

ما الذي تعلمناه من تجربة تكساس عن تقليل معدلات تواتر وشدة انقطاع التيار الكهربائي؟

فرانك أ. فيلدر وحاتم العطوي

رؤية على الأحداث

February 23, 2021

KS--2021-II02

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) هو مركز عالمي غير ربحي يجري بحثاً مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بشتى أنواعها بالإضافة إلى الدراسات البيئية المرتبطة بها. وتتمثل مهمة كابسارك في تعزيز فهم تحديات الطاقة والفرص التي تواجه العالم اليوم وفي المستقبل من خلال بحوث غير منحازة ومستقلة وعالية الجودة لما فيه صالح المجتمع، ويقع كابسارك في الرياض بالمملكة العربية السعودية.

إشعار قانوني

© حقوق النشر 2021 محفوظة لمركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبته بشكل ملائم لكابسارك. كما لا يجوز إعادة إنتاج هذا المستند أو جزء منه دون إذن خطي من كابسارك. ولا ينشأ عن المعلومات الواردة في هذا المستند أي ضمان أو تعهد أو أي مسؤولية قانونية –سواء مباشرة أو غير مباشرة- تجاه دقتها أو اكتمالها أو فائدتها. كما لا يجوز أن يعتبر هذا المستند –أو أي جزء منه- أو أن يفسر كمنصحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة، ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

انقطع التيار الكهربائي في يوم الاثنين الموافق 12 فبراير عما يقرب من ثلاثة ملايين منزل وشركة في مدينة تكساس الأمريكية بسبب عاصفة شتوية غير عادية أدت في الوقت نفسه إلى زيادة الطلب على الكهرباء وانخفاض العرض.¹ ولم تكن هذه المرة الأولى التي تتعرض فيها تكساس إلى حادث مماثل بسبب الطقس البارد، إذ حدث الأمر ذاته في عام 2011.

يعد الطقس القاسي أحد الأسباب المتكررة لحدوث حالات انقطاع التيار الكهربائي على نطاق واسع. فعلى سبيل المثال، عانت المنطقة الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2012 من انقطاع كبير في التيار الكهربائي بسبب إعصار ساندي. وقد أطاح هذا الإعصار بالعديد من خطوط التوزيع مما أدى إلى انقطاع الكهرباء عن ملايين السكان لمدة تصل إلى أسبوعين. كذلك تشمل حالات انقطاع التيار الكهربائي الأخرى تلك التي حدثت في ولاية كاليفورنيا بسبب حرائق الغابات التي اندلعت جزئياً من خطوط نقل الطاقة، إضافة إلى تلك الحالات التي حدثت في تكساس في عام 2019، وكان سببها مجرّداً أحوال الطقس القاسية الناجمة عن موجة الحر. يورد الجدول (1) بعض حالات انقطاع التيار الكهربائي الأخيرة التي حدثت في كافة أنحاء العالم.

على الرغم من أن الطقس القاسي كان سبباً شائعاً في كل حالة لانقطاع التيار الكهربائي هذا العام في تكساس وانقطاعه في منطقة الشمال الشرقي لعام 2012، إلا أن مظاهر هذين الانقطاعين قد اختلفت بدرجة كبيرة. إذ كان فقدان الطاقة في الشمال الشرقي بسبب فشل خطوط توزيع الكهرباء فوق الأرض التي انقلبت بسبب مزيج من الأمطار الغزيرة التي أدت إلى انخفاض الأرض والرياح العاتية التي أسقطت الأعمدة والأسلاك.

بينما كانت المشكلة في ولاية تكساس تتمثل في شبكة الطاقة الكهربائية السائبة التي تتكون من محطات الطاقة وخطوط نقل الجهد العالي. وقد أدى الطقس شديد البرودة في الولاية إلى انعدام قدرة المحطات التي تعمل بالوقود الأحفوري وتوربينات الرياح على توليد الكهرباء، فقد كان هنالك نقص في إمدادات الغاز الطبيعي وتجمدت أكوام الفحم فضلاً عن تجمد التوربينات التي تعمل بطاقة الرياح. ووفقاً للتقارير، كان هناك نقص في القدرة الكهربائية بمقدار 34,000 ميغاواط، كما يُعزى ثلثا هذا النقص تقريباً إلى انخفاض توليد الوقود الأحفوري ويعزى الثلث الباقي إلى انخفاض توليد طاقة الرياح ضمن مصادر الطاقة المتجددة الأخرى.

كذلك تتسبب أحوال الطقس البارد في تكساس بزيادة هائلة في الطلب على الكهرباء بمقدار 10,000 ميغاواط أعلى من الرقم المسجل في فصل الشتاء السابق الذي كان أعلى من الرقم المسجل في فصل الصيف بالولاية، إذ استخدم الملايين من سكان تكساس الكهرباء لأغراض التدفئة. كان لزاماً على مشغل شبكة تكساس ومرافقها تنفيذ انقطاع التيار الكهربائي بالتزامن مع تجاوز الطلب على الكهرباء للعرض. كما يحدث انقطاع التيار الكهربائي عندما تقوم المرافق عمداً بقطع الطاقة عن العملاء لمحاولة الحفاظ على توازن شبكة الطاقة لتجنب حدوث انقطاع التيار الكهربائي على نطاق واسع لا يمكن السيطرة عليه. قفزت تكلفة الكهرباء بالجملة إلى 9,000 دولار لكل ميغاواط/ساعة، بزيادة قدرها 180 ضعفاً عن مستوى الأسعار قبل حدوث العاصفة البالغ 50 دولاراً لكل ميغاواط/ساعة.

يهدد انقطاع التيار الكهربائي كلاً من السلامة العامة والاقتصاد. إذ نلاحظ أنه لم يكن لدى ملايين الأشخاص في حالة تكساس تدفئة أثناء العاصفة الشتوية الشديدة، وقد أُبلغ عن حالات تسمم بأول أكسيد الكربون بسبب لجوء الناس إلى وسائل غير آمنة للحفاظ على دفء أجسامهم. غير أن جوهر أي اقتصاد حديث يتمثل في توفير الطاقة الكهربائية

¹ <https://www.reuters.com/article/us-energy-texas-weather-idUSKBN2AF1QV>

بشكل موثوق، التي تمتد كل أشكال البنية التحتية الحيوية التي يستخدمها المواطنون بالطاقة، مثل الاتصالات وإشارات المرور ومحطات معالجة المياه والمرافق الطبية والأنظمة المالية. ولقد تزايد عدد المركبات الكهربائية على الطرق بالتزامن مع تزايد التحول الرقمي للاقتصادات، فضلًا عن تنامي السياسات في أجزاء كثيرة من العالم التي ترمي إلى زيادة معدلات استخدام الطاقة الكهربائية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، وقد أصبحت شبكات الكهرباء الموثوقة والمرنة أكثر أهمية للمجتمعات.

يرغب سكان تكساس إلى حد ما في التعرف على المشاكل التي أدت إلى هذا الخلل الكبير في البنية التحتية وما ينبغي فعله لمنع تكرار حدوث ذلك مرة أخرى. غير أن هذه المشكلة لا يوجد لها حل وحيد، إذ تعتبر أنجح الجهود المبذولة لضمان وتعزيز موثوقية الشبكة متعددة الأوجه ومتشعبة. ورغم أن هذه الجهود لم تكن هائلة أو ملموسة، إلا أنها كانت فعالة. إن تقليل احتمالية انقطاع التيار الكهربائي إلى الصفر لا يعد أمرًا ممكنًا. ويجب على صانعي السياسات بدلاً من ذلك أن يولوا تركيزهم إلى كيفية تقليل احتمالية انقطاع التيار الكهربائي إلى مستوياتها الدنيا بطريقة فعالة من حيث التكلفة.

توجد طريقتان لتقليل احتمالية انقطاع التيار الكهربائي، هما: تقليل معدل تعطل المعدات وزيادة كمية المعدات الزائدة عن الحاجة. تعد كلتا الطريقتين مكلفتين وتصعبان أكثر موثوقية كلما زادت موثوقية النظام، لأن مساهمتهما الإضافية في الموثوقية تتناقض بالتزامن مع انخفاض معدلات الخلل وزيادة معدلات التكرار. كما يشكل الطقس القاسي مصدرًا لتهديد أنظمة الطاقة بصفة خاصة لأنه يتسبب في تعطل أعداد كبيرة من محطات الطاقة وخطوط النقل والتوزيع بالتزامن مع زيادة الطلب على الكهرباء.

كذلك يتعين على صناع السياسات اتخاذ ثلاث خطوات لتجنب انقطاع التيار الكهربائي: أولاً، جمع البيانات ونشرها، إذ إن تخصيص الموارد للحيلولة دون حدوث حالات انقطاع التيار الكهربائي لن يكون فعالاً من حيث التكلفة من دون وجود البيانات الدقيقة التي توضح بالتفصيل نوع وتواتر أعطال المعدات. كما أن هنالك حاجة إلى جمع البيانات المفصلة والدقيقة والمستمرة لحساب معدلات الفشل، الذي يعد المتغير الرئيس لتقييم موثوقية الشبكة. إضافة إلى تقدير تواتر وشدة أحوال الطقس القاسي، لا سيما بالنظر إلى تأثير تغير المناخ، للتأكد من مدى جاهزية الشبكة لمواجهة حالات اضطرابات الطقس المتكررة أو الأحوال الجوية الأكثر قسوة.

ثانياً، يجب على صانعي السياسات وضع حلول متعددة وعدم البحث عن إجابة وحيدة للتخفيف من انقطاع التيار الكهربائي. إلا أن المكونات المختلفة للشبكة التي تعمل معاً في العادة لا تعمل أثناء انقطاع التيار الكهربائي. ويتطلب تحسين موثوقية أنظمة الطاقة استثمارات منهجية في أجهزة التوليد والنقل والتوزيع والتحكم وأنظمة المعلومات والاتصالات وإمدادات الطاقة الاحتياطية، بما فيها الإمداد الموثوق به للوقود اللازم لتوليد الطاقة. كذلك يمكن للشبكات الصغيرة التي تعد أنظمة فرعية صغيرة توفر الطاقة للعملاء بشكل مستقل خارج الشبكة إذا لزم الأمر أن تسهم في الموثوقية، خاصة بالنسبة للأحمال عالية القيمة مثل مرافق السلامة العامة والمرافق الطبية وأنظمة المياه والصرف الصحي والاتصالات والمراكز المالية. رغم أنها معرضة أيضاً للخلل بسبب سوء الأحوال الجوية. لذا لا يوجد حل وحيد كافٍ لمعالجة هذه المشكلة بمفرده، سواء كان ذلك بالنسبة للشبكات الصغيرة أو خطوط التوزيع المدفونة تحت الأرض أو زيادة مستويات تخزين الطاقة أو خلاف ذلك.

ثالثاً، من الضروري أيضاً تحسين المرونة وإعادة التيار الكهربائي على وجه السرعة، مما يتطلب بالضرورة الدمج الناجح للإستراتيجيات المتعددة الخاصة بتنسيق عمل المرافق والتدريب الشامل المتبادل لأطقم العمل والنشر الإستراتيجي للإمدادات ومعدات الدعم الاحتياطية والقدرة على إبلاغ العملاء ومسؤولي السلامة العامة بحالة الجهود المبذولة لاستعادة الخدمة، والموارد الإضافية المطلوبة والأوقات المتوقعة لاستعادة الخدمة.

لسوء الحظ، لا يوجد حل كافٍ لحالات انقطاع التيار الكهربائي على نطاق واسع. بل يجب منع حدوثها واستعادتها على وجه السرعة بدلاً من ذلك، عن طريق القيام بجمع البيانات بشكل منهجي والتخطيط القائم على الأدلة الفعال من حيث التكلفة، فضلاً عن اضطلاع مُشغلي أنظمة الطاقة والمرافق والمسؤولين الحكوميين بالأعمال التحضيرية المتكاملة اللازمة للاستعادة المتكاملة للطاقة. وبما أن تحسين الموثوقية والمرونة أمراً مكلفاً، فإن إيجاد وتطبيق المزيج الصحيح من السياسات الفعالة من حيث التكلفة يعد أمراً بالغ الأهمية لاستمرار دور الشبكة في الانتقال إلى مستقبل الطاقة المستدامة.

الجدول 1. قائمة مختارة لحالات انقطاع التيار الكهربائي على نطاق واسع في الآونة الأخيرة.

الدولة/ المنطقة	مواعيد انقطاع التيار الكهربائي	عدد الأشخاص الذين انقطعت عنهم الطاقة الكهربائية	سبب بدء انقطاع التيار الكهربائي
باكستان	9 يناير 2021	200 مليون	انخفاض في وتيرة نظام نقل الطاقة (1).
إندونيسيا	4 - 5 أغسطس 2019	120 مليون	اضطرابات في توريينات الغاز (2).
الهند	30 - 31 يوليو 2012	700 مليون	ضعف ممرات نقل الطاقة بين الأقاليم (3).
تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية	2 فبراير 2011	4.4 مليون	طقس بارد (4).
البرازيل وباراغواي	10 - 20 نوفمبر 2009	60 مليون	تسببت الأمطار الغزيرة والرياح القوية في حدوث ماس كهربائي في خطوط النقل (5).
أوروبا	4 نوفمبر 2006	15 مليوناً	عدم وجود تواصل منسق بين مُشغلي النظام (6).

المراجع التي أُخذ الجدول منها

- <https://www.nytimes.com/2021/01/09/world/asia/pakistan-blackout-power-failure.html>
- <https://www.thejakartapost.com/news/2019/08/04/major-blackout-hits-greater-jakarta-west-java-on-sunday.html>
- <https://www.theguardian.com/world/2012/jul/31/india-blackout-electricity-power-cuts>
- <https://www.nerc.com/pa/rrm/ea/Pages/February-2011-Southwest-Cold-Weather-Event.aspx>
- <https://www.nytimes.com/2009/11/12/world/americas/12brazil.html>
- http://ecolo.org/documents/documents_in_english/blackout-nov-06-UCTE-report.pdf



www.kapsarc.org