الهيئة العربية للطاقة الذرية

الذرة والتنمية

نشرة علمية إعلامية فصلية
المجلد الرابع والثلاثون ـ العدد الثالث 2022

التغير المناخي والطاقة النووية

دور النباتات في الوقاية الإشعاعية

الإتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى

مفاعل الماء المضغوط الروسي VVER-1200

الذرة في خدمة الإنسان

نشرة الذرة والتنمية، نشرة علمية إعلامية فصلية تهتم بزيادة وعي أبناء الوطن العربي بمختلف مجالات العلوم والتقنيات النووية واستخداماتها السلمية
تصدر عن الهيئة العربية للطاقة الذرية

إن الآراء والأفكار والمعلومات التي تنشر بأسماء كتّابها تكون على مسؤوليتهم
يسمح باستعمال ما ورد في هذه النشرة من مواد علمية أو فنية، بشرط الإشارة إلى مصدرها

المقالات والمراسلات توجه إلى رئيس تحرير نشرة الذرة والتنمية على عنوان الهيئة أدناه .
الإشتراكات والتوزيع : ترسل الطلبات إلى قسم التوثيق العلمي ــ إدارة الشؤون العلمية بالهيئة على العنـوان أدناه مع إرفاق شيك باسم الهيئة العربية للطاقة الذرية بالمبلغ المطلوب أو إجـراء تحويـل بنكـي إلى حسـاب الهيئـة لـدى الشركـة التونسيـة للبنـك رقـم: 840-3/4173-90-100.

الإشتراكات السنوية : 10 دولارات أمريكية للأفراد
20 دولار أمريكي للمؤسسات
يضاف إليها 15 دولاراً أمريكياً قيمة مصاريف البريد

العنوان البريدي : الهيئة العربية للطاقة الذرية، 7، نهج المؤازرة، حي الخضراء 1003، تونس
الهاتف : 71.808.400 ـ الفاكس : 71.808.450
العنوان الإلكتروني: aaea@aaea.org.tn & aaea_org@yahoo.com
الموقع الإلكتروني: www.aaea.org.tn

الذرة والتنمية

نشرة فصلية ربع سنوية

تصدرها الهيئة العربية للطاقة الذرية ـ تونس

المجلد الرابع والثلاثون ـ العدد الثالث 2022

لجنة التحرير

رئيس التحرير : أ. د. سالم حامدي

سكرتير التحرير : م. نهلة نصر

المراجعان : أ. د. ضو سعد مصباح

أ. د. يحيى خليل شخاترة

جدول المحتويات

الموضوع	الصفحة
✯ التغير المناخي والطاقة النووية ـ السيد محمد تابت ...	3
✯ دور النباتات في الوقاية الإشعاعية ـ د. م. نشأت صقر	14
✯ الإتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى ـ د. م. نشأت صقر	28
✯ مفاعل الماء المضغوط الروسي VVER-1200 ـ أ. د. مهجة حسن	42
✯ أخبار عربية وعالمية ـ م. نهلة نصر	59
✯ أخبار الهيئة	62
✯ قائمة مطبوعات الهيئة العربية للطاقة الذرية	70

التغير المناخي والطاقة النووية(*)

Abstract

Climate change is widely recognized as a major threat to humanity and the natural world. According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), in order to limit the average global temperature increase to 1.5°C, global energy production needs to be fully decarbonized by around 2050, with rapid reductions in emissions starting immediately. Electricity production, like other energy sectors, faces immense challenge of shifting almost entirely to low carbon energy sources in just 30 years, from a system dominated today by fossil fuels.

Many organizations are analysing the decarbonization of the energy system, some of their scenarios, including those described by the IPCC, call for a substantial increase in global nuclear power capacity. The role of nuclear power includes maintaining existing low carbon capacity by extending the operational life of the current nuclear fleet, as well as, expanding low carbon capacity through the construction of new facilities, especially through the recourse to new nuclear power plant technologies such as small modular reactors.

(*) المقالة مترجمة بتصرف من منشور الوكالة الدولية للطاقة الذرية : "CLIMATE CHANGE AND NUCLEAR POWER 2020".

مقدمـــــة

من المتعارف عليه أن تغير المناخ يمثل تهديداً رئيسياً للبشرية ولجزء كبير من العالم الطبيعي. فوفقاً للهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC) يتوجب، من أجل الحد من متوسط زيادة درجة الحرارة العالمية إلى 1.5 درجة مئوية، إزالة الكربون بالكامل من إنتاج واستخدام الطاقة العالمية بحلول عام 2050، مع البدء فوراً بالتخفيضات السريعة للانبعاثات. وبالتالي أصبح قطاع إنتاج الكهرباء يواجه تحدياً هائلاً يتمثل في التحول بالكامل تقريباً من نظام يهيمن عليه حالياً الوقود الأحفوري إلى مصادر طاقة منخفضة الكربون في غضون 30 عاماً فقط.

تركز المقالة على الدور المهم الذي تلعبه الطاقة النووية في سيناريوهات التخفيف من تغير المناخ والتحديات التي تواجه تحقيق هذا الدور في نظام طاقي منخفض الكربون. إذ تقوم العديد من المنظمات بتحليل إزالة الكربون من نظام الطاقة، كما تدعو العديد من السيناريوهات الخاصة بها، بما في ذلك كل السيناريوهات التوضيحية الأربعة التي وصفتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في تقريرها الخاص لعام 2018 بشأن الاحترار العالمي عند 1.5 درجة مئوية، إلى زيادة كبيرة في قدرة الطاقة النووية العالمية.

كما يوضح هذا المنشور كيفية تمكين مصدر هذه الطاقة على النحو الأمثل ليأخذ مكانه في نظام طاقي متكامل منزوع الكربون ويحدد التطورات اللازمة لتحقيق زيادة كبيرة في القدرة على إزالة الكربون بسرعة من نظام الطاقة العالمي بما يتماشى مع الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري إلى 1.5 درجة مئوية. ولتحقيق هذا الهدف، فإنه من اللازم العمل على منح الطاقة النووية دوراً أكبر وذلك بالحفاظ على القدرة الحالية منخفضة الكربون من خلال إطالة العمر التشغيلي للأسطول النووي الحالي وكذلك توسيع السعة منخفضة الكربون من خلال بناء منشآت نووية جديدة.

تغير المناخ والطاقة

تزايدت الانبعاثات العالمية من الغازات المسببة للاحتباس الحراري (Greenhouse Gases, GHGs) بشكل شبه مستمر منذ بداية الثورة الصناعية

وتضاعفت تقريباً منذ عام 1970. إذ يتسبب إنتاج واستخدام الطاقة حالياً في حوالي ثلثي إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة، وتوليد الكهرباء بدوره يتسبب في ثلث هذه الانبعاثات ذات الصلة بالطاقة. ويلاحظ تزايد الانبعاثات من قطاع الكهرباء بسرعة إذ تضاعفت أكثر من ثلاثة أضعاف منذ عام 1970. من هنا جاءت الاتفاقيات الخاصة بالمناخ للحد من هذا التدهور، وخاصة اتفاقية باريس لعام 2015 التي حددت هدفاً يتمثل في إبقاء "الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية أقل بكثير من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي ومتابعة الجهود للحد من زيادة درجة الحرارة إلى 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي".

منذ ذلك الحين، أدرك المجتمع الدولي بشكل متزايد الحاجة إلى تحقيق هدف 1.5 درجة مئوية الأكثر طموحاً. وقد تم تعزيز ذلك من خلال التقرير الخاص للهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ بشأن الاحترار العالمي عند 1.5 درجة مئوية، والذي حدد المخاطر الإضافية التي تتعرض لها الأنظمة الطبيعية والبشرية من ارتفاع درجة الحرارة 2 درجة مئوية مقارنة بـ 1.5 درجة مئوية. ومع ذلك، فإن أهداف وإجراءات التخفيف من آثار تغير المناخ المنصوص عليها في أول مساهمات الدول المحددة وطنياً (Contributions Determined Nationally, NDCs) بموجب اتفاقية باريس غير كافية لتقليل الانبعاثات إلى مستوى يتوافق مع 1.5 درجة مئوية. إذ يوضح تجميع أكثر من 400 سيناريو حديث طويل الأجل للطلب على الطاقة من المنظمات الدولية والحكومية وغير الحكومية والقطاع الخاص والمنظمات العلمية، بما في ذلك الهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ، التحديات والفرص المتعلقة بخفض الانبعاثات مع توفير الطاقة من أجل التنمية الاقتصادية والاجتماعية. تحدد عدة سيناريوهات فرص تقليل الاستهلاك النهائي للطاقة بحلول عام 2050، وتتوقع جميعها زيادة في استهلاك الكهرباء تتراوح من 20% إلى 330%.

في السيناريوهات التي يتم فيها تحقيق أهداف التخفيف الطموحة، تلعب الكهرباء بشكل عام دوراً أكبر لدعم إزالة الكربون من استخدامات الطاقة الأخرى. كما تشير جميع المسارات التوضيحية الأربعة من التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية

المعنية بتغير المناخ إلى أن حصة الكهرباء في الاستهلاك النهائي للطاقة ستصل إلى 40 ـ 60% بحلول عام 2050، مقارنة بأقل من 20% في عام 2018. وتؤدي الأهمية المتزايدة للكهرباء في أنظمة الطاقة المستقبلية إلى التركيز على خيارات التكنولوجيا منخفضة الكربون لتوليد الكهرباء.

معروف أن الطاقة النووية والطاقة الكهرمائية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية تنتج أقل انبعاثات لغازات الاحتباس الحراري. ومع ذلك، فإن هذه التقنيات لها تأثير أكثر تنوعاً على متطلبات المواد والآثار البيئية المرتبطة بها، والتي من المرجح أن تصبح ذات أهمية متزايدة في نظام الكهرباء منخفض الكربون. وتشمل التقنيات ذات المتطلبات المنخفضة من موارد المواد محطات الطاقة النووية والكهرمائية ومحطات توليد الطاقة بالغاز الطبيعي ذات الدورة المركبة، نظراً لكثافة طاقتها العالية. في المقابل، تتطلب طاقة الرياح، وخاصة توليد الطاقة الشمسية الكهرضوئية موارد مادية أكبر بكثير، ممّا قد يخلق أعباء بيئية إضافية. من ناحية أخرى ساعدت تقنيات توليد الكهرباء منخفضة الكربون على تجنب استخدام كميات كبيرة من الوقود الأحفوري. إذ تشير التقديرات إلى أن هذه التقنيات قد خفضت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في قطاع الطاقة بنسبة تصل إلى الثلث خلال الفترة 1971 ـ 2018.

منذ أوائل السبعينيات، ساهمت الطاقة النووية بشكل كبير في تقليل الانبعاثات، حيث وفرت ما يقرب من 50% من الكهرباء منخفضة الكربون في التسعينيات. كان من الممكن أن تكون الانبعاثات السنوية أعلى بحوالي 2 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون خلال العقد الماضي لو تم استخدام متوسط مزيج الوقود الأحفوري العالمي لإنتاج الكهرباء بدلاً من محطات الطاقة النووية. وتقدر الوكالة الدولية للطاقة الذرية أنه خلال الفترة 1971 ـ 2018، جنبت القدرة النووية انبعاث ما مجموعه 74 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يعادل الانبعاثات التراكمية من قطاع الطاقة بأكمله خلال السنوات الست من 2013 إلى 2018.

ومن خلال تحليل المساهمة المستقبلية المحتملة للطاقة النووية في التخفيف من آثار تغير المناخ عبر 400 سيناريو نشر مؤخراً، بما في ذلك سيناريوهات التقرير

الخاص للهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، يتبين من خلال هذه السيناريوهات وجود مجموعة واسعة من التقديرات المستقبلية التي تعكس العديد من العوامل الفنية والاقتصادية والاجتماعية والسياسية غير المؤكدة. ومع ذلك، يُلاحظ أن هناك دوراً متزايداً للطاقة النووية عبر العديد من السيناريوهات، لا سيما تلك السيناريوهات ذات الانبعاثات المنخفضة من غاز ثاني أكسيد الكربون والتي تحقق أهداف تخفيف أكثر صرامة. على سبيل المثال، في المجموعة الكاملة لمسارات الهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ المتوافقة مع هدف 1.5 درجة مئوية، يتضاعف متوسط التوليد النووي ثلاث مرات بحلول عام 2050 عن مستويات 2018. وبالمقارنة مع توقعات الوكالة الدولية للطاقة الذرية المنخفضة والعالية لتوليد الكهرباء النووية حتى عام 2050، تظهر مستويات أعلى من التوليد النووي في سيناريوهات أخرى، بما في ذلك المسارات التوضيحية الأربعة للهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ. ممّا يعني وجود سوق إضافي كبير وخطة عمل تتجاوز الاتجاهات الحالية المتضمنة في توقعات الوكالة الدولية. ومن المرجح أن تحقيق مثل هذه المستويات العالية من نشر الطاقة النووية يتطلب توسعاً سريعاً في سلاسل التوريد العالمية ورأس المال البشري والبنية التحتية المادية والمؤسسية. كما أن افتراضات المسارات التوضيحية الأربعة للهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ والسيناريوهات الأخرى التي تتوقع زيادة قوية في القدرة النووية تسلط الضوء على العديد من العوامل التمكينية المحتملة للاستفادة من إمكانيات الطاقة النووية للتخفيف وهي:

(أ) هدف تخفيف قوي، وإشارات سياسية متسقة ذات صلة
(ب) التحكم في التكاليف النووية، وضمنياً الحصول على التمويلات اللازمة
(ج) درجة معتدلة من القبول المجتمعي
(د) الاعتراف بقيمة الطاقة النووية لتشغيل وإدارة المنظومة الكهربائية.

توفر الاتجاهات العالمية في الأسطول النووي قاعدة لتوسيع نطاق خطط العمل. إذ تقدم التطورات والمشاريع الحديثة في مجال الطاقة النووية مؤشراً على ما إذا كان من الممكن تحقيق توسع سريع وواسع النطاق في الصناعة النووية بحلول

عام 2050. ففي الفترة 1999 ــ 2019، زادت القدرة الكهربائية النووية الصافية بنسبة متواضعة بلغت 14%. في بداية عام 2020، كان هناك 52 مفاعلاً قيد الإنشاء في 19 دولة، أي ما يعادل أكثر من 13% من القدرة النووية العالمية الحالية. وهذا يشمل المشاريع في الدول التي لديها برامج طاقة نووية راسخة وكذلك في الدول "الوافدة" التي تبني أول محطاتها للطاقة النووية، مثل بنغلاديش وبيلاروسيا وتركيا والإمارات العربية المتحدة، ممّا يوضح إمكانيات الطاقة النووية لتوفير طاقة منخفضة الكربون للاقتصادات الناشئة. فقد أشارت عدة دول إلى خططها لاستخدام الطاقة النووية في أول مساهماتها المحددة وطنياً بموجب اتفاق باريس. ومع ذلك، فإن هذه الخطط ليست كافية لتحقيق هدف الحد من الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية إلى أقل بكثير من 2 درجة مئوية أو 1.5 درجة مئوية. إذ تحتاج الدول إلى الالتزام بخطة أكثر طموحاً في تحديثات عام 2020 والمساهمات المستقبلية المحددة وطنياً. وبالنظر إلى إمكانات التخفيف، يمكن للطاقة النووية أن تعزز مثل هذه الخطة الطموحة. إذ تتمتع الدول الثلاثين التي تستخدم الطاقة النووية اليوم بالقدرة، من حيث البنية التحتية والخبرة، على تكثيف الطاقة النووية على نطاق يمكن أن يحدث فرقاً كبيراً في الانبعاثات العالمية. وعلى المدى المتوسط، فإن تبني دول إضافية للطاقة النووية، ولاسيما الاقتصادات الناشئة التي ستساهم بحصة أكبر في نمو الانبعاثات في المستقبل، يمكن أن يدعم إجراءات أوسع لخطة التخفيف من آثار تغير المناخ.

أنظمة طاقية منخفضة الكربون

في المستقبل سيتألف نظام الطاقة منخفض الكربون من تآزر مجموعة متنوعة من التقانات والموارد. ويتطلب الانتقال إلى مثل هذا النظام تحولاً جذرياً في كيفية إنتاج خدمات الطاقة وتوفيرها واستخدامها. إذ سيصبح نظام الكهرباء أكثر تعقيداً ومتكاملاً بدرجة كبيرة، مع المزيد من التوليد والتخزين للطاقة، بالإضافة إلى اقتران أكثر إحكاماً بالنقل وقطاع الطاقة. وفي حين أن نظام الكهرباء منخفض الكربون سيكون محورياً للانتقال الطاقي النظيف، فإن ناقلات الطاقة منخفضة الكربون الأخرى ــ مثل الهيدروجين والحرارة ــ ستلعب دوراً متزايداً في إزالة الكربون تماماً من قطاعات مثل الصناعة والنقل. من جهة أخرى سيخلق الانتقال إلى نظام كهرباء منخفض

الكربون تحديات أيضاً. ومع تزايد حصص توليد الطاقة المتجددة المتغيرة في نظام الطاقة، فإن الطلب المتبقي ـ أي الفرق بين إجمالي الطلب على الكهرباء والتوليد من مصادر الطاقة المتجددة المتغيرة ـ سيصبح متقلباً بشكل متزايد، مع تغيرات أحمال أكثر شدة ومتطلبات أكثر تواتراً وأكثر حدة. ومن المتوقع أيضاً أن يصبح الحمل المتبقي غير قابل للتنبؤ به، وأن تزداد احتياجات سعة التخزين على المدى القصير والموسمي. وقد أدت هذه التطورات وغيرها إلى تزايد تقلب أسعار سوق الكهرباء، ممّا زاد بشكل كبير من مخاطر الاستثمار في التقنيات كثيفة رأس المال. وقد أدى ذلك إلى نقاش بين صانعي السياسات والهيئات الرقابية ومشغلي الأنظمة حول مدى قدرة أسواق الكهرباء المحررة على الانتقال إلى نظام طاقة منخفض الكربون مع ضمان مستوى مناسب من أمن الإمداد والاستثمار الكافي في الشبكة وقدرات التوليد الكهربائي. وعلى الرغم من أن عدداً متزايداً من مشغلي المفاعلات في العديد من الدول يستجيبون للتغيرات المتزايدة في الأحمال والتقلبات من خلال تنفيذ إجراءات تشغيل مرنة، ففي ظل عدم وجود ترتيبات سوقية محددة للتشغيل المرن، يواجه مشغلو المحطات انخفاضاً في الإيرادات عند مقارنتها بالحمل الأساسي للتشغيل بسبب عوامل الحمل المنخفضة. لذلك، فإن زيادة مرونة التوليد النووي لاستيعاب التوليد المتغير سيتطلب ممارسات رقابية جديدة للسماح باسترداد التكاليف الإضافية والتعويض عن توفير خدمات المرونة.

واليوم، تعد عائدات سوق المرونة أقل بكثير من عائدات سوق الطاقة. بالمقابل، لا تقدم إشارات السوق والسياسات سوى دعم محدود للانتقال إلى ناقلات الطاقة منخفضة الكربون بخلاف الكهرباء. على سبيل المثال، في حالة الهيدروجين والحرارة الناتجة عن الطاقة النووية ذات الكربون المنخفض ـ والتي يمكن توليدها بشكل مرن مع الكهرباء لتمكين محطات الطاقة النووية من العمل بكامل طاقتها باستمرار ـ فقد اقتصرت التطورات التاريخية والحديثة على مشاريع العرض الفني بدلاً من النطاق التجاري الواسع لدعم التحول منخفض الكربون. كما أنه من العوائق الرئيسية للانتقال السريع إلى نظام طاقة منخفض الكربون هو الافتقار إلى الحوافز التي توفرها السياسات القائمة والأطر التنظيمية، بما في ذلك التصميم الحالي لأسواق

الطاقة في العديد من الدول. بالإضافة إلى الالتزام السياسي الراسخ بالإزالة الكاملة للكربون على المدى الطويل، يمكن للعديد من العناصر أن تدعم الانتقال إلى نظام طاقة موثوق به ومنخفض الكربون في الأسواق المحررة:

(أ) أسواق كهرباء تنافسية قصيرة الأجل لتوزيع كهربائي فعال

(ب) أطر التوفير الملائم للقدرة والمرونة والبنية التحتية للنقل والتوزيع

(ج) تدابير لتشجيع الاستثمار طويل الأجل في التكنولوجيات منخفضة الكربون

(د) استيعاب تكاليف نظام الكهرباء

(هـ) تسعير الكربون.

بلغة دعم الاستثمار، توفر مشاريع البنية التحتية للطاقة الضخمة، بما في ذلك محطات الطاقة النووية وطاقة الرياح البحرية والطاقة الحرارية الشمسية، إمكانات كبيرة للتخفيف، لكنها تظل عالية المخاطر بالنسبة للمستثمرين من القطاع الخاص. فغالباً ما تكون بعض أشكال الدعم الحكومي وتدابير السوق لإدارة المخاطر وتقاسمها ضرورية لتسهيل مثل هذه الاستثمارات. إذ يمكن أن تتراوح مشاركة الحكومة من الاستثمار العام المباشر والملكية، كما يلاحظ غالباً في الأسواق المنظمة في الاقتصادات الناشئة، إلى مقاربات أكثر حداثة للحد من التعرض للمخاطر مثل عقود الفروق (Contracts for difference) ونماذج قاعدة الأصول المنظمة (Regulated asset base models) مع حماية حكومية معززة أثناء إنشاء المصنع، والتي يتم اعتمادها في المملكة المتحدة لدعم المشاريع النووية الجديدة. كما تم في السنوات الأخيرة نشر أدوات أخرى مثل تعريفات التغذية والأقساط واتفاقيات شراء الطاقة والالتزامات والشهادات الخضراء، وذلك بشكل أساسي لدعم مصادر الطاقة المتجددة. وتشمل التدابير الأكثر منهجية أنظمة تسعير الكربون، والتي يُنظر إليها غالباً على أنها الأداة الاقتصادية المثلى للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة. ومع ذلك، فإنه حتى الآن، كانت مستويات أسعار الكربون بشكل عام منخفضة للغاية بحيث لا يمكن ردع الاستثمار في الوقود الأحفوري، وبالتالي لا يمكن أن تصبح فعالة إلاّ بزيادة كبيرة في

أسعار الكربون. كما تعتبر تدفقات الاستثمار في الطاقة مؤشراً آخر على وتيرة واتجاه تطوير منظومة الطاقة، ومؤشراً جيداً لاستدامة أنظمة الطاقة في المستقبل. كما أنه سيكتسب الانتقال إلى أنظمة الكهرباء منخفضة الكربون المزيد من الزخم بمجرد تحول أنماط الاستثمار الرأسمالي، بشكل عام، بعيداً عن مشاريع الوقود الأحفوري المستمرة. فقد بلغ متوسط الاستثمارات في الطاقة النووية والمتجددة بين عامي 2015 و2018، 38% من الاستثمارات منخفضة الكربون. وقد تم تنفيذ ما يقرب من نصف هذا الاستثمار في الطاقة منخفضة الكربون في الصين والولايات المتحدة الأمريكية، على الرغم من أنهما يمثلان أقل من ربع سكان العالم. في حين أن هذه الدول مسؤولة عن قدر كبير من الطلب العالمي على الطاقة، فمن الواضح أن هناك إمكانات كبيرة لتحسين الوصول إلى آليات التمويل المصممة لدعم الاستثمارات منخفضة الكربون للمتلقين الآخرين، ولا سيما أولئك الذين يواجهون نقصاً في القدرات والموارد المحلية. بشكل حاسم، ستحتاج السياسة الطاقية وحوافز الاستثمار أيضاً إلى توفير نظام طاقة يكون مرناً إزاء تأثيرات تغير المناخ. في حين تتباين قابلية تعرض تقنيات توليد الكهرباء المختلفة للتأثر، فقد أظهرت محطات الطاقة النووية أنها مقاومة نسبياً لظواهر الطقس، مع انقطاعات قسرية محدودة في معظم الحالات على الرغم من التواتر الكبير لظواهر الطقس القاسية في بعض المناطق.

إدراك إمكانات التخفيف للطاقة النووية

ضمن أطر السياسات والسوق المصممة جيداً لدفع التحوّل إلى الطاقة النظيفة، يمكن للعديد من العناصر الإضافية إطلاق إمكانات التخفيف للطاقة النووية. تتميز مشاريع وبرامج الطاقة النووية بمتطلبات استثمار رأسمالية كبيرة ومدد بناء طويلة، عادة حوالي سبع سنوات. لضمان مساهمة الطاقة النووية اقتصادياً في نظام منخفض الكربون، يمكن احتواء تكاليف الاستثمار بشكل فعال من خلال برامج البناء متعددة الوحدات التي تسمح لمطوّري المحطات والبائعين وأطقم العمل والمنظمين باكتساب الخبرة بمرور الوقت. بالإضافة إلى عنصر رئيس آخر هو إدارة وتقاسم المخاطر

المرتبطة بالمشاريع النووية الكبيرة والمعقدة وكثيفة رأس المال. وتحقيقاً لهذه الغاية، ظهرت نماذج مختلفة للتمويل وتقاسم المخاطر في مختلف الأسواق، ممّا يعكس الظروف المحلية وهياكل الملكية. كما أن سلاسل التوريد القوية، القادرة على تقديم المعدات والأنظمة والخدمات بأعلى مستويات الجودة، تعتبر حيوية أيضاً لنجاح مشاريع البناء النووية الجديدة. ففي بعض أنحاء العالم، أدى انخفاض الطلبات على محطات الطاقة النووية الجديدة إلى إضعاف عام لشبكة المقاولين وإلى زيادة نسبية في تكاليف البناء ومدد التسليم. في المقابل، يتم دعم المشاريع النووية الناجحة بشكل عام من قبل البائعين وسلاسل التوريد التي تم إنشاؤها عبر سلسلة ثابتة من المشاريع، ممّا يمكّن المقاولين من تطوير والاحتفاظ بفرق من ذوي الخبرة والمهارة. واستكمالاً للمشاريع النووية الجديدة، من المتوقع أن تستمر إطالة العمر التشغيلي لمحطات الطاقة النووية الحالية من أجل تقديم مساهمات كبيرة على المدى القصير إلى المتوسط في التخفيف من آثار تغير المناخ، مع الحد من تلوث الهواء وتعزيز أمن الإمدادات. وتظهر التجربة أنه يمكن تحقيق ذلك باستثمار متواضع لاستبدال وتجديد المكونات الرئيسية من أجل ضمان تشغيل المفاعل بما يتماشى مع التوقعات الحالية. بالمقارنة مع مشروع بناء نووي جديد، فإن مشاريع التمديد لعمر المنشأة أقل كثافة في رأس المال، وتتميز بمدد بناء واسترداد أقصر لرأس المال بشكل ملحوظ، ولها سجل حافل من حيث التحكم في التكلفة والحد من التأخير في البناء. كما يمكن لتقانات الطاقة النووية المتقدمة والناشئة أن تزيد من مساهمة الطاقة النووية في التخفيف من آثار تغير المناخ. إذ يمكن نشر المفاعلات المعيارية الصغيرة (SMRs) في الأسواق والتطبيقات الأقل ملاءمة للتقانات الأخرى منخفضة الكربون، بما في ذلك محطات القدرة النووية التقليدية بسبب القيود الجغرافية أو التقنية أو المالية. على سبيل المثال، يمكن أن تكون المفاعلات المعيارية الصغيرة مناسبة تماماً للجزر الصغيرة والمناطق النائية والمناطق ذات التوافر المحدود لمياه التبريد والمناطق ذات الشبكات الصغيرة، ويمكن أن تكون جذابة للمستثمرين الذين لديهم رأس المال محدود. وسيكون مشروع تجريبي ناجح للمفاعلات المعيارية الصغيرة أمراً بالغ الأهمية ودليلاً على مفهوم الحكومات والمؤسسات بجدية لهذا الخيار.

لقد تم في السنوات الأخيرة، تطوير العديد من المبادرات الحكومية والخاصة والتي تشير جميعها إلى أن المفاعلات المعيارية الصغيرة مكمل واعد لمحطات القدرة النووية التقليدية في التحول الطاقي. إن أحد العوامل التي تؤثر على استيعاب جميع تقانات الطاقة النووية هو مستوى القبول العام والسياسي. وبالتالي فإن ثقافة الشفافية والانفتاح ضرورية لمعالجة القلق المشروع لدى أصحاب المصلحة فيما يتعلق بالطاقة النووية، بما في ذلك السلامة والنفايات النووية ودور الطاقة النووية في التخفيف من آثار تغير المناخ. بالإضافة إلى عامة الناس، يجب أن يتوقع أي برنامج نووي جديد إشراك المجتمعات المحلية ووسائل الإعلام والبائعين والسلطات الحكومية وصناع القرار والهيئات المهنية ومجموعات المصالح الخاصة، بما في ذلك المنظمات البيئية المحلية والدولية الراسخة المناهضة للطاقة النووية. من جهة أخرى قد تشمل العوامل المهمة التي تؤثر على قبول الطاقة النووية كلاً من مستوى المعلومات والمعرفة التي يمتلكها الناس ومدى تصور اطلاعهم على الطاقة النووية. ويتطلب هذا سرداً واقعياً متماسكاً حول الطاقة النووية، مع رسائل مفهومة يتم تبليغها من قبل مصادر أخرى موثوقة. إن إشراك أصحاب المصلحة يعد عنصراً حاسماً في نظام قوي من البنية التحتية المؤسسية والتنظيمية والقانونية والصناعية وغيرها من البنى التحتية اللازمة لأي برنامج للطاقة النووية. ويمكن أن يمكّن الدمج الناجح لهذه العوامل، إلى جانب العناصر التقنية والمالية السياسية المذكورة أعلاه، الطاقة النووية من لعب دور موسع ومتناسب بشكل كبير في مواجهة تحديات المناخ والطاقة.

ترجمة: السيد محمد تابت
رئيس قسم الأمان النووي والترخيص
المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب
قطاع الكهرباء ــ المملكة المغربية
tabet@onee.ma

References

(1) Global warming of 1.5°C, GIEC, 2018 report.
(2) IAEA, 2020 " CLIMATE CHANGE AND NUCLEAR POWER 2020".
(3) UNFCCC, Paris Agreement, 2015 .

دور النباتات في الوقاية الإشعاعية

Abstract

Humans are exposed to ionizing radiation during diagnosis therapy, industry, energy sector and inadvertent exposure in air and space travel, nuclear accidents and nuclear terror attacks. Ionizing radiation produces deleterious effects on humans by damaging genetic material, which is reflected in genotoxicity and can cause hereditary damage. Therefore, the protection of humans from ionizing radiation hazard is a priority in radiation biology. Thus, the search and development of radioprotective agents has been explored in recent years. Taking into account that plants evolve in radiative conditions, their capability to protect humans against radiation has been analyzed and highlighted. Several crude extracts, fractioned extracts, isolated phytocompounds, and plant polysaccharides have induced radioprotection chiefly by involving biochemical pathways. Therefore, plant extracts protect against radiation-induced lethality, lipid peroxidation and Deoxyribonucleic Acid (DNA) damage. The development in botanical studies may help to develop novel radioprotectors of plant origin.

مقدمـــة

إن الإشعاع المؤين هو عملية يتم فيها إطلاق الطاقة الزائدة لنواة غير مستقرة على شكل جسيمات وأشعة لتحقيق الاستقرار للذرة. يمكن اعتبار اكتشاف الأشعة السينية من قبل Rontgen في عام 1895 والنشاط الإشعاعي من قبل Becquerel

في عام 1896 نقطة تحوّل في الرعاية الصحية للإنسان. على الرغم من الإبلاغ عن التأثيرات الضارة للإشعاعات المؤينة في غضون بضعة أشهر من اكتشاف الأشعة السينية، إلاّ أن الحجم الحقيقي للضرر لم يكن معروفاً، حيث أعطت الدراسات المنجزة من قبل الأطباء والعلماء الذين يتعاملون مع النشاط الإشعاعي صورة واضحة للتأثيرات الضارة للإشعاعات المؤينة والتي تم تعزيزها بشكل أكبر بعد دراسة الناجين من القنبلة الذرية عام 1945. يمكن أن يُؤدي الإشعاع المؤين إلى عدد من التأثيرات البيولوجية بما في ذلك الالتهاب والتسرطن والوفاة، حيث يُعد الضرر الذي يلحق بالأنسجة الطبيعية عن طريق الإشعاع مشكلة خطيرة أثناء العلاج الإشعاعي أو التعرض العرضي. يبدأ تلف الأنسجة من العلاج المؤين كنتيجة حتمية في نهاية المطاف للتحلل الإشعاعي للماء وتشكيل مركبات الأكسجين التفاعلية، حيث يحدث عدم توازن في المواد المؤكسدة ومضادات الأكسدة في الخلايا، ممّا يؤدي إلى تلف الأكسدة في الهياكل الحيوية الخلوية بما في ذلك الحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين والدهون والبروتينات والتكوينات الغشائية والتي ترتبط بالعديد من الحالات المرضية بما في ذلك أمراض السرطان والرئة والقلب والمناعة.

وعلى الرغم من هذه التأثيرات الضارة التي سُجلت، يُستخدم الإشعاع المؤين منذ ذلك الحين بشكل واسع في العلاج الإشعاعي والتعقيم والتشخيص الطبي. على سبيل المثال، يُصاب ما يقرب من 14 مليون شخص في جميع أنحاء العالم بالسرطان سنوياً، حيث يحتاج ما يقرب من 50% من أولئك الذين يخضعون لعلاج السرطان إلى علاج إشعاعي إما للأغراض المسكّنة أو العلاجية. يعتبر التدريع بالرصاص والتدابير الفيزيائية الأخرى مرهقة للاستخدام في العلاج التشخيصي والصناعة وقطاع الطاقة، وبالتالي فإن حماية البشر من خطر الإشعاع أولوية في علم الأحياء الإشعاعي. تعتبر مركبات الثيول* الاصطناعية والنتروكسيدات فعالة في تقليل معدل الوفيات الناتجة عن الإشعاع وتمت دراستها على نطاق واسع. ومع ذلك، عند وجود تركيز فعال سريرياً من هذه المركبات داخل الجسم فإنها تكون سامة

* Thiols are the sulfer analogue of alcohols, where sulfer takes the place of oxygen in the hydroxyl group of an alcohol.

وتسبب بعض التأثيرات الجانبية، ممّا يحد من فائدتها وقابليتها للتطبيق. للتغلب على هذه القيود، تم إجراء دراسات استكشافية لتحديد عوامل جديدة وفعّالة وغير سامة. وقد أفادت دراسات مختلفة أن للنباتات العديد من الخصائص الطبية والوظيفية كمضادات أكسدة ومضادات التهاب ومضادات سرطان ومسكنات، ممّا يؤدي إلى تخفيض التأثيرات الحيوية الضارة الناجمة عن الأشعة المؤينة في الجسم. وعليه، فبسبب السمّية المنخفضة للجرعة الفعالة من المنتجات النباتية، تعتبر النباتات كواقيات إشعاعية واستخدامها يقلل من الضرر الإشعاعي للأنسجة الخلوية.

آلية عمل الإشعاع المؤين

يتفاعل الإشعاع المؤين مع الذرات أو الجزيئات المستهدفة في الخلايا المعرّضة للإشعاع، ممّا يؤدي إلى نوعين من التفاعلات: التأين أو الإثارة. إن الطاقة الممتصة من الإشعاع المؤين لها طريقتان مختلفتان لإتلاف الهياكل الجزيئية للخلايا.

أ ــ **التأثير المباشر:** يسبب الإشعاع المؤين تأين الجزيئات الخلوية مثل الحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين (DNA) والبروتينات والدهون. وبالتالي، فإن الطاقة الممتصة تسبب فقدان الإلكترون، ممّا يؤدي إلى تحطيم الرابطة ويؤدي إلى تغييرات وظيفية في الجزيئات. تصبح هذه العملية سائدة مع إشعاع عالي الطاقة مثل جسيمات ألفا والنترونات وجرعات الإشعاع العالية.

ب ــ التأثير غير المباشر: تتفاعل الطاقة المنبعثة مباشرة مع جزيئات الماء بدلاً من الجزيئات الخلوية الكبيرة. تتأين جزيئات الماء الموجودة في الخلايا، وبالتالي تنتج الجذور الحرة. نظراً لأن ثلاثة أرباع الكتلة الخلوية مكونة من الماء، فإن معظم تفاعل التأين الناتج عن الإشعاع المؤين يحدث في جزيئات الماء.

في عملية التأين، تتفاعل الإلكترونات سالبة الشحنة مع جزيئات الماء ممّا يجعلها أيونات موجبة الشحنة تتحلل بسرعة وتنتج جذور الهيدروكسيل (•OH) وأيونات الهيدروجين (H^+). عندما يتحد جذري هيدروكسيل يتشكل بيروكسيد الهيدروجين غير المستقر (H_2O_2)، ولاحقا يتكون بيروكسيد الهيدروكسيل الذي يتحد بسهولة مع بعض

المركبات العضوية الخلوية لتكوين جزيء H_2O_2 العضوي الثابت. بالإضافة إلى إتلاف الخلايا المشعة مباشرة، قد يؤدي الإشعاع إلى إتلاف الخلايا غير المشعة من خلال عدم الاستقرار الوراثي والشذوذ الصبغي نتيجة تراكم الجذور الحرة.

تأثيرات الإشعاع المؤين

يؤدي التعرض للأشعة المؤينة بشكل مباشر أو غير مباشر إلى إعاقة الحالة البيوكيميائية للكائن الحي، ممّا يؤدي إلى بدء سلسلة من الأحداث الجزيئية. تُحدث هذه الأشعة الإجهاد التأكسدي الذي يضر بالجزيئات الحيوية مثل البروتينات والدهون ممّا يعجل بموت الخلايا عبر سلسلة من الاستجابات الخلوية:

أ ــ حالة الأكسدة الخلوية: يؤدي تفاعل الأشعة المؤينة مع الأنظمة البيولوجية إلى التوليد المفرط لمركبات الأكسجين التفاعلية مثل جزيئات الهيدروكسيل ($OH^{\bullet}$) وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) والأكسيد الفائق (O_2^-). ترتبط الآثار الضارة للأشعة المؤينة في الغالب بالإفراط في إنتاج مركبات الأكسجين التفاعلية، ممّا يسبب تأثيرات سامة في النظم البيولوجية. يؤدي الإنتاج الزائد لمركبات الأكسجين التفاعلية مقارنة بمضادات الأكسدة الداخلية المتاحة إلى ضرر مؤكسد، وهذا يسبب تأثيرات ضارة على الجزيئات الخلوية الكبيرة.

ب ــ على الحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين: إن الهدف الأساسي للضرر الناجم عن الأشعة المؤينة هو الحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين، حيث يتميز تلف الحمض النووي الناجم عن الإشعاع بوجود البيورينات والبيريميدينات المؤكسدة والطفرات وفقدان الحمض النووي وكسر الجديلة المفرد والمزدوج. لا يمكن إنكار أن كسر الجديلة المفرد والمزدوج سيؤدي إلى الشذوذ الصبغي وعدم الاستقرار والضعف الوراثي. أشارت الدراسات التي أجريت في الزجاج وفي الأوساط الحية على الخلايا الليمفاوية فى دم البشر والحيوانات إلى وجود شذوذ صبغى بعد التعرض للإشعاع، وأظهرت هذه الدراسات أن الإشعاع يؤدي أيضاً إلى موت الخلايا المبرمج. نظراً لصعوبة إصلاح كسر الجديلة المزدوج، فإنه يؤدي إلى حدوث تطفير أو موت فى الخلايا. وبالتالي، يمكن أن يتسبب تلف الحمض النووي فى الإصابة بالسرطان واضطرابات في وظائف الخلايا الحيوية والشيخوخة.

ج ــ على الدهون: تتكون الأغشية البيولوجية من الدهون الفسفورية ويتحلل المكون الرئيسي للغشاء البلازمي عند تعرضه للأشعة المؤينة، ممّا يسهل تلف الغشاء المؤكسد. ويمكن أن تغير مركبات الأكسجين التفاعلية الناتجة عن الأشعة المؤينة الطبقة الثنائية للغشاء وتسبب التحلل التأكسدي للدهون وللأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة. كما يمكن أن تغير الأشعة المؤينة بشكل ضار دهون الكروماتين وهياكل الأغشية الغنية بالدهون والبروتينات الدهنية. تتمثل الخطوة الحاسمة للتحلل التأكسدي للدهون في تكوين جذور البيروكسيل ممّا يؤدي إلى خلل في الوظائف الخلوية. ونظراً لأن المنتجات التأكسدية تتراكم نتيجة للتحلل التأكسدي للدهون، فإنها تؤثر على نقل الأيونات عبر الغشاء. تشارك المنتجات المشتقة من التحلل التأكسدي للدهون، في التسبب في الإجهاد التأكسدي المرتبط بالأمراض والاعتلالات الناجمة عن الإشعاع.

د ــ على البروتينات: تعد البروتينات الموجودة داخل الخلايا أهدافاً بيولوجية مهمة للتلف التأكسدي وتتأثر بشكل مباشر أو غير مباشر بالأشعة المؤينة بعدة طرق مثل الأكسدة وانقسام الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات واضطرابات في التمثيل الغذائي في الأحماض الأمينية نتيجة وجود مركبات الأكسجين التفاعلية. حيث يؤدي تعرض البروتين إلى الأشعة المؤينة إلى تدهور وفقدان الوظيفة الخلوية.

آليات الحماية للنباتات الواقية من الإشعاع

هناك آليات مختلفة لعمل النباتات كواقيات من الأشعة بناء على الضرر الناجم عن الأشعة المؤينة. واعتماداً على آلية العمل، يتم تقسيم المواد الواقية من الأشعة إلى فئات مثل مضادات الأكسدة ومضادات التهابية ومنشطات مناعية.

أ ــ مضادات الأكسدة: نظراً لأن معظم الضرر الخلوي الناجم عن الأشعة المؤينة ينشأ من تفاعل الجذور الحرة المولّدة عن هذه الأشعة مع الجزيئات الحيوية، فإن العوامل التي يمكنها إزالة الجذور الحرة أو منع تكوينها يمكن أن تمنع هذه التفاعلات وتعمل بالتالي كواقيات إشعاعية. إن الجذور الحرة قصيرة العمر تتفاعل بسرعة مع الجزيئات الحيوية. لذلك، فإنه لتوفير الحماية الإشعاعية المناسبة، يجب أن

تكون الجزيئات الفعالة النباتية التي تعمل كواقيات من الأشعة موجودة في الأنظمة الخلوية بتركيز كافٍ في وقت التعرض للأشعة المؤينة.

ب ــ مضادات التهابية: إن الأشعة المؤينة سامة بشكل غير مباشر من خلال تنشيط الاستجابة المناعية، وغالباً ما يعاني المرضى الذين يخضعون للعلاج الإشعاعي من التهاب منتشر. لتحسين حالة المريض، من المهم تخفيف التأثيرات الجانبية المرتبطة بالالتهاب ويمكن لبعض المنتجات الطبيعية ومكوناتها النشطة تحقيق ذلك من خلال النشاط المضاد للالتهابات. يتم تكوين العديد من السيتوكينات (Cytokines) والكيموكينات (Chemokines) بعد التعرض للأشعة المؤينة. يعد مركب عامل النمو المحور من النمط بيتا ذا أهمية خاصة في الضرر الخلوي الناجم عن الأشعة المؤينة لأن هذا السيتوكين ينتج التليف الناجم عن الأشعة المؤينة للرئتين والجلد. على سبيل المثال، قللت الفئران التي تغذت على بذور الكتان من إنتاج عامل النمو المحوّر من النمط بيتا والمؤشرات الحيوية لإصابة الرئة وكان هذا مصحوباً بانخفاض التهاب الرئة وتليف الرئة بعد العلاج الإشعاعي.

ج ــ عمليات إصلاح الحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين واستعادة الحيوية الخلوية: اقترحت العديد من الدراسات أن عمليات استعادة الحيوية الخلوية والإصلاح يمكن تعزيزها بواسطة النباتات الواقية من الأشعة المؤينة. على وجه التحديد، إن نظام إصلاح كسر الجديلة المفرد في الحمض النووي غائب في الخلايا التي تعاني من نقص في تكوين الجلوتاثيون، ممّا يشير إلى أن الثيول مثل الجلوتاثيون قد يكون متشاركاً في إصلاح كسر الجديلة المفرد في الحمض النووي. إن إنزيمات تصنيع لفائف الحمض النووي لها أيضاً دور مهم في إصلاح الحمض النووي ويؤدي اختزال هذه الإنزيمات في الثدييات إلى تلف الحمض النووي. بشكل عام، يمكن للمركبات الطبيعية التي تعمل على إنتاج أعلى من لفائف الحمض النووي أن تكون بيئة خلوية واقية من الأشعة، وبالتالي يمكن أن تعمل هذه المركبات التي تحفز نشاط إنزيمات تكوين اللفائف كواقيات إشعاعية.

د ــ تجديد المركبات المكونة للدم والمنشطات المناعية: يؤدي التعرض للأشعة المؤينة إلى خلل وظيفي معتمداً على الجرعة المستخدمة في الجهاز الليمفاوي

والأنظمة المكونة للدم من خلال سلسلة معقدة تعرف باسم متلازمة تدمير الأنسجة المكونة للدم، وخاصة في النخاع العظمي، والتي يمكن أن تؤدي إلى تسمم الدم. وعلى ذلك، فإن تعديل تجديد الخلايا المكونة للدم وتحفيز الجهاز المناعي هي استراتيجيات علاجية فعالة للتغلب على الضرر الناجم عن الأشعة المؤينة. على هذا النحو، تم العثور على العديد من المركبات النباتية مثل عوامل المناعة والنمو والسيتوكينات لتكون فعالة كواقيات إشعاعية، حيث تحفّز هذه المواد مولدات الخلايا الجذعية وتعزز إعادة توطين نخاع العظام. وبالتالي، فإن هذه العوامل التي تنظم العوامل الواقية من الأشعة الداخلية يمكن أن تعمل أيضاً كواقيات إشعاعية.

النباتات كواقيات من الإشعاع المؤين

إن العوامل الواقية من الإشعاع ذات الأصل النباتي هي عبارة عن مركّبات حيوية تُستخدم للتخفيف من الأضرار التي يسببها الإشعاع في الأنسجة والخلايا. أثناء العلاج الإشعاعي، يؤدي توليد مركبات الأكسجين التفاعلية إلى تلف كبير في الحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين في الخلايا السرطانية وتؤدي الزيادة الأخرى في منتجات التحلل التأكسدي للدهون إلى تلف الأغشية في الخلايا السرطانية. ونظراً لأن هذه التطبيقات يمكن أن تسبب تأثيرات جانبية محتملة غير مرغوب فيها، فإن العوامل الواقية من الإشعاع مهمة للتخفيف من هذه التأثيرات. يجب توفر العديد من القدرات الوظيفية للمركّب ليكون واقياً إشعاعياً مثالياً مثل إصلاح تلف الحمض النووي والخلوي وتعديل المناعة والتخلص من الجذور الحرة وتقليل الإجهاد التأكسدي.

تمتلك البوليفينولات (Polyphenoles) والفلافونيدات (Flavonoids) الموجودة في أجزاء مختلفة من النباتات خصائص مضادة للسرطان والوقاية من الإشعاع. إن المستخلصات النباتية البسيطة والفيتامينات المختلفة والهرمونات، بالإضافة إلى مستحضرات نباتية أخرى تُظهر نشاطاً واقياً للأشعة وتمنع بشكل كبير الضرر الخلوي من خلال تثبيط التحلل التأكسدي للدهون وأكسدة البروتينات. تدعم هذه الدراسات الفرضية القائلة بأن المنتجات النباتية ومستخلصاتها يمكن استخدامها كواقيات

إشعاعية. يمكن أن يؤدي إعطاء العوامل الواقية من الإشعاع قبل أو بعد التعرض للإشعاع إلى تقليل أو إزالة تأثيرات الضرر الخلوي الناجم عن الأشعة المؤينة. خلال السنوات الماضية وحتى الوقت الحاضر، أجريت دراسات متعددة لفحص المركبات الحيوية في العديد من الأنواع النباتية بحثاً عن دورها الواقي من الإشعاعات من حيث الفعالية والأمان الخلوي والتكلفة المادية وتم الحصول على نتائج مشجعة.

تم استكشاف الدور الواقي المحتمل لزيت نبات القراص (*Urtica dioica*) المستخرج من البذور على الضرر التأكسدي في أنسجة القلب والرئتين الناجم عن أشعة غاما بجرعة 6 غراي في الجرذان. وأثبتت النتائج أن زيت نبات القراص يحمي من الضرر التأكسدي الناجم عن الإشعاع عن طريق تثبيط التحلل التأكسدي للدهون وتعزيز نظام مضادات الأكسدة في أنسجة القلب والرئتين، وبالتالي يظهر أن زيت نبات القراص لديه إمكانات عالية للوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية والرئة أثناء العلاج الإشعاعي. وفي دراسة أخرى لاستكشاف الدور الحامي لزيت نبات القراص، جرت معاملة الجرذان بجرعة 5 غراي من أشعة غاما وأظهرت النتائج أن هذا الزيت يمنع تلف الكبد الناجم عن العلاج الإشعاعي والتحلل التأكسدي للدهون والإجهاد التأكسدي ويحمي أنشطة الإنزيمات المضادة للأكسدة. لهذا السبب، يمكن استخدام زيت نبات القراص كواقي إشعاعي بعد التشعيع. بالإضافة إلى ذلك، أشارت هذه الدراسة إلى أن العلاج الإشعاعي للجزء المستهدف فقط قد يكون نموذجاً أكثر فائدة من العلاج الإشعاعي لكامل الجسم.

أدت المعالجة المسبقة لمستخلص الزعفران (*Crocus sativus*) المجفف بالتجميد لمدة 6 أيام متتالية إلى حماية النخاع العظمي للفئران المشعة بجرعة 2 غراي من إتلاف المادة الوراثية، حيث سُجلت زيادة في إنتاج الإنزيمات الخلوية المضادة لتأثير الإشعاع وتخفيض مستويات التحلل التأكسدي للدهون فى أنسجة دماغ وكبد الفأر. تمنع بذور الكزبرة (*Coriandrum sativum*) التغيرات الكيميائية الحيوية في المصل الناجم عن الإشعاع وتحسن الوضع المضاد للأكسدة في الكبد والكلى للفئران المشعة، وأيضاً منع المستخلص الإيثانولي لهذا النبات من الشيخوخة المبكرة في الجلد الناجم عن التعرض المتكرر للأشعة فوق البنفسجية. إن إعطاء المستخلص

المائي من جذور الأيورفيدا الهندية (*Inula racemosa*) قبل التعرض لإشعاع غاما عزز حيوية الخلايا الظهارية (Epithelial cells) في الكلى، وذلك من خلال تعزيز التنشيط التراكمي للمركبات الحيوية التي تلعب دوراً مهماً في منع التهاب الأوعية الدموية. إن الاستخدام الفموي اليومي لمستخلص أوراق القطيفة الدموية (*Amaranthus paniculatus*) لمدة 15 يوماً متتالياً قبل تعرض الجسم لأشعة غاما يحمي الفئران من الموت الناجم عن الإشعاع، حيث سُجلت زيادة في تكوين خلايا الطحال الداخلية ووزن الطحال دون أي آثار جانبية، كما أن هذا المستخلص ثبط التحلل التأكسدي للدهون وأدى لزيادة محتوى إنزيم الجلوتاثيون في كبد ودم الفئران.

أظهرت الثمار المجففة للهيل (*Elettaria cordamomum*) حماية من الإشعاع ضد الضرر الناجم من جرعة 6 غراي من أشعة غاما في أنسجة القلب والكبد للفئران. ووُجد أن الحقن الوريدي لمستخلص الإيثانول من أوراق شجرة كزبرة البئر (*Gingko biloba*) كان فعالاً في المرضى الذين يعانون من ورم في الأنسجة تحت الجلد لوحظ بعد تشعيع الدماغ. وتم الإبلاغ أن هذا المستخلص يحمي من الشذوذ الصبغي في بلازما البشر المعرضين للإشعاع. وُجد أن إعطاء جرعة فموية لمستخلص الإيثانول من أوراق شجرة كزبرة البئر لثلاث مرات يومياً ولمدة شهرين كان علاجاً فعالاً لعمال موقع حادث تشرنوبيل. خفض المستخلص المائي من عشبة الجوتوكولا (*Centella asiatica*)، من التأثير الضار للإشعاع بجرعة منخفضة في الجرذان عن طريق تثبيط فقدان وزن الجسم الناجم عن الإشعاع ونفور التذوق. إن تناول عصير ثمار نبق البحر (*Hippophae rhamnoides*) عن طريق الفم إلى الجرذان قبل أو بعد التعرض للإشعاع أدى إلى زيادة العمر الافتراضي لهذه الجرذان، كما أن المستخلص المائي الكحولي لهذه الثمار يحمي الفئران أيضاً من الوفيات الناجمة عن الإشعاع. تم توثيق الدور الحيوي للنوع النباتي *(Podophyllum hexandrum)* للحماية من الموت الناجم عن الإشعاع والأضرار المعدية الجهازية للفئران الصغيرة. وقد تم الإبلاغ أيضاً عن الدور الحيوي لهذا النوع النباتي للحماية من الانخفاض الإشعاعي في خلايا الكبد والأمعاء للفئران المشعة.

كما أظهرت الأبحاث أن الريحان (*Osimum sanctum*) يحمي من الموت الناجم عن الإشعاع وأثبتت الأبحاث التي أجريت حول بقاء الفئران على قيد الحياة

والشذوذ الصبغي في خلايا النخاع العظمي فعالية الريحان في الحماية من الإشعاع عن طريق تثبيط التحلل التأكسدي للدهون وزيادة تركيز الجلوتاثيون. تم الإبلاغ عن الدور الواقي من الإشعاع لنبتة الجنسنج (*Panax ginseng*) حيث أن العلاج بهذه العشبة تسبب في إعادة حيوية الأقطاب العصبية والكريات الحمراء في الدم بعد التشعيع. أظهرت النتائج أيضاً أن المستخلص المذاب في الماء لنبتة الجنسنج يحمي ضد الأضرار الناجمة عن الإشعاع في الفئران عن طريق زيادة تكوين خلايا الطحال الداخلي في الفئران المشعة وكذلك انخفاض في معدل موت خلايا التجويف الجريبي (Follicular lumen). كما تم الإبلاغ عن التأثير الواقي من الإشعاع لمستخلص جذر الجنسنج على إنزيمات الخصية. وأظهرت نتائج الدراسات أن لب ثمار الأملة (*Emblica officinalis*) يزيد بقاء الفئران ويمنع فقدان الوزن الناجم عن الإشعاع.

أظهرت المعالجة المسبقة لنبات القيامة (*Haberlea rhodopensis*) بجرعة في الخلايا الليمفاوية المشعة لأرانب نيوزيلندا انخفاضاً في الشذوذ الصبغي وخلايا النوى الصغيرة والخلايا الشاذة. ويقلل هذا النبات أيضاً من الإجهاد التأكسدي عن طريق إزالة الجذور الحرة وتقليل التحلل التأكسدي للدهون؛ إن هذه الأنشطة الحيوية تترافق إلى جانب القدرة على تنظيم مورثات إصلاح الحمض النووي بدون سمّية كبيرة. ووُجد أن المستخلص الإيثانولي لثمار الفلفل الهندي (*Piper longum*) تحمي الفئران من التدهور الناجم عن الإشعاع، وأيضاً قلل هذا المستخلص من المستويات المرتفعة للتحلل التأكسدي للدهون في الكبد ومصل الحيوانات المشعة. ويحمي عصير العنب الأسود (*Vitis vinifera*) الفئران من الإجهاد التأكسدي عن طريق تنظيم العمل الحيوي للإنزيمات في الكبد. أظهر تناول مستخلص البصل (*Allium cepa*) مرتين أسبوعياً لمدة 5 أسابيع بشكل فعال تأثيراً واقياً من الأشعة في الفئران البيضاء المشعة. يوفر المستخلص المائي للمريمية (*Salvia officinalis*) الحماية من الإشعاع عن طريق زيادة أنشطة إنزيم الجلوتاثيون، كما أنه قلل من التحلل التأكسدي للدهون في أنسجة دماغ الفأر ضد تشعيع الجسم بالكامل بجرعة 6 غراي.

أظهرت مركبات الفلفل الحلو (*Capsicum annuum*) تأثيراً واقياً ضد التعرض للأشعة بجرعة 2 غراي في الخلايا الليمفاوية البشرية، حيث وُجد أن هذه المركبات تخفض من وجود الجذور الحرة مع عدم وجود سمّية خلوية. عولجت ذكور الجرذان بزيت بذور الطماطم (*Solanum lycopersicum*) ثلاث مرات في الأسبوع لمدة ثمانية أسابيع قبل التشعيع. حدث النشاط المضاد للإشعاع لزيت بذور الطماطم بسبب المكونات الكيميائية الحيوية الموجودة في المستخلص، حيث يعمل التأثير التآزري لهذه المركبات على حماية الفئران المعرضة للإشعاع عن طريق تخفيض وجود مركبات الأكسجين التفاعلية وتعزيز نظام مضادات الأكسدة الذاتية وتثبيط التحلل التأكسدي للدهون ومستوى الالتهابات وحماية سلامة الغشاء الخلوي. تمت دراسة التأثير الواقي من الإشعاع لزيت القرنفل (*Syzygium aromaticum*) عند تناوله عن طريق الفم لمدة ثلاثة أسابيع في الجرذان البيضاء نظراً لقدرته القوية على تقليل وجود مركبات الأكسجين التفاعلية والتحلل التأكسدي للدهون. قلل مستخلص عشبة المردكوش (*Origanum vulgare*) من وجود تردد النوى الصغيرة ضد اليود المشع في الخلايا الليمفاوية البشرية، واقترح الباحثون أن قدرة هذا النبات على تخفيض الجذور الحرة يمكن أن تكون آلية محتملة للحماية من الإشعاع. ولدى استخدام هذا المستخلص بتركيز 200 ملغ/كلغ، أظهر هذا النبات أيضاً الحماية من الإشعاع في خلايا النخاع العظمي في الفئران المعاملة بأشعة غاما. يحمي مستخلص عشبة جذور الناردين (*Valeriana wallichii*) من الإشعاع بجرعة 5 غراي عن طريق تقليل الجذور الحرة والحماية من تلف الحمض النووي بعد أربع ساعات من المعاملة.

تُشكل العديد من المنتجات النباتية والعشبية مكملات النظام الغذائي اليومي للإنسان. بقيت إمكانات المكونات الغذائية للحماية من الإشعاع غير مكتشفة حتى الآن. قد تكون المكملات الغذائية ذات أهمية حاسمة لأنها تُستعمل يومياً للإنسان وهي غير سامة ولها قبول واسع. ورد أن فاكهة الجامون (*Syzigium cumini*) تمتلك العديد من الخصائص الطبية في النظام التقليدي الطبي. وأكدت دراسة الجزيئات الدقيقة لثنائي كلورو الميثان والميثانول من مستخلص الجامون في الخلايا الليمفاوية في الدم البشري إمكاناتها الحامية من الإشعاع، حيث وجد أن هذا المستخلص يقلل

من وجود النوى الدقيقة إلى أقصى حد. أثبت التقييم في التجارب على الأجسام الحية نشاطه الواقي من الإشعاع حيث وجد أنه يقلل من المرض الناجم عن الإشعاع وموت الجهاز الهضمي والنخاع العظمي. ليس فقط الأوراق ولكن المستخلص المائي الكحولي لبذور فاكهة الجامون أظهر أيضاً تأثيراً وقائياً أكبر. كان مستخلص الجامون أكثر فعالية عندما يستخدم داخل الغشاء البطني بجرعات متساوية مقارنة بالاستخدام الفموي. يحمي علاج مستخلص فاكهة الجامون الفئران من وفيات الجهاز الهضمي والنخاع العظمي.

يُستخدم النعناع (*Mentha arvensis*) كطعام موسمي وكعلاج منزلي ولأغراض صناعية. إن معاملة الفئران بمستخلص كلوروفورم النعناع يحمي من الأمراض الناجمة عن الإشعاع ووفيات الجهاز الهضمي والنخاع العظمي. علاوة على ذلك، كانت الجرعة غير سامة حتى تركيز 1000 ملغ/كلغ وهي تمثل أعلى جرعة دوائية يمكن اختبارها من أجل السمّية الحادة. تم الإبلاغ عن المعالجة قبل تعرض الفئران للإشعاع بمستخلص أوراق نوع آخر من النعناع (*Mentha piperita*) لحمايتها من الانخفاض الناجم عن الإشعاع في مكونات الدم وفوسفاتيز المصل وتكوين خلايا الطحال الذاتية ووزن الطحال والتلف الصبغي. يُستهلك جذمور (الساق الترابية) نبات الزنجبيل (*Zingiber officinale*) يومياً في جميع أنحاء العالم كعامل توابل ونكهة. ويمتلك جذمور الزنجبيل خصائص طبية متنوعة في النظام الهندي التقليدي للطب ويستخدم على نطاق واسع في العديد من المستحضرات الطبية. وأيضاً تم الإبلاغ عن أن الزنجبيل يزيد الجلوتاثيون ويقلل التحلل التأكسدي للدهون. لوحظ تحسن كبير في محتوى الجلوتاثيون عندما تمت المعالجة بمستخلص العبعب المنوم (*Withania somnifera*) مسبقاً لمدة 7 أيام متتالية للفئران البيضاء التي تعرضت للإشعاع بأشعة غاما بجرعة 6 غراي، أدى هذا العلاج المسبق أيضاً بتلك الأعشاب الطبية إلى خفض مستويات التحلل التأكسدي للدهون وتلف الحمض النووي. أظهر مستخلص وزيت حبة البركة (*Nigella sativa*) بجرعة 250 ملغ/كلغ الحماية من الإشعاع في الفئران التي تعرضت للإشعاع عن طريق تقليل مركبات الأكسجين التفاعلية والتحلل التأكسدي للدهون داخل الخلايا وزيادة معدل البقاء على قيد الحياة،

وأدى تناول زيت حبة البركة عن طريق الفم أيضاً قبل التعرض للإشعاع إلى زيادة كبيرة في مستويات الإنزيمات المضادة للأكسدة ومضادات الأكسدة في الدم.

جرى استخدام عشبة راعي الغنم (*Ageratum conyzoides*) في أجزاء مختلفة من أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية لعلاج الأمراض المختلفة. وأوضحت دراسة الجرعات المختلفة من المستخلص الكحولي لعشبة راعي الغنم أن أفضل جرعة وقائية كانت 75 ملغ/كلغ من وزن الجسم وقد قللت من التعرض للإشعاع وأمراض الجهاز الهضمي والنخاع العظمي، وبينت النتائج أن التأثير الواقي للأشعة ناتج عن إزالة الجذور الحرة. يُزرع القثاء الهندي (*Aegle marmelos*) في الهند وبنغلاديش وميانمار وسيريلانكا. وقد أعطى المستخلص المائي الكحولي من القثاء الهندي حماية من وجود النوى الدقيقة الناجمة عن الإشعاع، وأيضاً قلل من وجود الجذور الحرة.

أظهر جذر الكرز الشتوي (*Angelica sinensis*) خصائص قوية للحماية من الإشعاع، حيث تبين أن إعطاء المستخلص لمدة 10 أيام أظهر الحماية من الإشعاع في الفئران عن طريق زيادة نشاط مضادات الأكسدة وتعديل جهاز المناعة وحماية سلامة غشاء الخلية، ممّا يقلل من تلف الحمض النووي. تم العثور على تأثيرات واقية من الأشعة في الطحالب البنية (*Dictyota dichotoma*)، حيث أن المعالجة المسبقة لخلايا البشرة الطبيعية للفئران قدمت الحماية لهذه الخلايا من التعرض لجرعة 4 غراي من الأشعة المؤينة. أُقترح أن آلية الحماية من الإشعاع بواسطة هذه الطحالب يمكن أن تكون عن طريق إزالة الجذور الحرة أو عن طريق تحفيز مضادات الأكسدة الطبيعية التي تقلل من تلف الحمض النووي والتحلل التأكسدي للدهون.

الاستنتاج

يتعرض الإنسان للإشعاع المؤين خلال استخدامه واسع النطاق في العلاج والتشخيص والصناعة وقطاع الطاقة والتعرض غير المقصود في السفر الجوي والفضاء والهجمات النووية والهجمات الإرهابية النووية. يُنتج الإشعاع المؤين تأثيرات ضارة على البشر عن طريق إتلاف المواد الوراثية والتي تنعكس في السمّية النوعية ويمكن أن تتسبب في أضرار وراثية. وبالتالي فمن الضروري حماية البشر من الإشعاعات المؤينة. في الآونة الأخيرة، تحول اهتمام الأبحاث الإشعاعية إلى اختبار

الإمكانات الواقية من الإشعاع للنباتات والأعشاب على أمل أنه سيكون من الممكن في يوم من الأيام العثور على عوامل حامية من الأشعة يمكن أن تحمي البشر ضد الآثار الضارة للإشعاع المؤين. إن غالبية النباتات والأعشاب الموصوفة في هذه المقالة لها خصائص طبية وتُستخدم في النظم الطبية الصينية والهندية التقليدية لعلاج الأمراض المختلفة لدى البشر. يجب أن يكون الواقي الإشعاعي المثالي من الأصل النباتي متاحاً بسهولة وبأسعار معقولة وألاّ ينتج عنه سمّية خطيرة على نطاق واسع من الجرعات، وأن يُظهر أيضاً عدم وجود تأثيرات تراكمية من العلاجات المتكررة، وأن يمكن تناوله عن طريق الفم وله تأثير وقائي على الأنظمة الحيوية كافة في الجسم وإثبات الفعالية لأنواع مختلفة من الإشعاع. ومع ذلك، فإن استخدام النباتات كواقيات من الأشعة يتطلب التحقق والتقييم العلمي وبمجرد الانتهاء من هذا العمل يمكن للمواد الطبيعية الواقية من الإشعاع أن تحل مكان المواد الكيميائية الاصطناعية.

د. م. نشأت صقر

هيئة الطاقة الذرية السورية

nsakr@aec.org.sy

References

(1) Fouad D., Alhatem H., Abdel-Gaber R., Ataya F. 2019. Hepatotoxicity and renal toxicity induced by gamma-radiation and the modulatory protective effect of Ficuscarica in male albino rats. Research in Veterinary Science 125: 24-35.

(2) Kuntiæ V.S., Stankoviæ M.B., Vujiæ Z.B., Brboriæ J.S., Uskokoviæ-Markoviæ S.M.. 2013. Radioprotectors - the evergreen topic. ChemBiodivers 10: 1791-803.

(3) Marie M. S., Sayed A.A., Abbas O.A., Saad M.A. 2017. Modulatory Effect of Cicerarietinum Extract against ã-Irradiation-Induced some Biochemical Disorders in Rats. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 8: 599-606.

(4) Targhi R.G., Homayoun M., Mansouri S., Soukhtanloo M.,Soleymanifard Sh., Seghatoleslam M. 2017. Radio protective effect of black mulberry extract on radiation-induced damage in bone marrow cells and liver in the rat. Radiation Physics and Chemistry 130: 297-302.

الإتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى(*)

Abstract

This article addresses some entrenched myths concerning illicit trafficking in nuclear and other connected radioactive materials. This constitutes threats of nuclear weapons proliferation, as well as nuclear and radiological terrorism. The insufficient reliability and accuracy of databases may lead to incidents of illicit trafficking. Arguments are partially presented, where the problem is derived from the dubious definition given to the term 'illicit trafficking in nuclear and other radioactive materials' in IAEA documents. Also, the domination of a regulatory approach to this term definition, as well as, data reporting and processing procedures. Some measures are proposed to improve analytical efforts to minimize deficiencies in this field.

مقدمـــة

إن مكافحة الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى هو أحد الاتجاهات ذات الأولوية في مكافحة الإرهاب النووي والإشعاعي. يتضح هذا من

(*) المقالة مترجمة بتصرف من الورقة المنشورة بعنوان: "Illicit trafficking in nuclear and other radioactive materials : separating myths from realities". International Journal of Nuclear Governance, Economy and Ecology, Vol. 4, No. 3, 2019, pp. 180-189. Sergiy Kondratov, National institute for Strategic Studies, Kyive, Ukraine. E-mail:sergikondratov@ukr.net.

خلال حقيقة أن قادة 53 دولة و4 منظمات دولية كبرى في قمة سيول للأمن النووي لعام 2012 وافقوا على وضع مكافحة الاتجار غير المشروع في قائمة المجالات التي يجب إحراز تقدم فيها بشكل عاجل لتحقيق أهداف الأمن النووي العالمي.

إن تطوير "القدرات الوطنية لمنع وكشف والاستجابة ومقاضاة الاتجار غير المشروع في المواد النووية" (قمة سيول، 2012) أمر مستحيل بدون تحليل متعمق للعمليات والاتجاهات التي تحدث في هذا المجال. وبدورها، تعتمد جودة مثل هذا التحليل بشدة على موثوقية ودقة البيانات والمعلومات ذات الصلة التي تم الإبلاغ عنها والمضمنة في قواعد البيانات المتخصصة. من أهم هذه القواعد قاعدة البيانات التي أُنشئت في الوكالة الدولية للطاقة الذرية في عام 1995، وقد حظيت قاعدة البيانات هذه باهتمام خاص من قبل قادة الدول المشاركة في بيان قمة لاهاي للأمن النووي في عام 2014. وقاعدة البيانات هذه تلعب دوراً لا نظير له في دعم الوكالة الدولية للطاقة الذرية والدول الأعضاء فيها وكذلك أنشطة المنظمات الأخرى لتحسين الأمن النووي في جميع أنحاء العالم.

ومع ذلك، غالباً ما تعاني قاعدة البيانات تلك وبعض البيانات الأخرى، بما في ذلك تلك الموجودة على المستوى الوطني، من عدم دقة البيانات وعدم كفاية الموثوقية، ممّا أدى إلى ترك مساحة كبيرة جداً لتفسيرات شخصية للمعطيات التي أدت، على الأقل في بعض الأحيان، إلى سوء تفسير البيانات والاستنتاجات الغامضة. يمكن أن تخلق هيمنة العامل الشخصي ظروفاً مواتية لبعض الخرافات وتشكيل الصور النمطية التي يبدو أنها هي الحال في مكافحة الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى والمرتبطة بالإرهاب النووي والإشعاعي. إلى جانب ذلك، فإن تشويه النمط العالمي للإتجار غير المشروع في المواد النووية والمشعة لم يسمح بتحديد أكثر التدابير فعالية التي تم اتخاذها على المستويين الدولي والوطني لمنع أعمال الإرهاب النووي والإشعاعي التي تبدو مهمة في ظل الظروف الحالية للأزمة الاقتصادية العالمية والنزعة إلى تخفيض الأموال المخصصة لتدابير الأمن النووي في جميع أنحاء العالم.

لمحة موجزة عن مشكلة الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى من منظور تاريخي

ظهرت مخاوف المجتمع الدولي بشأن حالات الاتجار غير المشروع في المواد النووية في أعقاب انهيار الاتحاد السوفيتي، عندما أصبح مستقبل النظام الدولي للحد من الانتشار النووي موضع تساؤل. في تلك المرحلة، حاولت بعض الدول والمنظمات الدولية، وعلى رأسها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، معالجة مشكلة الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى من حيث التهديدات المرتبطة بإمكانية وقوع الأسلحة النووية في أيد "خاطئة" مع الأخذ في الاعتبار أن الجمهوريات السوفيتية السابقة كانت تعاني من الاضطرابات الاجتماعية والسياسية مترافقة مع انهيار الإمبراطورية السوفيتية وتشكيل دول مستقلة جديدة، والتي كانت إحدى نتائجها المباشرة إضعاف سيطرة الدولة على الأسلحة والمواد والمنشآت النووية. لحسن الحظ، على الرغم من الكثير من تلك التقييمات الخطرة والمخاوف التي تتناول أمن الأسلحة النووية في الجمهوريات السوفيتية السابقة، على ما يبدو، جرى إثبات أن تلك المخاوف قد بُولغ في تقديرها إلى حد ما مستدلة بعدم وجود حادثات لسرقة أسلحة نووية من المرافق العسكرية أو في مجال النقل العسكري. لم يكن ذلك هو الحال بالنسبة للمواد النووية وخاصة تلك الموجودة في القطاع المدني.

وهكذا، واجه المجتمع العالمي مشكلة جديدة نسبياً وهي الاتجار غير المشروع في المواد النووية، لكن المخاطر المرتبطة بها كانت ملموسة أساساً من ناحية انتشار الأسلحة النووية. وبناء على ذلك، في هذه الفترة (1995)، تم إنشاء أداة دولية كبرى لدعم الجهود العالمية لمكافحة الاتجار غير المشروع في المواد النووية ــ قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية بشأن الاتجار غير المشروع ــ وتضمنت الحادثات التي وقعت منذ عام 1993. في وقت لاحق قليلاً أصبح من الواضح أن عدد الحادثات المسجلة في قاعدة البيانات هذه، مع ذروة تلك الحادثات في عام 1994، تعكس مشاكل الأمن النووي في البعد العالمي.

حتى الحادي عشر من سبتمبر/أيلول عام 2001، جرى الاعتراف بمشكلة الاتجار غير المشروع في المواد النووية من قبل المجتمع الدولي بأنه مهم، بل بشكل أساسي، من حيث تهديدات انتشار الأسلحة النووية. يمكن توضيح هذا البيان من

خلال وتيرة الإشارة إلى مصطلح "الإرهاب" ومشتقاته في التقارير السنوية للوكالة الدولية للطاقة الذرية. في المرة الأولى، تم ذكر المصطلح مرة واحدة فقط في تقرير الوكالة الدولية عام 2000. هناك مثال آخر على الاستخفاف من تهديدات الإرهاب النووي والإشعاعي على المستوى الدولي بحلول نهاية التسعينيات وهو حقيقة أن مفهوم الناتو الاستراتيجي لعام 1999 لم يذكر الإرهاب ولا الإرهاب النووي بين "المخاطر والشكوك التي يواجهها أعضاء التحالف ودول أخرى في منطقة أوربا الأطلسية".

في أعقاب أحداث الحادي عشر من سبتمبر/أيلول عام 2001، تم إيلاء الاهتمام للوقاية والحظر وكذلك الاستجابة لحادثات الاتجار غير المشروع في أنحاء العالم عن طريق تطوير وإدخال مختلف التشريعات الدولية الملزمة قانوناً وتنفيذ العديد من البرامج والمشاريع والمبادرات. قد تعزى ذروتها الرسمية إلى الفترة من 2010–2012، عندما وصلت قضايا الأمن النووي إلى أعلى مستوى سياسي بسبب إطلاق عملية قمة الأمن النووي. اعتباراً من قضية الاتجار غير المشروع وخلال قمة الأمن النووي في سيول، وافق زعماء العالم المشاركون على بذل "كل جهد ممكن لتحقيق مزيد من التقدم" في 13 مجالاً مهماً، وتم الاعتراف بمكافحة الاتجار غير المشروع في واحد منها. تم التأكيد على هذا الالتزام مجدداً وتطويره خلال قمة لاهاي للأمن النووي في 2014. في الوقت نفسه، أدى المستوى الكبير للجهود المتخذة والمخطط لها إلى نفس الاهتمام الكبير الذي اكتسبته العمليات في مجال الأمن النووي.

في ذلك الوقت، فإن قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية بشأن الاتجار غير المشروع، والتي تتناول أساساً تهديدات انتشار الأسلحة النووية، اشتملت منذ البداية على سجلات مجموعة متنوعة من الحادثات ليست معنية فقط بالمواد النووية ولكن أيضاً بمواد مشعة أخرى بما في ذلك حالات الاحتيال التي لم تتضمن مواد حقيقية. علاوة على ذلك، طلب مكتب قاعدة بيانات الوكالة بشأن الاتجار غير المشروع من نقاط اتصال وطنية الإبلاغ عن جميع الحادثات عندما تم اكتشاف مواد خارجة عن الرقابة التنظيمية، ممّا يشير إلى اهتمام أوسع بكثير من قضايا الاتجار غير المشروع. وقد تم إثباتها على الأرض للحصول على صورة كاملة للقدرات الوطنية والدولية لمنع وتحريم والاستجابة لحالات الاتجار غير المشروعة المرتبطة مباشرة مع قدرات القيام بنفس الجهود بالنسبة لمواد خارجة عن الرقابة التنظيمية.

تنشأ مشاكل رئيسية أخرى في هذا المجال من عدم الثقة الكافية في البيانات والمعلومات من مصادر معترف بها على نطاق واسع مثل قاعدة بيانات الوكالة للإتجار غير المشروع. تفاقم الوضع بسبب عدم وجود تعريف معترف به عموماً لـ "الاتجار غير المشروع" وأوجه القصور في إجراءات الإبلاغ إلى قاعدة بيانات الوكالة للإتجار غير المشروع. أيضاً، كان لعدم وجود معايير لتقييم كفاءة الجهود الوطنية والدولية لمكافحة الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى تأثير سلبي على موثوقية بيانات الاتجار غير المشروع من خلال تطبيق مقاربات مختلفة للإبلاغ عن الإجراءات على الصعيدين الوطني والدولي.

قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع

يساعد نظام قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع أمانة الوكالة والدول المشاركة والمنظمات الدولية المختارة في تحسين الأمن النووي. تحتفظ هذه القاعدة بمجموعة متزايدة من المعلومات الموثوقة التي أبلغت عنها الدول المشاركة حول الحادثات التي تنطوي على الاتجار غير المشروع والأنشطة الأخرى غير المصرح بها التي تنطوي على مواد نووية ومواد مشعة أخرى. يتم نشر هذه المعلومات من خلال الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى الدول المشاركة وبعض المنظمات الدولية. يعد تقديم التقارير إلى قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع أمراً طوعياً. اعتباراً من 31 ديسمبر/كانون الأول 2019، شاركت 139 دولة في برنامج هذه القاعدة، وانضمت جزر القمر إلى هذه القاعدة كدولة مشاركة في عام 2019. تتلقى قاعدة بيانات الوكالة الدولية للحادثات والاتجار غير المشروع معلومات موثوقة عن الحادثات المؤكدة كما أبلغت عنها الدول من خلال نقاط الاتصال المعينة رسمياً. تعد هذه القاعدة أحد مكونات أنظمة إدارة المعلومات التي تدعم تنفيذ خطة الأمن النووي للوكالة الدولية للطاقة الذرية.

يغطي نطاق هذه القاعدة جميع أنواع المواد النووية على النحو المحدد في النظام الأساسي للوكالة والنظائر المشعة الطبيعية والمنتجة صناعياً والمواد الملوثة بالإشعاع. كما يتم تشجيع الدول على الإبلاغ عن الحادثات التي تنطوي على

عمليات احتيال أو خداع حيث يُزعم أن المواد هي مواد نووية أو مشعة بأي شكل آخر. يتم الحفاظ على الاتصال بالدول المشاركة من خلال شبكة نقاط الاتصال الوطنية. يتلقى نظام قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع معلومات من هذه النقاط حول الحادثات التي تتراوح من الحيازة غير القانونية ومحاولة البيع والتهريب إلى التخلص غير المصرح به من المواد واكتشاف المصادر المشعة المفقودة. تستعرض الأمانة العامة جميع الحادثات بهدف تحديد التهديدات والاتجاهات والأنماط المشتركة؛ لمساعدة الدول في تحديد الإجراءات التي قد يلزم اتخاذها فيما يتعلق بأحداث معينة أو للمساعدة في صياغة سياسة لمكافحة الاتجار غير المشروع بهذه المواد ودعم أنشطة الأمن النووي للوكالة.

تعد قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع مصدراً لتبادل المعلومات بين سلطات الدول والوكالة الدولية للطاقة الذرية. من أجل حماية سرية المعلومات التي أبلغت عنها الدول الأعضاء، تدعم هذه القاعدة إجراءات صارمة للتعامل مع المعلومات الحساسة ونشرها. يتم إرسال المعلومات المتعلقة بالحادثات المبلّغ عنها فقط عبر شبكة نقاط الاتصال الوطنية. ويقتصر الولوج إلى قاعدة البيانات الكاملة على عدد صغير من موظفي الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

موثوقية البيانات والمعلومات المتعلقة بحادثات الاتجار غير المشروع

على الرغم من الاهتمام الكبير بالإتجار غير المشروع للمواد النووية والمواد المشعة الأخرى، فإن البيانات الإحصائية ذات الصلة مربكة إلى حد ما على الصعيدين الوطني والدولي، وهو ما يرتبط جزئيا على الأقل بعدم وجود تعريف معترف به على نطاق واسع لمصطلح "الاتجار غير المشروع". في الواقع، قدمت أولى الوثائق الفنية للوكالة الدولية للطاقة الذرية المكرسة لهذه المشكلة مثل هذا التعريف "الاتجار غير المشروع هو استلام أو حيازة أو استخدام أو نقل أو التخلص من مواد مشعة دون إذن". على الرغم من وجود تحفظ يجادل بأن التعريف "أوسع بكثير من المصطلح كما هو مفهوم بشكل عام من قبل الشرطة والجمارك وهيئات إنفاذ القانون الأخرى" في منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فقد تم استخدام المقاربة المطبقة لتعريف الظاهرة على نطاق واسع، وغالباً ما أدى إلى إحصاءات

مختلطة تتعلق بكل من النقل غير المتعمد للمواد النووية والمواد المشعة الأخرى والاتجار غير المشروع بها على الصعيدين العالمي والوطني.

يمكن تمثيل هذا البيان في عنوان قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، والذي تم تغييره في عام 2013 فقط من "قاعدة بيانات الاتجار غير المشروع" إلى "قاعدة بيانات الحادثات والاتجار"، بينما يحتوي منذ البداية على سجلات حول جميع الحادثات التي تنطوي على مواد إشعاعية (بما في ذلك النووية) خارج نطاق السيطرة الرقابية. وتجدر الإشارة إلى أنه ليس من الشائع استخدام مصطلح "التهريب غير المشروع" أو مرادفاتهما "النقل غير المشروع" و "التسويق غير المشروع" بمعنى أوسع للسلع الأخرى الخاضعة للمراقبة التشريعية. إن النهج الأخير الذي يغطي جميع الحادثات المرتبطة بالمواد ذات الصلة الخارجة عن نطاق السيطرة الرقابية هو أكثر نموذجية للوكالة الدولية للطاقة الذرية والهيئات الرقابية الوطنية.

إن الأساس المنطقي لدمج سجلات الإجراءات غير المشروعة وغير المقصودة مدعوم بتفسير معترف به، بشكل عام، مفاده أن الإبلاغ عن جميع الحادثات التي تحتوي على مواد مشعة يسمح بوجود نمط أكمل ليس فقط لتحركات المواد ولكن أيضاً للقدرات الوطنية والدولية لمنع واعتراض مثل هذه التحركات ولاسيما عبر الحدود.

بالنظر إلى هذه الأحكام وعدم الخوض في التفاصيل، من الضروري ملاحظة أن مثل هذه المعالجة للبيانات الإحصائية قد تؤثر على عملية تحليل الاتجار غير المشروع للمواد النووية والمواد المشعة الأخرى، لأنها قد تثير إما عن غير قصد أو قصداً الامتناع عن محاولات تطبيق أدوات تحليلية أكثر دقة لاكتساب نظرة ثاقبة على المشكلة. في الواقع، إذا تم إيلاء اهتمام لا داعي له للتمييز بين الحالات غير المشروعة وغير المقصودة فإن تصور وجود تهديد في حالة عدة حادثات للإتجار غير المشروع في السنة سيكون أقل بشكل أساسي من عدة مئات من الحادثات في نفس الفترة الزمنية، حتى لو كان المرء مدركاً للأصل المختلط للسجلات.

في الوقت نفسه، عند التأكيد على أهمية إفراد الأفعال الكيدية بالمواد النووية والمواد المشعة الأخرى، لا يسع المرء إلا أن يذكر عيباً رئيسياً متأصلاً في عملية

التحقيق: حتى اكتمال التحقيق وإصدار حكم قانوني، غالباً ما يكون من المستحيل التوصل إلى استنتاج ما إذا كان أو لا توجد نوايا غير حسنة فيما يتعلق بالمواد النووية والمواد المشعة الأخرى، في حين يوصى بإبلاغ، على سبيل المثال، قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع في أقرب وقت ممكن. إلى جانب ذلك، هناك عامل آخر يؤثر على إجراءات الإبلاغ عن الحادثات وتحليل الوضع المتعلق بالإتجار غير المشروع على المستويين الدولي والوطني ـ عدم وجود معايير معترف بها دولياً لكفاءة تقييم الجهود الوطنية والدولية لمكافحة الاتجار غير المشروع للمواد النووية والمواد المشعة الأخرى.

بسبب هذا الموقف الغامض مع تقييم الجهود المبذولة لمكافحة الاتجار غير المشروع على المستوى الوطني، على سبيل المثال، قد تكون بعض السلطات أكثر اهتماماً بالإبلاغ عن أكبر عدد ممكن من الحادثات حتى لو كان بعضها قد يتم دمجها في حالة واحدة، في حين أن السلطات الأخرى قد تكون عرضة لتسجيل عدد أقل من الحادثات. يمكن القول، إنه من الممكن التعامل مع الحقيقة المذكورة أدناه على أنها كشف لمثل هذه المصالح التي تؤثر ليس فقط على نمط الحالة الوطنية للإتجار غير المشروع ولكن أيضاً على النمط العالمي.

في الواقع، وفقاً لصحف الوقائع السنوية الصادرة عن قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع الصادرة عن الوكالة بعد عام 2006، تم تسجيل الزيادة الحادة في عام 2006 للحادثات المؤكدة التي تنطوي على سرقة أو ضياع، ولكن وفقاً للوكالة الدولية للطاقة الذرية، فإن هذه الذروة "مرتبطة بتغيير إجراءات الإبلاغ بدلاً من تغيير فعلي في أرقام الحادثات". ومن المثير للاهتمام أن صياغة تفسير الوكالة الدولية للطاقة الذرية لهذه الذروة قد تغير إلى حد ما. في الواقع، كان التفسير في عام 2008 على النحو التالي: "ترجع الزيادة الكبيرة في عدد الحالات المبلّغ عنها التي تنطوي على سرقة أو ضياع في عام 2006 بشكل كامل تقريباً إلى تغيير في ممارسة الإبلاغ في دولة واحدة ممّا أدى إلى زيادة كبيرة في عدد تقاريرها". في عام 2007، عادت نفس الحالة إلى ممارستها السابقة (تم إضافة التأكيد)، ولكن حتى عند احتساب هذا الانخفاض، قد يكون هناك انخفاض في

هذه الأنواع من الحالات في عام 2007، على الرغم من أن بعض الانخفاض قد يكون بسبب تأخر الإبلاغ بدلاً من الانخفاض الفعلي في وقوع الحادثات.

وبالتالي، أدت التغييرات في إجراءات إعداد التقارير (اعتماد إجراء جديد ثم العودة إلى الممارسة السابقة) في دولة عضو واحدة إلى إعادة تشكيل النمط العالمي للإتجار غير المشروع. يُشار إلى أن كلا من البيانات المقدمة إلى قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع وفقاً للإجراء الجديد المعتمد وتلك المقدمة بعد إلغائها لا تزال موجودة في صحف الوقائع السنوية التي تصدرها الوكالة. بتلخيص الوضع حول ذروة عام 2006 في سجلات قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع، يمكن للمرء أن يستنتج أن الإبلاغ عن تقارير البيانات وطرق المعالجة يجب تحسينها بشكل أساسي لتكون أساساً للجهود التحليلية الجادة بالنسبة إلى الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى. وإذا كان هذا الاستنتاج صحيحاً بالنسبة إلى قاعدة بيانات الوكالة للحادثات والاتجار غير المشروع، فإنه ينطبق أيضاً على الكثير من قواعد البيانات الوطنية ذات الصلة.

خرافات وحقائق الاتجار غير المشروع بالمواد النووية

مثل هذا الموقف من موثوقية ودقة البيانات المتعلقة بالإتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى يُثير تساؤلات حول هذا الاتجار وما يرتبط به من التهديدات والمخاطر التي يشكلها الإرهاب النووي والإشعاعي المعترف به والمتجذر على نطاق واسع. غالباً ما تستخدم موثوقية ودقة البيانات المتعلقة بالإتجار غير المشروع لشرح الاتجاهات وإثبات الجهود التي يتعين القيام بها وتقييم التهديدات والمخاطر في هذا المجال، والبعض منها مدرج أدناه:

أ ــ يجب إعطاء الأولوية للاهتمام بالإتجار غير المشروع للمواد النووية والمواد المشعة الأخرى لأن تجاهل هذه الظاهرة سيؤدي إلى تزايد التهديدات والمخاطر المرتبطة بانتشار الأسلحة النووية وكذلك الإرهاب النووي والإشعاعي.

ب ـ تُعتبر قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع أداة فعالة لدعم الوكالة والدول المشاركة وبعض المنظمات الدولية في رفع كفاءة الأمن النووي.

ج ـ كان الموقف الأكثر صعوبة فيما يتعلق بالإتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى خلال العقدين الأخيرين في الدول المستقلة حديثاً، حيث أنه يهدد نظام الأمن النووي العالمي.

د ـ كشف مسؤولو الجمارك وحرس الحدود وقوات الشرطة عن محاولات عديدة لتهريب وبيع المصادر المسروقة بشكل غير قانوني.

هـ ـ إن المادة الأكثر جذباً للجماعات الإرهابية التي تسعى لامتلاك أسلحة نووية هي اليورانيوم عالي التخصيب.

هل هذه الأفكار والآراء لها ما يبررها وتدعمها بشكل كاف البيانات الواردة من قاعدة بيانات الوكالة للحادثات والاتجار غير المشروع ومن أماكن أخرى؟

عند محاولة الإجابة على الأسئلة المذكورة أعلاه، أولا وقبل كل شيء، يمكن للمرء أن يجادل بأنه لا يمكن التوصل إلى استنتاجات قاطعة مستمدة من قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع وما شابهها بسبب عدم موثوقية ودقة البيانات والمعلومات التي تحتويها.

إن التعريفات المشكوك فيها للإتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى، بما في ذلك الحادثات التي تكون فيها هذه المواد خارج نطاق السيطرة التنظيمية، تسهم بشكل أساسي في إرباك النمط على المستويين الوطني والدولي. علاوة على ذلك، يؤدي عدم وجود معايير مقبولة بشكل عام لتقييم الجهود الوطنية في مكافحة الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى إلى تفسيرات مختلفة لعدد كبير من الحادثات المتفاوتة. على سبيل المثال، من مستوى أمان المواد غير الكافي إلى خصائص إجراءات الإبلاغ في بلد أو بلد آخر، ويؤدي بدوره إلى مقاربات مختلفة لتنفيذ إجراءات الإبلاغ. في الواقع، تميل السلطات المكلفة بمنع الاتجار غير المشروع إلى امتلاك عدد كبير من السجلات ذات الصلة، بينما

يرغب المراقبون النوويون في بعض الدول في الحصول على أعداد قليلة من سجلات حادثات الاتجار غير المشروع التي تعكس جهودهم الرقابية الناجحة.

لا يقدم استخلاص الحادثات المرتبطة بالنوايا غير الحسنة من جميع مصفوفات قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية بشأن الاتجار غير المشروع أية دلالات واضحة للتهديدات والمخاطر المرتبطة بالإرهاب النووي والإشعاعي. في الواقع، وفقاً لمركز دراسات عدم الانتشار، تم تسجيل أربع حالات فقط (ثلاث في جورجيا وواحدة في مولدوفا) من محاولات بيع اليورانيوم عالي التخصيب في الفترة من 2002 إلى 2012، حيث أن الكتلة الإجمالية لليورانيوم عالي التخصيب المضبوط في هذه الحالات أقل من 200 غرام أي أصغر بـ 125 ضعفاً ممّا يسمى كمية كبيرة. أيضاً، يجب أن يؤخذ في الاعتبار أنه في معظم الحالات، على سبيل المثال في 2009 ــ 2010، تم العثور على مواد نووية في الخردة المعدنية. علاوة على ذلك، من الجدير بالذكر أنه في جميع محاولات بيع المواد النووية المذكورة أعلاه، حاول المجرمون بيع المواد إلى العملاء تحت غطاء. وهذا يسمح بالتوصل إلى نتيجة مفادها أنه، ليس لدينا أي دليل على الاهتمام الجاد للإرهابيين بالمواد النووية بشكل عام، وباليورانيوم عالي التخصيب على وجه الخصوص. إن الاستنتاج السابق يرتبط بحقيقة بالغة الأهمية مفادها أن الإرهابيين حتى الآن لم يرتكبوا أعمال إرهاب نووي أو إشعاعي على خلفية النمو العام في عدد الأعمال الإرهابية. وفي الواقع، وفقاً لقاعدة البيانات الإرهابية العالمية للاتحاد الوطني لدراسة الإرهاب، زاد العدد الإجمالي للأعمال الإرهابية في العالم عدة مرات خلال الفترة من 2001 إلى 2011.

مع الأخذ في الاعتبار أنه على عكس الأجهزة المتفجرة النووية، فإن تصنيع ما يسمى بـ "القنبلة القذرة" أو أي جهاز تشتيت إشعاعي آخر ليس مهمة صعبة من حيث كل من التصميم أو إمكانية الوصول المادي. وعادة ما يتم تفسير حقيقة أنه في غالبية الحادثات تم ضبط كميات صغيرة (غرامات) من المواد النووية ذات الأهمية الكبيرة في الاتجار غير المشروع للمواد النووية والمواد المشعة الأخرى بطريقة "في بعض هذه الحالات كانت هناك مؤشرات على أن المواد المضبوطة كانت عينة من مخزون كبير غير مؤمن". لكن هذا التفسير يمكن أن يكون مقبولاً لفترة قصيرة فقط.

بخلاف ذلك، علينا أن نعترف بأنه لا أجهزة المخابرات ولا هيئات إنفاذ القانون في جميع أنحاء العالم أثبتت قدرتها على اكتشاف والاستيلاء على كميات أكبر من المواد النووية من المخزونات غير المؤمنة في الاتجار غير المشروع.

يمكن وصف الوضع الحالي فيما يتعلق بتهديدات الإرهاب النووي والإشعاعي وكذلك النمط العالمي لحادثات الاتجار غير المشروع التي تنطوي على مواد نووية وغيرها من المواد المشعة اعتماداً على الرأي المبكر لـ Brian Michael Jenkins في عام 1987، الذي كتب عن سلالة جديدة من الإرهابي الذي يسعى إلى وسائل هجوم غير تقليدية بما في ذلك الأسلحة الكيميائية والبيولوجية والإشعاعية والنووية ويحاول إلحاق دمار هائل، وأشار إلى أن "معظم الإرهابيين، مع ذلك، لا يريدون إحداث دمار شامل". وقال إن الإرهابيين يفضلون الأساليب التي أثبتت جدواها ـ "التفجيرات والاغتيالات والاعتداءات المسلحة والاختطاف وأخذ الرهائن" وسيواصلون استخدام أساليب الإرهاب هذه طالما أنهم قادرون على تحقيق أهدافهم.

الاستنتاجات

إن الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى هو ظاهرة عالمية تتبع من عدد من الأسباب، أحد هذه الأسباب الرئيسة هو المستوى غير المناسب لأمن المواد في جميع أنحاء العالم. تتطلب قضايا الاتجار غير المشروع، بلا شك، اهتماماً شديداً من حيث تهديدات انتشار الأسلحة النووية وكذلك الإرهاب النووي والإشعاعي. في أعقاب أحداث الحادي عشر من سبتمبر/أيلول، تم النظر إلى هذه التهديدات على أنها أخطر التهديدات التي واجهها المجتمع الدولي على الإطلاق، وقد أدى هذا التصور إلى قلق ومخاوف غير مسبوقة فيما يتعلق بقضايا الأمن النووي بما في ذلك تلك المتعلقة بالإتجار غير المشروع. بسبب إجراءات قمة الأمن النووي العالمية، تم رفع جميع المشاكل المرتبطة بمكافحة الإرهاب النووي والإشعاعي إلى أعلى مستوى سياسي، وينطبق هذا أيضاً على مكافحة الاتجار غير المشروع المعترف بها كأحد المجالات المهمة التي يجب إحراز تقدم عالمي فيها.

تبدو جهود مكافحة الإرهاب العالمية ناجحة في بعض الاتجاهات الحاسمة. وعلى الرغم من الزيادة العامة في عدد الأعمال المرتكبة، في غضون بضع سنوات في أعقاب أحداث الحادي عشر من سبتمبر/أيلول عام 2001، يبدو أن بعض المؤشرات تبدو واضحة فيما يتعلق بالتهديدات المرتبطة بالإرهاب النووي والإشعاعي والمخاطر المرتبطة بالإتجار غير المشروع للمواد ذات الصلة. في الواقع، لم يتم ارتكاب أي أعمال إرهاب نووية أو إشعاعية؛ ولا توجد أدلة مؤكدة على اهتمام الإرهابيين الخاص بالمواد النووية والمواد المشعة الأخرى بما في ذلك اليورانيوم عالي التخصيب. من الواضح أن الإجراءات الصارمة لمكافحة الإرهاب لا يمكن إلاّ أن تعطي نتائج جادة ــ فقد تم تقويض الموارد الإرهابية إلى حد كبير في بعض المناطق.

ربما يكون من الضروري في هذه المرحلة إعادة تقييم المخاطر التي يشكلها الإرهاب النووي والإشعاعي، فضلاً عن الاتجار غير المشروع في المواد النووية والمواد المشعة الأخرى. لكن لا ينبغي التعامل مع هذا على أنه دعوة لإهمال التهديدات المذكورة أعلاه. في ظل ظروف الأزمة الاقتصادية العالمية التي أدت إلى استقطاع الأموال المخصصة للقطاعات الأمنية في كثير من الدول، فإن أحد الأسئلة الحاسمة هو: ما السبب الرئيسي لإجبار الإرهابيين على الامتناع عن محاولات استخدام ليس فقط المواد النووية ولكن أيضاً المواد المشعة الأخرى في هجماتهم. يمكن العثور على إجابة، على الأرجح، بسبب التحليل المتعمق للمعلومات الاستخباراتية وكذلك المعلومات من قواعد البيانات المختلفة، أولاً وقبل كل شيء قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع.

ولتحسين الجهود التحليلية بشكل أساسي، لا بد من اتخاذ الخطوات التالية:

أ ــ يجب تحديد قضايا الاتجار غير المشروع (حيثما ينطبق ذلك عملياً) بوضوح من مجموعة من المعلومات الخاصة بجميع الحادثات التي تم العثور فيها على مواد خارجة عن السيطرة التنظيمية. تم اتخاذ الخطوة الأولى في الاتجاه الصحيح من خلال تغيير عنوان قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية ذات الصلة.

ب ـ يجب أن يكون الإجراء مصحوباً بإعطاء تعريف لا لبس فيه لمصطلح "الاتجار غير المشروع" بالنسبة إلى المواد النووية والمواد المشعة الأخرى.

ج ـ ينبغي تحسين إدارة قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للحادثات والاتجار غير المشروع من خلال: تطوير إجراءات الإبلاغ عن البيانات ومعالجتها لتجنب تأثير الابتداع غير المعقول على النمط العالمي للإتجار غير المشروع وتعزيز الوظائف التحليلية للوحدة الفرعية ذات الصلة ووضع معايير لتقييم جهود الحكومات الوطنية في مكافحة الاتجار غير المشروع .

د ـ ينبغي للوحدات الفرعية ذات الصلة للمنظمات الدولية الأخرى المشاركة (الإنتربول ومنظمة الجمارك العالمية، إلخ.) أن تعزز العنصر التحليلي في جهودها لمكافحة الاتجار غير المشروع للمواد النووية والمواد المشعة الأخرى.

ترجمة: د. م. نشأت صقر
هيئة الطاقة الذرية السورية
nsakr@aec.org.sy

References

(1) Center for Nonproliferation Studies (CNS) (2011) 'Illicit Trafficking in Weapons-Useable Nuclear Material: Still More Questions Than Answers', Nuclear Threat Initiative. Available online at: http://www.nti.org/analysis/articles/illicit-trafficking-weapons-useable-nuclear-material-stillmore-questions-answers/

(2) IAEA, International Atomic Energy Agency (2014) IAEA Incident and Trafficking Database (ITDB). Available online at: http://www-ns.iaea.org/security/itdb.asp (accessed on 13 August 2014).

(3) Seoul Nuclear Security Summit (2012b) Seoul Communiqué, p.4. Available online at: https://www.nss2014.com/sites/default/files/documents/seoul_communique_final.pdf (accessed on 13 August 2014).

(4) The Nuclear Security Summit (2014) The Hague Nuclear Security Summit Communiqué. p.6 Available online at: https://www.nss2014.com/sites/default/files/documents/the_hague_nuclear_security_summit_communique_final.pdf.

مفاعل الماء المضغوط الروسي VVER-1200

Abstract

VVER-1200 reactor is the latest evolution of VVER plant. It meets the advanced technology and the international safety requirements for generation three plus (G III+) nuclear power plants, which were consistent with IAEA International Nuclear Safety Group (INSAG) recommendations. The Russian general safety requirements are also consistent with the safety objectives specified by WENRA (Western European Nuclear Regulators Association) for new nuclear power plants. The VVER-1200 is based on state of art design, which takes into account Design Extension Conditions (DEC), in accordance with the current IAEA Safety Standards, and Fukushima lessons learned. In this article the design principles and safety concepts of VVER-1200 reactor are elaborated, including description of its main components, and illustration of the application of the safety principles in the design.

مقدمـــة

ممّا لا شك فيه أن تقنية مفاعل الماء المضغوط الروسي (VVER) لعبت دوراً حاسماً في المراحل الرئيسية لتشكيل وتطوير الطاقة النووية في الاتحاد السوفيتي (سابقاً) وروسيا الاتحادية. وفي الفترة الحرجة التي أعقبت الحادث الذي وقع في محطة تشرنوبيل للطاقة النووية، كانت مفاعلات VVER هي التي ضمنت استقرار

الطاقة النووية المحلية. يعد مفاعل VVER-1200 من مفاعلات الجيل الثالث المعزز (+GEN III)، وهو نسخة مطورة من مفاعل VVER-1000 المبرد والمهدأ بالماء، والذى تم التحقق من كفاءته من خلال فترات التشغيل السابقة في روسيا و خارجها. وقد تم اختيار هذا النوع من المفاعلات لمحطة الطاقة النووية في منطقة الضبعة بجمهورية مصر العربية، وذلك في إطار التعاون المصري الروسي البنّاء.

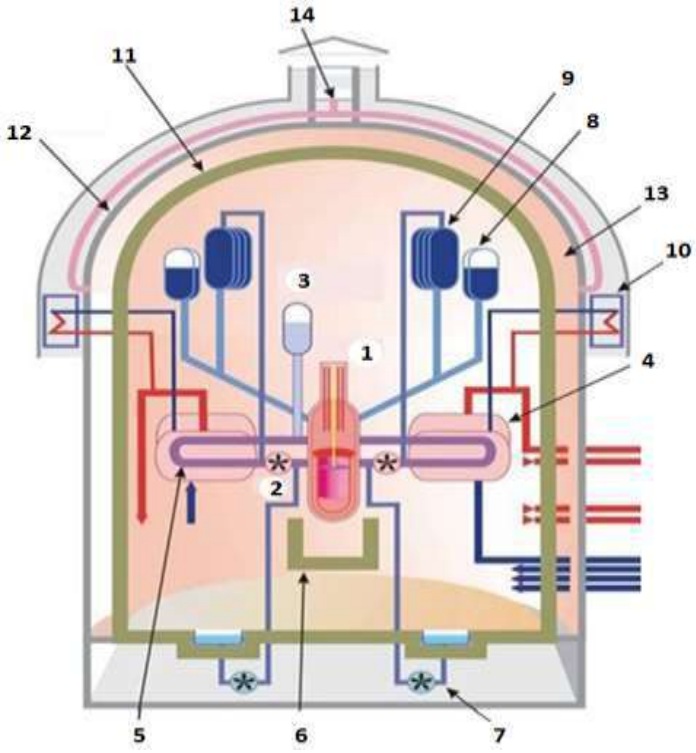
بدأ تطوير تصميم VVER-1200 في منتصف العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. كان الهدف الرئيسي هو خفض التكاليف دون تغيير كبير في التصميم الأساسي لنظام إمداد البخار، مع زيادة السلامة في نفس الوقت، وتقدر تكلفة أنظمة الأمان لهذا المفاعل بنحو 40% من التكلفة الكلية للمحطة ويبلغ عمرها التصميمي 60 عاماً. تمت زيادة الطاقة الحرارية إلى 3200 ميغاواط وإدخال أنظمة أمان سلبية إضافية لإدارة الحوادث التي تتجاوز أساس التصميم (Beyond Design Basis Accidents).

يعتمد تصميم VVER-1200 على مبدأ ضمان السلامة للأفراد والسكان والبيئة. ويفي هذا المبدأ بمتطلبات معايير إطلاق المواد المشعة إلى البيئة ومحتواها في التشغيل العادي، في الأحداث التشغيلية المتوقعة بما في ذلك شروط أساس التصميم، وكذلك في الأحداث التي تتخطى شروط أساس التصميم خلال فترة الخدمة الكاملة لمحطة الطاقة النووية. في هذا المقال يتم استعراض المبادئ التي يرتكز عليها تصميم محطة VVER-1200، وأهم مكوناتها وكذلك تطبيق مبادئ الأمان في التصميم.

مبادئ تصميم VVER-1200

مفاعل VVER هو مفاعل ماء مضغوط ؛ يعمل على نفس مبادئ مفاعل الماء المضغوط الغربي (PWR) ويستخدم أنظمة تكنولوجية مماثلة، فالمبرد والمهدئ هو الماء المضغوط، الذي يسخن في قلب المفاعل ويستخدم لإنتاج البخار على الجانب الثانوي عن طريق مولدات البخار. أهم الاختلافات في التصميم عن المفاعل

الغربي هي مولدات البخار الأفقية (Horizontal Steam Generators) وتصميم الوقود ومجمعات الوقود ذات الهيكل السداسي (Hexagonal Fuel Assemblies). يتم تحقيق أمان المحطة من خلال التطبيق الشامل لمبدأ الدفاع في العمق(Defence in Depth)، الذى يرتكز على وجود نظام من الحواجز المتتالية لمنع الانتشار المحتمل للإشعاع المؤين والمواد المشعة في البيئة، وكذلك على تطبيق نظم الأمان الهندسية والتدابير الرقابية لضمان سلامة هذه الحواجز. والشكل (1) يوضح مبنى المفاعل.



شكل (1) مبنى المفاعل

1 ـ قلب المفاعل،2 ـ مضخة تبريد الدائرة الأولية، 3 ـ الضاغط، 4 ـ مولد البخار، 5 ـ الدائرة الأولية، 6 ـ ماسك قلب المفاعل،7 ـ نظام تبريد قلب المفاعل في حالة الطوارئ، 8 ـ المجموعة الأولى من خزانات مياه الطوارئ، 9 ـ المجموعة الثانية من خزانات مياه الطوارئ، 10 ـ النظام السلبي لإزالة الحرارة من مولدات البخار، 11 ـ مبنى الإحتواء الداخلي، 12 ـ مبنى الإحتواء الخارجي، 13 ـ فراغ بين مبنيي الإحتواء، 14 ـ النظام السلبي لترشيح الفراغ بين مبنيي الإحتواء

ويخضع تصميم محطة VVER-1200 لقواعد الأمان الروسية ومتطلبات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، كما يراعى قواعد الأمان والتصميم ـ المحددة من قبل رابطة المنظمين النوويين في أوروبا الغربية (WENRA). وقد أخذ في الاعتبار القواعد القياسية الدولية لضمان الجودة (ISO 9001: 2000). والتصميم الهندسي لهذه المفاعلات هو نتاج تراكم خبرة في تصميم و تشغيل مفاعلات VVER تبلغ حوالى 1400 مفاعل، وخبرة تشغيل مفاعلات VVER-1000 تبلغ 500 مفاعل.

والمبادئ الرئيسية التي يقوم عليها تصميم VVER-1200 هي:

ـ الاستخدام الأقصى للتقنيات التي أثبتت جدواها

ـ الحد الأدنى من التكلفة ومدة البناء

ـ مزيج متوازن من أنظمة الأمان الفعالة (Active) والسلبية (Passive) لإدارة الحوادث غير المحتاط لها في التصميم (Beyond Design Basis Accidents)

ـ الحد من تأثير العوامل البشرية على الأمان الكلي.

ويمكن تلخيص الإجراءات المتخذة للتطبيق الشامل لمبدأ الدفاع في العمق، والتي تم تنفيذها في تصميم VVER-1200، في ما يلي:

ـ وجود نظام من الحواجز المادية المتوالية في مسار انتشار المواد المشعة، والتي تتمثل في: مصفوفة الوقود، غلاف قضبان الوقود، حدود المبرد في الدائرة الأولي، ومبنى الاحتواء.

ـ مراعاة أحداث البدء الإفتراضية (Postulated Initiating Event, PIE) التي يمكن أن تؤدي إلى فقدان كفاءة هذه الحواجز.

ـ تحديد تدابير التصميم وأنشطة العاملين التنفيذية، المطلوبة للحفاظ على سلامة الحواجز المذكورة أعلاه ولإزالة عواقب تدمير الحواجز؛ وذلك لكل حدث مفترض.

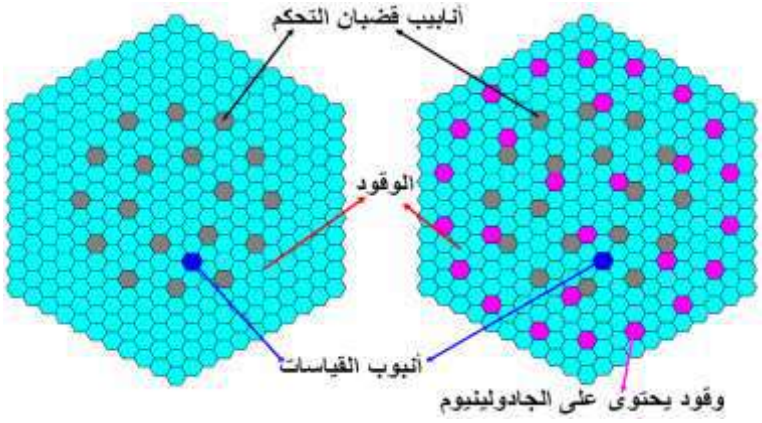
ـ التقليل إلى أدنى حد من احتمالية الحوادث التي تؤدي إلى إطلاق إشعاعي.

ـ تحديد التدابير اللازمة للسيطرة على الحوادث غير المحتاط لها في التصميم.

مكونات VVER 1200

قلب المفاعل وتصميم الوقود

يحتوى قلب المفاعل على 163 مجموعة وقود. تحتوي كل مجموعة وقود على 312 قضيب وقود، و18 قناة توجيهية لقضبان التحكم، و13 شبكة فاصلة ملحومة بها، وقناة قياسات. ويصنع غلاف الوقود من سبائك الزركونيوم. ويتم تصنيع الوقود من ثاني أكسيد اليورانيوم بنسبة تخصيب قصوى تبلغ 5% (4.95 ± 0.05). شكل (2) يوضح تصميم مجموعة الوقود لهذا المفاعل.



شكل (2) تصميم مجمعة الوقود لمفاعل VVER-1200

وفقاً لمخطط إدارة الوقود، يتم وضع ما يصل إلى 121 مجموعة من مجموعات التحكم داخل القلب. وتستخدم مجموعات قضبان التحكم لإخماد التفاعل المتسلسل بسرعة، والحفاظ على الطاقة في مستوى معين، وتغيير الطاقة من مستوى إلى آخر، وضبط مجال الطاقة المحوري. يصل متوسط احتراق الوقود إلى 60 ميغاواط/كلغ يورانيوم. ويتم تحميل 42 مجموعة وقود جديدة سنوياً.

تحتوى مجموعة الوقود السداسية على ستة جيران عوضاً عن أربعة فقط في المجموعة العادية المربعة والمستخدمة في مفاعلات PWR، وبالتالي اقتران أفضل بين الوقود الطازج والمستهلك والذى يؤدى إلى أداء أفضل متمثلاً في:

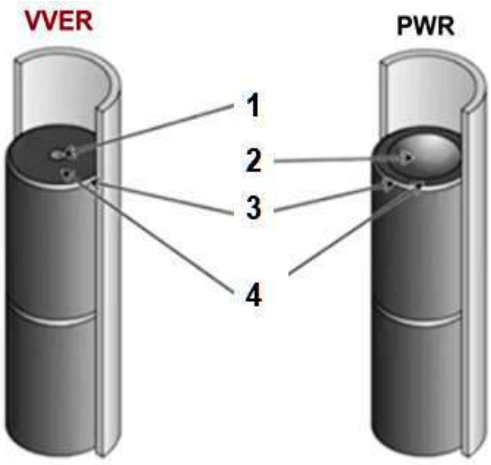
ـ قدر أكبر من المرونة لتحسين إدارة الوقود

ـ توزيع طاقة أكثر تجانساً ينتج عنه بدوره استخدام أفضل للوقود بسبب توزيع الاحتراق المحسن.

ـ تحتوي مجموعة الوقود السداسية على قناة فرعية لسائل التبريد أكثر تناسقاً من القناة المربعة، ممّا يؤدي إلى تبريد أفضل

ـ تتميز مجموعة الوقود السداسية بصلابة متزايدة مقارنةً بالتصميم المربع، والذي قد يكون مفيداً في حالة الحوادث.

كما يختلف تصميم حبيبات الوقود في هذا المفاعل عن مفاعلات PWR حيث تحتوي على ثقب مركزي ممّا يساعد على تجنب تأثير الحرارة القصوى للوقود والتي تكون في المركز، كما تقلل انتفاخ الوقود بتأثير نواتج الانشطار الغازية. والشكل (3) يوضح الفرق بين وقود VVER و PWR.



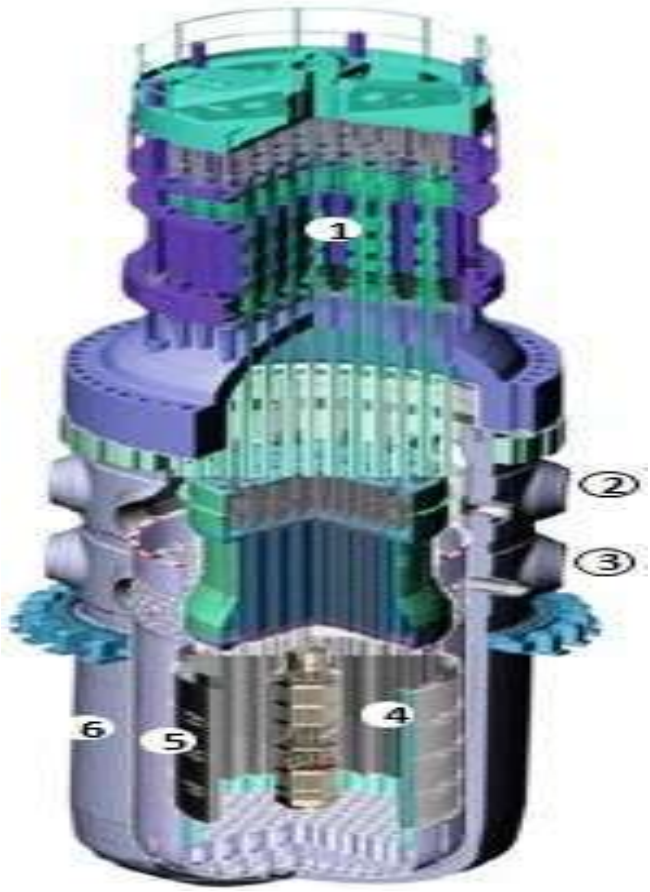
شكل (3) الفرق بين وقود VVER و PWR

1 ــ ثقب مركزي، 2 ــ سطح مقعر، 3 ــ حافة، 4 ــ سطح أفقي

وعاء الضغط

عمر الخدمة التصميمي لوعاء ضغط المفاعل (شكل (4)) هو 60 عاماً، وقد تضمنت التدابير الخاصة بإطالة عمر خدمة المحطة ما يلي:

ـ تحديد محتوى النيكل في اللحامات ؛
ـ الحد من الشوائب في المعادن الأساسية واللحام،
ـ تقليل تدفق النترونات على جدران الوعاء عن طريق زيادة قطر الوعاء.
ـ وعاء المفاعل خالي من الشقوق والثقوب الموجودة أسفل الفوهات الرئيسية للمفاعل، وتحت المستوى العلوي للقلب بالطريقة التي تم تصنيعها بها في جميع تصميمات VVER.



الشكل (4) وعاء ضغط المفاعل

1 ـ مشغلات نظام التحكم والحماية، 2 ـ مخرج المياه، 3 ـ مدخل المياه،
4 ـ مجمعات الوقود، 5 ـ غلاف القلب، 6 ـ وعاء الضغط

مضخة تبريد المفاعل (Reactor Coolant Pump)

تم تجهيز مضخة تبريد المفاعل بحيث توفر تدفقاً سلساً لمياه التبريد في الدائرة الأولية أثناء سيناريوهات الحوادث، ممّا يسمح بتبريد كافي للمفاعل حتى يتم إغلاقه، وتنخفض حرارة الاضمحلال (الحرارة المنبعثة من الوقود عند إغلاق المفاعل) إلى المستوى الذي يُمَّكِن من إزالتها بأمان عن طريق الدوران الطبيعي. والمضخة مُغَلَّفَة بغلاف كروى محكم ضد التسرب، كما يتم تبريد محرك المضخة وتزييت جميع المحامل بواسطة الماء. يعمل التبريد والتشحيم الخالي من الزيت على التخلص من مخاطر نشوب حريق بالزيت داخل مبنى احتواء المفاعل. كما يضمن تصميم مانع التسرب أن يكون التسرب عبر المضخة صغيراً جداً عند توقفها. هذا التصميم يلغي احتمالية أن تكون المضخة سبب حادث فقدان مبرد المفاعل في حالة فقدان الطاقة الكهربائية على المدى الطويل. عند تطوير تصميم المضخة، تم إيلاء اهتمام خاص لقابلية الإصلاح وتقليل متطلبات الصيانة، ويسمح تصميم المضخة باستبدال المكونات الرئيسية دون فك الوصلة الرئيسية، ممّا يسهل بشكل كبير الصيانة والإصلاح.

مولّد البخار

تُستخدم مولدات البخار الأفقية (الشكل 5) تقليديًا في مفاعلات VVER. يعني التصميم الأفقي أن المولدات البخارية لا تواجه مشكلات مثل الإجهاد المائي والتلوث والتآكل. فالعديد من محطات VVER-440 لديها مولّدات بخارية أفقية قيد التشغيل لأكثر من 35 عاماً مع عدم تآكل أنابيب التبادل الحراري التي تسبب سد الأنابيب. وهذه التقنية التي أثبتت جدواها خضعت للعديد من التحسينات مثل الإزالة الفعالة للرواسب من أسفل مولّد البخار، ومعالجة مياه الدائرة الثانوية كيميائياً والتخلص من المكونات المحتوية على النحاس، ممّا أمكن من زيادة عمر الخدمة المتوقعة إلى 60 عاماً.

الشكل (5) صورة مولّد البخار

1 ـ مجمع البخار، 2 ـ مدخل مياه التغذية، 3 ـ مجمع مدخل مياه التغذية،
4 ـ أنابيب التبادل الحراري، 5 ـ المدخل الرئيسي لمياه التبريد، 6 ـ المخرج الرئيسي لمياه التبريد

الضاغط

في جميع المحطات النووية ذات المفاعلات من نوع VVER، يستخدم ضاغط كبير الحجم، حيث يبلغ القطر الداخلي للضاغط 3 أمتار مقابل 2.35 متر لمفاعلات PWR، ممّا يضمن مستوى عالٍ من أمان المفاعل بسبب مخزون المبرد الكبير في الدائرة الأولية. في تصميم VVER-1200، يتم استخدام نظام حديث للتحكم بشكل أفضل في الضغط أثناء الأحداث العابرة. يحتوي النظام الجديد على خط إضافي للتحكم في حقن الماء في منطقة البخار.

مفاهيم السلامة لتصميم VVER- 1200

المبادئ والمفاهيم

يأخذ تصميم VVER-1200 في الاعتبار شروط تمديد التصميم (DEC)، وفقاً لمعايير الأمان الحالية للوكالة الدولية للطاقة الذرية. وبالتالي فإن جميع محطات VVER-1200 الجديدة وقيد الإنشاء تحتوي بالفعل على ميزات التصميم التي تأخذ في الاعتبار "الدروس المستفادة من فوكوشيما"، بما في ذلك:

ـ تبريد قلب المفاعل على المدى الطويل بدون طاقة كهربائية ؛

ـ إزالة حرارة الاضمحلال على المدى الطويل التي لا تعتمد على المشتت الحراري النهائي (Ultimate Heat Sink) مثل البحر أو النهر أو أبراج التبريد؛

ـ حماية سلامة مبنى احتواء المفاعل بأنظمة خاصة في حالة حادث انصهار قلب المفاعل.

تم تصميم أنظمة الأمان بحيث تتمتع بالقدرة على التشغيل المستقر في ظل الظروف المعاكسة بسبب الظواهر الطبيعية مثل الزلازل والفيضانات والرياح العاصفة وتساقط الثلوج والأعاصير ودرجات الحرارة المنخفضة والعالية ، فضلاً عن الأحداث التي يسببها الإنسان مثل اصطدام الطائرات (أو اصطدام أجزاء من الطائرة)، وموجة الصدمة الجوية، والحريق، والفيضانات الناجمة عن كسر أنابيب المياه.

المبادئ الرئيسية للأمان تشمل:

ـ مبدأ العطل الفردي (Single Failure Principle) الذي يتطلب أن يحتفظ تكوين نظام الأمان بقدرته على أداء وظائف السلامة المحددة مسبقاً مع مراعاة فشل أي من عناصره، وذلك بصرف النظر عن طبيعة حدث البدء.

ـ مبدأ الأمان الذاتي (Inherent- Safety Principle)، أي قدرة المفاعل على ضمان السلامة بناءً على عمليات وخصائص التغذية المرتدة الطبيعية (Natural Feedback).

ـ مبدأ الدفاع في العمق (Defence in Depth)، بمعنى استخدام الحواجز المتعاقبة لمنع إطلاق المواد المشعة والأشعة المؤينة إلى البيئة إلى جانب التدابير التنظيمية والتقنية اللازمة لحماية هذه الحواجز.

المفاهيم الرئيسية لتوفير وظائف السلامة الأساسية هي:

ــ السلبية: تُستخدم الوسائل السلبية للتعامل مع "شروط تمديد التصميم" و"الحوادث غير المحتاط لها في التصميم" (مثال نظام التبريد السلبي لمولد البخار، ونظام التبريد السلبي لمبنى الاحتواء)، كما توفر الدعم لأنظمة الأمان الفعالة.

ــ تعدد الخطوط (Trains) لأنظمة السلامة: تستخدم المحطة أربعة خطوط لأنظمة السلامة وأنظمة التحكم الخاصة بها.

ــ التنوع: تستخدم الأنظمة الاحتياطية للأنظمة التي توفر وظائف الأمان الأساسية معدات مختلفة عن نظام الأمان المدعوم وأيضاً مبدأ تشغيل مختلف إن أمكن.

ــ الفصل المادي: جميع الخطوط الأربعة لأنظمة السلامة وأنظمة التحكم الخاصة بها مفصولة مادياً، ممّا يعالج حالات الأعطال شائعة النمط (Common Mode Failure) بسبب الحرائق وحوادث الطائرات والأعمال الإرهابية. كما تقع غرف التحكم في الوحدات (غرفة التحكم الرئيسية وغرفة التحكم في حالات الطوارئ) أيضاً في غرف أو مباني منفصلة.

توفير وظائف السلامة الأساسية

يتمثل هدف الأمان الرئيسي في تصميم محطة للطاقة النووية في استبعاد احتمال وقوع حادث يتسبب في إطلاق إشعاعي كبير. ولتحقيق هذا الهدف يجب أن تتوفر ثلاث وظائف أساسية للسلامة:

1 ــ التحكم في التفاعل النووي (Control of Reactivity) والتي تتضمن:

ــ منع الزيادة غير المنضبطة لطاقة المفاعل

ــ ضمان إغلاق آمن وسريع للمفاعل عند الحاجة

2 ــ إزالة حرارة الاضمحلال إلى المشتت الحراري النهائي (Removal of Decay heat to the Ultimate Heat Sink)، والتي تتضمن:

ـ تبريد المفاعل المغلق
ـ تبريد الوقود النووي المستعمل

3 ـ احتواء المواد المشعة (Containment of Radioactive Materials)، بمعنى: منع أي انبعاث إشعاعي ملحوظ إلى البيئة . ولذلك يجب حماية مبنى الاحتواء بحيث يمنع الانبعاثات المشعة الكبيرة حتى بعد انصهار قلب المفاعل. بالإضافة إلى ذلك، يتم توفير الحماية من الأحداث الخارجية في التصميم.

ويجب أن تتوفر وظائف السلامة الأساسية الثلاث حتى في الحالات الآتية:

ـ فقدان كل طاقة التيار المتردد الكهربائية

ـ فقدان إمكانية استخدام المشتت الحراري النهائي للتبريد

كما يجب حماية الأنظمة التي توفر وظائف السلامة الأساسية من جميع المخاطر البيئية التي يمكن تصورها ـ سواء أكانت طبيعية أو من صنع الإنسان بما يلي:

1 ــ التحكم في التفاعل النووي: تحتوي المفاعلات من نوع PWR / VVER على قضبان تحكّم تسقط إلى المفاعل عند انقطاع التيار الكهربائي عن المغنطيسات الكهربائية التي تحمل القضبان في موضعها فوق المفاعل. يؤدي إدخال قضيب التحكم إلى إغلاق المفاعل بسرعة حتى في حالة فشل بعض القضبان في السقوط كما هو مخطط. في محطات PWR وفي محطات VVER القديمة، يظل المفاعل مغلقاً فقط طالما ظلت درجة حرارة المبرد مرتفعة. يتم إعادة تشغيل المفاعل بطاقة صغيرة إذا انخفضت درجة حرارة المبرد بعشرات الدرجات، فعلى سبيل المثال تبلغ درجة الحرارة الحرجة لمفاعلات VVER القديمة 190 درجة مئوية و في معظم مفاعلات PWR 200 درجة مئوية. لذلك لا يمكن ضمان أن يظل المفاعل في حالة إيقاف آمنة (الإغلاق البارد) إلا بإضافة البورون.

تتمتع جميع مفاعلات VVER-1200 بخاصية أمان فريدة ، عند مقارنتها بأنواع مفاعلات PWR الأخرى أو مفاعلات VVER الأقدم: إذا تم إدخال قضبان التحكم في

القلب، فسيظل المفاعل في حالة إيقاف حتى في درجات الحرارة المنخفضة على المدى الطويل. هذا يعني أنه يمكن تبريد المفاعل إلى حالة الإغلاق الآمن دون أي قلق من أنه قد يصبح حرجاً مرة أخرى وبدون الحاجة إلى إدخال البورون في نظام تبريد المفاعل، وصولاً إلى درجات حرارة أقل من 100 درجة مئوية . وقد تحقق ذلك من خلال زيادة عدد قضبان التحكم وزيادة فعاليتها في التقاط النترونات. ومع ذلك، فإن VVER-1200 لديها أيضاً أنظمة موثوقة لحقن البورون يمكنها حقن تركيز عالي من البورون في حالة عدم سقوط قضبان التحكم لأى سبب.

ويحتوى نظام حقن البورون على أربع مضخات متوازية متطابقة. ويعد تشغيل مضختين كافٍ للإغلاق السريع للمفاعل، وإذا لم يكن هناك سبب عاجل يتطلب الإغلاق السريع للمفاعل ، فإن تشغيل مضخة واحدة يكفي.

2 ــ إزالة حرارة الاضمحلال: في محطة VVER-1200، يمكن إزالة حرارة الاضمحلال بثلاث طرق مختلفة:

1 ـ بواسطة أنظمة فعالة إلى المشتت الحراري النهائي،

2 ـ بواسطة الأنظمة الفعالة إلى الغلاف الجوي ، أو

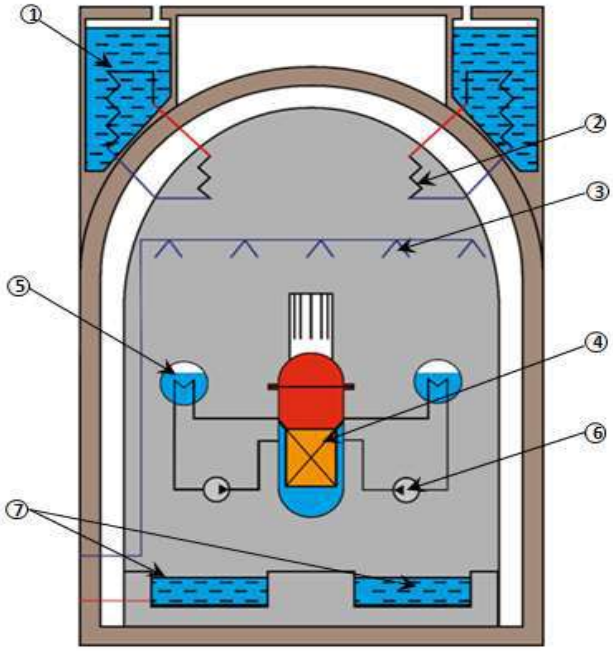
3 ـ بواسطة أنظمة سلبية إلى الغلاف الجوي.

معظم محطات PWR و VVER القديمة قيد التشغيل اليوم لها نوع مماثل من الأنظمة النشطة لإزالة حرارة الاضمحلال، ومع ذلك لا يوجد في أي من هذه المحطات نظام سلبي لإزالة حرارة الاضمحلال. تم تصميم نظام إزالة الحرارة السلبي لمولد البخار (Steam Generator Passive Heat Removal System, SG PHRS) لتنفيذ الوظائف التالية (شكل 6):

ـ إزالة الحرارة المتبقية وتبريد المفاعل المتوقف عندما يكون هناك فقدان كامل للطاقة ؛

ـ إزالة الحرارة المتبقية وتبريد المفاعل المتوقف عندما يكون هناك فقدان كامل لإمدادات مياه التغذية ؛

ـ منع إطلاق المبرد المشع في الغلاف الجوي أثناء أي حادث.



الشكل (6) نظام إزالة الحرارة السلبية لمبنى الاحتواء

1 ـ خزان النظام السلبي لإزالة حرارة مبنى الاحتواء، 2 ـ المبادلات الحرارية للنظام السلبي لإزالة حرارة مبنى الاحتواء، 3 ـ نظام الرش، 4 ـ قلب المفاعل، 5 ـ مولد البخار، 6 ـ مضخة تبريد الدائرة الأولية، 7 ـ بئر مبنى الاحتواء

3 ــ إحتواء المواد المشعة: كان الهدف الذي تم تحديده بالفعل بعد حادث تشرنوبيل هو أنه يجب تطوير أنظمة مخصصة للجيل الجديد من محطات VVER لحماية مبنى احتواء المفاعل بعد حوادث انصهار قلب المفاعل المحتملة، وقد تم إجراء البحوث التجريبية الداعمة في هذا المجال لأكثر من 20 عاماً.

تم تصميم مبنى الاحتواء بغلاف مزدوج مع وجود منطقة تهوية بين الغلافين (الشكل (1)). يزيل الغلاف الخارجي عواقب التسرب الإشعاعي من الغلاف الداخلي، كما يضمن الغلاف الخارجي حماية الغلاف الداخلي من الأحداث الخارجية. وتتمثل استراتيجية حماية مبنى احتواء VVER-1200 بعد الانصهار المفترض لقلب المفاعل في مراعاة جميع الظواهر التي يمكن أن تحدث والتي قد تهدد سلامة مبنى الاحتواء ويتم توفير وسائل مخصصة لضمان سلامة الاحتواء.

يعتمد ضمان سلامة مبنى الاحتواء VVER-1200 في حالة الحوادث على أنظمة مستقلة تماماً ومنفصلة عن الأنظمة الأساسية التي تهدف إلى منع الأضرار الجسيمة للمفاعل. يتم منع زيادة الضغط لمبنى الاحتواء عن طريق النظام السلبى لإزالة حرارة مبنى الاحتواء (Containment Passive Heat Removal System, CPHRS) والذي يهدف إلى :

ــ تقليل الضغط والحفاظ عليه ضمن حدود التصميم داخل مبنى الاحتواء أثناء الحوادث الخارجة عن أساس التصميم، بما في ذلك تلك المصحوبة بأضرار جوهرية شديدة ؛

ــ نقل الحرارة المنبعثة في مبنى الاحتواء إلى المشتت الحراري النهائي أثناء الحوادث التي تتجاوز أساس التصميم، بما في ذلك تلك المصحوبة بأضرار جسيمة أساسية ؛

ــ يعمل كنظام احتياطي لنظام الرش الفعال لمبنى الاحتواء من أجل تعزيز السلامة.

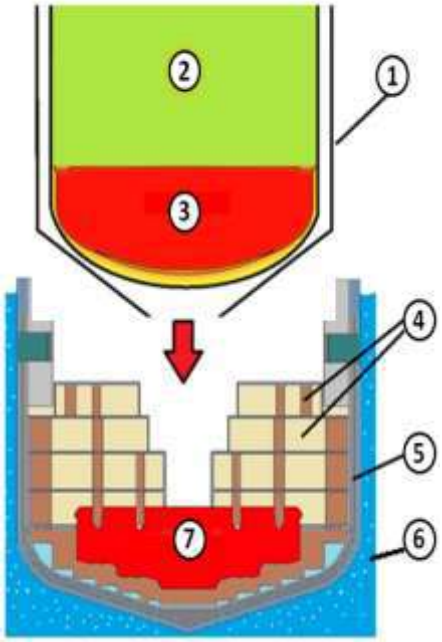
في حالة وقوع حادث نووي ينتج الهيدروجين الذي قد يؤدي الى انفجار في حالة عدم التحكم فيه، يتم منع تراكم الهيدروجين عن طريق النظام السلبي لإعادة اتحاد الهيدروجين بالأكسجين. يتكون نظام إزالة الهيدروجين من عدد كبير من أجهزة إعادة اتحاد الهيدروجين السلبية المحفزة ذاتياً (Passive autocatalytic hydrogen recombiners)، والذي يحفز اتحاد الهيدروجين بالأكسجين لإنتاج الماء وذلك قبل الوصول لخليط قابل للانفجار.

ولحماية مبنى الاحتواء ضد التأثيرات الناتجة عن انصهار القلب، حيث تزيد درجة الحرارة عن 2000 درجة مئوية، تم تزويد مبنى الاحتواء لمفاعل VVER-1200 بماسك قلب المفاعل (الشكل(7)) والذي يوضع أسفل وعاء المفاعل وقد تمت إضافته للتصميم لخدمة الأهداف الآتية:

ــ الاحتفاظ بقاع وعاء المفاعل في حالة الانفصال أو التشوه ؛

ــ حماية عناصر هيكل المفاعل من الوقود المنصهر؛

ـ الاحتفاظ بمكونات القلب السائل والصلب والشظايا والمواد الهيكلية ؛
ـ نقل الحرارة إلى مياه التبريد ؛
ـ الحفاظ على القلب المنصهر في حالة دون الحرجة ؛
ـ التقليل إلى أدنى حد من إطلاق المواد المشعة/الهيدروجين إلى مبنى الاحتواء.



الشكل (7) تكوين الماسك الأساسي

1 ـ وعاء الضغط، 2 ـ قلب المفاعل، 3 ـ وقود منصهر، 4 ـ خليط خزفي، 5 ـ وعاء ماسك قلب المفاعل، 6 ـ ماء، 7 ـ وقود منصهر

في ماسك قلب المفاعل يتم خلط القلب المنصهر مع مادة ماصة للنترونات لضمان عدم بدء تفاعل متسلسل في المواد المختلطة داخل الماسك الأساسي.

وفي سيناريو عدم وجود أي حادث يوجد ماء داخل ماسك قلب المفاعل لمنع انفجار البخار.

يقلل الماسك الأساسي بشكل كبير من توليد الهيدروجين (بحوالي أربع مرات) لأن المعدن الساخن يلتقط الأكسجين من أكسيد الألومنيوم في الوعاء وليس من الماء.

عند تشكل قشرة على السطح العلوي يمنع نقل النويدات المشعة إلى مبنى الاحتواء. بالإضافة إلى ذلك تم تصميم مبنى الاحتواء بقدرة على تحمل الزلازل الشديدة (بقوة 7 على مقياس ريختر) والظروف الجوية القاسية، كما يمكنه تحمل تحطم طائرة ركاب كبيرة وزنها 400 طن. كما تم تصميم نظم الأمان بحيث تتحمل تفجير خارجي بقوة 30 كيلوباسكال.

أ. د. مهجة حسن

مركز أبحاث الأمان النووي والإشعاعي

هيئة الطاقة الذرية المصرية

mohgaig@yahoo.com

References

(1) IAEA Status report 107 - VVER-1200 (V-392M) (VVER-1200 (V-392M)), https://aris.iaea.org/PDF/VVER-1200(V-392M).pdf

(2) IAEA Status report 108 - VVER-1200 (V-491) (VVER-1200 (V-491)). https://aris.iaea.org/PDF/VVER-1200(V-491).pdf

(3)The VVER Today: Evolution, Design, Safety. https://www.rosatom.ru/upload/iblock/0be/0be1220af25741375138ecd1afb18743.pdf.

(4) V.G. Asmolov , I.N. Gusev, V.R. Kazanskiy , V.P. Povarov ,and D.B. Statsura, "New generation first-of-the kind unit –VVER-1200 design features", Nuclear Energy and Technology 3 (2017) 260–269.

(5) V. Kosogorov"Evolution of VVER technology towards NPP-2006 project", https://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1500_CD_Web/htm/pdf/topic3/3 S06_V.%20Kosogorov_PM.pdf

أخبار عربية وعالمية

سلامة مياه الشرب: وحدة معالجة المياه المدعومة من الوكالة تحوّل مياه المستودعات الجوفية إلى مياه صالحة للشرب في الأردن *

تبدأ قريباً في الأردن وحدة جديدة لمعالجة المياه الجوفية، ابتُكرت بدعم من الوكالة، في ضخ مياه شرب ذات جودة عالية إلى آلاف المنازل في محافظة العقبة في الطرف الجنوبي من البلد. ويعمل نظام المعالجة التجريبي، وهو أول نظام من نوعه في الأردن، عن طريق إزالة النويدات المشعة طبيعية المنشأ من المياه الجوفية، مما يسمح لسلطة المياه بالأردن بالاستفادة من مستودعات المياه الجوفية غير المستعملة سابقاً وتقليل الضغط على مصادر المياه الحالية.

ووفقاً لما أفاد به المكتب الإقليمي لشرق المتوسط التابع لمنظمة الصحة العالمية، سوف تُتخذ تدابير فعالة لاستغلال مصادر المياه الجوفية الأعمق والأقدم، مثل مستودع المياه الجوفية في وادي رَم ـ المحاط بالحجر الرملي ـ الذي يحتوي على كميات ضخمة من المياه العذبة ذات الجودة العالية، ومن غير المرجح أن يظهر به أي تلوث بشري المنشأ. ومع ذلك، غالباً ما يحتوي الحجر الرملي على تراكيز عالية من النويدات المشعة طبيعية المنشأ، وهي الراديوم بصفة أساسية، التي يمكن أن تشكل خطراً على المستهلكين.

وبدعم من برنامج الوكالة للتعاون التقني، ساعد أخصائيو تحليل النظائر والمتخصصون في تكنولوجيا النفايات خبراء في الأردن في قياس ورصد تركيز الراديوم في عيّنات مياه جوفية مأخوذة من مستودع المياه الجوفية في وادي رَم وفي استكشاف عدد من خيارات معالجة المياه. قدَّم البرنامج الدعم لتشييد وتركيب وحدة معالجة مياه تقع بالقرب من بئر مياه. وترشح وحدة المعالجة المياه بإضافة أكسيد

* أخبار الوكالة الشهرية بتاريخ 2022/7/2.

المنغنيز المائي، وتُوجَّه بعد ذلك المياه من خلال سلسلة من المرشحات الخزفية، مما يحدُّ من تراكيز النويدات حتى تصل إلى مستوى التطابق مع المعايير الأردنية.

وبعد وصول المكونات الأساسية الأولى، مثل المضخات وأجهزة القياس، انطلقت في فبراير/ شباط 2020 أعمال تجميع معدات معالجة المياه، لكي تبدأ الأعمال الهندسية المدنية وأعمال التشييد في بداية الشهر التالي. وبحلول ديسمبر/كانون الأول 2020، أصبحت وحدة المعالجة كاملة وجاهزة لكي تستخدمها شركة مياه العقبة، وهي سلطة توزيع المياه المحلية. ويمكن للوحدة الجديدة معالجة 40 متراً مكعباً من المياه في الساعة ــ أي 12.5 لتراً في الثانية ــ وهو ما يوفر كميات من المياه تكفي نحو 2000 شخص.

وقد صرح المسؤولون في سلطة المياه بالأردن بأن هناك خطط لإنشاء مزيد من وحدات معالجة مصادر المياه في مدينة العقبة، وكذلك في آبار جوفية جديدة تقع في المنطقة الجنوبية من محافظة عَمَّان، في منطقة تسمى خان الزبيب. ويقول أحد الأخصائيين لدى الوكالة ويساعد الأردن في هذا المشروع: "إنَّ وجود النويدات المشعة قد يستدعي إجراء تحليل دقيق لفهم المخاطر الإشعاعية المرتبطة باستهلاك هذه المياه".

يمثل النشاط الإشعاعي في مياه الشرب مشكلة في العديد من دول العالم. وقد نظَّمت الوكالة حلقة عمل ضمن فعاليات المؤتمر الدولي بشأن إدارة المواد المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية لعام 2020، تحت عنوان المياه الجوفية 360°، حيث بُحثت فيها جوانب متنوعة تتعلق بوجود النويدات طبيعية المنشأ في المياه الجوفية.

إنهاء اختبارات وظيفية ساخنة
في الوحدة الرابعة بمحطة براكة الإماراتية*

أعلنت مؤسسة الإمارات للطاقة النووية (ENEC) أنه تمّ الانتهاء من الاختبارات الوظيفية الساخنة للوحدة الرابعة والأخيرة في محطة براكة للطاقة النووية

* مترجم من "World Nuclear News"، بتاريخ2022/7/21.

بدولة الإمارات العربية المتحدة. ومن المقرر أن يبدأ تشغيل مفاعل APR-1400 الكوري التصميم العام المقبل.

تحاكي الاختبارات الوظيفية الساخنة درجات الحرارة والضغوط التي ستتعرض لها أنظمة المفاعل أثناء التشغيل العادي وسيتمّ إجراؤها قبل تحميل الوقود النووي. وهي تشمل زيادة درجة حرارة نظام تبريد المفاعل وإجراء اختبارات شاملة للتأكّد من أن الجزيرة النووية والمعدات والأنظمة التقليدية تفي بمتطلبات التصميم.

وقد صرح المسؤولون في المؤسسة بأن هذا الاختبار يمثّل خطوة مهمة في مرحلة اختبار الوحدة الرابعة من المحطة الواقعة في منطقة الظفرة بإمارة أبو ظبي، مع دمج جميع الدروس المستفادة من اختبار الوحدات الأخرى بنجاح.

تظهر النتائج أن جميع الأنظمة تعمل وفقاً لأعلى معايير الجودة والسلامة في ظل ظروف التشغيل العادية. وقبل إجراء الاختبارات الوظيفية الساخنة، أكملت مؤسسة الإمارات للطاقة النووية اختبار السلامة الهيكلية واختبار معدل التسرب المتكامل في الوحدة الرابعة.

وقال السيد محمد إبراهيم الحمادي، العضو المنتدب والرئيس التنفيذي لمؤسسة الإمارات للطاقة النووية: "إن الانتهاء من هذه الاختبارات بنجاح يظهر تقدمنا المستمر وفقاً لجميع المتطلبات التنظيمية الوطنية وأعلى المعايير الدولية. وهذه الاختبارات هي خطوات رئيسية نحو إظهار استعداد الوحدة الرابعة للعمل، وتوشك دولة الإمارات العربية المتحدة أن تتحصل على أربعة مفاعلات عاملة لتوفير كهرباء نظيفة وتعزيز أمن الطاقة على مدار الستين عاماً القادمة".

وبمجرّد تشغيل الوحدات الأربع بالكامل، ستنتج محطة براكة ما يصل إلى 25% من احتياجات الكهرباء في دولة الإمارات العربية المتحدة وستمنع 22.4 مليون طن من انبعاثات الكربون سنوياً.

إعداد وترجمة: م. نهلة نصر

أخبار الهيئة

الإجتماعات العلمية

1- إجتماع كبار المسؤولين العرب حول تأسيس بنية تحتية عربية للاستعداد للطوارئ النووية والإشعاعية (القاهرة: 6-2022/7/7)

نظمت الهيئة العربية للطاقة الذرية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية والأمانة العامة لجامعة الدول العربية اجتماعاً عربياً عالي المستوى تحت رعاية الأمين العام لجامعة الدول العربية حول تأسيس بنية تحتية عربية للاستعداد للطوارئ النووية والإشعاعية، وذلك في مقر جامعة الدول العربية بمدينة القاهرة خلال الفترة 6-2022/7/7. شارك في هذا الإجتماع حوالي 100 مشارك من 18 دولة عربية بالإضافة إلى وفد رفيع المستوى من الوكالة الدولية للطاقة الذرية، حيث وجه المدير العام للوكالة كلمة للإجتماع معبراً عن دعمه الكامل للشبكة العربية للرصد الإشعاعي البيئي وحاثاً الهيئة العربية للطاقة الذرية على رسم خارطة طريق للتعاون العربي في مجال الاستعداد والاستجابة للطوارئ النووية والإشعاعية للخمس سنوات المقبلة.

افتتح الإجتماع كل من أ.د سالم حامدي المدير العام للهيئة العربية للطاقة الذرية وأ.د. عمرو الحاج علي رئيس هيئة الطاقة الذرية المصرية وممثلة الأمين العام لجامعة الدول العربية وممثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، بكلمات عبروا فيها عن الأهمية القصوى للموضوع وتعويلهم على أن يخرج هذا الإجتماع بمخرجات مهمة تعزز الإستعداد العربي لأي حادث نووي أو إشعاعي.

وبعد الجلسة الإفتتاحية تم عرض تقديمي من أ.د ضو مصباح من الهيئة العربية للطاقة الذرية، موضحاً الجوانب الفنية والتنظيمية لتأسيس الشبكة العربية للرصد الإشعاعي البيئي التي تم تأسيسها مؤخراً بالشراكة بين الهيئة العربية للطاقة الذرية

والوكالة الدولية للطاقة الذرية. ولقد تضمن برنامج الاجتماع 4 جلسات على النحو الآتي:

1- سياسات الحد من مخاطر الكوارث والطوارئ النووية والإشعاعية في المنطقة العربية.

2- التعاون الدولي في الحد من مخاطر الكوارث والطوارئ النووية والإشعاعية.

3- البرامج والتجارب الوطنية العربية في مجال الإستعداد والاستجابة للطوارئ الإشعاعية والنووية.

4- التعاون العربي في مجال الرصد الإشعاعي البيئي والإنذار المبكر.

وفي ختام الاجتماع تم إصدار بيان وتبني عدد من التوصيات والتي من أبرزها:

1- دعوة الدول العربية للانضمام إلى الشبكة العربية للرصد الإشعاعي البيئي والاستفادة من برامجها في بناء القدرات المتعلقة بالرصد الإشعاعي والإنذار المبكر.

2- تكليف الهيئة العربية للطاقة الذرية والوكالة الدولية للطاقة الذرية بالعمل سوياً على دعم الشبكة العربية وتوفير الظروف اللازمة لتطويرها واستدامتها.

3- الطلب إلى الهيئة العربية للطاقة الذرية إعداد خارطة طريق للتعاون العربي للاستعداد والاستجابة للطوارئ الإشعاعية والنووية.

4- دعوة الهيئة العربية للطاقة الذرية إلى عقد إجتماع تنسيقي في النصف الأول من سنة 2023 بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية وجامعة الدول العربية لمراجعة ومتابعة تنفيذ خارطة الطريق.

5- الطلب الى الهيئة العربية للطاقة الذرية دراسة إمكانية وجدوى إنشاء معهد عربي للطوارئ الإشعاعية والنووية.

2- إجتماع المائدة المستديرة الثامنة لجامعة الدول العربية والحكومة اليابانية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (عن بعد: 28/7/ 2022)

نظمت الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (مكتب الأمين العام) بالتعاون مع الحكومة اليابانية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي اجتماع المائدة المستديرة الثامنة

تحت عنوان "مجابهة مخاطر الكوارث الناجمة عن التغير المناخي: بناء القدرات على الصمود والطريق إلى قمة المناخ (COP27)"، بتاريخ 2022/7/28 عبر تقنية الفيديو كونفرانس. وبناء على دعوة من الأمانة العامة، شاركت الهيئة العربية للطاقة الذرية في هذا الاجتماع، ومثلها أ.د. يحيى الشخاتره المشرف على قسم علوم الحياة والبيئة وقدم مداخلة حول استعداد الهيئة العربية للطاقة الذرية للتعاون والعمل مع المنظمات العربية والإقليمية والدولية في مجال استخدام التقنيات النووية في مواجهة الكوارث المتعددة والحد منها، كما أشار إلى دور الهيئة العربية في تأسيس بنية عربية تحتية للاستعداد للطوارئ النووية للرصد الإشعاعي البيئي والإنذار المبكر.

تم التركيز في هذا الاجتماع على محورين رئيسيين هما:

1. التحديات الناشئة عن مخاطر الكوارث الجديدة الناجمة عن المناخ في المنطقة العربية وتداعياتها، حيث دار النقاش حول المواضيع التالية:
   - مخاطر الكوارث الجديدة الناشئة عن تغير المناخ.
   - آثار تغير المناخ والكوارث المناخية على الأمن الغذائي والأمن البشري والفقر والنزوح والهجرة.
2. بناء القدرة على الصمود في مواجهة الكوارث المناخية:
   - كيفية بناء قدرات المجتمعات في مواجهة مخاطر تغير المناخ والكوارث الطبيعية لتعافي القطاعات الاقتصادية الرئيسية.
   - التعرف على القدرات المهمة والجهات الفاعلة الرئيسية وأفضل الممارسات.
   - الشكل الأمثل لدمج التكيف مع تغير المناخ وإجراءات الحد من مخاطر الكوارث.

وفي نهاية الاجتماع أكد المتحدثون والمشاركون أن استضافة مؤتمر الأطراف لاتفاقية الأمم المتحدة لتغيّر المناخ في مصر 2022 ثم الإمارات العربية المتحدة 2023 سوف يمثل فرصاً فريدة من نوعها للمنطقة لتسريع تنفيذ الإجراءات المتخذة بشأن المناخ وتعزيزها.

3- الإجتماع الاستشاري الفني لمجموعات العمل المتخصصة للشبكة العربية للمراقبين النوويين (فيينا: 29-2022/8/30)

بناءً على التنسيق بين الهيئة العربية للطاقة الذرية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، وبدعوة من منسقة شبكة النور في قسم الأمان والأمن النوويين بالوكالة الدولية للطاقة الذرية، شارك أ.د ضو مصباح منسق أنشطة شبكة النور في الهيئة العربية للطاقة الذرية في الإجتماع الاستشاري الفني لمجموعات العمل المتخصصة للشبكة العربية للمراقبين النوويين (النور) من أجل مناقشة الاستراتيجية التشغيلية والتقنية للشبكة، وذلك في مقر الوكالة الدولية للطاقة الذرية بمدينة فيينا خلال الفترة 29-2022/8/30. حضر هذا الاجتماع 7 من منسقي المجموعات و10 خبراء من الوكالة الدولية للطاقة الذرية، بالإضافة إلى ممثل الهيئة العربية للطاقة الذرية. وكان الهدف من هذا الاجتماع هو مناقشة الخطط التشغيلية وإجراءات العمل الخاصة بمجموعات العمل المتخصصة السبع التي تم تشكيلها وتسمية منسقيها أثناء إنعقاد الإجتماع الثالث عشر للهيئات الرقابية العربية، وهدف أيضاً إلى تطوير استراتيجيات طويلة الأجل لشبكة النور، مع الأخذ في الاعتبار الإنجازات السابقة والاحتياجات المتغيرة للدول الأعضاء.

تم في هذا الاجتماع على مدى يومين مناقشة المساعدات التي يمكن أن تقدمها الوكالة لمواضيع مجموعات العمل المتخصصة، مما يعزز البنية التحتية للهيئات الرقابية العربية ويلبي إحتياجاتها. وقد عرض فنيو الوكالة المعينين لكل مجموعة أوجه المساعدة، كل حسب موضوعه.

كما تم في الإجتماع تحديث الشروط المرجعية العامة لشبكة "النور" وكذلك الشروط المرجعية لكل مجموعة. وسيتم عرض ذلك في الإجتماع القادم للهيئات الرقابية، والذي تقرر عقده في الحمامات خلال الفترة 6-2023/2/8.

ناقش هذا الإجتماع التشاوري أيضاً وضع خطة عمل استراتيجية لشبكة "النور" على مدى الأربع سنوات المقبلة من أجل بناء قدرات متكاملة وتعزيز بنية الأمان والأمن النوويين للدول الأعضاء في الشبكة العربية للمراقبين النوويين حسب مجموعات العمل

المتخصصة، حيث أنه من الضروري وضع سياسة واضحة المعالم وخطة عمل إستراتيجية، وكذلك توفير مستوى من التعاون من أجل زيادة الفعالية والكفاءة لهذه المجموعات. وتم الطلب من منسقي المجموعات وضع هذه الإستراتيجية وخططها التنفيذية وعرضها في الإجتماع القادم.

وطلب المشاركون في الإجتماع من الهيئة العربية للطاقة الذرية مخاطبة المسؤولين في الهيئات الرقابية العربية ودعوتهم لتعيين مرشح لهم في أي مجموعة عمل تخصصية يرونها تقع ضمن دائرة اهتمامهم.

نشاط الإدارة العامة

1- الاجتماع الخامس عشر بين منظومتي جامعة الدول العربية والأمم المتحدة (جنيف: 13-2022/7/14)

عقد بمقر الأمم المتحدة في جنيف إجتماع التعاون الخامس عشر بين أمانتى الأمم المتحدة وجامعة الدول العربية وهيئاتهما المتخصصة خلال الفترة 13-2022/7/14. وبناءً على دعوة من الأمانة العامة، شاركت الهيئة العربية للطاقة الذرية في هذا الاجتماع، ومثلها أ.د. يحيى الشخاتره المشرف على قسم علوم الحياة والبيئة، وذلك ضمن مجموعة القضايا الاقتصادية والبيئية المتعلقة بتغير المناخ ومواجهة الكوارث والطاقة الخضراء والترابط بين الأمن المائي والأمن الغذائي وأمن الطاقة وتعزيز الشراكات العالمية من أجل تحقيق التنمية المستدامة.

ترأس الاجتماع الأمين العام المساعد للشؤون العربية والأمن القومي بجامعة الدول العربية وبحضور مساعد الأمين العام للأمم المتحدة لشؤون الشرق الأوسط وآسيا والمحيط الهادئ، وبمشاركة ممثلين رفيعي المستوى من أكثر من 30 وكالة وصندوق وبرنامج تابعة للأمم المتحدة وجامعة الدول العربية. وقد تم استعراض وتقييم التقدم المحرز في تنفيذ توصيات اجتماع التعاون بين جامعة الدول العربية والأمم المتحدة (2018)، تلاه تقسيم المشاركين إلى 3 مجموعات عمل رئيسية هي:

1. القضايا السياسية:

❖ إدارة الأزمات وتعزيز الاستقرار والأمن، شؤون نزع السلاح، شؤون الانتخابات، مكافحة الإرهاب، مكافحة الاتجار بالبشر، والجريمة المنظمة العابرة للحدود والاتجار غير المشروع للمخدرات.

2. القضايا الاقتصادية والبيئية:

❖ تنفيذ أهداف التنمية المستدامة–الجوانب الاقتصادية، التجارة والاستثمار والتمويل، تغير المناخ، مواجهة الكوارث، الكهرباء، الطاقة الخضراء، الترابط بين الأمن المائي والأمن الغذائي وأمن الطاقة، الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، تعزيز الشراكات العالمية من أجل تحقيق التنمية المستدامة.

3. القضايا الاجتماعية:

❖ تنفيذ خطة التنمية المستدامة 2030 (الأبعاد الاجتماعية)، التعافي من جائحة كوفيد–19 في المنطقة العربية، تعزيز وحماية حقوق الإنسان، الهجرة واللاجئين، الثقافة ومبادئ التسامح والشمولية، القضاء على الفقر متعدد الأبعاد، أجندة المرأة والأمن والسلم، أجندة الشباب والأمن والسلم.

وفي نهاية الاجتماع تم إعداد مصفوفة تشتمل على العديد من الانشطة المتعلقة بالقضايا السياسية والاقتصادية والاجتماعية على أن يتم عرضها على الهيئات المعنية التابعة للأمم المتحدة.

2- اجتماعات الدورة (31) للجنة المنظمات للتنسيق والمتابعة (مدينة العلمين الجديدة-جمهورية مصر العربية: 24-2022/7/28)

بدعوة من الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (القطاع الاقتصادي – إدارة المنظمات والاتحادات العربية)، عقدت لجنة المنظمات للتنسيق والمتابعة المنبثقة عن المجلس الاقتصادي والاجتماعي اجتماعها (31) خلال الفترة: 24–2022/7/28، وذلك بمقر الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري– مدينة العلمين الجديدة– جمهورية مصر العربية. وقد شارك في الاجتماع ممثلو الدول العربية وممثلو الأمانة العامة لجامعة الدول العربية والمديرون العامون وممثلو المنظمات العربية

المتخصصة. وحضر عن الهيئة العربية للطاقة الذرية وفد ترأسه أ. د. سالم حامدي المدير العام للهيئة وضم السيد هشام العيادي مدير الشؤون الإدارية والمالية والسيد علاء الدين مصطفى المراقب الداخلي للهيئة. بعد جلسة الافتتاح، استعرض الوزير المفوض محمد خير عبد القادر مدير إدارة المنظمات والاتحادات العربية مشروع جدول الأعمال، وبعد إقراره أصدرت اللجنة التوصيات المناسبة بشأنه.

وقد تمخض الاجتماع عن عدد من التوصيات العامة وكذلك توصيات خاصة بكل منظمة، وكانت أهم التوصيات الخاصة بالهيئة العربية للطاقة الذرية كما يلي:

1. مواصلة الهيئة تكثيف جهودها في دعوة الدول غير الأعضاء في الهيئة للانضمام إليها.
2. مناشدة الدول الأعضاء لتسديد المتأخرات عن سنوات سابقة وكذلك تسديد مساهماتها في موازنة الهيئة في بداية كل سنة مالية حتى تتمكن الهيئة من الوفاء بالتزاماتها والقيام بمهامها.
3. بذل مزيد من الجهود لتنمية الموارد الذاتية للهيئة.
4. قيام الهيئة باتخاذ ما يلزم لتنفيذ الأنشطة المعتمدة حتى يتم تعظيم الاستفادة من دور الهيئة في مجال الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية في الدول العربية.

3- اجتماعات المجلس الاقتصادي والاجتماعي في دورته العادية (110) (القاهرة: 28/8/- 1/9/2022)

بناء على دعوة الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (أمانة المجلس الاقتصادي والاجتماعي)، شارك مدير الشؤون الإدارية والمالية في الهيئة العربية للطاقة الذرية في أعمال الدورة (110) للمجلس الاقتصادي والاجتماعي المنعقدة في القاهرة بمقر الأمانة العامة لجامعة الدول العربية خلال الفترة 28/8-1/9/2022. وقد شارك في الاجتماعات ممثلون عن الدول العربية الأعضاء والمؤسسات المالية العربية والمنظمات العربية المتخصصة والاتحادات العربية والأمانة العامة.

استعرض المجلس بنود مشروع جدول أعماله وأقره. وتجدر الإشارة إلى أن كافة القرارات التي اتخذها المجلس في دورته (110) متوفرة على موقع الأمانة العامة

لجامعة الدول العربية www.lasportal.org وبالنسبة للقرارات التي تخص عمل الهيئة بصفة مباشرة فقد وردت أساساً بالبندين الثاني والخامس عشر، وذلك كما يلي:

* **البند الثاني:**

- التأكيد على المواضيع الاقتصادية المقترح تضمينها في مشروع الملف الاقتصادي والاجتماعي لمجلس جامعة الدول العربية على مستوى القمة في دورته العادية (31)، ومن بينها موضوع "**الاستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية (2021-2030)**.
- الطلب من الأمانة العامة إرسال الوثائق الخاصة بالملف الاقتصادي والإجتماعي لمجلس الجامعة على مستوى القمة د.ع. (31)، في صورته النهائية، إلى الدول الأعضاء، في أجل أقصاه شهر قبل تاريخ انعقاد القمة.
- الطلب من الأمانة العامة صياغة مشاريع القرارات الخاصة بالبنود المدرجة في الملف الاقتصادي والإجتماعي، والمقترح صدورها عن القمة، ورفعها إلى اجتماعات المجلس الاقتصادي والإجتماعي التحضيرية للقمة بالجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.

* **البند الخامس عشر: تقارير وقرارات المجالس الوزارية واللجان:**

تمت الموفقة على:

- تقرير وقرارات اجتماع الدورة (53) للجنة التنسيق العليا للعمل العربي المشترك برئاسة معالي الأمين العام (الجمهورية التونسية: 29-2022/5/31).
- تقرير وتوصيات اجتماع الدورة (31) للجنة المنظمات للتنسيق والمتابعة المنبثقة عن المجلس الاقتصادي والاجتماعي (مدينة العلمين – جمهورية مصر العربية: 24-2022/7/28)، علماً أن اللجنة المذكورة أوصت باعتماد موازنات المنظمات العربية المتخصصة للدورة المالية 2023-2024 ومن بينها موازنة الهيئة العربية للطاقة الذرية التي اعتمدها المجلس الاقتصادي والاجتماعي.

إعداد : م. نهلة نصر

قائمة مطبوعات الهيئة العربية للطاقة الذرية

الرقم	عنوان الكتاب	عدد الصفحات	إسم المؤلف	لغة الكتابة	تاريخ الصدور	السعر بالدولار الأمريكي
1	الهيئة في أربعة أعوام	264	الهيئة العربية	عربية	1993	–
2	وقائع المؤتمر العربي الأول للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	780	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1993	20
3	إستخدام الاشعاع والنظائر المشعة في الزراعة وعلوم الأحياء	531	مجموعة مؤلفين	عربية	1993	20
4	فيزياء وتقانة المفاعلات	728	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1993	20
5	إستخدام الحاسوب في الفيزياء النظرية	197	مجموعة مؤلفين	عربية	1993	10
6	تداول ومعالجة النفايات المشعة	مجلدان	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1993	20
7	الطب النووي تشخيصاً وعلاجاً	289	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1994	15
8	طرق إعداد تقريري الأمان الأولي والنهائي لمفاعلات البحوث	مجلدان	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1994	20
9	إستخدام التقنيات النووية في تحليل المواد	420	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1994	15
10	مصادر الطاقة في الوطن العربي والعالم : الواقع والآفاق المستقبلية	180	د. نواف الرومي	عربية	1994	10
11	الرادون والتلوث البيئي الإشعاعي	218	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1994	15
12	إعداد برامج الرقابة البيئية	618	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1995	20
13	الإستعداد الطبي للحوادث الإشعاعية والنووية	652	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1995	20
14	تعقيم وحفظ المواد الغذائية بالإشعاع	237	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	10
15	إنتاج النظائر المشعة وإستخداماتها الطبية	828	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1995	20
16	إستخدام أجهزة الكشف عن الإشعاعات المؤينة ومعايرتها	435	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1995	نفد
17	إستخدام المصادر المشعة في الصناعة	387	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1995	15
18	أجهزة القياس والإلكترونيات النووية	469	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	20
19	إستخدام التقنيات النووية في تحسين الإنتاج النباتي	687	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	20
20	وقائع المؤتمر العربي الثاني للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	3 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1995	30
21	النقل الآمن للمواد ذات النشاط الإشعاعي	374	مجموعة مؤلفين	عربية	1996	15
22	تكنولوجيا الإشعاع في الأغذية والزراعة	599	د. محمود شرباش	عربية	1996	20
23	معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة	349	الوكالة الدولية	عربية	1996	15
24	الهيئة في أربعة أعوام 93 . 1996	مجلدان	الهيئة العربية	عربية	1997	–
25	دورة الوقود النووي من الخام حتى الركاز الأصفر	635	مجموعة مؤلفين	عربية	1997	20

الرقم	عنوان الكتاب	عدد الصفحات	إسم المؤلف	لغة الكتابة	تاريخ الصدور	السعر بالدولار الأمريكي
26	الخامات الذرية في الوطن العربي	386	مجموعة مؤلفين	عربية	1997	15
27	تصميم وإنشاء مرافق حفظ النفايات المشعة	328	مجموعة مؤلفين	عربية	1998	15
28	الإشعاعات المؤينة وحفظ الغذاء من الحشرات	143	أ. د. محمد سعيد هاشم	عربية	1998	10
29	وقائع المؤتمر العربي الثالث للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	3 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	1998	30
30	نظام الضمانات الدولي وأسلوب تطبيقه على المستويين القطري والإقليمي	392	مجموعة مؤلفين	عربية	1998	15
31	البرنامج النظري والعملي للتدريب في عمليات التصوير الشعاعي (المستوى الأول)	243	مجموعة مؤلفين	عربية	1999	20
32	الحفاظ على الحبوب ومشتقاتها بالإشعاعات المؤينة	130	د. محفوظ البشير	عربية	2000	15
33	الأسس العامة لتكنولوجيا معالجة الأغذية بالإشعاع	148	أ. د. علي راضي	عربية	2000	15
34	وقائع المؤتمر العربي الرابع للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	5 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2000	40
35	نظام الضمانات النووية الدولي "الآفاق والآليات والمشاكل"	419	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2000	20
36	الهيئة في أربعة أعوام 97 ـ 2000	مجلدان	الهيئة العربية	عربية	2000	ـ
37	البرنامج النظري والعملي للتدريب في الإختبارات بالأمواج فوق الصوتية (المستوى الأول)	278	مجموعة مؤلفين	عربية	2001	20
38	البرنامج النظري والعملي للتدريب في الإختبارات بالسوائل النافذة والجسيمات المغنطيسية (المستوى الأول)	214	مجموعة مؤلفين	عربية	2001	20
39	التقنيات النووية وتقدير الهرمونات	330	د. أحمد عصام فكري	عربية	2002	20
40	وقائع المؤتمر العربي الخامس للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	5 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2002	نفد
41	وقائع المؤتمرالعربي السادس للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	4 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2003	نفد
42	وقائع المؤتمر العربي السابع للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	3 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2004	نفد
43	مستقبل توليد الكهرباء بالطاقة النووية	56	أ. د. ضو مصباح أ. د. م. نصر الدين	عربية	2006	10
44	وقائع المؤتمر العربي الثامن للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص مدمج (CD)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2007	10
45	النشاط الإشعاعي البيئي من المصادر الطبيعية والصناعية والعسكرية	816	(مترجم) أ. د. بهاء الدين معروف	عربية	2007	50
46	Research Reactors Types & Utilization	88	أ. د. إبراهيم داخلي عبد الرازق	إنجليزية	2008	10
47	المفاعلات البحثية : أنواعها واستخداماتها	88	(مترجم) م. نهلة نصر	عربية	2008	10

الرقم	عنوان الكتاب	عدد الصفحات	إسم المؤلف	لغة الكتابة	تاريخ الصدور	السعر بالدولار الأمريكي
48	إستخدام التقنيات النووية والذرية في التحليل العناصري والنظائري	176	مجموعة مؤلفين	عربية	2008	20
49	الهيئة العربية للطاقة الذرية في ثماني سنوات 2001 . 2008	174	الهيئة العربية	عربية	2008	-
50	الأشعة السينية وبعض تطبيقاتها	190	أ. د. م. نصر الدين	عربية	2008	20
51	الإستراتيجية العربية للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية حتى العام 2020	160	الهيئة العربية	عربية	2008	20
52	وقائع المؤتمر العربي التاسع للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص مدمج (CD)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2009	10
53	توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع -ICRP 105 "الوقاية من الإشعاع في الطب"	69	(مترجم) مجموعة خبراء	عربية	2011	10
54	الفحص البصري للملحومات . المستوى الثاني	352	أ. د. محمود أحمد شافعي	عربية	2011	25
55	الأشعة غير المؤينة : طبيعتها والوقاية من مخاطرها	60	(مترجم) مجموعة خبراء	عربية	2011	10
56	وقائع المؤتمر العربي العاشر للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص مدمج (CD)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2011	10
57	أسئلة امتحان التأهيل للإختبارات اللاّإتلافية وعلم المواد . المستوى الأول	178	أ. د. حسن إبراهيم شعبان أ. د. جمال محمد عاشور الدرويش	عربية	2013	20
58	البرنامج النظري والعملي في الإختبارات اللاّإتلافية بالتيارات الدوامية ـ المستوى الأول	248	أ. د. حسن إبراهيم شعبان أ. د. جمال محمد عاشور الدرويش	عربية	2014	20
59	وقائع المؤتمر العربي الحادي عشر للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص مدمج (CD)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2015	20
60	وقائع المؤتمر العربي الثاني عشر للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص مدمج (CD)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2015	20
61	وقائع المؤتمر العربي الثالث عشر للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص مدمج (CD)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2017	20
62	وقائع المؤتمر العربي الرابع عشر للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص مدمج (CD)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2019	20
63	وقائع المؤتمر العربي الخامس عشر للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	قرص ذاكرة (Flash)	مجموعة مؤلفين	عربية وانجليزية	2022	20
64	التحليل بالتنشيط النتروني ومطيافية أشعة جاما	454	أ.د إبراهيم أبوقصة	عربية	2022	30

للحصول على المطبوعات المذكورة يرجى مخاطبة الهيئة العربية للطاقة الذرية على العنوان أدناه وإرفاق شيك باسم الهيئة بالمبلغ المطلوب يضاف إليه قيمة البريد الجوي عن كل نسخة حسب الوزن. أو إرسال تحويل إلى حساب الهيئة لدى الشركة التونسية للبنك : رقم 840-3/4173-90-100 تونس على أن يتم إخطار الهيئة بصورة من مستندات التحويل. عنوان المراسلة : الهيئة العربية للطاقة الذرية، 7، نهج المؤازرة، حي الخضراء 1003، تونس، الجمهورية التونسية ـ هاتف : 71.808.400 ـ فاكس : 71.808.450 ـ البريد الإلكتروني : aaea@aaea.org.tn و aaea–org@yahoo.com .

دعوة للعلماء والإختصاصيين العرب

ندعوكم لإرسال مقالات علمية مبسّطة مؤلفة أو مترجمة في مجالات العلوم النووية والاستخدامات السلمية للطاقة الذرية حسب القواعد التالية :

1 ـ تكون المقالات موجهة لزيادة تعريف أبناء الوطن العربي بأساسيات العلوم والتقنيات النووية واستخداماتها في مختلف المجالات التطبيقية .

2 ـ يكتب ملخص باللغة الإنجليزية السليمة في بداية المقالة على ألاّ يتجاوز عدد كلماته 200 كلمة، وتضاف قائمة بالمراجع في نهاية المقالة على ألاّ تزيد على 5 مراجع .

3 ـ صياغة المقالات تكون باللغة العربية الفصحى، على أن تكون المصطلحات العلمية المتضمنة مطابقة لما ورد في المعاجم الموحدة لمصطلحات الفيزياء العامة والنووية والكيمياء والبيولوجيا الصادرة عن مكتب تنسيق التعريب بالمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (الألكسو) .

4 ـ مراعاة تجنّب التفاصيل العلمية الدقيقة أو الإستنتاجات الرياضية المعقدة التي تفوق مستوى القارىء غير المتخصص باعتباره القارىء المفضل لنشرة الذرة والتنمية .

5 ـ يجب أن تكون الموضوعات المطروحة لم تسبق معالجتها بشكل مشابه في الأعداد السابقة وملائمة لأغراض النشرة ومتوافقة مع سياسة النشر بها ولا تتضمّن أية إشارات سياسية أو خصوصيات أمنية لأي من الدول العربية.

6 ـ يشترط في المقالات المترجمة أن تكون مرفقة بالأصل الذي ترجمت منه، علماً بأنه عند نشر المقالات المترجمة في نشرتنا يشار إلى إسم صاحب المؤلف الأصلي بالإضافة إلى ذكر اسم الوثيقة المنشور فيها سابقاً مع تحديد العدد وتاريخ النشر .

7 ـ يمكن للسادة المؤلفين أو المترجمين إرسال استفساراتهم بشأن المواضيع التي يرغبون في تقديمها للنشرة للحصول على رأي لجنة التحرير قبل إرسالها للنشر.

ISSN : 0330-7123