

توليد الكهرباء من الطاقة النووية

سيناريو يترقى

بقلم: محمد البرادعي



شهد العامان المنصرمان تسليط الضوء على الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA ويعود ذلك في المقام الأول إلى دورنا "كحارس للطاقة النووية" في العالم، كما كان يشار إلينا أحياناً في أخبار المساء. جعل هذا التركيز القوي للحكومات والشعوب، بصورة عامة، تقدر المقاربة غير المنحازة التي نحاول أن نطبّقها على أنشطة التحقق التي نقوم بها معتمدين حصراً على الدليل الواضح. وهذا بدوره أعطى الوكالة سمعة حسنة لموضوعيتها واستقلاليتها. ونطبق هذه المقاربة نفسها على الجانب الآخر من مهمتنا "الذرة من أجل السلم" المتمثلة باستخدام الثقافة النووية من أجل التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

يمكن أيضاً تسخير الطاقة النووية لخدمة الحاجات البشرية الأساسية الأخرى، ومن إحدى التجارب السارة في حياتي المهنية أنني شهدت العدد الكبير المتزايد من التقنيات النووية والنظائرية التي استخدمت من أجل معالجة تحديات مروعة - وخصوصاً في العالم النامي - وتوليد محاصيل أكثر ريعاً في المناطق المناخية القاحلة، ودراسة سوء التغذية عند الأطفال، وإدارة الإمدادات بمياه الشرب، وزيادة الإنتاجية الصناعية، وإبادة الحشرات الناقلة للأمراض، وحل العديد من المشكلات الأخرى المتعلقة بالجوع والفقر والعناية الصحية غير الوافية.

والتطبيق السلمي للطاقة النووية الأكثر وضوحاً، والمثير للجدل غالباً، هو توليد الكهرباء الذي يركّز عليه هذا المقال أكثر ما يكون من وجهة نظر أوروبية.

الصورة المتغيرة باستمرار

ما زالت صورة حالة الكهرباء المولدة من الطاقة النووية مشوشة جداً لكن هنالك علامات تدل على أن التغيير آتٍ تلوح في الأفق. في نهاية العام الماضي، بلغ عدد الوحدات العاملة في توليد الكهرباء من الطاقة النووية في العالم 440 وحدة، وكانت جميعها تمدّ العالم بحوالي 16% من الكهرباء، وبقيت هذه النسبة المئوية ثابتة نسبياً لحوالي عشرين عاماً - وهذا يعني أن توليد الكهرباء من الطاقة النووية قد تنامي من حيث الأساس بنفس معدل تنامي استهلاك الكهرباء الكلي في العالم أجمع.

تركّز توليد الكهرباء من الطاقة النووية في البلدان المتقدمة، وكان أكثر من نصف مفاعلات العالم موجوداً في أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية، وأقل من 10% منها في البلدان النامية التي سيحصل فيها برغم ذلك أكبر تنامٍ في الطلب على الكهرباء لهذا القرن على الأغلب. بالإضافة إلى بلجيكا وفرنسا، اللتين ذكرتهما للتو، يولّد الكثير من البلدان المتطورة نسبياً لا بأس بها من طاقتها الكهربائية من الانشطار النووي: بما في ذلك روسيا 16%، أو ألمانيا 30%، أو اليابان 35%. وعلى نقيض ذلك، فإن النسب المئوية في البلدان النامية الكبيرة مثل البرازيل والهند والصين لا تتعدى 4% و3.7% و1.4% على التوالي.

بناء جديد

إن تطورات النمو والتوسع لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية تتركز في آسيا، ومن بين الوحدات الإحدى والثلاثين التي هي قيد البناء في العالم، تقع 18 وحدة في الهند واليابان وكوريا الجنوبية والصين - بما فيها تايوان. وعشرون من المفاعلات التسعة والعشرين الأخيرة التي

ستبنى وتوصل بالشبكة العامة، ستكون أيضاً في الشرق الأقصى وجنوب آسيا.

ربما تكون أعمال البناء هذه أكثر نشاطاً مما يتوقعه معظم الأوربيين، نظراً إلى مدى انخفاض النمو الحالي الحاصل في الغرب. بالنسبة إلى أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية، أصبح البناء النووي مجالاً مجمداً - وآخر منشأة جرى إكمالها كانت في فرنسا عام 1999 هي منشأة Civaux-2. وهذا يثير التساؤل التالي: مع قلة أعمال البناء الجديدة، كيف تمكنت الكهرباء النووية من مجاراة مصادر الطاقة الأخرى والإبقاء على حصتها من توليد الكهرباء؟

أداء أمان محسّن وتوفر متزايد

ما يثير الاهتمام جداً، أن الجواب على هذا السؤال يكمن في الجهود المبذولة لتحسين أداء الأمان لقد حدثت تشرونوبل عام 1986 على إنشاء الرابطة العالمية لمشغلي الثقافة النووية WANO. وأحدث ثورة في طريقة تناول الوكالة أمان محطات الكهرباء النووية. وأنشئت في كلتا المنظمتين شبكات عمل للقيام بعمليات استعراض نظيرة، ومقارنة ممارسات الأمان، وتبادل معلومات التشغيل الحيوية لتحسين أداء الأمان. واستخدم تحليل المخاطرة بنظامية أكبر، للتأكد من أن التغيرات الحاصلة تقع في ضمن مجالات تجلب أكبر عائد للأمان.

وإن كان هذا الجهد الدولي تركّز على تحسين الأمان، إلا أن فائدته الثانية تمثلت في زيادة مطردة في توفر المحطات النووية وإنتاجيتها. ففي عام 1990، كانت محطات الطاقة النووية تولّد الكهرباء وسطياً أثناء 71% من الوقت. وفي عام 2002، ارتفع الرقم إلى 84% - تحسين في الإنتاجية يعادل إضافة أكثر من 34 محطة توليد نووية قدرة كل منها 1000 ميغاواط - وجميعها بتكلفة دنيا نسبياً.

مع قلة أعمال البناء الجديدة، كيف تمكنت

الكهرباء النووية من مجاراة مصادر الطاقة الأخرى

والإبقاء على حصتها من توليد الكهرباء؟

كانت النتيجة أن محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية القائمة والمشغلة جيداً أصبحت أكثر فأكثر ممتلكات قيّمة. وعلى الرغم من أن تكاليف تأسيس وإنشاء محطة توليد نووية تكون مرتفعة، إلا أن تكاليف تشغيلها منخفضة نسبياً ومستقرة. وفي الوقت الذي لم يتم الإعلان فيه جيداً عن هذه التحسينات المدخلة على الأمان والاقتصاد - ولم تترك بعد أثراً مهماً على الرأي العام حول الكهرباء النووية - فإنها لم تغب عن اهتمام المستثمرين. لقد أصبحت عاملاً قوياً في قرارات التمديد لترخيص المحطات القائمة - ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال، تلقت 19 محطة تمديدات ترخيص مدة كل منها 20 عاماً في السنوات الخمس الماضية.

هل من تغيرات في الأفق؟

يعتقد بعض المحلّين أن حدوث عمليات بناء نووي جديدة في أوروبا يكتسب مكانة جديدة، وذلك لعدد من الأسباب:

السبب الأول هو نتيجة الموقف الواضح الذي اتخذته أوروبا ضمن الجهود العالمية للحد من إصدارات غازات الدفيئة والتقليل من مخاطر تغير المناخ.

توليد الكهرباء من الطاقة النووية لا يصدر نظرياً غازات دفيئة، فسلسلة الكهرباء النووية الكاملة ابتداءً من استخراج اليورانيوم من المناجم إلى التخلص من النفايات، بما في ذلك بناء مفاعلات ومنشآت، لا تُصدر إلا من 2 إلى 6 غرامات من الكربون لكل كيلو واط ساعي. وهذا يعادل تقريباً ما يصدره توليد الكهرباء من طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية، ويقل بمرتين عما يصدره توليد الكهرباء من طاقة الفحم أو البترول أو حتى من الغاز الطبيعي. إذا أُغلقَت محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية التي تعدّ 440 محطة في العالم كله، واستعيض عنها بخليط مناسب من المصادر غير النووية، ستكون النتيجة ازدياد إصدارات الكربون بحوالي 600 مليون طن في العام. وهذا يعادل تقريباً مثلي الكمية الكلية التي نَقَدَرُ تفادياها عام 2010 من خلال بروتوكول كيوتو بافتراض تصديق روسيا عليه.

ضمان التزوّد بالطاقة

السبب الثاني هو التشديد الحالي في أوروبا على ضمان التزوّد بالطاقة. قدّرت ورقة الخُصْر الخاصة بضمان التزوّد بالطاقة في أوروبا، أن الأعمال إذا سارت على منوالها الحالي، ربما تزيد من الاعتماد على الطاقة المستوردة من 50% حالياً إلى حوالي 70% في عام 2030. والقلق الذي ساور الاستثمار في توليد الكهرباء من الطاقة النووية أثناء أزمة النفط في سنوات السبعينات، يماثل القلق الذي يساور الاستثمار في هذه الأيام حتى يساهم مساهمة فعالة في ضمان تزويد أوروبا بالطاقة. إن موارد اليورانيوم الكبيرة في أوروبا ليست شرطاً لازماً لهذا الضمان. وإنما يعتمد الضمان على القائمة المتنوعة من منتجي اليورانيوم الثابتين، وعلى المكان الصغير اللازم للتخزين من أجل التزوّد بالوقود لأمد طويل.

خطر صحيّ عام نسبيّ

ماذا بشأن السلامة والصحة العامة؟ فيما يخص توليد الكهرباء من الطاقة النووية، فلا يكون له أثر كبير على الصحة إلا في حال وقوع حوادث جسيمة، وهذه لم يقع منها سوى حادث واحد -تشرنوبل- بسبب تصدعات خطيرة في التصميم، مقترنة بأخطاء جدية ارتكبتها المشغلون. وقد كان تشرنوبل مفاعلاً من الطراز RBMK (مفاعل قنوي عالي القدرة Channelized large power reactor). ولا يزال يعمل في روسيا 15 مفاعلاً من هذا الطراز، إضافةً إلى مفاعلين في ليتوانيا جرت جدولة إغلاقهما في عامي 2005 و2009، بموجب اتفاقات قبول. وبفعل التحسينات التي أجريت عام 1986، لم يعد يشكل أي من هذه المفاعلات أي تهديد يماثل شرنوبل، كما لم تعد تبنى مفاعلات أخرى من الطراز RBMK.

أضف إلى ذلك، أن تشرنوبل ليس النموذج الأولي للمحطات النووية الجديدة - الأوروبية أو غيرها. فمن أجل تقييم أداء المحطات المستقبلية، ربما يكون مفاعل الماء المضغوط الأوروبي EPR الذي اختارته مؤخراً

شركة TVO في فنلندا من أجل محطاتها الجديدة أولكيلوتو3 Olkiluoto، هو النموذج الأفضل. عندما يتفحص محلو الأعمال الهندسية المخاطر المتأتية على الصحة العامة من هذه التصاميم النووية الجديدة - أو يتفحصون بشأن هذا الأمر سجل السلامة الخاص بالمحطات النووية في العالم، على مدى العقد المنصرم من التشغيل - يجدون أن المخاطر مع التقانة النووية هي من أقلها مع التقانات الأخرى في ميدان صناعة الطاقة.

إجراء الاختيار

من الواضح في كل الأحوال أن قرارات الطاقة لا يمكن اتخاذها على أساس "مقاس واحد يناسب الجميع". فكل بلد وإقليم يواجه جملة من المتغيرات المختلفة عندما يقوم باختيار استراتيجية الطاقة الخاصة به. فأوروبا لا تواجه الضغط المزودج المتمثل بالنمو السكاني والحاجة إلى التنمية الاقتصادية الذي تواجهه في بعض أرجاء آسيا. وتعدّ الصين والهند اللتان تضمان حُمسَي سكان العالم، من بين البلدان التي تواجه طلبات ضخمة على الطاقة، بسبب حاجتهما إلى مكافحة الفقر والجوع.

من الواضح في كل الأحوال أن قرارات الطاقة لا يمكن

اتخاذها على أساس "مقاس واحد يناسب الجميع". فكل

بلد وإقليم يواجه جملة من المتغيرات المختلفة عندما يقوم

باختيار استراتيجية الطاقة الخاصة به

وتتأثر اختيارات الطاقة بشدة أيضاً بتفهم الجمهور - بما في ذلك إدراك الخطر. فعلى الرغم من التحاليل الهندسية التي ذكرتها آنفاً، ومجموعة التدابير التي وضعت لتجنب إمكانية وقوع حادث نووي خطير، لا يمكن أبداً تقليل احتمال حدوث مثل هذا الخطر إلى الصفر - وفي بعض البلدان مازالت ذكرى تشرنوبل تلقي بثقلها على إدراك الجماهير. ففي النمسا مثلاً، حيث أعيش، وحيث لا توجد محطات كهرباء نووية، ينبغي لي أن أتوقع أن تكون الأغلبية الساحقة ضد توليد الكهرباء من الطاقة النووية. وعلى نقيضها فنلندا التي تمتلك خبرة طويلة وإيجابية مع الكهرباء النووية، ومازالت أغلبية شعبها تدعم التوسع في توليد الكهرباء من الطاقة النووية. إلا أنه في بلدان أخرى، مثل ألمانيا والسويد - حتى التي لم تكن خبرتها الطويلة مع الكهرباء النووية مصحوبة بمخاوف ذات مغزى حول السلامة - أدت المشاعر المعادية للتقانة النووية فيها إلى اتخاذ قرارات تستبعد الكهرباء النووية.

كيف توازن البلدان بين خطر وقوع حادث نووي وأخطار الحوادث الناجمة عن عوامل أخرى - مثل تلوث الهواء، والسدود على الأنهار، وحوادث المناجم، وتبعية التزوّد بالوقود الخارجي - كل هذه الأمور قضايا معقدة ومثيرة لجدل مشروع. نحن في الوكالة الدولية للطاقة الذرية نعمل على بذل قصارى جهدنا لتوفير أفضل المعلومات الموضوعية الممكنة، لكي نقدمها إلى أي بلد، حتى تساعد على اتخاذ قراراته بشأن التزوّد بالطاقة، وتضمن له الفهم الواضح والمناسب لمخاطر التقانة النووية ومنافعها، ولكي تساعد تلك البلدان التي تختار توليد الكهرباء من الطاقة النووية على تشغيل منشآتها بأمان وسلامة.

قضايا أساسية تتعلق بقبالية التطبيق المستقبلي

عندما ننظر إلى المستقبل، نجد من وجهة نظري الشخصية، بعض التحديات الأساسية تتعلق مباشرة بقبالية التطبيق المستقبلي للكهرباء النووية.

تدبير النفايات والتخلص منها

يكمن التحدي الأكبر في تطوير استراتيجيات واضحة عالمية ووطنية من أجل تدبير الوقود المستهلك والنفايات العالية السوية الإشعاعية والتخلص منها. هنا في أوروبا، أقر البرلمان في كانون الثاني/يناير مشروع قرار تشريعي يطلب من الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي أن تضع، بحلول عام 2006، برامج مفصلة لتدبير النفايات والتخلص منها على الأمد البعيد. وكانت فنلندا في الصدارة حيث صادقت حكومة فنلندا وبرلمانها على "قرار مبدئي" يحظى بدعم محلي كبير، من أجل بناء مكن نفايات نووية نهائي في كهف قرب محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية في أولكيلوتو. وتعمل السويد أيضاً على إنهاء عملية اختيار موقع. وتعمل الوكالة بجد على مساعدة دولها الأعضاء على وضع استراتيجيات لتدبير النفايات والتخلص منها، وتسهيل التعاون الدولي في مجال البحوث المتعلقة بالتخلص من النفايات والمشروعات التوضيحية.

ولكي يعطي المحللون فكرة واضحة عن قضية النفايات، يشيرون أحياناً إلى أن الوقود المستهلك الناتج من كل مفاعلات العالم في العام - حتى بدون أن يكون معالجا من أجل إعادة الاستخدام - يمكن استيعابه في بنيان يعادل مقاسه ملعب كرة القدم وارتفاعه متر ونصف. وعند مقابلة هذه الكمية - 12000 طن - بكمية نفايات الكربون المقدرة بـ 25 بليون طن والتي تنطلق مباشرة إلى الجو كل عام من الوقود الأحفوري، يبدو حجم الوقود النووي المستهلك ضئيلاً نسبياً. علاوة على ذلك، تقانة التخلص من النفايات قادرة تماماً على حفظ النفايات النووية في أوعية من زجاج أو سيراميك (خزف) لوضعها لاحقاً في حاويات مقاومة للتآكل وعزلها جيولوجياً. وتجري بحوث أخرى حالياً تسعى إلى استخدام نظم مسرعات لتقليص حجم النفايات ودرجة سميتها الإشعاعية. كما توجد بحوث جديدة تجري لضمان إمكانية استعادة النفايات المخزنة من المستودعات، لكي يتاح استخدامها بالكامل في حال تقدم التقانة مستقبلاً.

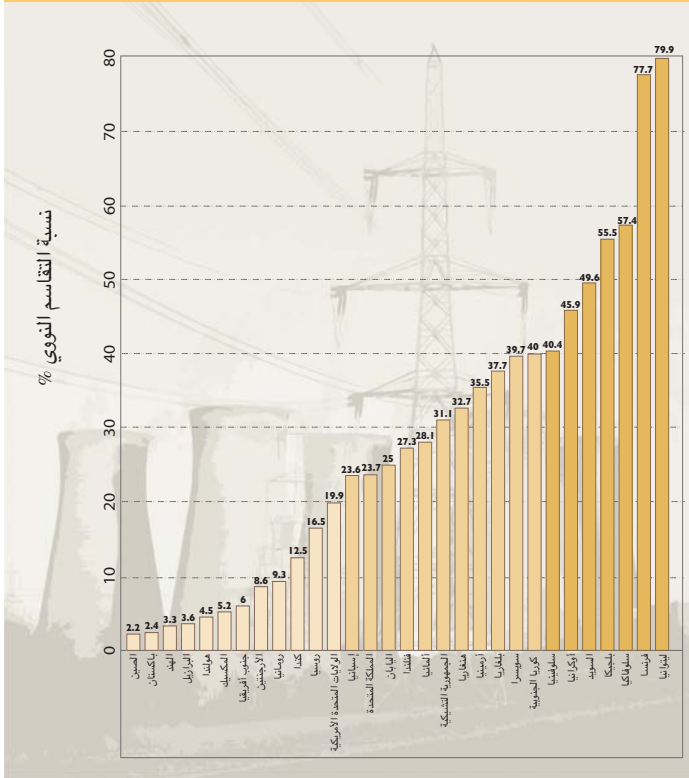
لكن الشكوك ما تزال تخامر الجماهير - ويبدو أن التخلص من النفايات النووية يبقى موضع جدل ونزاع، ربما إلى أن يبدأ العمل بأول مستودع جيولوجي وتثبت تقانات التخلص من النفايات إثباتاً كاملاً.

أداء الأمان

ويتعلق التحدي الثاني الأساسي بأداء الأمان. كما ذكرت سابقاً، فإن تطوير شبكات أمان نووي دولية قوية على مدى العقدين المنصرمين قد أتى ثماره، ويمكنني القول بكل ثقة إن الأمان النووي قد تطور بصورة مثيرة. إلا أن علينا ألا نركز إلى الفوز وأكاليل الغار، إذ ما تزال هناك فجوات: ففي بعض الحالات، ما تزال المنشآت الحالية ذات

تقاسم نووي للكهرباء

على امتداد العالم 2003



التصاميم القديمة تتطلب ارتفاعاً أو تدابير تعويضية تضمن سوية مقبولة من الأمان. لقد ركزنا أيضاً على تحديد المشكلات المتشابهة من حيث منشأ أسبابها لاتقاء وقوع الحوادث في المنشآت النووية؛ وهذا يعني التأكد من أن الدروس المستفادة من إحدى المحطات النووية يجري تضمينها بنجاحة في الممارسات التشغيلية لباقي المنشآت النووية الأخرى ذات العلاقة.

أود أن أشدد على أنه، بغض النظر عن اختيارات الطاقة الجارية في بلد أو إقليم معين، من المهم أن تقدم جميع البلدان دعماً لضمان تطبيق معايير عالية من الأمان في المنشآت النووية في العالم أجمع. إن الأمان النووي مصلحة عامة، ولا بد أن يبقى أولوية عالمية.

الأمن النووي

التحدي الثالث الأساسي - الأمن النووي - ينبغي ألا يشكل لنا مفاجأة. أدت الهجمات الإرهابية على الولايات المتحدة في أيلول 2001 إلى إعادة تقييم الأمن في كل قطاع صناعي، بما في ذلك الكهرباء النووية. لقد اتسعت أنشطة الأمن النووي على الصعيدين الوطني والدولي بصورة كبيرة في المدى والحجم على السواء. فعلى مدى العامين المنصرمين، عملنا في الوكالة الدولية للطاقة الذرية في كل قارة من أجل مساعدة البلدان على مراقبة موادها النووية ومصادرها الإشعاعية بصورة أفضل، وحماية منشآتها النووية، وتعزيز مراقبة حدودها. وهنا أيضاً يحرز المجتمع الدولي تقدماً جيداً. ففي الوقت الذي لا تزال المنشآت النووية حول العالم تحتاج إلى عمل كثير، فإنها عززت قوى الأمن، وأضافت حواجز وقائية، واتخذت تدابير أخرى تتناسب مع المخاطر الأمنية وإمكانيات التعرض للهجمات حالياً.

السلامة المستترة، ودعم مراقبة المواد النووية عبر تشكيلات جديدة للوقود، وتصميم مرافق تتيح تخفيض أزمان البناء وتقليل تكاليف التشغيل. يجب أن يكون الابتكار أكثر من تقني صرف أي يجب وضع نهج لسياسات توضع موضع التنفيذ، لتمكّن من جدولة الإنشاء جدولة موثوقة، واتخاذ إجراءات لإعادة النظر في عملية الترخيص، وغيرها من العوامل التي تؤثر في التكاليف وتكسب ثقة المستهلك.

وبغية تغيير متطلبات السوق، نقوم بإيلاء عناية خاصة للمفاعلات الصغيرة والمتوسطة القُدّ، التي تتيح تزايداً أكثر في الاستثمارات، وتوفير انسجاماً أفضل مع قدرة الشبكة العامة في البلدان النامية، وتتكيف تكيفاً أسهل مع طيف واسع من المشروعات والتطبيقات الصناعية مثل تدفئة منطقة، أو إزالة ملوحة مياه البحر، أو تصنيع وقود كيميائي.

تتهدم الآن حوالي 20 دولة من الدول الأعضاء في الوكالة في وضع تصاميم مبتكرة للمفاعلات ولدورة وقودها. وتشجع الوكالة الدولية للطاقة الذرية الابتكار عبر مشروعها الدولي المسمى INPRO بشأن المفاعلات النووية المبتكرة ودورة وقودها، كما تعمل حالياً مع مشروعات ابتكار أخرى وطنية ودولية.

قرارات في الطريق

في الختام، دعوني أشير إلى أن "فترة الاستكانة" الحالية التي تشهدها أوروبا في ميدان توليد الكهرباء من الطاقة النووية سوف تنتهي قريباً. وفي المستقبل القريب، ستجد أوروبا نفسها في مواجهة قرارات هامة متعلقة بالطاقة. فمع ازدياد عدد محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية التي تشارف على نهاية حياة تصميمها الأصلي، سيكون على أوروبا أن تقرر كيف تستعوض عن محطاتها الكهربائية النووية الذاهبة إلى التقاعد.

سيتوقف اتخاذ هذه القرارات، إلى حد ما، على الاتجاه الذي تختاره للتشديد عليه - مثل استكشاف مصادر الفحم والغاز الطبيعي المتوفرة، أو تحسين أداء وتكاليف الطاقات المتجددة، أو الاعتماد اعتماداً أكبر على المستوردات. يبدو واضحاً أن الخيار الأساسي الوحيد المرجح تيسره حالياً، والمتوفر فيه إصدارات كربون قليلة شبيهة بالكهرباء النووية، هو توليد الكهرباء من الطاقة المائية على نطاق واسع - مع العلم أن مواقع التوسع في توليد الكهرباء من الطاقة المائية محدودة نوعاً ما في أوروبا.

وفي نهاية المطاف، مهما تكن خياراتكم تنطوي على فكفكة المفاعلات القائمة، أو تمديد فترة حياتها، أو بناء جيل جديد من محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية في أوروبا، فإن الوكالة الدولية للطاقة الذرية ستكون على استعداد لمساعدة الجهود المبذولة لضمان مورد طاقة آمن وسالم.

الدكتور محمد البرادعي هو المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية. يستند هذا المقال إلى خطابه في مؤتمر البرلمان الأوروبي المعني بخيارات الطاقة لأوروبا، في أيار 2004، بروكسل، البريد الإلكتروني:

Official.mail@iaea.org

لقد كانت الأضواء مسلطة بصورة كبيرة على مخاطر محطات الطاقة النووية، وفي الوقت الذي كانت فيه الصناعة النووية استباقية جداً في معالجة مخاوف الأمن، يجب ألا تصرفنا هذه الجهود عن إمكانية تعرّض باقي القطاعات الصناعية والتجارية للهجمات، التي قد تكون إرهابية فيكون لها تأثيرات مدمرة مشابهة.

عدم الانتشار النووي

يشكل اتّقاء انتشار الأسلحة النووية تحدياً ذا صلة ولكنه مختلف. دعوني أقول لكم في البداية أنه لا توجد مواد نووية - سواء ناتجة عن مفاعلات الكهرباء النووية أو غيرها من المصادر - عرفت بأنها موضوعة تحت حماية الوكالة الدولية للطاقة الذرية ثم جرى تحويلها لأغراض عسكرية.

لكن الأحداث الأخيرة تثبت أن نظام عدم الانتشار واقع تحت ضغط متعاظم. وهذا واضح في التشغيل الفاشل لنظام مراقبة التصدير، الذي تجلّى حديثاً فيما اكتشف من سوق سوداء للمواد والتجهيزات النووية، وكذلك في الانتشار الخطير لتقانة دورة الوقود. بموجب نظام عدم الانتشار الحالي، لا يوجد ما يحظر على دولة لا تمتلك أسلحة نووية أن تمتلك تقانة التخصيب أو إعادة المعالجة، أو أن تمتلك مادة نووية يمكن استخدامها في الأسلحة. فإذا قررت إحدى الدول التي تمتلك المقدرة على تطوير دورة الوقود بالكامل، وبنية تحتية عالية التصنيع، النكوص عن التزاماتها المتعلقة بعدم الانتشار، يعتقد أغلب الخبراء أنه سيكون بمقدورها إنتاج سلاح نووي في غضون أشهر.

لقد اقترحت مؤخراً من أجل معالجة إمكانيات التعرض لمثل هذه المواقف، أن توضع أكثر أجزاء دورة الوقود حساسية من حيث الانتشار - إنتاج وقود جديد، ومعالجة مادة يمكن استخدامها في الأسلحة، والتخلص من الوقود المستهلك، والنفايات المشعة - تحت رقابة متعددة الجنسيات، وربما يكون ذلك في عدد محدود من المراكز الإقليمية. يمكن القيام بأعمال تحقّق ومقارنة مناسبة للحفاظ على المنافسة التجارية، والسهر على عدم انتشار التقانة الحساسة، وضمان استمرار التوريد للمستخدمين الشرعيين المحتملين. كما اقترحت مؤخراً إعادة النظر في نظام مراقبة التصدير، بغية تضيق عمليات المراقبة لجعل النظام عالمياً وملزماً. كما دعوت مؤخراً إلى أن تصبح قواعد التحقق الأكثر تشدداً، بموجب ما يدعى "البروتوكول الإضافي"، قواعد سلوك عالمية، حتى تتمكن الوكالة الدولية للطاقة الذرية من كشف الأنشطة النووية غير المصرح عنها كشافاً فعالاً.

ويمكن، في رأيي، أن تزداد المزايا من حيث التكلفة والأمان والأمن وعدم الانتشار، بفضل هذا النمط من النهج المتعدد الجنسيات.

الابتكار على صعيد التقانة والسياسات

التحدي الأخير هو الابتكار - تشجيع استنباط تقانات مفاعلات جديدة ودورة وقودها. ولكي تكون هذه التقانات المبتكرة ناجحة ينبغي لها أن تعالج المخاوف المتعلقة بالأمان النووي والانتشار وتوليد النفايات - ويجب أن تكون قادرة على توليد الكهرباء بأسعار منافسة. من وجهة نظر تقنية، ينطوي الأمر على الاعتماد الأكبر على أوجه