

# السعة الإجمالية لأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة التي يمكن تركيبها في مدينة الرياض

عمرو الشرفاء وعبدالرحمن محسن

رؤية على الأحداث

November 13, 2019

KS--2019-II12

## عن كابسارك

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

## إشعار قانوني

© حقوق النشر 2019 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 كمنصحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار.

## السياق

ولقد أصدرت الهيئة التنظيمية في البلاد، هيئة تنظيم الكهرباء والإنتاج المزدوج، لائحة تحكم كيفية تعويض أنظمة التوليد الموزع في المملكة. وتعمل العديد من الجهات الحكومية المكلفة بدعم الصناعات المحلية وتدابير كفاءة استخدام الطاقة على تقييم فرص العمل والتوظيف المحتملة الناتجة عن استخدام الطاقة المتجددة. ويقدم هذا التحليل رؤية يمكنها أن تثري النقاش الدائر حول التوليد الموزع في الوقت الذي تمضي فيه المملكة قدما في خططها المتعلقة بالطاقة المتجددة.

تنقسم أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية من حيث السعة إلى: سكنية (2-10 كيلوواط)، تجارية (20-200 كيلوواط) أو أنظمة نطاق المرافق (1 ميجاواط فما فوق). ويتم تصنيف الأنظمة السكنية والتجارية على أنها أنظمة للتوليد الموزع، والتي يتم تركيبها داخل شبكة التوزيع أو بالقرب من الحمل الكهربائي. وغالبا ما يتم تركيب أنظمة التوليد الموزع على الأسطح، ويمكن أن يتم تثبيتها على الأرض في حال توفر المساحة. أما بالنسبة للأنظمة المرافق، فيتم تثبيتها دائما على الأرض لأنها تتطلب مساحات كبيرة لتركيبها.

تعتبر أنظمة الطاقة الشمسية الموزعة مهمة للمدن المستقبلية المستدامة. كما أن استخدام أنظمة التوليد الموزع يسفر عن آثار تقنية ومالية وسياسية وسوقية على المرافق والحكومات والشركات. ولذلك، فإن توقع السعة الإجمالية التي يمكن تركيبها في مكان معين يساعد في عملية صناعة القرار لجميع أصحاب المصلحة. ونقوم هنا بتوقع الحد الأعلى للأنظمة الشمسية الكهروضوئية الموزعة التي يمكن تركيبها على الأسطح في العاصمة السعودية الرياض.

## مقارنة بين أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية على نطاق المرافق وأنظمة التوليد الموزع

لأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية على نطاق المرافق والنطاق الموزع نقاط قوة وضعف. فعلى سبيل المثال، تستفيد مزارع الطاقة الشمسية على نطاق المرافق من وفورات الحجم، كما أنها تسهل عملية إدارتها من منظور التخطيط المركزي. ولكن شح الأراضي الواسعة يجعل استخدام الأنظمة على نطاق المرافق صعبا داخل المدن، وأكثر صعوبة في وسطها.

أما بالنسبة للأنظمة التوليد الموزعة، فهي لا تحتاج إلى مساحة كبيرة من الأراضي لتركيبها. كما يمكنها أن تقدم فوائد اقتصادية وغير اقتصادية مباشرة للأفراد والشركات. فيمكن لملاك المنازل أو الشركات خفض فواتير الخدمات باستهلاك الكهرباء المولدة عبر أنظمة التوليد الموزع. علاوة على ذلك، يمكن لأصحاب أنظمة التوليد الموزع أن يجنوا أرباحا من بيع الطاقة مرة أخرى للشبكة، ليصبحوا منتجين ومستهلكين في آن واحد. وتعد هذه الميزة ذات أهمية خاصة عندما تكون أسعار الكهرباء مرتفعة. وعلى الجانب الآخر، يمكن للأنظمة التوليد الموزع أن تحدث حالة من عدم الاستقرار في شبكة التوزيع. وبالتالي، فهي تتطلب وجود تنظيم دقيق من الهيئات وإجراءات تشغيلية جديدة من شركات الخدمات.

## كيف يمكن قياس السعة التي يمكن تركيبها من أنظمة التوليد الموزع داخل المدن؟

يشمل تقييم جدوى استخدام أنظمة التوليد الموزع النظر في عدة عوامل، بما في ذلك التحليل الجغرافي. إن العديد من الأوراق البحثية التي ناقشت هذا الموضوع اعتمدت اعتماداً كبيراً على تحليل نظم المعلومات الجغرافية. ولا يقتصر استخدام تحليل نظم المعلومات الجغرافية على أنظمة التوليد الموزع وانتشارها فحسب، بل يُستخدم أيضاً لاختيار موقع أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية على نطاق المرافق. ولكن الحاجة لاستخدام تحليل النظم الجغرافية في التوليد الموزع أكبر.

تستخدم هذه الدراسة بيانات قطع الأراضي التي تم الحصول عليها من مجموعة بيانات استخدامات الأراضي وتقسيمها. ويمكن تعريف قطعة الأرض بأنها مساحة أرضية معينة ومخصصة لأن تستخدم في غرض محدد وفقاً للتقسيمات الرسمية، وتشمل التخصيصات السكنية والتجارية والصناعية والحكومية.

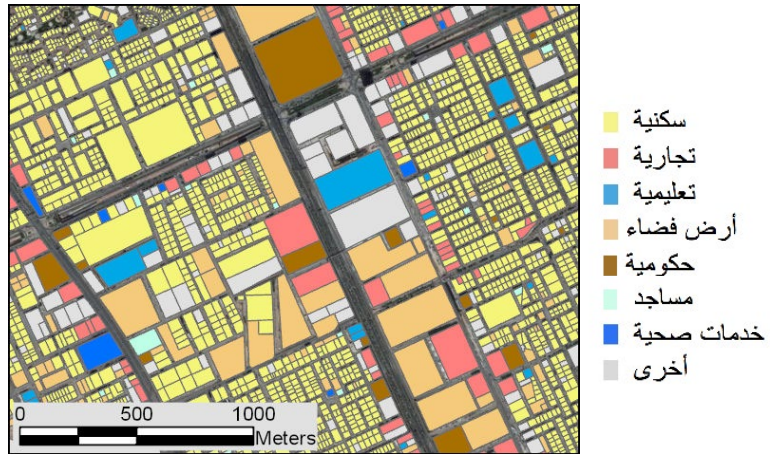
تم الحصول على بيانات قطع الأراضي وتخصيصاتها في مدينة الرياض إضافة إلى معلومات نظم المعلومات الجغرافية لهذه الأراضي من هيئة تطوير مدينة الرياض<sup>1</sup> (<http://rda.gov.sa>). وتوفرت هذه البيانات للعام 2016. كما تضمنت تمثيلاً مكانياً (أي: الموقع والشكل) لحوالي مليون قطعة أرض. وتُخصَّص قاعدة استخدام كل قطعة أرض على حدة بناءً على لوائح التقسيمات، ويتبع ذلك نوع المبنى الذي يمكن أن يبنى عليها.

يوضح الشكل 1 صورة لهذه البيانات. فالصورة (أ) تظهر تصويراً عبر الأقمار الصناعية لأحد أحياء مدينة الرياض، أما الصورة (ب) فتظهر التصنيف المتعلق بتقسيم الأراضي. يرجى ملاحظة الرموز الملونة لكل أرض لتسهيل عملية التعرف عليها.

**الشكل 1.** عينة من البيانات الجغرافية المتوفرة لأحد أحياء شمال الرياض.



(أ)



(ب)

المصدر: هيئة تطوير مدينة الرياض.

<sup>1</sup> أصبحت الآن الهيئة الملكية لمدينة الرياض

ملاحظة: يوضح الشكل (أ) الحي السكني كما يبدو من خلال التصوير عبر الأقمار الصناعية باستخدام الخريطة الأساسية لبرنامج ArcGIS . ويظهر الشكل (ب) الحي السكني نفسه ولكن مع تحديد قطع الأراضي. فلكل قطعة أرض رمز ملون بحسب مسماها النطاقي: فعلى سبيل المثال، تمثل قطع الأراضي باللون الأصفر الأراضي السكنية وتمثل القطع باللون الأزرق الفاتح المؤسسات التعليمية.

لن تغطي المباني الواقعة في حدود قطعة معينة الأرض بالكامل. فيجب أن يتوفر لها حد أدنى من المساحة بعيداً عن الشوارع والأسوار وحدود قطعة الأرض. ويشار إلى هذه المساحة بالارتداد. وتحدد البلديات والحكومات المحلية مساحات الارتداد من خلال كود البناء، وبحسب نوع قطعة الأرض. وعلى الرغم من أن مساحات الارتداد تختلف بين الدول إلا أن تطبيقها يضمن، بالإضافة إلى أمور أخرى، توحيد الطابع المعماري داخل الحي نفسه، وإمكانية الوصول إلى المنطقة المحيطة بالمبنى، وعدم حجب أشعة الشمس، وتوفير مساحة لتنسيق المناظر الطبيعية.

وباستخدام المنطق ذاته، تحدد أكواد البناء أيضاً الحد الأقصى للمساحة المسموح ببنائها داخل قطعة الأرض. وفي حين يركز الارتداد على المساحة التي تفصل المبنى عن حدود قطعة الأرض، يحدد الحد الأقصى للمساحة المسموح ببنائها الحد الأعلى لإجمالي المنطقة التي يمكن بناؤها في قطعة أرض معينة. وعلى شاكلة الارتداد، يختلف الحد الأقصى للمساحة المسموح ببنائها بين التصنيفات. ولخدمة أغراض هذا البحث، يمثل الحد الأقصى للمساحة المسموح ببنائها تقديراً واقعياً للحد الأقصى والممكن لمساحة السطح في أي قطعة أرض.

لا يمكن لنظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزع أن يغطي دائماً مساحة السطح بالكامل. فقد لا يكون السطح منبسطاً أو قد يكون مغطى بما يحول دون تركيب وحدات الطاقة الكهروضوئية. وقد تحتوي أجزاء من السطح على صحن الأقمار الصناعية أو خزانات المياه أو أجهزة التكييف أو غيرها من وحدات الخدمات، وكل ذلك يسهم في تقليل المساحة التي يمكن استخدامها لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة. وربما كانت بعض الأجزاء من السطح يغطيها الظل بسبب المباني المجاورة مما يجعل هذه الأجزاء غير مناسبة لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة. وبالطبع، لا تتوفر مثل هذه المعطيات الدقيقة لكل مبنى. ولذلك تستخدم هذه الدراسة تحليلاً للحساسية لتقدير التباين بين المباني فيما يتعلق بمساحة السطح الداعمة لتركيب الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

ويمكن حساب قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية المحتملة لقطعة أرض باستخدام مساحتها و الحد الأقصى للمساحة المسموح ببنائها وافترض وجود مساحة يمكن استخدامها لتركيب وحدات الطاقة الشمسية الموزعة.

## النتائج والآثار المترتبة على الحكومة والخدمات

تم تحديد مساحة السطح المناسبة لاستخدام أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية باستخدام بيانات قطع الأراضي والحد الأقصى للمساحة المسموح ببنائها داخل قطعة أرض معينة باستخدام رموز البناء السائدة. واقتصر التحليل على أسطح المباني السكنية والمساجد ومراكز التسوق ومنشآت الرعاية الصحية. وبلغت السعة القصوى التي يمكن تركيبها من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة في مدينة الرياض 4.34 جيجاواط. وتمثل هذه القدرة ما يقارب 22% من الحمل الذروي ويمكنها تلبية حوالي 9% من احتياجات الطاقة في المنطقة الوسطى في المملكة العربية السعودية حيث تقع مدينة الرياض.

هذا وينبغي التنبيه وعدم الخلط بين السعة القصوى المحتملة هنا والحد العملي، فالأخير يخضع لعدد من القيود. فعلى سبيل المثال:

- جاهزية البنية التحتية: أي ما إذا كان من الممكن لشركة الكهرباء أن تستوعب طبيعة توليد الأنظمة الموزعة والتي تعتبر غير متوقعة.
  - دخل الأسر: قد يكلف نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية للقطاع السكني بقدر 5 كيلوواط على سبيل المثال وبسعر 5 ريالات سعودية للواط الواحد 25,000 ريال سعودي- وهي تكلفة باهظة لبعض الأسر.
  - الإيجار: من الممكن أن يكون ساكن المنزل مستأجرًا له (غير مالك)، وبالتالي لن يرغب في الاستثمار في أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة لأن بقاءه مرتبط بظروف قصيرة المدى غالبًا. وبذلك لن يكون قادرًا على جني المكاسب المالية من هذا الاستثمار.
  - الإضرار بالوضع الجمالي للمبنى أو السكن: قد يُحجم بعض ملاك المنازل عن تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة لأسباب جمالية.
- إن تم تركيب 5% من الحد الأعلى (حوالي 200 ميغاواط)، فستقل عائدات الشركة السعودية للكهرباء بحوالي 62 مليون ريال، بافتراض أن سعر الكهرباء 0.18 ريال سعودي/ كيلوواط في الساعة. ومع ذلك، فإن هذه العملية الحسابية لا تشمل الوفورات من التوليد المستغنى عنه. وبالتالي، هناك حاجة إلى دراسة متخصصة لتحديد ما إذا كانت العائدات المتنازل عنها تتجاوز التكاليف المجنبة أو العكس.
- هذا وسوف تحتاج الحكومة إلى تخصيص 200 مليون ريال سعودي إن رغبت في دعم تركيب 200 ميغاواط مع تبني آلية التسليف الاستثماري بسعر ريال/واط. وتتراوح التكلفة الرأسمالية لأنظمة التوليد الموزع حاليًا من 3.75 ريال/واط إلى 5.5 ريال/واط (1 دولار أمريكي/واط- 1.5 دولار أمريكي/واط).

## شكر وعرفان

نود أن نتقدم بخالص الشكر لإدارة البحوث والدراسات في الهيئة الملكية لمدينة الرياض (المعروفة سابقاً باسم هيئة تطوير الرياض) على تعاونها المستمر في مجال البحوث وجمع البيانات.

## المراجع

Elshurafa, Amro M. and Abdelrahman Muhsen. 2019. "The Upper Limit of Distributed Solar PV Capacity in Riyadh: A GIS-Assisted Study." *Sustainability* (11), 4301.



[www.kapsarc.org](http://www.kapsarc.org)