة وإجراء المعالجة البيئية، كما تقوم بدور قومي عن طريق حصر المصادر المشعة على المستوى القومي وكذلك آليات التعامل مع النفايات المشعة.[1]

ويوضح الشكل (4-15) الشُعب والأقسام الرئيسية في مركز المعامل الحارة.



المصدر : مركب بمعرفة الباحثة.

شكل (4-15)

الشعب والأقسام العلمية بمركز المعامل الحارة

وتجدر الإشارة في هذا الخصوص، إن هذه النوعية من النفايات التي تتعامل معها محطة المعالجة، وهي من النفايات خفيفة الإشعاع كتلك المستخدمة في المراكز الطبية والمختبرات العلمية والنفايات المتوسطة النشاط الإشعاعي. كما إن هناك عدة طرق للتخلص ومنها خلط تلك النفايات مع الأسمنت وتحويلها لكتلة صلبة ثم وضعها في أسطوانات حديدية مقاومة للصدأ والتآكل وتتحمل الضغط والحرارة ومطلية بالخزف المانع للتسرب.

ويقوم المركز بدوره المنوط به من تجميع ونقل النفايات المشعة من أماكن تولدها، وذلك بعد تصنيفها وإعدادها للنقل الآمن كما تقوم بمعالجتها تمهيدا للتخلص منها، ويوضح الجدول (4-8) تطور كميات النفايات التي تم تجميعها ومعالجتها خلال عام 2017.

[1] عمر المهدى، التعامل مع النفايات المشعة وتدريب الكوادر البشرية أبرز إنجازات هيئة الطاقة الذرية خلال 8 سنوات، (2022 https://gate.ahram.org.eg/News/3684142.aspx،

جدول (4-8)

كمية النفايات التي تم تجميعها ومعالجتها خلال عام 2017

الكمية	النوع
1263	مصادر مشعة غير مستخدمة (بالعدد)
124	مولدات تكنيسيوم مستنفذة (بالعدد)
86	نفايات صلبة مشعة (بالعبوة)
8	نفايات سائلة (بالمتر المكعب)
5	مصادر أشعة إكس (بالعدد)

المصدر: فؤاد، ليلي فكرى، (2017). التجربة المصرية في مجال الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، هيئة الطاقة الذرية

ثالثًا: الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية في مصر:

تتبع جمهورية مصر العربية المعايير الدولية في التعامل مع النفايات النووية المشعة، طبقا لما أقرته الوكالة الدولية للطاقة الذرية، كما أنها ملتزمة بالاتفاقيات والمعاهدات الدولية التي وقعت عليها بهذا الخصوص.

وينص الدستور المصري لعام 2014 على أحكام خاصة لحماية البيئة، والحفاظ عليها في المادتين 45 و46 اللتين تنصان على فرض التزامات سياسية واجتماعية لحماية البيئة كركيزة من ركائز التنمية المستدامة، وقد وَضع الإطار التشريعي البيئي الحالي بشكل أساسي بموجب القانون رقم 4 لسنة 1994 بصيغته المعدلة في عام 2005، والقانون رقم 102 لعام 1983 (الخاص بالمحميات الطبيعية) بالإضافة إلى عدد من القوانين الأخرى التي تتضمن مختلف الجوانب البيئية، بجانب ذلك اعتمدت مصر مجموعة كبيرة من الأدوات التنظيمية البيئية التي تعالج مختلف جوانب حماية البيئة وإدارة الموارد الطبيعية.[1]

ومن تلك القوانين القانون رقم (202) لسنه 2020 بشأن تنظيم إدارة المخلفات ويهتم في مادته رقم 1 البند رقم 15 بشأن المواد الخطرة والتي من بينها المواد ذات الإشعاعات المؤينة.[2]كما إن لدي مصر المختبر التنسيقي الإقليمي على مستوى القارة الأفريقية ضمن قائمة (المختبرات التحليلية لقياس البيئة

[1] إدارة نظم الحماية البيئة في مصر، ص 173، تقرير منشور في https:// presidency.eg

[2] قانون رقم 202 لسنة 2020، ص5

ALMARA) التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية، وهو: المعمل المركزي لقياس النشاط الإشعاعي البيئي (CLERMIT)– هيئة الرقابة النووية والإشعاعية.[1]

وقد سجل مجموع النقاط الخاصة بجمهورية مصر العربية في تقرير مؤشر الأداء البيئي العالمي لعامي 2021– 2022 (وهو المؤشر المرتبط بتأثير سياسيات بلد ما على البيئة) أرقامًا بمعدلات متسقة، في الترتيب العالمي (ضمن 180 دولة تشترك في قياس معدل الأداء البيئي)، ولم يحدث تراجع في أيًا منها.

جدول (4–9)

معدلات قياس مؤشر الأداء البيئي لجمهورية مصر العربية (2022)

الصحة البيئية	التغير المناخي	حيوية النظام البيئي
رقم 111 (180 دولة) مجموع نقاط (من 100) 31.5 بمعدل 14	رقم139 (180دولة) مجموع نقاط (من 100)28.5 بمعدل 9	رقم95 (180 دولة) مجموع نقاط (من 100)43.7 بمعدل4

المصدر: من إعداد الباحثة بالاستعانة بـ2021 EPI, Environmental Performance Index

ومن أهم التطورات الحديثة في البرنامج النووي المصري، مشروع محطة الضبعة النووية، والتي بدأ الاهتمام به على مدار أكثر من 40 عامًا تم خلالها إجراء الدراسات الفنية المختلفة على موقع الضبعة، اشتملت على دراسات مفصلة من دراسات جيولوجية وجيوفيزيقية وهيدرولوجية وزلزالية وطبوغرافية وديموغرافية والأرصاد الجوية والجيوتقنية والبنية التحتية، والتي أثبتت جميعها مدى ملائمة موقع الضبعة لتشييد المحطة النووية، ويقع الموقع على الساحل الشمالي الغربي للبحر المتوسط شكل (4–4).

وقد تم اختيار هذا الموقع منذ عام 1983 كأحد أفضل المواقع بين عدة مواقع كانت مرشحة، والواقعة على كافة سواحل مصر سواء البحر الأحمر أو البحر المتوسط أو خليج السويس. وخلال الفترة ما بين 1985 وحتى عام 2019 ومع توافد عدد من خبراء الوكالة الدولية للطاقة الذرية في ورش العمل والاجتماعات الفنية وتمت مراجعة تلك الدراسات بالتفصيل والتأكيد على ما جاء فيها، للتأكد من إن هيئة المحطات النووية (المسؤولة عن المشروع) تتخذ كافة إجراءات الأمان البيئية للموقع.

[1] ANALYTICA laboratories for Measurement of Environmental Radioactivity (ALmera) Network, Membership List-195 Members in 90 countries,28 march2022, No. GC66, IAEA, Vienna, Austaria, P.7

Source: Nuclear Power Plants Authority, (2023), https://nppa.gov.eg/ElDabaa#ProjectOverview&gsc.tab=0

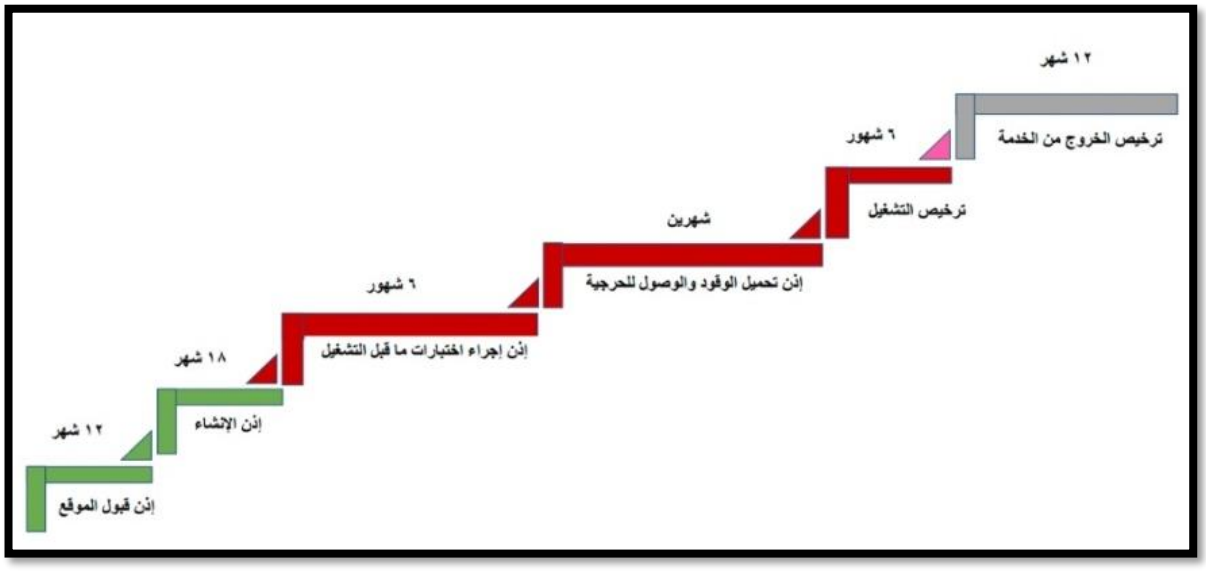
شكل (4-16)

موقع مدينة الضبعة- الساحل الشمالي الغربي لجمهورية مصر العربية

وفي عام 2017 قدمت الهيئة تقريرين لهيئة الرقابة النووية والإشعاعيةENRRA:

- **يتناول التقرير الأول**، تقييم موقع المحطة النووية SER.
- **يتناول التقرير الثاني**، تقييم الآثار البيئية EIAR، وذلك ضمن الخطوات المتبعة للحصول على أذن الموافقة على الموقع، وقد منحت هيئة الرقابة النووية والإشعاعية في مارس 2019 إذن قبول للموقع SAP إلى هيئة المحطات النووية، ويعد ذلك إقرار منها بمدى صلاحية وملاءمة موقع الضبعة لإنشاء محطة نووية طبقا للمواصفات والمتطلبات المصرية الحالية وأيضا معايير الأمان الدولية، وبالحصول على ذلك الإذن تكتمل الخطوة الأولي من مرحلة استصدار الأُذون والتراخيص لإقامة المحطة النووية بالضبعة.

كما تُحدد التشريعات المراحل الرئيسية في عمر المحطة التي يَلزم فيها ترخيص أو تصريح من قِبل هيئة الرقابة النووية والإشعاعية. ويوضح الشكل (4-5) الجدول الزمنى الذي تم تحديده والواجب الالتزام به، والذي تم الالتزام به لمنح الترخيص لمحطة الضبعة.



Source: Nuclear Power Plants Authority, (2023), https://nppa.gov.eg/ElDabaa#ProjectOverview&gsc.tab=0

شكل (4-17)

خطوات الجدول الزمني لمنح الترخيص لمحطة الضبعة

وينتمي مفاعل الضبعة إلى مفاعلات الجيل الثالث المطور، والتي تتطابق تمامًا مع متطلبات الوكالة الدولية للطاقة الذرية والتي وضعتها بعد حادث مفاعل فوكوشيما دايتشي.

وتضمن خصائص التصميم للمحطة التشغيل الآمن والأقل تأثيرًا على البيئة المحيطة من خلال عدة خصائص هي: (راجع الشكل 4-6)

- تحسين أنظمة الأمان.
- زيادة استخدام الأنظمة السلبية التي لا تتطلب تدخل مصدر كهرباء ولا عنصر بشرى.
- منع أي تسرب للمواد المشعة تحت أي ظروف تتعرض لها المحطة (فيضانات –أعاصير –تصادم طائرات) وذلك من خلال الهيكل المزدوج لواء الاحتواء الخرساني.
- مصيدة قلب المفاعل والتي تحتوي على الوقود المنصهر في حالات الحوادث القصوى.
- يتطلب إنشاء المحطة جدول زمني وفقا لمتطلبات الأمان والجودة وإدارة حازمة للوقت والتخطيط والمتابعة للمخططات الزمنية.

Source: Nuclear Power Plants Authority, (2023), https://nppa.gov.eg/ElDabaa#ProjectOverview&gsc.tab=0

شكل (4-18)

موقع الإنشاءات لمحطة الضبعة النووية

بالإضافة إلى ذلك، تم تأسيس (**اللجنة الوطنية المشتركة للتصنيع المحليJCL**)، والهدف من تأسيسها إن يقوم الجانب الروسي بالوفاء بالتزاماته فيما يتعلق بتوطين التكنولوجيا وتحقيق معدل

المشاركة المحلية، ودعم عملية اختيار الشركات الوطنية المصرية والمقاولين الفرعيين المحليين بما يمَكنهم من المشاركة في المشروع وفقًا لقواعد المناقصات المحددة من قبل المقاول الروسي، كل ذلك بحلول عام 2029 حيث ستشارك شركات الصناعات الثقيلة وشركات البناء المصرية بنسبة 35% من إجمالي أنشطة المشروع، وستصبح المورد الرئيسي للمعدات وقطع الغيار أثناء التشغيل.

وتتميز مفاعلات الجيل الثالث بالعديد من المزايا البيئية المتطورة، ومن أبرزها:

- **التحسينات المتطورة في التصميم**، الناتجة عن الخبرات المكتسبة من تصميم وتشغيل الجيل الثاني والجيل الثالث من محطات الطاقة النووية.
- **تحسين تكنولوجيا الوقود**، عن طريق زيادة فترات إعادة التزود بالوقود وتحسين الكفاءة مما يؤدى إلى تقليل كمية النفايات المشعة المتولدة.
- كفاءة حرارية أعلى.
- **تصميم موحد**، مما يؤدى إلى الإسراع في عملية إصدار التراخيص وتقليل فترة الإنشاء.
- **أنظمة الأمان السلبية**، واستخدام التصميم المتطور ضد المخاطر الخارجية والداخلية مع مراعاة الدروس المستفادة من حادث مفاعل فوكوشيما.
- زيادة الموثوقية وإطالة العمر التشغيلي، تصل إلى 60 عامًا.[1]

جدول (4- 10)

البارامترات الأساسية لمحطة الضبعة النووية

البارامترات الأساسية لمحطة الضبعة النووية	
نوع المفاعل	PWR (WER-1200)
تصميم المفاعل	AES2006
عدد الوحدات	4
الطاقة الحرارية	ميجاوات3200
الطاقة الكهربية	ميجاوت 1194 (*)
مدة دورة الوقود	شهر18المدة
معامل الأتاحية	%90<
العمر التصميمي للمحطة	أكثر من 60 عام
المصمم العام	Atomenergoproekt
المحطة المرجعية	الوحدتين الأولي والثانية لمحطة Leningrad II

(*) قدرة الوحدة الواحدة 1194 ميجاوات – أجمالي قدرات المحطة ما يقارب الـ 4800 ميجاوات.

Source: Nuclear Power Plants Authority, (2023), https://nppa.gov.eg/ElDabaa#ProjectOverview&gsc.tab=0

ولدعم نجاح مشروع محطة الضبعة النووية، تم تأسيس (مدرسة الضبعة النووية) في مدينة الضبعة بمحافظة مرسي مطروح، وهي مقامة جنوبي الطريق الساحلي الإسكندرية /مطروح في الجهة الغربية

[1] Nuclear Power Plants Authority, (2023), https://nppa.gov.eg/ElDabaa#ProjectOverview&gsc.tab=0

المقابلة لأرض المحطات النووية بالضبعة، على مساحة 8,5 فدان بتكلفة 70 مليون جنيه، 43 مليون منها تكلفة الإنشاءات والباقي تجهيزات ومعامل وتتكون من مبني تعليمي بسعة 375 طالب و10 معامل، 15 فصل، 3 ورش فنية على مساحة 3 آلاف و260 متر مسطحا وملحق سكنى للطلاب والمعلمين شكل (4-7).

والهدف من إنشاء المدرسة إعداد وتخريج كوادر مؤهلة تأهيلا عاليًا للعمل بالمفاعل النووي المصري السلمي بالضبعة والمتوقع بدء تشغيل أولي وحداته في عام 2026.[1]

المصدر:(2022) https://tec.moe.gov.eg/tech/article/details/1427

شكل (4-19)

المدرسة الفنية للتكنولوجيا النووية بالضبعة

بالإضافة لمشروع محطة الضبعة، قام المُشرع المصري مبكرًا بصياغة قانون تنظيم الأنشطة النووية والإشعاعية رقم 7 لسنة 2010 وتعديلاته رقم 211 لسنة 2017 ولائحته التنفيذية.

وقد تضمن القانون بعض الملامح الأساسية:

- **متطلبات صارمة للغاية لأمان المنشآت النووية**، ترتبط بالمعايير العالمية والاتفاقيات الدولية والإقليمية التي وقعت عليها مصر في هذا المجال والتي سبق العرض لها.
- **تحديد المراحل الرئيسية من عمر المحطة النووية**، والتي تتطلب ترخيصا من الدولة، ويتضمن القانون مبدأ أساسي وهو إن الجهة المشغلة للمحطة (هيئة المحطات النووية) تتحمل المسؤولية كاملة عن أمان المحطة طوال عمرها التشغيلي وهيئة الرقابة النووية والإشعاعية هي الجهة المنوطة بها التحقق من ذلك.

[1] موقع وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني:(2022) https://tec.moe.gov.eg/tech/article/details/1427

- **مسئوليات هيئة الرقابة النووية والإشعاعية،** وتتولي كافة الأعمال التنظيمية والمهام الرقابية المتعلقة بالأنشطة النووية والإشعاعية السلمية في جمهورية مصر العربية، وذلك على نحو يضمن أمن وأمان الإنسان والممتلكات والبيئة من أخطار التعرض للإشعاع المؤين ولها كافة الصلاحيات اللازمة لتنظيم تلك الأنشطة.

رابعًا: تقييم تطبيقي للأبعاد البيئية في نظام إدارة النفايات النووية في مصر:

اعتمد التقييم بصورة أساسية على مدخلات من التحليلات الخاصة بنظام إدارة النفايات النووية في مصر والذي عرضت له البنود السابقة، بالإضافة إلى نتائج مقابلات شخصية مقننة وفق نموذج محدد (نموذج المقابلة – ملحق الدراسة) مع مجموعة خبراء (7 خبراء) للطاقة النووية في مصر خاصة خبراء مركز المعامل الحارة. ويوضح الجدول التالي نتائج التحليل الرباعي:

جدول (4-11)

نتائج التحليل الرباعي لتقييم الأبعاد البيئية لنظام إدارة النفايات النووية في مصر

جوانب القوة	جوانب الضعف
▪ **الخبرة المتراكمة في المجال النووي،** والتي تزيد عن نصف قرن في التعامل مع النفايات النووية ▪ **امتلاك مصر مؤسسات نووية مبكرًا،** حيث تم تشغيل مفاعل مصر البحثي الأول في عام 1961 ▪ **توافر أطر قانونية وتنظيمية ورقابية جيدة،** خاصة بالنفايات المشعة (قانون 7 لسنة 2010)، وتحديد مسؤولية هيئة الطاقة الذرية في التخلص من أي نفايات حتى لو لم يتم التعرف على المسؤول عنها. كما تتضمن اللائحة التنفيذية باب كامل ينظم إدارة النفايات النووية، وتكليف هيئة الرقابة النووية والإشعاعية بالرقابة على كل ما يتعلق بإدارة النفايات المشعة. ▪ **خبرات بشرية في إدارة النفايات النووية،** وهي خبرات متراكمة تلقت تأهيلًا راقيًا داخل وخارج البلاد للتعامل بمستوى عالمي للتعامل مع النفايات المشعة. وبعض هذه الكوادر ينتدب في مهام دولية لمراجعة نظم إدارة النفايات في دول أخرى (خاصة الأفريقية). ▪ **دور مركز المعامل الحارة،** والذي تأسس في أوائل	▪**تأخر هيئة الرقابة النووية في إصدار كل التنظيمات النووية المتعلقة بالنفايات المشعة،** خاصة إن القانون رقم 7 ولائحته التنفيذية قد أحالتا في مواضع كثيرة التفاصيل الفنية المتصلة بالنفايات إلى التنظيمات النووية والقواعد والمعايير الفنية التي تصدرها هيئة الرقابة. ▪ **عدم تنفيذ المادة 8 من القانون 7 لسنة 2010 الخاصة بوضع وإصدار استراتيجية أو سياسة وطنية تتعلق بإدارة النفايات المشعة،** خاصة مع البدء في تنفيذ المشروع النووي المصري الكبير في الضبعة، والشروع في بناء محطتين من المحطات الأربعة المستهدفة في المشروع. ▪ **فجوات في الوعي العام لدى الجهات والأفراد بخصوص إدارة النفايات المشعة،** وهي ليست قضايا فنية ولكنها قضايا اجتماعية اقتصادية بيئية وترتبط بجودة الحياة. ▪ **قيود التمويل،** خاصة المطلوبة لتأسيس مرافق متكاملة ودائمة للتخلص من المواد النووية، وتطوير البنى

ثمانينيات القرن الماضي كمدرسة علمية وفنية في التعامل مع النفايات المشعة. ▪ **الاستفادة من مجالات التعاون الدولي،** خاصة برامج التدريب التي تعدها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، حيث إن مصر حصلت على منح وتدريب بها.	التحتية للإدارة الآمنة بيئيًا لتلك المرافق.
الفرص المتاحة	**المهددات / المخاطر المحتملة**
▪ **بدء تنفيذ مشروع الضبعة النووي،** والذي يمثل نقلة نوعية في البرامج النووية وإدارة النفايات النووية بصورة آمنة بيئيًا في مصر. ▪ **فرص متعددة لتوسيع التعاون الإقليمي في الإدارة الآمنة للنفايات،** خاصة مع الدول الأفريقية والدول العربية التي قطعت أشواط جيدة في هذا المجال. ▪ **غرس ثقافة الأمن البيئي في المجتمع،** بما في ذلك ثقافة التعامل مع النفايات المشعة في مجالات متعددة منها الطبية والصناعية وغيرها، وحق الأجيال القادمة في كافة الدول ومنها مصر في بيئة نظيفة اشعاعيًا. ▪ **تعزيز أدوار ومشاركات أصحاب المصلحة،** خاصة الجمهور، منظمات المجتمع المدني، الإعلام في برامج إدارة النفايات النووية. ▪ **تطوير الخبرات الوطنية في ضوء أفضل الخبرات العالمية،** من خلال متابعة المؤسسات النووية المصرية أفضل الممارسات العالمية وتطبيق المناسب منها للواقع النووي المصري. ▪ **تطوير الخبرات الوطنية في بناء المدافن الآمنة والنفقية،** وفق المعايير الدولية وبالتعاون مع المؤسسات الدولية خاصة الوكالة الدولية للطاقة الذرية.	▪**تأخر اعتماد وإصدار الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات المشعة،** بما قد يترتب عليه مخاطر متعددة بعد التنفيذ الفعلي لمحطات مشروع الضبعة النووي. ▪**عدم احترام دول عديدة للالتزامات الدولية في مجال الإدارة البيئية الآمنة للنفايات المشعة،** خاصة مخاطر نقلها وتداولها خارج الأطر الشرعية عبر الحدود. ▪**عدم وجود مستودعات أو منشآت دولية أو إقليمية متفق عليها للدفن الآمن للنفايات النووية– نهج متعدد الجنسيات،** وهي مشكلة تواجه مصر والعديد من الدول النامية في المجال النووي. ▪**الفوضى والنزاعات السياسية الإقليمية وتداعياتها،** حيث تمثل مناطق النزاع وغياب سيادة الدولة بيئة مناسبة لنقل ودفن النفايات النووية في مناطق النزاع. ▪**مخاطر أمنية متعددة،** منها احتمالات السرقة أو التخريب أو الهجمات الإرهابية، أو الاستخدام الخاطئ، أو سوء استخدام من شركات عالمية في مصر.

المصدر: مركب بمعرفة الباحثة من نماذج المقابلات الشخصية مع الخبراء

بالإضافة إلى ما سبق، أشار الخبراء المبحوثين إلى العديد من الملاحظات الهامة التي يجب إن تؤخذ في الاعتبار لضمان الإدارة البيئية المستدامة للأنشطة النووية في مصر، ومنها:

1. **التركيز على الشمولية في الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية**، خاصة تضمين الأبعاد المجتمعية والاقتصادية والسلوكية والثقافية والإعلامية والتوعوية ذات الصلة لأنها لا تقل أهمية عن الأبعاد الفنية.
2. **أهمية رفع كفاءة محطة معالجة النفايات المشعة السائلة بمركز المعامل الحارة** لتحقيق أقصي استفادة منها، مما يساعد على مد العمر التشغيلي لها.
3. **توفير الدعم بشكل أكبر للمشاريع البحثية**، التي تركز على وسائل تطوير إدارة النفايات النووية.
4. **الاهتمام ببرامج التدريب وورش العمل على المستوى المحلي والدولي** الخاصة بمجابهة الطوارئ الناجمة عن حوادث إدارة النفايات المشعة خاصة الاستخدامات الطبية والصناعية والزراعية.
5. **تطوير دراسات بناء المدافن طويلة الأمد أو المدافن النفقية**، وتطوير مدافن جديدة للنفايات النووية في مصر.
6. **تعزيز الاهتمام ببناء وتنمية كوادر وأجيال وطنية جديدة في مجال إدارة النفايات النووية**، وفق أحدث الخبرات والممارسات العالمية في هذا الخصوص، وتطبيق المناسب منها في مصر.
7. **تطوير التعاون الثنائي والجماعي العربي في مجال الإدارة البيئية الآمنة للنفايات النووية**، خاصة مع تزايد الاهتمام العربي بتطوير القدرات العربية في هذا الخصوص.

الفصل الخامس

نتائج وتوصيات الدراسة

الفصل الخامس

نتائج وتوصيات الدراسة

يتناول هذا الفصل ما خلصت له الدراسة من نتائج، وينقسم إلى مبحثين، الأول نتائج الدراسة والثاني توصيات الدراسة، وتنقسم النتائج في المبحث الأول إلى نتائج عامة ونتائج خاصة،

أولًا: نتائج الدراسة:

فقد أثبتت النتائج ما قدمته الدراسة من فروض، وأجابت على التساؤلات، فأوضحت إن الإدارة غير السليمة للنفايات النووية المشعة ينتج عنها من الأضرار البيئية ما قد يعاني منه العالم لسنوات لا حصر لها، والحالات التي طرحتها الدراسة من تجارب وحروب وحوادث وتجارة غير مشروعة أكبر دليل على ذلك. في حين أن الإدارة السليمة تجنب الإنسان والبيئة كل تلك المخاطر.

كما إن اعتماد الأطر والمعايير الدولية والتي طرحتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية لكافة دول العالم لتتخذ منها نبراس للتعامل مع النفايات النووية المشعة، تلك المعايير التي تقوم بتحديثها باستمرار هي أقصر الطرق لتفادى تلك المشاكل البيئة، فهي تجنب البلدان والعالم كله مخاطر لا حصر لها.

ومع الإيمان الكامل بوحدة المصير في تلك الأمور، والإيمان بقوة الجغرافيا والتاريخ، والقناعة المصرية بأن العمق الأفريقي هو أمن قومي مصري، فإن تبادل الخبرات كان له الأثر الأكبر في التعاون بين مصر كبلد له الريادة الثانية بعد دولة جنوب أفريقيا على مستوى القارة في المجال النووي، وظهر هذا واضحًا أثناء فترة الإغلاق بسبب جائحة فيروس كوفيد19.

كما إن التعاون وتبادل الخبرات من خلال مشروعات اتفاقية الأفرا بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وكذلك الاتفاقيات الأفريقية (باماكو –بلندابا) عززت ذلك التعاون.

وأجابت الدراسة على كافة التساؤلات التي طرحتها للدراسة، وهي:

- ما هي طبيعة النفايات النووية المشعة وما مدي مخاطرها البيئية والإنساني؟
- ما هي الأطر والمعايير الدولية والإقليمية المعتمدة للتخلص الآمن من النفايات النووية المشعة؟
- ما هي الآثار البيئية الإيجابية التي يمكن إن تنتج عن الإدارة الآمنة بيئيًا للمخلفات النووية في مصر وبعض الدول الأفريقية؟
- ما هي المقترحات التي يمكن تقديمها لتحسين الإدارة الآمنة بيئيًا للنفايات النووية في مصر بما يعزز الحفاظ على البيئة وصيانتها ودعم أهداف التنمية المستدامة؟

1.نتائج عامة:

- **توضيح ماهية النفايات النووية المشعة ومدي خطورتها،** كما عددت أنواعها وتصنيفاتها بشكل مباشر، كما عرضت لمعايير الأمان الدولية التي وضعتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، والتي هي الأساس لأي عمل في المجال النووي، وعرضت أيضا للدور الدولي المساند للدول بشكل عام في هذا المجال عن طريق المشاريع والمؤتمرات وورش العمل والدورات التدريبية.
- **عرض اهتمام الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالاعتبارات البيئية،** بتخصيص قسم خاص بها للتعاطي مع المشاكل البيئية الناتجة عن النشاطات النووية بشكل عام، والنفايات النووية المشعة بشكل خاص. كما أنها كانت طرف وراعي لاتفاقيات مختصة بكيفية إدارة التعامل مع النفايات النووية المشعة. والاهتمام بالتخلص الآمن لضمان بيئة نظيفة ومستدامة.
- **عرض مجموعة متنوعة من الدراسات والتقارير والأدبيات،** التي تتناول جوانب مختلفة من الأزمات والمشاكل التي نتجت عن التخلص العشوائي والغير آمن للنفايات النووية المشعة، هذا التخلص الذي هدد بكوارث بيئية برًا وبحرًا، كما في حالة (القبة الخرسانية في جزر مارشال) والتي تسببت تجربة الولايات المتحدة الأمريكية بكارثة بيئية أصابت سكان الجزر والبيئة البحرية في المحيط الهادي. وهناك أيضا التخلص الغير آمن الناتج عن التجارة غير المشروعة لتلك النفايات، حتى أصبحت هناك سوق سوداء لتلك التجارة، والتي سببت كارثة بيئية مأساوية في الصومال على سبيل المثال.

2.نتائج خاصة بالتجربة المصرية

- **نشأة البرنامج النووي المصري في الخمسينات،** والعمل المستمر إلى الآن للارتقاء بمستواه كان له الأثر الأكبر في احتلال مصر للمرتبة الثانية على مستوى القارة الأفريقية في المجال النووي.
- **تأسيس مركز مختص بالتعامل وإدارة النفايات النووية المشعة في وقت مبكر،** وهو مركز المعامل الحارة في العقد الأخير من القرن الماضي، جعل لها قدرة أكبر للتعامل المنظم والسيطرة على تلك النفايات، مما ساهم في الحد من التأثير المضر للبيئة.
- **وجود كوادر بشرية ذات مستوى علمي وتقني متميز،** وأصبح لتلك الكوادر أدوار مميزة إقليميًا خاصة على المستوى الأفريقي، والاستعانة بعدد منهم للعمل بالوكالة الدولية للطاقة الذرية.
- **دور وحدة معالجة النفايات المشعة بمركز المعامل الحارة،** وهي الجهة الوحيدة في مصر طبقا للقانون النووي المصري رقم 7 لعام 2010 المختصة بأعمال النقل والتخزين والمعالجة والدفن.
- **تحليل رباعي ميداني لتقييم الاعتبارات البيئية في نظام إدارة النفايات النووية في مصر،** والتعرف على جوانب القوة والضعف والفرص والمخاطر في هذا الخصوص من جانب الخبراء المتخصصين في المجال النووي خاصة في مركز المعامل الحارة.

3.نتائج خاصة بتجارب الدول الأفريقية المقارنة

- **ريادة نووية لجمهورية جنوب أفريقيا على مستوى القارة**، حيث تحتل المرتبة الأولي في المجال النووي على مستوي القارة الأفريقية، وتمتلك نموذجًا يحتذى به بالنسبة لباقي الدول. كما أنها تمتلك من المحميات والمناطق والغابات والمناطق الإيحيائية المصنفة عالميًا، ما يؤكد اهتمامها بالاعتبارات البيئية على مستوى الدولة بوجه عام.
- **طموحات وتوجهات هامة في تجربة تنزانيا**، فهي دولة طموحة تمتلك مخزون جيد من اليورانيوم، يؤهلها للوصول في خلال العشر أعوام القادمة إلى مكانة جيدة على مستوى القارة في المجال النووي، كما إن لديها محميات واهتمام متنوع بقضايا البيئة والتنمية المستدامة.
- **المغرب – تجربة أفريقية / عربية هامة في المجال النووي**، فهي دولة عربية أفريقية، تجيد اللعب على التوازنات الدولية، تطمح في الوصول لمكانة متقدمة في المجال النووي، ولديها قدرات وإن كانت ماتزال في البدايات في هذا الخصوص. كما تركز على قضايا البيئة بوجه عام من خلال وجود المحميات وغابة المعمورة والمناطق التراثية والإحيائية بما يجعلها دائمًا أكثر حرصًا في التعاطي مع المجال النووي بشكل عام.

وقد خلصت الدراسة من عرض التجارب الأفريقية الثلاثة إلى استخلاص مجموعة من الخبرات وأفضل الممارسات والتوصيات المناسبة من تلك التجارب وتصلح للاستفادة منها في تعزيز الإدارة البيئية المستدامة لنظام إدارة النفايات النووية في مصر، ونعرض لها في البند التالي.

ثانيًا: توصيات الدراسة.

تركز التوصيات بالدرجة الأولى على التجربة المصرية، مع الاستفادة من الخبرات العالمية التي عرضتها الدراسة، والاستفادة من التجارب الأفريقية الثلاثة التي عرضتها الدراسة أيضًا وهي تجارب: جنوب أفريقيا، تنزانيا، والمملكة المغربية.

1.توصيات على المستوى الاستراتيجي:

- **سرعة اعتماد وإصدار الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات النووية المشعة،** (من قِبل هيئة الرقابة النووية والإشعاعية)، لدعم التوسع في البرنامج النووي المصري من خلال مشروع الضبعة النووي، وتطبيق الاعتبارات والاشتراطات البيئية اللازمة لدعم ذلك التوسع.
- **تعزيز استقلالية وأدوار هيئة الرقابة النووية والإشعاعية،** لتفعيل دورها الفني والتنفيذي في التعامل مع النفايات النووية المشعة، وتعزيز سلطتها في وضع الهياكل التنظيمية المناسبة، وتوفير الموارد المالية اللازمة والميزانية المستقلة.
- **رفع كفاءة محطة معالجة النفايات المشعة السائلة بمركز المعامل الحارة،** لتحقيق أقصي استفادة منها، مما يساعد على مد العمر التشغيلي لها، واستيعاب التطورات الجديدة في البرنامج النووي.
- **توفير مزيد من الدعم للمشاريع البحثية ذات الصلة،** والتي تركز بصورة خاصة على وسائل تطوير إدارة النفايات النووية، وتوطين نظم الإدارة البيئية المستدامة في الأنشطة النووية، ومتابعة التطورات والمعايير والتطبيقات العالمية في هذا الخصوص.
- **تنمية وتطوير القدرات والكوادر البشرية،** من خلال البرامج المناسبة على المستويين المحلى والدولي خاصة في مجالات مجابهة الطوارئ الناجمة عن الحوادث الناتجة عن إدارة النفايات المشعة خاصة تلك الخاصة بالاستخدامات الطبية والصناعية والزراعية.
- **تطوير دراسات متكاملة حول جدوى بناء المدافن طويلة الأمد أو المدافن النفقية،** بالمشاركة مع الجهات المعنية، واعتمادها من الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
- **تطوير خطط بناء مدافن جديدة للنفايات النووية على النسق العالمي،** لتخفيف الضغط على الموقع الأول من جهة، والاستجابة للتطورات في البرنامج النووي المصري في الضبعة من جهة أخرى.
- **تعزيز المشاركة والوعي المجتمعي بخصوص قضايا إدارة النفايات النووية،** والتركيز على الاعتبارات البيئية في تلك القضايا، خاصة المنظمات الأهلية والإعلامية والنقابية وغيرها باعتبارها قضية تتعلق بجودة الحياة وحق الأجيال الحالية والقادمة في بيئة نظيفة.

- **غرس ثقافة الأمن البيئي في المجتمع،** بما في ذلك ثقافة التعامل مع النفايات المشعة في مجالات متعددة منها الطبية والصناعية وغيرها، وحق الأجيال القادمة في كافة الدول ومنها مصر في بيئة نظيفة اشعاعياً.
- **أدخال قضايا النفايات النووية وعلاقتها بالإنسان والبيئة** في مناهج التعليم بالتنسيق والتعاون بين وزارة التربية والتعليم ووزارة الكهرباء ممثلة في هيئة الطاقة الذرية.
- **أعداد وتصميم برامج وأفلام توعوية وطنية** حول النفايات المشعة والبيئة بالتعاون بين هيئة الطاقة الذرية والمجلس الأعلى لتنظيم الإعلام في مصر.
- **السعي لعمل اتفاقية تعاون** مباشرة بين مركز المعامل الحارة والمركز الجنوب أفريقي **(فالبوتس).**

2.توصيات على المستوى التشريعي والتنظيمي:

- **تحديث التشريعات الناظمة لنظام إدارة النفايات النووية في مصر،** في ضوء اعتماد وصدور الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الوطنية المشعة، وفى ضوء التطورات العالمية والإقليمية ذات الصلة بإدارة النفايات النووية، وتطبيق الاعتبارات البيئية اللازمة.
- **تطوير أدوار واختصاصات قسم التلوث والإشعاع البيئي بمركز المعامل الحارة،** والعمل على زيادة الكوادر العلمية والفنية الاحترافية، كذلك التجهيزات والأدوات اللازمة.
- **إصدار تشريع ملزم** بعرض برامج توعية بيئية خاصة بالنفايات المشعة في وسائل الإعلام المختلفة.

3.توصيات في ضوء الخبرات المستفادة من التجارب الأفريقية المقارنة:

أولا: تجربة جمهورية جنوب أفريقيا

تجربة رائدة ومميزة، تقدم خبرات هامة يمكن الاستفادة منها في مصر، وأبرزها:

- **التنظيم والشفافية وتوسيع دائرة خريط أصحاب المصالح،** وعرض كل ما هو مستحدث على الجمهور، وتعزيز مشاركات كافة الأطراف التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة بالنفايات النووية المشعة وطرق إدارتها الآمنة في محاولة لسد جميع الثغرات.
- **الاهتمام بالقضايا والأبعاد البيئية وحق الأجيال القادمة،** تضمنت وثيقة السياسة الخاصة بإدارة النفايات النووية المشعة لتسع بنود اهتمت بالبيئة، كما أكدت الاستراتيجية على منح الأجيال القادمة حرية الاختيار وبناء الثقة.
- **توفير بيئة تشريعية وتنظيمية داعمة،** تدرج العمل والمهام المسندة إلى الجهات المنوطة بالعمل على إدارة النفايات النووية المشعة.

- **الرؤية المستقبلية الواضحة المحددة زمنيا لعمل مواقع التخلص حاليا ومستقبليا،** فموقع فالبوتس منذ أنشاؤه في عام 2000 له رؤية واضحة ومحددة حتى 2350، ودوره في التعامل مع النفايات المشعة منخفضة المستوى.
- **دور المعاهد البحثية – المعهد الوطني للتخلص من النفايات المشعة،** والتركيز على دوره الهام في الكتاب السنوي لجمهورية جنوب أفريقيا لعام 2021–2022، في أعداد تقارير الجرد والتفتيش.

ثانياً: جمهورية تنزانيا الاتحادية،

- **توافر وثيقتي السياسية والاستراتيجية لإدارة النفايات النووية المشعة،** والتي تم نشرها في 2005 وقد أكدت في بنودها على الالتزام بالمعايير الدولية، مع الوضع في الاعتبار في المقام الأول المصالح والأولويات الوطنية.
- **الاستغلال الأمثل لثروات الدولة من اليورانيوم،** حيث يتواجد اليورانيوم بنسب عالية التركيز في مناجم نهر ماكوجو– أحد روافد النيل،
- **أهمية وجود ضوابط وطنية للتعامل مع الشركات الأجنبية في المجال النووي،** حيث تحتاج الدولة إلى مزيد من الحزم في التعامل مع الشركات الروسية العاملة في مناجم اليورانيوم لضمان حصول الدولة على حقوقها كاملة بطريقة منتظمة.
- **تحديد المحاور الأساسية للتعامل مع النفايات المشعة،** فقد تعاملت مع النفايات النووية المشعة على محورين، الأول خاص بالمصادر الغير مستخدمة واليتيمة والمعادن الخردة الملوثة، والثاني تلك النفايات الناتجة عن نشاط التعدين واستخراج اليورانيوم.
- **أهمية توافر مرفق رئيسي للتخلص الدائم من النفايات المشعة،** في إطار النظام الوطني لإدارة النفايات المشعة بما يخدم متطلباتها الوطنية والالتزام الكامل بالمعايير الدولية.
- **الرغبة الطموحة في تحسين أوضاعها الاقتصادية والاجتماعية بشكل عام،** والاهتمام بالوصول بالدولة لحالة مستقرة في وسط مضطرب حولها خاصة مع كثرة عدد الدول المشتركة معها في الحدود
- **فرص واسعة للتعاون المصري / التنزاني في التنمية والمجال النووي،** حيث إن هناك فرص مباشرة للشركات المصرية التي وقع عليها الاختيار لبناء السد على نهر روفيجي والميناء ورصيف الميناء، كذلك المصلحة في الحصول على الوقود النووي حال الاحتياج له في عمل محطة الضبعة.

ثالثاً: المملكة المغربية

- **قدرات جيدة للدولة في الاستفادة من التوازنات الدولية في المجال النووي،** حيث إن اجادتها اللعب على التوازنات الدولية، يجعل لديها القدرة على الوصول في وقت ليس ببعيد لما تطمح إليه وخاصة في مجال بناء محطات قوة نووية لإنتاج الكهرباء،

- **توافر استراتيجية وأطر مؤسسية فعالة للتعامل مع النفايات النووية المشعة،** مثلها مثل جنوب أفريقيا وهذا يعد انجاز، وأبرز مايميز تلك السياسة والاستراتيجية التركيز بشكل واضح على المصالح الوطنية، وهذا واضح في إسناد إدارة تلك المنظومة للمركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات_النووية (سينستين) والذي تأسس تحت اشراف وزارة الطاقة – **إدارة المناجم والمياه والبيئة.**

كما تجدر الإشارة في الختام، إلى إن كل هذه الدول الثلاث لديها من الموقع والأماكن الإحيائية والتراثية والمحميات، مثل (غابة المعمورة بالغرب – محمية سيلوس جيم بتنزانيا)، كما أنها قد وقعت على العديد من الاتفاقيات الدولية والإقليمية للمحافظة على البيئة، وهو الأمر الذي جعل الاهتمام بالإدارة الآمنة للنفايات النووية المشعة أولوية تنموية لديها عند إدارة برامجها النووية.

آليات تنفيذ بعض التوصيات:

م	أولا: توصيات على المستوى الاستراتيجي	آلية التنفيذ	المسؤول عن التنفيذ
1	**إدخال قضايا النفايات النووية المشعة وعلاقتها بالإنسان والبيئة** في مناهج التعليم بالتنسيق والتعاون بين وزارة التربية والتعليم وهيئة الطاقة الذرية	1. صياغة رؤية محددة وواضحة للتوصية. 2. تحديد الجهات المسؤولة عن التنفيذ وعرض الرؤية عليها. 3. صياغة طلب لتشكيل لجنة لوضع خطة للتنفيذ مع تحديد صفة الممثلين فيها. 4. تقوم اللجنة بوضع خطة عمل Action plan تحدد فيها خطوات التنفيذ: * (ما–متي–أين–كيف) *مهام كل عضو (يقوم الأعضاء العلميين المتخصصين في النفايات النووية بأعداد المادة العلمية بتدرج (من الشكل البسيط إلى الأكثر تخصصاً) مع التأكيد على أدخال الجانب العملي وورش العمل والزيارات للأماكن المختصة. مهام أعضاء التربية والتعليم (تحديد ما يناسب كل مرحلة دراسية من المادة العلمية المعدة أدراجها ضمن المناهج الدراسية وتحديد جدول بعدد الحصص الخاصة بكل مرحلة (الابتدائية والإعدادية). مهام كلًا من عضو معهد التخطيط وباحث التخطيط الميداني: إعداد وتصميم استمارات استبيان للطلبة والمدرسين والمسؤول المالي بوزارة التربية والتعليم – والمتخصصين بهيئة الطاقة الذرية. *بعد جمع المعلومات الآزمة يقوم عضو معهد التخطيط	وزارة الكهرباء والطاقة (ممثلة في هيئة الطاقة الذرية) – وزارة التربية والتعليم.

		بعمل Swot Analyss، كما يقوم بعمل ميزانية خاصة بالتنفيذ. *عمل تقرير نهائي وتقديمه للجهات المسؤولة	
2	**أعداد وتصميم برامج وأفلام توعوية وطنية** حول النفايات المشعة والبيئة بالتعاون بين هيئة الطاقة الذرية والمجلس الأعلى لتنظيم الإعلام في مصر.	1. صياغة رؤية محددة وواضحة للتوصية. 2. تحديد الجهات المسؤولة عن التنفيذ وعرض الرؤية عليها. 3. صياغة طلب لتشكيل لجنة لوضع خطة للتنفيذ مع تحديد صفة الممثلين فيها. 4. تقوم اللجنة بوضع خطة عمل Action plan تشكل اللجنة من: (عضو هيئة الطاقة الذرية لأعداد المادة العلمية –عضو المجلس الأعلى للأعلام ويحدد أدوات ووسائل تنفيذ تلك الأفلام – عضو التخطيط للتنسيق الخطة ووضعها في الإطار السليم القابل للتنفيذ مع عمل الميزانية اللازمة وتحديد عدد تلك الأفلام	وزارة الكهرباء والطاقة (ممثلة في هيئة الطاقة الذرية) – المجلس الأعلى للأعلام.
3	**السعي لعمل اتفاقية تعاون** مباشرة بين مركز المعامل الحارة والمركز الجنوب أفريقي **(فالبوتس).**	1–عمل دراسة علمية متكاملة عن مركز فالبوتس (قدراته وإمكانياته) من قِبل هيئة الطاقة الذرية ممثلة في مركز المعامل الحارة وبالأخص الشعبة المتخصصة في النفايات النووية المشعة. 2–تحديد أوجه الاستفادة من أبرام اتفاقية التعاون (ورش عمل مشتركة–تدريب باحثين وفنيين–تعاون تقني–منح – وغيرها). 3–مشاركة مركز الأمان النووي التابع لهيئة الطاقة الذرية وبالأخص قسم القانون النووي بصياغة مسودة للاتفاقية تعرض على رئيس الهيئة للتقييم والعرض على وزير الكهرباء والطاقة لعرضها على وزير الخارجية المصري.	وزارة الكهرباء والطاقة (ممثلة في هيئة الطاقة الذرية) – وزارة الخارجية المصرية
م	**ثانياً: توصيات على المستوى التشريعي**	**آلية التنفيذ**	**المسؤول عن التنفيذ**
1	**إصدار تشريع ملزم** بعرض برامج توعية بيئية خاصة بالنفايات المشعة في وسائل الإعلام المختلفة.	إعداد وصياغة التشريع من قبل ممثل قانوني من هيئة الطاقة الذرية ووزارة البيئة وعرضها على مجلس الشعب لأخذ الموافقة على ادراج ذلك التشريع ضمن القانون النووي المصري وقانون البيئة.	وزارة الكهرباء والطاقة (ممثلة في هيئة الطاقة الذرية) – وزارة البيئة– مجلس الشعب

قائمة المراجع

أولاً: مراجع عربية:

- أحمد رشاد سلام. (2017)،" المسئولية عن التلوث النووي في أطار قواعد القانون الدولي الخاص": مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، كلية الحقوق، جامعة عين شمس، العدد2، مجلد 59.
- الألفي، أحمد عبد السيد إبراهيم. (2022)،" حادث انفجار محطة تشرنوبيل للطاقة النووية 26 إبريل 1986م"، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، مجلة علمية محكمة، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، مجلد 4، العدد (26). كفر الشيخ.
- النمر، طارق عثمان (2014)."الاستخدامات السلمية للطاقة النووية وسبل تعظيم الاستفادة منها"، النشرة البيئة، كلية العلوم، جامعة طنطا، العدد (5).
- جرجس، كريم وأحمد، على، (2018)."برنامج الطاقة النووية المصري: المخاطر الأمنية والاقتصادية"، معهد عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الدولية، الجامعة الأمريكية، بيروت، لبنان.
- جريدة الوقائع المصرية، (23 أكتوبر 1955). عدد81 مكرر" غير أعيادي".
- حمد، أبوالخير عطية (1995)" الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلوث"، رسالة ماجستير، كلية الحقوق– جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.
- عبد الرازق، رانا مصباح عبد المحسن (2018)،" مشكلة النفايات الخطرة ومعالجتها في ضوء التشريع المصري"، رسالة دكتوراة، كلية الحقوق – جامعة المنصورة، جمهورية مصر العربية.
- عبد الرحمن، أسامة (2019)" إدارة النفايات النووية والمشعة"، دار زهور المعرفة، القاهرة.
- العبدلي، عبد الغني قايد (2022)."أثر التغير المناخي على غابة المعمورة: حالة القنيطرة"، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، المجلد الثالث، العدد (3).
- عثمان، إبراهيم وتكريتي، صلاح الدين (2009). البرنامج الوطني لإدارة النفايات المشعة في سوريا. تقرير عن دراسة علمية، قسم الهندسة النووية بهيئة الطاقة الذرية، الجمهورية العربية السورية. هـ ط ذ س – هـ ن / ت د ع 825.
- العسيري، إبراهيم على (2012). البرنامج النووي المصري لإنتاج الكهرباء، مجلة المهندسين المصرية، عدد (4.1).
- قانون البيئة المصري (1994). وزارة البيئة، جمهورية مصر العربية، القاهرة.
- لوافي، إيمان (2017)."اليورانيوم في أفريقيا. ورقة رابحة وحصان خاسر"، مجلة آراء حول الخليج، العدد (125).

ثانياً: مراجع أجنبية

- Abderrahim, Hamid. (2022),” MYRRHA: An accelerator drien system to manage radioactive waste”, IAEA Bulletin, vol.63-2, PP30-31, Vienna.
- Agreement of concerning the Agency’s assistance to Morocco for the transfer of enriched uranium from the United States for a Research reactor, (1984). Information circular, IAEA, Austari
- Baeckmann, Adolf. Dillon, Garry and Perricos, Demetrius, (1995).” Nuclear verification in South Africa”, National reports, IAEA Bulletin,1/1995, Vienna.
- Corporate Plan for the Financial Year 2018/2019-2022/2023, TAEC, Ministry of education science and technology, United Republic of Tanzania.

- Design Principles and Approaches for Radioactive Waste Repositories. (2020), IAEA Nuclear Series, No. NW-T-1.27, Vienna.
- Didas Shao, Firm Banzi. (2010),” National Strategies for Radioactive Waste Management in United Republic of Tanzania”, TAEC, United Republic of Tanzania.
- Dixit, Aabha. (2018),” Five years on, Tanzania’s progress in uranium exploration”, IAEA Bulletin, Vol.59-2, Vienna.
- EAEA Scientific Report 2019: Manpower and R&D Indicators. (2019), Atomic energy authority, Cairo.
- EPI,” Environmental Performance Index”. (2021), Yale Univ., Columbia Univ, Mac call Mac Bain Foundation, USA.
- Guidance on the Management of Disused Radioactive Sources. (2018), IAEA/CODEOC/MGT-DRS, Vienna.
- Hussein, Bashir. (2010), The Evidence of Toxic and Radioactive wastes dumping in Somalia and its impact on the Enjoyment of Human Rights, United Nation human rights council, Geneva.
- Konstantinos, D& Magliveras. (2018),” Nuclear Non-Proliferation in International Law”, The African NWFZ, The African Commission on Nuclear Energy and the Protection of the Environment, Vol. IV.
- Laboratory strategic marketing plan for the year2018/2019-2022/2023, Tanzania Atomic Energy Commission, United Republic of Tanzania.
- Management of Depleted Uranium used as shielding in Disused Radiation Devices. (2023).IAEA Nuclear Series,No.NW-T-1,30 Vienna,Austria.
- Mineral Resources and Energy, Yearbook2021-2022. (2022), South Africa Government, Republic of South Africa.
- Policies and strategies for radioactive waste management. (2009), IAEA Nuclear energy series No. NW-G-1.1, Vienna.
- Radioactive waste management policy and strategy for the republic of South Africa. (2005), Department of Minerals and Energy (the dme), Republic of South Africa.
- Sipho, Kings. (2016),” What Does S.A Plan to Do with its Toxic Nuclear Waste?”, Mail& Guardian, S.A.
- South Africa Year book, (2020/2021). Republic of South Africa, government communication, department government communications and information system, Republic of South Africa.
- Touhami, Rashid, Bouih, Abdelrahim. (2021),” International conference on Radioactive Waste Management: Solutions for Sustainable Future”, Report of IAEA, Vienna.
- Underground disposal concepts for small inventories of intermediate and high-level radioactive waste. (2020), IAEA TECDOC SERIES,978-92-0-126320-9, Vienna.
- Vaalputs National Radioactive Waste Disposal Facility, Public information document (PID), National Radioactive Waste Disposal Institute, NRWDI-COM-0001, Rev.1, South Africa.

ثالثاً: مواقع إلكترونية ذات صلة

1. مواقع عربية

- الاتحاد الأوروبي والمغرب. (2018). الدبلوماسية الفرنسة، وزارة أوروبا والشؤون الخارجية، https://www.diplomatie.gouv.fr/ar/
- إدارة الوقود المستهلك من مفاعلات الطاقة النووية: التعلم من الماضي وتمكين المستقبل، (2019)، https://www.iaea.org
- السم الدائم: برنامج التجارب النووية في فرنسا في ريقان وفي ألكر الجزائر، (2021). أطلس العدالة البيئية،www.ejatlas.org
- الطاقة النظيفة سلاح صناعة الفوسفات في المغرب وصفقة مع الهند قريبًا (2023)، تقارير الطاقة المتجددة، مجلة الطاقة،https//attaqa.net/2023/01/02
- العقباوي، شاهيناز. (2021)، دفن النفايات النووية في أفريقيا، المركز الديمقراطي العربي: www.democraticac.de/?p=76576
- جغرافية مصر، https://eip.gov.eg/ldsc/StaticContent/View.aspx
- السلام والكرامة والمساواة على كوكب ينعم بالصحة، الأمم المتحدة، (2021). https://www.un.org.com
- كازاك، سيرجي. (2020)، دولة تحصل على السلاح النووي وتدمره. https://www.sputnikarabic.ae
- منتدى تشيرنوبيل–تشرنوبيل وخطر الحرائق، SWI، htpps://www.swissinfo.ch
- وزارة الانتقال الطاقي والتنمية المستدامة–قطاع التنمية المستدامة، www.environnement.gov.ma/ar/115theme/biodiversite/257–aires–proteges–ar
- اليوم العالمي لمناهضة التجارب النووية، تم الرجوع إليه من الموقع التالي في 29 أغسطس 2012: www.un.org/ar/observances/end–nuclear–tests–day/history

2.مواقع أجنبية

- Brown, Carl, Laroui, Abdallah, Swearingen, Will (2023). Kingdom of Morocco, www.britannica.com/place/morocco
- Collin, Jean-Marie, Bouveret, Patrice. 2020, The waste from French Nuclear Tests in Algeria: Radioactivity Under the Sand, ICAN-France, heinrich boll foundation, France.
- Convention & Treatie, Director General's Desk, https://www.taec.go.tz
- Dahl, Fredrik, (2022). IAEA Proposal for Ukraine Nuclear Safety and Security Protection Zone Wins Support as Talks Begin on ITS Establishment, https://www.IAEA.org/news
- Dhlomo, Steven. (2023), Call for papers: Focusing on Safety and Sustainability for Radioactive Waste Management, Decommissioning, Environmental Protection and Remediation, IAEA Department of nuclear saftty and security, https://www.iaea.org/newscenter/news/all-for-papers-focusing-on
- Gallucci, Margheita. (2021), IAEA Launches ground-breaking programme on methodsa for radiological & environmental impact assessment, https://www.iaea.org
- https://amssnur.org.ma/amssnur-actualites
- https://www.iaea.org/ar/almawadie/aitifaqiaat-alaman-alnawa
- https://www.iaea.org/sites/default/files/infcirc546_ar.pdf
- Natinal Radioactive Waste Disposal Institute, https://www.nrwdi.org.za/compliance.html
- Regional Africa Projects, www.c.go.tz/regional-africa-projects/
- Tanzania Geography, https://www.countryreports.org/country/Tanzaia/geography.htm

- Uranium in Africa. (2022), World Nuclear Association, www.worldnuclear.org/search.aspx?searchtext=Waste%20manageent%20in%20morocco&page2
- Waste and Environmental Safety Section, https://www.iaea.org/about/waste-and-environmental-safety-section

ملحق

"الإطار المنهجي للمقابلات الشخصية المقننة مع خبراء إدارة النفايات النووية"

الفاضل / الفاضلة.... لكم خالص التحية والتقدير،

مرفق نموذج مقابلة مقننة تعتبر أحد متطلبات استكمال الحصول على درجة الماجستير الأكاديمي في التخطيط والتنمية من معهد التخطيط القومي تحت عنوان:

"الأبعاد والآثار البيئية لإدارة التخلص الآمن من النفايات النووية – مع استعراض لتجربة مصر وبعض الدول الأفريقية"

عناصر المقابلة	أبرز الإفادات – الملاحظات
مدى أهمية دراسة الأبعاد البيئية للنفايات النووية	
أبرز الملاحظات على الأطر العالمية والإقليمية لإدارة النفايات النووية	
أهم المخاطر البيئية المحتملة للنفايات النووية في مصر	
أبرز الملاحظات على نظم وآليات إدارة النفايات النووية في مصر (جوانب القوة)	
أبرز تحديات تواجه إدارة النفايات النووية في مصر (فجوات – جوانب ضعف)	
أفضل الخبرات والممارسات العالمية في مجال إدارة المخلفات النووية من منظور بيئي	
أهم مقترحات وفرص تطوير إدارة النفايات النووية في مصر لدعم التنمية المستدامة في ضوء أفضل الخبرات العالمية والإقليمية	
إضافات وجوانب أخرى ترونها هامة يجب أخذها في الاعتبار لدعم رسالة الباحثة	

ABSTRACT

Title of the Thesis: Dimensions and Environmental Implications of Managing the Safe Disposal of Nuclear Waste.
(With a Review of the Experience of Egypt and Some African Countries (
Name: Nour Ali Sarwat Ismail Sarwat.
Supervisors: Dr. Mohamed Magid Khashaba, Dr. Sahar El-Bahai, Dr. Yasser Tawfek Mohamed.
Degree: Master of Planning &Development. Institute of National Planning.

-The study targeted a set of main and sub-objectives, The main objective is to analyze the environmental effects of the safe management of radioactive waste, as for the sub-objectives, it focused on identifying the nature of nuclear waste, its different classifications, the extent of its danger and its lifetime, international standards for safe disposal and relevant international agreements, and environmental effects. The consequences of good or bad disposal methods, with a presentation of Egypt's experience in this field, as well as a presentation of the other African experiences in three countries representing three levels, the Republic of South Africa – The Federal Republic of Tanzania – The kingdom of Morocco. The study presents three main points that provide a review vision of the situation of these countries in this field. Firstly, the geographical situation and the historical background. Secondly, the management of radioactive nuclear waste disposal. Thirdly, the environmental impact.

Two approaches were used for the study: the analytical descriptive approach through a presentation of the nature of nuclear waste and international standards for their disposal, how to manage the disposal of such waste, and an analysis of the extent of the impact of that management on the condition's environment in the countries under study.

Comparative approach: By reviewing the situation in Egypt and three African countries and the clear difference between them in the management of nuclear waste, and the impact of that management on the environmental conditions in those countries. Documented scientific references and publications, reports and statistics published in Arabic and foreign countries have been used. One of the most important results of the study is shedding light on an important field of research and study and the status of Egypt ad some African countries in it. Among the recommendation of the study is that despite Egypt's distinguished position appropriate as in the continent, it occupies the second place, but it needs attention and focus on reaching quality standards in a more concentrated way. Eperimenting with South Africa as much as possible the efficiency of that administration in Egypt, with a good impact on environment.

Key words: environment – Tanzania – south Africa – Morocco – nuclear waste.

Arab Republic of Egypt

Institute of National Planning

Postgraduate Studies

Dimensions and Environmental Implications of Managing the Safe Disposal of Nuclear Waste

With a Review of the Experience of Egypt and Some African) Countries)

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements of Master Degree in Planning and Development

Submitted By:

Nour Ali Sarwat Ismail Sarwat

Supervised By:

Dr. Mohamed Maged Khashaba

Professor of Management and Strategic Planning

Institute of National Planning

Dr. Sahar EL Bahai

Professor of Agricultural Economics

Director of the Center for Planning and Agricultural Development

Institute of National Planning

Dr. Yasser Tewfik Mohamed.

Professor of Radiochemistry

And Nuclear Waste Treatment

Atomic Energy Authority

2023