

تحليلات البيانات

02/10/2022

آثار الموثوقية على التعثر غير المتوقع للموارد المعتمدة على العاكس

تناولت رؤى بيانات صدرت مؤخرًا عن مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) بالدراسة أزمة الموثوقية في شبكات الطاقة الكهربائية، واقتردت تدابير السياسات العامة التي يمكنها التخفيف من حدة هذه المخاطر (Felder 2022). ورغم أن الأسباب المحددة لحالات الانقطاعات الشديدة هذه وحالات انعدام التيار الكهربائي متباينة، إلا أن الأسباب الأكثر إثارة للقلق هي تلك التي تؤدي إلى أعطال متعددة في مرافق الشبكة. ونجد في هذا السياق أن مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية NERC¹ قامت في عام 2022 بالبحث في المخاطر المتزايدة على الشبكات في الولايات المتحدة الأمريكية، لا سيما المخاطر التي تهدد نظام نقل الطاقة الكهربائية الكبيرة في أمريكا الشمالية (BPS). كذلك سلطت مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية الضوء على المخاوف المتعلقة بالاستخدام المتنامي للموارد المعتمدة على العاكس: التعثر غير المتوقع لموارد الطاقة الشمسية الكهروضوئية التي يمكنها تعطيل كميات كبيرة من التوليد، مما يؤدي إلى بروز تحديات في الموثوقية. ولهذه المسألة أهمية خاصة بالنسبة للمملكة العربية السعودية لأنها تسعى إلى نشر محطات طاقة شمسية كبيرة على نطاق واسع.

يستعرض تحليل البيانات هذا أحداث تعثر العاكس الكهروضوئي الرئيسية الأخيرة التي حدثت في الولايات المتحدة الأمريكية، ويستكشف الحلول التقنية المقترحة لضمان موثوقية شبكتها. وكانت مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية قد أبلغت عن وقوع أربعة أحداث رئيسية للتعثر الكهروضوئي في الفترة ما بين عامي 2016 و 2021 (راجع الجدول 1). وقد وقعت الأحداث الثلاثة الأولى في ولاية كاليفورنيا بسبب حدوث أعطال في خطوط النقل (220 كيلو فولت و 500 كيلو فولت). قام نظام نقل الطاقة الكهربائية الكبيرة بإصلاح هذه الأعطال، ولكن التغيير اللحظي في التردد والجهد خارج منحنى التشغيل العادي أدى إلى العاكسات التي تحول التيار الكهروضوئي المباشر إلى تيار متناوب قبل تغذيته في تعثر الشبكة (2019, 2018, 2017 NERC). وكان هذا الإجراء غالباً بسبب استجابة العاكس الوقائية لأعطال النظام. فيما استمرت إحدى المشكلات متمثلة في التوقف المؤقت، الذي يحدث عندما يتوقف التحكم على العاكس عن ضخ التيار الكهربائي في الشبكة، بينما يكون الجهد خارج نطاق جهد التشغيل المستمر للعاكس. واقتربت مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية منذ الإبلاغ عن حالة الاضطراب الأولى في شهر يونيو من عام 2017، بالوقف المؤقت لاستخدام الموارد المعتمدة على العاكس من أجل خفض وتيرة وقوع الأحداث المحتملة لفقدان الموارد إلى أدنى حد لها (2017 NERC).

¹ تقوم مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية بوضع معايير الموثوقية، وتقيّم سنويًا الموثوقية الموسمية والموثوقية طويلة الأمد، فضلاً عن مراقبتها لنظام نقل الطاقة الكهربائية الكبيرة من خلال رفع مستويات التوعية بالنظام.

الجدول 1. الأحداث المتعلقة بخفض معدلات إنتاج الطاقة الكهروضوئية الشمسية.

موقع العطل	فقدان ناتج الطاقة الشمسية الكهروضوئية (MW)	الحدث
خط 500 كيلو فولت	~1200	1. حدث جنوب كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية 2016
خط 220 كيلو فولت	~900	2. حدث كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية 2017
خط 500 كيلو فولت	~860	3. حدث كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية 2018
محطة ربط 345 كيلو فولت محطة ربط 138 كيلو فولت قضيب توصيل 69 كيلو فولت	~1112	4. حدث تكساس الولايات المتحدة الأمريكية 2021

من جانب آخر، قامت مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية في شهر يوليو من عام 2020 في إطار سعيها لمعالجة مشكلة التعثر في الموارد المعتمدة على العاكس، بتحديث معيارها للموثوقية، "إعدادات حماية التردد والجهد لموارد التوليد"، وذلك من أجل معالجة مشكلة أنتوقف الموثوقية. وعلى الرغم من تحديث معيار الموثوقية، إلا أن خسارة كبيرة أخرى لتوليد الطاقة الكهروضوئية حدثت في ولاية تكساس في أواخر من شهر مايو عام 2021 (NERC 2021). حيث أدى عطل في محطة توليد الكهرباء ذات الدورة المركبة بسبب فشل مانع الصواعق هذه المرة إلى حدوث تغييرات في الجهد الكهربائي تتجاوز الحدود المسموح بها التي تتراوح ما بين 345 و138 كيلو فولت في المحطات الفرعية. وعلى الرغم من أن الجهد الكهربائي في المنطقة قد تعافى بوتيرة سريعة، إلا أن عددًا من مصادر الطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح شهدت انخفاضًا مفاجئًا في معدلات الإنتاج. يبين الشكل (1) حجم الانخفاض في إنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية الناتج عن هذا الاضطراب، حوالي 1 جيجاواط.

كذلك لاحظت مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية أنه لا يتم اعتماد مبادئها التوجيهية على نطاق واسع وشامل. لذا اقترحت المؤسسة في تقريرها الصيفي لعام 2022 تنفيذ معيار شامل لمعيار استمرار شبكة التوليد. كما أوصت بضرورة إجراء دراسات تفصيلية للطاقة الكهرومغناطيسية المؤقتة EMT² باعتبارها جزءًا من عملية دراسة الربط البيني لضمان أن تكون جميع الموارد قادرة على العمل بموثوقية عند توصيلها بنظام نقل الطاقة الكهربائية الكبيرة.

أيضًا قام معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات الأمريكي IEEE³ بمراجعة المعايير المتعلقة بمتطلبات أداء الموارد المعتمدة على العاكس. وأنشأ المعهد في شهر أبريل من عام 2022 المعيار (2800 - 2022) لتوفير الحد الأدنى من المتطلبات التقنية الموحدة من أجل إدماج موارد الموثوقية المعتمدة على العاكس في نظام نقل الطاقة الكهربائية الكبيرة، بما في ذلك استمرار الجهد والتردد الكهربائي، والتحكم في الطاقة، وحماية النظام.

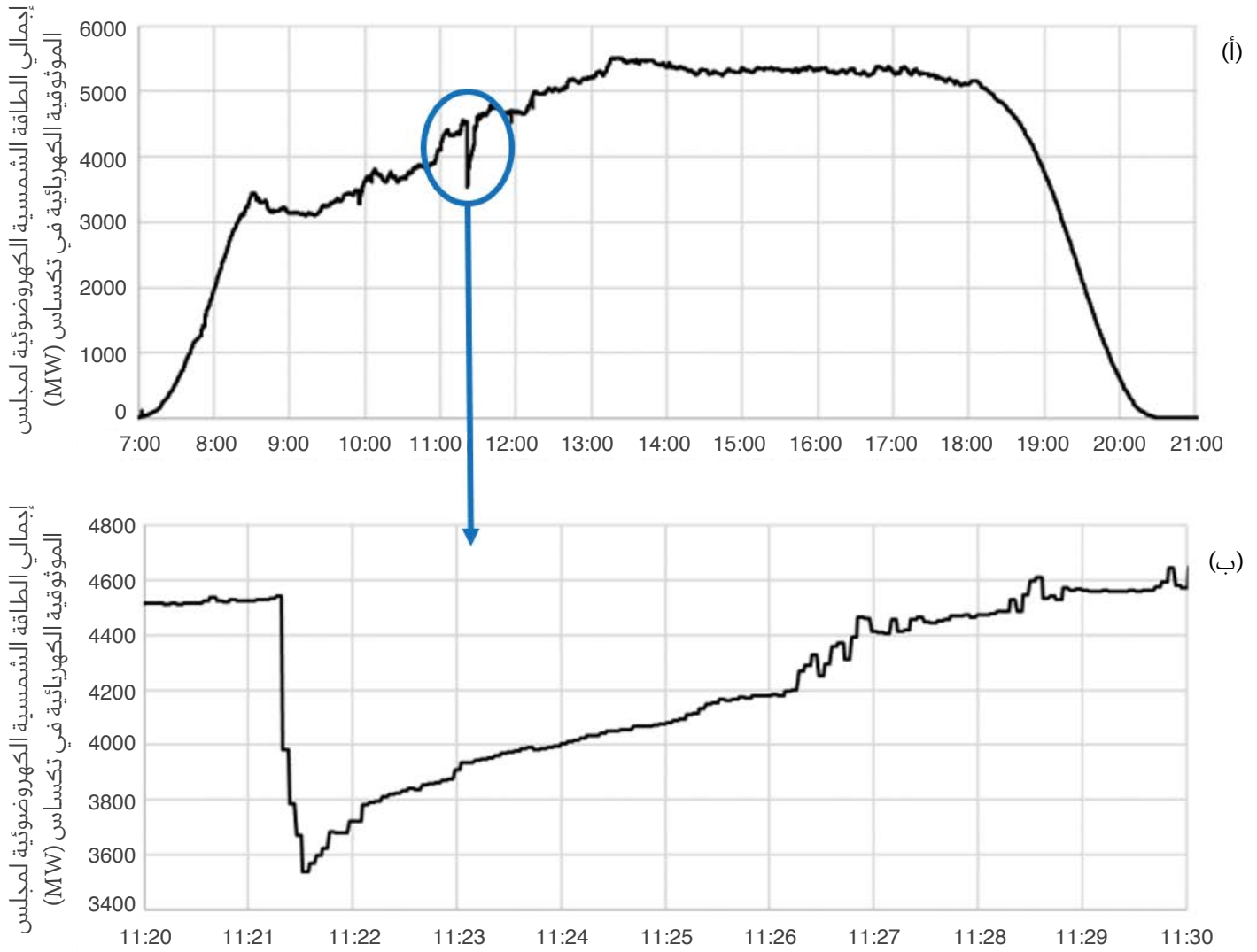
فيما يعد التتبع المستمر لأعطال العاكس الكهروضوئي، ومراقبة تطوير المعايير التقنية من جانب المؤسسات التقنية الرائدة من الخطوات الأولى البالغة الأهمية فيما يتعلق بفهم ضعف نظام الكهرباء في التعثر غير المتوقع للموارد المعتمدة على العاكس، وتنفيذ التدابير الوقائية والتصحيحية السليمة من الناحيتين التقنية والاقتصادية.

بينما تتمثل إحدى النتائج الرئيسية الناجمة عن هذه الأحداث في الحاجة للتنسيق المستمر بين الشركات المصنعة، ومنشآت توليد الطاقة الكهربائية، ومشغلي الشبكات، والهيئات التنظيمية من أجل التحديد الشامل للثغرات في تنفيذ المعايير، والتصدي المبكر للمخاطر المحتملة قبل انتشار تأثيراتها.

² توفر هذه النماذج تمثيلًا دقيقًا للموارد عند إجراء تحليلات مفصلة لأنظمة الطاقة الكهرومغناطيسية المؤقتة.

³ منظمة رائدة في بناء المعرفة وتعمل على تيسير وضع وتطوير المعايير والتعاون.

الشكل 1. حدث تكساس. (أ) رسم توضيحي للطاقة الشمسية الكهروضوئية في التاسع من شهر مايو لعام 2021 يُبين الانخفاض غير المتوقع في إنتاج الطاقة الكهروضوئية، و(ب) توضيح الانخفاض في موارد الطاقة الشمسية الكهروضوئية أثناء حالة الاضطراب.



المصدر: مؤسسة الموثوقية الكهربائية لأمريكا الشمالية (2021).

Felder, Frank. 2022. "Policy Responses to the Reliability Crisis in the Power Grid." June. <https://www.kapsarc.org/research/publications/policy-responses-to-the-reliability-crisis-in-the-power-grid/>

North American Electric Reliability Corporation (NERC). 2017. "1,200 MW Fault Induced Solar Photovoltaic Resource Interruption Disturbance Report." June. https://www.nerc.com/pa/rrm/ea/1200_MW_Fault_Induced_Solar_Photovoltaic_Resource_/1200_MW_Fault_Induced_Solar_Photovoltaic_Resource_Interruption_Final.pdf

— — —. 2018. "900 MW Fault Induced Solar Photovoltaic Resource Interruption Disturbance Report." February. <https://www.nerc.com/pa/rrm/ea/October%202017%20Canyon%202%20Fire%20Disturbance%20Report/900%20MW%20Solar%20Photovoltaic%20Resource%20Interruption%20Disturbance%20Report.pdf>

— — —. 2019. April and May 2018 Fault Induced Solar Photovoltaic Resource Interruption Disturbances Report. Jan 2019. https://www.nerc.com/pa/rrm/ea/April_May_2018_Fault_Induced_Solar_PV_Resource_Int/April_May_2018_Solar_PV_Disturbance_Report.pdf

— — —. 2020. "PRC-024-3 — Frequency and Voltage Protection Settings for Generating Resources." <https://www.nerc.com/pa/Stand/Reliability%20Standards/PRC-024-3.pdf>

— — —. 2021. "Odessa Disturbance." September. https://www.nerc.com/pa/rrm/ea/Documents/Odessa_Disturbance_Report.pdf

— — —. 2022 "2022 Summer Reliability Assessment." May. https://www.nerc.com/pa/RAPA/ra/Reliability%20Assessments%20DL/NERC_SRA_2022.pdf

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Standard Association. 2022. "IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Inverter-Based Resources (IBRs) Interconnecting with Associated Transmission Electric Power Systems." IEEE Standard 2800-2022: 1-180, 22 April. doi: [10.1109/IEEESTD.2022.9762253](https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2022.9762253).