

# ذكية، ومستقرة، وموثوقة

## الشبكات الذكية والقوى النووية في نظم الطاقة منخفضة الكربون

بقلم سنيد هارفي

في إيقافها وتشغيلها لتلبية الطلب على الطاقة عندما يتجاوز الإمدادات.

ومن ناحية أخرى، يمكن لشبكات القوى الذكية أن تقبل العديد من مصادر الطاقة المختلفة، والتبديل بينها ديناميكياً، على عكس شبكات الطاقة التقليدية، التي تكون أقل مرونة. وعلى الرغم من وجود الشبكات الذكية منذ بعض الوقت الآن، فإن التقدم التكنولوجي قد ارتقى بها إلى المستوى التالي. ويمكن للشبكات الذكية استخدام التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء — نظام مكون من حواسيب ومن أجهزة متصلة عبر الإنترنت يمكنها مشاركة البيانات بشكل ديناميكي والعمل عليها — لجمع المعلومات وزيادة كفاءة التشغيل وأتمتة العمليات.

وعلى سبيل المثال، يمكن لشبكة القوى الذكية استخدام التنبؤات المنشأة بواسطة الذكاء الاصطناعي لتوقع يوم غائم ورياح، والانتقال ديناميكياً من الإنتاج المعتمد على الطاقة الشمسية والرياح إلى البدائل، مثل القوى النووية، من أجل ضمان استمرار الإمداد. ويمكن للذكاء الاصطناعي أيضاً التنبؤ بالمكان الذي قد تضربه العاصفة والمدة التي قد تستغرقها، ثم تُرسل إشارة إلى الشبكة لتقوم بزيادة الإنتاج وتنويعه في حالة حدوث تلف في خطوط النقل.

وفي حال تضرر أحد خطوط النقل أو حدث انقطاع في التيار الكهربائي، يمكن لأجهزة الاستشعار والأجهزة الخاصة بنظام إنترنت الأشياء بالشبكة إبلاغ مشغلي الشبكة بالحاجة إلى أعمال الإصلاح وإعادة توجيه الكهرباء أو الإتيان بها من مصدر مختلف.

أما في شبكات الكهرباء التقليدية، فلا يمكن تقييم تأثير العاصفة إلا في أعقابها. ولذلك فإن العيش في منطقة تقع فيما وراء خط كهرباء أصابه عطب يعني غالباً عدم وجود كهرباء حتى يتم إصلاح هذا الخط. وبما تملكه الشبكات الذكية من قدرة على إيجاد حلول بديلة لإنتاج الكهرباء وتوصيلها، فإنها تغدو أكثر مرونة، ويمكن أن تقلل من حالات انقطاع التيار الكهربائي للمستهلكين.

**يمكن** أن تساعد القوى النووية، مقرونة بشبكات الطاقة الذكية — الشبكات ذات الاتجاهين التي تربط المنتجين بالمستهلكين وتستخدم تقنيات جديدة للقيام بذلك — البلدان على الانتقال إلى مصادر الكهرباء منخفضة الكربون وضمان إمدادات طاقة موثوقة ومستقرة ومستدامة.

وتعمل العديد من البلدان على تنويع مزيجهما من مصادر الطاقة منخفضة الكربون لمساعدتها على إزالة الكربون من اقتصاداتها وتحقيق أهدافها المناخية. وقد أدى ذلك إلى تحول عالمي نحو مصادر الطاقة المتجددة؛ بيد أن هذه المصادر لن يكون بوسعها وحدها أن تلبي الطلب بشكل كامل وموثوق.

وتعتبر مصادر الطاقة المتجددة منخفضة الكربون صديقة للبيئة، إلا أن التحكم فيها، وتلبيتها الطلب على الطاقة، لا يتيسران على الدوام، وذلك بسبب الطبيعة المتقطعة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وعدم وجود ساعات هائلة لتخزين الطاقة منها. وقال هنري بيلير، رئيس قسم التخطيط والدراسات الاقتصادية في الوكالة «يعني ذلك أن شبكة القوى تتطلب غالباً مصادر طاقة تكميلية. ومع وجود المزيد من مصادر الطاقة المتنوعة التي تغذي الشبكات، يجب أن تصبح شبكات القوى أكثر مرونة وقابلية للتكيف من أجل ضمان إمدادات طاقة موثوقة ومرنة.»

ويمكن أن تولد القوى النووية طاقة منخفضة الكربون على مدار ٢٤ ساعة في اليوم، ٧ أيام في الأسبوع. وهي توفر أمن الطاقة الذي تحتاجه البلدان للانتقال إلى نظم الطاقة منخفضة الكربون. ومن خلال التشغيل المرن، يمكن لمحطات القوى النووية أن تكمل التوليد المتغير للطاقة المستمدة من مصادر الطاقة المتجددة، وبفضل القصور الذاتي الذي تتمتع به توربيناتها البخارية الكبيرة، يمكن لهذه المحطات أيضاً أن تساعد في استقرار الشبكات وضمان إمدادات طاقة نظيفة وموثوقة.

وتقليدياً، اعتمدت شبكات القوى على محطات الوقود الأحفوري، مثل الفحم والغاز الطبيعي، التي يُتحكم

وتعمل شبكة القوى بتردد معين، وهي مصممة للبقاء ضمن نطاق معين، من أجل ضمان إمداد ثابت للطاقة. وتحدث التغييرات في التردد باستمرار حين يقوم الناس بتشغيل الأجهزة الكهربائية وإيقافها. وعادةً ما يمكن امتصاص هذه التغييرات بواسطة الأجزاء المتحركة المولدة للكهرباء في مصدر الطاقة، مثل التوربينات الدوارة في محطة القوى النووية أو محطة الوقود الأحفوري.

ويمكن لهذه الكتلة الدوارة الثقيلة أن تدور بشكل أسرع أو أبطأ قليلاً لتعمل على امتصاص الصدمات، مما يساعد على موازنة تقلبات التردد والحماية ضد التغيرات السريعة. وتسمى الطريقة التي تتحرك بها هذه الأجزاء وتأثيرها على الطاقة في الشبكة القصور الذاتي الشبكي.

غير أن مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية، لا تحتوي على هذه الأجزاء المتحركة. أما في مصادر الطاقة المتجددة الأخرى التي تحتوي على مثل هذه الأجزاء المتحركة، مثل توربينات الرياح، فإن هذه الأجزاء المتحركة ليست متصلة مباشرة بالشبكة، ولكنها تعمل من خلال محوّل تردد، ما يعني أنها لا تمتلك القصور الذاتي الشبكي الضروري.

وقال شانون براغ سيتون، المدير التقني الوطني لأنظمة الطاقة المتكاملة في مختبر إيداهو الوطني في الولايات المتحدة: «بدون القصور الذاتي، لن تتمتع الشبكة إلا بقدرة محدودة على امتصاص التقلبات، وبالتالي يمكن أن تصبح غير مستقرة. كما تصبح عرضة بشكل خاص للتغيرات الكبيرة، مثل الانقطاع المفاجئ لمصدر الطاقة، أو حدوث تغيير كبير في صافي الحمل، أو وقوع حدث نقل شديد. ويمكن أن تتسبب هذه التغييرات في زيادة مفاجئة في الحمل، أو نقص في الكهرباء، واحتمال حدوث انقطاع تام للتيار الكهربائي في نهاية الأمر. ويمكن أن تساعد القوى النووية في مواجهة هذا التحدي وتوفير قدر من الاستقرار المطلوب في الشبكة.»

وتدعم الوكالة البلدان في تقييم موثوقية الشبكة الكهربائية ومرونتها، بما في ذلك استخدام القوى النووية، وذلك من خلال المنشورات وحلقات العمل والاجتماعات التقنية. كما تربط الوكالة الصناعة النووية وأصحاب المصلحة في نظام الشبكات، مما يمكّنهم من تبادل المعلومات، وعرض الممارسات الجيدة، ومناقشة التحديات والفرص المشتركة. وتساعد هذه الأنشطة البلدان على رسم استراتيجياتها في مجال الطاقة تحقيقاً لأمن الطاقة واستدامتها.

ففي شركة كهرباء فرنسا، التي تعد أحد أكبر منتجي الكهرباء في العالم، يجري تطوير بعض تقنيات الشبكات الذكية المتكررة حالياً وتتضمن استخدام 5G — الجيل الجديد من تقنية الإنترنت عبر الهاتف المحمول — بغرض تعزيز إنترنت الأشياء وتطوير شبكات هجين أكثر كفاءة لتشغيل التيارات الكهربائية. كما يجري إدخال تقنيات تكنولوجيا البيانات المتسلسلة، التي توفر طريقة آمنة للغاية لتتبع المعاملات ومعالجتها، على التصديق على مكان الطاقة النظيفة التي تُنتج وكميتها. وتستخدم شركة كهرباء فرنسا طريقة تسمى «التوأمة الرقمية» لإنشاء بيئات افتراضية للتنبؤ باحتياجات الصيانة في الشبكة وتقليل نفقات الإصلاح.

وقال برنارد سالا، مدير البحث والتطوير في شركة كهرباء فرنسا: «يركز نشاط البحث والتطوير لدينا في مجال الشبكات الذكية على مجموعة من التحديات. ونأخذ في الاعتبار أيضاً توقعات المجتمع بشأن بنية أساسية كهربائية أكثر مراعاة للبيئة والاستعداد للمخاطر، مثل تأثير تغير المناخ، والمخاطر السيبرانية، وضمان قدرة الشبكات على مواجهة الأزمات المحتملة.» وبالطبع، ستخضع أي طريقة تتاح حديثاً من خلال زيادة قوة الحوسبة للاختبار وفق النماذج الحالية لتعزيز دقتها.»

وقال ديان زاهرادكا، كبير مسؤولي الأمان النووي في الوكالة، إن تقييم تأثير هذه التطورات التكنولوجية جزء أساسي من العملية. وأضاف قائلاً: «ولا تعتبر التكنولوجيا الجديدة مفيدة ما لم تكن آمنة. وتماشياً مع معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، تخضع أي تعديلات في التصميم، بما في ذلك استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، لتقييم أمان صارم من أجل قياس أي تأثير يمكن أن تحدثه هذه التغييرات والتحديثات على محطات القوى النووية وكيفية تفاعلها مع شبكة القوى. وتنظم الوكالة اجتماعات تقنية لمناقشة الآثار المحتملة وتبادل الخبرات في استخدام هذه التقنيات في محطات القوى النووية.»

### القصور الذاتي للشبكة والقوى النووية

تسمح شبكات القوى الذكية بتوصيل المزيد من مصادر الطاقة واستخدامها بشكل ديناميكي. بيد أن ذلك قد فتح الباب أيضاً لتقلبات أكبر في التردد الكهربائي وبالتالي المزيد من عدم الاستقرار.