



## واقع الطاقة الشمسية في دول الخليج العربي

الأستاذ الدكتور يعرب قحطان الدُّوري<sup>(i)</sup>  
مركز النانوتكنولوجيا - جامعة مالايا - ماليزيا

تُجمع محطات الطاقة الهجينة بين مستقبل حراري شمسي وتوربين غاز لزيادة فعالية مولدات الكهرباء التي تحركها توربينات بخارية. ومعظم تلك المحطات يولد أقل من 15% من طاقته من المستقبل الشمسي. ومن جهتها، أزاحت شركة أبوظبي لطاقة المستقبل (مصدر)<sup>(iii)</sup> التي تأسست عام 2006م، الستار عن أكثر مشروعات الطاقة الشمسية المركزة تقدماً في المنطقة، وهو مشروع "شمس 1". ومن المقرر أن يستخدم هذا المشروع مرايا ستعمل على تركيز أشعة الشمس على مستقبل مليء بالملح المذاب، بدلاً من تركيز الأشعة على أنابيب تحتوي على سائل. وثمة مشروعات شمسية كبيرة تجري حالياً في السعودية. وتعكف "مصدر" على بناء مدينة خالية من الكربون بتكلفة 22 مليار دولار في الصحراء بالقرب من أبوظبي، تعتمد بشكل كلي على مصادر الطاقة المتجددة، بما فيها الطاقة الشمسية. وتقوم مشاريع أخرى في المنطقة العربية على فكرة مماثلة، وهي عبارة عن منطقة تجارية تعمل بالطاقة النظيفة.

تناولنا في بحثنا بالتفصيل واقع الطاقة الشمسية في دول الخليج العربي وخططها الرائدة عربياً ودولياً لخير الأوطان وإزدهار الشعوب. آملين في بحثنا هذا التركيز على أهمية أصحاب القرار في تنمية المشاريع المستدامة خصوصاً أن الوقود الأحفوري ذاهب إلى زوال وما ينفذ غير الطاقة النظيفة أو المستدامة لضمان مستقبل مشرق، وجيل واع، وقاعدة علمية رصينة لبلد متقدم يُحتذى بها في مختلف أنحاء العالم.

### الطاقة الشمسية في دول الخليج العربي

لا تزال منطقة الشرق الأوسط تُهيمن على إنتاج النفط في العالم ، لكنها قد تصبح رائدة في توليد الطاقة الشمسية. إن منطقة الشرق الأوسط تتمتع بإمكانات كبيرة، وأن كل كيلومتر مربع يتلقى قدرًا من الطاقة الشمسية سنوياً يعادل 1.5 مليون برميل من النفط الخام. ورغم وفرة تلك الطاقة، أبدت الدول العربية تباطؤاً في تبني تقنيات توليد الطاقة الشمسية، الأمر الذي يرجع لأسباب منها احتياطات الوقود الأحفوري الهائلة التي تتمتع بها تلك الدول، فضلاً عن دعم حكوماتها للطاقة لفترة طويلة. بيد أن الأولويات بدأت في التغير على ما يبدو. ويبدو أن المخاوف بشأن الذروة النفطية والاستهلاك المتزايد للكهرباء تدفع باتجاه البحث عن مصادر طاقة متجددة. هذا ناهيك عما يجلبه تغيير مصادر الطاقة من منافع اقتصادية. فمن خلال إنتاج الطاقة المتجددة واستخدامها، يمكن لدول الخليج العربي إنشاء صناعات قوية توفر بدورها فرص عمل جديدة، وتوفر مصادر طاقة لعصر ما بعد النفط، وتحقيق أهدافها الوطنية الخاصة بالانبعاثات الغازية المسببة للاحتباس الحراري<sup>(iii)</sup>. ومن المقرر أن يصل إسهام خمس محطات لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى 38% من إجمالي حجم توليد الكهرباء في المملكة العربية السعودية. وتتطلع أبوظبي إلى إنتاج 7% من احتياجاتها من الكهرباء من خلال مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2020.



فيما ترغب الكويت في إنتاج 5% بحلول عام 2020. ولعل ما يدعم الطموحات الشمسية لمنطقة الشرق الأوسط تلك الخطط الرامية إلى إنشاء محطات الطاقة الشمسية المركزة، والتي تقل تكلفتها الرأسمالية عن تكاليف محطات الطاقة الكهروضوئية.

### خيارات الطاقة المتجددة

لم يعد التحول لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي العربي ترفاً يستحق التأجيل، سواء للحفاظ على مستوى الصادرات الحالية من الوقود الأحفوري وهي عماد اقتصادات هذه الدول والتي غدا نمو الطلب المحلي بمعدلات كبيرة ينال منها، أو بسبب الضغوط البيئية المطالبة بالحد من الانبعاثات الحرارية التي يسببها تزايد استهلاك النفط، والتحول إلى الاقتصاد الأخضر، أي الاقتصاد الخالي من التلوث. ويوماً بعد يوم يؤدي التقدم التكنولوجي إلى خفض تكلفة التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، الأمر الذي من شأنه حفز العديد من دول العالم لولوج هذا المجال، والموقع الجغرافي لدول مجلس التعاون الخليجي العربي يرشحها أن تكون المكان المفضل للاستثمارات في الطاقة الشمسية، وهي الاستثمارات التي قد لا تستهدف إشباع الطلب المحلي فقط. وتشير التوقعات الحالية إلى أن الطاقة الشمسية على وجه التحديد ستكون أحد المصادر الرئيسية لتوليد الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي العربي بحلول 2020. وتُقدّر الاستثمارات الحالية في هذه الدول في مشروعات الطاقة الشمسية بنحو 155 مليار دولار، وهي استثمارات تستهدف الحصول على قدرات توليد طاقة بأكثر من 84 غيغاوات. إن النمو الاقتصادي المتسارع، أدى أن تكون مستهلكاً كبيراً للطاقة، ويُقدّر معدل نمو استهلاك الطاقة الكهربائية لدول المجلس بنحو 8% سنوياً، وهو ما يعني الحاجة إلى مضاعفة إنتاج الكهرباء كل عقد تقريباً، وأن هذه الدول تحتاج خلال العقد القادم 100 غيغاوات إضافية لتغطية الطلب المحلي على الكهرباء، ومن ثم فإن اللجوء إلى استخدام مصادر الطاقة المتجددة يعني اعتماد أقل على النفط والغاز لتوفير هذه الطاقة المطلوبة، ومن ثم الحفاظ على الميزة التنافسية الرئيسية للمنظومة الخليجية في السوق النفطية والقائمة على أساس أن معظم إنتاجها تقوم بتصديره<sup>(iv)</sup>.

وكما حبت الطبيعة دول الخليج العربي بامتلاكها 45% من احتياطي العالم المؤكد من النفط و25% من احتياطيه من الغاز الطبيعي، فقد كررت هذه الميزة في الطاقة المتجددة، حيث تحظى المنظومة الخليجية بسطوع شمسي قوي منتظم على مدار العام، وفضاء واسع يتيح إمكانية كبيرة لمزارع الطاقة الشمسية، هذا فضلاً عن غناها بإمكانات توليد الطاقة من الرياح وتلك التي يمكن توليدها من مخلفات الحضر، يقابل هذا أن الاعتماد الحالي الكبير على الطاقة المتولدة من الوقود الأحفوري جعل دول المجلس تقع ضمن الـ 14 دولة الأكبر في نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون طبقاً لبيانات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ومن ثم فإن التحول إلى استخدام الطاقة المتجددة بإمكانه أن يغير هذه الصورة ويحمي البيئة الخليجية من الأضرار الناتجة عن هذه الانبعاثات. لقد أخذت هذه الدول حالياً السير في مشروعات طموحة في مجالات هذه الطاقة، ليس فقط على المستوى البحثي ولكن على المستوى الاستثماري في مراحل القيمة المضافة في هذه الصناعة، والمشروعات الحالية تستهدف الوصول في مدى قريب إلى الآتي:

- الكويت لها 70 ميغاوات مقسمة بين 60 ميغاوات منها طاقة شمسية.

- قطر لها 100 ميغاوات من الطاقة الشمسية.



- السعودية لديها 54 غيغاوات بحلول 2032 منها 41 غيغاوات من الطاقة الشمسية.  
- عُمان لها 100 - 200 ميغاوات طاقة شمسية.  
- البحرين لديها 25 ميغاوات من المخلفات.  
- الإمارات (دي) لها 5% من الاستهلاك النهائي تأتي من الطاقة المتجددة بحلول 2030، و(أبوظبي) لديها 7% من إجمالي الطاقة يأتي من مصادر متجددة بحلول 2020 منها 213 ميغاوات طاقة شمسية.  
إن الاهتمامات الخليجية قد أخذت تتجه في تناغم مع الاهتمام العالمي بما يسمى مزيج الطاقة، أي الطاقة التي لا ينفرد بتوليدها مصدر واحد ولكن مصادر متعددة، ولكن رغم أن هذا الاهتمام يظل منخفضاً حين مقارنته بالعديد من دول العالم الأخرى أو مقارنته بالاهتمام بالوقود الأحفوري، فإن حجم الاستثمارات الموجهة له والاهتمامات المتزايدة على مستوى صناعة القرار توضح أن هذا الاهتمام الخليجي خاصة نحو الطاقة الشمسية قد أخذ في التزايد، وفي الغالب تقوم الحكومات الخليجية بالدور الأساسي في الاستثمار. وقد أدى الصعود الكبير للطلب المحلي على الطاقة إلى حتمية تغيير مزيج الطاقة خاصة في السعودية والإمارات وقطر، مع إعطاء الأولوية للطاقة الشمسية، وفي عُمان والبحرين فإن الاستثمار في الطاقة الشمسية هو لتغطية فجوة الطاقة بين العرض والطلب، أما الكويت فقد اتخذت موقفاً من الطاقة النووية واتجهت إلى التركيز على الطاقة الشمسية في مزيج الطاقة بعد كارثة المفاعل النووي في اليابان، وفي كل الأحوال تظل الحاجة قائمة إلى إنشاء تحالفات بين الدول الخليجية وأن يكون ذلك واضحاً في استراتيجية خليجية موحدة للطاقة البديلة<sup>(v)</sup>.  
وللحصول على الطاقة الشمسية سواء بتركيز هذه الطاقة أو باستخدام المرايا والعدسات وأشباه الموصلات إمكانية كبيرة في دول مجلس التعاون الخليجي العربي، ويمكن استخدامها على نطاق تجاري واسع، وتأتي السعودية الثالثة عربياً بعد الجزائر وليبيا في كمية الطاقة المحتملة باستخدام الطاقة الشمسية بإجمالي 49.8 غيغاوات، ويأتي بعد السعودية في دول المجلس سلطنة عُمان 7.9 غيغاوات، ثم الإمارات 1 غيغاوات تليها الكويت 0.7 غيغاوات ثم قطر 0.4 غيغاوات. إن تحوّل قطاع التشييد إلى استخدام الطاقة الشمسية يحقق ما يسمى بالبناء الأخضر، بما يحقق وفعراً كبيراً في استهلاك الوقود الأحفوري، فضلاً عن تحسين البيئة<sup>(vi)</sup>.

## 1- دولة الكويت

أعلنت الكويت عن ربط أول محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية، ما يؤكد إنجاز الجزء الأول من المرحلة الأولى، من خلال تزويد الشبكة بـ 10 ميغاوات من الطاقة الكهربائية، فتكون قد حققت نسبة 1% من الطاقة المتجددة قبل العام 2018 لتصبح 3% قبل العام. وذكر أن مشروع محطة توليد الخيران سيتم تنفيذه على 3 مراحل ليدعم الشبكة بحوالي 4500 ميغاوات، تبدأ مرحلته الأولى العام 2020 وكذلك مشروع المؤيدين ليدعم الشبكة بحوالي 6000 ميغاوات في مرحلته الأولى والثانية. ونوه بأنه في إطار جهود الحكومة لتحقيق النمو المستدام لمواجهة الزيادة المتوقعة على الطاقة الكهربائية، فإن تعزيز إنتاج المحطات المركبة من 17 ألف ميغاوات حالياً، إلى 40 ألف ميغاوات بحلول العام 2035، لافتاً إلى أن كمية الوقود الأحفوري المستهلك من تشغيل هذه المحطات سيقفز من 370 ألف برميل نפט يومياً إلى نحو مليون برميل نפט



يوميًا في العام 2035. ومنه تسعى الكويت<sup>(27)</sup> أن تصل إلى 15% من إجمالي الطاقة الكهربائية بحلول العام 2030، وكل ذلك لتأمين 15% من حاجة البلاد من الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة ونظيفة بحلول العام 2030. وتم اختيار موقع الشقيا لتشييد أول محطات الطاقة المتجددة في البلاد والتي تعتبر المرحلة الأولى لتنفيذ المخطط الهيكلي للمجمع الذي يضم ثلاث محطات، الأولى للطاقة الشمسية الحرارية وتنتج 50 ميغاوات مزودة بقدرة تخزينية تصل إلى 10 ساعات يوميًا، ومحطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 10 ميغاوات، ومحطة لطاقة الرياح بقدرة 10 ميغاوات، موضحة أن الطاقة الشمسية وهي ذات القدرة الأكبر سوف تدخل الخدمة في النصف الأول من العام 2018.

وللمشروع مردودات اقتصادية واجتماعية مهمة، إضافة إلى المردود البيئي الذي يتمثل في الحد من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون بمقدار 196 ألف طن سنويًا في المرحلة الأولى، وصولاً إلى 5 ملايين طن تقريباً بعد انتهاء المرحلة الثالثة والأخيرة، وهو ما يدعم موقف الكويت الإيجابي تجاه الحد من انبعاث الغازات الدفيئة. إن هذه الخطوة تعتبر واحده من عدة خطوات تم عملها نحو تنفيذ مبادرة الشقيا للطاقة المتجددة، بعد أن خلصت الدراسة إلى وضع أنجع السيناريوهات المتاحة لتوطين تقنيات توليد الطاقة المتجددة للفترة من 2015 إلى 2025، لاستيعاب قدرة إنتاجية تصل إلى 2000 ميغاوات يتم تنفيذها على ثلاث مراحل (vii).

كما بدأت الكويت بتشغيل أول محطة طاقة شمسية في حقل أم قدير النفطي التابع لشركة نفط الكويت، حيث ستقوم المحطة الجديدة بتزويد الحقل باحتياجاته من الطاقة الكهربائية ويسمى "سدره 500" ويقع في أم قدير بغرب الكويت وهو أول مشروع طاقة شمسية كبير في البلاد، حيث يعمل على توليد 10 ميغاوات من الكهرباء من الطاقة الشمسية وتوليد 15% من طلب الكويت على الكهرباء من خلال الطاقة المتجددة والتكنولوجيات المستدامة ومنها الطاقة الشمسية.

## 2- مملكة البحرين

أنشأت البحرين محطة للطاقة الشمسية بقدرة 100 ميغاوات، وذلك عبر مشروع شراكة مع القطاع الخاص، وهو أول الاستثمارات الحكومية في الطاقة المتجددة. وسينتج المشروع 2.5% من إنتاج البحرين من الطاقة الكهربائية. وأن سعر التعرفة لشراء الكهرباء من مشروع الطاقة الشمسية سيكون أقل من تكلفة إنتاجه عن طريق الغاز كما هو في المشاريع الحكومية حالياً، لافتاً إلى أن الطلب على الطاقة الكهربائية في البحرين ينمو بمعدل سنوي يصل إلى 6%، مما يتطلب تنفيذ مشاريع كبيرة أو خفض استهلاك الطاقة الكهربائية. وذكر أن البحرين تنتج حالياً 100% من حاجاتها من الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي، وعبر هذا المشروع ستنتج 2.5% من حاجاتها الكهربائية من خلال الطاقة الشمسية. وتسعى البحرين إلى توفير 5% من احتياجاتها من الكهرباء من الطاقة الشمسية، أي ما يوازي 250 ميغاوات بحلول عام 2025. وتنتج البحرين نحو 3920 ميغاوات من الكهرباء يوميًا من محطات تعمل بالغاز الطبيعي، في حين بلغت مرحلة الذروة هذا العام عندما بلغ أعلى مستوى استهلاك الطاقة الكهربائية 3572 ميغاوات. ويتوقع أن يكون الاستثمار في الطاقة المتجددة جذاباً للاستثمارات الخليجية، إذ انخفضت تكلفة الإنتاج بسبب التطور الكبير في تقنية الألواح الشمسية، كما سيوفر المزيد من فرص العمل، ويبيح احتياجات دخول القطاع الخاص كشريك في تنفيذ وإدارة وصيانة مشاريع الطاقة الكهربائية (viii).



### 3- دولة قطر

كشفت قطر عن تنفيذ مشروع لتطوير مجمعات العُرب الذي يشمل تقنيات الطاقة الشمسية في الإنارة وتشغيل المعدات لترشيد الطاقة واستخدام الوقود في توليد الطاقة الكهربائية<sup>(ix)</sup>.

يهدف مشروع "قطر الخضراء" إلى زيادة الرقعة الخضراء في قطر والتشجيع على زراعة الأشجار وتجميل المساكن من خلال تنفيذ العديد من الأنشطة والحملات التثقيفية الموجهة إليهم لتعريفهم بأهمية الحفاظ على البيئة. وتطور العلم والمعارف والتكنولوجيا الحديثة. ونظراً لتعاضد دور الطاقة المتجددة وأهميتها في مواجهة تحديات الطاقة التقليدية، جرى تشغيل أجهزة التكييف باستخدام الطاقة الشمسية، وكذلك القيام بتحلية المياه بالطاقة الشمسية بدلاً من الطاقة الكهربائية، ويحدو الأمل عن إطلاق إستراتيجية قطرية رائدة في مجال استخدام وإنتاج وتصدير الطاقة الشمسية لمواجهة تحديات نقص الطاقة غير المتجددة في المستقبل، فالعالم الآن متجه إلى الطاقة ويدرك أن الطاقة التقليدية آيلة للنضوب، لذا تسعى قطر إلى توليد 16% من احتياجاتها للكهرباء من الطاقة الشمسية بحلول عام 2018، ويتوقع طرح مناقصة لبناء محطة للطاقة الشمسية بقدرة 1800 ميغاوات قريباً. وتولي الحكومة رعاية خاصة للطاقة متمثلة في:

1- المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء – كهرماء – وهي الموزع الرئيسي للطاقة في قطر، وتشجع في تنفيذ مشروعات للطاقة الشمسية بقدرة تبلغ 200 ميغاوات، بهدف توليد 2% من احتياجات البلاد من الكهرباء بحلول عام 2020.

2- حديقة العلوم والتكنولوجيا في قطر وهي هيئة وطنية قطرية مسؤولة عن تنفيذ الأبحاث التطبيقية وتوصيل التكنولوجيات التجارية في أربعة مجالات: الطاقة والبيئة، والعلوم الصحية، وتقنيات المعلومات والاتصالات.

3- مؤسسة قطر والتي تعد مؤسسة خاصة للتعليم والعلوم والتنمية المجتمعية وغير هادفة للربح تعمل على دعم وتشغيل البرامج في ثلاثة مجالات مهمة: التعليم، والعلوم والأبحاث، والتنمية المجتمعية. وتسعى المؤسسة إلى رعاية قادة المستقبل من القطريين.

4- قطر لتقنيات الطاقة الشمسية وهي شركة مساهمة تتخذ مكاناً من خلال إنتاج البولي سيليكون، وتأمل في التوسع على طول تسلسل القيم لإنتاج السبائك، والرقائق، ووحدات وتطبيقات الخلايا.

5- شركة العمادي للطاقة الشمسية وهي واحدة من الشركات الرائدة في مجال الطاقة المتجددة في قطر. حيث تقدم الشركة منتجات الطاقة الشمسية والاستشارات الفنية حول تصميم، وهندسة، وتركيب نظم الخلايا الكهروضوئية للطاقة الشمسية الحرارية.

6- مؤسسة جرين جلف وتعتبر من مؤسسات الأعمال الاستشارية التي تعمل في مجال التكنولوجيات النظيفة والطاقة المتجددة وتركز على تطوير وإدارة الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط، وشمال أفريقيا، وآسيا.

7- برنامج قطر الوطني للأمن الغذائي لتطوير توصيات سياسات قطر للأمن الغذائي، بينما يعمل الوقت نفسه مع الشركاء الإقليميين والدوليين لتطوير أفضل الممارسات والاستخدام الأمثل للموارد في القطاع الزراعي. تعد توصيات استخدام تقنيات الطاقة الشمسية من العناصر الرئيسية في البرنامج من أجل توفير 80% من الطاقة المطلوبة لتحلية المياه وغير ذلك من عمليات القطاع الزراعي القطري.



8- شركاء الطاقة الشمسية في الخليج والتي تعمل لتكوين رابطة تعرف باسم الرابطة القطرية لصناعات الطاقة الشمسية. وسوف تسعى تلك الرابطة إلى إيجاد فرص عمل وتوظيف جديدة في مجال الطاقة الشمسية في دولة قطر، وتمكين فرص التعاون في جميع أنحاء دول مجلس التعاون الخليجي العربي.

كما افتتحت أول منشأة متخصصة في اختبار الطاقة الشمسية في واحة العلوم والتكنولوجيا، لاختبار تكنولوجيات الطاقة الشمسية التي يتم تصنيعها في مختلف أنحاء العالم، لتجربتها ومن ثم تحديد التكنولوجيات الملائمة لمنطقة الخليج. وستقوم المنشأة الجديدة بدراسة آثار الرطوبة والحرارة والغبار على أداء معدات الطاقة الشمسية ومعالجة التحديات المختلفة مثل الاستخدام الفعال للمياه في تنظيف أنظمة الطاقة الشمسية. أقيمت المنشأة على مساحة 35 ألف متر مربع داخل واحة العلوم والتكنولوجيا، وستقوم بدعم نشر فكرة استخدام الطاقة الشمسية في قطر والخليج العربي، من خلال توفير المعلومات اللازمة لخطة واسعة النطاق لإنتاج الطاقة الشمسية في المنطقة. وكذلك التطبيقات الأخرى مثل تكنولوجيا التبريد وتكنولوجيا تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية<sup>(x)</sup>.

وتجدر الإشارة إلى قمة قطر للطاقة الشمسية 2014، التي ناقشت سبل تطوير مصادر مستدامة للطاقة بما يعزز صناعة الطاقة الشمسية وكفاءتها في قطر ومنطقة الشرق الأوسط. لدراسة السبل الكفيلة لمواجهة عدد سكان العالم الذي سيصل إلى 8 مليارات نسمة بحلول العام 2030، وهو ما يبنى بارتفاع الحاجة للطاقة عالمياً بمعدل 70%. وبينت قطر التزامها بتحقيق التنمية المستدامة، متجهة إلى الطاقات المتجددة، ووضع خارطة طريق للعام 2030 من خلال الاستفادة من الطاقة الشمسية في دولة قطر. يذكر أن تقنيات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية توفر العديد من المزايا في المناطق التي تحتاج إلى مصادر جديدة للطاقة يمكن الاعتماد عليها وتمتاز باستدامتها، وتساعد هذه التكنولوجيا في تنوع مصادر إمدادات الطاقة وتعزيز إنتاج الكهرباء خلال فترات ذروة الطلب والحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري. وعلى عكس تقنيات الطاقة الشمسية التي تستخدم الخلايا الكهروضوئية، يمكن لمصانع الطاقة الشمسية المركزة العمل والتكيف مع تقنية التخزين الحراري منخفضة الكلفة لتوليد الطاقة حسب الطلب، مما يجعل الطاقة الشمسية المركزة مصدراً عالي المرونة للطاقة المتجددة.

#### 4- المملكة العربية السعودية

تضع السعودية أكبر دولة منتجة للبتروول خطاً ترمي إلى تحويل جزء من اقتصادها للاعتماد على الطاقة الشمسية، وتواجه تحديات متعددة. أبرزها الافتقار لتشريعات لتنظيم استخدام الطاقة الشمسية، وإقناع القطاع الخاص للاستثمار في الطاقة المتجددة. وتعتمد السعودية تعزيز الاعتماد على الطاقة الشمسية للحصول على طاقة إنتاجية تبلغ 31 غيغاوات بحلول عام 2032، لتبلي أكثر من 30% من حاجة المملكة من الكهرباء. وتتماشى هذه الخطط مع توصيات تقريرٍ حديثٍ للأمم المتحدة طال انتظاره بشأن التغير المناخي، بضرورة الابتعاد عن استخدام الوقود المرتكز على الكربون. وتعتبر منطقة العُيينة، شمال غرب الرياض، من أكثر المناطق التي تتركز فيها أشعة الشمس في البلاد. لذلك أنشأت المملكة مركز أبحاث للطاقة الشمسية هناك قبل فترة لتطوير قدراتها في الاعتماد على الطاقة المتجددة. وهنا تواجه مشكلة تتمثل في أنها تستهلك جزءاً كبيراً من إنتاجها للنفط في توليد الكهرباء، وإن هذا الاستهلاك تخطى الحاجز المسموح به في الخطط الاستراتيجية. وأن الاعتماد على



الطاقة الشمسية ليس على المستوى المطلوب. حيث أنشأت السعودية في الآونة الأخيرة مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، وهي جهة منوط بها إصدار التشريعات الخاصة باستخدام الطاقة المتجددة<sup>(xi)</sup>.

وبالرغم من العوامل الاقتصادية التي تحكم الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية، فقد لا تكون خططها الطموحة في هذا المجال بعيدة المنال. فالسعودية تبحث عن مستثمرين لبرنامج في الطاقة الشمسية بقيمة 109 مليارات دولار سيقوم بتأمين ثلث احتياجاتها من الكهرباء بحلول عام 2032، ليكون إضافة مهمة للمشروعات المخطط إنجازها في حقول الطاقة. حيث أكدت "ايرينا"<sup>(2)</sup> أن القيمة الإجمالية للاستثمار في الطاقة النظيفة ممكن وصوله إلى 200 مليار دولار في دول الخليج العربي بحلول عام 2030. فقد بدأت السعودية خطوات متوازنة لتنفيذ أهدافها الرامية إلى تقليص استهلاكها من النفط الخام في توليد الطاقة الكهربائية من خلال طريقتين متوازنتين تتمثل في بناء محطات للطاقة المتجددة للاستفادة من الطاقة الشمسية وغيرها. وكشفت السعودية عن رغبتها في التخلي عن توليد الطاقة الكهربائية باستخدام النفط الخام، بعد ازدياد الطلب على الطاقة الكهربائية بنسبة نمو سنوي 8%، مما يعني تسارع استهلاك النفط محلياً على حساب النفط المصدر إلى الخارج، والذي يشكل رافداً مالياً كبيراً لبلد تمثل عائدات النفط 89% من حجم الميزانية.

وفي السياق ذاته، بدأت السعودية وضع خارطة طريق للاعتماد على الطاقة المتجددة - تطمح السعودية أن تصبح من أكبر منتجي الكهرباء من المصادر المتجددة في العالم- تهدف إلى تقليص استهلاكها من النفط بمحطات الكهرباء، وتأمل لاستدراج العروض النهائية لأولى المحطات في غضون ثلاثة أشهر، في خطوة تهدف من خلالها توليد طاقة متجددة تصل إلى 23.9 غيغاوات بحلول 2020 ويرتفع الإنتاج حتى يصل إلى 54.1 غيغاوات بحلول 2032. حيث كشفت مدينة الملك عبد الله للطاقة النووية والمتجددة<sup>(xii)</sup> أنها تهدف إلى استدراج طلبات التأهل المبدئي لأولى محطات الطاقة المتجددة قريباً، مشيرة إلى أن العقود الأولية ستكون جزء من جولة توريد تمهيدية لمشاريع بحجم 500 إلى 800 ميغاوات، لكنها ستطرح عطاءين آخرين خلال عامين لمشاريع بقدرة 7 غيغاوات. وقالت إنه سيتم تركيب 5.1 غيغاوات في أول خمس سنوات.

وقالت مدينة الملك عبد الله إنها تريد في أول جولتي عطاءات بعد الجولة التمهيدية إضافة 2.4 غيغاوات من طاقة الألواح الضوئية و2.1 غيغاوات بتقنية الطاقة الشمسية الحرارية. وستمنح السعودية مطوري الطاقة المتجددة عقوداً طويلة تصل مدتها 20 عاماً لبيع الكهرباء إلى هيئة حكومية جديدة ستبنيها بدورها إلى الشبكة الوطنية. وتريد السعودية أن تأتي معظم الطاقة المتجددة من تقنيتين للطاقة الشمسية لكنها تسعى أيضاً لتوليد الكهرباء من الرياح والطاقة الحرارية الأرضية ومشاريع تحويل المخلفات إلى طاقة. والأبرز حدثاً هو مكة المكرمة المدينة الأولى في العالم التي تُنار شوارعها بالطاقة الشمسية، بمشروع كلفته 640 مليون دولار، ليكون الأول من نوعه على مستوى العالم. ومن المتوقع أن يسترد المشروع تكلفته خلال عشرين عاماً من خلال ما سيوفره من استخدام الطاقة. ومتوقع أن يكون للمشروع أدوار أساسية في توفير وتخفيض التلوث على مستوى المدينة. وسيسهم في ترشيد استغلال الموارد الطبيعية وتنمية الاقتصاد المحلي، والحفاظ على البيئة وترشيد نفقات الأمانة على الكهرباء وزيادة كفاءة الخدمات. وأشار إلى أن المشروع سيسهم في تخفيض قيمة التكلفة على الجهات الخدمية المزودة للشوارع بأجهزة الإضاءة، وكذلك تخفيض استهلاك الكهرباء التي تعتمد في تصديرها على المحروقات. كما أن أعمدة الكهرباء ستزود نفسها ذاتياً بالطاقة، من خلال تخزين أشعة الشمس طوال النهار وتحويلها من خلال المحولات



الخاصة بها إلى إنارة تعمل طوال فترة الليل، الأمر الذي سيجعل الجهات المعنية بتزويد الشوارع بالكهرباء في غنى عن توريد الكابلات والتمديدات التي باتت أسعارها مرتفعة مقارنة بأسعار توليد الكهرباء من خلال استغلال الطاقة الشمسية ومواردها، والتي يلحظ انخفاض أسعار تقديم خدماتها ما بين فترة وأخرى (xiii).

كما ألزمت السعودية بتحسين أنظمة إنتاج الطاقة الشمسية. حيث تركز الاتفاقية السعودية الألمانية على تطوير وإنتاج الطاقة الشمسية، والتي تعبر عن النظرة بعيدة المدى للبلاد في استثمار الطاقة الشمسية. فضلاً عن ذلك، سيعمل خبراء مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة من أجل تطوير إنتاج الطاقة الحرارية من ضوء الشمس، وتحسين إنتاج ألواح الخلايا الشمسية في المملكة لكي تستطيع تحويل 44.7% من ضوء الشمس الساقط عليها إلى كهرباء، وتحسين تقنيات حفظ الطاقة البديلة، وبناء محطات لتحلية ماء البحر بتقنيات جديدة لا تضر بالبيئة. وتجدر الإشارة إلى أن السعودية مؤهلة لقيادة العالم في ميدان إنتاج الطاقة الشمسية والمتجددة، خصوصاً أنها تسعى إلى تنويع اقتصادها، بعيداً عن النفط وأنها مقبلة على التوسع في إنتاج الطاقة الشمسية والمتجددة من خلال مبادرات عدة أطلقتها مؤخراً. إنها مسألة وقت قبل أن تصبح الشمس مصدر الطاقة للأنشطة الصناعية كثيفة الاستهلاك للطاقة في المنطقة، بما في ذلك محطات تحلية المياه، مؤكداً أن الطاقة والمياه أكثر التحديات التي ستواجه العالم خلال العقود الخمسة المقبلة. كما تشير الدراسات إلى أن متوسط نصيب الفرد في المنطقة اليوم يزيد قليلاً على 1000 متر مكعب من المياه العذبة المتجددة، بالمقارنة مع المتوسط العالمي الذي يفوق 7000 متر مكعب. إن المملكة غنية بموارد الطاقة الشمسية والمتجددة في ظل الحاجة لتعزيز الاستثمار فيها مستقبلاً، داعيةً الجهات المعنية إلى التوسع في مجالات التعاون والاستثمار في الطاقة الشمسية والمتجددة، كإحدى آليات تنويع الاقتصاد والابتعاد عن الاعتماد على النفط كمورد رئيس وحيد. فالتنويع في إنتاج الطاقة الشمسية يعالج مشكلات ارتفاع أسعار الطاقة النفطية في بعض الصناعات، كإنتاج الكهرباء وتحلية الماء التي تكلف السعودية المليارات من الدولارات. كذلك تعتبر المملكة الأكبر حظاً من حيث مستويات الإشعاع الشمسي كمورد طبيعي غير محدود ومتجدد ونظيف بطبيعته، فالإشعاع الشمسي السنوي يبلغ 2550 كيلووات/ساعة/متر مربع، وهو أعلى متوسط إشعاع مباشر بالعالم، وبالتالي السعودية تمتلك أكبر مصدر لإنتاج الطاقة الشمسية. كما يُعتقد أن التوجه السعودي نحو توظيف قدرات الطاقة الشمسية يغنيها عن تكاليف استخدام الطاقات المكلفة في تحلية ومعالجة المياه. وبحسب دراسة حول تحلية المياه، أقل من 1% من المياه المحلاة في الشرق الأوسط تنتج باستخدام مصادر الطاقة المتجددة. لكن الدراسة تتوقع أن يركز صنّاع القرار في المنطقة على الاستثمار والالتزام بمشروعات تحلية المياه المتجددة كبيرة الحجم، مع تحسن الكفاءات والموثوقية والأوضاع الاقتصادية.

## 5- دولة الإمارات العربية المتحدة

أدركت دولة الإمارات العربية أن مصدر الطاقة التقليدية سينضب يوماً ما، بينما الطاقة المتجددة لا تنضب، هذا بالإضافة إلى ما يعانيه العالم اليوم من مشاكل في البيئة. ولا يخفى على أحد التأثير السلبي للمصادر التقليدية للطاقة من: تغير المناخ، والاحتباس الحراري، والتدهور البيئي، ووقوع الكثير من الكوارث الطبيعية التي اجتاحت الكثير من دول العالم. وقد كانت الإمارات من أولى الدول التي ساهمت في حماية كوكب الأرض بهدف الاستدامة وتوفير الحياة المتجددة للإنسان، لذا فمن



البيديهي أن تكون الإمارات اليوم هي الرائدة للطاقة المتجددة النظيفة؛ انطلاقاً من وعيها البيئي، وتسخير التكنولوجيات المتقدمة في سبيل الحصول على طاقة نظيفة مستدامة، كالطاقة الشمسية<sup>(xiv)</sup>. إن الجهود الحثيثة التي تبذلها الإمارات في مجال الطاقة النظيفة هي التزامات وجهود مميزة بضرورة حماية البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية لأجيال المستقبل. كما هو معروف فإن إنتاج إمارتي أبوظبي ودبي معاً نحو 86% من إجمالي إنتاج الكهرباء، بينما تنتج بقية الإمارات 14% من الإنتاج. وسيصل الاحتياج السنوي الوطني من الكهرباء عام 2020م إلى أكثر من 40 ألف ميغاوات بمعدل نمو سنوي تراكمي يصل إلى 0.9%. فقد أظهر تحليل الوضع الحالي لمصادر إمدادات الطاقة، أنها لن تكون كافية لسد الطلب في المستقبل، حيث ظهر أن إنتاج الطاقة عن طريق النفط الخام أو الديزل ذو تكلفة مادية وبيئية عالية، وأن توليد الطاقة عن طريق حرق الفحم قد يكون أقل تكلفة، ولكنه يواجه صعوبة من ناحية الإمداد والتمويل بالإضافة إلى الضرر البيئي. من هنا برزت الحاجة للبحث عن مصادر بديلة للطاقة: كالطاقة الشمسية، لذا عمدت الإمارات إلى إنشاء وحدات متكاملة تعمل على تطوير قطاع الطاقة المتجددة والتكنولوجيات المستدامة في الدولة<sup>(2)</sup> وهي:

مدينة "مصدر"<sup>(3)</sup> وهي أول مدينة خالية من الكربون والنفايات في العالم، كما أنها أول مدينة كاملة تعمل بالطاقة الشمسية؛ لذا فهي من أكثر مدن العالم استدامةً. تبلغ مساحتها 6 كيلومتر مربع تقريباً، وتقع على بعد 17 كلم من وسط مدينة أبوظبي، وتشكل منصة لاستعراض طاقة المستقبل المتجددة والتكنولوجيات النظيفة، وإجراء البحوث عليها وتطويرها واختبارها وتطبيقها وتسويقها. وتعد مصدر مملوكة بالكامل لشركة "مبادلة للتنمية" التابعة لحكومة أبوظبي، والتي تهدف إلى حفز وتفعيل عمليات التنوع في اقتصاد الإمارة. وتعتبر المدينة وسطاً تتم فيه باستمرار أحدث وآخر مشاريع البحوث والتطوير في مجالات الطاقة المتجددة والتكنولوجيات النظيفة، وتجري فيه المشاريع التجريبية، واختبارات التكنولوجيا، وبناء بعض أحدث المباني وأكثرها استدامة على مستوى العالم. وبذلك توفر مصدر بيئة خصبة تلهم المؤسسات العاملة في هذا القطاع الاستراتيجي والحيوي، وتحثها على الابتكار والنمو. يلعب المخطط الرئيس دوراً هاماً في نجاح مصدر بتحقيق هدف الاستدامة<sup>(xv)</sup>، وتشمل أهم عناصر المخطط:

- محاذاة الاتجاه – أي توجيه مباني المدينة بحيث تقلل اكتساب جدرانها وشوارعها للحرارة.
- التكامل – تمتاز المدينة بتقارب أماكن العمل والترفيه والتسلية والسكن؛ مما يسهل التنقل ويجعل الحاجة إلى وسائل النقل بجدها الأدنى.
- الأبنية منخفضة الارتفاع وذات كثافة عالية.
- المناطق الحضرية الحيوية، التي تشجع الناس على الخروج في الهواء النقي.
- مدينة صديقة للمشاة.
- مستوى حياة عالي الجودة.

كما تستضيف مصدر في أبوظبي سنوياً "القمة العالمية لطاقة المستقبل"<sup>(xvi)</sup> وذلك منذ عام 2008. وتعد القمة الحدث الوحيد من نوعه في العالم الذي يغطي المحاور الأربعة الأساسية لقطاع الطاقة المتجددة، وكفاءة الطاقة، والحد من ظاهرة تغير المناخ التي تشمل: السياسات والتسويق والتكنولوجيا والتمويل. وتعد منصة عالمية للحوار بين مجموعة من قادة العالم



والمسؤولين الحكوميين ورؤساء الشركات والخبراء بشأن العديد من القضايا الحيوية بما فيها التشريعات والسياسات المتعلقة بالطاقة والاستثمار والتمويل والمباني الخضراء، ووسائل النقل النظيفة، وتقنيات توليد الطاقة من الشمس والرياح والوقود الحيوي.

كذلك تم تأسيس "جائزة زايد لطاقة المستقبل" (xvii) تقديراً لدور الإمارات الريادي في حماية البيئة وإرساء ركائز التنمية المستدامة. حيث تكرم سنوياً الإنجازات التي تعكس الابتكار، والرؤية بعيدة المدى، والريادة في مجالات الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة. أن دعم وتشجيع المبدعين يسهم في الإبقاء على شعلة الابتكار مضيئة، وينشر فوائد الحلول التي يقدمونها، لتعود بالنفع على المجتمعات الإنسانية في كل مكان، كما أن تضافر الجهود يعد عاملاً حاسماً في الوصول إلى النتائج المرجوة، خاصة في ظل التحديات التي تواجه العالم اليوم؛ لضمان أمن الطاقة والمحافظة على الموارد الطبيعية. وتمنح الجائزة لثلاث شركات صغيرة ومتوسطة، ومنظمات غير حكومية، ولشركة كبيرة، ولأحد الأفراد في المجالات المتعلقة بمكافحة التغير المناخي، وفي مجال تطوير مصادر الطاقة المستدامة.

وتُعدّ مدينة "مصدر" (3) واحدة من خمس وحدات متكاملة تعمل من خلالها شركة "مصدر" التي تأسست عام 2006م، وتعمل كشركة على تطوير جميع مجالات قطاع الطاقة المتجددة والتكنولوجيات المستدامة. أما الوحدات الأربعة الباقية فهي: معهد مصدر، مصدر للطاقة، مصدر لإدارة الكربون، ومصدر للاستثمار. حيث يعد "معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا" والذي تم تأسيسه بالتعاون مع "معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا" جامعة مستقلة للدراسات العليا تعنى بالأبحاث، وهي الجامعة الوحيدة على مستوى المنطقة المختصة ببرامج الدراسات العليا والأبحاث العلمية في مجالات الطاقة المتجددة والتكنولوجيات النظيفة والتنمية المستدامة، ويعمل المعهد على إعداد الطلاب ليصبحوا مبتكرين وعلماء مبدعين وباحثين ومفكرين في مجالات تطوير التكنولوجيات ودمج الأنظمة وسياساتها. كما تعمل وحدة "مصدر للطاقة" على تطوير مشاريع توليد الطاقة المتجددة وتشغيلها، مع التركيز على الطاقة الشمسية المركزة، والطاقة الكهروضوئية، وطاقة الرياح الساحلية والداخلية. ومن مشاريع مدينة "مصدر" المحلية في مجال الطاقة: تطوير محطتي "شمس1" و"نور" للطاقة الشمسية في أبوظبي، ومحطة كهروضوئية على جزيرة "صير بني ياس" في أبوظبي. ولديها مشاريعها الدولية كمزرعة "مصروفة لندن" لتوليد الطاقة من الرياح الساحلية بقدرة 1000 ميغاوات، ومزرعة لتوليد الطاقة من الرياح في مصب نهر التايمز، حيث سيزود 500 ألف منزل في المملكة المتحدة بالكهرباء كمشروع مشترك مع شركتي "دونج إينيرجي" و"إي. أون"، التي ستكون لدى انتهائها من بين كبرى مزارع توليد الكهرباء من الرياح الساحلية.

أما وحدة "مصدر للاستثمار" فتقدم الدعم المادي والخبرة الإدارية لمجموعة من الشركات التي تدير استثمارات ناجحة عالمياً ومحلياً، ويتم الاستثمار من خلال صندوقين: الأول هو "صندوق مصدر للطاقة النظيفة" الذي تم إطلاقه عام 2006م، والثاني "صندوق دويتشه بنك مصدر للتقنيات النظيفة" وأطلق عام 2009م، ويتبع الصندوقان استراتيجية نشطة لإدارة الاستثمارات؛ حيث تصل قيمة الاستثمارات إلى 35 مليون دولار أمريكي، وذلك ضمن سعي الوحدة لتحقيق أفضل العائدات مع الحد من المخاطر. ويتم من خلال الصندوقين اختبار تقنيات الطاقة المتجددة في دولة الإمارات وتسويقها وترويجها، بالإضافة إلى المساهمة في دعم برنامج الطاقة والتنمية على المدى البعيد في دولة الإمارات. لقد ساهمت مبادرة



مصدر المتكاملة في تحقيق مكسب عالمي هام، وهو الفوز باستضافة مقر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "ايرينا"، وتعد دولة الإمارات العربية المتحدة الدولة النامية الوحيدة التي نجحت حتى الآن في استضافة مقر لإحدى الوكالات الدولية على أرضها. حيث تعد مدينة مصدر مجتمعاً أخضر تعمل على تطوير الخدمات في مجالات التكنولوجيا النظيفة وهي<sup>(xviii)</sup>:

أ- الطاقة الشمسية: يتم استخدام الطاقة الشمسية بعدة طرق منها: التسخين المباشر، أو تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية أو كهربائية. كما يمكن استخدام ألواح الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء، بالإضافة إلى التصميم المعماري الذي يؤمن الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية. إن الزيادة المستمرة في أسعار الوقود الأحفوري جعلت من الطاقة الشمسية بديلاً مثالياً على مستوى العالم بعد التطور الحاصل في تقنياتها، الأمر الذي أدى إلى انخفاض تكلفة الخلايا الشمسية الكهرومغناطيسية المنتجة للطاقة بنسبة كبيرة خلال السنوات العشر الأخيرة، كما أنها نظيفة، ذات أثر إيجابي في صحة الإنسان وبيئته. وتهتم الإمارات بموضوع تنويع مصادر الطاقة، وتضعه في مقدمة أولوياتها تنمية خبراتها في أسواق الطاقة العالمية، والارتقاء بدورها الريادي كمركز عالمي للبحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة. وقد نجحت الإمارات في استغلال تطبيقات الطاقة الشمسية في مشاريع تتعلق بأنظمة المرور، ومواقف السيارات، وأجهزة ضبط السرعة، وقد أعلنت بلدية دبي عن عزمها تطبيق مشروع تقنية (السخانات الشمسية) لتوفير المياه الساخنة في كثير من المباني، والذي يتوقع أن يوفر 95 مليون درهم سنوياً في حال تطبيقه على نصف بنايات الإمارة، كما أصدرت تعميماً خاصاً باستخدام نظام السخانات الشمسية. وتتوقع بلدية دبي أنه في حال تطبيق نظام السخانات الشمسية على 50% من مباني الإمارة، فإنه سيتم توفير نحو 95 مليون درهم، وتوفير 1.4% من استهلاك الكهرباء، بالإضافة للعائد البيئي المتمثل بخفض انبعاث الغازات الضارة بالبيئة الناتجة عن محطات توليد الكهرباء.

أما شركة (مصدر) فقد دخلت عام 2011م مشروعاً تجريبياً مشتركاً مع هيئة مياه وكهرباء أبوظبي للطاقة الشمسية، يتم من خلاله تركيب ألواح كهروضوئية على أسطح عدة مباني حكومية خاصة في أبوظبي؛ حيث تعمل الألواح على تحويل طاقة أشعة الشمس مباشرة إلى طاقة كهربائية يمكن تخزينها في بطاريات خاصة؛ لاستخدامها وقت غياب الشمس. وفي إمارة دبي أطلق مشروع "مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية"، بتكلفة استثمارية متوقعة تصل إلى 12 مليار درهم، بحيث تصل قدرته التشغيلية إلى 1000 ميغاوات بحلول عام 2030م، وقد خصصت حكومة دبي موقعاً في منطقة "سيح الدحل" لإقامة المجمع على مساحة تبلغ 48 كيلومتراً مربعاً. كما يتبنى المشروع المجلس الأعلى للطاقة في دبي، وتقوم على إدارته وتشغيله هيئة كهرباء ومياه دبي "ديوا". ويهدف إلى تعزيز استدامة الموارد من خلال استخدام الموارد المتجددة في توليد الكهرباء وتطوير الخبرات الإماراتية في مجال الطاقة المتجددة والشمسية وبناء القدرات الوطنية.

ب- مشروع محطة شمس 1: والتي تبلغ قدرتها الإنتاجية 100 ميغاوات وسيغذي 20 ألف منزل، أكبر محطة في العالم لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية بكلفة 600 مليون دولار، ويعتبر المشروع ومقره مدينة زايد في المنطقة الغربية من مشاريع شركة مصدر بالتعاون مع شركتي "توتال" الفرنسية و"أبينجوا سولار" الإسبانية، ويهدف المشروع لتوفير 7% من احتياجات إمارة أبوظبي من الطاقة المتجددة، مستخدمة تقنيات مختلفة عن تقنية الطاقة الشمسية المركزة لانتاج الكهرباء، لاسيما تقنية الخلايا الضوئية. وتتم عملية توليد الكهرباء عبر ثلاث مراحل: في البداية يتم تجميع أشعة الشمس من خلال مرايا عاكسة



تقوم بتركيز الأشعة على أنابيب امتصاص تنقل الحرارة إلى مواقع تسخين، ثم تعمل على توليد بخار الماء الذي يعمل على تشغيل التوربينات باستخدام الضغط. وبعد ذلك تقوم التوربينات بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. والنقطة الأهم أن "مصدر" تنتج ما يقارب 68% من الطاقة المتجددة في منطقة الخليج الغنية بالنفط والتي ما زالت مشاريع الطاقة المتجددة فيها تسير خطواتها الأولى. ويتضمن المشروع صفوفًا طويلة من الألواح الزجاجية العاكسة للضوء على مساحة توازي 285 ملعب كرة قدم، وذلك في صحراء المنطقة الغربية في إمارة أبوظبي، وتقوم الألواح بالتقاط حرارة الشمس لتشغيل مضخات تنتج الطاقة بما يسمح بتوفير 175 ألف طن من انبعاثات الكربون سنويًا، ما يوازي الانبعاثات الصادرة من 15 ألف سيارة. وتشكل الرمال التي يمكن أن تتكدس على الألواح الزجاجية تحدياً كبيراً لفاعلية هذه الألواح، وقد تم نشر معدات آلية تقوم بإزالة الرمال المترسبة على الألواح. وبفضل "مصدر" أصبحت الإمارات اليوم أول بلد في الشرق الأوسط وبين أعضاء منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك)، يبدأ بإنتاج الطاقة المتجددة إلى جانب الصادرات النفطية.

ج- مشروع نور 1: وفيه محطة "خيما سولار" للطاقة الشمسية المركزة حيث يعد مشروعاً مشتركاً بين "مصدر" الإماراتية و"سينير" الإسبانية. ويعتمد عمل المحطة على استخدام مجموعة كبيرة من المرايا، تقوم بتركيز أشعة الشمس وعكسها باتجاه برج مركزي لاقط، يمتاز بقدرته على امتصاص 95% من أشعة الشمس، ونقل الطاقة إلى الملح المصهور في البرج المركزي، وتسخينه، ومن ثم استخدامه في توليد بخار ذي ضغط مرتفع يقوم بتشغيل توربينات توليد الكهرباء.

لقد أعلنت أبوظبي عن إنشاء 22 محطة لتحلية المياه الجوفية عالية الملوحة باستخدام الطاقة الشمسية<sup>(xix)</sup>، كان أولها محطة "أم الزمول"، وتسعى الهيئة لرفع العدد؛ ليصبح 30 محطة، ورفع كفاءتها بناءً على نتائج هذا المشروع التجريبي والتوصيات التي ستخرج عنه. ويعتبر تبني استخدام مصادر الطاقة المتجددة في التحلية وإنتاج المياه أحد الأهداف الاستراتيجية للهيئة؛ لتقليل التكلفة والآثار البيئية السلبية، وزيادة الكفاءة وزيادة استخدام المخزون الجوفي عالي الملوحة. ويتم تجميع الطاقة الشمسية من الخلايا الشمسية؛ لتشغيل وحدات تحلية تعتمد على تقنية الأغشية بالتناضح العكسي باستخدام أغشية متطورة، (من أنواع الفلتر التي تعمل بضغط مساعد) حيث تعمل هذه المحطات على تحلية المياه الجوفية عالية الملوحة وتتميز بكونها خالية من الكربون. حيث تنتج كل محطة نحو 1100 جالون من المياه العذبة في الساعة، أي ما يقارب 6600 جالون في المتوسط، تستخدم لتنمية المراعي الطبيعية والمسطحات الخضراء، كما تتيح هذه المحطات الفرصة لتوفير مشارب في مناطق تواجد الحيوانات البرية، وري النباتات الطبيعية التي تتغذى عليها. ومن مميزات هذه المحطات أنها صممت بجودة عالية؛ حيث يتم التشغيل أوتوماتيكياً، وتعمل منذ شروق الشمس وتوقف عند الغروب دون الحاجة إلى تخزين للطاقة إلا في إطار محدود للإضاءة أو تشغيل أجهزة التكييف، وهو ما يقلل التكلفة بشكل كبير.

ومن إنجازات شركة "مصدر" أيضاً القيام بتطوير نظام تبريد تجريبي يعمل عن طريق الطاقة الحرارية الشمسية. حيث تتكون نظم مكيفات الهواء "الصديقة للبيئة" من مبردات ضغط تقليدية، تستخدم الكهرباء التي يتم توليدها باستخدام الطاقة الشمسية سواء عن الألواح الكهروضوئية أو محطات توليد الطاقة الشمسية المركزة. وتعمل مبردات الامتصاص التي يتم اختبارها باستخدام الحرارة؛ لتنشيط عملية كيميائية توفر مياه مبردة لأغراض التبريد، وتتكون المجمعات الشمسية من



أحواض من تصميم شركة "سوبوجي" وفتحة مرآه مساحتها 334 متر مربع، تعمل هذه المجمعات على تسخين الزيوت الحرارية، ويتم استغلال الحرارة الناتجة بتشغيل مبردات الامتصاص ذات التأثير المزدوج بقدرة 50 طن تبريد<sup>(xx)</sup>.

تعد هذه الطريقة أقل تكلفة، وأكثر حفاظاً على البيئة مقارنة بمحطات التبريد الكهربائية التقليدية التي تعمل بالكهرباء، كما أنها تساهم في خفض ما يعادل 70 ألف كيلوغرام من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويًا. إضافة إلى قيام بلدية أبوظبي بتوزيع حاويات صديقة للبيئة تعمل على فرز النفايات، والتي تتميز باستخدامها ألوأحاً تعمل بالطاقة الشمسية القادرة على امتصاص الطاقة نهاراً، وإضاءة الحاوية ليلاً، لتصبح لوحة إعلانات، كما أنها مصنعة من مادة غير قابلة للصدأ والتآكل، تتحمل الأجواء الحارة والباردة والرطوبة العالية، وتعمل على فصل المواد العضوية عن الزجاجية، عن الورقية؛ تمهيداً لإعادة تدويرها. ويعود دخل الإعلانات بالنفع على الشركة الموردة، إضافة إلى استغلال النفايات، وبيعها للشركات التي تقوم بتدويرها. وهناك مبادرة المباني الخضراء في معايير العمارة الخضراء والبناء المستدام؛ ليتم تطبيقها في جميع أرجاء الامارات. وكخطوة أولى تم تطبيقها في المنشآت الحكومية، ومن المتوقع أن يحقق تطبيق مشروع المباني الخضراء توفير 10 مليارات درهم حتى عام 2030م وخفض نحو 30% من الانبعاثات الكربونية، كما أنه يقلل من استهلاك الماء والكهرباء، ويحسن من نوعية الهواء داخل المباني. وتهدف المعايير التي سيتم تطبيقها إلى جعل المباني متطابقة مع المتطلبات البيئية، التي تشتمل على اختيار الموقع، وكفاءة استخدام الطاقة والمياه، ونوعية المواد المستخدمة في البناء، ونوعية البيئة الداخلية، وإدارة النفايات.

وهناك برنامج "نجم" الذي كان ثمرة تعاون بين "اتصالات" و"باسيفيك كونترولز سيستمز" لدعم قضية تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المباني القائمة؛ بما يساهم في خفض انبعاثات الكربون بشكل عام، علماً بأن المباني مسؤولة عن 60% من استهلاك العالم للكهرباء، وعن ثلث الغازات المسببة للاحتباس الحراري الناتجة عن استخدام الطاقة، ويزود برنامج "نجم" طاقة الإمارات "مالكي المباني المشاركة بمراجعة أولية تعينهم في تحديد أكثر السبل ابتكاراً؛ لتقليل انبعاث الغازات واستهلاك الطاقة. وسيتم منح "جائزة نجم الطاقة" الخاصة بنظام تصنيف "نجم طاقة الإمارات" لأصحاب المباني المشاركة. ويعمل البرنامج على ربط المباني بمركز القيادة والتحكم لنجم طاقة الإمارات؛ مما يجعل من الممكن خفض استهلاك الطاقة بنسبة 30% عن طريق المراقبة المستمرة للمبنى على مدار اليوم، وطوال الأسبوع والتحكم في درجات الحرارة، ونسب الضوء بدقة أكبر والتأكد من أن معدات المرافق لا تعمل إلا عند الضرورة. حيث يتم تركيب مجسات تعمل على تعديل الإضاءة والتبريد عند دخول شخص ما إلى الغرفة، كما يمكن التحكم بدرجة الحرارة في الثيرموستات؛ لتختلف حسب وقت اليوم وموسم السنة. يمكن أيضاً اختيار أوقات مختلفة للإضاءة الخارجية للمبنى في أوقات مختلفة من العام. أن تصميم درجات الإضاءة بدقة يمكن أن يوفر استهلاك الطاقة بنسبة 50%، وذلك عن طريق استخدام ضوء النهار كلما أمكن وإطفاء الأنوار عند عدم الحاجة إليها. تعود المشاركة في برنامج نجم طاقة الإمارات بالفائدة على المشاركين، فمن جهة يقل استخدام الطاقة، وبالتالي تقل قيمة الفواتير، ومن جهة أخرى يحصلون على التقدير؛ لدعمهم مبادرة خضراء. لهذا يمكن للبرنامج أن يوجد بصورة متزامنة وبسهولة مع معايير وأنظمة تصنيف أخرى كمبادرة استدامة الذي طُرح في أبوظبي<sup>(xxi)</sup>. أما مبادرة استدامة التي أطلقها مجلس أبوظبي للتخطيط العمراني، لتقييم المباني عبر أربعة محاور وهي: البيئة، والطاقة، والمعياري الاقتصادي، والمعياري الاجتماعي. وقد أوضحت الدراسات أن المباني تستهلك أكبر نسبة من المياه والطاقة. لا شك أن دولة الإمارات العربية المتحدة



قد قطعت شوطاً كبيراً في مجال الطاقة المستدامة، كما أن طموحاتنا في إيجاد توازن بيئي، ومصادر آمنة للطاقة، قد أصبح في مستوى منافس لكثير من الدول المتقدمة.

وشدد صنّاع القرار في دولة الإمارات العربية المتحدة على ضرورة الاهتمام بالطاقة المتجددة وأكدوا على أهمية زيادة الاستثمار في الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية في ظل النمو السكاني المطرد والطلب المتزايد على الكهرباء عالمياً. ورغم التكلفة المرتفعة لإنتاج الطاقة من الموارد المتجددة إلا أن الاهتمام بهذا القطاع في تزايد ملموس في الدول الغنية بالنفط والمستوردة له على حد سواء. وتلعب الإمارات دوراً كبيراً على صعيد تطوير مصادر الطاقة البديلة، حيث تستقطب خبراء وتقيم أبحاثاً عالمية تهدف إلى تغيير خارطة إنتاج الطاقة. وحققت حصة الطاقة المتجددة في الاستهلاك العالمي للطاقة تقدماً بنسبة 15% خلال العقد الأخير. وأطلقت "ايرينا" أول أطلس عالمي للطاقة الشمسية والهوائية بغرض مساعدة الدول على تقييم إمكاناتها. وافاد أن حصة الطاقة المتجددة تبلغ حالياً 17 إلى 18% من الطاقة المستهلكة. وتشكل الطاقة التقليدية 80% والنووية 2 إلى 3%. ويبلغ حجم الطاقة المتجددة 20% في 30 دولة على الأقل في حين حددت 120 دولة أهدافاً مختلفة لإدخالها وتطويرها<sup>(xxii)</sup>.

كذلك أعلن عن الاستراتيجية الإماراتية للطاقة خلال العقود الثلاثة المقبلة، والتي تستهدف رفع كفاءة الاستهلاك الفردي والمؤسسي بنسبة 40%، ورفع مساهمة الطاقة النظيفة في مزيج الطاقة المنتجة إلى 50%، وتحقيق وفري عادل 163.5 مليار دولار حتى عام 2050. حيث تهدف استراتيجية الإمارات للطاقة إلى إحداث تغيير نوعي في ثقافة استهلاك الطاقة في المجتمع الإماراتي وتنويع مصادرها، من خلال مضاعفة نسبة مساهمة مصادر الطاقة النظيفة، وخفض نسب الاستهلاك في المباني والمنازل كلها، وذلك بنسبة 40%. كذلك تهدف إلى تعزيز ريادة الإمارات في قطاع الطاقة والأعمال والاستدامة، وتأمين إمدادات الطاقة، حيث توأكب التقدم الحاصل في تقنيات الطاقة وتعمل على تحقيق استدامة موارد الدولة وحفظها للأجيال القادمة؛ وتحفز الاستراتيجية النمو الاقتصادي والاستثمار في تخزين الطاقة في الدولة، وتساهم في تقليل استهلاك الطاقة، واعتماد هذه الاستراتيجية نقطة انطلاق نحو استدامة الطاقة في الإمارات لأنها تضمن تحقيق السعادة وتأمين إمدادات الطاقة<sup>(xxiii)</sup>. وتنفذ هذه الاستراتيجية في ثلاثة مسارات: الأول، انتقال سريع لكفاءة استهلاك الطاقة وتنويع مصادرها وأمن الإمداد من خلال مبادرات مبتكرة؛ والثاني، اجتراف حلول جديدة تتكامل مع أنظمة الطاقة والنقل؛ والثالث، بحث وتطوير وابتكار لتوفير طاقة مستدامة. من هذا المنطلق، ترسخ هذه الاستراتيجية أسس الترشيد وترفع مستوى الوعي عند جيل المستقبل وتطور مستويات التكامل مع القطاع الخاص في إطلاق مبادرات ومشروعات مشتركة وتشجع الاستثمار في ميادين البحث والتطوير المتنوعة. وتعتبر هذه الاستراتيجية ثمرة تعاون وتكامل بين وزارة الطاقة الإماراتية وقطاعات الطاقة المحلية، وهدفها استكشاف مبكر للتحديات المستقبلية وتحليلها وصوغ خطط استباقية لها، من خلال إطلاق مختبرات حكومية مختصة في بناء سيناريوهات المستقبل<sup>(xxiv)</sup>.



## 6- سلطنة عُمان

تنظر عُمان إلى الطاقة الشمسية باعتبارها الحل الحيوي والاستراتيجي لتوفير الطاقة الكهربائية. وبالنظر إلى الأراضي الواسعة غير المستغلة وموارد الطاقة الشمسية المتوفرة، فعندها إمكانات ممتازة لتطوير الطاقة الشمسية والتوسع فيها. ولا يمكن فقط أن تلبى الحاجة المتزايدة لتنوع مصادر الطاقة ولكن أيضاً من شأنه أن يساعد في التنوع الاقتصادي. مع الاعتماد الكلي على الوقود الأحفوري وزيادة عدد السكان جنبا إلى جنب وجود المناطق الصناعية في المدن مثل الدقم وصحار وصلالة والبنية التحتية للطاقة والنفط والغاز، تشكل تحدياً على النمو الاقتصادي. أن الأهمية الاستراتيجية والموقع الجغرافي لعُمان يجعلها قابلة لتطبيق وتسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة على حد سواء، لزيادة تطوير اقتصادها. وتساعد في الحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري ولكنه يساعد في خلق بيئة أنظف ومستدامة أيضاً<sup>(xxv)</sup>.

وتستقبل عُمان كميات هائلة من الإشعاع الشمسي على مدار العام والتي هي من بين أعلى المعدلات في العالم، وهناك مجالاً كبيراً لتسخير وتطوير موارد الطاقة الشمسية في جميع أنحاء السلطنة. إذ أن أعلى إشعاع شمسي في السلطنة يوجد في منطقة مرمول تليها فهود وصحار وقيرون حيريتي. وكذلك أعلى تشمس للطاقة الشمسية لوحظ في المناطق الصحراوية بالمقارنة مع المناطق الساحلية حيث أنها الأقل. وقد قامت "ايرينا"<sup>(2)</sup> إعداد تقرير تقييم جاهزية مصادر الطاقة المتجددة وفي تعاون وثيق مع حكومة سلطنة عُمان ممثلة في الهيئة العامة للكهرباء والمياه (PAEW)، لدراسة إمكانات استخدام الطاقة المتجددة. وتسعى الحكومة إلى استخدام كمية كبيرة من الطاقة الشمسية لتلبية الاحتياجات من الكهرباء الداخلية للبلاد، ووضع بعض منه للتصدير. وقد بدأت شركة تنمية نفط عُمان (PDO) في الحفاظ على موارد الغاز الطبيعي في سلطنة عُمان في إنتاج النفط الثقيل من خلال تسخير الطاقة الشمسية لإنتاج البخار لتعزيز النفط المستخرج (EOR). وبذلك يمكن توفير 1.4 غيغاوات من الكهرباء. وتشير التقديرات إلى أن محافظة مسقط وحدها يمكن أن تولد 450 ميغاوات، على غرار محطة لتوليد الطاقة متوسطة الحجم التي تعتمد على الغاز.

ونظراً لانخفاض تكاليف الألواح الشمسية، أصبح إنتاج الطاقة الشمسية خياراً جذاباً لعملية تحلية المياه. ويجري حالياً اختبار عمليات التحلية الحرارية الشمسية باستخدام جميع الطاقة الشمسية في مشاريع رائدة، ومن المتوقع أن تصبح متوفرة تجارياً. مشروع (مرآة) للطاقة الشمسية الحرارية إلى تسخير الطاقة الشمس لإنتاج بخار يستخدم في إنتاج النفط. ومن المرجح أن يتم نشره للتنمية في محافظة المنطقة الداخلية التي تعد واحدة من أكبر مشاريع الطاقة الشمسية في الاستراتيجية الوطنية للطاقة في سلطنة عُمان عام 2040<sup>(34)</sup>. كما أعلنت دولة سلطنة عُمان عن قرارها بإنشاء محطة (مرآة) أكبر مشروع للطاقة الشمسية في العالم، بعد توقيعها الاتفاقية العالمية التاريخية والأولى من نوعها في العالم مع شركة (Glass Point Solar) الأمريكية وشركة النفط الحكومية العُمانية، وسيبنى المشروع على مساحة 750 فدانا من الصحراء ببيوت زجاجية تحتوي داخلها على صفائح طويلة من الألمونيوم تلتقط أشعة الشمس، وخصص المشروع لاستخدام الطاقة الشمسية لإنتاج البخار وسيصل إنتاج الطاقة القصوى للمشروع إلى أكثر من 1000 ميغا واط وهو رقم يعتبر كبيراً جداً مقارنة بالمشاريع القائمة حالياً. حيث اكتشفت الشركة أن اقتصاديات استخدام الطاقة الشمسية في إنتاج البخار أوفر كثيراً بل وأكثر ربحية لها من استخدام الغاز كوسيلة لإنتاج البخار الذي تحتاجه شركة نفط عُمان لاستخراج النفط من الأرض نظراً لأن حقول النفط العُمانية تحتوي



على النفط الثقيل وإخراجه من الأرض يحتاج إلى تخفيف ذلك النفط عن طريق ضخ كميات هائلة من البخار في الآبار لتسييل النفط ثم إخراجه، حيث سينتج مشروع (مرآة) 6 آلاف طن من البخار يومياً وهو يكفي لاستخراج قرابة 35 ألف برميل يومياً من النفط الثقيل في حقل واحد هو حقل (أمل) على مدار العام. وستحل مجمعات الطاقة الشمسية العُمانية محل 5.6 تريليون وحدة حرارية من الغاز الطبيعي وهو ما يكفي لتوفير الكهرباء لأكثر من 200 ألف عُماني. وبنجاح المشروع فإن شركة نفط عُمان سوف تقوم بمضاعفة المشروع ليشمل تغطية كاملة (لحقل أمل) وبقية حقول البترول العُمانية. وسيكون هناك وفر كبير للغاز المستخدم قديماً لإنتاج بخار تسييل النفط العُماني الثقيل، وسيضمن لعمان دخلاً إضافياً من الغاز وسيولد صناعات جديدة من البتروكيماويات وسيخلق فرص عمل جديدة للعُمانيين أو ستصبح عُمان أحد المنافسين في تصدير الغاز لسوق الغاز العالمي.

ومن المتوقع أن تصبح الطاقة الشمسية في عُمان أرخص تدريجياً في المستقبل القريب، ويمكن أن يكون أفضل عائد للاستثمارات. ويتحدد نجاحها طبقاً للسياسات التنظيمية التي تواجهها صناعة الطاقة الشمسية. ومع وفرة موارد الطاقة الشمسية القوية، توجد فرصة لدى عُمان بقيامها بدور نشط في مجال العلوم والهندسة مستخدمة الطاقة الشمسية وإدارة الطاقة (xxvi).

## هوامش البحث:

(i) البريد الإلكتروني: [yaldouri@yahoo.com](mailto:yaldouri@yahoo.com)

(ii) مصدر، شركة حكومية لإنتاج الطاقة المتجددة مقرها مدينة أبوظبي، تأسست الشركة في أبريل 2006 كأحدى الشركات التابعة لشركة مبادلة للتنمية. وتوسع الشركة من خلال نشاطها إلى الاستثمار في الطاقة النظيفة والمتجددة. <http://www.masdar.ae>

(iii) الطاقة الشمسية في دول الخليج العربي، مجلة دراسات الخليج العربي والجزيرة العربية، العدد 130-131، 2015

(iv) علي محمد عبدالله، التغيرات المناخية .. آثارها .. التكيف .. الحلول، الناشر apatop، 2012

(v) جمال سند السويدي، مجلس التعاون لدول الخليج العربية على مشارف القرن الحادي والعشرين، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 1999

(vi) وليد خدوري، الطاقة المتجددة في دول الشرق الأوسط، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2013/7/17

(vii) علي الفضلي، الكويت تعتمد طرح مناقصة لبناء محطة للطاقة الشمسية، جريدة الراي الكويتية، 2017/8/16

(viii) البحرين تنشئ محطة للطاقة الشمسية بقدرة 100 ميغاوات، الشرق الأوسط، العدد 14175، 2017/9/19

(ix) أسامة سعدالدين، الطاقة الشمسية في قطر: فرص استثمارية واعدة، العربي الجديد، 2017/9/21

(x) أشرف البارودي، دائرة العطش: الخطر القادم، دار الكتب، مصر

(xi) عبدالحفيظ عبدالرحيم محبوب، ملامح وآفاق مستقبل الاقتصاد السعودي، دار الكتب، مصر



- (xii) تأسست مدينة الملك عبدالله للطاقة النووية والمتجددة في 2010 لتطوير برنامج الطاقة النووية والمتجددة في المملكة العربية السعودية، <https://www.kacare.gov.sa>
- (xiii) بول آرتس وكارولين رولانتس، المملكة العربية السعودية في مواجهة المخاطر، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2016
- (xiv) أشرف فروزي البارودي، أطلس السياحة الجيولوجية في دولة الإمارات العربية المتحدة، دار الكتب، مصر
- (xv) الإمارات العربية المتحدة وعام الطاقة المستدامة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبوظبي، 2012/1/24
- (xvi) تعتبر طليعة اللقاءات العالمية السنوية المكرسة للنهوض بطاقة المستقبل وتقنيات الطاقة النظيفة، <http://masdar.ae/ar/media/detail/world-future-energy-summit>
- (xvii) هي جائزة في مجال الطاقة تقدمها شركة مصدر، وتمنح سنويا لثلاث شركات صغيرة ومتوسطة ومنظمات غير حكومية، ولشركة كبيرة، ولأحد الأفراد في المجالات المتعلقة بمكافحة التغير المناخي وفي مجال تطوير مصادر الطاقة المستدامة، <http://www.zayedfutureenergyprize.com/ar>
- (xviii) مصادر الطاقة المتجددة: أنموذج جديد للطاقة، قاعة الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان - مبنى مركز الإمارات، أبوظبي - الإمارات العربية المتحدة، 2010/4/28
- (xix) التكنولوجيا ومستقبل الطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبوظبي، 2013
- (xx) إشادة دولية بنموذج الإمارات في الطاقة المتجددة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، المجلد 21، العدد 5407، الأحد، 18 مايو 2014
- (xxi) تفوق إماراتي في إنتاج الطاقة الشمسية المركزة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، المجلد 21، العدد 5424، السبت، 7 يونيو 2014
- (xxii) الطاقة الشمسية.. عصر ما بعد النفط في الخليج العربي، البوابة، 2012/11/4 <https://www.albawaba.com>
- (xxiii) محمد بن راشد يعلن استراتيجية الإمارات للطاقة 2050، إيلاف، 2017/1/10 <http://elaph.com>
- (xxiv) عبدالله بن زايد: الإمارات بقيادة خليفة ستبقى مزوداً رئيساً للطاقة، إيلاف، 2013/7/5 <http://elaph.com>
- (xxv) مسعود ضاهر، سلطنة عمان: أربعون عاماً من التنمية المستدامة 1970-2010، المنهل، عُمان، 2010
- (xxvi) سعيد عبده، انتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في سلطنة عُمان، المجلة الجغرافية العربية، العدد 38، 2001