

كيف يمكن لتخزين الطاقة أن يُحفز سياسات الكهرباء للدول الأعضاء في مجلس التعاون الخليجي؟ القضايا والخيارات

رولاندو فوينتس، شاهد حسن، فرانك فيلدر

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) مركز عالمي غير ربحي يجري بحوثاً 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 عبدالله 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.

تعمل المملكة العربية السعودية والدول الأخرى الأعضاء في مجلس التعاون لدول الخليج العربية على إصلاح أسواق الكهرباء فيها وتحقيق أهدافها الطموحة فيما يتعلق بنشر الطاقة المتجددة (الجزءان 1 و2)، ويعتبر الدافع الكامن وراء هذه الأجندة متعدد الأوجه، كما تعتبر زيادة الكفاءة الاقتصادية إحدى الأسباب العديدة الدافعة لبذل هذه الجهود. تهدف هذه الدول مجتمعة من خلال إدخال الأسواق في قطاع الطاقة (أي تحرير هذا القطاع)، إلى الحد من اعتماد هذا القطاع على الميزانية العامة، فضلاً عن أن بإمكان القطاع الخاص تمويل عمليات توليد الكهرباء وتوسيع شبكتها وخفض أسعارها. كما يمكن لهذه الدول في المقابل أن تعمل على ترشيد دعم الأسعار المحلية للوقود، فضلاً عن ذلك، يمكن أن يساعد توليد الطاقة المتجددة دول مجلس التعاون على خفض مستويات انبعاثاتها وتطوير صناعاتها المتعلقة بالطاقة النظيفة. علاوة على أنه يمكنها أيضاً التخفيف من آثار ارتفاع الطلب المحلي على النفط والغاز على اقتصاداتها وزيادة صادراتها من المواد الهيدروكربونية (Dyllick-Brenzinger and Finger 2013).

غير أن الدول التي تتحول في الوقت ذاته إلى كل من الأسواق وزيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة تواجه مشكلات تتعلق بتصميم السوق والقضايا التنظيمية، وقد يصعب التوفيق بين هذه الخطط الموازية، وربما تؤدي أهداف مصادر الطاقة المتجددة إلى تعقيد عملية الإصلاح القائمة على السوق (Blazquez et al. 2018; Key 2016; Poudineh, Sen, and Fattouh 2020). كذلك قد ينطوي هذا التحدي على عدم توافق محتمل قد يؤدي إلى تقويض أهداف كلتا السياستين. ورغم أن التصميم الأولي لسوق الكهرباء أخذ في التطور للتعامل مع تفويضات الطاقة المتجددة، إلا أنه لم تتوافق الآراء بشأن اختيار العملية المناسبة.

تقوم هذه الدراسة بتحليل الآثار المترتبة على نشر التقنيات الجديدة لتخزين الطاقة في هذا السياق،

حيث تعمل تقنيات التخزين على تخفيض التكاليف وتحسين الأداء بوتيرة سريعة (BNEF 2020). بالإضافة إلى ذلك، يعتبر الاستثمار في مجال البحث والتطوير في أنشطة التخزين منفعة عامة، كما يعد تطوير صناعة الطاقة النظيفة جزءاً هاماً من السياسات الصناعية. وعلى الرغم من أنه يمكن لخدمات التخزين أن تيسر عملية إدماج مصادر الطاقة المتجددة والسياسات الرامية إلى إعادة هيكلة الأسواق، إلا أن نشر هذه التقنيات الجديدة يفاقم القضايا التنظيمية. كما يلعب تخزين الطاقة أدواراً مختلفة في سلسلة الإمداد بقطاع الكهرباء من خلال توفيره لكل من الخدمات المنظمة وتلك القائمة على السوق (راجع الجزء الأول من الملحق "1"). فعلى سبيل المثال، ما يزال التخزين في الوقت الراهن يعتبر مستهلكاً عند الشحن، ومولداً عند تفريغ الطاقة. وبالتالي، فإن التخزين يواجه خطر تكرار الدفع نظير استخدام الشبكة. بالإضافة إلى ذلك، فإن تعريف موازنة الخدمات التي يمكن للتخزين أن يساعد في توفيرها آخذ في التطور.

قد يكون من الضروري لمعالجة هذه الجوانب المتعددة للتخزين، إعادة النظر في التصميم العام لسوق الكهرباء في سياق زيادة وتيرة نشر مصادر الطاقة المتجددة. فضلاً عن أنه لا يوجد تصميم جاهز لسوق الكهرباء يمكن تطبيقه على دول مجلس التعاون نظراً لأولويات سياساتها والسياسات الحالية. كما تعتبر تصاميم السوق القياسية غايات نهائية ولم يتم بالضرورة تحديد المسارات الكفيلة بتحقيقها. وبالتالي، تحظى المملكة العربية السعودية وشركاؤها الإقليميين بفرصة لتطوير هياكل سوق جديدة، بل ويمكنهم أيضاً تصميم إصلاحات سوقية متجانسة وسياسات لمصادر الطاقة المتجددة تراعي أحدث التقنيات المتاحة في هذا الصدد. وبغض النظر عن اتجاه تصميم هذه السوق، إلا أنه ستكون له عواقب هامة على نشر واستخدام مرافق التخزين، ولا شك أن هذه العواقب ستؤثر بدورها على النجاح العام لعملية التحول في مجال الطاقة.

إذا تم نشر تقنيات التخزين بالنحو الصحيح، فيمكنها أيضًا تقليل الازدحام في نقل الطاقة وتعزيز تجارة الكهرباء الإقليمية وتخفيض تكاليف الإمداد الكهربائي.

تم تنظيم بقية هذه الدراسة على النحو التالي: يناقش القسم الثاني (2) التحديات التنظيمية التي قد تنشأ بالتزامن مع نشر تقنيات التخزين، فيما يتناول القسم الثالث (3) الطرق التي تمكّن التخزين من مساعدة دول مجلس التعاون على تحقيق أهدافها الاقتصادية/السياسية المختلفة وتحديد المفاضلات المحتملة ما بين عدة خيارات، وتختتم الدراسة بالقسم الرابع (4) الذي يتناول أيضًا الآثار الرئيسية للسياسة.

تتمثل الآثار الرئيسية للسياسة العامة لتحليلنا لتخزين الطاقة في سياق دول مجلس التعاون فيما يلي:

ينبغي إعادة النظر في القواعد التنظيمية والتصاميم السوقية – لا سيما بالتزامن مع تطور التقنيات والأسواق وأنظمة الطاقة – وذلك من أجل ضمان تحقيقها لأهداف صانعي السياسات.

يمكن لتقنيات التخزين إدماج مصادر الطاقة المتجددة بفعالية من حيث التكلفة عند اقترانها بخيارات أخرى، مثل الاستجابة للطلب واستثمارات نقل الكهرباء.

2. القضايا التنظيمية والقضايا المتعلقة بتصميم السوق

يستكشف هذا القسم القضايا التنظيمية والقضايا المتعلقة بتصميم السوق التي ستظهر في أي دولة عند دمج التخزين في قطاع الطاقة، كما نناقش تصميم سوق الكهرباء وتكاليف المعاملات وإصلاحات سوق الكهرباء.

1.2. تعد أسواق الكهرباء أسواقاً "مصممة"

تعتبر أسواق الكهرباء أسواقاً مصممة بمعنى أنها لا تتطور بصورة طبيعية (Felder 2020)، ومن الآثار التنظيمية المترتبة على هذه الحقيقة أن الأسواق "المصممة" لا تتغير بنحو طبيعي لتدمج التقنيات التي يحتمل أن تكون ثورية، مثل التخزين أو مصادر الطاقة المتجددة. قد يتطلب نموذج السوق الحالي عند ظهور التقنيات الثورية، تجديد المعايير أو حتى إعادة التصميم لدعم اعتماد هذه التقنيات وتحقيق النتائج المرجوة التي يريها صانعو السياسات. ورغم أن هذا التحدي لا يقتصر على تقنيات التخزين وحدها، إلا أنه يتطلب بالنسبة لأي تقنية، إجراء مراجعات للتصاميم الحالية، وقد تكون هناك حاجة إلى إدخال عناصر إضافية لتجنب تقويض نتائج السوق.

يعد إنشاء سوق جديدة أمراً لا يخلو من صعوبات، إذ يعتمد تصميم سوق الكهرباء على الخبرات المستمدة من الاقتصاد والبحوث المتعلقة بالعمليات والهندسة وعلوم الكمبيوتر، ويتصور المصمم باستخدامه لهذه الأدوات، هيكل السوق والقواعد الحاكمة لتزويد المستهلكين بالإمداد الكهربائي بنحو منظم يُعوّل عليه بأقل التكاليف الممكنة. غير أنه يمكن تحقيق هذا الهدف من خلال تحفيز القرارات التي تؤدي إلى الكفاءة على المدى القصير والطويل، كذلك يمكن اعتبار أن هذين النوعين من الكفاءة يحققان أفضل استخدام للموارد المتاحة ويعززان الاستثمارات الفعالة في الموارد الجديدة.

أصبحت أسواق الكهرباء أكثر تعقيداً بسبب الخصائص الفيزيائية الفريدة للكهرباء التي لا نجدتها في الأسواق الأخرى والاقتصاد الأساسي (Felder 2020). لذا، ينبغي أن يكون أي تصميم لسوق الكهرباء قادراً على إنتاج إشارات سعرية لتوجيه العمليات والاستثمارات الفعالة عبر العديد من المكونات السوقية. كما يشمل عنصر الطاقة في سوق الكهرباء أسواق الطاقة في الوقت الحاضر والفعلي وفي المستقبل. بالإضافة إلى ذلك، تشمل المنتجات الأخرى في هذه السوق الخدمات المساندة وشهادات المرونة والموثوقية والقدرة ومراعاة البيئة.

غير أن الجدير بالذكر هنا، أن لتصميم سوق الكهرباء قيوداً أخرى متأصلة. حيث ينبغي وفقاً للنظرية الاقتصادية الكلاسيكية الجديدة، أن تساوي أجور المدخلات قيمة المخرجات التي تنتجها وحدة إضافية من هذه المدخلات (أي قيمة المنتج الهامشي للمدخلات). ونتيجة لذلك، تؤدي هذه الأجور إلى النشر والاستخدام الفعال لكافة التقنيات المتاحة. ومع ذلك، فإنه نظراً لهندسة أسواق الكهرباء، فقد يحدد مصممو السوق الخيرون التعويض عن كل تقنية ربما عن طريق حذفها بناءً على معلومات محدودة.

كذلك يؤثر هذا القيد على توفير التخزين. فعلى سبيل المثال، تؤدي أسعار التجزئة الثابتة إلى تخفيض حوافز التخزين في أنظمة التوزيع. كما أن عدم إمكانية الحصول على أسعار الاستهلاك وفقاً للعدادات الوقتية سواء بالساعة أو لمدة خمس دقائق على مستوى البيع بالجملة، يعتبر عائقاً أمام عمليات التخزين. ومن هذا المنطلق، تخضع هذه الاستثمارات إلى نسخة من تأثير (أفيرش جونسون/ Averch and Johnson 1962)، إذ يتم نشر التقنيات ذات الأجور الزائدة بنحو مفرط، والامتناع عن نشر التقنيات منخفضة الأجر (Averch and Johnson 1962). كما أن التخزين السريع التطور وتقنيات

2. القضايا التنظيمية والقضايا المتعلقة بتصميم السوق

أنظمة الطاقة الأخرى لن تؤدي إلا إلى تفاقم مشكلة نقص المعلومات المتاحة بالنسبة لوضعي السياسات.

تعتبر هذه المسألة ذات أهمية بالغة لأن ملوك وحدات التخزين في سوق الكهرباء يكسبون دخلهم من خلال المراجعة في أجزاء مختلفة من سلسلة القيمة، ويكون معيار السعر الذي يراجع عليه هؤلاء الملوك نتيجة للسوق التي قام المصمم بهندستها. وبالتالي، فإنه قد لا يستوعب تعقيدات السوق المثالية. علاوة على ذلك، قد لا يراعي مصممو الأسواق الحالية في تصميماتهم التقنيات الناشئة في الوقت الراهن مثل التخزين. وتعد هذه القضية ذات طابع دوري، إذ بينما نجد أن التكنولوجيا مستمرة التطور، فإن تصميم السوق يتخلف عن الركب ويلزمه الاستمرار في إجراء تغييرات إضافية. لذلك، فإن من غير المرجح أن تقدم أنظمة الدفع القائمة تعويضا كافيا لأجهزة التخزين، وأن يتوازن التخزين مع الأسعار غير المثالية تقريبا. كما سيكون نشرها بالضرورة مختلفا عن المستوى الاجتماعي الأمثل. ولا يمكن لوضعي السياسات المهتمين بتحقيق أهداف سياساتهم بفعالية من حيث التكلفة عبر أسواق الكهرباء أن يفترضوا سهولة تنفيذ التصميم الأمثل للسوق.

2.2 تكاليف المعاملات تعيق تطوير التخزين

يوفر التخزين العديد من الخدمات التي تخلق عوامل خارجية إيجابية قد لا يتمكن مستثمرو القطاع الخاص من تحويلها إلى نقد بشكل كامل، ومن بين هذه الخدمات خدمة بدء تشغيل وحدة الطاقة ذاتيا والاستجابة الخاملة وتجنب بدء تشغيل وحدات التوليد الحراري. تعمل هذه الخدمات مجتمعة على زيادة كفاءة الشبكة مما يؤدي إلى خفض استهلاك الوقود والانبعاثات المحتملة (Ruz and Pollitt 2016). كذلك يتمثل أحد الأسباب المحتملة لعدم تمكّن الشركات من تحويل هذه الخدمات إلى نقود في ارتفاع تكاليف المعاملات، الأمر الذي قد يحول

دون إنشاء أسواق جديدة (Arrow 1999; Williamson 2008). أيضا يمكن لارتفاع تكاليف المعاملات أن يؤدي إلى ما يسمى بـمشكلة "الأموال الضائعة"¹ التي تؤدي بدورها إلى قصور أو نقص الاستثمار. أما فيما يتعلق بعلاقتها بالتخزين، فقد تنجم تكاليف المعاملات المرتفعة عن عدم وجود البيانات المفصلة، حيث يتم شراء بعض خدمات التخزين غير النقدية باعتبارها منتجات ثانوية لعقود الطاقة الثنائية. ونتيجة لذلك، يصعب على تقنيات التخزين الجديدة تقييم خدماتها (Ruester et.al, 2012) لأنها تتحمل تكاليف معاملات إضافية، وقد تشمل هذه التكاليف، تكاليف البحث والمعلومات² والمراقبة والتفاوض³ والإنفاذ⁴. تشبه هذه المشكلة المحتملة في التخزين مشكلة الأجر في مجال القدرة حيث تمنع القيود المفروضة على تقلبات أسعار الطاقة عكس الاستثمارات لقيمتها الكاملة.

كذلك تتمثل الديناميات المحددة لهذه المسألة فيما يلي: تأتي عوائد التخزين من المراجعة في المقام الأول. ففي قطاع التوليد على سبيل المثال، يتم تخزين أجهزة التخزين الكهربائية عند تراجع أسعارها وإخراجها عند ارتفاعها. بمعنى آخر، أنه يتم تخزين الكهرباء عندما يزيد الطلب على مصادر الطاقة المتجددة، ويتم نشرها عندما ينخفض الطلب. كما يحدد القائمون على التخزين في البداية، العديد من فرص المراجعة ويكسبون في المقابل إيرادات مرتفعة. ومع ذلك، تنشأ حلقة متوازنة من التغذية الراجعة، فالأرباح المرتفعة تحفز الاستثمارات الإضافية في مجال التخزين، مما يؤدي إلى زيادة تسطيع منحنيات الطلب مؤدية بالتالي إلى تقليص فرص المراجعة.

ولا تقتصر هذه الحالة على قطاعي الطاقة أو التخزين وحدهما، ولا ينبغي اعتبارها مشكلة بحد ذاتها. إذ يتم في حالة عدم وجود أي إخفاق أو انهيار في السوق، نشر التخزين بكفاءة إذا كانت مساهمته الحدية معادلة للتكلفة الحدية، فيما تنشأ مشكلة إذا لم تنعكس الفوائد الحدية بالكامل، وتكون وتيرة النشر في هذه الحالة أقل من

2. القضايا التنظيمية والقضايا المتعلقة بتصميم السوق

يتمثل المكونان الرئيسان لنموذج الإصلاح المعياري في خصخصة الأصول المملوكة للدولة (إذا لزم الأمر) وتفكيك سلسلة القيمة، كما يمكن أن يشمل هذا التفكيك بيع أصول مرافق التوليد إلى مُنتجي الطاقة المستقلين. بالإضافة إلى ذلك، يتضمن نموذج الإصلاح المعياري إدخال المنافسة وإنشاء مُشغّل الشبكة المستقل (ISO) أو مُشغّل شبكة النقل (TSO) بحيث يضمن الوصول غير التمييزي للخدمة. كذلك يمكن أن تشمل التغييرات الهيكلية المحتملة الأخرى في عملية إصلاح الكهرباء إلغاء الإعانات. بينما يجادل المؤيدون لهذه الخطوات بأن الإصلاحات التي تليها ستؤدي إلى زيادة كفاءة التوليد والكفاءات التشغيلية، ونقل مخاطر الاستثمار من دافعي الضرائب إلى المساهمين وجذب مصادر رأسمالية جديدة.

إلا أن الأمر الأكثر أهمية من ذلك، أن التخزين يزيد من تعقيد تنفيذ هذه العملية، إذ تهدف قواعد التفكيك إلى إزالة تضارب المصالح بين المهام المختلفة لسوق الكهرباء. فعلى سبيل المثال، تشير هذه القواعد ضمناً إلى أنه لا يمكن لشركات نقل الكهرباء امتلاك محطات التوليد، نظراً لأن لديها حوافز مالية لتقييد وصول الأطراف الأخرى إلى الشبكة. غير أن بإمكان التخزين المشاركة في العديد من أجزاء سلسلة القيمة كما يوضح الإطار الثالث (3)، ومن المحتمل أن يكون التفكيك الرأسي المباشر أمراً صعباً أو حتى مستحيلًا. كذلك يمكن للتخزين أن يتيح فرصاً للمراجعة المالية والإستراتيجية من مواقع متعددة، فضلاً عن وجود فرص المراجعة داخل كل من (المولدات المقابلة) وبين مستويات سلسلة القيمة (أي التحوّل من التوليد إلى النقل).

فعلى سبيل المثال، قد ينشأ تضارب المصالح إذا كان مُشغّل التخزين يستخدم التخزين لكل من التوليد والنقل، وبما أن الأرباح المتوقعة من التوليد والنقل تعتمد جزئياً على حدة الازدحام في الشبكة. بالتالي، فإن نقل وتخزين الطاقة يعتبران متنافسان

المستوى الفعّال، لأنه يتعذر على المستثمرين تحويل جميع مساهمات استثماراتهم إلى نقود.

تمت معالجة هذه المشكلة من حيث السياق التاريخي باتباع ثلاث طرق على الأقل، هي: أولاً، حاول صانعو السياسات استيعاب العوامل الخارجية من خلال تخصيص حقوق الملكية أو الأسعار بالنسبة للعوامل الخارجية، مما أدى إلى إنشاء الأسواق بفعالية. ويوجد هذا الحل سوقاً للمنفعة أو التكلفة الخارجية ذات الصلة، ويترك للأطراف المعنية المجال لتعديل سلوكها وفقاً لذلك. ثانيًا، يرى (Coase, 1991) أن الشركات موجودة لكي يتسنى لها دمج جميع الأنشطة التي تكون تكلفتها شرائها مرتفعة للغاية في الأسواق الفورية. وبالتالي، ستتوسع شركة ما لاستيعاب هذه الخدمات مما تعد طريقة أخرى لاستيعاب العوامل الخارجية. فيما قد تعمل إحدى هذه الشركات أو شركة متكاملة رأسياً بناءً على الحجة التي أوردها (Coase) على تقديم خدمات التخزين. بينما يذكر الباحث (Elshurafa, 2020) أن الشركة المتكاملة رأسياً تتسم بقدر أكبر من الكفاءة لأن بإمكانها ترجمة الفوائد إلى تخفيضات في التكاليف على طول سلسلة القيمة. غير أن ثمة خيار ثالث لهذه السياسة يتمثل في تحديد إعانات مالية أو رسوم يتم بموجبها تعويض مالكي التخزين عن قيمة العوامل الخارجية الإيجابية. ويعوّض هذا الحل عن الخدمات غير المُسعّرة ويدفع بعملية نشر التخزين إلى مستواها الفعّال، غير أنه يتطلب القدرة على تحديد مقدار الفوائد الخارجية بشكل كاف.

3.2. إصلاحات التخزين والكهرباء

أما فيما يتعلق بالتحدي التنظيمي الثالث، فإنه يعتبر أكثر من كونه تحديراً بوجود مشكلة، وبالمفهوم الحرفي لا تتناسب السمات التكنولوجية للتخزين بنحو جيد مع النموذج المعياري لإصلاح الكهرباء، ويتعين على الدول التي ترغب في اتباع هذا النموذج المعياري ملاحظة وجود هذه المشكلة.

2. القضايا التنظيمية والقضايا المتعلقة بتصميم السوق

مرتفع التكلفة. إلا أن الحل الأسهل يتمثل في امتلاك كيان واحد يعمل على تشغيل التوليد والنقل والتخزين كما ذكرنا آنفا. حيث إن من شأن هذا البديل أن يعين على استيعاب تكاليف المعاملات، رغم أنه يتعارض بصفة أساسية مع هدف إنشاء أسواق كهرباء تنافسية. ونتيجة لذلك، ستكون أسواق بيع الكهرباء بالجملة غير فعالة، مما يؤدي بدوره إلى ضعف الاستثمارات في مجال توليد الطاقة وانخفاض الإيرادات المتأثية من مبيعات توليد الكهرباء.

نلاحظ أيضاً أن التخزين يجعل من عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بالخصخصة ودور مشغل الشبكة المستقل (ISO) أكثر صعوبة، نناقش هذه القضايا بمزيد من التفصيل في القسم (3.3).

بدلاً من أن يكونا مكملين لبعضهما البعض. كما يمكن أن تؤثر شدة الازدحام الحالية في شبكة الطاقة تأثيراً إيجابياً على فرص موازنة الطاقة، وبالتالي زيادة الأرباح الناتجة عن تخزين الطاقة. كما يمكن بالمثل، أن تؤدي القدرة المحدودة لنقل الطاقة إلى زيادة الحاجة إلى خدمات الموثوقية، ويمكنها بالتالي زيادة الأرباح الناتجة عن تخزين الطاقة.

كذلك يمكن من ناحية أخرى، تجنب هذا التضارب عن طريق تقييد نطاق الخدمات التي يوفرها التخزين، إذ من الواضح أن مثل هذه القيود ستعمل على الحد من اهتمام مستثمري القطاع الخاص بالتخزين. كما أنها تتطلب قدراً أكبر من عمليات الرصد والقواعد شديدة التفصيل التي بدورها تجعل تشغيل التخزين

3. أهداف السياسات والتخزين: الخيارات والنتائج

نوويا. ويتم بيع هذه الأنواع من الوقود بأسعار أعلى من تكاليف إنتاجها، ولكنها رغم ذلك تعد أقل من مستويات الأسعار الدولية. وقد لا يكون الاستخدام المحلي لهذه الأنواع من الوقود خياراً أفضل لتعزيز الرفاهية. إذ تعتمد المالية العامة في دول مجلس التعاون على عائدات تصدير النفط والغاز. وبالتالي، عندما يتم استهلاك كميات أكبر من الوقود السائل على الصعيد المحلي، فإن من المرجح أن تنحرف هذه الدول عن المسارات المالية المستدامة، والعكس صحيح (Lilliestam and Patt 2015).

كذلك توصل كل من (Blazquez et al. 2017) إلى أن انتشار مصادر الطاقة المتجددة في السوق المحلية للمملكة العربية السعودية بنسبة 20% سيزيد من الصادرات النفطية بنسبة 2.8%. وعلى الرغم من أن طرح المزيد من النفط السعودي في الأسواق الدولية سيؤدي في النهاية إلى انخفاض أسعاره، إلا أن تأثيره الكلي على الاقتصاد السعودي سيكون إيجابياً. استخدم (Blazquez et al. 2021) نماذج التوازن العام العشوائى الديناميكي لفهم الكيفية التي تمكّن المملكة العربية السعودية من جني هذه الفوائد الاجتماعية. وقد بينوا على وجه التحديد أنه يتعين على القطاع الخاص تمويل قدرة مصادر الطاقة المتجددة هذه عوضاً عن إعادة تخصيص النفقات العامة. كما تعزز هذه النتيجة هدف إعادة هيكلة قطاع الطاقة لتمكين الاستثمارات الخاصة بدلاً من التمويل العام.

قد يؤدي نشر التخزين إلى ظهور حلقة إيجابية، ويمكن لمصادر الطاقة المتجددة من ناحية أخرى أن تزيد من أرباح المراجعة بالنسبة للتخزين لأنها تزيد من التقلبات السعرية وتواتر أسعار الجملة الصفرية أو شبه الصفرية. كذلك يمكن للتخزين من ناحية أخرى، أن يزيد من ربحية مصادر الطاقة المتجددة عن طريق تقليل الخفض عند توفر فائض من مصادر الطاقة المتجددة. يعتبر هذا التحسين ذا أهمية خاصة بالنسبة لمحطات الطاقة الشمسية لأنها تدخل حيز الإنتاج عند شروق الشمس، لا سيما في

نتناول في هذا القسم، المناقشة المتعلقة بإصلاح سوق التخزين والطاقة في سياق سياسات الطاقة الكهربائية لدول مجلس التعاون الخليجي، ونفترض أن تعمل دول مجلس التعاون على تحرير قطاعات الكهرباء فيها وزيادة مصادر الطاقة المتجددة لتحقيق أربعة أهداف شاملة في مجال الاقتصاد السياسي. يتمثل الهدف الأول في أن تعكس الأسعار التكاليف، الأمر الذي من شأنه أن يسمح لهذه الدول بزيادة أسعار الوقود المحلية دون حدوث تضخم وتخفيضات كبيرة في رفاهية المستهلك. أما الهدف الثاني فيتمثل في السماح بمشاركة القطاع الخاص في هذا القطاع، مما يساعد على زيادة الاستثمارات وتحرير الأموال العامة (Williams and Ghanadan 2006). وعلى النقيض من ذلك، فإن الهدف الأساسي لنموذج الإصلاح المعياري يتمثل في زيادة الكفاءة الاقتصادية. بينما يتمثل الهدف الثالث في نشر مصادر الطاقة المتجددة ليس لخفض معدلات الانبعاثات داخل هذه الدول فحسب، ولكن أيضاً لتحرير الموارد الهيدروكربونية من قطاع الطاقة المحلي، إذ سيتيح تحرير هذه الموارد لهذه الدول بيعها وفقاً للأسعار الدولية. أما الهدف الرابع فيتمثل في تحفيز تطوير صناعات الطاقة النظيفة المحلية من خلال إعطاء دفعة لمصادر الطاقة المتجددة. لذا، ينبغي تضمين هذه الأهداف الأربعة في أي سياسات تتعلق بالطاقة المتجددة وتحريرها.

1.3. تحرير قطاع الكهرباء ونشر مصادر الطاقة المتجددة:

يمكن للتخزين عندما يقترن بالقدرة الإنتاجية المتقطعة لمصادر الطاقة المتجددة أن يساهم في تيسير تكامل مصادر الطاقة المتجددة وبالتالي تعزيز إدماجها. وبهذه الطريقة، يمكن لدول مجلس التعاون خفض طلبها على المواد الهيدروكربونية وتحسين استدامتها المالية. كما يمكن تلبية معظم الطلب على الكهرباء في هذا المنطقة بالكامل تقريباً عن طريق الوقود السائل والغاز الطبيعي، باستثناء مدينة دبي التي تمتلك توليداً

3. أهداف السياسات والتخزين: الخيارات والنتائج

تشمل الإستراتيجيات الأخرى تشجيع الاستثمارات الخاصة الجديدة التي يمكنها تحرير الإيرادات المالية لتلبية الاحتياجات الأخرى، والحد من الدعم المالي لاستهلاك الكهرباء. كما يمكن للتعريفات المفروضة على الكهرباء التي تعكس التكاليف أن تمكّن مالكي الأصول المخصصة من استرداد استثماراتهم، مما يعتبر أمراً ضرورياً لتحفيزها.

يمكن أن يؤدي نشر التخزين في قطاع التوليد كما تم توضيحه في القسم السابق، إلى تسهيل وإعاقه هدف الاستدامة المالية. إذ تعني الاستعاضة عن التعريفات المنظمة بأسعار السوق فيما يتعلق بتوليد الكهرباء بالجملة، أن يحصل المستهلكون على الأرجح على فواتير كهرباء أعلى قيمة. ويمكن لنشر التخزين باعتباره وسيلة توليد استعداداً لهذا الإصلاح أن يستكمل عطاءات القدرة الناجحة لمصادر الطاقة المتجددة من خلال زيادة الاستخدام الفعّال لقدرة التوليد (Bellini 2021). يساعد التخزين وفقاً لهذا السيناريو في تحقيق هدف السياسة المتمثل في تحقيق الخفض العام لأسعار الكهرباء من خلال تحسين كفاءة الإنتاج، وسيقود خفض الأسعار هذا من جدوى تخفيض الإعانات المالية الحدية، فضلاً عن إمكانية مساعدته على تحسين الاستدامة المالية.

ومع ذلك، فإن للتخزين بعض العيوب المتعلقة بالاستدامة المالية أيضاً، كما أن انخفاض أسعار الكهرباء الأولية سيؤدي أيضاً إلى الحد من الاهتمام بالاستثمارات الجديدة في قدرة التوليد. ويمكن للتخزين في إطار مواجهة هذا التأثير، أن يؤدي إلى تخفيف حدة الازدحام وتعزيز قدرات النقل مما قد يحفز الاستثمارات المبكرة في عملية التحرير. ومع ذلك، فإنه يمكن لنشر التخزين العمل على خفض إجمالي الإيرادات الناتجة عن عمليات الخصخصة، لأنه يُعجّل بانخفاض قيمة محطات توليد الطاقة السائلة القديمة التي توفر خدمات الموازنة، مما يؤدي إلى تفاقم المشكلات المحتملة المتعلقة بالأصول المحصورة. وستكون مبيعات المحطات التقليدية متدنية وتخفض أسعارها في المتوسط عند تراجع

دول مجلس التعاون الخليجي الواقعة في منطقة تتسم بوفرة الإشعاع الشمسي لكونها واقعة في منتصف الحزام الشمسي. ويمكن للتخزين أيضاً أن يساعد في مسألة رفع الأسعار عند تراجعها "أي ارتفاع توافر مصادر الطاقة المتجددة" وتخفيض الأسعار عند ارتفاعها "أي انخفاض توافر مصادر الطاقة المتجددة". ويمكنه بالتالي، تيسير تدفقات إيرادات مصادر الطاقة المتجددة مما يجعل الاستثمارات أقل خطورة. لذا، ينبغي أن تُترجم هذه النتيجة إلى انخفاض شامل في تكاليف المشتريات المتعلقة بمصادر الطاقة المتجددة.

تعد درجة انتشار مصادر الطاقة المتجددة ذات أهمية بالغة بالنسبة للجدوى الاقتصادية للتخزين، وقد لا يكون نشر التخزين فعالاً من حيث التكلفة إذا كان نشر مصادر الطاقة المتجددة يسير بوتيرة منخفضة. وغالباً ما يتم تحديد أسعار السوق في هذه الحالة بواسطة التقنيات التقليدية، التي تختلف فيها أسعار أوقات الذروة عن الأسعار خارج أوقات الذروة بدرجة أقل مقارنة بأسعار الطاقة المتجددة. وتكون وفورات التكلفة الحدية وفرص المراجعة بدون مصادر الطاقة المتجددة ضئيلة للغاية بحيث يتم تعويضها بتكلفة التخزين التشغيلي. وبالتالي، فإن أحد الشروط المهمة للجدوى الاقتصادية لنشر التخزين في دول مجلس التعاون تتمثل في وجود استثمارات خاصة كافية في مجال الطاقة المتجددة.

2.3. زيادة الإيرادات المالية العامة:

تعتبر الإيرادات المحصلة من المرافق غير كافية في دول مجلس التعاون، بسبب انخفاض التعريفات المفروضة على الكهرباء. وبالتالي يجب أن تعتمد المرافق على ميزانيات الحكومة الوطنية لتلبية احتياجاتها من الاستثمار. ولذلك فإن الهدف الشامل الثاني للسياسة العامة يتلخص في العمل على تحقيق الاستدامة المالية. ويتمثل أحد سبل تحقيق هذا الهدف في بيع الأصول المملوكة للمرافق العامة إلى مُنتجي الطاقة المستقلين. بينما

3. أهداف السياسات والتخزين: الخيارات والنتائج

أسعار الكهرباء أعلى من المستوى الفعال جزئياً بسبب التخزين، فإن الشركة المعنية ستستثمر في قدرات التخزين. ويتم نقل هذه الاستثمارات مرة أخرى إلى مؤشرات أسعار المستهلك. فإذا كانت هذه الشركة هي المشغل الوحيد للتخزين، فلن يكون قسم التخزين التابع لها مسؤولاً عن احتساب الأسعار. بل سيحاول هذا القسم تعديل تصاعد الأسعار عند شرائه للطاقة وخفض الأسعار عند بيعه لها. نتيجة لذلك، فإنها ستضعف الاستثمار في قدرات التخزين. كذلك من المرجح أن تصبح قدرة التوليد والتخزين أكثر ندرة، مما يؤدي على الأرجح إلى ارتفاع الأسعار بوتيرة متكررة، وستترجم هذه الآثار في النهاية إلى ارتفاع في الأسعار بالنسبة للمستهلكين.

يشير هذا المثال الذي أوردناه، إلى أن بإمكان التخزين التخفيف من القوة السوقية الموجودة حالياً في قطاع توليد الكهرباء طالما أن التخزين مملوك للقطاع العام أو غير مملوك للمولدات الكهربائية. كما أننا نسلط الضوء أيضاً على المخاطر المحتملة عند امتلاك هذه المولدات ذات القوة السوقية للوحدات التخزينية. إلا أن استخدام التخزين لمعالجة القوة السوقية للمولدات يعد حلاً باهظ التكلفة، ومن الأفضل معالجة مصدر القوة السوقية بنحو مباشر.

بالإضافة إلى ذلك، فإن ملكية التخزين المستخدمة في القطاعات المنظمة والنقل والتوزيع غير واضحة بنحو مماثل. إذ تتوقف الآثار المترتبة على قرار الملكية على النماذج المختلفة التي يمكن تطبيقها على هذا الجزئية، بما فيها نماذج مشغل الشبكة المستقل (ISO) ومشغل شبكة النقل (TSO). ويتم بموجب النموذج السابق، فصل المشغل بالكامل عن الشبكة، حتى لو ظلت أصول النقل تحت ملكية وسيطرة شركة عامة. فيما يتضمن النموذج الأخير مشغلاً مستقلاً تماماً لا يهتم بملكية أصول النقل، أو التوزيع، أو التوليد، أو البيع بالتجزئة.

خفض معدلات مصادر الطاقة المتجددة. غير أن هناك حاجة إلى إجراء تحليلات كمية دقيقة لمختلف الخيارات المصممة خصيصاً لدول بعينها من أجل فهم الأبعاد النسبية لهذه الآثار التنافسية.

3.3. امتلاك القدرات التخزينية:

يعد تحديد الجهة التي ينبغي لها امتلاك وإدارة وتشغيل مرافق التخزين قضية سياسية رئيسية، ويقترح نموذج الإصلاح القياسي بيع الأصول المملوكة للمرافق العامة في القطاعات التي تكون عرضة للمنافسة مثل قطاع التوليد. إلا أنه يصعب تطبيق هذه القاعدة على منشآت التخزين لأنها يمكن أن تشارك في كل من القطاعات التنافسية والمنظمة. علاوة على ذلك، فقد قررت بعض الحكومات - حتى ضمن القطاعات التنافسية - عدم بيع أصول معينة مثل محطات توليد الطاقة النووية ومحطات الطاقة الكهرومائية الكبيرة، لأسباب إستراتيجية. بينما يعد إصلاح الكهرباء في المكسيك في عام 2014 مثالاً على هذه الظاهرة. لذلك، فإن السؤال المطروح هنا هو هل ينبغي أن يظل التخزين ملكية عامة على نحو مشابه؟ أما إذا كان التخزين مملوكاً للقطاع الخاص، فقد تتسأل الحكومات عما إذا كان يتعين على مالكي الأصول في القطاعات التنافسية مثل التوليد، امتلاك قدرات تخزينية أيضاً. وقد تسمح هذه الحكومات للأطراف الأخرى الخاصة فقط - باعتبار ذلك بديلاً - بامتلاك قدرات تخزينية.

نفترض من أجل الإجابة عن هذه الأسئلة، أن الشركة الوحيدة التي تجني معظم الأرباح الكبيرة تمتلك بالكامل كلاً من قدرات التوليد والتخزين، ونظراً لأن هذه الشركة المذكورة تتمتع بقوة سوقية في الإنتاج، فإنها ستضعف الاستثمار في توليد الطاقة لخلق ندرة مصطنعة عن طريق حجب القدرة، مما يؤدي إلى ارتفاع أسعار الجملة. وسترتفع الأسعار بشكل كبير، مما يوفر المزيد من فرص المراجعة لمالكي وحدات التخزين. كما يمكن للتخزين أن يساعد في مقاومة قوة السوق وخفض ارتفاع الأسعار. ولكن إذا كانت

3. أهداف السياسات والتخزين: الخيارات والنتائج

وفقاً لهذا التعريف، لا يوجد لدى مشغل الشبكة المستقل أي مصلحة مالية في التخزين. في المقابل، يمتلك مشغل شبكة النقل القدرة التخزينية لتحسين كل من استثمارات وعمليات النقل ويعتبر التخزين أصلاً من أصول النقل. ويمكن للتخزين أن يعود بالفائدة على مشغل شبكة النقل من خلال المساعدة في الحد من الازدحام. كما أن من شأن الاستثمار في التخزين أن يساعد على تأجيل استثمارات النقل الأكثر تكلفة، وإذا لم يتم تقييم فوائد النقل والتوزيع بالنسبة للتخزين، فستعاني من نقص القوى العاملة فيها.

أخيراً، يتسم التخزين ببعض الخصائص المميزة التي يمكن أن تبرر الملكية العامة، ويوفر التخزين خدمات تتجاوز آثار المراجعة البحتة، لأنه يمكن من تأجيل الاستثمارات في مجال القدرة ويوفر المرونة ويحسن أمن الإمداد. وقد لا تنعكس بعض هذه الخدمات بالكامل في تصاميم السوق، وبالتالي، فإنها تشكل عوامل خارجية إيجابية. أما من حيث المكاسب البيئية، فيمكن للتخزين أن يكون عوناً في الحد من الانبعاثات الكربونية عن طريق تيسير تكامل مصادر الطاقة المتجددة، اعتماداً على مزيج توليد الشبكة. أما فيما يتعلق بالبحث والتطوير، فيمكن للمتبنين الأوائل له الاستفادة من التعلم بالممارسة. لذلك يمكن للمرء أن يزعم أنه ينبغي أن يكون التخزين مدعوماً بالاستثمار العام، لا سيما في الدول التي تطبق فعلياً مصادر الطاقة المتجددة بوتيرة سريعة للغاية. فيما قد تكون الملكية العامة للتخزين ملائمة أيضاً في حالة انخفاض تكاليفه وتحسن أداءه، أو في حالة وجود مخاوف تتعلق بالقوة السوقية. بالإضافة إلى ذلك، إذا كان التعلم بشأن التخزين يوفر فوائد لا يمكن أن يحققها سوى الاستثمار العام، أو إذا تم تطوير صناعات الطاقة النظيفة الناشئة، فقد تكون الملكية العامة للتخزين ملائمة للغاية.

4.3 تمويل التخزين:

تشمل القضايا المتعلقة بتمويل التخزين القضايا التي تمت مناقشتها في الأقسام الفرعية الثلاثة

السابقة. غير أن هنالك مسألة هامة للغاية تتمثل فيما إذا كان ينبغي للوفورات النفطية أن تمول نشر مصادر الطاقة المتجددة بصورة غير مباشرة من خلال إضافة قدرة تخزين. أما إذا ظل التخزين مملوكاً للقطاع الخاص، فإن من المهم تحديد ما إذا كان يتعين على الحكومة تمويله أم لا. كذلك من الضروري في هذه الحالة، فهم التأثير المحتمل لهذا التمويل العام على هدف تحقيق موارد مالية عامة أكثر قوة.

من جانب آخر، وإذا كان التخزين قادراً على تحمل تكاليفه عن طريق تمكين صادرات النفط الإضافية، وفي حالة عدم وجود تخصيص أفضل آخر لهذا المورد، فينبغي على الوفورات النفطية أن تمول التخزين. كما توصل كل من (Karanfil and Pierru 2021) إلى أن تكلفة الفرصة البديلة لبرميل النفط تتراوح على الأرجح ما بين (15 و25) دولاراً. وتنطبق هذه القيم على المشاريع ذات التأثير قصير المدى على الطلب المحلي على النفط. ومع ذلك، فإن نطاق تكاليف الفرص البديلة يعد أوسع بكثير بالنسبة للمشاريع التي لها آثار طويلة الأمد على الطلب المحلي على النفط. كما تعتبر تكاليف الفرص البديلة هذه حساسة للغاية للقيود المفروضة على الإنتاج. هذا، إلى جانب أن الاستثمارات في كفاءة الطاقة أو مصادر الطاقة المتجددة تندرج ضمن هذه الفئة.

تُبين التجربة الدولية أنه حتى عندما يكون تكون نسبة انتشار مصادر الطاقة المتجددة مرتفعة، فإن أرباح المراجعة تكون أقل بكثير من تكاليف الاستثمارات (Andres-Cerezo and Fabra 2021). وإذا رغب صانعو السياسات في تعزيز الاستثمارات في التخزين، فيتعين عليهم استكمال العائدات السوقية لمالكي التخزين بتقديم الدعم العام نظراً لارتفاع التكاليف الرأسمالية للتخزين. إلا أن دول مجلس التعاون تهدف إلى خفض دعم قطاعات الكهرباء لديها. إذ سيؤدي دعم مصادر الطاقة المتجددة والتخزين بالإضافة إلى الوقود الأحفوري إلى زيادة الضغوط المالية عند تراجع أسعار النفط (Poudineh, Sen, and Fattouh 2018).

3. أهداف السياسات والتخزين: الخيارات والنتائج

إلى ذلك، يجب تحديد تكلفة الفرصة البديلة لبرميل النفط. كما ينبغي تحديد قيمة البحث والتطوير لدولة ما باعتبارها منفعة عامة إضافة للفوائد الاقتصادية لتطوير صناعة ناشئة.

تتطلب المعالجة التامة لهذه المسائل تحديد مكوناتها المختلفة. فضلا عن أن من الضروري إجراء تحليل كمي لتحديد ما إذا كان ينبغي تخصيص تدفقات جديدة للإيرادات النفطية للتخزين. بالإضافة

قد تحول تكاليف المعاملات دون إنشء السوق: قد لا يتم تحويل بعض خدمات التخزين إلى نقود أو تسعيرها بالكامل، وقد تنشأ مشكلة الأموال الضائعة، مما يؤدي إلى نقص الاستثمار في التخزين. وحتى إذا تم استخدام التخزين لاستكمال عمليات النقل، فقد لا يراعي تصميم السوق بنحو صحيح جميع الخدمات التي يوفرها التخزين في هذه الفئة. وبالتالي، فإن الاستثمارات في التخزين لهذا الغرض ستكون منخفضة للغاية. وتترتب على مستويات النقل غير الفعالة آثار على الاستثمارات الجديدة في مجال التوليد. أما إذا تم استخدام خدمة التخزين غير النقدي في توليد الطاقة، فلن يتم نشر التخزين بالكامل تحقيقاً لهذه الغاية. وقد تؤخر هذه النتيجة نشر مصادر الطاقة المتجددة وبالتالي، استخدام النفط لتخفيف قيود المالية العامة.

لا يتوافق التخزين بنحو جيد مع نموذج الإصلاح المعياري: إذا أغفلت الحكومات عدم التوافق هذا، فإن الأخطاء الناجمة عن ذلك قد تؤدي إلى تقويض أهدافها الإصلاحية، مثل خفض الأسعار. غير أن الأسواق كما ذكرنا سابقاً، تعاني أيضاً من اختلالات عند الانتقال إلى مستويات عالية من مصادر الطاقة المتجددة. ويتيح هذا المأزق فرصة لتصميم سوق في البداية من خلال دمج آليات مصادر الطاقة المتجددة والتخزين وآليات السوق.

كذلك، تتمثل إحدى القضايا الرئيسية المتعلقة بتحرير وتصميم السوق في تحديد الجهة التي ينبغي أن تمتلك التخزين. ويعتبر التخزين وحدة قائمة بذاتها خارج نطاق الخدمات المُعانة ويُنظر إليه باعتباره جزء مستعرض في سلسلة القيمة. كما قد يؤدي الاستمرار في اعتبار التخزين بوصفه خدمة إضافية إلى إعاقة فهمه وتأخير عمليات نشره.

تتطلب التقنيات المتطورة والناشئة قيام صانعي السياسات بتصحيح وإصلاح قطاع الطاقة بوتيرة مستمرة: يعد التخزين أحد التقنيات العديدة التي تتغير بوتيرة سريعة، ويمكنها تحويل قطاع الطاقة الكهربائية بشكل جذري. بينما نجد أن هنالك

يمكن لدمج التخزين في أنظمة الطاقة أن يوفر العديد من الفوائد لدول مجلس التعاون التي تهدف إلى نشر مصادر الطاقة المتجددة في نفس الوقت وتحرير قطاعات الطاقة فيها. ومع ذلك، يجب أن يدرك صانعو السياسات والمنظمون أن التخزين يخلق تحديات تنظيمية جديدة، وقد يؤدي تجاهل هذه التحديات إلى تكاليف انتقالية لا لزوم لها. كما قد تؤدي الاستثمارات في التخزين إلى إعاقة أهداف سياستها النهائية في ظل بعض الظروف. لذا، نقوم بتحديد هذه الأهداف على أنها الإلغاء التدريجي للإعانات، وتخفيض أسعار الكهرباء، وتخفيف قيود المالية العامة، واستخدام النفط لبيعه في الأسواق الدولية.

نسلط الضوء في هذا القسم على بعض الآثار المترتبة على هذه المناقشة.

أسواق كهرباء "منشأة": تتمثل النتيجة العملية لحقيقة أن أسواق الكهرباء لا تتطور طبيعياً في احتمال عدم كفاءة النشر الفعّال للتخزين. حيث قد ينشأ كل من الاستثمار المفرط وقصور الاستثمار. ويمكن لكتلة التخزين الحرجة أن تعمل على تيسير الإنتاج بمرور الوقت وتخفيض تكاليف التوليد وتسطيح منحنى الأسعار. كما قد تتحسن كفاءة الإنتاج وتنخفض أسعار الجملة. يعتمد التأثير على أسعار التجزئة على مدى الإعانات المقدمة للمرفق بهدف أن يقوم بالدفع مقابل الاستثمارات المفرطة في التخزين. ومن المؤسف، أن تكاليف الاستثمار في تخزين الطاقة لا تزال مرتفعة على الرغم من انخفاضها بدرجة كبيرة خلال العقد الماضي. علاوة على ذلك، فإن التخزين وبخفضه للأسعار، يقلل أيضاً من قيمة الخصخصة التي قد تنتقص من هدف السياسة المتمثل في تحقيق الاستدامة المالية. ومع ذلك، قد تؤدي عدم كفاية الأجور إلى استثمارات ضئيلة باهظة التكلفة. ولا يؤدي الاستخدام الكامل للتكنولوجيا المتاحة بسهولة إلى تحقيق الفوائد المنشودة.

على السوق وإصلاحات تنظيمية، حيث يسعى مقرررو السياسات إلى تنفيذ مخططاتهم المتعلقة بالسياسات مُتعددة الأوجه.

تقنيات أخرى، مثل السيارات الكهربائية والشبكات الذكية وإنتاج الهيدروجين، تحتاج أيضا إلى النظر فيها بنحو كلي مع التخزين. غير أن من المرجح أن تتطلب هذه التغييرات التكنولوجية إجراء إصلاحات

1 كثيراً ما يقال أن الأسواق التنافسية لبيع الكهرباء بالجملة تعاني من مشكلة "الأموال الضائعة"، حيث يشير هذا المصطلح إلى الفكرة القائلة بأن أسعار الطاقة في هذه الأسواق قد لا تعكس بنحوٍ كامل - لأسباب مختلفة - قيمة الاستثمار في الموارد اللازمة لتلبية توقعات العملاء للحصول على خدمات كهربائية موثوقة.

2 يقصد بمصطلح تكاليف المعاملات التكاليف المتحققة نتيجة التبادل الاقتصادي ومنها: تكاليف البحث والمعلومات وهي التكاليف المتحققة عند تحديد ما إذا كانت السلعة المطلوبة متوفرة في السوق وأقل سعر لها وغير ذلك.

3 التكاليف المطلوبة للوصول إلى اتفاق مقبول مع طرف التعاملات الآخر لإبرام عقد مناسب وغيره.

4 تكاليف التأكد من التزام الطرف الآخر بعقود وشروط العقد، واتخاذ الإجراءات اللازمة إذا لم يلتزم هذا الطرف بذلك (عادة من خلال النظام القانوني).

- Andrés-Cerezo, David, and Natalia Fabra. 2020. "Storing Power: Market Structure Matters." Cambridge Working Papers in Economics 20122.
- Arrow, Kenneth J. 1974. "Limited Knowledge and Economic Analysis." *American Economic Review* 64(1):1–10
- Arup. 2020. "Five Minute Guide to Electricity Storage." <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/five-minute-guide-to-electricity-storage>. Retrieved August 6, 2021.
- Averch, Harvey, and Leland L. Johnson. 1962. "Behavior of the Firm under Regulatory Constraint." *The American Economic Review* 52(5):1052–69.
- Bellini, Emiliano. 2021. "Saudi Arabia's Second PV Tender Draws World Record Low Bid of \$0.0104/kWh." *PV Magazine*, April 8.
- Blazquez, Jorge, Lester C. Hunt, and Baltasar Manzano. 2017. "Oil Subsidies and Renewable Energy in Saudi Arabia: A General Equilibrium Approach." *The Energy Journal* 38(KAPSARC Special Issue):29–45. DOI: <https://doi.org/10.5547/01956574.38.si1.jbla>
- Blazquez, Jorge, Rolando Fuentes-Bracamontes, Carlo Andrea Bollino, and Nora Nezamuddin. 2018. "The Renewable Energy Policy Paradox." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82:1–5. DOI: [10.1016/j.rser.2017.09.002](https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.002)
- Blazquez, Jorge, Marzio Galeotti, Baltasar Manzano, Axel Pierru, and Shreekar Pradhan. 2021. "Effects of Saudi Arabia's Economic Reforms: Insights from a DSGE Model." *Economic Modelling* 95:145–69. DOI: [10.1016/j.econmod.2020.12.004](https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.12.004)
- BloombergNEF (BNEF). 2020. "New Energy Outlook 2020." Tech. Rep. BNEF.
- Coase, Ronald H. 1991. "The Nature of the Firm (1937)." In *The Nature of the Firm: Origins, Evolution, and Development*, edited by Oliver E. Williamson, Sidney G. Winter, and Ronald H. Coase, 18–33. New York: Oxford University Press.
- Dyllick-Brenzinger, Ralf M., and Matthias Finger. 2013. "Review of Electricity Sector Reform in Five Large, Oil-and Gas-exporting MENA Countries: Current Status and Outlook." *Energy Strategy Reviews* 2(1):31–45. DOI: [10.1016/j.esr.2013.03.004](https://doi.org/10.1016/j.esr.2013.03.004)
- Elshurafa, Amro M. 2020. "The Value of Storage in Electricity Generation: A Qualitative and Quantitative Review." *Journal of Energy Storage* 32:101872. DOI:[10.1016/j.est.2020.101872](https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101872)
- Felder, Frank A. 2020. "Market Versus Planning Approaches To Transmission And Distribution Investment." In *Transmission Network Investment in Liberalized Power Markets*, edited by Mohammad Reza Hesamzadeh, Juan Rosellón, and Ingo Vogelsang, 257–74. Basel, Switzerland: Springer, Cham. DOI:[10.1007/978-3-030-47929-9_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47929-9_9)
- Karanfil, Fatih, and Axel Pierru. 2021. "The Opportunity Cost of Domestic Oil Consumption for an Oil Exporter: Illustration for Saudi Arabia." *Energy Economics* 96:105161. DOI:[10.1016/j.eneco.2021.105161](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105161)
- Keay, Malcom. 2016. "Electricity Markets Are Broken: Can They Be Fixed?" Oxford Institute for Energy Studies Paper EL 17.
- Khastieva, Dina, Mohammad Reza Hesamzadeh, Ingo Vogelsang, Juan Rosellón, and Mikael Amelin. 2019. "Value of Energy Storage for Transmission Investments." *Energy Strategy Reviews* 24:94–110. DOI: [10.1016/j.esr.2019.01.008](https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.008)

- Lilliestam, Johan, and Anthony Patt. 2015. "Barriers, Risks and Policies for Renewables in the Gulf States." *Energies* 8(8):8263–85. DOI: [10.3390/en8088263](https://doi.org/10.3390/en8088263)
- Mazzucato, Mariana. 2016. "From Market Fixing to Market-creating: A New Framework for Innovation Policy." *Industry and Innovation* 23(2):140–56. DOI: [10.1080/13662716.2016.1146124](https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1146124)
- Newbery, David, Michael G. Pollitt, Robert A. Ritz, and Wadim Strielkowski. 2018. "Market Design for a High-renewables European Electricity System." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 91:695–707. DOI: [10.1016/j.rser.2018.04.025](https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.025)
- Nyamdash, Batsaikhan, and Eleanor Denny. 2013. "The Impact of Electricity Storage on Wholesale Electricity Prices." *Energy Policy* 58:6–16. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.11.033](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.11.033)
- Poudineh, Rahmatallah, Anupama Sen, and Bassam Fattouh. 2018. Advancing renewable energy in resource-rich economies of the MENA. *Renewable energy*, 123, 135-149. DOI: [10.1016/j.renene.2018.02.015](https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.015)
- . 2020. "An Integrated Approach to Electricity Sector Reforms in the Resource Rich Economies of the MENA." *Energy Policy* 138:111236. DOI: [10.1016/j.enpol.2019.111236](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111236)
- Ruester, Sophia, Xian He, Jorge Vasconcelos, and Jean-Michel Glachant. 2012. Electricity storage: How to facilitate its deployment and operation in the EU. Florence School of Regulation Policy Brief 2012/05. https://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/22498/PB_2012.05_digital.pdf?sequence=1 Retrieved August 6th, 2021.
- Ruz, Francisco Castellano, and Michael G. Pollitt. 2016. "Overcoming Barriers to Electrical Energy Storage: Comparing California and Europe." *Competition and Regulation in Network Industries* 17(2):123–49. DOI: [10.1177/178359171601700202](https://doi.org/10.1177/178359171601700202)
- United Arab Emirates (UAE). 2017. "UAE Energy Strategy 2050." Last modified June 6, 2021. <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/federal-governments-strategies-and-plans/uae-energy-strategy-2050>.
- Williams, James H., and Rebecca Ghanadan. 2006. "Electricity Reform in Developing and Transition Countries: A Reappraisal." *Energy* 31(6–7):815–44. DOI: [10.1016/j.energy.2005.02.008](https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.02.008)
- Williamson, Oliver E. 2008. "Transaction Cost Economics: The Precursors." *Economic Affairs* 28(3):7–14. DOI: [10.1111/j.1468-0270.2008.00838.x](https://doi.org/10.1111/j.1468-0270.2008.00838.x)

جيجا واط من طاقة الرياح و2.7 جيجاواط من الطاقة الشمسية المركزة).

بالإضافة إلى ذلك، أعلنت المملكة العربية السعودية عن مبادرة السعودية الخضراء ومبادرة الشرق الأوسط الأخضر بتاريخ 28 مارس 2020، حيث تهدف هذه المبادرات إلى الحد من انبعاثات الكربون بأكثر من 60%. ولا شك أن هذا الجهد المشترك سيخفض أكثر من 10% من المساهمات العالمية في هذا الشأن.

وتستهدف دولة الكويت تلبية 15% من طلبها على الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2030.

كما تستهدف دولة الإمارات العربية المتحدة مزيجًا من الطاقة بنسبة 50% من الطاقة من مصادر نظيفة (44% طاقة متجددة و6% طاقة نووية) بحلول عام 2050 (UAE 2017).

الإطار 3. خدمات التخزين.

يوفر التخزين متجهاً للخدمات إلى شبكة الطاقة، وبالتالي، فإن لديه العديد من تدفقات الإيرادات المحتملة:

- **التوليد والحمل:** يمكن اعتبار تخزين الطاقة توليداً عند التفريغ وحملًا عند الشحن.
- **الاقتران مع مصادر الطاقة المتجددة:** يمكن للتخزين أن يكون عوناً على إدماج توليد الطاقة المتجددة المتقطع في الشبكة، وذلك من خلال تخزين الكهرباء عند ارتفاع وتيرة توليد الطاقة المتجددة، ونشرها وتوزيعها عند انخفاضها. ويكون التخزين بمثابة المفتاح الرئيس لتحقيق التوازن بين أنظمة الكهرباء التي تهيمن عليها مصادر الطاقة المتجددة. كما يمكن أن يؤدي استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح المتقطعة إلى زيادة فرص موازنة التخزين عن طريق زيادة تقلب الأسعار.

الإطار 1. جهود إصلاح قطاع الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي.

تتصور المملكة العربية السعودية تطوير سوق كهرباء تنافسية وإتاحة خيارات للمستهلكين فيما يتعلق بحصولهم على الخدمات.

وضعت كل من إمارة أبو ظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان قوانين لقطاع الكهرباء ركزت في البداية على ثلاثة مجالات، وتفصل هذه القوانين بين قطاعات الأعمال التنافسية وغير التنافسية، وتنشئ هيكل سوقية تستند إلى نموذج مشترك واحد وتمنح الأطراف الأخرى وصولاً مفتوحاً لشبكة الكهرباء التجارية. وقد تم على مر السنين، توسيع نطاق هذه الإستراتيجيات الإصلاحية التي تشمل حالياً الخصخصة الجزئية لقطاع النقل والتوزيع، وإنشاء سوق فورية للكهرباء في سلطنة عمان. بينما تتضمن إستراتيجية أبو ظبي مجموعة واسعة من الأنشطة والخدمات في قطاع الطاقة.

كذلك، تقتصر جهود دولتي الكويت وقطر على استخدام مُنتجَي الطاقة المستقلين لتوليد الكهرباء وما يرتبط بذلك من تفكيك (Dyllick-Brenzinger and Finger 2013).

لم تقترح أي من هذه الدول حتى الآن، سوقاً لبيع الطاقة بالتجزئة بوصفها جزءاً من جهودها في مجال التحرير التي يجري تنفيذها على مراحل.

الإطار 2. السعي لتحقيق مصادر الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي.

قامت المملكة العربية السعودية في عام 2018 بتعديل أهدافها المتعلقة بالطاقة النظيفة، وزادت هدفها المتعلق بمصادر الطاقة المتجددة لعام 2023 من (9.5 إلى 27.3) جيجا واط (بما في ذلك 20 جيجاواط من الطاقة الكهروضوئية و7 جيجاواط من طاقة الرياح). كما غيرت هدفها لعام 2030 إلى 58.7 جيجاواط (40 جيجاواط من الطاقة الكهروضوئية، و16

- **النقل والتوزيع:** يمكن لتخزين الطاقة أن يكمل البنية التحتية للنقل والتوزيع، ويمكن استخدامه لتأجيل الاستثمارات في كلا القطاعين. فيما لا تأخذ عمليات تخطيط للاستثمار في النقل في الوقت الراهن في حسابها بديلًا للنقل (Khastieva et al. 2019).
- **باعتباره قدرة إنتاجية:** إن للتخزين قيمة بصفته قدرة وينبغي السماح له بالمشاركة في أي آلية تتعلق بتحديد الأجر المتصلة بالقدرة. غير أن تحديد مقدار القدرات الثابتة التي توفرها وحدة تخزين الكهرباء يمثل تحديًا. ويجب أن يشمل تعريف القدرة التخزين بحيث يتم تقييم فوائده قدرته.
- **خدمات التخزين الأخرى:** يوفر التخزين التحكم في تواتر الدورات في الثانية من خلال التنظيم (Arup 2020).

نبذة تعريفية عن الباحثين

رولاندو فوينتس



يمتلك رولاندو فوينتس خبرة في نمذجة وهيكل نماذج العمل المستقبلية في الطاقة والكهرباء والسياسات التنظيمية ، قبل أن يصبح زميلاً باحثاً في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية عمل مساعد باحث في معهد أكسفورد لدراسات الطاقة بالإضافة لعمله في مركز أبحاث الطاقة الأمريكي أي ات اس سيرا، ومن خلال مهارته وتميزه في إعداد دراسات الطاقة التي توازن بين وجهات نظر الأكاديميين وصنّاع القرار، عين في منصب مدير إدارة المفاوضات الدولية في وزارة الطاقة في المكسيك ومدير برامج مشاريع الهيدروكربون.

بعد حصوله على درجة البكالوريوس في الاقتصاد مع مرتبة الشرف من معهد مونيتري للتكنولوجيا والتعليم العالي في المكسيك، حصل على بعثة تشيفيننج لاستكمال تعليمه في بريطانيا، ليحصل على درجتي الدكتوراه والماجستير في اقتصاديات البيئة من كلية لندن للاقتصاد ومن كلية لندن الجامعية على التوالي، ليعمل بعدها محاضراً في تقييم الأثر البيئي للسياسات البيئية ويتولى الإشراف على العديد من رسائل الماجستير في هذا المجال.

شاهد حسن

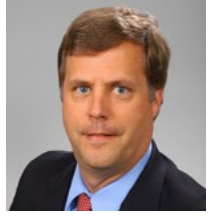


شاهد حسن زميل باحث في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، ويتمتع بعلاقات متعدّدة مع صنّاع القرار وأصحاب المرافق الحكومية والخاصة والمنظمات التجارية الثنائية والمتعدّدة بالإضافة إلى عددٍ كبير من المنظمات الدولية المتخصصة في إعداد الدراسات والأبحاث على غرار منظمة تاسك فورس، وهو عضو بارز في العديد من المجموعات المتخصصة في قطاع الطاقة المحلية والدولية.

قبل التحاقه بالعمل في المركز كان يشغل منصب مساعد مدير معهد مصادر الطاقة في الهند، وهو منظمة أبحاث مستقلة متخصصة في دراسات التنمية المستدامة وتركز في أبحاثها على كافة أنواع الطاقة والبيئة، حيث كان مسئولاً عن تحديد وجدولة المشاريع البحثية للمركز والمتابعة والإشراف على الباحثين، ويمتلك شهيد خبرة واسعة في إعداد الأبحاث وتقديم الاستشارات في مجالات متنوعة متعلقة باقتصاديات الطاقة والوصول إلى طاقة مستدامة، مثل إصلاح أسواق الكهرباء ورسم السياسات وتنظيم أسعار أسواق الطاقة، بجانب دوره في إعداد الدليل الإرشادي لصناعة الكهرباء داخل الهند وخارجها.

فرانك فيلدر

فرانك مهندس ومحلل لسياسات الطاقة. قبل انضمامه لكابسارك بصفته مديراً لبرنامج تحويلات الطاقة والكهرباء، عمل فرانك أستاذاً باحثاً في كلية التخطيط والسياسة العامة في جامعة روتجرز، ومديراً لمعهد روتجرز للطاقة ومديراً لمركز الطاقة والاقتصاد والسياسة البيئية. وقد أجرى بحثاً في مجالات نمذجة أنظمة الطاقة الكهربائية والسياسات البيئية النظيفة وتغير المناخ للمؤسسات الأكاديمية والوكالات الحكومية وقطاعات الطاقة. كما عمل مستشاراً اقتصادياً ومهندساً نووياً.





www.kapsarc.org