غـــرفـــة الشرقـيـة
ASHARQIA CHAMBER

إقتصاديات الطاقة الشمسية
في المملكة العربية السعودية

إعداد
مركز الدراسات والبحوث – غرفة الشرقية

المحتويات

تمهيد 3

أولاً : مفهوم الطاقة الشمسية 4

ثانياً : إستخدامات الطاقة الشمسية..... 4

ثالثاً :المؤشرات الاقتصادية الاساسية للطاقة الشمسة عالمياً 6

رابعاً : واقع الطاقة الشمسية في الدول العربية..... 9

خامساً :أهمية الطاقة الشمسية بالنسبة للمملكة العربية السعودية 10

سادساً : مقومات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية..... 11

سابعاً : مبادرات الاستفادة من الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية 13

ثامناً :معوقات نمو الطاقة الشمسية..... 16

تاسعاً : مقترحات لتعظيم الاستفادة من الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية 17

المراجع 19

تمهيد

تتمتع المنطقة العربية بأعلى فيض إشعاع شمسي في العالم حيث تصل كثافة الاشعاع الشمسي 1000 وات/متر مربع في منتصف النهار وبمتوسط من 250 الى 300 وات/متر مربع في اليوم أي ما يعادل 6 كيلووات ساعة/متر مربع في اليوم [1]، وتنطبق هذه المزايا على المملكة العربية السعودية حيث تصل وحدات الطاقة الضوئية الساقطة على المملكة نحو 2200 كيلووات لكل متر مربع في السنة [2].

وتأتي اهمية الطاقة الشمسية من كونها طاقة هائلة يمكن استغلالها في أي مكان وتشكل مصدراً مجانياً للوقود لا ينضب كما تعتبر طاقة نظيفة ، كما أنه يمكن إستخدامها في العديد من المجالات في النشاط الزراعي وتسخين وتبريد المياه وتحلية المياه ومعالجة الصرف الصحي وتوليد الكهرباء أيضاً .

وفي ظل أهمية الحفاظ على حق الأجيال القادمة في الثروة النفطية وجعل فترة الاستفادة من هذه الثروة طويلة بالقدر الكافي وفي ظل تزايد إستهلاك الكهرباء في المملكة بشكل كبير وبالتالي تزايد التكاليف الناتجة عن إستخدام الوقود في توليد الكهرباء وفي ظل أهمية تقليل الانبعاثات الغازية ، فانه يجب الاهتمام بتطوير مصادر الطاقة المتجددة في المملكة والتي من أهمها الطاقة الشمسية .

ولقد شهد الاهتمام بالطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية تزايداً مستمراً وتمثل ذلك في العديد من المبادرات الحكومية منها المبادرة الوطنية لانتاج المياه والكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية تحت رعاية مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتكنولوجيا ومشروع الانتاج الكهربائي بالطاقة الشمسية الخاص بجامعة الملك عبدالله للعلوم والتكنولوجيا ومشروع القرية الشمسية وغيرها .

وتواجه جهود الاستفادة من الطاقة الشمسية في المملكة بعض التحديات منها توفر البترول وإنخفاض تكلفته مقارنة بتوليد الطاقة الشمسية وتأثير الأتربة وعدم وجود دعم حكومي كاف لبرامج الطاقة الشمسية .

ومن هنا يأتي أهمية قيام الحكومة بتقديم الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية وإنشاء بنك معلومات للطاقة الشمسية والتبادل العلمي مع الدول العربية ودراسة إمكانية إنشاء صندوق عربي لدعم مشاريع الطاقة الشمسية وسن القوانين المحفزة للاستثمار في المجالات المتعلقة بالطاقة الشمسية .

---

(1): حسن البنا سعد فتح ، الطاقة الشمسية البديل الواعد ، **مجلة فقيه للبحث والتطوير** ، العدد الرابع ، ديسمبر 2008 .

(2): الموقع الالكتروني لمؤسسة عكاظ للصحافة والنشر.

أولاً : مفهوم الطاقة الشمسية

تقوم الشمس بإمداد الأرض بطاقة تزيد عن إجمالي إحتياجات العالم من الطاقة بنحو 5000 مرة حيث أن الطاقة التي يمكن الحصول عليها من أشعة الشمس لمدة 105 دقيقة تكفي إحتياجات وإستهلاك العالم لمدة عام([3]).

وتعود معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية فجميع أنواع الطاقات بما فيها البترول والغاز والفحم تكونت بسبب أشعة الشمس وما تلى ذلك من حرارة وضغط عبر الأحقاب الزمنية، بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية مثل طاقة الرياح وطاقة الأمواج والطاقة الكهرومائية .

و تتسم وسائل تكنولوجيا الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون نظم طاقة شمسية سلبية أو نظم طاقة شمسية إيجابية وفقًا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها ، وتشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمجمع الحراري الشمسي مع المعدات الميكانيكية والكهربية لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة.

وتتميز الطاقة الشمسية بمواصفات تجعلها الأفضل مقارنة بجميع أنواع الطاقات الأخرى، فهي طاقة هائلة يمكن استغلالها في أي مكان و تشكل مصدراً مجانياً للوقود الذي لا ينضب كما تعتبر طاقة نظيفة لا تنتج أي نوع من أنواع التلوث البيئي وتأتي أهميتها بالنظر الى محدودية مصادر الطاقة التقليدية.

وبشكل عام يمكن الاشارة الى أن الخلايا الشمسية هي عبارة عن محولات فولتضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر إلي كهرباء .

ثانياً : إستخدامات الطاقة الشمسية

بشكل عام يمكن الاشارة الى أن هناك تطبيقات عديدة للخلايا الشمسية ومنها تأمين الطاقة الكهربائية لقوارب الملاحة واليخوت البحرية، تغذية بعض الاحتياجات المنزلية كمضخة الماء والنيون والتلفزيون ، إنارة المنازل ، إضاءة الأرصفة على سواحل الميناء والمنشآت البحرية على الشاطىء وداخل البحر ، في عملية التكييف والتدفئة باستخدام مباشر لهذه الخلايا من الطاقة الحرارية المتولدة منها ، في الاتصالات (الراديو ومستقبلات الراديو) ، تشغيل طلمبات الري وماء الشرب، علامات الطرق السريعة والسكك الحديدية في الطرق الصحراوية .

([3]):**Climatech web site** : http://www.climatech-sa.com

الاستخدام في النشاط الزراعي :

يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها إلى زيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات المزروعة. فبعض التقنيات التي تتمثل في تنظيم مواسم الزراعة حسب أوقات العام وتعديل اتجاه صفوف النباتات المزروعة وتنظيم الارتفاعات بين الصفوف وخلط أصناف نباتية مختلفة يمكن أن تحسن من إنتاجية المحصول ، واستخدامها في إدارة ماكينات ضخ الماء وتجفيف المحاصيل وتفريخ الدجاج وتجفيف السماد العضوي للدجاج كما أنه تم استخدام الطاقة المتولدة بواسطة اللوحات الشمسية في عمل عصائر الفاكهة ،وتتمثل أهم مميزات إنشاء البيت المحمي في :

- إنتاج محاصيل الخضروات في غير مواسمها العادية على مدار العام .
- إنتاج شتلات مبكرة للزراعات الحقلية .
- زيادة الإنتاج مع زيادة كثافة النباتات .
- إنتاج ثمار ذات مواصفات تسويقية عالية.
- تقليل الاستهلاك في كميات مياه الري المستخدمة وتنظيم عملية الري، التحكم بدرجات الحرارة من خلال عملية التدفئة والتبريد وحماية المزروعات من خطر الصقيع.
- السيطرة على الآفات الزراعية مقارنةً بالزراعة المكشوفة والسيطرة على الأعشاب يدوياً أو كيميائياً.
- إنتاج الكثير من الأزهار والنباتات الداخلية على مدار العام.
- التوفير في الأيدي العاملة اللازمة للإنتاج .

تسخين الماء :

تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية ضوء الشمس في تسخين الماء. ففي المنخفضات الجغرافية التي تقع (تحت 40 درجة)، يمكن أن يتم توفير ما يتروح من 60٪ إلى 70٪ من الماء الساخن المستخدم في المنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى 60 درجة مئوية بواسطة نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية. ويعتبر من أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة (44٪) والألواح المستوية المصقولة (34٪) التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل، وكذلك الألواح البلاستيكية غير المصقولة (21٪) التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة. وقد بلغ إجمالي سعة نظم تسخين الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية خلال عام2007 حوالي 154 جيجاوات .

التدفئة والتبريد والتهوية: حيث يتم تخزين الحرارة الموسمية لأغراض التدفئة وتسخين الماء على مدار السنة.

تحلية الماء :

من الجدير بالذكر أن أكثر من 2 مليون شخص في البلاد النامية يستخدمون عملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية لمعالجة ماء الشرب العادية المستخدمة يوميًا ،وفي مجال تحلية

المياه بإستخدام المقطرات الشمسية ، وتنقسم طرق تحلية المياه بالطاقة الشمسية الى طريقتين الاولى الاستخدام المباشر للطاقة الشمسية والثانية الاستخدام غير المباشر ، وفي حالة الاستخدام المباشر يكون جهاز تجميع الطاقة الشمسية هو نفسه جهاز التحلية ويمثل ذلك المقطرات الشمسية بأنواعها المختلفة ، أما الاستخدام غير المباشر للطاقة الشمسية يعني تجميع الطاقة الشمسية وتحويلها اما الى الصورة الحرارية (باستخدام المسخنات والمركزات الشمسية) ثم إستخدام هذه الطاقة الحرارية لتشغيل وحدات التحلية الحرارية الاعتيادية أو تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربية (باستخدام الخلايا الشمسية) واستخدام الطاقة الكهربية لادارة وحدات التحلية .

معالجة ماء الصرف الصحي : حيث يتم استخدام الطاقة الشمسية أيضًا في إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحلل الضوئي .

الطهو بالطاقة الشمسية : إن الطباخ الشمسي عبارة عن جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهو والتجفيف والبسترة.

توليد الكهرباء : يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء باستخدام محولات فولتوضوئية (PV) وعملية تركيز الطاقة الشمسية (CSP) والعديد من الأساليب التجريبية الأخرى. وتُستخدم المحولات الفولتوضوئية بشكل أساسي لإمداد الأجهزة الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء .

ثالثاً :المؤشرات الاقتصادية الاساسية للطاقة الشمسة عالمياً

- يصل حجم الاستثمار العالمي في مجال الطاقة الشمسية نحو 20 مليار دولار .
- تزيد المساحة المستخدمة حالياً لتجميع الطاقة الشمسية في العالم عن 140 مليون متر مربع و تزيد سنوياً بنحو 10 مليون متر مربع .
- تزايدت نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في إجمالي إنتاج الطاقة في دول وكالة الطاقة الدولية من 4.6٪ عام 1970 الى 5.5٪ ، وقد بلغ معدل النمو السنوي لإنتاج الطاقة الشمسية وحدها 23٪ خلال الفترة من عام 1980 حتى عام 2001 وقد نتج ذلك عن تزايد الانفاق على مجالات البحث والتطوير في تكنولوجيا الطاقة الشمسيةخاصة بعد أزمة إرتفاع أسعار البترول في السبعينات (٤).
- شهد إنتاج الطاقة الشمسية نمواً بنحو 15٪ خلال عام 2007 نتيجة النمو الحادث في الصين بنحو 22٪ والمتوقع بلوغه42٪ خلال عام 2008 ، وذلك على الرغم من إنخفاض السعة المتولدة في الدول الأوروبية بنحو 9٪ خاصة المانيا بمعدل 30٪.

([4]):**Renewable Energy Markets** – Fact Sheet , IEA .

- من المتوقع في ظل إستمرار السياسات الحالية أن يصل إجمالي إستهلاك الطاقة الشمسية بحلول 2030 نحو 45 مليون طن من المكافىء النفطي .
- يعتبر إستخدام الطاقة الشمسية في توليد حرارة يمكن إستخدامها في عملية التسخين أو التبريد في نمو مستمر وتقدر السعة الحالية لمجمعات الحرارة الشمسية في العالم بنحو 171 جيجاوات حرارية، وتمتلك الصين ما يزيد عن نصف هذه السعة العالمية وبنحو 101 جيجاوات حرارية(GW_{th}) ويلي الصين كل من أمريكا والمانيا وتركيا واليابان واستراليا واسرائيل والبرازيل والنمسا واليونان وذلك على التوالي ، وبالنظر الى مؤشر نصيب الفرد من الطاقة الشمسية نجد أن قبرص أكبر دولة حيث يصل هذا المؤشر فيها 651 كيلووات/1000 شخص يليها إسرائيل 499 كيلو وات/ 1000 شخص ثم النمسا 273 كيلو وات/1000 شخص (٥).
- يتزايد نطاق إستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه في كل من استراليا والصين وأوروبا واسرائيل وتركيا والبرازيل ، بينما يتسع إستخدامها في تبريد المياه في الدول الأوروبية خاصة المانيا والنمسا .
- بالنسبة لاستخدام الطاقة الشمسية في التبريد يوجد نحو 45 نظام لاستخدام الطاقة الشمسية في التبريد في أوروبا وعلى مساحة 19 الف متر مربع وبسعة تبلغ 4.8 ميجاوات ، وقد تم إنشاء وحدة تبريد في كاليفورنيا ، والجدير بالذكر أن إرتفاع تكلفة إستخدام الطاقة الشمسية في التبريد من أهم معوقات إنتشارها وتنخفض التكلفة إذا ما تم تصميم مجمع الحرارة الشمسية بحيث يستخدم في التبريد والتدفئة أيضاً (٦).
- يوظف قطاع إستخدام الطاقة الشمسية في التسخين والتبريد ما يزيد عن 200 ألف شخص على مستوى العالم .
- إنخفضت أسعار الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية بمعدل 4٪ سنوياً خلال الـ15 عاماً السابقة وذلك نتيجة عوامل اقتصاديات الحجم الكبير وإنخفاض تكلفة انتاج الوحدة، وتبلغ الأسعار الحالية غير المدعومة من قبل الحكومات 20-40 سنت أمريكي /كيلوولات ساعة وذلك بالنسبة لوحدات الانتاج كبيرة الحجم .
- تتراوح تكلفة الوات ذروة في الأسواق العالمية ما بين 8 إلي 10 دولارات بالنسبة للدول المستوردة بينما تصل تكلفة الوات ذروة بالنسبة للتطبيقات ذات القدرة المتوسطة والقدرة المتوسطة و العالية إلي 30 دولار و تزيد هذه التكلفة وفق التصميم و أجهزة التحكم والتخزين الساكن و الإلكترونات المساعدة إلا أن تكلفة الوات ذروة بالنسبة للقدرة العالية (المحطات الكهروشمسية ذات سعة الميجاوات) تقل قليلاً عن 20 دولار ، وتسعى الدول الصناعية من خلال مراكز البحث والتطوير إلي تخفيض تكلفة الوات

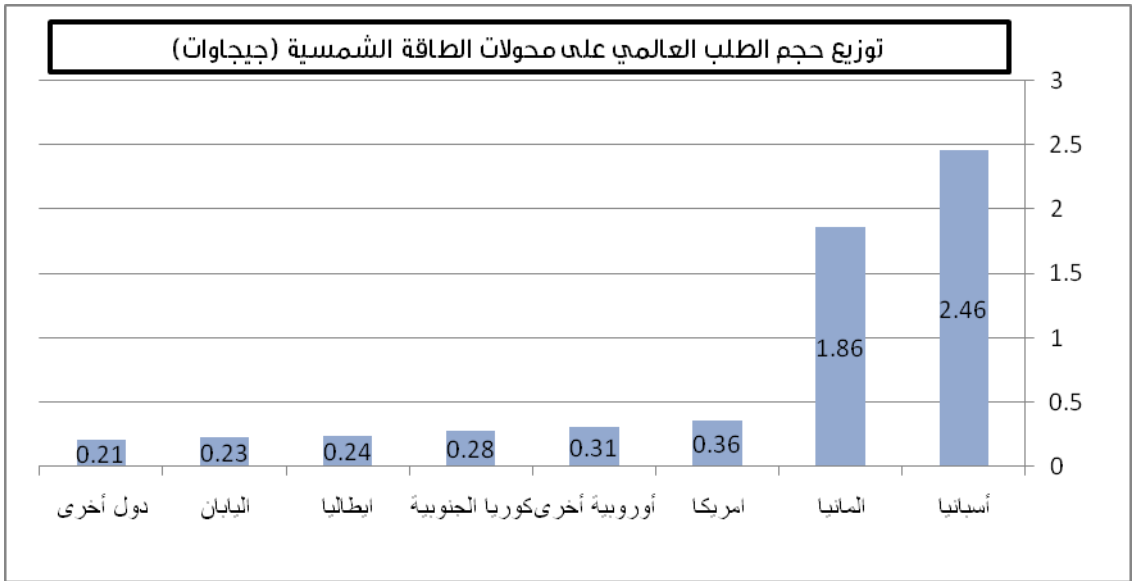
(5):**Renewable Energy Essentials : Solar Heating and Cooling** , IEA .

(6):Cedric Philibert ,**The Present and Future Use of Solar Thermal Energy as a Primary Source of Energy** , IEA.

ذروة إلي 0.5 أو 1 دولار ولا غرابة في ذلك فقد كانت تكلفة الوات ذروة 300 – 350 دولار في الخمسينـات حين كـان هـذا المجـال مقصوراً على أبحاث الفضاء (٧).

- تزايدت عدد وحدات انتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في الصين وتايوان لتصل عام 2008 عدد 3304 وحدة بينما بلغت في أوروبا 1729 وحدة وفي اليابان 1172 وحدة بينما بلغت في أمريكا 375 وحدة (٨).

- فيما يتعلق بالطاقة الفولتو ضوئية المولدة من الطاقة الشمسية(محولات الطاقة الشمسية) Solar Photovoltaic فقد بلغ حجم الواحدت الانتاجية في العالم 5.95 جيجاوات عام 2008 وبمعدل نمو بلغ 110٪ مقارنة بعام 2007 ، وقد شكلت الدول الأوروبية نسبة 82٪ من الطلب العالمي وأظهرت الاحصاءات تزايد معدل نمو الطلب الأسباني بمعدل 285٪ لتحتل المركز الأول عالمياً تليها المانيا ثم أمريكا ثم كوريا ثم ايطاليا ثم اليابان ، وبالتحليل تبين أن عدد الدول المستهلكة في العالم بلغ 81 دولة ، وفيما يتعلق بجانب العرض فقد بلغ حجم الانتاج 6.85 جيجاوات خلال عام 2008 مقارنة بحجم بلغ 3.44 جيجاوات عام 2007 أي بمعدل نمو بلغ 99٪ ، وفيما يتعلق بالأرباح التي نتجت عن الاستثمار في هذا النشاط فقد بلغت عام 2008 نحو 37.1 مليار دولار .



- تختلف أسعار مجمعات الطاقة الشمسية من دولة لأخرى بالاعتماد على عوامل عديدة منها تكلفة العمالة والتركيب ، فيبلغ سعر المجمع الذي يكفي لاستهلاك أسرة واحدة يتكون سعته 2.4 متر مربع و150 لتر نحو 700 يورو في اليونان و200 يورو في الصين(٩) .

(7) : أسامة ابراهيم الزعلوك ، **الطاقة الشمسية** ، بحث منشور على الموقع الالكتروني لمركز المدينة المنورة للعلوم الهندسية .

(8):**Renewable Energy Essentials: Concentrating Solar Thermal Power** , IEA .

(9):**Renewable Energy Essentials : Solar Heating and Cooling** , IEA .

- الشركات العالمية المصنعة للخلايا الشمسية كثيرة من بينها شركة سولار الألمانية – الفواتوات الفرنسية – اتيار سولار في إيطاليا – كرونار في يوغسلافيا – استروبور في كندا – وهيليوديناميكا في البرازيل .

إتجاهات إستخدام الطاقة الشمسية المركزة Concentrating Solar Thermal Power :

- تقوم الطاقة الشمسية المركزة بتحويل أشعة الشمس الى كهرباء ويتطلب توليد الطاقة الشمسية المركزة سماء صافية وضوء قوي وتتوفر هذه الظروف الطبيعية في جنوب غرب أمريكا والمكسيك وشمال أفريقيا والشرق الأوسط ووسط اسيا وجنوب أفريقيا واستراليا وجنوب أوروبا وأجزاء من الصين والهند ، ومن المتوقع أن تقوم هذه الطاقة بإمداد نحو 5٪ من الكهرباء في العالم بحلول عام 2050 .
- شهد توليد الطاقة الشمسية المركزة نمواً كبيراً في أسبانيا وأمريكا منذ عام 2006 ويبلغ حجم السعات الحالية في العالم بنحو 15 جيجاوات .
- تتراوح التكاليف الاستثمارية بين 4.2 الى 8.4 دولار/وات وذلك حسب الطاقة التخزينية ومصدر الطاقة وتكلفة العمالة والأرض والتكنولوجيا ، وتتراوح تكلفة الكهرباء المولدة بين 17-25 سنت أمريكي / كيلو وات ساعة .

رابعاً : واقع الطاقة الشمسية في الدول العربية

- على الرغم من أن تقنيات الطاقة المتجددة تتزايد بمعدل سنوي 30٪ على مستوى العالم الا ان الوضع لا يزال متأخراً في الوطن العربي .
- أن استخدام السخانات الشمسية أصبح شيئاً مألوفاً في بعض البلدان العربية بينما بقيت صناعة الخلايا بصورة تجارية متأخرة في جميع البلدان العربية بسبب التكلفة الاولية لانشاء المصنع.
- يوجد طاقة شمسية غير مستغلة في الوطن العربي فمثلاً تعطي الطاقة الشمسية 2300 كيلوواط في الساعة في الكيلومتر المربع الواحد في سورية، بينما تعطي 1000 كيلوواط فقط في ألمانيا، ويعد مستوى الاشعة الشمسية في سورية هو ثاني أعلى مستوى بين الدول العربية.
- تقع بعض دول الخليج مثل الكويت ضمن المناطق التي حددتها التقارير الدولية كأحد أفضل المواقع على خط عرض 28 للطاقة الشمسية فجزيرة بوبيان والتي تبلغ مساحتها 863 كيلومتر مربع (أي تقريبا 5٪ من مساحة الكويت) بإمكانها إنتاج أكثر من ضعفي الطاقة الكهربائية لدولة الكويت ، وتقدر التكلفة التقديرية المبدئية لبناء محطة للطاقة الشمسية الحرارية في الكويت بسعة 100 ميجا

وات (1جيجا وات = 1000 ميجا وات) تبلغ حوالي 100- 150 مليون دينار وبناءاً عليه يمكن تقدير التكلفة المالية للإنتقال إلى تكنولوجيا الطاقة الشمسية لإنتاج إحتياج الكويت الإجمالي الحالي من الطاقة الكهربائية (10 جيجا وات) والمياه العذبة بحوالي 10- 15 مليار دينار. ويستغرق بناء هذه المحطات الشمسية مدة مساوية لبناء محطات الكهرباء التقليدية حيث لا يستغرق صنع المعدات الشمسية وقت طويل كما هو الحال في محطات الطاقة الذرية (١٠).

- ولقد تنبه إلى مزايا الطاقة الشمسية عدد من الدول العربية وقامت بعملية الاستثمار في الطاقة الشمسية ومنها دولة الإمارات حيث تم الاستثمار في مشروع (مصدر) الذي تبلغ تكلفته حوالي ١٥ مليار دولار، وكذلك مشروع مصنع الطبقة الرقيقة. أما في مصر فقد تم إنشاء محطة لتوليد الطاقة الشمسية بقوة (١٥٠) ميجاوات، وفي المغرب تم إنشاء محطة لتوليد الطاقة الشمسية بقوة (٢٠٠) ميجاوات وقد حذا حذو هذه الدول عدد من الدول الأخرى مثل: ليبيا، والجزائر، وغيرهما ،وقد كانت المملكة العربية السعودية من أوائل الدول العربية التي استفادت من الطاقة الشمسية حيث بنت القرية الشمسية في العيينة(١١).
- تعد المملكة الأردنية الهاشمية من أهم دول منطقة الشرق الأوسط في تفعيل استخدام الطاقة الشمسية وتصنيع وإنتاج وتطوير السخانات الشمسية، والتي تصل نسبة استخدامها إلى 40٪ من مجموع البيوت السكنية، ويركب فيها سنوياً ما يقارب من 15.000 جهاز طبقاً للإحصاءات الرسمية، هذا بالإضافة إلى استخدامها في المستشفيات والمدارس والفنادق وتدفئة برك السباحة، وفي العديد من التطبيقات الصناعية والخدمية والزراعية، حيث يتم تركيب السخان الشمسي والذي يتناسب مع جميع التطبيقات على إختلاف أحجامها كنظام مستقل ودائم أو كنظام مساعد لأنظمة التدفئة المركزية وأنظمة تسخين المياه (١٢).

خامساً :أهمية الطاقة الشمسية بالنسبة للمملكة العربية السعودية

- إن لاستعمال بدائل الطاقة مردودين مهمين أولهما جعل فترة استعمال الطاقة النفطية طويلة وثانيهما تطوير مصدر آخر للطاقة بجانب مصدر النفط الحالي .
- تزايد إستهلاك الكهرباء في المملكة العربية السعودية بمعدل نمو سنوي 5٪ ومن المتوقع خلال الـ25 سنة القادمة أن يتم استثمار 117 مليار دولار في قطاع الطاقة

(10):الموقع الالكتروني : http://kuwait-solar.blogspot.com

(11): الموقع الالكتروني لجريدة الرياض .

(12): الموقع الالكتروني لشركة نور للأنظمة الشمسية .

السعودي كما تبلغ سعة المولدات الكهربائية في المملكة حالياً 25000 ميجاوات ومن المتوقع أن تصل 66400 ميجاوات عام 2023 ([١٣]).

- تقليل الانبعاثات الكربونية في المملكة العربية السعودية .
- زيادة القدرة التصديرية للبترول فبدلاً من إستهلاك البترول في المصانع يمكن بيعه بالسعر العالمي .
- توفير التكلفة المادية الضخمة التي تتكبدها موازنة المملكة العربية السعودية بسبب إستخدام الطاقة الكهربائية التي يتم إنتاجها عن طريق البترول ، بالاضافة الى أن ذلك يتكلف جهد كبير من حفريات قد تؤثر على بعض المشاريع المقامة مثل الشوارع وغيرها وكذلك تمديد الأسلاك لمسافات طويلة مما يزيد من تكلفة هذه الطاقة، وتشير التقديرات الى أن تكلفة توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية في المملكة تبلغ 0.12 دولار/ كيلووات ساعة ([١٤]).
- تحويل المملكة العربية السعودية الى مصدر للطاقة الكهربائية إضافة الى تقليل الاعتماد على البترول .
- إمكانية تصدير الطاقة الشمسية : من المتوقع في حال تزايد الاهتمام بالطاقة الشمسية في المملكة أن يتزايد الانتاج ويمكن تصدير الفائض أيضاً ، وإذا تم إفتراض تصدير واحد جيجا وات من الكهرباء في الساعةوبما يعني 24 جيجاوات في اليوم وبما يقدر 732 جيجا وات في الشهر وبما يقدر بنحو 8784 جيجا وات في السنة، وإذا ما تم إفتراض أنه لن يمكن إنتاج سوى 85٪ من هذه الطاقة سنوياً لعوامل عديدة منها سوء الأحوال الجوية والصيانةوتم أيضاً إفتراض أن الربحية فى الكيلووات الواحد هي 2 سنت أمريكي فقط بعد حذف كل تكاليف إنتاج وتوصيل هذه الطاقة إلى العملاء فعليه تكون الربحية الخالصة لواحد جيجا وات (ما يعادل مليون كيلو وات) هي 149.328.000 دولار أمريكي ([١٥]) .

سادساً : مقومات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية

- وفرة الأراضي الصحراوية المشمسة أغلب أيام السنة كما ان أشعة الشمس تمد كل متر مربع بنحو 7000 واط من الطاقة وذلك لمدة 12 ساعة يومياً ([١٦]).
- إمتداد اراضي المملكة من الشرق إلى الغرب وليس من الشمال إلى الجنوب مما يعرضها إلى الشمس لفترة زمنية أطول وبالتالي تستطيع إنتاج الطاقة أكثر .

(13): الموقع الالكتروني للبرنامج الوطني للادارة وترشيد الطاقة .

(14):Mohamed Nabil Metwally and Abdel-Majeed S. Alghamdi," **Prospective Contribution of Solar Energy in Thermal and Electrical Applications in Umm Alqura University at Makkah , Saudi Arabia.**

(15):الموقع الالكتروني : http://kuwait-solar.blogspot.com

(16): الموقع الالكتروني لـ Menafn News .

- عدم وجود غابات أومحميات أو أمطار موسمية أو جبال أو أية إعاقات تعيق الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية.
- تشير بعض الدراسات الى أن الطاقة الشمسية التي تمتلكها المملكة أكبر من الطاقة الناتجة من النفط المتوفرة حالياً في المملكة وذلك لاتساع مساحات المملكة واستمرار تعرضها لكميات عالية من موجات الاشعاع الضوئي والكهرومغناطيسي الصادرة من الشمس حيث أن متوسط وحدات الطاقة الضوئية الساقطة على المملكة يساوي 2200 وحدة كيلو وات لكل متر مربع في السنة([١٧]) .
- أن هناك التزامات للعديد من دول العالم ومن ضمنها المملكة العربية السعوديةفي مؤتمر المناخ الدولي في كوبنهاجن لتخفيض المؤثرات السلبية لانتاج الطاقة وبالتالي فان التوسع في إنشاء مزارع لانتاج الطاقة الشمسية في المملكة سيعمل على تخفيض الانبعاثات الملوثة التي تسبب الاحتباس الحراري وتغير المناخ .
- أثبتت العديد من دراسات الجدوى في المملكة أنه يمكن استعادة رأس المال المستثمر في الطاقة الشمسية خلال فترة تتراوح بين ثلاث وخمس سنوات تتمكن بعدها الجهة المنفذة لمشاريع الطاقة الشمسية من الحصول على طاقة نظيفة منخفضة التكلفة([١٨]).
- أنه توجد بالمملكة مجمعات قروية صغيرة متفرقة ومتباعدة وأنه قد يتعذر لأسباب عملية أو اقتصادية ربط هذه القرى بالشبكة الرئيسة للكهرباء لذا فإن الحل المنطقي في هذه الحالة هو استغلال الطاقة الشمسية في هذه المجمعات النائية.

العائد الاقتصادي من الاستثمار في توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية([١٩])

رأس المال الأولي :

- يعتمد حجم الاستثمار الأولي على حجم وحدة الانتاج المستثمر فيها وقدراتها ويمكن أن يعبر عن ذلك السعر المعتمد على حجم الطاقة المتولدة فمثلاً وحدة الانتاج سعة 2000 وات تتكلف 16000 دولار بما يتضمن التركيب وبما يعني أن تكلفة الوات 8دولار .

العائد الاقتصادي وفترة الاسترداد :

- يتمثل العائد الاقتصادي في الطاقة الكهربائية المتولدة وتقديرياً إذا ما تم إفتراض أن سعر الكيلوات/ساعة 20 سنت أمريكي وتكلفة تركيب وشراء الجهاز

(17): الموقع الالكتروني لمؤسسة عكاظ للصحافة والنشر .
([18]): الموقع الالكتروني لمؤسسة عكاظ للصحافة والنشر .
([19]):www.solarbuzz.com

4دولار/الوات فان مدة استرداد رأس المال هي 15 عام وذلك بفرض قيام الحكومة بدعم تكلفة التركيب والشراء .

سابعاً : مبادرات الاستفادة من الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية

- **المبادرة الوطنية لانتاج المياه والكهرباء بإستخدام الطاقة الشمسية** :قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتكنولوجيا بالاعلان عن مبادرة قومية لانتاج المياه والكهرباء بإستخدام الطاقة الشمسية بتكلفة تقل عن الريال لكل متر مكعب من المياه و3 هلله لكل كيلووات من الكهرباء في الساعة ، ومن المتوقع أن يؤدي ذلك الى خفض تكلفة إنتاج المياه والكهرباء بمعدل 40٪ ، ومن المتوقع إنشاء أول وحدة إنتاجية للطاقة الشمسية في إطار هذه المبادرة في منطقة الخفجي بسعة إنتاجية 30 ألف متر مكعب وتقوم بخدمة 100 ألف شخص(٢٠) .

وسوف يتم تنفيذ هذا المشروع على ثلاث مراحل (المرحلة الأولى): بناء محطة لتحلية المياه المالحة بطاقة إنتاج تبلغ 30 ألف متر مكعب يومياً لسد احتياجات 100 ألف من سكان مدينة الخفجي من مياه الشرب وذلك من خلال بناء محطة لإنتاج الطاقة الشمسية بطاقة 10 ميجاوات وأغشية التناضح العكسي باستخدام أحدث التقنيات المتطورة خلال ثلاث سنوات ، (المرحلة الثانية) سيتم فيها بناء محطة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية بطاقة إنتاج 300 ألف متر مكعب يومياً ويستغرق تنفيذ هذه المرحلة ثلاث سنوات بعد استكمال المرحلة الأولى وبإنتاج يبلغ عشرة أضعاف إنتاج محطة المرحلة الأولى، في حين سيتم في (المرحلة الثالثة) بناء عدة محطات للتحلية لمناطق مختلفة من المملكة (٢١).

- **مشروع الإنتاج الكهربائي بالطاقة الشمسية الخاص بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجيا** : بتكلفة إجمالية قدرها 65 مليون ريال والذي فاز به تحالف شركتي أنظمة الطاقة الشمسية الوطنية السعودية وكونرجي الألمانية ويعد الأكبر من نوعه في المملكة في هذا المجال وينص العقد المبرم بين شركة سعودي أوجيه المقاول الرئيسي للمباني الأكاديمية والتحالف على بناء معملين للطاقة الشمسية بسعة 1000 كيلو واط لكل من مركز المختبرات الشمالي والجنوبي ويغطي مساحة إجمالية قدرها 12000 متر مربع من الألواح الشمسية ذات الكفاءة العالية والخاضعة لأعلى المواصفات العالمية، ويهدف

(20): الموقع الالكتروني لـ Menafn .
(21): الموقع الالكتروني :http://forum.arab-mms.com/t215307.html

المشروع لإنتاج 2 ميجاواط من الطاقة الكهربائية عن طريق الخلايا الضوئية بنظام الربط الكهربائي للشبكة السعودية للكهرباء ، ومن المتوقع أن يقوم هذا المشروع بإنتاج 3300 ميجاواط ساعة من الطاقة النظيفة سنويًا مما يوفر 1666 طنًا من الانبعاثات الكربونية وهو ما يعادل الانبعاثات الناتجة من 11700 مليون كيلومتر من الطيران ([٢٢]).

- **مشروع القرية الشمسية** : تعد من أوائل مشروعات الطاقة الشمسية في المملكة وجاري تنفيذها في وادي حنيفة (تبعد عن شمال الرياض 45 كيلو متر) حيث يتم التنفيذ في قريتين هما " الجبيله والعيينه([٢٣])ويعيش فيهما نحو 3000 شخص ، وتقدر التكاليف المقررة لهذا المشروع بنحو 16.5 مليون دولار وذلك لامداد هاتين القريتين بالكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية ، ويعد هذا المشروع من أكبر المشاريع التي يتم تنفيذها تحت مظلة البرنامج السعودي الامريكي لبحوث الطاقة الشمسية SOLERAS .

([22]): الموقع الالكتروني لشبكة الأسواق العربية .

(23) : تم إنشاء مشروع القرية الشمسية في العيينه عام 1980 وذلك لتوفير الكهرباء بقدرة 350 كيلووات وتعد أول محطة بحثية لتنفيذ مشاريع الطاقة الشمسية ، ويوجد بها حالياً 9 خلايا شمسية .

قائمةبمشروعات الطاقة الشمسية التي تم تنفيذها بإشراف معهد بحوث الطاقة بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتكنولوجيا([٢٤]):

Projects	Location	Duration	Applications
350 kW PV System (2155 MWh)	Solar Village	1981-87	AC/DC electricity for remote areas
350 kW PV hydrogen production plant (1.6 MWh)	Solar Village	1987-93	Demonstration plant for solar hydrogen production
Solar cooling	Saudi	1981-87	Development of solar cooling laboratory
1 kW solar hydrogen generator	Solar Village	1989-93	Hydrogen production testing and measurement (laboratory scale)
2 kW solar hydrogen (50 kWh)	KAU, Jeddah	1986-91	Testing of different electrode materials for solar hydrogen plant
3 kW PV test system	Solar Village	1987-90	Demonstration of climate effects
4 KW PV system	Southern regions of Saudi Arabia	1996	AC/De electricity for remote areas
6 kW PV system Solar seawater desalination	Solar Village	1996-98	PV grid connection
PV water desalination ($0.6m^3$ per hour)	Sadous Village	1994-99	PV/RO interface
Solar-thermal desalination	Solar Village	1996-97	Solar distillation of brackish water
PV in agriculture (4 kWph)	Muzahmia	1996	AC/Dc grid connected
Long-term performance of PV (3 kW)	Solar Village	Since 1990	Performance evaluation
Fuel cell development (100-1000 W)	Solar Village	1993-2000	Hydrogen utilization
Internal combustion engine (ICE)	Solar Village	1993-95	Hydrogen utilization
Solar radiation measurement	12 stations	1994-2000	Saudi solar atlas
Wind energy measurement	5 stations	1994-2000	Saudi solar atlas
Solar dryers	Al-Hassa, Qatif	1988-93	Food dryers (dates, vegetables, etc.)
Two solar-thermal dishes (50 kW)	Solar Village	1986-94	Advanced solar stirling engine
Energy management in buildings	Dammam	1988-93	Energy conservation
Solar collectors development	Solar Village	1993-97	Domestic, industrial, agricultural
Solar refrigeration	Solar Village	1999-2000	Desert application

([24]):S.A.M.said , I.M.EL-Amin and A.M.AL-Shehri, **Renewable Energy Potentials in Saudi Arabia**.

ثامناً :معوقات نمو الطاقة الشمسية

معوقات عامة :

- **معوقات إقتصادية** : تتعلق بتزايد النفقات الاستثمارية أمام المستثمرين الراغبين في إسترداد رأس المال في الأجل القصير بينما يتوقع من الاستثمار في الطاقة الشمسية منافع في الأجل الطويل ، وتذبذب أسعار الوقود ، قيام بعض الدول بدعم الوقود بشكل كبير وبما يقيد من قرارات الاستثمار في الطاقة الشمسية.
- **معوقات قانونية** : والتي تختلف من دولة لأخرى وعلى المستوى المحلي داخل الدول أيضاً ويتعلق ذلك بالتراخيص والموافقات القانونية والمسائل السلوكية الخاصة بنقص الوعي بأهمية التكنولوجيا الجديدة .
- **التلوث** : من اهم المشاكل التي تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية هي وجود الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من 50٪ من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر، إن أفضل طريقة للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمر أي على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة وتختلف هذه الطرق من بلد إلي آخر معتمدة على طبيعة الغبار وطبيعة الطقس في ذلك البلد .
- **تخزين الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل** : يعتمد تخزين الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، و نوع الاستخدام وفترة الاستخدام بالإضافة إلي التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للتخزين لتقليل التكلفة والاستفادة بدلاً من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إلي بحث علمي أكثر واكتشافات جديدة .ويعتبر تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر . أما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة (بطاريات الحامض والرصاص) وتوجد حالياً أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل الطوري للمادة وطرق المزج الثنائي و غيرها .
- **حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح** : بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين وتعتبر الدورات المغلقة واستخدام ماء خال من الأملاح فيها أحسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية .
- يلزم الاستفادة من الطاقة الشمسية استخدام مساحات كبيرة لتجميع كمية مناسبة من الطاقة الشمسية و يعيب الطاقة الشمسية أنها غير منتظمة مما قد يلزم الاستعانة بتخزينها سواء على الصورة الحرارية أو على الصورة الكهربية

وهذه العيوب وحلولها تزيد من تكلفةاستخدام الطاقة الشمسية بشكل عام ولكن الفرق في التكلفة عن الوقود التقليدي يمكن تقليله بالتوفير الناتج عن معالجة تلوث البيئة من الوقود التقليدي .

معوقات خاصة بالمملكة العربية السعودية :

- **توفر البترول :** وإنخفاض تكلفته مقارنة بتوليد الطاقة الشمسية .
- **تأثير الأتربة** : والتي يمكن أن تؤدي الى تخفيض الطاقة الشمسية بمعدل يتراوح بين 10-20٪ .
- **عدم وجود دعم حكومي كاف لبرامج الطاقة الشمسية** : مثل الدعم المقدم لقطاع البترول والكهرباء .

تاسعاً : مقترحات لتعظيم الاستفادة من الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية

- الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية.
- القيام بإنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية .
- القيام بمشاريع رائدة وكبيرة نوعاً ما وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة وتدريب الكوادر العربية عليها بالإضافة إلي عدم تكرارها بل تنويعها في البلدان العربية للاستفادة من جميع تطبيقات الطاقة الشمسية .
- تنشيط طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية وذلك عن طريق عقد الندوات واللقاءات الدورية .
- تحديث دراسات استخدامات الطاقة الشمسية في الوطن العربي وحصر وتقويم ما هو موجود منها .
- تطبيق جميع سبل ترشيد الحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها بالإضافة إلي دعم المواطنين اللذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم .
- تشجيع التعاون مع الدول المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها على أن يكون ذلك مبنياً على أساس المنفعة المتبادلة .
- إقامة صندوق عربي تحت إشراف الجامعة العربية لدعم مشاريع الطاقة الشمسيةفي العالم العربي، بحيث تسهم جميع الدول العربية كل منها حسب اقتدارها، وأيضاً جميع المانحين من المؤسسات العربية الخاصة في تمويل هذا الصندوق وهكذا، تتمكن الدول العربية الفقيرة من إقامة مشاريع الطاقة الشمسية وتوليد الكهرباء من هذه الطاقة، وفي نفس الوقت، فإن إيرادات مشاريع الطاقة هذه تعود من جديد إلى الصندوق من أجل تمويل مشاريع أخرى.

- توفير الأراضي الصالحة لإنتاج أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية وحماية هذه الأراضي من الاستغلال الخطأ .
- تدريب وتجهيز الطاقات والكوادر البشرية في مجالات الطاقة الشمسية.
- العمل على نقل التكنولوجيا الخاصة بالطاقة المتجددة وبناء المصانع لإنتاج المواد والمعدات والأجهزة اللازمة لإنتاج هذه الطاقة. مثال على ذلك بناء مصانع السيليكون لإنتاج المرايا الشمسية العاكسة والخلايا الكهروضوئية
- ضرورة قيام الجامعات والمعاهد المتخصصة في البحث العلمي بمنح فرص أكبر للباحثين والطلبة من أجل التفاعل مع نظرائهم في مناطق أخرى من العالم ، ومن الممكن تحقيق ذلك من خلال تشجيع الاكاديميين والباحثين على المشاركة في مؤتمرات إقليمية وعالمية تتركز موضوعاتها على الطاقة الشمسية والمتجددة .
- سن قوانين وتشريعات لمكافأة كل من ينتج طاقة نظيفة مثل الطاقة الشمسية بحيث يتم تخفيض الضرائب على الجهات المنتجة وإعطاؤها مميزات وحوافز عن غيرها من الشركات .

المراجع

المراجع العربية :

1. أسامة ابراهيم الزعلوك ، **الطاقة الشمسية** ، بحث منشور على الموقع الالكتروني لمركز المدينة المنورة للعلوم الهندسية .
2. الموقع الالكتروني : http://kuwait-solar.blogspot.com
3. الموقع الالكتروني :http://forum.arab-mms.com/t215307.html
4. الموقع الالكتروني لمؤسسة عكاظ للصحافة والنشر .
5. الموقع الالكتروني لـ Menafn .
6. الموقع الالكتروني لشبكة الأسواق العربية .
7. الموقع الالكتروني لجريدة الرياض.
8. الموقع الالكتروني لشركة نور للأنظمة الشمسية.
9. حسن البنا سعد فتح ، الطاقة الشمسية البديل الواعد ، **مجلة فقيه للبحث والتطوير** ، العدد الرابع ، ديسمبر 2008 .

المراجع الأجنبية :

1. **Climatech web site** : http://www.climatech-sa.com
2. Mohamed Nabil Metwally and Abdel-Majeed S. Alghamdi,**" Prospective Contribution of Solar Energy in Thermal and Electrical Applications in Umm Alqura University at Makkah , Saudi Arabia.**
3. **Renewable Energy Markets** – Fact Sheet , IEA
4. **Renewable Energy Essentials : Solar Heating and Cooling** , IEA .
5. Cedric Philibert ,**The Present and Future Use of Solar Thermal Energy as a Primary Source of Energy** , IEA.
6. **Renewable Energy Essentials: Concentrating Solar Thermal Power** , IEA
7. **Renewable Energy Essentials : Solar Heating and Cooling** , IEA .
8. S.A.M.said , I.M.EL-Amin and A.M.AL-Shehri, **Renewable Energy Potentials in Saudi Arabia**.