عقلنة استخدامات الطاقة النووية حفاظا على البيئة

Rationalizing the use of nuclear energy to preserve the environment

ايت شعلال نبيل*

جامعة سطيف 2، الجزائر، n.aitchala@univ-setif.dz

تاريخ الإرسال: 2024/01/25 **تاريخ القبول: 2024/01/28**

ملخص:

الطاقة النووية هي واحدة من أعظم الاكتشافات التي تم تحقيقها على الإطلاق خلال القرن العشرين، حيث تعتبر واحدة من الطاقات التي أثارت ول زالت تثير الجدل بسبب استخداماتها المتعددة، فلها جانبها الجيد المفيد الذي يؤدي إلى التطور والتقدم وإنتاج الطاقة الكهربائية، وجانبها السيئ الخطير والذي يمكن أن يهدد الإنسانية والبيئة بصفة عامة، وهذان الجانبان متناقضان في تحديد الهدف من استخدامات الطاقة النووية، ولتجنب سوء استخدام هذه الطاقة والانحراف عن المسار السلمي والغير ضار بالبيئة، بذل المجتمع الدولي جهودا كبيرة في سبيل حصر استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية وبطريقة تؤدي إلى الحفاظ على البيئة.

الكلمات المفتاحية : الطاقة النووية، أغراض سلمية، البيئة.

Abstract:

Nuclear energy is one of the greatest discoveries ever made during the twentieth century. It is considered one of the energies that has raised and continues to raise controversy due to its multiple uses. It has its good, useful side that leads to development, progress, and the production of electrical energy, and its dangerous bad side, which can... It threatens humanity and the environment in general, and these two aspects are contradictory in determining the purpose of the uses of nuclear energy. To avoid misuse of this energy and deviation from the peaceful path that is not harmful to the environment, the international community has made great efforts to limit the use of nuclear energy for peaceful purposes and in a way that leads to the preservation of the environment.

***key words**: nuclear energy, peaceful purposes, environment.*

* المؤلف المرسل

مقدمة:

يعتبر موضوع اكتشاف وظهور الطاقة بشكل عام والطاقة والنووية بشكل خاص قفزة علمية ونوعية، نظرا للمواصفات التي تمتاز بها هذه الطاقة، حيث توالت التجارب التي قام بها العلماء الألمان في البداية لتأتي النتائج على النحو الذي يمكن للإنسان توظيفها في مجالات متعددة وعلى أصعدة مختلفة سلمية كانت أم حربية ما ساهم في وصفها سلاح ذو حدين، يخدم البشرية من جهة ويهددها بالدمار الشامل من جهة أخرى، لذا لابد من تبيان مفهوم الاستخدام السلمي للطاقة النووية أي المجالات السلمية التي يمكن إعمال هذه الطاقة فيها بما يحقق الرفاهية للبشرية، وما تخلفه كذلك من أثار سلبية على البيئة تعود بضرر على الإنسانية والمحيط.

ما هو معروف عن الطاقة النووية هي تلك المتولدة من التفاعلات النووية، ويقصد بها علميا استعمال وقود مصنوع من "اليورانيوم" الموجود في باطن الأرض ثم يتم تحويله إلى بخار ينتج عنه كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية، دون أن تكون لها آثار ضارة على البيئة.

ما يمكننا تحديده كهدف لدراستنا هو إبراز التحديات التي تواجه الدول عند استخدامها للطاقة النووية لأغراض سلمية، وفي نفس الوقت ما توفره من آليات ووسائل وتدابير لحماي الهدف من الدراسة هو ة البيئة من الأخطار المتوقعة لهذه الطاقة.

أما الإشكالية التي ارتأينا طرحها في مقالنا هذا هي: **كيف يمكن استخدام الطاقة النووية على نحو يحافظ على البيئة؟**

للإجابة عن هذه الإشكالية نقسم بحثنا إلى مبحثين، نتطرق في الأول إلى استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية والتحديات البيئية في مواجهة أخطارها، أما المبحث الثاني ندرس فيه المخاطر النووية وسبل مواجهتها.

المبحث الأول: الاستعمالات السلمية للطاقة النووية

لا يختلف اثنان على أن الطاقة النووية اليوم باتت ضرورة وخاصة في ظل التضاؤل المستمر لمنابع الطاقة التقليدية هذه الحتمية دفعت أفراد المجتمع الدولي إلى ضرورة إيجاد الأرضية القانونية لاستخدام الطاقة النووي وكذا الضمانات التي تحول دون التعسف في حق اكتساب التكنولوجيا النووية والانحراف لاستخدامها لأغراض تدميرية[1].

المطلب الأول: الاستخدام السلمي للطاقة النووية

يمكن استخدام الطاقة النووية من طرف الإنسان في الكثير من المجالات حيث يتم تسخيرها لتحقيق غايات متنوعة معتمدا في ذلك على وفرتها وخصائصها المتنوعة ونتائجها المبهرة، لتثبت تفوقها على العديد من الطاقات المعروفة، فهي تستخدم في ميادين عديدة، اذ لم تكتفي فقط بتوليد الطاقة الكهربائية .

والعالم اليوم يبذل جهودا كبيرة في سبيل الحفاظ على المناخ والبيئة من عدة ملوثات، ولعل الانتقال إلى الاعتماد على الطاقة النووية من شأنه تحقيق هذه الغاية.

ونجد من الاستعمالات المهمة والناجحة للطاقة النووية، المجالات التالية:

الفرع الأول: إنتاج الطاقة الكهربائية

في ظل تقلص مصادر الطاقات التقليدية واحتياج العالم إلى المزيد من الطاقات لأسباب متعددة، دعت الحاجة على الاعتماد على الطاقة النووية من أجل إنتاج الكهرباء، وكانت أول محاولة في هذا الشأن في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1951، ثم في روسيا سنة 1954، ثم في بريطانيا سنة 1956، وتعتبر المحطات النووية في الولايات المتحدة الأمريكية أكبر المحطات المنتجة للكهرباء في العالم.

في تقرير سنوي صادر في 2022/07/26 منجز من طرف الرابطة النووية العالمية وبعد بداية الخروج من جائحة كورونا سنة 2021 وعودة البحث على الطاقة، ازداد الطلب العالمي على الكهرباء المستنبط من الطاقة النووية، بما مقدوره 100 تيراواط في الساعة في 2021، ليصل إلى 2653 تيراواط في ساعة، وهو ما يصل إلى ثالث أعلى مستوى في التاريخ، بعد عامي 2006 و2019، عندما بلغ توليد الكهرباء من الطاقة النووية مستوى 2657 و2660 تيراواط في ساعة على التوالي [2].

الفرع الثاني: في المجال الصناعي

تستخدم الطاقة النووية بشكل واسع في مختلف التطبيقات الصناعية على المستوى العالمي التي من بينها صناعة النفط فهي تؤدي لتحديد سرعة تدفق النفط عبر الأنابيب وتحدد أماكن انسداد أنابيب نقل النفط إضافة لدورها في فصل منتجات النفط مثل "زيت الديزال والغازولين والزيت الخام"، ويندرج استخدامها أيضا في العمليات الصناعية المتضمنة عملية تحسين مواصفات ونوعية

وجودة الخشب ليكون مقاوم للتآكل والرطوبة وعوامل التعرية بصفة عامة كما تستخدم في تصنيع رقائق المطاط العالية الصلابة وتصنيع العوازل والأسلاك [3].

الفرع الثالث: إزالة ملوحة البحر وتصفيتها

في المناطق الساحلية التي تعاني من الجفاف وشح الأمطار لجأت الكثير من الدول إلى تقنية تحلية مياه البحر والتي تشهد طلب متزايد كل سنة، ويعتبر الوقود الأحفوري في الوقت الراهن المصدر الأساسي الذي تستخدمة محطات تحلية مياه البحر حيث تستخدمه في شكل طاقة يحول الى نوع من حرارة للتقطير أو طاقة كهربائية وميكانيكية لتشغيل مضخات لضغط مياه البحر عبر الأغشية لفصل الملح عن المياه المالحة.

في ظل الاتحاد السوفياتي سابقا ومنذ نشأت المحطة نووية لإزالة ملوحة المياه في "كازاخستان" سنة 1972عرفت هذه التقنية تطورا كبيرا، و هي تعمل بشكل مستمر على التخفيف من غاز أوكسيد الكربون المنبعث من محطات الطاقة التقليدية.

الفرع الرابع: في ميدان الصحة العامة

الصحة العامة لها نصيب كذلك من الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، من أجل تطوير استعمالها في مختلف مجالات الوقاية ورفع قدرات الأطباء والباحثين في المجال الطبي من أجل مواجهة مختلف الأمراض، ومن أجل ذلك تم الاعتماد على الذرة في مجال الرعاية الصحية لتطوير الأبحاث الطبية والصناعة الدوائية، حيث تم الاعتماد على الذرة في الكثير من المجالات الطبية، في التشخيص والعلاج وغيرها، فيمكن الكشف عن علة المريض، كما تستخدم كأداة قياسية لتحديد حجم الدم في الجسم وتحديد مكان السرطان بدقة وللكشف عن أمراض القلب والأوعية الدموية المختلفة.

ومن أهم المجالات الصحية التي يمكن فيها اللجوء إلى الطاقة النووية ما يلي[4]:

في **مجال الفحص والتشخيص**: من خلال الدراسات الحديثة المتوصل إليها في المجال النووي أصبح بالمقدور قياس كفاءة عمل الأعضاء وذلك باستعمال تقنية الطب النووي وكذلك الحصول على صور تحدد حجم الأعضاء والمواقع العاجزة بها والأورام الناشئة فيها، وذلك باستخدام التصوير الوميضي الإشعاعي، كذلك تقدير النشاط الهرموني بشكل دقيق عن طريق النظائر

المشعة، كما تستخدم هذه الأخيرة في عالج الأورام السرطانية وعلاج الغدة الدرقية وأمراض الدم إذ يعتبر التشخيص الخطوة الأولى لاكتشاف حجم وتطور المرض .

في **مجال الوقاية الطبية**: قام العلماء بمجهودات جبارة لتطوير ميدان الوقاية الطبية لأنه يعتبر الوسيلة المثلى والفعالة لمواجهة مختلف الأمراض فهو يعتبر الواجهة الأولى في الرعاية الطبية، حيث قام الباحثين بإنتاج لقاحات فيروسية خالية من التلوث البكتيري وأكثر أمانا بواسطة المعالجة المزدوجة للحرارة والإشعاع، بالإضافة إلى أن هناك جهود حثيثة عن طريق استخدام الإشعاعات، لإنتاج لقاحات خاصة لمراجعة الأمراض الطفيلية مثل البلهارسيا، والدودة الكبدية.

في **مجال التعقيم**: تلعب عملية التعقيم دور هام في العلاج الطبي ولهذا ركزت الأبحاث على هذا الميدان، بحيث أصب بالاستطاعة الحفاظ على المواد الحساسة للحرارة باستعمال الإشعاعات في درجات الحرارة العادية لأن وسائل التعقيم الجديدة قضت على الكائنات الدقيقة، هذا ما تشجع على استخدام المواد البلاستيكية، كما أنه تم التجاوز على مشكلة الرفض المناعي للأعضاء عند زراعتها وذلك بتبسيط النشاط المناعي لهذه الأعضاء، كما تم إنتاج جسيمات لأعضاء تالفة وزرعها بالمرضى و تعقيمها إشعاعيا[5].

الفرع الخامس: في ميدان الزراعة والعمران

بلغت نسبة تلف المحاصيل الغذائية العالمية حوالي 31 بالمائة نتيجة غياب طريقة علمية لحفظ الأغذية وإصابتها بأمراض مختلفة، إزاء هذه الوضعية قام العلماء باستخدام الإشعاع النووي في المجال الزراعي بتعريض بذور المحاصيل الزراعية له لينتج سلالات نباتية جيدة وقوية أمام الظروف المناخية كما استخدم أيضا في مجال صناعة الأسمدة الكيميائية ما يؤدي لمضاعفة حجم الإنتاج النباتي وصناعة المبيدات الكيميائية التي تتولى عملية الإبادة الحشرات الضارة التي تلحق إضرارا بالغة بالمحاصيل الزراعية[6].

وعلى العموم يمكن تعداد أهم استخدامات النظائر النووية المشعة في مجال الأمن الغذائي والزراعة في عدة أمور نذكر منها[7] :

- تستخدم من أجل معرفة مقدرة النبات على التأقلم في ظروف جو معين وتربة خاصة.
- تستخدم النظائر المشعة لمعرفة الوقت الذي يحتاج فيه النبات إلى عنصر معين من عناصر التغذية، كما تستعمل في تقييم الاحتياطات الفعلية للنبات من المياه والمخصبات والعناصر

الكيميائية الشائعة والشحيحة بما يؤدي إلى وفرة في الموارد المائية والمخصبات، كما يتم الاعتماد عليها للزيادة الجيدة في نضج الثمار ونمو مختلف النباتات وتحسين مقاومتها للأمراض الزراعية والرفع من قدرتها على تحمل الجفاف وتحسين سلالتها .

- يمكن الاعتماد على النظائر المشعة في تغذية النباتات عن طريق السوق والأوراق ومعرفة السماد المطلوب لنوع من المحاصيل ومعرفة طبيعة الأرض.

- يمكن استعمال طريقة التطهير الإشعاعي لعلف الحيوان وحفظ الأطعمة لمدة طويلة، ومن شان هذه الطرقة المتطورة والفعالة أن تساهم في محاربة نقص الغذاء في العالم، وذلك من خلال الاعتماد عليها خاصة في الدول الفقيرة أو السائرة في طرق النمو[8].

الفرع السادس: تدفئة السكنات باستعمال الطاقة النووية

تم الاعتماد على هذه التقنية في العديد من المنشآت السكنية خاصة في دول أوروبا الشرقية وروسيا وسوسيرا والصين، فمن خلال الاعتماد على محطة مركزية للطاقة تعمل هذه الطريقة على توزيع التدفئة على المباني السكنية والتجارية بالاستعانة بالبخار الذي تنتجه محطة للقوى النووية تقوم بتدفئة شبكات التدفئة الإقليمية [9].

وتعتبر أول محطة قوى نووية عائمة في العالم هي محطة "Acadimic Loumounosov "، تم تشغيلها في ماي من سنة 2020، وذلك لتدفئة منطقة "Tchoukoutka" في أقصى شمال شرق روسيا. ، وفي سويسرا منذ عام 1983 توفِّر محطة "Pisnaou" للقوى النووية التدفئة للبلديات وللمستهلكين من القطاع الخاص والصناعي والزراعي لما يقدر بنحو عشرون ألف ساكن. ويبلغ طول شبكة التدفئة الرئيسية 31 كم، تنتقل منها التدفئة إلى شبكات ثانوية بطول إجمالي يبلغ 99 كم[10].

المطلب الثاني: ممارسة الأنشطة النووية السلمية على نحو يراعى البعد البيئي

ظهرت العديد من الاتفاقيات الدولية التي تحكم وتحد من الآثار الضارة نتيجة استخدام الطاقة النووية، حيث نظمت الأنشطة النووية بمقتضى الاتفاقيات الدولية البيئية من جهة، ومن جهة أخرى نظمت بمقتضى نصوص واردة في اتفاقيات تتعلق بالمجال النووي، وهذا حرصا على سلامة البيئة والمحافظة عليها للأجيال اللاحقة.

الفرع الأول: القانون الدولي البيئي يحمي من بعض الأنشطة النووية

من أجل حماية البيئة من الأضرار التي يمكن أن تسببها الأنشطة النووية تم تبني اتفاقيات القانون الدولي للبيئة التي تنظم الأنشطة النووية للدول التي لم تشر إليها اتفاقيات أخرى، ومن جملة الاتفاقيات البيئية الدولية التي نظمت النشاط النووي أو ما يترتب عنه نجد:

أولا: اتفاقية منع التلوث البحري المترتب عن إغراق النفايات والمواد الأخرى(London 1972):

بمقتضى ما ورد في الملحق الأول للاتفاقية حيث يتم حظر رمي أي نفايات مشعة ذات النشاط العالي في البحار، ونص الملحق الثاني على أنه:" يمكن لكل دولة طرف أن تصدر تصريح خاص بشأن النفايات متوسطة ومنخفضة المستوى الإشعاعي"[11].

ثانيا: اتفاقية منع التلوث البحري من المصادر البرية (Paris 1974):

في ظل خطر تفشي الأمراض وما له من آثار على الثروات البحرية تعتبر هذه الاتفاقية من أبرز القواعد الدولية التي تحمي البيئة البحرية، حيث تفرض على الأطراف المتعاقدة اتخاذ تدابير لمنع التلوث البيئة البحري ومواجهته[12].

ثالثا: اتفاقية تقييم الأثر البيئي في إطار عابر للحدود(Ispo Finlande 1991):

تضمنت المادة الثانية من الاتفاقية الإحالة إلى الملحق الأول الذي ذكر قائمة الأنشطة ومنها النووية خاصة في البند الثاني والثالث منه، ويدخل ضمن هذه الاتفاقية تقييم التأثير على البيئة في المشاريع في مجال الطاقة النووية.

رابعا: اتفاقية (Aarhus Denemark 1998):

تلزم هذه الاتفاقية السلطات العامة بشكل خاص بمنح الشعوب إمكانية الوصول إلى معلومات معينة في المجال النووي، والمشاركة كل الأطياف في المساهمة في القرارات وتحقيق العدالة في المجالات البيئية.

الفرع الثاني: تأكيد القانون الدولي النووي في بعض نصوصه على المعيار البيئي

أصبح المجتمع الدولي يولي أهمية كبرى لحماية البيئة، ويظهر ذلك من خلال إدماج البعد البيئي في الاتفاقيات الدولية النووية، ويظهر ذلك من خلال بعض الاتفاقيات نذكر منها [13]:

أولا: الاتفاقية المعنية بتقديم المساعدة عند وقوع حوادث نووية أو طارئ إشعاعي (لعام 1986): ويكمن الهدف منها تقديم المساعدة العاجلة من أجل التحكم السريع في حالة وقوع حادث

نووي أو إشعاعي أو التخفيف من آثاره وتجنّب أي أضرار خطيرة، و الحماية من الإشعاعات التي توفرها هذه المساعدات لا تقتصر فقط على الأفراد وممتلكاتهم بل تشمل البيئة أيضا بمختلف عناصرها.

ثانيا: اتفاقية الأمان النووي لعام 1994: ركزت هذه الاتفاقية على توفير تدخلات خاصة وفعالة ضد المخاطر الإشعاعية المحتملة الوقوع داخل محطات الطاقة النووية، وتهدف هذه التدخلات إلى حماية الأفراد والبيئة من الآثار الضارة لها، فقد ورد في ديباجة الاتفاقية على أهمية ضمان استخدام الطاقة النووية على نحو آمن وبطرق سليمة بيئيا من الأطراف المتعاقدة في الاتفاقية وفي نفس السياق أكدت الدول الأطراف على ضرورة إبرام اتفاقية بشأن تصريف النفايات المشعة بطرق آمنة، قصد تكريس مبدأ الاهتمام بحماية البيئة وإدماج الجوانب البيئية في نصوص هذه الاتفاقية.

ثالثا: الاتفاقية المشتركة "اتفاقية ضمان أمن التصرف في الوقود المستهلك واتفاقية ضمان أمن التصرف في النفايات الإشعاعية لعام 1997": هدفها الأول يكمن في ضمان وضع وسائل دفاع فعالة لمواجهة المخاطر المحتملة للإشعاعات المؤينة أثناء أنشطة إدارة الوقود المستهلك والنفايات المشعة، والعمل على محاولة تجنب وقوع حوادث إشعاعية، بغرض حماية الأفراد والبيئة من الآثار الضارة الناجمة عن الأنشطة السابقة.

رابعا: بروتوكول تعديل اتفاقية فيينا بشأن المسؤولية عن الأضرار النووية 1997واتفاقية عام 1997بشأن التعويض التكميلي عن الأضرار النووية؛ وأيضا تعديل اتفاقية باريس بشأن المسؤولية عن الأضرار النووية 2004 والتي تكرّس مسؤولية المنشآت النووية عن تكلفة التدابير للتعويض عن تدهور البيئة بشكل كبير، أو أي خسارة في الأرباح فيما يتعلق بأي استخدام أو التمتع بالبيئة الناتج عن وقوع حادث نووي.

المبحث الثاني: المخاطر النووية التي تهدد التحديات البيئية

من المكونات الهامة للتنمية المستدامة في الوقت الراهن الطاقة النووية، ولكن استعمالها بشكل غير عقلاني من شانه أن يرفع من احتمال وقوع حوادث نووية وإشعاعية، كما يرفع من خطر النفايات النووية مشكلة إدارتها والتخلص منها[14].

المطلب الأول: أساليب إدارة النفايات النووية

هناك عدة مراحل يجب المرور بها من أجل جعل النفايات النووية غير خطرة، بداية بجمعها وفرزها وتغيير تركيبتها وتركيزها، لكي نقوم في الأخير بالتخلص منها.

ويجب توفر معلومات حول مصدر النفايات ومعدل توليدها، وكذلك كمياتها وخصائصها، والحصول على نهج يوفر معلومات عن الخصائص الكيمائية والفيزيائية والإشعاعية للنفايات، ثم بعد ذلك اختيار إستراتيجية معالجة النفايات، ومن الواجب تحديد متطلبات الأمان المناسبة وخيارات المعالجة المحتملة. كما أنه لابد لكل إستراتيجية أن تضمن التوافق والامتثال لمعايير التخزين والتخلص المقبول.

هناك عدة معايير دولية يجب مراعاتها من اجل التخلص الآمن من النفايات النووية، حيث أصبح هذا تحدي كبير يواجه الدول، وهناك طرق آمنة تم شرحها في تقرير منجز من طرف الوكالة الدولية للطاقة الذرية خاصة في ظل انتشار الضرر النووي والبيئي وتخطيه حدود الدولة الواحدة.

الفرع الأول: تخزين النفايات المشعة والتصرف فيها

تستعمل الدول الكثير من الطرق للتخلص الآمن للنفايات النووية تناسب حجم النفايات ونوعها من ضعيفة الإشعاع إلى متوسطة الإشعاع إلى القوي، ولكن الواقع اليومي يظهر أن الدول تقو بإتباع طرق للتخلص من النفايات النووية على نحو منافي للمعايير التي أدرجتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية و تصنف على أنها طرق غير آمنة.

تتبع الدول العديد من الطرق من أجل التصرّف في النفايات النووية تختلف من حيث تخزينها مباشرة دون معالج، أو معالجتها بالوسائل العلمية المتاحة للتقليل من الفترة الزمنية لأشعتها السامة ثم تخزينها في أماكن معينة حتى تتخلص من السموم الخطيرة ولا تصبح ذات خطر على الإنسان والبيئة[15].

لا زالت الأبحاث جارية من أجل استعمال أفضل التكنولوجيات لمعالجة وتحويل ونزع سموم النفايات النووية تدريجيا، خاصة في ظل ما المناداة من أجل ربما إعادة استخدام تلك النفايات، وعموما يتم التخلص من النفايات النووية كالتالي:

أولا- فيما يخص النفايات ضعيفة الإشعاع جدا والنفايات الضعيفة الإشعاع يتم التخلص منها في مرافق قرب سطح الأرض.

ثانيا- فيما يتعلق بالنفايات المتوسطة الإشعاع والنفايات القوية الإشعاع والوقود النووي المستهلك المعلن عنه كنفايات، فتوضع بمرافق للتخلص الجيولوجي.

الفرع الثاني: إزالة النفايات المشعة بغير التخلص الجيولوجي

تختلف الدول في اعتمادها على الطرق التي تتخلص منها من نفاياتها المشعة فلا تعتمد على دفن نفاياتها المشعة وتخزينها فقط، بل تستخدم طرق أخرى تعتبر غير آمنة وليست علمية، وفي هذا المجال نذكر طريقتين:

أولا- قيام الدول المتطورة بتصريف نفاياتها النووية الخطيرة في دول العالم الثالث مقابل مبالغ زهيدة، وهذا بعد توصل الدراسات العلمية أن التخلص الجيولوجي يتسبب في تلوث المياه الجوفية ويسبب عدة مخاطر.

ثانيا- هناك بعض الدول من تستعمل المحيطات والبحار في أماكن مختلفة من أجل التخلص من نفاياتها النووية بعد وضعها في خزائن تضمن عدم تسرّب المواد المشعة.

الفرع الثالث: معالجة النفايات النووية

بعد تحضير النفايات بشكل صحيح، فإن المرحلة التالية هي معالجتها لزيادة سلامتها وتقليل تكلفة مراحل التخلص الأخرى مثل التخزين أو التخلص. بشكل عام، تميل عمليات المعالجة إلى تقليل كمية النفايات المشعة عن طريق فصل المكونات المشعة عن سائل النفايات، مما يؤدي غالبا إلى تغيير في تكوين النفايات في العملية. معالجة النفايات المختلفة اعتمادا على طبيعة النفايات ومتطلبات قبول النفايات في موقع التخلص المحدد، تتوفر خطوات المعالجة. 2 تقنيات المعالجة المعروفة هي حرق النفايات الصلبة وتبخر النفايات السائلة.[16].

المرحلة الثالثة هي التحضير لتحويل النفايات إلى شكل آمن يمكن التخلص منه بحيث يمكن نقلها وتخزينها والتخلص منها. تم تصميم تقنيات التهيئة لإبطاء إطلاق النويدات المشعة في البيئة من عبوات النفايات المهملة وغالبا ما يتم تغليفها أو تقويتها في الأسمنت أو البيتومين أو الزجاج أو لفها في بطانية من حاويات خاصة لتحضير النفايات.[17].

المطلب الثاني: المخاطر البيئية المحتملة لاستخدام الطاقة النووية

مع الضرورة الملحة لإيجاد مصادر طاقة بديلة عن المصادر الطبيعية التي شارفت على النفاذ، تم تبني استغلال التفاعلات النووية، ويبقى التلوث الناتج عن الاستخدام السيئ للأنشطة النووية تلوثا

مدمرا سواء للبيئة أو الإنسان. و يحتاج لإصلاح هذا النوع من التلوث سنوات طويلة ونفقات باهظة.

ولا يقف الأمر عند هذا الحد و إنما تتأثر منه أجيال من البشر على المدى الطويل، وهذا التلوث يحدث لسببين إما بسبب الكوارث النووية، أو من النفايات النووية.

الفرع الأول: النفايات النووية

إن المخاطر الناجمة عن الطاقة النووية لا تنتهي عند حد استخدامها الفعلي، سواء سلميا أو حربيا، بل تبقى متصلة بما ينتج عنها من نفايات أو فضلات، إذ تحتفظ هذه الأخيرة بالخصائص الإشعاعية السامة التي فيها منذ بداية التفاعل النووي[18].

النفايات النووية مهما كان نوعها، صلب غازي أو سائل تشكل احد أهم الأضرار المترتبة عن استخدام الطاقة النووية ذلك جراء ارتفاع تكلفة التخلص منها آثارها الممتدة لآلاف السنين ناهيك عن استخدام بعض الدول لطرق غير أمنة بدفن هذه النفايات في باطن الأرض أو إغراقها في البحر أو إرسالها بواسطة الصواريخ إلى الفضاء، الأمر الذي يؤدي لانتشار أمراض وأوبئة خطيرة تلوث التربة والمزروعات والمياه الجوفية والسطحية والهواء نتيجة احتوائها على عنصر اليورانيوم الذي يقدر نصف حياته ب 70 ألف سنة أي أن الوصول إلى مرحلة موته تتطلب مرور حوالي ربع مليون سنة ليصبح عديم الخطورة[19].

الطاقة النووية لها تأثير كبير على البيئة هذا بالرغم من أن محطات الطاقة النووية لا تُصدر أي انبعاث كربوني، فأثارها تظهر خلال التعدين وتصريف المياه، حيث يجب تعدين "اليورانيوم" المستخدم في إنتاج الطاقة النووية والذي يعرف على وجه الخصوص بإطلاق "الزرنيخ والرادون" التي لها آثار على صحة الإنسان.

تتعرض البحيرات والمحيطات المائية بصفة عامة للتلوث الحراري المترتب من عمل محطات الطاقة النووية بهدف التبريد وتكثيف البخار مما ينجر عنه ارتفاع درجة حرارة المياه التي تبلغ في كثير من الأحيان 100 درجة فهرنهايت، مما يؤدي إلى تغير كيمياء المحيطات وتصبح الحياة المائية فيها منعدمة.

المشكلة التي تترتب عن إنتاج الطاقة النووية تكمن في النفايات الخطرة الإشعاعية التي تبقى لميئات السنين و تعقيد كيفيات تخزينها، هذا بالرغم من أن هذه الطاقة لا تنتج غازات خطرة ضارة بالهواء.

المشكلة الأخرى تكمن في تراكم النفايات الناتجة من محطات الطاقة النووية في ظل انعدام وسائل التخزين طويلة الأمد، مما تصبح عبأ على الدول في توفير المساحات اللازمة للتخزين.

كما شكلت هذه النفايات أزمة على الصعيد العالمي نظرا لكون التخلص منها بكل الطرق المتاحة مازال يهدد البيئة بالتلوث ويضر بالإنسان والكائنات الحية ولو على بعد كيلومترات من مكان النفايات، إذ تخلف دمارا شاملا بالبيئة الخارجية[20].

الفرع الثاني: الإشعاعات النووية

يعتبر الإشعاع من عناصر البيئة التي نعيش فيها، لوجوده في كل مكان وفي صور متعددة، وساهمت زيادة استخدامات الطاقة النووية في ارتفاع مستوى الإشعاع النووي، والذي يسبب أضرارا لا يمكن تفاديها، فالإنسان الذي يستخدم الطاقة النووية معرض لإشعاعات مختلفة عن طريق استنشاق الهواء المحمل بالأشعة في صورة غبار أو غازات أو أكل أو شرب مواد ملوثة بالمواد المشعة، فيتسبب هذا في هلاكه أو يترك أثارا مدمرة على جسم الإنسان[21].

أشارت بعض البحوث العلمية إلى ارتفاع الإصابة بمرض السرطان بالنسبة للسكان الذين يقطنون بالقرب من محطات الطاقة النووية، هذا بالرغم من أن هذه المحطات نتج مستويات منخفضة من الإشعاع النووي في البيئة المحيطة لها.

الفرع الثالث: الكوارث النووية

بالرغم من إجراءات الأمان المتخذة في المفاعلات النووية و في وسائل نقل المواد النووية لتجنب وقوع أي حادث متوقع أو غير متوقع ،فان الحوادث النووية تقع بفعل خطأ بشري أو تقني أو طبيعي أو نتيجة قدم المفاعلات النووية ،ما يؤدي لحدوث حرائق أو تسربات إشعاعية تتعدى حدود الدولة مقر المفاعل لتمس بالإنسان والحيوان والنبات والنظام البيئي ككل[22].

حتى الدول المتقدمة لم تستطع أن تؤمن نفسها من مداهمات الخطر على مفاعلاتها النووية، فنذكر حادثة محطة "ثري مايل أيلاند" النووية لسنة 1979 إثر التسرب الإشعاعي الذي أقلق العالم

حينها وحرك ردود فعل دولية ضد الطاقة النووية، ولحسن الحظ لم ينجر على الحادثة خسائر بشرية.

وتعتبر محطة "Tchernobil" بأوكرانيا أسوء كارثة نووية عرفتها الإنسانية حيث أدت إلى انبعاث ما يقدر بحوالي سبع أطنان من المواد المشعة في مساحة كبيرة جدا أدت إلى تدمير رهيب في البيئة بكل أصنافها حيث مست عدة دول أوروبية.[23].

الخاتمة:

زاد الاهتمام بالطاقة النووية في العقد الأخير نظرا لما توفره من مزايا تساهم في التنمية المستدامة وفي الرفاه الاقتصادي خاصة في ظل انكماش الطاقات التقليدية، باعتبارها كبديل لهذه الطاقات، بالإضافة أنها طاقة نظيفة صديقة للبيئة، كما أنها ضعيفة التكاليف.

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية من أكثر البلدان إنتاجا للطاقة النووية في العالم تليها جمهورية الصين وهذا حسب إحصائيات سنة 2020، غير أن فرنسا تعتبر أول دولة تعتمد على الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء ، كما أن هناك العديد من الدول الأوربية التي تبعت فرنسا في توليد الكهرباء.

منذ 60 سنة تقريبا منحت الطاقة النووية للعالم مصدرا بديلا للطاقة التقليدية في إنتاج الكهرباء حيث توجد أكثر من 460 محطة نووية منتشرة في 30 دولة تنتج حوالي 10 بالمئة من الكهرباء المنتجة في العالم دون إحداث أضرار بيئية.

وتتجه الكثير من دول العالم في سبيل تطوير طاقة نووية سلمية يمكن الاعتماد عليها خصوصا في ظل الطلب المتزايد واللامتناهي على الطاقة الكهربائية.

مع أن الطاقة النووية هي طاقة غير متجددة ونظيفة لا تصدر انبعاثات غازية خطيرة، إلا أنها يمكن أن تكون لها آثار وخيمة على البيئة تبقى لميئات أو آلاف السنين وخير دليل على ذلك التسريبات النووية التي رأيناها سابقا، والتي أدت إلى كوارث بيئية لازالت آثارها إلى اليوم.

تعتبر الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية طاقة أبدية لا تزول، وهي طاقة نظيفة يمكن الاعتماد عليها الى الأبد .

لا تعتبر الطاقة النووية من الطاقات المتجددة لأنها تستعمل في مفاعلاتها وقود نافذ محدود لا يتجدد وهو اليورانيوم .

تشير العديد من الأبحاث أنه في حالة الاعتماد المتزايد على الطاقة النووية في المستقبل، من شانه أن يحدث نفاذ سريع لليورانيوم في المستقبل القريب.

نتيجة النفايات الخطيرة الناجمة عن استخدام الطاقة النووية في مختلف المجالات التي تمس بالإنسان بالدرجة الأولى قامت بعض الدول باتخاذ جملة من التدابير المهمة والهادفة لحمايتها والعالم ككل منها التخلي التدريجي عن استخدام هذه الطاقة ليتم بشكل كلي من قبل كل من ألمانيا و سويسرا واليابان وتعويضها بطاقة اقل ضررا بكثير وأكثر نفعا واقل كلفة وأكثر أمانا هي الطاقة المتجددة.

في ظل التطور العلمي المتسارع يمكن الوصل إلى طاقات خالية تماما من الكربون أي نظيفة وصديقة للبيئة، كما يمكن للطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح أن تكون بديلا للطاقات التقليدية، على نحو يحافظ على البيئة وصحة الإنسان.

أخيرا نستنتج انه رغم الخدمات المهمة التي توفرها لنا الطاقة النووية من توفير في المال والجهد والوقت، إلا أنها في مقابل ذلك قد يؤدي أي خطا مهما كان بسيطا أو غير مقصود إلى حدوث كوارث وخيمة على البيئة، الأمر الذي فرض على الإنسان ضرورة التعامل مع الطاقة النووية بضوابط دقيقة، في انتظار اللجوء والاعتماد على الطاقات المتجددة.

قائمة الهوامش والمراجع:

[1] لعيدي عبد القادر ، "ضمانات استخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية"، المجلة المتوسطية للقانون والاقتصاد، مجلد 3، عدد 2، الجزائر، 2018، ص 428.

[2] محمد قاسمي، عمار كوسة،" حق الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل مبدأ حسن الجوار بين الدول"، مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية، المجلد 4، عدد 3، الجزائر، 2021، ص ص 640-643.

[3] أبن صويلح أمال، "تغير مسار العالم من استخدام الطاقة النووية إلى توظيف الطاقة المتجددة"، مجلة العلوم الإنسانية، عدد 48، مجلد أ، جامعة الاخوة منتوري،الجزائر، 2017، ص 192.

[4] محمد ماهر ، محمود ماهر، نظام الضمانات الدولية للاستخدامات السلمية للطاقة النووية، أطروحة لنيل دكتوراه، جامعة عين الشمس، مصر، 1980، ص 20، 21.

[5] محمد عبد الله محمد نعمان، **ضمانات استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، دراسة قانونية في ضوء القواعد والوثائق الدولية**، دون دار نشر ، اليمن، 2004، ص 41، 42.

[6] أمال بن صويلح، المرجع السابق، ص 192.

[7] محمد فاضل سمير، **المسؤولية عن الأضرار الناتجة عن استخدام الطاقة النووية وقت السلم**، عالم الكتب، مصر، 1972، ص 19.

[8] محمد عبد الله محمد نعمان، المرجع السابق، ص 21، 22.

[9] الطاقة النووية What is an؟ الموقع الإلكتروني: https://www.twinkl.co.uk/، تاريخ الزيارة: 2024/01/20.

10 الطاقة النووية What is an؟، الموقع الالكتروني السابق.

[11] حسين زراق، حاج برزوق، " حماية البيئة من مخاطر الطاقة النووية السلمية"، مجلة صوت القانون، المجلد الثامن، العدد2، الجزائر، 2022، ص 410.

[12] عمر عبد العزيز موسى الدبور،أحمد محمد فتحي الخولي، "الموازنة بين حق الدولة في الاستخدام السلمي للطاقة لنووية والحق في بيئة سليمة"، المؤتمر العلمي الخامس، المنعقد يوم 2018/04/23، بكلية الحقوق، جامعة طنطا، مصر.

[13] زرقين عبد القادر، قزران مصطفى، "دور القانون الدولي النووي في تحقيق الأمن البيئي"، حوليات جامعة الجزائر 1، المجلد 34، عدد 04، الجزائر، 2020، ص ص 249-253.

[14] حسين زراق، حاج برزوق، المرجع السابق، ص 413.

[15] الوكالة الدولية للطاقة الذرية(IAEA)، التصرف في النفايات المشعة والوقود المستهلك، الموقع الإلكتروني: https://www.iaea.org/، تاريخ الزيارة: 2024/01/20.

[16] طرق معالجة النفايات النووية المشعة لحماية البيئة، المستقبل الأخضر، الموقع الإلكتروني: https://greenfue.com/، تاريخ الزيارة: 20242/01/21.

[17] طرق معالجة النفايات النووية المشعة لحماية البيئة، المستقبل الأخضر، الموقع الإلكتروني السابق.

[18] عمر عبد العزيز موسى الدبور،أحمد محمد فتحي الخولي، المرجع السابق، ص 24.

[19] أمال بن صويلح، المرجع السابق، ص 192.

[20] عمر عبد العزيز موسى الدبور،أحمد محمد فتحي الخولي، المرجع السابق، ص 24.

[21] أمال بن صويلح، المرجع السابق، ص 193.

[22] المرجع نفسه، ص 193.

[23] عمر عبد العزيز موسى الدبور،أحمد محمد فتحي الخولي، المرجع السابق، ص 23.