# صفحات من الماضي

# استعادة القوى النووية في الذاكرة

بقلم: ل. ل. بِنّيت و ر. سكيولديبراند

**في عام ١٩٨٦، كان إسهام الطاقة النووية في توليد الكهرباء ينمو حثيثاً وكان يبدو أن التوسّع النووي سائر قُدُماً.**

أثناء عام ١٩٨٥، ازداد إجمالي القدرات الكهربائية النووية المنشأة في العالم بنسبة قدرها ١٤ في المائة، وذلك من خلال إقامة ٣٢ وحدة من محطات القوى النووية الجديدة بلغ إجمالي قدرتها (سعتها) ٣٠ جيغاواط – كهرباء تُوزَّع عبر الشبكات المنتشرة حينذاك. وفي نهاية العام ١٩٨٥ نفسه، كان هنالك ٣٧٤ محطة كهرباء نووية، ذات سعة إجمالية دون ٢٥٠ جيغاواط بقليل، عاملة في أرجاء مختلفة من العالم. وبقيم خاصة بالطاقة، يُذكر أن محطات الكهرباء النووية ولّدت حوالي ١ ٤٠٠ تيتراوط-ساعة من الكهرباء أثناء العام ١٩٨٥، وهي زيادة بنسبة قدرها ١٩ في المائة علاوةً على عام ١٩٨٤، وبلغت نسبة حصتها ١٥ في المائة من مجموع حجم توليد الكهرباء في العام أثناء عام ١٩٨٥.

ما هو كِبَر حجم هذه المساهمة؟ إن مقدار المساهمة التي أنتجتها محطات القوى النووية في العالم قاطبةً أثناء عام ١٩٨٥ يكاد يعادل مجموع مقادير الكهرباء المولَّدة في الدول العشر الأعضاء في الجماعة الاقتصادية الأوروبية في ذلك العام. وهناك طريقة أخرى في النظر إلى الوضع الحاضر من خلال تذكّرنا أن الإجمالي المقدَّر بنحو ١ ٤٠٠ تيتراوط ساعة الذي أنتجه مجموع محطات القوى النووية في عام ١٩٨٥ بلغ مستوى إجمالي إنتاج الكهرباء في العالم كلّه في عام ١٩٥٤. وهذا يقابل استخدام ٥٧٠ مليون طن من الفحم. وأما فيما يخصّ أوروبا الغربية، فإن حجم القدرة الكهربائية المولَّدة بالطاقة النووية في عام ١٩٨٥، الذي بلغ ٥٥١ تيتراوط ساعة، كان يساوي مجموع إنتاج الكهرباء في عام ١٩٦٠.

## الحصص النووية من الكهرباء

تتباين حصة الطاقة النووية في توليد الكهرباء تبايناً كبيراً من بلدٍ إلى آخر، ومن منطقة إلى أخرى أيضاً في بعض البلدان نفسها (ومنها على سبيل المثال، الولايات المتحدة الأمريكية). وكما هو مبيّن في الخريطة المرفقة، كان هنالك ١٩ بلداً أسهمت فيها محطات القوى النووية بنسبة قدرها ١٠ في المائة أو أكثر من إجمالي إنتاج الكهرباء أثناء عام ١٩٨٥. وأما في البلدان التي تنتمي إلى منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، فقد بلغت نسبة الكهرباء التي أنتجتها محطات القوى النووية زهاء ٢٠,٤ في المائة من إجمالي حجم توليد الكهرباء في عام ١٩٨٥ هنالك.

ومما هو جديد بأن يُذكر أنه على حين قد كانت مساهمة محطات القوى النووية في إنتاج الكهرباء في كندا ١٢,٧ في المائة في عام ١٩٨٥، فقد بلغت ٤٢ في المائة في إقليم أونتاريو هنالك. وكذلك فمع أن الطاقة النووية أسهمت بما نسبته ١٥,٥ في المائة من إجمالي إنتاج الكهرباء في الولايات المتحدة الأمريكية حينذاك، فقد أربت على ٥٠ في المائة في ستٍ من ولايات ذلك البلد.

وأما الزيادة السريعة الحالية في مقدار مساهمة القوى النووية في الإمداد بالطاقة على الصعيد العالمي فهي ناجمة عن الطلبات التي كانت قُدِّمت في السبعينات، مما من شأنه أيضاً أن يحافظ على نمو القوى النووية لبضع سنوات مقبلة. وإذا ما حُوفظ على معدّل هذا النمو، فإن إجمالي القدرة الكهربائية النووية على النطاق العالمي متوقّع له أن يصل إلى حوالي ٣٧٠ جيغاواط بحلول العام ١٩٩٠، مما يمثّل مساهمة بنسبة قدرها ٢٠ في المائة في الإمداد بالطاقة الكهربائية في العالم، ما لم يحدث إلغاءٌ لبعض الطلبات أو تباطؤٌ في المشاريع المخطّط لإقامتها.

ولا ريب في أن الخطط والأهداف الوطنية سوف تخضع لإعادة تمحيصها وكذلك كثير من الجدال عقب حادث المفاعل النووي الذي وقع في تشيرنوبيل في الاتحاد السوفياتي. ولكنْ على الرغم من هذا الحادث، لا يزال هناك طلب على الطاقة، وكذلك عواملُ اقتصادية مؤاتية لاستمرار توسّع القوى النووية خلال التسعينات وحتى القرن المقبل. وتُبحث في الأقسام التالية بعضُ هذه العوامل والاتجاهات.

## أنماط الإمداد بالطاقة

في البلدان الصناعية ذات الاقتصادات السوقية، يجري الآن سعي ملحوظ الدلالة إلى فصل الارتباط بين استهلاك الطاقة الأوّلية والناتج المحلي الإجمالي. غير أن هنالك مؤشّرات

واضحة تدلّ على أهمية الكهرباء في الحفاظ على الطاقة من خلال ارتفاع مستوى كفاءتها في الاستعمال النهائي، ممّا يعني في الممارسة العملية ربطاً وثيقاً بين الطلب على الكهرباء والناتج المحلي الإجمالي. ويُلاحظ في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، أن الناتج المحلي الإجمالي ازداد بمعدّلٍ قدره ٢٧ في المائة في الفترة بين عامي ١٩٧٤ و ١٩٨٤، علماً بأن هذه الزيادة رافقها نقصان ضئيل في إجمالي استهلاك الطاقة الأوّلية، مع زيادة أيضاً بنسبة قدرها ٣٠ في المائة في استهلاك القدرة الكهربائية. وذلك يعني أنه تمّ تحقيق ادّخار في الطاقة الأوّلية من خلال نِقلة تحوّلٍ في الاستعمال النهائي، وخصوصاً من طاقة النفط إلى القدرة الكهربائية. ومن المتوقّع أن يتواصل هذا الاتجاه خلال التسعينات.

وأما فيما يخصّ كلَّ بلدٍ بمفرده، فقد كانت النتائج مذهلةً أكثر من ذلك. ففي العام ١٩٧٤، كانت فرنسا تعتمد على استيراد ما نسبته ٨٤ في المائة من إمدادات الطاقة اللازمة لها. ثم في العام ١٩٨٥، تناقصت تلك النسبة إلى ٦٤ في المائة، إذ أصبحت الكهرباء تقابل نسبة قدرها ٣٨ في المائة من إمدادات الطاقة الأوّلية التي تسهم فيها الطاقة النووية بنحو ٦٥ في المائة، علماً بأن الأهمية التي تُعزى إلى القوى النووية معروفة تماماً، وكذلك أهميتها في تثبيت استقرار أسعار الطاقة الكهربائية عند أدنى مستوياتها في أوروبا، ممّا يفيد في تحريك مسار التنمية الوطنية، إلى جانب إتاحة الإمكانية للتقليل من الواردات من الطاقة. (انظر مقالة ذات صلة بالموضوع في العدد ٢٨-٣-١٩٨٦.)

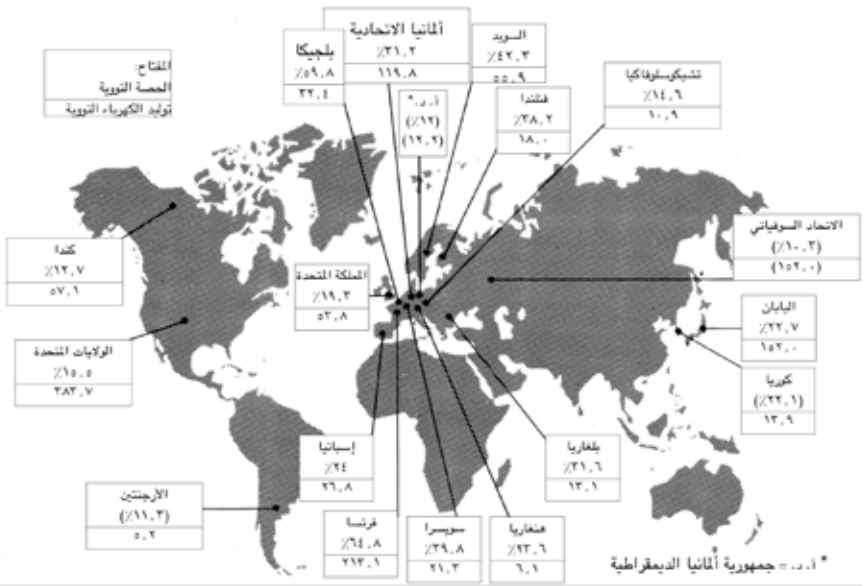
## توليد القدرة الكهربائية واحتياطياتها

كثيراً ما تُذكَر إشارات إلى احتياطيات القدرة التوليدية الكبيرة التي يُقال إنها موجودة الآن في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ولكنْ في دراسةٍ نُشرت في عام ١٩٨٥ حذّرت الوكالة الدولية للطاقة في باريس بأن هذا الاحتياطي يمكن أن يختفي بسرعة في كثير من البلدان التي تنتمي إلى المنظمة المذكورة خلال التسعينات، وبأنه قد تحدث حالات نقص في القدرة حتى قبل العام ١٩٩٥. ومن أسباب ذلك أن الكثير من المحطات الكهربائية التي لديها احتياطي في الوقت الحاضر هي محطات تعمل على النفط، وأن كثيرة منها قد باتت قديمة العهد وفات أوان استعمالها. ومن ثَمّ يمكن أن يُتوقّع أن بعض هذه البلدان على أقلّ تقدير سوف تحتاج إلى المضيّ قُدُماً في توسيع قدرتها الكهربائية المولَّدة بالطاقة النووية، خلال التسعينات.

وأما في بلدان مجلس التعاضد الاقتصادي للتعاون العلمي والتكنولوجي في أوروبا الشرقية، فإن القوى النووية تسهم الآن بنحو ١٠ في المائة من القدرة الكهربائية، ولا تزال البرامج الخاصة بإنشاء محطات كهرباء نووية جديدة تزداد أهمية أكثر فأكثر. ومن الجدير بالتنويه أن في مؤتمر الحزب الأخير في الاتحاد السوفياتي، أُعلن عن خطط ترمي إلى العمل على إضافة قدرة نووية تبلغ زهاء ٤٠,٠٠٠ ميغاواط كهرباء إلى القدرة الحالية البالغة ٢٨,٠٠٠ ميغاواط كهرباء، حتى عام ١٩٩٠.

ولكن الحادث في محطة القوى النووية في تشيرنوبيل في الاتحاد السوفياتي سوف يكون سبباً يدفع الصناعات النووية في البلدان كافةً إلى النظر في البحث عن سبل كفيلة بتحسين الأمان والموثوقية في محطات القوى النووية. غير أن ما يجدر التنويه به أن السلطات في الاتحاد السوفياتي بيّنت أن الحادث لن يؤثّر في تنفيذ خطط تطوير محطات القوى الكهربائية في الاتحاد السوفياتي. وكذلك فإن رؤساء الدول أو الحكومات السبعة الذين اجتمعوا في أيار/مايو ١٩٨٦ في طوكيو بيّنوا على نحو مماثل اعتقادهم بأن محطات الكهرباء النووية التي تُدار حصص ربح سليم لهم لا تزال، وسوف تظلّ، مصدرَ طاقة يزداد استعماله على نطاق واسع. واليوم فإن ما نسبته ١٥ في المائة تقريباً من القدرة الكهربائية في العالم تنتجه محطات القوى النووية. ومن ثَمّ فإن قادة سلطات الاتحاد السوفياتي وهؤلاء القادة الآخرين من قادة دول العالم يتشاركون في الرأي بأن الطاقة النووية سوف تظلّ مصدراً هاماً من مصادر الطاقة.

أعلى الحصص من الكهرباء النووية في العالم في عام ١٩٨٥




المصدر: الوكالة الدولية للطاقة الذرّية – نظام معلومات مفاعلات القوى النووية

ملحوظة: توليد الكهرباء النووية معبّر عنه بمقدار تيتراوط-ساعة، والحصة النووية معبّر عنها بالنسبة المئوية من إجمالي إنتاج الكهرباء. في تايوان، الصين، كانت الكهرباء المولّدة من مفاعلات نووية بقدرة ٣٧,٣ تيتراوط-ساعة، أيْ ٥٢ في المائة من إجمالي إنتاج الكهرباء.

الأرقام الواردة بين أقواس هي تقديرات الوكالة.

## الكهرباء المولَّدة بالطاقة النووية في البلدان النامية

في البلدان النامية، كان إدخال القوى الكهربائية المولَّدة بالطاقة النووية أبطأ ممّا كان متوقعاً. فلا يوجد في هذه البلدان سوى ٢١ وحدة قوى نووية عاملة، و١٨ وحدة قيد الإنشاء، ونصف هذه الوحدات موجود في بلدين فقط، وهما الهند وجمهورية كوريا. ومع أن توفير الكهرباء في كل مكان هو أبطأ وتيرة في بلدان العالم النامي، بطبيعة الحال، فلا بدّ من توقّع حدوث زيادة سريعة في القدرة المنشأة لتوليد الكهرباء، ذلك لأن أهمية القدرة الكهربائية في هذه البلدان جديرة بالملاحظة بصفة مخصوصة، حيث إن استهلاك الكهرباء آخذ في النمو بوتيرة سريعة جداً، وهي ليست أسرع من استهلاك الطاقة الأوّلية فحسبُ، بل أسرع أيضاً من استهلاك القدرة الكهربائية نفسها في البلدان الصناعية. ومع ذلك، لا بدّ من التسليم بأن هنالك فوارق كبيرة فيما بين البلدان في هذا الخصوص. وهنالك عشرة بلدان تبلغ حصة إنتاجها من الكهرباء ما نسبته ٦٣ في المائة من إجمالي إنتاج الكهرباء في بلدان العالم النامي كلّها، مع ملاحظة مهمّة في أن ثمانية من هذه

البلدان فحسبُ لديها برامج لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية.

## أزمنة إنشاء المفاعلات النووية

يمكن استخدام ملف أوضاع محطات القوى النووية في نظام معلومات مفاعلات القوى النووية الخاص بالوكالة الدولية للطاقة الذرّية، للحصول على معلومات عن الزمن اللازم لإنشاء محطات القوى النووية؛ وفي هذه الحالة يمكن أن يُحدَّد باعتباره المهلة الزمنية بين المرحلة الأولى لإرساء الخرسانة الإسمنتية لبناء المحطة وتوصيلها بالشبكة الكهربائية. وهنالك فوارق ملحوظة بوضوح بين البلدان في أزمنة الإنشاء المتوسّطة واتجاهاتها على مدى العقد الزمني الماضي، كما هو مبيّن في الجدول الوارد في الصفحة ٤٥.

ولكنْ مع أن الفترات الزمنية المتوسّطة تبيّن وجود فوارق ملحوظة، لا بدّ من الإشارة أيضاً إلى أن هنالك مشاريع منفردة بذاتها أُنجزت في غضون مُهَل زمنية قصيرة جداً. وفي الفترة بين عامي ١٩٨٠ و١٩٨٥، تمّ إنجاز ما لا يقلّ عن ٦٤ محطة قوى نووية في مهلة إنشاء زمنية أقلّ من ٧ سنوات. وقد كان الفضل في قِصَر مُهَل الإنشاء الزمنية على نحو جدير بالتنويه الذي تمّ تحقيقه، في كل من السويد واليابان، للإدارة الدقيقة جداً لتنفيذ المشاريع وتقنيات الإنشاء الجديدة المتّبعة، مثل ورشة التجميع الفرعي للأجزاء الهندسية في أرض الموقع، واستخدام الرافعات الضخمة في اليابان. وإن بعض هذه التقنيات الإنشائية يمكن أن يعزّز أيضاً توكيد جودة النوعية على نحو يحقّق فعالية التكاليف.

## أداء محطات القوى النووية

الاتجاهات الحديثة في جاهزية محطات الكهرباء النووية لتوفير القدرة اتّبعت عموماً المسارات المبيّنة في تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرّية الصادر عام ١٩٨٥ عن أوضاع محطات القوى النووية واتجاهاتها، ممّا يؤكّد أيضاً أهمية الأسباب العامة التي تسهم في الأداء الجيد، المقترحة في ذلك التقرير، ومنها:

- درجة التوحيد القياسي في تصميم المحطة وإنشائها؛
- معايير ضمان جودة النوعية المتّبعة؛
- البيئة التنظيمية الرقابية؛
- كفاءة المؤسسات التي تتولّى التشغيل.

والمعدّلات المتوسّطة الخاصة بالجاهزية لتوفير الطاقة والاتجاهات السائدة خلال الفترة بين عامي ١٩٧٧ و ١٩٨٥ مبيّنة في الجداول (في الصفحة ٤٣ في المقالة الأصلية) بالنسبة إلى البلدان والمرافق، التي واظبت على إظهار أداء جيد على نحو متّسق أو أداء متحسّن بوتيرة مطّردة. ويبدو أن السمة الرئيسية في البيانات تؤكّد الاستمرار في الأداء الجيد الذي تمّ إنجازه في الماضي، وكذلك استمرار حالات التحسّن التي تم تحقيقها. وأما الانحدار الظاهر في الأداء في كندا فيمكن توضيحه جزئياً باطّراد معدّل متوسّط من عدم الجاهزية لتوفير القدرة بسبب عوامل خارجية – وهي في حالة هذا البلد ناجمة عن إضرابات العمّال ووقوع أعاصير – حيث بلغ ذلك المتوسّط ٤،٢ في المائة في عام ١٩٨٥. وكان العامل الرئيسي الآخر الذي يؤثّر بفعله في جاهزية المحطات لتوفير القدرة إعادة تمديد وتبطين الأنابيب في وحدتي بيكيرينغ ١ و٢ اللتين أُوقف العمل فيهما طوال عام ١٩٨٥ لهذا الغرض. ويجدر في هذا الصدد التنويه ببعض المنجزات البارزة الرئيسية التي تحقّقت:

- في بلجيكا تمّ تحقيق معدّل متوسّط في جاهزية المحطات لتوفير القدرة بلغ ٨٧،٤ في المائة في سبع محطات تجارية الحجم، دخلت اثنتان منها مرحلة التشغيل التجاري في أيلول/سبتمبر ١٩٨٥؛

- فنلندا حافظت على معدّلها المتوسّط العالي في جاهزية توفير القدرة عند ٩٠ في المائة. ولم تتجاوز فترات الإغلاق المؤقّت المقرّرة في الجدول الزمني ٢٢ يوماً لكل مفاعل في عام ١٩٨٥؛

- فرنسا واصلت تحقيق معدّل متوسّط عال في جاهزية توفير القدرة بلغ ٧٨ في المائة على صعيد البلد كلّه. وكان أداء سلسلة المحطات ذات القدرة البالغة ٩٠٠ ميغاواط جيداً على نحو مخصوص بجاهزية بلغت ٨١ في المائة في توفير القدرة في عام ١٩٨٥؛

- في جمهورية ألمانيا الاتحادية، بلغ معدّل الجاهزية المتوسّط في توفير القدرة ٨٥،٤ في المائة في ١٩٨٥. وتمّ تحقيق ذلك بصفة رئيسية بتقليل حالات انقطاع التيار المخطّط لها بنسبة ٣،٥ في المائة وحالات الانقطاع غير المخطّط لها بنسبة ١،٥ في المائة؛

- في اليابان، استمر التحسّن الباهر وصولاً إلى معدّل متوسّط في توفير القدرة بلغ ٧٢،٥ في المائة، على الرغم من مقتضيات التفتيش الرقابي السنوي، التي تستلزم تقليل جاهزية توفير القدرة بنسبة تتراوح بين ٢٦ و ٢٧ في المائة. وكان معدّل عدم الجاهزية المتوسّط في الحالات غير المخطّط لها ١،٥ في المائة. ويجدر التنويه بأن بعض المرافق اليابانية تخطّط الآن للتقليل من حالات قطع التيار السنوية المخطّط لها إلى حوالي ٦٥ يوماً نزولاً من ٩٠ يوماً أو ١٠٠ يوم. كما استمر تواتر الإيقاف الفوري على انخفاضه جداً بمعدّل ٠،٢ في المائة لكل مفاعل في السنة؛

- في السويد، استمرّت جاهزية توفير القدرة في التحسّن وصولاً إلى ٨٤،٧ في المائة؛

- في كوريا، سجّل مفاعل كيه إن-٢ رقماً قياسياً في عام ١٩٨٥ في العمل المستمر بكامل القدرة لمدّة ٢١٤ يوما

---

مقتطفات من مقالة عن "أوضاع القوى النووية والاتجاهات السائدة فيها على الصعيد العالمي"، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية، المجلد ٢٨، العدد ٣. للاطلاع على المقالة بكاملها، زوروا الموقع الشبكي – محفوظات مجلة الوكالة: www.iaea.org/bulletin