الطاقة النووية المستدامة

بقلم: يوري سوكولوف وراندي بيتي

أدوات التقييم التي طوّرتها الوكالة الدولية للطاقة الذرّية تساعد الدول الأعضاء في التخطيط الاستراتيجي واتخاذ القرارات بشأن تطوير الطاقة النووية المستدامة ونشرها.

إن التخطيط الاستراتيجي على المدى الطويل من أجل تطوير نظم الطاقة ودور الطاقة النووية المحتمل في هذا المجال يتطلّب فهماً سليماً للعوامل المحرّكة للتغيير والابتكار التكنولوجيين. ومن ثم فإن التدبّر الدقيق لكل ما يتصل بالطاقة، من بُنى تحتية وأفضليات اجتماعية وتوجّهات في التنمية الاقتصادية والقيود البيئية، يجب أن يكون جزءاً من مخطط نشر الطاقة النووية على الصعيد الوطني. ولذا فإن تقييم نُظم الطاقة النووية هو جزء لا يتجزّأ من تطوير القوى الوطنية على الصعيد الوطني، إلى جانب التخطيط المعني بالطاقة وتطوير مرافق البُنى التحتية النووية، من خلال اتباع نهج «المعالم المعيارية» الذي استحدثته الوكالة بشأن إقامة أولى محطات القوى النووية (المحطات النووية لتوليد الكهرباء). وينبغي الإشارة على وجه الخصوص إلى أن اعتماد برنامج للقوى النووية ينطوي على تبعات والتزامات خاصة بالمراحل بين الأجيال تمتد بنطاقها إلى ما بعد ١٠٠ عام.

إن التخطيط للطاقة يهدف إلى ضمان جعل القرارات المتّخذة بشأن البُنى التحتية اللازمة للطلب والعرض الخاصين بالطاقة تشمل مشاركة جميع أصحاب المصلحة، وتُعنى بالنظر في كل الخيارات الممكنة بشأن جانبي العرض والطلب، وتتّسق مع الأهداف العامة للتنمية المستدامة على الصعيد الوطني. والقرار الذي يُتّخذ بأن تكون الطاقة النووية جزءاً من تشكيلة متنوّعة من مصادر الطاقة ينبغي له أن يتضمّن مسائل انتقاء تكنولوجيا المفاعلات، وتطوير البُنى التحتية اللازمة للمحطات الأولى، وفهماً لمجموع المؤثّرات والاعتبارات المتنوّعة ذات الصلة بنشر نظام للطاقة النووية المستدامة. ويجب أن يشمل هذا أيضاً ابتكارات في التكنولوجيا النووية وترتيبات مؤسسية تسهم كلها في التطوّر العالمي النطاق وتكون ناتجة عنه في آن معاً.

وإن أي نظام للطاقة النووية يشتمل على كامل طيف مراحل دورة الوقود النووي، أيْ من وإلى الحالات النهائية الأخيرة لجميع أنواع النفايات، وما يرتبط بذلك كله من ترتيبات مؤسسية لازمة. وتتميّز نظم الطاقة النووية ببُنىً تحتية متنوّعة معقّدة وبطول عمرها الوظيفي، الذي يمتدّ بسهولة عبر عدّة أجيال. إضافةً إلى ذلك، فإن تطوير أو توسيع الطاقة النووية يتطلّب مهلاً زمنيةً مديدةً وموارد ضخمة، وبخاصة من أجل تصميم المكوّنات الجديدة والابتكارية واستغلالها تجارياً. ويجب تقييم نظم الطاقة النووية على نحو كلّي، من جميع الزوايا الممكنة في التنمية المستدامة، والتي تشمل ثلاثة أركان مترابطة ومتداعمة معاً، وهي: التنمية الاجتماعية، والتنمية الاقتصادية، وحماية البيئة، وكلها موصولة معاً من خلال مؤسسات حكومية فعّالة.

تقييم نظم الطاقة النووية باتّباع منهجية المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية.

بغية تقديم المساعدة إلى الدول الأعضاء في تقييم تخطيطها الاستراتيجي الطويل المدى بشأن نظم الطاقة النووية القائمة حالياً والمرتقبة في المستقبل، وُضعت، في إطار المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية (INPRO) التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرّية، «المنهجية» الصادرة عن هذا المشروع (إنبرو)، التي قُدِّمت فيها إسهامات من ٣٠٠ خبير دولي، وبعضها قُدِّم من المحفل الدولي للجيل الرابع من المفاعلات (GIF). كما أن تقييم نظم الطاقة النووية، المشار إليه من قبلُ، هو نهج كلّي تُستخدم فيه هذه الأداة التي أُثبتت صحتها دولياً – أي منهجية المشروع «إنبرو» – لدعم التخطيط الطويل الأمد واتخاذ القرارات الاستراتيجية في هذا الصدد بشأن تطوير نظم الطاقة النووية ونشرها في الدول الأعضاء.

والشرط الأساسي اللازم لإجراء تقييم لنظم الطاقة النووية هو إعداد دراسة لخطط الطاقة بالنسبة إلى المستجدّين الداخلين إلى هذا المضمار – أو وضع استراتيجية وطنية خاصة بالطاقة بالنسبة إلى البلدان التي لديها برنامج قوى نووية في طور النضج – يُبيَّن فيهما دور الطاقة النووية المحتمل في تشكيلة مصادر الإمداد بالطاقة على المستوى الوطني، ولكنْ على أن يولى الاعتبار الواجب للاتجاهات الإقليمية والعالمية. وتساعد نماذج التخطيط للطاقة، التي أعدّتها الوكالة، المخطّطين المعنيين بالطاقة على الاضطلاع بدراسات من هذا النوع. وتستطيع السلطات الوطنية المكلّفة بوضع السياسة العامة بشأن الطاقة أو بنظم الطاقة النووية في البلدان أن تباشر إجراء تقييم تام أو ضمن نطاق نسَق التقييم الخاص بنظم الطاقة النووية.

ويساعد تقييم نظم الطاقة النووية مع اتّباع منهجية المشروع «إنبرو» على تقييم جميع المرافق النووية في نظام طاقة نووية معيّن، بدءاً من التعدين ومروراً بكل المراحل وحتى الحالات النهائية الأخيرة لجميع أنواع النفايات، بما في ذلك التخلّص الدائم من النفايات العالية المستوى، وكل ما يتصل بذلك من التدابير المؤسسية اللازمة. وهو أسلوب في التقييم ينظر إلى كامل الدورة العمرية للمرافق النووية («من المهد إلى اللحد»)، أيْ تصميم نظام نووي وإنشائه وتشغيله ثم إنهاء تشغيله وكذلك تقييمه في السبعة مجالات التي حدّدها

المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية «إنبرو»: شراكة من أجل الحوار والابتكار

مشروع الوكالة الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية (إنبرو) يؤدّي دوراً هاماً في فهم تطوير نظم الطاقة النووية في المستقبل، من المنظور الوطني والإقليمي والعالمي، والابتكارات في التكنولوجيات والترتيبات المؤسسية دعماً لهذا التطوير.

وهذا المشروع «إنبرو» الذي أُنشئ باعتباره تعهّداً من جانب الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرّية بالمساعدة على ضمان إتاحة الطاقة النووية بغية الإسهام في تلبية الاحتياجات إلى الطاقة في القرن الحادي والعشرين على نحو مستدام، يجمع حائزي التكنولوجيا ومستعمليها معاً لكي ينظروا على نحو مشترك في إجراءات العمل الدولية والوطنية التي من شأنه أن تؤدّي إلى استحداث الابتكارات اللازمة في مجال المفاعلات النووية ودورات الوقود النووي.

كما إن هذا المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية يتيح منتدى للتناقش والتعاون بين الخبراء ومقرّري السياسات العامة من البلدان الصناعية والبلدان النامية بشأن جميع جوانب التخطيط للطاقة النووية المستدامة وتطويرها ونشرها. ويعزّز إجراء حوار حول المنافع المتبادلة بين البلدان التي تمتلك ناصية التكنولوجيا النووية والبلدان التي تنظر في موضوع الأخذ بهذه التكنولوجيات من أجل تنمية قدراتها المستحدثة الخاصة بالطاقة النووية. وهو يتيح أيضاً للدول الأعضاء الدعم اللازم لوضع خططها الاستراتيجية واتخاذ قراراتها بشأن استحداث الطاقة النووية ونشرها، ويعزّز الوعي بخيارات الابتكار التكنولوجي في المستقبل.

وبمستطاع الدول الأعضاء في الوكالة والمنظمات الدولية ذات الصلة أن تصبح أعضاء في هذا المشروع الدولي، شريطة أن تقدّم إسهامات مفيدة فيه. ويمكن أن تكون تلك الإسهامات على شكل تبرّع بأموال من خارج إطار الميزانية، وتقديم خدمات الخبراء المجّانية، وتنفيذ الدراسات التقييمية باستخدام منهجية هذا المشروع، أو بالمشاركة في المشاريع التعاونية في إطار هذا المشروع.

ومنذ إنشاء هذا المشروع الدولي في عام ٢٠٠١، ازداد حجم العضوية فيه إلى ٣١ دولةً عضواً. وهذه البلدان تمثّل ما نسبته ٧٥ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي و٦٥ في المائة من مجموع سكان العالم.

وهنالك عشرة بلدان أخرى لديها صفة مراقب ريثما تنظر في الحصول على صفة العضوية أو تشارك على مستوى العمل في المشروع الدولي. ويتعاون المشروع الدولي في العمل مع مبادرات دولية أخرى، ومنها المحفل الدولي للجيل الرابع من المفاعلات، ومنهاج العمل الأوروبي بشأن تكنولوجيا الطاقة النووية المستدامة (SNETP)، من أجل ضمان التآزر الجيد واجتناب الجهود في هذا المضمار.

وهذا المشروع الدولي مموّل بصفة رئيسية من مساهمات من خارج إطار الميزانية، ولكنه يستفيد الآن من تعهّد صدر مؤخّراً عن الاتحاد الروسي بتقديم موارد لمدة خمسة أعوام؛ وقد أضاف هذا إلى استقرار المشروع، وهو يتيح المجال للتخطيط لأمد أطول. وفي الآونة الأخيرة، دُمجت أنشطة المشروع الدولي في خمسة مجالات رئيسية، تشكّل أيضاً الأساس لخطة عمل المشروع الدولي لعامي ٢٠١٠ و٢٠١١. وهنالك إثنا عشر مشروعاً تعاونياً فرعياً ترمي إلى دعم الأنشطة المضطلع بها بمشاركة أعضاء في المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية.

واضعو المنهجية، والتي تشتمل معاً على أبعاد التطوير المستدام في هذا المضمار، وهي: الاقتصاديات، والبنية التحتية (الترتيبات المؤسسية)، وإدارة النفايات، ومقاومة الانتشار، والحماية المادية، والبيئة (تأثير عوامل الإجهاد، واستنفاد الموارد)، وأمان المفاعلات ومرافق دورة الوقود النووي.

والبلدان التي لديها برامج نووية راسخة، وكذلك البلدان ‹المستجدّة› في المضمار النووي التي تنظر في الانطلاق ببرامج نووية جديدة، يمكنها أن تجري تقييماً لنظم الطاقة النووية لاستبانة الثغرات المحتمل وجودها في برنامجها النووي وما يقترن بذلك من إجراءات عمل لسدّ تلك الثغرات. وهذا التقييم يستهدف الفئات التالية:

١- مطوِّرو التكنولوجيا النووية، للعناية بتقييم استراتيجيتهم الطويلة الأمد الخاصة بالتطوير والنشر، حرصاً على التأكّد من أنها استراتيجية ملائمة وتقيم توازناً صحيحاً بين المرافق النووية؛

٢- مستعملو التكنولوجيا النووية من ذوي الخبرة، للعمل على زيادة الوعي بأصحاب المصلحة الرئيسيين، ولمساعدتهم في التخطيط الاستراتيجي واتخاذ القرارات بخصوص توسيع نظام الطاقة النووية القائم لديهم؛

٣- مستعملو التكنولوجيا لأول مرة المتوقّعون، للعناية بتحديد المسائل التي تحتاج إلى التدبّر فيها لدى اتخاذ القرار بشأن الانطلاق خطوة فخطوة في استحداث نظام طاقة نووية، أي استحداث البنية التحتية النووية اللازمة وبناء أول محطة لتوليد الكهرباء بالطاقة النووية.

دراسات التقييم الوطنية

في الآونة الأخيرة، نفّذت عدّة بلدان سلسلة من عمليات تقييم نظم الطاقة النووية على الصعيد الوطني، وهي: أوكرانيا والأرجنتين وأرمينيا والبرازيل وجمهورية كوريا والهند. إضافة إلى ذلك، اشتركت ثمانية بلدان، هي الاتحاد الروسي وأوكرانيا وجمهورية كوريا والصين وفرنسا وكندا والهند واليابان، في دراسة تحقيقية لنظام طاقة نووية يتكوّن من مفاعلات سريعة مبرّدة بالصوديوم ذات دورة وقود مغلقة (انظر النص المؤطّر «دورة وقود نووي مغلقة باستخدام مفاعلات سريعة»).

وقد أجرت الدراسات الوطنية لتقييم نظم الطاقة النووية بلدان من فئة مستعملي التكنولوجيا ومن فئة مطوّري التكنولوجيا كلتيهما، وتضمّنت تلك الدراسات نطاقات تقييم مختلفة. فقيّمت الأرجنتين

مجالات برنامجية خاصة بالمشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية

عمليات تقييم نظم الطاقة النووية باستخدام منهجية انبرو

أرسى المشروع الدولي في الآونة الأخيرة معلَماً بارزاً بوضع وتطبيق منهجيته المسمّاة منهجية المشروع الدولي «إنبرو»، التي يمكن أن تساعد البلدان على تقييم نظم الطاقة النووية القائمة حالياً والمرتقبة في المستقبل، بطريقة كلّية شاملة، وأن تدعم التخطيط الاستراتيجي وعملية اتخاذ القرارات على الأمد الطويل. وبعد الاضطلاع بسلسلة أولى من الدراسات الناجحة، أعربت ثمانية بلدان إضافية عن اهتمامها بتقييم نظم الطاقة النووية القائمة حالياً والمرتقبة في المستقبل من أجل تحديد ما إذا كانت تستوفي معايير التنمية الوطنية المستدامة.

رؤية عالمية بشأن الطاقة النووية المستدامة

من خلال إعداد مشاهد افتراضية للأحداث المحتملة وإضفاء الانسجام على الرؤى فيما يخصّ تنمية الطاقة النووية ونشرها، يساعد المشروع الدولي البلدان المستجدّة وكذلك البلدان النووية «الناضجة» على حدّ سواء على فهم الابتكارات التقنية المحتملة للنهوج المؤسسية والقانونية الجديدة بشأن تطوير «تصميم معماري» للطاقة النووية المستدامة وبنائه خلال القرن الحادي والعشرين، بما في ذلك المشاهد الافتراضية لأحداث المراحل الانتقالية المحتملة.

الترويج للابتكارات في التكنولوجيا النووية

تعزيز التعاون بين أعضاء مشروع إنبرو بشأن تكنولوجيات نووية ابتكارية مختارة وأنشطة البحث والتطوير ذات الصلة من أجل طاقة نووية مستدامة أساسية في هذا المجال.

الترويج للابتكارات في الترتيبات المؤسسية

إضافةً إلى دورة الوقود النووي بكامل طيف مراحلها، فإن الترتيبات المؤسسية هي أيضاً جزء من نظام الطاقة النووية. وتشمل تلك الترتيبات معاهدات وأطراً أو أنظمة قانونية وطنية ودولية، واتفاقيات. كما إن نشر مفاعلات بتصاميم جديدة قد يتطلّب نهوجاً ابتكارية بشأن التدابير المؤسسية، وخصوصاً فيما يتعلق بالمفاعلات غير الثابتة القاع والمفاعلات الصغيرة والمتوسطة. ويُعنى المشروع الدولي «إنبرو» بالتعاون في العمل في هذا المجال، وبدعم البلدان في استحداث وتنفيذ ترتيبات ابتكارية.

منتدى الحوار التابع للمشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية

هذا المجال الشامل لقطاعات متعدّدة يهدف إلى تشجيع تبادل المعلومات بين حائزي التكنولوجيا ومستعملي التكنولوجيا وذلك لضمان تلبية الابتكارات التقنية والمؤسسية في المستقبل توقّعات هاتين الفئتين معاً.

الأعضاء في المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية هم: الاتحاد الروسي والأرجنتين وأرمينيا وإسبانيا وألمانيا وإندونيسيا وأوكرانيا وإيطاليا وباكستان والبرازيل وبلجيكا وبلغاريا وبيلاروس وتركيا والجزائر والجمهورية التشيكية وجمهورية كوريا وجنوب أفريقيا وسلوفاكيا وسويسرا وشيلي والصين وفرنسا وكازاخستان وكندا والمغرب والهند وهولندا والولايات المتحدة الأمريكية واليابان والمفوّضية الأوروبية.

www.iaea.org/INPRO

وأوكرانيا القابلية للاستدامة المتوقّعة في نظم الطاقة النووية الوطنية المخطّط لإنشائها لديها، وذلك بتقييم مرافق دورة الوقود النووي. وقيّمت البرازيل وجمهورية كوريا والهند تصاميم مفاعلات معيّنة وما يقترن بها من دورات وقود في مجالات مختارة من منهجية المشروع الدولي «إنبرو» فاختار فريق البرازيل التصميم «آيريس» للمفاعلات (الدولي الابتكاري المؤمّن من الجيل الرابع – IRIS)، وقيّمه في مجالي الأمان والاقتصاديات. إضافة إلى ذلك، جرى تقييم تصميم المفاعل النووي الثابت القاع (EBNR) من حيث مدى قابليته للاستدامة في مجالي الأمان ومقاومة الانتشار. وعُنيت الهند بالتحقيق في إمكانية الاستعاضة عن الوقود الأحفوري بالهيدروجين في قطاع النقل. وكان الهدف الرئيسي في الدراسة الكورية استحداث تحليل نوعي لتحديد مستوى مقاومة الانتشار في دورة الوقود بالاستعمال المباشر للوقود المستنفد في مفاعلات الماء المضغوط من طراز كاندو (CANDU)). ونفّذت أرمينيا دراسة بشأن تقييم لنظم الطاقة النووية وذلك في المقام الأول لإطلاع صُنّاع القرار على الصعيد الوطني على كل المسائل المتعلقة ببرنامج القوى النووية المخطّط له فيما يخصّ الاستعاضة عن المفاعل الموجود حالياً بوحدة مفاعل أكبر بحلول عام ٢٠٢٥.

وأما الدراسة المشتركة فقد استكشفت سيناريوهات (مشاهد افتراضية) ممكن حدوثها، وذلك من خلال عرض نماذج لكيفية إسهام التكنولوجيات النووية المختلفة في أداء الدور الخاص بتوسيع مجال الطاقة النووية، وما هي أنواع المشاكل والنهوج التي يتسنّى النظر فيها بغية إتاحة المجال لانتقال سهل إلى دورة الوقود النووي المغلقة باستعمال المفاعلات السريعة.

منهجية المشروع الدولي «إنبرو»

منهجية المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية «إنبرو» منظّمة في بنية هرمية ثلاثية المستويات تشمل: المبادئ الأساسية والمقتضيات الخاصة بالمستعملين والمعايير، وتتكوّن من مؤشّرات وحدود القبول. وتُستخدم هذه العناصر في مجالات التقييم السبعة التي تشتمل عليها منهجية المشروع الدولي «إنبرو». ويمثّل نظام الطاقة النووية المقيَّم مصدر طاقة يتّسق مع معايير التنمية المستدامة الخاصة بالبلد المعني، إذا ما استُوفيت المبادئ والمقتضيات والمعايير كلها. وأما إذا ما بيّن التقييم وجود ثغرة، فينبغي إذاك الاضطلاع بمزيد من دراسات البحث والتطوير.

دورة الوقود المغلَقة باستخدام مفاعلات سريعة طيلة

فترة عامين، ضمّت عدّة بلـدان جهودها معاً من أجل إجراء تقييم لنظم الطاقة النووية بناءً على دورة وقود مغلقة باستخدام مفاعلات سريعة (CNFC–FR)، باتباع منهجية المشروع الدولي المذكور «إنبرو». وكان الهدف المنشـود من هذه «الدراسة المشتركة» تقرير ما إذا كانت دورة الوقود النووي المغلقة التي يُستخدم فيها مفاعل سريع تستوفي معايير التنمية المستدامة، وتحديد معالم بارزة بشأن نشر الطاقة النووية، وتعيين المجالات التي من شأنها أن تتطلب المزيد من التعاون في العمل في مضمار البحث والتطوير. وكانت تلك البلدان الاتحاد الروسـي وأوكرانيا وجمهورية كوريا والصين وكندا وفرنسا والهند واليابان. وقد استُخدم فيها نظام قريب الأجل يقوم على دورة وقود نووي مغلقة يُستخدم فيها مفاعل سريع بناءً على تكنولوجيا مثبتة فعاليتها، مثل تكنولوجيا المبرِّد بالصوديوم وأقراص الوقود موكس (MOX) وإعادة المعالجة المائية، باعتبارها نظاماً مرجعياً.

وقد استُخلصت ملاحظة عامة بأن نشر الطاقة النووية الأمثل في المستقبل قد لا يكون متّسقاً تماماً مع التخطيط الراهن على الصعيد الوطني. وحيث إن الهدف الذي رمت الدراسة المشتركة إلى تحقيقه كان يتعلق بجعل دورة الوقود النووي المغلقة التي تُستخدم فيها مفاعلات سريعة بديلاً مجدياً لمصادر القدرة الكهربائية التقليدية، فقد عُنيت باستبانة بعض مَواطن الضعف في النهوج الوطنية الحالية، والتي يجب تداركها. وهذا يشير تحديداً إلى جانبي الاقتصاديات والأمان، حيث من الضروري مواصلة الأبحاث فيهما سعياً إلى خفض مستوى مخاطر وقوع حوادث شديدة الخطورة.

وقد لا يكون تصميم نظم الطاقة النووية العاملة حالياً، بالاعتماد على دورة وقود نووية تُستخدم فيها مفاعلات سريعة، مستوفياً لمقتضيات المنافسة الاقتصادية. ولذلك فإن تبسيط التصميم، بزيادة احتراق الوقود والتقليل من التكاليف من خلال أنشطة بحث وتطوير محدّدة الأهداف في هذا الصدد، إلى جانب الاضطلاع بسلسلة من عمليات التشييد الصغيرة الحجم، يمكن أن يجعل تكاليف محطات القوى النووية التي تُستخدم فيها مفاعلات سريعة قابلة للمقارنة بتكاليف محطات القوى النووية التي تُستخدم فيها المفاعلات الحرارية والوقود الأحفوري.

وفي بعض البلدان، قد يسهم إدخال المفاعلات السريعة في تحقيق الكفاءة في استخدام موارد الوقود النووي، بزيادة استخدام أوقدة البلوتونيوم وكذلك اليورانيوم المغيّرة خواصّه الطبيعية، لكي يتسنّى توليدها في دثار أنابيب التوليد، عند الحاجة.

وباستحداث وإدخال تكنولوجيات مبتكرة من أجل اتّباع أمثل أسلوب في إدارة مناولة نواتج الاندماج النووي والأكتينات الثانوية، سوف تُتاح لنظام طاقة نووية بدورة وقود نووي مغلقة باستخدام مفاعلات سريعة الإمكاناتُ لتحقيق «اختراق تكنولوجي» في تلبية كل المقتضيات اللازمة اليوم بشأن إدارة تصريف النفايات.

وبفضل السمات التكنولوجية التي يتميّز بها النظام القائم على دورة وقود نووي مغلقة باستخدام مفاعلات سريعة، فإن مقاومته للانتشار يمكن أن تكون قابلة للمقارنة بدورة الوقود المستخدم لمرة واحدة (المفتوحة) أو أعلى مستوى منها. ومن ثم فإن نظام دورة الوقود النووي المغلقة باستخدام المفاعلات السريعة هو عبارة عن تكنولوجيا أساسية لفتح السبيل إلى تحقيق التوازن في استخدام المواد الانشطارية.

غير أن نظام دورة الوقود النووي المغلقة باستخدام المفاعلات السريعة يتطلّب اتّباع نهج إقليمي أو متعدّد الأطراف بشأن خدمات دورة الوقود النووي من مقدّمتها إلى مؤخّرتها، والانتقال إلى نسق معماري نووي عالمي.

ولأن استنتاجات الدراسة المشتركة المشار إليها قد تضمّنت المطالبة باتّباع نهج متعدّد التخصّصات وبأعمال تعاونية دولية حيثما كان ذلك ممكناً، على سبيل المتابعة، فقد استُهلّت عدّة مشاريع تعاونية، في إطار المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية «إنبرو»، تُعنى بمعالجة المسائل المحدّدة التالية:

- نسق هندسي عالمي لنظم الطاقة النووية على أساس المفاعلات الحرارية والسريعة، بما في ذلك دورة الوقود النووي المغلقة (ما يُسمّى مشروع "GAINS")؛
- نهج متكامل بشأن تصميم نظم إزالة حرارة الاضمحلال من أجل المفاعلات المبرّدة بالفلز السائل (DHR)؛
- تقييم دورات الوقود النووي المتقدّمة والابتكارية ضمن نظم الطاقة المتقدّمة والابتكارية ضمن نظم الطاقة النووية الكبيرة الحجم بالاستناد إلى مفهوم دورة الوقود النووي المغلقة (CNFC) للوفاء بمبادئ الاستدامة في القرن الحادي والعشرين (المشروع التعاون المعني بدورات الوقود النووي للنظم النووية الابتكارية عن طريق إدماج التكنولوجيات "FINITE")؛
- استقصاء التحدّيات التكنولوجية المرتبطة باستئصال الحرارة بواسطة مبرّدات الفلز السائل والأملاح الذاتية من قلوب المفاعلات العاملة عند درجات حرارة عالية (COOL).

وإذا ما لم تُستوفَ كل المكوّنات في نظام طاقة نووية معيّن فإنه قد يكون نظاماً يقدّم مع ذلك إسهاماً مهماً مؤقتاً في تلبية احتياجات الطاقة في بلد ما أو في منطقة ما، ولكنه سوف يحتاج إلى تغيير وتطوير لكي يصبح نظاماً مستداماً على الأمد الطويل. ويمكن أن تستخدم نتائج أي تقييم لنظم الطاقة النووية للاسترشاد بها في هذا التطوير.

أصدرت الوكالة الدولية للطاقة الذرّية منشوراً يصف كيفية إجراء تقييم لنظم الطاقة النووية باستخدام منهجية المشروع الدولي «إنبرو»: Manual — Overview of the Methodology (TECDOC 1575 Rev.1)

يوري سـوكولوف نائب المدير العام للوكالة، إدارة الطاقة النووية، ومدير المشـروع الدولي المعني بالتفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية (إنبرو). البريد الإلكتروني: Y.Sokolov@iaea.org

راندي بيتي رئيس فريق المشـروع الدولي «إنبـرو» لدى الوكالة. البريد الإلكتروني: R.Beatty@iaea.org