

تحولت الطاقة النووية من تجربة
معملية إلى تكنولوجيا ناضجة
لكنها تواجه الآن رياحا معاكسة
خطيرة

محطة للطاقة النووية قيد الإنشاء في كودانكولام بالهند.

الطاقة الذرية

لوكاس ديغيز وكاثرين هوسمان

وقد بات فهم القوى الاقتصادية والتنظيمية التي تؤثر في هذه الآفاق المستقبلية المتغيرة أكثر أهمية من أي وقت مضى. فالكارثة النووية التي وقعت في فوكوشيما باليابان سلطت الضوء على المخاطر التي تنطوي عليها الطاقة النووية. لكن مع اقتراب مفاوضات المناخ في باريس، حان الوقت بشكل خاص للنظر في الدور المستقبلي للطاقة النووية.

ومن المنطقي أن يرى العديد من مؤيدي الطاقة النووية دورا رئيسيا لها في التصدي لتغير المناخ. فالرطل الواحد من اليورانيوم ينتج كهرباء تعادل ما ينتجه ١٦٠٠٠ رطل من الفحم. وبينما تخلو الطاقة النووية تقريبا من الانبعاثات، يتولد عن الفحم المحترق وأنواع الوقود الأحفوري الأخرى ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والزرئبق.

ما مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي نتحدث عنه؟ لنبحث ما يلي. إذا تمت الاستعاضة عن كل محطات الطاقة النووية التي تعمل حاليا بالوقود الأحفوري، ستزيد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار ملياري طن متري سنويا. وهذا أقل قليلا من مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا وفرنسا وإيطاليا والمملكة المتحدة مجتمعة. ورغم تزايد استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم، فإنها لا توفر القدرات الموثوقة اللازمة لسد هذه الفجوة.

الانتعاش والكساد

ورغم زيادة الاهتمام بتغير المناخ، فقد تم بناء عدد قليل نسبيا من المحطات النووية خلال العقود الثلاثة الماضية. وقد ازدهر بناء المحطات النووية لأول مرة في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية في ستينات وسبعينات القرن العشرين (راجع الرسم البياني). وقد استمر إنشاء العديد من هذه المشاريع حتى نهاية الثمانينات من القرن العشرين، لكن منذ عام ١٩٩٠ تم إنشاء عدد قليل نسبيا.

وقت طويل من الحماس الحالي بشأن تكنولوجيا الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة المتجددة الأخرى، كانت هناك تكنولوجيا تبدو سحرية حولت الغبار الأصفر إلى كهرباء. ففي عام ١٩٤٢، أثبت الفيزيائي الإيطالي إنريكو فيرمي، على ملعب اسكواش مهجور في جامعة شيكاغو، أن الكهرباء يمكن أن تتولد باستخدام تفاعل نووي قادر على الاستمرار ذاتيا. وفي العقود الأولى، كان من المتوقع أن تكون الطاقة النووية «رخيصة لدرجة لا يمكن قياسها» — بديل أنظف وعصري للوقود الأحفوري المستخدم اليوم.

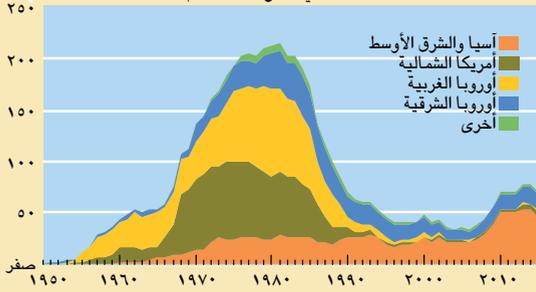
ومر ٧٥ عاما، وأصبح للطاقة النووية بالفعل دور محوري في إمدادات الكهرباء في العالم. وقد وفرت الطاقة النووية في العام الماضي قدرا هائلا من الكهرباء بلغ ٢,٤ بيتا واط في الساعة، أي ما يكفي لتلبية ١٠٪ من مجموع الطلب العالمي. وعلى عكس محطات الوقود الأحفوري، لا ينبعث من محطات الطاقة النووية ثاني أكسيد الكربون، وهو المسبب الرئيسي لتغير المناخ.

وعلى مستوى العالم، هناك أكثر من ٤٠٠ مفاعل نووي تعمل في خمس قارات. والمنطقتان اللتان تمتلكان أكبر الأساطيل النووية هما أوروبا الغربية (بقيادة فرنسا) وأمريكا الشمالية (بقيادة الولايات المتحدة). لكن آسيا تمتلك أيضا عددا كبيرا من المحطات — لا سيما في الصين واليابان وكوريا. وبوجه عام، هناك مفاعل نووي في ٣١ بلدا.

وفي الوقت نفسه، لم تحقق الطاقة النووية كل ما كان متوقعا منها. فقد تم تمويل التجارب النووية الأصلية التي أجراها فيرمي بميزانية صغيرة، بل تبين أن هناك صعوبة كبيرة في توسيع نطاق هذه التكنولوجيا بتكلفة بسيطة بما يكفي لمنافسة الوقود الأحفوري. واليوم، هناك شكوك كبيرة حول الآفاق المستقبلية للطاقة النووية. فبينما تتوسع بعض البلدان، لا سيما الصين، في أساطيلها النووية، دفعت الضغوط الشعبية ألمانيا إلى التخلص التدريجي من مفاعلاتها.

التحول إلى الطاقة النووية

بلغت عمليات بناء المفاعلات النووية أوجها في أواخر سبعينات القرن العشرين (عدد المفاعلات النووية قيد الإنشاء في جميع أنحاء العالم)



المصدر: الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠١٥، مفاعلات الطاقة النووية في العالم.

هذا الخيار العديد من الشركات النووية المبتدئة المثيرة للاهتمام، كما يتابع المطلعون على أسرار الصناعة هذه التكنولوجيا متابعة وثيقة للغاية، ويتطلعون إلى تنفيذ المشاريع الإرشادية قريبا.

تحديات أخرى

لكن ستظل الأمور غير سهلة بالنسبة للطاقة النووية. فإلى جانب ارتفاع تكاليف البناء، تواجه الطاقة النووية تحديات كبيرة أخرى. وعلى سبيل المثال، يعتبر الغاز الطبيعي في أمريكا الشمالية رخيص إلى الحد الذي يصعب معه تبرير أي نوع آخر من محطات توليد الطاقة. ويمكن بناء محطة طاقة نووية وبيع الكهرباء على مدار الساعة، لكن لا يتم تحقيق ما يكفي من الأرباح لتغطية تكاليف المحطة.

وحتى المحطات النووية القائمة في أمريكا الشمالية تعاني ماليا. ومنذ عام ٢٠١٠، أغلقت خمسة مفاعلات أمريكية. وأعلنت محطتان أخريان عن الإغلاق المبكر، وجاء إعلان إحداها مؤخرا في أكتوبر ٢٠١٥. وفي الحالتين الأخيرتين، أشار المشغلون إلى سوء التوقعات الاقتصادية كعامل مؤثر في قرار الإغلاق المبكر. وقد توقع المحللون احتمال إغلاق محطتين أخرى، واعتبار أن العقبة الحقيقية تتمثل في الغاز الطبيعي الرخيص.

وبطبيعة الحال، تتوقف أمور كثيرة على الرأي العام والترخيص الاجتماعي للعمل سواء بالنسبة للمحطات القائمة أو الجديدة. فترجع التأييد الشعبي منذ حادثة فوكوشيما، واستمرار المخاوف بشأن تخزين الوقود المستهلك، وانخفاض تكاليف توليد الطاقة المتجددة، وعدم وجود سعر عالمي لانبعاثات الكربون ساهمت جميعها في إثارة رياح عكسية قوية أمام الطاقة النووية.

هل يتجه العالم إلى نهضة نووية بقيادة الصين؟ نقطة التحول التي تمنها الكثيرون لم تحدث حتى الآن. فلا تزال تكاليف البناء مرتفعة للغاية والتكنولوجيا البديلة رخيصة للغاية، كما أن الالتزام العالمي غير كاف للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وهناك مجموعة من العوامل يمكن أن تجعل الطاقة النووية خيارا اقتصاديا مجديا. وبخلاف ذلك، ستتلاشى الطاقة النووية بمرور الوقت باعتبارها جزءا بسيطا في عملية توليد الكهرباء. ■

لوكاس ديفيز هو أستاذ مشارك في كلية بيركلي هاس للأعمال بجامعة كاليفورنيا، ورئيس هيئة التدريس بمعهد الطاقة في هاس، وكاترين هوسمان هي أستاذ مساعد في كلية فورد للسياسة العامة بجامعة ميتشيجان.

وزاد بناء المحطات النووية مرة أخرى في عامي ٢٠٠٨ و٢٠٠٩، واستمر رغم حادثة فوكوشيما في عام ٢٠١١. وحاليا هناك ٧٠ مفاعلا نوويا قيد البناء في جميع أنحاء العالم، وهو ما يعادل ثلث حجم المفاعلات التي تم بناؤها عندما بلغت عمليات البناء أوجها في أواخر سبعينات القرن العشرين. وهناك ٤٦ مفاعلا من هذه المفاعلات في آسيا، و١٥ مفاعلا في أوروبا الشرقية وروسيا، و٥ مفاعلات في الولايات المتحدة. والمحرك الأكبر لعمليات البناء هو الصين التي لديها ٢٦ مفاعلا قيد البناء وتعتزم بدء بناء عشرات المشاريع الإضافية خلال العقد القادم.

لماذا لا نبني المزيد من المحطات؟ ربما أهم تفسير هو تكاليف البناء. فبناء محطة للطاقة النووية يتطلب مهندسين معماريين ومهندسين مدنيين على درجة عالية من المهارة والتخصص لإدارة جميع مراحل التصميم والبناء والتجميع والاختبار. والحجم الهائل من محطات الطاقة النووية يعني أن معظم العناصر يجب أن تكون مصممة ومبنية بشكل خاص، وغالبا من خلال عدد قليل من الموردين في جميع أنحاء العالم. وإلى جانب ذلك، فإن الوقت الطويل اللازم للبناء يعني أن تكاليف التمويل كبيرة.

وكان بناء المحطات النووية مكلفا دائما. لكن تبين التجربة الأخيرة أن تكاليف البناء ربما تكون قد زادت بالفعل. وكجزء من الطفرة الأخيرة في مجال البناء، بدأ بناء مفاعلين من «الجيل التالي» من جانب شركة أريفا الفرنسية في أولكيلوتو بفنلندا وفلامانفيل بفرنسا. وتوقع العديد من مؤيدي الطاقة النووية أن تكون هذه المحطات الجديدة بداية لمرحلة جديدة من بناء المفاعلات النووية في أوروبا. وبدلا من ذلك، واجه المشروعان مشكلات وحالات تأخير. ومن المتوقع الآن أن تتجاوز تكاليف البناء في الموقعين ثلاثة أضعاف التقديرات الأصلية. وبالمثل، هناك محطة جديدة في هينكلي بوينت في جنوب

بناء الكثير من المفاعلات المتطابقة والأصغر حجما قد يقلص التكاليف الأولية ويجعل تحديد المواقع أسهل

غرب إنجلترا تشكل مجرد بداية عمليات البناء، لكن تأخر تنفيذ الجدول الزمني لبنائها بالفعل عدة سنوات ومن المتوقع ألا تقل تكلفتها عن ٢٥ مليار دولار.

وتعد هذه التجاوزات في التكاليف بمثابة تذكير قوي ببعض التحديات التي يمكن أن تحدث أثناء عملية البناء. وفي الآونة الأخيرة، اكتشفت شركة أريفا مشكلات تتعلق بجودة الصلب المستخدم في وعاء مفاعل المحطة الفرنسية. ويجب أن تفي محطات الطاقة النووية بمتطلبات السلامة الصارمة إلى درجة يتحتم معها غالبا حدوث بعض التأخيرات والتجاوزات في التكاليف.

وكان الأمل دائما أن يؤدي التعلم بالممارسة إلى خفض تكاليف بناء المحطات النووية. والفكرة هي أنه كلما زادت عمليات البناء، قلت تكاليفها. والأدلة التجريبية على ذلك متفاوتة، لكن ربما لا يكون من قبيل المصادفة أن أقل تكاليف للبناء في العالم اليوم هي في الصين، حيث القدرات النووية الأسرع نموا. وإحدى الأولويات المهمة للصناعة النووية هي دراسة هذه المنشآت الجديدة التي أقامتها الصين بعناية لفهم كيف تمكنت من خفض التكاليف.

وقد يكون هناك سبب آخر يدعو للتفاؤل وهو المفاعلات النموذجية الصغيرة. فقد يقلص بناء الكثير من المفاعلات المتطابقة والأصغر حجما من التكاليف الأولية ومن ثم يجعل تحديد المواقع أسهل. ويتبنى