

# التقانة النووية

يمكن أن تكون المحطات المتكثرة "السريعة" لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية استراتيجية ضرورية لا بد منها

## تسترد أنفاسها

بقلم: إفجيني أداموف

العصر النووي. وفي العقود الأخيرة، ما برح المؤيدون المتحمسون للكهرباء المولدة من الطاقة النووية يكررون الإشارة إلى النقص الوشيك في أنواع الوقود الأحفوري، على الرغم من أن هذا المنظور الكئيب المتشائم لن يهدد الإنسانية قبل مئة عام أخرى. وهذا يعني أن النقص المحتمل ليس وحده - أو ليس هو السائد - الذي يشجع البحث النشط عن مصادر بديلة للطاقة.

إذ دخلت في اللعبة عوامل أخرى عديدة، وكان واحداً منها أجواء التغيير في البيئة. ففي نهاية القرن الماضي، راحت أصوات حادة تنادي بوعي البيئة وتطالب بإمعان النظر في الحلول "الخضراء" للطاقة. فجرى تقييم الكهرباء المولدة من الطاقة النووية، وثبت أنها تمتاز عن أغلب تقانات الطاقة الأخرى، من حيث حماية البيئة. ومع ذلك فإن الحماس السياسي لمؤيدي بروتوكول كيوتو قد تدنى كثيراً في الآونة الأخيرة إلى حد القبول بأن أسباباً جمة يمكن إيرادها لاستبعاد مشكلة إصدارات غاز الدفيئة من قائمة الأولويات، حتى مع توفر الكثير من الوضوح في الاقتناع بخطر مفعول الدفيئة. ولما كانت حصة الكهرباء النووية من ميزان الطاقة الإجمالي تبلغ حالياً 6%، فإن من المعقول تماماً أن نتوقع للمصادر البديلة من الطاقة (الرياح والشمس والمد والجزر والكتلة الأحيائية والحرارة الجوفية للأرض وغيرها من أشكال الطاقة) أن تؤدي بكل يسر إلى استبعاد الكهرباء النووية، من دون أي خسارة محسوسة في التزود العالمي بالطاقة.

والعامل الآخر من هذه العوامل هو التطور الحاصل في إطار العمل السياسي. ففي الفترة المبكرة من عهد الكهرباء النووية، كان يفترض أن تتطور الصناعة التجارية في ضوء امتلاك الأسلحة النووية الثنائي الأقطاب (حلف الناتو وعلى رأسه الولايات المتحدة الأمريكية مقابل معاهدة وارسو التي كان يقودها الاتحاد السوفيتي)، غير أن ما حصل لاحقاً هو أن التقانات المرتبطة بالأسلحة لم يمكن حصرها بدائرة الدول الخمس المعتمدة منتمة إلى النادي النووي، وبدلاً من ذلك اكتسبت مشكلة عدم الانتشار أهمية أكثر خطورة بالمقارنة مع التطويرات التي تمس تقانات الطاقة. هكذا كانت تسير الأمور في أجواء الاندفاع نحو توفير الطاقة، واكتشاف حقول الغاز والنفط

**احتاجت** الكهرباء المولدة من الطاقة النووية إلى خمسين عاماً، لكي تحتل نفس الموقع الذي استغرقت الكهرباء المولدة من الطاقة المائية مئات السنين لكي تحتله، في مجال إنتاج الطاقة العالمي. وطوال هذه السنوات، كانت تظهر بين الحين والآخر تصاميم مفاعلات جديدة، إلى جانب الاتجاه السائد في تقانات المفاعلات. وحتى في سنوات الستينات والسبعينات التي كانت تروج فيها التقانة النووية، أدت هذه التصميمات "المبتكرة" إلى مشروعات رائدة أو توضيحية.

ومع كل هذا التنوع من الأفكار الجديدة، دخلت الكهرباء المولدة من الطاقة النووية القرن الجديد، وهي ما تزال تجول في مجرى الاتجاه السائد القديم من التقانات. إن معظمها كان قد استنبت في فجر الهندسة النووية، في زمن المفاعلات التي تنتج النظائر الصالحة لصنع الأسلحة، والمفاعلات التي تدفع الغواصات النووية وتسيّرهما.

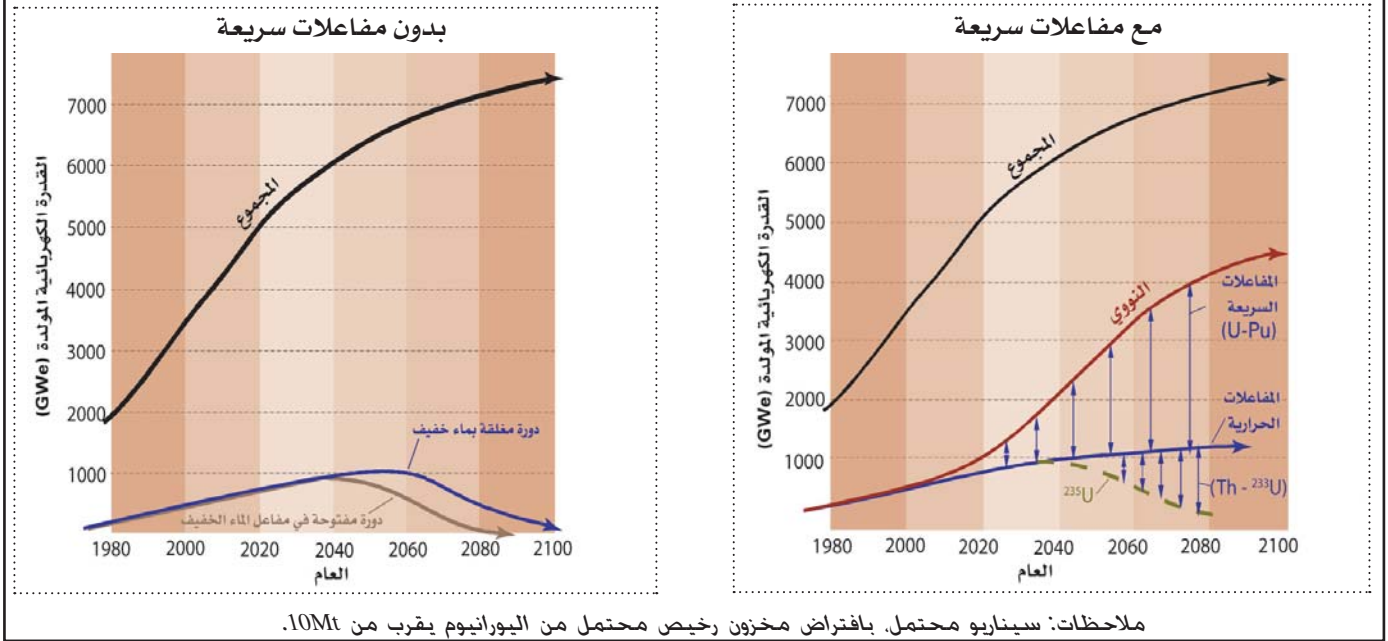
ما لم نتفهم الدواعي التي أدت إلى فشل التقانات المبتكرة في رسم طريق لإحراز أي تقدم محسوس في ذلك الوقت، يستحيل علينا أن نجيب عن السؤال لماذا تلح الحاجة إليها حالياً أو في المستقبل المنظور.

ولعل قلة من الناس من يتذكر أن الكهرباء المولدة من الطاقة النووية لم يدفع إليها النقص في الطاقة، ولكن الحرب العالمية الثانية مع ما صاحبها من ضرورة ملحة لزيادة قدرة الأسلحة، هي التي تسببت في حدوثها. ولكن ما أن انتهت الحرب، حتى وضعت الخطط النووية، تدفعها مقاصد مصممي الأسلحة من الجانبين (مثل أ. كورشاتوف في روسيا الذي بادر إلى بناء أول محطة لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية في العالم في مدينة أوبينيسك، وسياسيو الولايات المتحدة الذين تقودهم مبادرة الرئيس دوايت أيزنهاور "الذرة من أجل السلم" عام 1953) للتعويز عن المجهود الحربي بتشجيع التطبيقات النووية السلمية.

### أجواء التغيير

ما تزال الطلبات على الطاقة في هذه الأيام تلبى على نطاق واسع، من أنواع الوقود الأحفوري، تماماً كما كانت في مستهل تطور

## الشكل 1: نمو القدرة النووية المخطط له



وإن بدا في الأمر بعض المفارقة، فإن استرداد التقانة النووية أنفاسها قد يدفع إليه ارتفاع التكاليف وزيادة الاهتمام بانتشار الأسلحة وكيفية تدبّر المخاطر. و بانتظار حظر الأسلحة النووية حظراً كاملاً وإزالتها من الوجود، يبقى انتشارها مخاطرة تتطلب تشديد المراقبات وتضييقها، لمنع وقوع المواد والتقانات النووية في أيدي طالحة. وما يبذل من جهود في الوقت الحاضر للحفاظ على التقانات النووية وتطويرها، وما يصحبها من خبرات ومرافق صناعية تعمل من أجل الأسلحة النووية وحدها، يشكل إلى حد بعيد عبئاً كبيراً اجتماعياً واقتصادياً على الإنفاق العام، أكبر مما لو وُجّهت هذه الدُّرّة إلى إنتاج الطاقة وتوزعت على فروع هذا الإنتاج.

حديثاً - بما فيها المخزونات في عرض البحر - التي جعلت أسعار الوقود الأحفوري تنخفض إلى مستويات منهارة قياسية.

ما زال هناك متسع كبير للتحليل، يتناول ليس فقط كيف فشلت الكهرباء النووية هذا الفشل الذريع في بلوغ مستويات التوليد المخطط لها في سنوات السبعينات، بل يتناول أيضاً لماذا ما زال يحتمل لها أن تواصل الخسارة من حصتها في سوق الطاقة أثناء السنوات العشر أو الخمس عشرة القادمة. وقد أجري مثل هذا التحليل في روسيا وفي بلدان أخرى. وفي هذه المقاربة، يتبين أن المتطلبات المفروضة على الكهرباء المولدة من الطاقة النووية ليست خاضعة لاعتبارات السوق العادية وحدها، وأن الكهرباء النووية بالذات يجب ألا تعامل معاملة دائرة تقليدية من الأنشطة التجارية (كما كان يقترح بإلحاح في العقد السابق).

ومن المهم تفحص الشروط التي يمكن أن تولّد الطلب على الكهرباء المولّدة من الطاقة النووية، والظروف التي تستطيع فيها هذه التقانة أن تكتسب جولة استرداد الأنفاس.

### التقانة النووية "تسترد أنفاسها"

تكمّن النقطة المهمة في الأمر في ضرورة البحث عن تقانات نووية مبتكرة في أجواء التغيير. ومن المهم تفحص الشروط التي يمكن أن تولّد الطلب على الكهرباء المولّدة من الطاقة النووية، والظروف التي تستطيع فيها هذه التقانة أن تكتسب جولة "استرداد الأنفاس". ففي بعض البلدان، مثل فرنسا واليابان، يشكل النقص وحده في موارد الغاز والنفط عندها حافزاً كافياً على الاحتفاظ بالمصدر النووي في عداد مزيج طاقتها. بينما قد تتطلع بلدان أخرى إلى التنويع في قطاع الطاقة أو إلى الاكتفاء الذاتي من الطاقة، واعتبار ذلك أولوية كبرى.

ففي روسيا مثلاً تقدر تكلفة الأنشطة اللازمة لتلافي نتائج الأسلحة النووية بحوالي عشرة بلايين (مليارات) من الدولارات، وينبغي فوق ذلك تأمينها من الميزانية الوطنية. ويجري في نفس الوقت تنفيذ معقول لاستراتيجية، تُطوّر توليد الكهرباء من الطاقة النووية تطويراً نشيطاً حتى عام 2050، تؤيدها الحكومة الروسية فعلاً، وتكمن في النأي عن تحويل تلك الأموال المتعلقة بالأسلحة من قطاعات المطالب الاجتماعية الأخرى.

والكهرباء النووية الأمينة قادرة أيضاً على إنتاج الهيدروجين مثلاً، وهي تنتج بأسلوب رابح. ويتيح هذا الاستخدام تخفيض استهلاك أنواع الوقود الأحفوري في توليد الكهرباء في المستقبل، وتوفير هذه الموارد لتطبيقات أخرى ملائمة أكثر في النقل وفي الصناعات شديدة الاستهلاك للطاقة. وقد يكون ذلك، حتى في هذه الأيام، خياراً جذاباً في بعض الاقتصادات القوية.

وسبيل السير إلى الأمام يعود في رأيي إلى تطوير محطات متقدمة لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية تقوم على تقانات تساعد على ردع انتشار الأسلحة النووية. ينبغي أن يقوم إنتاج الكهرباء النووية بنطاق

واسع على مبتكرات من تصميمات المفاعلات ومعالجات الوقود، تكون قادرة بنفس الوقت على تأمين الدعم التقني لمنع انتشار التقانة النووية، وعلى المساعدة في تلبية احتياجات العالم من الكهرباء.

## المحطات النووية السريعة

يشكل تصميم مفاعلات النوترونات السريعة (انظر المؤطر: المفاعلات السريعة) أفضل خيار واعد بشأن عدم الانتشار وأرضيات أخرى. فهي قد تحرق اليورانيوم 238 وحده، وبذلك تتيح التخلص من تخصيب اليورانيوم، وتستبعد فصل البلوتونيوم الصالح للأسلحة من مجموعة تقانات دورة الوقود المستعملة حالياً في إنتاج الكهرباء من الطاقة النووية. وعلى العكس من أنماط المفاعلات الأولى، لن تتضمن هذه المفاعلات السريعة دثاراً وقودياً، يتم فيه إنتاج البلوتونيوم للأسلحة.

ويمكن هذا الخيار من جعل تطوير الكهرباء النووية أكثر ابتعاداً من الناحية التقانية عن إنتاج المواد القابلة للاستعمال في الأسلحة. وهو قد يدعم كذلك نواحي أخرى من نظام عدم الانتشار، بما فيها الترتيبات القانونية والسياسية، مثل أعمال التفيتش. ويمكن تسهيل ذلك بشكل كبير باستخدام الأنظمة الساتلية مثلاً لمراقبة تشكيلة مباني دورة الوقود.

ومع مثل هذه المقاربة، يمكن للدول التي تتحمل حالياً أعباء تكاليف الانتشار النووي أن تجمع جهودها في طريق أخرى. إنها تستطيع أن تحدد الظروف المثلى لتقاسم ميزات التقانات المبتكرة في الطاقة النووية مع بلدان أخرى لا تمتلك أسلحة نووية، وأن تشعر في الوقت نفسه بحاجة ملحة لتطوير أنظمتها الخاصة في إنتاج الطاقة.

فمثلاً بينما تتيح الدول النووية النفاذ الأعظم إلى التقانات النووية، تقوم بمعالجة مشكلة عدم الانتشار، بالدرجة الأولى عن طريق إنتاج الطاقة على حسابها الخاص في المناطق المحتاجة من آسيا وإفريقية. إن استخدام الطاقة النووية الذي يكون مدعوماً في فترة تطويره الأولى في هذه المناطق، سيكون غير تجاري بشكل أساسي، ومبنياً على

المساعدة الدولية. ويمكن لمبادرة من هذا النوع أن تصبح عاملاً حاسماً في استقرار الوضع السياسي في مناطق النزاعات الدولية - المعروفة منها حالياً أو التي يحتمل أن تظهر في المستقبل على حد سواء. ويمكن أن تتوافق هذه المبادرة في الوقت نفسه توافقاً مناسباً مع المقاربات الجارية ممارستها حالياً والقائمة على "التصميم والبناء والتشغيل"، وقد تنقلب إلى أعمال تجارية ضخمة لشركات دولية أو تملكها الدولة، كتطوير لأسواق الطاقة.

وسبيل السير إلى الأمام يعود في رأيي إلى تطوير محطات متقدمة لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية تقوم على تقانات تساعد على ردع انتشار الأسلحة النووية.

## هل نستطيع التقانة النووية تلبية الاحتياجات؟

إذا كان على الكهرباء المولدة بالطاقة النووية أن تكون استراتيجية ضرورية لا بد منها من أجل الاقتصاد والأمان العالميين، يلزم إذا أن نعطي فكرة واضحة عن إمكاناتها. فإذا اعتمدت الكهرباء النووية على مفاعلات هذه الأيام واستخدمت دورة الوقود المفتوح (من دون إعادة معالجة)، فإنها ستستخدم المخزونات المتسيرة من اليورانيوم المتوفر بسعر معقول حتى نهاية هذا القرن. ولن ترتفع القدرة الكلية لمحطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية إلى أكثر من المستوى الحالي، لإنتاج ما يقرب من 350 GWe. أما عن طريق إعادة معالجة الوقود لإعادة استخدامه في المفاعلات الحرارية، كما هي الحال في بعض البلدان، فيحتمل التوصل إلى زيادة في إنتاج الكهرباء الكلي تبلغ 15 إلى 20 في المئة. وعند استخدام التوربوم كوقود إلى جانب اليورانيوم الطبيعي، فإن مساهمة التقانة النووية المحتملة قد تتضاعف في أقصى حد.

## المفاعلات السريعة

والمصطلحان الأساسيان "سريع" و"حراري" يحيلان إلى ما يحدث داخل لبّ المفاعل. ففي جميع أنماط المفاعلات يبقى الانشطار، أو التفاعل المتسلسل، الذي يولد الحرارة، مستمراً بفعل طاقة التصادم بين النوترونات والوقود. أما في المفاعل الحراري فتنبط النوترونات إلى ما يسميه الفيزيائيون "طاقة منخفضة" بفعل مهدئ هو الغرافيت أو الماء، وأما في المفاعل السريع، فلا تبطأ النوترونات الناتجة من التفاعل المتسلسل، ويقال عنها ذات "طاقة عالية".

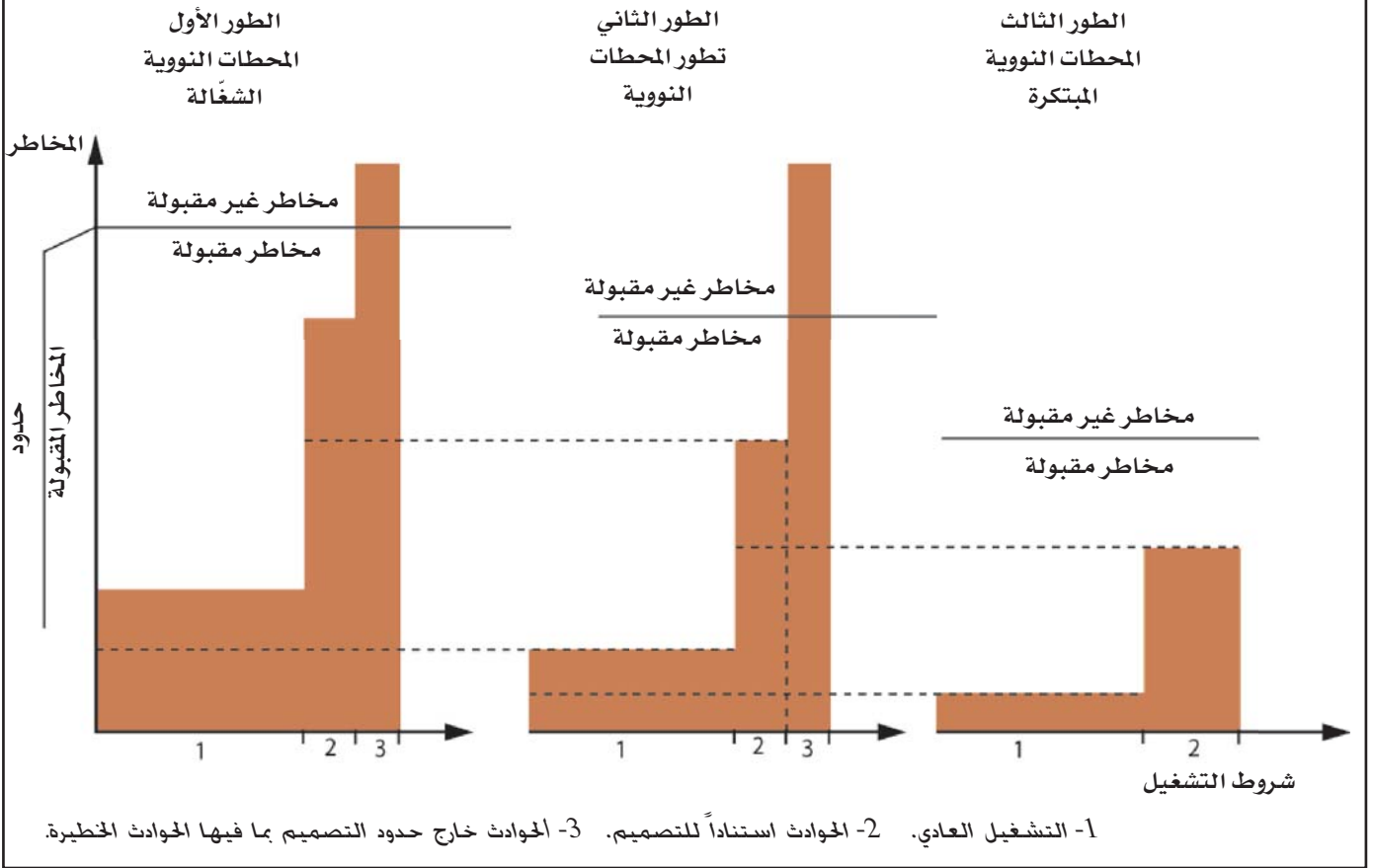
وليزيد من المعلومات التقنية حول المفاعلات السريعة وما تفعله بعض البلدان، يرجى زيارة صفحات الويب عن الطاقة النووية التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، في الموقع:

[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

ليست المفاعلات السريعة جديدة، ولكن التجديد والابتكار حدث في تطورها. لقد صممت هذه المفاعلات وشكلت في البلدان من أجل استهلاك الوقود وإنتاجه معاً. ومثل هذه المفاعلات "الولودة" تحرق وقود اليورانيوم وتولد البلوتونيوم الذي يمكن إعادة معالجته وإعادة تدويره من جديد إلى مفاعلات الوقود. وطورت فرنسا وروسيا واليابان وبلدان أخرى مفاعلات ولودة سريعة، على الرغم من أن القليل منها فقط يولد الكهرباء تجارياً في الوقت الحاضر. فالمفاعل الروسي BN-600 مثلاً يغذي الشبكة العامة بالكهرباء منذ العام 1981.

والمحطات التي تولد الكهرباء من الطاقة النووية على نطاق تجاري هي في الوقت الحالي مفاعلات "حرارية" بشكل أساسي، قد تشتمل أو لا تشتمل على إعادة معالجة الوقود.

## الشكل 2: الأمان النووي من حيث فئات المخاطر



من الاستنتاج بأن تأسيس هذه الصناعة يجب أن يقوم على المفاعلات السريعة. وفي آخر المطاف، ليس للحل الناجح لمشكلة الاندماج النووي الحراري المسيطر عليه إلا أن ينضم إلى إمكانيات التقانة النووية، من أجل تلبية الطلبات المتزايدة دائماً في العالم على الطاقة.

### الأمان والنفايات

فيما عدا الانشغال بأمور الطاقة وانتشار التقانة، توجد قضايا أخرى جديرة بالاهتمام هي أمان المحطة النووية والتخلص من النفايات المشعة.

فعلى صعيد النفايات، ساعدت الخبرة الهندسية النووية التي أقيمت عبر السنين، على إيجاد سبل فعالة للتخلص من النفايات المشعة، ومن هذه السبل طرائق إحكام عزلها عن البيئة، وطمرها في إنشاءات جيولوجية مختارة بكل عناية. أما إثبات توفر الأمان في مرفق تخزين - مستودع لترك الوقود المستهلك وحيداً - فهو إشكال بحد ذاته دائماً، لأن التخزين يجب أن يمتد على فترة زمنية طويلة جيولوجياً. وهذا الأمر يدعو إلى الحاجة لاستنباط دورة وقود، لا تزيد من مشاكل النفايات، بل تنقصها إلى أدنى حد.

إن نظام الكهرباء النووية القائم على المفاعلات السريعة التي فيها دورة وقود مغلقة، قد يمكن من تحقيق ما يسمى "إدارة مكافئ الإشعاع" للمواد النووية. وتشتمل هذه الإدارة على عملية تسمى "تحويل العناصر" في الأكتينيدات الصغيرة وأنتجة (ج: نتاج) الانشطار، والتي تعتبر استراتيجية بديلة تقضي بتخفيض النفايات

وتختلف الصورة تماماً عندما تكون المفاعلات السريعة منتشرة، وتُتبع فيها دورة وقود مغلقة، تعاد فيها معالجة الوقود النووي المستهلك ويعاد تدويره من أجل استخدام الطاقة. وتستطيع التقانة النووية عندئذ تأمين كل الزيادة المطلوبة في إنتاج الطاقة الكهربائية التي توقعها مؤتمر الطاقة العالمي (WEC) للعقود القليلة القادمة. والكلمة الأخيرة هي أن التقانة النووية يمكن أن تعمل حتى بعيداً عن تقييدات موارد الوقود. وفي هذه الحالة، يمكن الوفاء بمتطلبات بروتوكول كيوتو وأتوماتياً، كما يمكن إصدار غازات الدفيئة الناتجة عن صناعة الكهرباء هذه، عند مستوى محدد مسبقاً.

ومع ذلك ومهما تكن الحوافز إلى إعادة إحياء الكهرباء النووية، فإن أولوية عدم الانتشار تبقى أولوية لا تتغير في السياسات الدولية.

والتشاؤم الذي ساد في سنوات التسعينات، فتح الطريق في السنوات الأخيرة أمام بعض النزوع إلى إعادة وضع الكهرباء النووية بين أولويات استراتيجيات الطاقة في عدد من البلدان الكثيرة مثل روسيا وإيران والصين والهند. وتتقارب سياسة الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية هي الأخرى في هذا الاتجاه. ومع ذلك ومهما تكن الحوافز إلى إعادة إحياء الكهرباء النووية، فإن أولوية عدم الانتشار تبقى أولوية لا تتغير في السياسات الدولية. وإذا كان لا بد من اعتبار إنتاج الكهرباء من الطاقة النووية على نطاق واسع خياراً واقعياً، فلامفرّ

سنة تصميمات للمفاعلات، بما فيها المفاعلات السريعة، لمزيد من استعراضها مفصلاً قبل اتخاذ القرار النهائي بشأنها.

وبالمناسبة، فقد كان أنجز مثل هذا العمل في روسيا أثناء العقد الأخير، وقاد إلى اختيار مفاعل سريع مبرد بالمرصاص، ما زال تصميمه الهندسي قيد التطوير التفصيلي. وصل هذا المشروع إلى مرحلة متقدمة جداً واختير له موقع في الأورال، يحتمل أن تبنى فيه منشأة توضيحية. وفي نفس الوقت بذلت جهود بحث وتطوير لدعم

## ولخدمة المصالح الاستراتيجية للطاقة وأهداف عدم الانتشار، لا بد من دعم وطني ودولي لهذا الفصل الجديد من تطوير توليد الكهرباء من الطاقة النووية.

مقاربة إدارة مكافئ الإشعاع للمواد النووية. وقد تصلح نتائج هذه الدراسات أساساً للمقارنة مع تصميمات مفاعلات أخرى ومقاربات تحقيق الغايات من دورة الوقود.

بين استعراض التقدم الذي أحرز عبر البرنامج INPRO والمنتدى Gif أن من الممكن التنسيق بينهما، شريطة تحقيق الانسجام في الهدف النهائي، وتحديده باعتباره تطويراً لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية على نطاق واسع، قادراً على المنافسة الاقتصادية، وقائماً على تقانات دورة الوقود المغلقة ومقاومة الانتشار. وفي ضوء السعي إلى زيادة الاستفادة من توليد الكهرباء من الطاقة النووية بمقاربات جديدة، قد يكون من المفيد لتحقيق هذا الغرض أن تضم أنشطة المشروع INPRO والمنتدى Gif إلى بعضهما، من أجل بلوغ أهدافهما المشتركة عبر تعاون دولي. ولعل نجاح تنفيذ مشروع الاندماج في المفاعل التجريبي النووي الحراري الدولي (ITER)، وإن كان مدرجاً في رأس قائمة الاحتياجات الحالية إلى مثل هذه المنشآت، يشكل مثلاً ممتازاً لتعاون فعال على معالجة أكثر المهمات الهندسية تحديداً.

إنتاج الكهرباء الرخيصة في محطات الكهرباء النووية المبتكرة يعتبر أساساً جذاباً للتنمية الاقتصادية المستقبلية. فهو يساعد الجهود المبذولة لإزالة التفاوت الجائر القائم بين مستويات المعيشة في مختلف الأقاليم، كما يساعد أخيراً على إزالة الأسباب الأساسية الكامنة وراء التوترات السياسية والنزاعات الدولية.

عمل إنجيني أداموف وزنراً للطاقة الذرية في الاتحاد الروسي في الفترة 2001-1998، كما كان استشارياً لرئيس الحكومة الروسية منذ العام 2002، ويمكن الحصول على كل المراجع ومزيد من التفاصيل التقنية من العنوان البريدي الإلكتروني للمؤلف:

avde@nikiet.ru

المشعة طويلة الأمد وتدبرها. وفي دورة الوقود المغلقة في المفاعلات السريعة، قد يقارب النشاط الكلي للنفايات النووية مثلاً نشاط فلز مطمور ليس لأكثر من 150 إلى 200 سنة. ولهذا تأثير أكيد في الإدراك العام لإدارة النفايات.

فيما يخص أمان المحطات، لا يمكنني إلا أن أعترف بالإنجازات المثيرة للإعجاب التي تمت لتحسين شروط الأمان في المحطات النووية القائمة، عبر استخدام تقييمات الأمان الاحتمالية وغيرها من التدابير. ومع ذلك إذا تتبعنا مسيرة التقانات النووية الابتكارية السليمة، فإن المفاعلات يمكن تطويرها بحيث لا تترك فرصة في الوقت الحاضر للحوادث الخطيرة بفضل تصميمها وفيزيائها وموادها. ومزايا مثل هذه المنشآت يمكن أن تثبت حسميتها في اختيار الجمهور.

وسميت مثل هذه المفاعلات حديثاً "مرافق الأمان الطبيعي". إنها تستطيع أن تعتمد في أمانها على قوانين الطبيعة، أكثر من اعتمادها على حواجز أمان إضافية من صنع المهندسين وعلى فائق من الموظفين. فيمكن مثلاً تصميم مفاعلات سريعة تستطيع فيزيائياً أن تستبعد الخطير من الحوادث مثل ما حدث في تشرنوبيل عام 1986 أو في جزيرة "تري مايل" عام 1979 (الشكل 2 يوضح الفروقات).

## الدعم والتعاون العالميين

تستطيع المفاعلات السريعة أن تفتح الطريق في أرضيات مختلفة لفرص جديدة من أجل تأمين تنافسية الكهرباء المولدة من الطاقة النووية. ولخدمة المصالح الاستراتيجية للطاقة وأهداف عدم الانتشار، لا بد من دعم وطني ودولي لهذا الفصل الجديد من تطوير توليد الكهرباء من الطاقة النووية.

أجريت دراسات عديدة لتحليل وتحديد ظروف الأمان الأساسية وما يتعلق بها من متطلبات اقتصادية تتصل بتقانات المفاعلات المبتكرة. وهذه المتطلبات تختلف اختلافاً أساسياً عن متطلبات سنوات الستينات والسبعينات. وترجمت المتطلبات الجديدة إلى مبادئ حاكمة أدرجت في استراتيجية توليد الكهرباء من الطاقة النووية في روسيا في النصف الأول من القرن الحادي والعشرين، واستشهد بها الرئيس الروسي في مبادرته حول التعاون الدولي التي أعلنها في القمة الألفية لمنظمة الأمم المتحدة في نيويورك في أيلول / سبتمبر عام 2000.

وأضاف المؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية عام 2000 فشدّد على ما يدعى البرنامج إنبرو (INPRO) (البرنامج الدولي للمبتكر من المفاعلات النووية ودورات وقودها) الذي تتعاون عليه عدة بلدان (انظر المقال "دعم الابتكار" في هذا العدد من نشرة الوكالة). وتلتقي التقديرات الحديثة للسيد البرادعي المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية، إلى حد بعيد مع المبادرة العالمية للرئيس بوتين.

وفي نفس الوقت، دفعت التغييرات في المواقف السياسية تجاه الطاقة النووية، التي ظهرت في سياسة الطاقة الوطنية للولايات المتحدة الأمريكية، بعض البلدان لكي تضم قواها عبر المنتدى الدولي للجيل الرابع (Gif) من أجل تطوير مفاعلات نووية متقدمة. وتم انتقاء