جامعة الزاوية
إدارة الدراسات العليا
كلية القانون
قسم القانون العام

التعاون الدولي لاستخدام الطاقة النووية وأثرها على عملية التنمية

قُدّمت هذه الدراسة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الإجازة العليا (الماجستير) في القانون العام

مقدمة من الطالبة:

أمل صلاح الدين مصطفى القريض

إشراف الدكتورة:

د. هـــناء علي البشير بالحـــاج

العام الجامعي 2025 - 2026 م

قال تعالى: {وَتَعَاوَنُوا عَلَى البِرِّ وَالتَّقوَى وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الإِثمِ وَالعُدوَان}

(سورة المائدة، الآية:2)

الإهداء

إلى من كانا سنداً وعوناً لي في مسيرتي،

والديَّ الكريمين، أطال الله في عمرهما وأمدّهما بالصحة والعافية.

إلى أخي وأخواتي الأعزاء، وإلى كل الزملاء.

إلى كلّ من قدم لي النصح والدعم، فكان له أثر في إتمام هذا العمل.

إلى صالح الجعفراوي

وأنس الشريف

وإسماعيل الغول

ويقين المستشارة تقبلهم الله

إلى أصحاب الحق غزة، وكل شهدائها.

إليكم جميعاً أهدي ثمرة هذا الجهد، راجيةً من الله أن يجزيكم عني خير الجزاء.

الشكر والتقدير

أتوجه بخالص الشكر والعرفان لكل من قدم يد العون والمساندة في سبيل إنجاز هذا البحث، وأخص بالشكر أستاذتي الفاضلة **الدكتورة هناء علي البشير بالحاج** على كريم تفضلها بقبول الإشراف على هذه الدراسة وما بذلته من جهد، كما أتقدم بالشكر إلى الأساتذة الكرام الذين نهلتُ من علمهم خلال مرحلة الماجستير، جزاهم الله عني خير الجزاء.

ولا يفوتني أن أرفع خالص التقدير إلى السادة الأساتذة أعضاء لجنة المناقشة على ما تفضلوا به من وقت وجهد في تقييم هذا العمل.

سائلةً المولى عز وجل أن يجعل هذا الجهد خالصاً لوجهه الكريم، وأن يكتب لي ولهم جميعاً التوفيق والسداد في خيري الدنيا والآخرة.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

المستخلص

إن التَّقانة النَّووية لا تنحصر في الرّعب من الأسلحة والقنابل النووية؛ بل هي أوسع من ذلك بكثير، وفوائدها وتطبيقاتها المفيدة للبشر أكثر بكثيرٍ من جوانبها الضارّة، فمن المهم عدم التقيّد بالصورة السلبيّة المعروفة عن الطاقة النووية، ورؤية الأمر بصورة أكثر شمولية، من خلال تفهّم وجودها مستقبلاً لكافة شرائح المجتمعات البشرية دون تمييزٍ بينها؛ فعلوم الطاقة النووية من علوم القوة، من يفقدها يفقد الكثير في بناء دولةٍ أو أمة، ومن يمتلكها ملَك الكثير من مقوّمات التقدم المادي، إلى جانب ذلك، ولأجل مواجهة التحديات والمخاطر الأمنية وضمان الاستفادة التامة من هذه العلوم، يجب الامتثال للأُطر القانونية الصارمة والتي توازن بين ضمان استدامتها وحماية الإنسان والبيئة من مخاطر الانزلاق النووي. وذلك من خلال تحليل الاتفاقيات والضمانات المؤسساتية التي تحكم استخدام الطاقة النووية.

The Impact of International Cooperation for Nuclear Energy Use on Global

By

Amal Salah Al-Din Mustafa Al-Quraid

Supervisor

Dr. Hana Ali Al-Bashir Belhaj

Abstract

Nuclear technology is not confined to the apprehension associated with weapons and nuclear bombs; rather, it encompasses a far broader scope, with beneficial applications that significantly outweigh its harmful aspects. It is imperative to move beyond the prevailing negative perception of nuclear energy and adopt a more holistic perspective that acknowledges its future role across all segments of human society without discrimination. As a cornerstone of strategic power, nuclear science is essential for nation-building; its absence constitutes a significant loss, while its mastery provides the foundational elements for material and technological advancement. Furthermore, to address security challenges and ensure the optimal utilization of this science, there must be strict adherence to legal frameworks that balance sustainability with the protection of humanity and the environment from nuclear risks. This study examines these objectives through an analysis of the international conventions and institutional safeguards governing the use of nuclear energy.

فهرس المحتويات

الإهداء ..... أ
الشكر والتقدير ..... ب
المستخلص ..... ج
المقدمة 1
أهمية الدراسة 2
إشكالية الدراسة 2
أهداف الدراسة 4
الدراسات السابقة 4
صعوبات الدراسة 6
نطاق الدراسة 6
منهج الدراسة 7
خطة البحث 7
الفصل الأول 9
التأصيل القانوني للطاقة النووية وحق الدول في امتلاكها واستخدامها 9
المبحث الأول: 11
البعد النظري للطاقة النووية واستخداماتها السلمية 11
المطلب الأول: 11
ماهية الطاقة النووية والاستخدام السلمي لها 11
الفرع الأول: مفهوم الطاقة النووية 12
الفرع الثاني: بداية القوة النووية 16
المطلب الثاني: 19
المجالات النووية السلمية والتحديات المتعلقة بها 19
الفرع الأول: مجالات الطاقة النووية ودورها في تحقيق أهداف التنمية 20
الفرع الثاني: المعوّقات المرتبطة بميدان الصناعة النووية 40
المبحث الثاني: 56
التعاون الدولي لمشروعيّة حق الاستخدام السِّلمي للطاقة النووية 56
المطلب الأول: 57
التنظيم الدولي لتسخير استخدام الطاقة النووية السلمية 57
الفرع الأول: الهيكل التنظيمي لنزع السلاح النووي والحد من انتشاره 57
الفرع الثاني: أسانيد حق الدول في الطاقة النووية السلمية، والضوابط الحاكمة لها 71
المطلب الثاني: 78
النطاق المؤسسي لشرعية حق الدول في الاستفادة من الطاقة النووية بطرق سلمية 78
الفرع الأول: الهيئات الدولية المنظمة لحق الدول في التقنية النووية السلمية 78

الفرع الثاني: المنظمات الإقليمية المؤسسة لحق الدول في الاستخدام السلمي للطاقة النووية.....92
الفصل الثاني 104
الموازنة في استخدام الطاقة النووية لتحقيق التنمية المستدامة.....104
المبحث الأول: 105
آليات التعاون الدولي النووي لدعم التنمية المستدامة.....105
المطلب الأول:.....106
الحراك الدولي لتعزيز الأمان النووي ودعم الاستمداد السلمي.....106
الفرع الأول: الاتفاقيات الدولية لحماية المواد والمرافق النووية..... 106
الفرع الثاني: الاتفاقيات الدولية الثنائية في مجال الطاقة النووية السلمية..... 121
المطلب الثاني:.....129
المبادرات الدولية النووية الداعمة لحماية البيئة. 129
الفرع الأول: المؤتمرات الدولية المتعلقة بالبيئة.....129
المبحث الثاني: 144
برامج القدرة النووية القائمة والمستجدة.....144
المطلب الأول:.....145
برامج القدرة النووية الجديدة والمتوسعة..... 145
الفرع الأول: برامج التقنية النووية المتوسعة.....146
المطلب الثاني:.....168
الآفاق النووية العالمية.....168
الفرع الأول: المفاعلات النووية المتقدمة..... 168
الفرع الثاني: المشاريع النووية الاندماجية المتطورة.....176
الخاتمة.....187
النتائج.....188
التوصيات.....190
المراجع.....192

المقدمة

تُعدّ الطاقة النووية من الوقائع ذات الأبعاد المركّبة والمعقدة في العصر الحديث؛ نظراً لطبيعتها ذات الاستخدام المزدوج؛ فهي تجمع بين الإمكانات الهائلة في خدمة التنمية البشرية من جهة، وبين التهديدات الخطيرة التي قد تنجم عن توظيفها في المجال العسكري من جهة أخرى. وقد ارتبطت الطاقة النووية في بداياتها بالوجه المظلم للاستخدام البشري، من خلال تطوير الأسلحة النووية التي غيّرت موازين الحروب، كما تجلى ذلك في القصف النووي لمدينتي "هيروشيما وناجازاكي" عام (1945م)، وهو الحدث الذي شكّل نقطة تحوّل مفصليّة في تاريخ البشرية، وفتح الباب واسعًا أمام النّقاش الأخلاقي والقانوني حول مدى مشروعية استخدام هذه الطاقة الفتّاكة.

ومع تطور العلوم والتقنية، تحوّل الاهتمام العالمي نحو استكشاف الإمكانات السلمية للطاقة النووية، لاسيما في مجالات إنتاج الكهرباء، والطب النووي، والصناعات الدّقيقة، وتحلية المياه، والزراعة، وغيرها من التطبيقات المدنية التي تسهم في تعزيز الأمن الطاقويّ وتحقيق أهداف التنمية المستدامة. وقد باتت هذه الاستخدامات تشكّل عنصرًا استراتيجيًا في السياسات التنموية للعديد من الدول، خصوصًا تلك التي تعاني من شُحّ الموارد التقليدية للطاقة، وتسعى نحو تنويع مصادرها بما يحقّق النموّ الاقتصادي والرّفاه الاجتماعي.

إلا أنّ الاستخدام السّلمي للطاقة النووية لا يخلو من التحديات، فخطرُ التسرّب الإشعاعي، والتعامل مع النّفايات النووية، واحتمال تحويل البرامج المدنية إلى أغراض عسكرية، تثير قلق المجتمع الدّولي؛ بالتالي تتولد ضرورة إرساء نظام قانونيّ صارم يضمن الاستخدام الآمن والمسؤول لها. وقد شهد العالم في العقود الأخيرة عدة حوادث نوويةٍ كبرى – أبرزها: كارثتا تشرنوبيل وفوكوشيما – كشفت عن مدى هشاشة البنية التقنية والبشرية المحيطة بهذه الطاقة، وهو ما زاد من الدّعوات المطالبة بوضع أطرٍ قانونية وتنظيمية توازن بين الحق في التنمية والحق في الأمن والسلامة.

وفي ظل هذا الواقع المزدوج، تباينت المواقف بين مؤيد لاستخدام الطاقة النووية في إطارٍ سلميّ، يرى في هذه التقنية فرصة لتعزيز التنمية، وبين معارض يحذَر من تداعياتها الكارثية ويدعو إلى التخلي عنها لصالح مصادر الطاقة المتجددة. وبين هذين الاتجاهين، تتبلور رؤيةٌ دولية تسعى إلى إيجاد توازن دقيق، يقوم على ضمان الاستخدام السلمي للطاقة النووية من خلال منظومة قانونية دولية، تأتي في مقدمتها معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، وبدعمٍ من منظمات متخصصة، وفي طليعتها الوكالة

الدولية للطاقة الذرية، التي تقوم بدور رقابيّ وتقنيّ محوري في ضمان سِلميّة الاستخدام ومنع الانتشار النووي.

- **أهمية الدراسة**

تكمن أهمية الدراسة في إبراز الدور الإيجابي المتصاعد للطاقة النووية في دعم مشاريع التنمية، خصوصًا مع التوسع المستمر في أُطر التعاون الدولي الهادفة إلى تعظيم الاستفادة من الاستخدامات السلمية لهذه الطاقة.

ففي ظل الحاجة المتزايدة إلى مصادر طاقة نظيفة وآمنة، مع توقعات نضوب مصادر الطاقة التقليدية، يُفرض دراسة الأطُر القانونية الحاكمة للاستخدام السلمي للطاقة النووية بما يحقق الأهداف التنموية ويحمي البيئة، وما يترتب عليه من التزامات تنظيمية دولية تتطلب الدراسة والتحليل، لاسيما في ظل التحديات المرتبطة بمنع الانتشار النووي.

كما تكمن الأهمية في بيان أوجه التعاون الدولي في مجال الاستخدام السلمي للطاقة النووية، وتحليل مدى فعاليته في تحقيق التوازن بين مصالح الدول المختلفة، مع ضمان حق الدول النامية في الحصول على التقنية النووية السلمية ضمن الأطر القانونية الدولية.

- **أسباب اختيار الموضوع**

ما دفعني لاختيار البحث في هذا الموضوع عدة أسباب، أهمها:

1. قلة الدراسات القانونية المتخصّصة في المكتبة الليبية في موضوع الطاقة النووية والتعاون الدولي بشأنها، وهو ما يعكس الحاجة العلمية الملحة إلى تناول هذا الموضوع بالدراسة والتحليل لإثراء المكتبة القانونية الوطنية.
2. رغبة الباحثة في المساهمة في تقديم دراسة علمية تسهم في توضيح الإشكاليات القانونية المرتبطة باستخدام الطاقة النووية، وتسليط الضوء على دور القانون الدولي في تنظيم هذا المجال الحيوي بما يحقق الأمن والسلم الدوليين ويعزز من أبعاد التنمية المستدامة.

- **إشكالية الدراسة**

تهتم هذه الدراسة بفرضية مفادها أهمية التعاون الدولي لاستخدام الطاقة النووية السلمية وتسخيرها نحو مسار التنمية. وحقيقة هذه المسألة معقدة جداً بالنظر إلى التحديات القانونية والسياسية التي تفرضها الهيمنة الدولية، ما يجعل منها مصدر تهديد لمصالح الدول الأخرى وعلى وجه الخصوص النامية منها.

وتزداد هذه الإشكالية تعقيداً في ظل التناقض القائم بين نصوص الاتفاقيات الدولية التي تنظّم الاستخدام السلمي لهذه الطاقة والواقع الحالي، كاتفاقية حظر انتشار السلاح النووي لعام (1968م) التي تدعم امتيازات الدول النووية بعدم تحقيقها المساواة النووية بين كافة أطرافها، ما يزيد من هيمنة هذه الدول، ورفضها لفكرة انخراط الدول غير النووية في هذا المسار، كما هو الحال في اتفاقية حظر الأسلحة النووية لعام (2017م) والتي تسعى إلى تحقيق عدالة نووية سلميّة شاملة، ونزع السلاح النووي دون تفريق بين الدول.

هذا بالإضافة إلى عدد من المنظمات والمؤتمرات الدولية التي تنادي بهذا الحق، ولكن ضمن إطار ممنهج تُحدده هذه القوى، أحد أهم معاييره استفادة الدول المهيمنة من البرامج النووية السلمية للدول الأضعف، أو عدم مباركة هذه الجهود، ومن ثم إلغائها كما حصل مع العراق وغيرها، ومن ثم فإن الدول الأخيرة قد حُرمت من الحقوق النّووية السلميّة ما لم تكن تحت قبضة الدول النووية، والتي بدورها قد وصلت إلى مرحلة نووية مبكرة جداً تتمثل في نماذج ملموسة على أرض الواقع، مثل الاندماج النووي والمفاعلات المتقدمة.

إضافة إلى ذلك، فإن أمر هذا الاستخدام يقتضي ضرورة الموازنة بين الاستفادة السلمية من هذه الطاقة بما ينسجم مع البعد البيئي ويكفل حمايته، كل ذلك يتطلب دراسة الممارسات والأطر القانونية الدولية التي تنظم الاستخدام السلمي للطاقة النووية.

ومن هنا تأتي الإشكالية الرئيسية لهذه الدراسة متمثلةً في التساؤل البحثي التالي:

هل من الممكن صياغة نظام قانوني دولي عادل ومتوازن يراعي مصالح الدول دون تمييز في تحقيق التنمية السلمية من الطاقة النووية، وفي ذات الوقت ينشئ ضمانات صارمة للحفاظ على الأمن العالمي؟

ويتفرع من هذا التساؤل الرئيس عددٌ من التساؤلات الفرعية، هي:

1. ما مدى فعالية الجهود الدولية في تحقيق الاستفادة النووية السلمية؟
2. ما أبرز التحديات التي تواجه الدول للاستفادة من هذا الاستخدام؟ وما مدى التزام الدول الكبرى بتنفيذ نصوص الاتفاقيات النووية السلمية على نحو عادل بين الدول؟
3. كيف يمكن الموازنة بين الطاقة النووية السلمية والتنمية المستدامة مع متطلبات حماية البيئة؟

4. ما أبرز النماذج المتقدمة في هذا المجال؟ وما التقدم الأكثر حظاً عند التنفيذ والذي أفضى إلى التعاون الدولي لاستخدام الطاقة النووية السلمية؟

- **أهداف الدراسة**

تهدف هذه الدراسة إلى التالي:

1. **تحليل الإطار القانوني الحاكم لاستخدام الطاقة النووية،** وبيان دورها كوسيلة للتنمية المستدامة، مع التركيز على أهمية تكريس الضمانات القانونية والمؤسّساتية التي تَحول دون انزلاق هذا المورد العلمي إلى الاستخدام العسكري.
2. **تتناول الدراسة الجهود الدولية المبذولة لتمكين الدول،** لاسيما النامية منها، من الاستفادة السّلمية من الطاقة النووية ضمن شروط ومعايير تضمن حماية الإنسان والبيئة.
3. **تحقق مبدأ العدالة والمساواة بين الدول في الوصول إلى التقنية النووية،** وفي ظل احترام السيادة، وعدم الإخلال بالسلم والأمن الدوليين.
4. **رصد جهود الدول في مواكبة التطور في المجال النووي،** من خلال إنشاء المفاعلات النووية المتقدمة والابتكارية، واستعراض النماذج الدولية الناجحة في هذا الإطار بما يعزز الاستفادة السلمية من الطاقة النووية في خدمة التنمية.

- **الدراسات السابقة**

في إطار الحرص على البناء على جهود الباحثين السابقين وتأكيد أصالة موضوع هذه الدراسة، تم الاطلاع على عدد من الدراسات التي تقاربت موضوعيًا مع محاور هذه الدراسة، ومن أبرزها:

1. **دراسة بعنوان:** "نظام ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية"، للباحث جمال حباش، أطروحة دكتوراه، جامعة الجزائر-كلية الحقوق-، 2020/2019م.

تناولت هذه الدراسة نظام ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ودورها في منع انتشار الأسلحة النووية، واستعرضت الآليات الداعمة لنظام الضمانات النووي وآليات تسوية الأزمات النووية الدولية، مع بيان دور الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومجلس الأمن في التعامل مع الأزمات النووية على الساحة الدولية.

وتتباين هذه الدراسة مع الدراسة الحالية من حيث نطاق الموضوع؛ إذ ركزت الدراسة السابقة على نظام الضمانات ضمن إطار ضيّق يختص بعمل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، بينما تتناول الدراسة

الحالية الاستخدام السلمي للطاقة النووية ككل ضمن إطار تعاوني دولي، وتبحث في أثر الاستخدام السلمي للطاقة النووية على تحقيق التنمية المستدامة، مع إبراز العلاقة بين ذلك وبين حماية البيئة والإنسان، ويأتي نظام ضمانات الوكالة ضمن أحد مكونات هذا الإطار الأوسع في الدراسة الحالية.

2. **دراسة بعنوان:** "الاستخدام السلمي للطاقة النووية بين حق الشعوب في التنمية ومتطلبات الأمن الدولي"، للباحث عبد القادر مهداوي، رسالة دكتوراه، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان-كلية الحقوق والعلوم السياسية،2014/2013م.

استعرضت هذه الدراسة أهمية الطاقة النووية كبديل عن مصادر الطاقة الأحفورية ودورها في تقليل انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري بوصفها إحدى وسائل تحقيق التنمية المستدامة.

وتتقاطع هذه الدراسة جزئيًا مع موضوع الدراسة الحالية من حيث تناول جهود المجتمع الدولي في محاولة التوفيق بين الاستخدام السلمي للطاقة النووية كحق مشروع للشعوب في التنمية، وبين متطلبات الحفاظ على السلم والأمن الدوليين، إلا أن الدراسة الحالية توسع نطاق البحث ليشمل مدى نجاح النظام القانوني الدولي في إتاحة هذا الحق للدول النامية، وتحقيق مبدأ المساواة في الاستفادة من الطاقة النووية السلمية ضمن إطار التعاون الدولي، والوقوف على مدى التزام الدول الكبرى بتنفيذ النصوص الدولية لهذا الاستخدام.

3. **دراسة بعنوان:** "امتلاك واستخدام الأسلحة النووية في ظل قواعد القانون الدولي"، للباحثة فاطنة زبيري، أطروحة دكتوراه، جامعة الجزائر-كلية الحقوق-،2012/2020م.

ركزت هذه الدراسة على الإطار القانوني المتعلق بامتلاك واستخدام الأسلحة النووية، وقدمت نموذج الحرب العالمية الثانية والتجارب النووية الفرنسية في الصحراء الجزائرية، مع استعراض الاتفاقيات المنظمة لامتلاك واستخدام السلاح النووي والرقابة الدولية عليه.

ويكمن تحديد الفرق بين هذه الدراسة والدراسة الحالية في أن الدراسة السابقة اهتمت بالجوانب العسكرية للطاقة النووية وآثارها المدمرة، بينما تركز الدراسة الحالية على الاستخدامات السلمية للطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة مع إبراز المخاطر المترتبة على الإفراط أو الخطأ في استخدامها، وكذلك بيان الانتهاكات المرتبطة بالاستخدام النووي حينما تخرج عن الأطر السلمية المشروعة.

ومن ثَم، فأن موضوع الدراسة الحالية جاء ليشمل جوانب الاستخدام السلمي للطاقة النووية في إطار التعاون الدولي كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة، مع مراعاة البعد البيئي والحقوقي، وهو ما يجعل هذه الدراسة إضافة علمية نوعية في المكتبة القانونية الليبية والعربية في هذا المجال.

- **صعوبات الدراسة**

واجهت هذه الدراسة عددًا من الصعوبات خلال مرحلة الإعداد والبحث، كان من أبرزها: ندرة المراجع العلمية المتخصصة الورقية في مجال الاستخدام السلمي للطاقة النووية داخل المكتبات الليبية، الأمر الذي شكّل عائقًا أمام الحصول على المصادر الموثوقة اللازمة لتعزيز الجوانب النظرية والتحليلية للموضوع، كما واجهت الدراسة صعوبة في التنقل بين المكتبات العامة والجامعية للاطلاع واقتناء المراجع في ظل الظروف الموضوعية والعملية التي صاحبت فترة إعداد الدراسة.

وبناءً على ذلك، كان من الضروري الاعتماد بشكل أكبر على المراجع الإلكترونية المتاحة عبر قواعد البيانات العلمية والمواقع الأكاديمية المتخصصة، على الرغم ممّا يعتريها أحيانًا من ندرة في بعض الجوانب المتعلقة بموضوع الدراسة، ومع ذلك، فإن الجمع بين المصادر الورقية المتاحة والمصادر الإلكترونية أسهم في تجاوز هذا القصور إلى حد كبير، وأتاح للدراسة تحقيق الإلمام اللازم بمختلف جوانب الموضوع وفق ما يتطلبه البحث العلمي الرصين.

- **نطاق الدراسة**

يتحدد نطاق هذه الدراسة في دراسة النظم القانونية الدولية المنظمة للاستخدام السلمي للطاقة النووية في سياق تحقيق التنمية المستدامة، مع التركيز على أبعاد التعاون الدولي في هذا المجال، وتحليل مدى فعالية هذه الأطر في تمكين الدول وبخاصة الدول النامية من الاستفادة من الطاقة النووية للأغراض السلمية مع مراعاة متطلبات حماية البيئة والأمن الدولي.

وينحصر النطاق الزمني للدراسة في الفترة الممتدة من بداية الألفية الثالثة حتى عام (2025م)، بالنظر إلى التطورات المتسارعة في استخدام الطاقة النووية في المشروعات التنموية خلال هذه المدة، وما شهدته من تحولات قانونية ومواقف دولية متعلقة بالحد من الانتشار النووي ودعم الاستخدامات السلمية للطاقة النووية.

كما يقتصر النطاق المكاني للدراسة على الإطار الدولي العام مع الإشارة إلى بعض النماذج الإقليمية والدولية ذات الصلة والإشارة إلى وضعية الدول النامية.

- **منهج الدراسة**

من أجل تحقيق دراسة وافية وذات قيمة علمية لهذا الموضوع، ومن أجل تأسيس إطار نظري ومنهجي متكامل يحيط بمسائل الدراسة من مختلف جوانبها؛ فإن عقلنة الدراسة تتم وفق المنهج الوصفي والتحليلي والمنهج المقارن.

فمن جهة، تم الاعتماد على المنهج الوصفي لاستعراض مفهوم الطاقة النووية، ومجالات استخدامها السلمي، وأهميتها في تحقيق التنمية المستدامة، مع بيان مخاطرها المحتملة الناجمة عن إساءة استخدامها وتتبع الصياغات القانونية التي نشأت لأجل هذا التعاون، ومن جهة أخرى تم اعتماد منهج تحليل المضمون والذي تقوده نظريات قانونية مع النقد كلما تطلب ذلك، وتحليل فعالية هذه الجهود في تنظيم استخدام الطاقة النووية بشكل يحقق الاستفادة الآمنة للدول في مشروعات التنمية، مع مراعاة الالتزام بمعايير الحماية، كذلك الوقوف على المنهج المقارن من خلال إنشاء مقارنة بين بعض الاتفاقيات.

ومن المهم التنبيه هنا، أنه ولأغراض لُغوية فقط تمت الاستعانة بأداة الذكاء الاصطناعي لإعادة الصياغة في بعض السياقات مع قيام الباحثة بمراجعتها وتحريرها لضمان دقة المضمون وصحة الأسلوب.

- **خطة البحث**

للإجابة على الإشكالية المثارة في هذه الرسالة، وفي ضوء ما تم بيانه في المقدمة وعناصرها، ونظرًا لطبيعة الموضوع وخصوصيته، فقد ارتأت الباحثة تقسيم الرسالة إلى هيكلية ثنائية تتلاءم مع أهداف الدراسة ومشكلتها، وذلك على النحو الآتي: في (**الفصل الأول**) يكون "الجانب النظري" ويتناول الإطار المفاهيمي والقانوني للطاقة النووية واستخداماتها السلمية؛ حيث يتم استعراض المفاهيم الأساسية للطاقة النووية، وبيان أهميتها في تحقيق التنمية المستدامة، مع بيان المخاطر المرتبطة بها، واستعراض الأطر القانونية الدولية التي تنظم الاستخدامات السلمية للطاقة النووية. أما في (**الفصل الثاني**) فيكون "الجانب التطبيقي": ويتناول الوضع القانوني الدولي للاستخدام السلمي للطاقة النووية وعلاقته بتحقيق التنمية المستدامة، من خلال تحليل الاتفاقيات والجهود الدولية المبذولة في هذا السياق، وتقييم مدى فعالية هذه الجهود في تمكين الدول من استخدام الطاقة النووية للأغراض التنموية مع مراعاة حماية البيئة وتحقيق الأمن الدولي.

ويُختتم البحث بـ خاتمة تتضمن أهم النتائج التي تم التوصل إليها، والتوصيات المقترحة التي يمكن أن تسهم في تعزيز الأطر القانونية والتعاونية المتعلقة بالاستخدام السلمي للطاقة النووية في إطار تحقيق التنمية المستدامة.

الفصل الأول: التأصيل القانوني للطاقة النووية وحق الدول في امتلاكها واستخدامها.

المبحث الأول: البعد النظري للطاقة النووية واستخداماتها السلمية.

- **المطلب الأول:** ماهية الطاقة النووية والاستخدام السلمي لها.
- **المطلب الثاني:** المجالات النووية السلمية، والتحديات المتعلقة بها.

المبحث الثاني: التعاون الدولي لمشروعية حق الاستخدام السلمي للطاقة النووية.

- **المطلب الأول:** التنظيم الدولي لتسخير استخدام الطاقة النووية السلمية.
- **المطلب الثاني:** النطاق المؤسسي لشرعية حق الدول في الاستفادة من الطاقة النووية بطرق سلمية.

الفصل الثاني: الموازنة في استخدام الطاقة النووية لتحقيق التنمية المستدامة.

المبحث الأول: آليات التعاون الدولي النووي لدعم التنمية المستدامة.

- **المطلب الأول:** الحراك الدولي لتعزيز الأمان النووي ودعم الاستمداد السلمي.
- **المطلب الثاني:** المبادرات الدولية الداعمة لحماية البيئة.

المبحث الثاني: برامج القدرة النووية القائمة والمستجدة.

- **المطلب الأول:** برامج القدرة النووية الجديدة والمتوسعة.
- **المطلب الثاني:** الآفاق النووية العالمية.

الخاتمة

- النتائــج
- التوصيات.

الفصل الأول
التأصيل القانوني للطاقة النووية وحق الدول في امتلاكها واستخدامها

بادئ ذي بدء، فإن المُتتبّع لأحوال العالم اليوم سيشهد سلسلةً من الأحداث والتطورات التي أثّرت ولا تزال تؤثر بالعالم منذ أوائل القرن العشرين، سواء على مستوى تقدم الاكتشافات العلمية أو العلاقات الدولية. وقد مهّد ذلك لسهولة نشأة وازدهار العديد من الظواهر العلمية المرتبطة ارتباطًا وثيقًا بمجال العلاقات بين الدول، ومن أبرزها فكرة التقنية النووية وما تحويه من استخدامات متشعبة.

بدأت هذه الطاقة باكتشاف النشاط الإشعاعي ونجاح أول تفاعل انشطاري متسلسل عام (1942م) بجامعة شيكاغو في الولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ ذلك التاريخ، تُبذل جهود كبيرة للتعمق في عوالم الذرة، مما أدى إلى اكتشافات عظيمة وتطور سريع لهذا المجال النووي، الأمر الذي جعل التقنية السلمية المتعلقة بها أمرًا قريب المنال، ومِنْ ثَمَّ أمكن تسخيرها لخدمة الإنسان وتحقيق رفاهيته. ومع ذلك، لا يغيب عن البال أن الاستخدام العملي الأولي لهذه التقنية الحديثة قد تحقق في ميدان الحروب؛ فبعد نشرها واستخدامها في الأغراض العسكرية نهاية الحرب العالمية الثانية عام (1945م) وما آلت إليه من دمار شنيع في حق البشر والحجر، تسعى المبادرات الدولية لوضع منظومة قانونية دولية تضمن الاستخدام المسؤول للطاقة النووية، وقد تُوِّجت هذه المساعي بتشكيل العديد من الكيانات الدولية والإقليمية المتخصصة في مجال الاستفادة المدنية من الذرة[1].

ومِنْ ثَمَّ، فإن توظيف الطاقة النووية في شقِّها السلمي أصبح من الأمور التي ترمي إلى تحقيقها كافة الدول فالبرامج النووية السلمية أصبحت من البديهيات التي تفرضها معطيات الحاضر وآفاق المستقبل، بهدف تحقيق الأبعاد الاقتصادية والتنموية. وبالرغم من اعتبار الطاقة النووية من الروافد المميزة في تحقيق التنمية، لاسيما في مجالات مثل توليد الكهرباء، ومياه البحر المُحلاة، والمجالات الصناعية والزراعية والطبية، بل وتدخل حتى في مجالات بحوث الفضاء الخارجي، إلا أنّه لا يمكن غض الطرف عن الأضرار النووية الناتجة عن هذا الاستغلال. وقد أدت هذه المعضلة إلى الانقسام داخل الأوساط الدولية والعلمية، فنجد أحد التيارات مقبلاً على فكرة عدم استغلال الطاقة النووية، سواء على مستوى تحقيق المصالح العسكرية أو السلمية، وآخر يجسد فكرة مشروع الطاقة النووية الآمنة دون الانحراف بها نحو النوايا العسكرية.

---

[1]. محسن عبد الله العبد الله، المسؤولية الدولية عن الأضرار الناتجة عن استخدام الطاقة النووية في وقت السلم، رسالة ماجستير، جامعة قطر – كلية القانون-، 2019م، ص5.

ولدرء هذا التعارض، كان لابد من التعرف على الطاقة النووية من خلال (المبحث الأول)، ثم الوقوف على سلسلة الاتفاقيات والأحكام الدولية التي تنظم مشروعية تعميم الاستفادة من الطاقة النووية السلمية كحق معترف به لكافة دول العالم دون تمييز، وذلك من خلال التعاون الدولي لمشروعية هذا الحق (المبحث الثاني).

المبحث الأول:

البعد النظري للطاقة النووية واستخداماتها السلمية

لم يكن للميدان النووي نشاط كالحال الذي نراهُ فيه اليوم؛ نظراً لدخول الجانب المناصر لعامل التنمية، وبالنظر إلى تصاعد أهمية هذا المجال على الصعيد الدولي، كان لزامًا الحديث عن التأصيل النظري للطاقة النووية، وذلك يأتي من خلال البحث في طبيعة الجوانب القانونية لهذه التقنية، ومعرفة أبعادها، ومحل الحق في استغلالها والاستفادة السلمية منها، وبما أن الفضاء النووي من أعقد وأخطر الاكتشافات العلمية المهولة التي توصل إليها العقل البشري، كان لزاماً على ذوي الشأن من توجيه بوصلة الاستخدام نحو المسار الصحيح، وذلك بنقلها من حالة الفساد والتدمير إلى حالة الرقي والتنمية، خاصة أن خزّانات الطاقة التقليدية بدأت في الاضمحلال، وأن الطاقة المتجددة لم تثبت كفاءتها لعدة عوامل، منها: عدم ديمومتها، ومن هنا بدأ السعي الدولي حثيثاً نحو الاستخدام المدني لهذه التقنية وإثبات جدارتها في سد الثغر الاقتصادي وكافة المجالات التنموية، إلاّ أنّه وفي مقابل النية الحميدة لهذا الابتكار، فإننا لا نغفل عما يمكن أن يحدث من أضرار ناجمة عنها والتي قد تتصاعد بفعل تركيبتها الدقيقة وتأثيرها بعيد المدى.

وعليه، فإننا سنتعرف على شأن التقنية النووية من خلال بيان مفهومها القانوني ونطاق المجالات السلمية المتعلقة بها، ومساهمتها في تقدم وتعزيز نهضة الدول وشعوبها.

المطلب الأول:

ماهية الطاقة النووية والاستخدام السلمي لها

خلال النصف الأول من القرن العشرين كان هناك تصورٌ من المستهلكين بعدم نضوب منابع الوقود المختلفة، ما أدى إلى نوعٍ من التجاوز في استهلاك هذه المصادر دون رادع الزوال أو الانحسار، إلا أنه وفي مقابل رؤية مستهلكي هذا العصر جاءت بعض الرؤى بعيدة المدى والتي تنبأت بمحدودية ونفاد الوقود ومصادر الطاقة الرئيسية الأخرى مهما كانت وفرتها، وهنا ظهر ما يُعرف بأزمة الطاقة، والذي كان محط عناية المحافل الدولية والإقليمية والمحلية، حيث بدأت تظهر على السطح حاجة البشرية إلى مصادر بديلة للطاقة بعد استنزاف الوقود التقليدي، وبدأ العلماء يحاولون استغلال مصادر الطاقة المتجددة والمتمثلة في الشمس والرياح كمصدر دائم للطاقة، إلا أن الوصول إلى هذا الهدف كان عسيراً؛ لأنه قد يستغرق عدة قرون.

إضافةً إلى أن هذه المصادر لا تتسم بالوفرة الدائمة، فكان لابد من إيجاد مصدر بديل للطاقة يسد الفجوة التي يخلقها الاعتماد على الوقود التقليدي والتعويل على استخدام الطاقات المتجددة. ونتيجةً للتطور السريع الذي تشهده العلوم منذ أواخر القرن الماضي وبداية القرن الحالي، وذلك في سبيل البحث عن مصادر تحقق المقصود من الاستدامة، توصّل العلم الحديث إلى التشكيل الدّقيق للمادة، محققاً رحلة العلم التي استهلّت بدراسة تركيبات المادة وصولاً إلى تكوين الذرة، وبحسب العلوم والبحوث التجريبية الحديثة فإن الذرة تتكون من النواة ويدور حولها عدد من الإلكترونات كما تدور الكواكب حول نفسها وحول الشمس، ثم تم اكتشاف نشاطها الإشعاعي[1].

- **الفرع الأول: مفهوم الطاقة النووية**

إن الحديث المحيط بالطاقة النووية يشمل مجموعة متنوعة من الموضوعات، بدءً من توضيح تعريفها، يليه ظهور القوة النووية، ثم المزايا المرجوة التي تسعى إلى تقديمها.

- **أولاً: تعريف الطاقة النووية**

من المعتقدات السائدة والمعتمد عليها منذ عقود من الزمن أن تكوين المادة يرتكز أساساً على الذرّات، إلاّ إن فكرة عمل هذه الذرّات كمصدر محتمل للطاقة لم تكن متصورة حتى حلول القرن العشرين مع ظهور الفيزيائي ألبرت أينشتاين[2]، ساق أينشتاين نظريّته المشهورة في النسبيّة، وصاغ معادلته المعروفة، بكشف عن إمكانية تحويل المادة إلى طاقة من خلال تفكك ذراتها، فاستحوذ هذا الاكتشاف على جذب الاهتمام العالمي إلى ما يسمى بالطاقة النووية. وقد عرّف العلماء الذرة بأنّها "مجموعة من جزيئات دقيقة تدعى النيترونات والبروتونات والإلكترونات، وتؤلف النيترونات والبروتونات نواة الذرة، بينما تدور الإلكترونات حول النواة، وتربط جميع الجزيئات عدا النيترونات قوة كبيرة بحيث يستلزم فصها عن بعضها استعمال آلات ضخمة تستخدم فيها كميات هائلة م الطاقة"[3].

والذرة التي هي منبع الطاقة النووية، يتم تحصيلها عن طريق صنفين من التفاعلات النووية، حيث تنبعث نتيجة انشطار نواة الذرة والتي تدعى النواة الأم، وتنقسم إلى نواتين مجموع كتلتيهما ينقص عن كتلة الأم، وتتحول الكتلة المفقودة نتيجة الانشطار النووي إلى طاقة مهولة، وهذا ما يسمى **"بالانشطار**

1. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، رسالة دكتوراه، جامعة بنى سويف –كلية الحقوق، قسم القانون العام-، 2016/2015م، ص9-10.

2. ألبرت أينشاتين (1955/1879م) عالم ألماني سويسري، أمريكي الجنسية، يهودي الديانة، أحد علماء الفيزياء، عُرف بأبو النسبية كونه واضع النظرية النسبية الخاصة والعامة، اللتين كانتا اللبنة الأولى للفيزياء النظرية الحديثة، وهو الذي كتب رسالته الشهيرة إلى الرئيس الأمريكي روزفلت ينبّهه فيها إلى ضرورة الإسراع في صنع القنبلة النووية الذرية قبل الألمان.

3. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت، ط1، 2016م، ص14.

النووي"، ويعتبر تخصيب اليورانيوم من أفضل العناصر للانشطار ويستخدم كوقود لمفاعلات إنتاج الطاقة، بينما **"الاندماج النووي"** يتمثل في اندماج نواتان خفيفتان لتكوين نواة أكبر[1].

أ. التعريف القانوني للطاقة النووية (التشريعات الوطنية)

إن تعيين الطاقة النووية في سياق قانوني منضبط ودقيق أمر يكتسي أهمية بالغة، ومن التعريفات التي قيل بها في تحديد مفهوم الطاقة النووية القانوني ما ذهب إليه التشريع الأردني على أنّها: "تلك التي تتولد نتيجة التفاعلات النووية الانشطارية، أو الاندماجية، أو أي تفاعلات نووية أخرى وهذه التفاعلات ينتج عنها طاقة تستخدم للأغراض المختلفة كتوليد الكهرباء، وتحلية المياه، وإنتاج النظائر المشعة للتطبيقات الطبية، والصناعية والزراعية وغيرها من الاستخدامات[2]".

أما القانون المصري فقد نظم الطاقة النووية واستخداماتها في القانون رقم "7لسنة 2010م"بشأن إصدار قانون الأنشطة النووية والإشعاعية، وجاء بتعريفٍ للطاقة النووية على أنّها "كافة أنواع الأنشطة الناتجة عن الذرة خلال عمليات الإثارة والتأين والاضمحلال والانشطار والاندماج[3]".

ويُعرف القانون الأمريكي الطاقة النووية بأنها "مصطلح يطلق على كافة أشكال الطاقة المتولدة من انشطار الأنوية وانتقالها واندماجها[4]".

ومن خلال استعراض التعريفات السابقة يمكن تلخيص الطاقة النووية بأنّها "الطاقة المنبعثة نتيجةً لتفاعل نووي، وتحديداً انشطار نووي أو اندماج نووي، ومن الناحية العملية تستخدم الطاقة النووية وقوداً مصنوعاً من اليورانيوم المستخرج من الأرض والمعالج لإنتاج البخار وبالتالي توليد الكهرباء[5]".

ب. تعريف القانون الدولي للطاقة النووية

أما من الناحية القانونية الدولية، فقد جاء ذكر الطاقة النووية في العديد من المعاهدات والقرارات الدولية، حيث وردت في صيغة الطاقة النووية كما وردت بصيغة الطاقة الذرية، إلا أنه لم يتم تعريفها بشكل مباشر، بل توقف الأمر على مجرد الإشارة إليها بصيغتها باعتبارها مصطلحاً علمياً.

---

[1] . عزوز عبد الحليم، المسؤولية الدولية عن استخدام الطاقة النووية، أطروحة دكتوراة، جامعة محمد خيضر بسكرة –كلية الحقوق-، 2020/2019م، ص18.

2. قانون الطاقة النووية رقم 42 لسنة 2007، المادة "1"من القانون الأردني.

3. قانون تنظيم الأنشطة النووية والإشعاعية رقم 7 سنة 2010م، المادة "3"من القانون المصري.

4. د.مروة الشاذلي، المسؤولية الدولية عن الأضرار البيئية الناجمة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية –دراسة مقارنة-، دار مصر للنشر والتوزيع، القاهرة،ط1، 2019م، ص16.

5. هيئة الطاقة الذرية الأردنية، اكتشف الطاقة النووية، 2025م، على الرابط:jaec.gov.jo/Ar/Pages

فبدراسة نصوص معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية سنة (1968م) نجد أنها خلت من أي تعريف للطاقة النووية، بل اكتفت في ديباجتها الفقرة الثامنة بالنص على" أن تشترك في أتم تبادل ممكن للمعلومات العلمية لتعزيز تطبيقات الطاقة الذرية السلمية"، وفي نفس المعاهدة "المادة 4، الفقرة 1-2"، نصت على "استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية"[1].

أما النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية فانطلاقاً من اسمها، نصت في كثير من موادها منها المادة "1"على أنه "تنشئ الدول الأطراف من هذا النظام الأساسي وكالة دولية للطاقة الذرية"، كما نصت المادة "2" على أنه "تسعى الوكالة جاهدة لتعجيل وزيادة إسهام الطاقة الذرية في خدمة السلم في العالم وصحته ورخائه"، وجاءت المادة "112"من نفس النظام على أن "تقوم في جميع أنحاء العالم تشجيع وتسيير بحث استخدام الطاقة الذرية في الأغراض السلمية"[2].

- **ثانياً: مفهوم الأغراض السلمية للطاقة النووية**

بعد انقضاء فترة الحرب العالمية الثانية، بزغت حقبة جديدة في عالم الطاقة النووية؛ حيث انقلبت الأهداف ذات الطابع العلمي والدولي من التطبيقات العسكرية إلى تنظيم سير عمل الطاقة النووية واستخدامها في القدرات السلمية لصالح البشرية في مختلف المجالات، ولتوضيح ذلك يتحتم وجود فهم أساسي لمفهوم الطاقة النووية السلمية.

أ. تعريف الاستخدام السلمي للطاقة النووية

إن الأمر يقتضي التوقّف عند ذكر مصطلح "الأغراض السلمية"، وذلك بقصد التعرف على حقيقة هذا اللفظ، والذي تتبناه معظم الدول والصّياغات القانونية الدّولية، فالمعنى المراد من مصطلح "سلمي" هو غير العدواني، ونظراً لكون النظام الدولي كثيرًا ما يتبع هذا التفسير؛ فإن عددًا من الفقهاء كذلك ذهب إلى الأخذ بهذا المعنى، وجعلوه موضع التنفيذ في مجال التعهدات النووية، على اعتبار أن هذا هو الأنموذج الأمثل للسير. بناءً على ذلك، هناك من يرى أن التطبيقات العلمية مثالٌ يُظهر أهمية ما تأتيه الدول من سلوكيات في زمن السلم، ما دامت لم تقم بعدوان على دولة أخرى، والشاهد على هذا التجارب الذرية التي تقوم بها الدول في زمن السلم تُعدّ أعمال سلمية، ولو كانت ذات جانب عسكري. بينما يأتي فريق آخر ليعترض على هذا الاتجاه، ويُبيّن أن وصف هذا الأنموذج بأنه عمل غير عدواني

1. عزوز عبد الحليم، المسؤولية الدولية عن استخدام الطاقة النووية، أطروحة دكتوراه، جامعة محمد خيضر بسكرة –كلية الحقوق-، 2020/2019م، ص21.
2. النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية 23/ أكتوبر1956م، دخل حيز التنفيذ 1957م.

وأنه عمل سلمي لا يتناسب مع التعبير السلمي المقصود؛ بل الأجدر استخدام تعبير زمن السلم، وخلص هذا الاتجاه إلى أن التعبير السليم لكلمة "سلمي" هو "غير عسكري" أسوةً بما ورد في الاتفاقيات الدولية الداعمة لهذا الاتجاه[1].

وتأتي معاهدة منع الانتشار النووي لعام (1968م)بعدم وضوح نصوصها في بيان المقصود بكلمة "سلمي" إلا أنها تؤكد على أن تكون الطاقة النووية للأغراض السّلمية وليس للأغراض العسكرية؛ بمعنى آخر، يُستفاد من نصوصها أن القصد من كلمة "سلمي" معنى "غير عسكري"[2]، وهذا ما ذهب إليه الاتجاه الثاني،وما أكدت عليه "المادة 3- فقرة1"من معاهدة منع الانتشار النووي بعبارة:"...منعاً لتحويل استخدام الطاقة النووية من الأغراض السلمية إلى الأسلحة النووية أو أجهزة التفجير النووية الأخرى"، كما أن "المادة 2" و"المادة3 - فقرة أ، بند5"، من النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية جاءت للتأكيد من عدم استخدام المعونة منها، والمواد الانشطارية الخاصة، والمواد الأخرى والخدمات والمعدات والمنشآت والمعلومات المقدّمة من الوكالة، أو بناء على طلبها أو تحت إشرافها أو رقابتها، بما فيه خدمة للأغراض العسكرية، ويتضح من ذلك أن هاتين المادتين على خلاف معاهدة عدم الانتشار النووي، فإن الحظر لا يقتصر على الأسلحة النووية أو أجهزة التفجير النووي فقط، بل يمتد ليشمل أيضاً استخدام الطاقة النووية لأي غرضٍ عسكري كان مباشرًا أو غير مباشر.

ومهما يكن من أمر، يبدو أن إيجاد تفسير واضح للتفرقة بين الاستخدام السلمي والاستخدام العسكري يشكل تحدياً كبيراً على المستوى الدولي، فإذا اعتبرنا رأي الاتجاه الأول للاستخدام السلمي بمعنى غير عدواني، فإنه يمكن استخدام الطاقة النووية للأغراض العسكرية طالما لا يوجد عدوان ضد الدول، أما إذا اعتبرنا الاستخدام السلمي بمعنى غير عسكري، فإن ذلك يعني أن الطاقة النووية يجب أن تكون مخصصة للأغراض السلمية البحتة، بمعنى أدق أن تكون الطاقة للأغراض البحثية والمدنية فقط، ولا تُستخدم لأغراض عسكرية[3].

يظهر للباحثة من خلال ما عُرض فيما يتعلق بمصطلح الأغراض السلمية المنصوص عليه في الاتفاقيات الدولية، تأييد الرأي القائل بأن هناك غموضاً دوليًا واضحًا لمفهوم الأغراض السلمية في مجال الطاقة النووية، ويبدو أن الدول النووية الكبرى تستغل هذا الغموض لتبرير مشاريعها النووية،

1. عزوز عبد لحليم، المسؤولية الدولية عن استخدام الطاقة النووية، المرجع السابق، ص22.
2. د.ثقل سعد العجيمي، سلمية الطاقة النووية وقواعد القانون الدولي -مع إشارة خاصة إلى الأزمة الإيرانية النووية-، مجلة الحقوق الكويتية، جامعة الكويت –كلية الحقوق-، مجلد29، العدد2، 2005م، ص171-172.
3. د. ثقل سعد العجيمي، المرجع السابق، ص171-172.

وتحقيق مصالحها الخاصة دون اعتبار للآثار السلبية التي قد تنجم عن ذلك على الدول الأخرى، بل قد يصل الأمر إلى شرعنة مشاريع التفجيرات النووية تحت مسمّى البحث النووي، والتطور التقني؛ مما قد يشكل تهديدًا كبيرًا على الدول الأخرى، وكمثال على ذلك، التجارب الفرنسية النووية في الصحراء الجزائرية، والذي يعدّ إرثًا استعماريّا مسمومًا يتماشى ما يعتبره التفسير الدّولي تفجير غير عدواني ولكنه عسكري؛ حيث أُستغلت الصحراء الجزائرية كساحة للتفجيرات والتجارب النووية الفرنسية الاستعمارية، على الرغم من إدراك فرنسا بمخاطر هذه الأفعال على الإنسان والبيئة وكافة أشكال الحياة، وقد ألقت ما يقارب (57) تفجيرًا نوويّا وهي غير مبالية بالوقف الدولي[1]، وذلك في سبيل تمكّن فرنسا من دخول معترك الدول الكبرى لامتلاك وتطوير الأسلحة النووية، وقد خلّفت تلك التفجيرات ضحايا مدنيين وعسكريين، بل زيادةً على ذلك، استعملت المواطنين الجزائريين كعينات لتجاربها النووية، بالإضافة إلى المخاطر البيئية والإشعاعات النووية التي لا تزال آثارها باقية حتى الآن في الجنوب الغربي الجزائري[2]، وكما المعتاد من القوى الغربية فهي لم تبيّن نوع النشاط العسكري كنوع من الغموض الذي تستغله للقيام بجرائم ضد الإنسانية، وبالفعل رفضت تسليم كل المعلومات، بل إن الوكالة الدولية للطاقة الذرّية أبقت هذا الملف النووي سريًّا، وغير متوفّر للاطّلاع عليه من قبل المنظمات الدولية رغم إقرارها بوجود الإشعاعات النووية بمنطقة رقان بالجزائر، ومؤكد أن فرنسا لن تعترف بهذه الجريمة باعتبار أن الصحراء الجزائرية كانت مجالًا فرنسيًا وليس جزائريًا ويحق لها مواصلة نشاطها العسكري وفقاً لاتفاقية "إيفيان[3]".

- **الفرع الثاني: بداية القوة النووية**

إن لدراسة بداية القوة النووية وتوقع المآلات والنتائج، ولاسيما ما يتعلق بظاهرة قوية كالطاقة النووية له أهمية كبيرة، ولا شك أن ولادة هذه القوة النووية كان حِكرًا على القوى الغربية، ما أفضى في النهاية إلى تصنيع القنابل النووية وما أعقبها من كوارث بشرية.

1. الوقف الدولي: أقرته الولايات المتحدة والمملكة المتحدة والاتحاد السوفيتي منذ نوفمبر1958م تتعهد فيه بوقف التجارب الجوية، عقبه معاهدة أولى عام1960م تم التوقيع فيها على معاهدة الحظر الجزئي للتجارب النووية عام 1963م بموسكو وحظر تجارب الأسلحة النووية في الغلاف الجوي والفضاء وتحت الماء، وهذا فيه إشارة على إباحة التجارب النووية الباطنية.

2. عمار منصوري، التفجيرات النووية الفرنسية في الصحراء الجزائرية -إرث استعماري ثقيل-، مجلة مصادر تاريخ الجزائر المعاصر، إصدار المركز الوطني للدراسات والبحث في الحركة الوطنية وثورة أول نوفمبر1954م، الجزائر، المجلد17، العدد1، 2019م، ص9.

3. اتفاقية إيفيان: تم التوقيع عليها عام 1962م، وهي نتائج مفاوضات طويلة جرت في الثامن عشر من مارس عام 1962م بين القادة الوطنيين الجزائريين من الحكومة الجزائرية المؤقتة وهي عضو سياسة في جبهة التحرير الوطني الجزائرية وبين الموفد الفرنسي برئاسة لويسجوكس ووزير الشؤون الجزائرية في عهد الجنرال ديغول، وكان من ضمن مركزياتها وقف إطلاق النار وإعلان استقلال الجزائر.

- **أولاً: ظهور القوة النووية**

بدأ الأمر يأخذ مجرى التطور السريع مع بداية عام (1939م) من خلال العالم "رذر فورد[1]"الذي كثّف مساعيه للتفتيش عن كيفية دراسة الطاقة النووية المخزّنة في نواة الذرة بشكل يمكّن من استغلالها كبديل عن مصدر الطاقة التقليدي للنفط، وقد جاء بصياغة تجربته التي أسّست نظرية قذف الإشعاعات للذرة؛ أي: قذف الجسيمات نحو الذرة، حينها اكتشف أن جزءًا كبيرًا من هذه الجسيمات نفَذ عبر الذرة عكس ما كان متوقعًا من ارتدادها، ومن ثم اكتشاف فراغ كبير محيط بالذرة، مع وجود بعض الجسيمات التي اصطدمت بقوة بشيء ما كتلته كبيرة ويحمل شحنة، ومن هنا بدأ "رذرفورد" في استنتاج أن الذرة مكوّنة من فراغ كبير، وفي مركزها نواة ثقيلة تحمل معظم كتلة الذرة. بعد ذلك تم اكتشاف أن النواة ليست مكوّنًا وحيدًا إنما هي مُركّب مكون من بروتونات تحمل شحنة موجبة، ونيترونات محايدة لا تحمل أي شحنة؛ ووِفقاً لهذا يظهر الفرق بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية، فهذه الأخيرة لا تحدث على مستوى الذرة، وإنما يحصل على مستوى لُب النواة "داخل الذرة الواحدة"، وهو ما يختلف عن التفاعلات الذرية أو الكيميائية، التي تحدث للذرة ككل، بما فيها من إلكترونات موزعة على المدارات، والنواة وما داخلها.

بعد ذلك سرعان ما انحرفت بوصلة المفاهيم والجهود العلمية والبحثية عندما أُكتشفت ذرّات "اليورانيوم235"، وظهر ذلك من خلال عالِمان ألمانيان هما "أتوهان وفريتس[2]"، حيث اكتشفوا من خلال تجارب تهدف إلى قذف نواة عنصر اليورانيوم235 بالبروتونات من أجل تحويل هذا العنصر لعنصر أثقل جديد، إلا أن هذه التجربة أدت إلى ظهور مركّبات أخف؛ تساوي تقريباً نصف كتلة اليورانيوم، ولم يستطع العالمان الألمانيان تفسير هذه الظاهرة، إلى أن جاءت "ليز مايتنر[3]"، التي فسرت نتائج هذه التجربة بظاهرة الانشطار التي تعني أن "نواة الذرة أو العنصر المتألف من عدد من البروتونات والنيترونات، يتم قذفها -أي النواة- بالبروتون، فتنقسم إلى نواتين، ومن هذه النواتين يصبح هناك بروتون واحد، ويتضح أن مجموع كتلة النواتين الناتجتين أقل من النواة الأصلية، وأن هذا الفرق في الكتلة هو الذي يتحول إلى طاقة، وهي ما يُسمّى بالانشطار النووي، وهي التي توَجّه إلى الاستخدام العسكري أو السلمي.

---

[1] . رذرفورد"1937/1871م": عالم إنجليزي من أهم علماء الذرة، حصل على جائزة نوبل للكيمياء عام 1908م.

[2] .عالمان كيميائيان من أبرز العلماء الذين اكتشفوا الانشطار النووي لإجراء التجارب علة عنصر اليورانيوم

[3] . ليز مايتنر ولدت سنة 1878 في النمسا، متخصصة في الفيزياء النووية، وهي من جاءت بالتفسير النظري لنتائج هذا الانشطار، رفضت المشاركة في صناعة القنبلة النووية.

يُفهم من هذا أنه قد تبيّن لعلماء الذرة أن مثل هذه الذرّات لا يمكن أن توجد صافيةً تمامًا في الطبيعة، وفي حال تمكّن العلماء من الحصول على وزن معيّن من هذه المادة النقية، فسيكون مآله انفجارٌ ذاتيّ لهذا الوزن، تنتج منه طاقة حرارية هائلة تعرف بالانفجار الذرّي، وهذا هو "اليورانييوم 235"، والذي يصل تخصيبه إلى (20%)، وهو العنصر المعتمد لصنع القنبلة النووية؛ أي أنه بعد مدة قصيرة ستصبح الطاقة المتراكمة من الانشطار "النوى العديدة" طاقة مهولة ومن ثم تحدث كارثة الانفجار[1].

فمبدأ القنبلة النووية يعتمد على ما يُسمّى بالتفاعل المتسلسل العالي التخصيب، فالمفاعل النووي والذي وضع أسُسَ تصميمه العالم الفيزيائي "أنريكو فريمي[2]"، هو الرغبة في التحكم في هذه الطاقة "تهدئة التفاعل المتسلسل" عن طريق امتصاص جزء من البروتونات الناتجة؛ بحيث يصبح هذا التفاعل متحكَّم به، وفقدان السيطرة عليه يعني حدوث انفجار نووي، كما حدث في تشر نوبل وفوكوشيما[3].

ومن هنا، بدأ السباق الغربيّ نحو إنتاج وامتلاك القنبلة الذرية، والذي بدوره يستلزم فعل التهديد، وتأكيد الهيمنة على الدول الخالية من القدرات النووية، فنجد "هتلر" في ألمانيا قد خصّص معهد القيصر "ويلهلم" ببرلين لإجراء الأبحاث على الذرّة واستخراج الطاقة منها، وفي إنجلترا شُكِّلت هيئة من العلماء الإنجليز من أجل صناعة القنبلة الذريَّة، كما أصدر الرئيس الأمريكي "روزفلت" قرارًا عام (1940م)ببدء العمل في إنتاج القنبلة النووية بعد أن بعث إليه "آينشاتين" برسالة تفيد بقابلية تنفيذ القنبلة الذرية.

وبسبب سلسلة النّكسات العسكرية التي أنهكت بريطانيا العظمى في صراعها مع ألمانيا، والتي بدورها أعاقت التقدّم في مجال الأبحاث النووية، بدأت بريطانيا مفاوضات مع صديقتها الولايات المتحدة الأمريكية لعقد اتفاق يخدم مصلحة الدولتين، وكان الدافع وراء هذه الاتفاقات هو مطامح بريطانيا لامتلاك القدرات النووية العسكرية، وضمان تحقيقها على أرض الواقع، وكانت الغاية من الاتفاق المتبادل: إفادة الطرفين من خلال وقف تطوير المنشآت النووية البريطانية، والسماح للولايات المتحدة بالوصول إلى موارد اليورانيوم المخصب في الأراضي البريطانية، وتسهيل نقل الخبراء النوويين البريطانيين إلى مؤسسات الأبحاث الأمريكية، وذلك مقابل التزام الولايات المتحدة بمشاركة بريطانيا بالمعرفة العلمية والصناعية، والتقنية، وكافة الطرق الهندسية المتعلقة ببناء وعمل المفاعل النووي،

---

1. أحمد الشاذلي، القنبلة النووية وما بعدها، مش مفهوم مع شنغين، يوتيوب، 2025م.

2. أنريكو فيرمي عالم فيزياء نووية إيطالي ولد سنة 1901م، من أبرز علماء القرن العشرين، ساهم في تطوير فهم التفاعلات النووية وبناء أول مفاعل نووي في التاريخ، ويعد من العلماء الرئيسين في مشروع مانهاتن وفي تطوير أول قنبلة نووية.

3. سوزان معوض غنيم، النُظم القانونية الدولية لضمان استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، دار الجامعة العربية، الإسكندرية، ط1، 2011م، ص16.

وفي حالة إنتاج السلاح النووي واستعماله خلال الحرب تكون بريطانيا مساهمة في إنتاجه واستعماله دون فرض أي قيود، وبهذا تتحقق المقاصد النووية الأمريكية البريطانية.

وفي عام (1942م) بدأ خطر صنع أول قنبلة نووية على وشك الوقوع، بعد تمكّن الخبراء النوويين من توليد سلسلة التفاعلات النووية ذات طاقة إشعاعية هائلة، وبالفعل تمكّنت أمريكا من القضاء على اليابان واجتثاث الإصرار الياباني على الغلبة، والانتصار نتيجة هذه الطاقة الهائلة، وقد تم إلحاق الخراب والدمار الشامل باليابان والتي لا تزال آثاره باقية إلى يومنا هذا[1].

وعلى الرغم من نجاح الدّول في استخدام الطاقة النووية للأغراض الحميدة، والوصول إلى هذه الغاية بالتطور السلمي الملحوظ، فإنّه لا يوجد ضمانة بعدم الانحراف في استخدام الطاقة النووية نحو الميدان العدائي، وخاصة أنّ الدّول المالكة لهذه الطاقة عادةً ما تتبع منهجية الردع النووي الموافق لمصلحتها ضد الدول فاقدة السلاح النووي.

المطلب الثاني:

المجالات النووية السلمية والتحديات المتعلقة بها

للطاقة النووية مشاريعٌ عدة تُحقق الاستفادة القصوى للبشرية في مختلف مجالات الحياة، وتعدّ حلًا للأزمات العالمية المتعلقة بالتنمية، ولا أحد يُنكِر أن معظم المجالات المستفيدة من الصناعة النّوَوية لها ارتباط مباشر بالنظام البيئي، ما يجعل العلاقة بين المجال النووي والبيئة علاقة معقدة تستلزم الحذر الشديد، ودراسة كافة الضوابط والإجراءات لضمان التعامل الصحيح مع الأنشطة النووية؛ حيث يتقاطع المجال النووي مع حماية البيئة من خلال معالجة التلوث الإشعاعي، والانتشار النووي، والتخلص من النفايات، ومخاوف الحوادث والسلامة النووية، ومن ثَمّ فإن الحاجة ملحّة إلى معرفة ما لهذه الصناعة من منافع وما عليها من اعتراضات.

لذلك، يتناول هذا المطلب دور التقنية النووية في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة، وما يتعلق بها من تحديات تعوق استخدامها، مع التركيز على البعد البيئي باعتباره المتأثر الأول من هذه الصناعة.

1. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص23-24.

- **الفرع الأول: مجالات الطاقة النووية ودورها في تحقيق أهداف التنمية**

نأتي هنا للحديث عن شأن التقنية النووية ودورها في ترقية المستوى المعيشي وتحقيق التطلعات الإنمائية الدولية في مختلف الأبعاد الاقتصادية والمجتمعية والبيئية، حيث أقرّت غالبية الدول بالدّور الذي تقوم به الصناعة النووية في دعم عملية التنمية المستدامة، وإن بقيت هذه التقنية مقتصرة على بعض دول العالم، فإن امتلاك المفاعلات النووية يسّهل من عملية إنتاج طاقة نووية نظيفة تستخدم في توليد الكهرباء والذي يُعد من أظهر المجالات تأثراً بالطاقة النووية السلمية بالإضافة إلى تحلية المياه، وغيرها من المجالات التنموية المهمة[1].

- **أولاً: الدور الاقتصادي**

في ظل المادية التي تكتسح العالم اليوم أصبح تقدّم الأمم وتخلفها يُقاس بمعيار التقدم الاقتصادي والصناعي ومواكبة عجلة التطور في هذا الميدان؛ ومن هذا المنطلق، فإن للطاقة النووية دورٌ عالي المستوى قائم في السعي لتحقيق غايات التنمية الاقتصادية من خلال معالجة قضايا تتعلق بالحقل الاقتصادي، يأتي في مقدمتها معضلة ضمان الأمن في إمدادات الطاقة؛ حيث إن تلبية أمن إمدادات الطاقة حسب المطلوب مع تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وضمان التوليد الكافي للكهرباء، وبتكلفة تنافسية، يعدّ من الأمور التي تحظى باهتمام عالمي من قادة السياسات وصنّاع القرار، كما ويمثل هذا مهمّةً حيويةً لضمان استمرار عمل البنية التحتية للطاقة بشكل آمن وموثوق، ويكتسي كذلك أهمية مضاعفة وسط المخاوف المتصاعدة داخل قطاعي النفط والغاز، وقد أيّدت العديد من الحكومات في جميع أنحاء العالم بما في ذلك مختلف إدارات دول منظمة التعاون والتنمية ما يتعلق بالدور المحوري للتقنية النووية في تسهيل توفير الطاقة.

وفيما يتعلق بالمخاوف المحيطة بشأن أمن إمدادات الطاقة، العوائق الجغرافية في إنتاج النفط لاسيما في مناطق مثل الشرق الأوسط، فضلاً عن التوجّسات بشأن التضييق في استخدام الوقود الأحفوري باعتباره مصدر قلقٍ دوليٍّ كبير؛ وذلك لغرض التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ومكافحة الزيادات في درجات الحرارة العالمية. علاوة على ذلك، فإن الطبيعة غير المستدامة للنفط كمصدر للطاقة تعني انخفاضًا حتميًا في إنتاجه، لاسيما الاستهلاك المتزايد له، والذي ينذر بنفاد هذا المورد

1. إسماعيل شعبان ، محمد معن ديوب، لؤي بهجت ديب، الطاقة النووية وأثرها على اقتصاديات الدول، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، مجلد31، العدد1، 2009م، ص25.

سواء على المدى القصير أو البعيد، وعلى غرار ذلك، يُلاحظ هذا الأمر مع الغاز الطبيعي خاصة في استخدامه لتوليد الكهرباء[1].

وبالنظر إلى الطاقة الكهربائية باعتبارها من أكثر العناصر التي تشكل عصب الحياة المعاصرة، فقد تكاثفت الجهود العلمية والدولية للعمل على تنمية الطاقة الكهربائية من خلال هذه التقنية وجعل هذا الإنتاج النووي حلاً قابلاً للتطبيق؛ لغرض التخفيف من المخاوف المتعلقة بأمن الطاقة، خاصّةً عند النظر إلى النمو الاقتصادي، والتكاثف السكاني في جميع أنحاء العالم، وما نتج عنه من زيادة في الطلب على الطاقة، فنجد أن الطاقة النووية اليوم توفّر نحو ثلث إجمالي الكهرباء العالمية المنخفضة الكربون؛ مما يساعد على تجنب أكثر من مليار طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنويًا، إضافةً إلى مرتكز دعم موثوقية نظام الطاقة وأمنه[2].

فعلى سبيل المثال، هناك ترابط واضح بين أمن طاقة الدّول الآسيوية والطاقة النووية، ويظهر ذلك في عدم قدرة هذه المنطقة على تحقيق أو حتى المحافظة على أمن الطاقة المستدامة بدون كهرباء مولدة من المصدر النووي، فتأتي دول مثل اليابان وكوريا الجنوبية كدول تعتمد بشكل كبير على منشآت الطاقة النووية لتوليد الكهرباء؛ حيث تشغل اليابان ما يصل إلى (12) مفاعلاً فعليًّا من أصل (33) مفاعلًا صالحاً للتشغيل بعد الحظر الذي تسببت فيه حادثة فوكوشيما، وتبرز الصين وتايوان باعتبارهما من الدول التي تستغل الطاقة النووية كمصدر مساعد لمصادر الطاقة الأخرى في توليد الكهرباء[3].

أما الوضع العالمي، فالطاقة النووية تزوّد فرنسا بحوالي (65%) إلى (80%) من إجمالي الطاقة الكهربائية، وقد وصلت ذروتها في بداية الألفية، ثم كانت ما بين الانخفاض والارتفاع البسيط بسبب أعمال الصيانة في عدة مفاعلات إلى عام (2023م)، وتعتمد فرنسا على أكثر من (52) مفاعلاً نووياً لإنتاج الكهرباء، بالإضافة إلى دخول المفاعل الجديد "EPR"في الخدمة؛ حيث تم توصيله بشبكة الكهرباء في أواخر عام (2024م)، كما تعتمد الولايات المتحدة على أكثر من (92) مفاعلاً نووياً لإنتاج الكهرباء؛ حيث تزوّد الطاقة النووية الولايات المتحدة بحوالي(20%) من احتياجات الطاقة الكهربائية، وتمتلك كل من اليابان وفرنسا والولايات المتحدة وحدهم حوالي (37%) من المفاعلات النووية في العالم، والتي تنتج نحو (45%) من الطاقة الكهربائية في العالم.

---

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، رسالة دكتوراه، جامعة المنصورة –كلية الحقوق-، ص29-30.
2. رافئيل ماريانوغروسي، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة –بناء مستقبل للطاقة النظيفة-، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مكتب الإعلام العام والاتصالات بالوكالة، مركز فيينا الدولي، العدد61-3، 2020م، ص1.
3. كارلتون بيرل، الأعجوبة العاشرة -الطاقة النووية-، ترجمة: عصام أحمد عزت طه، دار اليقظة العربية، دمشق، ط2، 1958م، ص15.

أما الاتحاد السوفيتي، فلا شك أنّه كان في مقدمة المضمار بتفعيل أول محطة نووية لتوليد الكهرباء عام (1954م) بقدرة (5)ميغاواط، وتُعرف بمحطة "أوبنينسك"[1]، بالإضافة إلى التطور النووي الروسي بإنشاء مفاعل "MBIR"، وهو مفاعل بحثي بالنيترونات السريعة متعدد الأغراض، ويُجرَى بناؤه حالياً في مدينة ديميتروفغراد الروسية ضمن مجمع معهد الأبحاث النووية، ويعد هذا المفاعل حجر أساس في تطوير جيل جديد من المفاعلات النووية، ومن أهدافه: أن يكون أحد أقوى وأحدث المفاعلات للأبحاث السريعة في العالم، وقدرته الحرارية تصل إلى (150)ميغاوات حراري، وسيكون متعدِّدَ حلقات التبريد لاختبار مبردات مختلفة مثل الرصاص، سبيكة الرصاص –البيزموث-، ومبردات الغاز، وسيتم تفعيله بواسطة وقود نووي عبارة عن خليط من أكاسيد اليورانيوم والبلوتونيوم، وسيكون للمفاعل عمر تصميمي يبلغ (50) عامًا، ومن المخطّط أن يبدأ العمل بين عامي (2027-2028م)، وذلك ليحلّ مكان مفاعل الأبحاث السريع التجريبي "BOR-6-"الذي بدأ تشغيله عام (1969م)[2].

ثم يأتي دور الطاقة النووية لتوليد الكهرباء في الدول النامية؛ حيث شهدت تقدّمًا ملحوظًا في هذا المجال من خلال بناء محطات وقود نووية، كما هو الحال في الهند التي تمتلك مشروعًا نوويًا ضخمًا، وباكستان التي تمتلك عددًا من المفاعلات لإنتاج الكهرباء بدعم صيني، ولانتشار الفقر وعدم المساواة فيهما تعتبران من دول العالم الثالث بالمعنى التقليدي ذات الاقتصادات الصاعدة، كذلك دخول مصر بمشروع محطة "الضبعة النووية" وتركيا بمحطة "أكويو".علاوة على هذا فإن انخفاض تكلفة التشغيل للمحطات النووية يرفع قدرتها على توليد كهرباء رخيصة وتنافسية؛ بسبب انخفاض تكلفة الوقود النووي مقارنةً بالوقود الأحفوري، بما ينعكس على تكلفة فواتير الكهرباء؛ ومما يحمي محطات الطاقة النووية من التقلبات الكبيرة في أسعار الوقود، ومن ثم تعزيز أمن إمدادات الطاقة والتقليل من المخاطر المرتبطة بتقلبات الأسعار.

وبجانب ذلك، فإن محطات الطاقة النووية يمكن أن توفر مصدرًا ثابتًا وموثوقًا من الكهرباء، وذلك بتوفير معدّلات تشغيل عالية وندرة انقطاع للكهرباء أثناء التزود بالوقود، وإن كان هناك تقنيةٌ حديثة أُدخلت على المحطات النووية يتم وِفقها تزويدُ المحطة النووية بالوقود أثناء تشغيلها، ما يظهر خلاف الحال بالنسبة للمحطات العاملة بالوقود الأحفوري، وعلى عكس مصادر الطاقة المتجددة المتغيرة، والتي تتطلب مصادر طاقة احتياطية أثناء حدوث ثغرات في الناتج كحالة توقف هبوب الرياح مثلاً،

1. روبرت إيفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل إلى الطاقة المستدامة، ترجمة: د. فيصل حردان، مراجعة: إبراهيم رشيدي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، بدون ط، 2011م، ص182-183.
2. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص295-296.

فضلاً عن طول عمرها الافتراضي وانخفاض تكاليف صيانتها، وعلى العكس من ذلك، المحطات المشغلة بالفحم والغاز الطبيعي تنخفض تكلفة بنائها وتشييدها، ولكن تكلفة تشغيل هذه المحطات تكون مرتفعة؛ نظرًا لارتفاع أسعار الوقود، فضلاً عن التقلبات غير المتوقعة في الأسعار، بما ينعكس على أسعار الكهرباء المنتجة من هذه المصادر[1].

كذلك فإن إدراج الطاقة النووية ضمن مجموعة من مصادر الطاقة الأخرى، يساعد على تنويع نطاق مصادر الطاقة المتاحة وعدم التعويل على مصدر واحد أو مجموعة معينة من المصادر؛ مما يخلق منافسةً محتملة مع مصادر الطاقة البديلة في أسواق الكهرباء، ويزيد من صمود نظام الطاقة النووية أمام التقلبات في أسواق الطاقة الأخرى؛ مما يؤدي بالضرورة إلى زيادة فعالية وكفاءة نظم الطاقة لمصلحة المستهلكين، ومن ثم فإن للطاقة النووية دورٌ هامٌّ في عملية توليد الكهرباء، وسد العجز في إمدادات توليد الكهرباء، لاسيما المعتمدة على الوقود الأحفوري. كما تؤكد الدراسات أن للطاقة النووية قاعدة موارد وافرة، وأن الاحتياطات الحالية من الوقود النووي كبير بما يكفي لدعم وتشغيل الصناعة النووية على المدى الطويل، وذلك نتيجة توفر اليورانيوم في العديد من دول العالم، منها كندا واستراليا والنيجر وروسيا والولايات المتحدة؛ ما يقلّل من احتمالية المخاطر الجيوسياسية المرتبطة بالاعتماد على مصادر محدودة[2]، وعلاوة على ذلك، يمكن توسيع قاعدة موارد الصناعة النووية من الوقود النووي من خلال إعادة تدويرالوقود؛ ما يساهم في تشغيل الجيل التالي من المفاعلات النووية، واستخدام الموارد بشكل أكثر كفاءة، مع تقليل حجم النفايات النووية،ومعالجة المواد القابلة للانشطار في الوقود النووي المستهلك، فضلاً عن إجراء وتنفيذ دورات الوقود النووي المتطورة التي تحول اليورانيوم والثوريوم والبلوتونيوم إلى مواد خصبة انشطارية، بالإضافة إلى التقدم الملحوظ في تقنيات القوى النووية بتصاميم مفاعلات ابتكارية ومتقدمة، تساعد على جعل القوى النووية خياراً أفضل من حيث الكفاءة والتكلفة الميسورة والجاذبية، لضمان أمن إمدادات الطاقة وإزالة الكربون، علاوة على الجهد المبذول لإظهار عصر جديد من تصاميم مفاعلات أصغر حجمًا، وأكثر مرونة وقابلة للنقل؛ ما يسهل وصولها للمناطق النائية من العالم[3]،كل ذلك من شأنه أن يوسّع دائرة الموارد الطبيعية للطاقة النووية بما يتفق مع أهداف التنمية المستدامة المتصلة بالاستخدام الفعّال لهذه الصناعة والحفاظ عليها للأجيال القادمة، وهذا التنوع في مصادر إمدادات الطاقة يقلّل بالضرورة من التعرض لارتفاع أسعار

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص296.
2. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص295-296.
3. نيكول جاويرث، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة -ما هو الانتقال إلى الطاقة النظيفة وما دور القوى النووية في ذلك؟-، مرجع سابق، ص5-13.

الوقود، والتي قد تنطوي على مشاكل في إمدادات الطاقة أو محدودية مصادر الوقود، وبخاصة الأحفورية منها، هذا فضلاً على أن الكهرباء المولدة نوويًّا تعتمد في إنتاجها على كميات ضئيلة من الوقود النووي، مقارنة بما تستهلكه محطات الطاقة المعتمدة على الوقود الأحفوري. ومن جهة أخرى فإن الاعتماد على المصادر النووية في توليد الطاقة من شأنه أن يقلل من الاعتماد على استيراد مصادر الوقود المستخدمة في توليد الكهرباء خاصة المصدر الأحفوري من الخارج، ولا نغفل عما ينطوي عليه أمر توليد الطاقة من مصادر نووية من توظيف اقتصادي أمثل للموارد الاقتصادية النادرة، كالنفط والغاز؛ حيث تتعدد استخداماتهما، وبخاصة في صناعة البتروكيماويات وغيرها من الصناعات الأخرى، ومن ثم فإن ضمان الكفاءة الاقتصادية يستلزم تصحيح استخدامات هذه الموارد لتعزيز قيمتها بتحقيق القيمة المضافة الأعلى، ولن يكون ذلك إلا من خلال تحديد مصدر طاقة بديل للتعويض عن العجز الناجم من استبعاد النفط والغاز والفحم، فالطاقة المولدة نوويًّا تقود في النهاية إلى تعظيم القيمة المضافة من الوقود الأحفوري بدلاً من حرقه بملايين الأطنان سنويًا[1].

وفيما يتعلق بدور الكهرباء النووية في التخفيف من حدة المناخ، فقد ظهرت العديد من الفرضيات في هذا السياق، منها فرضيات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، حيث جمعت أكثر من (3000) سيناريو تم فحصه وتدقيقه من قِبل النظراء، فيما يتعلق بالتخفيف من حدة تغير المناخ كجزء من تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة بين عامي(2021 -2023م)، وبشكل عام فإن أغلب التوقّعات من هذه السيناريوهات ينبئ بتضاعف دور القوى النووية بحلول عام (2050م)،ما يعني تحقق انخفاضات كبيرة في الانبعاثات بما يتماشى مع أهداف اتفاق باريس، فعلى سبيل المثال أكثر من (80%) من السيناريوهات التي تقل فيها الانبعاثات عن (20) غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون في عام (2050م)، وهو ما يعادل تقريبًا الحد من درجة الاحترار العالمي إلى أقل من درجتين مئويّتين، وتعتبر أن دور توليد الكهرباء النّووية سيكون أساس هذا الانخفاض، وأكثر من نصف هذه السيناريوهات يرى أن ذلك الدور سيتضاعف مرتين على الأقل، ونحو (30%) منها تتوقع زيادة ذلك الدور بثلاثة أضعاف أو أكثر مقارنةً بمستوياته عام (2020م)[2].

كما لا تتوقف الاستفادة من الطاقة النووية على مجال الكهرباء النووية، بل تمتد إلى قطاعات أخرى، مثل إنتاج الهيدروجين بديلًا لمحرّكات الاحتراق الداخلي الموجود مع خلايا وقود الهيدروجين، هذا

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص297-298.
2. رافائيل ماريانوغروسي، الطاقة النووية في مسارات التخفيف للوصول بالانبعاثات إلى مستوى الصفر، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، 2023م، ص5-6-7.

التّقدم يمثّل تحولاً جذرياً في مجال النّقل، ويلعب دورًا محوريًّا في السعي لتحقيق الأهداف العلمية التي تهدف إلى التخفيف من التلوث البيئي؛ من خلال القضاء على الانبعاثات الناجمة عن السيارات المعاصرة التي تعمل بالوقود الأحفوري، والتي تطلق مستويات متصاعدة من ثاني أكسيد الكربون، فضلاً عن تعزيز ربحية الطاقة النووية[1].

كذلك من ضمن تطبيقات الانشطار النووي، التحلية النووية للمياه باعتبارها أحد نتائج مفاعلات توليد القدرة الكهربائية؛ حيث يُستثمر بخار الماء ذي الحرارة المنخفضة بواسطة وحدات تحلية حرارية، وذلك بتقطير المياه المالحة للحصول على المياه العذبة، وبالتالي الاستفادة من هذا البخار بدل فقده وإهداره؛الأمر الذي يمكن أن يعزّز بشكل كبير التنمية الاقتصادية والتقنية الصديقة للمناخ في مختلف أنحاء العالم، في الوقت التي تعاني فيه العديد من مناطق العالم من الإجهاد المائي، لاسيما في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، والشرق الأوسط وجنوب آسيا؛ حيث ستزداد مشكلة الوصول إلى المياه العذبة على مدار العقود القليلة القادمة؛ نتيجةً لتغير المناخ واستمرار النمو السكاني في هذه المناطق[2].

وفي العالم العربي، تشير التوقّعات إلى ارتفاع نسبة الفقد في الموارد المائية المتاحة، وأن هذا النقص يزداد بتزايد عدد السكان، وتلوث المصادر، وتقلّص المياه السطحية في بعض المناطق، وعملية تحلية مياه البحر تستهلك كميات هائلة من الوقود الأحفوري والذي يمثل المصدر الأساسي للطاقة في العالم[3].

بالتالي، كان من الضروري لضمان الأمن المائي للإنسان تطوير المصادر المائية، وسد فجوة التنمية المائية؛ بإزالة الملوحة من مياه البحر باعتباره مصدرًا مستدامًا بواسطة التحلية النووية. ولقد ازدادت القدرة العالمية على تحلية المياه بشكل كبير خلال العقود الأخيرة بعد أن كانت صفرًا في ستينات القرن الماضي، ومن المتوقع أن يستمر هذا النمو مستقبلاً، وقد استُخدمت الطاقة النووية مع أنواع مختلفة من المفاعلات كمفاعلات الماء المضغوط في اليابان، ومفاعل النيوترون السريع في كازاخستان "أكتاو" ومفاعل الماء الثقيل في الهند. كما تتصدر روسيا في ميدان تنمية الموارد المائية وتحلية المياه بإنشاء أول مفاعل "أوبتنسك" عام (1954م)، ثم لحقتها بريطانيا ببناء أول محطة نووية تجارية ضخمة والمعروفة بمفاعل "كالدرهول" عام(1956م) وتُعدّ أول محطة كبيرة تدخل الخدمة في الغرب، بالإضافة إلى عمل الوكالة الدولية للطاقة الذرية بتنفيذ مشروع التعاون الإقليمي المعروف بنظام

1. مات فيشر، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة –أكثر من مجرد مصدر للقوى-، مرجع سابق، ص19-20.
2. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص49.
3. د.محمود الأشرم، اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط1، 2001م، ص28.

التكامل للتحلية النووية، والذي نتج عن اتّفاق الصين والمغرب ببناءِ محطة نووية لتحلية المياه بقدرة ضخمة يوميًّا.

كما قامت دولة الإمارات بوضع إستراتيجية متكاملة للطاقة حتى عام (2030م) لتعزيز كفاءة تقنيات الطاقة النووية في عمليات التحلية، وكفاءة المحطّات النووية بضمان الطلب على الكهرباء والوقود، علاوةً على اهتمام الشرق الأوسط بمَرافق التحلية النووية ودراسة مشاريعها بجدية، ومن شأن الخبرة المكتسبة في هذا المجال أن تجعل من الممكن تنفيذ تقنيات تحلية نووية واسعة النطاق بسرعة في جميع أنحاء العالم، كما تدخل التقنية النووية في استخدام النظائر المشعة لتتبّع مجاري ومصادر المياه الجوفية في الصحاري، واستخدام الأشعة النيترونية لقياس معدلات الرطوبة في الأرض، وتحديد مواقع ومعدلات تسرب المياه في المجاري المائية أو الأنابيب الناقلة، وتطوير مياه الصرف الصحي والزراعي، بإزالة محتوياتها من العناصر الثقيلة في أغراض الريّ واستصلاح الأراضي، ورفع القدرة للاحتفاظ بمياه الري، بل وتُستَغل التفجيرات النووية لحفر الآبار والقنوات المائية[1].

أما فيما يتعلق بالمجال الصناعي، فنجد أن المصانع تعتمد في إدارتها على استخدام التقنية النووية لتوليد الحرارة والكهرباء، كما أنها دخلت في تصنيع النسيج والصناعات الغذائية والدوائية، وصناعة مواد البناء وكشف عيوب المسبوكات المعدنية، ومعرفة السبائك الأفضل من حيث قوة تحمّلها لصناعة السيارات والصواريخ والطائرات والغواصات، وتساعد النظائر المشعّة على تحديد الثّقوب التي تحدث في أنابيب مدفونة في الأرض، وفي تقدير أعمار الصخور والعينات الجيولوجية، وغيرها من الصناعات الأخرى، وبناءً على ذلك يمكن القول إن هذه العمليات النووية تتميز بالاقتصادية في مجال التصنيع وتساهم في تقليل استخدام المواد الكيميائية؛ مما يؤدي إلى تقليل انبعاثات الملوثات الكيميائية، وهذا يعتبر عاملاً هاماً للحفاظ على البيئة[2].

وفقاً لما تقدم، فإن عملية انتقاء موارد الطاقة في الدول يؤثّر على نوع الأنشطة الصناعية والتجارية، فضلاً عن مستوى معيشة السكان داخل هذه البلدان؛ مما يؤكد الدور الجوهري للطاقة النووية في دعم الاقتصاديات العالمية.

1. توفيق قوميدي، الضمانات القانونية لاستخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية، رسالة ماجستير، جامعة قسنطينة –كلية الحقوق-، 2013/2012م، ص17-22.
2. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص56.

- **ثانياً: الأداء الاجتماعي والصحي**

من الناحية الاجتماعية، فإن للتنمية النووية الاقتصادية مساهمة فعالة تعود بالنفع على معظم شرائح المجتمع، فنجد أن لهذه التقنية أسلوب مبتكر في النهوض بالثقافة النووية وبنائها بمتابعة خط سير التطورات العلمية والعملية، لاسيما أن هذه التقنية تعد أحد أهم المصادر التي ترتكز على درجة عالية على العلم والمعرفة؛ ولهذا من المهم أن يكون هناك نوع من التحسين الدائم والابتكار المستمر في هذه الصناعة من خلال إنجاز البحوث العلمية وتبادل الاتصالات بين الدول بالمعلومات المستحدثة والمهمة، ومن ثم إثراء الموارد البشرية والاجتماعية؛ ما يجعلها ميسرة ومهيأة للأجيال المقبلة، وباعتبار أن العلوم النووية مستندة على قاعدة منهجية متينة، وكفاءة صناعية، وهيكل تنظيمي ومؤسسي، يتسم بالتخطيط والتنفيذ المتطور في إدارة المشاريع النووية، يمثل رصيدًا حيويًا للنمو والنهوض بالمجتمع البشري، وبالنظر لدقة هذا المجال، فإنه يتطلب طاقات بشرية عاملة على درجة عالية من المهارات والتمكين؛ لتصميم وتشييد وتشغيل منشآت الطاقة النووية وما يتبعها من خدمات متنوعة ومتجددة، انطلاقًا من أنشطة استخراج واستخلاص اليورانيوم إلى منتهى تشغيل المحطات وتدبير النفايات النووية، فضلاً عن مهمة إدارة البحوث والتطوير؛ ما يجعل من هذه الكفاءات التي ينبغي أن يتسم بها العاملون في الصناعة النووية جزءًا من تشكيل ثقافة المجتمع المتقدّم؛ وذلك من خلال تجدّد القدرات البشرية برفع كفاءة التعليم النّووي وتطوير ثقافة البحث وتنمية القدرات لهذه الصناعة؛ ما يسهم في توفير فرص المشاركة في المعرفة البحثية النووية.

وبجانب ذلك، فإن للطاقة النووية إسهامات إنمائية أخرى تتمحور حول إتاحة فرص عمل مباشرة وغير مباشرة، لا تقتصر فقط على الناشطين داخل المرافق النووية، بل تمتد لتشمل شبكة كبيرة من مقدمي الخدمات ومن لهم التماس مع هذا المجال؛ مما يحقّق الاستقرار الاجتماعي، بالإضافة إلى تقديم فرص وظيفية ذات دخول مرتفعة للسكان المقيمين بجانب المحطات النووية، كما أن لها دورٌ في تحسين البنية التحتية للمرافق والخدمات المحلية، وكل ذلك ينعكس بالنتائج الإيجابية على السكان المحليين، على سبيل المثال، فإن ثلثا سكان مدينة "سيلافيلد بانجلترا" يعملون داخل منشأة نووية لإعادة معالجة الوقود الموجود بها، وتعُدّ هذه المحطة من أكبر المجمّعات النووية في أوروبا وأضخم موقع نووي يضم سلسلة من المنشآت النووية حول العالم، كما تأتي الشركة البريطانية "بريتش إنيرجي" لتوفر حوالي (4,900) وظيفة مباشرة، وحوالي (12,700) وظيفة غير مباشرة يرتكز معظمها في محطاتها النووية الثمانية، علاوة على فرص التدريب والتطوير المهني للموظفين في كافة المجالات ذات العلاقة بالطاقة النووية،

كذلك تشجِّع على المبادرات البيئية والاجتماعية ضمن برامجها الإنمائية، وعلى ذات النسق، تظهر شركة "ينفل" البريطانية ذات المسؤولية العامة، والتي يعمل بها حوالي(23 ألف) شخص في مناطق العمل حول العالم، وحوالي (16 ألف) شخص في المملكة المتحدة، وتعتبر من أهم وأكبر مُزوّدي الوقود النووي في العالم، كما تقدم مجموعة من الخدمات النّووية كإدارة النفايات، والبحث والتطوير النووي، وفي ظل هذا التصور المحيط بالوظائف النووية؛ يتم استثمار مئات الملايين من الدولارات سنوياً في المجتمعات المحيطة بالمحطات النووية، فصناعة الطاقة النووية في أوروبا توفر على سبيل المثال حوالي (400ألف) وظيفة عمل متميزة، وذلك ما يساهم في حل مشكلات البطالة[1].

علاوة عما سبق، فإن الاستفادة من العلوم النووية يتسع ليضم قطاعات متعددة أخرى مثل: الطب، والزراعة، وأنظمة التحكم، وأجهزة الاستشعار، وعلوم المواد، وتقنية المعلومات.

ففي المجال الطبي، أفصح المدير العام السابق للوكالة الدولية للطاقة الذرية أن لهذه التقنية نصيب واسع عام (1999م) في دعم طب الأطفال وعلوم القلب، وقد أُطلق حديثًا على هذا المجال اسم "الطب النووي"[2]، حيث يُستفاد من هذه الطاقة في المجال الطبي في تشخيص الأمراض بواسطة النظائر المشعة والكشف عن أماكن الأورام السرطانية، ودراسة الأماكن المختلفة بالمخ أثناء أدائه لوظائفه المختلفة من خلال نظير الكربون، حيث يرسل هذا النظير بروتونات تتحد مع إلكترونات المخّ وتُصدر أشعة "جاما"، ويتم استقبالها عن طريق كاميرات خاصة لتغطية جميع أجزاء المخ، كذلك من أهم النظائر المشعّة المستخدمة في المجالات الطبية "اليود"؛ حيث يستخدم لتشخيص وعلاج أمرض الغدة الدرقية، و"الفسفور" الذي يُستخدم لعلاج سرطان الدم، والكالسيوم لدراسة أمراض العظام، والزرنيخ لتحديد مواقع الأورام بالمخ[3].

وأكثر من ذلك، نجد تضامنً الجهود العلماء في محاولة إنتاج لقاحات فيروسية خالية من التلوث البكتيري بإتباع أسلوب المعالجة المزدوجة للحرارة والإشعاع؛ وذلك برفع درجة حرارة المستحضر والتعريض لجرعة محدّدة من الإشعاعات كأشعة جاما، كذلك تطوير عملية التعقيم والقضاء على الكائنات الدقيقة باستخدام الإشعاعات في درجات الحرارة العالية ما يضمن الحفاظ على المواد الحساسة للحرارة، ومن ثم إنتاج جسيمات لأعضاء تالفة وزرعها للمرضى وتعقيمها إشعاعيًّا، أضف إلى ذلك أنّ

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-،مرجع سابق، ص300.
2. سعد حمود مناور الشمري، حق الدول في امتلاك الطاقة النووية السلمية وفقاً للقانون الدولي، رسالة دكتوراه، الجامعة الأردنية –كلية الدراسات العليا، الأردن، 2017م، ص25-26.
3. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص53.

للمجال النّووي مهمة إنتاج لقاحات خاصة لمراجعة الأمراض الطفيلية، مثل: البلهارسيا، والدودة الكبدية عن طريق استخدام الإشعاعات النووية[1].

- **ثالثاً: قضايا المناخ والأداء البيئي للصناعة النووية**

من الأفكار الرائجة في الوقت الراهن والتي تعكس التطلّعات المستقبلية فيما يتعلق بمصادر الطاقة، ضرورة التخلي عن المصادر الأحفورية مثل النفط والغاز والفحم؛ وذلك على اعتبار أنها من العوامل الأساسية لمشكلة الإجهاد البيئي، وعلى العكس من ذلك، فإن الطاقة النووية كما يرى أنصار هذا الميدان تُعد بديلًا صديقًا للبيئة؛ حيث تكمُن أحد العوامل الرئيسية التي تُميّز الطاقة النووية عن قطاعات الطاقة الأخرى في خصائصها البيئية، مما يدعم تحقيق مسارات التنمية البيئية المستدامة.

أ. البعد المناخي

ظهر الحفاظ على البيئة وما يحيطها كتحدٍ يواجه عصرنا الحالي، ويُعزى ذلك في المقام الأول إلى ارتفاع التعداد السكاني وامتداد آثار الأنشطة البشرية. وقد جاءت إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة بإحصاءات حديثة تشير إلى أن عدد سكان العالم سيتجاوز تسع مليارات نسمة بحلول عام (2050م)، وذلك بسبب ارتفاع المستوى المعيشي والتوسع الصناعي؛ ما يعني تفاقم تبعات آثار العصر الصناعي الذي يساهم بشكل كبير في الضغط على النظم الإيكولوجية وإجهادها، وما يصاحب ذلك من تحولات في أنماط المناخ والمخاطر البيئية. وتظهر هذه المخاطر في شكل مستويات متصاعدة من النفايات الخطرة، وتصاعد قضية تلوث الهواء، بالإضافة إلى ضرورة تلبية حاجيات الزيادة السكانية من الموارد المعيشية اللازمة مثل الغذاء والماء والطاقة[2].

إذ يُتوقع الخبراء المختصون زيادة كثيفة جداً في الطلب على الطاقة خلال القرن الحادي والعشرين، وبخاصة في البلدان النامية. كما يُتوقع أن العالم سيحتاج إلى زيادة كبيرة في إنتاج الطاقة مقارنة بمستويات اليوم بنسبة تصل إلى (75%) بحلول عام (2050م)، وذلك بسبب الاستهلاك بالوتيرة الحالية دون رفع مستوى الكفاءة لمصادر الطاقة التقليدية أو التوسع في المصادر الحديثة والمتجددة. وفي ظل غياب التدابير اللازمة للتخفيف من الانبعاثات الناتجة، فمن المحتمل أن تتضاعف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصادرة من أنشطة الطاقة تقريباً خلال الإطار الزمني ذاته، والارتفاع في مستوى

1. توفيق قوميدي، الضمانات القانونية لاستخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية، مرجع سابق، ص24.
2. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص313.

تركيزات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي يؤدي بدوره إلى ارتفاع متوسط درجات الحرارة العالمية إلى أكثر من ثلاث درجات مئوية عما كانت عليه مستويات ما قبل الحقبة الصناعية، وذلك بسبب حدوث التدخل البشري الخطر في النظام المناخي، ما يؤدي في النهاية إلى حدوث ظاهرة الاحترار العالمي[1]، وتضاعف العواقب السلبية في مناطق كبيرة من العالم منها المناطق الواقعة في خطوط العرض الوسطى والمناطق شبه القاحلة الواقعة في خطوط العرض المنخفضة[2]، حيث سيكون هناك انخفاض واضح في توافر المياه وزيادة في حالات الجفاف مما يعرض مئات الملايين من الأفراد للإجهاد المتزايد المرتبط بالمياه مع التأثير السلبي أيضًا على النظم البيئية الطبيعية، حيث من الممكن مواجهة خطر الانقراض لما يقارب (30%) من الحيوانات لاسيما تلك التي تعيش في البيئات البرية النائية.

أما في مجال الزراعة، فإن الانخفاض في الإنتاجية متوَقّع خلال موسم الحبوب في المناطق الواقعة على خطوط العرض المنخفضة، وفي حالة ملاحظة أيّ ارتفاع في الإنتاجية في المناطق ذات خطوط العرض المتوسطة والعالية فلن يكون سوى بمثابة موازنة جزئية لهذا الانخفاض، بالإضافة إلى احتمالية مواجهة نسبة مرتفعة من انقضاء مجموعة من السّلالات النباتية البريّة تصل إلى (30%)كنتيجة حتمية للتغيّرات في أنماط هطول الأمطار وحدوث الظواهر المناخية القصوى مثل العواصف والفيضانات والجفاف.

وفيما يتعلق بالنظام البيئي البحري، فإن الزيادة في معدّلات الكربون ستؤول إلى تحمّض المحيطات كنتيجة ملحوظة عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية، ومن المحتمل أن تُقلِّل عمليةُ التحمّض من قدرة المحّاريات على النمو والتكاثر مما يعرض مكوناً مهماً من عناصر السلسلة الغذائية البحرية للخطر، علاوة على ذلك سيكون لارتفاع درجة حرارة المحيطات تداعيات أخرى، مثل اعتبارها موطن تكاثر للطحالب الضارة والكوليرا، بالإضافة إلى تفاقم الدمار الناجم عن الفيضانات والعواصف في المناطق الساحلية.

كما سيؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى نتائج بعيدة المدى تتعلق بالقطبين الشمالي والجنوبي، مثل انهيار الصفائح الجليدية، وفقدان غالبية الشُعب المرجانية، وانحسار خط الجليد على قمم الجبال،

1. الاحترار العالمي: هو تراكم الغازات الدفيئة بسرعة تفوق السرعة التي يمكن أن تتبدد بها، الأمر الذي يؤدي إلى تسريع ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية.
2. خطوط العرض الوسطى مثل (أوروبا، أمريكا الشمالية، شرق آسيا، جنوب أستراليا..)، خطوط العرض المنخفضة(الساحل الإفريقي، أطراف الجزيرة العربية، شمال المكسيك، شبه القارة الهندية...).

وارتفاع مستوى سطح البحر؛ ما يجعل من المناطق الساحلية عرضةً للغرق والفيضانات، بالإضافة إلى غزارة الأمطار في بعض المناطق عن ذي قبل،ومع كل هذه المياه فمن المتوقع أيضاً جفاف تربة هذه المناطق بفعل ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة بين فترات الأمطار؛ مما يؤدي إلى إلحاق الضّرر والتّدهور ونضوب المحاصيل، وإلى أبعد من ذلك: حصول تعطيل في الإمدادات الغذائية خاصة في مناطق العالم النامي.

أضف إلى هذا، فإن الجانب الصحي لاسيما في البلدان النامية سيتعرض إلى تأثيرات كبيرة من الانتشار المتزايد؛ لسوء التغذية، والإسهال، والأمراض المعدية، مثل: الملاريا، وتصاعد ناقلات الأمراض وتطورها وانتشارها، ومن ثم زيادة نسبة الوفيات، وكل ذلك نتيجة موجات الحرارة العالية والفيضانات والجفاف[1].

لذلك، فإن العالم اليوم أمام تحديات كبيرة في محاولة التخفيف من الآثار السيئة خلال العقود القادمة؛ ولأجل هذا، جاءت نتائج الهيئة الحكومية الدولية المعنيّة بتغير المناخ على اعتبار أن الحلول والعمليات التقنية لديها القدرة على التقليص من كثافة استهلاك الطاقة في مختلف القطاعات الاقتصادية، مع الاستمرار في تقديم النواتج والخدمات ذاتها؛ مما يؤدي إلى خفض انبعاث غازات الاحترار العالمي، ويأتي في مقدمة هذه التقنيات القوى النووية كأحد أهم الخيارات المتاحة اليوم للتخفيف من الآثار السلبية[2].

كما جاء تقرير أحد فرق الخبراء الحكومية الدولية ليؤكد على أهمية دراسة وفحص كافة العوامل المسببة للاحترار العالمي؛ وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن العامل الأبرز في حدوث الاحتباس الحراري يتمثل في توظيف الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة. ويرى الفريق أن مرافق إنتاج الطاقة التي تستند إلى الوقود الأحفوري وتشارك في تلويث البيئة ينبغي استبدالها بأخرى نظيفة، مثل مصادر الطاقة النووية والمتجددة، من أجل خفض انبعاثات الغازات الدفيئة؛ وتتلخص استراتيجية هذا التعديل في التخلص التدريجي من الاعتماد على الوقود الأحفوري كمصدر لإنتاج الكهرباء، ويؤكد هذا الفريق، بوصفه داعماً للصناعة النووية، قدرتها في التخفيف من حجم انبعاثات الكربون بما ينعكس بالإيجاب على المناخ العالمي، ويصعب تحقيق هذا الهدف إلا من خلال زيادة حصتها الحالية، التي تبلغ (10%) من إجمالي إنتاج الطاقة العالمي حالياً، إلى (18%) بحلول عام (2030م)؛ وخلال فترة السبعينيات

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص314.
2. دور الطاقة النووية في التخفيف من آثار تغير المناخ وتلوث الهواء، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد 1-54، 2013م، ص5-6.

كانت هناك زيادة ضرورية في حصة الطاقة النووية من إجمالي إنتاج الطاقة العالمية، وكانت تلك الزيادة طفيفة نسبياً مقارنة بالارتفاع الضخم في حصة قطاع الصناعة خلال تلك المرحلة، والذي كان نتيجة للتوسع السريع لمحطات الطاقة النووية.

كما يرى روّاد هذه التقنية قدرتها على الصمود في وجه التقلبات المناخية الشديدة، بما في ذلك حالة الأمطار الغزيرة والرياح والبرودة وجُلّ العواصف الشديدة؛ حيث تُقدَّر خسائر الطاقة النووية بسبب الظواهر الجوية السيئة بحوالي (1%) من إجمالي خسائر الأسطول النووي، وتشكل جزءاً أصغر بكثير من إجمالي إنتاج الكهرباء النووية. كما أظهرت قدرتها على الثبات خلال جائحة كوفيد-19، فبالرغم من القيود العالمية التي فُرضت في تلك الفترة، استمرت محطات القوى النووية في العمل على نحو آمن بتنفيذ خطط احتياطية متنوعة للطوارئ للحفاظ على العمليات التشغيلية وأمان وسلامة الموظفين؛ بل إن الأمر انعكس بالإيجاب على بعض الدول، وذلك بزيادة حصة القوى النووية منذ بداية الجائحة، ومن هذه البلدان: البرازيل والهند وكوريا الجنوبية، أما المملكة المتحدة فقد اضطلعت القوى النووية بدور بارز في الحد بشكل كبير من كمية حرق الفحم لغايات توليد الكهرباء، وسمح انخفاض الطلب على الكهرباء الناجم عن الجائحة للمملكة المتحدة بإغلاق محطات الفحم بشكل مؤقت لصالح زيادة استخدام القوى النووية[1].

وبالتالي، فإن تعزيز الاستخدام العالمي للطاقة النووية والدعوة إليه يتطلب تعميق وتوسيع نطاق التعاون الدولي في هذا المجال؛ وبالفعل فقد عُقدت مؤتمرات عالمية عدة بشأن هذه المسألة، مثل مؤتمر المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وقمة مجموعة الثمانية في عام (2007م)، وقد تم التركيز في خضم هذه المؤتمرات على الكيفية التي يمكن أن يلعب بها استغلال التقنيات النووية للأغراض التجارية دوراً في تحقيق مختلف الأهداف الهامة، والتي من ضمنها ضمان أمن إمدادات الطاقة على نطاق عالمي، وكذلك تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة بشكل متزامن؛ علاوة على ذلك، فقد تناولت هذه المؤتمرات أيضاً مسألة معالجة التحديات المرتبطة بتغير المناخ. وفي عام (2003م)، جاء معهد ماساتشوستس للتقنية بسيناريوهات تتعلق بمستقبل الطاقة النووية، مبيناً قلقه من عدم فعالية الطاقة النووية في التخفيف من آثار تغير المناخ، حيث أنها لن تكون خياراً قابلاً للتطبيق إلا إذا حدث مدّ كبير في هذه الصناعة من خلال بناء مزيد من محطات الطاقة النووية؛ وتبين هذه الدراسة إمكانية تحقيق مستويات تُقدَّر بحوالي

1. مات فيشر، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة –صمود القوى النووية وأمانها في وجه الصعوبات البالغة الشدة-، مرجع سابق، ص6.

(1000 إلى 1500) غيغا واط كهرباء بحلول عام (2050م)، هذه المستويات من النمو تتطلب بناء ما يُقدَّر بحوالي (32 إلى 45) مفاعلاً في السنة[1].

أما فيما يتعلق بـ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، فهي تتبع مسارات التخفيف من غاز ثاني أكسيد الكربون بمزيج يجمع بين الطاقة النووية وغيرها من المصادر المنخفضة الكربون؛ وذلك لبلوغ أهداف اتفاقية باريس.

وترى الهيئة أن إزالة الكربون من قطاع الطاقة العالمي بحلول عام (2050م) أو بعد ذلك بوقت قصير، وفق هذه المسارات المتوافقة مع الحد من متوسط الزيادات في درجات الحرارة إلى أقل من (1.5 أو 2) درجة مئوية، سيتطلب النشر السريع لتقنيات منخفضة الكربون؛ وفي هذا السياق، تزخر الطاقة النووية بسجل حافل يبين انتشارها السريع، ومن صور هذا الانتشار التجربة الأخيرة في الإمارات العربية المتحدة، حيث من المفترض أن تُنتج محطة "برّاكة" للطاقة النووية نحو (25%) من الكهرباء في دولة الإمارات العربية المتحدة عام (2025م)؛ وبهذا، تحل محل توليد الكهرباء بالغاز الطبيعي، مما سيؤدي إلى خفض انبعاثات قطاع الطاقة بمقدار النصف تقريباً في إمارة أبوظبي.[2].

وبناءً عليه، هناك رؤية نووية تقول إنه لو تم إحلال مصادر الطاقة النظيفة، كالطاقة النووية، محل المصادر الملوثة للبيئة، مثل الوقود الأحفوري، منذ فجر عصر الطاقة النووية؛ لكان من شأن ذلك أن يُخفّف بشكل كبير من انبعاثات الكربون، وبالتالي يُخفّف من ظاهرة الاحتباس الحراري[3].

ومن الأهمية الإشارة هنا إلى أن بداية عصر هذه الطاقة كان منصباً على بسط الهيمنة النووية من قبل الدول الكبرى، وأن الشق الغالب لم يكن تحقيق النمو للبشرية، بل ما يحقق مصلحة الأيادي النووية؛ وأن هذه الرؤية غير واقعية ولا يمكن معها نسيان الآثار المدمرة للممارسات المبكرة للطاقة النووية.

ب. البعد البيئي والحد من الغازات الدفيئة[4]

إن العواقب التي تتعرض لها البيئة نتيجة استمداد الطاقة من الوقود الأحفوري جسيمة؛ وذلك بفعل عملية الاحتراق التي تنبعث منها غازات مثل ثاني أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين المتنوعة، وغيرها، وعلى الرغم من أن أحد مكونات الغلاف الجوي الطبيعية هو غاز ثاني

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-،مرجع سابق، ص313-315.
2. الطاقة النووية في مسارات التخفيف للوصول بالانبعاثات إلى مستوى الصفر، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص5-7.
3. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص315.
4. الغازات الدفيئة: هي غازات في الغلاف الجوي للأرض تحبس الحرارة وتطلقها ما يؤدي إلى ارتفاع متوسط درجة حرارة الكوكب، وتشمل هذه الغازات ثاني أكسيد الكربون والميثان وبخار الماء وأكسيد النيتروز والأوزون.

أكسيد الكربون، إلا أن ارتفاع تركيزه في الهواء خلال الأعوام الأخيرة بسبب الإفراط في حرق الوقود كفيل بأن يكون عامل تهديد مُدمِّر للبيئة، حيث تفاقمت كميته للحد الذي بلغ عدة ملايين من الأطنان، خاصة في الدول الصناعية الكبرى.

ومن المشكلات التي تمثلها هذه الغازات أن ثاني أكسيد الكربون يتسبب في ارتفاع درجة الحرارة على كوكب الأرض، الأمر الذي يُفضي على المدى البعيد إلى ذوبان الجليد في المناطق القطبية، مما ينذر بنشوب واقعة تتسبب في إغراق المدن الساحلية؛ في حين أن غاز ثاني أكسيد الكبريت يتسبب في نشوء أمطار حمضية تحتوي على حامض الكبريت، الذي يؤدي إلى تآكل المباني وإتلاف الآثار بما لها من أهمية ثقافية، إضافة إلى تسببه في تلويث المياه وما ينجم عنه من الإضرار بصحة الجماهير.

أما أكاسيد النيتروجين، فهي تُمثل مصدر خطر كبير على طبقة الأوزون الموجودة في الغلاف الجوي والمحيطة بالكرة الأرضية، والتي تمتص قدراً كبيراً من الأشعة فوق البنفسجية التي تنبعث من الشمس؛ حيث تقوم أكاسيد النيتروجين عند وصولها لطبقة الأوزون بالتفاعل مع الأوزون وتحوله إلى غاز الأكسجين، وبذلك تؤدي إلى نفاذ الأشعة فوق البنفسجية التي تضر بالكائنات الحية التي تعيش على سطح الأرض وتصيبها بأمراض خطيرة.

وبتقدير أن غاز ثاني أكسيد الكربون يُعد من أكبر مكونات الغازات الدفيئة على مستوى العالم، فقد نشطت الدراسات المعنية بحساب نسبة انبعاثاته الناتجة عن محطات توليد الطاقة، وأشارت إلى زيادات في الأعوام المقبلة تُقدر بحوالي (55%) في عام (2030م)، وبنسبة (130%) عام (2050م)، مقارنة بمعدلاته ما بين (2005-2010م)؛ وفي استقصاء آخر، أشار إلى أن معدل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وحدها قد ارتفعت إلى ما يُقدر بـ (40%)، وأن نسبة التركيز بملوثات هذا الغاز ترتفع في كل عام بمستويات تصل إلى (26.6 مليار) طن، ووفقاً لهذه التقديرات، فمن الوارد أن تتجاوز معدلات الانبعاثات السنوية لتصل إلى (41.9 مليار) طن بحلول عام (2030م)؛ وعلى هذا، فقد تخطت ملوثات الكربون كل الاحتمالات في السنوات القليلة الماضية.

وبمقتضى هذه الزيادات في ملوثات الكربون والارتفاع المصاحب لدرجات الحرارة، فإن الأمر يتناقض بشدة مع إعلان مجموعة الدول الثمانية، الذي يَعني بضرورة الحفاظ على زيادة متوسط درجات الحرارة العالمية لأقل من (2) درجة مئوية ، كما يشير أيضاً إلى ضرورة نشر التقنية منخفضة الكربون. ومن الملاحظ أن معدلات الزيادة في درجات الحرارة قد أخذت في الارتفاع مع بداية عام

(1900م)، وتصاعدت بصورة مُبالغ فيها خلال السنوات الخمس والعشرين الماضية؛ ومن المرجح صعود متوسط درجات الحرارة الحالية لتكون قريبة من (0.8) درجة مئوية فوق المعدل الطبيعي.

هذا، وتسير التقديرات إلى أن درجات الحرارة في القطب الجنوبي ارتفعت بمعدل (2.5) درجة مئوية على مدى السنوات الـ (25) الماضية؛ ويتوقع الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ أن درجات الحرارة العالمية قد ترتفع بمعدل (1.6) درجة مئوية خلال هذا القرن، كما تتوقع بعض الدراسات أن كل عقد سيمر سيشهد ارتفاعاً في درجة الحرارة بنسبة تُقدَّر بـ (0.2) درجة مئوية، وعلى الأغلب ستكون العواقب الوخيمة ملازمة لهذا الارتفاع. كذلك، تشير أفضل تقديرات الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ إلى أن درجة الحرارة بحلول عام (2050م) على هذا الكوكب يُتوقع أن تكون بأكثر من (2) درجة مئوية دفئاً.

ويأتي دور مجلس الطاقة العالمي ليأخذ بعين الاعتبار التحذيرات العلمية بشأن توقع حدوث كوارث بيئية جراء ارتفاع نسبة انبعاثات الغازات الدفيئة في العالم نتيجة الاستخدام البشري؛ وأنه في حالة عدم اتخاذ موقف عاجل على الصعيد العالمي، فإن الزيادة القائمة في الطلب على الطاقة سيصحبها ارتفاع هائل في الانبعاثات. فمثلاً، احتمالية تضاعف الغازات الدفيئة العالمية إلى نسبة (46 مليار)طن سنويًا بحلول عام (2050م)، علاوة على وضع الدول النامية، والتي يتوقع استفحال الأمر لديها خلال ذات الفترة بزيادة معدلات غاز ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي (200%) مقارنة بمعدلات الزيادة الأخرى[1].

وإلى جانب هذا التقييم، ظهرت وبشكل متزايد الدراسات العلمية المتعلقة بالآثار الناتجة عن التغيرات المناخية في السنوات الأخيرة وكان من نتاج هذه التقييمات أنهّ إذا أرادت كافة الدول ومجتمعاتها تجنب آثار الموجات الشديدة للتغيرات المناخية والتي سيكون من الصعب العيش معها فإنه سيكون عليها ضرورة التخفيض من معدلات انبعاثات الغازات الدفيئة ذات المصدر البشري بشكل كبير خاصة خلال العقود القليلة المقبلة، كما خلص الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ إلى نتائج مهمة فيما يتعلق بالتغيرات الفيزيائية الحيوية الناتجة عن ظاهرة الاحترار العالمي مفادها بيان التبعات الوخيمة التي ستكون عليها كافة القطاعات الحساسة المتأثرة بالمناخ وفي مقدمتها القطاع الزراعي في مختلف مناطق العالم، ويزداد الأمر سوءً إذا ما ارتفعت درجة الحرارة إلى أكثر من (3) درجات مئوية، ولهذا يؤكد مجلس الطاقة العالمي في أحد تقاريره الرسمية الصادرة عنه الفرضية المشجعة على معالجة التغير

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر–، مرجع سابق، ص302-303-304.

المناخي في الوقت الحالي نظراً لأنه سيكون أقل خطورة وتكلفة على الاقتصاد العالمي عما لو تم تأجيله، ولذلك فإن اتخاذ خطوات قوية ومبكرة لكبح انبعاثات الغازات الدفيئة سيمثل عائد مربح للكافة سواء لقطاع الأعمال أو الحكومات أو المستهلكين[1].

وبناءً على ما سبق، يتضح وجود تشابك كبير بين الأولويات التنافسية والمتمثلة في أولوية التنمية الاقتصادية وأمن الطاقة من ناحية، وقضايا الصحة والأمان وحماية البيئة من ناحية أخرى؛ كما يتضح أيضاً أن معدل انبعاثات الغازات الدفيئة يتزايد في الغلاف الجوي بالتوازي مع زيادة معدلات إنتاج واستهلاك الطاقة اعتماداً على مصادر الوقود الأحفوري. وقد تبيَّن أن هذه الملوثات تتجاوز الحدود الوطنية والإقليمية للدول، وبالتالي فإن الأمر يتطلب التزاماً دولياً بتخفيض معدلات انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة[2]،وللتغلب على معظم هذه الإشكاليات، فإن البعض يرى لزوم دمج مصادر الطاقة النظيفة، كالمصادر المتجددة المتمثلة في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية، مع مصادر الوقود الأحفوري؛ وقد أُجريت بالفعل الكثير من عمليات البناء والتطوير لمحطات تعمل بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح حول العالم خلال السنوات القليلة الماضية. إلا أن هذه الصورة، رغم أهميتها في عملية التوليد، فإنه لا يُعتمد عليها في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة بسبب عدم كفايتها، واحتمالية تقلبات هذا النوع من المصادر، وعدم استدامته.

ومِنْ ثَمَّ، فإن مساعدة الجيل القادم في مشهد الطاقة هذا يتطلب ضرورة مزج خيار الصناعة النووية ضمن مصادر الطاقة الحالية، إذ إن القدرة النووية تأتي في المرتبة الثانية كأكبر مصدر للطاقة منخفضة الكربون المستخدمة اليوم لإنتاج الكهرباء بعد القدرة الكهرومائية؛ ومحطات القوى النووية، وفق الرؤية التنموية، تكاد لا تُحدث أثناء تشغيلها أي انبعاثات للغازات الدفيئة، مما يسهم في الحد من انبعاثات هذه الغازات الملوثة للغلاف الجوي والمحفزة على نشوء ظاهرة الاحتباس الحراري. وقد جاءت الوكالة الدولية للطاقة الذرية لتبين فعالية توظيف التقنية النووية، والذي أدى إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بأكثر من (60) غيغا طن على مدار الخمسين عاماً الماضية، وهو ما يعادل عامين تقريباً من الانبعاثات العالمية المرتبطة بالطاقة[3].

1. مات فيشر وكارلي ويليس، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة، مرجع سابق، ص7-10.
2. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص304-305.
3. نيكول جاويرث، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة –ما هو الانتقال إلى الطاقة النظيفة وما دور الطاقة النووية في ذلك؟-، مرجع سابق، ص4-5.

وعليه، فالمصدر النووي، بدمجه ضمن سلسلة مصادر الطاقة النظيفة، سيكون له وزنه في مواجهة تحدي تغير المناخ، فضلاً عن مسألة أمن إمدادات الطاقة؛ ولتحقيق مصافّ الاستقرار في نِسب انبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، فإن الأمر يستدعي تحقيق انخفاضات في معدل الانبعاثات الصادرة عن المحطات الكهربائية المعتمدة في تشغيلها على الوقود الأحفوري. ولن يتم الوصول إلى هذه النتيجة إلا باعتماد مبدأ كفاءة الطاقة، من خلال تطوير نظم أداء الطاقة المستخدمة حاليًا، وتحسين إدارة استخدام النفط والغاز، باعتبارهما يستحوذان حاليًا على ثلاثة أرباع استهلاك الطاقة.

هذا يتم عن طريق توفير الهيدروجين المتاح على نطاق واسع وبتكلفة متدنية، من خلال إنتاجه بالقوى النووية، والتوسع في استعمال التقنيات البديلة، لاسيما الطاقة النووية، في إنتاج الكهرباء من خلال مزيج من المفاعلات المتقدمة، وهذا ما تؤكد عليه العديد من الدراسات على أن الطاقة النووية تُمثل حالياً حوالي (10%) من الكهرباء المولَّدة عالمياً، ولا ينتج عنها أية انبعاثات لملوثات من ثاني أكسيد الكبريت أو أكاسيد النيتروجين أو المركبات العضوية المتطايرة أو الغازات المسببة للاحتباس الحراري؛ حيث أن سلسلة محطات الطاقة النووية كاملة لا ينبعث منها سوى حوالي (4.4)طن من مكافئ الكربون لكل غيغاواط كهرباء، مقارنة بـ (243)طن من مكافئ الكربون لكل غيغاواط كهرباء ناتجة عن محطات الفحم، و(97)طن بالنسبة لمحطات الغاز الطبيعي.

لذا، فإنه يمكن الاحتجاج بالطاقة النووية على أنها بديل تقني إيجابي، وهذا ما أعطاها قيمة اقتصادية دولية كبرى؛ حيث أدى استخدام الطاقة النووية على مدى السنوات الـ (50)الماضية إلى تفادي إنتاج كميات كبيرة من انبعاثات الغازات الدفيئة في (30) دولة حول العالم. كما تبين أيضاً أن نسبة الانبعاثات التي تم تفاديها من خلال استخدام محطات الطاقة النووية تعادل كمية الانبعاثات المتجنبة من خلال استخدام محطات الطاقة الكهرومائية. كما يمكن تفادي المزيد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون باستعمال المزيد من مصادر الطاقة النظيفة بجانب الطاقة النووية في توليد الكهرباء حول العالم؛ على سبيل المثال، تجاوزت نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المنتجة عالمياً من قطاع توليد الكهرباء حوالي (11.1) طن من غاز ثاني أكسيد الكربون في عام (2007م)، لكن هذه النسبة كان من الممكن أن تكون بحدود (11.6) طن من ثاني أكسيد الكربون في حالة غياب مصادر الطاقة المتجددة باستثناء المصادر المائية، و(13.7) طن في حالة غياب مصادر الطاقة المائية، و (13.4)طن في ظل عالم خالٍ من الطاقة النووية، وحوالي (16.4)طن في ظل غياب هذه المصادر مجتمعة.

هذا، وتشير بعض الدراسات إلى أن استخدام التقنية النووية من قبل دول الاتحاد الأوروبي قد أدى إلى تفادي ما يقارب (500) مليون طن سنويًا من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. وهذه النسبة الكبيرة التي تم تفاديها كانت تنتج عن حرق الوقود الأحفوري بكميات هائلة في محطات توليد الطاقة، لتوليد نفس الكمية المتولدة عن محطات الطاقة النووية في بلدان الاتحاد الأوروبي؛ علاوة على ذلك، فإن المصدر النووي لا يصدر عنه أية انبعاثات لغاز ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين المتسببان في تساقط المطر الحمضي وتلوث الهواء. ومِنْ ثَمَّ، فإن الصناعة النووية لها دور جوهري في إنقاذ أوروبا الغربية من حوالي ستة ملايين طن من غاز ثاني أكسيد الكبريت وثلاثة ملايين طن من أكاسيد النيتروجين كل عام؛ وفي حالة إزالة المَصبّ النووي من مزيج قطاعات الطاقة، فإنه من المؤكد أن نسبة الملوثات سترتفع في مصادر التوليد لتصل إلى حوالي (100%) و(95%) على التوالي[1].

أما على النطاق العالمي، فالطاقة النووية تساهم حالياً في تلافي حوالي (600)مليون طن من انبعاثات الكربون سنوياً، وهي تُمثل تقريباً نفس الكمية التي تمنعها الطاقة الكهرومائية سنوياً؛ كما أنها تعادل حوالي (8%) من إجمالي الغازات الدفيئة الحالية المنتشرة حول العالم.

وتُشكل سجلات الطاقة النووية أهمية إيجابية في دول منظمة التعاون والتنمية (OECD) على مدى السنوات الـ (35)الماضية، حيث وثَّقت انخفاضات هائلة في كثافة الكربون لكل وحدة من الطاقة تم إنتاجها خلال تلك المرحلة؛ وهذا يدخل ضمن براهين أنصار هذه التقنية، من أمثال كريستين تود ويتمان وباتريك مور[2]، الذين يرون أن الطاقة النووية هي طاقة متناغمة مع البيئة، وليست بأقل من غيرها من مصادر الطاقة المتجددة، لكونها جزءاً من الحلول لمشكلة الاحتباس الحراري ومواجهة النمو الحالي في الطلب العالمي على الطاقة؛ كما أشار روبرت برايس بأن مستقبل توليد الطاقة سيهيمن عليه المصدر النووي، لكونه متفوق على غيره من مصادر التوليد الأخرى، وذلك لاعتبارات كثافة الطاقة الإنتاجية لهذه الصناعة، وانخفاض نسبة الكربون منها، ولأنها تحتاج لمساحات محدودة من الأراضي على خلاف محطات الطاقة الأخرى. ولذلك، أطلق البعض على المصادر النظيفة للطاقة ومنها الطاقة النووية اسم "الطاقة الخضراء".

كما تذكر التقارير الصادرة عن شركة "أريفا" أن التقنية النووية تُشارك حالياً في خفض نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون العالمية بنسبة (10%)؛ كما أن هناك تقديرات أخرى تشير إلى أن تشغيل

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر–، مرجع سابق، ص307-308-309.
2. أحد الرواد المشاركين في تحالف من أجل الطاقة النظيفة والآمنة.

محطة نووية بقدرة (1) غيغاواط كهرباء تُشغل بحوالي (90%) من طاقتها الإنتاجية، يمكن أن تجنّب انبعاثات تُقدَّر بـ (1.5) مليون طن متري من الكربون سنويًا إذا ما تم إحلال هذه المحطة محل محطة كهرباء تعمل بالفحم. وبناءً عليه، فإن محطات الطاقة النووية الحالية تجنّب حوالي (556)مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً.

وقد أجرت عدد من الدراسات مقارنات عدة بين الدول التي تعتمد على المصادر الأحفورية في توليد الطاقة والدول المعتمدة على المصادر النووية والطاقة المتجددة؛ وقد اتضح أن الدول الأكثر استخداماً للطاقة من مصادر أحفورية تعتبر من أكثر الدول تلويثاً للبيئة. وعلى العكس من ذلك بالنسبة للدول المعتمدة على مصادر الطاقة النظيفة ومنها الطاقة النووية، مثل النرويج والبرازيل، حيث تولّد حوالي (80%) أو أكثر من احتياجاتهما من الكهرباء من الطاقة المائية؛ كما تساهم الطاقة النووية في العديد من الدول بنسب لا يُستهان بها، كفرنسا وسويسرا والسويد، مما كان له بالغ الأثر في الحد من معدّلات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في تلك الدول[1].

أما من ناحية الأمن الغذائي، فإن للطاقة النووية دورٌ مِحوري في حل أزمة الغذاء العالمي من خلال استخدام النظائر المشعة في الأبحاث الخاصة بالزراعة والإنتاج الحيواني[2]، وذلك عن طريق تعقيم الحشرات والقضاء عليها وتحسين السلالات النباتية وملائمتها للبيئة الزراعية، ورفع قدرتها على التأقلم تحت ظروف جو معين، وتربة خاصة، وضبط عملية التسميد، وتحديد الأسمدة النافعة، وكميات المياه المناسبة للري ومواعيدها؛ ما يساعد على ترشيد استخدام المياه خاصةً في المناطق الفقيرة، ومعرفة طرق تسمين الأغنام والطيور بسرعة، ودراسة إدرار اللبن من الأبقار، وتكاثر الحيوانات، وإنتاج بيض الدواجن، كل ذلك يعود بالنفع على المردود الاقتصادي وسد العجز الحاصل في مجال الزراعة وتحقيق الأمن الغذائي[3].

وفي عام (2021م)، استحدث المركز المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) والوكالة الدولية للطاقة الذرية منهجيات أثبتت صحتها لغرض القياس الدقيق للغازات الدفيئة، بهدف تقدير كمياتها والوقوف على تأثيرها في الزراعة؛ كما أصدرت آليات توجيهية تُبيّن بالتفصيل أساليب تطبيق تقنيات اقتفاء النيتروجين-15، من أجل إجراء قياس دقيق لانبعاثات غاز أكسيد النيتروز، وهو غاز دفيئة

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص307-308-309-310.
2. محمود ماهر محمد ماهر، نظام الضمانات الدولية للاستخدامات السلمية للطاقة النووية، رسالة دكتوراه، جامعة عين شمس، القاهرة، 1980م، ص19-20.
3. غسان هاشم الخطيب، الطاقة الذرية واستخداماتها، منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية، 1984م، ص201-205.

مفعوله أشد بما يعادل (300) ضعف مقارنة بثاني أكسيد الكربون. هذا يهدف إلى تحديد المصادر الدقيقة لانبعاث هذا الغاز، من أجل التدخل الفعال للتخفيف من آثاره؛ وقد استخدم الباحثون تقنيات اقتفاء النيتروجين-15 بنجاح في باكستان، والبرازيل، والصين، وبنغلاديش، وكوستاريكا[1].

وأخيراً، استطاعت الطاقة النووية جذب الاهتمام الدولي نظرًا لدورها الفعّال في الاستراتيجيات طويلة المدى، والتي تهدف إلى الحد من مخاطر ظاهرة الاحتباس الحراري على مستوى العالم، كما أنها قادرة على تحقيق الاستدامة البيئية، ورغم ذلك، لا يزال هناك نقاش مستمر حول دور الطاقة النووية في تحقيق أهداف التحول الطاقي، والحد من انبعاثات الكربون؛ وذلك نتيجة العقبات التي يواجهها قطاع الطاقة النووية من مخاطر بيئية مرتبطة بتلوث الهواء، والتلوث الحراري، والسلامة، وتقييمات السلامة النووية،وذلك في حالة حدوث تسرّب إشعاعي من المخلفات النووية المدفونة في باطن الأرض، أو تعرض المنشآت النووية لمشكلات إشعاعية يترتب عليها آثار بيئية وصحية يستحيل التعامل معها.

- **الفرع الثاني: المعوّقات المرتبطة بميدان الصناعة النووية**

الإنسان بطبعه عدوّ ما يجهل، ونحن كبشر أصبح لدينا هلع مُبالَغ فيه لمجرد ذكر الطاقة النووية ومفاعلاتها؛ وذلك بسبب السوابق النووية المدمرة وما تبعها من شيوع مفاهيم خاطئة تُؤيد النفور منها. ويتضح هذا حتى بالنسبة للدول الأوروبية، كفرنسا، التي تعتمد في جزء كبير من كهرباء البلاد على الطاقة النووية، حيث تخرج العديد من المظاهرات ضد المفاعلات الموجودة لديها.

فموضوع التشغيل النووي لا يُنكر أنه قد يُعرّض جوانب مختلفة من الحياة اليومية لتأثيرات سلبية، مما قد يؤدي إلى انخفاض كبير في الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية للأفراد الذين يسكنون المنطقة المتضررة؛ إلا أن المختصين يحاولون بذل الجهود لمواجهة هذه المشاكل والتغلب عليها، للحد من مخاطرها والاستفادة منها باعتبارها طاقة المستقبل المأمول. ومن هنا سنرى ما إذا كانت هذه المخاوف النووية هي واقع حقيقي، أم مبالغة وتعظيم مفرط[2].

- **أولاً: التحديات الاقتصادية**

ظهرت العديد من الحجج المساندة لبعضها البعض، غايتها الطعن في تكامل القطاع النووي كأداة مجدية لتعزيز ودعم النماء الاقتصادي والاجتماعي؛ هذا على الرغم من تأكيدات أنصار الصناعة فيما يتعلق بكفاءتها من حيث التكلفة، التي تستند إلى تصور مُعاكِس لأنواع الطاقة الأخرى، حيث تراعِي حصرًا

1. محمود ماهر محمد ماهر، نظام الضمانات الدولية للاستخدامات السلمية للطاقة النووية، مرجع سابق، ص19-20.
2. أحمد الشاذلي، القنبلة النووية وما بعدها، مش مفهوم مع شنغين، يوتيوب.

النفقات المتعلقة بالتقنية النووية ذاتها، دون الأخذ في الحسبان النفقات المالية الكبيرة المرتبطة بالمراحل التشغيلية لهذه الطاقة، بما فيها بناء المنشآت النووية، ونفقات تشغيلها، والصيانة المستمرة، والتكاليف المتعلقة بالبحث والابتكار.

بالإضافة إلى ذلك، هناك التزامات مالية متعلقة بإدارة النفايات وأنشطة تفكيك وإيقاف التشغيل، والإشراف على الوقود المستهلك، والتعامل مع النفايات المشعة، وما إلى ذلك من أمور شتى؛ ما يجعل من النفقات المالية المرتبطة بعملية إنتاج الطاقة النووية في حد ذاتها منخفضة نسبياً، إلا أن حقيقة هذا المشهد تقف في مصلحة الرؤية المعارضة، التي تؤيد فكرة ضرورة تقديم البيانات المالية لكامل الإجراءات التشغيلية لهذه المسيرة، وذلك بعكس ما جاءت به مبادرة بناء محطة طاقة نووية في فنلندا، التي أعلنت فيها شركة الكهرباء "TVO" خلال مرحلة طلب الترخيص عن تكلفة (2.5 مليار يورو) لهذا المصنع الجديد "Olkiluoto 3"، وفترة بناء تستغرق أربع سنوات. لكن مع اختيار شركة "EPR" ارتفع السعر إلى (3.2)مليار يورو؛ وفي منتصف عام (2008م)، أي بعد عامين ونصف من بدء العمل، قُدِّرت تكاليف الاستثمار الإجمالية بنحو (5) مليارات يورو، ومدة البناء بـ سبع سنوات، ثم في عام (2012م) أقرت شركة "أريفا" بأن تقديرها للتكلفة النهائية كان (5.7) مليار يورو.

فكان من المفترض وضع كل ذلك في الحسبان منذ بداية أمر الإعلان عن المشروع؛ ومن ناحية أخرى، وبفعل التجربة العملية التي جاءت بها كل من الولايات المتحدة وبريطانيا، فقد ثبت أن تفكيك المنشآت النووية أثناء العمل ينطوي على تكاليف أعلى بعدة أضعاف من بناء المحطة ذاتها؛ وقد جاءت تقارير تكشف التكاليف المتعلقة بوقف تشغيل مصانعهم، حيث بيَّنت فيها لجنة التنظيم النووي أن التكاليف تصل إلى أكثر من (220)مليون يورو لكل مفاعل بالنسبة للولايات المتحدة، بينما جاء مكتب التدقيق الوطني البريطاني بتقارير تشير إلى أن عمليات التفكيك لصالح مشاريع نووية نشطة تصل تكلفتها إلى (23.5)مليار جنيه إسترليني، إلى جانب (105.3)مليار جنيه إسترليني لمواقع قديمة؛ بينما جاء تحليل آخر للتكلفة الإجمالية لتفكيك كافة المفاعلات، قد يصل إلى (6 أو 10)مليارات جنيه إسترليني لكل مفاعل، وهو ما يعادل (7 إلى 12)مليار يورو تقريبًا[1].

أما فيما يخص تكاليف التخزين النهائي، فقد ارتفع الاستثمار في التخزين الجيولوجي خلال السنوات الأخيرة من (15 إلى 35)مليار يورو، وذلك في عدة مشاريع كبرى حول العالم، كالمشروع الفرنسي

1. حسام عبد الأمير خلف، التنمية المستدامة والطاقة النووية-العلاقة الجدلية- مجلة العلوم القانونية، جامعة بغداد -كلية القانون-، المجلد34، العدد1، 2019م، ص287.

المعروف بـ (المركز الصناعي للتخزين الجيولوجي العميق)، كما تدَّعي الجماعات الرافضة للتقنية النووية بأن أي مكاسب تُجنى من هذه المنشآت تُعد ضئيلة جداً مقارنة بالخطورة الكامنة بها من حيث الأمان؛ بالإضافة إلى أنه خيار يتسم بعدم الفعالية في تحقيق الانتعاش الاقتصادي، وتحفّه مخاطر جمة، خاصة إذا ما قورن ببدائل الطاقة المتجددة؛ وعلاوة على شكوكهم حول مقدرة هذه الصناعة في خفض التكاليف، يشيرون إلى خطورتها في المستقبل إذا ما اتُّبعت تقنيات جديدة ومُتطوّرة[1].

وفي الجهة الأخرى، يأتي المؤيدون للتقنية النووية باعتبار أن هذه الطاقة هي المنبع الوحيد من منابع توليد الطاقة الذي ينضوي في حساب نفقاته التشغيلية جميع مراحل دورة حياتها، على خلاف مصادر توليد الطاقة البديلة، خاصة تلك المعتمدة على الوقود الأحفوري؛ وذلك يناقض ما جاء به المعارضون، كما أنه إذا ما حُسبت تكاليف الصيانة والتفكيك والدعم ضمن الإطار العام للطاقة المتجددة، فمن المؤكد أن يتفاقم العبء المالي لمصادر الطاقة هذه بشكل واضح.

أما المستنكرون، فقد ذهب بعضهم، أمثال "ستيفن توماس[2]"للقول بأن البنية الاقتصادية التي تحكم قطاع الطاقة النووية جدلية بالدرجة الأولى، وأن التخمينات والتنبؤات المتعلقة بهذه الصناعة عادة ما تكون مُؤَمَّلة للغاية؛ وربما يرجع ذلك إلى أن واضعي مزاعم هذه التقديرات غالباً ما يكون لهم منفعة شخصية للترويج لهذه الصناعة. كما يضيف بأن سجل التوقعات كان معيباً للغاية، وذلك نظراً لمحدودية البيانات والمعلومات المتوفرة عن التكاليف الفعلية للبناء النووي؛ وأن تكلفة الصناعة النووية تكون غير تنافسية مقارنة بصناعات توليد الطاقة الأخرى، سواء المعتمدة في تشغيلها على مصادر الوقود الأحفوري أو تلك العاملة بالطاقة المتجددة، خاصة في ظل أسواق الكهرباء التنافسية. ويرى أن تدخل ودعم الدولة لاقتصاد هذه الصناعة يعد أمراً ضرورياً لإحياء هذه الصناعة، لكي تأخذ مكاناً لها بين مصادر توليد الطاقة الأخرى؛ علاوة على ذلك، ينبه توماس إلى أن القطاع النووي يواجه هبوطاً كبيراً في المهارات والعمالة المؤهلة في هذا المجال، مما يحول دون عملية تطوير وتحديث هذه الصناعة في المستقبل[3].

وردًا على هذه الانتقادات، يأتي "ألفريد فوس[4]" للتعبير عن وجهة نظره، وقد أجرى تحليلاً يقارن بين التكاليف المرتبطة بتوليد الكهرباء من مصادر مختلفة، فحسِب أنه على الرغم من النفقات المرتفعة

1.أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص116.
2. ستيفن توماس: أستاذ سياسة الطاقة في جامعة غرينتش بلندن، يعد خبيراً في اقتصاديات وسياسات الطاقة النووية ومعروف بانتقاده المكثف للطاقة النووية.
3. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص116.
4. ألفريد فوس: ألماني، متخصص في علم الطاقة وتنظيم أنظمة الطاقة، مع التركيز على الطاقة النووية، عمل كباحث في معهد تطوير المفاعلات النووية، داعم قوي للطاقة النووية كخيار بيئي واقتصاد مستدام.

المتكبّدة خلال مراحل هذه التقنية، فإن التكلفة المتوقعة للكهرباء المنتجة من هذا المصدر تظل أكثر تنافسية من تلك الناتجة عن المنشآت التي تعتمد على الغاز الطبيعي والفحم الصلب، كما تعد أكثر تنافسية بكثير من الكهرباء المولّدة من محطات طاقة الرياح، ويرى فوس أنّه بإمكان هذه الصناعة أن تحرز وتحقق عوائد وأرباح مالية هامة للمستثمرين في هذه الصناعة[1].

بالرجوع إلى مُناقِضي هذه الصناعة، فإنهم يرون أنه حتى لو برهنت التصميمات والمخططات الجديدة للمحطات النووية أنها أكثر أماناً في الممارسة الفعلية، فإنها لن تكون أرخص بالضرورة؛ إذ أن الحسابات الصادرة عن الوكالة تُشير إلى أن التكلفة للمحطات النووية الجديدة ستبلغ نحو (2000) دولار لكل كيلوواط من الكهرباء، مقارنة بنحو (1000 إلى 1200) دولار للمحطات التي تُدار بالفحم، و(500) دولار فقط لكل كيلو واط للمحطات التي تُدار بالغاز الطبيعي. كما يرى هذا الاتجاه أن التكلفة الفعلية لإنتاج الطاقة من المحطات النووية اليوم هي على الأقل ضعف التقديرات المعلنة؛ وذلك متى وضعنا في الاعتبار المساعدات المتنوعة التي تحصل عليها هذه المحطات، سواء الحكومية أو الخارجية منها، ويرى هؤلاء أنه عندما يتم إجراء أي تقييم بشأن التبعات المالية للطاقة النووية ومصادر توليد الطاقة الأخرى، فغالباً ما تميل هذه المقارنة لكفة الطاقة النووية، وينبع ذلك من غموض الخطاب حول الوقت المستغرق لبناء المفاعل، وتكلفة تمويل البناء، والحوادث وآثارها السلبية، والتداعيات الاقتصادية الناجمة عن مثل هذه الحوادث.

ولكن، يرد المؤيدون للطاقة النووية بأن المُكنَة التنافسية للصناعة النووية من حيث التكاليف، والتي أَبَانَتْها العديد من المحطات القائمة حالياً داخل القطاع النووي، تُبشّر بمستقبل واعد لنمط جديد تماماً من الاقتصاديات الجديدة للطاقة النووية؛ كما يشير المتحمسون إلى تلك التصميمات الجديدة الواعدة، "مثل تصميم الطبقة الحصوية الذي أثار اهتمام شركة إكسيوم في جنوب أفريقيا"، بأنها ستكون أكثر أماناً وأرخص من مثيلاتها الموجودة حالياً، وذلك بسبب نضج هذه الصناعة ونموها، ويتصورون أن كلاً من الشركات والمُنظِّمين لهذه الصناعة قد استفادوا مما سلف من أخطاء، وكيفية تفادي الوقوع في مأزق مُكلف دون داعٍ، مثل ما حدث في حادثة "ثري آيلاند" ونظيراتها؛ كل هذا يصب في مصلحة المحطات النووية الجديدة، إضافة إلى أن بناء عدد أكبر من المحطات النووية الكبيرة مع امتثال نظام التصاميم القياسية والموحدة سيمكنهم من الاستفادة من الاقتصاديات الضخمة لهذه الصناعة، بدلاً من إتباع طريقة الاستثمار دفعة واحدة غير المُجدي اقتصادياً، والذي كان مُتعباً فيما مضى.

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر–، المرجع سابق، ص116.

بينما يرى المخالفون أن بناء عدد أكبر من المحطات النووية بأحجام كبيرة سيُولّد مزيداً من الإشكالات التي ستؤدي بدورها إلى زيادة التكاليف؛ أما رؤية تحقيق الاقتصاديات الكبرى من خلال بناء العديد من المحطات، فتقوضها حقيقة أن سوق الكهرباء في الدول المتقدمة لا تنمو بالسرعة التي تستلزم بناء عدد كبير من محطات الطاقة الضخمة.[1].

بينما في الواقع نجد أن المفاعلات النمطية الصغيرة (SMRs) والمفاعلات الصُغرية قد أضحت بالفعل تتحول إلى حقيقة ملموسة؛ حيث قال "فريدريك ريتسما"، رئيس فريق تقنية المفاعلات النمطية الصغيرة في الوكالة، "تُوفر المفاعلات النمطية الصغيرة والمفاعلات الصغرية طاقة منخفضة الكربون شأنها شأن المفاعلات النووية الكبيرة، لكنها أصغر حجماً وأكثر مرونة وأقل تكلفة، لذا يمكن استخدامها في شبكات قوى أصغر، ويمكن وضعها في أماكن يصعب الوصول إليها، حيث لا يكون من العملي بناء المفاعلات الكبيرة بها"، وأضاف أن "العديد منها صُمّم لتقديم خدمات غير كهربائية، بالإضافة إلى إنتاج الكهرباء، مما يضيف إلى فوائدها من حيث توفير الطاقة النظيفة وفعالية التكلفة"؛ ومن المرتقب أن تُولّد المفاعلات النمطية الصغيرة ما يصل إلى (300) من القوى، وأن تُولّد المفاعلات الصغرية ما يصل إلى (10)ميغاواط كهربائي، بحسب تصميم كل منها، بالإضافة إلى طرازها النمطي، والذي يعزز من قضية الأمان وتأهيلها على توليد الطاقة بكفاءة، والمرونة في الاستجابة إلى الطلبات المتقلبة؛ علاوة على تصميماتها الأكثر تبسيطاً، التي تجعل بناءها أسرع وأقل تعقيداً مقارنة بالمفاعلات الحالية، ما يجعل عملية إنتاج ونشر نُسَخ إضافية منها أيسر وأكثر فعالية من حيث التكلفة[2].

كما يرد المؤيدون على هذا النقد بدليل معهد معطيات المرافق الكهربائية الأمريكية وقواعد بياناته، بأن تكاليف إنتاج الكهرباء بالطاقة النووية في المحطات النووية الحالية في الولايات المتحدة أقل بقليل من التكاليف في محطات الكهرباء العاملة بالفحم، وتبلغ تقريباً ثلث التكاليف في محطات الطاقة العاملة بالغاز؛ ولكن ذلك يعود بالدرجة الأولى إلى كون أصحاب المحطات قد استردوا الآن كامل التكاليف التي تم إنفاقها، والمتمثلة في تكاليف البناء وتكلفة شراء الأجهزة والمعدات الخاصة بالمفاعلات النووية الـ (104) العاملة في الولايات المتحدة.

بالرجوع إلى المعارضين، فإنهم يرون أن امتداد وسِعة عمر المحطة قد يستدعي إنفاقاً جديداً لاستبدال الأجهزة المتهالكة، ولوضع المَنشأة وفق معايير الأمان المطلوبة؛ كما أن امتداد عمرها ليس ممكناً

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص117.
2. إيرينا تشاتزيس، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة –مفاعلات صغيرة إمكانات كبيرة-، مرجع سابق، ص16.

دائماً، وعلى سبيل المثال، فإن محطة "AGRS" البريطانية التي كانت مُصممة لفترة تشغيل حوالي (25) سنة يُتوقع الآن أن تستمر إلى (35) سنة أخرى، لكن امتدادها لفترة أخرى يكون غير مُحتمل، ويرجع ذلك إلى مشاكل في التصميم[1].

ويرى رجال الصناعة أن هذا ليس بانتقاد في أصله، وإنما يُحسب لصالح الصناعة النووية؛ وذلك لأن عند تصميم المحطة وبنائها، يُحدد لها عمر بانقضائه تخرج عن العمل، ما يعني أن امتدادها لوقت يتخطى بكثير الجدول الزمني الأصلي المتوقع، قد يصل إلى (40)سنة إضافية، يُعد فرصة ممتازة لتحسين استدامة التوليد النووي الحالي. ومع ذلك، هناك محطات قوى نووية تُصمَّم من البداية على نحو معين لا يسمح معه تحديثها بسهولة أو بتكلفة مجدية، أي أنها منذ البداية غير مناسبة للتشغيل طويل الأجل، وتُعد تكلفة تحديث محطة نووية بقصد التشغيل طويل الأمد أقل بكثير من بناء محطة نووية جديدة؛ وبفضل التطورات والتحسينات الكثيرة التي أُجريت على هذه الصناعة، مثل اللحام بأشعة الليزر، واللحام بحفز الاحتكاك، ومواد مثل الفولاذ المزدوج المقاوم للصدأ التي توفر مقاومة أفضل للتآكل، كل ذلك جعلها مؤهلة للاستمرار بطريقة مأمونة لفترة أطول، ما يجعلها أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية لمواصلة تشغيل محطة القوى النووية.

ويعمل الباحثون على إنماء وتطوير فهم أفضل لكيفية تأثير ظروف التشغيل المختلفة داخل محطة القوى النووية في مكوّناتها وهياكلها؛ فعلى سبيل المثال، في حالة مفاعلات "كاندو" في أونتاريو بكندا، والتي دخلت الخدمة بين عامي (1970م) و(1993م)، مكّنت أبحاث علم المواد وفحص المكوّنات بعضَ المكوّنات من التشغيل بطريقة مأمونة لـ (10)سنوات إضافية بعد (30)عامًا المتوقعة، ما يعني تمديد فترة التشغيل لهذه المفاعلات لمدة تصل إلى (40)عاماً، وهذا يعني أن بعض المفاعلات التي شُيِّدت في الثمانينيات تواصل تشغيلها بطريقة آمنة حتى ستينيات القرن العشرين[2].وقال "ستيفانو مونتي"، رئيس قسم تطوير تقنية القوى النووية في الوكالة، "صُمِّمت المفاعلات المتقدمة بحيث يتواصل تشغيلها لمدة ستة عقود أو أكثر، ومن المتوقع أن تُبسِّط عمليات الترخيص وتفي المفاعلات المتقدمة لغرض الحد من تأثير المناخ، وهو الأمر الذي يستلزم تنفيذاً سريعاً واستدامة طويلة الأجل؛ ومشاركة الجمهور وقبول الجمهور أمر بالغ الأهمية لمستقبل القوى النووية، ومع استمرار تحسين تصاميم المفاعلات من منظور الأمان ومنظور الاقتصاد على حد سواء، فإن تصور المجتمع العالمي

1. أندرو بانترسون، تغير الظروف لصالح القوى النووية، نشرة واشنطن، مكتب برنامج الإعلام الخارجي، 2008م، ص1، على الرابط:www.american.gov/st/envarabic/2008/September/2008

2. كارلي ويليس، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة – التقدم في علوم التكنولوجيا المواد يزيد من فوائد الطاقة النظيفة المتأتية من القوى النووية، مرجع سابق، ص9-10.

لهذا المصدر الحيوي للكهرباء منخفضة الكربون سيكون كذلك أيضاً"؛ ما يعني أن هذه السمات تُوسّع من نطاق الإمكانات التشغيلية، وتُحسِّن إلى حد بعيد اقتصاديات محطات القوى النووية.

علاوة على ما سبق، يبرز المعارضون بالقول أن الحاجة تتطلب ميزانية إضافية بسبب تكلفة الأمن المركزي، حيث كشف حادث فوكوشيما النووي عام (2011م) الحاجة إلى مزيد من التدابير للتخفيف من عواقب الحوادث الخطيرة في محطات الطاقة القائمة، وكذلك في محطات توليد الكهرباء قيد الإنشاء؛ فعلى سبيل المثال، نشرت هيئة السلامة النووية الفرنسية عام (2012م) تقريراً يتطلب سلسلة من الأعمال في جميع محطات الطاقة الكهربائية في فرنسا، لتحسين مقاومتها في حالة حدوث أي طارئ؛ وقدَّرت أنه سيتم إصدار فواتير بقيمة (10 مليارات يورو) لهذه الأعمال المستقبلية[1].

يتضح من كل سبق، أن للطاقة النووية خطة تكاليف عالية في بداية عمر تشييدها مقابل انخفاضها عند التشغيل؛ كما تجد أن المنافسة الاقتصادية للمجال النووي تعتمد على البدائل المتوفرة لمصادر توليد الطاقة، وعلى حجم استهلاك الكهرباء بوجه عام في البلاد وسرعة نموه، كما تعتمد على القيود البيئية؛ ومِنْ ثَمَّ، فإن المنافسة الاقتصادية للطاقة النووية مختلفة عبر الدول والمناطق المختلف[2]، وهذا ما تراه الباحثة، إضافة إلى نجاح الدول الغنية الكبرى في جعل هذه الطاقة جزءًا من مزيج مستدام يجمع بينها وبين المصادر المتجددة والتي تنسجم مع العامل البيئي أثناء استغلالها ويؤيد ذلك عدد من المشاريع النووية الضخمة لهذه الدول.

- **ثانياً: الآثار الاجتماعية**

تكمن هذه الآثار في عدم صلاحية أنظمة الأمن والسلامة النووية وشعور الخوف لدى السكان، بسبب احتمالية حصول الحوادث الناتجة عن خلل تقني أو بشري أو بسبب طبيعي؛ الأمر الذي يؤدي إلى مستوى من النشاط الإشعاعي يشكل مخاطر محتملة على الصحة العامة والنظم البيئية،وقد حدث ذلك بالفعل في كارثة "تشرنوبل" في أوكرانيا، والتي كانت بسبب الخطأ في تقدير تهدئة التفاعل النووي، ومِنْ ثَمَّ خروجه عن السيطرة؛ وقد أدى ذلك إلى بقاء الإشعاع لسنوات حُظرت فيها المنطقة بالكامل، بل قد وصل الرماد المشع إلى أوروبا الغربية، وإلى الآن لا تزال آثار الإشعاع باقية في المبنى نفسه، وكذلك مجمع "مایاك" النووي في الاتحاد السوفيتي عام (1957م)، والذي صُنِّف في المستوى (6) من

1. مات فيشر، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة – المفاعلات المتقدمة تساعد على تمهيد الطريق للقوى النووية لتحقيق الأهداف المناخية ، مرجع سابق، ص11-12.
2. تمويل محطات الطاقة النووية الجديدة، سلسلة الطاقة النووية للوكالة الدولية للطاقة الذرية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية النمسا، فيينا، 2008م، ص24.

مقياس "INES" من حيث النطاق، حيث تسبّب في نفايات مشعة خارج الموقع، وأسفر عن ذلك موت ما لا يقل عن (200 شخص)؛ وقد تم إخفاء الحادث من النظام السوفيتي حتى عام (1976م)، حيث تم الكشف عن المعلومات الأولية من قبل عالم الأحياء السوفيتي "جوريس ميدفيديف"، الذي هاجر إلى إنجلترا فيما بعد.

أما جزيرة "ثري مايل" في الولايات المتحدة الأمريكية عام (1979م)، فقد حصل الحادث نتيجة فشل مضخات الإمداد بالمياه في الدائرة الثانوية لأحد المفاعلات، بسبب سلسلة من الفشل الميكانيكي والأخطاء البشرية، مع عدم وجود إجراءات أدت إلى عيوب في التصميم، ومِنْ ثَمَّ ذوبان قلب المفاعل؛ وعلى الرغم من الجسامة الشديدة للحادث، انقضى الأمر بسلامة، وظل انطلاق المنتجات المشعة منخفضاً، ولم تحدث وفيات حينها[1].

كذلك، يبرز الخوف من تأثر محطات القوى النووية بالظواهر الطبيعية الشديدة، مثل الزلازل، والأعاصير، والنشاط البركاني، والعواصف الجليدية، والفيضانات؛ وذلك لضعف القدرة التصميمية للمحطات النووية أمام قوة العواصف والأعاصير، ومثال ذلك حادثة "فوكوشيما دايتشي" للقوى النووية في اليابان في مارس عام (2011م)، والتي نجمت عن تسونامي أعقب زلزالاً مدمراً، حيث تضررت محطة القوى النووية بسبب ما جرى وما ترتب عنه من انفجارات الهيدروجين، ورغم هذه الكارثة لم تحدث وفيات البتة.

وقد تكاثفت الجهود عقب هذه الحادثة باتخاذ خطوات ملموسة لزيادة تعزيز الأمان في محطات القوى النووية القائمة، وتحسين تصاميم المحطات الجديدة ضد الظواهر بالغة الشدة؛ وتشمل هذه التدابير، على سبيل المثال، خيارات التبريد البديلة، والمولدات الاحتياطية المؤهلة بيئياً، والدروع والأختام للحماية من الرياح، والحواجز والسدود لحماية المواقع من الفيضانات[2].

- **ثالثاً: تقييم الأثر البيئي للطاقة النووية**

من بين أهم العقبات التي تُعطّل عمل الطاقة النووية، تتشكل في المخاطر البيئية المرتبطة بتلوث الهواء، والتلوث الحراري، وتقييمات السلامة النووية؛ وذلك في حالة حدوث تسرب إشعاعي من المخلفات النووية المدفونة في باطن الأرض، أو تعرض المنشآت النووية لمشكلات إشعاعية، يترتب عليها آثار بيئية وصحية يستحيل التعامل معها.

1. حسام عبد الأمير خلف، التنمية المستدامة والطاقة النووية-العلاقة الجدلية-، مرجع سابق، ص288.
2. مات فيشر، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة - صمود القوى النووية وأمانها في وجه الظواهر البالغة الشدة-، مرجع سابق، ص7.

أ. النفايات النووية

تُخلِّف الأنشطة المدنية لاستخدامات الطاقة النووية إشعاعات ضارة تُعرف باسم النفايات النووية المُشعة، وتُعد من أخطر مصادر التلوث الإشعاعي؛ ويكمن ضررها في احتوائها على إشعاعات تزيد عن الحد الطبيعي المسموح به. فقد تصل فعلياً النفايات المُشعة من المفاعلات النووية العالمية إلى مئات الآلاف من الأطنان سنوياً، وذلك تقديراً لإجمالي النفايات بجميع مستوياتها؛ وتتكون هذه النفايات بشكل أساسي من عملية انشطار المواد النووية داخل المفاعلات، حيث تتراكم المنتجات الانشطارية داخل قضبان الوقود، ما يسبب في انتهاء عمر المواد النووية وانخفاض كفاءتها.

ويحدث ذلك بشكل واضح عندما تصل النسبة التي تنشطر بها الذرات، مثل (اليورانيوم-235)، إلى نحو (3 إلى 5%) من مجموع ذرات المادة المُشعة في الوقود، ما ينتج عن ذلك نظائر انشطارية مثل "السيزيوم-137" ذي الإشعاع الشديد؛ وبمرور الوقت تتحول الذرات الأصلية إلى ذرات عناصر أخرى، بتراكم النواتج الانشطارية التي تمتص النيوترونات، ومِنْ ثَمَّ تضعف التفاعل، ويترتب على ذلك أن الوقود النووي، عندما يصبح مستهلَكاً، تكون فيه بعض نواتج الانشطار التي تَشُع جسيمات مثل أشعة بيتا وجاما.

وتُعد إدارة هذه النفايات النووية من أكبر التحديات التي تواجه مستخدمي الطاقة النووية؛ حيث تتم عملية التخلص منها بطريقة صعبة ومُسيئة لكافة عناصر البيئة من ماء وهواء وأرض زراعية وغيرها، وذلك من خلال الدفن، ما يعود على فساد الأطعمة التي تتم زراعتها في الأراضي الملوثة، فضلاً عن حالة استنشاق الهواء الملوث بالإشعاعات، والتي سيؤثر سلباً على حياة الإنسان وإصابته بالعديد من الأمراض، ولا يقتصر حجم الكارثة على وقت محدد ومِنْ ثَمَّ تتلاشى المخاطر الإشعاعية، بل إن تأثيرها على البيئة يمتد لآلاف السنين، ما يضيف مشكلة جديدة لمشاكل تلوث البيئة[1]، وعند ظهور مشكلة النفايات ولغرض الاستفادة من ثمرات الطاقة النووية السلمية سارعت الدول لمحاولة إيجاد حلول مناسبة لهذه المشكلة الخطيرة وأوضحت أن النفايات النووية على نوعين[2]:

- **النوع الأول:** تنقسم النفايات إلى ضعيفة الإشعاع، ويكون هذا النوع عادة في الملابس والمعدات الملوثة وبعض الأجزاء من المفاعلات، أو متوسطة الإشعاع، وتظهر على هيئة غاز أو سائل؛ وهذه النفايات تنتج عادة من الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في الطب،

1. توفيق قوميدي، الضمانات القانونية لاستخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية، مرجع سابق، ص36-37.
2. فهد أحمد عبد الرحمن العنزي، الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، أطروحة دكتوراه، الجامعة الأردنية، الأردن، 2017م، ص31.

والزراعة، والأبحاث العلمية، والتشغيل الآمن لعدد من المنشآت النووية، ومثل هذه النفايات لا تؤدي إلى حدوث أضرار كبيرة لسببين رئيسيين؛ الأول أن حجمها صغير لا يزيد على (500 متر مكعب) في السنة لكل محطة نووية تصل قدرتها إلى (1000 ميجاواط)، علماً بأن هذه النسبة قد تنخفض إلى نحو (100-200 متر مكعب) سنوياً بعد المعالجة، كمفاعل "PWR" النموذجي بقدرة (1000 ميجاواط)، وكذلك قدرة كوريا على تقليص النفايات المنخفضة من (120 إلى نحو 50 متر مكعب) عبر مبادرات تقليل حجم النفايات. والثاني أن الإشعاع الصادر منها لا يستمر طويلاً، فهو لا يتجاوز عادة (500 عام) على وجه التقريب، ويتم عادة حرق هذه المواد البسيطة إذا كانت صلبة، أو تبريد هذه النفايات إلى درجة حرارة معقولة، ثم تُخزَّن تلك المواد التي تحتوي على تركيزات إشعاعية قليلة إلى متوسطة في أحواض مُحكمة، والاحتفاظ بها في باطن الأرض، وعادة ما تُحاط هذه الأماكن بجُدُر من الأسمنت، منعاً لوصول الإشعاعات إلى المياه الجوفية والعوامل الجوية؛ أو تُرسَل إلى أماكن معالجة إذا كانت سائلة، من أجل فصل النظائر المُشعة الموجودة بها، وإعادة المياه بعد تنقيتها من أجل استخدامات فنية أخرى. ومِنْ الطرائق المشهورة كذلك الترسيب، والامتصاص، والتبخير، والتبادل الأيوني، وعادة ما تُستخدم هذه الطرق في معالجة النفايات المشعة المتوسطة والكبيرة.

- **أما النوع الثاني:** تتمثل في بقايا الوقود المُستهلك بعد احتراقه، حيث ينشطر جزء من مركّبات مثل (اليورانيوم-235) و(البلوتونيوم-239)، لينتج طاقة ونيوترونات ونظائر مُشعة قوية جداً تُطلق أشعة بيتا وجاما، وتمتزج مع اليورانيوم والبلوتونيوم غير المُنْشطِر؛ ومِنْ ثَمَّ تتكون النفايات المُشعة الخطرة التي تستمر زمناً طويلاً، تحتاج معه إلى إدارة دقيقة جداً، كعزل هذا النوع من النفايات عن البيئة لآلاف السنين لحين انحلال المواد المُشعة؛ وعليه، يجب اتخاذ إجراءات خاصة للتخلص منها:

- الطريقة الأولى (الدفن الصخري): يتم دفن هذه النفايات في خزان صخري يقع على عمق كبير من سطح الأرض، يصل إلى (25 متراً)، ويتكون هذا الخزان من جُدُر سميكة من الأسمنت، ويتم تقسيمه من الداخل ليتناسب مع خطورة هذه النفايات؛ ومثال ذلك ما قامت به دولة السويد للتخلص من نفاياتها في إحدى محطاتها النووية، وهي محطة "أوسكار شامن".
- الطريقة الثانية (التخزين والعزل): تتضمن تخزين هذه النفايات في مواد عازلة مثل الخزف أو الزجاج، وبذلك يتم عزلها تماماً عن البيئة المحيطة بها، قبل أن يتقرر التخلص منها نهائياً في مناطق جيولوجية مناسبة لهذا الغرض؛ وبعد ذلك تُدفَن هذه الأوعية في مدافن جيولوجية بعيدة

عن السكان والمناطق الحساسة، كما تُفرض رقابة مستمرة على مثل هذه المواقع؛ وقد استُخدمت هذه الطريقة في فرنسا عام (1969م)[1].

وبالتالي، فإن قضية التخلص من النفايات النووية بشكل آمن يعتبر نقطة جوهرية لفاعلية استخدام الطاقة النووية بطريقة مستدامة بيئياً.

ب. تشغيل المفاعلات النووية والحوادث الناجمة عنها

إن في إنشاء وتشغيل المفاعل النووي مجازفة يكمن في طياتها العديد من المخاطر، منها حوادث هذه المفاعلات وما ينشأ عنها من تلوث النظم البيئية؛ حيث تعتمد شدة التلوث على نوع الحادث، والطريقة التي تنتقل بها الغيمة المُشعة، واكتظاظ السكان في المنطقة المُلوثة بالمفاعل. ما يعني ضرورة اعتبار الأولوية عند اختيار الموقع الذي سيُقام عليه المفاعل النووي، بحيث يكون بعيداً عن مساحات الزراعة، ومجاري المياه السطحية والجوفية، تلافياً للمخاطر التي قد تنتشر من الحوادث التي تتعرض لها المفاعلات، فينتج عنها تلويث للبيئة وما يلحقه من آفات تتعرض لها الكائنات الحية، وفي مقدمتها الإنسان؛ ففي يوغسلافيا، مثلاً، وبسبب قلة كفاءة المشغلين، انفجر مفاعل "فينكا" (Vinča) عام (1958م) نتيجة الخطأ في التشغيل؛ وكانت عاقبة ذلك وفيات وإصابات إشعاعية لعدد من العاملين به، فضلاً عن تلوث البيئة القريبة من السكان.

كذلك من أشهر الحوادث النووية حادث مفاعل "تشرنوبل" عام (1986م)، والذي كان بسبب الأخطاء البشرية في تصميم المفاعل؛ وقد أدى الانفجار إلى دفع كميات هائلة من الغبار المُشِع إلى الجو، وكوّنت نواتج الانفجار سحابة ضخمة من الغاز والغبار انتشرت فوق مكان الحادث لمسافات طويلة، وكان لها تأثيرات مروعة على البيئة بكل مجالاتها، أضف إلى هذا الخطر، العمليات الروتينية والبحثية للمفاعلات، كتشعيع العناصر الثابتة للحصول على عناصر مُشعة، وما يتبع ذلك من إذابة لهذه العناصر وتنقيتها وتحضيرها للاستخدام المعملي، ومِنْ ثَمَّ احتمالية وقوع تسرب لجزء من هذه العناصر إلى البيئة؛ وذلك كما حدث في كندا عام (1952م)، حيث انصهرت قضبان اليورانيوم بأحد المفاعلات نتيجة لخطأ في الماء العادي، وتسرَّبت كميات كبيرة من المواد المُشعة للبيئة حول المفاعل، وتلوّث المفاعل نفسه.

1. فهد أحمد عبد الرحمن العنزي، المرجع السابق، ص31.

كذلك الأمر عند تجهيزات تصنيع وقود المفاعلات النووية من اليورانيوم، وإعادة تصنيع الوقود المُستهلَك للحصول على مواد ذرية أساسية مثل البلوتونيوم، وما ينتج عنه من مخلفات ضخمة من مواد إشعاعية تُصرف إلى بحيرات خاصة، مثل ما هو عليه الحال في معامل "أوكريدج" القومية بالولايات المتحدة الأمريكية، حيث إن الاحتمال كبير في تسرب أجزاء من هذه المخلفات إلى البيئة[1].

ج. المخاطر البيئية المرتبطة بتلوث الهواء

كثيراً ما يحتج أصحاب القطاع النووي على أن هذه الصناعة نظيفة وخالية من الكربون، بحيث لا ينتج عن مفاعلاتها النووية أي من ثاني أكسيد الكربون أو ثاني أكسيد الكبريت أو أي انبعاثات مُلوثة أخرى في الغلاف الجوي، على عكس الانبعاثات المرتبطة باحتراق الوقود الأحفوري؛ ما جعل المدافعين عن البيئة يتبنون فكرة تشييد المزيد من مرافق الطاقة النووية، باعتبارها صديقة للبيئة، وذلك لغرض تقليص غازات الاحتباس الحراري المسؤولة عن تغير المناخ.ووفقاً لذلك، تأتي معظم الأبحاث المعاصرة لتؤكد أن الطاقة النووية تُعد من أكثر الطرق الآمنة والملائمة للبيئة التي عرفها العالم لإنتاج الطاقة؛ ومِنَ المتوقع، عند هؤلاء، أن تُقام مزيداً من التحسينات الخاصة بتدابير الأمن والسلامة النووية في المستقبل القريب، بما يتماشى والتطورات في العلوم والتقنية.

وفي مقابل اعتبار هذه الطاقة من المصادر الأقل تهديداً للبيئة، باعتبار أن الأضرار المرتبطة بها تُعتبر ضئيلة نسبياً عند النظر في سلسلة الانبعاثات وما يتبعها من آثار مباشرة وغير مباشرة، على النقيض من تلك التي تُشكلها موارد الوقود التقليدية، حيث يظهر الفحم والنفط في المقدمة يليهما الغاز الطبيعي كأعلى مصادر التلوث البيئي؛ ويُستشهد بذلك أنصار الطاقة النووية باعتمادها كبديل تقني إيجابي عن مصادر الطاقة الأخرى، وبصفة خاصة تلك المُعتمدة في تشغيلها على مصادر الوقود الأحفوري، والتي يتحقق عنها نسبة عالية من انبعاثات الغازات الدفيئة[2].

وفي ذات السياق، قامت إحدى اللجان الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية بتقييم تقنيات توليد الكهرباء، وقياس مدى قدرتها في التقليل من انبعاثات الكربون المسؤولة عن التغير المناخي؛ وأشار هذا التحليل إلى كفاءة التقنية النووية واعتمادها كمصدر أساسي قادر على خفض انبعاثات الكربون، تليها محطات طاقة الرياح والطاقة المائية، ومن المناسب التأكيد هنا أنه على الرغم من الدور الهام الذي تقوم به هذه التقنية في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، والتوقعات العالية المرتبطة بها على الصعيد العالمي في

1. توفيق قوميدي، الضمانات القانونية لاستخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية، مرجع سابق، ص32-33.
2. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص122.

السنوات المقبلة، إلا أنه لن يكون باستطاعتها وحدها تحقيق استقرار في انبعاثات الغازات الدفيئة عالمياً؛ ولكي يتحقق ذلك، فلا بد من إدماج مصادر الطاقة النظيفة الأخرى بجانب المصدر النووي، وخاصة الطاقات ذات المصدر المتجدّد؛ وعلى هذا، أعلن الاتحاد الأوروبي في مارس عام (2006م) عن تنفيذ نهج جديد نحو الطاقة الآمنة والتنافسية والدائمة، عُرف باسم "الورقة الخضراء"؛ وقد تم اتخاذ هذه الاستراتيجية خلال اجتماع لجنة الجماعات الأوروبية، حيث تم التأكيد على أن أوروبا لا يمكنها تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل كبير دون مزج الطاقة النووية مع الطاقة النظيفة الأخرى[1].

ومن المهم هنا الإشارة إلى الرأي المعارض للطاقة النووية، حيث يعتبرها خطراً مُحدقاً على البيئة، ويَعدُّ الإشعاع النووي تهديداً قائماً طوال فترة حياة الصناعة النووية، بدءاً من عمليات تعدين اليورانيوم، ومروراً بتشغيل المحطة، وانتهاءً بالتخلص من النفايات النووية؛ وأن الخطر الكامن في مسيرة هذه العملية الطويلة هو احتمال وقوع حوادث نووية ضخمة، وانطلاق الإشعاعات، كإشعاع "راديو كتيفي"، وانبعاثات الكربون والغازات الدفيئة الناتجة عن الطاقة الأحفورية من خلال عمليات استخراج الوقود النووي وبناء المحطات النووية، ما ينتج عنها انبعاثات إلى الهواء، ويتسبب في حدوث أضرار بالغة للبيئة والصحة الإنسانية.

وضد هذا القول، يحتج أنصار هذه التقنية بأن مخاطر هذه الصناعة تُمثل الحد الأدنى، وأن الخوف فقط هو العقبة الكبرى أمام انتشار هذه الصناعة؛ وبجانب ذلك، يُبرّر هذا الاتجاه أن الطاقة النووية وطاقة الفحم هما المصدران الوحيدان للطاقة اللذان يمكن أن يحلا محل النفط والغاز الطبيعي، على الرغم من أن الفحم يُعتبر من العوامل المشاركة في إحداث المشاكل البيئية والصحية الخطيرة، مثل الاحترار العالمي، والأمطار الحمضية، وأمراض مختلفة نتيجة لتلوث الهواء وتخلُّف كميات كبيرة من الرماد؛ ومِنْ ثَمَّ، فإن محطات الطاقة العاملة بالفحم تعبث بالنظم البيئية أكثر مما تُخلّفه المحطات النووية في حالة وقوع حادث نووي؛ وبالرغم من إصرار الاتجاه المخالف بما لهم من حجج وبراهين تدعم اعتراضاتهم، إلاّ أن النظرة المتفائلة تسود بشأن مستقبل الطاقة النووية ودورها في حماية البيئة خلال القرن الحادي والعشرين، بعد نظرة متشائمة سادت خلال عقدي الثمانينات والتسعينات. وتنطلق تلك النظرة المتفائلة من عدة عوامل، وعلى رأسها تصاعد الاهتمام الدولي بالقضايا البيئية والتلوث البيئي

1. آنّا ماريا وفيرنر بوركارت، كوكب الأرض المتغير-البيئة في بؤرة الاهتمام-، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد2-49، 2008م، ص24.

الناتج عن حرق الملايين من براميل النفط وأطنان الفحم، بالإضافة إلى ارتفاع احتياجات العالم من الطاقة، وحاجة الدول النامية إلى طفرة تنموية، ومِنْ ثَمَّ إلى متطلبات كبيرة من الطاقة[1].

د. التلوث الحراري

أما فيما يتعلق بـ التلوث الحراري، فإن لمحطات الطاقة النووية تأثيراً آخر يُعرف بـ "التلوث الحراري"، يحدث عند استخدام المياه لتبريد المفاعلات النووية، ثم تُعاد هذه المياه الساخنة إلى مصادر المياه الطبيعية كـ الأنهار أو البحيرات؛ مما يُسبب في ارتفاع درجة حرارة المسطحات المائية المحيطة، ما يؤثر سلباً على التوازن البيئي المائي، كالتقليل من مستويات الأكسجين المُذاب في الماء، واللازم للقيام بالعمليات الحيوية للكائنات البحرية التي تعيش في هذه المياه، كما أن التغير المفاجئ في معدل درجة الحرارة عند بدء التشغيل أو توقف المحطات، قد يسفر عنه موت الكائنات البحرية التي اعتادت العيش في درجة حرارة معينة، والذي يُطلق عليها بـ "الصدمة الحرارية"؛ علاوة على أن التلوث الحراري من محطات الطاقة النووية قد يؤدي إلى تقلبات في حالات الرياح والهطول المطري، ومِنْ ثَمَّ التأثير على النظام الزراعي في المناطق المجاورة[2].

بالإضافة إلى التأثر غير المباشر لمحطات توليد الطاقة، لاسيما المحطات النووية من انبعاثات الكربون الزائدة والناتجة من مراحل إنشاء المحطات وتصنيع المعدات؛ حيث تتسبب في زيادة درجات الحرارة ما يكون له بالغ الأثر على معدل القدرة الإنتاجية للمحطات النووية، ويظهر ذلك في الأيام شديدة الحرارة والتي تنخفض فيها قدرة المفاعلات النووية بجعل المياه الداخلة في دورة التبريد أسخن من المعدل، فتنخفض كفاءة هذه المياه كمبرد، وقد كان ذلك بالتحديد عاملاً مؤثراً أثناء موجة الحر التي اجتاحت أوروبا عام (2003م)[3].

ومِنْ ثَمَّ، فعلى ذوي الخبرة والاختصاص العمل على التخفيف من مساوئ التلوث الحراري، باستعمال أنظمة تبريد أكثر كفاءة في محطات الطاقة النووية، واختيار مواقع مناسبة للمحطات للتقليل من الآثار البيئية؛ وقد كان ذلك بالفعل، حينما وضعت بعض الدول قوانين خاصة تُلزم المحطات بتبريد المياه قبل إلقائها في البحار أو البحيرات، بل إن بعض المحطات أُنشئت لها بحيرات صناعية تستخدمها لأغراض التبريد، كما قامت أغلب الوحدات الصناعية بإنشاء أبراج تبريد ضخمة لخفض درجة حرارة المياه قبل

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص 125-126.
2. مايكل تومسون، مقال إيجابيات وسلبيات الطاقة النووية للبيئة -الطاقة النووية طاقة متجددة-، 2024م، على الرابط: sigmaearth.com/ar/nuclear-power-energy-pros
3. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص126.

صرفها[1].إضافة إلى ذلك، يسعى بعض الباحثين والعلماء إلى العمل على تقليل درجة حرارة مياه الصرف الساخنة ذات الدرجة الحرارة العالية من المنشآت النووية؛ وقد تم ذلك بتقديم مقترح لاستخدام مياه أعماق البحار أثناء عمليات التبريد، على اعتبار أن درجة الحرارة في الطبقات العميقة من مياه البحر تكون منخفضة بشكل ملحوظ، على عكس الطبقات السطحية، ما يضمن استخدام هذه المياه العميقة للحد الأدنى من ارتفاع درجة الحرارة، ومِنْ ثَمَّ لن يكون هناك فرق في درجة الحرارة بين التصريفات السطحية والعميقة داخل هذا النظام المائي[2]، وهناك تطبيق آخر يُرجى من استخدام مياه أعماق البحار لغرض التبريد؛ حيث إن هذه المياه تُعد الموطن الخاص لعدد لا يُحصى من الكائنات الدقيقة، وبالتالي فإن اعتمادها لأغراض التبريد، ثم تصريفها لاحقاً في الطبقة المائية العليا، سيؤدي إلى زيادة مُضاعفة في كمية العناصر الغذائية في الطبقة المذكورة؛ ممّا يساهم في إعالة الكائنات البحرية المختلفة المقيمة داخل طبقة المياه العليا، ويمكن كذلك استخدام مياه الطبقة العميقة بإطلاقها في أحواض متخصصة بعد التبريد، والتي تحتوي على زريعة الأسماك، وبالتالي تعمل كمصدر غني لتغذية هذه الأسماك الصغيرة بسبب ما تحمله من كائنات دقيقة؛ لكن ما يجب التنبيه عليه هو أن الكائنات الحية الدقيقة التي تستهلكها الكائنات البحرية في الطبقة السطحية قد تكون مُلَوَّثة بمواد مُشعة من النفايات النووية؛ مما يؤدي لاحقاً إلى إدخال الإشعاع إلى الأسماك التي تعيش على سطح البحر، وفي النهاية يتم نقله إلى البشر من خلال السلسلة الغذائية[3].

ه. تلوث البيئة البحرية من الإشعاع النووي

يتأثر الوسط البحري بالتلوث النووي نتيجة إدخال عناصر مُشعة إلى النظام البيئي البحري عن طريق النفايات الناشئة من عمليات تشغيل السفن التي تعمل بـالطاقة النووية، وإجراء التجارب النووية تحت الماء؛ حيث يشكل دفع السفن باستخدام المفاعلات النووية مخاطر جسيمة، منها انفجارات المفاعلات، مما يؤدي إلى إلحاق ضرر شديد بالبيئة البحرية، وعلاوة على ذلك، فإن التلوث النووي البحري ينبع من نقل المواد النووية عن طريق البحر، ما يعني إمكانية حصول حوادث مثل التصادمات بين السفن الحاملة للمواد النووية، أو إصابة السفن بأضرار تؤدي إلى تسرب البضائع إلى البحر؛ كما أن التخلص المتعمد من النفايات المُشعة في البحر يمكن أن يُسهم في هذه القضية، مما يؤدي إلى مزيد من تلوث

1. د.مروة الشاذلي، المسؤولية الدولية عن الأضرار البيئية الناجمة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية –دراسة مقارنة-، مرجع سابق، ص178.
2. راتب السعود، الإنسان والبيئة -دراسة في التربية البيئية-، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، المجلد1، ط1، 2007م، ص154.
3. خالد علي العراقي، أمن الطاقة النووية بدولة الإمارات العربية المتحدة، مجلة كلية الحقوق للبحوث القانونية والاقتصادية، الناشر جامعة الإسكندرية –كلية الحقوق-، المجلد/العدد2، 2018م، ص 436-437.

المياه البحرية؛ ومِنْ ثَمَّ، يتسرب الإشعاع النووي في المياه البحرية وتنقله التيارات البحرية لمسافات طويلة، ما يجعله مُهدِّداً للأنظمة البيئية البحرية والتنوع البيولوجي؛ فضلاً عن تأثيره أيضاً على البشر الذين يستهلكون الأسماك الملوثة، علماً بأن معظم المجتمعات الساحلية تعتمد بشكل كبير على الأسماك كمصدر غذائي أساس[1].

و. التلوث الغذائي من الإشعاع النووي

يحدث هذا الشكل من التلوث نتيجة تأثر الهواء والماء بمخلفات الأنشطة النووية، أو في حالة تساقط الغبار الذري على النباتات والتربة الزراعية؛ ولقد حدث ذلك بالفعل في حادثة محطة فوكوشيما اليابانية عام (2011م)، حيث تأثرت أنواع معينة من الخضار (كالسبانخ والملفوف) بمستويات عالية من التلوث الإشعاعي في محيط دائري يبلغ (30)كم، وتتزايد مخاطر الأغذية المُلوثة إشعاعياً بالنسبة للأطفال وكبار السن وكذا الأجنة، التي يحدث لها تشوهات إذا ما تعرضت للإشعاع ولو بجرعات بسيطة؛ ويعود سبب حساسية الأجنة للملوثات إلى الانقسام السريع الذي تشهده خلايا الجنين قبل عملية الولادة وأثناء الحمل، كما تؤدي الأغذية المُلوثة إشعاعياً إلى الإصابة بالعديد من الأورام السرطانية والجينات التالفة؛ ولتفادي هذا النوع من الملوثات، ينبغي إتباع التدابير الاحترازية الصارمة وتنفيذ الآليات المشددة للسلامة، والمتمثلة في الرقابة والفحص الدوري للغذاء، للتأكد من عدم تجاوز الحد المسموح به من الإشعاع، والحد من آثاره الخطرة على الإنسان وبيئته[2].

من خلال ما سبق، وفيما يتعلق بالمخاوف النووية وبشكل خاص بالنسبة للمستوى الاجتماعي والبيئي، فإن الباحثة تؤيد الفكرة القائمة على أنه لا أحد يُنكر أن التعامل مع المفاعل النووي يُعد من أخطر الأمور، لاسيما مع وجود السوابق النووية الكبيرة كـ "تشرنوبل" و"فوكوشيما"؛ إلا أن قصر النظر على هذين الحادثين، مع وجود بعض التسربات الإشعاعية التي عادة ما يتم تداركها، في مقابل العدد الكبير من المفاعلات النووية، فإن النسبة تعتبر ضئيلة جداً؛ وذلك يعني أن حصول هذه النسبة ليس سيئاً بالمطلق، ولا يحول دون الاستفادة من هذا العلم، وذلك بسبب عدم النظر إلى الصورة بشكل كامل عن المفاعلات النووية[3].

1. د.مروة الشاذلي، المسؤولية الدولية عن الأضرار البيئية الناجمة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية –دراسة مقارنة-، مرجع سابق، ص177-178.
2. د.مروة الشاذلي، المرجع سابق، ص179.
3. أحمد الشاذلي، القنبلة النووية وما بعدها، مش مفهوم مع شنغين، يوتيوب.

المبحث الثاني:

التعاون الدولي لمشروعيّة حق الاستخدام السِّلمي للطاقة النووية

لا يختلف اثنان حول أهمية الطاقة النووية في تعزيز التقدم التنموي للأمم، كما لا يختلف عالمان على أن أساس تحقيق التنمية المنشودة من التقنية النووية يكمن في المعرفة العميقة بالأنظمة التي تحكم استخدامها، والتنفيذ الصحيح لهذه التدابير من قبل البلدان التي تتطلع إلى دفع عجلة تنميتها المادية، ونظراً إلى النطاقات المتوسعة في المجالات المدنية للطاقة النووية، كان لا بُدَّ من دأب الجهات الدولية للتحرك صوب عقد الاتفاقيات الدولية، العالمية منها والإقليمية، التي تنظم سير عمل الطاقة النووية نحو التشغيل السلمي؛ وقد أكدت مختلف المعاهدات والمواثيق الدولية، وعلى رأسها المادة (55) من الفصل التاسع لميثاق الأمم المتحدة، على أن تحقيق الأمن والسلم الدوليين أمر محوري لتعزيز استقرار المجتمعات وتقدمها.

كما أسفرت الجهود الجماعية على المستوى الدولي بالتصديق على العديد من الاتفاقيات التي تحكم المجال السلمي للطاقة النووية، والتي كان لها دور حيوي في الحد من انتشار السلاح النووي؛ واهتمت هذه الاتفاقيات بعدم فرض قيود على نقل التقنية وتقديم المساعدة النووية السلمية للدول غير المالكة لها، والتأكيد على حق الدول والشعوب في جني فوائد التقنية النووية سلمياً، والتي تعتبر أحد أهم العوامل الإنمائية الحاسمة، دون أي تمييز بين الدول، وبشكل يضمن الالتزام بالواجبات.

المطلب الأول:

التنظيم الدولي لتسخير استخدام الطاقة النووية السلمية

تواترت المعاهدات في هذا الشأن ما بين عالمية وأخرى إقليمية؛ منها ما كانت ثنائية ومتعددة الأطراف، وأخرى في إطار المنظمات الدولية، كـ الوكالة الدولية للطاقة الذرية والجماعة الأوروبية للطاقة الذرية المعروفة بـ "اليوراتوم"، وكذا الهيئة العربية للطاقة الذرية؛ وذلك لأجل تنظيم سير العمل السلمي للصناعة النووية.

- **الفرع الأول: الهيكل التنظيمي لنزع السلاح النووي والحد من انتشاره**

تباينت نصوص الاتفاقيات الدولية في الحديث عن حق الدول في الاستفادة السلمية للطاقة النووية فمنها ما نص على هذا الحق بشكل واضح ومنها ما يشير إليه ضمناً بما في ذلك الاتفاقيات الثنائية والمتعددة الأطراف، وذلك على النحو التالي:

- **أولاً: الاتفاقيات الدولية "الإقليمية، والعالمية"**

أقرت الاتفاقيات الدولية، الإقليمية منها والعالمية، حق الدول في امتلاك واستخدام التقنية النووية السلمية، ووضعت الأُطر لضمان أمنها وعدم انتشارها، وسنعرّج على أهم هذه الاتفاقيات والمواثيق التي تُعد حجر الزاوية في القانون النووي الدولي، وهي كما يأتي:

أ. معاهدة القطب الجنوبي (أنتاركتيكا) (1959م):

تُعد معاهدة القطب الجنوبي (أنتاركتيكا) لعام (1959م) من أوائل الاتفاقيات الدولية الإقليمية السارية والمصممة لـ حظر التجارب النووية، والتي تحققت من خلال تجريد منطقة أنتاركتيكا من السلاح، وجعلها منطقة رائدة خالية من آلات الحرب النووية. وقد حصلت المعاهدة على توقيعات من اثنتي عشرة دولة عام (1959م) في واشنطن، منها الأرجنتين، وأستراليا، وتشيلي، وفرنسا، والولايات المتحدة، واتحاد جنوب إفريقيا؛ وقد وصل عدد أعضائها حتى الآن ما يقارب (53) دولة، ويظل باب الانضمام إليها مفتوحاً للدول الأخرى بشرط الموافقة الجماعية من أطرافها[1].

دخلت المعاهدة حيز التنفيذ رسمياً في (23 يونيو 1961م)، وكان الهدف الأساسي منها هو تعيين القطب الجنوبي فقط للمساعي النووية الحميدة والاكتشاف العلمي، مع حظر أي أنشطة ذات صلة بـ

1. التسلح ونزع السلاح والأمن الدولي، ترجمة حسن حسن، عمر الأيوبي، بإشراف سمير كرم، معهد ستوكهولم لأبحاث السلام الدولي الكتاب السنوي، 2005م، ص1082.

الأغراض العسكرية؛ وعلاوة على ذلك، تضمنت المعاهدة بنوداً تحظر التفجيرات النووية وتفرض حظر التخلص من المواد المشعة داخل منطقة القطب. وللتأكد من الامتثال لأحكامها، منحت المعاهدة الموقّعين عليها الحق في إرسال مراقبين لإجراء عمليات التفتيش داخل أراضي أنتاركتيكا بجميع محطاتها ومنشآتها وسفنها وطائراتها، بالإضافة إلى عقد اجتماعات للمشاورة، وتبادل المعلومات الخاصة بمنطقة القطب، ولاقتراح وتطوير التدابير التي تعزز أهداف المعاهدة. وبالتالي، فإن الهدف الرئيسي لهذه المعاهدة هو حق الدول في تنظيم الأبحاث السلمية في القارة القطبية الجنوبية لصالح البشرية[1].

ب. اتفاقية أمريكا اللاتينية "تلاتيلولكو"عام(1967م):

تم توقيع هذه الاتفاقية في المكسيك (14فبراير 1967م)، وقد تم إدخال بعض التعديلات عليها بدورتها الاستثنائية للمؤتمر العام لوكالة حظر الأسلحة النووية في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي في (26أغسطس 1992م)[2]، وتتسم هذه الاتفاقية الإقليمية بطابع خاص ضمن الإطار الدولي للأساس القانوني لحق الدول في امتلاك واستغلال الطاقة النووية السلمية.

وقد نصت ديباجتها على أنه "بالإضافة إلى نزعة الحب والسلام التي تتسم بها أمريكا اللاتينية، تحتم استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية فقط دون غيرها، وأن لدول أمريكا اللاتينية أن تستخدم حقها إلى أقصى حد ممكن، للتوصل إلى هذا المصدر الجديد للطاقة، لتعجيل التنمية الاقتصادية والاجتماعية لشعوبها"؛ كما ورد في مجمل نصوص موادها على "استخدام كل ما يتعلق بالطاقة النووية من مواد وإمكانيات تقع تحت سلطات المنطقة اللاتينية في المجال السلمي فقط، وعدم الانتقاص من حق الأطراف في الاستفادة السلمية من الطاقة النووية، لاسيما ما يدعم التنمية الاقتصادية والتقدم الاجتماعي"، كما سمحت الاتفاقية بإجراء التجارب النووية السلمية مع مراعاة المسائل الإجرائية المتعلقة بـ التفجيرات النووية الواردة في نصوصها، ومع السماح بالتعاون مع أطراف ثالثة لنفس الهدف السلمي؛ وتبنت المعاهدة إنشاء جهاز رقابي يسعى للتثبت من التزامات الدول الأطراف بتنفيذ

1. التسلح ونزع السلاح والأمن الدولي، ترجمة حسن حسن، عمر الأيوبي، بإشراف سمير كرم، مرجع السابق، ص1082.
2. التعديلات المدخلة على المعاهدة التي وافقت عليها الدورة الاستثنائية للمؤتمر العام لوكالة حظر الأسلحة النووية في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، سلسلة المعاهدات الدولية للأمم المتحدة، المجلد 634، العدد 49068، السلسلة القانونية التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، المجلد 49، وثيقة الوكالة الدولية للطاقة الذرية رقم 179، حيث تمت الموافقة على إدخال التعديلات على المواد"14-15-16-19-20"من معاهدة تلاتيلولكو، تمت الترجمة بمعرفة الأمانة العامة للأمم المتحدة، نيويورك.

واجباتها"[1]، ومن ثم تعتبر هذه الاتفاقية من أهم الاتفاقيات التي تعني بتيسير عمل الطاقة النووية السلمية.

ج. معاهدة الحظر الجزئي للتجارب النووية (1963م) - معاهدة موسكو:

تُعد معاهدة الحظر الجزئي لتجارب الأسلحة النووية (1963م)، أو ما يُعرف بـ "معاهدة موسكو"، بمثابة اتفاق دبلوماسي عالمي مهم؛ وقد تأسست عقب تطوير الاتحاد السوفيتي الناجح للأسلحة النووية خلال مرحلة الحرب الباردة، مما دفع الولايات المتحدة إلى الدخول في مفاوضات مع نظيرتها السوفيتية بشأن المسائل النووية، والسعي للحد من أنشطة التجارب النووية واسعة النطاق، ومحاولة التقليل من التجارب النووية التي اتسمت بها الدولتان في الفترة ما بين (1945م) و (1985م).

وذلك حينما أدركت التهديد النووي الروسي، بادرت بتوقيع معاهدة مع الاتحاد السوفيتي، بالإضافة إلى المملكة المتحدة، بهدف حظر التجارب النووية في الجو، والفضاء الخارجي، وتحت الماء، وأعالي البحار، عسكرية كانت أم سلمية، والتي تقوم بها الدولة في إقليمها أو تحت وصايتها، وضمن أقاليم الدول الموقعة عليها، أو في نطاق حدود سلطاتها الشرعية؛ مع السماح بإجراء هذه التجارب في باطن الأرض بشرط انعدام الآثار المشعة خارج حدود الدولة التي أجرت التفجير[2]، وقد كان لهذه الاتفاقية دور في نزع السلاح النووي والحد من انتشاره.أما التوقيع على هذه الاتفاقية، فقد كان من قبل (115) دولة، مع ميزة إعطاء الدول النووية الثلاث (الولايات المتحدة، والاتحاد السوفيتي، والمملكة المتحدة) ضرورة موافقتهم لأي تعديل يطرأ على الاتفاقية، وبسبب ذلك، تقاعست وعارضت العديد من الدول، خاصة النووية الأخرى، على اعتبار أن هذه المزية تشكل قيداً على سيادتها[3].

وبالتالي، فإن هذه الاتفاقية ليس لها أي قيود مفروضة بشأن تنفيذ التفجيرات النووية السلمية في باطن الأرض، عدا حصر المواد المشعة داخل نطاق الدولة المستفيدة من التفجير السلمي، ما يعني منع أي آثار ضارة على الكيانات الخارجية، ومن ثم إتاحة استخدام الطاقة النووية لأغراض مثل حفر القنوات، والمناجم، والموانئ، واستخراج النفط؛ كما أنها لم تمنع إجراء التجارب داخل المختبرات العلمية واستغلالها للأغراض السلمية[4].

---

1. ديباجة معاهدة تحريم الأسلحة النووية في أمريكا اللاتينية الموقعة في 14فبراير 1967م، وراجع: نصوص المعاهدة، المادة "1، فقرة1"، المادتين"18، 20".
2. نصت المادة1/1 من اتفاقية الحظر الجزئي للتفجيرات النووية لعام 1963م على أن "يتعهد كل عضو في هذه الاتفاقية بتحريم، ومنع، وعدم إجراء أي تجربة لتفجير سلاح نووي أو أي تفجير نووي آخر"
3. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص77-78.
4. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص53.

د. معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية عام (1968م):

بعد نهاية الحرب العالمية الثانية، بدأت التقنية النووية في الانتشار، وشرعت القوى الغربية تتنافس على هذا النوع من العلوم السيادية، وتحرص على احتكارها بهدف ضمان السيطرة عليها؛ وبالتالي تأكيد الهيمنة وبسط السيادة العظمى لهذه الدول. ولما كان الانتشار الواسع والسريع للتقنية النووية يعني سهولة صناعة الأسلحة النووية، والذي يُشكل تهديداً على وجود البشرية ما لم يتم تنفيذ تدابير استباقية لتجنب خطر هذا التقدم، كان لا بد من بذل جهد عالمي منسق للتخفيف من هذا الخطر؛ ومن هنا كانت أهمية معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية.

بدايةً، ظهرت المعاهدة المعنية كنتاج لمقترحات متعددة قدمها الوفد الأيرلندي في عام (1959م)، بهدف وضع ميثاق يركز على تجنب انتشار الأسلحة النووية، في الوقت الذي كانت فيه هناك (ثلاث) دول نووية فقط هي الولايات المتحدة والمملكة المتحدة والاتحاد السوفيتي، ثم لاحقاً انضمت فرنسا إلى النادي النووي عام (1960م)[1].

تم التفاوض على المعاهدة بين عامي (1965م) و (1968م) من قبل لجنة مكونة من (ثماني عشرة) دولة بتوجيه من الأمم المتحدة، بعد قبول التوصيات التي قدمها الوفد الأيرلندي؛ وسعت الجمعية العامة للأمم المتحدة، إلى جانب لجانها المتخصصة، لإضفاء الطابع الرسمي على المعاهدة في أواخر عام (1967م)، بعد الموافقة على مشروع أولي تقدمت به الولايات المتحدة والمملكة المتحدة والاتحاد السوفيتي، وأصدرت قراراً للتوقيع عليها في (12 يونيو 1968م)؛ وقد بلغ عدد الدول الموقعة آنذاك أكثر من (70) دولة، وأصبحت سارية المفعول عام (1970م)، وفي عام (1995م) تقرر أن يكون سريان المعاهدة لأجل غير مسمى، وتمثل هذه المعاهدة جوهر تفعيل آلية نظام ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية[2].

تُعد معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية عالمية ومفتوحة أمام جميع الدول للانضمام إليها، وقد تم التصديق عليها من قبل أكثر من (189) دولة؛ وكل الدول العربية أطراف في المعاهدة، ومصر من الدول (الثمانية عشرة) التي ساهمت في إعداد مشروع المعاهدة عام (1968م) وقامت بالتوقيع عليها عام (1970م)؛ ورغم تزايد عدد الدول المنضمة لهذه المعاهدة، إلا أن هناك دولاً لم تنضم إليها إلا بعد

1. عبد الرحمن بن محمد ملياري، معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية الجائز والمستحيل، مكتبة الملك فهد الوطنية، مطبعة سفير، المملكة العربية السعودية، 1993م، ص22.
2. توفيق قوميدي، الضمانات القانونية لاستخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية، مرجع سابق، ص84 .

مرور وقت طويل كالبرازيل، ودول ترفض الانضمام إلى المعاهدة حتى هذه اللحظة كالعدو الصهيوني[1].

تهدف معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية إلى فكرة رئيسية مفادها منع انتشار السلاح النووي، ويعد ذلك من أهدافها الأوّلية العاجلة، بالإضافة إلى العمل على تطوير استخدام الطاقة النووية في المجال السلمي، وضرورة اشتراك جميع الدول في هذا المجال دون تمييز؛باعتبار حقها في التنمية الاقتصادية والصحية والاجتماعية[2]، وهذا الحق مصدره الرئيسي في المادة(4) من المعاهدة؛ حيث نصت على أنه "يُحظر تفسير أي حكم من أحكام المعاهدة بما يفيد إخلاله بالحقوق غير القابلة للتصرف التي تملكها الدول الأطراف في هذه المعاهدة، في تنمية بحث وإنتاج واستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية دون أي تمييز"، أمّا الهدف بعيد المدى للمعاهدة يتمحور في منع الحروب النووية، والحفاظ على سلامة، وأمن الشعوب، وتخفيف حدة التوتر الدولي من التجارب النووية العسكرية، وصناعة السلاح النووي،ووقف وتدمير ما هو موجود منها[3].

وتُمثّل معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية التزام توافقي بين مجموعتين من الأطراف،إحداهما تتمثل في الدول النووية، والتي تتعهد بوقف سباق التسلح النووي والقضاء على الأسلحة النووية بالرغم من عدم إحراز أي تقدم ملحوظ في هذا الشأن، وصورةُ ذلك تتمثل في حظر توزيع الأسلحة النووية أو نقلها أو تفويضها إلى أيّ كيان، فضلاً عن عرقلة الدعم والترويج والتحريض على إنتاج أو شراء الأجهزة المتفجرة النووية أو الأسلحة النووية بين الأطراف،أما من ناحية الدول غير النووية، فتلتزم بالامتناع عن السعي للحصول على الأسلحة النووية وحصر الأنشطة النووية في الأهداف السلمية، والخضوع لإطار تنظيمي رقابي صارم من قِبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية مقابل تلقّي الدّعم النووي من الهيئة المعنيّة[4].

1. انضمت اسبانيا للمعاهدة في عام 1987م، وجنوب أفريقيا 1991م، الأرجنتين1995، والبرازيل 1997م.
2. ديباجة اتفاقية حظر انتشار الأسلحة النووية 1968م، "إن الدول العاقدة لهذه المعاهدة... وإذ تؤكد المبدأ القاضي لإتاحة الأغراض السلمية لجميع الدول الأطراف في المعاهدة، سواء أكان منها الدول الحائزة للأسلحة النووية أم الدول غير الحائزة للأسلحة النووية فوائد التطبيقات السلمية للتقنية النووية، أم الدول غير الحائزة على السلاح النووي فوائد التطبيقات السلمية للتقنية النووية، بما في ذلك منتجات فرعية قد تحصل عليها الدول النووية من استحداث أجهزة التفجير النووي".
3. رقيب محمد جاسم الحماوي، مشروعية حيازة واستخدام الأسلحة النووية في ضوء مبادئ وأحكام القانون الدولي العام، الكتاب الأول، دار الكتب القانونية، دار شتات للنشر والبرمجيات، مصر، الإمارات، 2015م، ص96-114.
4. مهداوي عبد القادر، حق الدول في استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، رسالة ماجستير في القانون الدولي والعلاقات الدولية، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة الدكتور مولاي الطاهر، سعيدة، 2008-2009م، ص83.

وأكّدت المعاهدة حقّ جميع الأطراف الثابت في بحث وتطوير وإنتاج واستخدام الطاقة النووية للأغراض الحميدة، وتحت مظلة نظام الضمانات ودون تعطيلٍ لهذا الاستخدام، كما أثبتت حق الدّول الأطراف في تبادل المعلومات العلمية والتقنية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية[1].

تُشكّل معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية اتفاقًا دوليًا حيويًا،وهي بمثابة اللَّبِنة الأساسية لإطار عدم الانتشار النووي العالمي، لتصبح بذلك في طليعة اتفاقات نزع السلاح،وعلى الرغم من الدور الاستباقي للمعاهدة في هذا الجانب؛إلا أنها تكتنفها بعض الضبابية والالتباس فيما يتعلق بتنفيذها؛ فمما يُلاحَظ على نصوص معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية، أنها لا تمنَع الدّول نوويّة التسليح من التعاون في صناعة وتطوير الأسلحة النووية، والسماح فيما بينها بالمساعدة والتشجيع أو التحريض في الحصول على أسلحة نووية أو أجهزة تفجير نووي، أو السيطرة عليها، أطرافًا كانت أو غير أطراف؛ طالما كانت إحداها طرفًا فيها، فلا يمتدُّ هذا الحظر إلى الدول الحائزة على الأسلحة النووية، ويقتصر فقط على الدُّول غير الحائزة لهذه الأسلحة؛أيأنّ المعاهدة لا تمنع الدول نوويَّة التسليح عن استلام أسلحة نووية من الدول الأخرى ذات السلاح النووي التي ليست أطرافاً فيها، ولا تمنع انتقال الوضع النّووي، والذي تتمتّع به أي دولة تملك السلاح النووي، إلى أي اتحاد تنضمُّ إليه في المستقبل؛ وذلك استنادًا إلى معاهدة فيّينا لقانون المعاهدات لعام (1969م)[2]، والتي جاءت ببيان الحقوق والالتزامات في مواجهة الدّول الثالثة غير الأطراف في المعاهدة، وأنه ينشأ حقٌّ للدول الثالثة بما يرد في المعاهدة من حقوق؛ إذ اتجهت إرادة الدّول الأعضاء لذلك.

أما فيما يتعلق بنص المادة (2) من المعاهدة، فقد نصت "بالتزام تتعهد فيه الدول الأطراف غير الحائزة على الأسلحة النووية بألا تقبل من أي ناقل أسلحة نووية أو أجهزة للتفجير النووي أو الإشراف عليها، وألا تصنع أو تحصل على أسلحة نووية وألا تقبل المساعدة على صنع هذه الأسلحة أو الأجهزة أو تسعى إليها"،ويتضح من هذه الالتزامات أنها لا تشتمل على تعهد من هذه الدول بعدم مساعدة أو تشجيع أو تحريض أية دولة أخرى غير حائزة للأسلحة النووية ليست طرفاً في المعاهدة في صنع أو اكتساب أسلحة نووية أو أجهزة تفجير نووي أخرى، حيث يمكن للدول المتقدمة في التقنية النووية غير المالكة

1. المادة "2/4"من اتفاقية حظر انتشار الأسلحة النووية1968م: "يتعهد جميع الأطراف بتسهيل-لهم حق الاشتراك في- تبادل الأدوات والمواد والبيانات العلمية، والتكنولوجية لاستخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية إلى أقصى حد ممكن، على أن يقوم أطراف المعاهدة الذين يسمح لهم وضعهم بالتعاون فرادى أو مجتمعين مع الدول الأخرى، أو منظمات دولية، في دفع تنمية استخدام الطاقة النووية السلمية، خاصة في أقاليم الدول الغير نووية التسليح الأطراف في المعاهدة، مع وضع احتياجات مختلف بقاع العالم موضع الاعتبار".

2. المادة "36"من معاهدة فيينا لقانون المعاهدات 1969م تحت عنوان المعاهدات التي تنشئ حقوق للدول الغير، ينشأ حق للدولة الغير من نص في المعاهدة إذا قصد الأطراف فيها أن يمنح النص هذا الحق إما للدولة الغير أو لمجموعة من الدول تنتمي إليها أو لجميع الدول ووافقت الدولة الغير على ذلك، وتفترض الموافقة مادامت الدولة الغير لم تبد العكس إلا إذا نصت المعاهدة على خلاف ذلك يجب على الدولة التي تمارس حقاً وفقا للفقرة الأولى أن تتقيد بالشروط الخاصة بممارسته المنصوص عليها في المعاهدة او الموضوعة وفقاً لها"

للسلاح النووي، كألمانيا الغربية وكندا، مساعدة دول غير حائزة للأسلحة النووية ليست طرفاً في المعاهدة كالهند، وذلك بدون أي مسؤولية على أي من الدولتين، فالأولى لا يوجد بالمعاهدة أي التزام يمنعها من هذا العمل، والثانية ليست طرفاً في المعاهدة[1].

أما "الفقرة 2 من المادة 4" من الاتفاقية بصياغتها الحالية، تستبعد إمكانية إلزام الدول المتقدمة بتقديم المساعدة، لأن الصيغة كانت "بالتعاون في هذا الأمر"؛ وبالتالي فإن المسألة اختيارية ومتروكة لتقديرات الدول المتقدمة ومصالحها الخاصة، كما أن الاتفاقية حددت طريقة التعاون وفق الاتفاقيات الثنائية أو متعددة الأطراف، وبالتالي لا يمكن إجبار أي دولة على عقد اتفاقيات مهما كان نوعها[2].

ثم جاء المؤتمر الاستعراضي للمعاهدة عام (2000م) على أنه "ينبغي احترام خيارات كل بلد وقراراته في ميدان الاستخدام السلمي للطاقة النووية دون المساس بسياسته، أو اتفاقات وترتيبات التعاون الدولي للاستخدام السلمي للطاقة النووية وسياسته الخاصة بدورة الوقود النووي"[3].

كما أكد المؤتمر الاستعراضي للمعاهدة عام (2010م) في الوثيقة الختامية له، أنه "ليس في المعاهدة ما يمكن أن يفسر على أنه انتقاص من الحق الثابت وغير القابل للتصرف لجميع الدول الأطراف في المعاهدة في تطوير أبحاث الطاقة النووية وإنتاجها واستخدامها للأغراض السلمية ودون تمييز، بل أن هذا الحق يشكل هدف من أهداف الاتفاقية، ومن ثم فإن خيارات كل بلد في التعاون للحصول على المساعدة التقنية والتقنية لممارسة حقها ذاك ينبغي احترامه دون المساس بسيادتها وخياراتها"[4].

وفي وثيقة المؤتمر الاستعراضي للمعاهدة عام (2015م)، تم التأكيد على وجوب الثقة والحفاظ على الطابع السلمي لتطبيقات الطاقة النووية، والتطبيق الكامل لاتفاقية الضمانات المبرمة مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، إلى جانب البروتوكول الإضافي والذي يفصح عن المعلومات والبيانات النووية ومسائل التفتيش والرقابة الدولية على المنشآت النووية، رغم أن الدول العربية ومعها دول عدم الانحياز رأت أن شرط التوقيع على البروتوكول الإضافي لتمتع الدول الأطراف بحقها بامتلاك الطاقة النووية السلمية

---

1. د. عبدالله نوار شعث، الجهود الدولية في الحد من انتشار السلاح النووي وتعزيز اقتصاديات الطاقة النووية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ط1، 2018م، ص363.

2. أوردت المادة "5" من اتفاقية حظر انتشار الأسلحة النووية1968م "...ويكون للدول غير الحائزة على الأسلحة النووية والتي تكون أطرافاً في المعاهدة إمكانية الحصول على تلك الفوائد، بموجب واحد أو أكثر من الاتفاقات الدولية الخاصة، عن طريق هيئة دولية مختصة يتوفر فيها التمثيل الكافي للدول غير الحائزة على السلاح النووي، ويبدأ إجراء المفاوضات بشأن هذا الموضوع بعد نفاذ المعاهدة بأقرب وقت ممكن، ويجوز أيضاً للدول غير حائزة على السلاح النووي والتي تكون طرف في المعاهدة أن تحصل على تلك الفوائد إن رغبت ذلك بموجب اتفاقات ثنائية"

3. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية،مرجع سابق، 57-58.

4. طارق رؤوف، الطريق الطويل إلى عالم خال من الأسلحة النووية- -حول الإعداد للمؤتمر الاستعراضي لمعاهدة منع انتشار الأسلحة النووية لعام 2010م-، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد1-49، 2007م، ص15.

يشكل مخالفة لنص المادة (4) من المعاهدة نفسها، ومن شأنه إن تم التعامل معه خارج إطار اتفاقية الضمانات أن يحد من تمتع الدول الأطراف بحق امتلاك الطاقة النووية المكرس بموجب المعاهدة للغرض السلمي[1].

مما سبق نلحظ أن إتاحة الاستخدام السلمي للطاقة النووية محفوفاً بالقيود والالتزامات، لمُحاولة التوازن بين الحظر من جهة والمشروعية السلمية من جهة أخرى، وأن الهدف الرئيسي للمعاهدة هو حظر انتشار الأسلحة النووية وليس حظر الامتلاك؛ والمعاهدة لم تبين معنى حظر الانتشار، وبالاستقراء يتضح أن حظر الانتشار له مساران: أفقي ورأسي.

فحظر الانتشار الرأسي يعني عدم قيام الدول نووية التسليح بزيادة عدد أسلحتها أو تطويرها، ومع ذلك تتغافل هذه الدول عن هذا الالتزام؛ وحظر الانتشار الأفقي يتعلق بعدم زيادة الدول الحائزة للأسلحة النووية، ما يعني تشوّف الدول النووية لاحتكار السلاح النووي؛ والمعاهدة، كما في المادتين (1-2)، تهدف إلى حظر الانتشار الأفقي دون الرأسي، كما أنها تُلزم الدول غير الحائزة للسلاح النووي بالخضوع لنظام ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية لمنع تحويل استخداماتها السلمية للطاقة النووية إلى الأغراض العسكرية، كما تُلزم جميع الدول الأطراف بعدم تقديم أية مساعدة نووية للأغراض السلمية إلى دولة غير حائزة للأسلحة النووية، سواء كانت طرفاً في المعاهدة أم لا، إلا في حالة خضوعها لضمانات الوكالة المطلوبة[2].

نلحظ مما سبق أن المعاهدة تناقضت وتهاونت في تحقيق الالتزامات والمسؤوليات على قدم المساواة بين الأطراف، حيث نجدها تدعم الاحتكار النووي للدول الكبرى من جهة، في حين أنها تُجبر الدول غير النووية الموقعة والطامحة لاكتساب الطاقة السلمية بـ الخضوع لنظام الوصاية المقيد من جانب الوكالة الدولية للطاقة الذرية من جهة أخرى، وتلزمها بالامتناع عن امتلاك الأسلحة النووية دون أي التزام حقيقي يوفر لها حماية فعالة ضد العدوان النووي.

ه. معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (1996م):

تُعتبر هذه المعاهدة من نتاج معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية عام (1968م)، وذلك بناءً على مؤتمرات المراجعة لاتفاقية منع الانتشار النووي القائمة على مناقشة تصاعد القلق على الأمن الدولي نتيجة التهديد النووي؛ وقد كان الغرض الأساسي منها تقوية المعاهدة والتأكيد على سلمية الاختبارات

1. سوزان غنيم معوض، النُظم القانونية الدولية لضمان استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص91 .
2. د. عبدالله نوار شعث، الجهود الدولية في الحد من انتشار السلاح النووي وتعزيز اقتصاديات الطاقة النووية، مرجع سابق، ص365.

النووية، ومع تطور مفاوضات حظر التجارب النووية، قررت إدارة الرئيس كلينتون في يوليو عام (1993م) إيقاف كافة التجارب الأمريكية ومباركة الجهود الدولية لإبرام اتفاقية دولية تحظر التجارب النووية، وتفويض لجنة خاصة لصياغة اتفاقية الحظر الشامل للتجارب النووية على أي محيط كان؛ فتبنّت الجمعية العامة لمنظمة الأمم المتحدة اتفاقية الحظر الكلي للتجارب النووية في يوليو (1996م)، والتي رفض الكونجرس الأمريكي التصديق عليها[1].

فُتح التوقيع على هذه المعاهدة في سبتمبر (1996م) في نيويورك، وحتى الآن لم تدخل حيز التنفيذ؛ ولكي تنفذ، يجب على الدول (44) المعنية بالملحق الثاني أن تصادق على المعاهدة، وفي فبراير (2012م) وقعت (41) دولة فقط من مجموع (44) دولة معنية بالملحق الثاني، وصادقت (36) دولة فقط؛ ولم توقع عليه (3) دول، ولم تصدق (8) دول من مجموع (44)[2].

يتضح أن الأصل في هذه الاتفاقية العُسر وصعوبة المزاولة، ما يعني عدم الالتزام بما ورد فيها من نصوص من قبل الأطراف؛ ولعل عرقلة التنفيذ يصبُّ في مصلحة الدول المعنية بالامتناع عن التوقيع والتصديق، وبالرغم من ذلك، فإن سمات نصوص هذه المعاهدة توضح حق الدول في استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، وتبعث الدول الأطراف إلى تعزيز التعاون فيما بينها، ما يساعد في الوصول إلى أقصى درجات التبادل المتعلق بالتقنية المستعملة في التحقق من الامتثال لهذه الاتفاقية، بغية تمكين كافة الدول الأطراف من إمكانية تنفيذها الوطني للتدابير النووية والاستفادة من تطبيق هذه التقنية لأغراض سلمية[3]، إلا أنها كانت تركز بشكل واضح على حقوق الدول النووية والتزامات الدول الأطراف الأخرى تجاه الدول النووية، بمعنى آخر كانت تهمش الأطراف على حساب الدول النووية.

و. معاهدة حظر الأسلحة النووية (2017م) - حظر شامل والتركيز الإنساني:

ثبت أن معاهدة حظر الأسلحة النووية (2017م) هي أول معاهدة عالمية متعددة الأطراف تسعى إلى حظر الأسلحة النووية حظراً شاملاً، وأول معاهدة تتضمن أحكاماً تخص المساعدة في معالجة الكوارث الإنسانية الناتجة من استخدام الأسلحة النووية وتجريبها؛ وهي مُكمّلة ومتكاثفة مع الاتفاقيات الدولية في

1. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص90-91.
2. الدول التي لم تصدق على المعاهدة، "الصين، مصر، الولايات المتحدة، إيران، الكيان الصهيوني"، الدول التي لم توقع ولم تصدق على المعاهدة، "كوريا الشمالية، الهند، باكستان"
3. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية،مرجع سابق، ص60.

هذا المجال، لاسيما معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، ومعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، والمعاهدات الإقليمية المُنْشِئة للمناطق الخالية من الأسلحة النووية[1].

دخلت معاهدة حظر الأسلحة النووية حيز النفاذ في (22 يناير 2021م) بعد إيداع الصك (الخمسين) اللازم من قبل جمهورية الهندوراس في (24 أكتوبر 2020م)؛ وبذلك انضمت الأسلحة النووية إلى مصاف الأسلحة الكيميائية والبيولوجية كأسلحة دمار شامل محظورة بموجب القانون الدولي، حيث كانت نتيجةً لجهود دولية حثيثة لإلغاء الأسلحة النووية على جميع الدول، بعد أن شكّلت معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية (1968م) استياءً للدول غير النووية بسبب النقص الذي يعتريها وعدم امتثال الدول النووية لالتزاماتها.

كانت مفاوضات هذه المعاهدة بقيادة مجموعة عمل مفتوحة العضوية عام (2016م) داخل الجمعية العامة للأمم المتحدة، باعتبارها من المدافعين عن نزع السلاح النووي وبيئة مناسبة للتفاوض، لكونها تتخذ قراراتها بأغلبية أصوات الدول الأعضاء بدلاً من الإجماع؛ ما دفع العديد من الدول كالجزائر وإندونيسيا وجنوب أفريقيا والبرازيل لفتح مفاوضات بشأن معاهدة حظر للأسلحة النووية. وفي المقابل، عارضت الدول المعتمدة على الأسلحة النووية في استراتيجيات أمنها هذا النهج السريع لنزع السلاح، وانْتقدت من جانب هذه الدول على أساس أن الالتزام القانوني في تطبيق هذه المعاهدة هو بمثابة التمني، لعدم مشاركة الدول المسلحة قانوناً.

بالرغم من عوائق الدول النووية، إلاّ أن مجموعة العمل المنادية بنزع السلاح نجحت في دورتها الثالثة على اعتماد التقرير النهائي، الذي يوصي الجمعية العامة للأمم المتحدة بعقد مؤتمر في (2017م) لحظر الأسلحة النووية، علماً بأن الدول (التسع) التي تمتلك أسلحة نووية قاطعت مجموعة العمل، وجاءت جميع الأصوات المعارضة من حلفاء الولايات المتحدة الأمريكية وحلفاء الدول الحائزة على الأسلحة النووية، حيث رفضت الولايات المتحدة ومن يتبعها التقرير النهائي ووصفته بعدم الواقعية، ورغم ذلك فإن هذا التقرير المتعلق بحظر الأسلحة النووية عام (2017م) أُقرّ ومُرر لاحقاً من جانب الجمعية العامة للأمم المتحدة[2].

1. معاهدة حظر الأسلحة النووية عام 2017م، ملف التوقيع والتصديق، قسم الخدمات الاستشارية للقانون الدولي الإنساني، حقوق الطبع لدى اللجنة الدولية للصليب الأحمر، 2021م.
2. ليلى هناوي، معاهدة حظر الأسلحة النووية 2017م وتأثيرها على منظومة حظر الانتشار النووي القائمة، مجلة الدراسات القانونية المقارنة، المجلد7، العدد1، 2021م، ص326-327-328.

ساهمت معاهدة حظر الأسلحة النووية في التأكيد على عدم شرعية الأسلحة النووية ودعم المبادئ المناهضة للسلاح النووي؛ ومن أبرز المقاصد والالتزامات التي جاءت بها المعاهدة:

- حظر استخدام الأسلحة النووية أو أي أجهزة تفجير نووي أخرى، أو التهديد باستخدامها في أي ظرف من الظروف، ويحظر تطوير الأسلحة النووية والأجهزة النووية المتفجرة أو تجريبها أو إنتاجها أو صنعها أو اقتنائها أو تكديسها وفقاً للمادة (1-1، أ.د).
- يحظر على أي دولة طرف نقل أو تلقي نقل الأسلحة النووية أو السيطرة عليها، أو السماح بأي عملية لإقامة أي أسلحة نووية أو نصبها أو نشرها في إقليمها أو في أي مكان مشمول بولايتها أو خاضع لسيطرتها (المادة 1-1، ب.ج.ز).
- يحظر مساعدة أو تشجيع أو حث أي جهة بأي طريقة على المشاركة في أي نشاط محظور بموجب هذه المعاهدة (المادة 1-1، هـ).
- تلتزم كل دولة طرف في المعاهدة بأن توفر للأشخاص المشمولين بولايتها المتضررين من استخدام الأسلحة النووية أو من تجريبها الرعاية الطبية والتأهيل والدعم النفسي، وتهيئ لهم كذلك أسباب الإدماج الاقتصادي والاجتماعي (المادة 1-6).
- تقوم كل دولة طرف تكون أراضيها ملوثة نتيجة استخدام السلاح النووي أو تجريبه باتخاذ التدابير الضرورية والمناسبة من أجل الإصلاح البيئي للمناطق الملوثة وفق المادة (2-6).

وعلى الدول الأطراف أن تتعاون من أجل تيسير تنفيذ هذه المعاهدة تنفيذاً ناجحاً، ولكل دولة طرف أن تلتمس المساعدة من الدول الأطراف الأخرى للوفاء بمقتضيات المعاهدة (الفقرتان 1-2 من المادة 7)؛ ويُدعم هذا التعاون بواجب يقضي بمساعدة الدول الأطراف والضحايا المتضررة من الأسلحة النووية أو تجريبها (الفقرتان 3-4 من المادة 7)، ويجوز تقديم المساعدة من جهات شتى منها منظومة الأمم المتحدة، أو المنظمات الدولية أو الإقليمية، أو الحركة الدولية كـ الصليب الأحمر والهلال الأحمر، أو على أساس ثنائي (المادة 5-7)[1].

بالرغم من أن واضعي المعاهدة أكدوا على تجنب أي تضارب مع معاهدة منع الانتشار النووي من خلال بياناتهم المستمرة، وما يؤكد ذلك أن معاهدة منع الانتشار النووي مذكورة صراحة في ديباجة معاهدة حظر الأسلحة النووية، حيث نصت: "أن التنفيذ الكامل والفعّال لمعاهدة منع الانتشار النووي التي تمثل حجر الزاوية في نظام نزع السلاح النووي وعدم الانتشار يؤدي دوراً حيوياً في تعزيز السلم

1. معاهدة حظر الأسلحة النووية عام 2017م، قسم الخدمات الاستشارية للقانون الدولي الإنساني، مرجع سابق، ص3-4.

والأمن الدولي"؛ إلاّ أن الدول المُنْتَهِزة أكدوا على أن المعاهدة تقوّض من الهيكل الحالي لعدم الانتشار والحد من التسلح.

في حين أن حقيقة الأمر تُعتبر معاهدة حظر الأسلحة النووية أكثر توازناً من معاهدة حظر الانتشار النووي، إذ تفرض التزاماتها بشكل أكثر دقة، ولا تقوم على مقايضة ثنائية أساسية بين الدول غير الحائزة على الأسلحة النووية والدول الحائزة للأسلحة النووية كما تقوم بها معاهدة حظر الانتشار، والتي أعربت في مادتها (2) بإلزام الدول غير المسلحة نووياً بعدم امتلاك أسلحة نووية، ولا تفرض في المادة (6) على الدول نووية التسليح سوى التعهد بالسعي لنزع السلاح النووي دون إلزام مشدد في ذلك، ما يجعلها توفر لهذه الدول صك إعفاء مجاني ليس له وقت انتهاء لحيازة السلاح النووي؛ وفي المقابل، نجد معاهدة حظر الأسلحة تقوم بسحب جميع الأسلحة النووية من كافة الدول الأطراف. كل ذلك جعل الدول النووية بمعزل عن أن تكون طرفاً في معاهدة حظر الأسلحة النووية[1].

كما ونجد أن هذه الدول الكبرى المعارضة لمعاهدة حظر الأسلحة النووية، بحجّة زعزعة الأمن النووي، هي نفسها تضعف من قوة معاهدة منع الانتشار النووي عندما ترى في ذلك خدمة لمصالحها الضيقة، ومن ذلك اختيارها لدول التعاون النووي كإبرام الولايات المتحدة لاتفاق نووي مدني مع الهند، وهي الدولة التي طالما رفضت معاهدة منع الانتشار النووي وانتقدتها، ما يظهر جلياً تقديم المعايير الداخلية الضيقة لهذه الدول على حساب معايير الحظر الدولية؛ وبالتالي فإن المفاهيم النووية المستقرة حاليًا هي نتاج تصور غربي-أمريكي تحديداً- تم فرضه على العالم، وبموجبه تم تقويض مفهوم الانتشار النووي؛بما أنَّ الانتشار بمفهومه الأمريكي محصورٌ في الجانب الأفقيّ فقط.

وعلى الجانب الآخر، لا نرى أي تعارض في هذه المعاهدة على تشجيع وتطوير استخدام الطاقة النووية في المجال السلمي، وأن هذا الحق ثابت لكل الدول الأطراف في المعاهدة، وهذا إلى حد كبير يتشابه مع المعاهدات التي تؤكد حق الدول في التنمية وفق الاستخدام السلمي النووي والحق في نقل وتبادل المعلومات العلمية والتقنية والقيام بالنهضة التنموية.

ونظرًا لأن كل التزام يقابله حق، فإن من حق الدول غير النووية الساعية لامتلاك الطاقة السلمية الحصول على المساعدة من الدول القادرة على تقديم المعونة والدعم النووي السلمي دون خضوع لنظام البروتوكول الإضافي لمعاهدة منع الانتشار النووي، والذي يشكل قيداً مُزمناً على امتلاك الطاقة النووية

1. ليلى هناوي، معاهدة حظر الأسلحة النووية 2017م وتأثيرها على منظومة حظر الانتشار النووي القائمة، مرجع سابق، ص326-327-328-333-339.

للدول غير النووية، وذلك كون المعاهدة لم تتضمن أحد ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمتمثلة في البروتوكول الإضافي النموذجي للضمانات الشاملة، ما جعل الدول المعارضة تشدد على قصورها باعتبار أن ذلك يشكل أحد أهم الثغرات في المعاهدة. إلا أن ذلك تمت معالجته في المادة (3) من المعاهدة، والتي تضمن الامتثال كحد أدنى لنظام ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية الذي كان ساريًا وقت نفاذ هذه المعاهدة على جميع الدول الأطراف دون تمييز، كما تتضمن المعاهدة مزيداً من الضمانات المعززة التي تساعد في الاستفادة من الطاقة النووية السلمية[1].

- **ثانياً: الحدود الاتفاقية لحق الدول في الاستخدام النووي:**

إن حق الدول في استخدام الطاقة النووية مُناط بمجموعة من الضوابط المستمدة من المعاهدات الدولية المتعلقة بهذا المجال؛ هذه الضوابط بمثابة الحاجز الذي يحول بين أطراف المعاهدة وعدم الالتزام بنصوصها، باعتبار أن تلك الدول قد وافقت على ما ورد في نطاق تلك المعاهدات من أحكام؛ ولا شك أن المتفحص لنظام المعاهدات المتصل بميدان التقنية النووية يجد أنه مقيد لحرية الدول، ما يعني احتمالية التخلي عن جزء من سيادتها مقابل انتفاعها من الطاقة النووية السلمية.

فنأتي إلى نصوص هذه المعاهدات الدولية، نجد أنها قد أرست العديد من الضوابط التي تنظم وتقيد الاستخدام في هذا الحقل، سواء في مجال الرقابة والإشراف أو في مجال المسؤولية الدولية المتعلقة بهذا الشأن؛ فنجد أن معاهدة حظر الانتشار النووي، ونظام الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وجُلّ المعاهدات الإقليمية والدولية المنظمة للتقنية النووية تحوي على ذات المسلك بتقرير تلك الضوابط الصريحة في نصوص هذه المعاهدات[2].

فعلى سبيل المثال، نجد معاهدة حظر الانتشار النووي (1968م) تنص على أن: "تتعهد كل دولة من الدول غير الحائزة للأسلحة النووية تكون طرفاً في هذه المعاهدة بقبول الضمانات المنصوص عليها في اتفاق يُجرى التفاوض عليه وعقده مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية وفقاً لنظام الوكالة الأساسي ونظام ضماناتها، وتكون الغاية الوحيدة من ذلك تحري تنفيذ تلك الدولة للالتزامات المترتبة عليها بموجب هذه المعاهدة، منعاً لتحويل استخدام الطاقة النووية من الأغراض السلمية إلى الأسلحة النووية أو الأجهزة المتفجرة النووية الأخرى... ويراعى تطبيق الضمانات المطلوبة في هذه المادة على جميع الخامات أو

1. ليلى هناوي، المرجع سابق، ص326-327-328-333-339.
2. أحمد محمد عبد الحفيظ حسن، أبعاد الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل مبدأ سيادة الدولة، دار النهضة العربية، القاهرة، ط1، 2013م، ص191.

المواد الانشطارية الهامة في جميع النشاطات النووية السلمية المباشرة داخل إقليم تلك الدولة أو تحت ولايتها أو المباشرة تحت مراقبتها في أي مكان آخر".

كما جاء في ذات المعاهدة أنه: "لا يوجد في المعاهدة ما يفسر بما يؤثر على الحق الثابت لجميع أطرافها لتنمية أبحاث وإنتاج واستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، وبما يتفق مع المادتين (1, 2) من المعاهدة"؛ ونصت على أن "يتعهد جميع أطراف المعاهدة بتسهيل الحصول على فوائد التطبيقات السلمية، ويكون لهم حق الاشتراك في تبادل المعلومات، والمواد النووية والبيانات العلمية والتقنية لاستخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية إلى أقصى حد ممكن... "[1].

في حين تأتي معاهدة حظر الأسلحة النووية (2017م) بالحظر الشامل على جميع الدول، ومنع الانخراط في البرامج النووية العسكرية وإنتاجها واختبارها وتهديد أمن الدول الأخر؛ ومن ثم، فهي تمثل اختلافاً جذرياً عن مسار معاهدة منع الانتشار النووي، والتي تدعو لنزع السلاح النووي باستثناء الدول ذات الترسانة النووية والدول الحليفة التي تحميها مظلة التعهدات النووية، والتي لا ينطبق عليها نظام الضمانات النووي، كما قررت معاهدة تحريم الأسلحة في أمريكا اللاتينية (تلاتيلولكو) أن "تتعهد الدول المتعاقدة في هذه المعاهدة باستخدام المواد والإمكانات النووية التي تحت سلطاتها الشرعية في الأغراض السلمية فقط، وتحرم وتمنع في أقاليمها ما يلي..."؛ ونصت أيضاً على أن من أهدافها "قصر استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية لتعجيل التنمية الاقتصادية والاجتماعية لشعوب هذه الدول"[2].

كذلك تتضمن معاهدة القطب الجنوبي، منح الحق في إرسال مراقبين لممارسة الرقابة والتفتيش لضمان عدم الإخلال بأحكامها بما يضمن الاستخدام السلمي فقط.

بالإضافة إلى هذه الاتفاقيات الدولية التي تهدف إلى تحريم انتشار الأسلحة النووية وتدعوا إلى التقدم الاقتصادي والاجتماعي وفق الوسائل النووية السلمية، هناك العديد من الاتفاقيات المساندة التي تعزز من تقرير هذا الحق، منها اتفاقية الفضاء الخارجي لعام (1967م)، والاتفاقية المنظمة للمسؤولية المدنية عن الأضرار النووية، واتفاقية حظر الأسلحة النووية في القارة الإفريقية "بليندابا" (1996م)، واتفاقية بانكوك عام (1995م)؛ وليس ذلك فقط، بل تأتي مبادئ القانون العامة لتؤكد على أهمية حق الدول في الاستغلال السلمي للطاقة النووية.

1. معاهدة منع الانتشار النووي1968م "المادة 3، فقرة 1"، "المادة 4".
2. معاهدة تلاتيلولكو "الديباجة"، "المادة 1، فقرة1".

وهكذا يتضح لنا من خلال هذه المعاهدات، سواء كانت ثنائية أو متعددة الأطراف، أنها تتبنى ضوابط تتمثل في الالتزام بالمطلب السلمي للطاقة النووية وعدم الميل بها نحو الشأن العسكري، والقبول بالرقابة والإشراف النوويين، والتزام الدولة بتعهداتها الدولية بحسن نية من خلال الضمانات المخولة بمتابعة النشاط النووي؛ ولا شك أن هذه القيود والضوابط الحاكمة تستمد وجودها القانوني وقوتها الإلزامية من المعاهدات الدولية ذاتها باعتبارها أحد مصادر القانون الدولي العام، والذي يعني تقييد الحق السيادي للدولة، في حين أن حقيقة هذا التقييد لا يتم وفق ضوابط ومعايير دولية منصفة كما جرت العادة في الساحة الدولية.

- **الفرع الثاني: أسانيد حق الدول في الطاقة النووية السلمية، والضوابط الحاكمة لها**

يُزاد على ما سبق من تعاون دولي لتكريس الحق في امتلاك الطاقة النووية، فإنه يستلزم ضرورة تأطير الأسانيد والمبادئ العامة التي يستند إليها هذا الحق.

- **أولاً: المبادئ القانونية الدولية للحق النووي**

إن حق الدول في استخدام وامتلاك الطاقة النووية السلمية ناشئ عن حقها في التنمية والرفع من المستوى الاقتصادي والإنمائي، وحقها في استغلال مواردها وثرواتها الطبيعية؛ وهذا ما أقره النظام الأساسي لمحكمة العدل الدولية، والذي يُعنى بالمبادئ العامة الداعمة لهذا الحق، باعتبارها من المصادر الأصلية للقانون الدولي العام.

أ. مبدأ السيادة:

ظهرت السيادة كنتيجة حتمية لظروف تاريخية تتعلق بالصراع الدائر بين الملوك وأمراء الإقطاع، ونتيجة لتفاقم الصراع بين السلطة الدينية "الكنسية" والسلطة الزمنية "المدنية"، بالإضافة إلى حاجة الفرد وتكوينه الاجتماعي في الانزواء تحت لواء جماعة تحمي مصالحه؛ والسيادة، بدايةً عند هؤلاء ومن تبعهم، كانت مطلقة لا تحدها شروط، وذلك ناشئ من قناعات ثابتة لديهم كالاعتقاد بعلو الدولة على أي قوة أخرى، في حين أن حقيقة قناعاتهم متزعزعة لعدم بنائها على قواعد راسخة تدعم حججها، فظهر هنا ما يسمى بـ النظرية الديمقراطية التي اعتبرت هذه السيادة إنما تستمد وجودها من تبرير قوة سلطة الدولة، ثم تبلورت فكرة العقد الاجتماعي التي تعطي السلطة لإرادة الأمة، ومن ثم بروز فكرة

تقييد سلطة الدولة، وظهرت الدولة القانونية ما يعني خضوع السلطة للقانون، ومع تعاقب الأزمان تغيرت فكرة السيادة المطلقة إلى سيادة نسبية[1].

أما في فقهنا الإسلامي، فإن السلطة العليا لا تكون إلا لله وحده، والسيادة المطلقة لا تنسب إلا إلى الشريعة السماوية، ثم الجهات الأخرى كالدولة وغيرها فسيادتها نسبية مقيدة بمبادئ وأحكام تفرضها الشريعة يخضع لها كافة أصناف المجتمع وسياسات[2].

تُعد السيادة القانونية معياراً يميز الدولة عن غيرها من الكيانات السياسية الأخرى، وذلك بإعطائها الحق بممارسة حقوقها الكاملة "التشريعية والتنفيذية والقضائية" داخل إقليمها وعلى كل ما يوجد داخل هذا الإقليم؛ وكما يرى الفقيه "هانز كسلن"[3]أن الحق هو بمثابة التزام قانوني، ومن ثم فإن ذلك يعني أن لكل شخص الحق في سلوك معين، ويفيد ذلك أن تصرفه لا يُحرمه القانون، وفي نفس الوقت يوجد التزام قانوني يقع على عاتق الغير لصالح هذا الشخص يقضي باحترام كافة الحقوق الذي يتمتع بها ويقوم بممارستها، سواء ذلك في القانون الداخلي أو القانون الدولي، وتشمل هذه السيادة كل ما يتعلق بباطن الأرض والمرتفعات والهضاب والتلال وما يوجد فيها من مجارٍ مائية وأنهار وبحار ملاصقة لشواطئها، بالإضافة إلى طبقات الجو التي تعلوها؛ هذا ويُعتبر الحق في السيادة على الموارد الطبيعية مبدأ رئيسياً من مبادئ القانون الدولي للتنمية[4].

وعلى هذا، فإن الطبيعة القانونية لحق الدولة في استخدام الطاقة النووية للأغراض المدنية هو حق ثابت تمتلكه الدولة بموجب المكنة القانونية التي تُمكّنها من الولوج إلى الحقل السلمي للذرة والاستفادة منها بصفة قانونية، واستغلال كل ما يقع في إقليمها من مواد أولية مشعة تصلح أن تكون وقوداً نووياً مثل "اليورانيوم" لإنتاج الطاقة النووية السلمية؛ ومما يدعم هذا الحق علاقته بـ المساواة بين الدول، والذي يُشكل سنداً قانونياً إضافياً لحق الدول في امتلاك واستغلال الطاقة النووية السلمية؛ ويجب هنا التنويه على أن بعض الدول لا تتوانى عن عرقلة حق الدول الأخرى في استخدام الطاقة النووية السلمية، سواء

1. أحمد محمد عبد الحفيظ حسن، أبعاد الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل مبدأ سيادة الدولة، مرجع سابق، ص82.
2. توفيق الشاوي، لمن السيادة، منشور على طريق الإسلام، 2015م، على الرابط: ar.islamway.net/article/44666
3. هانز كسلن: فقيهًا قانونيًا نمساويًا وفيلسوفًا في القانون والسياسة، وهو واضع الدستور النمساوي لعام 1920م الذي يعتبر صالحًا لهم بدرجة كبيرة حتى يومنا هذا.
4. د.محمد عبد الله محمد نعمان، ضمانات استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية دراسة قانونية في ضوء القواعد والوثائق الدولية، القاهرة، الطبعة1، 2000م، ص5.

كان بطرق قانونية أو غير قانونية، وإن ذلك لا يمكن أن يُفسر إلا بـ حرمانها من السيادة على ثرواتها الطبيعية، حيث لا فائدة من إثبات حق الملكية على هذه الثروات دون إمكانية الاستفادة منها[1].

بالنظر إلى المتغيرات الدولية الراهنة ونشأة الكيانات الدولية المستحدثة، ما يؤكد على أن الحقوق الممنوحة للدول يجب أن تُقيد بالضوابط القانونية على الكافة دون تمييز، لاسيما في الأمور المعقدة كالطاقة النووية؛ وإن الانحراف في استخدام هذه التقنية يؤدي إلى تحريك المسؤولية الدولية ضد الدولة التي تسببت في إلحاق ضرر بالآخرين، خاصة دول الجوار، وبسبب التعسف في استعمال حقها النووي، وهذا ما يؤكد عليه الفقه والقضاء الدوليان؛ فالمسؤولية الدولية تنعقد بمجرد وقوع ضرر من نشاطها النووي ولو كان هذا النشاط ليس من الأعمال التي يحضرها القانون الدولي، كونه يمس حقوق السيادة الوطنية للدولة المتضررة.

ومن أبرز الأمثلة التي توضح عدم احترام سيادة الدولة على إقليمها التفجيرات النووية في بولينيزيا الفرنسية، والتي تُعد الموقع الثاني لتجارب فرنسا النووية في فترة ما بين (1966م) و (1996م) في جزر كل من "موروروا وفانغاتوفا وهاو"، مركز تجارب المحيط الهادئ، وذلك بسبب اضطرارها لمغادرة الصحراء الكبرى كجزء من إنهاء الاستعمار الجزائري[2].

وقد تم رفع دعوى قضائية عام (1973-1974م)من قبل نيوزيلندا وأستراليا إلى محكمة العدل الدولية؛ بسبب إجراء التجارب النووية في المحيط الهادي على اعتبار أن الإشعاعات الذرية الناجمة عن التجارب النووية تشكّل خرقًا لقواعد القانون الدولي ومساسًا بسيادة أستراليا ونيوزيلندا على أقاليمها؛ لما تعرَّضا له من غبار نووي، وانتهت القضية بتعهّد فرنسا بإيقاف التجارب النووية، واعترافها وفق هذا التعهد بحق الجوار وعدم الاعتداء على سيادة الدول المجاورة[3].

وعلى غرار ذلك، نذكر الجرائم النووية التي ارتكبتها فرنسا بحق الجزائر وجيرانها في الستينيات، وتبعاتها الكارثية على الصحة العامة والبيئة، لاسيما أن فرنسا كانت تعتبر الصحراء الجزائرية تابعة لإقليمها وفق اتفاقية إيفيان، التي تقضي ببقاء قوات فرنسية غير قتالية في مواقع مثل القاعدة البحرية مرسى الكبير بوهران والصحراء الجزائرية وببعض الهيئات والمنشآت حتى العام (1967م)، والسماح بإجراء التجارب العلمية دون توضيح لماهية ونوع هذه التجارب؛ ولم يتصور الطرف الجزائري أن

1. د.محمد رمضان، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في إطار قواعد القانون الدولي العام-دراسة تحليلية للملف النووي الإيراني-، المجلة المصرية للقانون الدولي، العدد 69، 2013م، ص94.
2. جان ماري كولان وباتريس بوفْريه، نفايات التجارب النووية الفرنسية في الجزائر -الإشعاع النووي تحت الرمال! تحليل حول معاهدة حظر الأسلحة النووية-، إصدار مؤسسة هاينريش بول، ملف إلكتروني، 2020م، ص11.
3. عامر عباس، البرنامج النووي الإيراني في ضوء القانون الدولي، منشورات زين الحقوقية، بيروت، 2012م، ص247-248.

تكون تلك التجارب "العلمية" هي المزيد من التجارب النووية البالغة الخطر والأثر، وفرنسا ترفض حتى الآن الكشف عن خريطة التفجيرات ولا عن إمكانية وجود نفايات نووية مدفونة في التراب الجزائري[1].

ب. حق الدول في التنمية:

يتجسد الحق في التنمية في تسخير الموارد المادية والإنسانية، داخلية كانت أو دولية، بهدف الارتقاء بمستوى حياة السكان في محيط اجتماعي وثقافي ملائم؛ وهو، كما يرى البعض، حق مركب يضم كافة الحقوق المدنية والسياسية وغيرها؛ ويندرج تحته جملة من الحقوق، كالحق في المشاركة والتجمع، والحق في التعليم والسكن والعمل، وحماية البيئة ونحوها، والأخير له علاقة وطيدة بمحاور كثيرة في مجال تمتع الدولة بحقها في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية وتفادي مخاطر أضرار البيئة[2].

وعليه، فإن الحق في التنمية يُعد من أبرز الحقوق المعترف بها دولياً؛ وتدخل الطاقة النووية، باعتبارها جوهر الحضارة الحديثة وأحد أهم عوامل التطوير والتقدم المادي، في مجالات تفعيل هذا الحق، وذلك من خلال تيسير حصول الدول وخاصة النامية منها على الطاقة النووية السلمية، والتزامات الدول المتقدمة في ذات الإطار لضمان تحقيق أقصى استفادة ممكنة للكافة دون الاستفراد بالتحكم بهذه التقنية. ونجد أن القانون الدولي للتنمية يقوم على محورين أساسيين: مبدأ السيادة الوطنية على الموارد الطبيعية، ومبدأ تقرير المصير الاقتصادي.

وقد أكد الميثاق الأممي على حق الشعوب في التحرر من السيطرة وحقها في استخدام واستغلال ثرواتها من أجل تقدمها الاقتصادي، وجاء في ذلك المادة (55) من الميثاق ببيان أسس التعاون الدولي الاقتصادي والاجتماعي، أنه: "رغبة في تأمين الاستقرار والرخاء الضروري لقيام علاقات سلمية وودية بين الأمم قائمة على احترام مبدأ المساواة في الحقوق بين الشعوب وحقها في تقرير مصيرها، فإن الأمم المتحدة تعمل على تحقيق مستوى أعلى للمعيشة والنهوض بعوامل التطور الاقتصادي والاجتماعي"؛ وبناءً على قرارات الجمعية العامة للأمم المتحدة، يأتي الاستخدام السلمي للطاقة النووية كأحد أهم الحقوق الغير قابلة للتصرف فيها لجميع الدول دون تمييز؛ ولمؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية عام (1974م) الدور الجوهري في الاعتراف بالحق في التنمية، حيث ساهم في تحديد خطة جماعية حول مفهوم التنمية، كما يُشار في هذا الشأن إلى مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية المُنْعَقِد

1. جان ماري كولان وباتريس بوفْريه، المرجع السابق، ص13.
2. سعد حمود مناور الشمري، حق الدول في امتلاك الطاقة النووية السلمية وفقاً للقانون الدولي، مرجع سابق، ص101.

في دورته السادسة في بلغراد لعام (1983م)، والذي أُقترح فيه مدونة قواعد السلوك في مجال نقل التقنية[1].

كما أكدت المادة (3) من إعلان حقوق التنمية إلزام الدول بما يلي:

- التعاون الدولي في سبيل تحقيق التنمية الشاملة.
- إزالة كل العقبات التي تعترض ذلك.
- إقامة نظام اقتصادي واحد على أساس المساواة وتكافؤ الفرص ومراعاة حقوق الإنسان.

وفي هذا المؤتمر، اعتُبر أن الحق في التنمية حق فردي وجماعي وعالمي، وأن الدول الأشد فقراً هي الأحق بالتنمية؛ كما أن امتلاك الطاقة النووية السلمية يجد أساسه في حق التنمية المكفول للشعوب بموجب الإعلان العالمي للحقوق المدنية والسياسية لعام (1966م)، والإعلان العالمي للحقوق الاقتصادية والاجتماعية والثقافية (1966م)، وفي التعاون الدولي والتضامن الإنساني، وفي قرارات وإعلانات الأمم المتحدة. وكذلك من أهم المبادئ التي وردت في شأن التعاون الدولي في ميثاق الحقوق والواجبات الاقتصادية الصادر عن الجمعية العامة للأمم المتحدة عام (1974م) مبدأ المنفعة المتبادلة والعادلة والتعاون الدولي من أجل التنمية؛ كل ذلك يكفل حق الدول في امتلاك الطاقة النووية للأغراض السلمية[2].

ومن ثم، فإن حق الدول في التنمية وتوفير الرفاهية لشعوبها يمثل أحد غايات النظام الدولي الحالي الذي تقوم عليه هيئة الأمم المتحدة.

- **ثانياً: حدود حق الدول في الاستخدام النووي السلمي**

يُشترط لضمان حق الدول في المجال النووي السلمي صياغة ضوابط وآليات تُحدد الإطار النووي الذي ينبغي ألاّ تتعداه الدول أثناء ممارستها لهذا الحق، وذلك لأجل كفالة تنظيم سير العمل النووي الدولي، ومنع حدوث الصراعات النووية المهددة للأمن الدولي، ولتجنب المسؤولية الدولية المترتبة نتيجة الإخلال بهذه الحدود؛ وكل ذلك يجد أساسه القانوني بالإضافة إلى المعاهدات والاتفاقات الدولية، في القواعد والمبادئ التي تحكم سير العلاقات الدولية وفق نطاق القانون الدولي العام.

1. قرارات الجمعية العامة للأمم المتحدة رقم"626"لعام1952م، قرار رقم"1515"لعام 1960م، قرار رقم"1803"لعام1962م، قرار رقم"2158"لعام1966م، قرار رقم "3201"لعام 1974م، قرار رقم "3281"لعام1974م.
2. سعد حمود مناور الشمري، حق الدول في امتلاك الطاقة النووية السلمية وفقاً للقانون الدولي، مرجع سابق، ص102.

أ. مبدأ عدم التعسف في استعمال الحق النووي السلمي

يُعد من أهم المبادئ التي تنظم الإجراءات والمراسيم الصادرة عن الدولة، ويدور هذا المبدأ وجوداً وعدماً بالتزامن مع الحق؛ ويمكن تعريف مبدأ عدم التعسف بصفة شمولية: "أنه قيد يرد على حرية الشخص القانوني سواء كان شخص طبيعي أو اعتباري من أشخاص القانون الخاص، أو كان شخص دولي كالدول والمنظمات الدولية، في التصرف في حقه، فيمنعه من الإضرار بالغير عن عمد أو البحث عن منفعة خاصة متى ترتب على تلك المنفعة أضرار كبيرة تُصيب الغير ما يجعل هذا الحق غير مشروع"[1]، كما عرّف بعض الفقهاء التعسف في استعمال الحق بأنه: "ممارسة أحد أشخاص القانون لحقوقه المقررة له بطريقة تُحدث أضراراً بشخص قانوني آخر"؛ وباعتبار أن هذا المبدأ من المبادئ القانونية العامة المعترف بها داخل الأطر الدولية والمحلية، وبالنظر لأهميته في رسم العلاقات بين الدول، فإن المسلّم به أن أي دولة تمارس حقوقها الدولية المشروعة على حساب حريات الدول الأخرى ومصالحها المشروعة، أو تنحرف بهذه الحقوق لأغراض مغايرة عما خُصصت من أجله بقصد الإضرار بدول أخرى، فإن ذلك يُعد تعسفاً وتجاوزاً في مفهوم الحق، وتنخرط بالتالي في عمل غير مشروع يحمّل الدولة المسؤولية الدولية[2].

تجدر الإشارة هنا، أن اعتبار مبدأ التعسف في استعمال الحق كنوع من الأعمال غير المشروعة دولياً وكأساس لتقرير المساءلة عن المشاريع النووية السلمية التعسفية موضع خلاف بين الفقهاء المتخصصين في القانون الدولي؛ فهناك جانب من الفقه سعى إلى إعفاء المساعي النووية للدولة من إطار هذا المبدأ، ولم يُسلّم هذا الفريق بالاعتراف بإمكانية تطبيق مبدأ عدم التعسف على تصرفات دولة ذات قدرة نووية، وسعى إلى استبعاد أنشطة الدول ذات القدرة النووية التي تؤدي إلى عواقب سلبية على الدول الأخرى من عالم الحقوق التعسفية بحجة أن الأهداف التي تسعى إليها الدولة من خلال هذه الأنشطة هي ذات طبيعة اقتصادية أو علمية أو دفاعية بحتة، وبالتالي لا تتعارض مع الأهداف التي أقرها المجتمع العالمي للاستغلال السلمي للطاقة النووية[3]، ومع ذلك فقد تعرضت وجهة النظر هذه للنقد، حيث يُقال إن المساعي النووية السلمية يمكن أن تولّد التزامات دولية للدول بسبب مخاطرها العابرة للحدود، ويتصور هذا الاتجاه أن نظرية التعسف في استخدام الحقوق تُمثل الأساس الأولي الذي

1. د.محمد رمضان، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في إطار قواعد القانون الدولي العام-دراسة تحليلية للملف النووي الإيراني-، مرجع سابق، ص95.
2. ليلى هناوي، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل القانون الدولي، مرجع سابق، ص77-78.
3. د.محمد رمضان، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في إطار قواعد القانون الدولي العام-دراسة تحليلية للملف النووي الإيراني-، مرجع سابق، ص98-99.

يمكن على أساسه مساءلة الدولة عن أنشطتها النووية السلمية، وتُعتبر النهج الوحيد لمعالجة القضايا الناشئة عن استخدام الطاقة الذرية.

ومن ثم، نجد أن هذا المبدأ في علاقته مع حق الدول في المجال الطاقوي يقوم بدور حيوي يهدف إلى منع الاستغلال غير المشروع وغير المسؤول، ومن ثم التخفيف من الخطر العالمي الذي تُشكله التهديدات النووية، كتطوير الأسلحة النووية أو استخدامها بطرق تتعارض مع الاتفاقيات الدولية والالتزامات المتعلقة بالسلامة النووية والحفاظ على البيئة؛ فعلى سبيل المثال، تتخلص الدولة من نفاياتها النووية في المياه دون مراعاة للشروط المقررة بموجب الاتفاقيات الدولية، أو باستحقاقاتها المقررة لها بمقتضى قواعد القانون الدولي في استخدام هذه المياه، وبالتالي تحميل الدولة المسؤولية عن نشاطاتها الذرية السلمية القائمة على التعسف في استعمال الحق، كإحدى صور العمل غير المشروع إذا ما تحققت شروطه ومعاييره، أو في حالة الأضرار الجسيمة على الرغم من اتخاذ كافة التدابير الاحترازية والإجراءات المفروضة عليها[1].

وعليه، فإن التمسك بهذا المبدأ داخل المجتمع الدولي بما يتماشى والمعايير الأمنية والبيئية والاقتصادية يساهم في رفع الثقة العالمية، ويساعد في تلبية احتياجات الطاقة النظيفة والمستدامة لدعم النمو الاقتصادي وتحسين مستويات المعيشة؛ ويكمن التحدي الرئيسي في تكاتف جميع الدول دون استثناء لمنع انتشار المواد المشعة الضارة للتقنية النووية، من خلال تعزيز الشفافية والمساءلة أثناء استثمار الصناعة النووية السلمية، وضمان أن الاستفادة منها تكون في صالح البشرية ويتوافق مع القوانين والأعراف الدولية، ما يجعلها مُحفزاً كأداة للتنمية المستدامة.

1. ليلى هناوي، المرجع سابق، ص81-82.

المطلب الثاني:

النطاق المؤسسي لشرعية حق الدول في الاستفادة من الطاقة النووية بطرق سلمية

هناك منظومة متكاملة تحكم الاستخدام المدني للطاقة النووية، سواءً على المستوى الدولي أو الإقليمي؛ وتكمن أهمية هذا النظام فيما يقوم به من ضمان سلامة وأمن المنشآت النووية. فعلى الصعيد الدولي، يحكم هذا الإطار في المقام الأول الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فهي المسؤولة عن تعزيز التطبيق السلمي للطاقة النووية والحفاظ على معايير السلامة والأمن، وذلك من خلال توفيرها لإطارٍ تنظيمي لمحطات الطاقة النووية، وما تتطلبه من إنشاء هيئة مستقلة وتشغيلية تتمتع بموارد كافية وموظفين مؤهلين للإشراف على محطات الطاقة النووية. ثم يأتي دور الهيئات التنظيمية الإقليمية.

- **الفرع الأول: الهيئات الدولية المنظمة لحق الدول في التقنية النووية السلمية**

توجد العديد من الهيئات العالمية التي تعمل على تنظيم استخدام الطاقة النووية من قبل الدول؛ وهذه الهيئات يُوكل لها مهمة الإشراف على التعاون العالمي في القطاع النووي السلمي، ورصد المنشآت النووية وتفتيشها، وتقديم الدعم النووي، وإصدار التقارير والدراسات المتعلقة بالسلامة النووية، فضلاً عن تقديم التوجيه والاقتراحات للدول والكيانات الدولية فيما يتعلق بتطبيق هذه التقنية.

- **أولاً: الوكالة الدولية للطاقة الذرية**

تُمثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) الحدث الحكومي الدولي الأبرز والأهم في العالم للتعاون العلمي والتقني في المجال النووي؛ وقد كان تأسيسها في (29 يوليو 1957م)، وتهدف هذه الهيئة في المقام الأول إلى استخدام العلوم والتقنية النووية على نحو موثوق وآمن وسلمي. ومن أولى مقاصدها هي الحد من التسلح النووي، بما يشمله من مسؤولياتها في الرقابة والتفتيش والتحقيق في الدول التي تمتلك منشآت نووية، وتعمل على تحقيق الأمان والسلامة في هذه المرافق، بالإضافة إلى دورها الحيوي في الاستجابة للحوادث والطوارئ النووية وتقديم المساعدة التقنية والخبرة للتخفيف من آثارها[1].

أ. النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية

في (29 يوليو 1957م)، قام المجتمع الدولي بمنح التأييد الكامل لتشكيل منظمة عالمية شغلها الشاغل كل ما يتعلق بالمجال النووي، حيث تنصرف كلياً لتسيير وإدارة الأنشطة النووية العالمية؛ وقد تم ذلك في فيينا عاصمة النمسا، وسُميت هذه الهيئة بـ الوكالة الدولية للطاقة الذرية. وكانت هذه المساعي التي

1. الوكالة الدولية للطاقة الذرية(IAEA).

قام بها المجتمع الدولي بمثابة رد فعل مباشر على التوقعات والمخاوف الناشئة عن بزوغ فجر استكشاف الطاقة النووية، والوعي العالمي بالتداعيات الخطيرة المحتملة الناجمة عن مثل هذه التطورات؛ وعلى الرغم من أن الدعوة لإنشاء هذه المنظمة قد جاءت بمبادرة من الولايات المتحدة، إلا أنها كانت أول من استخدم هذا السلاح الفتاك ضد اليابان في أغسطس (1945م) على مدينتي هيروشيما وناغازاكي.

وعلى كل حال، فقد تمت الموافقة على هذه الدعوة، إضافة إلى الولايات المتحدة، من قبل (81) دولة بالإجماع في أكتوبر (1956م)، ووصل عدد أعضاء الوكالة ما يقارب (177) عضواً يُشكلون مؤتمرها العام الذي يُعقد سنوياً. وهناك مجلس المحافظين ويضم في عضويته (35) عضواً يُختار (13) منهم من قبل مجلس الوكالة، بينما يُنتخب (11) عضواً كل عام من قبل المؤتمر العام، منهم (5) من أمريكا اللاتينية و(4) من أوروبا الغربية، و(3) من شرق أوروبا، و(4) من أفريقيا، و(2) من الشرق الأوسط وجنوب آسيا أو جنوب شرق آسيا، و(1) من الشرق الأقصى، و(1) بالتناوب من الشرق الأوسط أو جنوب آسيا أو جنوب شرق آسيا والمحيط الهادئ أو أفريقيا. وبذلك، يُحدد النظام الأساسي في ثلاثة أركان تُمثل جوهر عمل الوكالة، تتمثل في: التحقق من الاستخدام السلمي للطاقة النووية، والأمن والأمان النووي، ونقل التقنية النووية السلمية؛ وقد أقرت الفقرة (ب) من المادة (3)[1]من النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية وتعديلاته اللاحقة المبادئ الأساسية التي تلتزم بها الوكالة، من خلال تحديد الإطار التنظيمي لأنشطتها بما يتماشى وإطار أهداف ومبادئ الأمم المتحدة.

وقد جاء قانون إنشاء الوكالة الدولية للطاقة الذرية بضمان الاستقلالية المطلوبة في العمل، فمن الناحية القانونية فهي تتمتع بمكانة فريدة من نوعها وليست على قدم المساواة مع المؤسسات المتخصصة التابعة للأمم المتحدة؛ وتنص الأحكام التي تُحدد إنشاء الوكالة على ما يلي: المادة (1) من اتفاق الاتصال بين الوكالة والأمم المتحدة أن "الوكالة تعمل ككيان دولي مستقل يعمل تحت مظلة الأمم المتحدة"؛ وتتمتع الوكالة بـ الاستقلالية في إنفاذ العقوبات ضد الدول التي تنتهك التزاماتها، كما أن هناك تفاوتاً ملحوظاً

1. المادة "3" من النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية لعام 1956م وتعديلاته، الفقرة "ب": تمارس الوكالة أنشطتها وفقاً لأهداف الأمم المتحدة على صعيد تعزيز السلم والتعاون الدولي وطبقاً لسياسة الأمم المتحدة وطبقاً لأي اتفاقيات دولية معقودة، وعملاً بهذه السياسة تقيم رقابة على المواد استخدام الانشطارية الخاصة التي تتلقاها لكي تضمن إن هذه المواد لا تستخدم إلا لأغراض سلمية، تخصص مواردها على يضمن فعالية استخدامها وتحقيق النفع في جميع مناطق العالم وباعتبار خاص المناطق المختلفة من العالم التي تنفرد بمتطلبات خاصة، تقديم تقارير سنوية عن أنشطتها إلى الجمعية العامة للأمم المتحدة، وكذلك مجلس الأمن عند الاقتضاء: في حالة المسائل التي تدخل في نطاق اختصاص مجلس الأمن، ولها أيضاً أن تتخذ التدابير المباحة لها بموجب هذا النظام الأساسي، ولاسيما المنصوص عليها في "الفقرة ج من المادة 12"، تقدم إلى المجلس الاقتصادي والاجتماعي وإلى أجهزة الأمم المتحدة الأخرى تقارير عن المسائل التي تدخل في نطاق اختصاص تلك الأجهزة.

في إشراف الجمعية العامة للأمم المتحدة على ميزانية الوكالة الدولية للطاقة الذرية مقارنة بالمنظمات والكيانات الأخرى"[1].

أما فيما يتعلق بـ التعديلات على لوائح الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فقد حدثت في ثلاث مرات منفصلة وتحديداً في (31 يناير 1963م)، و (1 يونيو 1973م)، و(28 ديسمبر 1989م) ؛ ويُخول النظام للوكالة بملكية أو إنشاء مرافق أو موارد أو أدوات ضرورية لتنفيذ واجباتها، واستناداً على ذلك، تملك الوكالة مختبراً للتحليل في النمسا منذ عام (1961م)، ومختبراً آخر للبيئات البحرية في موناكو منذ عام (2002م)، ومركزاً للبحوث في إيطاليا[2].

ب. الأدوار والمسؤوليات التي تقوم بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية

تُحدّد المادة (3) المسؤوليات التي تقع على عاتق الوكالة الدولية للطاقة الذرية؛ ويمكن القول إن الوكالة تستأثر بالسلطة في جميع المجالات المتعلقة باستخدام الطاقة الذرية للأهداف السلمية، على عكس المنظمات الأخرى المتعلقة بالمجال، مثل وكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، حيث إن نطاق عملها ليس شاملاً لشؤون الطاقة النووية. وبالنظر إلى أحكام المادة (3) من النظام الأساسي للوكالة وعلاقته بـ معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية، يمكن القول بأن هناك ثلاث واجبات أساسية تتعلق بتطبيق الطاقة النووية للأغراض السلمية، وهي كالآتي:

- **دعم ونشر استعمال الطاقة النووية للأغراض السلمية**

من أهم أهداف الوكالة الدولية للطاقة الذرية تتمثل في تشجيع وتسهيل ودعم التطبيق العملي للطاقة النووية على نطاق عالمي وموجه نحو الأهداف الحميدة، وما يتعلق بـ البحث العلمي، والعمل على ترقية هذا الاستخدام وتنميته[3]، ووضع كل ما يلزم من قواعد وقائية من ضمان للسلامة النووية، وحماية الصحة العامة، والتخفيف ما أمكن من أخطار التعرض للإشعاع بتقديم التوجيه بما يحافظ على سلامة المفاعلات النووية الموجودة، وإنشاء أو امتلاك المنشآت والآلات التي تستخدمها في ممارسة وظائفها إذا كان المتوفر منها غير كاف، وأن تعمل كوسيط نووي بين الدول في حالة ما إذا طُلب منها ذلك كقيام

1. فهد أحمد عيد عبد الرحمن العنزي، الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، مرجع سابق، ص35.
2. د.محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، دار الفكر والقانون للنشر والتوزيع، المنصورة، المجلد الأول، ط1، 2019م، ص176.
3. د.محمد محمد عبد اللطيف، المرجع سابق، ص178.

إحدى الدول الأعضاء فيها بتقديم خدمات أو مواد أو معدات أو حتى المنشآت إلى أية دولة عضو أخرى[1].

كما جاء في المادة (11) من النظام الأساسي بأسلوب خاص ومتعلق بنظام المشاريع والكيفية المتبعة في ذلك، حيث نصت في البند (أ): "بأن أي دولة أو أية مجموعة من الدول الأعضاء تود القيام بأي مشروع يتعلق بالبحث في مجال الطاقة الذرية أو تنميتها أو تطبيقها للأغراض السلمية أن تطلب مساعدة الوكالة الدولية للحصول على المواد الانشطارية الخاصة[2]"وذات الوضع يتماشى مع الموارد والخدمات والآلات والبنية التحتية اللازمة لتحقيق هذه الغايات، ويجب أن يتضمن كل طلب مقصد المشروع ونطاقه، وبعد نظر الوكالة في الطلب، يجوز لها إرسال أفراد ذوي كفاءة عالية إلى إقليم الدولة أو الدول الأعضاء في المشروع لمزيد من الفحص ولأجل الدراسة المستفيضة للمشروع[3]، وعند الحصول على الموافقة، تشرع الوكالة في المفاوضات لوضع اللمسات الأخيرة على الاتفاقيات مع الدولة المعنية أو مجموعة الدول الأعضاء المسؤولة عن تقديم المشاريع. تستلزم هذه المفاوضات دراسة مُتفحصة للمواد الأساسية، لاسيما فيما يتعلق بـ النقل وضمان الالتزام بتدابير الصحة والسلامة.

إضافة إلى هذه الأعمال، فالوكالة تُساهم نحو أداء دور له صلة بتوفير خدمات قيمة تهدف إلى النهوض بمجال البحث والعلوم في مجال الطاقة النووية السلمية، كذلك تهدف إلى توطيد العلاقات الدولية في مجال البحث والتقدم التقني، بما في ذلك مجالات مثل الطب النووي والزراعة وتحسين الإنتاج الصناعي؛ كما تسعى إلى تقديم الدعم الفني في سياق تبادل المعرفة العلمية والتقنية وتدريب العلماء والمتخصصين في استخدام الطاقة النووية، وتسهيل بناء وتشغيل المفاعلات النووية ومرافق الوقود. على سبيل المثال، في أبريل (1958م) تم اختيار ما يقرب من ستمائة طالب من (52) دولة من قبل الوكالة لتلقي تدريب يركز على الجوانب الأساسية للبحث، وبدأ تبادل العلماء لتعزيز كفاءتهم عبر مجالات بحثية متنوعة، بما في ذلك الفيزياء النووية والكيمياء الإشعاعية وهندسة المفاعلات؛ بالإضافة إلى ذلك، تم إرسال الخبراء إلى الدول الأعضاء لتقديم إرشادات حول جدوى تدريب الكوادر العلمية والتقنية، وقد أوفدت الوكالة حوالي خمسين خبيراً خلال السنة الأولى من عملها لدعم تطوير وتعزيز

1. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، أطروحة دكتوراه، ، جامعة ابن خلدون -تيات- 2019/2018م، ص170.
2. النظام الأساسي للوكالة الدولية، "المادة11، البند أ".
3. نوري عبد الرحمن، المرجع سابق، ص171-172.

مبادرات الطاقة النووية، وبالتالي تعزيز تبادل الرؤى والمعارف التقنية والعلمية بشأن الطاقة النووية وتطبيقاتها السلمية[1].

وبالتالي، نلحظ أن النظام الأساسي يحدد بوضوح شروطاً خاصة مُصممة لكل قطاع تُمَارس فيه الوكالة أنشطتها لتحقيق أهدافها، كالتوسط في تنظيم تبادل المواد والمعدات وما يُشبهها بين دولة وأخرى عضو في الوكالة، وعلاوة على ما جاء به صراحة من أن الضمانات الصحية والتدابير الوقائية لا تنطبق على العمليات الجارية بموجب اتفاق ليست طرفاً فيه ما لم تطلب الأطراف المتعاقدة ذلك؛ أما فيما يتعلق في حالة إقرار وضع قواعد وقائية صحية من أجل الحماية من الأخطار، فيجب أن يتم ذلك بـ التشاور مع الهيئات المختصة في الأمم المتحدة والوكالات المتخصصة[2].

وعليه، فإن الوكالة تدعو إلى الاستخدام الفعال والآمن للطاقة النووية، لاسيما في مجال مبادرات توليد الكهرباء النووية، كما تعمل على تشجيع التعاون ذي الطبيعة التقنية والعلمية عبر مختلف القطاعات المتعلقة بالطاقة النووية، مثل الزراعة والرعاية الصحية وإنتاج الطاقة وبروتوكولات السلامة والاستدامة البيئية؛ كذلك فإنها تلعب دوراً في النهوض بتحقيق الأهداف الإنمائية للألفية إلى جانب تنفيذ المبادرات الإنمائية مع الاقتصادات النامية وتُشارك الوكالة في تقديم الدعم التقني لبرامج استخدامات الطاقة النووية[3].

- **تدعيم الأمن والأمان النوويين**

تُعد قضية الأمن والأمان النوويين من المسائل الهامة في السياق الدولي الحالي، وفي ظل سعي الدول لاكتساب قدرات نووية لأغراض إستراتيجية؛ ولتحقيق هذا الغرض، تضطلع الوكالة الدولية للطاقة الذرية بدور حيوي لتعزيز هذه القضية وسط أعضائها، من خلال النشر والترويج لإطار عمل عالمي قوي ومستدام للأمان والأمن النووي، يهدف هذا الجهد إلى حماية الأفراد والمجتمعات والبيئة من التأثيرات الضارة للمواد النووية، وتقليل خطر حدوث حوادث نووية[4]، لاسيما بعد حادثة فوكوشيما دايتشي النووية في اليابان عام (2011م)، والتي تسبّبت في إطلاق كمّيات كبيرة من المواد المُشعّة عبثت بالبيئة؛ وقد أكّدت الحادثة الحاجة المُلحة إلى اتّباع أسلوب قويّ للسلامة النووية، وخُطط استجابة طارئة لحماية الناس والبيئة من الآثار السلبية للإشعاعات النووية، ويسبقها حادثة تشيرنوبيل عام

1. سوزان معوض غنيم، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل القانون الدولي، مذكرة ماجستير، جامعة حسيبة بن بو علي، الشلف، 2008/2007م، ص94.
2. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص171.
3. أهداف التنمية المستدامة، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط:iaea.org/ar/min-nahn/ahdaf-altanmiat-almustadama.
4. الأمن والأمان النوويان، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/alaman-walamn-alnawawian.

(1986م) التي عزّزت مسار الأمان النووي، بحيث أصبح من المجالات الرئيسية التي تسعى الوكالة الدولية للطاقة الذرية لضمانها، من خلال انعقاد دورة استثنائية للمؤتمر العام للوكالة في سبتمبر (1986م)؛ وقد نتج عن ذلك إقرار اتفاقيتين دوليّتين تختصان بالأمن والأمان النوويين، هما:

- اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي،والتي تهدف إلى ضمان سرعة وفعالية توصيل المعلومات في حالة وقوع حادث نووي؛ لتقديم المساعدة والدّعم وتعزيز التعاون الدولي في التعامل مع الحوادث النووية بفعالية وأمان[1]. واعتباراً من عام (2013م)،أصبح هناك ما يقارب (116) دولة عضو في الاتفاقية، بالإضافة إلى الجماعة الأوروبية للطّاقة، ومنظّمة الأغذية والزراعة، ومنظمة الصحة العالمية، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية[2].
- اتفاقية تقديم المساعدات في حالة وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي، والتي تم التوقيع عليها من قبل أكثر من (50) دولة، وتُعد الاتفاقية إطارًا دوليًا للتعاون فيما بين الدول الأطراف، ومع الوكالة؛ من أجل تسخير سرعة تقديم المساعدة والدعم في حالة وقوع حوادث نووية أو طوارئ إشعاعية[3].

ويقوم العمل الدولي على تفعيل الأمن النووي وتحسينه من عدة جوانب، منها: الرقابة والمراقبة، حيث يتم تقوية الرقابة على المواد النووية لمنع تسربها أو سرقتها من خلال تقييم المخاطر وتطبيق إجراءات الأمان المناسبة، وأساليب الحماية والتحكم في المعدات النووية وتأمين المرافق النووية ومراقبة النقل النووي والتعاون الدولي في مجال منع انتشار السلاح النووي، وتعزيز التعاون لتبادل الخبرات والتقنيات النووية[4]. ثم تأتي معايير الأمان الهندسي وتقنية الأمان النووي، والتي تهدف إلى حماية الناس والبيئة بالتصميم الآمن للمفاعلات النووية ومرافق التخزين وتقنيات معالجة وتخزين المواد النووية بطرق تقلل من خطر الاستخدام غير المشروع؛ ويبرز هنا منشور الأمن الحاسوبي في المجال النووي الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ليُبين أهمية إتباع تدابير الأمن السيبراني القوية لضمان الاستخدام الآمن والموثوق للتقانة النووية، وتحقيق الإدارة الآمنة للنفايات والسلامة الإشعاعية، والتركيز على حماية الأشخاص العاملين في المجال النووي والجمهور من التعرض للإشعاع.

وللوكالة الدولية للطاقة الذرية تجربة سابقة في مجال تصريف النفايات النووية، حيث انعقد مؤتمر في سنة (1983م) يختص بتصريف النفايات المُشعة في مدينة سياتل الأمريكية، حضرته حوالي تسع وعشرون دولةًمن عضوية الوكالة، وكذلك ثماني منظمات دولية؛ وتطرق المؤتمر للعديد من النقاط

1. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، 173.
2. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي، ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
3. اتفاقيات الأمان النووي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/aitifaqiaat-alaman-alnawawii.
4. نوري عبد الرحمن، المرجع سابق، 173.

أهمها هو التقدم الكبير المُتحقّق على الصعيدين الوطني والدولي حول إنشاء معايير وطرق من خلالها يتم تقييم السلامة المطلوبة لتخفيف مظاهر القلق المُتزايد بشأن الآثار الصحية الناجمة عن النفايات النووية، وألحّ المؤتمر على نقطة مهمة وهي الاهتمام بإدارة النّفايات النّووية المتوسطة والمُنخفضة، كذلك التدريب والتّوعية لدى العاملين في المجال النووي، وتعزيز الثقافة النووية الآمنة وتعميق الإلمام بالمخاطر وتقديم الإرشادات عن كيفية تنفيذ التوصيات في هذا الشأن[1].

وبشكل عام، يتطلب تعزيز الأمن والسلامة النوويين رفع مستوى التعاون بين الدول والمؤسسات النووية على نطاق عالمي، وتتطلب الإجراءات النووية تقييمات ومراجعات مستمرة للتأكد من التزام المرافق النووية بحدود التفعيل النووي، واتّباعها لنهج شامل يضم تدابير بناء الثقة والتواصل الفعال وتدابير الأمن السيبراني القوية.

- **الالتزام بإنفاذ إطار عدم الانتشار النووي**

تقوم الوكالة الدولية للطاقة الذرية بدور محوري وتنفيذي في دعم معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية، وعلى الرغم من أنها ليست طرفاً مباشراً في المعاهدة، إلاّ أنها تتحمل مسؤوليات التحقيق والتفتيش الرئيسية المُبينة في المعاهدة؛ فوفقاً للمادة الثالثة من معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية: "يجب على كل دولة طرف غير حائزة للأسلحة النووية أن تُبرم اتفاق ضمانات شاملة مع الوكالة لتمكين الوكالة من التحقق من امتثال تلك الدولة لالتزاماتها بموجب المعاهدة"[2]، وعليه، تتولى الوكالة مهمة عدم تحويل المواد أو المنتجات الانشطارية الخاصة إلى أغراض عسكرية، كما تنطوي عملية المتابعة هذه على مراقبة المرافق والمواد النووية وتفتيشها؛ وعلى هذا، يجب على الدول التي تفتقر إلى الأسلحة النووية ولكنها تهدف إلى إنشاء برامج للكهرباء النووية أن تُشارك في اتفاقية ضمانات مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية. وفي الحالات التي تُحدد فيها الوكالة عدم الامتثال للالتزامات المُحددة في الاتفاقات السابقة لمعاهدة عدم الانتشار، يمكن تصعيد المسألة إلى مجلس الأمن وحده، حيث يملك السلطة الحصرية لاتخاذ الإجراءات[3]، بالرغم من مساعي الوكالة لمساعدة البلدان في استخدام التقنية النووية الآمنة والسلمية، ومبادرتها في وضع معايير السلامة النووية والتوجيه الأمني ودورها في دعم الجهود العالمية الرامية إلى منع انتشار الأسلحة النووية وتشجيع التعاون نحو الاستخدامات الحميدة

1. ثقافة الأمان النووي -مبادئ الأمان الأساسية-، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد7، فيينا، 2011م، ص4-5.
2. الوكالة ومعاهدة عدم الانتشار، الوكالة الدولية للطاقة الذرية،على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/mueahadat-edm-alaintishar.
3. د.محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص180.

للطاقة النووية، مع ذلك فإن الإكراه الذي يُمارس على الدول التي لا تمتلك قدرات نووية يُعد أمراً غير منصف، خاصة عندما يكون هناك نقص في ضمان حماية هذه الدول من الأعمال العدائية النووية، بينما تستفيد الدول النووية من الامتيازات والموارد الحصرية بما فيها العسكرية في استخدام الطاقة النووية؛ وهنا يظهر الترابط في سياق المجال العسكري والأمني بين امتيازات الدول الأخيرة، وبين ما تهدف إليه الوكالة من تركيز منع توجيه الطاقة النووية للأغراض العسكرية بالنسبة للدول غير النووية، كذلك رفض بعض الدول من عقد اتفاقيات تتعلّق بسحب ومنع السلاح النووي من الكافة، ومرد ذلك لمبرر الاختلاف في طبيعة مقتضيات الأمن بين الدول، خاصة بين الدول التي تملك ترسانة نووية والدول غير مالكة للأسلحة النووية[1].

- **نظام الضمانات الشاملة للوكالة الدولية للطاقة الذرية**

تَلعب آلية الضمانات الشاملة للوكالة الدولية للطاقة الذرية دورًا حيويًا في المساعي العالمية الرامية إلى الإشراف على استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، حيث صاغت الوكالة وفقًا للوثيقة رقم "INFCIRC/153" الأسس التي تُشكل ضمانات للمواد والمرافق النووية في الدول التي لا تمتلك أسلحة نووية ضمن اتفاق مُلزم قانونًا؛ تقبل الدول المعنية هذه الضمانات باعتبارها جزءاً من تنفيذ معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية، وبموجب اتفاق الضمانات الشاملة، يُسند للوكالة مهمة التحقق من عدم تحويل المواد إلى أسلحة نووية أو أجهزة تفجير نووي؛ وتشمل هذه القواعد إعلانات البيانات المُقدمة من الدول، وعمليات التفتيش الروتينية، بما في ذلك الزيارات المُجدولة وغير المُعلنة للمرافق النووية التي تقوم بها الوكالة، لتأكيد الالتزام بالمعايير العالمية للسلامة والأمن النوويين[2].

يُشارك موظفو الوكالة الدولية للطاقة الذرية والأفراد المُكلفون بتفتيش المرافق التي تؤوي العمليات النووية في تدقيق المبادرات النووية للدول المشاركة في معاهدة عدم الانتشار، ويهدف هذا التقييم إلى التأكد من أن المساعي النووية مُوجهة حصراً نحو الأهداف السلمية ولا تتجاوز الحدود المسموح بها، وذلك عن طريق التحقق من وظائف الكاميرات والأختام والمعدات المُثبتة في المواقع، وكذلك إجراء عمليات الجرد الخاصة بـ مخزونات المواد النووية؛ فمثلاً، من الأدوات الرئيسية التي يستخدمها مُفتشو الوكالة للكشف عن تحريف مواد التقنية النووية وإساءة استعمالها أجهزة مُصغرة لا يزيد حجم الواحد منها عن العملة المعدنية، وتُسمى هذه الأدوات الشديدة الفعالية رغم صغر حجمها بـ الأختام الخاملة،

1. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص178.
2. اتفاقات الضمانات، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/aitifaqat-aldamanat.

ويمكن لمفتشي الضمانات استخدام هذه الأختام لإغلاق الحاويات أو فتحات الغرف أو براميل المواد النووية، والرجوع إليها بعد سنوات للتأكد من عدم فتحها؛ ففي عام (2021م) تحققت الوكالة من أكثر من (17,000) من الأختام المُرَكَّبة على المواد النووية أو المعدات البالغة الأهمية للمرافق أو معدات الرصد وغيرها من المعدات التابعة للوكالة في المرافق النووية.

كذلك، مُطالبة الوكالة الدول المعنية بـ الإفصاح الشامل، عن طريق تقديم تقارير دورية وشاملة عن المنشآت والأنشطة النووية والمخزونات والتحركات النووية، بالإضافة إلى تقديم إخطار مسبق للوكالة قبل البدء في بناء أي منشأة نووية جديدة، أو الشروع في أي أنشطة نووية يمكن أن تؤدي إلى توليد مواد نووية. وتقوم أفرقة التقييم على مستوى الدولة بفحص التقارير وسائر ما يُتاح للوكالة من المعلومات ذات الصلة، وتُقَيِّم هذه الأفرقة -والتي تتكون من مفتشين ومُحللين وأخصائيين وخبراء آخرين- مدى امتثال الدولة المعنية لالتزاماتها المتعلقة بالضمانات، وتُنشر هذه النتائج في التقرير السنوي المُعنون بـ تقرير تنفيذ الضمانات. ثم يأتي التدريب والتعاون الفني الذي تُقدمه الوكالة من خلال الدعم التقني والتدريب للدول الأعضاء لتعزيز قدراتها في مجال السلامة النووية والأمان والضمانات، بالإضافة إلى تعزيز التعاون بين الدول الأعضاء وتشجيع تبادل المعلومات والتجارب في مجال الطاقة النووية السلمية؛ وفي ذلك تأتي مبادرة كومباس التي أطلقتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية في سبتمبر (2020م)، بهدف مساعدة الدول الأعضاء على تنفيذ ضمانات الوكالة وتلبية احتياجاتها في مجالات التوعية والأُطر القانونية والتنظيمية والتدريب وتقنية المعلومات وتوفير الخبرات ذات الصلة[1].

أما فيما يتعلق بالدول الخمس الحائزة على الأسلحة النووية، فكما المُعتاد من سياستها الخاصة، فقد أبرمت اتفاقية ضمانات طوعية تُطبق الوكالة بموجبها ضمانات على المواد النووية في المرافق التي اختارت هذه الدول عرضها طوعاً، ومن ثم تقوم الوكالة بتطبيق الضمانات عليها، وقبل عام(1961م)لم تكن الضمانات الخاصة بالوكالة تشمل إلا المفاعلات النووية التي تصل طاقتها إلى (100) ميغاواط، كما كان يتوجب على مدير الوكالة الحصول على موافقة البلد المعني قبل التفتيش، بعد ذلك قدّمت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مبادرة جديدة يشار إليها باسم "93+2"[2].

تُعد هيكلية "93+2" جزءًا لا يتجزأ من البروتوكولات التي تحكم عمليات الوكالة؛ وقد تم إطلاقها عام (1993م) لتنفيذ برنامج إينيس الدولي للمعلومات النووية. يهدف هذا البرنامج إلى توفير نظام معلوماتي

1. جينيفر واغمان، الضمانات -أجهزة صغيرة الحجم لكنَّها بالغة التأثير-، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، 2022م، ص8-13.
2. اتفاقات الضمانات، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق.

عالميًّا مُخصصًا لجمع وتحليل المعلومات النووية، والتوسع في عمليات الرصد والتفتيش للمنشآت النووية غير المُعلَنة، مما يُسهِّل في نهاية المطاف مراقبة العمليات النووية للدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وتحليل نشاطاتها النووية[1].وقد نبع هذا النظام نتيجة المزاعم الاستخباراتية التي تُشير إلى أن العراق كان ينتهك معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، وينخرط في برنامج سرّي للأسلحة النووية من خلال استخدام مرافق غير مُعلَنة لا تخضع للضمانات القائمة، أما اسم "93+2" فيُشير التصنيف إلى الهدف الأولي المُتمثل في استكمال خطة عمل في غضون إطار زمني مُدته سنتان.

وابتداءً من يناير (1996م)، بدأت الوكالة بتنفيذ الجزء الأول من المبادرة، من خلال اعتماد منهجيات رصد جديدة، مثل: الحصول على عينات بيئية، وإجراء عمليات تفتيش دون إخطار مُسبَق في المواقع الرئيسية داخل المواقع النووية المُعلَنة، وهي عملية لا تتطلب إذنًا قانونيًا إضافيًا. يجمع المُفتشون العينات البيئية بواسطة أفرقة يضم كُلٌّ منها اثنان من المُفتشين، لتقليل التلوث إلى أدنى حد ممكن؛ ويتعامل أحد المُفتشين مع المسحات المُضِرَّة، في حين يتولى المُفتش الآخر العمل على معدات أخذ العينات. وفي عام (2021م)، جمعت الوكالة أكثر من (470) عينة بيئية، وخضع نحو (80%) من العينات البيئية للتحليل في (16) من المختبرات الخارجية الأعضاء في شبكة مختبرات التحليل، إلا أن بعض طرق التحليل والرصد تم اختبارها ميدانيًا خلال الجزء الأول، وبعد ذلك تم إدراجها في الجزء الثاني الذي يهدف إلى إغلاق المرافق غير المُعلَنة؛ وقررت الوكالة أن الجزء الثاني يتطلب إضافة بروتوكول لاتفاقات الضمانات الحالية[2].

ج. البرتوكول الإضافي

نظام الضمانات المُعزز هو اتفاق دوليّ يُكمِّل الاتفاقيات الأساسية للضمانات النووية التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، وتم اعتماد هذا النظام في عام (1997م)، وقد عُرف بـ البروتوكول الإضافي، ودخل حيز التنفيذ عام (2000م)، واعتبارًا من عام (2023م)، أصبح البروتوكول الإضافي نافذًا مع (141) دولة، ووقَّعت (13) دولة أخرى على البروتوكول ولكنها لم تُدخله حيز النفاذ.

يهدف هذا النظام إلى زيادة رقعة التفتيش والرقابة المُتاحة للوكالة الدولية، ويمنح الوكالة حقوقًا مُوسَّعة للحصول على المعلومات والدخول إلى المواقع في الدول غير النووية والمُرتبطة باتفاقات الضمانات

1. ماسيموأبارو، الضمانات – ضمانات الوكالة استخلاص العبر من الماضي واستباق المستقبل-، مرجع سابق، ص31.
2. جينيفر واغمان، الضمانات -أجهزة صغيرة الحجم لكنَّها بالغة التأثير-، مرجع سابق ، ص10-11.

الشاملة؛ كما يتعين على هذه الدول تقديم معلومات حول جميع المواقع النووية المعروفة والمُخطط لها والمُغلقة في إطار برنامجها النووي[1].

وتُعد أستراليا أول بلد يُدخل البروتوكول الإضافي حيز النفاذ، وعلى الرغم من كونها دولة غير حائزة للأسلحة النووية مُوقّعة على معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية التي تُلزم بقبول اتفاقات الضمانات الشاملة على النحو المُبين في المادة (3)، فقد توصلت أستراليا إلى اتفاق مع الولايات المتحدة والمملكة المتحدة لتوفير أسطول جديد من الغواصات التي تعمل بالطاقة النووية، وقد أثارت هذه الاتفاقية المعروفة باسم "أوكوس" المخاوف في الصين، حيث تنظر إليها على أنها خرق مُحتمل لمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية.

واعتبرت الصين هذه الخطوة مُعوِّقة لنظام خطة الانتشار النووي في العالم، باعتبارها المرة الأولى التي تنقل فيها الدول التي تمتلك السلاح النووي مفاعلات الدفع النووي البحرية وكميات كبيرة من اليورانيوم عالي التخصيب المُستخدم في صنع الأسلحة النووية إلى دولة غير حائزة على الأسلحة النووية، وأن ذلك يُعد من أعلى القدرات العسكرية والتعاون الاستخباراتي بين الدول الثلاث، وأشارت الصين إلى أن نظام ضمانات الوكالة الدولية لا يضمن عدم تحويل أستراليا هذه المواد إلى أسلحة نووية. علاوة على ذلك، تنظر الصين إلى تطمينات الدول الثلاث بشأن التمسك بمعايير عدم الانتشار على أنها مُجرد خطاب تهوين يهدف إلى تضليل المجتمع العالمي، وأن الدول الثلاث تسعى لإبعاد الوكالة الدولية للطاقة الذرية من ضمانات الغواصات النووية الأسترالية. أما ما يتعلق بتنفيذ هذا البروتوكول بالنسبة للدول العربية، فقد بدأت دولة الإمارات في تنفيذه فعليًا[2].

وبالتالي، وتماشيًا مع ترتيبات المجتمع الدولي، يعمل البروتوكول الإضافي كأداة مُهمة في تنظيم استخدام المواد النووية وضمان تطبيقها الفوري في المساعي السلمية.

د. تطور تقنية الضمانات[3]

يعمل نظام الضمانات التابع للوكالة استنادًا إلى البيانات المُقدَّمة من جهة الدول الأعضاء، إلى جانب عمليات التفتيش داخل المواقع النووية التي يقوم بها مُفتشو الوكالة، إضافةً إلى كل معلومة لها علاقة

1. البرتوكول الإضافي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/albrutukul-aliidafi
2. ماسيموأبارو، الضمانات – ضمانات الوكالة استخلاص العبر من الماضي واستباق المستقبل، مرجع سابق، ص31.
3. تيودور نيكولا غولوفاي وجينيفر واغمان، الضمانات -تطور تكنولوجيا الضمانات-، مرجع سابق، ص14-15.

بنظام الضمانات، وتسير عملية جمع ومعالجة هذه المعلومات بواسطة أدوات تتسم بـ التطور المُستمر بفعل التقدم التقني.

على مدى أكثر من (60) عامًا، توصلت المساعي العالمية لتطوير هذه الأدوات إلى تمكين مُفتشي ومُحللي الضمانات النووية من التحقق من بقاء المواد والتقنية النووية في نطاق الاستخدام السلمي. وتتضمن تقنية الضمانات هذه استخدام الحوسبة السحابية، والذكاء الاصطناعي، وتطبيقات الويب، والتقنية المالية؛ لتقديم حلول رائدة في مجال إدارة الضمانات. ووفقًا لـ "كاري ماثيوز"، المسؤولة عن تنسيق الاتصالات الخارجية فيما يتعلق بالضمانات في الوكالة، فإنها تقول: "التقدم في الذكاء الاصطناعي والروبوتات، بالإضافة إلى التقدم في مجالات الكشف عن الإشعاع وصور الأقمار الصناعية، هي بعض التطورات التقنية التي بدأت بالفعل في التأثير على تنفيذ الضمانات الدولية، حيث تُتيح التقنية للمُفتشين استغلال وقتهم في الميدان من خلال التركيز على عمليات التفتيش، بدلًا من تخصيص قدر كبير من الوقت لتجميع التقارير أو الأنشطة الروتينية الأخرى".

من القدرات التي تتسم بها تقنية الضمانات:

- التحسينات في الرصد والإشراف على الأنشطة النووية وتنظيمها، واتباع أساليب حديثة لمراقبة المسيرة النووية في المفاعلات، فضلًا عن مرافق التخزين والمُعالجة.
- تشمل هذه المنهجيات الاستشعار عن بُعد، والكشف عن الإشعاع، واستخدام الأقمار الصناعية لمراقبة المواقع النووية، وتطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل أكثر كفاءة لبيانات المراقبة.
- تُساعد تقنية الروبوتات في أنشطة التحقق والتحكم في المواقع التي يصعب الوصول إليها، وتطوير عمليات التشغيل والرصد والتقييم في المفاعلات النووية.
- إضافةً إلى ذلك، هناك تحسين التصميم الهندسي للمفاعلات والمواد النووية؛ لتعزيز السلامة وتخفيف المخاطر، ورفع الأداء والاستدامة.

وبصفة عامة، تخضع آلية الضمانات للنمو المُستمر؛ لكي تتماشى والتطورات السريعة في الصناعة النووية، حيث تهدف الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى استكشاف كيفية المُساهمة بالتقنية الابتكارية في تنفيذ مهامها الرقابية.

– ثانياً: وكالة الطاقة النووية، ووكالة منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية للطاقة النووية

تُعتبر وكالة الطاقة النووية (NEA) منظمة حكومية مُتخصصة تقع ضمن نطاق منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)؛ ويعود تاريخ إنشائها إلى (1 فبراير 1957م) عندما كانت تُعرف في الأصل باسم "الوكالة الأوروبية للطاقة النووية"، ثم استُبدل اسمها لاحقًا إلى وكالة الطاقة النووية بعد انضمام اليابان كعضو رئيس غير أوروبيّ في (20 أبريل 1972م). يقع المقر الرئيسي لهذه الوكالة في باريس عاصمة فرنسا، وتعمل من خلال عدد من اللجان والهيئات الفنية الدائمة، منها: لجنة الأنشطة التنظيمية، لجنة سلامة المنشآت النووية، ولجنة الحماية من الإشعاع والصحة العمومية. وتقوم هذه اللجان بالعمل على مشاريع عدة أهمها برنامج مشترك يُسمى "إينفاس" لبحث الآثار الناجمة عن كارثة فوكوشيما[1].

من الغايات الأساسية لوكالة الطاقة النووية مساعدة أعضائها من الدول وتجويد إمكاناتهم العلمية والاقتصادية والقانونية، لضمان الاستفادة الصحيحة من الطاقة النووية والحث على التعاون العالمي في هذا المجال؛ وتفعيلًا لهذا الغرض، تُمثِّل الوكالة المُلتقى الذي تلتقي فيه الدول الأعضاء وتتبادل فيه وجهات النظر والخبرات التقنية والفنية لتفعيل الاستخدام المدني لهذه الطاقة. وتضم الوكالة حاليًا (29) دولة من أوروبا وأمريكا الشمالية وآسيا، كما تُشكل الطاقة النووية مصدرًا شديد الأهمية بالنسبة إلى هذه الدول؛ حيث تستأثر بحوالي (85%) من مجموع الطاقة النووية المُنتجة عالميًا.

ومن الجدير بالذكر، أن الوكالة مُنخرطة بعمق في مختلف جوانب الطاقة النووية، بما في ذلك: الأمن والأمان والتنمية النووية، وإدارة النفايات المُشعة والحماية من الإشعاع، وتعزيز التأهب للطوارئ وبروتوكولات إدارة الأزمات، وإعادة تقييم آليات الدفاع وبروتوكولات السلامة في المنشآت النووية، فضلًا عن إنشاء مستودع بيانات شامل عن أنشطتها المُتعددة؛ وبالتالي فإن مساعيها التعاونية تتواصل مع المنظمات ذات الصلة ولا سيما الوكالة الدولية للطاقة الذرية[2].

ثم بعد ذلك، تأتي منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية للطاقة النووية؛ تُعد هذه المنظمة هيئة عالمية أُنشِئت في عام (1961م)، وقد تم توقيع ميثاق هذا الجهاز من قبل (18) دولة إلى جانب كندا والولايات المتحدة الأمريكية. يتمثل الهدف الأساسي لهذه الجهة في تقديم الدعم للدول الأعضاء من أجل تحقيق أقصى قدر مُمكن من التقدم في الاقتصاد والعمل مع رفع مستوى المعيشة وضمان الاستقرار المالي.

1. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص164.
2. د.محمد رمضان، الاستخدام، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في إطار قواعد القانون الدولي العام-دراسة تحليلية للملف النووي الإيراني-، مرجع سابق، ص85.

ومن الناحية الجغرافية، وسَّعت المنظمة نطاقها تدريجيًا لتشمل بلداناً إضافية في مختلف القارات، بلغ مجموعها (31) بلدًا؛ وبالتزامن مع توسيع منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، تم أيضًا إحراز تقدم في تشكيل الوكالة الأوروبية للطاقة النووية[1].

أ. علاقة وكالة منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية للطاقة النووية بالوكالة الدولية للطاقة الذرية

منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية للطاقة النووية ليس لها علاقة مُباشِرة مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، إلاّ أن الأمر لا يخلُو من تعاون وتنسيق بين الجهتين فيما يتعلق بالاهتمام بقضايا الطاقة والسلامة النووية. فعلى سبيل المثال، تلتقي منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية بعقد اتفاق تعاونيّ فيما بينهما يرتبط بمجال الطاقة النووية السلمية، كما يجمع كلا الوكالتين أن كُلًّا منهما منظمة عالمية مُتخصصة في مجال واحد هو الطاقة النووية.

وفيما يتعلق بمجال عمل كلتا المُنظمتين، فإن كليهما تتعاونان في تقييم احتياطيات اليورانيوم وإنتاجه واستهلاكه[2]،إضافةً إلى مساعيهما في تشغيل المفاعلات النووية والدعوة إلى التطبيق الآمن والسلمي للعلوم والتقنية النووية وجوانب دورة الوقود النووي، فضلًا عن تداعيات التعرض للإشعاع بالنسبة للأفراد والعمال. ويُجري كلا الكيانين أبحاثًا وتحليلات حول التطور والأبعاد الاقتصادية والمُجتمعية لقضايا الطاقة النووية، بالإضافة إلى الجوانب العلمية التي تقوم عليها التقنية النووية وضمان الأمن والسلم العالميين[3].

أمّا من حيث الاختلاف، فوكالة منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية تعمل تحت قيادة لجنة التوجيه التابعة لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية، وهي منظمة تضم دولًا صناعية متقدمة وتُركز بشكل رئيسي على الدول الأعضاء؛ بينما الوكالة الدولية للطاقة الذرية هي وكالة مستقلة تابعة للأمم المتحدة وتعمل على المستوى العالمي وتتعامل مع جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة.

وتتولى الأولى إقرار خطة إستراتيجية لتوجيه أعمال الوكالة، وتُحدد برنامج العمل في خلال فترة تنفيذ الخطة الإستراتيجية التي تُلزم الوكالة؛ فعلى سبيل المثال، قد لا تهتم الوكالة في خطة ما كثيرًا

1. د.محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص189.
2. موارد اليورانيوم العالمية كافية في المستقبل المنظور على حد قول الوكالة ووكالة الطاقة الذرية في تقرير جديد-، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، 2021م، iaea.org/ar/newscenter/pressreleases/mawarid-alyuranium-alealamiat-kafiatan-fi--almustaqbal-almanzuri-ela-hadi-qawl-alwikalat-
3. د.محمد محمد عبد اللطيف، المجلد الأول، المرجع سابق، ص192.

بموضوعات التخلص النهائي للنفايات ضعيفة النشاط الإشعاعي، وتهتم أكثر بالتخلص النهائي للنفايات عالية النشاط الإشعاعي. أما الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فتعمل على تقديم الدعم الفني والتقني ودعم خطط تطوير البنية التحتية النووية والقدرات البشرية، وتُنفذ التفتيشات للتأكد من امتثال الدول للاتفاقيات الدولية المتعلقة بالطاقة النووية في الدول الأعضاء؛ بينما لا يُذكر أن منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية للطاقة النووية تقوم بهذا الدور.

بالإضافة إلى أن هذه الوكالة لا تحظى باهتمام مجال عدم انتشار الأسلحة النووية على الرغم من أهميته، ولا يكون لها دور في عمليات التفتيش المُتعلقة باحترام معاهدات عدم الانتشار، حيث تقتصر صلاحياتها على تعزيز التعاون في المجال الطاقويّ فقط، ولا تُقدم مساعدات فنية للدول النامية على عكس الوكالة الدولية للطاقة الذرية التي تُشكل هذه المهام أحد الأعمال الأساسية لها[1].

- **الفرع الثاني: المنظمات الإقليمية المؤسسة لحق الدول في الاستخدام السلمي للطاقة النووية**

تصاعد اهتمام الدول بعد الحرب العالمية الثانية بالأبحاث النووية وما يتعلق بالتطبيقات الحميدة لهذه الصناعة، وذلك عند إدراكهم أنه لا يمكن الاعتماد على الوكالة الدولية للطاقة الذرية لتحقيق التنمية والتعاون في استخدام الطاقة النووية المدنية رغم ما تقوم به من جهود في هذا الشأن؛ فتضافرت الجهود وقامت بتشكيل منظمات إقليمية تكون مُهمتها التنظيم القانونيّ لحق الدول في الاستخدام السلمي للطاقة النووية بما يتفق مع المعاهدات الدولية. فكان لهذه الهيئات دور واضح في الترويج للاستفادة من الطاقة النووية بشكل سلمي، حيث تُساهم في تشجيع التعاون وتبادل المعرفة النووية والتقنيات بين الدول، وذلك بوضع إطار قانونيّ وتنظيميّ يُعزز من هذا الاستخدام ويضمن التزام الدول بالقوانين والمعايير الدولية.

- **أولاً: الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية "اليوراتوم"**

الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية (Euratom) هي منظمة إقليمية تقتصر على دول منطقة أوروبا، كان سبب ولادتها معاهدة يوراتوم الموقعة في (27 مارس 1957م)، بهدف تشكيل سوق مُتخصص ومُشترك لتطوير الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في أوروبا، ودخلت حيز النفاذ في (1 يناير 1958م)، وكانت هذه المنظمة نتيجة لبقايا كل من الثورة الأوروبية والثورة النووية، وما نشأ عنهما من

1. د.محمد محمد عبد اللطيف، المجلد الأول، المرجع سابق، ص192.

ضرورة التنويع في مصادر الطاقة من خلال استخدام الطاقة النووية كبديل للمصادر التقليدية في أوروبا.

تُعد هذه المعاهدة جزءًا لا ينفصل عن مجموعة من معاهدات روما، كالمعاهدات المُؤسسة لـ:

- الجماعة الأوروبية للفحم والصلب (وُقِّعت في أبريل 1951م).
- الجماعة الاقتصادية الأوروبية (وُقِّعت في مارس 1957م).
- المفوضية الأوروبية للطاقة الذرية (وُقِّعت في مارس 1957م).

وقد تم دمج الهيئات التنفيذية لهذه المعاهدات الثلاث في بنية تأسيس مُوحدة تُعرف باسم الجماعة الأوروبية، والتي عُرفت فيما بعد باسم اليوراتوم؛ وكان إنشاء منظمة يوراتوم بمثابة اللبنة الأولى نحو تشكيل الاتحاد الأوروبي بصورته الحالية، كاتحاد تأسس على مبدأ الاستخدام التعاوني للطاقة النووية للأغراض السلمية[1].

وفي عام (1959م)، تحققت غاية جماعة اليوراتوم بإنشاء سوق مُشتركة للمواد النووية، وتعهدت في سبيل ذلك بضمان الوصول المُتساوي للأعضاء دون تمييز في الاستفادة من الطاقة النووية وتسهيل المبادرات البحثية، ووضعت هيكلة تأمين شاملة تهدف إلى حماية المجتمع من المخاطر المتعلقة بالذرة، ومن الدول الست الأعضاء في السوق الأوروبية المشتركة: فرنسا، وألمانيا، وإيطاليا، وهولندا، وبلجيكا، ولوكسمبورغ. وفي (2014م) شاركت سويسرا في برامج الجماعة كـ دولة مُنتسِبة[2].

أما المملكة المتحدة، فقد توقفت عضويتها في المنظمة في (31 يناير 2020م)، رغبةً منها في إنشاء مساحة سيادية مُستقلة فيما يتعلق بإدارة المواد النووية واستعادة سيطرتها على القوانين والسياسات الداخلية، واعتقادًا منها أنها ستكون أكثر مرونة في عقد الصفقات التجارية دون الخضوع لقوانين ومؤسسات الاتحاد، ومع ذلك لا تزال المملكة المتحدة ترتبط بالجماعة بعلاقة مؤطّرة باتفاقيات مشاركة خاصة لتأمين إمدادات الطاقة النووية وقضايا البحث والابتكار، واتفاقية التجارة والتعاون التي تنظم العلاقة الجديدة بين الاتحاد والمملكة المتحدة[3].

من اللافت الإشارة إلى أنه بالرغم من تمتع الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية بـ الشخصية القانونية المستقلة، إلا أنها تتقاسم نفس مؤسسات الاتحاد الأوروبي، والمُتمثلة في:

1. عماد جاد، الاتحاد الأوروبي -تطور التجربة-، مجلة السياسة الدولية، العدد161، 2005م، ص30.
2. الاتحاد الأوروبي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/min-nahn/alaitihad-aluwrubiyu
3. اتفاقية الجماعة الأوروبية، على الرابط: wikiwand.com/ar/articles

- المجلس الأوروبيّ: يلعب دورًا حاسمًا في وضع جداول الأعمال والأولويات السياسية، لاسيما في مجال الطاقة النووية.
- اللجنة الأوروبية: التي تضم (27) مفوضًا، تعمل كهيئة تحمي المصلحة العامة للاتحاد وتمتلك سلطة تقديم مقترحات تشريعية والإشراف على الامتثال القانونيّ.
- البرلمان الأوروبيّ ومجلس الوزراء: يُجري مجلس الوزراء الذي يتألف من ممثلين وطنيين المهام التشريعية والمُتعلقة بالميزانية، ويتعاون مع البرلمان الأوروبي للتشريع بما يتماشى مع معاهدة يوراتوم.
- محكمة العدل الأوروبية ومحكمة المُحاسبات: تُركز محكمة العدل على ضمان احترام القانون في تفسير المعاهدات، وتتولى محكمة المُحاسبات مُهمة رقابة حسابات الاتحاد الخاصة بالإيرادات والنفقات.

بالإضافة إلى ذلك، تم إنشاء مؤسسات خاصة داخل الجماعة الأوروبية لدعم أنشطة المؤسسات السابقة، مثل: وكالة التزويد، والمركز المشترك للأبحاث، واللجنة العلمية والفنية، ومجموعة الخبراء العلميين في مجال الصحة، فضلًا عن منظمة رقابة الأمن النووي.

وعن طريق هذه الكيانات، تعمل المنظمة على إنشاء سوق نوويّ مُشترك يشمل كميات كبيرة من الأموال والمُنتجات، كالمعادن الخام والمواد الخام مثل اليورانيوم والأموال والأدوات أو المُنْشآت النووية الضرورية لإنتاج وصناعة وتحويل المواد النووية وتفعيل المفاعلات النووية، وأجهزة إدارة النفايات والوقاية من الإشعاع بطرق آمنة ومُستدامة.

يمثل نظام التزويد الركيزة الحيوية بالنسبة لمعاهدة اليوراتوم، حيث تقرر المعاهدة مبدأين أساسيين يحكمان هذا النظام، يتمثلان في:

- المساواة بين جميع المُستخدمين للمواد النووية في الحصول على الموارد الضرورية لأنشطتهم بصرف النظر عن جنسيتهم، حيث لا يحق لأي دولة التحكم في توزيع الموارد النووية داخل الاتحاد.
- مبدأ الاستخدام السلميّ للمواد النووية.

ومن ثم، ضمان عدالة التوزيع والأمان النووي؛ مما يدعم التعاون والتبادل التقني بين الدول الأعضاء في المجال السلمي للطاقة النووية في نطاق معاهدة الاتحاد الأوروبي، والتي تُعد بمثابة منصة للتعاون

المُشترك في الأبحاث والتطوير النووي. أضف إلى هذا أن الجماعة تسعى إلى توسيع هذا التعاون مع دول غير أعضاء لتعزيز التبادل التقني والعلمي والحفاظ على مستوى معايير السلامة النووية[1].

كما تسعى إلى ضمان عدم استخدام المواد النووية في غير الأغراض المُخصصة لها، حيث تضع اتفاقية اليوراتوم نظامًا متكاملًا وصارمًا للرقابة، يستهدف ضمان التأكد من عدم استخدام المواد النووية المدنية في غير الأغراض التي خُصصت لها، لاسيما الأغراض العسكرية، ويُعرف هذا النظام باسم رقابة الأمن، والذي من أهدافه تأمين المجال الصحي من الإشعاعات المُؤيَّنة؛ حيث أوجبت معاهدة اليوراتوم على الدول الأعضاء إقرار الأحكام التشريعية والتنظيمية والإدارية الخاصة بضمان احترام معايير الرقابة الدائمة على معدلات النشاط الإشعاعي في الجو والمياه والأرض.

وهذه الدول نفسها يمكن أن تخضع لـ رقابة التفتيش من اللجنة الأوروبية، ويجب على كل دولة تقديم جميع المعلومات التي تتعلق بأي مشروع تصريف إشعاعيّ بأي شكل، إذا كان من شأنه أن يؤدي إلى تلوث إشعاعيّ في مجال دولة أخرى. علاوة على ذلك، يأتي مجال أمان المنشآت النووية بتكليف الدول الأعضاء على وضع إطار وطني تشريعيّ ولائحيّ وتنظيميّ، والإبقاء عليه من أجل سلامة المنشآت النووية؛ ويخضع هذا لـ التفتيشات والمُراجعات الدورية في الدول الأعضاء للتحقق من الامتثال للمعايير الدولية للسلامة النووية وأمان المفاعلات النووية[2].

وبوجه عام، فإن الدور الأساسي للجماعة الأوروبية للطاقة الذرية يتمثل في التطبيق الآمن للطاقة النووية وعلى نحو مستدام؛ممّا يعزز السلامة النووية والتعاون الدولي في هذا المجال.

أما ما يخص العلاقات التعاونية للجماعة الأوروبية للطاقة الذرية فقد فُوِّض للنظام الأساسي لجماعة اليوراتوم عقد وتوقيع العديد من الاتفاقيات التعاونية العالمية مع المنظمات الدولية والدول غير الأعضاء والمُتعلقة بمجال عمل المنظمة، وذلك بقصد توفير أشكال مُتنوعة من المُعاوَنات النووية، بما في ذلك الخبرة الفنية والبيانات والموارد النووية، حيث يتم تيسير هذه العمليات من خلال التبادل المعلوماتي عبر جميع أنحاء العالم، والغاية من وراء ذلك دعم القطاع النووي وخلق صناعة نووية أوروبية قوية من خلال توسيع مجالاتها.

ومن أوجه ذلك، تعاون الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية في المجال النووي، بهدف تعزيز استخدامات الطاقة النووية للأغراض المدنية وضمان سلامة النشاط النووي،

1. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص151-152-154-159.
2. محمد محمد عبد اللطيف، المجلد الأول، المرجع سابق، ص151-152-154-159.

حيث وقَّعت معها في (أبريل 1973م) على اتفاقية تعاون من أجل التنفيذ المُشترك للضمانات في أراضي الدول الأعضاء. وفي عام (2004م) تم إبرام اتفاق بين الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهذه الجماعة يختص بـ المُساهمات العملية لدعم أنشطة برنامج الأمن النووي التابع للوكالة، وفي العام الذي يليه وقَّعتا على أول اتفاق مُتعلق بمشروع في مجال الأمان النووي[1].

ومنذ ذلك الوقت، ومجال التعاون بين منظمة اليوراتوم والوكالة الدولية للطاقة الذرية في تصاعد مُستمر، من ذلك تعاون هذا الاتحاد في مبادرات تُركز على تلبية الحاجيات الإنمائية للدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية في حقل السلامة النووية، فضلًا عن تحسين عمل الأمن النووي العالمي؛ وتشمل الجهود المتعلقة بمبادرات السلامة النووية مجموعة واسعة من المجالات، بما في ذلك: الحماية من الإشعاع، وإدارة النفايات المُشعة، ومُعالجة القضايا البيئية، ووقف التشغيل، والتعليم والتدريب في مجال السلامة النووية، والتأهب والتصدي لحالات الطوارئ.

وفي عام (2009م) قامت المفوضية الأوروبية ومركز البحوث المُشترك نيابةً عن منظمة اليوراتوم بإبرام اتفاقات رسمية مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، بقصد توطيد الروابط في المجال البحثي المُتعلق بـ الجسيمات المُشعة وأثرها على النظام البيئي، ودراسة المنهجيات التحليلية في مجال الكيمياء الإشعاعية. ووفقًا لهذا، تم اتخاذ ترتيبات عملية مُضاعفة تُركز بشكل استثنائيّ على التعاون العلمي والتقني المُتعلق بقضايا السلامة النووية والتقنية النووية وتخطيط الطاقة.

أضف إلى مسيرة التعاون هذه، اتفاقيات عملية في مجال العلوم النووية بين الوكالة الدولية والمفوضية الأوروبية عام (2017م)، حيث شهدت هذه المذكرة تحديثًا عام (2021م) لمُدة (18) شهرًا إضافيًا؛ كما قد أُجري تقييم لعمل المبادرات التعاونية القائمة بين المؤسستين، لاسيما ما يتعلق بمركز البحوث التابع للمفوضية الأوروبية، بُغية تحسين تطبيقات العلوم النووية لكل من الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية والاتحاد الأوروبي، كما تشترك اليوراتوم في العضوية مع المنظمة الأوروبية للطاقة الذرية للحث على استخدام الطاقة النووية في أوروبا ودعم مصالح الصناعة النووية الأوروبية، وتعمل أيضًا مع منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية لتعزيز النمو الاقتصادي والتنمية المُستدامة في جميع أنحاء العالم. هذا بالإضافة إلى تعاون الجماعة مع منظمات أخرى مثل الاتحاد الدولي للطاقة النووية، الذي يُعزز من جهود التعاون والبحث والتنمية في مجال الطاقة النووية[2].

1. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص235.
2. الاتحاد الأوروبي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق.

ومن ثم، فإن هذه العلاقات الغربيّة الأوروبية غايتُها رفع مستوى التعاون الدولي في مجال الطاقة النووية وتبادل المعرفة والخبرات وتطوير معايير السلامة الدولية والأمان النووي.

ثانياً: المنظمات الأوروبية للأبحاث النووية "سيرن"

تُعتبر هذه المنظمة من أضخم المختبرات البحثية في العالم في مجال فيزياء الجسيمات، ويُشار إليها باسم "سيرن" (CERN). يقع مقر هذه المنظمة على الحدود السويسرية الفرنسية، وقد تم تأسيسها في عام (1952م) وكان اسمها حينذاك "القنصلية الأوروبية للأبحاث النووية"، ثم لاحقًا بتاريخ (29 سبتمبر 1954م) تغير اسمها إلى "المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية"، وبلغ عدد أعضاء هذه المنظمة (25) دولة، منها: النمسا، بلجيكا، بلغاريا، التشيك، فرنسا، وبريطانيا. ومن أهم إنجازات منظمة سيرن هي بداية ولادة شبكة الويب العالمية (World Wide Web) فيها، إلى جانب تشييدها لواحد من أكبر مُعجِّلات الجسيمات في العالم.

تهدف منظمة الأبحاث النووية إلى تقديم تقنيات نووية جديدة تُستخدم في مجالات مُتعددة بما فيها الطب والصناعة، ومن أنشطتها الرئيسية استخدام المُسرِّعات النووية، مثل: مُسرِّع الهادرونات[1]الكبير، لإجراء تجارب مُتقدمة على الجسيمات وإجراء البحوث العلمية؛ كما تُساهم في فهم أعمق للفيزياء النووية، مما يُمكِّن من الاستخدام السلميّ للطاقة النووية، وتُساهم كذلك في تحسين الأمان والكفاءة في التطبيقات النووية السلمية[2].

- ثالثاً: الهيئة العربية للطاقة الذرية

يعود التعاون العربي في مجال الطاقة الذرية إلى مرحلة تاريخية مُبكرة، ومن ثمار هذا التعاون بين الدول العربية في مجال الصناعة النووية السلمية إنشاء الهيئة العربية للطاقة الذرية. يعود ذلك بناءً على قرار أُتُّخِذ خلال الدورة الثانية لمجلس الملوك والرؤساء العرب الذي عُقد في الإسكندرية في (11 سبتمبر 1964م)، ويهدف هذا القرار إلى إنشاء مجلس علميّ عربيّ تعاونيّ مُخصص لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، يعمل تحت مظلة جامعة الدول العربية. وبعد هذا، أقر المجلس العربي بتاريخ (21 مارس 1965م) الموافقة على إنشاء اتفاقية التعاون العربي لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية. ونظرًا لتصاعد الحاجة إلى تطوير وتعديل وتفعيل اتفاقية التعاون العربي، قررت

1. الهادرونات: "جسيمات مركبة مرتبطة بقوة نووية، أشهر أنواعها البروتونات والنيترونات"، مسرع الهادرونات: جهاز فيزيائي ضخم يستعمل لتسريع جسيمات تحت ذرية تسمى الهادرونات إلى سرعات قريبة من سرعة الضوء.
2. منظمة سيرن، ويكيبيديا الموسوعة الحرة، على الرابط: Wikipedia.org/wiki/Cern

لجنة إدارة المجلس تعديل اتفاقية التعاون النووي المشار إليها أثناء انعقاد المجلس العلمي العربي المشترك لاستخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية[1].

ولأجل ذلك، فإن إنشاء الهيئة العربية عام (1982م) كان نتيجة مُباشِرة لنص المادة (52) من اتفاقية التعاون العربي لاستخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، وبالتزامن مع قرار مجلس جامعة الدول العربية رقم (4149) المُتخذ في الدورة (77) بتاريخ (26 مارس 1982م). وقد حلَّت هذه الهيئة محل المجلس العربي المشترك للطاقة الذرية، وتحصَّلت في بدايتها على دعم عشر دول عربية في عام (1988م)، ثم نما عدد الدول المُصدقة لتضم أربعة عشر عضوًا، تتمثل في: البحرين، والأردن، والكويت، ولبنان، وليبيا، وموريتانيا، والمملكة العربية السعودية، والسودان، وسوريا، وتونس، واليمن. وقد أعربت الهيئة العربية للطاقة الذرية عن ترحيبها بانضمام بقية الدول العربية، كما هو منصوص عليه في المادة (8)، حيث يحق لكل دولة عضو في جامعة الدول العربية الحق في أن تكون عضوًا في الهيئة[2]، وفي (فبراير 1989م)بدأ العمل الفعلي للهيئة العربية بمقرها الدائم بتونس[3].

أما فيما يتعلق بالهيكل التنظيمي للهيئة، فهي تتمتع ببنيان تأسيسي خاصّ بها، وتمتلك الشخصية القانونية المستقلة اللازمة لتحقيق أهدافها، وذلك على النحو المُبين في المادة (1). يضم الهيكل التنظيمي للهيئة أجهزة تتمثل في:

1. المؤتمر العام (السلطة العليا)

يشمل المؤتمر العام الوزراء المسؤولين عن الطاقة النووية أو ممن لهم سلطة الوزير في مجال الطاقة النووية في الدول الأعضاء، ويُجسد هذا الجهاز السلطة العُليا في الهيئة، وينعقد سنويًا في دورة عادية في أغسطس منكل عام، ويتخذ قراراته بالأغلبية البسيطة فيما عدا الحالات التي تتطلب الثلثين؛ كإقرار الميزانية، أو تعليق أو إنهاء عضوية دولة عضو[4].

2. المجلس التنفيذي

يتكون المجلس التنفيذي من مُمثِّل واحد من كل دولة عضو في الاتفاقية، يتم تعيينه لمُدة ثلاث سنوات، ويعقد المجلس دورتين كل سنة وينتخب رئيسًا له ونائبًا للرئيس. ويندرج ضمن اختصاصاته:

- الإشراف على إنفاذ السياسات والقرارات التي أقرها المؤتمر العام.

1). محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص161.
2. الهيئة العربية للطاقة الذرية، نبذة تعريفية، على الرابط: www.aaea.org.tn
3. نجوى محمد عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص174.
4. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص162.

- تنفيذ الأهداف والسياسات المُحددة في الاتفاق الذي أنشأ الهيئة.
- البت في المُداولات والقرارات بشأن المسائل التي تُثيرها أي دولة عضو أو المؤتمر العام أو المدير العام للهيئة فيما يتعلق بنطاقها التشغيلي.
- تعيين مديري الإدارات ورؤساء الأقسام وتجديد تعيينهم أو إنهائه.

ويُشكِّل المجلس لجنة علمية استشارية من العلماء والباحثين من ذوي الاختصاص في العلوم والتقنيات المُتعلقة بالعلوم النووية من مواطني الدول الأعضاء، مع شرط مُراعاة الكفاءة والخبرة العلمية العالية؛ بالإضافة إلى تمتعه بسلطة تشكيل لجان إضافية حسب ما تقتضيه مُتطلبات العمل. وتختص هذه اللجنة الاستشارية بإبداء الرأي في المسائل العلمية والفنية التي تُحال إليها من المجلس التنفيذي والمؤتمر العام والمدير العام للهيئة، وتُقدم الإرشاد العلمي لبرامج عمل الهيئة، وتُساهم في وضع الإستراتيجية السنوية والخماسية، علاوة على أعمال أخرى خاصة بها[1].

3. المدير العام

يتولى المدير العام رئاسة الهيئة، ويُجرى اختياره من المجلس التنفيذي لمُدة (4) سنوات، ويكون مسؤولًا عن تسيير أعمال الهيئة والعمل كمُمثل لها في التعاملات مع الغير، وله حق إبرام العقود المُتعلقة بتنفيذ البرامج المُقررة وفق الحدود التي ترسمها اللوائح[2].

أما من حيث أهداف الهيئة، فهي تسعى إلى تطوير العمل العربي المشترك في مجال العلوم النووية من خلال[3]:

- المساهمة في توظيف العلوم والتقنيات النووية لتحقيق التنمية العربية ورفع المستوى الاقتصادي والاجتماعي والعلمي.
- المساعدة على توفير إمكانات البحث العلمي والتقني والنهوض به في مجال الطاقة الذرية في الدول الأعضاء، وذلك بالتعاون مع المؤسسات والهيئات المختصة القائمة بها.
- توحيد جهود الدول العربية والتنسيق بين أنشطتها في مجالات الاستخدام السلمي للطاقة الذرية، بحثًا وتقنيةً وصناعةً، وصولًا إلى التكامل بين هذه الأنشطة.
- إعداد وتدريب القوى البشرية العاملة في الاختصاصات المُختلفة ذات الصلة بالعلوم النووية.

---

1. السيد مصطفى أحمد أبو الخير، الأسس القانونية لحق الدول في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، جامعة القاهرة، مصر، المجلد4، العدد2، 2013م، ص138-139.
2. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص162-163.
3. الهيئة العربية للطاقة الذرية، أهداف الهيئة العربية للطاقة الذرية، على الرابط: الأهداف/aaea.org.tn

- إعداد الخطط الطويلة والقصيرة الأمد وتنفيذها بالطرق المُناسبة بعد إقرارها.
- وضع التعليمات الخاصة بالوقاية من الإشعاعات وبأمان المنشآت النووية والحماية المادية، وتكوين جهاز عربي للتنظيم النووي ووضع نظام طوارئ نووي، وتقديم المَعونة الفنية للدول العربية في حالات الحوادث النووية.
- نشر المعلومات العلمية والتقنية ونتائج البحوث، وتبادل المَنشورات والمطبوعات والوثائق في مجال العلوم النووية وتطبيقاتها السلمية.

كما أسندت الاتفاقية بموجب المادة (3) أهدافًا واسعة للهيئة، تتمثل في:

- الأبحاث الأساسية في العلوم المُرتبطة بالطاقة النووية، كالفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة والجيولوجيا وعلم المعادن.
- الكشف عن الخامات والمواد النووية واستخلاصها.
- اكتساب المقدرة التقنية والعلمية لبناء حلقات مُتكاملة لدورة الوقود النووي، ومُمارسة النشاط العلمي والعملي والصناعي اللازم لها، وتمكين الدول الأعضاء من اكتساب المقدرة التقنية للصناعة النووية السلمية.
- إنتاج النظائر المُشعة واستخدامها في الزراعة والطب والصناعة وغيرها.
- توليد الكهرباء وتحلية المياه، وغير ذلك من المجالات الصناعية الأخرى باستخدام الطاقة الذرية، وأي مجالات أخرى تراها الهيئة مُناسبة.

وبالنظر إلى ضرورة البحث والتعمق في مجال الطاقة النووية وجعلها كخيار إستراتيجيّ محوريّ لأمن إمدادات الطاقة في المنطقة العربية، تتطلع الهيئة العربية إلى تقديم فهم أعمق للمبادئ الأساسية اللازمة لصياغة مبادرة عربية للطاقة النووية. ويشمل ذلك إجراء تقييم شامل لمسائل الطاقة، مع التركيز على وضع الإطار التأسيسي لإنشاء المحطات النووية، لاسيما فيما يتعلق بالأطر القانونية والتنظيمية، والكوادر العاملة، ومعايير اختيار الموقع، وبروتوكولات السلامة، والموافقة المُجتمعية، وتعزيز الوعي بين صُناع القرار فيما يتعلق بالمُتطلبات والمعايير الأساسية والمسؤوليات القانونية والفنية والإدارية المُختلفة التي ينطوي عليها قرار إطلاق مبادرة الطاقة النووية.

وقد كان من ضمن خطط الهيئة العربية لتنفيذ الإستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية حتى عام (2020م) السعي لتنمية البنية التحتية لبرامج القدرة النووية في الدول العربية، وبناء قدراتها من أجل

الشروع في برنامج ناجح وآمن وسليم لإنشاء محطات قدرة نووية لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر، وفي هذا الشأن، فإن الهيئة على تعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمُنظمات الإقليمية ذات العلاقة من أجل تحقيق هذه الأهداف. ووفقًا لهذه الرؤية، فقد تمت العديد من الأنشطة والمشاريع التي تقوم بتحليل البنية التحتية، وتطوير الأطر التشريعية والرقابية، وتعزيز الاستعداد والاستجابة للطوارئ، وزيادة الوعي الشعبي بأهمية الطاقة الذرية وفوائدها ومحاذيرها[1].

فمن جهود الهيئة العربية للطاقة الذرية المُنفذة في إطار تحقيق هذه الأهداف:

أ. التعاون مع الصين:

- خلال أعمال الدورة الثانية للمؤتمر العربي الصيني للتعاون في مجال الطاقة في الخرطوم عام (2010م)، تم عقد اجتماع بين الهيئة العربية للطاقة الذرية واللجنة النووية الوطنية الصينية، تُوِّج بوضع آلية للتعاون المُشترك في مجال الطاقة النووية.
- طرحت الهيئة سلسلة من المبادرات المُقترحة للسنوات القادمة تشمل: تخطيط الطاقة، والسلامة النووية، واختيار الموقع، واستكشاف اليورانيوم، والتأهب لحالات الطوارئ والاستجابة لها، فضلًا عن إدارة النفايات.
- مُنذ عام (2013م)، تم تنفيذ ما مجموعه عشر مبادرات تدريبية ناجحة حول موضوع مُفاعلات الطاقة وسلامتها، سبع منها في الصين وثلاثة في تونس.
- تم التوقيع الرسمي على مُذكرة تفاهم بين الهيئة العربية للطاقة الذرية وهيئة الطاقة الذرية الصينية بالتعاون مع إدارة الطاقة بالأمانة العامة لجامعة الدول العربية بتاريخ (25 مايو 2017م)، حددت هذه الاتفاقية خططًا للإنشاء المُشترك لمركز تدريب عربيّ مُخصص للاستخدام السلمي للطاقة النووية.
- في ظل التعاون العربي الصيني، عُقدت أعمال الدورة السابعة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة في مدينة هايكو في الصين من الفترة (19 إلى 21 سبتمبر 2023م)، وكان الموضوع الرئيسي للمؤتمر هو: "بدء مرحلة ذهبية في مجال الطاقة النووية بين الدول العربية والصين مع الالتزام بدعم الجودة والمعايير العالية والمُستدامة".

1. عبد المجيد المحجوب، د.ضو مصباح، الطاقة والتعاون العربي مؤتمر الطاقة العربي العاشر -مستقبل الطاقة النووية في الدول العربية، الهيئة العربية للطاقة الذرية-، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2014م، ص7.

- من أحدث الدورات التدريبية للهيئة، دورة حول تقنيات محطات القوى النووية وإدارة مشاريعها، والتي عُقدت في بيكين في الفترة من (23 أكتوبر إلى 3 نوفمبر 2023م).

ب. التعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية:

- أتت دورة تدريبية بالتعاون بين الهيئة العربية للطاقة الذرية والهيئة الوطنية الصينية للطاقة الذرية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، حيث تم توجيه دعوة للهيئة للمشاركة في المدرسة الدولية "لتقنيات محطات الطاقة وإدارة مشاريع الطاقة النووية". وتهدف هذه المبادرة إلى مساعدة الدول العربية المُهتمة بدمج البديل النووي في استراتيجيات تنويع الطاقة، وبالتالي تعزيز بنيتها التحتية النووية الأساسية، والحث على تحقيق الإستراتيجية العربية للتطبيقات السلمية للطاقة الذرية حتى عام (2030م)[1].

ج. مبادرات متخصصة أخرى:

- دورة تدريبية في إنتاج الكوادر الطبية للترقيم بالنظائر المُشعة وتطبيقاتها التشخيصية والعلاجية، ويسعى هذا البرنامج إلى تعريف المشاركين بالاستخدام السلمي للنظائر المُشعة، مع التركيز بشكل خاصّ على تقنيات إنتاج كوادر طبية مُتخصصة.
- اجتماع الخبراء لوضع الخطط التنفيذية لمشاريع الإستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية حتى العام (2030م) في تونس في الفترة من (14 إلى 16 نوفمبر 2023م).

د. مبادرات (2024م):

- تقديم ورشة عمل عربية تُركز على تقييم تهديدات الأمن النووي، وتهدف إلى تزويد المُراقبين النوويين بالمعرفة الأساسية لتقييم المخاطر المُحتملة وصياغة خارطة سير العمل.
- الاجتماع العربي الأول لدراسة مدى التناسب بين المُتطلبات الرقابية ومؤهلات ضباط الوقاية الإشعاعية، والذي يهدف إلى مُراجعة الأنظمة الرقابية الوطنية الحالية للدول العربية المُتعلقة بضباط الوقاية من الإشعاع، وغير ذلك من الدورات التدريبية والاجتماعات والمؤتمرات التي أُجريت من الهيئة العربية للطاقة الذرية[2].

1. الهيئة العربية للطاقة الذرية، المشاريع الإستراتيجية والمؤتمرات والمنتديات، www.aae.org.tn/2020
2. الهيئة العربية للطاقة الذرية، المشاريع الإستراتيجية والمؤتمرات والمنتديات، المرجع السابق.

ومن ثم، من خلال الجهود التي تبذلها الهيئة العربية للطاقة الذرية، يتضح أنها تسعى إلى تعزيز التنمية المستدامة وتوفير مصادر الطاقة النظيفة والموثوقة في المنطقة العربية، وتلبية حاجيات المجتمع من الطاقة وتحقيق التقدم الاقتصادي والاجتماعي في الدول الأعضاء.

الفصل الثاني

الموازنة في استخدام الطاقة النووية لتحقيق التنمية المستدامة

ترتبط النُّظم البيئية، الاجتماعية والاقتصادية بالتنمية المستدامة بعلاقة تكاملية، حيث يؤدي تدهور هذه النظم إلى إعاقة العمليات الإنمائية بشكل مُباشِر، مما يجعل آفاق الاستدامة صعبة المَنال. وعلى هذا المقياس، فإن الأمر لا يتوقف على تأثر هذه النظم والجوانب الإنمائية فحسب، بل يتعداه لينفي جانبًا أسمى من ذلك، ألا وهو الحق في استخدام هذه الموارد بحكمة، وهذا يؤكد حتمًا شِدَّة العقبات التي ترتبط بحماية الموارد الطبيعية في مُقابل تحقيق التنمية المستدامة.

لذلك، أصبح الحفاظ على النظم أعلاه مطلبًا أساسيًا لتحقيق التنمية المستدامة لاسيما البيئية منها؛ مما يؤكد على الاستخدام السلميّ للصناعة النووية كـ رافد حقيقيّ لاستدامة الموارد؛ خدمةً للحاضر وتطلعًا للمستقبل التنمويّ للأجيال القادمة[1].

وردًا على ذرائع المُعارضين من باب الاستفادة السلمية من الطاقة النووية، يرى أنصار هذه الصناعة بأنه ليس هناك خيار تقنيّ خالٍ تمامًا من المخاطر؛ إذ أن جميع مصادر الطاقة لها آثار بيئية ضارة؛ ولهذا، من غير المنطقي تركيز الخطاب على خيار تقنيّ مُعيَّن وإقصاء الآخر، والأجدر هو تقييم البدائل التقنية وفق أدائها البيئيّ في مُقابل التقنيات المُنافِسة[2].

وقد أكدت المُحاولات الدولية التي تسير من أجل صياغة آليات صالحة في إطار خدمة البيئة والتنمية المستدامة دون نفي الطاقة النووية على حق الدول في استغلال مواردها بشرط عدم الإضرار ببيئة الدول الأخرى، مثل مؤتمر ريو (1992م)، كما دعت لجنة "برونتلاند" بالعمل على نموذج يدمج بين السياسات البيئية والإستراتيجيات التنموية. وما يمكن أن يُستنتج من الأعمال الضخمة التي تعمل عليها هذه اللجنة، هو التأكيد من أن العديد من الأنشطة البشرية المادية تُشكِّل تهديدات كبيرة على كوكب الأرض بما يحويه من كائنات حية؛ مما يستدعي ضرورة حتمية لإنشاء ديناميكية تُعزز التنمية، والتي

1. نوري عبد الرحمن، الاستخدام السلمي للطاقة النووية بين التنمية المستدامة والأمن البيئي، مجلة البحوث العلمية في التشريعات البيئية، العدد9، جامعة ابن خلدون، الجزائر، 2017م، ص304-305.
2. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص115.

من شأنها منع انتقال الأراضي المُتدهورة بشدة والمُعرَّضة للخطر إلى الأجيال القادمة؛ ولذلك توجَّب مُضاعفة الاهتمام بترشيد البيئة[1].

كما أشار البنك الدولي إلى منهجية الاتزان البيئي كأساس لإدارة الموارد لتحقيق التنمية المستدامة وتحسين البيئة، ما يؤكد على ضرورة إدارة الأنشطة البشرية بما يضمن تقليل آثارها الضارة على البيئة[2]، وفي ظل التحديات البيئية العالمية فإن تنويع مصادر الطاقة بما في ذلك الطاقة النووية يعد خيارًا مهمًا لتحقيق أمن واستقرار إمدادات الطاقة واستدامة التنمية، وكل ذلك يستلزم تفعيل الجهود الدولية النووية من أجل التنمية (المبحث الأول)، وتشجيع البرامج النووية القائمة والحث على إنشاء المزيد منها (المبحث الثاني).

المبحث الأول:

آليات التعاون الدولي النووي لدعم التنمية المستدامة

تلعب المشاركة النووية سواءً كانت ثنائية أو جماعية دوراً أساسياً في تنظيم التطبيقات المدنية، بما يتماشى والمنظومة التي أقرها المجتمع العالمي لتعزيز التطبيقات النووية مع التخفيف من المخاطر المرتبطة بها، حيث شرعت الدول في القيام بخطوات تُقوّي من الحماية على منشآتها النووية من خلال تكوين بنية أساسية دقيقة ومُتقدمة تهدف إلى كفالة حماية المواد النووية ومواقعها بحظر تحويلها أو سرقتها أو تخريبها، وفي ضوء التوجُّسات من الحوادث النووية والسرقة وسوء الاستخدام المُحتمل للمواد المُشعة، والذي يُشكِّل تهديدًا كبيرًا للسلام العالمي، تجلَّى دور الأمن النووي الذي يعتني بالوقاية والاحتراز، وإقرار الإجراءات المُناسبة حيال الاستخدام الإجرامي للمواد النووية أو لأي مواد مُشعة أخرى.

كما أضحت قضية الأمان النووي المُتعلقة بالوقاية من الحوادث النووية والإشعاعية والتخفيف من آثارها إن وقعت مطلبًا أساسيًا لإمكانية الاستفادة من الطاقة النووية وضمان حماية الإنسان والبيئة من أخطارها. ويظهر ذلك من خلال مُوازَنة استخدام الطاقة النووية السلمية بضمان المُمارسات المُستدامة

1. ليلى هناوي، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل القانون الدولي، رسالة ماجستير، جامعة حسيبة بن بو علي –الشلف- كلية العلوم القانونية والإدارية-، الجزائر، 2008/2007م، ص88.
2. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص115.

مع الحماية من التهديدات البيئية، مما يعني تحقيق الأمن الإنسانيّ؛ ومن ثم يتطلب حلولًا مُتكاملة تُغطي كافة الجوانب التقنية والتنظيمية لتعظيم وتعزيز المنافع والسلامة النووية وتقليل المخاطر[1].

وفي هذا المبحث، سوف نستعرض الغايات التي تسعى إليها الدول للوصول إلى تنمية مستدامة ولترسيخ بيئة عالمية أكثر أمنًا، من خلال الاتفاقيات النووية السلمية الجماعية والثنائية والمبادرات الدولية التي نشأت استجابة لانتشار التلوث النووي، والتي بدورها ساهمت في الحفاظ على النظم البيئية.

المطلب الأول:

الحراك الدولي لتعزيز الأمان النووي ودعم الاستمداد السلمي

إذا تبيَّن أن المخاطر الحاصلة من هذا الاستخدام تفوق مكاسبه، يتوجب على الدول التدخل لتحقيق التوازن من خلال الاتفاقيات الدولية المُخصصة لإظهار التحسينات في أمان الأنشطة والمرافق النووية، بالإضافة إلى سعيها من أجل توفير الضمانات المادية للمواد النووية وحمايتها من السرقة. كما ويبقى للمعاهدات الثنائية دور لا يقل أهمية مقارنة بالاتفاقيات المذكورة؛ لأنها تُمثل أداة قانونية يمكن من خلالها إدارة وتنسيق العلاقات المتبادلة بين الدول ذات السيادة.

- **الفرع الأول: الاتفاقيات الدولية لحماية المواد والمرافق النووية**

أضحت هذه الاتفاقيات الرئيسية تُشكّل الإطار القانوني والتنظيمي الدولي للسّلامة والأمان النوويين؛ حيث تعمل على بعث عوامل الحماية من خلال تعزيز التعاون الدولي في هذا المجال الحساس.

- **أولاً: اتفاقيات الحماية والأمان النوويين**

أ. الاتفاقية الدولية لحماية المواد النووية

برزت اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية سنة (1979م)، وشُرع التوقيع عليها عام (1980م)، ودخلت حيز النفاذ رسميًا عام (1987م). تظهر هذه الاتفاقية كأحد الاتفاقيات التي اعتنت بجانب له مكانته في القطاع النووي يتمثل في الحماية المادية للمواد النووية، وذلك لاعتبارها من أخطر العوامل التي إن لم تُصَن وفق أُسس علمية مُمنهجة أدت إلى ما لا يُحمد عُقباه، وقد جاءت في ديباجتها على أن: "للدول الحق في تطوير الطاقة النووية ولها إمكانية استعمالها من مُنطلق المصالح المشروعة والفوائد

1. نوري عبد الرحمن، الاستخدام السلمي للطاقة النووية بين التنمية المستدامة والأمن البيئي، مرجع سابق، ص298-299.

التي يُمكن جنيها من هذا الاستخدام السلمي"، حيث أكَّدت على قيمة الدور الإيجابي للطاقة النووية، مُحاوِلة إقناع الدول بـ تشجيع وترسيخ سُبل التعاون في هذا المجال الحيوي عبر وضع العديد من الاستراتيجيات الناجعة في التشريعات الداخلية للدول الأطراف، ولما لذلك من تأثير في بَعْث وتوفير الحماية المادية للمواد النووية أثناء عملية الاستخدام والتخزين والعُبور[1].

وشدّدت الاتفاقية كذلك على ضرورة إتمام بروتوكولات الأمن المادي لحماية المواد النّووية غير العسكرية طوال عبورها الدّولي، فضلًا عن تفعيل التدابير المتعلقة بالجرائم الجنائية المتصلة بالمواد النووية، وقد حوت هذه الاتفاقية مجموعة من الالتزامات تقع على عاتق الدول الأطراف تتمثل في التالي[2]:

- ضمان حماية المواد النّووية داخل أراضيها، أو على ظهر سفينة أو طائرة خاضعة لولايتها، في حال النقل الدولي لتلك المواد على المستويات الوارد وصفها في المرفق الأول للاتفاقية[3].
- التزام كل دولة طرف في الاتفاقية بعدم تصدير المواد النووية، ما لم تتسلّم ضمانات لحماية هذه المواد في أثناء النقل الدولي[4].
- التزام كل دولة طرف بعدم استيراد مواد نووية من دولة ليست طرفا في الاتفاقية ما لم تتسلم الضمانات لحماية هذه المواد في أثناء النقل الدولي[5].
- التزام كل طرف بعدم السماح بعُبور مواد نووية عبر أراضيها عن طريق البحر أو الممرات المائية الداخلية، أو عن طريق مطاراتها أو موانئها البحرية إلى دول لا تكون أطرافاً في المعاهدة ما لم تتسلم ضمانات لحماية هذه المواد النووية في أثناء النقل الدولي[6].
- التزام كل دولة طرف بتوفير الحماية المادية للمواد النووية التي يجري نقلها من مكان إلى آخر داخل الدولة عبر المياه الدولية، أو المجال الجوي الدولي، في إطار قانونها الوطني[7].
- اتفاق دول الأطراف في حال سرقة المواد النووية، أو السطو عليها، أو النقل غير المشروع لها على أن تتعاون مع أي دولة أخرى ليست طرفا في الاتفاقية وتساعدها في استعادة المواد النووية وتوفير الحماية لها[1].

---

1. نوري عبد الرحمن، الطاقة النووية بين مشروعية الاستخدام السلمي ومتطلبات الأمان النووي، مجلة العلوم القانونية والاجتماعية، منشورات جامعة زيان عاشور بالجلفة، العدد9، 2016م، ص579.
2. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص194-195.
3. اتفاقية حماية المواد النووية لعام 1980م، المادة "3"، الوكالة الدولية للطاقة الذرية -نشرة إعلامية-، 2021م.
4. اتفاقية حماية المواد النووية عام1980م، "المادة4- الفقرة1".
5. اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية 1980م، "المادة4- الفقرة2".
6. اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية 1980م، "المادة4- الفقرة3".
7. اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية 1980م"المادة4- الفقرة4".

- التزام الدول الأطراف باعتبار أن ارتكاب أفعال معينة، مثل سرقة مواد نووية أو التهديد بها لإحداث أضرار هي جرائم تستحق العقاب بموجب قانونها الوطني[2].
- التزام كل طرف تسليم أو محاكمة الأشخاص الذين ينسب إليهم ارتكاب أي فعل من الأفعال الجرمة في هذه الاتفاقية[3].

في (8 يوليو 2005م)، أقرَّ أطراف المعاهدة بِائتلاف واتفاق الآراء نحو إدراج تعديل على اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية، وقد دخل حيز التطبيق في (8 مايو 2016م)، والاتفاقية بتعديلها اللاحق يُمثّلان صكَّين دوليين والوحيدين المُلزِمين قانونًا في مجال الحماية المادية للمواد النووية، حيث يُشكِّل التعديل مَعلَمًا مُهمًا يتعلق بالمساعي الدولية المُوجهة صوب تحسين الحماية المادية للمواد والمرافق النووية. وفي حين أن المسؤوليات المُتعلقة بالحماية المادية في إطار هذه الاتفاقية تشمل المواد النووية أثناء النقل الدولي، فإن التعديل الذي أُدخل عليها يجعل من المُلزِم قانونًا للدول الأطراف أن تحمي المرافق والمواد النووية أثناء الاستخدام المحلي السلمي والتخزين والنقل، بالإضافة إلى توسيع نطاق التعاون فيما بين أعضائها بخصوص التدابير السريعة لتحديد موقع المواد النووية المسروقة، أو المهربة واستعادتها والتخفيف من أي عواقب إشعاعية لأعمال التخريب، ومنع الجرائم ذات الصلة ومكافحتها[4].

يُلاحظ على هذه الاتفاقية والتعديل المُدخل عليها، أنها التَمَسَت فرض نوع من الوقاية عن الخسائر التي قد تُحدثها المواد النووية والأشياء المُتعلقة بها، مهما كانت الطبيعة القانونية لامتلاك هذه المواد ومَدى صحة مشروعيتها، خاصة فيما يتعلق بـ الكيفية التي تم الحصول عليها سواء بالطريقة المشروعة التي يُجيزها القانون أو بطُرُق غير مشروعة. ففي كلتا الحالتين، تستوجب وجود عمليات احتياطية في مُواجهة الأضرار التي يُمكن أن تُسفر عنها هذه المواد، وهذا يصب في المَنحى المُتعلق بالحماية من الآثار الناتجة من إساءة الاستعمال أو التعامل غير اللائق معها.

وقد تعرضت الاتفاقية لنوع من الاعتراضات الظاهرة، منها وجود بعض الثغرات القانونية المُتمثلة في عدم اتساع تلك الحماية لبعض أوجُه النشاط النووي الذي تقوم به بعض الدول الأطراف بالمرافق النووية الخاصة بها والموجودة على أراضيها. وقد جاء التعديل عام (2005م) كاستدراك وجَبْر للخلل

1. اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية 1980م، المادة "4".
2. اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية 1980م، المادة "7".
3. اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية 1980م، المادة "10"
4. اتفاقيات الأمن النووي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/aitifaqiaat-alamn-alnawawiu

وهذه الثغرات القانونية، والذي كان باقتراح عدد من الدول بعدم اقتصار الحماية المادية على المواد فقط، بل يجب أن تمتد لتشمل المرافق النووية أيضًا.

ولقد أضاف التعديل نَصَّ "الفقرة (4) من المادة (2) من ميثاق الأمم المتحدة"، وكذلك إضافة عبارة "المرافق النووية" إلى الديباجة مع زيادة العبارة التالية: "دورًا مهمًا في دعم هدفي عدم الانتشار النووي ومكافحة الإرهاب النووي"، علاوة على الإضافة التي تمت والمُتمثلة في عبارة: "تعزيز التعاون الدولي على وضع تدابير فعالة تكفل الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية"، وعبارة: "على نحو مأمون تشغيل المرافق النووية"، وعبارة: "لبلوغ مُستويات فعالة للحماية المادية"، كما راعت الاتفاقية أن تتفق التعديلات التي تم إدخالها ومقاصد الأمم المتحدة وتعزيز مبادئ حُسن الجوار والصداقة والتعاون بين الدول[1]؛ ولأجل تأمين الحماية لمختلف الأنشطة النووية المدنية، تم في (20سبتمبر 1994م) إبرام اتفاقية الأمان النووي ورفع مستوى الحماية الذي يمثل أحد الأهداف الأساسية للمعاهدة[2].

ب. اتفاقية الأمان النووي

تحتل هذه الاتفاقية مكانة بالغة في مجال الأمان والسلامة النووية، حيث يستند مَقْصِدها الأساسي إلى رفع معايير سلامة المرافق النووية وتجنُّب وقوع حوادث نووية.

وقد حصلت على الموافقة خلال المؤتمر الدبلوماسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية الذي عُقد في فيينا شهر يونيو (1994م)، ولم تُفتَح أبواب التوقيع عليها إلا في (20 سبتمبر 1994م)، وكان نطاق سريانها في (24 أكتوبر 1996م) بعد أن تم التصديق عليها من قِبل (22) دولة، واعتبارًا من فبراير (2014م)، كان هناك حوالي (78) دولة عضو في الاتفاقية بالإضافة إلى الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية، ومن الدول التي وقَّعت على المعاهدة ولكن لم تُدخِل المعاهدة دائرة النفاذ: الجزائر، كوبا، مصر، غانا، آيسلندا، الأردن، كازاخستان، موناكو، المغرب، نيجيريا، الفلبين، نيكاراغوا، السودان، تونس، أوروغواي[3].

كانت هذه الاتفاقية بمثابة تدبير احترازي من قِبل بعض دول الاتحاد الأوروبي، ولعلَّ ما دفع دول الاتحاد الأوروبي للشروع في هذه المُبادرة هو ما عاينته من تداعيات كارثة تشرنوبل واتساع آثارها

1. عبد الرحمن نوري، الطاقة النووية بين مشروعية الاستخدام السلمي ومتطلبات الأمان النووي، مرجع سابق، ص580.
2. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص195-196.
3. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص465.

على أجزاء من القارة الأوروبية في ذلك الوقت. ويُنظر إلى هذه المعاهدة باعتبارها أول هيكلية قانونية دولية تُنظِّم الشؤون المُتعلقة بـ أمان المنشآت النووية على الرغم من مُرور نحو نصف قرن على استخدامات الطاقة النووية، مما يجعلها خطوة هامة وتقدمًا محسوبًا في سُلَّم الإدارة الدولية للاستخدامات النووية؛ ومع ذلك، يُعاب على هذه الاتفاقية أنها تقتصر على المنشآت النووية المدنية المُخصصة لإنتاج الكهرباء، دون المنشآت العسكرية أو البحثية أو المحمولة بحرًا، كما أنها لا تمتد إلى سائر أجزاء دورة الوقود النووي مثل إدارة النفايات[1].

وقد جاءت هذه الاتفاقية ببيان مُباشر لأحد أهدافها المركزية والمُتمثل في حماية المنشآت النووية من المخاطر المُحتملة المُرتبطة بالإشعاع النووي، وأولت اهتمامًا للعمل على ترقية وتحسين إجراءات الأمان في المنشآت النووية وتعديل تشريعات الدول المَعنيَّة بما ينسجم والمعايير الدولية، وبالتالي ضمان حماية الأفراد والمجتمع والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع النووي المُنبعِث من هذه المرافق[2].وتضمنت مُقدمة الاتفاقية التأكيد على المبدأ الأساسي الذي تعتمده ومُؤدَّاه أنَّ عبء مسؤولية ضمان الأمان يقع على عاتق الدولة صاحبة ولاية المرفق النووي، وهذا التوكيد منها له أهميته لعدم إقرار أداة دولية مُلزمة فيما مضى.

ويقتضي إثبات مسؤولية الدولة عن الأمان النووي التوفيق بينه وبين مبدأ آخر في الاتفاقية جاءت به المادة (9)، وهو أن المسؤولية الأولى لأمان المَنشأة النووية تقع على عاتق المُرخَّص له بالمنشأة (أي المُشغِّل)، وتقتصر مسؤولية الدولة في القيام بـ التنظيم والرقابة، بينما تكون مسؤولية المُشغِّل عن اتخاذ إجراءات الأمان وتنفيذها.

كما تُشدد المُقدمة على التعهُّد بضمان تنفيذ المبادئ الأساسية لأمان المنشآت النووية وألا تتعلق بمعايير الأمان التفصيلية، وتُنوِّه أيضًا إلى توافر إرشادات مُعينة على المُستوى الدولي يتم تحسينها من وقت لآخر بما يُؤدي إلى إعطاء مُؤشرات حول الأساليب الحديثة لتحقيق مُستوى عالٍ من الأمان، وتكشف أيضًا على عامل مُهم وحديث في هذا العصر وهو العامل البشري ودوره في التحكم في المخاطر التقنية عن طريق رفع قيمة ثقافة الأمان النووي ونشرها داخل المجال وخارجه.

من الغايات التي تهدف إليها هذه الاتفاقية تحقيق ثلاث مقاصد محورية تتمثل في:

1. فهد أحمد عيد عبد الرحمن العنزي، الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، مرجع سابق، ص52.
2. رشيدة بوجحفة، استخدام الطاقة النووية وانعكاسات ذلك على البيئة، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، الجزائر، المجلد10، العدد1، 2022م، ص817.

- إحراز مُستوى عالٍ من الأمان النووي على مُستوى العالم، وصيانة تلك الرُتبة من الأمان من خلال تدعيم وتحسين التدابير الوطنية والتعاقد الدولي على نحو يشمل عند الاقتضاء التعاون التقني في مجال الأمان.
- تشييد دفاعات فاعلة في المنشآت النووية ضد الأخطار الإشعاعية المُحتملة لحماية الأفراد والمجتمع والبيئة من الآثار الضارة للإشعاعات المُؤيّنة الناتجة عن مثل هذه المَنشآت.
- الوقاية دون وقوع الحوادث ذات العواقب الإشعاعية، وتخفيف حِدَّة هذه الحوادث في حال وقوعها[1].

إن الوصول لمثل هذه الغايات يتطلب العمل على وضع خطط تعطي الأولوية القصوى للأمان النووي طيلة عمر المشغّل النووي، عن طريق تصميم المحطّات النووية تصميمًا خاصًا لا نظير له في أي منشأ صناعية أخرى، وهذا الأمر يتماشى مع الرغبة في ضمان أمن وسلامة العاملين في المرفق النووي والمواطنين القانطين بالقرب منها وسلامة البيئة بشكل عام من أضرار الاستخدام السلمي للطاقة النووي، وجاءت المعاهدة بمجموعة من البنود الملزمة للدول منها[2]:

- إلزام الدول الأطراف بإدراج التشريعات والتدابير الإدارية والرقابية والخطوات الضرورية في إطار قانونها الوطني لضمان تطبيق بنود هذه الاتفاقية[3].
- تتّخذ كل دولة طرف الخطوات المناسبة فيما يتعلق بأولوية الأمان، حتى تقوم جميع التنظيمات التي تمارس أنشطة تتعلق مباشرة بالمنشآت النووية بوضع سياسات تمنح الأمان النووي الأسبقية اللازمة لرفع مستوى أمان المنشآت النووية، وإلا اتخذت الخطوات المناسبة لغلق المنشأة النووية في أقرب وقت ممكن مع مراعاة الآثار الاجتماعية والبيئية والاقتصادية عند الإغلاق[4].
- وضع كل دولة إطارًا تشريعيًا ورقابيًا لتنظيم أمان المنشآت النووية، ويتضمن ذلك وضع نظام للترخيص فيما يتعلق بالمنشآت النووية، وخطر تشغيل أي منشأة نووية دون ترخيص ووضع نظام تفتيش ورقابة وتقييم للتأكد من الامتثال للوائح السارية وشروط الرخص[5]،كما تلقي الاتفاقية التزام على كل دولة طرف بتعيين أو إنشاء سلطة تنظيمية تختص بتطبيق الأحكام التشريعية واللائحية

1. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص369.
2. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص197.
3. اتفاقية الأمان النووي 1994م، المادة "4"، الوكالة الدولية للطاقة الذرية –نشرة إعلامية-، 1994م.
4. اتفاقية الأمان النووي1994م، المادة "6".
5. اتفاقية الأمان النووي 1994م، المادة "7".

السابقة ومنحها السلطات والاختصاصات والموارد المالية والبشرية الكافية للاضطلاع بالمسؤوليات التي أسندت لها[1].

- اتخاذ الترتيبات الصّحيحة والضّامنة لتصميم وإنشاء المرافق النووية على نحوٍ يكفل لها حمايةً أكبر، ويمنع حدوث أيّ تسربٍ إشعاعيٍّ مستقبليٍّ محتمل، أو تخفيف الأخطار الممكن حدوثها نتيجة أي حادث تتعرض له المنشأة[2].
- التزام كل الدول الأطراف باتخاذ الخطوات الملائمة التي تضمن توافر الموارد المالية، وتوافر أعداد كافية من العاملين المؤهلين الحاصلين على قسط ملائم من التعليم والتدريب، وإعادة التدريب لدعم أمان كل منشأة نووية طوال عمر تشغيلها[3].
- اتخاذ كل طرف الخطوات المناسبة لإجراء تقييمات شاملة ومنهجية للأمان قبل تشييد المنشأة النووية وإعدادها للتشغيل، بما في ذلك إجراء مسح إشعاعي شامل قبل عملية تشغيل المنشأة النووية في الموقع الجديد الذي لم تتم دراسته.
- اتخاذ الخطوات المناسبة من أجل إقرار وتنفيذ برامج ضمان الجودة، وعلى كل دولة طرف التأكد من أن جميع برامج المتابعة التي صممت تكون ملتزمة بالحدود المسموح بها أو صممت لتقدير الجرعات كانت خاضعة لإجراءات كافية لضبط الجودة، وذلك لأجل ضمان احترام الاشتراطات الخاصة لجميع الأنشطة المهمة للأمان طوال عمر المنشأة النووية.
- التزام كل دولة طرف باتخاذ الخطوات المناسبة التي تكفل تقليص مخاطر تعرض العاملين والجمهور للإشعاعات المؤيّنة الناجمة عن المنشأة النووية إلى أقل مستوى ممكن[4].
- تأكيد متابعة النشاطات المتعلقة بحالات الطوارئ سواء كانت الدولة على تماس مباشر مع الحادث أم بعيدة عنه[5]، ووضع خطط طوارئ داخلية وخارجية لجميع المنشآت النووية بحيث تغطي الأنشطة المقرر الاضطلاع بها في حالة الطوارئ، وفيما يتعلق بالمنشآت النّووية الجديدة فيجب إعداد هذه الخطط واختبارها قبل أن تبدأ في التشغيل، كما يجب تزويد السكان والسلطات المختصة للدول المجاورة للمنشأة النووية بالمعلومات الملائمة المتعلقة بمواجهة الطوارئ، ويجب على الدّول المتعاقدة التي لا تملك منشآت نووية على أراضيها اتّخاذ الخطوات المناسبة التي تكفل وضع

1. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص469.
2. اتفاقية الأمان النووي 1994م، المادة "8".
3. اتفاقية الأمان النووي لعام1994م، المادة "11".
4. اتفاقية الأمان النووي 1994م، المادة "15".
5. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص198-199.

واختبار خطط الطوارئ في أراضيها حالة وقوع طوارئ إشعاعية من منشأة نووية مجاورة ويترجح احتمال تأثرها بها[1].

- التزام كل دولة طرف بوضع الخطوات المناسبة التي تتكفل بتنفيذ الاجراءات الملائمة التي تستهدف تقييم جميع العوامل المتعلقة بالموقع، حيث يرجح أن تؤثر في أمان المنشأة النووية خلال عمر تشغيلها، ولأن السلامة النووية هي منهج عمل متواصل يبدأ منذ الشروع في إنشاء المفاعل ويستمر في كافة مراحله[2].
- التزام الدولة الطرف باتخاذ الخطوات المناسبة التي تكفل توافر عدة مستويات يعول عليها في الحماية من انطلاق المواد المشعة بغية الحيلولة دون وقوع حوادث نووية وتخفيف وقوعها في حال حدوثها، وأن تكون التقنية المستخدمة في تصميم وتشييد المنشأة النووية قد ثبتت صلاحيتها عن طريق التجربة والتحليل، وأن يحقق هذا التصميم جودة التشغيل واستقراره وسهولة إدارته[3].
- التزام الدولة الطرف خلال مرحلة التشغيل بإتمام تشغيل المنشأة النووية وصيانتها وتفتيشها واختبارها من خلال توافر الدعم الهندسي والتقني الضروري في جميع المجالات المتصلة بالأمان طوال عمر تشغيل المنشأة، واتخاذ جميع التدابير التي تكفل التصدي للحوادث المتوقعة[4].

من خلال الالتزامات المذكورة أعلاه والمفروضة على كل الأطراف، يتضح أن الاتفاقية تسعى إلى تعزيز آليات التنظيم والرقابة الداخلية للدول ذات الصلة، واعتبار ذلك عُنصرًا محوريًا في تيسير بروتوكولات الرقابة الدولية، وهذا يشمل ضرورة تكفُّل السُلطة الرقابية داخل الدولة بالحصول على بيانات دقيقة بشأن المواد والأجهزة النووية داخل المرافق النووية، والقيام بـ تدقيق شامل ومُحكَم لتلك المواد والخامات، وإنشاء أنظمة دفاعية متينة يتم من خلالها مُعالجة أو إدارة جميع الحوادث الطارئة أو مُعظمها، ولاسيما ذات الطبيعة العاجلة، من أجل منع تفاقم العواقب السلبية[5].

وقد تعرضت هذه الاتفاقية إلى بعض التحليلات النقدية، أهمها: فشلها في إنشاء هيئة موثوقة مُكلَّفة بالإشراف على التزام الأطراف بتنفيذ الاتفاقية والوفاء بالتعهدات المحددة فيها، وتركت هذه المسؤولية إلى آلية الاستعراض الدوري التي تُجرى بين الدول. على الرغم من أن آلية الاستعراض هذه قد يُنظر إليها من ناحية إيجابية تتمثل في توفير وتحسين الإطار التشريعي والتنظيمي اللازم لضمان أمان

1. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص473.
2. اتفاقية الأمان النووي لعام1994م، المادة "17".
3. اتفاقية الأمان النووي 1994م، المادة "18".
4. اتفاقية الأمان النووي1994م، المادة "19"
5. مهداوي عبد القادر، نظام الضمانات النووية في ظل مبدأ سيادة الدول، مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية، جامعة قاصدي مرباح –ورقلة-، العدد12، 2012م، ص283.

المَنشآت النووية وتوفير الموارد اللازمة لذلك واتخاذ الخطوات المُناسبة من أجل الحماية الإشعاعية والاستعداد لحالات الطوارئ كما جاء في المادة الخامسة منها[1].

وعلى الرغم من الجهود المبذولة سواء كان في توفير الحماية المادية للمواد أو صيانة المَنشأة النووية وتوفير الأمان النووي، إلا أنها لم تمنع من اختراق هذه المنشآت والاستيلاء على كميات من المواد النووية، مما شكَّل فوضى وتهديدًا للمجتمع الدولي. ومن هذه الحوادث على سبيل المثال: في عام (1992م)، اختفت شُحنة كاملة من الوقود النووي بلغ وزنها (100) كيلوغرام من محطة إيغنالينا الليتوانية، ومثال آخر ما قام به أحد عمال الإنشاءات المعدنية في منشأة لإنتاج الوقود النووي في موسكو عام (1993م) بسرقة حوالي (115) كيلوغرامًا من حبيبات أكسيد اليورانيوم، وفي عام (1994م)، ضُبِطت كمية بلغ وزنها (363) غرامًا من خليط أكسيد اليورانيوم والبلوتونيوم في مطار ميونخ الألماني[2].

ج. الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعة (1997م)

تمثّل هذه الوثيقة الإطار الأول داخل المنظومة القانونية الدولية التي تهدف إلى معالجة التحديات العالمية المرتبطة بالتصرف في الوقود النووي المستهلك وإدارة النفايات المشعة من خلال وضع مبادئ السلامة الأساسية وتنفيذ آلية "استعراض النظراء" المشابهة لتلك الخاصة باتفاقية الأمان النووي[3].

تم تشكيل أصول الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعة عام(1997م)تحت رعاية الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وبين وضع الأسس المركزية ودخولها مجالا لتطبيق فترة لا بأس بها؛ حيث فُعّلت عام (2001م)بعد توقيع (25) دولة، (15) دولة منها لديها على الأقل محطة عاملة للقوى النووية، وهذا ما كان يُشترط لدخول المعاهدة موضع التنفيذ، ومع حلول عام (2015م)وصل عدد الأطراف إلى (71) طرفاً في المعاهدة[4].

ترمي هذه الاتفاقية إلى تحقيق مقاصد تتمثل في التالي:

1. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص200.
2. روبين فروست، الإرهاب النووي ما بعد الحادي عشر/سبتمبر، مركز الخليج للأبحاث، الإمارات العربية المتحدة، نسخة إلكترونية، 2008م، ص22-23.
3. اتفاقيات الأمان النووي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق.
4. حمزة تيسير محمد الشرمان، التلوث النووي ودوره في عولمة البيئة، رسالة ماجستير، جامعة اليرموك -كلية الآداب قسم العلوم السياسية-، 2016م، ص120.

- بلوغ مستوى عالٍ من الأمان على نطاق العالم في التصرف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة، والحفاظ على ذلك المستوى من خلال تعزيز التدابير الوطنية والتعاون الدولي على نحو يشمل -عند الاقتضاء- التعاون التقني فيما يتصل بالأمان.
- ضمان وجود دفاعات فعّالة لجميع مراحل التصرف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة ضد الأخطار المحتملة؛ لحماية الأفراد والمجتمع والبيئة من الآثار الضارة للإشعاعات المؤينة الآن وفي المستقبل، على نحوٍ يلبّي احتياجات وتطلّعات الجيل الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها وتطلعاتها.
- الحيلولة دون وقوع حوادث ذات عواقب إشعاعية، وتخفيف حدة هذه العواقب في حالة حدوثها أثناء أي مرحلة من مراحل التصرف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة[1].

وبالتالي، فإن هذه المعاهدة تُؤكد مسؤولية الأطراف المَعنيّين بضرورة اتخاذ وتنفيذ أساليب شاملة ترمي إلى التخفيف من الأضرار المُحتملة على الأفراد والمُجتمع والبيئة في جميع مراحل إدارة الوقود النووي المُستهلَك والنفايات المُشعة، سواء في الحاضر أو المستقبل المنظور؛ وذلك من أجل تلبية احتياجات وطموحات الإنسان المُعاصرة، مع ضمان تحقيق احتياجات وتطلُّعات الأجيال المُقبلة التي من المُفترض أن تستفيد من مزايا هذه الطاقة، كما تفرض الاتفاقية على الأطراف المُوقِّعة عليها بضرورة اتّباع إستراتيجيات مُناسبة تكفل: التصدي للمسائل الحرجة وإزالة الحرارة المُتخلفة المُتولدة أثناء التصرف في النفايات المُشعة عند أدنى حد مُمكن من الناحية العملية، وتوفير حماية قوية للأفراد والمجتمع والبيئة من خلال تطبيق نموذج وقائي مُلائم على المُستوى الوطني وبالصورة التي تُقرُّها الجهة الرقابية القومية في إطار التشريع الوطني لكل دولة على حِدة.

علاوة على ذلك، ألزمت الاتفاقية جميع الأطراف ذات الصلة بضرورة مُراعاة النظر في المخاطر البيولوجية والكيميائية وغيرها من المخاطر التي ترتبط بالتصرف في النفايات المُشعة، وتجنُّب حدوث تأثيرات للجيل الحالي والأجيال القادمة على حَدٍّ سواء[2].

ومن ثم، تعتبر الاتفاقية خطوة مكملة لغيرها من اتفاقيات السلامة النووية ومهمة نحو تعزيز الأمان النووي وحماية البيئة والصحة العامة.

---

1. الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعة 1997م، المادة "1"، الوكالة الدولية للطاقة الذرية –نشرة إعلامية-، 1998م.
2. فهد أحمد عيد عبد الرحمن العنزي، الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، مرجع سابق، ص53.

د. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي عام (1986م)

اتفاقية التبليغ المبكر عن الحوادث النووية، هي معاهدة تم اعتمادها من قبل الراعي الرسمي للطاقة النووية المتجسّد في الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام (1986م)، افُتتح باب التوقيع عليها في المؤتمر الدبلوماسي الذي عقدته الوكالة الدولية للطاقة الذرية في (23ديسمبر 1986م)، ووقّع عليها حوالي(69) دولة بعد تقريباً شهر من حادثة تشرنوبل، ولم يمضِ الكثير من الوقت حتى أصبحت الاتفاقية سارية المفعول[1]،ومع نهاية عام (2014م)، بلغ عدد المُنضمين إليها ما يُقارب (119) دولة.

وفيما يتعلق بمجال التعاون لهذه الاتفاقية، فهي لا تنحصر مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية فحسب، وإنما تتعاون مع مُنظمات أخرى كـ: مُنظمة الأغذية والزراعة، والمُنظمة العالمية للأرصاد الجوية، والجماعة الأوروبية للطاقة الذرية، ومُنظمة الصحة العالمية[2].

حاولت الاتفاقية سدَّ الخلل الذي لحق بالقانون الدولي جراء حادثة تشرنوبل، والذي كان بمثابة الضوء الكاشف عن الفجوات التي يُواجهها هذا القانون؛ حيث جاء في المادة الثانية منها على أنه: "من واجب الدولة الطرف التي وقع فيها الحادث النووي أن تُبلغ على الفور الوكالة الدولية للطاقة الذرية والدولة التي وقعت تحت طائلة الضرر أو من المُحتمل أن تُصاب بالضرر، وأن تُزوِّدها بجميع المعلومات المُتاحة لديها، وذلك من أجل التقليل من حِدَّة الآثار الناجمة عن الحادث النووي"، وذلك حتى تتوافر لدى الدول البيانات اللازمة عن نوع الحادث النووي في وقت مُبكر ليتسنَّى لها تقليص الأضرار إلى أدنى حَدٍّ مُمكن في حال وقوعها[3].

ومن ثم فإن الاتفاقية تُبرز عدة التزامات على عاتق الدولة العضو التي يقع فيها الحادث النووي، وتتمثل هذه الالتزامات فيما يلي:

- في حال نشوب الحادث النووي، يُفترض على الدولة العضو الواقع فيها أن تقوم بنفسها أو عن طريق الوكالة الدولية للطاقة الذرية بإخطار الدول التي يلحقها الضرر أو من المُرجَّح أن يلحقها ضررًا ماديًا بفعل الحادث النووي.
- أن تقوم الدولة صاحبة الحادث النووي بتبليغ الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالحادث النووي وطبيعته ووقت حدوثه وموقعه بالتحديد.

1. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص115-116.
2. حمزة تيسير محمد الشرمان، التلوث النووي ودوره في عولمة البيئة، مرجع سابق، ص117.
3. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص207-208.

- من واجب الدولة ذات الحادث النووي إمداد الدول الأخرى، لاسيما المُجاورة منها، سواء بنفسها أو عن طريق الوكالة بما يتوافر من معلومات وبيانات لتقليل الآثار الإشعاعية إلى أدنى حَدٍّ مُمكن، كما تلتزم الدولة بتزويد الوكالة الدولية بهذه المعلومات[1].

تتضمن هذه المعلومات البيانات التالية في حال توافرها:

- تعيين وقت الحادث النووي وبيان محلَّه بشكل دقيق وطبيعته والسبب المُفترض أو المُثبَت للحادث النووي وتحديثاته المُتوقعة.
- الخصائص العامة للمواد المُشعة المُنطلقة وتركيبها الفعلي، إضافة إلى المعلومات المُتوفرة عن الأحوال الجوية والهيدرولوجية السائدة والمُتوقعة واللازمة للتنبؤ بانطلاق المواد المُشعة عبر الحدود.
- التدابير الوقائية المُتخذة أو المُخطَّط لها خارج الموقع، والسلوك المُتوقع أن تتخذه على مَرّ الزمن للمواد المُشعة المُنطلقة[2].

كما يقع التزامٌ على عاتق الوكالة الدولية للطاقة الذرية؛ فبالإضافة إلى إخطار الدول التي قد تتضرر من وقوع الحادث النووي، ضرورة إعلام الدول الأطراف وغيرها من المنظمات الدولية ذات العلاقة لتقديم المساعدات للمتضررين، فمثلاً: منظمة الصحة العالمية تتولى مهمة معاونة الأشخاص عن طريق منح العلاج اللازم والكشف عن كمية الإشعاع ودرجة خطورته، ومنظمة الأغذية والزراعة تجري عملية الكشف عن شدة تأثير الإشعاعات على الحيوانات والنباتات وتقوم بحظر الأغذية التي تحمل نسبة إشعاع عالية، ومنظمة الأرصاد الجوية تقوم بالكشف عن حركة الإشعاعات والغيوم المحمّلة بالمواد المشعة وتنذر الدول التي قد يلحقها الضرر؛ وذلك بغرض تحقيق مزيد من التعاون الدولي في سبيل استخدام آمن للطاقة النووية في الأغراض السلمية[3].

علاوة على ذلك، فإنه يجب على الوكالة إتاحة المعلومات للدول التي ليست لديها أنشطة نووية ولكنها تقع على منشأة نووية خارج حدود ولايتها وقد تضر بأراضيها، وفي هذه الحالة على الوكالة وضع جهاز رصد للإشعاعات لقياس مدى تأثيرها وخطورتها على الدول المجاورة[4].

1. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي عام 1986م، المادة "2"، الوكالة الدولية للطاقة الذرية –نشرة إعلامية-، 1986م.
2. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي1986م، المادة "5".
3. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي 1986م، المادتين "4" "5".
4. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي 1986م، المادة "8".

مما سبق يتضح، أن الاتفاقية تُقوّي من شأن التعاون الدولي في مُواجهة الحوادث النووية من خلال تبادل المعلومات والخبرات والإبلاغ الفوري والاستجابة السريعة له، مما يُقلِّل من المخاطر الصحية والبيئية، ورغم ما سلف من بيان مقاصد الاتفاقية، إلا أن هناك انتقادًا مُوجَّهًا لها يتعلق بموضوع عدم مُعالجة الحوادث الواقعة في المَنشآت العسكرية، وقد حاولت الدول النووية إضمار هذا الاعتراض بإصدار قرارات تُشير إلى أنها ستُطبق الاتفاقية على كل الحوادث النووية بما فيها التي لم تشملها الاتفاقية (إشارة منها إلى الحوادث الواقعة في المَنشآت العسكرية)، ولا شيء واقعي حتى اليوم، وأن هذه القرارات تمويهية تُصدر لتكون في خدمة مصالح الدول النووية دون غيرها.

ه. الاتفاقية الدولية لتقديم المساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي لعام (1987م)

كان للتعاون الدولي النووي مُساهمة مُؤثرة في صياغة العديد من الرؤى والتصورات، وقد تم إثبات ذلك عندما تم التوصل إلى اتفاقية التبليغ المُبكر بشأن وقوع حادث نووي، حيث وضعت هذه المعاهدة إطارًا ناجحًا لتطويق أي حادث أو كارثة نووية مُحاوِلة كبح تداعياتها حتى لا تتفاقم؛ ومع ذلك، فإن هذه الاتفاقية لم تكن كافية بالقَدر المطلوب، بل كان لا بُدَّ من توطيدها باتفاقية أخرى، حيث أن مُجرد الإعلان عن المخاطر وتحديدها بالبيانات والمعلومات وبيان ما وقع وتحديد ما يُمكن أن يقع غير كافٍ في ظل غياب العناصر الداعمة ذات الصلة بهذا السياق.

فجاءت اتفاقية تقديم المُساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي لسنة (1986م)، والتي تم التوقيع عليها في (23 سبتمبر 1986م)، ولم يَمضِ عليها خمسة أشهر حتى دخلت في مجال العمل في (26 فبراير 1987م)، وبحلول عام (2013م) بلغ عدد أطرافها حوالي (111) دولة[1].

تُشتهر هذه الاتفاقية باسم "تقديم المساعدة"، وهي ترسم إطارًا واضحًا لـ أساليب التعاون فيما بين الدول المُوقعة عليها وبينها وبين الوكالة الدولية للطاقة الذرية حول التصدي لأي حادث يُمكن أن يقع، كما صادقت على هذه الاتفاقية دول عربية منها المملكة الأردنية الهاشمية، كما انضمت لها دولة الكويت بموجب القانون رقم "(9)" لسنة (2003م) تاريخ (29 يونيو 2003م)، وتسعى هذه الاتفاقية إلى تحقيق التعاون المُجدي بين كافة الأطراف المَعنيَّة في إدارة المفاعلات النووية والتقليل إلى الحَد الأدنى الممكن من أي ضَرر يُمكن أن ينشأ عن إدارة مفاعل نووي في أي دولة. وتُشير الاتفاقية إلى أن من الإجراءات الواجب اتخاذها لتحقيق المُبتغى منها اعتماد إجراءات ثنائية أو مُتعددة الأطراف تُستعمل عند الحاجة

1. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص117-118.

للتقليل من الأخطار والأضرار النووية بالقَدر المُستطاع، وقد رسمت نصوص الاتفاقية آليات تفصيلية لطلب أو تقديم المَعونة يُمكن لأي دولة أن تلتمس من خلالها المُساعدة التي تحتاجها[1].

وتجدر الإشارة، إلى أن المعاهدة لا تلزم الدول الأطراف بتوفير المساعدة ولا قبولها، وإنما الالتزام الوحيد المفروض على الدول الأطراف في حال تلقيها طلب المساعدة أن تجيب عنه في أقرب وقت ممكن.

وتلتزم الدول بتقديم مساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي على النحو التالي[2]:

- إذا احتاجت الدولة الطرف إلى مُساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي، سواء نشأ أو لم ينشأ هذا الحادث أو الطارئ داخل أراضيها أو في أراضي تخضع لولايتها أو لسيطرتها، جاز لها أن تطلب المُساعدة مُباشرة أو عن طريق الوكالة من أي دولة أخرى ومن الوكالة الدولية أو، حَسَبَ الاقتضاء، من غيرها من المُنظمات الدولية الحكومية.
- تُحدِّد الدولة الطرف التي تطلب المُساعدة نطاق المُساعدة المطلوبة ونوعها، وتُزوِّد الطرف الذي يُقدم المُساعدة -إذا تيسَّر لها ذلك- بما قد يلزمه من معلومات لكي يُقرّر مَدى قُدرته على تلبية الطلب. وفي حال تعذَّر على الدولة الطرف الطالبة تحديد نطاق المُساعدة المطلوبة ونوعها، تُقرِّر الدولة الطرف الطالبة والطرف الذي يُقدم المُساعدة بـ التشاور معًا نطاق المُساعدة المطلوبة ونوعها.
- كل دولة طرف يُوجَّه إليها طلب للمُساعدة تبتُّ فوراً أمر ما إذا كانت في موقف يسمح لها بتقديم المُساعدة المطلوبة، وفي مَدى نطاق وشروط المُساعدة التي يُمكن تقديمها، وتُبلِّغ الدولة الطرف الطالبة بذلك إمَّا مُباشرة أو عن طريق الوكالة الدولية.
- تُحدِّد الدول الأطراف وفي حدود قُدراتها الخُبراء والمُعدات والمواد التي يُمكن تقديمها مع الدول الأطراف الأخرى في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي، وكذلك الشروط التي يُمكن على أساسها تقديم هذه المُساعدة، ولاسيما الشروط المالية، وتُبلِّغ الوكالة بذلك.
- يجوز لأي دولة طرف أن تطلب مُساعدة تتصل بـ تقديم العلاج الطبي للسكان المُتضررين من حادث نووي أو طارئ إشعاعي، أو نقل هؤلاء السكان مُؤقتًا إلى أراضي دولة أخرى من الدول الأطراف.

---

1. سعد حمود مناور الشمري، حق الدول في امتلاك الطاقة النووية السلمية وفقاً للقانون الدولي، مرجع سابق، ص141.
2. الاتفاقية الدولية لعام 1987م لتقديم المساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي، المواد"2-3-4"، الوكالة الدولية للطاقة الذرية – نشرة إعلامية-، 1986م.

- تستجيب الوكالة الدولية وفقًا لنظامها الأساسي وحَسَبَ نصوص هذه الاتفاقية لأي طلب مُساعدة مُقدَّم من أي دولة طرف أو دولة عضو في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي.
- تلتزم الدول بمُقتضى الاتفاقية وَضْع إمكاناتها المادية والبشرية تحت تصرُّف الوكالة الدولية للطاقة الذرية التي تتدخل للحد من عواقب الحوادث النووية[1].

ومن المهام الأساسية التي تعمل عليها الوكالة في إطار هذه الاتفاقية: جمع ونشر المعلومات المتعلقة بالخبراء والمعدات والمواد التي يمكن إتاحتها في حال وقوع حادث نووي والأدوات والتقنيات والنتائج التي توصلت إليها البحوث لمواجهة الحوادث النووية أو الطوارئ الإشعاعية، وعلى الوكالة الدولية تقديم المساعدة لأي دولة طرف أو أي دولة عضو من خلال إعداد الخطط الطارئة في حال نشوب أي حادث نووي أو طارئ إشعاعي وإعداد التشريعات الملائمة، ووضع البرامج لتدريب العاملين على مجابهة الحوادث النووية والطوارئ الإشعاعية، وأن تقيم الاتصالات المستمرة مع المنظمات الدولية ذات الصلة بقصد الحصول على البيانات والمعلومات الملائمة وتبادلها، وأن تعد قائمة بأسماء هذه المنظمات وتزود بها الدول الأطراف والدول الأعضاء[2].

وتجب الإشارة إلى أن المساعدة المقدمة قد تكون مجانية وقد تكون بمقابل، ويجوز للطرف الذي يقدم المساعدة بالمقابل أن يتنازل عن حقه كليًا أو جزئيًا في أي وقت، كما يجوز أن يوافق على تأجيل السداد[3]، وقد ألزمت الاتفاقيةُ الدولةَ الطالبة للمساعدة تحمّل عبئ الإجراءات القانونية والدعاوى كافةً التي تقيمها أطراف ثالثة ضد الدولة التي قدمت المساعدة، وتعويض هذه الدولة عن جميع خسائرها البشرية والمادية التي قد تلحق بالمعدات والأجهزة في أثناء تقديم المساعدة[4].

وأجازت الاتفاقية للدولة التي طلبت المساعدة أو الطرف الذي يقدم المساعدة، طلب إنهاء المساعدة في أي وقت بعد إجراء المشاورات الملائمة، وبناءً على إخطار كتابي حيث تتشاور الأطراف المعنية لاتخاذ الترتيبات اللازمة لإنهاء المساعدة على النحو الملائم[5].

1. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، مرجع سابق، ص211.
2. اتفاقية المساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي1987م، المادة "5".
3. اتفاقية المساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي1987م، المادة "7".
4. اتفاقية المساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي1987م، المادة "10".
5. اتفاقية المساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي1987م، المادة "11".

- **الفرع الثاني: الاتفاقيات الدولية الثنائية في مجال الطاقة النووية السلمية**

هذا النمو السريع للمجال النووي سيتطلب التوسع في مجال التعاون الدولي، لاسيما الثنائي منه، على مدى العقدين القادمين[1]. حيث أضحت الاتفاقيات الثنائية تتخذ شكلاً واضح المعالم وتساهم في رسم وبلورة سبل التعاون الدولي النووي وقد أُبرمت في هذا المجال اتفاقيات بين الولايات المتحدة والبرازيل عام (1955م)، وبين النرويج والاتحاد السوفيتي عام (1960م)، والمعاهدة المبرمة بين مصر والاتحاد السوفيتي عام (1964م)، ومع حلول عام (1957م)بلغ مجموع الاتفاقات الدولية الثنائية ما يقرب من ثلاثين اتفاقاً يتعلق جميعها بمجال التعاون النووي مشتملة على بنود محددة تلزم الكيانات المتعاقدة بالامتناع عن استخدام المعلومات والبيانات والمعدات والمرافق المتبادلة للتطبيقات العسكرية وتفرض على الدولة التي تتلقى هذه الموارد التقيد بالمعايير المنصوص عليها لتحقيق الالتزامات التي تعهدت بها أو وافقت عليها، وفي هذا الإطار تظهر عدد من الاتفاقيات المتعلقة بتسهيل الدعم التقني فضلاً عن الخبرات العلمية والمعرفية منها الشراكة الروسية الإيرانية التي تأسست سنة (1955م) وقد شملت إعادة بناء روسيا لمفاعلات بوشهر للمياه الخفيفة في مجال توليد الطاقة النووية، وهناك تعاون آخر بين كل من فرنسا واليابان سنة (2001م) من خلاله قدمت الشركة الفرنسية أيضا مساعدات نووية ولو أن اليابان لها خبرة كبيرة واسعة في هذا المجال لكن رغبة الدولتين في التوسع توطيداً للعلاقات ورفع مستوى الخبرات، أيضاً اتفاقية المكسيك وروسيا بشأن تعزيز التعاون السلمي للطاقة النووية ودعم التنمية بين البلدين وقد تم توقيعها في مكسيكو (4ديسمبر2013م) ثم في موسكو (24ديسمبر2013م)[2].

- **أولاً: اتفاقيات التعاون الثنائية بين الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي السابق في مجال الطاقة النووية**

نشأ بين هذين القطبين النوويين العديد من الاتفاقيات لتنظيم قضايا الطاقة، والتعاون بينهما يستند في المقام الأول على النفع المتبادل والمساواة فيما يخص الطاقة النووية وتفجيراتها السلمية، ومن هذه الاتفاقيات.

1. مؤشرات الأداء الاقتصادي لمحطات الطاقة النووية، المرجع السابق، ص10.
2. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص156-157.

أ. اتفاقية عتبة حظر التجارب النووية لعام (1974م)[1]

دخلت الاتفاقية حيز التنفيذ عام (1990م)، وجاءت بفرض قيود بين الدولتين تتمثل في حظر تجارب الأسلحة النووية، ومَنْع استمرار التجارب العسكرية في باطن الأرض التي تفوق قوتها التفجيرية (150) ألف طن. ولم تأتِ بما يَحظر التفجيرات السلمية للطاقة النووية، مما يسمح بإمكانية القيام بمثل هذه التفجيرات للأغراض العلمية والمجالات السلمية، حيث نصت المادة (3) من المعاهدة على أن: "أحكام هذه المعاهدة لا تشمل التفجيرات النووية تحت الأرض التي تقوم بها الأطراف لأغراض سلمية، وتخضع التفجيرات النووية السلمية تحت الأرض للأغراض السلمية للاتفاقات التي سيتم التفاوض بشأنها وإبرامها من قبل الأطراف في أقرب وقت ممكن".

ب. اتفاقية التفجيرات النووية السلمية لعام (1976م)

أكدت هذه الاتفاقية على ما جاءت به سَلَفُها أن لكلا البلدين أحقية إجراء التفجيرات النووية السلمية في الأغراض السلمية في أي موقع تحت الأرض، بشرط مَنْع التفجير المُفرد الذي يتجاوز (150) كيلوطن أو مجموعة تفجيرات قوتها التفجيرية (1500) كيلوطن[2].

ج. اتفاقية التعاون في صناعة الطاقة النووية بين الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا لعام (2008م)

جاءت هذه الاتفاقية مُشجِّعة وداعمة للمساحة السلمية للتقنية النووية، بفتح باب الشراكة الروسية الأمريكية والعمل على مشاريع مشتركة في الحقل النووي السلمي، حيث يدخل في هذا التفاعل المشترك، بالإضافة إلى مجالات البحث العلمي ومجمل قطاع التنمية وتطوير القدرات النووية، مجال التعامل مع النفايات النووية وحماية البيئة ومسائل الأمان النووي والسلامة النووية والتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية[3].

– ثانياً: الاتفاق المبرم بين الحكومة الأرجنتينية وحكومة البرازيل الاتحادية

يبرز هنا، أنموذجًا للتعاون الثنائي الدولي في مجال الطاقة النووية السلمية والمتمثل في الاتفاقية المبرمة بين الحكومة الأرجنتينية وحكومة البرازيل الاتحادية والهيئة البرازيلية الأرجنتينية لحساب

1. نوران طالب وشاش، ولطفي حاتم، العلاقات الدولية وتدويل الطاقة النووية السلمية، الناشر مركز الكتاب الأكاديمي، عمان الأردن، 2015م، ص71-72.
2. محمد عبد المعبود الجيلي، التفجيرات النووية للتطبيقات السلمية، معهد الإنماء العربي، بيروت، ط1، 1982م، ص25.
3. نوران طالب وشاش، ولطفي حاتم، المرجع السابق، ص71-72.

ومراقبة المواد النووية والوكالة الدولية للطاقة الذرية لتطبيق الضمانات. أُبرم الاتفاق المَعني في فيينا عاصمة النمسا في شهر (ديسمبر) من سنة (1991م)، وقد لقي تأييدًا وقبولًا كبيرًا من قبل مجلس المحافظين، ووكان دخوله حيز النفاذ والبروتوكول المُلْحق به باعتباره جزءًا من الاتفاق في (4مارس 1994م)، واشتهر بمسمى "اتفاق النظام المشترك"[1].

تقضي ديباجة هذا الاتفاق على أن "أحكامها تؤيد الحق المشروع للدولتين الطرفين في إجراء بحوث عن الطاقة وفي إنتاجها وفي الاستفادة السلمية منها بدون تمييز"، وهذا ما تؤكد عليه موادها من المادة الأولى إلى المادة الرابعة، وتتألف الاتفاقية من جزأين وبروتوكول إضافي، وهذا الأخير يُعد جزءًا من الاتفاقية لا يقبل الانفصال عنها. يضم الجزء الأول (27) مادة تتمحور حول تعهد أساسي ضمته المواد من المادة الأولى إلى المادة الرابعة، وتنفيذ للضمانات الذي شملته المادتان الخامسة والسادسة، ويُعرف هذا الجزء باسم "التعهد الأساسي". وفيما يخص ضرورة تزويد الوكالة بالمعلومات والبيانات فقد جاءت به المادة السابعة من الاتفاقية، وما يتعلق بواجبات المفتشين حوته المادة الثامنة، والمادة التاسعة تطرقت إلى بَدء تنفيذ الضمانات، في حين ركزت المادتان العاشرة والحادية عشرة على المنهجيات المتعلقة بهذه الضمانات، وعلاوة على ذلك، أوضحت المادتان العاشرة والحادية عشرة آليات ضمان الامتثال وتحديد الإعفاءات، وتكتسي المادة الثانية عشرة أهمية كبيرة؛ لأنها تتناول نقل المواد النووية بين البلدين ذات السيادة[2].

وعليه، فإن هذه المواد تتعلق بتوضيح مقاصد وغايات الاتفاق المبرم بين الدولتين، وتحديد الهدف من الضمانات، وتعيين النطاق التعاوني لحصر ومراقبة المواد النووية والإشراف عليها، والترتيبات الفرعية وكشف العهدة، فضلًا عن التدقيق وفحص بيانات التصميم. كما ويتناول الاتفاق منهجية تزويد الوكالة بالمعطيات المرتبطة بالمواد الموجودة خارج حدود المرافق التابعة للطرفين، بما في ذلك حفظ السجلات وإعداد التقارير وتنفيذ عمليات التفتيش وشروطها وأهدافها وتصنيفاتها وإطارها، والاستحقاقات المرتبطة بعمليات التفتيش من أجل إنفاذها، والآليات الواجب اتباعها وعملية الإخطار المُسبق، والعمليات المتخصصة المرتبطة بأنشطة التحقيق التي تقوم بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، بالإضافة إلى عمليات النقل التي تحدث خارج أو حتى داخل البلدين. أما البروتوكول الإضافي المُتصل بالاتفاقية، فهو يتضمن حوالي (19) مادة مرتبطة بإجراءات التنسيق بين الهيئة التي أحدثتها الاتفاقية

1. ديباجة الاتفاقية المعقودة ما بين الحكومة الأرجنتينية وحكومة البرازيل والهيئة البرازيلية -الأرجنتينية لحساب ومراقبة المواد النووية والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق نظام الضمانات والموقع في 13/ديسمبر1991م.
2. الجزء الأول من ديباجة الاتفاقية المبرمة ما بين دولة الأرجنتين ودولة البرازيل سنة1991م.

والكيفية المتاحة لعملية التنفيذ، وأساليب جمع المعلومات وتصنيفها وتنظيمها وتحليلها، وكذا تحديد ترتيبات التفتيش وطريقة الممارسة[1]،وتَمتثل الدولتان الطرفان المتعاقدتان في الاتفاقية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية في تطبيق نظام ضمانات الوكالة على المواد المستخدمة في أي عملية نووية داخل كل إقليم من الدولتين، ويكون هذا وفق أحكام الاتفاق المبرم ما بين الدولتين والوكالة الدولية، من أجل التحقق من أن المواد النووية التي بحوزتهما لا تنحرف عن وجهتها السليمة نحو صناعة الأسلحة النووية أو أي أجهزة مُتفجرة نووية أخرى[2]، وبما أن القضايا البيئية تمثل تحديًا كبيرًا في المنطقة، فإن الاتفاق يتضمن أيضًا آليات للتعاون في مجال حماية البيئة مما يعكس التزام كلا الدولتين بمواجهة التحديات البيئية العالمية.

ووفقًا للشروط المنصوص عليها في الاتفاق بين الكيانين أنه "إذا اتجه طرف في الاتفاقية إلى ممارسة حقه في استغلال المواد النووية من تسيير أو تشغيل مركبة نووية بما في ذلك الغواصات والنماذج الأولية أو في غيرها من المشاريع النووية المماثلة غير المحظورة على النحو المحدد في إطار الاتفاق بين الدولة الطرف والوكالة الدولية للطاقة الذرية فمن الضروري أن تتقيد هذه الأنشطة بالضمانات المتضمنة فيها والامتثال للبروتوكولات الإجرائية المطلوبة على النحو المنصوص عليه في الاتفاقية"[3].

- **ثالثاً: اتفاقيات التعاون الثنائية الدولية العربية**

في هذا السياق تبرز الاتفاقيات العربية بما لها من أهمية في هذا الشأن، حيث قامت الجمهورية العربية المتحدة بصياغة العديد من المعاهدات، يتمثل أولها في الاتفاق المبرم مع الهيئة الحاكمة للاتحاد السوفيتي آنذاك في (أكتوبر 1956م)، بشأن التطبيقات السلمية للطاقة النووية، وبالمثل تم إبرام اتفاق بين الجمهورية العربية المتحدة ومملكة النرويج في عام (1961م)، وعلاوة على دخول المؤسسة العربية للطاقة الذرية في اتفاق تعاوني مع جمهورية يوغوسلافيا يُركز على استكشاف المواد الخام النووية ومجال البحث العلمي، والتعاون الألماني العراقي ما بين سنتي (1985-1994م)، والذي من

1. البرتوكول الملحق الإضافي للاتفاقية المبرمة ما بين الأرجنتين والبرازيل والهيئة الأرجنتينية –البرازيلية لحساب ومراقبة المواد النووية، والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق نظام الضمانات ، الموقع بتاريخ 13/ديسمبر 1991م.
2. المادة "2- الفقرة أ"، والمادة "3- الفقرة أ" الجزء الأول من الاتفاقية المبرمة بين دولة الأرجنتين ودولة البرازيل والهيئة الأرجنتينية- البرازيلية لحساب ومراقبة المواد النووية، والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق نظام الضمانات سنة1991م.
3. المادة "13"الجزء الأول من الاتفاق الأرجنتيني والبرازيلي والهيئة الأرجنتينية- البرازيلية لحساب ومراقبة المواد النووية، والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق نظام الضمانات سنة1991م.

خلاله تُصدِّر ألمانيا إلى العراق المواد والمعدات التي تُستخدم في بناء المنشآت النووية، وتُعتبر هذه المواد ذات استخدام صناعي مزدوج كالمكونات الكهربائية والصناعية والمعدات النووية والأفران [1].

أ. اتفاقيات العراق الدولية

من الدول العربية التي وقعت مجموعة من الاتفاقيات الثنائية المتعلقة بمجال التعاون الدولي النووي جمهورية العراق، حيث اتبعت هذا المسلك بهدف تخطيط وتوجيه جهود الدولة للاستفادة من الطاقة النووية في حل الأزمات المدنية، وأهمها توليد الطاقة الكهربائية وبعض المجالات الأخرى مثل مجالات الزراعة والطب. وقد بدأ العراق فعليًا في إقامة قاعدة نووية أساسية عقب إنشائه لجنة الطاقة النووية، وأول من سانده في هذا الطريق الاتحاد السوفيتي.

- **اتفاق تعاوني مع حكومة الاتحاد السوفيتي عام(1959م)**

على ضوء هذه الاتفاقية، شهدت العراق بناء مفاعل نووي للطاقة الحرارية في منطقة التويثة بسعة (2) ميغاواط، وبمساعدة نُخبة من العلماء المُنتدبين من الوكالة الدولية للطاقة الذرية تم تفعيله عام (1967م)، ليكون أول مفاعل نووي عراقي يُستخدم في الأغراض الحميدة، ولمواكبة التقدم النووي تم تطوير المفاعل ليكون بقدرة (5) ميغاواط، حيث تولى السوفييت إمداد العراق بالوقود اللازم لتشغيل مفاعل التويثة بهذه القدرة في نهاية عام (1978م)[2]، وقد ضم مُجمع التويثة كذلك مؤسسة نووية متكاملة تضم معملاً لإنتاج النظائر شديدة الإشعاع وأفراناً فيزيائية[3].

- **اتفاقية التعاون في الاستعمالات السلمية للطاقة النووية بين العراق وفرنسا لعام (1975م)[4]**

تأتي فيما بعد اتفاقية التعاون العراقية الفرنسية، والتي تعهدت بموجبها فرنسا بتزويد العراق بمفاعلين نوويين لتوليد الطاقة الكهربائية والأبحاث العلمية، كما تعهدت بتدريب (400) عالم وفني عراقي في مجال الطاقة النووية. ويأتي في هذا الإطار مفاعل "أوزيراك" النواة المركزية للمشروع النووي العراقي، وقد اشتمل هذا المفاعل على مفاعلين: الأول "أوزوريس" وتصل طاقته إلى (70) ميغاواط، وهو مفاعل للبحوث النووية ويتم تشغيله باليورانيوم المُخصَّب، والثاني "إيزيس" وهو أصغر حجمًا من سابقه. وقد أعاد العراقيون تسمية المشروع كله إلى "17 تموز"، وأُطلق على المفاعل الأكبر اسم

1. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص156-157 .
2. صدق العراق على هذه الاتفاقية بقانون رقم 151 لعام 1951م، وهو منشور في الوقائع العراقية العدد237، سبتمبر 1959م.
3. عماد خدوري، سراب السلاح النووي العراقي –مذكرات وأوهام-، الدار العربية للعلوم، بيروت، ط1، 2005م، ص57-58.
4. صدق العراق على هذه الاتفاقية بقانون رقم 26 لعام 1967م، وهو منشور في الوقائع العراقية العدد 2514، فبراير 1976م.

"تموز-1" ويُستخدم لبحوث الفيزياء النووية وفيزياء الحالة الصلبة، ولفحص المواد المُستخدمة في تصنيع أجزاء محطات الطاقة النووية ولإنتاج النظائر المشعة. والمفاعل الأصغر "تموز-2 ذو قدرة (500) كيلوواط حراري فقط"، ويُستخدم كنموذج نيتروني لمفاعل "تموز-1" وللتحكم في قضبان السيطرة وتوزيع الفائض النيتروني، إضافة إلى استخدامه لدراسة تأثير وفاعلية التجارب في المفاعل. وفي خضم ترقب مسيرة البلاد في الحصول على التقنية النووية، قامت إسرائيل بأعمالها العدوانية المعتادة بقصف وتدمير مفاعلي "تموز-1 و 2" عام (1981م)، وبررت هذا الهجوم العدائي بحجة أنها تُحبط محاولة العراق لاستخدام هذه المفاعلات لإنتاج الأسلحة النووية، بالرغم من إشراف الجانب الفرنسي ومفتشي الوكالة الدولية للطاقة الذرية الذين يقومون بالجرد والرقابة الدورية. علاوة على ذلك، فإن كميات الوقود الجديدة التي أُعطيت للعراق لا تكاد تكفي في الأصل للبدء في برنامج تسلُّح شامل، وحتى إذا تم التفكير في مثل هذه العملية فمن السهولة إمكانية الكشف عنها إذ تستوجب إطفاء المفاعلين واختفاء الوقود[1]،ما يؤكد مطامح الغارة الإسرائيلية، وهي إجهاض وتدمير أي محاولة عربية لامتلاك القدرات النووية أو تحقيق أي تقدم في المجال النووي أو أي مجال تنموي يُهدد مصالحها والدول الكبرى. بل أن العدوان الأمريكي على العراق كان يهدف لتحطيم كل ما بناه العراق من معالم الحضارة الإنسانية وأهمها البرنامج النووي، لتبقى إسرائيل في المنطقة العربية المالكة الوحيدة للسلاح النووي الذي تُرهب به العرب.

- **اتفاقًا ثنائيًا نوويًا مع إيطاليا عام (1976م)**

كذلكوقعت العراق اتفاقًا مع إيطاليا تعهدت فيه روما بإنشاء مفاعل (30يوليو) بالإضافة إلى تدريب (15) خبيراً عراقياً على صيانة وتشغيل المفاعل النووي[2].

ب. الاتفاقيات الثنائية التي أبرمتها الجزائر

- **الجزائر والصين الشعبية**

تُعد الجزائر من الدول التي تطمح بجدية إلى استثمار الطاقة النووية للأغراض السلمية والعلمية والبحثية. وفي ظل هذه المساعي الحثيثة، تحصلت الجزائر عام (1983م) على مفاعل نووي بطاقة (15) ميغاواط من الصين، والمُسمى بمفاعل "السلام"، والذي يقع على بعد مئة كيلومتر جنوبي

1. عماد خدوري، المرجع سابق، ص 104-107.
2. أحمد سعيد نوفل، مخاطر التسلح على الاستقرار في الشرق الأوسط، مجلة المستقبل العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، العدد 482، الأردن، 2019م، ص73-74، ولمزيد تفاصيل حول امتلاك العراق للطاقة النووية، راجع:د ستار جبار علاي، العرب والطاقة النووية البرامج النووية العربية والإسلامية، العربي للنشر والتوزيع ، ط1، المجلد1، 2021م.

العاصمة الجزائر، وذلك بموجب اتفاقية متعلقة بهذا الشأن، وبشرط ألا يخرج هذا المفاعل عن رقابة الوكالة الدولية للطاقة الذرية. وتحقيقًا لهذه المقاصد النووية الجزائرية، فقد تم توطيد التعاون بين الدولتين بتوقيع بروتوكول حول استخدام هذه الطاقة في الأغراض المدنية بتاريخ (28 فبراير 1983م)، ثم التوقيع على البروتوكول الثاني الذي يندرج ضمن التعاون حول تطوير الطاقة النووية السلمية في تاريخ (24 مارس 2008م). ولقد جسدت هذه الاتفاقيات المُنْعَقِدة ما بين الطرفين (الجزائر والصين) التطلعات الإنمائية وتطوير العلاقات الاقتصادية والعلمية والفنية، ولاسيما في السياق السلمي للطاقة النووية، مع العلم أن الطرفين مُنضمان إلى معاهدة حظر الانتشار النووي لسنة (1968م). وعلى الرغم من أن دولة الصين من الدول الحائزة على السلاح النووي والجزائر دولة غير مالكة للأسلحة النووية، لكن هذا لا ينفي أن يكون هناك تعاون بين هاتين الدولتين والاستفادة من التقنية السلمية النووية[1].

- **الجزائر والحكومة الأرجنتينية**

وفي ظل الحديث عن إطار العلاقات التعاونية الجزائرية، هناك شراكة قائمة بين الجمهورية الجزائرية والحكومة الاتحادية الأرجنتينية في مجال تقنيات الطاقة النووية السلمية، وانطلاقًا من العلاقات الودية بين البلدين ومن باب الاستفادة من هذه التقنية المتقدمة، وهذا ما تؤكد عليه معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، لاسيما في المادة الرابعة منها والتي نصت "على فتح وتعزيز المساعي التعاونية الرامية إلى تسخير الطاقة النووية السلمية كحق أصيل للدول غير قابل للتصرف فيه"[2]، وما على الدول النووية أو التي تملك خبرة وكفاءات متقدمة في هذا المجال تقديم المساعدة اللائقة للدول التي ليست لديها معرفة سابقة ولا تملك تقنيات نووية. وتحقيقًا لهذه الغايات، رغبت الجزائر في الولوج إلى عالم الذرة السلمي وتعزيز قدراتها في هذا الحقل بامتلاك طاقة نووية سلمية والاستفادة منها بتسخيرها اقتصاديًا واجتماعيًا وصحيًا، من بوابة التعاون الدولي الجزائري الأرجنتيني. وقد تمخض عن هذا التعاون إنشاء المفاعل النووي "نور" بمنطقة دراية بالجزائر العاصمة، تصل قوته إلى (1) ميغاواط، وقد بدأ استغلاله في سنة (1989م)، وهو مفاعل بحثي متوسط الطاقة مُخصص للتدريب على تقنيات المفاعلات النووية والبحث العلمي، يعمل بالماء الخفيف[3].

---

1. أمال بن صويلح، تحول مسار الجزائر من استغلال الثروة النفطية إلى توظيف الطاقة النووية، جامعة8ماي 1945م، قالمة، مجلة الحقوق، الجزائر، 2010م، ص8-9.
2. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، مرجع سابق، ص158,
3. مهداوي عبد القادر، الاستخدام السلمي للطاقة النووية بين حق الشعوب في التنمية ومتطلبات الأمن الدولي، رسالة دكتوراه، جامعة أبي بكر بلقايد –كلية الحقوق والعلوم السياسية-، الجزائر، 2014/2013، ص169.

وزد على ذلك، لم يقتصر العمل ونشاط التعاون النووي الجزائري مع الصين والأرجنتين فقط، بل تمكنت أيضًا من توقيع اتفاقيات تعاون أخرى مع كل من: الولايات المتحدة الأمريكية في (يونيو 2007م)، وفرنسا عام (2008م) من أجل تطوير استخدامات الطاقة النووية السلمية، والاتحاد الأوروبي عامي (2004 و2014م) بهدف إعداد باحثين جزائريين في مجال الفيزياء النووية وطب الأحياء، ودون إغفال لاتفاق الجزائر وجمهورية جنوب إفريقيا المُوقَّع بالجزائر في (26 مايو 2010م) بقصد تشجيع المبادرات النووية السلمية، إضافة لإبرام اتفاقيات التعاون على المستوى الوطني، حيث وضعت الجزائر إطارًا لاستغلال هذه الطاقة من خلال صياغة مقترحات تشريعية وإنشاء مشاريع وطنية، كمشروع إنشاء وكالة الأمان النووي ومشروع محطة الطاقة النووية آفاق (2022م).

وفي (6 فبراير 2019م)، جاء وزير الطاقة الجزائري مصطفى قيطوني بالتأكيد على أن "استغلال الطاقة المدنية لأغراض سلمية يعتبر خيارًا إستراتيجيًا للجزائر بهدف تنويع مصادر الطاقة لضمان مستقبل الأجيال القادمة". إلا أن حقيقة عدم استقرار الأوضاع الاقتصادية والسياسية وعدم توفر الكوادر العلمية ذات الكفاءات العالية يحول دون تطور المشروع الجزائري، ليَبقى الاعتماد قائمًا على مُعاونات الدول النووية الغربية، والتي بدورها تُعرقل سَيْر تقدمها في الاستفادة من الطاقة النووية السلمية، وذلك بشن عمليات تقتضي ضرورة توقيف البرنامج النووي الجزائري باعتباره يهدف لإنتاج قنابل نووية جزائرية، مما يُمكِّن هذه الدول من فَرْض هيمنتها على الشمال الإفريقي، بالرغم من توقيع الجزائر على معاهدة حظر الانتشار النووي (1955م) والبروتوكول الإضافي لعام (2004م)، واللذين يؤكدان سلمية البرنامج النووي الجزائري. ويُراهن البعض على أن استخدام الجزائر للطاقة النووية في إنتاج الكهرباء غير ممكن على المدى القصير لضعف قدراتها البشرية العلمية وعدم توفر الهيئات الوطنية والتشريعية المُتمكِّنة لترسيخ البنى التحتية الضرورية.

إلا أن ذلك لا ينفي عدم مقدرة الجزائر في هذا المجال، فمن طبيعة المشاريع الرائدة والكبرى في العالم أن تسبقها خطوات تُمَهِّد طريق التقدم، بشرط عدم وضع مزيد من العراقيل الدولية التي تمنعها من اتخاذ هذه الخطوات. وما يُعزز ذلك امتلاكها (29 ألف) طن من احتياطي اليورانيوم، وحسن استغلالها لكافة مواردها الطبيعية وتدبيرها لمواردها المالية، يمكنها من احتلال المرتبة الثانية إفريقيًا في إنتاج الطاقة النووية بعد جنوب إفريقيا، ما يُهيئ لها اكتساح كل أوروبا بـالكهرباء الجزائرية بحلول عام

(2050م)، ما يعني أن خيار الطاقة النووية سيوفر للجزائر امتيازات تفوق تلك التي يوفرها قطاع المحروقات حاليًا[1].

المطلب الثاني:

المبادرات الدولية النووية الداعمة لحماية البيئة

لعلَّ من أهم ملامح تعاون دول العالم تلك العناية المُنصَبَّة بعقد المؤتمرات والقمم التي تُعتمد لتدارُس الخبرات والبحوث العلمية والتفتيش، لمُحاولة الوصول إلى أفضل وأكفأ السبل التي تُفيد المُجتمعات في حل المشكلات البيئية والاستدامة النووية.

- **الفرع الأول: المؤتمرات الدولية المتعلقة بالبيئة**

من المؤتمرات التي عقدتها الجمعية العامة للأمم المتحدة في مجال استخدام الطاقة النووية السلمية، يأتي في مُقدمتها مؤتمر ستوكهولم، ومؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية، وغيرهما من المؤتمرات الهامة.

- **أولاً: مؤتمر ستوكهولم**

نظرًا لتأثير البيئة الصحية على البشرية ودورها في التخفيف من الأمراض المُستعصية، كان ينبغي تكثيف المساعي الدولية لاتخاذ كافة الخطوات الممكنة لتقليل الأخطار البيئية والحد من مشاكلها.

ومِن هنا، تم عقد مؤتمر ستوكهولم بناءً على توصية المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة، ومن خلال القرار رقم (2398) المؤرخ في (3 ديسمبر 1968م)، حيث دعت الجمعية العامة إلى تنسيق ندوة عالمية غايتها مُناقشة التهديدات وتداعياتها المُؤثرة على كل من البيئة الطبيعية والسكان ومُحاولة صياغة استراتيجيات كافية للتخفيف من حِدَّتها[2].ونتيجة لهذا القرار، انعقد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية والذي نُظّم في مدينة ستوكهولم بالسويد، وكان بمثابة وثيقة ضمان تاريخية هامة صدرت في عام (1972م)، والمقصد من عقد المؤتمر هو الحد من المخاطر المحتملة التي تتعرض لها البيئة، وقد بلوّر المؤتمر المبادئ المركزية للاهتمام بالقضايا البيئية والاستدامة على المستوى العالمي، ما أسفر عن وضع (26) مبدأً و(109) توصيةً تُشجّع الجهات الحكومية ووكالات الأمم المتحدة والمنظمات الدولية على التعاون في تنفيذ التدابير الملائمة للتصدي إلى العواقب البيئية، كما أصدر هذا

1. أمال بن صويلح، تحول مسار الجزائر من استغلال الثروة النفطية إلى توظيف الطاقة النووية، مرجع سابق، ص8-9.
2. عزوز عبد الحليم، المسؤولية الدولية عن استخدام الطاقة النووية، أطروحة دكتوراه، جامعة محمد خيضر بسكرة-كلية الحقوق-، 2020/2019م ص144.

المؤتمر توصيةً انطوت على إدانة تجارب الأسلحة النووية لكونها واحدة من أعظم مصادر التلوث التي تؤثر على البيئة[1].

وتُعدُّ المبادئ (21، 22، و26) من الإعلان بوجه خاصّ ذات ارتباط وثيق بالمجال النووي:

- المبدأ (21): نَصَّ على أنَّ: "للدول وفقًا لميثاق الأمم المتحدة ومبادئ القانون الدولي الحق السيادي في استغلال مصادرها وفقًا لسياستها البيئية، وعليها مسؤولية التأكد من أن الأنشطة التي تُمارَس تحت ولايتها أو رقابتها لا تُسبب ضررًا للبيئة في دولة أخرى، أو في مناطق خارج حدود الولاية الوطنية"[2]، فنجد أن هذا المبدأ يفرض قيدًا على الدول التي تتمتع بالحق السيادي يتماشى مع ما يُحدده ميثاق الأمم المتحدة والمبادئ القانونية الدولية في استخدام مواردها. وعلى ذلك، فـ استخراج اليورانيوم من الدول أو تشغيل المحطات النووية لا يجوز أن يُسبب أضرارًا ببيئة الدول المجاورة أو المناطق الواقعة بعيدًا عن حدود السيادة الوطنية.
- المبدأ (22):نَصَّ على أنَّ: "يجب على الدول التعاون من أجل تطوير القانون الدولي في مجال المسؤولية وتعويض ضحايا التلوث البيئي الناشئ من الأنشطة النووية التي تُمارَس تحت سيادة أو رقابة دولة إلى مناطق واقعة بعيدًا عن سيادتها"[3].
- المبدأ (26):أشار صراحة إلى المجال النووي، ونصَّ على: "تَجْنِيب الإنسان والبيئة من آثار الأسلحة النووية وغيرها من وسائل الدمار الشامل، وحثَّ الدول على التعاون للوصول إلى اتفاق حول تدمير هذه الأسلحة وخاصة التي تجري في الهواء"[4]، ومطالبة الدول الراغبة في إجراء مثل هذه التجارب بالعدول عن مشروعاتها في هذا المجال نظراً لما يترتب على ذلك من أضرار تلحق بالبيئة"[5].

هذا فيما يتعلق بالمرحلة الأولى من إعلان ستوكهولم، ثم بعد خمسة عقود من مؤتمر الأمم المتحدة لعام (1972م) حول البيئة، تم عقد اجتماع بيئي دولي حاسم في ستوكهولم بالسويد في (2 و3 يونيو 2022م)، تحت شعار: "ستوكهولم بعد 50 عامًا، عافية الكوكب من أجل ازدهار الجميع - مسؤوليتنا،

1. بوشامة عبد الغني، الحماية الدولية للبيئة من مخاطر التلوث النووي، أطروحة دكتوراه، جامعة الجزائر –كلية الحقوق-، 2022/2021م، ص89.
2.مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة البشرية 5-6يونيو 1972م ستوكهولم، الأمم المتحدة، على الرابط:un.org/ar/conferences/environment/stockholm1972
3. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلد الأول، مرجع سابق، ص116.
4. إبراهيم مجاهدي، موقف القانون الدولي من الاستخدامات الضارة للطاقة النووية، مجلة البحوث والدراسات العربية، الناشر المنظمة العربية والثقافة والعلوم –معهد البحوث والدراسات العربية-، العدد54، 2011م، ص178.
5. بوشامة عبد الغني، المرجع سابق، ص90.

فرصتنا"، كان الحدث بمثابة نقطة انطلاق لـ تسريع تنفيذ عقد الأمم المتحدة للعمل على تحقيق أهداف التنمية المستدامة بما يشمله من خطة عام (2030م)، واتفاق باريس بشأن تغير المناخ، والإطار العالمي للتنوع البيولوجي لما بعد عام (2020م). كما هدف إلى:

- تشجيع الاعتماد على خطط التعافي الخضراء لفترة ما بعد كوفيد-19.
- إعادة بناء علاقات الثقة ومَدِّ جسورها وتسريع الإجراءات على مستوى النظام لتحقيق انتعاش مستدام وشامل.
- دعم الاعتراف العالمي بـ حق الإنسان في التمتع ببيئة نظيفة وصحية ومُستدامة.
- إعادة الهيكلة لمفاهيم ومقاييس التقدم والرفاهية وتعزيز مُشاركة الشباب والشعوب الأصلية في صنع القرار حول التحولات المُستدامة[1].

وعليه، يُعدّ هذا الإعلان بمرحلتيه ووفقًا للمعايير البيئية الدولية نقطة تحول هامة في التركيز العالمي على قضايا البيئة والتنمية المُستدامة، وقد أرسى القواعد المركزية للعديد من المعاهدات والاتفاقيات البيئية الدولية اللاحقة، ويُمثل مَرجعًا أساسيًا في القانون البيئي الدولي وفي صياغة السياسات البيئية العالمية حتى عام (2024م)، وتُعدّ وثيقة رائدة في تأسيس مفهوم البيئة كقضية عالمية تتطلب تعاونًا دوليًا، ويظهر أن هذا المؤتمر بكلتا مرحلتيه عبارة عن محطات نظرية يعتمد على التوصيات والمبادئ العامة أكثر من كونه آلية تنفيذ صارمة، وأن ما جاء به المؤتمر من توقعات وفُرص مُستقبلية يتطلب جهودًا مُكلفة وطويلة الأمد قد يصعُب معها الاتفاق الدولي.

- **ثانياً: إعلان ريو**

أما بالنسبة لـ إعلان "ريو"، فكان من نتاج قمة الأرض التي تم عقدها في ريو دي جانيرو بالبرازيل عام (1992م). وقد مَثَّل وفقًا للنهج الدولي أحد أهم خطوات جهود المجتمع الدولي لتعزيز التنمية المُستدامة والحفاظ على البيئة العالمية.

حظي هذا الإعلان بـ اعتراف واسع من قِبل المجتمع الدولي، وتم تبنّيه من قِبل (178) دولة، مما جعله يتمتع بالشرعية والقوة الدولية التي أثرت بشكل كبير على اتفاقيات دولية لاحقة، مثل: تغير المناخ

1.الأمم المتحدة، مؤتمر ستوكهولم+50- عافية الكوكب من أجل ازدهار الجميع - مسؤوليتنا، فرصتنا-، 2022م، على الرابط: stockholm50.global/ar

والتنوع البيولوجي[1]، وقد جاء بـ (27) مبدأ يختص بالتنمية المستدامة والداعمة لمسألة الحفاظ على البيئة، منها:إرساء مبادئ التنمية والحفاظ على البيئة كـ أولوية عالمية، والتأكيد على حق الدول في استغلال مواردها الطبيعية دون الإخلال بالنظام البيئي، وإنشاء آليات دولية لـ تمويل التقنية لمُساعدة الدول النامية؛ مُطالبةً الدول بوضع سياسات بيئية وطنية داعمة للتنمية المستدامة[2]، ويتضح أن هذه المبادئ مُكمِّلة لمبادئ إعلان ستوكهولم، بتميزها في الجانب الإجرائيّ وتطوير الوسائل والمعايير المُحققة للحفاظ على البيئة. ونجد أن الإعلان يشدد على أمرين من صميم أسس حماية البيئة ويُطبَّقان على الأنشطة النووية، وهما: مبدأ الوقاية والحيطة، مما يعني ضرورة المُوازنة عند استغلال الطاقة النووية بما يُحقق التنمية[3].

بعد (20) عامًا من مؤتمر قمة الأرض لعام (1992م)، أُقيم مؤتمر "ريو+20"، والذي يُسمى بـ مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، وكان في الفترة من (13 إلى 22 يونيو 2012م) في ريو دي جانيرو بالبرازيل. حضره زعماء من أكثر من (190) دولة بالإضافة إلى مندوبين من المُنظمات الدولية والمجتمع المدني، وتم الإعلان عن أكثر من (700) التزام طوعيّ، وكان من أبرز القضايا التي دار حولها المؤتمر:مُحاولة القضاء على الفقر والجوع وأهمية توفير فرص عمل ودعم سُبُل العيش المُستدامة، وإدارة الموارد الطبيعية بشكل مُستدام والدعوة إلى زيادة استخدام مصادر الطاقة النظيفة وتحسين كفاءة استخدامها وتوفيرها للجميع، بما في ذلك الطاقة النووية السلمية، ومُعالجة التحديات البيئية من تلوث الهواء والنفايات وتشجيع الابتكار وأنماط الاستهلاك والإنتاج المُرَاعية للبيئة، وتجديد الالتزام السياسيّ بالتنمية وإطلاق مُبادرات جديدة لتحقيق التنمية المُستدامة[4].فكان مؤتمر "ريو+20"بمثابة خطة عمل شاملة لدعم وتحقيق أهداف التنمية المستدامة على المستوى العالمي في كافة المجالات الحيوية والتركيز على أجندة التنمية لما بعد 2015م[5].

أما فيما يتعلق بالعلاقة بين إعلان "ريو+20" وقضايا الطاقة النووية، فلا شك أن دور الطاقة النووية في تحسين عملية التنمية كان له الأثر بوضع وثيقة الختام لمؤتمر "ريو+20"، والاعتراف بأن هذه التقنية في جانبها السلمي يُمكن أن تُساهم في توفير طاقة نظيفة مُنخفضة الانبعاثات بما يتماشى وأهداف

---

1. مؤتمرات الأمم المتحدة البيئة والتنمية المستدامة، مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية -مخطط جديد للعمل الدولي بشأن البيئة-، ري ودي جانيرو البرازيل، 3-14/يونيو1992م، على الرابط:un.org/ar/conferences/environment/rio1992
2. تقرير مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرغ، جنوب أفريقيا، 26/اغسطس إلى 4/سبتمبر2002م، نيويورك، 2002م، ص8.
3. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، المجلدالأول، مرجع سابق، ص116-117.
4. الأمم المتحدة، البيئة والتنمية المستدامة، ريو+20 مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، ريودي جانيرو، البرازيل، 2012م، على الرابط: un.org/ar/conferences/environment/rio2012
5). الأمم المتحدة مؤتمرات البيئة والتنمية المستدامة، مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة -البناء على الأهداف الإنمائية للألفية-، ريودي جانيرو، 20-22/يونيو 2012م، على الرابط: un.org/ar/conferences/environment/rio2012

التنمية المستدامة، وأكّد المؤتمر على:أهمية تعزيز السلامة والأمان النوويين، وأهمية تحسين الإطار التنظيمي والتشريعي للمجال النووي، والتشديد على قضية النفايات النووية وضرورة مُعالجتها بطريقة آمنة تتفق مع المعايير البيئية؛ مما يعني اعتبار الطاقة النووية كـ أحد أهم الخيارات التقنية الممكنة ضمن مسارات الطاقة المُستدامة[1].

من الجدير بالذكر هنا، أن إعلان "ريو" في كلتا مرحلتيه واجه العديد من التحديات التي أعاقت تنفيذه في السنوات اللاحقة، لاسيما في الدول النامية، ومن هذه العقبات:محدودية الموارد المالية والتقنية لتنفيذ المشاريع الإيكولوجية والتنموية، وقِلَّة الخبرات الفنية لإدارة الموارد الطبيعية بكفاءة، وغياب السياسات والتشريعات البيئية الفعالة وقِصَر إمكانات الحكومات على تنفيذها، ولتفادي هذه التحديات والتغلب عليها، لا بد من إيجاد مُنظومة مُتكاملة والسير وفق نهج تنموي مُتوازن اجتماعيًا واقتصاديًا وبيئيًا[2].

ومن ثم، فإن الدول النامية واجهت صعوبات كبيرة في تفعيل أهداف ريو بسبب ضعف الموارد والقدرات ونقص التمويل والدعم الدولي[3]؛ وذلك بسبب انعدام الإرادة السياسية الدولية الحقيقةفيما يتعلق بمساعدة الدول النامية من أجل التغيير الحقيقي،بل أن السباق من أجل الحصول على هذا النوع من الطاقات بالنسبة للجهات الدولية الرئيسية تزداد شراسة، وأن هذه الطبقة من الدول لا ترغببحقيقة الآمال العريضةلمستقبل الدول النامية؛ ما يجعل البلدان الفقيرة تعبّر عن مخاوفها فيما يتعلق بسيادتها الوطنية من أن تكون مطيّةً للنزاعات الدولية والتجارة العالمية، وبالرغم من العقبات التي تواجه هذا الإعلان، إلا أنّ الأجندات الدولية الحديثة لا تزال مرتبطة به من خلال أهداف التنمية المستدامة (2030م)، مما يجعله محافظًا على مركزه وصِلته بالتطورات المعاصرة[4].

مما سبق نلحظ أن كلا الإعلانين، "ريو" و "ستوكهولم"، لا يفرضان التزامات قانونية على الدول، بل إن كافة المبادئ عبارة عن إرشادات للتطور القانوني في المستقبل، على الرغم من أن مؤتمر ريو يُعتبر عمليًا أكثر من سابقه لكونه أرسى أُسسًا ومواثيق دولية قابلة للتطبيق لاحقًا، على عكس الأول الذي كان إطارًا توجيهيًا دون آليات تطبيق فعلية، ما يجعل الأمر مجرد توجيهات نظرية ليس لها رادع قانوني ملزم على الدول خاصة النووية منها وهذا دأب الأمم المتحدة وحلفائها.

1. ساموياجابير، تمخّض مؤتمر "ريو+20"، 2012، على الرابط: swissinfo.ch/ara
2. بسام عبد السميع، مقال مواجهة أزمة المناخ بين الطموحات والواقع، وكالة الأنباء الإماراتية، 2023م، على الرابط: wam.ae/ar/article/appbn9i
3. قمة الأرض، الجمهورية التونسية -وزارة البيئة-، 2023م، على الرابط: environnement.gov.tn/ar/translate-to-arabe-sommets-de-la-terre
4. ساموياجابير، تمخّض مؤتمر "ريو+20"، مرجع سابق.

- **ثالثاً: مؤتمرات الأمم المتحدة للتغير المناخي "COP"**

يُعرَف هذا المؤتمر باسم "مؤتمر الأطراف (COP)"، حيث يُعتبر إحدى أهم المُنصَّات الدولية لمُعالجة قضايا المُناخ؛فكانت بدايته في برلين بألمانيا عام (1995م) بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.دارت المُناقشات خلال هذه الندوة في المقام الأول حول المخاوف المُتعلقة بعدم كفاية التعهُّدات الطوعية من قِبل الدول للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على النحو المنصوص عليه في اتفاقية المناخ، والدعوة إلى إنشاء بروتوكولات مُستقبلية تهدف لخفض الانبعاثات من قِبل الدول المُتقدمة[1]، شكَّل هذا المؤتمر الانطلاقة الأولى لمؤتمرات الأطراف (COP)، وفي أعقاب هذا الحدث الافتتاحي تَلَت ذلك سلسلة من الاجتماعات التابعة له:

- كان مؤتمرCOP2 (1996م) في جنيف بسويسرا، والذي نتج عنه اعتماد خطة عمل برلين بشأن البروتوكولات، ومنها إنشاء بروتوكول "كيوتو".
- عُقدت الدورة الثالثة لمؤتمر الأطراف COP2(1997م) في اليابان، والذي اعتمد اتفاقية "كيوتو" بعد مفاوضات مُكثَّفة تم التصديق عليها رسميًا عام (2005م). وعُنيت هذه الاتفاقية باتباع آليات التنمية النظيفة، وإلزام الدول المُتقدمة بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة بمُتوسط (6-8%) بين الأعوام (2008-2012م)، لتكون أقل من مُستويات عام (1990م)، ممّا جعل من بروتوكول "كيوتو" أول اتفاق دولي مُلزِم قانونًا لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. كما طُلِب من الولايات المتحدة خفض إجمالي انبعاثاتها بمُعدَّل (7%) دون مُستويات عام (1990م)، لكن الكونغرس لم يوافق على المعاهدة.
- وعلى ذات الطريق، عُقدت الدورة الرابعة لمؤتمر الأطراف في بوينس آيرس بالأرجنتين، وقد أقرَّت المبادئ التوجيهية لبعض آليات تنفيذ بروتوكول "كيوتو" والنهوض بالتعاون العالمي في نقل التقنية المُستدامة.
- وفي ديسمبر (2011م)، كان مؤتمر (COP17) في ديربان بجنوب أفريقيا، وتم فيه الاتفاق على إنشاء صندوق المُناخ الأخضر، والذي يُعد وسيلة مُصمَّمة لتخصيص الموارد المالية من الدول المُتقدمة إلى الدول النامية، بغرض مُساعدة الأخيرة على التكيف مع آثار تغير المُناخ والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة[2].

1. مؤتمر الأمم المتحدة للتغير المناخي، ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
2. اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ cop17، 2011م، على الرابط: end.iisd.org

ثم تسلسلت مؤتمرات الأطراف في الدوحة، وبولندا، وفرنسا، والمغرب، وهكذا استمر تتابع اجتماعات مؤتمرات الأطراف بشأن تغير المناخ، وبلغت ذروتها وصولًا إلى مؤتمر (COP27) في شرم الشيخ بمصر عام (2022م)، الذي ركَّز على قضايا الدول الأكثر ضعفًا وإبراز مُتطلبات وأولويات الدول الأفريقية والنامية، ومنها إنشاء صندوق لخسائر الأضرار والتلف وتعزيز التمويل المُناخي. إلا أن نتائج المؤتمر كانت محدودة، ولم يكن هناك تقدم ملموس بالنسبة لحجم التحديات المناخية الماثلة.

ثم كان مؤتمر (COP28) التابع لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ عام (2023م)، والذي عُقد في دولة الإمارات العربية المتحدة من (30 نوفمبر) إلى (12 ديسمبر 2023م)،حيث انصبَّ الاهتمام في هذا المؤتمر على غرار سَلَفه من مؤتمرات الأطراف المُتعلقة بحماية البيئة بالتزامن مع تركيز توجيه جهوده نحو:بدء الجرد العالمي الأول لتقييم التقدم نحو الأهداف المُحددة في اتفاقية باريس، وإطلاق صندوق الخسائر والأضرار، وإنشاء إطار لقياس التقدم في التكيف المُناخي، وإصدار إعلانات دولية بشأن الطاقات المُتجددة وكفاءة الطاقة وإنهاء إزالة الغابات والآثار الصحية لتغير المناخ.

كما تعهَّد كبار المُلوِّثين بتسريع الجهود للحد من الانبعاثات وزيادة التمويل المُقدم للدول النامية ومُساعدتها في تحسين قُدرتها على التكيف مع آثار التغير المُناخي، كما جاء بتحديد حلول عالمية للحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى (1.5) درجة مئوية وإعداد الدول لتقديم مُساهمات وطنية مُعينة وطموحة بحلول عام (2025م) وتسريع الانتقال الأخضر[1].

وبالرغم من هذه المساعي في المؤتمر، إلا أنها لم تُحقق الوجهة المُبتغاة من الحفاظ على المُناخ البيئي؛ حيث لم تتعهد الدول الكبرى بالتزامات كافية للحد من انبعاثاتها بالوتيرة المنشودة، بالإضافة إلى النقص الكبير في التمويل المُقدَّم للتكيف مع آثار التغير المُناخي في الدول الأكثر تضرُّرًا والأكثر فقرًا، مما يجعل الأمر يتطلب الكثير من العمل الجاد بدلًا من الأُطُر التوجيهية حبيسة الوثائق الدولية[2].

أما فيما يتعلق بموضوع الطاقة النووية في سياق مؤتمر الأطراف (COP28)، فقد ركَّز على دور الطاقة النووية كجزء من محفظة الطاقة النظيفة اللازمة للتخفيف من آثار التغير المُناخي ومُساهمتها في تحقيق أهداف التحوُّل الطاقي، مع التركيز على المخاوف البيئية والآثار الناجمة عن الطاقة النووية وقضايا السلامة والنفايات، وأن التوسُّع في الطاقة النووية يجب أن يتم بطريقة مسؤولة بيئيًا.

1. حول cop28، 2024م، على الرابط: unfccc.int/cop28
2. مارتن ديفيسك، مقال مؤتمر الأطراف28 -خمس نتائج رئيسية من قمة المناخ الأخيرة للأمم المتحدة-، 2023م، على الرابط: theconversation.com/cop28-five-major-outcomes-from-the-latest-un-climate-summit-219655

وتطرَّق المؤتمر إلى:مسألة توفير التمويل اللازم للاستثمار في البنية التحتية النووية، وقضية نقل التقنية النووية للدول النامية وبناء القُدرات في هذا المجال، وأهمية الأُطُر التنظيمية الدولية المُتعلقة بتطوير الطاقة النووية، وكانت المُنظمة النووية العالمية وبالتنسيق مع مؤسسة الإمارات للطاقة النووية قد أطلقت مُبادرة "الطاقة النووية من أجل الحياد المُناخي" خلال المؤتمر النووي العالمي الذي عُقد في لندن مطلع سبتمبر (2023م)، بهدف تعزيز دور الطاقة النووية في مؤتمر (COP28)، إلى جانب دعوة صُنَّاع القرار لمُضاعفة القُدرة الإنتاجية للطاقة النووية حول العالم بثلاث مرات بحلول عام (2050م)[1].

وقد أعلنت وكالة الطاقة النووية التابعة لمُنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية عن تعاونها مع مُبادرة "الطاقة النووية من أجل الحياد المُناخي" لتعزيز تمويلات مشاريع الطاقة النووية، وذلك خلال مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ (COP28)"[2]،ولأول مرة في مؤتمرات الأمم المتحدة المَعنيَّة بتغير المناخ، شهد مؤتمر المناخ (COP28) إدراج القوى النووية في الحصيلة العالمية، وهي اتفاق ختامي يعمل على تقييم الجهود العالمية الرامية إلى تحقيق أهداف اتفاق باريس لعام (2015م) وكيفية تصحيح أوجه القصور. وإجمالًا، اتفق (22) بلدًا على العمل من أجل مُضاعفة قُدرتهم على توليد الكهرباء نوويًا ثلاث مرات بحلول عام (2050م)، ووقَّعت (3) بلدان إضافية على هذا التعهُّد مُنذ ذلك الوقت، مما يجعل موضوع الطاقة النووية حسب ما يراه المؤتمر أحد الحلول المُناخية مع مُراعاة المخاوف والتحديات المُرتبطة بها[3].

كما يأتي آخر مؤتمرات اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ مؤتمر (COP29) الذي عُقد في باكو بأذربيجان في نوفمبر (2024م)، وقد توصل إلى نتائج تتمثل في التمويل المُناخي السنوي لمَعونة الدول النامية في مُواجهة تغير المُناخ مع الالتزام بزيادة القيمة المدفوعة بحلول عام (2035م)، والتأكيد على ضرورة الاتجاه إلى الطاقة النظيفة، بالرغم من الجدل السياسي الذي شهده المؤتمر حول استضافة أذربيجان باعتبارها دولة مُنتجة للنفط، مما أثار التساؤلات حول تقيُّدها الفعلي بمُكافحة التغير المُناخي، كما شهد المؤتمر التطرُّق إلى الطاقة النووية وأشاد بضرورة الالتزام العالمي بتوسيع الدائرة النووية السلمية، وقد وقَّعت ما يُقارب (31) دولة على إعلان يهدف إلى مُضاعفة القُدرة النووية بثلاث مرات

1. عماد العلي، محمد جاب الله، المبادرات الشبابية في مجال الطاقة النووية الآمنة المستدامة، 2023م، على الرابط: المبادرات الشبابية greenfue.com/
2. وكالة الطاقة النووية تعلن تعاونها مع مبادرة "الطاقة النووية من أجل الحياد المناخي"، 2023م، مؤسسة الامارات للطاقة النووية، على الرابط: -enec.gov.ae/ar/news/latest-news/nea-and-enec-to-explore
3. سعيد محمد الطاير، اتفاق الإمارات التاريخي في COP28 -خطوة مهمة في مواجهة تغير المناخ-، 2023م، على الرابط: dewa.gov.ae/ar-AE/about-us/media-publications/latest-news/2023/12/the-historic-uae-consensus-in-cop28

بحلول عام (2050م)، كذلك نظَّمت الوكالة الدولية للطاقة الذرية عدة فعاليات خلال المؤتمر عرضت من خلالها مُمارسات الطاقة النووية في الميادين السلمية، كـ: الأمن الغذائي والصحي والصناعي والموارد المائية وصحة المُحيطات. كما أشار المؤتمر إلى جدوى وموثوقية هذه الطاقة في توفير كهرباء مُنخفضة الكربون في ظل تصاعد الاحتياج العالمي للطاقة[1].

وعلى الرغم من التقدم الذي أحرزه المؤتمر، لاسيما مساحة الاعتراف بدور الطاقة النووية السلمية، إلا أنه لا يزال غير مُكتمل بالنسبة للدول النامية لـ عدم كفاية الاتفاقات المُتعلقة بمُواجهة التحديات المناخية، وما يتعلَّق بتحديات الطاقة النووية وما تحتاجه هذه الدول من منظومة تقنية ومالية مُرضية لتطوير برامجها النووية السلمية.

وبالنظر إلى هذه الاجتماعات السنوية لدول العالم وما يتعلَّق بها من تعاون حول التقنية الخضراء ومُساهمة الطاقة النووية في تحقيق أهداف التنمية، نلحظ أنها باءت بالفشل على الدول النامية، وبقيت المواقف الدولية في حدود المُستوى النظري ولم تتطور إلى إجراءات ملموسة تُساهم في حماية النظام البيئي للدول النامية، نظرًا لـ:

- الشكوك حول رغبة الدول الكبرى في الوفاء بالتعهُّدات المُتعلقة بتخفيض الانبعاثات.
- عدم التزامها بتقديم التمويل الكافي للدول النامية لمُواجهة آثار التغير المُناخي.
- عدم كفاية الإجراءات المُقترحة وتهميش احتياجات الدول النامية والفئات الأكثر ضعفًا.

مما يُطالب الدول الأخيرة بـ تضمين قضايا العدالة المناخية والاهتمام الكافي بـ العدالة والإنصاف بين الدول كافة.

وخير دليل على فشل هذا المؤتمر، لاسيما الأخيران منه، أنه في الوقت الذي تُجرى فيه الاجتماعات والمُناقشات حول مُعالجة تغير المُناخ والتكيف معه على المُستوى العالمي ودور الطاقة النووية السلمية في دَفع عَجَلة التنمية ومُساهمتها في تحقيق حاجيات المناطق الفقيرة، كانت ولا تزال الحرب الإسرائيلية قائمة على غزة، والتي نتج عنها إسقاط مُتفجرات بقوة (25 إلى 30 ألف طن) أي ما يُعادل قنبلة نووية بقوة (30) كيلوطن، والذي يعني أن القوة التدميرية للمُتفجرات التي أُلقيت على غزة تزيد

1. ماري ألبون، لوكالة في مؤتمر المناخ COP29-تسخير الحلول النووية لمكافحة تغير المناخ، الوكالة الدولية للطاقة الذرية-، مكتب الإعلام العام والاتصالات التابع للوكالة، 2024م، على الرابط:-iaea.org/ar/newscenter/news/alwakala-fy-motamar-almounakh-cop29-taskhyr-alhouloul-alnawawiya-limoukafahat-tagayor-almounakh

على ما أُلقي على هيروشيما والتي قُدِّرت بنحو (15 ألف طن)[1]،ناهيك عن الهواء المُلوَّث والأمراض المُنتشرة والعواقب البيئية الشديدة، فضلًا عن الأضرار التي لحقت بالإنسان جراء التفجيرات والتهجيرات المُتوالية وما يتبع ذلك من انعدام للغذاء والماء الصالح للاستخدام البشري. في الوقت الذي يُهمِّش فيه المؤتمر الوضع القائم في القطاع، حيث لم تُقم أي مُبادرات حقيقية حول وقف الحرب والحد من انبعاثات الأسلحة الفتاكة وما يترتب عليها من آثار وخيمة على المُحيط البيئي والبشري، والتي تدَّعي الساحات الدولية بضرورة الحفاظ عليها.

- **الفرع الثاني: القمم التنموية العالمية**

تفّعل القمم النووية العالمية المرتبطة بالتنمية سلسلة من الاجتماعات الدولية التي تركز على الأمن النووي واستخدام التقنية النووية بشكل يدعم التنمية المستدامة مما يشجع الدول على استخدامها بشكل آمن لتوليد الكهرباء وتطوير القطاعات الحيوية.

- **أولاً: قمة الأمن النووي**

نظراً لحرص الولايات المتحدة على الظهور بمظهر القوة، فقد قامت بإطلاق مبادرة تسعى لتأمين المواد النووية في سائر أنحاء العالم من خلال عقد قمة الأمن النووي في العديد من البلدان، منها واشنطن عام (2010م)، وقمة سيؤول عام (2012م)، وقمة لاهاي (2014م)، وقمة واشنطن لتحسين الأمن النووي لعام (2016م)؛ وقد ضمت اجتماعات القمة في كل مرة أكثر من (50) دولة بقيادة الولايات المتحدة الأمريكية. وهيمنت قضايا رئيسية في جُلّ جلسات هذه القمم، تتمثل في إعادة النظر في الشروط التنظيمية والقانونية المتعلقة بـ الأمان النووي، ومكافحة الإرهاب النووي، والتصدي للتهريب النووي، وتعزيز الحماية على المواد النووية، بالإضافة إلى التعاون في مجالات التدريب والتوعية لتقوية شروط الحماية للمواد والمنشآت النووية؛ ومن خلال مشروعات هذه القمة في كل مرة، نلحظ وجود خريطة عمل دولية للسيطرة الكاملة على المواد النووية من قبل الدول (الخمس) دائمة العضوية في مجلس الأمن؛ فهي لا تسعى إلى احتكار وحظر السلاح النووي فحسب، بل تعمل على اتخاذ إجراءات ممهدة تمنع بقية دول العالم من استخدام القدرات النووية حتى في الأغراض المدنية، بحجة منع وصول المواد النووية لمجموعات إرهابية؛ إلا أن ذلك يفسر شكوك بقية الدول حول نوايا

1. د.أسامة أبو الرُّب، ماذا سيحدث لو جمعنا ما ألقته إسرائيل من متفجرات على غزة في قنبلة واحدة وفجرناها؟، 2023م، على الرابط: aljazeera.net/politics/2023

الدول دائمة العضوية باستغلال قدراتها النووية في فرض الهيمنة على دول العالم الأخرى وإخضاعها لشتى صنوف الابتزاز الاقتصادي والاجتماعي والسياسي والتقني[1].

ما يؤكد المعايير الازدواجية للدول الكبرى، موقفها تجاه تغطية وإتاحة المزيد من الوقاية لملف البرنامج النووي الصهيوني؛ ولا شك أن عدم حضور الكيان المحتل لقمة الأمن النووي شاهد على التنصل من الإلزام الدولي بنزع السلاح النووي الإسرائيلي، والذي يُشكل خطراً نووياً فادحاً على الدول العربية والإسلامية، كاستعمالها لمواد حربية غير تقليدية في جنوب لبنان (2006م)، وعلى فلسطين (2002م)، وقطاع غزة في (2008-2009م)، والتهديد النووي في حرب (7 أكتوبر)[2].

وفي المقابل، تسعى الولايات المتحدة بطريقة ملتفة لإخفاء الدول المستهدفة أو المقصودة عملياً بالإرهاب النووي، وهي بالتأكيد باكستان التي تنفرد بكونها البلد المسلم الوحيد الذي يمتلك القنبلة النووية، بالإضافة إلى أن الدول المتهمة بوجود منظمات إرهابية مثل نيجيريا والصومال واليمن وأفغانستان فهذه البلدان خالية من مثل هذه المواد؛ ولا شك أن إحكام السيطرة النووية لا يقصد به أوكرانيا أو جنوب أفريقيا أو الأرجنتين، فهذه كلها تبرّعت بالتخلص مما لديها إما بالبيع أو الإتلاف أو نقله إلى مكان آخر، وباختصار، يتضح أن الدول الأكثر خطراً على "الأمن العالمي" هي الدول التي شنت حروب الاحتلال والعدوان، وإذا أردنا أن نتحدث عن الخطر النووي الأكبر الذي يهدّد الأمن النووي العالمي، فيجب أن يُرى في الدول التي تملك القنابل النووية ووسائط نقلها وقد استخدمتها في ناجازاكي وهيروشيما[3].

وكمثال حي على ذلك، تهديد العدوان الإسرائيلي بضرب "غزة المحاصرة" نووياً، والذي صرّح به وزير التراث الصهيوني خلال حرب (7 أكتوبر)، ما يجعل تهديده مباحاً بناءً على امتناع إسرائيل من حضور قمة الأمن النووي وعدم انضمامها إلى معاهدة منع الانتشار النووي وخروجها من عُهدة المراقبة النووية الدولية؛ وذلك يخوّل الدول العربية مراجعة انضمامها لهذه المعاهدة، والتحرّك الفعّال للوقوف ضد هذا العدوان في ظل غياب التحرك الأممي، بل أن الولايات المتحدة تبارك وتُساند هذا الانتقام تحت مظلة مشروعية الدفاع عن النفس. وفي المقابل، نرى خوف الولايات المتحدة في مواجهات الخصوم إذا كانت هذه الخصوم ذو ترسانة نووية قوية، كـ علاقة الردع النووي بين أمريكا وروسيا، أي أنّه غالباً الدول النووية تتجنب اتباع منهجية القوة العسكرية النووية في مواجهة بعضها

1. نجوى محمد حلمي عبد الظاهر، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، مرجع سابق، ص96.
2. عبد القادر رزيق المخادمي، سباق التسلح الدولي الهواجس والطموحات والمصالح، ديوان المطبوعات الجامعية، 2010، ص223.
3. منير شفيق، مقال -قمة الأمن النووي في واشنطن..لماذا؟، 2010م، على الرابط: aljazeera.net/opinions/2010/4/19

البعض، على اعتبار أن ذلك يخلق انتقاماً نووياً يهدد نظام الأمن الدولي، بخلاف ما إذا الأمر يتعلق بالدول الضعيفة.

- **ثانياً: قمة الألفية**

قمة الألفية واحدة من أبرز الاجتماعات التي تُعقد في نيويورك بمقر الأمم المتحدة، وقد كان انعقادها بدايةً في سبتمبر عام 2000م، حيث شهدت هذه القمة حضور أكثر من (150) رئيس دولة، وكان المغزى منها وضع إطار عمل طموح يهدف إلى مُعالجة التحديات التنموية والسكانية والبيئية الهامة التي كان يواجهها العالم في بداية الألفية الجديدة، وقد تمخَّض عن هذه القمة إعلان الأمم المتحدة للألفية، والذي تضمن ثمانية أهداف للتنمية المستدامة تُحدَّدت بمواعيد نهائية للوفاء بها بحلول عام (2015م)[1]، ومن المساعي التي شملتها الأهداف: التخفيف من حِدَّة الفقر والجوع، وتوفير التعليم الابتدائي للجميع، والتأكيد على أهمية التعاون الدولي لتحقيق التنمية المُستدامة. كما ساهمت في تطوير الإطار العالمي للتنمية المستدامة، وكان لها الدور في صياغة أهداف التنمية المستدامة لعام (2030م).

بالإضافة إلى ذلك، عززت القمة الاهتمام بـ البُعد البيئيّ في التنمية، وساهمت في تحسين قُدرات البلدان على جَمع وتحليل البيانات التنموية. وعلى الرغم من عدم تحقيق جميع الأهداف المرجوة بحلول (2015م)، إلا أنه كانت هناك إحصائيات تؤكد على تحقيق مستوى مُعيَّن من المُساهمة في خفض عدد الفقراء بأكثر من نصف النسبة المُستهدفة بحلول عام (2015م)، وارتفاع مُعدَّل الالتحاق بالتعليم الابتدائي في البلدان النامية إلى (91%)[2].

أما علاقة القمة بالمجال النووي، على الرغم من عدم التطرق المباشر لمجال الطاقة النووية في مؤتمر قمة الألفية عام (2000م)، إلا أنها ذكرت ما يُمكن أن يُفهم من سياقه أنها داعمة لتطورات هذه الطاقة في النطاق السلميّ، كتركيزها على أهمية الطاقة النظيفة والمُستدامة، والذي يشمل الطاقة النووية كمصدر مُنخفض للكربون. كما دعت إلى ضرورة الحفاظ على الأمن البيئيّ والحد من المخاطر البيئية، وهذا يشمل بدوره الحد من انتشار الأسلحة النووية.

ومن ثم، تُعدُّ قمة الألفية ذات أهمية بارزة ومفتاحية في وضع أجندة التنمية العالمية في بداية القرن الحادي والعشرين، وما يؤكد هذا توالي انعقاد اجتماعات مُتعددة للقمة، مثل قمم نيويورك للأعوام (2005م، و2008م، و2010م)، وآخرها قمة نيويورك (2015م)، وقد دعت جميعها إلى استكشاف

1. قمة الألفية، ويكيبيديا، على الرابط:ar.wikipedia.org/wiki
2. الأهداف الإنمائية للألفية، الجزيرة، 2015م، على الرابط:/aljazeera.net/encyclopedia/2015/11/12

طُرُق جديدة لتحسين حياة المواطنين في العالم بالقضاء على الفقر وتعزيز الرخاء والرفاهية للجميع وحماية البيئة ومكافحة تغير المناخ.

وتُعتبر قمة "نيويورك 2015م" من أكثر المؤتمرات التي تناولت قضايا الطاقة النووية السلمية بشكل مباشر مُقارنة بقمة الألفية عام (2000م)، حيث كان من أهدافها السعي إلى:

- تعزيز التعاون الدولي في مجال الطاقة النووية السلمية، بما في ذلك نقل التقنية وبناء القُدرات.
- التأكيد على أهمية دور الوكالة الدولية للطاقة الذرية في المجال النووي وعلى ضرورة اتباع أعلى معايير الأمن والأمان النوويين.
- التشديد على نظام الحد من التسلُّح الذي جاءت به مُعاهدة عدم الانتشار النووي[1].

كل ذلك أسهم في تهيئة البيئة المُناسبة لاستخدام الطاقة النووية وفق النطاق المدنيّ.

- ثالثاً: القمة العالمية للطاقة النووية في بروكسل

في ظل النداءات العالمية المُتزايدة على الطاقة النووية، استضافت بروكسل القمة الافتتاحية للطاقة النووية، والتي عُقدت في مارس (2024م)، وتضمنت مُشاركة قادة بارزين لأكثر من (30) دولة، بالإضافة إلى ممثلين من الاتحاد الأوروبي. يُمثل هذا الحدث التاريخي أول اجتماع رفيع المُستوى على الصعيد العالمي مُخصص حصرًا للخطاب الدائر بالطاقة النووية، وكان ذلك بعد العناية التي حظيت بها الطاقة النووية خلال مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المُناخ (COP28) الذي عُقد في ديسمبر من العام (2023م).

خلال القمة، أكَّد المُمثلون من عشرات الدول على القيمة الكبيرة وأهمية تسخير الطاقة النووية كوسيلة لتحقيق أمن الطاقة والوصول إلى الأهداف المُناخية وتوطيد التنمية المستدامة، وحدَّد المُشاركون مجموعة من العناصر المحورية تضمن تحقيق النجاح طويل الأجل، ألا وهي:الاستثمار المالي المُعزَّز، ومُبادرات تدريب ورفع مُستوى القوى العاملة، والمُساعدات الاستباقية الداعمة للدول المُستجدة في القطاع النووي[2].

1. الطاقة النووية من أجل الحياد المناخي -تحظى باهتمام المشاركين في قمة سياسات الطاقة النووية 2023م في نيويورك-، 2023م، على الرابط:enec.gov.ae/ar/news/latest-news/net-zero-nuclear-builds-momentum-in-new-york-city-showcase
2. مات فيشر، "نقطة تحول" أول قمة عالمية للطاقة النووية تختم أعمالها في بروكسل، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2024م، على الرابط: iaea.org/ar/newscenter/news/tghyur-almunakhi-nqatat-tahuli-awal-qimat-ealamiat-liltaaqat-alnawawiat-takhtatim-aemalaha-fi-bruksil

وكانت رئاسة القمة تشمل كلًا من المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية "رافائيل ماريانوغروسي" إلى جانب رئيس وزراء بلجيكا "ألكسندر دي كرو"، وقد شدَّد "غروسي" في كلمته الافتتاحية على لزوم اتخاذ تدابير عملية قائلًا: "إن مُجرد الاعتراف بضرورة تسخير الطاقة النووية غير كافٍ، ويتعين على القادة السياسيين تعزيز الظروف المُؤدية إلى تكامُل الطاقة النووية، وقد يُؤدي عدم اتخاذ إجراءات حاسمة وعملية إلى مُصادرة إمكانات الطاقة النووية في دعم الانتقال الأخضر".

وخلال الفعالية المُخصصة للشباب أثناء انعقاد مؤتمر القمة، قال "دي كرو": "إن الوصول بصافي الانبعاثات إلى مُستوى الصفر يحتاج إلى الطاقة النووية لأن هذه هي الطريقة الوحيدة التي تكفل إزالة الكربون بالكامل، وسنحتاج إلى الكثير من مصادر الطاقة المُتجددة، لكننا سنحتاج أيضًا إلى الكثير من الطاقة النووية".

مُؤخرًا، أطلقت المفوضية الأوروبية أحد المُشاركين الأساسيين في القمة "التحالف الصناعي الأوروبي المَعنيّ بالمفاعلات النمطيَّة الصغيرة" للمساعدة على تسريع العمليات النووية والعمل على تطوير هذه المفاعلات ونشرها، وقالت رئيسة المفوضية الأوروبية "أورسولا فون دير لاين": "يُخلص التحليل الذي أجرته الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى أنه لا بُدَّ من تسريع وتيرة الاستثمارات في هذا العقد للوصول إلى آفاق جديدة في عقد الثلاثينات ومن ثم تحقيق غاية اتفاق باريس. ويتطلب ذلك أن تُقدم الحكومات الدعم اللازم لضمان توفُّر التمويل، وأن تحظى مُساهمة الطاقة النووية في أمن الكهرباء بـ التقدير اللائق والمُعاملة المُناسبة"، وقال المدير التنفيذي لوكالة الطاقة الدولية فاتح بيرول: "يُمكنني اليوم أن أُؤكد لكم أن الطاقة النووية تعود إلى الساحة، وتعود إليها بقوة"، مُؤكدًا توقُّعات مُنظمته بأن يصل توليد الكهرباء من الطاقة النووية إلى مُستوى قياسي خلال الأعوام القادمة.

وفي بيان مُشترك، أقرَّ مُمثلو قطاع الصناعة جاهزيتهم التامة لدعم الجهود الحكومية الرامية إلى التوسُّع في استخدام القُدرات النووية، وتعهَّدوا بالعمل عن كَثَب مع الحكومات المُهتمة، وتشجيع الاستمرار في تشغيل مرافق القوى النووية القائمة، وبناء مرافق جديدة، وتطوير البنية الأساسية النووية، وفي هذا الشأن قال جون "بوديستافي"، وهو مُستشار أوَّل لرئيس الولايات المتحدة الأمريكية مُتخصص بالابتكار والتنفيذ في مجال الطاقة النظيفة: "إن الطاقة النووية عُنصر حيوي الأهمية في

التصدي لأزمة المُناخ وفي بناء اقتصاد قائم على الطاقة النظيفة والموثوقة والقادرة على الصُمود، سواء في الولايات المتحدة أو في سائر أنحاء العالم"[1].

عُقدت خلال القمة أربع جلسات لمُناقشة أهم المواضيع، منها: الحفاظ على القُدرات النووية والتوسُّع فيها، والتطورات التقنية والابتكارات في مجال دورة الوقود، وتيسير إقامة سوق عادلة للطاقة النظيفة من خلال آليات التمويل، وكانت شركة مايكروسوفت وشركة غوغل، وشركة نوكور العاملة في مجال صناعة الصلب، قد أعلنوا عن جهد تعاونيّ لإنتاج الكهرباء الخالية من الكربون، وبذل الجهد نحو تنفيذ المفاعلات المُتقدمة وتقنية الاندماج والتقنيات المُتقدمة لاستغلال الطاقة الحرارية الأرضية وتخزين الطاقة طويلة الأجل.

ومثَّل الصين في القمة كلٌّ من "تشانغ غوتشينغ" نائب رئيس الوزراء في جمهورية الصين الشعبية و"ليو جينغ"نائب رئيس الهيئة الصينية للطاقة الذرية، و"شودونغ تساو" نائب رئيس المؤسسة الوطنية النووية الصينية، وترفع الصين سقف طموحاتها بزيادة قُدراتها النووية المُركَّبة إلى مُستوى قد يصل إلى (400) غيغاواط كهربائي بحلول عام (2060م)، أي إلى مُستوى يفوق قُدرة الأسطول العالمي الحالي للمفاعلات بأسره. وحسب ما قاله "تساو"، فإن التوسُّع الصيني سوف يشمل مزيجًا من التقنيات بين المفاعلات التقليدية الكبيرة والمفاعلات الابتكارية مثل طراز (HTR-PM)، وهو مفاعل نمطي صغير مُرتفع الحرارة مُبرَّد بالغاز بدأت الصين تشغيله عام (2023م)، وقال غوتشينغ: "إن الطاقة النووية تكفل مزايا فريدة في مساعي التصدي لتغير المُناخ وضمان أمن الطاقة".

في نهايات القمة أكَّد غروسي على أنه: "يجب أن تكون القمة نقطة تحوُّل في مسار الطاقة النووية، لاستدعاء الاستثمارات العالمية في جميع الاقتصادات، والوكالة الدولية للطاقة الذرية التي وُلدت لتحقيق رؤية تسخير الطاقة النووية من أجل السلام والازدهار مُستعدة للقيام بدورها في دعم هذا التحوُّل"[2].

1.مات فيشر، "نقطة تحول" أول قمة عالمية للطاقة النووية تختم أعمالها في بروكسل، المرجع السابق.
2.مات فيشر، "نقطة تحول" أول قمة عالمية للطاقة النووية تختم أعمالها في بروكسل، المرجع السابق.

المبحث الثاني:
برامج القدرة النووية القائمة والمستجدة

إن دراسة الآفاق المستقبلية لتقنية الطاقة النووية تُعد من الأمور بالغة الأهمية في رَسْم معالم المسارات الصحيحة لهذه التقنية، وعلى الرغم من العوائق والتحديات التي تواجه مستقبل هذه الصناعة، إلا أنها تُعتبر من أهم الخيارات للتقدم العالمي بوجه عام والغربي بشكل خاص، حيث لا غِنى عنها في تأمين التطلعات المستقبلية من الطاقة دون إحداث مُلوثات للجو، كما أنها تُعتبر الأفضل من النواحي الاقتصادية ودواعي الأمن والسلامة وقِلَّة مخاطر النفايات النووية وما تتسم به من كفاءة عالية في قابليتها للتجديد، بالإضافة إلى أنها تُعتبر طاقة تنافسية عند مقارنتها بمصادر الطاقة الأخرى. وكل هذه المزايا مشروطة بعدم الانحراف عن إجراءات الأمان المفروضة ودون تعسف في استخدامها.

لذلك، فإن هناك اهتمامًا عالميًا مُتصاعدًا وتعاونًا مشتركًا للسَيْر في رَكْب الصناعة النووية، وقد تجلَّت هذه الحقيقة بوضوح في عدد الدول المشاركة في مؤتمر باريس عام (2005م) المُنظَّم من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، حيث كانت تهدف من خلاله إلى صياغة خارطة طريق مستقبلية للتقنية النووية. وقد حضر هذا الحدث ممثلون لـ (74) حكومة، أكدت الغالبية الواسعة منهم بأن الطاقة النووية لديها القدرة على لَعْب دور محوري في تلبية حاجيات الطاقة وتعزيز وتطوير وتنمية العالم في القرن الحادي والعشرين. وتشمل هذه التنمية دولًا في مراحل مختلفة من التطور، ومن بين الدول المشاركة عدد من الدول التي تفتقر إلى المبادرات النووية القائمة مثل: إندونيسيا، والمغرب، وبولندا وفيتنام. وقد أوضحت هذه الدول التحديات التي تُعِيق رحلتها نحو التحرك لتأسيس مُخطط للطاقة النووية، أبرزها تأسيس البنية التحتية المُساندة والدعامة الأساسية، وتشمل تلك البنية البناء القانوني والتنظيمي[1].

وفي (ديسمبر 2006م)، عقدت الوكالة الدولية للطاقة الذرية ورشة عمل خاصة بالمتطلبات الأساسية للمغامرة في قطاع الطاقة النووية، شارك فيها عدد كبير من دول العالم. ومن بين (42) دولة مشاركة، هناك عدد (20) دولة تسعى جديًا للدخول في المجال النووي، هذا بالإضافة إلى العديد من ورشات العمل التي أُجريت ما بين عامي (2005-2007م) فيما يتعلق بكيفية استيفاء الحاجيات المستقبلية لطاقة أكثر استدامة وأمانًا، ويُمكن الوصول إليها بحلول الأعوام (2030-2035-2050م).

1. مؤشرات الأداء الاقتصادي لمحطات الطاقة النووية، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، سلسلة التقارير رقم437، 2006م، ص9، الرابط: .pud.iaea.org/MTCD/publications/pdf/trs437_web.pdf

أما عن الدول الجديدة المُتوقع انضمامها بحلول عام (2030م) إلى الدول المُضيفة لصناعة الطاقة النووية الـ(31) دولة، فقد اختلفت تقديرات الوكالة الدولية للطاقة الذرية حول تحديد عدد الدول ما بين تقديرات عالية وأخرى منخفضة، فبالنسبة للتقديرات المنخفضة فتتوقع إدراج خمسة بلدان جديدة فقط إلى مجموعة الدول المضيفة، في حين تتوقع التقديرات الأعلى أن عدد الدول المُنضمة سيرتفع من (10) إلى (20) دولة جديدة بحلول عام (2030م)[1].

كما سعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى توقع الوجهة القادمة لقطاع الطاقة النووية حتى عام (2050م)، وتحديد مدى انعكاس هذه التقنية على النمو الاقتصادي العالمي، وأوضحت الجانب السلبي المُتوقع في أن صناعة الطاقة النووية لن تشهد أية عمليات بناء جديدة بعد المحطات التي بُنيت أو تلك التي قيد الإنشاء أو المُخطط لها بِحَزْم، مع تقاعد المحطات النووية القديمة في الموعد المُحدد له[2].

هذا، في الوقت الذي تؤكد فيه كافة التوقعات المستقبلية بأن الطلب على الطاقة النووية سيشهد نموًا مُضاعَفًا في القرن المُقبل بفعل الطموحات الاقتصادية والدافع الإنمائي الجاد للاقتصاديات النامية، كما أن ارتفاع أسعار النفط والغاز الطبيعي يُشكِّل دورًا محوريًا في هذا السياق، ومن هذا المُنطلق بات من الضروري استكشاف خزان مُستدام للطاقة.

المطلب الأول:

برامج القدرة النووية الجديدة والمتوسعة

في (ديسمبر 2006م)، عقدت الوكالة الدولية للطاقة الذرية ورشة عمل خاصة بالمتطلبات الأساسية للمغامرة في قطاع الطاقة النووية، شارك فيها عدد كبير من دول العالم. ومن بين (42) دولة مشاركة، هناك عدد (20) دولة تسعى جديًا للدخول في المجال النووي، هذا بالإضافة إلى العديد من ورشات العمل التي أُجريت ما بين عامي (2005-2007م) فيما يتعلق بكيفية استيفاء الحاجيات المستقبلية لطاقة أكثر استدامة وأمانًا، ويُمكن الوصول إليها بحلول الأعوام (2030-2035-2050م).

أما عن الدول الجديدة المُتوقع انضمامها بحلول عام (2030م) إلى الدول المُضيفة لصناعة الطاقة النووية الـ(31) دولة، فقد اختلفت تقديرات الوكالة الدولية للطاقة الذرية حول تحديد عدد الدول ما بين تقديرات عالية وأخرى منخفضة، فبالنسبة للتقديرات المنخفضة فتتوقع إدراج خمسة بلدان جديدة فقط

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-،مرجع سابق، ص35 .
2. مؤشرات الأداء الاقتصادي لمحطات الطاقة النووية، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص25.

إلى مجموعة الدول المضيفة، في حين تتوقع التقديرات الأعلى أن عدد الدول المُنضمة سيرتفع من (10) إلى (20) دولة جديدة بحلول عام (2030م)[1].

كما سعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى توقع الوجهة القادمة لقطاع الطاقة النووية حتى عام (2050م)، وتحديد مدى انعكاس هذه التقنية على النمو الاقتصادي العالمي، وأوضحت الجانب السلبي المُتوقع في أن صناعة الطاقة النووية لن تشهد أية عمليات بناء جديدة بعد المحطات التي بُنيت أو تلك التي قيد الإنشاء أو المُخطط لها بِحَزْم، مع تقاعد المحطات النووية القديمة في الموعد المُحدد له[2].

هذا، في الوقت الذي تؤكد فيه كافة التوقعات المستقبلية بأن الطلب على الطاقة النووية سيشهد نموًا مُضاعَفًا في القرن المُقبل بفعل الطموحات الاقتصادية والدافع الإنمائي الجاد للاقتصاديات النامية، كما أن ارتفاع أسعار النفط والغاز الطبيعي يُشكِّل دورًا محوريًا في هذا السياق، ومن هذا المُنطلق بات من الضروري استكشاف خزان مُستدام للطاقة.

- **الفرع الأول: برامج التقنية النووية المتوسعة**

استنادًا على ما تقدم، فقد تشكَّل باعثًا لزيادة عناية الدول بالتوسع النووي والإقبال على بناء المحطات النووية على المدى القريب، فنجد أن من ضمن الخطط التوسعية النووية الدولية خطط اليابان والصين والهند وباكستان وكوريا الجنوبية، حيث تُعد منطقة شرق وجنوب شرق آسيا من أكثر مناطق العالم اعتمادًا على الطاقة النووية. ووفقًا للرابطة النووية العالمية، فإن آسيا موطن لنحو (145) مفاعلًا قيد التشغيل، وأكثر من (40) منها في طور الإنشاء، بالإضافة إلى الخطط الثابتة لبناء (60) مفاعلًا إضافيًا، إضافةً إلى (56) مركزًا للأبحاث النووية في (14) دولة منها. ويكمن هذا الزخم المتصاعد معظمه في الصين بواقع (56) مفاعلًا صالحًا للتشغيل، واليابان ثاني أكبر قوة نووية آسيوية تضم (30) مفاعلًا تحت التشغيل. أما الهند فتضم نحو (23) مفاعلًا قابلًا للتشغيل، و (26) مفاعلًا في كوريا الجنوبية، و (20) وحدة في تايوان، وتُعد باكستان مقرًا لـ (6) مفاعلات صالحة للتشغيل.

ولا تزال حالات التوسع والانتعاش النووي في الأجلين القريب والبعيد مُتمركزة في آسيا. وبناءً على التقديرات قريبة المدى، فإنه بحلول عام (2035م) قد يزيد عدد البلدان المُشغِّلة بنسبة تُقدَّر بـ (30%)،

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، المرجع سابق، ص35 .
2. مؤشرات الأداء الاقتصادي لمحطات الطاقة النووية، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص25.

بانضمام (10 إلى 12) بلدًا جديدًا إلى البلدان المُشغِّلة، ما يتطلب تعزيز جاهزية البنية الأساسية لتلك البلدان [1].

- **أولاً: برامج التقنية النووية القائمة**

مع نهاية عام (2019م)، شكَّلت مفاعلات القوى النووية التي في طور الخدمة (17%) من القدرة العالمية، حيث تم استعمال ما يُقارب (71) مفاعلًا على نطاق العالم، منها (14) في آسيا و (57) في أوروبا، لتوليد (2146.72) غيغاواط/ساعة من المعادل الكهربائي للحرارة لدعم التطبيقات، إضافةً إلى دعم (10) مفاعلات منها لتحلية المياه، و(56) مفاعلًا لتدفئة الأحياء السكنية، و (32) مفاعلًا للتطبيقات الحرارية والمعالجة الصناعية. كما وقد استمرت موثوقية محطات القوى النووية في التحسن مع مرور الوقت[2].

وخلال عام (2022م)، تم إحراز تقدم بارز من خلال دمج (7.4) غيغاواط من الكهرباء الناتجة عن القدرة النووية الحديثة في الشبكة الكهربائية، تضمن هذا الدمج (5.6) غيغاواط من الطاقة النووية الإضافية من قارة آسيا بالإضافة إلى (1.6) غيغاواط من أوروبا، وبحلول نهاية عام (2022م)، بلغت القدرة التشغيلية العالمية المُخصصة لتوليد القوى النووية ما مجموعه (393.8) غيغاواط كهربائي، توفرها (438) من المفاعلات العاملة في (32) بلدًا. وفي ذات العام، تم تزويد الشبكة بالكهرباء من مفاعلين اثنين، هما: المفاعل "فوتشينغ-6 بقدرة (1075) ميغاواط كهربائي"، وكان توصيله بالشبكة في (يناير)، والمفاعل "هونغيان-6 تبلغ قدرته الإجمالية (1061) ميغاواط كهربائي"، وكان توصيله بالشبكة في (مايو) في مقاطعة لياوننغ الصين، وكلاهما مفاعل ماء مضغوط من الجيل الثاني بخواص مُحسنة قريبة من الجيل الثالث من طراز "ACPR-1000". كما وُصِل بالشبكة الكهربائية مفاعل مُورَّد من الصين يعتمد على تقنية الماء المضغوط من طراز "HPR-1000" في محطة كراتشي للقوى النووية في مقاطعة السند في جنوب باكستان، وكان ذلك في (مارس). كل ذلك يعكس تنامي الاستثمار في الطاقة النووية كخيار بديل مستدام[3].

1. سي إن إنالاقتصادية، آسيا وليس الغرب مركز نهضة الطاقة النووية الجارية، 2024م، على الرابط:
cnnbusinessarabic.com/energy/84386
2. استعراض التكنولوجيا النووية 2020م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، الوثيقة رقم GC(64)/INF/2، 2020م، ص8-10.
3. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2023م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، الوثيقة رقمGC(67)/INF/4، 2023م، ص14.

- **ثانياً: برامج القوى النووية الجديدة والمتوسعة**

وفق تقرير حديث للوكالة الدولية للطاقة الذرية، فإن هناك ما بين (50) دولة عضو أفادت بتصريحات إيجابية داخل مؤتمر لصالح التقنية النووية، وأعربت عن اهتمامها بالأخذ بالقوى النووية واعتبارها خيارًا مثاليًا لإدخالها ضمن مزيج الطاقة لديها، ما يرفع من بنية التنمية المستدامة، حيث تظهر (24) دولة منهم في مرحلة متقدمة عن مرحلة اتخاذ القرار ولها مشاركات قيِّمة في تنفيذ الأنشطة التخطيطية. أما البلدان (26) المتبقية فتسعى عازمة إلى بدء الأخذ بالقوى النووية، ويمكن تقسيم هذه المجموعة إلى فئتين متمايزتين:

- (16)بلدًا منها في مرحلة تكوين القرار فيما يخص بإمكانية بناء القدرات والأخذ بالقوى النووية، بما في ذلك البلدان التي تُجري دراسات جدوى أولية أو تعمل بالفعل على إعداد البنية الأساسية دون أن تكون قد اعتمدت قرارًا بعد، منها: "إثيوبيا، إندونيسيا، إستونيا، أوغندا، تونس، الجزائر، زامبيا، سريلانكا، تايلند، السلفادور، السنغال، السودان، الفلبين، كازاخستان، المغرب، والنيجر."
- و(10) دول في مرحلة لاحقة لما بعد اتخاذ القرار، وهي البلدان التي اتخذت قرارها وتتطلع إلى استغلال الطاقة النووية، وبدأت تتبع خطوات ملموسة لدراسة وتشييد البنية الأساسية للقوى النووية منها: "نيجيريا، بنغلاديش، مصر، بولندا، تركيا، أوزبكستان، الأردن، كينيا، غانا، والمملكة العربية السعودية". منها قد شرعت في التشييد أو ستنطلق به في المستقبل القريب ببناء القدرات المؤسسية وتطوير البنية الأساسية اللازمة استعدادًا للتعاقد على محطة قوى نووية وتمويلها، مثل مصر التي وقعت عقدًا مع روسيا عام (2015م) لإنشاء مشروع الضبعة الذي يتكون من (4) مفاعلات نووية لإنتاج الكهرباء وتوفير الطاقة النظيفة، وقد بدأ في صب خرسانة تشييد الوحدة (1) في محطة الضبعة النووية في (2 نوفمبر 2022م)، ومن المتوقع دخول المشروع مرحلة التشغيل التجريبي للمفاعل الأول عام (2028م)، وفي المملكة العربية السعودية قد تم إصدار مواصفات تقديم العطاءات لشراء أول وحدتين من وحدات محطات القوى النووية بقدرة بين (1000) و(1600) ميغاواط كهربائي[1].

كما بدأت دولتان منها "بنغلاديش، وتركيا" أعمال التشييد النووي السلمي. أما تركيا فقد وقعت مع وروسيا الاتحادية عام (2010م) عقد تأسيس الوحدة الأولى من محطة "أكويو" للطاقة النووية، ومن المتوقع أن تبدأ المحطة في توليد الكهرباء ما بين (2023-2026م) والتي ستتألف من (4) وحدات،

1. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2023م، المرجع سابق، ص17.

ومن المفترض أن تتحول تركيا من خلال هذا المشروع إلى واحدة من الدول المنتجة للطاقة الكهربائية من الطاقة النووية، حيث ستقوم المحطة بنقل الطاقة النووية الكهربائية إلى شبكة الكهرباء العامة لأول مرة في تاريخ تركيا، وقد كانت تسعى منذ نصف قرن إلى تحقيق هدف توليد الكهرباء النووية، وفي بنغلاديش، فإن العمل جارٍ على إنشاء مشروع أول محطة للقوى النووية تُعرف باسم روبر أو روباندي، ومن المفترض أنه قد تم منح الوقود إلى الموقع عام (2023م) من قبل روسيا، على أن يبدأ التفعيل التجاري للوحدتين في الأعوام المقبلة، أما بولندا فقد خلصت من عملية انتقاء التقنية والبائع لتشييد مفاعلات ماء مضغوط لتوفير قدرة نووية إجمالية بين (6000) و(9000) ميغاواط كهربائي بحلول عام (2042م)[1].

وفي عام (2021م)، قامت الوكالة بإيفاد ثلاث بعثات لغرض خدمة مراجعة البنية التحتية النووية بشكل متكامل إلى أوزبكستان، وتندرج هذه البعثات تحت إطار يُسمى: أوزبكستان "المرحلة 2"، وأوغندا "المرحلة 1"، وكينيا "بعثة متابعة في إطار المرحلة 1"، وفي عام (2022م)، نفذت الوكالة بعثة واحدة تحت رعاية خدمة استعراض البنية الأساسية النووية الشاملة تُعرف بـ "خدمة INIR"، حيث استضافتها سريلانكا في مرحلتها الأولى، بهدف إعانتها على فحص وتقييم جميع جوانب البنية التحتية الوطنية المطلوبة لتحسين مشاريع الطاقة النووية وفق نطاق آمن ومستدام. كما قامت الوكالة بمتابعة هذه الخدمة في سريلانكا عام (2025م) لمراجعة التوصيات السابقة ومعرفة مدى تطبيقها وتحسين جودة التجهيزات قبل الشروع في أي برنامج نووي جديد بعد المهمة الأولى التي أُجريت. وتلقت الوكالة أيضًا طلبات من إستونيا لاستضافة بعثة ضمن نفس النطاق، وكان تنفيذ ذلك في (أكتوبر 2023م)، وذلك بهدف تقييم مدى جاهزية بنية البلد لتطوير برنامج نووي مستدام. وفي كازاخستان تم استضافة بعثة متابعة في إطار المرحلة الأولى. وفي تركيا تمت بعثة في إطار المرحلة الثالثة من خدمة الاستعراض المتكامل، وهي المرحلة الأخيرة قبل دخول المفاعل مرحلة التشغيل التجاري، والتي تنظر في إمكانية الدولة وقابليتها لتشغيل المفاعل النووي الأول بشكل آمن ومستدام. كما تلقت طلبين إيفاد في حقل الخدمة نفسها من زامبيا لاستضافة بعثة في إطار المرحلة الأولية، ومن بنغلاديش لاستضافة بعثة في إطار المرحلة الثالثة وقد تمت في أول (2024م)، بهدف تقييم استعداد بنغلاديش لتشغيل أول محطة نووية في موقع "روبر"، ومن المتوقع اقتراب تشغيل هذه المحطة واكتمال المشروع بجودة عالية لمعايير الأمان بسبب العمل الجاد من قبل الفرق الفنية. أضف إلى ذلك، هناك (15) دولة عضو لديها

1. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2022م "تسخير الذرة من أجل السلام والتنمية"، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، طبع من الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، 2022م، ص18.

خطط عمل شاملة وجاهزة للتنفيذ، وبسبب انعكاسات جائحة كوفيد-19 أُحيلت هذه الخطط للاستعراض بالكامل أو في إطار استعراض منتصف المدة من خلال اجتماعات افتراضية مع الأفرقة الأساسية.

هذا وتمثل خدمة "INIR" قاعدة مهمة وأساسية للدول الأعضاء بفعل إتاحة فرص تقييم البنى التحتية النووية من خلال مراجعة فاحصة كاملة ومتخصصة، حيث تُسهم هذه المراجعات في تحديد نقاط القوة والضعف، مما يُمكِّن الدول من تحسين وإعداد خطط تطويرية ناجحة تساهم في تحقيق الأهداف الوطنية في مجال الطاقة النووية. ومع حلول عام (2035م)، من المتوقع أن يزيد عدد البلدان المشغلة للمنشآت النووية بنسبة تقترب من (30 %) بسبب التحاق (10-12) بلدًا جديدًا في صفوف البلدان المشغلة لمحطات القدرة النووية والبالغ عددها حاليًا (32) بلدًا، وهذا التصاعد الملحوظ يستلزم معه مواصلة تحسين كفاءة الهياكل الأساسية لدى تلك الدول بدعم من الوكالة لضمان النشر المسؤول والتنفيذ العادل للطاقة النووية[1].

ومن التطورات التقنية المهمة التي تجذب اهتمام واضعي الخطط والسياسات في قطاع الطاقة ظهور العديد من تصاميم المفاعلات النمطية الصغيرة الأول من نوعها، والتي يُتوقع توافرها ونشرها بحلول عام (2030م). ونتيجة لذلك هناك عدة دول مُستجدة أخذت المفاعلات النمطية الصغيرة بعين الاعتبار عند النظر في الإمكانات التقنية وعند متابعة ورصد التطورات. ومن ضمن هذه البلدان: "الأردن، إستونيا، إندونيسيا، بولندا، زامبيا، السودان، غانا، الفلبين، كينيا، والمملكة العربية السعودية"، ودول أخرى توسعت في ذلك مثل: "بلغاريا، جنوب أفريقيا، الجمهورية التشيكية، ورومانيا"؛ والباعث وراء هذا الاهتمام هو التقدم السريع الذي تشهده تقنية المفاعلات النمطية الصغيرة والمزايا التي يمكن لتلك المفاعلات أن تكفلها مقارنة بمحطات القوى النووية الضخمة، مثل انخفاض التكاليف الرأسمالية الأولية، وإمكانية الاستخدام في الشبكات الكهربائية الأصغر حجمًا، والتطبيقات غير الكهربائية، وجاهزية توسيعها عن طريق إضافة وحدات نمطية، ما يجعل هذا النوع من المفاعلات يقدم حلًا مجديًا للدول التي تحرص على تلبية احتياجاتها من الطاقة دون الاضطرار إلى بناء محطات نووية كبيرة الحجم تتطلب استثمارات ضخمة وفترات زمنية طويلة للتشغيل. ويجدر التشديد هنا على أنه بصرف النظر عما إذا كان المشروع النووي قائمًا على محطات القوى النووية ذات الحجم الكبير أو المفاعلات النمطية الصغيرة، فإنه يستلزم استيفاء الشروط نفسها تقريبًا من حيث البنية الأساسية الوطنية للقوى

1.استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2022م "تسخير الذرة من أجل السلام والتنمية، المرجع السابق، ص17-18-21.

النووية، مع إيلاء القدر نفسه من الانتباه الحاد والمتواصل إلى الأمان والأمن النوويين والمتطلبات المتعلقة بالضمانات.

أضف إلى ذلك فقد أصبحت مفاعلات القوى النووية الحديثة، أي التصاميم التي لا تنطوي إلا على تعديلات أو تحسينات طفيفة مقارنة بأسطول محطات القوى النووية القائم بالفعل في أنحاء عديدة من العالم، حيث هناك مفاعلات مبردة بالماء في مرحلة متقدمة من التشييد وبمقاييس مختلفة من القدرة وفي بعض الحالات قيد الإدخال في الخدمة. ففي الاتحاد الروسي هناك اثنان من المفاعلات السريعة المُبرَّدة بالصوديوم قيد التشغيل، وبدأ أيضًا تشييد آخر من ذات النوع وبمزايا أقوى، كما توجد مفاعلات سريعة قيد التشغيل أو التشييد في الصين والهند، ووصل بالشبكة الكهربائية في الصين في (ديسمبر 2021م) أول مفاعل نمطي مرتفع الحرارة مُبرَّد بالغاز. كما توجد هذه المفاعلات في الإمارات العربية المتحدة، بيلاروسيا، اليابان، وفي دول أخرى مثل الأرجنتين، فرنسا، فنلندا، المملكة المتحدة، والولايات المتحدة الأمريكية.

وبموازاة ذلك، تزداد عناية الدول الأعضاء بالتطور السريع والنشر المبكر للمفاعلات الابتكارية، أي التصاميم المتقدمة التي تشتمل على تغييرات في نهج التصميم أو أنساق النظم مقارنة بالمفاعلات القائمة. وهناك تصاميم ابتكارية قيد التطوير تشمل جميع أنواع المفاعلات الرئيسية، أي: المفاعلات المبردة بالماء، والمفاعلات المرتفعة الحرارة والفائقة الحرارة المُبرَّدة بالغاز، والمفاعلات المُبرَّدة بالصوديوم والرصاص والغاز القائمة على طيف النيوترونات السريعة، ومفاعلات الأملاح المصهورة، وأخيرًا المفاعلات المتناهية الصغر وهي أحدث هذه الأنواع. وهناك بعض التصاميم شارفت عملية تحديثها على الانتهاء، في حين توجد تصاميم أخرى أكثر ابتكارية لا تزال تتطلب الكثير من العمل، بما يشملها من جهود البحث والتطوير واختبارات الجدوى وإعداد بيان حالة الأمان بصيغته التامة، بيد أن هناك عددًا من النماذج الأولية والمفاعلات الابتكارية الإيضاحية قيد التطوير لدى عدة مصممين وبائعين في أنحاء مختلفة من العالم[1].

1. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2022م "تسخير الذرة من أجل السلام والتنمية"، المرجع السابق، ص17-18-21.

- **الفرع الثاني: التقنية النووية السلمية وتنمية الدول**

هناك اهتمامًا عالميًا مُتصاعدًا وتعاونًا مشتركًا للسَيْر في رَكْب الصناعة النووية، وقد تجلَّت هذه الحقيقة بوضوح في عدد الدول المشاركة في مؤتمر باريس عام (2005م) المُنظَّم من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، حيث كانت تهدف من خلاله إلى صياغة خارطة طريق مستقبلية للتقنية النووية. وقد حضر هذا الحدث ممثلون لـ (74) حكومة، أكدت الغالبية الواسعة منهم بأن الطاقة النووية لديها القدرة على لَعْب دور محوري في تلبية حاجيات الطاقة وتعزيز وتطوير وتنمية العالم في القرن الحادي والعشرين. وتشمل هذه التنمية دولًا في مراحل مختلفة من التطور، ومن بين الدول المشاركة عدد من الدول التي تفتقر إلى المبادرات النووية القائمة مثل: إندونيسيا، والمغرب، وبولندا وفيتنام. وقد أوضحت هذه الدول التحديات التي تُعِيق رحلتها نحو التحرك لتأسيس مُخطط للطاقة النووية، أبرزها تأسيس البنية التحتية المُساندة والدعامة الأساسية، وتشمل تلك البنية البناء القانوني والتنظيمي[1].

- **أولاً: التقنية النووية في منطقة آسيا وأوروبا**

أ. الطاقة النووية السلمية في المنطقة الآسيوية

بدايةً وعلى الصعيد الآسيوي، نجد أن الصين قطعت أشواطًا كبيرة في تطوير الطاقة النووية بفعل هيكلها القانوني النووي الذي أثبت جدارته، حيث أدت ضوابطها ولوائحها النووية دورًا حيويًا في زيادة معايير السلامة والأمن النوويين. وما يدل على ذلك أنها طوال تاريخها النووي لم تواجه أي حوادث نووية مُصنَّفة في المستوى (2) فما فوقه، وأبرز ما اتبعته في ذلك مبدأ "إبقاء المواد النووية في مأمن كامل" بهدف التقليل من الاعتماد على المحطات المُشغَّلة بالفحم، مما هيأ البيئة الملائمة لتنمية الطاقة النووية المدنية. وأصبحت الصين حاليًا البلد الأسرع نموًا في العالم من حيث القوى النووية، فمنذ عام (2008م) كان لدى الصين (11) مفاعلًا للطاقة النووية، وفي عام (2019م) كان هناك حوالي (54) مفاعلًا قيد التشييد، وكان من بين الدول المُشيِّدة الصين وجمهورية كوريا. وفي ضوء ذلك، تترقب صناعة الطاقة النووية الغربية بلهفة مستقبل الصين النووي تحديدًا كأكبر مستهلك للطاقة النووية، ولهذا تتوقع الدراسات أن تتقدم الصين بقية دول العالم بالنظر إلى حجم وعدد المفاعلات النووية المُزمع إنشاؤها خلال الخمسين عامًا القادمة، حتى يمكن تلبية متطلبات عملية التنمية ولكي تضمن الصين الحفاظ على معدلات النمو التي عايشتها خلال العقدين الماضيين.

1. مؤشرات الأداء الاقتصادي لمحطات الطاقة النووية، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص9.

فمن تطورات الطاقة النووية في الصين عام (2019م) ربط مفاعلي ماء مضغوط هما: "تاشيان-2 بقدرة (1660) ميغاواط كهربائي" ومفاعل "هايانغ-6 بقدرة (1000) ميغاواط كهربائي". هذا الإنجاز رفع إجمالي عدد وحدات القوى النووية العاملة في البلاد خلال تلك الفترة إلى (48) وحدة. أما الآن فقد أصبح هذا الرقم متجاوزًا بما يصل إلى (57) وحدة نووية عاملة، إلى جانب أكثر من (20) وحدة قيد الإنشاء، وتتسم هذه الزيادة بأهمية إستراتيجية، حيث تُشير إلى اهتمام الصين بتحسين قدرتها الإنتاجية في مجال الطاقة النووية وتلبية احتياجاتها المتزايدة للطاقة. وأضف إلى هذا، كان هناك أربع مفاعلات عاملة في تايوان، مما أضاف بعدًا آخر لرصيد الطاقة النووية في المنطقة. ومع احتساب هذه الوحدات، بلغ إجمالي القدرة النووية في الصين ما بين أعوام (2018م) إلى (2025م) حوالي (49,362) إلى (55,320) ميغاواط صافية من الكهرباء النووية[1].

علاوة على ذلك، بدأت البلاد في استخدام مفاعلين متقدمين ذوي أنظمة الأمان السلبية، والذي يُشار إليها برمز "AP" بقدرة (1000) ميغاواط كهربائي بشكل متزايد لأغراض التوليد المشترك، ويعتمد في تصميمه على أنظمة تعمل بشكل تلقائي دون الحاجة إلى التدخل البشري في حالات الطوارئ، بالإضافة إلى العديد من الابتكارات الذي يتمتع بها هذا النوع من المفاعلات، مما يعكس التوجه نحو استخدام تقنيات حديثة تساهم في تحسين الكفاءة وتقليل الانبعاثات[2].

ويظل لدى الصين أحد أكبر البرامج الوطنية الطموحة في العالم فيما يتعلق بتطوير مفاعلات الماء الخفيف المُبرَّدة المتقدمة، حيث استأنفت الحكومة عملية الموافقة على تشييد محطات جديدة، كما أنها ستُشغِّل جميع المحطات الجديدة باستخدام التشغيل الرقمي بالكامل، بما في ذلك ما يتعلق بالأجهزة والتحكم ونُظم حماية المفاعلات. كما وأبقت محطات القوى النووية التسع في كينشان منذ عام (2013م) معامل القدرة مستقرًا عند نسبة تُقارب (90%)، وفيما يتعلق بمفاعلات الماء الثقيل في الصين، ينصب التركيز على التشغيل طويل الأجل والمسائل المتعلقة بتمديد عمر أنابيب الضغط، ويجري التحضير لإعادة تركيب نُظم الأنابيب "عملية إعادة التنبيب". كما بلغ مشروعها الرائد في مجال المفاعلات الابتكارية السريعة المُبرَّدة بالصوديوم السائل بدلًا من الماء، مما يسمح باستمرار التفاعل السريع، والذي يُرمز له بـ "CFR-600" مرحلة التصميم والتشييد، ومن المخطط أن يدخل الخدمة في النصف الثاني من عشرينيات هذا القرن.

1. مؤسسة Springer-Verlag هايدلبرغ بألمانيا، القانون النووي -النقاش العالمي-، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا، 2022م، ص41.
2. استعراض التكنولوجيا النووية 2020م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص10.

ويُعد هذا النوع من فئة الجيل الرابع للمفاعلات التي تساعد على تقليل النفايات النووية طويلة العمر، بالإضافة إلى أنها تعمل على عدة معاهد لتطوير مفاعلات صغيرة ومتوسطة الحجم أو نمطية مُبرَّدة بالرصاص وخليط سبيكة الرصاص والبزموث. وقد أنشأت الصين أول مفاعل صفري للطاقة مُبرَّد بسبيكة الرصاص-البزموث وهو المفاعل "قيسينغ فينوس" والذي سجل بدايته التشغيلية في (9أكتوبر 2019م)[1]، يتميز هذا المفاعل بأنه صُمم للعمل في البيئات البحثية وليس لإنتاج الكهرباء أو الحرارة، حيث يتخصص في استخدام الطاقة الصفرية أو كما تُسمى "طاقة دون الحرج" من خلال نُظم تشغيل تعتمد على المعجلات لزيادة سرعة الجسيمات المشحونة. هذا التصميم يمكنه إجراء دراسات متقدمة حول معالجة النفايات المشعة وتحويل النفايات طويلة العمر إلى نفايات قصيرة العمر، مما يساعد في إيجاد حل مهم للتحديات المرتبطة بإدارة النفايات النووية وتُعد هذه الأجهزة أساسًا لتقنيات مستقبلية[2]، وزد على هذا، فإن الصين تعمل على دراسة تنفيذ خطة لتسعير الكربون، بجعل من كان سببًا في تلوث الغلاف الجوي يتحمل تكلفته بثمن محدد على كل طن من ثاني أكسيد الكربون، وذلك لأجل الحد من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري. كما يظهر تقدمها الكبير في إنشاء محطات الطاقة النووية التي تعتمد على المفاعلات الصغيرة والمتوسطة الحجم والنمطية لتعزيز الطاقة النظيفة والحد من انبعاثات الكربون، مثل مفاعل "لينغ لونغ ون (Linglong One)" وهو مفاعل ماء مضغوط مُصمم كمفاعل قوى صغير متعدد الأغراض بدأت الصين في تشييده، ويُتوقع اتصاله بالشبكة التشغيلية التجارية لتوليد الكهرباء والتطبيقات الحرارية للمعالجة الصناعية والمياه المُحلاة في عام (2026م)، وفيما يتعلق بالمفاعلات الصغيرة والمتوسطة الحجم أو النمطية القائمة على تقنية الماء المضغوط، عَكَفَت الصين على تطوير تقنية خاصة بثلاثة من تصاميم المفاعلات النمطية الصغيرة ويُرمز للأول بـ "ACPR-50S"، والمفاعل "ACP-100S"، والمفاعل "CAP-F"، وفي عام (2020م) وصلت قدرة توليد القوى النووية في الصين (366.243) مليار كيلو واط/ساعة مع زيادة سنوية تصل إلى (5.02 %)، تُمثل هذه القدرة نحو (4.94%) من القدرة الإجمالية للطاقة النووية في البلاد[3].

وتتجلى فوائد الطاقة النووية في الصين بوضوح عند مقارنتها بتوليد الطاقة من الفحم، فبفضل استخدام الطاقة النووية تم تخفيض حرق (104.7) ميغا طن من الفحم المعياري، مما أدى إلى انخفاض ملحوظ في انبعاثات الغازات الضارة، حيث تسببت الطاقة النووية في تخفيض (274.4) ميغا طن من ثاني

1. المفاعل الصفري: يعمل عند مستويات طاقة قريبة من الصفر مما يقلل من المخاطر المرتبطة بالعمليات النووية.
2. المعجلات النووية، أجهزة تستخدم لتسريع الجسيمات النووية المشحونة مثل البرتونات أو الأيونات إلى سرعة عالية لإكسابها طاقة كافية لإجراء التفاعلات النووية.
3. استعراض التكنولوجيا النووية 2020م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص30.

أكسيد الكربون و(0.89) ميغا طن من ثاني أكسيد الكبريت و(0.87) ميغا طن من أكاسيد النيتروجين. هذا الانخفاض البيئي يُقابله تشجير هكتارات شاسعة من أراضي البلاد، مما يعكس الأثر البيئي الإيجابي للطاقة النووية في التقليل من هذه الغازات. وفي نهاية (سبتمبر 2021م)، كان لدى الصين (51) وحدة قوى نووية تعمل بكفاءة، وتبلغ الطاقة الإجمالية لهذه الوحدات نحو (53.3) غيغاواط، بالإضافة إلى الوحدات العاملة، تقوم الصين ببناء (18) وحدة قوى نووية جديدة تُقدَّر طاقتها الإجمالية بحوالي (19) غيغاواط. يُمثل هذا الاستثمار الكبير في الطاقة النووية خطوة إستراتيجية لتعزيز الحفاظ على أمن الطاقة وتقليل الاعتماد على المصادر الأحفورية التقليدية، وذلك في إطار جهودها للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتحقيق الأهداف البيئية المستدامة، وتعمل الحكومة الصينية بتنفيذ اقتراحها المُحدد في الفترة ما بين (2021-2025م) المعني بتطوير طاقة جديدة وتوسيع الطاقة النووية بشكل كبير وعلى نحو استباقي وبطريقة منظمة مع إعطاء الأولوية للسلامة والأمن، حيث وافقت الحكومة على تشييد عشرات المفاعلات الجديدة، ما يعني زيادة القدرة التشغيلية للطاقة النووية. علاوة على أن الصين واصلت تعزيز النظافة والكفاءة في استخدام الفحم من أجل خفض استهلاك الطاقة لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنحو (13.5%) و(18%). كما استثمرت بشكل واضح في الطاقة النظيفة عمومًا كطاقة الرياح والطاقة الشمسية. وفي سياق ذروة الكربون ومحاولة تقييد أثره، سيُعمل على تسريع تحويل نظام الطاقة والقوى في الصين إلى نظام أكثر نظافة ومنخفض الكربون، وكنوع من الطاقة النظيفة بدون انبعاثات صافية، سيكون للطاقة النووية مساحة أوسع في التطوير. وتُشير التقديرات إلى أن القدرة المُنْشأة للطاقة النووية في الصين ستصل إلى (70) غيغا واط مع نهاية عام (2025م)، وستكون القدرة المُنْشأة قيد التشييد حوالي (50) غيغا واط، وبحلول عام (2030م)، تُشير التقديرات إلى أن القدرة النووية المُنْشأة في الصين ستتجاوز (100)غيغا واط، بينما سيتجاوز إجمالي القدرة المُنْشأة قيد التشييد (50) غيغا واط، وعلى هذا الطريق، من المتوقع أن تُشكل الطاقة النووية نحو (8 %) من إجمالي توليد الطاقة في البلاد، وسيكون للطاقة النووية دور لا غنى عنه في دعم إستراتيجية الصين وتحقيق هدف ذروة الكربون وتحييد أثر الكربون[1].

وخلال العقود القليلة الماضية استمر اتساع استخدام التطبيقات النووية غير المتصلة بشبكة الكهرباء الوطنية في الصين، وتُعرف أنها "غير متصلة بالقوى" وتكون في غير الاستخدام التجاري الكهربائي، وقد شكل هذا نظامًا صناعيًا متكاملًا نسبيًا من حيث تعدين المواد، والاختبار غير المُتلِف، وتحسين

1. مؤسسة Springer-Verlag هايدلبرغ بألمانيا، القانون النووي -النقاش العالمي-، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص41-42.

السلالات باستخدام التشعيع، ومعالجة المنتجات الغذائية والزراعية بواسطة الإشعاع، والطب النووي. وسجلت في مقياس قيمة الإنتاج السنوي زيادة بأكثر من (20%)، وهو ما بات يشكل بقعة مُضيئة جديدة لتعزيز تنمية الاقتصاد الوطني. ومنذ تفشي جائحة كوفيد-19، استغلت الصين مزاياها الفريدة في مجال التقنية النووية باستخدام التعقيم بالتشعيع بدلًا من التعقيم الكيميائي التقليدي؛ ممّا أدى إلى تقصير مدة تعقيم الملابس الطبية الواقية من مدة تتراوح بين (7) و(10) أيام لتصبح يومًا واحدًا، وقد قلص ذلك الحاجة المُلحة إلى (100,000) طاقم من الملابس الواقية يوميًا في ووهان والمناطق الأخرى. وفي نهاية عام (2020م) كان هناك عدد هائل من الشركات المشاركة في إنتاج النظائر المشعة والأجهزة الإشعاعية وبيعها واستخدامها في الصين بزيادة بلغت (22.7%) مقارنة بعام (2015م)، وكان هناك (149,452) مصدرًا مشعًا، و(205,280) جهازًا إشعاعيًا من مختلف الأنواع قيد الاستخدام بزيادة بلغت (22.1%) و (49.5%) مقارنة بعام (2015م). وستواصل الصين توسيع استخدام صناعة التقنية في تطبيقات غير متصلة بتوليد القوى، وستتعاون مع البلدان الأخرى وفقًا لمبادئ المزايا التكميلية والمنفعة المتبادلة [1].

أضف إلى هذا النجاح النووي الصيني، تأتي الدول الآسيوية الأخرى بتفعيل وتشييد المفاعلات النووية المتطورة، حيث تم توصيل مفاعل "APR-1400" في جمهورية كوريا بالشبكة، والذي يتمتع بقدرة تصل إلى (1340) ميغاواط كهربائي في محطة هانول للقوى النووية، وفي ذات السياق، وبناءً على تصريحات مركز الاستعلامات النووية اليابانية، فإن هناك عددًا من الدول الآسيوية المتقدمة في مجال التقنية النووية كاليابان وكوريا الجنوبية تسعى لإبرام عقود البناء لمحطات الطاقة النووية في بلدان شرق آسيا، من بينها إندونيسيا وفيتنام. وتُقدم هاتان الدولتان المساعدات النووية لهذه الدول، مثل التدريب على المهارات التقنية والتنظيمية في المجال النووي، وكذلك من خلال الاشتراك العالي المستوى في المنتدى الآسيوي للتعاون النووي. ويظل تركيز اليابان على استصلاح موقع محطة "فوكوشيما دايتشي" للقوى النووية قائمًا، وكذلك على إعادة تشغيل محطات القوى النووية الخاملة، وقد تم تشغيل تسع مفاعلات جميعها مفاعلات ماء مضغوط، وذلك منذ إغلاقها عقب أحداث فوكوشيما. ومع إيلاء الأولوية للأمان، تتوخى الخطة الإستراتيجية للطاقة عام (2018م) أن تكون الطاقة النووية

1. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2023م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص14.

مصدر قوى أساسي ومهم في تحقيق الطاقة الأمثل بحلول عام (2030م)، وخيارًا لإزالة الكربون بحلول عام (2050م)[1].

والهند، التي تملك (22) مفاعلًا عاملًا وسبعة مفاعلات قيد التشييد، ومن المتوقع أن تُدخل حيز التشغيل (21) مفاعل قوى نووية جديدة بقدرة توليد مُجتمعة (15,700) ميغاواط كهربائي وذلك بحلول عام (2031م). كما وأُعيد تشغيل محطة كاكرابار للقوى الذرية بعد استبدال قناة التبريد وأنابيب التغذية. وتبعًا لذلك، فإن بلدان منطقة جنوب شرق آسيا تُهيئ نفسها بدقة متناهية للدخول في تطوير قطاعها الكهربائي القائم على التقنية النووية، وقد قامت بالعديد من المبادرات التطبيقية لتطوير الكفاءات والكوادر اللازمة لإدارة المحطات النووية فضلًا عن معالجة الكثير من القضايا النووية. وفي نهاية عام (2022م)، كان مجموع قدرة المفاعلات قيد التشييد وعددها (58) مفاعلًا في (18) بلدًا يبلغ (59.3) غيغا واط كهربائي، وقد ظلت القدرة النووية قيد التشييد ثابتة إلى حد كبير في السنوات الأخيرة في معظم المناطق حول العالم[2].

ب. التقنية النووية السلمية في المنطقة الأوروبية

وأما في السياق الأوروبي، فإن الجهود الغربية الجادة تُشير إلى التوسع المتواصل في استخدام الطاقة النووية في أوروبا، حيث تسعى هذه الدول إلى تقليل انبعاثات الكربون وتلبية الطلب المتزايد على الطاقة من خلال توصيل مفاعل الماء المضغوط الأوروبي الذي تبلغ قدرته (1600) ميغاواط بالشبكة الكهربائية في فنلندا. وأرجأت فرنسا لمدة عقد كامل التخفيض المفترض لأسطولها من القوى النووية، وشرعت في أنشطة تعزيز الترقية والصيانة في مفاعل تريكاستان الذي تبلغ قدرته (900) ميغاواط كهربائي، مما سَهَّل دوام العملية التشغيلية للوحدة لمدة عشر سنوات إضافية. غير أن خطة الطاقة المقرر تنفيذها لعدة سنوات والمُنْشَرة في مطلع عام (2019م) تُحدد عام (2035م) ليكون موعدًا نهائيًا لتقليص حصة الطاقة النووية من مزيج الكهرباء في البلاد إلى (50%)، وللوصول إلى هذا الهدف سيتم إغلاق (14) مفاعلًا نهائيًا، وهو ما يخفض القدرة الإجمالية بمقدار (12600) ميغاواط كهربائي، أما بلجيكا فقد استكملت أعمال الترميم الخرسانية في محطة دويل-3. كما نجد استمرارية مشروع مُتطور في محطة "تشرنافودا" للقوى النووية في رومانيا. كذلك السويد التي حصلت على الموافقة بتمديد عمر

1. استعراض التكنولوجيا النووية لعام2020م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص8.
2. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2023م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص8-14.

تشغيل الوحدتين (1) و(2) من محطة "فورسمارك" للقدرة النووية، في حين تعمل أوكرانيا على تطوير برنامج يهدف إلى إطالة تشغيل المفاعل الأوكراني "زابوروجيا-3" لعقد إضافي[1].

ثم تأتي الأرجنتين أحد ممثلي أمريكا اللاتينية، حيث خفضت قدرة محطة "إمبالسي" للقوى النووية بنسبة (1.33 %) فيما تم تمديد عمر تشغيل المحطة لمدة (30) عامًا. وفي أمريكا الشمالية، قامت كندا باستثمارات ضخمة تتمثل في مشاريع تمديد عمر تشغيل محطات القوى النووية لديها، وقد تم إعادة تشغيل محطة دارلينغتون-2 عام (2020م) بعد انتهاء أعمال الصيانة والتجديد الشاملة لها والتي بدأت في (أكتوبر 2016م). أما الولايات المتحدة الأمريكية، فتُعتبر هي المُستغل الأكبر للطاقة النووية وإنتاج القدرة النووية في العالم، ومن إنجازاتها في هذا المجال حتى وقت قريب تمديد عمر تشغيل أغلب المفاعلات القائمة لمدة (60) عامًا، حيث وافقت الهيئة الرقابية النووية على طلب شركة فلوريدا باور أند لايت لتمديد تشغيل الوحدتين (3) و(4) من محطة توركي بوينت لتوليد القوى النووية لمدة (20) عامًا إضافية، وهذه هي المرة الأولى التي تُصدر فيها الهيئة الرقابية النووية تراخيص تُجدد التصريح بتشغيل مفاعلات من (60) إلى (80) سنة.

هذا ولا ننسى أن روسيا جوهر التقنية النووية تمتلك طاقة حديثة توفر المفاعلات النووية بأقل تكلفة وأكثر فاعلية مع الالتزام بشروط السلامة الكاملة، وقد أكد خبراء الطاقة أن روسيا تُسيطر على الصناعة النووية في العالم عبر ذراعها الأقوى في القطاع النووي والمعروفة بشركة "روساتوم" أكبر مُصدِّر للوقود النووي والمفاعلات في العالم. كما تلقت شركة روز إينيرغواتوم في الاتحاد الروسي رخصة لتشغيل محطة "أكاديميكلومونوسوف" للقوى النووية العائمة حتى عام (2029م)، وهي تُعد من أوائل المفاعلات النمطية الصغيرة المتقدمة في العالم، وقد بدأ تشغيلها التجاري الفعلي في (مايو 2020م)، وتقع محطة القوى النووية هذه قبالة ساحل القطب الشمالي في روسيا، والتي بها وحدتان مفاعل من طراز رمز "KLT-40S" بقدرة (35) ميغاواط كهربائي تولدان مُجتمعتين ما يكفي لتزويد مدينة يبلغ عدد سكانها حوالي (100,000) نسمة بالطاقة، وتُستخدم لتحلية مياه البحر وتُنتج ما يصل إلى (240,000) متر مكعب من مياه الشرب العذبة يوميًا[2].

1. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2020م، المرجع سابق، ص9.
2. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2020م، المرجع سابق، ص8.

ومع تزايد عدد البلدان التي فَعَّلَت محطات القوى النووية لديها لأول مرة وبدأت عملياتها التجارية في الانتشار، تظهر رغبة العديد من الدول في تشييد وحدات إضافية لتوليد القوى النووية منها روسيا، والصين، والهند، والبرازيل، والأرجنتين.

وتجدر الإشارة هنا، أنه من مُجمل القدرة التشغيلية التي توفرها المفاعلات العاملة حول العالم، هناك نسبة تُقدَّر بنحو (66%) ما يُعادل (258.7) غيغا واط كهربائي من (291) مفاعلًا يعود إلى مفاعلات يزيد عمرها التشغيلي عن (30) عامًا، ونسبة تفوق (26%) أي ما يعادل (101.5) غيغا واط كهربائي من (128) مفاعلًا توفرها مفاعلات تجاوز عمرها التشغيلي (40) عامًا، في حين توفر المفاعلات التي عمرها أكثر من (50) عامًا فقط (3%) أي (11) غيغا واط كهربائي من (13) مفاعلًا. وهذا التقادم الذي يشهده أسطول المفاعلات العاملة يُبرز الحاجة إلى إنشاء قدرات نووية جديدة أو الارتقاء بالقدرات القائمة لتعويض الحالات المُخطط لها السحب من الخدمة والمساهمة في الاستدامة وأمن الطاقة العالمي والأهداف المتعلقة بتغير المناخ. كما تستثمر الحكومات وهيئات المرافق العامة والجهات المعنية الأخرى في برامج التشغيل الطويل الأجل وإدارة التقادم في عدد متزايد من المفاعلات لضمان التشغيل المستدام والانتقال السلس إلى مستويات القدرة الجديدة[1].

هذا، ولا تزال الدول الأعضاء تستفيد من المساعدة التي تُقدمها الوكالة في فهم الالتزامات والواجبات المرتبطة بإرساء البنية الأساسية اللازمة لبرنامج قوى نووية، استنادًا إلى نهج المعالم المرحلية البارزة، بما يدعم إنشاء برامج آمنة ومستدامة في مجال الطاقة النووية.[2].

- **ثانياً: مستقبل الطاقة النووية في المنطقة العربية والإفريقية**

أ. الطاقة النووية السلمية في القارة الأفريقية

عندما يتعلق الأمر بالقارة الإفريقية، فليس هناك شك أنه من لُبِّ الاقتصاد الإفريقي تقتات فرنسا لأكثر من قرن من الزمان. فسياسة فرنسا الإفريقية تتمحور في الوصول المطلق والمستمر إلى المواد الخام الإفريقية التي تُغذِّي التقنية النووية الفرنسية، وذلك بتأمينها بشكل منتظم وضمان استمرارية إنتاجها دون تعطيل[3].

1. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2023م، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص15.
2. استعراض التكنولوجيا النووية لعام 2020م،مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مرجع سابق، ص12.
3. كان دوه أوغلو، الجماعة المالية الأفريقية -مفهوم الاستعمار الفرنسي الجديد للقارة السمراء-، جمعية الدراسات الأفريقية، إسطنبول، 2019م، على الرابط:aa.com.tr/ar/1606616

ومؤكد أن الاهتمام باليورانيوم بداية الأمر كان مدفوعًا بتداعياته العسكرية، لاسيما بعدما نجحت أمريكا في إظهار قوتها للعالم بتحويل اليورانيوم إلى قنبلة نووية. وعلى نحو مماثل، اتجهت فرنسا سريعًا إلى مستعمراتها في الغابون ومدغشقر لتعزيز وتطوير مساعيها النووية. إلا أن هذا الاستحواذ العسكري والاقتصادي الفرنسي المتجذر بعمق في المجتمع الإفريقي بدأ يواجه صعوبات متعددة وانحسارًا في جوانب من نشاطاته نتيجة دخول منافسين وشركاء جدد يسعى كلٌّ منهم إلى الأخذ بنصيبه من ثروات القارة السمراء، التي لطالما كانت محطًا لأطماع القوى الكبرى لقيمتها الإستراتيجية والاقتصادية، وما يؤكد ذلك النظر إلى احتياطي اليورانيوم في إفريقيا وقدرتها على المشاركة في عالم الطاقة النووية وتلبية احتياجاتها التنموية باستغلال مخزون ثرواتها بنفسها. إلا أن دخولها في هذا المجال مرهون بالشراكة العالمية، ما يجعل منها مسرحًا للتنافس والصراع الدولي.

ومن المهم التنبيه هنا، أن الدول الكبرى في علاقتها مع غيرها من الدول، لاسيما الضعيفة منها، عادة ما تتبع منهجين متميزين عند سَنّ وتنفيذ سياساتها: إحداهما خاص ومُصمم لمنفعة دوائرها الداخلية، وآخر مصمم لتضليل وبسط النفوذ على الدول الضعيفة. فالأول يعمل على إعطاء الأولوية لمصالحها، وإن كان الأمر يتطلب تجاهل الاعتبارات الأخلاقية والقانونية، فهي لا تتوانى في ذلك طالما معادلة المنفعة تفوق تلك المبادئ. وعلى العكس من ذلك عندما يكون الهدف التأثير على الدول الأضعف، هنا قد يتبعون الخطاب الذي يركز على مفاهيم مثل التعاون والشراكة والمجتمع والتنمية الاقتصادية، على الرغم من تناقض النوايا الفعلية، وغالبًا هذا ما تتبعه مع الدول الإفريقية لاستنزاف مواردها. وعلى كل حال، فإن للمشهدين الكثير من الوقائع التي تجسدهما[1].

ولا ريب أن أهمية الطاقة النووية في القارة الإفريقية قد تضاعفت لما تُشكله من دور جوهري في معالجة تحديات الكهرباء التي تواجهها المنطقة، ما أدى إلى رفع سقف التطلعات في تحويل المشهد الاقتصادي وتعزيز الأهداف الإنمائية داخل إفريقيا. أما على الصعيد العملي، فتُعد جنوب إفريقيا الدولة الوحيدة في القارة السمراء التي تحتضن محطتين للطاقة النووية من إجمالي عدد المحطات النووية المُشغَّلة حول العالم والمُقدر عددها بـ (437) محطة، حيث تظهر من خلال شركة "إسكوم" التي بدأت بترميم مفاعلات "كويبيرغ" التابعة لها في جنوب إفريقيا، بهدف إطالة أعمارها التشغيلية لمدة (20) عامًا على أقل تقدير، الأمر الذي يُشير إلى نظرة تشاؤمية لمستقبل الطاقة النووية في إفريقيا، حيث لن تُضاف أية قدرة نووية إفريقية جديدة حتى عام (2030م).

1). إيمان لوافي، اليورانيوم في أفريقيا ورقة رابحة وحصان خاسر، مجلة أراء حول الخليج، مركز الخليج للأبحاث، العدد 125، 2017م، ص1-2.

ورغم ذلك، فقد نُشرت مؤخرًا رؤية متفائلة من قبل وكالة الطاقة الدولية للطاقة الذرية فيما يتعلق بتحقيق التنمية المستدامة حول العالم، تُشير إلى حدوث نمو عالمي في صناعة الطاقة النووية بحلول منتصف هذا القرن يصل تقريبًا إلى (5000) غيغا واط، وللدول النامية بما فيها الإفريقية نصيب من هذا التوسع، كما تُشير بعض التوقعات المستقبلية إلى ارتفاع حجم النشاط النووي في إفريقيا من خلال البناء النشط للمفاعلات النووية، فضلًا على أن هناك العديد من الدراسات حول التنمية المستدامة في إفريقيا وتطوير الطاقة والاستفادة من الطاقة النووية في دول جنوب الصحراء الكبرى، تتضمن بوركينافاسو، جمهورية الكونغو الديمقراطية، إثيوبيا، كينيا، مالي، موريتانيا، النيجر.. وغيرها من الدول الإفريقية، حيث اقترحت دولة جنوب إفريقيا بناء (24) مفاعلًا للطاقة النووية بقدرة (4000) ميجاواط في فترة ما بين (15 إلى 20) سنة، كما أن غانا لديها مُخطط لتأسيس لجنة للطاقة النووية على مستوى الحكومات، والعمل على إرساء البنية الأساسية الوطنية لتقديم وتوفير الطاقة النووية إلى غانا بما يتضمن ذلك من مواصلة تنمية قدرات المنظمات الرئيسية المعنية، كما أنها وسعت من نطاق خيارات تقنية المفاعلات التي تدرسها، ويشمل ذلك المفاعلات النمطية الصغيرة، وقد تلقت ردودًا من خمسة بائعين على طلب إبداء الاهتمام بإنشاء نحو (1000) ميغاواط كهربائي من القدرة النووية، ومن المفترض أن أعمال التشييد قد بدأت منذ عام (2023م) على أن يكون الإدخال في الخدمة عام (2029م). أما كينيا فقد أعلنت أنها سوف تنظر في تشييد مفاعل بحث بالإضافة إلى محطة للقوى النووية من الحجم الكبير، وستعمل أيضًا على استكشاف المفاعلات النمطية الصغيرة. كذلك استأنفت نيجيريا الأنشطة المتعلقة ببرنامج القوى النووية الخاص بها بعد فترات تأخير بسبب تغيرات مؤسسية في المنظمات الرئيسية المعنية وجائحة كوفيد-19، وشملت هذه الأنشطة تحديث الدراسات التمهيدية ودراسات الجدوى لإعادة تقييم الجدوى الاقتصادية لمشروع محطة القوى النووية[1].

وقد انتهت أنغولا من وضع قانون للطاقة النووية لتسهيل مشاريع البحوث والتدريب، كما أن لديها خطة لبناء عدد من محطات الطاقة النووية بدعم من الصين. وفي الوقت الراهن تبرز بوركينافاسو واحدة من أقل الدول وصولًا إلى إمدادات الكهرباء في العالم، ووفقًا لوكالة الطاقة الدولية لا تتجاوز نسبة الأشخاص الذين لديهم وصول للكهرباء (20%) في البلد الواقع غرب إفريقيا، ما أدى إلى تفاقم الحاجة إلى الكهرباء في بوركينافاسو باعتبارها ركيزة أساسية في التنمية الاقتصادية. الأمر الذي دفع الحكومة إلى إبرام إعلان يستهدف تعزيز إمدادات الكهرباء في البلاد، وقد تم بالفعل إبرام اتفاقية إفريقية روسية

1. استعراض التكنولوجيا النووية 2022م "تسخير الذرة من أجل السلام والتنمية"، مرجع سابق، ص19.

تحت مسؤولية الطاقة النووية الروسية "روساتوم" وذلك بالاتفاق على بناء محطة طاقة نووية في بوركينافاسو، تُساهم في تعزيز سعة الكهرباء في البلاد خلال السنوات القادمة، بالرغم من وجود الاعتراضات والشكوك حول جدوى المشروع، كاعتراض وزير المصالحة الوطنية السابق في بوركينافاسو الذي يرى أن بناء محطة نووية في البلاد هو مجرد شكل من أشكال الدعاية الروسية[1].

وعليه، فقد أكد قادة إفريقيا على الإسهامات الكبرى للطاقة النووية في دعم النهضة التنموية للقارة، حيث تتضمن مساعدة بلدان القارة على مواجهة احتياجات الطاقة ومحاربة الفقر. وفي سياق إدماج القدرة النووية في مزيج الطاقة بالنسبة لهذه البلدان، تُعد هذه الخطوة مساهمة كبيرة نحو تحقيق أهدافها فيما يتعلق بالتخفيف من حدة تغير المناخ، وقد أدرجت عدة بلدان منها الطاقة النووية ضمن مساهماتها المحددة وطنيًا المقدمة بمقتضى اتفاق باريس إلى أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

ب. الوضع النووي في المنطقة العربية

وبنفس الأهمية، فإن الدول العربية تتمسك بحقها الأصيل في الاستفادة من الاستخدامات السلمية للطاقة النووية على نحو ما تنص عليه المادة الرابعة من معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية، وتستنكر الدول العربية المساعي الرامية إلى تقييد هذا الحق في مقابل منح تسهيلات لبعض الدول غير الموقعة في معاهدة حظر الانتشار.

ووفقًا لمقتضيات التقدم التي أقرتها كثير من الدراسات في هذا المجال، برز قطاع الطاقة النووية للأغراض المدنية باعتباره محورًا ذا أهمية للدول العربية. فعلى مستوى اجتماعات القمم، أعربوا مرارًا عن التزامهم بصياغة مبادرات للتطبيق السلمي للطاقة النووية لتعزيز التنمية في مختلف المجالات الممكنة، ما أدى إلى حشد الجهود المنسقة على المستوى المحلي داخل الدول العربية لإنشاء قاعدة علمية وبحثية في مجال الطاقة النووية، وتكوين الكوادر اللازمة، ووضع مخطط عربي موحد لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، تمهيدًا لدعم التعاون العربي الإقليمي ولإقامة مشاريع تعاونية تعزز التقدم في هذه المجالات[2].

فمصر، على سبيل المثال، تسعى لتغطية ما يقارب (20%) من احتياجاتها عبر المصدر النووي، وقد وضعت حجر الأساس لأول مفاعل نووي من أصل أربع مفاعلات من الطراز الروسي تعتزم تشييدها

1. محمد عبد السند، الطاقة النووية في أفريقيا فرص واقعية أم أضغاث أحلام؟، منصة الطاقة، 2023م، على الرابط: attaqa.net/2023/10/26/
2. المجموعة العربية تؤكد حقها في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وكالة أنباء الإمارات-وام، أبو ظبي، 2018م، على الرابط: al-ain.com/article/arab-group-right-peaceful-uses-nuclear-energy

في منطقة "الضبعة" على ساحل البحر المتوسط. ويُعد مشروع محطة "الضبعة" للطاقة النووية خطوة مهمة في إستراتيجية التنمية المستدامة في مصر. ومن المتوقع بدء أعمال اختبارات التشغيل للوحدة الأولى خلال عام (2027م)، على أن يكون استكمال إدخال الوحدة الأولى في الخدمة عام (2028م)، مع توالي إدخال الوحدات الأخرى وصولًا إلى الوحدة الرابعة بحلول عام (2030م). وكانت مصر قد استضافت بعثة لخدمة تصميم المواقع والأحداث الخارجية في (يناير 2019م)، والمرحلة الثانية من خدمة الاستعراض المتكامل للبنية الأساسية النووية في (أكتوبر- نوفمبر 2019م)[1]،ويُعرب الأردن من خلال هيئة الطاقة الذرية الأردنية عن اهتمامه بإقامة وتعزيز علاقات التعاون النووي مع الدول المتقدمة في هذا المجال، بهدف دعم وتطوير البرنامج النووي الأردني الذي يسعى من خلاله لإنشاء أول مفاعل نووي. بالإضافة إلى أهم ما أنجزته هيئة الطاقة الذرية الأردنية على المستوى الدولي المتمثل في توقيع اتفاقية تعاون بين حكومة المملكة الهاشمية وحكومة الجمهورية التشيكية من أجل تطوير الاستخدامات السلمية للطاقة النووية عام (2018م)، وتوقيع مذكرة تفاهم للتعاون في مشروع المفاعلات عالية الحرارة المبردة بالغاز ما بين المؤسسة الوطنية النووية الصينية وهيئة الطاقة الذرية الأردنية، وتوقيع مذكرة تفاهم للتعاون في مشروع محطة الطاقة النووية ما بين المؤسسة الوطنية النووية الصينية وهيئة الطاقة الذرية الأردنية من نفس العام. وتوقيع اتفاقية تسويق منتجات المفاعل النووي الأردني للبحوث والتدريب بين هيئة الطاقة الذرية الأردنية ومكتب الوفاق العلمي في جمهورية العراق وُقعت في عام (2020م)[2] .

وقد قرَّر الأردن المضي في مسارين متوازيين صوب استحداث برامج القدرة النووية: أولهما إنشاء محطة للقوى النووية من الحجم الكبير (1000) ميغاواط كهربائي بنظام التشييد والامتلاك والتشغيل ونقل الملكية، والثاني إنشاء مفاعلات نمطية صغيرة مع إيلاء الأولوية لهذا المسار، حيث بدأ الأردن بإجراء دراسة جدوى لاتخاذ قرار بالاستثمار في استخدام المفاعلات النمطية الصغيرة لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر. ويخطط لإصدار مواصفات تقديم العطاءات لمشروع المفاعلات النمطية الصغيرة في عام (2026م)[3].

وتأتي المغرب بتوقيع مذكرة تفاهم بين اللجنة الإفريقية للطاقة النووية التابعة للاتحاد الإفريقي والمركز الوطني للطاقة وعلوم التقنيات النووية عام (2023م)، وتتمحور هذه المذكرة حول تبادل الخبرات

1. أمجد سعيد الوكيل، مشروع المحطة النووية بالضبعة ورؤية مصر 2030م –رؤى إسترتيجية وخطط مستقبلية لعام 2025م-، هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، على الرابط: nppa.gov.eg/News/Details?id=2225
2. هيئة الطاقة الذرية الأردنية، التعاون الدولي، على الرابط: /jaec.gov.jo/Ar/Pages
3. استعراض التكنولوجيا النووية، 2022م "تسخير الذرة من أجل السلام والتنمية"، مرجع سابق، ص19.

والممارسات الجيدة في مجالات الطاقة النووية والأمن والسلامة النوويين، إلى جانب التطبيقات النووية في مختلف القطاعات[1]، وفي هذا السياق، أخذت المغرب تُدرج مشروعات جديدة في مختلف القطاعات الاجتماعية والاقتصادية، لاسيما قطاع الصحة والصناعة والتعدين والزراعة والتعليم العالي والبحوث، فيأتي المجال الصحي المتمثل في علم الأشعة والطب النووي والعلاج الإشعاعي... إلخ، بنسبة تفوق (80%) من المنشآت والمرافق التي باتت تستخدم مصادر الإشعاعات المؤينة. وبالتالي، فإن مجال الصحة في المملكة المغربية يحوز أكثر من (7000) وحدة من المعدات الإشعاعية، وأكثر من (300) ماسحة و(40) مُعجِّلًا إلكترونيًا تستخدم كلها في العلاج، وحوالي (24) مركزًا للطب النووي. ومن المأمول أن تتصاعد هذه النسب في المستقبل ببناء مراكز جديدة والتوسع في التأمين الصحي الإلزامي. كما ويُنتج المركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية عناصر إشعاعية مثل اليود (131) من خلال مفاعل البحوث الذي يرمز له "MA-R1" والذي بدء تشغيله منذ عام (2007م) لغرض التدريب والبحث العلمي وإنتاج النظائر المشعة وتحليل المواد، علاوة على تيسير وإدارة العمل في استيراد وتوزيع مختلف العناصر المشعة التي تستخدمها مراكز الطب النووي، ما يسفر عن هذا نشاط مهم متعلق بنقل المواد المشعة على الصعيد الوطني. كذلك تمتد المصالح النووية المغربية إلى المجال الزراعي، حيث يُشارك المعهد الوطني للبحوث الزراعية ومعهد الحسن الثاني للفلاحة والطب البيطري، إلى جانب المكاتب الإقليمية للتنمية الزراعية في مبادرات بحثية زراعية شاملة. ويقوم المعهد الوطني مع مركزه الإقليمي الموجود في طنجة بتشغيل جهاز قوي الإشعاع، وتوجد في المركز مختبرات مخصصة للبحوث الزراعية وقياس الجرعات. وفي مجال البيطرة، بالإضافة إلى معهد الحسن الثاني للزراعة والطب البيطري، تم تجهيز العديد من المؤسسات العامة والخاصة بأجهزة إشعاعية للتطبيقات البيطرية، ويخطط المكتب الوطني لسلامة الأغذية لإنشاء مرفق للإشعاع في أغادير لتعقيم الآفات. أما على الصعيد البحثي، ففي الأصل يقوم المركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية بأعمال البحث والتدريب، ويمتلك مفاعل بحوث نووية بقدرة (2) ميغاواط منذ عام (2009م) في مركز الدراسات النووية المتواجد بالمعمورة. ويحوي هذا المركز مرافق وأنشطة أخرى تستخدم مصادر الإشعاعات المؤينة، ومخصصة لإنتاج المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، والتصرف في النفايات المشعة المتولدة على الصعيد الوطني، والتطبيقات الصناعية والبيئية والبحوث، وضبط معدات الوقاية والنقل والتدريب، كما وتوجد لدى الجامعات أيضًا مختبرات بحثية تستخدم

1. وزارة الانتقال الطاقي والتنمية المستدامة -المملكة المغربية-، توقيع مذكرة تفاهم بين اللجنة الإفريقية للطاقة النووية والمركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية، 2023م،على الرابط: -environnement.gov.ma/ar/136-2014-02-15-13-28-12/4106-2023-05-08 10-33-19

مصادر الإشعاعات المؤينة لأغراض البحوث، ومعايرة معدات القياس، والتدريب والتدريس في مجالات الفيزياء، والأرصاد الجوية، والطب، والجيولوجيا وغيرها. أما ما يتعلق بالكهرباء النووية، ففي مجال القوى الكهربائية النووية قد أنشأت وزارة الطاقة والمعادن والبيئة لجنة للتخطيط بشأن الكهرباء النووية وتحلية مياه البحر، وأسندت إليها مهمة دراسة الشروط اللازمة لإدخال الطاقة الكهرباء النووية إلى المغرب بما يتماشى مع المبادئ التوجيهية والتوصيات الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية. وفي هذا الصدد استضافت المغرب بعثة المراجعة المتكاملة للبنية التحتية النووية التي أجرتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية في عام (2015م)، وتُوجت هذه المشاركة بإصدار ما يقرب من (15) توصية وملاحظة يتعلق عدد كبير منها بالإطار التشريعي والتنظيمي، فضلًا عن السلامة النووية والحماية من الإشعاعات.

وفي دور الأمان النووي، يأتي دور المؤسسة العمومية ذات الطابع الإقليمي المتمثلة في أمسنور والتي تتكفل بالامتثال إلى الأمن والأمان النووي والإشعاعي في الأنشطة والمرافق ذات المصادر الإشعاعية وفقًا لأحكام القانون النووي المغربي واللوائح ذات الصلة، والتي تتفق بدورها مع الصكوك الدولية ذات الصلة ومعايير الأمان وإرشادات الأمن النووي. وتتمثل أهداف ووظائف أمسنور الأساسية في تنظيم مسائل الأمان والأمن، واستعراضها، وتقييمها، والترخيص بها، والتفتيش عليها، وتحديد الجزاءات، وإعلام الجمهور مع حماية المعلومات الحساسة والسرية، وتوفير الدعم للدولة بشأن القضايا ذات الصلة، والنهوض بالتعاون الإقليمي والدولي. وقد شرعت المؤسسة المعنية في عام (2018م) في تصميم وتنفيذ نَسَق إداري متكامل يغطي الجانب الرقابي بالإضافة إلى العناصر التي تتناول تطوير مواردها البشرية والمالية والنوعية وجوانبها التنفيذية. وقد جرى هذا التصميم والتنفيذ في إطار تعاون أمسنور مع الاتحاد الأوروبي، مع استفادتها من تعليقات الهيئات الرقابية الأوروبية. وحددت أمسنور إستراتيجياتها وأهدافها للفترة (2017-2021م) آخذة في الاعتبار البيئة الوطنية والدولية السائدة عند إنشائها، وذلك استنادًا إلى توصيات الوكالة الدولية للطاقة الذرية[1].

ثم يأتي مستوى البرامج النووية الخليجية، حيث لوحظت مساعٍ مماثلة بالنسبة لدول الخليج حين شرعوا بدراسة جدوى إمكانية الدخول في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، بناءً على التوجيهات الواردة في البيان الختامي للدورة السابعة والعشرين لمجلس التعاون لدول الخليج العربية التي عقدت في الرياض في الفترة من (9 إلى 10 ديسمبر 2006م)، وقد فُرضت دراسة تعاونية بين دول مجلس

1. مؤسسة Springer-Verlag هايدلبرغ بألمانيا، القانون النووي -النقاش العالمي-، مرجع سابق، ص394-353.

التعاون الخليجي لإنشاء برنامج موحد في مجال التقنية النووية لأغراض سلمية بما يتماشى والمعايير واللوائح الدولية. وفي أوائل (سبتمبر 2010م)، أعلنت الكويت نيتها بإنشاء أربع مفاعلات نووية، وذلك إثر الجدل الذي ساد حول البرنامج النووي الإيراني ومخاطره المحتملة، خاصة بعد تدشين العمل في مفاعل بوشهر. أما الإمارات فقد عملت على تجهيز الإطار المؤسسي للطاقة النووية بإنشاء هيئة للرقابة الذرية وهيئة اتحادية للرقابة النووية، كما أقرت قانونًا نوويًا ينظم القضايا النووية. وفي هذا الإطار، وقعت الإمارات العديد من الاتفاقات التعاونية كاتفاقها مع فرنسا عام (2008م) يتضمن تقييم وإتاحة الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وإنشاء لجنة مشتركة لمراقبة تنفيذ التعاون النووي في مجال استخدام الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء وتحلية مياه البحر[1]، واتفاق التعاون بين حكومة الإمارات العربية المتحدة وحكومة الولايات المتحدة الأمريكية بشأن الاستخدامات السلمية للقوى النووية في (21مايو 2009م)، واتفاق بين حكومة المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وإيرلندا الشمالية وحكومة الإمارات العربية المتحدة للتعاون في مجال الاستخدامات السلمية للقوى النووية لعام (2010م). واتفاق بين حكومة الإمارات العربية المتحدة وحكومة أستراليا بشأن التعاون في مجال الاستخدامات السلمية للقوى النووية في (31يوليو 2012م)، واتفاق حكومة الإمارات العربية المتحدة وحكومة كندا للتعاون في مجال الاستخدامات السلمية للقوى النووية في (18سبتمبر 2012م)، كذلك اتفاق حكومة الإمارات العربية المتحدة وحكومة الاتحاد الروسي بشأن التعاون في ميدان استخدام القوى النووية للأغراض السلمية في (17ديسمبر 2012م)، وقد ساهمت هذه الاتفاقات في إرساء أساس التعاون على مختلف المستويات في الدولة؛ ونتيجة لذلك قامت جهات تابعة للإمارات العربية المتحدة بإبرام عدد من الاتفاقات ومذكرات التفاهم الثنائية مع نظيراتها الأجنبية لإدامة الجهود التعاونية النابعة من اتفاقات التعاون النووي. ويبرز من بين أهم الاتفاقيات التعاونية الإماراتية مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية والشركاء الدوليين من أجل كفالة تنفيذ برنامجٌ ناجحٌ ومستدام للطاقة النووية، حيث نجحت الإمارات في تجسيد برنامجها النووي "براكة الشاطئ" والذي بدأ تنفيذه منذ عام (2012م) آخذًا في الاعتبار الدروس الأولى المستفادة من حادث فوكوشيما دايتشي، مما جعل الإمارات أول بلد عربي مُستجد يقوم ببناء محطة قوى نووية بعد (27) سنة من الحادث، وقد مُنحت رخصة تشغيل الوحدة الأولى من محطة براكة للقوى النووية إلى شركة نواة باعتبارها المشغل النووي في (17 فبراير 2020م)، وبذلك

1. السيد مصطفى أحمد أبو الخير، الأسس القانونية لحق الدول في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، مرجع سابق، ص144-142.

وضعت نفسها ككيان رائد في المشهد النووي العربي. وعلى ذات المنوال تسير دولة قطر نحو السياق النووي، حيث وقعت اتفاقًا نوويًا مع فرنسا[1].

وبصفة عامة، فإن معظم الدول العربية قد أعلنت رسميًا عن طموحاتها النووية والسعي لجعل المجال النووي السلمي أحد روافد تحقيق التنمية، ما يجعل من تطوير الطاقة النووية في العالم العربي وخاصة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا يمثل اتجاهًا متناميًا لديه القدرة على إحداث تغير ملموس في مشهد الطاقة في المنطقة. ومع وجود الدعم المناسب والأطر التنظيمية السليمة، يمكن للطاقة النووية أن تساعد العديد من البلدان على تغطية احتياجاتها وتحقيق التنمية المستدامة لسكانها.

وبهذا، فإن أحدث التوقعات المستقبلية للطاقة النووية السلمية تنطوي على زيادة عدد المفاعلات حول العالم بما يتراوح (1000 إلى 1500) مفاعل قوى نووية. يشمل هذا التوسع تطوير هذه المفاعلات الجديدة ومنهجيات دورة الوقود، بالإضافة إلى حل القضايا المتعلقة بالأمن والسلامة وإدارة النفايات النووية وانتشار الأسلحة النووية، بالإضافة إلى عرض الكهرباء المولدة نوويًا بأسعار تنافسية. ومن ثم، فإن هذه الصناعة هي صناعة المليارات؛ إذ توفر فرصًا كبيرة لتحقيق أرباح ضخمة نظرًا لما ينتظرها من مستقبل واعد[2].

1. مؤسسة Springer-Verlag هايدلبرغ بألمانيا، القانون النووي -النقاش العالمي-، مرجع سابق، ص330-340.
2. أيمن إبراهيم عبد السلام، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، مرجع سابق، ص44.

المطلب الثاني:
الآفاق النووية العالمية

إن النمو التقني والتجديد المُنظم مُقتضيان لا بد منهما لكي تحتل الطاقة النووية موقعًا أساسيًا ضمن إمدادات الطاقة المستدامة على الصعيد العالمي، ويتحقق ذلك بمساعدة الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) لهذا الابتكار من خلال أنشطة تعاونية متنوعة، غايتها تطوير التقنيات في مجال المفاعلات؛ لتكون أكثر كفاءة وفعالية من حيث التكلفة والاستدامة. حيث تعمل الوكالة في جهود مشتركة مع الدول لتحديد ومعالجة التحديات المرتبطة بهذا الميدان الحيوي، وذلك من خلال تحسين المفاعلات المتقدمة والتخفيف من المعوقات ورفع سقف المعايير المرتبطة بتصميم أنظمة الأمان. ويشمل هذا الدعم مشاريع البحوث العلمية وأنشطة مثل حلقات العمل المنعقدة مع خبراء دوليين، إلى جانب التعاون مع المحفل الدولي للجيل الرابع من المفاعلات (GIF)، وهو مسعى تعاوني دولي يضم الآن (13) بلدًا بالإضافة إلى المفوضية الأوروبية، ينهض منذ تأسيسه بأنشطة البحث والتطوير لدعم الجيل التالي من نُظم الطاقة النووية ونقل وتبادل المعرفة والخبرات بين الدول، ويهدف المحفل لجعل مفاعلات الجيل الرابع جاهزة للاستخدام بحلول منتصف هذا القرن.

- **الفرع الأول: المفاعلات النووية المتقدمة**

ساهمت المفاعلات النووية المتقدمة بشكل كبير في جعل الطاقة النووية بديلًا مُحسنًا للطاقة منخفضة الكربون، وذلك لما تتميز به من سمات مستدامة ومقدرة تسبق بها المفاعلات التقليدية، من خلال الأمان المعزز والتخفيف من النفايات النووية إلى أدنى حد ممكن (باعتبارها أحد أكبر التحديات البيئية). التصميمات الحديثة تهدف إلى تحقيق الكفاءة الأمثل من حيث التكلفة والكفاءة الحرارية المعززة، والتي تُمكّنها من تحويل أكبر نسبة من الطاقة الحرارية الناتجة عن الانشطار النووي إلى كهرباء، ما يساعد في تقوية وتدعيم الأداء العام لمحطات الطاقة، بالإضافة إلى الاستخدام الأفضل للموارد الطبيعية والقدرة على معالجة استغلال الوقود النووي وإنتاج الكهرباء. ومن المتوقع أيضًا أن تُسهل هذه المفاعلات رفع الجدوى الاقتصادية، وتيسير عمليات التراخيص التنظيمية والمكونات التشغيلية، وزيادة نسبة القبول العام، ومن ثم مساعدة الدول في التفكير في استخدام الطاقة النووية لتحقيق الأمن الطاقوي والاستدامة البيئية والمناخية في المستقبل القادم.

- **أولاً: تصاميم المفاعلات المتطورة[1]**

إن الاهتمام الدولي بمفاعلات القوى النووية الصغيرة ومتوسطة الحجم في تزايد مستمر، ويعود ذلك في الغالب إلى أن هذه المفاعلات تسمح باستثمارات أصغر وأكثر مرونة وتدريجية على مر الزمن،ويُقصد بـ"صغيرة" في عالم المفاعلات النووية أن قدرتها تقل عن (300) ميغاواط كهربائي، وأما "المتوسطة الحجم" فتتراوح قدرتها بين (300) و(700) ميغاواط كهربائي. وتشير بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى أن هناك حوالي (45) إلى (80) تصميمًا ومفهومًا مُعاصرًا للمفاعلات النووية الصغيرة ومتوسطة الحجم في مختلف مراحل البحث والتطوير حول العالم، ما يعكس حقيقة التنوع والإبداع بهذا الطراز من المفاعلات والرغبة في تلبية احتياجات الطاقة المتنوعة والآمنة. كما تحضر مفاعلات الماء الخفيف (LWRs) كأحد المفاعلات المتقدمة التي تعتمد عليها مرافق الطاقة النووية بما يفوق نسبة (80%) من قدرتها التشغيلية العالمية، وتعمل العديد من الدول حاليًا على تطوير وتشييدها لغرض تسهيل تلبية متطلبات الطاقة المستقبلية، كذلك، هناك ما يُعرف بـ المفاعلات السريعة المتقدمة، والتي لها القدرة على توليد طاقة تتجاوز (60) إلى (70) ضعف الطاقة التي تنتجها التقنيات التقليدية لكل كيلوغرام من اليورانيوم. وباستخدام هذا النوع من المفاعلات في إغلاق دورة الوقود النووي وإعادة تدوير الوقود المُستهلك، قد يُسهم ذلك في زيادة استغلال الموارد الطبيعية بشكل كبير مع التخفيف في نفس الوقت من تراكم النفايات المشعة طويلة الأجل. ومن النماذج المشهورة لها: المفاعل السريع التجريبي الصيني الذي دخل في طور العمل منذ (يوليو 2011م)، وكذلك المفاعل النموذجي سريع التوليد في الهند الذي لا يزال قيد التشييد.

أضف إلى ذلك، تتمتع تقنيات المفاعلات المتقدمة الأخرى والمتمثلة في تصاميم المفاعلات المبردة بالغاز ذات درجات الحرارة المرتفعة (HTGRs) بقدرة عالية على توليد الكهرباء بكفاءة كبيرة، ويمكنها أيضًا في إطار بعد زمني طويل أن توفر وسيلة ناجحة من حيث التكلفة لإنتاج حرارة المعالجة، بتوظيف درجات الحرارة العالية والمنخفضة في التطبيقات المتعلقة بالهيدروجين النووي والتحلية النووية. وقد بدأ بناء النموذج الأولي في العالم للمفاعل المبرد بالغاز ذي الحرارة العالية في (ديسمبر 2012م) في الصين، والمُسمى بمفاعل خليج شيداو[2].

1.برونا ليكوسوا، المساهمة في تحقيق السلم والصحة والازدهار -التطلع إلى المستقبل-، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، شعبة الإعلام العام، فيينا، العدد 4-54، 2013م، ص36-37.
2. برونا ليكوسوا، المرجع السابق، ص36-37.

أ. المفاعلات التطورية والابتكارية

للمفاعلات المتقدمة فئتان رئيسيتان يتمثلان في المفاعلات التطورية والمفاعلات الابتكارية، ولهذه المفاعلات دور حاسم في تحقيق مقاصد الطاقة في تخفيض الكربون، الهدف الذي يسعى إليه العالم للمحافظة على البيئة. وتُعد المفاعلات التطورية بمثابة العجلة المتينة والسريعة التي توفر طاقة قليلة الانبعاثات الكربونية، في حين تُمثل المفاعلات الابتكارية خطوة مهمة نحو المستقبل التنموي، من خلال العمل على مساعدة الدول نحو تغيير مسارها تجاه مصادر الطاقة منخفضة الكربون، مع التقليل بشكل كبير من النفايات قوية الإشعاع الناشئة عن التشغيل، وتوسيع التطبيقات غير الكهربائية للقوى النووية، مما يتسنى الاستفادة من الطاقة النووية في مجالات شتى تتجاوز إنتاج الكهرباء.

وفي الزمن المعاصر يوجد ما يقارب (15) مفاعلًا تطوريًا قيد التشغيل، كما يلوح في الأفق تشييد المزيد منها، مما يعكس التطور الهائل صوب هذا المسار النووي. ومن بين هذه المفاعلات يظهر كل من المفاعل من طراز "APR-1400" في كوريا الجنوبية، والمفاعل من طراز "VVER-1200" في روسيا، اللذان يمثلان أعلى معايير الأمان والجدارة لتصاميم مفاعلات الماء المضغوط. كذلك ثمة مفاعل آخر من ذات نوع "APR-1400" حاليًا في الإمارات العربية المتحدة، والذي تسعى من خلاله إلى تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام (2050م). وعلى ذات السياق ثمة وحدات أخرى من طراز مفاعل "VVER-1200" قيد الإنشاء في عدة دول منها بنغلاديش، بيلاروسيا، وتركيا، مع إنشاء وحدات إضافية في فنلندا، فرنسا، والمملكة المتحدة. وقد تم تصميم هذا المفاعل خصيصًا لتبسيط العمليات التشغيلية لمنشآت الطاقة النووية مع زيادة قدرتها على التوليد في نفس الوقت، مما يجعل هذا النوع من الخيارات الجذابة للدول التي تطمح إلى تنمية قدراتها الإنتاجية من الطاقة الصديقة للبيئة. كذلك يبرز مفاعل "Hualong One هوالونغ-1، بمعنى التنين الصيني" من طراز "HPR-1000 بقدرة (1090) ميغاواط كهربائي" كأحد أهم البرامج النووية التي تشهدها الصين، حيث يجرى تشييد هذا المفاعل في عدة مواقع على امتداد الصين، ومن المخطط تصديره إلى بلدان عدة من بينها الأرجنتين، والمملكة المتحدة. يحتوي هذا المفاعل على مزايا تتعلق بنظم الأمان المتطورة نشطة وغير نشطة. فمثلًا، في حالة فقدان القوى تعمل قضبان التحكم على التداخل بشكل تلقائي بفعل تأثير الجاذبية، مما يكفل استقرار المفاعل وتخفيف المخاطر الناتجة عن فقدان التحكم، كما يتميز بهيكل احتواء متطور

مؤهل لتحمل الضغوط العالية، ما يقلل من فرص منع ترسب المواد النووية في حالة وقوع حادث نووي[1].

ثم يأتي مفاعل طراز"AP1000"أي يعتمد على أنظمة الأمان السلبية والنشطة[2] و يعد مثالًا بارزًا للنمط النووي المعاصر، وهو مفاعل ماء مضغوط بقدرة(1157) ميغاواط كهربائي، يتم تشغيله حاليًا في محطّتين للقوى النووية في الصين، ويشتمل تصميم هذا المفاعل البسيط نسبيًا على عدد أقل من الصّمّامات مقارنةً بنظائره من المفاعلات الأخرى؛ ممّا يقلل من التشغيل التعقيدي ورفع الأهلية التشغيلية، كما يتميّز بسمات تستفيد من القوى الطبيعية مثل الغاز المضغوط وتدفق الجاذبية، وتدفق الدوران الطبيعي، والحمل الحراري[3]وما إلى ذلك من وظائف متعلقة بالأمان. ولهذه المزايا فإن هناك وحدات إضافية من المفاعل "AP-1000" قيد الإنشاء في الولايات المتحدة بوصفه من المفاعلات الرائدة المتطورة في مجال الطاقة النووية. ثم يقدم المفاعل السريع المُبرَّد بالصوديوم[4]من طراز "BN-800" لمحة عن مستقبل المفاعلات الابتكارية، فهو يُعد أحد ثلاث مفاعلات النيترونات السريعة المُشغَّلة حاليًا، بجانب نسخة سابقة من المفاعل يُعرف باسم "BN-600" والمفاعل التجريبي الصيني السريع. ويعمل المفاعل من طراز "BN-800" الموجود في روسيا منذ (أكتوبر 2016م) بوقود أكسيد مُختلط بين البلوتونيوم واليورانيوم، ويُعد أكبر مفاعل سريع مُبرَّد بالصوديوم في العالم قيد التشغيل. وباعتباره يشكل مرحلة انتقالية نحو تطوير مفاعلات أسرع وأكبر، فمن المتوقع عمل العديد من تصاميم المفاعلات الابتكارية باستخدام مبدأ فيزيائي مماثل، ما يدفع حدود تقنية القوى النووية إلى مستوى متقدم جدًا.

هذا، وتتجه الأبحاث والجهود العلمية في مجال الطاقة النووية نحو التصاميم الأكثر أمانًا، من خلال المبردات مثل المعدن السائل أو الملح المصهور، مما يسمح بتشغيل المفاعلات في ظروف الضغط المُحيط وعند درجات حرارة أعلى بكثير مما هو معروف في التصاميم التقليدية، وبالتالي إتاحة كفاءة أكبر في تحويل الطاقة النووية إلى طاقة كهربائية. وقد تشتغل بعض التصاميم المستقبلية أيضًا مع دورة

1. مات فيشر، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة –المفاعلات المتقدمة تساعد على تمهيد الطريق للقوى النووية لتحقيق الأهداف المناخية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مكتب الإعلام العام والاتصالات، فيينا، العدد3-61، 2020م، ص11-13.
2. أنظمة الأمان السلبية: "تعمل تلقائياً بالاعتماد على قوانين الطبيعة دون الحاجة إلى تدخل بشري أو كهرباء، كتدفق الماء بشكل طبيعي للأسفل بفعل الجاذبية ولا تتأثر بانقطاع الكهرباء"، أنظمة الأمان النشطة: "تحتاج إلى تدخل بشري أو معدات تعمل بالطاقة كالكهرباء لتقوم بوظيفتها وقد تتأثر بانقطاع المصدر".
3. الحمل الحراري: الماء الساخن يطفوا للأعلى والبارد ينزل للأسفل.
4. مبرد بالصوديوم: يعني هو الذي يبرد قلب المفاعل وينقل الحرارة بدل الماء، ويتمتع الصوديوم بقدرة عالية على نقل الحرارة ويعمل عند ضغط منخفض.

وقود نووي مغلقة بهدف تقليل حجم النفايات المشعة وتقليل سُميَّتها وعمرها، مما يُسهم في معالجة التحديات الكبرى المتمثلة في إدارة النفايات وتحقيق تطلعات متقدمة نحو ممارسات الطاقة النووية[1].

- **ثانياً: المفاعلات النمطية الصغيرة**

يُمثل الجيل التالي من المفاعلات نموًا غير مسبوق في المجال النووي، حيث تم تصنيعه لاستيفاء العديد من المعايير الحديثة للأداء والأمان والموثوقية. وتُعد المفاعلات الصغيرة والمتوسطة الحجم (المعروفة باسم المفاعلات النمطية الصغيرة) مثالًا واضحًا على هذا التقدم. تتسم هذه المفاعلات بإمكانيتها على توليد ما يصل إلى (300) ميغاواط من الكهرباء لكل وحدة، أي ما يعادل حوالي ثلث القدرة التوليدية للمفاعلات النووية التقليدية. وتُعد المفاعلات النمطية الصغيرة من الحلول المجدية التي يمكن أن تنتج الطاقة الكهربائية منخفضة الكربون، مما يقلل من العواقب البيئية للاستخدامات المادية.

أ. مزايا المفاعلات النمطية الصغيرة

ترتبط العديد من فوائد المفاعلات النّمطيّة الصغيرة على نحوٍ أصيل بخصائص تصميمها الفريدة؛ فنظرًا لصغر حجمها يمكن وضعها في مواقع لا تناسب محطات القوى النووية الأكبر حجمًا، كما تتّسم بتقنيات التّجهيز المسبق بسبب تصنيع مكوّناتها باطِّراد في المصنع، ثم شحنها إلى الموقع وتركيبها هناك، ممّا يجعل بناءها في متناول اليد مقارنةً بمفاعلات القوى الكبيرة، التي غالبًا ما تُصمَّم خصيصًا لموقع معيّن، مما يؤدي أحيانًا إلى التأخير في البناء. علاوة على ذلك، تلعب هذه المفاعلات دورًا مهمًا في تخفيف العبء المالي للتكاليف التشغيلية، نظرًا لما ينطوي على عملية تركيبها من استثمارات، لا تقارن بتلك المطلوبة لمحطّات الطّاقة النّووية التّقليدية الضّخمة والتي غالبًا ما تؤثّر على الجدول الزمني للبناء، لذا يمكن نشرها بشكل متزايد بما يتماشى مع الطلب المتنامي على الطاقة.

ومن بين التحديات التي تحول دون تعجيل الوصول إلى الطاقة محدودية البنية الأساسية ومحدودية الوصول إلى شبكة الكهرباء داخل المناطق الريفية، بالإضافة إلى تكاليف الربط الشبكي لكهربة الري. حيث ينبغي ألا تُمثل محطة توليد القوى الواحدة أكثر من (10%) من إجمالي سعة الشبكة القائمة. وفي هذه المناطق التي تتسم بعدم كفاية البنية الأساسية لخطوط النقل ومحدودية قدرة الشبكة، يمكن دمج المفاعلات النمطية الصغيرة في شبكة قائمة، أو وضعها في منطقة نائية خارج الشبكة بحسب ناتجها الكهربائي الأقل حجمًا، وبالتالي توفير طاقة منخفضة الكربون لكل من القطاعات الصناعية والسكانية.

1. مات فيشر، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة –المفاعلات المتقدمة تساعد على تمهيد الطريق للقوى النووية لتحقيق الأهداف المناخية، مرجع سابق، ص11-13.

وينطبق هذا بشكل خاص على المفاعلات الصغرية، حيث تُمثل فئة فرعية من المفاعلات النمطية الصغيرة تم تصميمها لتوليد قوى كهربائية تصل عادة إلى (10) ميغاواط كهربائي، ما يجعلها من بين الخيارات الواعدة لسد متطلبات الطاقة في مواقع متنوعة كالمناطق النائية والمشاريع الصناعية. وتمتلك المفاعلات الصغرية حجمًا أقل قياسًا بأصلها من المفاعلات النمطية الصغيرة، مما يجعلها أكثر ملائمة للمناطق التي يتعذر فيها توافر مصادر الطاقة النظيفة والموثوقة والمجدية اقتصاديًا. علاوة على ذلك، يمكن أن تعمل كمورد قوى احتياطي في حالات الطوارئ، أو تحل محل مولدات القوى التي غالبًا ما تعمل بوقود الديزل المستخرج من النفط الخام، على سبيل المثال في المجتمعات الريفية أو في الأعمال النائية.

كما يُعد الأمان من أبرز القضايا التي يتم التركيز عليها عند تصميم المفاعلات الصغرية؛ فعلى الرغم من أن الطاقة النووية قد تُواجه تحديات تتعلق بالأمان، إلا أن التقدم التقني الحديث ساهم في جعل هذه المفاعلات أكثر أمنًا وصلاحية من خلال اعتمادها على النظم الخاملة وسمات الأمان المتأصّلة في المفاعل (كانخفاض القوى وضغط التشغيل)، ويعني ذلك أنه في مثل هذه الحالات لا يلزم أي تدخل بشري أو قوة أو سلطة خارجية لإيقاف تشغيل النظم؛ لأن النظم الخاملة تعتمد على الظواهر المادية (مثل الدوران الطبيعي، والحمل الحراري، والجاذبية الأرضية، والضغط الذاتي). ومن شأن ذلك أن يؤدي إلى إبعاد احتمالات حدوث انبعاثات إشعاعية غير مأمونة تمس البيئة أو الجمهور في حالة وقوع حادث، أو إلى الحد من تلك الاحتمالات الإشعاعية.

وإحدى الفوائد الرئيسية لهذه المفاعلات هي حاجتها لإعادة تزويدها بالوقود بشكل أقل تكرارًا مقارنة بالمحطات التقليدية، إذ يتطلب الأمر إعادة التزويد بالوقود في المفاعلات النمطية الصغيرة بكافة أنواعها كل (3 إلى 7) سنوات، بينما تتطلب المحطات التقليدية هذه العملية كل سنة أو سنتين. هذا الفرق الكبير في وتيرة التزويد يعكس كفاءة هذه المفاعلات وإمكانية تقليل النفايات النووية الناتجة عنها، علاوة على ذلك، تم تصميم بعض المفاعلات النمطية للعمل لفترات تصل إلى (30) عامًا دون الحاجة إلى إعادة تزويدها بالوقود، مما يعكس تقدمًا تقنيًا ملحوظًا في هذا القطاع. وهذا يعني أن هذه المفاعلات لا تساهم فقط في تقليل استهلاك الوقود، بل تُسهم أيضًا في تأمين موارد الطاقة لفترات طويلة، مما يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري ويساعد في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

ولأجل ما سبق؛ تُشارك المؤسسات العامة والخاصة على حدٍ سواء مشاركة نشطة في الجهود الرامية إلى جعل تقنية المفاعلات النمطية الصغيرة تؤتي ثمارها في غضون هذا العقد، وذلك بفعل تعزيز

التعاون بين القطاعين عن طريق تجزئة المهام الموكلة لكل فريق، حيث ستساهم المؤسسات العامة في وضع الأطر التنظيمية المفروضة لضمان سلامة التشغيل والالتزام بالمعايير البيئية، ما يجعله عاملًا مؤثرًا ونشطًا في تحقيق الأهداف المرتبطة بتغير المناخ. بينما سيُشارك القطاع الخاص في توفير الخبرات التقنية والاستثمار المُهم لتحديث وتصنيع هذه المفاعلات، ومن ثم تسهيل دخول هذه التقنية إلى الأسواق بوتيرة أسرع.

ويُعمل حاليًا على تطوير أكثر من (70) تصميمًا تجاريًا لمثل هذه المفاعلات في مناطق مختلفة من العالم، تستهدف هذه التصاميم مُخرجات متنوعة وتطبيقات مختلفة (مثل توليد الكهرباء، ونظم الطاقة الهجين، والتدفئة، وتحلية المياه، وتوليد البخار للاستخدامات الصناعية)، ورغم انخفاض تكاليف رأس المال الأولية لكل وحدة من هذه المفاعلات، فإن قدرتها التنافسية الاقتصادية لا تزال بحاجة إلى التقييم الفعلي في سياقات تطبيقية متنوعة من خلال دراسات جدوى شاملة تأخذ بعين الاعتبار المعايير البيئية والمالية والاجتماعية، ما يجعل الجهود المستقبلية تنصب نحو تطبيق التجارب الفعالة والمعاملات التجارية التي تستند إلى براهين قوية؛ لضمان اعتبارها البديل الأمثل لتلبية احتياجات الطاقة العالمية[1].

ب. المفاعلات النمطية الصغيرة والتنمية المستدامة

توفر المفاعلات النمطية الصغيرة للمنشآت النووية خصائص مبتكرة فيما يتعلق بالكفاءة الاقتصادية والمرونة التشغيلية. وعلى النقيض من مصادر الطاقة المتجددة (مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية) التي تُظهر تقلبات تتوقف على ظروف الأرصاد الجوية والعوامل الزمنية، توفر المفاعلات النووية مُخرجات طاقة يمكن التحكم فيها وتعديلها وفقًا للطلب على الكهرباء، ومن شأن هذه الميزات أن تُخوّل المفاعلات النمطية الصغيرة من الاضطلاع بدور رئيسي في التحول نحو الطاقة النظيفة، وفي ذات الوقت معاونة الدول في سعيها لبلوغ أهداف التنمية المستدامة.

أحرزت المساعي الموجهة نحو ضمان حصول الجميع على الطاقة (الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة) تقدمًا ملحوظًا، بيد أن الثغرات لا تزال سائدة وتتركز بشكل رئيسي في المناطق النائية والريفية. وفي الوقت الذي تسعى فيه المبادرات الدولية إلى نشر حلول الطاقة النظيفة والمبتكرة، فإن

1. إيما ميدجلي، ابتكارات نووية من أجل عالم خال من الانبعاثات -إزالة الكربون من الصناعات بالاستعانة بالمفاعلات النمطية النووية الصغيرة والمتناهية الصغر-،مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مكتب الإعلام العام والاتصالات، فيينا، العدد 3-64، 2023م، ص13.

الاستخدام المُعزز للطاقة المتجددة إلى جانب تنفيذ المفاعلات النمطية الصغيرة لديه القدرة على معالجة هذه الفوارق[1].

ولأهمية هذا النوع، وضعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية منبرًا معنيًا بالمفاعلات النمطية الصغيرة والممارسات المرتبطة بها؛ حيث تُعد هذه المنصة بمثابة مكان شامل لكافة الدول، مُكرس لتنظيم مختلف أبعاد تحديث المفاعلات النمطية الصغيرة ونشرها والإشراف عليها، إلى جانب استخداماتها الكهربائية وغير الكهربائية (بما في ذلك تطبيقها في أنظمة التدفئة المركزية وعمليات تحلية المياه).

وتتبع الوكالة منهجية دقيقة وشاملة لإجراء التحليلات والدراسات التجريبية لتقييم المستوى الذي يمكن أن تنطبق عليه معايير الأمان الحالية الصادرة عن الوكالة على التقنيات الابتكارية. مما يُسهل على المطورين تعديل وتحسين ابتكاراتهم لتلبية مُقتضيات الأمان، مع الأخذ في الاعتبار الامتثال الدائم بضمان التوازن بين الابتكار وحماية الجمهور، ومن ثم تحقيق المستقبل النووي المنشود وفقًا للمنظور الدولي، كما يجتمع فريق العمل التقني المعني بالمفاعلات الصغيرة والمتوسطة الحجم (أو النمطية) والذي يُشكل محفل الرقابيين المعنيين بالمفاعلات النمطية الصغيرة ذوي الخبرة، لمناقشة الصعوبات وتبادل الأفكار والخبرات المتعلقة بتطويرها، والذي يمكن أن يُسهم في تحسين أمن الطاقة ونشرها في المستقبل ومن ثم تحقيق الأهداف المناخية العالمية[2].

وفي عام (2019م)، رُبِط أول مفاعل نمطي صغيرة متقدم في العالم بشبكة "أكاديميك لومونويوف" وهو مفاعل عائم يقع قبالة ساحل القطب الشمالي في روسيا، وقد بدأ التشغيل التجاري له في (مايو2020م)، تشمل محطة أكاديميك لومونوسوف على مفاعلين ماء مضغوط ذوات الحجم الصغير بقدرة(35) ميغاواط كهربائي يُولدان مجتمعين ما يكفي لتزويد كمية من الطاقة لمدينة يبلغ عدد سكانها حوالي (100,000) نسمة بالطاقة؛ ما يجعل من هذه المحطة خطوة متقدمة نحو توفير الطاقة للمناطق النائية والمعزولة مثل القطب الشمالي الروسي، كذلك من المفاعلات النمطية الصغيرة الأخرى التي بلغت مراحل متقدمة من البناء هو المفاعل الأرجنتيني"CAREM-25"بقدرة (30) ميغاواط كهربائي، ومن المتوقع دخوله مرحلة التشغيل التجريبي عام (2027م)،ويعد نموذج حيوي من المفاعلات النووية الصغيرة، كذلك المفاعل مرتفع الحرارة النمطي الحصوي القاع[3]"–HTR

1. إيما ميدجلي، المرجع السابق، ص13.
2. جوان ليو، ما هي مفاعلات النمطية الصغيرة؟، مكتب الإعلام العام والاتصالات بالوكالة، 2024م، على الرابط: iaea.org/ar/newscenter/news/ma-hiya-almoufalat-alnamatiya-alsaghira
3. نمطي حصوي القاع: مفاعل قادر على العمل بدرجات حرارة عالية جداً، ومصمم وفق نموذج معياري، ويستخدم وقوداً على شكل حبيبات"حصوات" لتحسين الأمان والكفاءة.

PM"البالغة قدرته (210) ميغاواط كهربائي في الصين، كما بلغ العديد منها مدى بعيدًا في العملية الرقابيّة بما في ذلك المفاعل النمطي الصغير التابع لشركة نوسكيلباور في الولايات المتحدة الأمريكية، وغيرها من المفاعلات النمطية الصغيرة في كندا، وفي المجموع هناك أكثر من (70) تصميمٍ من هذا النوع حول العالم في مختلف مراحل التطوير[1].

- **الفرع الثاني: المشاريع النووية الاندماجية المتطورة**

بينما تم الوصول لمرمى بعض الانجازات المخطط لها في المساعي التجريبيّة المتعلقة بالاندماج النووي على مستوى العالم وذلك بالعمل على تصاميمها الخاصة خلال حقبة الثمانينات[2]، إلا أنّ الوضع لا يزال معقدًا ويستلزم أداةً أكبر وأكثر قوة يمكن عن طريقها خلق الظروف المواتية لمفاعلات الاندماج. والأهداف التي تسعى إليها بحوث الاندماج يصعب بلوغها أو تقييمها على المدى القريب، إنما يظهر أثرها بعد فترة طويلة نسبيًا وذلك لاعتبار ضخامة هذه المشاريع؛ حيث تتمثل الاستفادة من عملية الاندماج في تلبية احتياجات الطاقة المستقبلية وامتلاك الفرص الناجحة لتوفير طاقة آمنة ومستدامة بيئيًا على نطاق واسع جدًا بطريقة تتميز بإمكانية وجاهزية الوصول إلى موارد الوقود.

- **أولاً: المشروع النووي التجريبي الدولي "مفاعل ايتير"**

وعلى هذا الأساس، نشأت فكرة مشروع تصميم المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي المُسمى بـ "إيتير (ITER)"، والذي من الممكن أن يكون الحل الذهبي لمشاكل الطاقة التي نحتاجها كبشر. بدأ اعتناء العلماء بشؤون طاقة الاندماج خلال مؤتمر القمة للدول الكبرى في (نوفمبر 1985م)، وفي غضون المناقشات التي أُجريت مع الرئيس الفرنسي ميتران والرئيس الأمريكي ريغان، أفصح رئيس الوزراء الروسي غورباتشوف عن اقتراح إقامة مشروع لتطوير طاقة الاندماج النووي للأغراض السلمية، وكانت هذه نقطة البداية لمشروع إيتير.

كان منشأ المشروع في سياق المشاركة التعاونية بين (7) أطراف: الاتحاد السوفيتي، والولايات المتحدة، والاتحاد الأوروبي الذي يمثلهم "اليوراتوم"، بالإضافة إلى اليابان، والصين، والهند، وجمهورية كوريا؛ حيث يسعى هذا المشروع لإثبات جدوى مقدرة استخدام الاندماج النووي لتوليد

1. إيرينا تشاتزيس، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة -مفاعلات صغرية إمكانات كبيرة-، مرجع سابق، ص16-17.
2. الاندماج النووي: هو العمليةُ التي تندمج على إثرها نواتان ذريتان خفيفتان لتكوّنا نواة ذرية واحدة أثقل وزناً، ويصاحب هذه العملية انبعاث كميات هائلة من الطاقة، وتحدث تفاعلات الاندماج عندما تكون المواد في حالة تُسمى بحالة البلازما — وهي حالة تتَّخذ المادة فيها شكل غاز ساخن مشحون مكوَّن من أيونات موجبة وإلكترونات طليقة، وتتَّسم بخصائص فريدة تميّزها عن الحالات الصلبة والسائلة والغازية، ويسفر الاندماج عن إنتاج كمية ضخمة من الطاقة — تبلغ أربعة أضعاف كمية الطاقة التي تنتج عن تفاعلات الانشطار النووي — ويمكن للتفاعلات الاندماجية أن تكون الأساس الذي تقوم عليه مفاعلات القوى الاندماجية في المستقبل.

الطاقة، والحصول على البيانات المهمة والضرورية لتصميم وتشغيل أول محطة لإنتاج الكهرباء، وقد تم إطلاق هذه المبادرة بتأييد من الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) باعتبارها الراعية للبرامج النووية السلمية، وذلك بالموافقة على تنفيذ المشروع وتوفير الدعم النشط والمستمر منها. كما وُكل إليها تنظيم مؤتمر طاقة الاندماج مرة كل عامين، والاجتماعات الفنية والتنسيقية مع جلسات الخبراء، وإصدار وثائق المشروع والرسائل الإخبارية الشهرية [1].

أ. أهداف مفاعل إيتير

إن أحد المركزيات التي يدور حولها مفاعل إيتير هو إثبات أن تفاعلات الاندماج في استطاعتها أن تنتج طاقة أكثر بكثير من الطاقة التقليدية التي تُورد لبدء عملية التفاعل، مما يؤدي إلى تحقيق منفعة شاملة في القدرة النووية. تُسمى المفاعلات من نوع مفاعل إيتير مفاعلات "توكاماك"، وهي تستخدم مزيجًا من نُظم التسخين والمغناطيسيات القوية وغيرها من الأجهزة لإحداث تفاعلات الاندماج عن طريق إطلاق الطاقة في أنواع البلازما الفائقة الحرارة [2]، وتربط الحقول المغناطيسية الناتجة الجسيمات المشحونة حول وعاء المفاعل على شكل كعكات دائرية، وتدور حولها بحيث يمكن لهذه الجسيمات أن تمتزج وتنتج طاقة الاندماج.

وفيما يتعلق بمسألة الحجم فإن مفاعلات التوكاماك الأكبر توفر خصائص عزل فائقة وتيسر عملية الاحتواء المطوّل لجزيئات الاندماج، وبالتالي توليد طاقة أكبر مقارنة بالأجهزة الأصغر، ومن المعايير الحاسمة لتقييم تأثير أي مفاعل هو تحقيق مكاسب في قوى الاندماج الخاصة به والتي تُعرّف على أنها "نسبة قوة الاندماج المتولدة إلى القوى التي يتم إدخالها إلى البلازما لبدء التفاعل، ويعبر عن ذلك بالرمز"Q"، وحتى الآن حقّقت الطارة الأوروبية المشتركة أفضل مَغْنَم، بتسجيل قيمة "Q"بلغت(0.67) من خلال إنتاج (16) ميغاواط من قوى الاندماج من (24) ميغاواط من قوى التسخين؛ومع ذلك لا يزال هناك حاجة إلى وجود قيم"Q"أعلى بكثير من المتحققة لإنتاج الكهرباء[3].

وبسبب ذلك سوف يقوم الباحثون بفحص البلازما في ظروف مماثلة لتلك المتوقعة في مرافق الاندماج النووي لغرض توليد الكهرباء، وسوف يمكن توليد(500) ميجاواط من طاقة الاندماج من مفاعل ايتير لفترات مستمرة وهذه الطاقة تبلغ عشرة أضعاف الطاقة المدخلة إلى المفاعل لحفظ البلازما عند درجة

1. مارك ويسترا، الاندماج النووي هل هو المستقبل؟، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مكتب الإعلام العام والاتصالات بالوكالة، العدد2-48، 2007م، ص29.
2. البلازما: خليط من الجسيمات المشحونة "الإلكترونات والأيونات" التي تسخن إلى درجات حرارة عالية جداً لتحقيق الاندماج.
3. فولفغانغ بيكوت، طاقة الاندماج -المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي -مفاعل إيتير-، أكبر تجربة اندماج في العالم-، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، كتب الإعلام العام والاتصالات بالوكالة، العدد2-62، 2021م، ص10.

الحرارة اللازمة، ومن هنا كانت هذه أول تجربة اندماج نووي ينتج عنها طاقة صافية، وفي سياق هذه التجربة ستخضع العديد من التقنيات للاختبار الدقيق مثل نظم التسخين والتحكم والصيانة التشخيصية عن بعد، والتي سوف تكون مطلوبة في محطات الاندماج الحقيقية.

وعند مقارنة مفاعل إيتير مع نظائره من التصاميم الحالية لمفاعلات الاندماج النووي، فإن هذا المفاعل سيشمل معظم التقنيات الهامة، إلا أن أبعاده سوف تكون أقل قليلاً، وستكون الطاقة الناتجة منه في حدود السدس تقريبًامن مستوى الطاقة الناتجة من مثل هذه التصميمات[1].

ب. جهاز المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي[2]

يقوم هذا الجهاز على مفهوم التوكاماك، والذي يُعد من الأدوات المتقدمة جدًا في مجال الفيزياء النووية، وهو عبارة عن:

"وعاء أنبوبي حلقي الشكل مُحاط بحلقات يتولد عنها مجال مغناطيسي شديد القوة، حيث يمكن بواسطة هذا المجال خلق الظروف الملائمة لعملية الاندماج النووي والإبقاء عليها، ما يُمكنه من الحفاظ على البلازما في حالة مستقرة لمدة كافية لتمكين التفاعلات النووية من الحدوث بشكل فعّال".

تُعتبر الحلقات المُحاطة بالتوكاماك مُصنعة من مواد فائقة التوصيل الكهربي، وهو ما يدعم كفاءة النظام من خلال تقليل الفقد في الطاقة والمساهمة في توليد مجالات مغناطيسية قوية ونشطة دون الحاجة إلى مصادر طاقة تقليدية، مما يُسهم في استدامة العملية واستقرارها.

وتتم العملية بتسخين مخلوط الوقود الذي يتكون من نظيري الهيدروجين (التريتيوموالديوتيريوم) إلى ما يتجاوز (100) مليون درجة. تُؤدي هذه الدرجات الحرارة العالية إلى اندماج بعض جسيمات الوقود مُنتِجة ذرة الهيليوم، كما يتولد نيوترون واحد عن كل تفاعل اندماج نووي،وتنتقل معظم الطاقة المولدة من تفاعل الاندماج إلى الجدار عن طريق النيوترونات، وفي داخله تتفاعل النيوترونات مع طبقة رقيقة من ذرات الليثيوم، حيث يتم إنتاج وقود التريتيوم. ويتم التخلص من الحرارة الناتجة عن إبطاء حركة النيوترونات بواسطة مائع التبريد.

لكي تكون الطاقة الناتجة عن تفاعل البلازما أكثر من الطاقة اللازمة لإحداث هذا التفاعل، ينبغي توافر (3) شروط أساسية:

1. مارك ويسترا، الاندماج النووي هل هو المستقبل؟، مرجع سابق، ص29.
2. فولفغانغ بيكو، طاقة الاندماج -المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي -مفاعل إيتير-، أكبر تجربة اندماج في العالم-،مرجع سابق، ص11.

- أن تكون البلازما ساخنة لدرجة حرارة عالية جدًا (ملايين الدرجات المئوية)، ما يُعزز حركة الجسيمات وزيادة إحداث التفاعلات النووية.
- أن تكون كثيفة لدرجة شديدة؛ حيث إن الكثافة العالية تلعب دورًا مهمًا في زيادة معدل التفاعلات النووية؛ لأنها تُتيح للجسيمات بالتقارب الكافي لحدوث التصادمات المؤثرة.
- أن يتم احتواؤها لزمن طويل وكافٍ، ما يعني أن التفاعلات النووية يمكن أن تتم بشكل مستدام.

ولتحقيق الأهداف المطلوبة من المشروع، فإن حجم مفاعل إيتير سوف يبلغ ضعف حجم أكبر مفاعل توكاماك قائم في الوقت الحالي، والذي يُمثله مشروع الطاقة الأوروبية المشتركة (JET) الموجود في المملكة المتحدة. كما يُتوقع أن يكون الأداء الاندماجي لمشروع إيتير أضعاف قدرة الأداء الاندماجي للمشروع القائم (JET)".

ج. منظمة المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي

منظمة إيتير، تم تشكيل هذه المنظمة بموجب اتفاقية التنفيذ المشترك التي تم توقيعها من قبل أصحاب المصلحة المشاركين في المشروع فترة(21 نوفمبر 2006م)، وقد تحصّلت لاحقًا على تصديق من الهيئات التشريعيّة داخل الدول الأعضاء وفقًا للشروط القانونية لكل بلد في عام (2007م)، يقع مقرّها في مدينة كاداراش جنوب فرنسا، وستكون هذه المنظمة المسؤول الأول عن كافة أعمال المشروع مثل: الحصول على التراخيص،وشراء المعدات، وتجارب بدء التشغيل، والتشغيل الفعلي، وأعمال الإخراج من الخدمة عند انتهاء العمر التشغيلي للمفاعل. وسيقع على الدّول المكوّنة للمنظّمة تحمل المسؤولية المالية للمشروع، ومن المتوقّع أن تُقدّر النّفقات المالية لبدء المشروع بخمسة بلايين يورو سيتم تخصيصها على مدى يقارب عشر سنوات، ومن المرجّح أيضًا أن تتطلّب المرحلة التشغيلية التي ستمتد لعقدين من الزمن بعد الانتهاء من مرحلة البناء خمسة بلايين يورو إضافية.

خلال فترة بناء المفاعل لن تظهر مساهمات الدول الأعضاء كمدفوعات مالية مباشرةً لشراء المكونات، بل سيتم تحقيق هذه المساهمات من خلال توفير (90%) من المكونات المادية المطلوبة، ومن المرتقب أن تتحمّل الدّول الأعضاء الأوروبية ما يقرب من نصف النّفقات المتعلقة بالبناء؛ نظرًا لوضعها كدول مضيفة للمشروع، في حين أن كل دولة من الدول السّت المتبقية ستكون مسؤولة عن (10%) من التكاليف الإجمالية، والتي تشمل تخصيص (10%) إضافية من التمويل لمواجهة الأعمال الطارئة. وسوف تقوم كل دولة عضو مشاركة في المشروع بإنشاء وكالة محليّة مستقلة مخصّصة للإشراف

وإدارة مساهماتها في المبادرة، وستتحمّل هذه الوكالة مسؤولية توريد المكوّنات التي تساهم بها الدّولة المعنية في المشروع.

أما ما يتعلّق بعملية اختيار موقع المشروع، فقد استغرقت زمنًا طويلًا، وتم الاتفاق عليه نهائيًا عام (2005م)، حين أُعلن رسميًا أن مشروع المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي، سوف يتم إنشاؤه في الاتحاد الأوروبي وذلك في موقع كاداراش جنوب فرنسا، ويغطي موقع كاداراش مساحة تقدر بحوالي (180) هكتار، وتضم مجموعة الإدارة التنفيذية للمشروع المدير العام للمشروع، ويمثّله سفير اليابان السابق في كرواتيا "كانامايكيدا"، إلى جانب مدير الوكالة الوطنيّة اليابانية لتطوير بحوث الفضاء، كما تمّ تفويض مسؤولية إنشاء قيادة المشروع إلى "نوربرتهولتكامب"الذي شغل سابقًا منصب مدير أنظمة المعجلات ضمن مشروع مصدر التشظي النيتروني في مختبر "أوكر ريدج الوطني" في الولايات المتحدة، كما تمّ تشكيل فريق من كبار الخبراء للإشراف على جميع قطاعات المشروع، ولا يزال هذا الفريق ينمو باضطراد في موقع كاداراش الفرنسية. أما الموقع التي كانت تُجرى فيها بعض الأعمال ذات الصلة بالمشروع فهوجارشنج في ألمانيا، وفي تاكا باليابان، فقد أغلق نهاية عام (2006م)[1]. أما يتعلق بالدول المشاركة في المشروع فهو يضم (35)دولة ضمن تحالف من (7) أطراف رئيسية: الاتحاد الأوروبي، الولايات المتحدة، روسيا، الصين، اليابان، كوريا الجنوبية، الهند، أما الدول العربية والنامية فهي لم تكن ضمن الدول المنضمة لهذا المشروع لعدة أسباب منها ما يتعلق بالميزانية الهائلة التي يتطلبها مجال الطاقة الاندماجية، كذلك حدود الأنشطة النووية السلمية لهذه الدول والمتطلبات السياسية والأمنية التي لا تسمح لها بالمشاركة، بالرغم من مشاركة باحثون وعلماء عرب ضمن الفرق البحثية الأوروبية والأمريكية مثل مصر، والمغرب، والجزائر، ولتحليل ذلك فإن الحقيقة هي احتكار القوى الغربية للتكنولوجيا المتقدمة بفرض قيود سياسية واقتصادية عبر المؤسسات الدولية كالبنك الدولي ما يجعل من الاستثمار في البحث العلمي أمراً صعباً بالنسبة لهذه الدول، كذلك تقيدها من إمكانية الوصول إلى العلوم النووية عبر اتفاقيات ومنهج سياسي دولي يمنع الانتشار النووي والذي غالباً ما يستخدم ضد الدول النامية بمنعها من امتلاك قدرات علمية مستقلة، هذا إضافةً، إلى العقوبات والضغوطات الدولية لإخماد وتقويض أي محاولة لإنشاء بنية علمية نووية متقدمة، وكل هذا بحجة منع الإرهاب والانتشار النووي العسكري، إلا أن ذلك لا يفسر إلا بالهيمنة العلمية والاقتصادية للقوى الغربية وضمان مكانها في موقع السيطرة في حين ظهور الدول الضعيفة في صورة المتلقي.

1. فولفغانغ بيكو، طاقة الاندماج -المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي -مفاعل إيتير-، أكبر تجربة اندماج في العالم-، مرجع سابق، ص11.

د. على طريق التطور بطاقة الاندماج

إن مبادرة المفاعل التجريبي النووي الحراري الدولي ليست غايةً في حدّ ذاتها،وإنما هي بمثابة جسر نحو اللبنة الأولى التي تثبت إمكانية توليد الكهرباء على نطاق واسع،وإن الأصل في اكتشاف آفاق مجال الاندماج النووي يتمثل في البحث والتطوير وتحديد النماذج الأولية لمنشآت الطاقة الاندماجية التي تجسّد وتبرهن السلامة التشغيلية والتوافق البيئي والاستدامة الاقتصادية، وينضوي تحت الخطة اللازمة لتحقيق هذه الأهداف طويلة الأجل مجموعة من العناصر المختلفة، يأتي في مقدّمتها إقامة مشروع إيتير ثم يليه إنشاء مفاعل إيضاحي آخر يطلق عليه (DEMO).

فبالتوازي مع إنجاز مشروع إيتير، فإنّه من الضّروري مواصلة التّحسين التقني وصقل المفاهيم النووية، وذلك من أجل الوصول إلى مراحل إنشاء مفاعل متقدم جدًا لتوليد الكهرباء، والتقدّم التقني مطلوب وعلى الخصوص في تأهيل المواد الإنشائية منخفضة التنشيط والملائمة للاستخدام النووي في درجات الحرارة العالية، وذلك بهدف التمكّن من إعادة استخدام النّفايات المشعّة الناتجة عن مفاعلات الاندماج في مدى زمني معقول، ومن المتوقّع أن يتم تنفيذ هذا المسعى المخططّ له كجزء من نهج واسع يشمل برامج متعدّدة، ومن ضمنها مشروع إيتير، ومن ثم وضع تقنية الاندماج النّووي ضمن الآفاق النووية المتقدمة واعتمادها كمصدر للطاقة.

وسوف يبرهن مشروع (DEMO) على إمكانية توليد طاقة اندماج مستدامة، وعلى الاكتفاء الذاتي بوقود التريتيوم النظيف، والقابل للتجديد داخليًا والآمن نسبيًا مقارنة بغيره، ويُتوقّع أن يكون مشروع (DEMO) جاهزًا للتشغيل خلال (30-35) عاماً منذ بداية أعمال الإنشاء في مفاعل إيتير، وسوف يقود هذا المشروع تقنية الاندماج النووي إلى عصرها الصناعي ويفتح السبيل نحو أول محطة تجارية لطاقة الاندماج النووي[1].

ه. تعاون على الصعيد العالمي

تمثّل الدّول الـ(35) المشاركة في مفاعل إيتير أكثر من نصف سكان العالم وتقريبًا (85%) من الناتج المحلّي الإجمالي للاقتصاد العالمي، وعلى الرّغم من وجود عدد لا بأس به من تجارب الاندماج الأصغر الأخرى التي تُجرَى على الصعيد العالمي، إلا أنّ غالب هذه المبادرات لا تخرج عن نظم الجهود التّعاونية مع المنظمة المعنية بمفاعل إيتير، ولقد كان للوكالة الدّولية للطاقة الذرية والمنظّمة

1.فولفغانغ بيكو، المرجع سابق، ص11.

المعنيّة بمفاعل إيتير علاقة وثيقة منذ البداية لاسيما في مجالات بحوث الاندماج النووي وإدارة المعارف، وتنمية الموارد البشرية، والأنشطة التعليمية والتوعوية، وتتعاون الوكالة أيضًا مع منظمة إيتير بتبادل الخبرات في مجال الأمان النووي، والوقاية من الإشعاعات مع الدول الأعضاء في الوكالة، بما في ذلك الدّول غير المشاركة في المشروع.

كذلك ستشارك منظمة مفاعل إيتير إلى جانب المفوّضيّة الفرنسية للطاقة الذرّية والطاقات البديلة في استضافة مؤتمر الوكالة الثامن والعشرين لطاقة الاندماج، والأمل معقود على أن يثبت مفاعل إيتير الجدوى العلمية والتقنية لإنتاج قوى الاندماج، وسيبدأ بحسب خطة بحوثه ذات النّهج التّدريجي في إجراء أولى تجاربه في عام (2035م)،ومن المتوقّع أن تبدأ التجارب بكامل القوى في عام (2040-2045م)،وإذا نجحت هذه التطورات فإنها ستكون قفزة مهولة وستمثّل جسرًا تاريخيًا بين البحوث التّجريبية، ومحطّات قوى الاندماج الإيضاحية الأولى أو المحطات الإيضاحية (DEMO)، وستحقّق المحطّات الإيضاحية المنتظرة مكسبًا صافيًا للطاقة الكهربائية، وحاليًا تُجرَى بالفعل دراسة مفاهيم أوّلية متعدّدة للمفاعلات من نوع المحطّات الإيضاحية، وإذا سار كلّ شيء وفقًا للخطّة الموضوعة فمن الممكن أن تكون تلك المفاعلات قيد التشغيل بحلول منتصف القرن[1].

- **ثانياً: محطات القوى الإيضاحية**

المفاعلات من نوع المحطات الإيضاحية (DEMO) هي نمط من الأنماط التصميمية المتقدمة في صناعة الطاقة النووية، تسعى وراء ترقية تقنية الاندماج النووي بشكل يُعزز تحقيق أهداف الطاقة المستدامة، وتُمثل هذه المفاعلات خطوة مهمة نحو التحول من الأبحاث النظرية إلى الممارسات التجارية العملية، على الرغم من عدم استكمال التصاميم الأولية لهذه المفاعلات التي لا تزال قيد التطوير في عدة بلدان، ومن المقرر أن يتم ذلك بعد الحصول على نتائج مُستقاة من تجارب مفاعل إيتير (ITER)، حيث سيتم الاعتماد على النتائج العلمية والتقنية التي ستخرج من هذه التجارب في تدعيم وصقل التصاميم النهائية لمفاعلات (DEMO).

حسب الإجماع العام بين العلماء والباحثين، يُتوقع أن يتم تشييد وتفعيل مفاعل من نوع المفاعلات الإيضاحية لإنتاج الكهرباء بحلول عام (2050م). ومن المخطط أنه سيتم تشغيل المحطات الإيضاحية بشكل دائم تقريبًا لإنتاج صافٍ يُقارب (50) ميغاواط من الكهرباء، كما يواجه هذا النوع من المحطات العديد من التحديات التي تستلزم الحلول الدقيقة والشاملة، ويكمن التحدي الرئيسي في كيفية الحفاظ على

1. فولفغانغ بيكو، المرجع سابق، ص11.

استقرار بلازما الاندماج لفترة كافية لإنتاج الطاقة بصورة مستمرة وفعالة؛ وبالتالي، فإن التغلب على هذه الصعوبات يستوجب إنفاقًا واستثمارًا كبيرًا في مجال البحث والتطوير، علاوةً على تضافر الجهود العلمية من مختلف التخصصات[1].

أ. محطة القوى الإيضاحية الأوروبية"DEMO-EU": اتحاد مختبرات الاندماج الأوروبية، الاتحاد الأوروبي:

محطة (DEMO-EU) هي مفهوم محطة اندماج قائم على تصميم جهاز التوكاماك التقليدي، ويُطورها في أوروبا اتحاد مختبرات الاندماج الأوروبية. وهذه المحطة هي المرفق الذي يُتوقع أن يلي مفاعل إيتير في خارطة الطريق الأوروبية لإنتاج الكهرباء من قوى الاندماج. وتعود بدايات المشروع إلى عام (2021م)، بدخوله في مرحلة التصميم حتى عام (2027م). ومن المتوقع أن يبدأ تشغيل المحطة بحلول عام (2050م)، كما ترمي محطة (DEMO-EU) إلى إثبات الجدوى التقنية والاقتصادية لطاقة الاندماج، وذلك عن طريق القدرة على إنتاج حوالي (500) ميغاواط كهربائي من الكهرباء الصافية، وتحقيق الاكتفاء الذاتي من التريتيوم الذي يُعد عنصرًا أساسيًا في عمليات الاندماج.

تُجرى حاليًا دراسة مستفيضة لعدة خيارات تصميمية، وسيكون لهذه الخيارات تأثير في العديد من تقنيات المحطة، من تحسين الأداء وتقليل المخاطر التقنية المتعلقة بالمشروع. ومن المتوقع أن يرتكز التصميم التمهيدي لمحطة (DEMO-EU) على نصف قطر رئيسي يُقارب (9) أمتار وقوى اندماج تُقارب (2) غيغا واط، مما يعكس التوجه نحو تقليص حجم الجهاز والتقليل من المخاطر التقنية لتيسير النشر المبكر. وتُمثل هذه المحطة تجسيدًا للتعاون الأوروبي تجاه تطوير الطاقة الاندماجية النووية، حيث تعكس التطلعات الأوروبية نحو تنمية استراتيجيات الطاقة، وتحقيق الآثار الإيجابية الكبيرة على مستوى الاستدامة البيئية والاقتصادية العالمية.

ب. محطة القوى"Helical Fusion": شركة"Helical Fusion" ، اليابان

تهدف الشركة إلى تطوير محطة اندماج مستقرة الحال بحلول عام (2034م) مع حث الخطوات نحو استغلال المحطة استغلالًا تجاريًا في أربعينيات هذا القرن، وترتكز هذه المحطة على النسق الهليوتروني[2]مع ملفّين حلزونيين[1] مستندًا على تقنيات الموصّلات الفائقة في درجات الحرارة المرتفعة

1. إيرينا شاتزيسوماتيوبارباريتو، طاقة الاندماج -محطات قوى الاندماج الإيضاحية خطوة إلى الأمام نحو إنتاج الكهرباء على نطاق واسع وتجاري-، مرجع سابق، ص12-13.
2. الهليوترون: نوع من أجهزة الاندماج النووي يستخدم تقنية الحبس المغناطيسي لتحقيق ظروف الاندماج

ودثار الفلز السائل، وتتمثل مكانة الموصل الفائق في درجات الحرارة العالية في مرونته وكثافة التيار المرتفعة؛ مما يسهّل عملية تركيب الملفات الحلزونية بطريقة متضامّة، كما يقوم دثار الفلز السائل بحماية جميع الجدران المواجهة للبلازما، ويتيح توليد الكهرباء بدرجة عالية من الكفاءة. إضافة إلى ذلك، يتيح تصميم الهليوترون إجراء صيانة أسهل للهياكل مقارنة بأجهزة الستلايتورالأخرى؛ مما يجعله خيارًا مثاليًا للاستغلال التجاري.

تجسّد هذه الابتكارات منعطفًا مهمًّا نحو تشييد محطة قوى اندماج صغيرة الحجم يتراوح إنتاجها الكهربائي بين (50) ميغاواط كهربائي و(100) ميغاواط كهربائي، ما يعني تعزيز كفاءة الطاقة وإحداث فورة في مجال توليد الطاقة الكهربائية النظيفة ومن ثم التصدي للعقبات المناخية[2].

ج. محطة القوى الإيضاحية اليابانية "JA- DEMO": الإتحاد الياباني.

محطة (JA-DEMO)تمثل أحد المشاريع الرائدة في مجال طاقة الاندماج، حيث يجري تطويرها في اليابان بهدف الاستفادة من المصادر الهيدروجينية لتوليد الكهرباء، يعتمد تصميم المحطة على جهاز التوكاماك التقليدي الذي يعد من أبرز التقنيات المستخدمة لتحقيق الاندماج النووي، الأهداف الرئيسية للمحطة تشمل: إنتاج الطاقة الكهربائية بشكل مستدام، وتوفير عدة مئات من الميغاواط، بالإضافة إلى تحقيق الاكتفاء الذاتي من عنصر التريتيوم؛ مما يعزّز من استقلالية المحطة وضمان اللياقة التشغيلية ما يتيح سد الثغرات النووية والوصول إلى الاستغلال التجاري لطاقة الاندماج. تشمل المبادئ الأساسية لمحطة (JA-DEMOY) إيضاح الجدوى التقنية للاندماج استنادًا إلى تصميم مكوّنات مفاعل إيتير، ومن ثم تحقيق مرونة تشغيلية عالية والشروع في عملية التشغيل النبضي التي تمتد لمدة ساعتين وصولًا إلى التشغيل في الحالة المستقرة، والمرتقب استكمال تشييد المحطة بحلول عام (2045م)، وثمة خطط لإيضاح عملية توليد الطاقة الكهربائية من خلال التشغيل النبضي بعد انتهاء أعمال التشييد بفترة قصيرة[3]، والهدف من المرحلة الثانية هو ضمان التشغيل في حالة مستقرة بحلول عام (2055م)[4].

---

1. الملف الحلزوني: نوع من أجهزة الاندماج النووي، يتكون من لفائف مغناطيسية مرتبة على شكل حلزوني، يقوم بتوليد حقول مغناطيسية معقدة تُستخدم لاحتواء البلازما وتحقيق ظروف الاندماج.
2. الآفاق العالمية في ميدان الاندماج لعام 2024م، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد الثاني، 2024م، ص21-22.
3. التشغيل النبضي: هو تشغيل يتم على شكل دورات متقطعة وليس بشكل مستمر.
4. الآفاق العالمية في ميدان الاندماج لعام 2024م، المرجع السابق، ص21-22.

د. محطة القوى الإيضاحية الكورية "K- DEMO"الإتحاد الكوري

في عام (2012م) بدأت جمهورية كوريا في دراسة تصميم مفاهيمي لمحطة إيضاحية تعرف باسم K-DEMO، يَظهر هذا المشروع في سياق تطلّعات إستراتيجية ترمي إلى توطيد مصادر الطاقة الصديقة والمستدامة بيئيًا، والهدف هو بناء المحطة بحلول عام (2037م) مع ترقب بدء توليد الكهرباء الفعلي بحلول عام (2050م)، ستمر المحطة بسلسلة مراحل متعدّدة، وسوف تُستخدم المحطة في مرحلتها الأولى الممتدة من عام(2037م) إلى عام(2050م) لتطوير وفحص المكونات الرئيسية المرتبطة بإنتاج الكهرباء، وتظهر أهمية هذه المرحلة باعتبارها القاعدة التي تكشف المعوقات التقنية، وتعمل على تقييم فعالية الأنظمة الحديثة المستخدمة في إنتاج الطاقة، وفي مرحلتها الثانية بعد عام (2050م) يؤمل أن تحتفي المحطة بقدرتها على توليد الكهرباء الصافية[1].

ه. محطة القوى الإيضاحية الروسية "RF- DEMO": اتحاد الشركات الروسي

هذه المحطة قائمة على تصميم جهاز التوكاماك التقليدي ويُجرى تطويره في روسيا من قبل اتحاد الشركات الوطنية، ومن المتوقع استكمال تشييد محطة (RF-DEMO) بحلول عام (2055م)، والغرض الأساسي منها هو إثبات إمكانية تحقيق مكسب صافي من الطاقة الكهربائية، والعمل جارٍ حاليًا على تطوير خصائص المحطة.

ووفقًا للتصميم المفاهيمي الحالي يُتوقع استخدام المنشأة ليس كمصدر للطاقة الاندماجية، فحسب بل باعتباره مفاعلًا هجينًا للاندماج، والانشطار يشتمل على مغناطيسات فائقة التوصيل في درجات حرارة مرتفعة، ومجال مغناطيسي شديد وتيار بلازما تقارب شدّته (5) ميغا أمبير، كما أن الأبحاث جارية لإمكانية استخدام مكونات مواجهة للبلازما من الفلز السائل في الجدار الأول والمحرف[2]، ما يعكس المساعي الحثيثة نحو تعزيز كفاءة وأمان التقنيات الحديثة في الاتحاد الروسي[3].

فضلاً عن ذلك، يخطّط الاتحاد الروسي لإنشاء مرفق هجين للاندماج والانشطار، يعرف باسم مصدر نيوترونات الاندماج الإيضاحي، وسيعمل للحصول على النيوترونات المنتجة بالاندماج لتحويل اليورانيوم إلى وقود نووي، بالتالي تقليل النفايات المشعة الناتجة عن العمليات النووية التقليدية، ومن

1. إيرينا شاتزيسوماتيوباربارينو، طاقة الاندماج -محطات قوى الاندماج الإيضاحية خطوة إلى الأمام نحو إنتاج الكهرباء على نطاق واسع وتجاري، مرجع سابق، ص13.
2. المحرف النووي: يستخدم لتحديد وفحص المواد النووية وتعديل خصائصها، وتسريع الجسيمات مثل البرتونات والأيونات في الأبحاث النووية.
3. الآفاق العالمية في ميدان الاندماج لعام 2024م، المرجع سابق، ص21-22.

المقرر بناء مصدر نيوترونات الاندماج الإيضاحي بحلول عام(2033م) وهو جزء من إستراتيجية المسار السريع التي يتبعها البلد لإنشاء محطة قوى الاندماج بحلول عام(2050م)[1].

وعليه، تشير الملاحظات والرؤى الأخيرة في دائرة طاقة الاندماج إلى مستقبل مُشجع ومُبشّر يتسم بسرعة وتيرة التقدم التقني وتضاعف الاستثمار والقبول على نطاق أوسع. ويُشير التنوع الذي يشهده مجال الاندماج (كما يتجلى في تصاميم الاندماج البديلة والارتفاع الضخم في البرامج القائمة على الليزر وأجهزة الستيلاريتور[2]، إلى أنه يجري استكشاف مسارات تقنية مختلفة لتحقيق طاقة اندماج هائلة في المستقبل القريب بالنسبة للدول الغربية[3].

1. إيرينا شاتزيسوماتيوباربارينو، طاقة الاندماج -محطات قوى الاندماج الإيضاحية خطوة إلى الأمام نحو إنتاج الكهرباء على نطاق واسع وتجاري، مرجع سابق، ص13.
2. أجهزة الستلايتور هي: نوع من أجهزة التحفيز التي تستخدم لتحقيق ظروف الاندماج النووي، حيث تندمج نواة الذرات لتوليد الطاقة، منها جهاز الاندماج المغناطيسي، جهاز الاندماج بالليزر
3. الآفاق العالمية في ميدان الاندماج لعام 2024م، مرجع سابق، ص21-22-64.

الخاتمة

النتائج

وفي الختام، من خلال استعراضنا لموضوع التعاون الدولي لاستخدام الطاقة النووية السلمية وأثرها على عملية التنمية، وبوصفها أحد الخيارات الأساسية المطروحة لتحقيق التقدم المادي، فقد جمعنا هذه الدراسة في فصلين رئيسين:

الفصل الأول (الإطار النظري للطاقة النووية): بدأنا فيه بماهية الطاقة النووية من الناحية القانونية، ووقفنا على بيان بداية ظهور القوة النووية، ثم مجالاتها السلمية وما لها من دور في رفع المستوى المعيشي وما تواجهه من تحديات، لا سيما البيئية منها، نظرًا لما تنطوي عليه من مخاطر شديدة تُدمر الحجر والشجر. بعد ذلك، انتقلنا إلى بحث الإطار القانوني الاتفاقي المُنظم لحق الدول في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، والذي يدور في فلك مجموعة من الاتفاقيات الدولية، بالإضافة إلى المبادئ والحدود القانونية التي يستند إليها هذا الحق، مع التركيز على دور المنظمات الدولية، وعلى رأسها الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

الفصل الثاني (الوجهة التطبيقية): انتقلنا فيه إلى بحث دور الطاقة النووية السلمية في مسيرة عملية التنمية المستدامة، والمحاولات الدولية لتعزيز الأمان النووي ودعم الاستمداد السلمي. تناولنا المبادرات التي عقدت من خلال المؤتمرات الدولية (كمؤتمر ستوكهولم وإعلان ريو)، والقمم العالمية المتعلقة بالمجال النووي.. ثم تناولنا الدول المتقدمة والمستجدة، من خلال ما لها من محطات ومفاعلات نووية قائمة وما هو قيد التشييد، والتوقعات المستقبلية لعالم الطاقة النووية. وأخيرًا، وقفنا على أهم المفاعلات النووية المتقدمة وما يتعلق بمشروع إيتير للطاقة النووية السلمية.

ومن خلال تحليل واستقراء النصوص القانونية المتنوعة التي جاءت بها مختلف الاتفاقيات والمواثيق الدولية، ومن خلال مواكبة التطور النووي السلمي، فقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

1. تحتل قضية الاستخدامات السلمية للطاقة النووية التي تنشأ نتيجة الاندماج أو الانشطار النووي أهميةً كبيرةً على مستوى الساحة الدولية، لاسيما مع تصاعد احتمال نضوب مصادر الطاقة التقليدية وتصاعد المشاكل البيئية والاحتباس الحراري. كما أنها مصدر أمان بالنسبة للدول التي لا تمتلك موارد الطاقة المتجددة (كالأنهار والشمس)، والتي تعاني من أزمة تذبذب إمدادات النفط. ما يجعها تُشكل أحد روافد تحقيق التنمية المستدامة التي لا يمكن الاستغناء عنها في دعم الاقتصاديات ودعم التقدم التقني والثقافي وغيرها من المجالات الأخرى.

2. إن التطور السريع في المجال النووي السلمي لا يجعل منها طاقةً آمنةً بالمطلق، بل تُعد النفايات والحوادث النووية من أخطر ما يُسبب التلوث الإشعاعي على البيئة، فالآثار لا تنحصر في وقت محدد ثم تتلاشى، بل تمتد لآلاف السنين، مما يجعل حُسن تدبير هذا المجال وإدارة النفايات النووية من أكبر التحديات التي تواجه مستخدمي الطاقة النووية؛ لضمان تحقيق الاستفادة النووية بطريقة بيئية مستدامة.
3. إن الإطار الدولي جاء ليُؤكد حق الدول في التنمية، بما يدخل فيه من حق امتلاك واستخدام الطاقة النووية السلمية، وتنظيم هذا الاستخدام بإحاطته بمجموعة من الضوابط تضمن عدم الإضرار بأي دولة لصالح دولة أخرى، وعدم التحول من القدرة المشروعة إلى القوة المحظورة.
4. إن الخطاب الدولي وصُنّاع السياسة الغربية والثقافة الدولية تجتمع كلها لتحقيق مصالح غربية غير عادلة، بما فيها المصالح النووية، مما يُفاقم من أزمات الدول النامية. وما يؤكد ذلك ما جاءت به معاهدة حظر الانتشار النووي عام (1968)، ونظام الضمانات النووية التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية. على الرغم من أنه قد جَنّب المجتمع الدولي مخاطر انتشار الأسلحة النووية بشكل واسع، إلا أنه يمثل نموذجًا حقيقيًا لتجسيد عدم المساواة بين الدول والحلقة الأضعف على مستوى القانون النووي الدولي، حيث يُعد نظامًا انتقائيًا يُجبر الدول غير النووية الموقعة والطامحة لاكتساب الطاقة السلمية بالخضوع لنظام الوصاية، إلى جانب منعها عن امتلاك أي سلاح نووي دون أي ضمان حقيقي يُوفر لها حمايةً فعالةً ضد العدوان النووي من قِبل الدول النووية.
5. السعي الدولي الحثيث نحو إنشاء الخطط التوسعية النووية وإرساء البنية الأساسية اللازمة لبرامج القوى النووية المتطورة ومفاعلات الاندماج النووي. على الرغم من عدم تحقق اندماج مجدٍ اقتصاديًا إلى الآن، إلا أن المتوقع من مفاعل إيتير إنتاج طاقة تفوق الجهود المبذولة على هذا التفاعل. ومن هذا المنطلق، فهو يُعد نقلةً هائلةً في مجال الطاقة، باعتباره مصدرًا لا ينضب وغير مُستهلك نهائي.

التوصيات

بناءً على النتائج السابقة، تُقدم الدراسة التوصيات الآتية المتعلقة بالموضوع:

1. نظرًا لعدم توافر مصادر الطاقة المتجددة بشكل دائم وعدم وصولها إلى مرحلة النضج الكافي للاعتماد عليها بشكل كامل، من المهم دمج الطاقة النووية مع هذه المصادر، باعتبارها في مقدمة استثمارات الدول لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.
2. نوصي المُشرّع الدولي بإعادة النظر بشأن اتفاقية حظر الانتشار النووي وتعديلها بما يوافق مصلحة جميع الدول دون تمييز، مع ضرورة المصادقة على معاهدة الحظر الكلي للتجارب النووية من جانب الدول النووية. كما يجب تفعيل إلزامية كافة المعاهدات والمواثيق الدولية بقوة القانون وتعميم الاستفادة من التقنية النووية السلمية بدون استثناء، والقضاء على ازدواجية المعايير التي تتبعها السياسة الغربية في اتخاذ وتنفيذ القرارات، ومنعًا لتكرار المأساة الأمريكية على هيروشيما وناغازاكي.
3. نشر الوعي بالمخاطر النووية ونشر ثقافة الأمان والسلامة النووية بين الجمهور والعاملين في هذا المجال. وعلى الدول الالتزام بالاستخدام الآمن والالتزام باللوائح العالمية؛ لتحقيق التقدم وجني فوائد قطاعات الطاقة السلمية وضمان حماية البيئة والإنسانية.
4. على المستوى الإقليمي: يجب على المنظمات الإقليمية تفعيل الاستخدام السلمي للطاقة النووية وفق السُبل القانونية وفي إطار تطوير التعاون الدولي. وبما أن القارة الإفريقية تملك مخزونًا هائلًا من اليورانيوم، فمن الضروري أن تسعى بإنشاء منظمة إفريقية للطاقة النووية والعمل على اكتساب هذه الطاقة على نحو ما يُحقق لها اللحاق بركب التنمية. وضرورة تكاثف الجهود العربية وتفعيل دور الهيئات العربية بالاهتمام بهذا العلم.
5. على دولة العراق أن تقوم بإعادة إحياء موضوع استغلال الطاقة النووية السلمية وبناء المفاعلات النووية المخصصة للأغراض السلمية في المواقع التي دمرها الكيان الصهيوني، والمصادقة على الاتفاقيات المتعلقة بالموضوع، وإبرام الاتفاقيات الثنائية مع الدول المتطورة نوويًا لتزويد العراق بالوقود النووي والأجهزة والمعدات، والعمل على المستوى الداخلي من خلال التوسع في إقرار التشريعات المتعلقة بالمجال؛ من أجل إيجاد بيئة نووية سلمية. وعلى الأمم المتحدة إلزام الدول النووية الكبرى بتقديم ضمانات بالالتزام بعدم الاعتداء على المفاعلات النووية السلمية العربية، وفي حالة الاعتداء، يكون من حق الدولة صدّ العدوان

وقيام الإدانة الدولية واعتبار ذلك عدوانًا مسلحًا يُشكل تهديدًا دوليًا، وإجبار الدولة المعتدية بدفع تعويضات للدولة المعتدى عليها وفرض جزاءات دولية عليها لمنع تكرار ذلك مستقبلاً.

6. العمل على دعم الخطط التطورية النووية المتوسعة والالتزام بالواجبات المرتبطة بها، ودعم إنشاء البرامج الآمنة والمستدامة، وفق نهج التقدم السريع والنشر المبكر للمفاعلات المتقدمة، والسعي لإنجاز مفاعلات الاندماج النووي (كمفاعل إيتير ومشاريع المحطات الإيضاحية).

المراجع

أولاً: الكتب

1. أحمد محمد عبد الحفيظ حسن، أبعاد الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل مبدأ سيادة الدولة، دار النهضة العربية، القاهرة، ط1، 2013.
2. التسلح ونزع السلاح والأمن الدولي، ترجمة حسن حسن، عمر الأيوبي، معهد ستوكهولم لأبحاث السلام الدولي –الكتاب السنوي-، 2005.
3. راتب السعود، الإنسان والبيئة –دراسة في التربية البيئية-،دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، ط1، مج1، 2007.
4. رقيب محمد جاسم الحماوي، مشروعية حيازة واستخدام الأسلحة النووية في ضوء مبادئ وأحكام القانون الدولي العام، الكتاب الأول، دار الكتب القانونية، دار شتات للنشر والبرمجيات، مصر، الإمارات، 2015.
5. روبرت إيفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة –مدخل إلى الطاقة المستدامة-، ترجمة: فيصل حردان، مراجعة: إبراهيم رشيدي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط1، 2011.
6. روبين فروست، الإرهاب النووي ما بعد الحادي عشر/سبتمبر، الناشر مركز الخليج للأبحاث، الإمارات العربية المتحدة، نسخة إلكترونية، 2008.
7. ستار جبار علاي، العرب والطاقة النووية –البرامج النووية العربية والإسلامية-، العربي للنشر والتوزيع، مج1، ط1، 2021.
8. سوزان معوض غنيم، النظم القانونية لضمان استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، دار الجامعة العربية، الإسكندرية، ط1، 2011.
9. عامر عباس، البرنامج النووي الإيراني في ضوء القانون الدولي، منشورات زين الحقوقية، بيروت، ط1، 2012.
10. عبد الرحمن بن محمد مليباري، معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية الجائز والمستحيل، مكتبة الملك فهد الوطنية، مطبعة سفير، المملكة العربية السعودية، 1993.
11. عبد القادر رزيق المخادمي، سباق التسلح الدولي الهواجس والطموحات والمصالح، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2010.
12. عبد الله نوار شعث، الجهود الدولية في الحد من انتشار السلاح النووي وتعزيز اقتصاديات الطاقة النووية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ط1، 2018.

13. عبد الله نوار شعث، الوكالة الدولة للطاقة الذرية ونشر واستخدام وتدويل الطاقة النووية السلمية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ط1، 2018.
14. عماد خدوري، سراب السلاح النووي العراقي –مذكرات وأوهام-، الدار العربية للعلوم، بيروت، ط1، 2005.
15. غسان هاشم الخطيب، الطاقة الذرية واستخداماتها، منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية، 1984.
16. القانون النووي النقاش العالمي، مؤسسة Spring-Verlag، هايدلبرغ بألمانيا، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية،فيينا، 2022.
17. كارلتون بيرل، الأعجوبة العاشرة –الطاقة النووية-، ترجمة: عصام أحمد عزت طه، دار اليقظة العربية، دمشق، ط2، 1958.
18. محسن حنون غالي، مدى مشروعية استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت، ط1، 2016.
19. محمد عبد الله محمد نعمان، ضمانات استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية –دراسة قانونية في ضوء القواعد والوثائق الدولية-، القاهرة، ط1، 2000.
20. محمد عبد المعبود الجيلي، التفجيرات النووية للتطبيقات السلمية، معهد الإنماء العربي، بيروت، ط1، 1982.
21. محمد محمد عبد اللطيف، موسوعة القانون النووي، دار الفكر والقانون للنشر والتوزيع، المنصورة، مج1، ط1، 2019.
22. محمود الأشرم، اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط1، 2001.
23. مروة الشاذلي، المسؤولية الدولية عن الأضرار ابيئية الناجمة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووي – دراسة مقارنة-، دار مصر للنشر والتوزيع، القاهرة، ط1، 2019.
24. نوران طالب وشاش، لطفي حاتم، العلاقات الدولية وتدويل الطاقة النووية السلمية، مركز الكتاب الأكاديمي للنشر، الأردن، ط1، 2015.

ثانياً: رسائل الدكتوراه والماجستير

1. أيمن عبد السلام إبراهيم، دور الطاقة النووية السلمية في عملية التنمية –دراسة مقارنة وتطبيقية على مصر-، رسالة دكتوراه، جامعة المنصورة –كلية الحقوق والاقتصاد والمالية العامة-، 2013.
2. بوشامة عبد الغني، الحماية الدولية للبيئة من مخاطر التلوث النووي، أطروحة دكتوراه، جامعة الجزائر –كلية الحقوق-، 2022/2021.

3. توفيق قوميدي، الضمانات القانونية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، رسالة ماجستير، جامعة قسنطينة –كلية الحقوق-، 2013/2012.
4. حمزة تيسير محمد الشرمان، التلوث النووي ودوره في عولمة البيئة، رسالة ماجستير، جامعة اليرموك –كلية الأداب -قسم العلوم السياسية-، الأردن، 2016.
5. سعد حمود مناور الشمري، حق الدول في امتلاك الطاقة النووية السلمية ووفقاً للقانون الدولي، رسالة دكتوراه، الجامعة الأردنية، عمان، 2017.
6. عزوز عبد الحليم، المسؤولية الدولية عن استخدام الطاقة النووية، أطروحة دكتوراه، جامعة محمد خيضر سكرة –كلية الحقوق-، 2020/2019.
7. فهد أحمد عبد الرحمن العنزي، الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، أطروحة دكتوراه، الجامعة الأردنية، الأردن، 2017.
8. ليلى هناوي، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل القانون الدولي، مذكرة ماجستير، جامعة حسيبة بن بو علي –الشلف-، 2008/2007.
9. محمود ماهر محمد ماهر، نظام الضمانات الدولية للاستخدامات السلمية للطاقة النووية، رسالة دكتوراه، جامعة عين شمس،القاهرة، 1980.
10. مهداوي عبد القادر، الاستخدام السلمي للطاقة النووية بين حق الشعوب في التنمية ومنطلبات الأمن الدولي، أطروحة دكتوراه، جامعة أبي بكر القايد –القانون العام-، تلمسان، 2014.
11. مهداوي عبد القادر، حق الدول في استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية،رسالة ماجستير في القانون الدولي والعلاقات الدولية –كلية الحقوق والعلوم السياسية-، جامعة الدكتور مولاي الطاهر-سعيدة-، الجزائر، 2009/2008.
12. نجوى محمد حلمي، مسؤولية الإدارة عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية، رسالة دكتوراه، جامعة بني سويف، كلية الحقوق –قسم القانون العام-، الجزائر، 2016/2015.
13. نوري عبد الرحمن، الضوابط القانونية الدولية لاستخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، أطروحة دكتوراه، جامعة ابن خلدون –تيات-، 2019/2018.

ثالثاً: المجلات والدوريات

1. إبراهيم مجاهدي، موقف القانون الدولي من الاستخدامات الضارة للطاقة النووية، مجلة البحوث والدراسات العربية، الناشر منظمة العربية والثقافة والعلوم، معهد البحوث والدراسات العربية، ع54، 2011.

2. أحمد سعيد نوفل، مخاطر التسلح على الاستقرار في الشرق الأوسط، مجلة المستقبل العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، الأردن، ع482، 2019.
3. إسماعيل شعبان، محمد معن ديوب، لؤي بهجت ديب، الطاقة النووية وأثرها على اقتصاديات الدول، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، ع1، مج31، 2009.
4. آمال بن صويلح، تحول مسار الجزائر من استغلال الثروة النفطية إلى توظيف الطاقة النووية، مجلة الحقوق، جامعة 8ماي –قالمة-، الجزائر، 2010.
5. إيما ميدجلي، ابتكارات نووية من أجل عالم خالٍ من الكربون، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مكتب الإعلام العام والاتصالان، فيينا، ع 3-64، 2023.
6. إيمان لوافي، اليورانيوم في أفريقيا ورقة رابحة وحصان خاسر، مجلة أراء حول الخليج، مركز الخليج للأبحاث، ع125، 2017،
7. برونا ليكوسوا، المساهمة في تحقيق السلم والصحة والازدهار –التطلع إلى المستقبل-، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، شعبة الإعلام العام للوكالة، ع 4-54، 2013.
8. ثقل سعيد العجيمي، سلمية الطاقة النووية وقواعد القانون الدولي –مع إشارة خاصة إلى الأزمات الإيرانية النووية-، مجلة الحقوق الكويتية، جامعة الكويت –كلية الحقوق-، الكويت، ع2، مج2، 2005.
9. جان ماري كولان، باتريس بوفريه، نفايات التجارب النووية الفرنسية في الجزائر –الإشعاع النووي تحت الرمال- تحليل حول معاهدة حظر الأسلحة النووية-، إصدار مؤسسة هاينريش بول ستيفتونغ/أوروبا، 2020.
10. حسام عبد الأمير خلف، التنمية المستدامة والطاقة النووية -العلاقة الجدلية-، مجلة العلوم القانونية، جامعة بغداد –كلية القانون-، ع1، مج34، 2019.
11. خالد علي العراقي، أمن الطاقة النووية بدولة الإمارات العربية المتحدة، مجلة كلية الحقوق للبحوث القانونية والاقتصادية، الناشر جامعة الإسكندرية –كلية الحقوق-، مج2، ع2، 2018.
12. رشيدة بو جحفة، استخدام الطاقة النووية وانعكاسات ذلك على البيئة، مجلة القانون العقاري، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، الجزائر، مج10، ع1، 2022.
13. السيد مصطفى أحمد أبو الخير، الأسس القانونية لحق الدول في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في القانون الدولي، المجلة الأكاديمية للبحوث القانونية، جامعة القاهرة، مصر، مج4، ع2، 2013.
14. طارق رؤوف، الطريق الطويل إلى عالم خالٍ من الأسلحة النووية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مج 49/1، 2007.

15. عماد جاد، الاتحاد الأوروبي –تطور التجربة-، مجلة السياسة الدولية، مصر، مج41، العدد161، 2005.
16. عمار منصوري، التفجيرات النووية الفرنسية في الصحراء الجزائرية –إرث استعماري ثقيل-، مجلة مصادر تاريخ الجزائر المعاصر، المركز الوطني للدراسات والبحث في الحركة الوطنية وثورة أول نوفمبر 1954، الجزائر، ع1، مج17، 2019.
17. ليلى هناوي، معاهدة حظر الأسلحة النووية 2017وتأثيرها على منظومة حظر الانتشار النووي القائمة، مجلة الدراسات القانونية المقارنة، جامعة حسيبة بن بو علي –الشلف-، الجزائر، مج7، ع1، 2021.
18. مارك ويسترا، الإندماج النووي هل هو المستقبل؟، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مكتب الإعلام العام والاتصالات بالوكالة، ع 48-2، 2007.
19. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، استعراض التكنولوجيا النووية 2020، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، الوثيقة رقم GC(64)/INF/2، 2020.
20. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، استعراض التكنولوجيا النووية 2022، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، الوثيقة رقم GC(66)/INF/4، 2022.
21. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، استعراض التكنولوجيا النووية 2023، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، الوثيقة رقم GC(67)/INF/4، 2023.
22. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الآفاق العالمية في ميدان الاندماج لعام 2024، ع2، 2024.
23. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الضمانات، مكتب الإعلام والاتصالات للوكالة، النمسا، ع 3-63، 2022.
24. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الطاقة النووية في مسارات التخفيف للوصول بالانبعاثات إلى مستوى الصفر، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية -منشورات غير مسلسلة-، النمسا، وثيقة بنسق 4.45MB، 2023.
25. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الطاقة النووية وتغير المناخ –أسئلة وأجوبة عن التقدم المحرز والتحديات والفرص-، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية –منشورات غير مسلسلة-، النمسا، وثيقة بنسق 8.33MB، 2023.
26. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، القوى النووية والانتقال إلى الطاقة النظيفة، مكتب الإعلام والاتصالات، فيينا، ع 3-61، 2020.
27. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تغير المناخ والطاقة النووية، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية –منشورات غير مسلسلة-، النمسا، 2015.

28. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تمويل محطات الطاقة النووية الجديدة، سلسلة الطاقة النووية للوكالة الدولية، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، 2008.
29. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ثقافة الأمن النووي، سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا، ع7، 2011.
30. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، طاقة الاندماج، مكتب الإعلام العام والاتصالات بالوكالة، ع 2-62، 2021.
31. مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، كوكبنا الأرض متغير، مكتب الإعلام والاتصالات، فيينا، ع 2-49، 2008.
32. محمد رمضان، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في إطار قواعد القانون الدولي العام –دراسة تحليلية للملف النووي الإيراني-، المجلة المصرية للقانون الدولي، مصر، ع 69، 2013.
33. مهداوي عبد القادر، نظام الضماناتالنووية في ظل مبدأ سيادة الدول، مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية، جامعة قاصدي مرباح –ورقلة-، ع12، 2012.
34. نوري عبد الرحمن، الاستخدام السلمي للطاقة النووية بين التنمية المستدامة والأمن البيئي، مجلة البحوث العلمية في التشريعات البيئية، جامعة ابن خلدون، الجزائر، ع9، 2017.
35. نوري عبد الرحمن، الطاقة النووية بين مشروعية الاستخدام السلمي ومتطلبات الأمان النووي، مجلة العلوم القانونية والاجتماعية، منشورات جامعة زيان عاشور بالجلفة، الجزائر، ع9، 2016.

رابعاً: المواقع الإلكترونية

1. الاتحاد الأوروبي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط:-iaea.org/ar/min-nahn/alaitihad-aluwrubiyu
2. اتفاقات الضمانات، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/aitifaqat-aldamanat
3. اتفاقيات الأمان النووي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/aitifaqiaat-alaman-alnawawii
4. اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ COP17، 2011، على الرابط:
5. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي، ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
6. اتفاقية الجماعة الأوروبية، على الرابط: wikiwand.com/ar/articles
7. أحمد الشاذلي، القنبلة النووية وما بعدها، بودكاست " مش مفهوم مع شنغين".

8. أسامة أبو الرب، ماذا سيحدث لو جمعنا ما ألقته إسرائيل من متفجرات على غزة في قنبلة واحدة وفجرناها؟، الجزيرة، 2023، على الرابط:aljazeera.net/politics/2023
9. آسيا وليس الغرب مركز نهضة الطاقة النووية الجارية، CNNالاقتصادية، 2024، على الرابط: cnnbusinessarabic.com/energy/84386
10. أمجد سعيد الوكيل، مشروع المحطة النووية بالضبعة ورؤية مصر 2030 –رؤى إستراتيجية وخطط مستقبلية لعام2025-، 2024، هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، على الرابط: nppa.gov.eg/News/Details?id=2225
11. الأمن والأمان النوويان، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2022، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/alaman-walamn-alnawawian
12. أندرو بانترسون، تغير الظروف لصالح القوى النووية، نشرة واشنطن، مكتب برنامج الإعلام الخارجي، 2008، على الرابط: American.gov/st/envarabic/2008/September/2008
13. الأهداف الإنمائية للألفية، الجزيرة، 2015، على الرابط: aljazeera.net/encyclopedia/2015/11/12/
14. البرتوكول الإضافي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط: iaea.org/ar/almawadie/albrutukul-aliidafi
15. بسام عبد السميع، مواجهة أزمة المناخ بين الطموحات والوقع، وكالة الأنباء الإماراتية، 2023، على الرابط: wam.ae/ar/article/appbn9i-
16. توفيق الشاوي، لمن السيادة، طريق الإسلام، 2015، على الرابط: ar.islamway.net/article/44666
17. توقيع مذكرة تفاهم بين اللجنة الأفريقية للطاقة النووية والمركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية، وزارة الانتقال الطاقي والتنمية المستدامة –المملكة المغربية-، 2023، على الرابط: environnement.gov.ma/ar/136-2014-02-15-13-28-12/4106-2023-05-08-10-33-19
18. جوان ليو، ما هي المفاعلات النمطية الصغيرة؟، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2024، على الرابط: iaea.org/ar/newscenter/news/ma-hiya-almoufalat-alnamatiya-alsaghira
19. حازم شعار، صناعة الطاقة النووية في العالم تحت القبضة الروسية، سكاي نيوز عربية، أبوظبي، 2022، على الرابط:skynewsarabia.com/business/1552568
20. دخلت النادي النووي على أجساد الجزائريين، 2023، على الرابط: arabicpost.net/shorthand

21. ريو+20 مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، 22/20 يونيو 2012، ري ودي جانيرو، البرازيل، مؤتمرات الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، على الرابط: un.org/ar/conferences/environment/rio2012
22. ساموبل جابير، تمخض مؤتمر "ريو+20" 2012، على الرابط: /swissinfo.ch/ara
23. سعيد محمد الطاير، اتفاق الإمارات التاريخي في COP28 –خطوة مهمة في مواجهة تغير المناخ-، 2023، على الرابط: dewa.gov.ae/ar-AE/about-us/media-publications/latest-news/2023/12/the-historic-uae-consensus-in-cop28
24. الطاقة النووية من أجل الحياد المناخي –تحظى باهتمام المشاركين في قمة سياسات الطاقة النووية 2023 في نيويورك-، على الرابط:-enec.gov.ae/ar/news/latest-news/net-zero-nuclear /builds-momentum-in-new-york-city-showcase
25. عماد العلي، محمد جاب الله، المبادرات الشبابية في مجال الطاقة النووية الآمنة المستدامة، 2023، على الرابط: /greenfue.com
26. قمة الأرض، الجمهورية التونسية وزارة البيئة، 2023، على الرابط: environnement.gov.tn/ar/translate-to-arabe-sommets-de-la-terre
27. قمة الألفية، ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
28. كان دوه أوغلو، الجماعة المالية الأفريقية –مفهوم الاستعمار الفرنسي الجديد للقارة السمراء-، جمعية الدراسات الأفريقية، اسطنبول، 2019، على الرابط:aa.com.tr/ar/1606616
29. مات فيشر، نقطة تحول –أول قمة عالمية للطاقة النووية تختم أعمالها في بروكسل، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2024، على الرابط: -iaea.org/ar/newscenter/news/tghyur-almunakhi-nqatat-tahuli-awal-qimat-ealamiat-liltaaqat-alnawawiat-takhtatim-aemalaha-fi-bruksil
30. مارتن ديفيسك، مؤتمر الأطراف28 –خمس نتائج رئيسية من قمة المناخ الأخيرة للأمم المتحدة، 2023، على الرابط:-theconversation.com/cop28-five-major-outcomes-from-the-latest-un-climate-summit-219655
31. ماري ألبون، لوكالة في مؤتمر المناخ COP29-تسخير الحلول النووية لمكافحة تغير المناخ، الوكالة الدولية للطاقة الذرية-، مكتب الإعلام العام والاتصالات التابع للوكالة، 2024م، على الرابط:-iaea.org/ar/newscenter/news/alwakala-fy-motamar-almounakh-cop29-taskhyr-alhouloul-alnawawiya-limoukafahat-tagayor-almounakh

32. مايكل تومسون، إيجابيات وسلبيات الطاقة النووية للبيئة -الطاقة النووية طاقة متجددة-، 2024، على الرابط: sigmaearth.com/ar/nuclear-power-energy-pros
33. المجموعة العربية تؤكد حقها في الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وكالة الأنباء الإماراتية، أبوظبي، 2018، على الرابط: al-ain.com/article/arab-group-right-peaceful-uses-nuclear-energy
34. محمد عبد السند، الطاقة النووية في أفريقيا فرص واقعية أم أضغاث أحلام؟، منصة الطاقة، 2023، على الرابط: attaqa.net/2023/10/26
35. منظمة سيرن، ويكيبيديا الموسوعة الحرة، على الرابط: Wikipedia.org/wiki/Cern
36. منير شفيق، قمة الأمن النووي في واشنطن..لماذا؟، الجزيرة، 2010، على الرابط: aljazeera.net/opinions/2010/4/19
37. موارد اليورانيوم العالمية كافية في المستقبل المنظور على حد قول الوكالة ووكالة الطاقة الذرية في تقرير جديد-، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، النمسا، 2021م، iaea.org/ar/newscenter/pressreleases/mawarid-alyuranium-alealamiat-kafiatan-fi-almustaqbal-almanzuri-ela-hadi-qawl-alwikalat
38. مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة البشرية 6/5يونيو 1972 ستوكهولم، الأمم المتحدة، على الرابط:un.org/ar/conferences/environment/stockholm1972
39. مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية، ريو دي جانيرو، البرازيل، 14/3يونيو 1992، مؤتمرات الأمم المتحدة البيئة والتنمية المستدامة، ، على الرابط: un.org/ar/conferences/environment/rio1992
40. مؤتمر الأمم المتحدة للتغير المناخي، ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
41. مؤتمر ستوكهولم +50 –عافية الكوكب من أجل ازدهار الجميع –مسؤوليتنا، فرصتنا-، 2022، على الرابط: stockholm50.global/ar
42. مؤشرات الأداء الاقتصادي لمحطات الطاقة النووية، سلسلة تقارير رقم 473، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2006، على الرابط: pud.iaea.org/mtcd/publications/pdf/trs437_web.pdf
43. هيئة الطاقة الأردنية –التعاون الدولي-، على الرابط: jaec.gov.jo/Ar/Pages
44. الهيئة العربية للطاقة الذرية، نبذة تعريفية، على الرابط:aaea.org.tn
45. وكالة الطاقة النووية تعلن تعاونها مع مبادرة "الطاقة النووية من أجل الحياد المناخي" 2023، مؤسسة الإمارات للطاقة النووية، على الرابط: enec.gov.ae/ar/news/latest-news/nea-and-

enec-to-explore-innovative-financing-approaches-at-cop28-through-net-zero-nuclear/

46. الوكالة ومعاهدة عدم الانتشار، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على الرابط:
iaea.org/ar/almawadie/mueahadat-edm-alaintishar

ملحق 1

نموذج مراجعة لغوية

السيد: د. رئيس قسم القانون العام

تحية طيبة وبعد..
فقد اطَّلعتُ على الرسالة الموسومة بعنوان: **(تصميم خطة بحث بعنوان: التعاون الدولي لاستخدام الطاقة النووية وأثرها على عملية التنمية)**، المقدمة من الطالبة: **أمل صلاح الدين مصطفى القريض؛** لاستكمال متطلبات الحصول على الدرجة العالية الماجستير في تخصص القانون العالم، وتم التحقق من خلوها من الأخطاء الإملائية واللُّغوية، متمنّيةً لها كل التوفيق والفتح المبين.

ولكم فائق التقدير والاحترام

أ. إخلاص المختار
مراجِعة لُغوية ومترجمة
الدرجة العلمية: ماجستير منكلية اللغات
جامعة بوترا ماليزيا

ملحق 2

أولًا: الاتفاقيات

1. اتفاقية الأمان النووي 1994، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، نشرة إعلامية، 1994.
2. اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي 1986، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، نشرة إعلامية، 1986.
3. معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية 1968.
4. اتفاقات الضمانات، الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
5. البرتوكول الإضافي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
6. اتفاقية الجماعة الأوروبية.
7. 8. معاهدة تحريم الأسلحة النووية في أمريكا اللاتينية1967.
9. اتفاقية الحظر الجزئي للتفجيرات النووية1963.
10. اتفاقية فيينا لقانون المعاهدات1969.
11. معاهدة حظر الأسلحة النووية2017.
12. معاهدة تلاتيلكو.
13. اتفاقية حماية المواد النووية1980، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، نشرة إعلامية، 2021 .
14. الاتفاقيات المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعة 1997، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، نشرة إعلامية، 1998.
15. الاتفاقية الدولية لتقديم المساعدة في حال وقوع حادث نووي أو طارئ إشعاعي1987، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، نشرة إعلامية، 1986.
16. الاتفاقية المبرمة بين الحكومة الأرجنتينية وحكومة البرازيل والهيئة البرازيلية الأرجنتينية لحساب ومراقبة المواد النووية والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق نظام الضمانات، الموقع في 13/ديسمبر1991.
17. البروتوكول الملحق الإضافي للاتفاقية المبرمة بين الأرجنتين والبرازيل والهيئة البرازيلية الأرجنتينية لحساب ومراقبة المواد النووية والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق نظام الضمانات1991.

- **ثانيا: المنظمات والهيئات الدولية**

1. منظمة الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
2. المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية.
3. الهيئة العربية للطاقة الذرية.

4. هيئة الطاقة الأردنية.

ثالثا: المؤتمرات والقمم الدولية

1. عبد المجيد المحجوب، ضو مصباح، الطاقة والتعاون العربي –مؤتمر الطاقة العربي العاشر- مستقبل الطاقة النووية في الدول العربية-، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2014.
2. تقرير مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوها نسبرغ، جنوب أفريقيا 26/أغسطس إلى 4/سبتمبر 2002، نيويورك، 2002.
3. مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة البشرية 6/5يونيو 1972 ستوكهولم، الأمم المتحدة.
4. مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية، ريو دي جانيرو، البرازيل، 14/3يونيو 1992، مؤتمرات الأمم المتحدة البيئة والتنمية المستدامة.
5. ريو+20 مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، 22/20 يونيو 2012، ري ودي جانيرو، البرازيل، مؤتمرات الأمم المتحدة للتنمية المستدامة.
6. قمة الأرض، الجمهورية التونسية وزارة البيئة.
7. قمة الألفية، ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
8. مؤتمر الأمم المتحدة للتغير المناخي، ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
9. مارتن ديفيسك، مؤتمر الأطراف28 –خمس نتائج رئيسية من قمة المناخ الأخيرة للأمم المتحدة، 2023.

University of Al-Zaia
Faculty of Law
Department of General Law

The Impact of International Cooperation for Nuclear Energy Use on Global

By

Amal Salah Al-Din Mustafa Al-Quraid

Supervisor

Dr. Hana Ali Al-Bashir Belhaj

Thesis Was Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Master in General Law

2025 - 2026