

مساهمة اتفاقية شراء الطاقة في خفض تكاليف الطاقات المتجددة

The impact of power purchase agreement in reducing renewables energies costs

طحطوح مسعود،* جامعة باتنة 1، الجزائر، البريد الإلكتروني: phd.messaoud@yahoo.fr

تاريخ القبول: 2120/01/13

تاريخ الاستلام: 2020/09/18

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى إظهار مدى مساهمة بين الاستثمارات في عقود شراء الطاقة المتجددة في خفض تكاليف إنتاج الطاقات المتجددة، وقد تم الاعتماد على بيانات السلاسل الزمنية المقطعية (Panel data)، لخمسة مناطق اقليمية اعتمدت هذه الإستراتيجية (الولايات المتحدة الأمريكية، الدول الأوروبية، المكسيك، الهند والبرازيل) خلال الفترة 2010-2019 م.، وقد توصلت النتائج إلى أن الاستثمارات في عقود شراء الطاقة قد ساهمت في خفض التكاليف المستوية للطاقة المتجددة خاصة الشمسية والرياح.

الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة؛ اتفاقيات شراء الطاقة الخاصة بالشركات؛ تكلفة مشاريع الطاقة؛ التحول الطاقوي؛ التكلفة المستوية للطاقة.

تصنيفات JEL: P28; P48; Q43.

Abstract: This study aims to explain the relationship between investissement in power purchase agreements (PPA) and the energy cost. The study used the panel data between 2010 and 2019 of five countries (United states, Europe, Mexico, India and Brazil). The results show that the investissement in PPA has an negative impact on leveled cost of energy (LCOE).

Keywords: renewables energies; Power purchase agreement; project energy cost; transition energetic; leveled cost of energy (LCOE).

JEL classifications codes: P28; P48; Q43.

مقدمة:

لقد أصبحت الطاقة بمصادرها المختلفة هي المحرك الأساسي وعنصرا أساسيا في الاقتصاد، لكن في ظل تناقص مخزون الطاقة الأحفورية كالبترول والغاز والفحم، أصبح التحدي هو إيجاد بدائل للطاقة التقليدية؛ حيث يمكن الاعتماد عليها لمواجهة الطلب المتزايد على الطاقة والحد من استنزاف الطاقات غير المتجددة.

على الرغم من القدرة التنافسية المتزايدة للطاقات المتجددة من حيث التكلفة، والتي دعمت الانتشار المتزايد للطاقة الشمسية والكهروضوئية وطاقة الرياح على مدار العقد الماضي، فإن استثمارات الطاقة المتجددة لا تتوسع بالمعدل المطلوب للتوافق مع أهداف الاستدامة.

تقوم وكالة الطاقة الدولية بالدراسة المخاطر والعائد المحتمل في قطاع الطاقة وتركز على الأداء المالي للوقود الأحفوري مقابل الطاقة المتجددة في أسواق الأسهم المدرجة في الاقتصادات المتقدمة المختارة، وتشير النتائج إلى أن حصص الطاقة المتجددة في هذه الأسواق على مدار العقد الماضي قدمت عوائد إجمالية أعلى مقارنة بالوقود الأحفوري، مع تقلبات سنوية أقل (مقياس لمخاطر الاستثمار)، خلال الفترة من جانفي إلى أبريل 2020، حيث استطاعت شركات الطاقة المتجددة أن تحقق نتائج أفضل من شركات الوقود الأحفوري خلال فترة التقلبات والتوترات، وهذا ما يطرح التساؤل حول سبب عدم إعادة تخصيص الاستثمارات في شركات الطاقة المتجددة رغم الجاذبية المالية!

إن توسع الشركات المطورة لمشاريع الطاقات المتجددة للقيام بتطوير مشاريع لصالح قطاع الشركات وتوقيع عقود شراء الطاقة طويلة الأجل لصالح شركات كبرى، يعتبر تحولا مهم جدا بالنظر إلى أن مشاريع الطاقات المتجددة الكبرى اقتصرت على احتكار شركات الكهرباء والمرافق العمومية خلال عقود طويلة، ومع تطور القوانين وانتشار العديد من

الشركات العاملة في قطاع الطاقة، استطاع المطورون توقيع اتفاقيات شراء الطاقة مع العديد من شركات القطاع الخاص والحصول على التمويل من هذه العقود.

أ - الإشكالية:

تتركز معوقات الاستثمار أمام قطاع الطاقة المتجددة في ارتفاع التكلفة الرأسمالية لمشروعات الطاقة المتجددة مع ضعف أو غياب آليات التمويل، بالإضافة إلى الاعتقاد الخاطئ بأن الاستثمار في مثل هذه المشاريع يمثل مخاطرة مالية كبيرة بسبب ضعف تنافسية هذا القطاع أمام المصادر الأحفورية مثل الفحم والبتروك والغاز، وبالتالي فإن المؤسسات المصرفية مؤسسات الاستثمار والتمويل قد لا تشجع القروض والاستثمارات في مجالات تتعلق بالطاقات المتجددة، ويدعم ذلك أن الاستثمارات في مجالات الطاقة المتجددة قد لا تكون ذات قيمة عينية واضحة، وقد لا تكون ذات مردودية جذابة من الناحية الاقتصادية (تحليل التكلفة والمنفعة)، وعلى هذا الأساس فإن الإشكالية الرئيسية لهذه الدراسة يمكن صياغتها كما يلي:

- هل الاستثمارات في اتفاقيات شراء الطاقة الخاصة بالشركات يساهم في خفض

تكاليف الطاقات المتجددة؟

هـ - منهجية الدراسة:

في هذه الدراسة تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي، فهو يسمح بوصف الظواهر والمشاكل العلمية المختلفة والإجابة عن التساؤلات التي تقع في دائرة البحث، ثم تحليل البيانات التي تم جمعها، حتى يمكن إعطاء التفسير والنتائج المناسبة عن الظاهرة المدروسة، كما يسمح المنهج الوصفي التحليلي أن يضع الظواهر المختلفة في مقارنة مع ظواهر مشابهة حتى يمكن تجميع البيانات المختلفة عن الفروق والمتشابهات.

أولا - التأصيل النظري للدراسة:

1- مفاهيم أساسية حول التحول الطاقوي:

ظهر مفهوم التحول الطاقوي في ألمانيا والنمسا سنة 1980 كمجموعة من التوقعات والمقترحات العلمية التي وضعها معهد "أوكو" بهدف إيجاد بديل للنفط. و التحول الطاقوي لا يمثل مجرد الانتقال من نظام إنتاج واستهلاك الطاقة من مصادر ناضبة إلى استخدام الطاقة المتجددة (خاطر، خاطر، 2019، ص. 144)، بل أيضا زيادة نسبة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة (عشاوي، 2016، ص. 13)، فالتحول الطاقوي يعني تغيير هيكل في إنتاج واستهلاك الطاقة وزيادة الاعتماد على الطاقات المتجددة.

حسب تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) فإن الطاقة المتجددة تتمثل في كل طاقة يكون مصدرها قابل للتجدد في الطبيعة بونيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة، كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض، حركة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد كثير من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية، كالحرارة والطاقة الكهربائية وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة، تسمح بتوفير خدمات الطاقة وقود وكهرباء" (في: مختارية، 2020، ص. 90؛ عجالي، عياش، 2017، ص. 338؛ شريف، 2019، ص. 34).

لقد ساهمت عدة عوامل في زيادة الاهتمام والتوجه نحو الطاقة المتجددة، يمكن ذكرها في النقاط التالية (البنك الدولي، 2014):

- نسبة كبيرة من دول العالم تفتقر لمصادر الكهرباء، إذ ما يقارب مليار ونصف شخص في العالم لا يحصلون على الكهرباء، ومليار شخص يحصلون عليها بشكل متقطع؛
- عدم أمان عملية التمويل بالطاقة وتذبذب الأسعار، نتيجة التوزيع غير العادل للطاقات التقليدية (بن خديجة، بوعزيز، 2017، ص. 162)؛

- تعتبر الطاقة الأحفورية المصدر الأول في تغير المناخ (قصوري، أولاد زاوي، 2017، ص. 257)، فحسب إحصائيات وكالة الطاقة الدولية لسنة 2017 فإن أكثر من 60% من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون المتسببة في الاحتباس الحراري تنتج عن عملية استخراج وتحويل واستخدام الطاقة (IEA, 2018).
- اعتماد كثير من الدول على مصادر تقليدية للطاقة، خاصة الكتلة الحيوية مما يساهم في زيادة نسبة الوفيات بسبب تلوث الهواء المنزلي.
- يمكن تصنيف معوقات التحول الطاقوي خاصة في الدول النامية بشكل عام إلى معوقات فنية ومالية ومؤسسية وفنية، وتعتبر العوائق غير التقنية من أبرز العوائق التي تقف أمام الانتشار الواسع لتقنيات الطاقة المتجددة، وقد أجريت العديد من الدراسات التي حددت نطاق العوائق غير التقنية لاستخدام الطاقة المتجددة، هذه العوائق تجعل الطاقة المتجددة غير ملائمة للتسويق، وتتضمن هذه العوائق:
- تواجه مصادر الطاقة المتجددة واسعة النطاق مشاكل في حال وضعها في مناطق بعيدة عن الشبكات الكهربائية الموجودة، لأن أنظمة التوليد في الموقع مثل الألواح الضوئية، والحصص التقني، مصممة لمحطات الطاقة المركزية، ومعظم الشبكات الكهربائية لا يلائمها تلقي الكهرباء من مصادر متعددة صغيرة.
- الافتقار إلى السياسة الحكومية الداعمة لنشر تقنيات الطاقة المتجددة، ووجود سياسات ولوائح تعيق تطوير الطاقة المتجددة وتدعم تطوير الطاقة التقليدية، فعلى سبيل المثال، الإعانات الحكومية للوقود الأحفوري، عدم كفاية حوافز الطاقة المتجددة المعتمدة على المستهلك، والتأمين الحكومي لحوادث المنشآت النووية.
- الافتقار إلى نشر المعلومات ونقص الوعي لدى المستهلك و الافتقار إلى الوعي العام بفوائد نظام الطاقة المتجددة.
- التكلفة المرتفعة لتقنيات الطاقة المتجددة بالمقارنة مع تقنيات الطاقة التقليدية.

- خيارات تمويل مشاريع الطاقة المتجددة غير الكافية، فالاعتقاد الخاطئ بأن الاستثمار في مثل هذه المشاريع يمثل مخاطرة مالية كبيرة، وبالتالي فإن المؤسسات المصرفية مؤسسات الاستثمار والتمويل قد لا تشجع القروض والاستثمارات في مجالات تتعلق بالطاقات المتجددة، لأنها قد لا تكون ذات قيمة عينية واضحة، وقد لا تكون ذات مردودية جذابة من الناحية الاقتصادية (تحليل الكلفة والمنفعة).
- الأسواق الرأسمالية غير الكاملة، يسبب فشل السوق في استيعاب جميع تكاليف الطاقة التقليدية (مثل: تكاليف تلوث الهواء، وخطورة توقف الإمدادات) والفشل في استيعاب كل فوائد الطاقة المتجددة (مثل: هواء أنظف، وأمن طاقي).
- الانحياز إلى معايير، وربط المرافق، وارشادات قياس صافي كافية.
- عدم مشاركة أصحاب المصالح وأفراد المجتمع وعدم تعاونهم في الخيارات المتعلقة بالطاقة ومشاريع الطاقة المتجددة.

2- تكلفة وتنافسية مشاريع الطاقات المتجددة:

وصلت استثمارات الطاقات المتجددة إلى حوالي 288.9 مليار دولار سنة 2018 م على المستوى العالمي، ولا يشمل هذا الرقم الطاقة الكهرومائية التي تزيد عن 50 ميغاوات، والتي شهدت استثمارات بقيمة 16 مليار دولار، وتقارن هذه الأرقام الاستثمارات لتوليد الطاقة من الفحم والغاز، والتي بلغت 95 مليار دولار (IRENA, 2020).

تعتبر الطاقة الشمسية محور التركيز الأكبر للاستثمار، حيث بلغت 139.7 مليار دولار في عام 2018، بانخفاض 22%، كما إزداد الاستثمار في طاقة الرياح بنسبة 2 % في عام 2018 م، ليصل إلى 134.1 مليار دولار، أما القطاعات الأخرى فقد تراجعت بشكل كبير، باستثناء الاستثمار في الكتلة الحيوية وتحويل النفايات إلى طاقة الذي ارتفع بنسبة 54%، ليصل إلى 8.7 مليار دولار خلال نفس السنة (IRENA, 2020).

سجلت تكاليف الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فقد انخفاض كبير؛ حيث انخفضت تكلفة توليد الكهرباء من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية على مستوى المرافق بنسبة 13% على أساس سنوي خلال سنة 2019، لتصل في المتوسط إلى 0.068 دولار لكل كيلوواط ساعي، كما انخفضت تكلفة توليد الكهرباء من مشاريع طاقة الرياح البرية والبحرية التي تم تشغيلها في عام 2019 م بنحو 9% على أساس سنوي، لتصل في المتوسط إلى حدود 0.053 دولار لكل كيلوواط ساعي و0.115 دولار / كيلوواط ساعي على التوالي (IRENA, 2020)، وواصلت تكاليف تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الانخفاض، حيث تشير المزادات واتفاقيات شراء الطاقة إلى توقع انخفاض متوسط أسعار الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى 0.039 دولار / كيلوواط ساعي في المشاريع المقرر تشغيلها في عام 2021، أي بانخفاض يعادل 42% مقارنة بعام 2019 م. وبمعدل أدنى بأكثر من الخمس من أقل المحطات المنافسة العاملة بالوقود الحفوري تكلفة، وخاصة الفحم، أما أسعار طاقة الرياح البرية فيتوقع إنخفاضها إلى 0.043 دولار/كيلوواط ساعي بحلول عام 2021، أي أقل بـ 18% من عام 2019 م.، كما ستشهد مشاريع طاقة الرياح البحرية والطاقة الشمسية المركزة قفزة نوعية؛ حيث سينخفض متوسط أسعار مزاداتها العالمية بنسبة 29% و59% على التوالي مقارنة بسنة 2019 م، وستصل حسب التقديرات إلى 0.082 دولار/كيلوواط ساعي سنة 2023 وإلى 0.075 دولار /كيلوواط ساعي (IRENA, 2020).

شهدت سنة 2018 انخفاض الاستثمارات بسبب انخفاض تكاليف التكنولوجيا في الخلايا الكهروضوئية الشمسية، مما يعني إمكانية تأمين القدرة المطلوبة بتكلفة أقل، وعلى العموم فإن التكلفة الداخلية تتأثر بمجموعة متنوعة من العوامل أهمها:

أ - تكاليف رأس المال:

تميل تكاليف الرأسمالية الى أن تكون منخفضة بالنسبة لمحطات توليد الطاقة بالغاز والنفط؛ ومعتدلة لتوربينات الرياح البرية والطاقة الشمسية الكهروضوئية (الخلايا الكهروضوئية)؛ وأعلى لمحطات الفحم ومراكز تحويل النفايات إلى طاقة، موجة والمد والجزر، الطاقة الشمسية الحرارية وطاقة الرياح البحرية والنووية. تتطلب مشاريع الطاقات المتجددة استثمارات إضافية للربط بشبكة الكهرباء، فالإنتاج اللا مركزي للطاقات المتجددة يتطلب تهيئة الشبكة لتتلاءم تكاليف إضافية ترتبط بمشاريع الربط بشبكة الكهرباء.

ب - تكاليف التشغيل:

تشمل تكاليف التشغيل تكلفة الوقود وأجور العمال وتكاليف الصيانة وتكاليف الإصلاح ومعالجة النفايات، وتحثل تكاليف الوقود الحصة الأكبر من تكاليف التشغيل، فهي تعتبر مرتفعة ومذبذبة بالنسبة للوقود الأحفوري ومصادر الكتلة الحيوية خاصة بالنسبة للنفط والفحم ودرجة أقل الغاز الطبيعي، ومنخفضة للطاقة النووية، وتقريبا منعدمة للعديد من مصادر الطاقة المتجددة، ويمكن أن تختلف تكاليف الوقود بشكل غير متوقع على مدى عمر معدات التوليد، بسبب العوامل السياسية وعوامل أخرى.

من جانب آخر، تعتبر تكلفة توازن الشبكة بين الطلب والعرض في الطاقة إحدى المحاور الرئيسية في تكاليف التشغيل، حيث تعتمد الشركات المطورة لمشروع الطاقة على عدة آليات لتوازن الشبكة، إما بالاعتماد على محطات طاقة هجينة تعتمد على الطاقات المتجددة والطاقة الناضبة كالفحم والغاز لتزويد الشبكة بالكهرباء في حالة كان العرض أقل من الطلب، أو الاعتماد على تخزين الفائض الطاقة ثم إعادة استخدامه لاحقا في بطاريات أو في محطات كهرومائية.

ج- التكاليف الخارجية لمصادر الطاقة:

عادة ما لا يشمل تسعير الكهرباء من مصادر الطاقة المختلفة التكاليف الخارجية، أي التكاليف التي يتحملها المجتمع ككل بشكل غير مباشر نتيجة لاستخدام مصدر الطاقة، وقد تشمل هذه التكاليف التمكينية، والآثار البيئية، وعمر الاستخدام، وتخزين الطاقة، وتكاليف إعادة التدوير، أو آثار الحوادث التي تتجاوز التأمين.

لمعالجة هذا الجزء من التكاليف الخارجية يتم بتسعير الكربون، للحد من الانبعاثات، حيث يتم فرض التسعير للفئة المسببة لانبعاث ثاني أكسيد الكربون، فهو المبلغ الذي يجب أن يدفعه للحصول على حق الانبعاث لكل طن واحد من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، عادة ما يتخذ تسعير الكربون شكل ضريبة الكربون أو شرط شراء تصاريح إصدار.

3- التكلفة المستوية للطاقة:

تستخدم التكلفة المستوية للطاقة (Levelized cost of energy) لمقارنة الطرق المختلفة لتوليد الكهرباء مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية والوقود الأحفوري، على أساس ثابت، بغض النظر عن عمر المشروع أو حجمه، فهي تمثل متوسط سعر الكهرباء المطلوب لكل وحدة من الطاقة الكهربائية المولدة لاسترداد تكاليف بناء وتشغيل وصيانة محطة توليد الكهرباء خلال العمر الافتراضي للمشروع، كما تعتبر مؤشر لقياس تنافسية مختلف تكنولوجيات مولدات الطاقة (Branker; Pathak; Pearce, 2011).

يتم حساب التكلفة المستوية للطاقة كنسبة بين جميع التكاليف المخصومة على مدى متوسط الإيرادات لكل وحدة من الكهرباء المولدة، كما هو موضح بالشكل الرياضي التالي:

$$LCOE = \frac{\sum \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

بحيث تمثل E_t ، F_t ، M_t ، I_t النفقات الاستثمارية، نفقات الصيانة والتشغيل، نفقات الوقود، كمية الكهرباء خلال السنة t ، أما r فهو معدل الخصم، ويلاحظ من خلال العلاقة الرياضية أن محطات توليد الطاقة المتجددة والتي لا تتطلب تكاليف الوقود، مثل محطات الطاقة الشمسية والرياح بإستثناء مشاريع الكتلة الحيوية، فإن قيمة التكلفة المستوية للطاقة تتأثر بدرجة كبيرة بالتكاليف الرأسمالية الخاصة بتكنولوجيا توليد الطاقة، عكس الطاقة الأحفورية التي تتأثر أيضا بالتكاليف التشغيلية خاصة سعر الوقود الأحفوري.

يلاحظ بصفة عامة من الجدول رقم 2 أن التكلفة المستوية للطاقة الشمسية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية، الهند وأستراليا قد انخفضت بشكل ملاحظ خلال الفترة ما بين 2010-2019، بمعدل يتراوح بين 7 - 9 % سنويا.

أما بالنسبة لطاقة الرياح فإن التكلفة المستوية للطاقة انخفضت لكن بنسب مختلفة، حيث شهدت الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية والهند انخفاض بمعدل يتراوح بين 4.5-5% أما المكسيك فقد عرفت انخفاضا لكن بمعدل أقل لا يتجاوز 2.5%.

الجدول رقم 2: متوسط التكلفة المستوية للطاقة حسب المصدر (الوحدة: دولار / كيلوواط)

متوسط التكلفة المستوية للطاقة الشمسية

	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	
وم أ	0.0677	0.0789	0.0993	0.1336	0.1436	0.1514	0.2188	0.2123	0.2417	0.2015	
اوروبا	0.1000	0.1149	0.1262	0.1353	0.1597	0.2019	0.2687	0.3247	0.4334	0.4576	
الهند	0.0447	0.0551	0.0740	0.0786	0.0810	0.1203	0.1795	0.1747	0.1997	0.3054	
استراليا	0.0838	0.0863	0.1017	0.894	0.1124	0.1261	0.1477	0.2484	0.3959	0.3759	

متوسط التكلفة المستوية لطاقة الرياح

2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	
0.046	0.048	0.051	0.056	0.058	0.060	0.069	0.081	0.092	0.085	وم أ
0.06	0.066	0.0738	0.0713	0.0777	0.083	0.0857	0.1692	0.1006	0.1018	اوروبا
0.064	0.046	0.062	0.070	0.069	0.074	0.073	0.060	0.075	0.083	المكسيك
0.049	0.049	0.058	0.069	0.077	0.089	0.087	0.087	0.072	0.081	الهند

Source:

- IRENA, (2020). "Solar cost", siteweb: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Costs/Solar-Costs>. last visit: 10/09/2020
- IRENA, (2020). "Wind costs", siteweb: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Costs/Wind-Costs>. last visit: 10/09/2020

ثانيا - تمويل مشاريع الطاقات المتجددة و اتفاقيات شراء الطاقة للشركات:

1- أشكال تمويل مشاريع الطاقة المتجددة:

على الرغم من تحسن القدرة التنافسية من حيث التكلفة لقطاع الطاقات المتجددة، والتي دعمت الانتشار المتزايد للطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح على مدار العقد الماضي، فإن استثمارات الطاقة المتجددة لا تتوسع بالمعدل المطلوب للتوافق مع أهداف الاستدامة، وتعتمد قرارات تخصيص رأس المال على الأداء المالي، مع الأخذ في الاعتبار ليس فقط العوائد، ولكن مستوى المخاطرة أيضا، وقد تم استحداث عدة طرق لتمويل مشاريع الطاقات المتجددة:

أ - تعريف التغذية أو التعريف التفضيلية:

تعتبر إحدى الأساليب لتشجيع الاستثمار في إنتاج الطاقة المتجددة، حيث يتم ضمان شراء الطاقة الكهربائية المنتجة للمنتج بسعر محدد مرجعي، ولا يتم اشتراط إنتاج كمية محددة من الطاقة المتجددة، ولكن يتم الاعتماد على قوى السوق في تحديد كمية الطاقة المنتجة بالاعتماد على جاذبية الأسعار المقدمة (جعفر، 2018، ص. 126).

تقوم الهيئات المخولة (مرفق الخدمات العمومية أو شركات الكهرباء العمومية) بتحديد تعريفية لكل وحدة طاقة يتم إنتاجها من مصدر متجدد، وتكون التعريفية بسعر مرتفع عن سعر الطاقة المنتجة من المصادر الأحفورية، من أجل ضمان تحقيق عائد مناسب للمنتج، وقد تختلف قيمة التعريفية على حسب سعة المحطة والموقع، فمثلا في حالة الرياح تتغير التعريفية حسب طبيعة الموقع، بمعنى منح تعريفية أعلى للأماكن ذات سرعة الرياح الأقل من الموقع القياسي المحدد بالقانون.

يتم تغطية تكلفة المصادر المتجددة من خلال وسيلتين، إما مباشرة يتم سدادها من طرف المستهلك النهائي؛ أو بطريقة غير مباشرة عن طريق إعفاءات ضريبية على المشروع أو فرض ضرائب ورسوم على الطاقة التقليدية لمشروع الطاقة المتجددة.

تسمح آلية تعريفية التغذية للمستثمرين من الحصول على التمويل من البنوك ومؤسسات التمويل نتيجة الدخل المتوقع؛ وتوفر للمستثمرين الضمان في إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة المتجددة، حيث أن قيمة شراء الطاقة تكون مضمونة لفترة زمنية طويلة لاسترداد قيمة الاستثمارات، كما تسمح تعريفية التغذية بتشجيع أشكال محددة من الطاقة المتجددة، حيث يتم منحها تعريفية أكثر جاذبية.

ب - نظام المناقصات:

تعتبر آلية لتشجيع المستثمرين على تقديم عروض مالية وفنية من أجل تزويد شبكة توزيع الكهرباء بمقدار معين من الطاقة، ويتم اختيار العقود ذات التكلفة الأقل، وتكون شبكات الكهرباء ملزمة بشراء الطاقة من هذه المحطات على أساس الأسعار التي تم التوصل إليها من خلال تلك المناقصات ولل فترات التي تم الإتفاق عليها (جعفر، 2018، ص. 128).

يختلف نظام المناقصات عن سياسة تعريفية التغذية في كون سعر الوحدة الكهربائية لا تحدد قانونا وإنما أثناء تقديم العروض، وتستهدف المناقصات غالبا شرائح إنتاجية أعلى من التي تستهدفها تعريفية التغذية كما لا تعد ملزمة لأي طرف إلا بعد توقيع الإتفاق.

تعتبر المناقصات التنافسية قليلة المخاطر بالنسبة للمستثمر، حيث أن شراء الطاقة من المنتج مضمون وبالسعر المتفق عليه في اتفاقية شراء الطاقة طول المدة المحددة في الاتفاقية.

ج- سياسة الحصص الملزمة والشهادات الخضراء:

تعرف أيضا بسياسة القدرة المحددة والسعر التنافسي، حيث تفرض السلطات الحكومية على شركات الإمداد بالطاقة الكهربائية أو على المستهلكين إما إنتاج أو استهلاك نسبة محددة من الطاقة الكهربائية ذات المصادر المتجددة، ويتم فرض عقوبات على الأطراف التي لا تحقق هذه النسبة.

تستخدم الشهادات الخضراء كإثبات الالتزام مع معايير نظام الحصص المطبق، لكن مع خاصية إمكانية تداول هذه الشهادات، أصبحت تعتبر حافزا ماليا لمنتجي الطاقات المتجددة نتيجة لإمكانية تداولها في أسواق رأس المال والحصول على السيولة، إضافة إلى الإيرادات الناتجة عن بيع الكهرباء في سوق الطاقة (جعفر، 2018، ص. 133).

2- مفهوم اتفاقيات شراء الطاقة الخاصة بالشركات:

تعتبر أداة لتمويل الأصول المولدة للكهرباء من مصادر متجددة، وهي عقد قانوني بين طرفين، أحدهما مولد للطاقة ويمثل الطرف البائع، وقد يكون محطة توليد مركزية مثل محطات الطاقة الشمسية أو مزارع الرياح، أو قد تكون مولدات طاقة مستقلة، مثل أسطح منازل فردية، عمارات، أو أسطح المرافق العمومية، والطرف الآخر في الاتفاق هو الذي يبحث عن شراء الطاقة، وعادة يتمثل في المصانع أو المنازل (Thumann; Woodroof, 2009)، وتحدد اتفاقية شراء الطاقة جميع الشروط التجارية لبيع الكهرباء بين الطرفين، وتختلف وفقا لاحتياجات المشتري والبائع والأطراف الممولة، وتستمر الشروط التعاقدية للاتفاقية ما بين 5 و 20 سنة، لضمان استرداد تكلفة الاستثمار، ويتم شراء الطاقة أو

الكهرباء والخدمات المساعدة من مولد الطاقة بسعر مرجعي ثابت أو تصاعدي حسب الاتفاق.

تتضمن بعض الترتيبات التعاقدية أيضا وسيطا بين المنتج والمستهلك، كشركة مرفق كهرباء محلية أو ناقل الكهرباء، من أجل توفير خدمات موازنة الطلب والعرض في الأسواق والتوصيل المادي للكهرباء، كما يمكن لتبسيط شراء الكهرباء من المنتج وإعادة بيع الكهرباء للمستهلك (Pastore; Ignatova 2010).

تعتبر اتفاقيات شراء الطاقة طريقة فعالة لتقليل مخاطر تقلبات أسعار الكهرباء، خاصة لمشغلي المحطات ذات الاستثمار المرتفع وتكاليف التشغيل المنخفضة (مثل توربينات الرياح والطاقة الكهروضوئية)، والتالي يمكن لمشغلي المصانع وبنوك التمويل أن يشعروا بمزيد من الثقة في أن عائدات مبيعات الكهرباء ستغطي بالفعل تكاليف الاستثمار، هذا يجعل المشروع أكثر ربحية على المدى الطويل.

تعتمد اتفاقيات شراء على نظام ربط مولدات الطاقة المتجددة بشبكة الطاقة (أو موزع الكهرباء)، ويتم تزويد الشبكة بفائض الإنتاج الآني لإعادة توزيعه واستهلاكه على المستوى المحلي، وتوجد عدة أشكال لتزويد الشبكة بالكهرباء في إطار نظام الربط بالشبكة (Mendicino; Al., 2019):

- **الاستهلاك الذاتي الكلي:** يتم الاستهلاك الآني للكهرباء مباشرة، والفائض الآني يتم تزويده بشبكة الطاقة دون فوتر؛
- **التزويد بفائض الإنتاج:** في هذه الحالة يتم تزويد شبكة الطاقة بفائض الإنتاج وبيعه بسعر مرجعي؛
- **التزويد بالإنتاج الكلي:** يتم بيع كامل الإنتاج لشبكة الطاقة، وبالتالي فإن الاستهلاك من شبكة الطاقة سيتم فوترتها مع عدم احتساب الرسم على القيمة المضافة، لأنها تعتبر استرداد لتكلفة الاستثمار.

3- أنواع اتفاقيات شراء الطاقة للشركات:

على الرغم من عدم وجود عقد معياري لـ اتفاقية شراء الطاقة، إلا أنه من الممكن تحديد نوعين رئيسيين: اتفاقية شراء الطاقة المادي في الموقع أو خارج الموقع، واتفاقية شراء الطاقة المالي (لافتراضي). يتم تمييز هذه الأنواع الثلاثة من العقود من ناحية عن طريق كيفية تزويد الكهرباء المنتجة، ولا سيما من خلال طريقة الربط بشبكة الكهرباء المستخدمة بين محطة إنتاج الطاقة المتجددة والمستهلك؛ ومن ناحية أخرى من خلال وجود أو عدم وجود وسيط بين الطرفين الموقعين على اتفاقية شراء الطاقة.

أ - اتفاقيات شراء الطاقة المادية:

مع اتفاقية شراء الطاقة المادية تأخذ الشركة أو طرف ثالث، ملكية الطاقة المادية في نقطة تسليم محددة على الشبكة الكهربائية، يمكن بعد ذلك نقل الطاقة المادية من نقطة التسليم المحددة إلى حساب أو عداد الطاقة الخاص بالشركة (Thumann; Woodroof, 2009). هناك ثلاثة أنواع من اتفاقيات شراء الطاقة المادية، مع بعض التشابه فيما بينها، الخاصة المشتركة بين الثلاثة هي كمية ثابتة من الكهرباء يتم بيعها وتزويدها في اتفاقية شراء الطاقة، أما الاختلاف فهو كيف يتم توفير الكهرباء (Thumann; Woodroof, 2009):

- اتفاقية شراء الطاقة في الموقع: هي إمداد مادي مباشر بالكهرباء، مما يستلزم

القرب بين المنتج والمستهلك، تعني اتفاقية شراء الطاقة في الموقع أن مصنع التوليد يقع خلف نقطة القياس الخاصة بالمستهلك، أو في نفس الموقع، نظراً لأن الكهرباء الناتجة عن اتفاقية شراء الطاقة في الموقع تقلل بشكل مباشر من استهلاك الشركة، فمثلاً قد ترغب شركة صناعية ذات سقف مناسب في تقليل تكاليف شراء الكهرباء ولكنها ليست على استعداد لتحمل تكاليف تركيب نظام كهروضوئي، فتختار الشركة الاستعانة بمصادر خارجية للمشروع من أجل تقليل المخاطر المالية والتشغيلية، لهذا الغرض تدخل الشركة في اتفاقية

شراء الطاقة في الموقع مع مطور المشروع، الذي يقوم بتثبيت النظام الكهروضوئي على السطح وبيع الكهرباء المولدة مباشرة إلى الشركة.

- اتفاقية شراء الطاقة خارج الموقع: لا تشكل اتفاقيات شراء الطاقة خارج الموقع

إمدادا ماديا مباشرًا بالكهرباء بين المنتج والمستهلك القريب، بل هي فقط اتفاقية لشراء كمية مادية من الكهرباء على النحو المحدد في اتفاقية شراء الطاقة، فيقوم المنتج بتوصيل الكهرباء إلى المستهلك من خلال الشبكة العامة، وهذا يتطلب تسوية إضافية عن طريق مجموعات التوازن لمحطة توليد الكهرباء والمستهلك.

في اتفاقيات شراء الطاقة خارج الموقع لا تتطلب أن تكون محطة توليد الطاقة قريبة من المستهلك، وهذا يوفر مرونة إضافية للمشروع، حيث يمكن اختيار المواقع ذات الظروف المثلى لإنشاء محطات توليد الكهرباء، ويمكن أيضا إبرام عدة عقود اتفاقيات شراء الطاقة مع عملاء مختلفين، ويتم التفاوض على سعر التوريد بالكهرباء، مما يعني أن جميع المشاركين لديهم ضمان أسعار طويل الأجل مع دفع رسوم مشغل الشبكة.

- اتفاقية شراء الطاقة ذات أكمام: هي اتفاقية شراء خارج الموقع، حيث يأخذ مزود

خدمة الطاقة عمليات مختلفة ويعمل كوسيط بين المنتج والمستهلك، قد يقدم الخدمات التالية: موازنة إدارة المجموعة، أو تجميع مختلف منتجي الكهرباء في محفظتها، أو توفير الكميات المتبقية من الكهرباء أو بيع الكميات الفائضة، أو إعداد توقعات التغذية، أو تسويق الشهادات الخضراء، أو تحمل مخاطر مختلفة (مثل موازنة تكاليف الطاقة أو مخاطر التخلف عن السداد أو إفلاس الشريك التعاقدية).

ب - اتفاقية شراء الطاقة المالية (الافتراضية):

مع اتفاقية شراء الطاقة الافتراضية، لا تتدفق الطاقة فعليًا من المشروع إلى المشتري، فهو مجرد عقد مالي، ولهذا غالبا ما يشار إليه باسم "اتفاقية شراء الطاقة المالية"، حيث تنبأ

الطاقة في سوق الكهرباء بالجملة في موقع تسوية محدد، ويستمر المشتري في الحصول على الكهرباء من شركة المرافق الخاصة به (Mendicino; Al., 2019).

يتم تسوية اتفاقية شراء الطاقة الافتراضية، ماليا كمبادلة بين سعر ثابت مقابل سعر عائم للكهرباء أو عقد مقابل الفروقات، حيث يتفق المشتري ومطور مشروع الطاقة على فترة تسوية، عادة كل شهر أو ربع سنة، خلال هذه الفترة يبيع مطور مشروع الطاقة الانتاج في سوق الجملة بسعر السوق العائم في فترة زمنية محددة مسبقا (عادة كل ساعة)، يحسب صاحب المشروع الفرق بين سعر السوق المتغير و السعر الثابت؛ في نهاية فترة التسوية، إذا كان مجموع الفروق المتراكمة موجبا، يدفع المطور للمشتري الفرق المتفق عليه لكل ميغاواط ساعة، أما إذا كان الفرق الإجمالي سالبا، يدفع المشتري للمطور الفرق في السعر، وبالتالي يضمن المشروع تلقي دائما السعر المتفق عليه لكل ميغاواط ساعة.

تعزل اتفاقية شراء الطاقة الافتراضية التدفق المادي للكهرباء عن التدفق المالي، وهذا يسمح بمزيد من المرونة في الترتيبات التعاقدية، بحيث يتفق المنتجون والمستهلكون على سعر لكل كيلوواط / ساعة من الكهرباء، كما هو الحال في اتفاقية شراء الطاقة الفعلية، لكن لا يتم توفير الكهرباء مباشرة من محطة توليد الطاقة إلى المستهلك، بدلا من ذلك، يأخذ مزود خدمة الطاقة للمنتج (مثل تاجر الكهرباء) الكهرباء المنتجة إلى مجموعته المتوازنة ويتاجر بها (في أسواق الطاقة قصيرة الأجل)، يشتري مورد الطاقة للمستهلك بدقة ملف التغذية الذي يوفره المنتج لمزود خدمة الطاقة الخاص به نيابة عن شريك اتفاقية شراء الطاقة المستهلك (Thumann; Woodroof, 2009).

بدون التسليم المادي المباشر بين الأطراف المتعاقدة، وعدم وجود رابط موازنة مباشر بينهما (مثل اتفاقية شراء الطاقة خارج الموقع)، فإن هذا يمثل اتفاقية شراء خاصة بسيطة

ومنخفضة التكلفة إدارياً، ومناسب تماماً للحالات التي لا يدير فيها المنتج أو يرغب في إنشاء مجموعة موازنة خاصة به (Thumann; Woodroof, 2009).

4- مزايا اتفاقيات شراء الطاقة:

أ - التحوط ضد تقلبات أسعار الطاقة:

تعد اتفاقيات شراء الطاقة بمثابة تحوط طويل الأجل ضد مخاطر تقلب أسعار الطاقة، فمن المعروف أن أسعار مصادر الطاقة التقليدية مثل الغاز والبترو و الفحم تخضع لتقلبات السوق، أما اتفاقيات شراء الطاقة المتجددة تحمي الشركات من هذه التقلبات، لأن التكاليف التشغيلية لتوليد طاقة الرياح والطاقة الشمسية تتطلب الحد الأدنى من تكاليف الصيانة بعد التثبيت، ويستفيد المشترون من التكاليف الثابتة والمتوقعة التي يمكن تحديدها مسبقاً في عقد اتفاقية شراء الطاقة (Mendicino; Al., 2019).

يؤدي الالتزام بأسعار منخفضة للطاقة المتجددة عبر اتفاقية شراء الطاقة إلى تقليل المخاطر المالية الناجمة عن ارتفاع أسعار الكهرباء في المستقبل (World bank, 2020).

ب - فرصة لتحقيق الأرباح:

إن الدخول في صفقة طويلة الأجل للطاقة المتجددة يخلق فرصة لتحقيق أرباح في المستقبل، فمعك العملية التقليدية لشراء الطاقة من مرفق محلي، تساعد اتفاقيات شراء الطاقة المتجددة الشركات على الحصول على أفضل سعر للطاقة في السوق من خلال السماح بالوصول إلى نطاق أوسع بكثير من مزودي الطاقة (World bank, 2020). من خلال اتفاقية شراء الطاقة المالية، يمكن ربط مزودي الطاقة المستقلين في جميع أنحاء الإقليم مع الشركات التي تبحث عن التزام طويل الأجل للتمويل بالطاقة المتجددة، حيث تدفع الشركات لمطور مشروع الطاقات المتجددة من خلال مدة العقد التي قد تصل إلى 20 سنة مقابل شهادات "اعتمادات الطاقة المتجددة"، بعد أن يصبح المشروع على الشبكة يمكن

تحصيل العائدات المالية طوال مدة العقد، فهو يسمح بتحقيق مكاسب مالية مستقبلية من الالتزام بالطاقة المتجددة (World bank, 2020).

ج- تحقيق أهداف الاستدامة:

في حين أن هناك حد لعدد الألواح الشمسية التي يمكن تثبيتها على أسطح المنازل، فإن شراء الطاقة على المدى الطويل من خلال اتفاقيات شراء الطاقة غير محدود، وبالتالي يمكن للشركات تحقيق أهداف الطاقة المتجددة بطريقة فعالة من حيث التكلفة وموثوقة باستخدام اتفاقيات شراء الطاقة (Thumann; Woodroof, 2009).

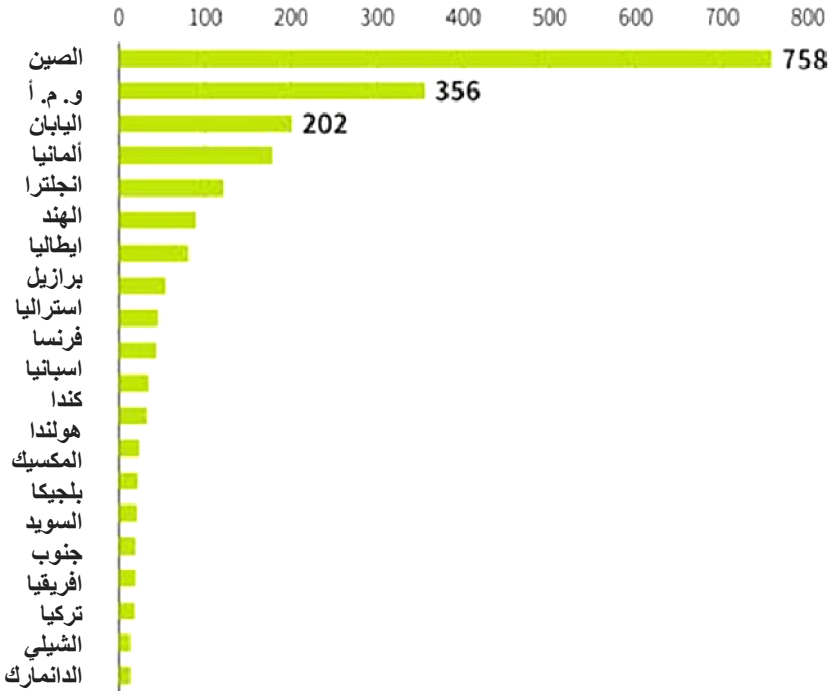
ثالثا - أثر اتفاقيات شراء الطاقة على إنتاج الطاقات المتجددة:

1- التحليل الوصفي لبيانات الدراسة:

يوضح الشكل رقم 1 أن الاستثمار في الطاقات المتجددة خلال الفترة 2010 - 2019 م عرف ارتفاع محسوس، حيث وصل إجمالي الاستثمارات التراكمية حوالي 2600 مليار دولار على المستوى الدولي، وتعتبر كل من الصين والولايات المتحدة أكبر المستثمرين في مجال الطاقات المتجددة بمختلف تصنيفاتها، بقيمة إجمالية تقدر بـ 758 مليار دولار و 356 مليار دولار على التوالي (AIE , 2019).

ما يلاحظ أيضا أن أكبر الدول المستثمرة في مجال الطاقات المتجددة باستثناء الولايات المتحدة الأمريكية هي دول ذات مخزون ضعيف من الوقود الأحفوري، وتلبي احتياجاتها من الطاقة بالاستيراد.

الشكل رقم 1: الاستثمار في قطاع الطاقات المتجددة خلال الفترة 2010-2019 (مليار دولار)



Source: AIE (2019), Report, "global trends in renewable energy investment 2019 ", https://www.fs-unep-centre.org/fileadmin/gtr/report/Global_Trends_Report_2019.pdf

عرفت الاستثمارات في الطاقات المتجددة عن طرق عقود شراء الطاقة الخاصة بالشركات في عينة الدراسة نمو واضحاً خلال الفترة 2010-2019، حيث انتقلت من 1.4 مليار دولار إلى 18.3 مليار دولار خلال هذه الفترة، وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية (28 دولة) بالإضافة إلى المكسيك والهند أهم الدول التي تعتمد على تمويل مشاريع الطاقات المتجددة باستخدام اتفاقيات شراء الطاقة الخاصة بالشركات، في حين تعتمد الدول الأخرى على آليات أخرى.

الجدول رقم 2: الاستثمارات في اتفاقيات شراء الطاقة المتجددة خلال 2010-2019

الوحدة مليار دولار

2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	
12.3	6.6	4.6	4.8	3.8	1.9	0.7	0.4	0.5	0.8	و.م.أ.
3.6	2.8	1.9	0.9	0.5	0.4	0.1	/	0.1	0.1	أوروبا
0.4	0.4	0.1	0.2	0.5	1.2	1.2	1	0.8	0.5	مكسيك
0.6	0.6	0.5	0.2	0.3	0.1	/	/	/	/	الهند
0.8	0.5	0.2	/	/	/	/	/	/	/	أستراليا
0.6	0.2	0.7	0.2	/	/	/	/	/	/	آخريين
18.3	9.1	8	6.3	5.1	3.6	2	1.4	1.4	1.4	مجموع

المصدر: بالاعتماد على: وكالة الطاقة الدولية، "استثمار الطاقة المتجددة على أساس اتفاقيات شراء

الطاقة المؤسسية في بلدان مختارة، 2010-2020"، وكالة الطاقة الدولية، باريس

[https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/renewables-investment-](https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/renewables-investment-based-on-corporate-power)[based-on-corporate-power](https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/renewables-investment-based-on-corporate-power) -اتفاقيات-شراء-في-دول-مختارة-2010-2020

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية رائدة في هذا المجال، حيث شهدت زيادة في حجم الاستثمارات في الطاقات المتجددة باستخدام عقود شراء الطاقة للشركات، فوصلت قيمة الاستثمارات إلى 12.3 مليار دولار سنة 2019، بعدما كانت لا تتعدى 0.8 مليار دولار سنة 2010، بإجمالي تراكمي قدره 36.4 مليار دولار، وهي تمثل أكثر من 10% من إجمالي الاستثمارات في مجال الطاقات المتجددة خلال نفس الفترة، أما الدول الأوروبية والمكسيك والهند وأستراليا وبالإضافة لبعض الدول الأخرى الآسيوية مثل ماليزيا وسنغفورة فإن إجمالي الاستثمارات المتراكمة في الطاقات المتجددة عن طريق عقود شراء الطاقة الخاصة بالشركات فقد قدر بحوالي 22.2 مليار دولار.

الجدول رقم 3: توزيع استثمارات عقود شراء الطاقة خلال الفترة 2010-2019

2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	
14.1	8.9	6.1	4.7	4.4	3.2	1.9	1.2	1.2	0.9	طاقة الرياح
4.2	2.2	1.8	1.8	0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	الطاقة الشمسية

المصدر: وكالة الطاقة الدولية، الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة على أساس اتفاقيات شراء الطاقة

للشركات عن طريق التكنولوجيا، 2010-2020، وكالة الطاقة الدولية، باريس

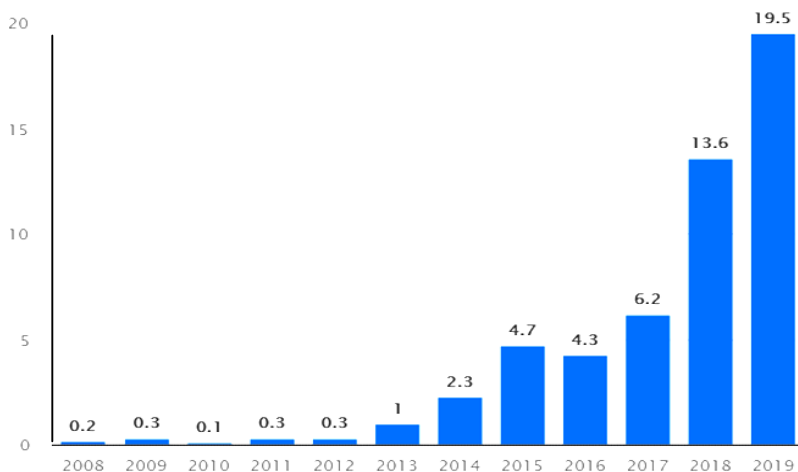
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/renewables-investment-based-on-corporate-power>
2010-2020 - اتفاقيات الشراء حسب التكنولوجيا

لقد سمحت اتفاقيات عقود شراء الطاقة خلال الفترة ما بين 2010-2019 بتشغيل أكثر

من 52.3 جيجاواط، والملاحظ خلال السنوات الأخيرة زيادة متسارعة في حجم الطاقة

المنتجة والتي قدرت بحوالي 19.5 جيجا واط خلال سنة 2019 م.

الشكل رقم 2: اتفاقيات عقود شراء الطاقة المتجددة خلال الفترة 2008-2019 (الوحدة جيجاواط)



Source: IEA, Global PPA volumes by sector, 2008-2019, IEA, Paris

<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-ppa-volumes-by-sector-2008-2019>

2- منهجية الدراسة:

لقياس العلاقة بين استثمارات الطاقات المتجددة من خلال عقود شراء الطاقة الخاص بالشركات والتحول الطاقوي، تم اختيار عينة قصدية تتكون من خمسة مقاطع وهي: الولايات المتحدة الأمريكية، الدول أوروبية، المكسيك، الهند، أستراليا، وتم الاعتماد على هذه الدول لعدة إعتبرات أهمها بالنظر لحجم الاستثمارات في هذه العقود، ودرجة الالتزام بمحاور التحول الطاقوي.

لإجراء عملية القياس تم الاعتماد على عدة مؤشرات لقياس كل متغير من متغيرات الدراسة، فبالنسبة للعقود شراء الطاقة المتجددة، تم الاعتماد على حجم الاستثمارات لعقود الشراء في كل دولة (PPA)، أما التحول الطاقوي فلا يوجد مؤشر واحد يمكنه أن يعكس بالكامل التحول الطاقوي، لكن وكالة الطاقة الدولية اعتمدت مؤشر انبعاث ثاني أكسيد الكربون الناجم عن احتراق الوقود كمؤشر للتحول الطاقوي، على أساس أن قطاع الطاقة يمثل ما يقرب 90٪ من الانبعاثات (وكالة الطاقة الدولية، 2019).

أما لاختبار الفرضيات تم الاعتماد على تحليل البيانات السلاسل الزمنية المقطعية، وهي مجموعة من المشاهدات التي تتكرر عند مجموعة من الأفراد في عدة فترات زمنية، بحيث تجمع بين خصائص كل من البيانات المقطعية والسلاسل الزمنية في نفس الوقت، فبالنسبة للبيانات المقطعية Data section-Cross فهي تصف سلوك عدد من المفردات أو الوحدات المقطعية عند فترة زمنية واحدة، بينما تصف بيانات السلاسل الزمنية سلوك مفردة واحدة خلال فترات زمنية معينة (Achouch, 2017. P. 52).

تكمن أهمية استخدام هذه البيانات كونها تأخذ بعين الاعتبار بعدين، البعد المقطعي والبعد الزمني، وبالتالي تحتوي على معلومات إضافية ضرورية لتحسين دقة التقدير، فهناك عدد من مزايا التي يمكن تحقيقها بالاعتماد على النموذج الاحصائي:

- يمكن أن تشكل نمودجا لكل من السلوكيات العامة والفردية للمجموعات.
- تحتوي على مزيد من المعلومات، ومزيد من التباين، وكفاءة أكثر من بيانات السلاسل الزمنية النقية أو بيانات المقطع العرضي.
- يمكن اكتشاف وقياس التأثيرات الإحصائية التي لا تستطيع البيانات المقطعية أو السلاسل الزمنية الخالصة اكتشافها.
- تقليل تحيزات التقدير التي قد تنشأ من تجميع المجموعات في سلسلة زمنية واحدة.
- لتحديد نموذج التأثيرات المناسب في عملية التقدير تم الاعتماد على الفرضيات التالية:
- الفرضية الصفرية:** نموذج التأثيرات العشوائية هو المناسب في التقدير.
- الفرضية البديلة:** نموذج التأثيرات الثابتة هو المناسب في التقدير.

3- النتائج ومناقشتها:

لاختبار فرضيات الدراسة سيتم إجراء الاختبارات تدرجيا على للحصول على النتائج المرتبطة بالدراسة، حيث تم إجراء عدة اختبارات للعلاقة بين حجم الاستثمارات في عقود شراء الطاقة ذات مصدر الرياح، ثم مع عقود شراء الطاقة ذات مصدر شمسية.

الجدول رقم 7 : اختبار Hausman لنموذج التأثيرات المناسب للتقدير لبيانات بانل

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	0.509577	1	0.4753

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات EViews

من خلال اختبار hausman نلاحظ أن القيمة المعنوية المحسوبة لمعامل كاي مربع أكبر من مستوى المعنوية 5% وبالتالي نقبل الفرضية الصفرية ونرفض البديلة، وهذا يعني أن نموذج التأثيرات العشوائية هو المناسب في التقدير، وعلى هذا الأساس فإن نموذج الانحدار يكون من الجدول التالي:

الجدول رقم 8: إندثار الاستثمار في عقود شراء طاقة الرياح على تكلفة المعيارية للطاقة

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.075650	0.002358	32.07911	0.0000
PPA	-0.003438	0.000864	-3.980452	0.0003
R-squared	0.299826	Mean dependent var		0.070767
Adjusted R-squared	0.280902	S.D. dependent var		0.014832
S.E. of regression	0.012578	Akaike info criterion		-5.863893
Sum squared resid	0.005853	Schwarz criterion		-5.778582
Log likelihood	116.3459	Hannan-Quinn criter.		-5.833284
F-statistic	15.84400	Durbin-Watson stat		0.560440
Prob(F-statistic)	0.000309			

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات EViews

من خلال الجدول رقم 8 يلاحظ أن القيمة المعنوية المحسوبة لمعامل فيشر أقل تماماً من

مستوى المعنوية 5%، وبالتالي يمكن قبول شكل الانحدار العام، كما أن القيم المعنوية

المحسوبة لمعامل t للانحدار الجزئي أقل من مستوى المعنوية وهذا يعني قبول معنوية

انحدار المتغيرات المستقلة، وبالتالي يمكن كتابة شكل الرياضي للعلاقة بين التكلفة المعيارية

لطاقة الرياح وحجم الاستثمارات في عقود شراء طاقة الخاصة بالشركات كمايلي:

من خلال علاقة الانحدار يمكن التأكيد على أن الاستثمار في عقود شراء طاقة الرياح قد ساهم

في خفض التكلفة المعيارية للطاقة ولكن بنسبة ضعيفة، حيث أن كل زيادة في الاستثمار بمليار

دولار سيساهم في خفض التكلفة المعيارية للطاقة بـ 0.0034 دولار /كيلواط ساعي.

الجدول رقم 9 : إختبار Hausman لنموذج التأثيرات المناسبة للتقدير لبيانات بانل

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-7.99347	0.0000

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات EViews

من خلال اختبار hausman نلاحظ أن القيمة المعنوية المحسوبة لمعامل كاي مربع أقل من مستوى المعنوية 5% وبالتالي نرفض الفرضية الصفرية ونقبل البديلة، وهذا يعني أن نموذج التأثيرات الثابتة هو المناسب في التقدير، وعلى هذا الأساس فإن نموذج الانحدار يكون من الشكل التالي:

الجدول رقم 10: إندار الاستثمار في عقود شراء طاقة الرياح على تكلفة المعيارية للطاقة

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.148623	0.032342	-66.43535	0.0000
LOG(PPA)	-0.359378	0.028713	-12.51626	0.0000

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات EVIEWS

من خلال الجدول رقم 10 يلاحظ أن القيمة المعنوية المحسوبة لمعامل فيشر أقل تماماً من مستوى المعنوية 5%، وبالتالي يمكن قبول شكل الانحدار العام، كما أن القيم المعنوية المحسوبة لمعامل t للانحدار الجزئي أقل من مستوى المعنوية وهذا يعني قبول معنوية انحدار المتغيرات المستقلة، وبالتالي يمكن كتابة شكل الرياضي للعلاقة بين التكلفة المعيارية لطاقة الرياح وحجم الاستثمارات في عقود شراء طاقة الخاصة بالشركات كمايلي:

من خلال علاقة الانحدار يمكن التأكيد على أن الاستثمار في عقود شراء الطاقة الشمسية قد ساهم في خفض التكلفة المعيارية للطاقة ولكن بنسبة ضعيفة.

الخاتمة:

حاول الدراسة إظهار العلاقة بين الاستثمارات في عقود شراء الطاقة الخاصة بالشركات مع التكلفة المعيارية للطاقة، حيث تعتمد عقود شراء الطاقة على التفاوض مع ضمان سعر يغطي تكلفة الاستثمارات وتغطية مخاطر تقلب الأسعار، وقد توصلت الدراسة إلى صحة فرضيات الدراسة، حيث ساهمت هذه الاتفاقيات في خفض التكاليف المستوية لطاقة الرياح والطاقة الشمسية في الدول التي إعتدتها كإستراتيجية للتحويل الطاقوي.

قائمة المراجع:

1. Achouch Ayman. "Unit Root Tests For Panel Data (First Generation Tests) AIE (2019), Report, " global trends in renewable energy investment 2019 ", https://www.fs-uneep-centre.org/fileadmin/gtr/report/Global_Trends_Report_2019.pdf
2. Branker, K; PathakM.J; Pearce, J.M, (2011). "A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity", **Renewable and Sustainable Energy Reviews** , Volume 15, Issue 9, December 2011, Pages 4470-4482
- 3.IEA, Global PPA volumes by sector, 2008-2019, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-ppa-volumes-by-sector-2008-2019>
4. IRENA (2020), "Renewable power generation costs in 2019", Website: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Costs_2019_AR.PDF?la=en&hash=802C6A1BD3696352ECD9DEF68F41BD634F89DB99
5. Mendicino, Luca; Al., (2019). "Corporate power purchase agreement: Formulation of the related levelized cost of energy and its application to a real life case study", **Applied Energy**, Volume 253, p.p.
6. Pastore, T; Ignatova; M, (2010), In: Woodrow W. Clark. **Sustainable Communities Design Handbook**, New York: Elsevier, 2010. P.p 139-148
7. Thumann, A.; Woodroof, E., (2009). **Energy Project Financing: Resources and Strategies for Success**. Uk: The Fairmont press. P.p. 93-98
8. World bank, (2020). "Power Purchase Agreements (PPAs) and Energy Purchase Agreements (EPAs)", website: <https://web.archive.org/web/20200529004537/https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/energy/energy-power-agreements/power-purchase-agreements>, last visit: 18/09/2020
9. جعفر، حمزة. (2018). "آليات تمويل وتنمية مشاريع الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر"، أطروحة دكتوراه غير منشورة. جامعة سطيف، الجزائر
10. خاطر، إسمهان؛ خاطر، طارق، (2019). تحديات الانتقال إلى الاقتصاد الأخضر وتطوير الطاقات المتجددة بالجزائر، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، 6 (1). ص.ص. 142-163

11. شريف، عمر، (2019). "الرهان الطاقوي والتنويع الاقتصادي"، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، 6 (1). ص.ص. 32-54
12. عجالي، دلال؛ عياش، زبير، (2017). دور الطاقات المتجددة في دعم التنمية المستدامة – دراسة حالة الجزائر، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، 4 (1). ص.ص. 336-356.
13. عيشاوي، كنزة، (2016). "الطاقة المتجددة وضرورة التحول الطاقوي في الجزائر"، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة. 3 (2). ص.ص. 7-25
14. قصوري، ريم؛ أولاد زاوي، عبد الرحمن، (2017). "تفعيل تبني الطاقات المتجددة لتعزيز الأمن الطاقوي"، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة. العدد 7. ص.ص. 245-267
15. مختارية، دين، (2020). "دور الطاقات المتجددة في التنمية المستدامة بالجزائر: دراسة تحليلية للفترة 2005-2016"، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، 6 (02). ص.ص. 85-121
16. وكالة الطاقة الدولية، "استثمار الطاقة المتجددة على أساس اتفاقيات شراء الطاقة المؤسسية في بلدان مختارة، 2010-2020"، وكالة الطاقة الدولية، باريس <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/renewables-investment-based-on-corporate-power> شراء في دول مختارة-2010-2020
17. وكالة الطاقة الدولية، (2019)، "مؤشرات تحولات الطاقة"، موقع انترنت: <https://www.iea.org/articles/energy-transitions-indicators>، آخر زيارة: 2020/09/10.