

تصميم تعريفات شبكات التوزيع في عصر اللامركزية: نهج نموذج قطاع الأعمال

رولاندو فوينتس

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) هو 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 2020 محفوظة لمركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبه 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 كنصيحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة، ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

النقاط الأساسية

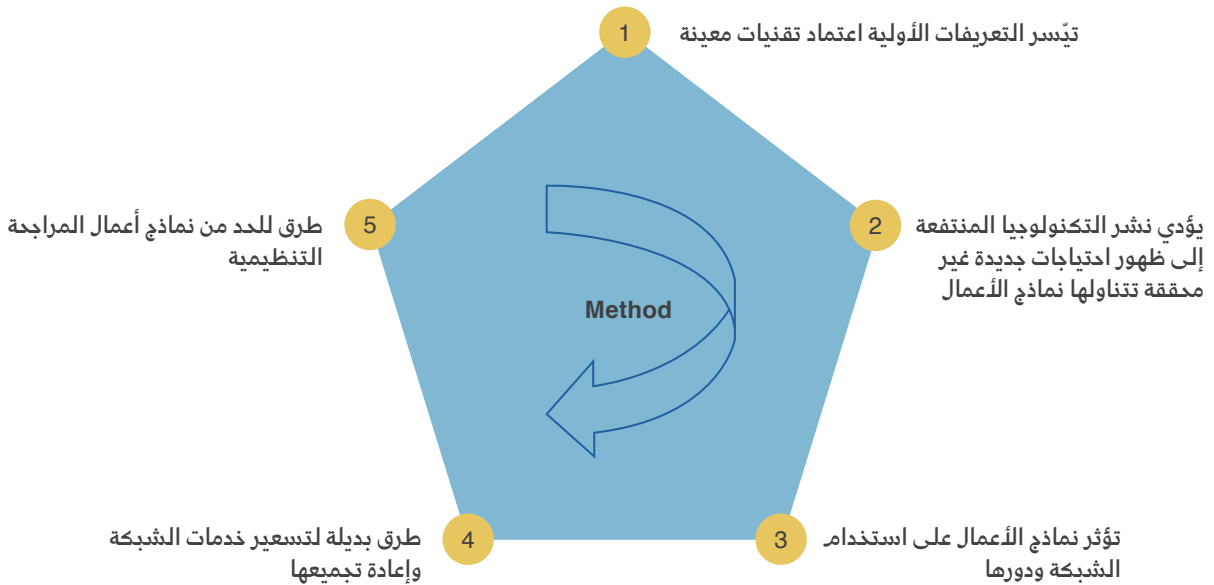
يتناول هذا البحث مسألة الكيفية المثلى لتسعير شبكات التوزيع في سياق الاضطرابات التكنولوجية المعطلة للنظام في قطاع الطاقة، ونقترح في هذا البحث إطاراً لتحليل العلاقة المتبادلة غير المكتشفة بين تصميم تعريف شبكة التوزيع وظهور نماذج أعمال جديدة في قطاع الطاقة (الشكل 1)، كذلك يقدم البحث نهجاً جديداً يربط بين نشر استخدام التقنيات ونماذج الأعمال الجديدة في قطاع الطاقة وآليات التسعير لإعادة تجديد الشبكة الكهربائية، وتتمثل النتائج الرئيسية التي تم التوصل إليها فيما يلي:

يتيح الانتشار المتزايد للتوليد الموزع للطاقة (التوليد المركزي للكهرباء من مصادر طاقة متعددة) فرصاً للتجميع¹، ويمكن تسعير شبكات التوزيع بناءً على مكونات تكلفة أكثر تفصيلاً ودقة مع السماح حينها أمكن ذلك بالمنافسة في أجزاء جديدة من سلسلة القيمة. وتعد هذه الفكرة في الأساس ذات الفكرة التي قادت لميلاد نموذج الإصلاح المعياري للكهرباء المتبع، ولكنه أكثر دقة وتفصيلاً.

يمكن تحويل شبكة التوزيع إلى نموذج ومنصة أعمال تجارية إذا قامت الأسر بتركيب التقنيات الرقمية بالإضافة إلى التوليد الموزع للطاقة، كما يمكن الاستفادة بالكامل من هذه المنصة عبر تأثيرات الشبكة، وذلك عن طريق تشغيل شبكة التوزيع كنموذج اشتراك، حيث يمكن لهذا النموذج أن يخفض تكاليف المعاملات في المنصات الرقمية.

إذا قامت الأسر بتركيب البطاريات بالإضافة إلى الإجراءات المذكورين أعلاه، فستكون هنالك فرص عمل "غير مدرجة في حسابات العداد"، وستحتاج شبكات التوزيع إلى العثور على طريقة لاستثمار أو تسهيل القيمة الدائمة للشبكة بالنسبة للمستهلكين "تحويلها إلى قيمة نقدية"، بناءً على الفصل بين تحديد القيمة الصناعية من مكون الطاقة الخاص بها.

الشكل 1. التعريفات ونماذج الأعمال التجارية المترابطة بشكل متبادل.



المصدر: المؤلف.

نناقش في هذا البحث العلاقة المتبادلة غير المستكشفة بين تصميم تعرفة شبكة التوزيع وظهور نماذج أعمال جديدة في قطاع الطاقة، ولقد جرت العادة أن تستخدم تعريفات شبكة التوزيع طريقة حساب التكاليف، إلا أننا نقترح بدلاً من ذلك، استخدام إطار عمل نموذج قطاع الأعمال لتحليل مدى تغيير نماذج الأعمال الناشئة في قطاع الطاقة لطريقة تسعير خدمات شبكة توزيع الكهرباء وتحديد حزمها "باقاتها"، كما سيساعدنا هذا النهج على الابتعاد عن محاولة التأكد مما إذا كان المستهلكون يدفعون المبلغ المناسب مقابل ما يتلقونه (من شبكة التوزيع)؟ والوصول إلى الإجابة عن السؤال المائل، هل يدفعون مقابل ما يريدون؟ (Lehr 2013).

تعد تعريفات شبكة التوزيع ثاني أفضل الممارسات. ونظرًا لهيكل تكلفتها، فإن تسعير التكلفة الحدية ومعايير التسعير الفعال لا تؤدي إلى استرداد التكاليف. إذ تم تصميم التعريفات لتخصيص التكاليف عبر أنواع مختلفة من العملاء بناءً على استخدامهم للكهرباء، ومن ثم يتم تصميم التعريفات بناءً على مزيج من مكونات التكلفة المختلفة (الطاقة والطلب والطاقة الإنتاجية والفارق الزمني) وينتهي هذا الأمر بمزيج من الرسوم الثابتة وزيادة الأسعار الحجمية التي توازن فيها الجهات المنظمة لقطاع الطاقة المفاضلات بين الكفاءة واسترداد التكلفة والإنصاف.

بينما نجد من الناحية النظرية بالنسبة لثاني أفضل الحلول، أنه سيتم تعويض بعض المدخلات بشكل مفرط وسيتم بالتالي الإفراط في استخدامها (تأثير أفيرش-جونسون² / the Averch-Johnson effect)، وستكون هنالك استثمارات مفرطة في التقنيات الحديثة ذات الأداء الأفضل في هذه المدخلات ذات التعويض الزائد. فعلى سبيل المثال، يوفر توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية الطاقة ولكنه لا يوفر القدرة الاحتياطية، فإذا تم تعويض مكوّن الطاقة بشكل مفرط، فسيكون لهذه التكنولوجيا معدل انتشار أعلى من غيرها من التقنيات التي تعمل كقدرة احتياطية بشكل أساسي. كذلك سيؤدي انتشار بعض التقنيات إلى حدوث تصدعات (ثغرات) في قطاع الطاقة الذي كان فيما مضى مترابطاً عمودياً ومتكاملاً رأسياً. كما ستفتح هذه الثغرات باباً واسعاً لاحتياجات العملاء الجديدة وستتيح بالتالي فرص عمل جديدة، وستستخدم كل فرصة عمل ناتجة عن الشبكة بشكل يختلف عن الطريقة التي صممت بها في الأصل، لذا نقدم إطاراً تحليلياً لكيفية تسعير الخدمات التي تقدمها شبكات التوزيع.

الفرص لتلبية احتياجات العملاء، ومن ثم تعمل الشركة بعد تحديد احتياجاتهم على إيجاد طرق لتلبيتها بالتزامن مع تحقيق الأرباح. ويساعدنا نهج نموذج قطاع الأعمال على تجاوز مسألة ما إذا كان المستهلكون يدفعون المبلغ المناسب مقابل ما يتلقونه من شبكة التوزيع، ووصولاً إلى السؤال المائل هل يدفع المستهلكون مقابل ما يريدون؟ (Lehr 2013).

يساعدنا استخدام إطار عمل نموذج قطاع الأعمال على فهم العواقب الاقتصادية للتطور التكنولوجي على استخدام شبكة التوزيع، ونحاول هنا تناول سؤالين رئيسيين، هما:

1. هل يلغي التقدم التكنولوجي حالة الاحتكار الطبيعي لشبكات الطاقة الكهربائية؟

2. إذا كان الأمر كذلك، فهل لم يعد عليهم الالتزام بقواعد التسعير للاحتكارات الطبيعية؟

بينما نجد أن شبكات التوزيع تستمر في امتلاكها كل تكاليف الاحتكارات الطبيعية، إلا أن الخدمات التي تقدمها قد لا تكون كذلك. فعلى سبيل المثال، في حين أن تركيب شبكة موازية أخرى لن يكون أمراً منطقيًا، إلا أن بإمكان المستهلكين الحصول على خدمات مثل الموثوقية عبر استخدامهم لوسائل أخرى.

نناقش أولاً، كيف يمكن لهياكل التعريفات أن تعمل على تيسير اعتماد تقنيات معينة، ومن ثم نوضح بالتفصيل كيف يمكن أن يؤدي وجود أشكال مختلفة لانتشار موارد الطاقة الموزعة (DER) إلى تنوع فرص الأعمال. وتحقيقاً لهذا الغرض الأخير، نقوم بتحليل السيناريوهات المحتملة وفرص العمل بالتزامن مع انتشار التقنيات الفردية وتلك التي تنشأ عند نشر تقنيات متعددة، ومن ثم نقوم بتقييم تأثير نموذج العمل الناتج على الشبكة ودراسة الدور الذي تؤديه الشبكة في هذا النموذج، ونقترح بناءً على نتائج هذا التقييم، طرقاً لتجميع خدمات الشبكة الناتجة، كما لو كانت نماذج أعمال منفصلة.

يعد تسعير خدمات شبكة التوزيع - نظراً للخصائص الاقتصادية للشبكة الكهربائية والأهداف المتنافسة لتصميم التعريفات - مهمة تنطوي على عدة تحديات، بل تصبح هذه المشكلة أكثر تعقيداً عندما ينظر المرء إلى البيئة المتغيرة للشبكة بسبب نماذج الأعمال الناشئة ونمو الموارد الموزعة. حيث تؤثر نماذج الأعمال الناشئة على استرداد تكاليف الشبكة في إطار تصميم تعريفاتها الحالية وتكاليفها المستقبلية. ولقد ركزت العديد من المؤلفات العملية في السنوات الأخيرة على كيفية تطوير تعريفات شبكة التوزيع في ظل وجود موارد الطاقة الموزعة (DERs) والجمع بين تقنيات التوليد المحلية، مثل توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية والتخزين والرقمنة (يرجي مراجعة "Burger 2019" للاطلاع على نظرة عامة). ويتناول هذا البحث منطق السببية التقليدي للتكاليف ويقترح تعويض مالكي موارد الطاقة الموزعة وفقاً للتكاليف التي يتم تجنبها في المستقبل. مما يعني أن انتشار موارد الطاقة الموزعة والموقع والتركيز وحجم تأثيرها على تكاليف الشبكة الكهربائية يمكن أن يكون سلبياً أو إيجابياً، اعتماداً على التكنولوجيا المستخدمة (Piccariello et al. 2015; Abdelmotteleb et al. 2018). وعلى هذا النحو، تقرر شركة التوزيع ما إذا كانت ستقوم ببناء القدرات أم ستشتري الطاقة من الأسر، بينما تقرر الأسر ما إذا كانت ستشتري الطاقة من المرفق العام أم تقوم بتركيب موارد الطاقة الموزعة الخاصة بها (Ros et al. 2018).

ينبغي ملاحظة أن النهج الذي اتبعناه في هذا البحث يختلف تماماً عن النهج المقتبس من منطق حساب التكاليف المستخدم في البحوث السابقة، إذ إننا نستخدم بدلاً من ذلك، منطق نموذج قطاع الأعمال (الإيرادات) لاقتراح آليات التسعير لشبكات التوزيع. ويصف نموذج قطاع الأعمال الطريقة التي تقدم بها المؤسسة القيمة للعملاء وتشجيع العملاء على الدفع مقابل القيمة وتحول هذه المدفوعات إلى أرباح (Teece 2010; Casadesus-Masanell and Ricart 2009; Chesbrough 2010). كذلك تبدأ نماذج الأعمال بتحديد

غالبًا ما تؤدي ثاني أفضل التعريفات إلى حالة تكون فيها بعض المدخلات ذات أسعار باهظة (مثل الطاقة) وبعضها بخسة (مثل الطاقة الإنتاجية) مما يزيد من الميل للانتهاج السلوك الانتهازي. وعندما يحدث هذا، فإن السلوك الناتج لا يفضي إلى تحسين الرفاهية إذا أدت إجراءات بعض المستخدمين إلى خفض تكاليفهم مع زيادة فواتير المستخدمين الآخرين. إذ قد تقرر الأسر على سبيل المثال، تركيب تقنيات معينة إذا كانت ستساعد على خفض فواتيرها عن طريق تلافي بعض أجزاء من تعريف التجزئة. ورغم ذلك، فإن هذا لا يخفض بالضرورة من التكلفة الإجمالية للنظام، لذلك لا ينبغي لرسوم التوزيع أن تشجع ظهور النماذج الانتهازية، بل ينبغي تصورها بطريقة تتيح بقاء النماذج التي تخلق قيمة للنظام فقط وتتماشى مع سياسة الطاقة الأوسع.

يتمثل النقاش الجدلي الدائم في هذا البحث في أن التقنيات المعطلة للنظم القديمة تعمل على تغيير طبيعة صناعة الطاقة، مما يستدعي إيجاد طرق جديدة لفهم منتجات هذه الصناعة، مصحوبة بفصل الخدمات عن مكوّن الطاقة والتحوّل من مدخلات التسعير إلى نواتجه، حيث يتيح لنا هذا الابتعاد عن تسعير التكاليف والتحوّل بدلاً من ذلك إلى تسعير الخدمات استنادًا إلى القيم، ونظرًا لأنّ الخدمات تكون غير ملموسة وفورية وفريدة من نوعها، لذا فإنّ التكاليف الفعلية للإنتاج تكون أقلّ ملاءمة لتحديد الأسعار مقارنة بتقييم هذه الخدمة. وسيطلب هذا النهج النظر في التعريفات بطريقة أكثر شمولًا.

يمكن للتعريفات أن تيسر اعتماد التقنيات الجديدة عن طريق إزالة العقبات التي تحول دون اعتمادها، وإذا تم تحديد التعريفات عند نقطة مرجعية فعّالة بحيث يكون السعر مساويًا للتكاليف الحدية - الشرط الضروري والكافي للتسعير الفعّال - فإنّ مزيج التكنولوجيا الناتج سيكون أيضًا على النحو الأمثل. بيد أنه، وبسبب هيكل تكلفة شبكات التوزيع، فإنّ التكلفة الحدية لتوفير خدمة شبكة التوزيع تكون أقلّ من متوسط التكلفة، ولا يتم بالتالي استرداد الاستثمارات. ولا تزال كيفية حل هذه المعضلة تعد مسألة معلقة حتى الآن (Ortega et al. 2008) وبالتالي تعتبر التعريفات ثاني أفضل النهج.

تحديد العوامل المشتركة

كذلك نلاحظ أنّ هذه التعقيدات قد دفعت المنتجين إلى تركيز تعريفاتهم بنحو أكثر فعالية على استرداد التكلفة من خلال اعتماد نهج التكلفة زائد التعريفية بدلاً من الامتثال لمعايير الكفاءة (Demsetz 1968; Hogan 2008). وتتشابه هذه الممارسة في الصناعات الأخرى ذات التكاليف الباهظة والثابتة وغير المستردة التي تؤدي أيضًا إلى الاحتكارات الطبيعية.

يعتبر حساب تكاليف الشبكة الكهربائية مباشرةً على غرار استرداد التكاليف، نظرًا لكونه يخدم أغراضًا مختلفة بما فيها توفير الطاقة، وضمان الموثوقية أو تلبية حمل أوقات الذروة وتوفير القدرة الاحتياطية للطوارئ، ولقد جرت العادة على تقسيم التكاليف على الفئات المفصلة أدناه:

رسوم الطاقة الكهربائية: الرسوم الحجمية على أساس الاستهلاك (أي كيلو واط/ ساعة [kWh])، ويتمثل الافتراض هنا في أن حجم الزيادة في استخدام الشبكة سيزيد من تكلفة صيانة وتشغيل الشبكة، ويمكن أن تكون الرسوم الحجمية موحدة وثابتة أو متغيرة بمرور الوقت لتعكس أوضاع الشبكة في أوقات مختلفة.

رسوم الطاقة الإنتاجية: الرسوم المفروضة على ذروة الطلب (أي كيلواط [kW]) خلال فترة إعداد الفاتورة، بينما نجد أن الاستثمار في الشبكات يكون مدفوعًا في المقام الأول بأحجام ومقادير الطاقة الإنتاجية بدلاً من مقادير الطاقة. إلا أن الطاقة الإنتاجية تعد المقياس الأفضل لمساهمات العملاء في تكاليف الشبكة.

قد لا يتطابق الاستهلاك الفردي في فترات الذروة مع ذروة النظام بالضرورة، وهذا ما يؤدي ضرورة أن تكون رسوم الطاقة الإنتاجية متزامنة مع الذروة لتشجيع المستخدمين على تجنب أوقات فرض القيود على الشبكة. إلا أن من غير المجدي الإشارة إلى العملاء لتقليل الاستهلاك عندما تكون الشبكة غير مستغلة بالكامل.

نناقش في هذا القسم، الأسباب الكامنة وراء استمرار مشكلة تسعير شبكات التوزيع دون التوصل لحل لها، ونقدم نظرة عامة على مكونات حساب التكاليف المختلفة لشبكات التوزيع، كما نناقش كيفية التي يمكن أن تجمع بها التعريفات بين هذه المكونات لتسهيل اعتماد تقنيات معينة مقارنة بتقنيات أخرى.

يعد تحديد الفرق بين أسعار الكهرباء وتعريفات الشبكة الكهربائية أمرًا مفيدًا؛ إذ جرت العادة في العديد من الدول ألا يخضع المستخدمون النهائيون للتعريفات المفروضة على الشبكة بشكل مباشر. بينما يخضع موردو التجزئة وليس المستخدمون النهائيون - بموجب معظم الترتيبات القائمة - لرسوم الشبكة. ومع ذلك، نجد أن كبار المستهلكين وأولئك الذين يوفرون الطاقة لشبكات التوزيع يكونون عرضة لهذه التعريفات، ومن المتوقع أن يقوم تجار التجزئة بتصميم تعريفاتهم لحساب تكاليف الشبكة.

لطالما كانت اقتصاديات الشبكات الكهربائية تمثل تحديًا بالنسبة للاقتصاديين بسبب هيكل تكلفتها "التكاليف الثابتة والهائلة" (Borenstein, 2016). أولاً، لا يمكن إنشاء شبكة تسعير فعالة عندما ينخفض متوسط التكاليف مع الإنتاج ولكنها دائمًا ما تكون أعلى من التكاليف الحدية الثابتة والمهملة، وهذا هو تعريف الاحتكار الطبيعي أو المؤسسي. كما أن من شأن تحديد أسعار مساوية للتكاليف الحدية، أي التسعير الفعال، أن يؤدي إلى عدم استرداد التكاليف.

فيما يتمثل التعقيد الثاني في أن "عرض" الشبكة الكهربائية لا يستجيب لتغيرات الأسعار، وبحكم تعريفه، فإن العرض ثابت ولا يمكنه التكيف مع زيادات أو انخفاضات الأسعار على المدى القصير الناجمة عن التغيرات في الطلب. بينما نجد في الأسواق الأخرى، إذا ارتفعت الأسعار بسبب زيادة الطلب، فإن المنتجين يزيدون عرض السوق ويستفيدون من الأسعار المرتفعة. وبالتالي، فإن طبيعة الشبكات تكون تفاعلية وليست استباقية.

الرسوم الثابتة: لا تعد دالة على حمل العملاء أو استهلاك الطاقة، وتُفرض هذه الرسوم بنحوٍ منتظم على أسس زمنية مختلفة لتغطية النفقات مثل تكلفة ربط المستخدم بالشبكة، ولا يكون الغرض منها تعديل الاستهلاك، كما يمكن تطبيقها أيضًا عندما لا تدر الرسوم الحجمية عائدات كافية.

قد تكون هناك رسوم أخرى بالإضافة إلى الفئات المذكورة أعلاه، فعلى سبيل المثال: قد يرغب مُشغل الشبكة في تطبيق رسوم الطلب على أساس مستوى القدرة "الطاقة الإنتاجية" المتعاقد عليها، ويكون هذا لتحفيز المستخدمين على اختيار القدرة التعاقدية الخاصة بهم بطريقة فعالة وبالتالي تجنب الطاقة الإنتاجية الكبيرة غير المستغلة للشبكة.

تعتبر التعريفات صيغة تحدد الأحجام (أو الأسعار) المختلفة لكل من هذه المكونات، وتؤثر فئات التعريفات هذه على حوافز الاستثمار والتشغيل لمستخدمي الشبكة بطرق مختلفة. ويمكن للتعريفات بناءً على كيفية دمج هذه المكونات (الطاقة الإنتاجية والطاقة والمكونات الثابتة) أن تفيد في اعتماد بعض التقنيات عن طريق إزالة حواجزها، أو يمكنها منع اعتمادها عن طريق زيادة تكلفة بعض التقنيات. وتؤدي بعض التقنيات بصفة عامة، أداءً أفضل من غيرها المندرجة تحت هذه الفئات، وكذلك يمكن للتكنولوجيات المخلة بالنظام أن تجعل بعض هذه الوظائف مهمة وغير معمول بها في الحالات القصوى.

يناقش الباحثون (King and Datta (2018) على سبيل المثال، كيف يمكن للتعريفات أن تقلل التكلفة الإجمالية لملكية السيارات الكهربائية (EV) من خلال تقليل تكاليف إعادة التزود بالوقود وتقوية الشبكة، كما يمكن للتعريفات أن تحفز أيضًا بعض التقنيات عن طريق التعويض المفرط عن بعض خصائصها. إذ يمكن على سبيل المثال، استخدام التخزين للتخفيف من رسوم الطلب أو استقرار تردد الشبكة أو تغيير أو تحسين التحكم في الطاقة المتجددة أو تخزين الطاقة من الألواح الشمسية المركبة على أسطح المباني السكنية (Aprile et al. 2016). كذلك يمكن أن تساعد التعريفات المصممة بعناصر أكثر دقة على تحسين تعويض هذه القيم المجمعة بنحو أفضل، بينما ناقش الباحثون (Faerber et al. (2018) الكيفية التي يمكن أن تساعد بها الأسعار المختلفة للشبكة على نشر تقنيات الشبكات الذكية، ويسلطون الضوء على أهمية تبادل البيانات وتقليص إعدادات الخصوصية لتقليل التكلفة على المستهلكين. أما (Gilliam and Yozwiak 2018) فناقشا طرق تحفيز نشر "الشبكات الصغيرة"، بينما يرى كل من (Gilliam and Yozwiak 2018) أن التسعير الديناميكي الشديد التآثر بالوقت يعد عنصرًا أساسيًا في نظام الطاقة اللامركزي، حيث إنه يوفر مؤشرات أسعار بالنسبة للعملاء.

يلخص الجدول الأول (1) توليفة هذه الخيارات ويصنف الرسائل الرئيسية الواردة في هذا القسم.

الجدول 1

المكوّن	ما سعره؟	الهدف	القياس المتري	الكيفية؟	الفوائد/ الحوافز	التكلفة	ما التقنيات المستفيدة/ الرادعة؟
الثابت	العمليات	تغطية التكاليف الخارجية للمستهلكين	دولار/ للفترة	الفترة	يضمن مستوى من الإيرادات للمرافق على الرغم من اعتماد موارد الطاقة الموزعة (DERs)	يتجاهل الفوائد المحتملة لموارد الطاقة الموزعة (DERs)	مصادر خارجية للمستهلكين
الطاقة الإنتاجية	ذروة الطلب	استرداد تكاليف تقوية الشبكة	دولار/ للكيلوواط	غير متزامنة	تقليل الذروة الفردية	يمكن أن تقلل الاستهلاك عند الاستخدام غير المستغل بالكامل للشبكة، ويمكن أن تؤثر سلباً على المستهلكين ذوي الدخل المحدود	المركبات الكهربائية: إذا ركزت التعريفات على أسعار ذروة شبكة التوزيع بدلاً من ذروة النظام بأكمله، يمكن أن تحفز التخزين عن طريق تقليل وفورات الفواتير.
				متزامنة	تقليل أوقات الذروة الفردية التي تتزامن مع أوقات ذروة النظام	يمكن أن تؤثر على المرنين	
رسوم الطلب	السعة القصوى المتعاقد عليها	استرداد التكاليف من قدرة المستخدمين وخفض الطاقة العاطلة في الشبكة	دولار/ للكيلوواط	رسوم لمرة واحدة كجزء من تكاليف التوصيل	لتحفيز المستخدمين على اختيار قدراتهم التعاقدية بكفاءة	قد يخطئ المستهلكون في الحكم على طلبهم المستقبلي	البطاريات
الطاقة	الاستهلاك	تغطية التكاليف المتغيرة	كيلوواط ساعة/ طن	شروط الاستخدام	تحويل الذروة إلى فترات انخفاض الأسعار	الإنصاف: يدفع المستهلكون الأشد فقراً تعريفات أعلى بسبب الاستهلاك الأعلى للمستهلكين الميسورين	فوائد المركبات الكهربائية إذا كان لدى المالكين فواتير منفصلة. تشجيع استخدام التخزين لتجنب رسوم فترة الذروة

ومزيج القدرات الداخلية الخاصة بها (الألواح الكهروضوئية والألواح الكهروضوئية والتخزين، الألواح الكهروضوئية والتخزين والرقمنة) استخلاص أدوار جديدة للشبكة وإيجاد فرص جديدة للعمل في قطاع الطاقة (Glachant 2019).

التوليد الموزع للطاقة يؤدي إلى التجميع

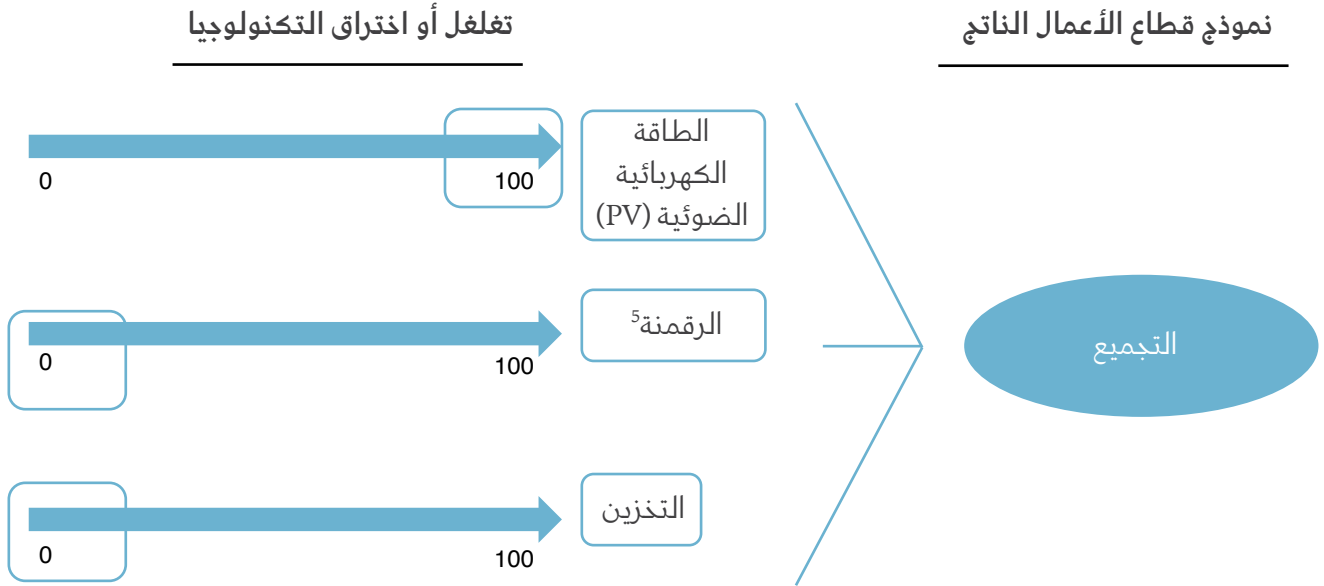
لنفترض أن التوليد المركزي للكهرباء من مصادر طاقة متعددة (الموزع) مملوك للأسر، وأن نمو توليد الأسر هذا - مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية - يوفر فرصاً لتلبية الطلب وتجارة الجملة من خلال التجميع. يمكن للمجمّع³ (نموذج قطاع الأعمال المجمع) من خلال الجمع بين الحمل والتوليد الموزع وسعات التخزين للعديد من المشاركين، تحسين أداء المحفظة بأكملها بطرق لن تكون عملية أو فعالة من حيث التكلفة بالنسبة للأفراد، وبالتالي تشارك بوصفها طرفاً آخر في أسواق البيع بالجملة.

يعمل التجميع على خفض تكاليف المعاملات ويسمح بتجارة أنواع جديدة من المنتجات التي تستهدف عملاء محددتين، ويقوم المجمعون بإنشاء محافظ من عملاء في القطاع الخاص يكون لديهم امتيازات حصرية لإعادة البيع. وقد كانت المشاركة في الطلب بالجملة في الماضي، تقتصر على كبار العملاء المعرضين للانقطاعات⁴. غير أن التجميع يغيّر هذا ليشمل مستهلكي التجزئة في مشاركة الطلب بالجملة.

نوضح في هذا القسم كيف أن إطار نموذج قطاع الأعمال يعتبر نهجاً مفيداً لتصميم تعريفات الشبكة في عصر اللامركزية، ويتكون نموذج العمل من عنصرين هامين، يتمثل الأول في القيمة المقترحة للعميل: إذ يمكن للشركة أن تحدد قيمة لعملائها من خلال منحهم حلولاً لمشكلة أساسية. وكما يتم في مجال الاقتصاد، يتم تحديد القيمة ما دام السعر الذي يدفعه المستهلكون أقل من استعدادهم للدفع مقابل هذا المنتج. فيما يتمثل العنصر الرئيس الثاني في صيغة الربح، أو كيف تخلق الشركة قيمة لنفسها، وتختار صيغة الربح التركيبية الصحيحة من السعر والكميات، وهيكل التكلفة - أي الموارد الرئيسة المطلوبة في نموذج العمل - بينما تحدد القيمة المقترحة وصيغة الربح قيمة العميل والشركة (Johnson et al. 2008; Osterwalder et al. 2005).

لا تظهر نماذج الأعمال الجديدة في قطاع الطاقة بشكل غير متوقع، إذ غالباً ما تكون نماذج الأعمال الناشئة عبارة عن فكرة متأخرة للشركات القائمة وتلك الجديدة الداخلة للسوق، وتكون ناجمة عن إدخال موارد الطاقة الموزعة في قطاع الطاقة المتجانس سابقاً والمتكامل رأسياً. ويوفر نشر التقنيات الجديدة على حساب هيكل قطاع الكهرباء التقليدي خدمات جديدة للمستهلكين ويتيح فرصاً للشركات، كذلك من المحتمل أن تكون موارد الطاقة الموزعة - التي تتكون من الألواح الكهروضوئية والبطاريات وأجهزة الاستجابة للطلب - معرقة للنظام لأنها تسمح للأسرة بأن تصبح مستقلة عن الشبكة. ويمكن اعتماداً على مدى نشر موارد الطاقة الموزعة

الشكل 2. يمكن لتغلغل التوليد الموزع أن يعزز نموذج أعمال التجميع.



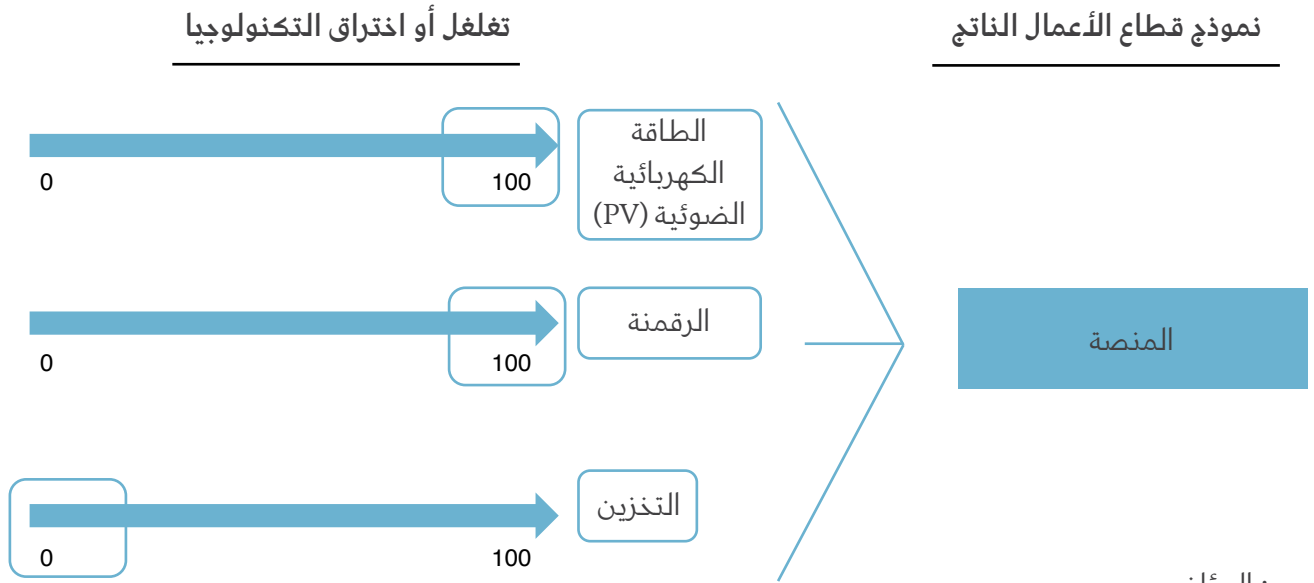
المصدر: المؤلف

الرقمنة تؤدي إلى المنصات:

تتجاوز التجارة بين الأقران التحكم في المرافق التقليدية ويمكنها أن تغير دور الشبكات من الشبكات إلى المنصات. وتتمحور تكاليف إنشاء منصة عمل بشكل رئيس حول البرامج وتسجيل المستهلكين وقاعدة البيانات وإدارة العمليات، ويمكن أن تكون منصة الأعمال صغيرة جدًا نظرًا لأنها تخلق بيئة تتسم بتدني مستوى المعاملات. يجب تحديد المنتجات وخصائص المنصة وقواعد تشغيل المنصات، إلى جانب خصائص المنتجات وعملية التجارة، بما فيها التسليم والتسوية.

تعمل الرقمنة على تسهيل عمليات التجارة المباشرة بين الأقران في الوحدات الصغيرة، مصحوبة بعدد كبير من المعاملات التي تديرها قواعد البيانات المتسلسلة (blockchain⁶). إذ تعمل التجارة بين الأقران على تيسير التفاعلات المباشرة بين الأفراد ولا تتطلب منهم أن يكونوا على مقربة من بعضهم البعض.

الشكل 3. يمكن لاقتران التوليد الموزع والرقمنة أن يحول شبكات التوزيع إلى نماذج أعمال منصة



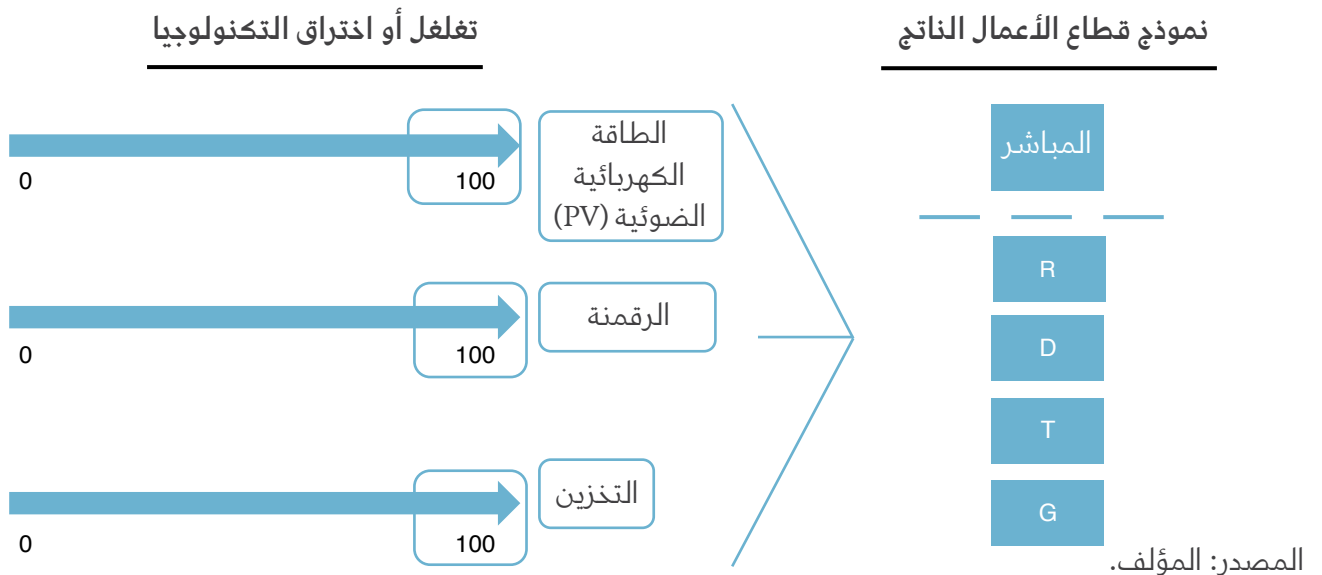
المصدر: المؤلف

ومشغلو الأنظمة في خطط التبادل، بحكم أن بنيتهم التحتية تدعم حلقات التوصيل الأساسية (Sionshansi 2019, 2017). كذلك يتخطى التخزين المباشر نظام الكهرباء التقليدي متضمناً شبكاته والجهات المنظمة لقطاع الطاقة، مما يتيح الابتكار والتجربة مع عدم الحاجة إلى وضع حماية تنظيمي.

الذئب الكامل لموارد الطاقة الموزعة يؤدي إلى إتاحة فرص عمل غير مباشرة

قد تنشأ فرص عمل "غير مباشرة" إذا قامت الأسر بتكريب أجهزة تخزين مباشرة بالإضافة إلى تركيب أجهزة التوليد والرقمنة الموزعة، ويعد هذا خروجاً عن السيطرة أحادية الجانب التي كانت تتمتع بها شبكات الكهرباء

الشكل 4. يمكن للتغلغل الكامل لموارد الطاقة الموزعة أن يفتح نماذج أعمال مباشرة غير مستكشفة.



المصدر: المؤلف

أو يمكن للمستهلكين بدلاً من شراء الكهرباء كسلعة، أن يشتروا منتجات مختلفة بسماتها غير الملموسة مثل النظافة أو الموثوقية (Fuentes 2016)، أو بإمكان الشركات أن تقدم خدمات لمساعدة العملاء على تلبية الطلب المتبقي الذي لا تفي به أنظمتهم المنزلية (Fuentes, Blazquez and Adjali 2019).

لا تتحدى هذه التغييرات جدوى المنتجات التي تقدمها المرافق في الوقت الراهن فحسب، بل إنها أيضًا تقلص الحواجز التي تحول دون دخول أطراف ثالثة للمشاركة في الصناعة. كما أن من المحتمل أن تؤدي التقنيات الجديدة إلى "خدمة⁷" الصناعة: فبدلاً من شراء كيلواط في الساعة، سيشتري المستهلكون خدمات مثل التبريد والتدفئة وليس الطاقة نفسها (Watkins 2017).

التأثير على شبكات الطاقة

بأنها ستكون بحوالي 5٪ من التكاليف (Pollit 2012). أما من وجهة نظرنا، فإننا نرى أن دور شبكة التوزيع في هذا السيناريو مشابه للاستخدام التقليدي للشبكة، مع وجود اختلاف طفيف يتمثل في أن الطاقة تتدفق في كلا الاتجاهين.

من أجل إيجاد طرق لتسعير الدور الجديد لشبكة التوزيع، فإننا نعتمد على الفكرة الأساسية لنموذج الإصلاح القياسي، التي مفادها أن ليس كل مكونات قطاع الكهرباء تعتبر الأنسب للاحتكار الطبيعي، وأن هنالك شرائح يمكن إتاحة المنافسة لها من أجل تحقيق أسعار تنافسية. لذلك سنحاول تحديد وجود أي مجالات جديدة في سلسلة القيمة تكون مناسبة لهذه المنافسة، وإمكانية حل ذلك من خلال التطبيق الأفضل أو الأكثر دقة لنموذج حساب التكاليف التقليدي.

بالعودة إلى السؤال الفرعي لهذا القسم، هل فتحت التكنولوجيا أقسامًا جديدة من سلسلة القيمة تكون أكثر عرضة للمنافسة؟ وكما سقنا الحجج، فإن نتائج الأعمال الجديدة الناتجة عن نشر موارد الطاقة الموزعة، تعد على رأس قطاع الطاقة المتجانس سابقاً والمتكامل رأسياً، ويوضح الشكل (6) مخططاً آخر لقطاع الطاقة، حيث يمثل الحرف (G) التوليد، بينما يمثل الحرف (T) النقل، والحرف (D) التوزيع والحرف (R) البيع بالتجزئة.

هل توجد دالة جديدة يتعين حساب تكلفتها إلى جانب سلسلة القيمة الرسمية (الموصوفة أدناه على أنها X أو Y)؟

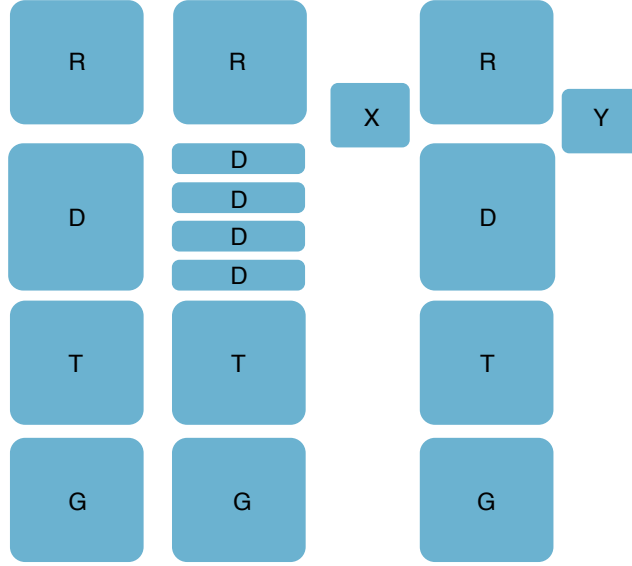
تعتبر الشبكة المثال الجوهري للبنية التحتية: أحد الأصول التي تدعم الأساس الذي يقوم عليه المجتمع، ونظرًا لأن البنية التحتية تتيح أنماطًا للإنتاج، فعندما يتغير هذا الأخير، تتغير كذلك البنية التحتية الأساسية (Haskel and Westlake 2018). نناقش في هذا القسم الكيفية التي يتأثر بها استخدام الشبكة ودورها بالسيناريوهات الثلاثة الموضحة في القسم السابق، والاحتياجات المنزلية التي لم يتم تلبيتها وتلك التي لم تبرز بعد. ونقوم بابتكار طرقًا محتملة لتحقيق الدخل من الخدمات التي ستوفرها الشبكة في كل سيناريو. نستخدم لكل سيناريو منها، الشبكة لأداء الأدوار التي لم يتم تصورها في البداية. كما سيتم استخدامها بوتيرة أقل مما هي عليه الآن في ظل بعض السيناريوهات. ونظرًا لاستخدام الشبكة بقدر أقل، سيزداد بالتالي متوسط تكلفتها. ففي حين أن التكلفة الحدية لتشغيل الشبكة لا تتغير، نجد أن وجود أدوار جديدة للشبكة قد يعني أيضًا أن التكاليف الحدية ذات الصلة ستكون في مكان آخر في النظام.

التجميع: الاستخدام ثنائي التدفق للشبكة

نتناول في هذا القسم العملية المفاهيمية لتحديد أسعار شبكة التوزيع إذا كان نموذج قطاع الأعمال عبارة عن تجميع، إذ يضع التجميع الأقسام الأولية لسلسلة القيمة قريبة من سوق الجملة بما فيها الأسواق النهائية وسوق التجزئة، لأنه يتيح للأسر المشاركة الفاعلة في هذه الأسواق.

كذلك من المحتمل أن يساعد هذا على حل مشكلة طال أمدها. إذ نجد في نموذج الإصلاح القياسي، أن إشارات الأسعار التنافسية من التوليد والبيع بالتجزئة تتشوه في قطاعي النقل والتوزيع، وتظل احتكارية مما يؤدي إلى حجب المؤشرات السعرية ثنائية الاتجاه التي يتعين وجودها بين التوليد والبيع بالتجزئة، وقد يفسر هذا لماذا كان للتحرير آثار كفاءة طفيفة أو مختلطة. بينما يقدر بعض المؤلفين المكاسب المرجوة من تحرير السوق

الشكل 5. يمكن أن تصبح سلسلة القيمة في الكهرباء أكثر دقة.



المصدر: المؤلف

المنصة: تأثيرات الشبكة والمواعمة

هذا، ويمكن لنشر الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتقنيات الرقمنة تحويل أسواق الطاقة إلى سلسلة من الأسواق المتداخلة. إذ يمكن ربط هذه الأسواق من خلال منصات مختلفة لتبدو بمثابة أسواق "متعددة الجوانب" التي تُعرف على أنها المكان الذي يلتقي فيه عددًا من الوكلاء الذين يتفاعلون من خلال وسيط أو منصة (Rochet and Tirole 2004). ويمكن لهذا أن يؤدي إلى عوامل خارجية غير مباشرة للشبكة، بحيث تصبح السلع التكميلية أكثر وفرة وأرخص ثمنًا مع ازدياد عدد مستخدمي المنتج المعني (Katz and Shapiro 1985).

لنأخذ على سبيل المثال التخزين باعتباره أحد اللبئات "الجديدة" لسلسلة القيمة، ولا يعد التخزين جزءًا من التوزيع أو البيع بالتجزئة، وإنما يمكن التعامل معه إما بوصفه جزءًا من الشبكة أو كجهة توليد. لذلك، يمكننا التفكير في تعريفات تكون أكثر دقة من حيث المكان والزمان والحجم والوقت في اليوم وما إلى ذلك. يمكن أن تتمحور لبئات تطبيق التعريف الجديدة حول استخدامات التخزين، على سبيل المثال:

1. لمواجهة التناقضات اللحظية بين التوليد والحمل.
2. لترسيخ الطاقة المتجددة.
3. لتخزين الطاقة من المنشآت السكنية.
4. تنظيم التواتر.

5. لتقليل استهلاك الكهرباء في أوقات الذروة (إدارة رسوم الطلب)، ويمكن تنظيم كل نشاط من هذه الأنشطة أو فتحه للمنافسة.

الجدول 1. الباقات الافتراضية للاشتراك في خدمة الكهرباء.

البيئة	وفورات غير محدودة	اختيارات غير محدودة	قيمة غير محدودة + مركبة كهربائية
سعر شهري ثابت بناءً على ملامح استخدام الأسرة (متوسط الفاتورة الحالي 115 دولارًا/ للشهر)	115 دولارًا شهريًا لمدة 36 شهرًا	125 دولارًا شهريًا لمدة 36 شهرًا	145 دولارًا شهريًا لمدة 36 شهرًا
طاقة نظيفة بنسبة 30% مع تطبيق بوابة الطاقة	✓	✓	✓
طاقة نظيفة بنسبة 100%	✗	✗	✓
منظم حراري ذكي مجاني	✓	✓	✓
الوصول إلى ترقية كفاءة الطاقة المجانية أو المخفضة	✓	✓	✓
شحن غير محدود للمركبات الكهربائية في المنازل وفي المجتمعات المحلية	✗	✗	✓
العدد الأقصى لأيام المراقبة	30	15	7
تجاوزات يوم التحكم المجاني في السنة	3	5	7

المصدر: (Trabish (2019)

يجب من جانب آخر، تصميم أسعار الاشتراك بحيث يمكنها إرسال إشارة واضحة للمرافق حول كمية ونوع البنية التحتية التي يتعين تطويرها (Lo et al. 2019)، كما يجب أن تكون الأسعار في ظل مثل هذا النظام الفعّال للتسعير، قادرة على الإشارة إلى الندرة. ونظرًا لأنّ التكاليف الثابتة أصبحت تمثل جزءًا أكبر من فواتير العملاء، فإن من المغري أن نقول إن التكاليف الحدية قريبة من الصفر، إلا أن عدم وجود هذه التكاليف الحدية بالمرّة يعد أمرًا غير منطقي من الناحية الاقتصادية. وكما نعلم جميعًا، أنه لا يوجد "شيء دون مقابل". وغالبًا ما يتمثل التأثير النهائي للتقدم التكنولوجي في تخفيف القيود المفروضة على الموارد، من أجل دفعها فقط إلى مكان آخر في سلسلة القيمة. إذن، تتلخص المهمة في تصميم اشتراكات تعكس ندرة موارد معينة، ومن المرجح أن تكون الشركات القادرة على تحديد هذه الموارد هي الشركات التي يحالفها النجاح في هذه البيئة.

لن تكون معدلات الكهرباء الحجمية الموحدة ذات الرسوم الثابتة القليلة في هذا السيناريو، كافية لمواءمة حوافز المستهلكين مع التكاليف التي تواجهها مرافق الكهرباء. وربما لا تتمكن المرافق من استرداد تكاليفها لأنّ مكونات السعر لا تعكس تكاليفها على النظام، وذلك لأنّ المرافق تقوم باستثمارات رأسمالية توقعًا لاسترداد التكاليف من أنماط المستهلكين المفترضة لاستخدام الشبكة. كما أنّ من المرجح في المقابل، أن تكون المنتجات أو الخدمات التي يتم تداولها على المنصات أكثر نجاحًا في هذا السيناريو. يعتمد نموذج عمل المنصة على فرض عمولات صغيرة للتوفيق بين الموردين والطلب. ولخفض تكاليف المعاملات للمصفقات العديدة المحتملة، فإن من المنطقي تجميع العديد من الخدمات في حزمة "باقة" للاشتراك. تم اقتراح نموذج الاشتراك هذا أيضًا من جانب مؤلفين آخرين، مثل (Huber and Bachmeier 2018; Lo et al. 2019; Farouqi 2019). يوضح الجدول رقم (2) تفاصيل حزم "باقات" الاشتراك الافتراضية في الكهرباء.

مكوّن طاقتها، ويجادل بأنّ القيمة الجديدة لن تأتي من الاستخدام المادي للشبكة، ولكن من قيمتها الحالية، أيّ القيمة التي ينسبها الأشخاص إليها بناءً على سهولة توفرها. لذلك لا يمكن اشتقاق قيمة الشبكة من المجموع الكلي لأجزائها (الطاقة والقدرة الإنتاجية والموثوقية)، وإنما من الخدمة (الكاملة) التي ما زالت تقدمها الشبكة. وتعد الشبكة اعتباراً من الآن فصاعداً، إما سلعة وسيطة أو جزءاً من دالة الإنتاج في تقديم خدمات الكهرباء، ويمكننا من خلال الانتقال من مدخلات إلى مخرجات التسعير، اقتراح طرق أكثر شمولاً لتصميم تعريفه الكهرباء.

سيكون إنفاق المستهلكين على الشبكة شيئاً لا يذكر تقريباً إذا تم تجاوزها في معظم الأوقات، إذ لا يكاد هؤلاء المستهلكون ينفقون شيئاً من الناحية النظرية على السلع عندما تكون المنفعة الحدية التي يحصلون عليها منها ضئيلة (أو عندما لا يستطيعون تحملها). أما في عالم تكون فيه موارد الطاقة الموزعة بديلاً مثالياً لشبكة التوزيع - في حالة عدم التيقن - فقد يعني الإنفاق القريب من الصفر على أحد العناصر وجود منفعة حدية منخفضة متأتية من هذه السلعة. ومع ذلك، فإنّ هنالك بعضاً من عدم اليقين حيال موارد الطاقة الموزعة لأنها ربما تتعرض للفشل. قد يرغب المستهلكون في العودة إلى الشبكة في مثل هذا السيناريو. لذلك، وطالما أن الشبكات وموارد الطاقة الموزعة تعد بدائل غير كاملة، فإنّ هنالك مجال لاستخدام طرق بديلة لتسعير الشبكة وإعادة التفكير في نموذج أعمالها. وقد يحوّل نموذج قطاع الأعمال الجديد الشبكة من سلعة وسيطة - مكملّة لرأس المال - إلى جزء من دالة الطلب من أجل الموثوقية.

نحتاج من أجل الوصول إلى نموذج عمل بديل، إلى تحديد موقع القيمة للاقتصادية للشبكة الجديدة وكيفية إعادة تجميع هذه القيمة وإيجاد آليات لتخصيصها. يحتوي مجال الاقتصاد البيئي على منهجيات راسخة للتعامل مع القيم الحالية. إذ يقيس الاقتصاديون التفضيلات الفردية للحفاظ على البيئة الطبيعية (في حالتنا، صيانة

نورد مثالا يمكن أن يوضح ذلك، تعد شركة (نتفليكس/Netflix)، شركة كبيرة ذات تكاليف غير قابلة للاسترداد وتعمل كشبكة. ونجد أن التكلفة الحدية لإضافة كل مستخدم إضافي إلى منصة Netflix تكون قريبة من الصفر، ويساوي سعر إضافة كل مستخدم إضافي تكاليفه الحدية. ونعلم أن الاشتراك في Netflix يكلف حوالي 10 دولارات أمريكية شهرياً. لذا يتمثل السؤال المائل، ما التكلفة الحدية لعشر (10) دولارات أمريكية؟ يمكن للوهلة الأولى، أن تشبه عضوية Netflix بوفيه يتوفر به كل ما يمكنك أن تأكله وكل ما يمكنك مشاهدته. لكن يمكن للمرء إذا نظر إلى Netflix عن كثب، أن يلحظ أنه ليست كل العروض والأفلام متاحة في أيّ وقت وفي أيّ موقع، وهذا مؤشر يدل على ندرة الموارد، وليس الوفرة. كما نعلم أيضاً أن Netflix تستثمر قدراً كبيراً من الأموال في الإنتاج التلفزيوني والسينمائي، فلماذا يستثمرون بكثافة في هذه المجالات عندما تكون التكلفة الحدية صفرية في دالة الإنتاج الخاصة بهم؟ يتمثل أحد التفسيرات هنا في أن Netflix بحاجة إلى الحفاظ على مشاركة عملائها وتسجيل دخولهم إلى منصتها، لذلك يمكننا القول إن التكلفة الحدية ذات الصلة بالنسبة لشركة Netflix تتمثل في التكلفة المتكبدة للحفاظ على قاعدة العملاء زائداً واحد لمدة شهر إضافي (بدلاً من إضافة)، ويوضح هذا المثال نوع التحليل الذي يمكن أن تستخدمه شركات الكهرباء عند محاولتها تطوير نماذج الأعمال وتحقيق قيمة فعلية لسيناريو الاشتراك.

تجاوز العداد: كثف المستور

نناقش في هذا القسم الفرعي، كيفية تسعير الخدمات التي يمكن أن توفرها شبكة التوزيع عندما تقوم الأسر بتركيب تقنيات تتبع لها تجاوز خدمات الشبكة والمرافق، ونجد أنه بينما يتوقف مجال الأعمال في صناعة الكهرباء عادةً على عداد العميل، إلا أن هذه التقنيات تفتح إمكانيات جديدة تتجاوز تلك النقطة.

يركز هذا القسم على فصل توليد قيمة الشبكة عن

ومدفوعات شهرية تدفع لعمال الإصلاح، وعلى هذا النحو انتقل عرض القيمة لهذه الشركة من بيع السلع إلى بيع الخدمة.

غير أن هنالك مشكلة تتمثل في احتمال الانتفاع المجاني لأشخاص من أشخاص آخرين يدفعون مقابل صيانة الشبكة. وتقتصر من أجل تجنب هذه المشكلة، ضرورة استيعاب هذه العوامل الخارجية من خلال إنشاء سوق، إذ ستحدد الأسواق من يحصل على ماذا؟ وبأي سعر؟ كذلك يمكن أن يساعد مثال آخر في توضيح هذه النقطة. لقد قيل في هذا الصدد أن شبكة التوزيع ستكون قابلة للمقارنة مع أعمال إعادة التأمين. وسيتم الدفع لشركات شبكات التوزيع لضمان توفير إمدادات موثوقة "للمستهلكين" (المستهلكين الذين يقومون أيضًا بتوليد الكهرباء وبيعها إلى الشبكة مرة أخرى) عندما يكون مستوى توليدهم منخفضًا للغاية، أو عندما يكون مستوى استهلاكهم مرتفعًا للغاية. بينما يقدم كل من (Fuentes et al. (2019) إطارًا اقتصاديًا مُصغر لنموذج قطاع الأعمال المتعلقة بالتأمين على الموثوقية في قطاع الكهرباء، وهي خدمة غير ملموسة في قطاع الطاقة. وتعد الخدمة غير الملموسة بمثابة "مخاطرة" ويمثل عقد التأمين إعادة وضع الخدمة في باقات، فيما يمكن إيجاد تحديد السعر من خلال التفاعل بين الطلب على هذا المنتج وتوريده.

الشبكة غير المستخدمة)، أو فقدان المستهلك لرفاهيته جراء خسارة الموارد الطبيعية (في هذه الحالة، الحفاظ على الوصول إلى البنية التحتية). ويمكن استخدام هذه المنهجيات لتقدير القيمة الاقتصادية للشبكة بناءً على تفضيلات المستهلك بدلاً من تكلفة الشبكة. ومع ذلك، فإن مجرد معرفة القيمة الدائمة للشبكة لا يحل مشكلتنا المتمثلة في فصل الشبكة عن مكوّن الطاقة الخاص بها، ويصبح دور الشبكة خدمياً، وهو دور غير ملموس كخدمة. إذ تحتاج هذه الخدمة إلى أن تكون موحدة من أجل تسهيل التجارة، أو بعبارة أخرى، أنها بحاجة إلى إجلاء الغموض عن المخفيات (كشف المستور)، حيث ستنشأ فرص عمل للشركات القادرة على تحويل القيمة الدائمة للشبكة إلى نقود، وتلك التي تكون قادرة على إعادة اختراع نماذج أعمالها، أي خدمة السلع.

قد يساعدنا أحد الأمثلة المأخوذ من المؤلفات التجارية في توضيح التحدي الذي تمت مناقشته في هذا القسم الفرعي، إذ تناقش دراسة (Johnson (2009) إعادة اختراع مجموعة (هيلتي) Hilti المصنعة للأدوات بدلاً من بيع الأدوات، حيث لجأت هذه الشركة لبيع خدمة "الأداة التي تحتاجها وقت حاجتك لها، دون الحاجة للإصلاحات أو متاعب التخزين" (جونسون 2009، الصفحة 2). وقد انتقلت هذه الشركة من معادلة ربحية تعتمد على هوامش منخفضة ودوران مخزون مرتفع إلى إيجارات ذات هامش أعلى

آلية تسعير الشبكة	التأثير على الشبكة	المنتج/ الخدمة	فرص عمل	مدرجات تغلغل عالية بالنسبة:	السعر على أساس التعريفة/ الحافز
البحث عن المزيد من العناصر الأكثر دقة في سلسلة القيمة، أو إيجاد تطبيق أكثر دقة للتعريفات الموحدة	نفس الاستخدام/ تدفق ثنائي	التجميع	المشاركة في أسواق البيع بالجملة	الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV)	قياس صافي الاستهلاك
تؤدي عمليات المنصة إلى اشتراكات تخفض من تكاليف المعاملات	قطع مسافة أقل/ زيادة استخدام الشبكات المحلية	المنصات	تجارة الند للند	الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV) والرقمنة	التعريفات الزمنية (المستندة إلى الوقت)
تحويل استثمار القيمة الدائمة للشبكة إلى قيمة نقدية	خفض الإنفاق على الشبكة مع ثبات القيمة الاقتصادية	الخدمات غير الملموسة	فرص غير مستكشفة متجاوزة للعداد	الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV) والرقمنة والتخزين (بما فيها المركبات الكهربائية)	التعريفات متعددة الأجزاء

المصدر: المؤلف

نناقش في هذا القسم، أربع رؤى من هذا البحث يتعين على صانعي السياسات الإلمام بها، وهي كما يلي:

الاعتماد على المسار: لقد أوضحنا وجود علاقة بين تصميم التعريفية ونماذج الأعمال المتعلقة بنشر التكنولوجيا، حيث تحدد نقطة البداية النتيجة التي يتم التوصل إليها كمحصلة نهائية. كما يحتاج صانعو السياسات إلى ضرورة إدراك أن أفعالهم التي يقومون بها اليوم تكون لها تأثيرات بعيدة المدى، وأنه يصعب التراجع عن هذه التأثيرات. كذلك فإن التركيز على القضايا قصيرة المدى يؤدي إلى التوصل إلى نتائج تكون دون المستوى الأمثل.

إذا لم تكن التعريفات ذات الكفاءة العالمية ممكنة، فيتعين تجريب التعريفات ذات الكفاءة المحلية: إذا تم تحديد التعريفات عند النقطة الفعالة بحيث يساوي السعر تكاليفها الحدية – وهو الشرط الضروري والكافي للتسعير الفعال - فسيكون مزيج التكنولوجيا الناتج هو الأمثل أيضًا. أما إذا تعذر هذا، فيجب على صانعي السياسات السعي وراء ثاني أفضل الحلول. وإذا تعذرت التعريفية المثلى عالميًا، فينبغي اتباع التعريفات المحلية المثلى، ضمن القيود الإضافية. وربما تكون هذه القيود الإضافية قيودًا بيئية أو قيودًا مفروضة على الإنصاف. كما يمكن تصميم تسعيرة لخدمة الشبكة بطريقة تحقق النتيجة المثلى فيما يتعلق بأهم أهداف سياسة الطاقة، ويتم قبول النتائج دون المستوى الأمثل فيما يتعلق بالأهداف الأخرى.

عدم المراجعة: يتمثل الهدف من تحديد الأسعار في موازنة خفض التكلفة بالنسبة للمستهلكين مع انخفاض تكاليف النظام وزيادة مزاياه، مما لا يعد أمرًا جديدًا بالمرّة. وينبغي تصميم تعريفات التوزيع بطريقة لا تُظهر ولا تُبقي إلا النماذج التي تخلق قيمة للنظام تتوافق مع سياسة الطاقة الأوسع نطاقاً (أي أن تصبح النماذج الانتهازية غير مربحة).

نتائج السياسة: لا يعتبر تسعير خدمات شبكة التوزيع مستقلاً عن أهداف سياسة الطاقة، حتى في ظل بيئة الأعمال والتكنولوجيا المتغيرة. بينما يكون للمزج التكنولوجي المختلف الناجم عن تصميم التعريفية ونماذج الأعمال الجديدة، نتائج سياسة مختلفة من حيث الكفاءة والبيئة والإنصاف. وبالتالي، تتمثل الطريقة البديلة للنظر في هذه المشكلة في ترتيب معايير التصميم وفقاً للأهمية، وطبقاً لسياق السياسة المعين. كما أن من المحتمل أن تضع السلطات القضائية التي لديها سياسات قوية لإزالة الكربون الاستدامة فوق جميع المعايير الأخرى. إذ من المحتمل أن تقوم الدول التي تعتبر فيها القدرة على تحمل التكاليف والحصول على الكهرباء من أهم الأهداف، بتصنيف الكفاءة باعتبارها الهدف الأكثر أهمية، وسيكون هذا الأخير هو الحال في معظم الدول النامية.

قطاع الطاقة المتجانس سابقا والمتكامل رأسياً. وتنتج فرص العمل هذه عن النشر المادي لهذه التقنيات ومدى تأثيرها على استخدام الشبكة. كذلك نقترح الاستفادة من الطرق المختلفة لاستثمار الدور الجديد الناتج الذي ستلعبه الشبكة في كل سيناريوهات نقوم بتحليلها، فيما يمكن للبحوث المستقبلية أن تصب تركيزها على تطوير بعض الأفكار المقترحة في هذا البحث.

نناقش في هذا البحث إلى أي مدى تغيّر نماذج الأعمال الناشئة في قطاع الطاقة طريقة تسعير خدمات شبكة توزيع الكهرباء ووضعها في باقات خدمية. وقد يؤثر ظهور نماذج أعمال جديدة في تصميم تعريفات التوزيع. ورغم ذلك، فإن بإمكان التعريفات إطلاق نماذج أعمال جديدة حيث يمكنها حث المستهلكين على تبني تقنيات معينة. وإننا نقترح في هذه الدراسة إطاراً تحليلياً يعتمد على فرص العمل التي تنشأ عند نشر تقنيات جديدة في

¹ التجميع: عبارة عن عملية توصيل الوحدات معًا (عن طريق ربط مخرجات وحدة ما بمدخلات وحدة أخرى) من أجل إنشاء نموذج أكبر (مجموعة من الوحدات النمطية).

² تأثير أفيرش – جونسون: نزوع الشركات الخاضعة للتنظيم إلى الانخراط المبالغ فيه والمفرط في تراكم رأس المال من أجل توسيع حجم أرباحها.

³ نموذج قطاع الأعمال المُجمّع: عبارة عن نموذج أعمال للشبكات حيث تجمع هذه الشركة المعروفة باسم (المجمّع) في مكان واحد، المعلومات والبيانات حول سلعة أو خدمة معينة يوفرها العديد من المزودين المتنافسين، ويجعل المجمّع مقدمي الخدمات هؤلاء شركاء له، ويقوم ببيع خدماتهم أو منتجاتهم تحت علامته التجارية الخاصة. وتختصر مهمته في توفير العرض الذي يتميز بجودة وسعر موحدين، على الرغم من تقديمه من شركاء مختلفين. ويقوم بمساعدة هؤلاء الشركاء في تسويق منتجاتهم بطريقة فريدة تحقق الربح للجانبين.

⁴ مصطلح يشير إلى العميل الذي يستخدم الخدمات بموجب تأكيد الخدمة القابلة للانقطاع، ويعني العميل التجاري أو الصناعي الذي يتعاقد مع شركة مرافق لخدمة المرافق على أساس قابل للانقطاع.

⁵ عملية تحويل النص أو الصور أو الصوت إلى شكل رقمي يمكن معالجته بواسطة الحاسوب.

⁶ قواعد البيانات المتسلسلة: نظام يتم فيه الاحتفاظ بسجل للمعاملات التي تتم بعملة البيتكوين أو أي عملة أخرى مشفرة عبر العديد من أجهزة الحاسوب المرتبطة بشبكة الأقران.

⁷ توصيل عنصر الخدمة كقيمة مضافة عند تقديم المنتجات.

Abdelmottaleb, Ibtihal, Tomas Gómez, Jose Pablo Ávila, and Javier Reneses. 2018. "Designing efficient distribution network charges in the context of active customers." *Applied Energy* 210: 815-826. DOI: [10.1016/j.apenergy.2017.08.103](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.103)

D'Aprile, Paolo, John Newman, and Dickon Pinner. 2019. "The new economics of energy storage." *McKinsey Quarterly*, August 2016. Retrieved January 13, 2019.

Atkinson, Giles, Ian Bateman, and Susana Mourato. 2012. "Recent advances in the valuation of ecosystem services and biodiversity." *Oxford Review of Economic Policy*, 28(1), 22-47. DOI: [10.1093/oxrep/grs007](https://doi.org/10.1093/oxrep/grs007)

Averch, Harvey, and Leland Johnson. 1962. "Behavior of the firm under regulatory constraint." *The American Economic Review*, 52(5): 1052-1069. DOI: [10.7249/p2488-1](https://doi.org/10.7249/p2488-1)

Borenstein, Severin. 2016. "The economics of fixed cost recovery by utilities." *The Electricity Journal*, 29(7): 5-12. DOI: [10.1016/j.tej.2016.07.013](https://doi.org/10.1016/j.tej.2016.07.013)

Brown, Toby, Ahmad Farouqui, and Neil Lessem. 2018. "Electricity Distribution Network Tariffs: Principles and analysis of options." The Brattle Group, April 2018

Burger, Scott P. 2019. "Rate design for the 21st century: improving economic efficiency and distributional equity in electricity rate" (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Casadesus-Masanell, Ramon, and Joan Enric Ricart. 2010. "From strategy to business models and onto tactics." *Long Range Planning*, 43(2-3): 195-215. DOI: [10.1016/j.lrp.2010.01.004](https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.01.004)

Chesbrough, Henry. 2010. "Business model

innovation: opportunities and barriers." *Long Range Planning*, 43(2-3): 354-363. DOI: [10.1016/j.lrp.2009.07.010](https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.010)

Demsetz, Harold. 1968. "Why regulate utilities?" *The Journal of Law and Economics*, 11(1): 55-65. DOI: [10.1086/466643](https://doi.org/10.1086/466643)

Faerber, Laura, Nezmiye Balta-Ozkan, and Peter M. Connor. 2018. "Innovative network pricing to support the transition to a smart grid in a low-carbon economy." *Energy Policy* 116: 210-219. DOI: [10.1016/j.enpol.2018.02.010](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.010)

Farouqui, Ahmad. 2019. "2040: A Pricing Odyssey. How to price electricity when the grid goes 100% green." *Public Utilities Fortnightly*, June 1.

———. 2019. "Eight propositions about rate design." The Brattle Group, June 28.

Fuentes, Ronaldo, Jorge Blazquez, and Iqbal Adjali. 2019. "From vertical to horizontal unbundling: A downstream electricity reliability insurance business model." *Energy Policy* 129: 796-804. DOI: [10.1016/j.enpol.2019.02.068](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.068)

Glachant, Jean Michel. 2019. New business models in the electricity sector. Robert Schuman Centre for Advanced Studies Research Paper No. RSCAS 2019/44. European University Institute.

Glass, Victor, Erik Ackerman, Shalom Flank, and Timothy Tardiff. 2018. "Sectionalized microgrids: The key to regulatory assistance for unbundling reliability?" *The Electricity Journal* 31(9): 8-13. DOI: [10.1016/j.tej.2018.10.001](https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.10.001)

Gilliam, Rick, and Maddy Yozwiak. 2018. "Time is money: Comparative impacts of volumetric and demand charges." *The Electricity Journal* 31(8): 28-37. DOI: [10.1016/j.tej.2018.09.003](https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.09.003)

- Haskel, Jonathan, and Stian Westlake. 2018. *Capitalism Without Capital: The rise of the intangible economy*. Princeton University Press. DOI: [10.1515/9781400888320](https://doi.org/10.1515/9781400888320)
- Hledik, Ryan, Jake Zahniser-Word, and Jesse Cohen. 2018. "Storage-oriented rate design: Stacked benefits or the next death spiral?" *The Electricity Journal* 31(8): 23-27. DOI: [10.1016/j.tej.2018.09.012](https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.09.012)
- Hogan, William. 2008. "Revenue sufficiency guarantees cost causation and cost allocation." *Comments submitted to the Federal Energy Regulatory Commission*, Washington, DC, USA, Docket no. EL07-86-000.
- Houghton, Blake, Jackson Salovaara, and Humayun Tai. 2019. "Solving the rate puzzle: The Future of electricity rate design." McKinsey, March.
- Huber, Lon, and Richard Bachmeier. 2018. "What Netflix and Amazon Pricing tell us about rate design's future." *Public Utilities Fortnightly*, September.
- Johnson, Mark W., Clayton Christensen, and Henning Kagermann. 2008. "Reinventing your business model." *Harvard Business Review* 86(12): 1-12. <https://www.innosight.com/wp-content/uploads/2008/12/Reinventing-Your-Business-Model.pdf>
- Katz, Michael L., and Carl Shapiro. 1985. "Network externalities, competition, and compatibility." *American Economic Review* 75(3): 424-440. DOI: [10.35866/caujed.2007.32.1.008](https://doi.org/10.35866/caujed.2007.32.1.008)
- King, Chris, and Bonnie Datta. 2018. "EV charging tariffs that work for EV owners, utilities and society." *The Electricity Journal* 31(9): 24-27.
- Lehr, Ronald L. 2013. "New utility business models: utility and regulatory models for the modern era." *The Electricity Journal* 26(8): 35-53. DOI: [10.1016/j.tej.2018.10.010](https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.10.010)
- Lo, Helen, Seth Blumsack, Paul Hines, and Sean Meyn. 2019. "Electricity rates for the zero marginal cost grid." *The Electricity Journal* 32(3): 39-43. DOI: [10.1016/j.tej.2019.02.010](https://doi.org/10.1016/j.tej.2019.02.010)
- Office of National Statistics (ONS). 2019. "UK natural capital accounts methodology guide: October 2019." October 18. Accessed October 27, 2019. <https://www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/methodologies/uknaturalcapitalaccountsmethodologyguideoctober2019>
- Ortega, María Pía, J. Ignacio Pérez-Arriaga, Juan Rivier Abbad, and Jesús P. González. 2008. "Distribution network tariffs: A closed question?" *Energy Policy* 36(5): 1712-1725. DOI: [10.1016/j.enpol.2008.01.025](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.01.025)
- Osterwalder, Alexander, Yves Pigneur, and Christopher L. Tucci. 2005. "Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept." *Communications of the Association for Information Systems* 16(1). DOI: [10.17705/1cais.01601](https://doi.org/10.17705/1cais.01601)
- Picciariello, Angela, Javier Reneses, Pablo Frias, and Lennart Söder. 2015. "Distributed generation and distribution pricing: Why do we need new tariff design methodologies?" *Electric Power Systems Research* 119: 370-376. DOI: [10.1016/j.epr.2014.10.021](https://doi.org/10.1016/j.epr.2014.10.021)
- Pollitt, Michael G. 2012. "The role of policy in energy transitions: Lessons from the energy liberalisation era." *Energy Policy* 50: 128-137. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.03.004](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.004)

Rochet, Jean Charles, and Jean Tirole. 2004, "Two-Sided Markets: An Overview." Mimeo, IDEI.

Ros, Agustin J., Romkaew Broehm, and Philip Hanser. 2018. "Economic framework for compensating distributed energy resources: Theory and practice." *The Electricity Journal* 31(8): 14-22. DOI: [10.1016/j.tej.2018.09.009](https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.09.009)

Sioshansi, Fereidoon P. (Ed.). 2019. *Consumer, Prosumer, Prosumer: How Service Innovations Will Disrupt the Utility Business Model*. Academic Press. DOI: [10.1016/b978-0-12-816835-6.09982-4](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816835-6.09982-4)

Sioshansi, Fereidoon P. 2017. "Innovation and Disruption at the Grid's Edge." In *Innovation and Disruption at the Grid's Edge* (pp. 1-22). Academic Press. DOI: [10.1016/b978-0-12-811758-3.00001-2](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811758-3.00001-2)

Teece, David J. 2010. "Business models, business strategy and innovation." *Long Range Planning* 43(2-3): 172-194. DOI: [10.1016/j.lrp.2009.07.003](https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003)

Trabish, Herman K. 2019. "What will electricity pricing look like in 2040?" *Utility Dive*. August 21, 2019.

Watkins, Jonathan 2017. "Five promising consumer business models to transform low carbon heating and wellbeing at home." *Catapult Energy Systems*.

نبذة عن الباحث

الدكتور رولاندو فوينتس

زميل أبحاث زائر في مركز الملك عبد الله للبحوث والدراسات البترولية (كابسارك) وتركز بحوثه على نماذج الأعمال والنماذج التنظيمية في برنامج الابتكار في التحولات الكهربائية، ويتمتع نظرا لكونه أكاديمي وصانع سياسات بخبرة واسعة في قطاع الطاقة، حاصل على درجة البكالوريوس مع مرتبة الشرف من جامعة (Tec de Monterrey) ودرجة الماجستير من كلية لندن الجامعية ودرجة الدكتوراه من كلية لندن للاقتصاد، كما حصل على منحة تشيفنغ من حكومة المملكة المتحدة عام 2001م.



حول المشروع

يهدف صانعو السياسات في المملكة العربية السعودية إلى تحويل قطاع الكهرباء من خلال اتباع جدول أعمال مزدوج لإصلاح الكهرباء وإزالة الكربون، وذلك عبر دعم النشر الطموح لتقنيات الطاقة المتجددة. وتتابع المملكة العربية السعودية هذه الأجندة في سياق قطاع الكهرباء الذي يمتاز بوتيرة تغير سريعة في كافة أنحاء العالم، حيث تختبر التقنيات المتجددة والموزعة الناشئة حدود أطر السوق والأعمال والأطر التنظيمية الحالية. وتحقيقاً لهذه الغاية، يبحث هذا المشروع في تصاميم السوق المبتكرة ونماذج الأعمال والأطر التنظيمية التي يمكنها تبني تقنيات جديدة لتمكين المنافسة في قطاع طاقة يكون أقل كثافة من حيث انبعاثات الكربون.



www.kapsarc.org