الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية

دكتور
ماجد أبو النجا الشرقاوي
مدرس الاقتصاد والمالية العامة
معهد رأس البر العالي للدارسات النوعية
والحاسب الآلي

مقدمة :

تعد الطاقة أحد أهم إشكالات الإنسان على مر التاريخ لارتباطها بخطة التنمية، وبالتالي فهي تلعب الدور الأهم في تحقيق التنمية الاقتصادية، لذلك كانت مصادر الطاقة سببا رئيسيا للعديد من الصراعات والحروب الدائرة بين الدول، ومع توسع نشاط الإنسان وما أحدثه من تقدم تكنولوجي زادت احتياجاته من الطاقة ومن ثم زاد طلبه على مصادرها وخاصة مشتقات البترول لسهولة نقلها وتخزينها وتعدد صور استخداماتها، الأمر الذي نجم عنه ظهور أزمات الطاقة في العصر الحديث كانت أولها في عام ١٩٧٣ كنتيجة مباشرة لحرب أكتوبر، والثانية وقعت عام ١٩٨٠ كرد فعل لنشوب الحرب العراقية الإيرانية، والثالثة وقعت عام ١٩٩٠ بسبب غزو العراق للكويت، أما الرابعة فكانت في عام ٢٠٠١ بين دول الخليج العربي الذي يتوفر له ما يفوق نصف مخزون العالم من النفط .

من هنا بدأت تتنبه الدول إلى محدودية مصادر الطاقة التقليدية وأنها مهددة بالنضوب فضلا عن المخاطر التي تهددها هذا بالإضافة إلى المشاكل البيئية التي حلت بالارض جراء الاعتماد على تلك المصادر التقليدية للطاقة، لذلك بدأت الدول ولاسيما

المتقدمة التفكير بعقلانية في السعي نحو الاستفادة من مصادر الطاقة البديلة والمتجددة كالطاقة الشمسية ..... وغيرها .

أهمية البحث :

تأتي أهمية البحث من أهمية الطاقة بالنسبة للإنسان بصفة عامة لارتباطها الوثيق بعمليات الإنتاج، وأهمية مصادر الطاقة المتجددة بصفة خاصة لمواجهة المخاطر التي تواجه الاعتماد على المصادر التقليدية، وكذلك الآثار السلبية الناجمة عن استخدامها خاصة البيئية منها وتعد الطاقة الشمسية أحد أهم هذه المصادر البديلة والمتجددة لأنها مصدر للطاقة دائم لا ينضب، وتتعدد صور الاستفادة منها (الحرارية – الكهربائية) وتحقق الكفاءة الاقتصادية بالنظر إلى جانب التكاليف الذي قد يكون ذا انعكاسات ايجابية على الاقتصاد الوطني – كما أن استخدامها كمورد اقتصادي لا يشكل اعتداءً على البيئة وما تذخر به من موارد طبيعية بما يحفظ للأجيال القادمة حقها في الموارد مما يتحقق معه مفهوم التنمية المستدامة.

إشكالية البحث :

تتمثل إشكالية البحث في أنه وعلى الرغم من الإمكانات التي تتمتع بها معظم الدول ولاسيما جمهورية مصر العربية من كميات هائلة من الإسطاع الشمسي نظرا لأنها تقع في منطقة الحزام الشمسي ذات السطوع المتميز والتي تتراوح فيها متوسط عدد ساعات سطوع الشمس ما بين ٩ : ١١ ساعة يوميا مع أيام غياب محدودة على مدار العام ؛ إلا أنه لا يتم توظيفها والاستفادة منها بشكل فعال كبديل لمصادر الطاقة التقليدية المهددة بالمخاطر والتي قاربت على النضوب .

وتثير إشكالية البحث على هذا النحو عدة تساؤلات هامة أهمها :

- هل تتوافر للطاقة الشمسية كمورد للطاقة المتجددة تلك الضوابط التي تتوافر لاستخدام
  الموارد الاقتصادية ؟
- ما هي الإمكانات التكنولوجية المتاحة للاستفادة من الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة ؟

– هل يمكن بهذه الإمكانات التكنولوجية تقليص فجوة الاستخدام بين مصادر الطاقة التقليدية
والطاقة الشمسية ؟

– وأخيرا ما هي الأبعاد الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة ؟

إن محاولة الإجابة عن هذه التساؤلات قد تكشف بوضوح عن الهدف من البحث .

هدف البحث :

من خلال أهمية البحث وإشكاليته والتساؤلات المطروحة يتجلى هدف البحث، إذ يهدف إلى إلقاء الضوء حول مدى توافر ضوابط استخدام الموارد الاقتصادية في الطاقة الشمسية كمورد للطاقة المتجددة، وكذلك بيان أهم نظم استخدام الطاقة الشمسية في سوق الطاقة العالمي ومدى إمكانية الاستفادة منها في جمهورية مصر العربية، وأخيرا يحاول البحث إيضاح أهم الآثار الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة التقليدية – خاصة – فيما يتعلق بأهميتها في تأمين مصادر الطاقة والحفاظ على البيئة لتحقيق مفهوم التنمية المستدامة، وكذلك إبراز أهمية هذا المصدر من الطاقة في دعم القدرة التنافسية للقطاعات الإنتاجية .

منهج البحث :

لتحقيق هدف الدراسة فقد اعتمد الباحث على المنهج التحليلي بطريقتيه الاستقرائية والاستنباطية، وذلك في تحليل المعلومات التي يتم الحصول عليها من البحوث السابقة والتقارير والمؤتمرات ذات الصلة بموضوع البحث، وكذلك الإحصاءات المتاحة لدى الأجهزة والمراكز والوزارات المعنية بالطاقة الجديدة والمتجددة .

تقسيم البحث :

لإظهار أهمية الدراسة ولتحقيق الهدف منها وللإجابة على ما تثيره من تساؤلات فقد رأينا تقسيم محتوياتها إلى ثلاثة فصول كما يلي :

الفصل الأول : يتضمن أساسيات حول الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة أهمها توضيح مفهوم الطاقة المتجددة وأهم مصادرها، ثم الضوابط الاقتصادية لاستغلال الطاقة الشمسية .

الفصل الثاني : يتضمن تطور السوق العالمي للطاقة الشمسية ومؤشرات حول جانب الطلب والعرض في هذه السوق، وتقنيات استخدام الطاقة الشمسية وأهم نماذج الاستخدام، كما نعرض في هذا الفصل واقع استخدام الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية من خلال بيان أوجه الاستخدام الممكنة في مصر وقدرات التصنيع المحلي لمعدات استخدام الطاقة الشمسية .

الفصل الثالث : يتضمن الأبعاد الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية حيث يهدف هذا الفصل إلى بلورة الأهمية الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية من خلال أثرها في تحقيق التنمية المستدامة، وتأمين مصادر الطاقة، وأخيرا أثرها في دعم القدرة التنافسية للقطاعات الإنتاجية .

الفصل الأول

أساسيات حول الطاقة الشمسية

تمثل الطاقة عصب الحياة في كل مجتمع، بل هي في كثير من الأحيان السبب الرئيسي للصراعات الدائرة بين الدول، ولقد ظل العالم لقرون طويلة يعتمد على مصادر الطاقة التقليدية (الحفرية) النادرة والتي لا تتوفر لكل الدول، فضلا عن أنها مهما طالت فترة استغلالها فإنها زائلة، لذلك سعت دول العالم نحو توظيف الطاقات المتجددة والتقليص من الاعتماد بشكل تدريجي على مصادر الطاقة التقليدية ومحاولة الوصول إلى تكنولوجيات وتقنيات تبسط استخدام مصادر الطاقة المتجددة للاستفادة منها في المستقبل .

وتعد الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة التي اتجهت إليها أنظار العالم عقب أزمة البترول عام ١٩٧٣ وذلك لأنها مصدر دائم للطاقة طالما أن هناك حياة وأن الشمس ما زالت تشرق، فضلا عن أنه من خلال البحث والتطوير أمكن الوصول إلى كل صور الاستخدام التي يحتاجها الإنسان من هذه الطاقة .

في ضوء ما تقدم سوف نتناول في هذا الفصل توضيح مفهوم وتطور مصادر الطاقة المتجددة، ثم نعرض للضوابط الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية كأحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، وذلك في مبحثين كما يلي :

المبحث الأول : مفهوم الطاقة المتجددة ومصادرها .

المبحث الثاني : الضوابط الاقتصادية لاستغلال الطاقة الشمسية .

المبحث الأول

مفهوم الطاقة المتجددة ومصادرها

إن التعريف السائد للطاقة هو " القدرة على القيام بعمل ما "[١] فأيا كان العمل فكريا أو عضليا يتطلب لإنجازه قدرا ملائما من الطاقة، ولقد تطورت مصادر الطاقة مع تطور وسائل العمل التي ابتكرها الإنسان لإشباع احتياجاته المختلفة (المادية والمعنوية) على مدى تاريخه الطويل في البداية اعتمد الإنسان على قوته العضلية لإنجاز أعماله اليومية، ثم استخدم الطاقة الحيوانية واستغل حركة الرياح في تحريك السفن وتشغيل بعض طواحين الهواء، كما اعتمد على مساقط المياه في تحريك بعض الآلات البدائية وعرف الفحم منذ أن اكتشف النار فاستخدمه الإنسان كمصدر للطاقة، ثم اكتشف بعد ذلك البترول والغاز الطبيعي وغيرها من مصادر الطاقة التقليدية .

ولما كانت مصادر الطاقة التقليدية تتسم بالندرة وتنفذ باستغلالها كما أنها لا تتوفر لعديد من الدول، فقد بدأ الإنسان يسعى نحو الاستفادة من مصادر الطاقة الأخرى المتجددة أو الدائمة مستفيدا في ذلك بالتطور التكنولوجي الذي يشهده عصرنا الحالي، وفيما يلي نعرض لمفهوم الطاقة المتجددة وأهم مصادرها .

أولا : مفهوم الطاقة المتجددة ومصادرها :

تعرف الطاقة المتجددة أو الدائمة بأنها " هي تلك الطاقة التي يحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري"[٢] فهي تتميز بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاد معينها، كالطاقة التي نحصل عليها من الشمس والرياح والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والمائية، وكذلك الوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة[٣] .

---

(١) السيد شوقي السيد " بحث في الطاقة المتجددة " ، العنوان الالكتروني :
www.metfilms.com/domain-names

(٢) د. زوزو إبراهيم " المسألة البيئية والتنمية المستدامة " معهد علوم التسيير المركز الجامعي ، صـ١٧ .

(٣) هاني عبيد " الإنسان والبيئة " منظومات الطاقة والبيئة والسكان دار الشروق ، عمان سنة ٢٠٠٠ صـ٢٠٥ .

وسوف نتناول هذه المصادر بشيء من التفصيل :

ثانيا : مصادر الطاقة المتجددة :

١- الطاقة الشمسية :

تعد الطاقة الشمسية واحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة البديلة لمصادر الطاقة التقليدية (البترول - الغاز الطبيعي - إلخ ..) والتي تعقد عليها الآمال المستقبلية لكونها طاقة نظيفة وآمنة ودائمة لا تنضب، لذلك فإن دولا عديدة تهتم بهذا المصدر وتضعه هدفا تسعى لتحقيقه، ويرجع ذلك إلى الاستخدامات العديدة للطاقة الشمسية سواء على صورتها الطبيعية (تسخين - تبريد - تجفيف) أو بعد تحويلها إلى طاقة كهربائية (باستخدام الخلايا الكهروضوئية) والتي تتعدد استخداماتها كما ستوضح الدراسة، وتتوقع الجهات الدولية أنه بحلول عام ٢٠٢٥ سوف تسهم النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء بحوالي ١٣٠ جيجا وات[١] وبحسب ما ورد بتقرير *Renewable 2007 : Global status report* فإن معدل نمو الاستثمارات في الخلايا الشمسية تتراوح بين ٥٠% إلى ٦٠% ليسجل أعلى معدل نمو على مستوى تطبيقات الطاقة المتجددة خلال عام ٢٠٠٦، والتسخين الشمسي للمياه من ١٥ - ٢٠% ومثل هذه المؤشرات تعكس التطور الكبير في الاستثمارات الموجهة في الطاقة الشمسية حتى أنها أصبحت صناعة عالمية تستقطب رأس مال قدره ١٢ مليار دولار[٢] .

٢- الطاقة الهوائية (طاقة الرياح) :

الطاقة الهوائية هي الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح، واستخدمت طاقة الرياح منذ القدم، سواء في تسيير السفن الشراعية وإدارة طواحين الهواء لطحن الغلال والحبوب أم في رفع المياه من الآبار، كما تستخدم طاقة الرياح في

---

(١) الأمم المتحدة ، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا - اسكوا - (٢٠٠١) " إمكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في دول الاسكوا ، الجزء الثاني - النظم الشمسية الحرارية " .

(2) Renewable energy policy network for the 20 century (Dec -2007: Global status Report) .

تحويل الرياح إلى طاقة ميكانيكية تستخدم مباشرة أو يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال مولدات[١] ويمكن حسب تقديرات منظمة المقاييس العالمية توليد ٢٠ مليون ميجا واط من هذا المصدر على نطاق عالمي، وهو أضعاف قدرة الطاقة المائية وفي الولايات المتحدة الأمريكية زاد إنتاج الطاقة من الرياح إلى أكثر من ٤٠ ألف ميجا واط عام ٢٠٠٣ وهو ما يكفي لتغذية ١٩ مليون منزل في بلدان متقدمة بالكهرباء، وتبلغ قيمة المبيعات من طاقة الرياح أكثر من ٩ مليارات دولار في العام، ويعمل في مجال توليد الطاقة من الرياح أكثر من مائة ألف فرد في العالم[٢] .

٣- طاقة الكتلة الحيوية :

إن طاقة الكتلة الحيوية أو كما تسمى أحيانا الطاقة الحيوية هي في الأساس مادة عضوية مثل الخشب والمحاصيل الزراعية والمخلفات الحيوانية، وهي طاقة متجددة، لأنها تحول طاقة الشمس إلى طاقة مخزنة في النباتات عن طريق عملية التمثيل الضوئي، فطالما هناك نباتات خضراء فهناك طاقة شمسية مخزنة فيها، وتكمن أهمية الطاقة الحيوية في أنها تأتي في المرتبة الرابعة لمصادر الطاقة في الوقت الحاضر، حيث تشكل ما نسبته ١٤% من احتياجات الطاقة في العالم، وتزداد أهمية هذه الطاقة في الدول النامية حيث ترتفع تلك النسبة إلى حوالي ٣٥% من احتياجات الطاقة في تلك الدول وخاصة المناطق الريفية[٣] . وتسعى بعض الدول إلى استغلال هذه الطاقة بشكل مدروس عن طريق الاستفادة من المخلفات الزراعية، وأخشاب الغابات وزراعة بعض المحاصيل للاستفادة منها في الحصول على الطاقة .

٤- طاقة الحرارة الجوفية :

الحرارة الجوفية هي طاقات حرارية دفينة في أعماق الأرض وموجودة بشكل مخزون من المياه الساخنة أو البخار والصخور البركانية المنصهرة في باطن

---

(١) قد بدأت مصر الاستفادة من طاقة الرياح حديثا في شكل وحدات صغيرة لرفع المياه الجوفية على السواحل الشمالية .

(٢) تقرير صادر عن معهد World Wotoh واشنطن وهي جماعة ضغط بيئية مقرها واشنطن – الولايات المتحدة الأمريكية

(٣) هاني عبيد . منظومات الطاقة والبيئة والسكان . مرجع سابق صـ٢١٩ .

الأرض[١] . وطاقة الحرارة الجوفية المستغلة حاليا عن طريق وسائل التقنية المتوفرة هي المياه الساخنة والبخار الساخن، بينما حقول الصخور الحارة أو البركانية مازالت قيد الدراسة والبحث، ويذكر *D-Etken* أن طاقة حرارة باطن الأرض تعد مصدراً أساسيا للطاقة المتجددة لنحو ٥٨ دولة منها ٣٩ دولة يمكن إمدادها بالكامل بنسبة ١٠٠% من هذه الطاقة، وفي مصر تستخدم طاقة حرارة باطن الأرض في الاستشفاء كما في حمام فرعون وعيون موسى، وفي بعض الدول الأوروبية كمصدر لتدفئة المنازل في الشتاء القارص[٢] وحتى الآن ليس هناك دراسات شاملة حول حجم ومدى إمكان استغلال هذه الموارد، إذ أن نسبة استغلالها لا تزال ضئيلة، وتبقى زيادة مساهمة هذا المصدر في تلبية احتياجات الإنسان رهنا بالتطورات التكنولوجية وأعمال البحث والتنقيب التي ستجرى مستقبلا[٣] .

٥- الطاقة المائية :

يعود تاريخ الاعتماد على المياه كمصدر للطاقة إلى ما قبل اكتشاف الطاقة البخارية في القرن الثامن عشر، حتى ذلك الوقت كان الإنسان يستخدم مياه الأنهار في تشغيل بعض النواعير التي كانت تستعمل لإدارة مطاحن الدقيق وآلات النسيج ونشر الأخشاب، وفي عصرنا الحالي بدأ استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية كما هو في (مصر، النرويج، السويد، كندا، البرازيل ..... إلخ) ومن أجل هذه الغاية، تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الأنهار، وتبنى السدود والبحيرات الاصطناعية لتوفير كميات كبيرة من الماء تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة، وتشير

---

(١) إسلام أحمد مدحت : " الطاقة ومصادرها المختلفة " مركز الأهرام للترجمة والنشر ، القاهرة ١٩٨٨ ، صـ١١ .

(٢) دونالد اتكين : " التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة " المنظمة الدولية للطاقة الشمسية ، ترجمة : هشام العجماوي ، ٢٠٠٥

(٣) تستعمل طاقة الحرارة الجوفية في توليد الكهرباء والتدفئة ، وتجفيف المحاصيل الزراعية ، واستخدامات صناعية وطبية ، واستطاعت الجزائر الاستفادة من الينابيع الساخنة في أغراض طبية وسياحية .

انظر : د. محمد طالبي : " أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة " مجلة الباحث عدد يونيو ٢٠٠٨ ، صـ٢٠١ .

التوقعات المستقبلية لهذا المصدر من الطاقة إلى زيادة تقدر بخمسة أضعاف الطاقة الحالية بحلول عام ٢٠٢٠م .

٦- الطاقة الهيدروجينية :

يتصف غاز الهيدروجين بمميزات تجعله وقودا جيدا نظرا لوفرته ولخفته ونظافته وكذلك لما يتميز به من حيث التخزين والتوزيع والنقل وقلة العوادم الضارة الناتجة بعد إحراقه ومن أشهر الاستخدامات لتكنولوجيا الهيدروجين هي خلايا الوقود حيث تقوم خلايا الوقود باستخدام الهيدروجين الموجود في أنواع من الوقود مثل الميثانول والايثانول والغاز الطبيعي والماء والبنزين، كما يمكن أيضا الحصول على الهيدروجين من مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية والكتلة الحيوية، وطاقة الرياح ويستعمل غاز الهيدروجين في توليد الكهرباء كما يستعمل في الصناعة في عمليات الاختزال وفي صنع بعض أنواع المخصبات الزراعية وبعض أنواع اللدائن[١] ويرى بعض الخبراء أن الهيدروجين سوف يمثل ركيزة للمجتمعات في المستقبل ليحل محل الغاز الطبيعي والبترول والفحم والكهرباء حيث يرون أن اقتصاديات الهيدروجين الجديدة – على المدى البعيد – سوف تحل محل الوقود الحفري، وفي فبراير ٢٠٠٥ خصص الرئيس الأمريكي جورج بوش ١.٢ مليار دولار لدعم أبحاث الهيدروجين في مجال تصنيع عربات تعمل بخلايا الوقود بحلول عام ٢٠٢٠، وذلك باحتواء السيارة على جهاز كهروكيميائي "*Electrochemical*" يفصل الهيدروجين والأكسجين لإنتاج كهرباء يمكنها إدارة موتور كهربي يتولى إدارة السيارة[٢] .

بعد هذا العرض لمصادر الطاقة المتجددة يمكن القول بأن الطاقة الشمسية تعد أحد أهم هذه المصادر، وذلك لأنها المصدر الرئيسي لمعظم مصادر الطاقة

---

(١) محمد مصطفى الخياط – ماجد كرم الدين " الطاقة المتجددة الحاضر ومسارات المستقبل " ورشة عمل عن أنواع الطاقة المتجددة ، برعاية مؤسسة هانس زايدال الألمانية ، القاهرة – أغسطس ٢٠٠٧

وانظر أيضا : عادل سعد غنايم : الطاقة المتجددة ، بحث منشور على الموقع الالكتروني www.phys4all.com

(2) Belgian Academy council for applied science (April 2006) , " Hydrogen as an energy carrier "

المتجددة الأخرى، سواء ما كان منها مخزون في طاقة الرياح، والطاقة الحرارية في جوف الأرض، والطاقة المولدة في مساقط المياه وغيرها، إذ لا يمكن تصور وجود أحد هذه المصادر المتجددة بدون وجود شمس تشرق على الأرض حتى أن البعض يطلق عليها شعار " الشمس أم الطاقات " كما أنها مورد يتوافر للدول الغنية والفقيرة على السواء، فضلا عن ذلك فإن الطاقة الشمسية تعد أهم مصادر الطاقة المتجددة التي يتوفر لها العديد من الضوابط الاقتصادية التي يلزم توافرها لاستغلال الموارد الطبيعية والتي نتناولها بالدراسة في المبحث التالي .

المبحث الثاني

الضوابط الاقتصادية لاستغلال الطاقة الشمسية

يتوقف استغلال الموارد الطبيعية على عدد من العوامل الاقتصادية، أهمها حجم الطلب على المورد، ووجود المورد بالنسبة للموارد الأخرى البديلة، وتكلفة استخراج واستهلاك هذا المورد وتعدد صور استخدامه، فضلا عن كيفية استغلال المورد على نحو يحفظ للأجيال القادمة حقها في الموارد الاقتصادية لتحقيق التنمية المستدامة .

وسوف نحاول في هذا المبحث توضيح مدى توافر هذه الضوابط في الطاقة الشمسية كأحد أهم مصادر الطاقة الطبيعية والمتجددة حتى نبرز أهمية الطاقة الشمسية وضرورة الاستفادة منها، وهو ما تتضح من خلاله أهمية البحث وذلك على النحو التالي :

أولا: الطاقة الشمسية وزيادة معدلات استهلاك الطاقة :

نظرا للزيادة الهائلة في أعداد السكان في العالم، بالإضافة إلى الأخذ بأساليب التكنولوجيا الحديثة في جميع الأنشطة الحياتية المختلفة، فإن ذلك قد أدى إلى الزيادة في استهلاك الطاقة بشكل واضح سواء على مستوى الأفراد أو على مستوى قطاعات الإنتاج .

<u>فعلى مستوى الأفراد</u> : هناك زيادة في استهلاك الأفراد للطاقة في المسكن بسبب مستوى التحضر والاعتماد على الآلة في كافة أنشطة المنزل مع تنوع الأجهزة

وتعددها، ولم يقتصر الأمر على المدن فقط ولكن امتد بشكل كبير إلى الريف، كما تعقدت التجهيزات داخل المباني المختلفة سواء التجارية أو الصحية أو التعليمية أو الرياضية وغيرها، وكل هذه التجهيزات تتطلب طاقة تشغيل تمثل زيادة في استهلاك الطاقة .

أما على مستوى قطاعات الإنتاج : فقد ازدادت الحاجة إلى الطاقة في جميع القطاعات الإنتاجية المختلفة، مثل القطاع الزراعي نتيجة التوسع في استعمال الآلة وميكنة عملية الزراعة بكافة مراحلها الإنتاجية، والقطاع الصناعي – أيضا – حيث تطورت عملية الإنتاج في السلع والزيادة في خطوط الإنتاج ومراحله المختلفة سواء استخراج الخامات أو تنقيتها وتشكيلها وتحويلها إلى مواد مصنعة، وفي قطاع النقل انتشرت السيارات في كل أنحاء العالم وزادت ملكيتها، واستخدمت في عمليات النقل، هذا بجانب الحاجة إلى تطوير وسائل النقل وتحديثها .

كل ذلك قد أدى إلى الزيادة في معدلات استهلاك الطاقة، ويوضح الجدول رقم (١) تطور الاستهلاك العالمي من الطاقة .

جدول رقم (١)

تطور الاستهلاك العالمي من الطاقة حسب مصادرها الأولية (١٩٥٠-٢٠٠٠)

(الوحدة : مليون ب/ى بترول مكافئ)

مصادر الطاقة / السنة	زيت	غاز طبيعي	فحم	نووية	مائية	الإجمالي
١٩٥٠	٩٠١	٣.٣	٢٠.٩	–	١.٨	٣٥.١
١٩٦٠	٢١.٦	٨.١	٣٠.٠٠	–	٣.٦	٦٣.٣
١٩٧٠	٤٦.٤	١٨.٦	٣٢.٧	–	٦.١	١٠٤.٢
١٩٨٠	٦١.٦	٢٦.٧	٤٠.٤	٣.١	٨.٤	١٤٢.١
١٩٩٠	٦٤.٩	٣٦.٤	٤٥.٩	٩.٦	١١.٣	١٦٨.١
٢٠٠٠	٧٢.٣	٤٦.٢	٥٠.٦	١٥.٦	١٥.٢	١٩٩.٩

المصدر : أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا مجلس بحوث العلوم الاقتصادية، القاهرة – اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر، ١٩٨٩م .

يتضح من الجدول أن إجمالي ما استهلكه العالم من الطاقة عام ٢٠٠٠ قد زاد إلى ٥.٨ أضعاف ما استهلكه عام ١٩٥٠ مما يدل على زيادة حجم الاستهلاك العالمي من الطاقة وترجع هذه الزيادة من الطاقة كما ذكرنا آنفا إلى الزيادة الهائلة في عدد السكان في العالم، فضلا عن التقدم التكنولوجي .

يتضح مما سبق يتبين أن الزيادة الهائلة في استهلاك الطاقة تهدد مصادر الطاقة التقليدية الحالية بالنضوب خلال بضع عشرات من السنين على أقصى تقدير، هذا بالنسبة للدول التي تتوفر لها هذه المصادر، أما الدول التي تعتمد في مصادر الطاقة على استيرادها فإن الأمر يهدد كيانها الاقتصادي واستقلالها السياسي إلى حد كبير. من هنا تتضح أهمية البحث عن مصادر بديلة للطاقة، وتعد الطاقة الشمسية واحدة من بدائل الطاقة المتجددة التي يمكنها أن تمد البشرية بما يزيد عن إجمالي احتياجاتها من الطاقة بنحو ٥٠٠٠ مرة، إذ أن الطاقة التي يمكن الحصول عليها من أشعة الشمس لمدة ١٠٥ دقيقة تكفي احتياجات واستهلاك العالم من الطاقة لمدة عام[1] .

ثانيا: تعدد صور استخدام الطاقة الشمسية :

من أهم خصائص الموارد تعدد صور استخدامها حتى تشبع حاجات مختلفة للإنسان – فالأرض مثلا قد تزرع وقد تستخدم للبناء عليها – وكذلك الحال بالنسبة للطاقة الشمسية إذ تتعدد صور استخدامها كمصدر للطاقة كما يلي :

١- مصدر للطاقة الحرارية والضوئية : (الطاقة الشمسية السالبة) ***Passive solar energy***

وهي تعني استخدام الطاقة الشمسية على صورتها الأولى (ضوء – حرارة) في عملية الإضاءة والتسخين والتبريد والتجفيف بدون أي تمويل أو استخدام أي أجهزة وسيطة ومن هذه الصور ما يلي :

* تسخين الماء : تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية ضوء الشمس في تسخين الماء ففي المنخفضات الجغرافية التي تقع تحت ٤٠ درجة م يمكن أن يتم توفير ما يتراوح من ٦٠% إلى ٧٠% من الماء الساخن المستخدم في المنازل

(1) Climatech web site : http://www.climatech-sa-.com

بدرجات حرارة ترتفع إلى ٦٠ درجة م بواسطة ونظم التسخين الشمس التي تعمل بالطاقة الشمسية .

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

* تحلية المياه : يمكن استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه باستخدام المقطرات الشمسية وذلك عن طريق ملء أحواض بالمياد المالحة وتغطيتها بأسطح شفافة تسمح بمرور أشعة الشمس ولا تسمح بخروج بخار الماء حيث يتكثف على السطح الداخلي، والمقطر الشمسي لا يحتاج إلى أي طاقة خارجية في تشغيله، ويمكن للمتر المربع منه أن ينتج حوالي ٥ لترات من الماء العذب يوميا، وتصلح هذه المقطرات في المناطق النائية لتوفير المياه العذبة[١] .

* معالجة مياه الصرف الصحي : حيث يتم استخدام الطاقة الشمسية أيضا في إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحلل الضوئي .

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

* الاستخدامات الزراعية للطاقة الشمسية : يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها إلى زيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات والمحاصيل الزراعية ومن أبرز استخدامات الطاقة الشمسية في المجال الزراعي، استخدامها عن طريق الصوبات الزراعية، التي يمكن بواسطتها توفير الجو المناسب لنمو النبات سواء حرارة أو برودة باستخدام نظرية التكثيف الشمسي للمياه . وكذلك استخدامها في تجفيف المنتجات الزراعية بتعريضها بشكل مباشر لأشعة الشمس مع تغطيتها بسطح شفاف لتجنب الأتربة والأمطار الحشرات والحفاظ على قيمتها الغذائية .

٢- الطاقة الشمسية مصدر للطاقة الكهربائية والميكانيكية:(الطاقة الشمسية الموجبة *(Negative solar energy*

---

(١) عبد الله حسين : " اقتصاديات الطاقة في مصر " وزارة البحث العلمي ، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا ، مجلس بحوث العلوم الاقتصادية ، القاهرة ، ١٩٩٢م . صـ ١٣٦ .

لقد أمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى طاقة كهربية بعد اكتشاف " بيكوريل Bikoril " للخلية الفوتوفلتيه P.V (*Photo voltaic*) عام ١٩٨١[١] واستخدام التيار الكهربي الناتج عنها في إدارة الأجهزة المختلفة، وقد تم تطوير بعض أنظمة الخلايا الفوتوفلتيه عن طريق أنظمة التركيز الكهروضوئي Csp " *Concentrating Solar Power* "[٢]، يمكن تصنيف الاستخدامات للطاقة الكهربية الناتجة من الطاقة الشمسية حسب القدرة وتنقسم إلى[٣] :

* استخدامات ذات قدرة منخفضة : وتشمل (أجهزة الحاسبات الالكترونية - أجهزة الإذاعة المسموعة - الساعات - الألعاب الالكترونية) .
* استخدامات ذات قدرة متوسطة : وتشمل (الإنارة - أجهزة الإذاعة المرئية - الثلاجات - إشارات المرور - المراوح - الهواتف - أجهزة التكييف - شاحنات السياج الكهربائي) .
* استخدامات ذات قدرة مرتفعة : وتشمل (ضخ المياه - محطات الاتصال - محطات الأقمار الصناعية - تغذية شبكات الكهرباء العامة - طلمبات الري - المولدات الكهربية) .

ثالثا : وفرة الطاقة الشمسية :

إن استغلال مصادر الطاقة التقليدية يتوقف على أماكن وجودها وكيفية استخراجها ونقلها مما ينعكس بشكل واضح على نفقة استخراجها وثمن استهلاكها، في حين أن الطاقة الشمسية تتميز بالوفر في كل مكان تقريبا على اختلاف عدد

---

(١) يتم استخدام الخلايا الضوئية في صورة مسطحات ضوئية حيث يتكون المسطح من عدة خلايا ضوئية يتم توصيلها معا بصفائح سلكية معدنية مغطاة بملف من البلاستيك الحراري . وهذه المسطحات تتميز بأنها ذات عمر طويل حيث يتراوح عمرها من ١٥ إلى ٣٥ سنة ، وأمان بالنسبة للبيئة ، كما أنها تعطي شكلا معماريا جميلا .

(٢) أنظمة التركيز الكهروضوئي : هي أنظمة تعتمد على زيادة قدرة أشعة الشمس وليس زيادة مسطح الخلية ، بقصد الخفض في تكلفة السليكون المستخدم في الخلية الفوتوفلتيه .

(٣) إبراهيم أحمد صقر : الطاقة الشمسية - الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٨٧ ، صـ٦٢: ٧٠ .

. وانظر أيضا : إبراهيم محمد القرضاوي : أجيزة الطاقة الشمسية ، منشأة المعارف ١٩٩٥ ، الإسكندرية ، صـ٤٦ : ٧٦ .

ساعات سطوع الشمس في مناطق مختلفة من العالم، وتقع معظم دول الوطن العربي في أفضل مناطق العالم من حيث شدة الإشعاع الشمسي . حيث يتراوح متوسط سطوع الشمس مابين ٧ : ١٠ ساعات يوميا كمعدل على مدار السنة بالإضافة إلى إنه توجد في معظم دول الوطن العربي مساحات شاسعة من الصحاري والأراضي البور التي يمكن استخدامها لالتقاط وتركيز الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة مفيدة (حرارية – كهربية – ميكانيكية) .

رابعا : الطاقة الشمسية وحماية البيئة لأجل التنمية المستخدمة :

إن عمليات الحصول على الطاقة من مصادرها التقليدية (الفحم – البترول – الكهرباء – الطاقة النووية) والمتمثلة في استخراجها ومعالجتها واستهلاكها ينتج عنها العديد من الغازات منها (ثاني أكسيد الكربون – أكاسيد النيتروجين – ثاني أكسيد الكبريت – الرصاص .... إلخ) وكذلك بعض الأتربة والأشعة الضارة ورغم أن ثاني أكسيد الكربون يعد من مكونات الهواء الجوي إلا أن كميته قد ازدادت في الفترة الأخيرة نتيجة زيادة معدل حجم الاستهلاك واحتراق مصادر الطاقة التقليدية مما كان له العديد من الآثار الضارة على البيئة أهمها زيادة تلوث الهواء التي تؤدي إلى إصابة الجهاز التنفسي بالعديد من الأمراض وفي بعض الأحيان إلى الوفاة وهو ما يؤثر بدوره على المورد البشري كأحد أهم عناصر الإنتاج .

هذا بالإضافة إلى ما أكده العلماء من أن ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى في الجو الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة التقليدية قد أدت إلى ارتفاع معدل درجة حرارة الجو والتي ترتب عليها ظاهرة الاحتباس الحراري والمعروفة بالغازات الدفيئة والتي تشمل (أكسيد الكربون – أكسيد النيتروز – الميثان ***Sulfur hexa flourid***) وتوقع العلماء والمختصون بأنه إذا استمر الحال كما هو فإن كمية ثاني أكسيد الكربون ستزداد من سبعة مليار طن سنويا حاليا إلى أربعين مليار طن سنويا[1] مما يؤدي إلى العديد من المضار الاقتصادية والمشاكل التنموية التي تتمثل في التأثير على الزراعة والمحاصيل الزراعية وتفاقم مشكلة الغذاء، هذا بالإضافة إلى ذوبان جبال الثلج في القطب الشمالي والذي يؤدي إلى

(1) wilkipedia (the free encyclopedia) , the effects of global watming February 6 , 2009 .

ارتفاع مستوى المياه في البحر وبالتالي غرق مناطق ساحلية شاسعة ذات كثافة سكانية فضلا عن ضعف خصوبة التربة، ومعاناة الشعوب بسبب نقص المأوى والمأكل وتشريد أكثر من ٢٠٠ مليون نسمة وانقراض ٤٠% من نوعية الحيوانات والكائنات الحية فضلا عما يلحق القطاعين السياحي والصناعي من أضرار[١] .

أمام هذه الحقائق العلمية والتوقعات الاقتصادية كان لابد للمنظمات والمؤسسات الدولية أن تبذل جهودها للحد من زيادة تلوث البيئة، وفي هذا السياق لابد أن نشير إلى أشهر اتفاقية في هذا الصدد وهي اتفاقية كيوتو والتي وقعت عليها عند صدورها سنة ١٩٩٧ نحو ٩٧ دولة ليصبح عدد الدول في سنة ٢٠٠١ نحو ١٨٠ دولة منها عدد من الدول العربية، وتعاقبت بعدها العديد من الجهود الدولية للحد من تلوث البيئة [٢]، لذلك ولتجنب هذه المخاطر والأضرار البيئية اتفقت كل الجهود الدولية على ضرورة توفير الدعم اللازم وتسويق برامج ومشاريع الاستفادة من مصادر الطاقة الجديدة بهدف تقليص الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية بنسبة ٤٠% في سنة ٢٠٢٥ .

وتعتبر الطاقة الشمسية أهم مصادر الطاقة التي يمكن أن تلعب دورا مهما في هذا الاتجاه وهو الحد من انبعاث الغازات الضارة بالبيئة إذا ما قورنت بمصادر الطاقة الأخرى لأنها تتميز بأنها طاقة نظيفة لا ينتج عنها أي نوع من أنواع التلوث

---

(2) Husseen , Ahmed , principles of environmental Economic , chapter 7 , Roultledge : London , 2004 , P. 27 .

(٣) تجسد الاهتمام الدولي بالبيئة من خلال عقد الندوات والمؤتمرات الدولية ، أهمها المؤتمر الدولي الأول حول البيئة الذي انعقد في استكيولم سنة ١٩٧٢ ووضع شعار " أرض واحدة " وعبر هذا المؤتمر آنذاك عن شكل جديد من الترابط المتمثل في مسئوليتنا المشتركة إزاء سلامة الغلاف الجوي ، وتم إنشاء العديد من التنظيمات البيئية كبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ، واللجنة الدولية للبيئة والتنمية ، وسميت اتفاقية كيوتو نسبة إلى المدينة اليابانية التي وقعت بها سنة ١٩٩٧ والتي انبثقت من اتفاقية قمة الأرض التي انعقدت في مدينة ريودي جانيزو البرازيلية عام ١٩٩٢ ، وقد أجمع = = المجتمع الدولي في هذه الاتفاقية على الحد من انبعاث الغازات الضارة بالبيئة بمعدل سنوي يزيد على ٥% ، واقترح بعض المشاركين في الاتفاقية رفع نسبة الحد من انبعاث الغازات لتصل إلى ١٠% سنويا .

انظر :

Kyoto Protocol to the united nations framework convention on climate change , 1997 . UNDOC , FCCC/Cp/L 7 /Add.1

في كافة صور استخدامها سواء في صورتها الأولى أم عند تحويلها إلى صورة كهربائية أو ميكانيكية .

عطفا على ما سبق فإنه يوجد ارتباط وثيق بين حماية البيئة وتحقيق التنمية، هذا الارتباط أدى إلى ظهور مفهوم للتنمية يسمى " التنمية المستدامة " والتي لا يمكن التفكير فيها بمعزل عن البيئة، وعرفت التنمية المستدامة لأول مرة على يد اللجنة العالمية للبيئة والتنمية وذلك عندما طالبت بتحقيق التنمية التي " تفي باحتياجات الجيل الحاضر دون الإخلال باحتياجات المستقبل – الأجيال القادمة " وتم التأكيد على هذا المعنى من خلال المبدأ الثالث الذي تقرر في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢ حيث تم تعريف التنمية المستدامة على أنها " إنجاز الحق في التنمية على نحو متساو بين أجيال الحاضر والمستقبل "[١] .

يتضح مما سبق إن حماية البيئة ضرورة لتحقيق التنمية المستدامة، وأن استخدام الطاقة الشمسية كأحد أهم مصادر الطاقة المتجددة يعد أحد أهم وسائل حماية البيئة على نحو ما ذكرناه سلفا، ومن ثم تحقيق التنمية المستدامة لأن استخدامها لا يستنزف الموارد الطبيعية فحسب، بل ويحافظ على رأس المال الطبيعي (المادي – البيولوجي) للإنسان في حاضره ومستقبله، وبناء على ذلك فإن استخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة لا يعد اعتداءا على حقوق الأجيال القادمة في الاستفادة من الموارد الطبيعية وأن استخدامها بحفظ لهذه الأجيال حقها في الموارد الطبيعية التي تزخر بها البيئة .

خامسا: تكلفة استخدام الطاقة الشمسية :

من الضوابط الرئيسية في استغلال الموارد الاقتصادية في عملية الإنتاج النظر إلى نفقة إنتاجها واستهلاكها، لذلك فإنه على الرغم من أهمية الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة إلا أن الاستفادة منها مرتبط بتحديد نفقة استخدامها في عملية الإنتاج، تلك النفقات التي تعد معياراً هاماً للتنافسية بين مصادر الطاقة المختلفة .

غير أنه عند النظر إلى الجوانب الاقتصادية لمصادر الطاقة يجب الوعي بأن الأمر لا يقتصر على حساب التكاليف المادية لإنتاجها واستخدامها فحسب، بل يمتد إلى الجدوى الاقتصادية من استخدامها من ذلك حساب التكلفة على المدى البعيد،

---

(١) ف. دوجلاس موسيشيت : مبادئ التنمية المستدامة ، ترجمة بهاء شاهين ، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ، القاهرة ، سنة ٢٠٠٠ ، صـ ١٧ .

والعمر الافتراضي لأجهزة إنتاج الصور المختلفة منها، وعلى ذلك فإن تكلفة الطاقة تتضمن تكلفة الاستخراج، وطرق التحويل إلى صور مختلفة، والأجهزة المستخدمة، وتكلفة الاستهلاك، هذا بجانب تكلفة معالجة الآثار الضارة الناجمة عن عمليات (الاستخراج – التحويل – الاستهلاك) مثل التخلص من النفايات، ومعالجة أثار التلوث " حساب التكاليف البيئية " بالإضافة إلى التأثير السلبي على العنصر البشري وكفاءته وعناصر الإنتاج الأخرى – وهو ما يؤثر بدوره على النفقة الكلية للإنتاج ***Total cost for product*** .

بالنظر إلى المعايير السابقة فإن المقارنة بين الطاقة الشمسية والمصادر الأخرى . تضع الطاقة الشمسية في مقدمة المصادر لما تتمتع به من الانخفاض في تكلفة الاستهلاك ولاسيما عند استخدامها في صورتها الأولى (التسخين – التجفيف – التبريد – البسترة) أما تكلفة استخدامها عند تحويلها إلى طاقة كهربائية وميكانيكية فإن تكلفة الأجهزة المستخدمة في عملية التحويل تتوقف على الكميات المعروضة منها والتي تتحدد بدورها على أساس حجم الطلب والاستخدام للطاقة الشمسية فضلا عما يصل إليه مستوى البحوث والتطوير في هذا المجال[١] .

ومما تجدر الإشارة إليه أن تكلفة الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية تتقلص جزئيا مع مرور الزمن والتوسع في الاستثمار في مجال استخدام الطاقة الشمسية كما يبدو واضحاً من الجدول التالي :

---

(١) فعلي سبيل المثال : يرتفع ثمن الخلية الفوتوفلتيه المستخدمة في إنتاج الكهرباء من الشمس بسبب ارتفاع ثمن السليكون المستخدم ، إلا أن هذه الخلايا لا تمثل مشكلة في الصيانة ولا تحتاج إلى قطع غيار بسبب عدم وجود أجزاء متحركة فيها ، كما أنه يمكن البحث عن بدائل أخرى للسليكون أو تطوير نظام العمل بحيث يعتمد على تركيز الأشعة الشمسية لتصغير مسطح الخلية كما في حالة التركيز الضوئي ، هذا بجانب زيادة المعروض من هذه الأجهزة بقصد تقليل تكلفة التصنيع .
اسكوا : امكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في دول اسكوا ، الجزء الثالث " النظم الشمسية الكيروضوئية ، وثيقة رقم ٢ *E/SCWA /ENR/2001/4/Add*

الجدول رقم (٢)

تطور تكلفة الخلية الفوتوفولتية خلال الفترة من ١٩٨٠ : ٢٠٠٠

الوحدة : بالدولار

السنوات	التكاليف
١٩٨٠	١٠
١٩٨٣	٠٧
١٩٨٥	٠٥
١٩٨٧	٠٣
١٩٩٠	١.٥
٢٠٠٠	٠.٧

المصدر : *Revolution African in 1089 Janvier 1985*

يتضح من الجدول السابق الانخفاض التدريجي لتكلفة الخلية الفوتوفلتية وذلك نتيجة عوامل اقتصاديات الحجم وانخفاض تكلفة إنتاج الوحدة، كما تختلف تكلفة الوات في الأسواق العالمية حسب القدرة حيث تتراوح تكلفة الوات ذروة ذات القدرة المنخفضة ما بين ٨: ١٠ دولار وتكلفة الوات ذروة ذات القدرة المتوسطة والعالية بين ٢٠ : ٣٠ دولار.

وتسعى الدول الصناعية من خلال مراكز البحث والتطوير إلى خفض تكلفة الوات ذروة إلى نصف دولار .

وأخيراً وأياً كانت تكلفة استخدام الطاقة الشمسية فإنه لا يمكن الحكم بأنه مكلف حالياً وذلك لأن الاستخدام لا يزال يتم على نطاق ضيق. وإن التقنيات المستخدمة في تحويل الطاقة الشمسية لا تزال تحتاج إلى العديد من الجهود في عمليات البحث والتطوير .

بعد هذا العرض للضوابط الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة البديلة المتجددة يتضح لنا أن هذا المورد يتوفر له معظم الضوابط الاقتصادية التي تجعله في مقدمة مصادر الطاقة من حيث الاستخدام لكون الطاقة الشمسية هي الأوفر والأنظف والأقل تكلفة، وتتعدد صور استخدامها والأهم من ذلك أن استخدامها كمورد اقتصادي لا ينطوي على افتئات على حقوق الأجيال القادمة بما يتحقق معه مفهوم التنمية المستدامة ؛ غير أنه يثور تساؤل عن مؤشرات وتقنيات الاستفادة من الطاقة الشمسية في السوق العالمية، وجمهورية مصر العربية ؟ وهو ما سوف نحاول الإجابة عليه في الفصل التالي .

الفصل الثاني

مؤشرات حول السوق العالمية للطاقة الشمسية

وواقع استخدامها في جمهورية مصر العربية

ما زالت أسواق الطاقة الشمسية ثابتة منذ أول محاولة تمت في كاليفورنيا عام ١٩٩٠ بقدرة ٣٥٠ ميجا وات، وحاليا بدأ عمل خطط لتوزيع مصانع نظم الطاقة الشمسية في الولايات المتحدة الأمريكية وإسرائيل وأسبانيا وألمانيا، وأيضا بعض الدول النامية مثل الهند – مصر – المكسيك – المغرب والتي بدأت في التخطيط لاستخدام هذه التكنولوجيا بواسطة تلقي المساعدات من أطراف عديدة من الدول التي سبقتها في استخدام نظم الطاقة الشمسية[1] .

وعلى مدار العقد الماضي أولت جمهورية مصر العربية اهتماما كبيرا بالطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة بهدف دراسة مدى إمكانية استخدامها كطاقة بديلة ودراسة مدى جدوى تنفيذ تكنولوجيا الطاقة الشمسية، وهناك بعض الدراسات القليلة التي تم إعدادها بهدف دراسة الفرص المتاحة في قطاع الطاقة المتجددة للاستفادة من الطاقة الشمسية، وفي هذا الفصل سوف يتم استعراض بعض المؤشرات حول الطلب والعرض وكذلك تقنيات استخدام الطاقة الشمسية في السوق العالمي للطاقة وأيضا في جمهورية مصر العربية وذلك في مبحثين كما يلي :

المبحث الأول : مؤشرات حول السوق العالمية للطاقة الشمسية .

المبحث الثاني : واقع استخدام الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية .

المبحث الأول

مؤشرات حول السوق العالمية للطاقة الشمسية

يرتبط استخدام الطاقة الشمسية بالتطور التكنولوجي الهائل والسعي نحو الاستفادة من الموارد الطبيعية، حيث يتسع كل يوم نطاق البحث عن مصادر جديدة للطاقة لتشمل كل موارد الطاقة المتجددة، والجدير بالذكر أنه على الرغم من الاهتمام

---

(1) Control Agency for public mobilization and statistiecs : www.capas.gov.eg

الواسع في العالم بالتطورات التكنولوجية في مجال استخدام الطاقة الشمسية إلا أن التأصيل النظري وأبعاد تطبيقاتها العملية لم يتبلور بعد، لذا لا نستطيع دراسة سوق الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة المتجددة بذات أسلوب دراسة أسواق مصادر الطاقة التقليدية وذلك لضيق نطاق استخدامها فضلا عن كيفية وتكلفة الاستخدام على نحو لا يتفق وإمكانات معظم الدول النامية، لذلك سوف يكون تناولنا للسوق العالمية للطاقة الشمسية في صورة مؤشرات حول هذه السوق لتبين حجم الطلب والإنتاج العالمي، ثم نعرض للتقنيات استخدام الطاقة الشمسية في السوق العالمية وبعض نماذج هذا الاستخدام وذلك في مطلبين .

المطلب الأول : مؤشرات حول السوق العالمية للطاقة الشمسية .

المطلب الثاني : تقنيات استخدام الطاقة الشمسية في السوق العالمية .

المطلب الأول

مؤشرات حول السوق العالمية للطاقة الشمسية

من أبرز أهم آثار الثورة التكنولوجية انخفاض الأهمية النسبية لمصادر الطاقة التقليدية واتجاه أنظار العالم نحو الاستفادة من مصادر الطاقة البديلة والمتجددة على نحو أدى إلى تزايد نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في إجمالي إنتاج الطاقة في العالم، وتقدر الاستثمارات الكلية المطلوبة لتوفير البنية الأساسية من الطاقة على مستوى العالم حسب تقرير الوكالة الدولية للطاقة الصادر سنة ٢٠٠٣ خلال الفترة من ٢٠٠١ حتى ٢٠٣٠، بنحو ٥٥٠ بليون دولار سنويا، ومن المتوقع أن يرتفع متوسط معدل الاستثمار السنوي من ٤٥٠ بليون دولار عام ٢٠٠١/٢٠١٠ إلى ٦٣٠ بليون دولار في الفترة من ٢٠٢١ / ٢٠٣٠ .

وإذا قارنا الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة بالاستثمارات التي يتم دفعها سنويا لتوليد الطاقة على مستوى العالم والتي تقدر بنحو ١١٠/١٥٠ بليون دولار، نجد أنها تمثل حوالي ٢٠ : ٢٥% من إجمالي الاستثمارات في قطاع الطاقة العالمي وذلك خلال العقد الأول من القرن الحالي، ومن المتوقع أن تنمو هذه الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة لتصل إلى نحو ٢.٥٦٢ : ٣.٣٩٦ بليون

دولار في العقد الثاني من القرن الحالي و ٣.٨٨٣ بليون دولار في العقد الثالث من القرن الحالي . وكان توزيع الاستثمارات المشاركة في قطاع الطاقة المتجددة لعام ٢٠٠٣ حوالي ٣٨% لطاقة الرياح و ٤٥% للطاقة الشمسية و ١٧% لمصادر الطاقة المتجددة الأخرى (المائية – الكتلة الحيوية – الحرارة المستخرجة من الأرض)[١] .

في ضوء ما سبق يتبين أن الطاقة الشمسية تأتي في مقدمة مصادر الطاقة المتجددة حيث أنها تحظى بنسبة ٤٥% من حجم الاستثمارات المشاركة في قطاع الطاقة المتجددة، لذلك ولأهمية الطاقة الشمسية في السوق العالمية للطاقة المتجددة سوف نبين أهم المؤشرات حول السوق العالمية للطاقة الشمسية من خلال توضيح حجم الطلب والإنتاج العالمي للطاقة الشمسية وفقا لما يلي :

أولا : الطلب العالمي على الطاقة الشمسية :

تشكل الطاقة الشمسية نسبة كبيرة من الطلب العالمي في سوق تكنولوجيا الطاقة المتجددة، التي بلغت نسبته نحو ١.٤ تريليون دولار أمريكي عام ٢٠٠٨ ومن المتوقع أن تصل إلى ٣.١ تريليون دولار عام ٢٠٢٠ . ساهمت الطاقة الشمسية في هذه السوق بنسبة بلغت نحو ١٥% خلال عام ٢٠٠٧ ومن المتوقع أن تصل إلى نحو ٥٠% عام ٢٠٢٠ بسبب تزايد الإنفاق على البحث والتطوير في تكنولوجيا الطاقة الشمسية . ويؤكد ذلك تقرير الوكالة الدولية للطاقة الصادر في ٢٠٠٣ حيث نجد أنه يعطي مؤشرا هاما عن حجم الطلب العالمي على الطاقة الشمسية حيث بلغت نسبة الاستثمارات فيها نحو ٤٥% من إجمالي الاستثمارات المشاركة في قطاع الطاقة المتجددة منها ٢٤% للاستثمار في الخلايا الفوتوفولتية و ٢١% لسخانات المياه الشمسية . ولقد بلغ حجم الاستثمار العالمي في مجال الطاقة الشمسية نحو ٢٠ مليار دولار عام ٢٠٠٧، وتزايد حجم الاستثمار في الطاقة الشمسية ليرتفع من ١٥% خلال عام ٢٠٠٧ ليصل إلى نحو ٤٢% خلال عام ٢٠٠٨ نتيجة النمو الحادث في الصين .

---

(١) تقرير الوكالة الدولية للطاقة الصادر في ٢٠٠٣ .

- Oil and Gas overview , international energy agency 2004 . www.IEA.eg

ويعد الطلب على الطاقة الشمسية واستخدامها في عملية التسخين أو التبريد في نمو مستمر حيث تقدر السعة الحالية لمجمعات الحرارة الشمسية في العالم بنحو ١٧١ جيجا وات حرارية تمتلك الصين وحدها ما يزيد عن نصف هذه السعة العالمية يليها كل من أمريكا وألمانيا وتركيا واليابان واستراليا وإسرائيل والبرازيل والنمسا واليونان وذلك على التوالي، وبالنظر إلى مؤشر نصيب الفرد من الطاقة الشمسية نجد أن قبرص أكبر دولة حيث يصل هذا المؤشر فيها نحو ٦٥١ ك .وات لـ ١٠٠٠ شخص يليها إسرائيل ٤٩٩ ك.وات / ١٠٠٠ شخص ثم النمسا ٢٧٣ ك.وات / ١٠٠٠ شخص[١] .

أما الطلب على الطاقة الشمسية بغرض توليد الكهرباء باستخدام الخلايا الفوتوفلتية فقد تزايد في الآونة الأخيرة بسبب تزايد الطلب العالمي على الطاقة الكهربائية والذي يرجع إلى تزايد عدد السكان مع النمو الاقتصادي إذ يتوقع الخبراء تزايد حجم الاستهلاك من الكهرباء في دول حوض البحر المتوسط على سبيل المثال من ١٥٠٠ تيروات[٢] / سنة ٢٠١٠ الى نحو ٤١٠٠ تيروات سنة ٢٠٥٠ وهو ما يطابق مثيله من الاستهلاك في أوروبا، كما تشير توقعات الأمم المتحدة إلى زيادة حجم الاستهلاك من الكهرباء ببعض الدول مثل مصر وتركيا وإيران والعراق والسعودية وان الاستهلاك في دول حوض البحر المتوسط سيوافق مثيله في بعض دول الاتحاد الأوروبي وذلك لأنه وفقا لمخطط ***MED – CSP*** أنه سيتناقص استهلاك الطاقة في أوروبا، بينما يتزايد في دول البحر المتوسط نتيجة لتزايد الطلب العالمي على الطاقة الكهربائية، لذلك وللوفاء باحتياجات السوق العالمي للطاقة من الطاقة الكهربائية فقد اتجهت الدول إلى توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية وظهرت ما يعرف بالطاقة الفوتوفلتيه المولدة من الطاقة الشمسية ***Solar Photo voltaic*** حيث بلغ حجم الوحدات الإنتاجية في العالم ٥.٩٥ جيجا وات عام ٢٠٠٨ وبمعدل نمو بلغ ١١٠% مقارنة بعام ٢٠٠٧، وقد شكلت الدول الأوروبية نسبة ٢% من الطلب العالمي وأظهرت الإحصاءات تزايد معدل نمو الطلب الأسباني بمعدل ٢٨٥%

---

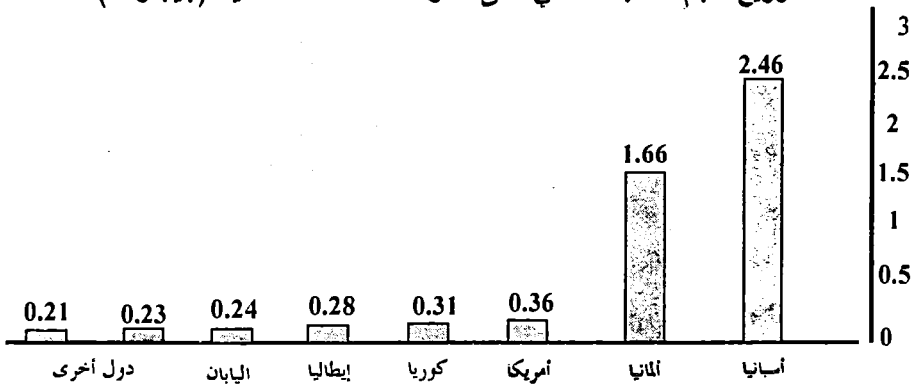
(1) Renewable energy essentials : solar heating and cooling , IEA .

(٢) تيروات = مليون ميجا وات

لتمثل المركز الأول عالميا تليها ألمانيا ثم أمريكا ثم كوريا ثم ايطاليا واليابـــان ودول أخرى في العالم بلغ نحو ٨١ دولة، كما يتضح من الشكل التالي :

الشكل رقم (١)

توزيع حجم الطلب العالمي على محولات الطاقة الشمسية (جيجاوات)



المصدر : *Key world energy statistics IEA, 2008*

ثانيا : الإنتاج العالمي للطاقة الشمسية :

لقد بلغ حجم الإنتاج العالمي من الطاقة الشمسية نحـــو ٦.٨٥ ميجـــا وات خلال عام ٢٠٠٨ مقارنة بحجم بلغ ٣.٤٤ ميجا وات عام ٢٠٠٧ أي بمعدل نمو بلغ ٩٩%، وما يزال حجم الإنتاج العالمي للطاقة الشمسية في زيادة مستمرة بعد زيـــادة انتشار مصانع إنتاج الطاقة الشمسية المركزة في العالم المختلفة خاصة في أســـبانيا وألمانيا وأمريكا، وأيضا بعض الدول النامية مثل الهند ومصر والمكسيك والمغـــرب والتي بدأت في التخطيط لاستخدام هذه التكنولوجيا بواسطة تلقي المســـاعدات مـــن أطراف عديدة[1] وتزايدت عدد وحدات إنتاج الكهرباء مـــن الطاقـــة الشمســـية فـــي الصين، وتايوان لتصل عام ٢٠٠٨ نحو ٣٣٠٤ وحدة بينما بلغت في أوروبـــا نحـــو ١٧٢٩ وحدة وفي اليابان ١١٧٢ وحدة بينما بلغت في الولايات المتحدة الأمريكيـــة نحو ٣٧٥ وحدة .

---

(1) Renewable energy essentials : concentrating solar thermal power . IEA
www.nrea.gov.eg

وتعددت الشركات العالمية المصنعة للخلايا الشمسية من بينها شركة سولار الألمانية – الفوتوات الفرنسية – اتيار سولار في ايطاليا كرونار في يوغوسلافيا – استروبور في كندا – هيليودينايكال في البرازيل ولقد حققت الشركات العاملة في مجال تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية أرباحا بلغت نحو ٣٧.١ مليار دولار عام ٢٠٠٨ .

أما عن أسعار الخلايا الشمسية والسخانات الشمسية في السوق العالمية فلقد ارتفعت أسعار الخلايا الشمسية فسجلت سعر الخلية في كاليفورنيا حوالي ٩٠٠٠ دولار/كيلووات وفي كندا نحو ٨٠٠٠ دولار /كيلووات وذلك في عام ٢٠٠٤، أما بالنسبة للسخانات الشمسية فهناك ما يزيد عن نسبة ٧٠% من السخانات الشمسية في العالم تم بيعها في الهند عام ٢٠٠٢ بأسعار اقل من ١٨٠ دولار، وأن أصغر أنواع السخانات الشمسية تتكون من مجمعات بمساحة ٢ م^{٢}، وهذا يعني أن سعر المتر المربع ٩٠ دولار، بالإضافة إلى ذلك فإن ٢٦% من المنتجات تم بيعها بأسعار تتراوح ما بين ٢٧٠ : ٣٦٠ دولار، هذا وقد قامت صناعة السخانات الشمسية في الصين عام ٢٠٠٠ بإنتاج ٦ مليون م^{٢} وتحقيق أرباح بلغت نحو ٧٥٠ مليون دولار[١] .

المطلب الثاني

تقنيات استخدام الطاقة الشمسية في العالم

ينصرف مفهوم التقدم التكنولوجي في مجال الطاقة الشمسية إلى حدوث تغييرات في نظم استخدام الطاقة الشمسية نتيجة حدوث ابتكارات علمية من شأنها التأثير على تقنيات استخدامها، وقد يؤدي التقدم التكنولوجي إلى زيادة الإنتاجية الحدية لكل وحدة من وحدات الطاقة الشمسية (الخلية الفوتوفلتيه) أو قد يحدث تغييرات في النسبة التي تتضافر بها مصادر الطاقة بحيث يؤدي ذلك إلى وفورات في استخدام الطاقة الشمسية بكثافة في عملية الإنتاج وهو ما يمكن أن نطلق عليه " التقدم الفني المتحيز " لذلك نجد أن معظم الدول تستثمر أموالا طائلة في مجال الاستفادة من الطاقة الشمسية على مستوى البحث والتطوير بغية تخفيض تكلفتها وزيادة كفاءتها وجعلها واعدة للإنتاج والتطبيق الموسع .

---

(1) Renewable Energy – market and policy trends in IEA countries 2008 edition .

في ضوء ما تقدم يركز العرض التالي على الإنفاق على البحث والتطوير في مجال الطاقة الشمسية وتقنيات الاستخدام المختلفة في السوق العالمية وذلك على النحو التالي :

أولا : البحث والتطوير في مجال الطاقة الشمسية :

تدرك الدول الصناعية أهمية استخدام الطاقة الشمسية كمصدر بديل ومتجدد لمصادر الطاقة التقليدية، غير أن هذا الاهتمام يحتاج إلى سياسات داعمة لتطوير استخدام الطاقة الشمسية أهم هذه السياسات ما يتعلق منها بالإنفاق على البحث والتطوير لدعم تكنولوجيات وتقنيات استخدام الطاقة الشمسية بغية الوصول إلى تخفيض تكلفة استخدامها وزيادة كفاءتها وتسهيل طرق إنتاجها وجعلها واعدة للإنتاج والتطبيق الموسع كما يتضح بالجدول التالي .

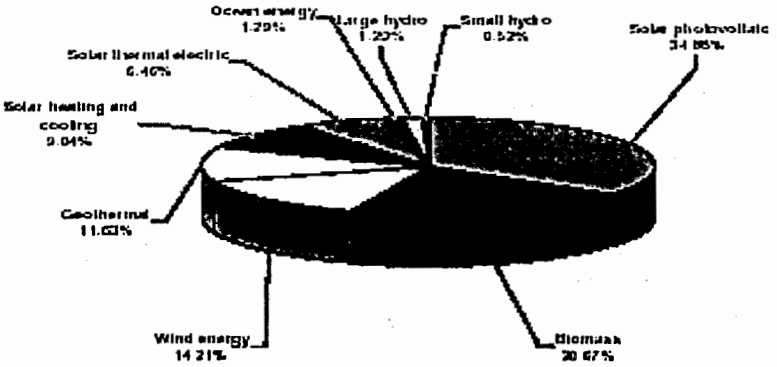
الجدول رقم (٣)

إنفاق بعض الدول على البحث والتطوير في مشاريع الخلايا الشمسية .

الدولة	الفترة الزمنية	المبلغ (بالمليون دولار)
الولايات المتحدة	١٩٧٥ – ١٩٨٥	٢٠٠٠
ألمانيا	١٩٧٣ – ١٩٨٨	١٥٠٠
فرنسا	١٩٨٢ – ١٩٨٩	٢٣٠
إيطاليا	١٩٨٥ – ١٩٨٩	١٢٠
اليابان	١٩٨٠ – ١٩٩٠	٥٥٠

المصدر : *Global Renewable energy review 2000*

هذا وقد بلغت ميزانية البحوث والتطوير على مصادر الطاقة المتجددة في العالم عام ١٩٨١ نحو ١٦ مليون دولار أمريكي ولكنها اتجهت بعد ذلك نحو الانحدار حيث وصلت إلى ٩ بليون دولار عام ١٩٨٧ وظل هذا التمويل ثابتا حتى عام ٢٠٠٢ . ويوضح الشكل التالي معدلات الإنفاق على البحث والتطوير على مصادر الطاقة المتجددة .



شكل(٢) توزيع ميزانية البحوث والتطوير للطاقات المتجددة طبقا لكل نوع من أنواع التكنولوجيا

يتبين لنا من الشكل رقم (٢) مدى الاهتمام العالمي بالبحث والتطوير في مصادر الطاقة المتجددة بصفة عامة والطاقة الشمسية بصفة خاصة والتي يخصص لها ما يزيد عن نصف ميزانية البحث العلمي حيث يصل الإنفاق على البحث والتطوير في مجال الطاقة الشمسية نحو ٥٠.٣٨% من ميزانية البحث والتطوير على مصادر الطاقة المتجددة موزعة على نظم الطاقة الشمسية المختلفة ٣٤.٨٨% للطاقة الشمسية الكهروضوئية، ٦.٤٦% لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية، ٩.٠٤% لاستخدام الطاقة الشمسية المباشر في التسخين والتبريد .

ثانيا : نظم استخدام الطاقة الشمسية :

تتباين تقنيات ونظم استخدام الطاقة الشمسية طبقا لمستوى التطور التقني والتطبيقي لكل منها، وقد حققت تقنيات استخدام الطاقة الشمسية تطورا ملموسا وبدء دخولها إلى حيز الاستخدام الموسع مع تزايد الاهتمام بعمليات البحث والتطوير المرتبطة بآفاق استخدام هذه الطاقة، ويركز العرض التالي على الوضع الحالي لتطور نظم توليد الطاقة الحرارية والكهربائية من الطاقة الشمسية، لذا يمكن تقسيم تقنيات الطاقة الشمسية من حيث إمكانية استخدامها إلى قسمين وهما كما يلي :

١- النظم الشمسية الحرارية :

ويطلق عليها نظم الطاقة الشمسية السالبة ***Passive solar energy techniques*** وهي تعني استخدام الطاقة الحرارية المنبعثة من الشمس بدون أي تحويل وقد تعددت استخدام هذه الطاقة الحرارية في مجالات مختلفة أهمها ما يلي :

أ- التسخين : تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية ضوء الشمس في تسخين الماء، ففي المنخفضات الجغرافية في العالم التي تقع تحت درجة ٤٠ درجة م يمكن أن يتم تسخين ما يتراوح من ٦٠% : ٧٠% من الماء المستخدم في المنازل بدرجات حرارة تصل ٦٠ درجة مئوية بواسطة نظم التسخين الشمسي (السخانات الشمسية) ويعتبر من أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة (٤٤%) والألواح المستوية المصقولة (٣٤%) وكذلك الألواح البلاستيكية غير المصقولة ٢١% التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة، وقد بلغ إجمالي سعة نظم التسخين الشمسي خلال عام ٢٠٠٧ حوالي ١٥٤ جيجا وات، وتزايد استخدام نظم التسخين الشمسي في كل من استراليا والصين وأوروبا وإسرائيل وتركيا والبرازيل[١] .

ب- التبريد : يوجد نحو ٤٥ نظام لاستخدام الطاقة الشمسية في التبريد في أوروبا وعلى مساحة ١٩ ألف متر مربع وبسعة تبلغ ٤.٨ ميجا وات وقد تم إنشاء وحدة تبريد في كاليفورنيا، ومما هو جدير بالذكر أن ارتفاع تكلفة استخدام النظم الشمسية الحرارية في التبريد من أهم معوقات انتشارها، وتنخفض التكلفة إذا ما تم تصميم مجمع الحرارة الشمسية بحيث يستخدم في التبريد والتدفئة معا[٢] .

ج- تحلية المياه : إن أكثر من ٢ مليون شخص في البلاد النامية يستخدمون عملية تحلية الماء باستخدام الطاقة الشمسية لمعالجة مياه الشرب باستخدام المقطرات الشمسية، وتنقسم طرق تحلية المياه بالطاقة الشمسية إلى طريقتين :

---

(1) Renewable energy essentials : solar heating and cooling , IEA .

(2) Cedric philibert , the present and future use of solar thermal energy as a primary source of energy , IFA

الطريقة الأولى : وهي الاستخدام المباشر للطاقة الشمسية حيث يتم ملء الأحواض بالمياه المالحة وتغطيتها بأسطح زجاجية شفافة تسمح بمرور الشمس ولا تسمح بخروج بخار الماء حيث يتكثف على السطح الداخلي، والمقطر الشمسي لا يحتاج إلى أي طاقة خارجية في تشغيله ويمكن للمتر المربع منه أن ينتج حوالي ٥ لترات من الماء العذب يوميا، وتصلح هذه المقطرات في المناطق النائية والتي لا تتوفر فيها المياه العذبة .

الطريقة الثانية : وهي الاستخدام الغير مباشر للطاقة الشمسية وذلك عن طريق تجميع الطاقة الشمسية الحرارية باستخدام المركزات الشمسية واستخدامها في تشغيل وإدارة وحدات التحلية بدلا من مصادر الوقود التقليدية[١] .

د- توليد الكهرباء : تعتمد النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء على نفس أساليب تحويل الطاقة في محطات توليد الكهرباء، مع استبدال مصادر الوقود المستخدم في توليد الطاقة الكهرباء بالطاقة الحرارية المستمدة من تركيز الإشعاع الشمسي عند درجات حرارة عالية (٤٠٠-١٥٠٠ درجة م) ويمكن للنظم الشمسية الحرارية أن تعمل كمحطات مركزية يتم توصيلها بالشبكات الكهربائية، كما تستخدم بعض أنظمتها كوحدات منفصلة في المناطق النائية وبقدرات محدودة[٢] .

وتتميز النظم الشمسية الحرارية للكهرباء بإمكانات تكاملها مع النظم التقليدية لإنتاج الكهرباء حيث أنها لا تتسبب في مشاكل لتشغيل الشبكة الكهربائية، وتبلغ القدرات الإجمالية المركبة من هذه النظم على مستوى العالم ما يفوق ٤٠٠ ميجا وات، كما أن هناك حاليا مخططات في أكثر من عشر دول لتنفيذ العديد من المشروعات باستخدام هذه النظم منها مشروعين بكل من الأردن ومصر، وأوضحت دراسة للبنك الدولي أن التكاليف الحالية لإنشاء النظم الشمسية الحرارية للكهرباء بالدول النامية تتراوح بين (٢٠٠٠ – ٤٠٠٠) دولار طبقا لدرجة التركيز الشمسي

---

(٣) إبراهيم أحمد صقر " الطاقة الشمسية " الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٨٧ صـ٤٧ .

(٤) وثيقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (*ESCWA*) قدمتها في مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة ، جوهانسبرج ٢٠٠٢ ، تحت عنوان (تنمية استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة) ، صـ٥ .

وظروف الموقع ومن المتوقع أن تنخفض هذه التكاليف خلال العقدين القادمين بنسبة تتراوح بين ٤ : ٦٠ % بسبب تزايد أنشطة البحث والتطوير في النظم الشمسية الحرارية .

٢- نظم الخلايا الشمسية الكهروضوئية :

ويطلق عليها تقنيات الطاقة الشمسية النشطة ***Active solar energy techniques*** وهي تعني استخدام وسائل أو وسائط ميكانيكية (أجهزة - خلايا شمسية) لتجميع الطاقة وتحويلها إلى طاقة كهربائية وإنتاج تيار كهربائي مستمر ويتكون النظام الكهروضوئي من المولد الكهروضوئي والذي يتضمن عدد من الخلايا الشمسية التي يتم توصيلها بما يناسب الحمل الكهربائي المطلوب، بالإضافة إلى مجموعة من المكونات التقليدية المكونة للنظام والتي تتنوع طبقا لطبيعة الأحمال الكهربائية، ويتم ربط الخلايا الفوتوفلتية الفردية (المنفصلة) ووضعها في كبسولة بين مقدمة شفافة غالبا تكون زجاجية ومادة توضع في الجزء الخلفي وبهذا نحصل على الموديول المستخدم في التطبيقات المختلفة بقدرات ما بين ٥٠ : ٢٠٠ وات وهو حجر الأساس لأنظمة الخلايا الفوتوفلتية، ويمكن ربط أي عدد من الألواح وتوصيله على التوالي أو التوازي حتى نحصل على كمية الطاقة الكهربائية المطلوبة هذا وتمثل تكلفة الموديول حوالي ٦٠% من تكلفة النظام الكهروضوئي .

وقد تحقق للنظم الكهروضوئية تطورا كبيرا في الآونة الأخيرة حيث ارتفعت كفاءة الأنواع المختلفة للخلايا الكهروضوئية المصنعة لتتراوح بين ١٥.٣ : ١٧.٥% للخلايا المنفصلة وتطور حجم إنتاج اللوحات الكهروضوئية بشكل مضطرد على مستوى العالم حيث ارتفع من ٧٧.٦ م.و.آ عام ١٩٩٥ إلى ٣٩٠.٥٤ م.و.آ عام ٢٠٠١ وبنسبة نمو بين عامي ٢٠٠٠ : ٢٠٠١ بلغت حوالي ٤٠% وتطور السوق العالمي للنظم الكهروضوئية ليصل إلى ١٧١٠ م.و.آ سنويا عام ٢٠١٠ كما أن تكاليف إنشاء النظم الكهروضوئية المتكاملة تتراوح حاليا بين (٦.٥ : ١٠) دولار / وات أقصى، وتصل تكاليف توليد الكهرباء بهذه النظم إلى (٢٠ : ٦٠) سنت / ك.و.س بناء على تباين أسعار الخلايا المستخدمة وكثافة الإشعاع الشمسي[١]، مما

(١) إمكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في دول *ESCWA* ، الجزء الثالث ، النظم الشمسية الكهروضوئية وثيقة رقم (٢) ٢٠٠١/٤ .

سبق يتضح لنا أن هنا نمواً مضطرداً في استخدام هذه النظم، ونشير فيما يلي لأهم نماذج استخدام تقنيات النظم الشمسية في العالم .

ثالثا : نماذج من استخدام تقنيات النظم الشمسية في العالم :

أثبتت التطبيقات المتعددة أنه بالإمكان استخدام تقنيات الطاقة الشمسية (الحرارية – الكهروضوئية) في مجالات عديدة، منها العمارة – الصناعة – الزراعة، ونقدم فيما يلي بعض النماذج الشهيرة في العالم التي استخدمت تقنيات النظم الشمسية بنوعيها :

١- أبراج الطاقة : تقوم هذه الأبراج باستخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة (نظم التركيز الشمسي) وتعتمد تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة على (أربعة) عناصر أساسية وهي (مركزات – مستقبلات – وحدة نقل وتخزين – مبادلات حرارية الطاقة) حيث تقوم المركزات بالتقاط وتركيز الإشعاع الشمس المباشر الذي يتم بثه إلى المستقبلات التي تستقبل ضوء الشمس وتركيزه وتقوم بنقل الطاقة الحرارية إلى المبادلات الحرارية، وفي بعض محطات المركزات الشمسية فإن هناك جزء من الطاقة الحرارية يخزن حتى يتم استخدامه فيما بعد .

ومن أشهر الأبراج التي تعمل بالطاقة الشمسية برج استراليا الذي أنشئ في عام ٢٠٠٦ في إطار خطة للاستفادة من الطاقة الشمسية والذي يصل ارتفاعه إلى ألف متر في ولاية (نيو ساوث ويلز) جنوب غرب استراليا على مساحة مماثلة لمساحة ملعب كرة القدم، وتقول شركة (انفايروميشن) *Inviromation* المنفذة للبرج أنه يولد طاقة كهربائية تبلغ ٦٥٠ جيجاوات ساعة سنويا والتي تكفي لتزويد ٢٠٠ ألف منزل بالطاقة الكهربائية، وأن تشغيل البرج بالطاقة الشمسية يوفر ما يزيد عن ٧٠٠ ألف طن من غازات الاحتباس الحراري سنويا كان من الممكن أن تنبعث من مصادر الطاقة التقليدية[١] .

---

(١) يعرف برج استراليا باسم المدخنة الشمسية ويرتفع البرج في منتصف مسطح زجاجي كبير يبلغ طول قطره سبعة كيلومترات ، ويبلغ قطر الفراغ الهوائي عند قاعدة البرج ٢٥ متر ويضيق ليصل إلى ثلاثة أمتار عند قمة البرج ومع ارتفاع الهواء الساخن فإن البرج يسمح بامتصاص الهواء بشكل مستمر من خلال ٣٢ توربينا تعمل معا لتوليد الطاقة بشكل مستمر على مدار اليوم .
انظر : الطاقة المتجددة ، صـ٥٢ على الموقع الالكتروني www.phys4all.com

- كما أقيم برج في " البوكيرك " بولاية نيو مكسيكو بالولايات المتحدة الأمريكية وهو برج مرتفع من الصلب والخرسانة يبلغ طوله ٧٠ متر وتحيط به مجموعة من العاكسات الشمسية التي تعرف باسم " هليوستات " يبلغ عددها نحو ٢٢٢ وحدة تحمل كل منها مرآة عاكسة، وهي تركز قدرا من طاقة الشمس يصل إلى ٥ ميجا وات على مستقبلات خاصة تقع عند قمة البرج ويولد قدر من الطاقة يكفي لإدارة محطة إرسال للراديو[١] .

٢- الحوائط الشمسية :

وهي عبارة عن لوحة شمسية تقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، ويعد الحائط الشمسي لمقر وزارة الطاقة الأمريكية في واشنطن من أشهر الحوائط الشمسية في العالم على شكل مثلث متساوي الساقين يوجد به ملايين الخلايا الكهروضوئية التي تحول الطاقة الضوئية من أشعة الشمس إلى طاقة كهربية تستخدم في الإنارة وتشغيل جميع الأجهزة الكهربية ثم يتم نقل الكهرباء بصورة طبيعية بالأسلاك الممتدة من الحائط إلى قمة مبنى وزارة الطاقة الأمريكية، ويوفر هذا الحائط الشمسي تكلفة الطاقة الكهربائية لوزارة الطاقة الأمريكية والتي تقدر بحوالي ٣٠.٠٠٠ : ٥٠.٠٠٠ دولار سنويا[٢] .

٣- قرية تعتمد على الطاقة الشمسية :

وهي قرية موجودة بأفريقيا أسقف منازلها مصممة بزوايا خاصة طبقا لحركة الشمس وهي مغطاة برقائق من صفائح الألومنيوم المطلية باللون الأسود وفوقها توضع رقائق البلاستيك الشفاف، وتوضع في الجزء العلوي من السقف أجهزة لتحويل الطاقة الشمسية وفي الجزء السفلي من السقف أوعية لعزل الدفء

---

(١) أحمد مدحت إسلام : الطاقة ومصادرها المختلفة ، مرجع سابق : صـ١٦٠ .

(٢) ومن أمثلة الحوائط الشمسية في العالم الحائط الشمسي الذي يغطي محطة مترو أبفاق في ألمانيا وهو يأخذ شكل مثلث به ملايين من الخلايا الكهروضوئية تستخدم في الإنارة وتشغيل محطة المترو بالطاقة الشمسية ومما هو جدير بالذكر أن المهندس المشرف على إنشاء هذه المحطة هو مهندس مصري وتم بداية التشغيل في ٢٠١٠ .

وحفظه وتساعد هذه الأسقف على حماية الفراغات من تحتها والحصول على الطاقة الحرارية لتدفئة الفراغات في الشتاء والمياه المستخدمة[١] .

٤- مولدات مياه بالطاقة الشمسية :

تتكون المولدات الشمسية ***Solar water pump*** من (خلايا شمسية – موتور كهربائي – مضخة) وتعد الخلايا الشمسية هي مصدر الطاقة في هذا الجهاز والتي تقوم بتحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية تدير الموتور، ويمكن لهذه المولدات أو المضخات رفع المياه من عمق ٦٠ متر تحت الأرض . ويبلغ وزن الجهاز حوالي ٢٨ كجم وله عمر افتراضي من ٢٠ : ٣٠ عام أو ٨٠٠٠ ساعة عمل متواصل، ويحتوي المولد الشمسي على نظام تحكم ***control system*** لتعديل الجهد في حالة غياب الشمس للحصول على تشغيل مستمر وزيادة الطاقة الخارجة للحفاظ على ضخ المياه، وتستخدم هذه المولدات في مجالات عديدة منها ري الأراضي – توفير المياه لمزارع المواشي – توفير المياه للوديان والمنازل البعيدة عن العمران وتم استخدام هذه المولدات في دول جنوب أفريقيا وأثبتت نجاحاً كبيراً، كما تم استخدامها في مدينة – ويلارد بولاية نيو مكسيكو في الولايات المتحدة الأمريكية[٢] .

بعد هذا العرض لمؤشرات وتقنيات استخدام الطاقة الشمسية في السوق العالمية يتضح لنا أن تقنيات ونظم الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية قد حظيت باهتمام العديد من دول العالم، غير أن تقنيات الطاقة الشمسية لم تحقق حجم الانتشار التطبيقي المأمول، وقد يرجع ذلك إلى عدم إدراج بعض الدول لسياسات الطاقة المتجددة كجزء من السياسات العامة للطاقة ومحدودية التمويل المخصص للطاقة المتجددة من مصادر وطنية، هذا فضلا عن قصور برامج نقل التقنيات وإمكانات التصنيع المحلي لمعدات استخدام الطاقة المتجددة بصفة عامة والطاقة الشمسية بصفة خاصة .

---

(١) محي الدين سقليني : العمارة البيئية ، الطبعة الأولى ، دار قابس ، ١٩٩٤ ، صـ٨٠ : ٨٢ .

(٢) أحمد مدحت إسلام : الطاقة ومصادرها المختلفة ، مرجع سابق ، صـ١٦٠ .

المبحث الثاني

واقع استخدام الطاقة الشمسية في مصر(*)

مع بداية الثمانينات أدركت الحكومة المصرية أن مصادر الطاقة التقليدية مهددة بالنضوب عاجلا أو آجلا ولن تفي باحتياجاتها المستقبلية لذلك قامت بوضع استراتيجية قومية للطاقة تهدف إلى تنويع مصادر الطاقة وترشيد استخدامها والتوسع في استخدام مصادرها المتجددة كأحد سياسات توفير مصادر الطاقة، وجزء لا يتجزأ من عمليات التخطيط للوفاء باحتياجات زيادة الطلب على الطاقة لأغراض التنمية الاقتصادية والاجتماعية(١) .

ويوضح الأطلس الشمسي لمصر أنها تقع ضمن منطقة الحزام الشمسي ذات السطوع المتميز حيث تتراوح شدة الإشعاع الشمسي المباشر بين (٢٠٠٠) ك.و.س/م^{٢} / سنة شمالا، (٣٠٠٠) ك.و.س/م^{٢} / سنة جنوبا ومتوسط عدد ساعات سطوع الشمس تتراوح ما بين ٩-١١ ساعة يوميا مع أيام غياب محدودة على مدار العام، الأمر الذي يرشح الطاقة الشمسية قبل غيرها من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى للاستفادة منها ولاسيما أنها مصدر نظيف ولا يهدد استخدامه مستقبل الأجيال القادمة وتتوفر فيه معظم الضوابط الاقتصادية لاستخدامه كمورد اقتصادي وذلك كما أوضحنا في الفصل الأول من الدراسة .

ويعرض هذا الفصل من الدراسة لواقع استخدام الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية، وذلك بذات منهجية دراسة سوق الطاقة حيث نتناول الطلب على الطاقة الشمسية في السوق المصرية من خلال عرضنا لمعدلات استهلاك الطاقة الشمسية ومجالات استخدامها، ثم نتناول عرض الطاقة الشمسية كأحد أهم مصادر

---

* اعتمدنا بشكل أساسي في هذا الفصل على المصادر الآتية :
- بيانات هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر .
- تقارير مركز تحديث الصناعة عن قطاع الطاقة المتجددة في مصر .
- بيانات وزارة الكهرباء والطاقة .
- بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء .

(١) قد تم إنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في عام ١٩٨٦ كإحدى الهيئات التابعة لوزارة الكهرباء والطاقة ، لتمثل نقطة الارتكاز في نشر استخدام التطبيقات المختلفة للطاقة المتجددة .

الطاقة المتجددة والذي يتمثل في قدرات التصنيع المصرية لمعدات استخدام الطاقة الشمسية والعوامل المؤثرة في عرض نظم استخدام الطاقة الشمسية في سوق الطاقة وأخيراً نعرض لأهم مشروعات استخدام الطاقة الشمسية في مصر .

لذلك سوف نتناول هذه الموضوعات وفقا للتقسيم التالي :

المطلب الأول : الطلب على نظم استخدام الطاقة الشمسية في مصر .

المطلب الثاني : عرض نظم استخدام الطاقة الشمسية في مصر .

المطلب الثالث : مشروعات استخدام الطاقة الشمسية في مصر .

المطلب الأول

الطلب على نظم استخدام الطاقة الشمسية في مصر

تختلف معدلات استهلاك الطاقة تبعاً لاختلاف النمو الاقتصادي وأسعار الطاقة فمن المعروف أن زيادة الطلب على مصادر الطاقة التقليدية يؤدي إلى ارتفاع أثمانها فضلا عن تزايد المخاوف من تأثير زيادة الاستهلاك على نضوب هذه المصادر، ولاسيما في ظل الانتقال السريع الذي يجري في مصر من تصدير البترول إلى استيراده، فقد بلغ الاستهلاك السنوي من مصادر الطاقة الأولية لعام ٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ نحو ٥٠.٩٧ مليون طن بترول مكافئ ارتفع إلى نحو ٦٧.٦٥ مليون طن عام ٢٠١٠ / ٢٠١١، ومن المتوقع أن يصل معدل الاستهلاك عام ٢٠٢٢ إلى نحو ١٠٩.٠٧ مليون طن[1]، لذلك فمن المتوقع على مدار العشر سنوات القادمة ارتفاع معدلات الاستهلاك لمصادر الطاقة التقليدية مما يجعلها مهددة بالنضوب ومن ثم تهديد الأمن القومي والتأثير سلبا على ميزان المدفوعات .

ونتيجة لذلك فقد بدأت مصر في تبني سياسات للتوسع في الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة للاستفادة من مزاياها وتحقيق استقلالية في توفير الطاقة اللازمة وتعد الطاقة الشمسية أحد المصادر المتجددة التي تتسع تطبيقاتها سنة بعد أخرى نتيجة ما تتميز به مقارنة بغيرها من مصادر الطاقة الأخرى في كونها متجددة لا تنضب ونظيفة غير ملوثة للبيئة .

استهلاك الطاقة الشمسية في مصر :

---

(1)" Energy in Egypt " Annual report for the organization for energy planning .

أثبتت تقنيات استخدام الطاقة الشمسية التي عرضت لها الدراسة في الفصل الثاني تعدد صور استخدامها كمصدر للطاقة الحرارية (التسخين الشمسي – توليد الكهرباء – الخلايا الكهروضوئية) .

وعندما نتناول استهلاك الطاقة الشمسية في مصر بصورها المختلفة فإننا نعرض لها وفق محددات الاستهلاك (الطلب) في النظرية الاقتصادية وذلك حتى يتضح لنا جدوى الاستهلاك أو الطلب عليها كبديل لمصادر الطاقة التقليدية، لذلك نجد أن استهلاك الطاقة الشمسية أو الطلب على الطاقة الشمسية بصورها المختلفة يتحدد وفق تكلفة استهلاكها مقارنة بتكلفة استهلاك مصادر الطاقة الأخرى، هذا فضلا عن عوامل أخرى تحدد حجم الطلب عليها منها الرغبة في الحفاظ على البيئة وتأمين المستقبل وعدم التعدي على حقوق الأجيال القادمة في الموارد الاقتصادية .

أولا : الطلب على الطاقة الشمسية لتسخين المياه في مصر :

إن الطلب على الطاقة الشمسية لاستخدامها في تسخين المياه يمثل جانباً هاماً لاستهلاك الطاقة الشمسية في مصر ويمكن تقسيمه إلى طلب الأفراد المتمثل في تسخين المياه بالقطاع السكني، طلب المؤسسات المتمثلة في (الفنادق – المستشفيات – بيوت الشباب .... إلخ)

بالنسبة لطلب الأفراد : إن تسخين المياه في القطاع السكني (المنازل) في مصر يتم وفقا لأنظمة تقليدية (سخانات غاز – سخانات كهرباء) بالإضافة إلى نظام التسخين الشمسي (السخانات الشمسية) وإن اختيار الأفراد لأحد هذه الأنظمة يأخذ في الاعتبار الجدوى الاقتصادية والتي يعد عنصر التكلفة أو الثمن فيها أحد أهم معايير التفضيل بين هذه الأنظمة المختلفة حيث يكون المستهلك على استعداد للتحول إلى استخدام نظام التسخين الشمسي (السخانات الشمسية) كلما كانت تكلفتها أقل من أنظمة التسخين التقليدية، ويمكن تحديد أهم الفروض التي يعتمد عليها للإختيار بين بدائل الطاقة المختلفة في تسخين المياه في وحدة سكنية وهي كما يلي[1] :

متوسط الاستهلاك اليومي للمياه للفرد / لتر (١٥٠)

(١) مركز تحديث الصناعة : التقرير النهائي " قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية " ، ديسمبر ٢٠٠٦ .

متوسط عدد الأفراد في الوحدة السكنية	(٥)
النسبة المتوسطة للمياه الساخنة	٤٠%
متوسط درجة حرارة الماء	٦٠ د.م
متوسط درجة حرارة الهواء	٢٠ د.م
متوسط الإشعاع الشمسي	٦.٣ ك.و.س / اليوم
كفاءة السخان الكهربائي	٢٥%
كفاءة السخان الشمسي	٤٠%
تكلفة السخان الكهربائي المتوسطة	٠.١٨ (جنيه/ك.و.س)
تكلفة سخان الغاز	٠.٢٥٢ (ج/متر مكعب)
عمر السخان الشمسي	١٥ سنة
عمر السخان الكهربي	٧ سنوات
عمر سخان الغاز	١٠ سنوات

مما سبق يتبين لنا أن تسخين المياه باستخدام الطاقة الشمسية تنافسية من حيث التكلفة – والكفاءة – والعمر الافتراضي هذا بالإضافة إلى عنصري الأمان لأنه لا يستخدم مواد قابلة للاشتعال من ناحية، والفوائد البيئية من ناحية أخرى .

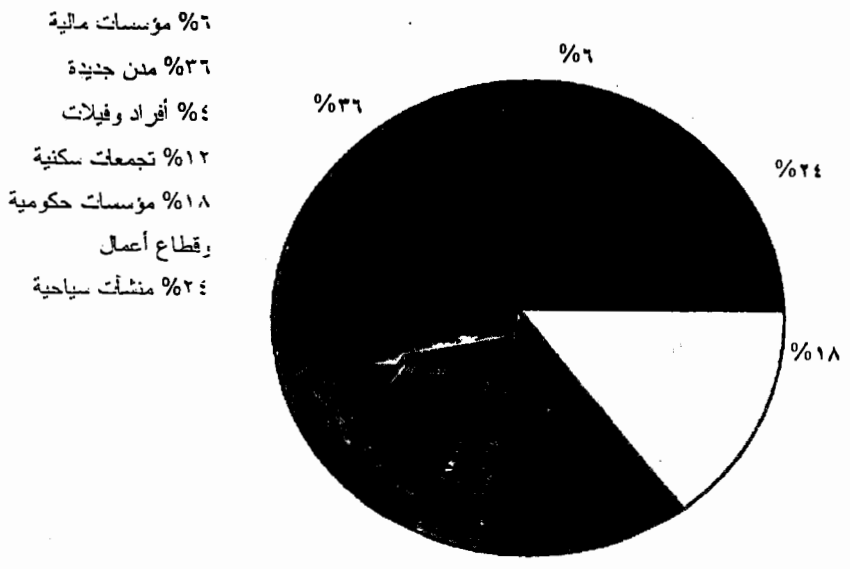
بالنسبة لطلب المؤسسات : إن طلب المنشآت على عملية تسخين المياه بالطاقة الشمسية سوف يكون ذو جدوى اقتصادية لهذه المنشآت بالنظر إلى ارتفاع تكلفة السخانات التقليدية (الكهرباء – الغاز) والتي تتضمن تكلفة الشراء، تكلفة مصدر التشغيل، تكلفة الصيانة، تكاليف تلوث البيئة وبمقارنة تلك التكاليف بتكلفة السخانات الشمسية إذ يمكن توفير جزء كبير من هذه التكاليف إذا ما تم استخدام الأنظمة المجمعة للتسخين الشمسي للمياه في المنشآت التجارية والصناعية .

إن طلب الأفراد (القطاع السكني) وطلب المنشآت على الطاقة الشمسية لتسخين المياه في مصر بلغ نحو ٢٥.٠٠٠ متر مربع سنويا فقط ومن المتوقع أن يتسع حجم السوق المصرية ليصبل إلى استهلاك نحو ١٠٠ ألف متر مربع سنويا حتى عام ٢٠١٥ وبمقارنة حجم السوق الحالي بالحجم المتوقع في ٢٠١٥ فيمكن استنتاج إن السوق سيحتاج إلى توسع كبير مما يدعو إلى فتح السوق المصرية

للاستمارات الجديدة في تصنيع نظم التسخين الشمسي والتي تحتاج إلى ١٠٠ مليون جنيه لتغطية الاحتياجات المحلية .

الشكل رقم (٣)

ويوضح الشكل التالي توزيع استهلاك الطاقة الشمسية لتسخين المياه في مصر عام ٢٠١٠



المصدر : مركز تحديث الصناعة : التقرير للنهائي، قطاع الطاقة المتجددة في مصر، ديسمبر ٢٠٠٦ .

ومما هو جدير بالذكر ووفقا لإحصاءات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء أن الوفر المتوقع في استهلاك الطاقة لكل مليون متر مربع من سخانات المياه الشمسية سيصل إلى ٣١٠ مليون ك.و.س من الطاقة الكهربائية و ٣٢ مليون متر مكعب من الغاز الطبيعي و ٦١ ألف طن من البوتاجاز وستصل قيمة هذا الوفر إلى ٥٥.٨ مليون جنيه لاستهلاك الكهرباء و ٨.٥ مليون جنيه للغاز الطبيعي و ١٢ مليون جنيه للبوتاجاز لذلك فإن القيمة السنوية المتوسطة لهذا الوفر ستصل إلى ٧.٦ مليون في السنة بالإضافة إلى وفر آخر نتيجة تكلفة فجوة أسعار الوقود والتي

تصل إلى نحو ١٠ مليون جنيه، هذا بالإضافة إلى توفير العملة الصعبة للاقتصاد القومي بشرط تصدير مصادر الطاقة التقليدية التي تم توفيرها[١] .

ثانيا : الطلب على الطاقة الشمسية الضوئية (الفوتوفلتية) في مصر .

تعتبر الأنظمة الفوتوفلتية من أكثر الأنظمة الملائمة للاستخدام في مصر خاصة في المناطق الريفية والنائية التي تكون بعيدة عن شبكة توليد الكهرباء، ومن مميزات الخلايا الفوتوفلتية أن لها تكاليف ثابتة وعمرها الافتراضي حوالي ٢٥ عاما والقدرة المركبة الكلية لأنظمة الخلايا الفوتوفلتية في مصر تتراوح ما بين ٤ : ٤.٥ ميجا وات حيث يمكن استخدامها في الإضاءة وضخ المياه والاتصالات اللاسلكية، التبريد، الإعلانات التجارية على الطرق السريعة، ونظراً لتوفر مستوى عالي من الإشعاع الشمسي في مصر فإن هناك دراسة قام بها المركز الألماني لعلوم الفضاء أظهرت أن الإمكانيات المتاحة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في مصر تقدر بحوالي ٣٦ تريليون وات / ساعة / سنة كإمكانيات اقتصادية محققة، لذلك نجد أن الطلب على الطاقة الشمسية الكهروضوئية موزع على قطاعات عديدة في السوق المصرية فقد بلغت القدرة الإجمالية للأنظمة الفوتوفلتية المركبة المستهلكة في السوق المصرية نحو ٤٠٠٠ كيلووات للقطاعات المختلفة، وفيما يلي بعض القطاعات التي تقوم باستهلاك الطاقة الشمسية الكهروضوئية في السوق المصرية[٢]:

قطاع الاتصالات : يقوم قطاع الاتصالات باستخدام تطبيقات الطاقة الشمسية وذلك نظرا لإمكانية الاعتماد عليها بدرجة كبيرة وقلة احتياجاتها للصيانة، كما أنها أثبتت كفاءتها في إمكانية الإمداد المستمر للطاقة والخلايا الفوتوفلتية تعد مصدر الطاقة الوحيد المستقل الذي يمكن الاعتماد عليه في جميع أنظمة الاتصالات، مثل : التليفونات المحمولة – وأكشاك التليفونات، وتليفونات الطوارئ المنتشرة على جانبي الطرق – الإرسال والاستقبال للأجهزة التلفزيونية والراديو والمحطات الأرضية للأقمار الصناعية – محطات تقوية التليفونات المحمولة – أنظمة المراقبة عن بعد مثل مراقبة خط أنابيب، ومن هنا نجد أن قطاع الاتصالات يعد المستهلك

---

(١) بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء .

(٢) مركز تحديث الصناعة : التقرير النهائي ، الطاقة المتجددة في مصر ، ديسمبر ٢٠٠١ .

الرئيسي للخلايا الفوتوفلتيه في مصر ويقدر إجمالي الطاقة المركبة في قطاع الاتصالات بحوالي ١٥٠ كيلووات .

قطاع البترول : يعد التآكل الكهروكيميائي ظاهرة خطيرة في المعادن حيث يمكن أن يحدث في الهواء الجوي أو تحت سطح التربة أو حتى في المحاليل ومن أجل حماية الكاثود يتم غمر المعدن في شحنات سالبة باستخدام أنود غير قابل للذوبان مثل الكربون أو البلاتنيوم الذي يتم توصيله بعد ذلك بمصدر تيار كهربي خارجي . حيث تقوم الخلايا الفوتوفلتية بإمداده بالتيار وتقوم الخلايا الفوتوفلتية بتوفير الطاقة اللازمة لحماية الكاثود في خطوط الأنابيب، كذلك تستخدم الخلايا الفوتوفلتية لتوفير الطاقة اللازمة لأنظمة الاتصالات والإضاءة وتقدر الطاقة المركبة التي تستخدم في قطاع البترول بحوالي ٥٠٠ كيلووات .

قطاع الزراعة : يساعد استخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربية للإمداد بالماء الكافي للشرب ولري الأراضي الزراعية بالإضافة إلى الإضاءة وحماية أسوار المزارع في المناطق النائية حيث تقوم الخلايا الفوتوفلتية بتوفير الطاقة اللازمة لرفع كميات كبيرة من المياه من المناطق الضحلة أو العميقة مثل الآبار والبحيرات والأنهار، وتقدر الطاقة المركبة في قطاع الزراعة بـ ٥٠٠ كيلووات .

قطاع الصحة : تساعد الكهرباء الشمسية في إمداد المستشفيات والعيادات الموجودة في المناطق الريفية والنائية بالطاقة الفعالة والاقتصادية في آن واحد، والكهرباء الشمسية لها العديد من المزايا والتي تناسب المستشفيات والعيادات في المناطق النائية وذلك بسبب الاعتمادية العالية وانخفاض تكلفتها وأدائها الفعال كما أنها لا تتطلب وقود وعمليات الصيانة تكون على فترات متباعدة وهي سهلة التركيب ولا تسبب أي ملوثات أو مخلفات، وتلعب الخلايا الفوتوفلتية دورا هاما في إمداد الناس في المناطق النائية بالأدوية والتطعيمات اللازمة فضلا عن خدمات طبية أخرى من خلال أنظمة الخلايا الفوتوفلتية للتبريد، وتقدر الطاقة المركبة في قطاع الصحة بحوالي ٥٠ كيلووات .

قطاع المواصلات : تقوم الخلايا الفوتوفلتيه بتوليد الطاقة اللازمة لأنظمة التحذير وتصمم خصيصا لجميع التطبيقات الملاحية حيث تكون الحاجة ماسة إلى مصدر طاقة يعتمد عليه . ويتم استخدام الخلايا الفوتوفلتيه في معدات الملاحة وفي

الإضاءة الداخلية والخارجية للمراكب وهي أيضا تستخدم كشاحن للبطاريات وتقدر الطاقة المركبة في قطاع المواصلات بـ ١٠٠ كيلووات .

قطاع الإعلانات : تقوم الخلايا الفوتوفلتية بتوفير الكهرباء اللازمة لإضاءة اللوحات الإعلانية ونتيجة لسهولة التركيب واعتبارات التكلفة فإن هذا يؤدي إلى أن يكون هذا التطبيق هو الأكثر شيوعا ونجاحاً حالياً وتقدر الطاقة المركبة في مجال الإعلانات بـ ٥٠٠ كيلووات .

كهرباء الريف وأعمدة الإنارة الشمسية : تعد أنظمة المنازل الشمسية من الأنشطة المثالية لتوفير الاحتياجات من الكهرباء في المناطق النائية وتعد أنظمة المنازل الشمسية من أهم التطبيقات العالمية للخلايا الفوتوفلتية، فعلى سبيل المثال أي منزل شمسي صغير يمكنه تشغيل العديد من الأجهزة الكهربائية مثل التلفزيون والراديو والكاسيت وعدد من وحدات الإضاءة ومروحة صغيرة، ونظام المنزل الشمسي عبارة عن ١٢ فولت تيار مباشر وبطارية ومتحكم في الشحنات وأسلاك ووحدات لتخزين الطاقة ومأخذ التيار لتغذية الأدوات الكهربائية أما أعمدة الإنارة الشمسية فيمكن استخدامها في القرى والنجوع والمعسكرات وأماكن انتظار السيارات والبوابات الرئيسية والمداخل وهذه الأعمدة لا تحتاج إلى شبكة من الكابلات حيث يتم إمدادها بالكهرباء كل على حدة، وتقدر الطاقة المركبة من كهرباء الريف وأعمدة الإنارة الشمسية بحوالي ٧٥٠ كيلووات .

قطاع التعليم ومراكز البحوث : تقوم الخلايا الفوتوفلتية بتوليد الطاقة اللازمة للمساعدة في العمليات التعليمية ووحدات الإنارة المحمولة والمعامل الفوتوفلتية . وتقدر الطاقة المركبة المستخدمة في قطاع التعليم ومراكز البحوث بحوالي ١٠٠ كيلووات .

المطلب الثاني

عرض نظم الطاقة الشمسية في مصر

إن تلبية الطلب على الطاقة الشمسية بكافة صورها في سوق الطاقة في مصر يتوقف على المعروض منها، لذلك نحاول في هذا المطلب عمل تحليل لإمكانيات التصنيع المحلي لتكنولوجيا ونظم الطاقة الشمسية في مجال إنتاج معدات استخدام

الطاقة الشمسية والمتمثلة في السخانات الشمسية، والخلايا الكهروضوئية، والمركزات الشمسية، ومن المعروف ووفقا للنظرية الاقتصادية أنه عند دراسة جانب العرض في السوق لسلعة ما فإن الأمر يقتضي تناول العوامل المؤثرة على إنتاج هذه السلعة، لذلك وفي هذا السياق نحاول توضيح أهم العوامل التي تؤثر على إنتاج وتصنيع معدات استخدام الطاقة الشمسية في السوق المحلي .

أولا: قدرات التصنيع المصرية لمعدات الطاقة الشمسية :

١- السخانات الشمسية :

في عام ١٩٨٠ قامت وزارة الكهرباء والطاقة باستيراد (١٠٠٠) سخان مياه شمسي بسعات مختلفة وتم تركيبها بأماكن عديدة بهدف خلق سوق للسخانات الشمسية في مصر ونشر الوعي القومي لدى المستهلكين بفوائد ومزايا استخدام السخانات الشمسية، وفي نفس الوقت تم إنشاء أول شركة قطاع خاص لتصنيع السخانات الشمسية ثم توالى بعد ذلك إنشاء الشركات المحلية لتصنيع السخانات الشمسية حتى وصل عددها إلى ١٠ شركات حتى ٢٠٠٩ ليصل إجمالي ما تم تصنيعه وتركيبه في مصر نحو ٣٥٠ ألف سخان شمسي لتسخين نحو ٧٠٠ ألف متر مربع والمتوقع اتساع حجم السوق للسخانات الشمسية المصنعة محليا ولاسيما بعد عقد مشروع تعاون بين مصر وايطاليا وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة يهدف إلى دعم نشر السخانات الشمسية بالمنشآت الفندقية بمحافظتي البحر الأحمر وجنوب سيناء حيث يقدم المشروع دعم يصل إلى ٢٥% من التمويل[١] .

ويبين الجدول رقم (٤)

---

(١) ومن الشركات المصنعة للسخانات الشمسية في مصر : البيئة العربية للتصنيع . الشركة المصرية لأنظمة الطاقة الشمسية ، المجموعة المصرية الأمريكية للاستثمار ، شركة أونيميبيك إليكتريك ، شركة جنيدي للتصنيع ، شركة الأحمدي للطاقة الشمسية .

التقرير السنوي ٢٠٠٩/٢٠١٠ لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر صـ٢٣ .

حجم السوق المحلي ونسبة التصنيع والاستثمارات الحالية والمتوقعة حتى سنة ٢٠٢٢ للسخانات الشمسية .

الوحدة (بالبليون دولار)

السنة	٢٠١٠/٢٠٠٦	٢٠١٥/٢٠١١	٢٠٢٢/٢٠١٦	الإجمالي
حجم السوق	١١٦	١١٦	٢٣٢	٤٦٤
مساهمة	%٩٥	%٩٥	%٩٥	–
السوق المحلي	٨٠	٢٠	٨٠	١٨٠
أصول	٤	١	٤	٩
استثمارية				
للتصنيع				
استثمارات				
R.8P				

المصدر : التقرير السنوي : هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر ٢٠٠٩ / ٢٠١١ .

يتضح من الجدول السابق أن الصناعة المحلية للسخانات الشمسية تغطي نحو ٩٥% من احتياجات السوق، وأن نسبة الاستثمار في هذه الصناعة تصل حاليا إلى نحو ٨٠ مليون دولار من المتوقع انخفاضها في المستقبل وقد يرجع ذلك إلى انخفاض التكلفة بسبب التوسع في الإنتاج والتقدم التكنولوجي في مجال تصنيع وإنتاج السخانات الشمسية .

٢- الخلايا الفوتوفلتية:

تعتبر نظم الخلايا الفوتوفلتية أحد أفضل تطبيقات الطاقة الشمسية ولاسيما في المناطق النائية ذات الأحمال الصغيرة والمنازل المتناثرة والتي تكون بعيدة عن شبكة توليد الكهرباء، فضلا عن كونها طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة ومحدودة التكلفة من حيث التشغيل والصيانة كما تتميز بطول عمرها الافتراضي الذي يصل إلى ٢٥ سنة، وتتعدد استخدامات الطاقة الكهربائية المولدة من الخلايا الفوتوفلتية في الإنارة وضخ المياه وتشغيل وحدات الاتصالات والتبريد والإعلانات وغيرها، وبلغت

القدرة الإجمالية للأنظمة الفوتوفلتية في مصر نحو ٥٢٠٠ كيلووات للقطاعات المختلفة .

ويعتمد تصنيع الخلايا الفوتوفلتية في مصر أساسا على استيراد بعض أجزاء هذه الخلايا من الخارج مع استخدام بعض الخامات المحلية مثل الزجاج والأطر المصنوعة من الألومنيوم، هذا وتشكل نسبة المواد المحلية حوالي ٥٠% من إجمالي المواد اللازمة للتصنيع، وتمتلك إحدى الشركات التي تتبع الهيئة العربية للتصنيع خطين لتصنيع وإنتاج أجزاء الخلايا الفوتوفلتية بقدرة حوالي ١ ميجا وات / سنة، بالإضافة إلى وجود شركة خاصة وحيدة في مصر وهي شركة BIC للالكترونيات والطاقة تقوم بتصنيع أجزاء الخلايا الفوتوفلتية بقدرة ١ ميجا وات أيضا .

الجدول رقم (٥)

أسماء الشركات المساهمة في التصنيع المحلي للخلايا الفوتوفلطية ونسبة مساهمتها في السوق المحلي

No.	Company	Market Share
1	Middle East Engineering & Telecommunication (MEET)	50 %
2	BIC for electronics, Environment & Energy	35 %
3	Arabian co. for solar energy & technology (ASET)	5 %
4	African Arabian co.	5 %
5	IMF	3 %
6	Solatek	2 %

المصدر : التقرير السنوي : هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر التقرير السنوي ٢٠٠٩/٢٠١٠

هذا ولا تزال تكلفة تكنولوجيا الخلايا الفوتوفلتية مرتفعة بسبب حقوق المعرفة الغير متاحة للمصنعين المحليين وكذلك نقل التكنولوجيا وكل ذلك يرجع إلى أن البحث والتطوير لتصنيع الخلايا الفوتوفلتية يعاني من نقص شديد في التمويل الأمر الذي يجعل الاستثمار في تصنيعها أمراً محفوفاً بالمخاطر .

الجدول رقم (٦)

قدرات التصنيع المحلي لخلايا ونظم الطاقة الشمسية الضوئية

The minimum cost is 0.000 USD/kW and maximum is 9.580 USD/kW	Weight per each Factor								Total
	20.00%	10.00%	10.00%	15.00%	15.00%	10.00%	10.00%	10.00%	100.00
	Local Manufacturing Components								
			Resources			Requirements			International Cost Evaluation
Photovoltaic Technology Components	Capability	R&D	Human	Financial	Market Potential	Know How	Technology Transfer	Investment Potential	
Engineering and System Setup	90.00%	20.00%	60.00%	60.00%	60.00%	60.00%	60.00%	20.00%	6.87%
Modules	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
Inverters	60.00%	20.00%	60.00%	60.00%	60.00%	60.00%	60.00%	60.00%	5.33%
Batteries	90.00%	20.00%	90.00%	90.00%	90.00%	20.00%	20.00%	60.00%	3.00%
Cabling	90.00%	20.00%	90.00%	90.00%	60.00%	20.00%	20.00%	20.00%	4.17%
Module support structure	90.00%	20.00%	90.00%	90.00%	60.00%	20.00%	20.00%	20.00%	5.55%
Mounting and installation	90.00%	20.00%	90.00%	90.00%	60.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
Average Measure per manufacturing component	75.71%	20.00%	71.43%	71.43%	71.43%	31.43%	31.43%	31.43%	100.00%
Weighted Average	15.14%	2.00%	7.14%	10.71%	10.71%	3.14%	3.14%	3.14%	Total Local Capability
									55.14%

المصدر : هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر التقرير السنوي ٢٠٠٩/٢٠١٠

من هذا الجدول يمكن أن نستنتج مدى النقص في التمويل المطلوب وحقوق الملكية ونقل التكنولوجيا في مجال صناعة الخلايا الفوتوفلتية مما جعل معظم الشركات العاملة في هذا المجال تقوم باستيراد أجزاء عديدة للخلايا الفوتوفلتية تصل إلى ٥٠% ثم تقوم بتصميم وتركيب أنظمة الخلايا بالكامل والتي تستخدم في التطبيقات المختلفة وهو ما يعرف بتجميع الخلايا الفوتوفلتية، لذلك فإن الصناعة المحلية في مجال الخلايا الفوتوفلتية تحتاج إلى جهد كبير في مجال البحث والتطوير للتوسع في تصنيع مكونات هذه الخلايا وتطوير إنتاجها وهو ما يحتاج إلى استثمارات ضخمة .

الجدول رقم (٧)

الاستثمارات المطلوبة للتصنيع المحلي ومتطلبات البحث والتطوير وحجم السوق لتكنولوجيا الخلايا الفوتوفلتية حتى سنة ٢٠٢٢

PV	2006-2010	2011-2015	2016-2022	Total
Market Volume	-	-	2,166	2,166
Share of Local Manufacturing	30%	35%	45%	
Investment in Manufacturing Assets	-	-	1,277	1,277
R&D Investment	8	10	51	69

المصدر : هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر التقرير السنوي ٢٠٠٩/٢٠١٠

٣- الطاقة الشمسية المركزة :

يتم استخدام الطاقة الشمسية المركزة عن طريق ما يعرف بالمجمعات الشمسية وهذا النوع من نظم استخدام الطاقة الشمسية يحتاج إلى مستوى عالي من البحث والتطوير في هذه التكنولوجيا وهو ما لا يتوفر للصناعة المحلية، ويرجع ذلك إلى النقص الشديد في الموارد المالية اللازمة لدعم تلك التكنولوجيا بالإضافة إلى نقص الخبرة لدى المصنعين المحليين في نقل تلك التكنولوجيا حيث أنها لم تصل إلى مرحلة النضج في مصر، لذلك نجد أن استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة التي من صورها (أبراج الطاقة والحوائط الشمسية) لا تزال بعيدة عن مستوى التطبيق في مصر في الوقت الحالي لأنه لا يوجد تصنيع لمكونات المجمعات الشمسية التي منها (المركزات الشمسية – المستقبلات – وحدات النقل والتخزين – المبادلات الحرارية) وهو ما يدعو إلى ضرورة بذل الجهد من الأطراف المشاركة لدعم التصنيع المحلي لمعدات الطاقة الشمسية المركزة سواء في مجال البحث والتطوير أو تدريب المصنعين المحليين لاكتساب الخبرة في نقل تكنولوجيا استخدام المركزات الشمسية .

يتضح لنا من تحليل إمكانيات الصناعة المحلية في مجال إنتاج معدات استخدام النظم المختلفة للطاقة الشمسية أن الصناعة المحلية تغطي نحو ٩٥% من نظام التسخين الشمسي ونحو ٥٠% من نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية (الخلايا الفوتوفلطية) وأنها ما زالت بعيدة كل البعد عن استخدام نظام المركزات الشمسية، كما تبين لنا أن البحث والتطوير في مجال استخدام نظم الطاقة الشمسية

يعاني من نقص شديد في التمويل مما جعل الاستثمار في هذا الصناعة محفوفا بالمخاطر .

ثانيا: العوامل المؤثرة على الإنتاج والتصنيع لتكنولوجيا استخدام الطاقة الشمسية:

١- تكلفة إنتاج نظم استخدام الطاقة الشمسية:

تمثل تكلفة عناصر إنتاج نظم الطاقة الشمسية عاملا أساسيا في المعروض من هذه الطاقة في سوق الطاقة المتجددة في مصر، ويدخل ضمن عناصر الإنتاج (أثمان المدخلات – الأجور والمرتبات – حقوق المعرفة ..... إلخ) والعلاقة بين تكلفة عوامل الإنتاج والمعروض من أي سلعة ما علاقة عكسية بسبب تأثر نسبة الأرباح وذلك في ظل ثبات العوامل الأخرى المؤثرة على العرض، وقد بينت الدراسة أن إنتاج نظم الطاقة الشمسية تعتمد بشكل أساسي في تصنيعها على عوامل إنتاج من الخارج سواء كانت (مواد خام – حقوق معرفة – كوادر بشرية) ومما هو جدير بالذكر أن الاعتماد على الخارج في المرحلة الحالية لا يتعلق بعدم وجود هذه الإمكانات في مصر بقدر ما يتعلق بتكلفة المكونات المتاحة محليا وجودة المنتج وهذا يرجع إلى نقص تمويل البحث والتطوير مما يتطلب زيادة المخصصات لتمويل جهود البحث والتطوير كضرورة ليس فقط لجودة المنتج وإنما ضرورة لتقليل تكلفة عوامل الإنتاج فضلا عن أن الاهتمام بالبحث والتطوير يعد شرط لاستخدام عوامل الإنتاج المحلية في استخدام نظم الطاقة الشمسية باستثناء مركزات الطاقة لأنها لا تستخدم على نطاق واسع في دول العالم حاليا لاعتبارات اقتصادية .

٢- دعم أسعار الطاقة التقليدية :

إن حجم الإنتاج من سلعة ما والكمية المعروضة منها يتوقف على تكلفة إنتاج وثمن السلعة البديلة التي تحقق نفس الغرض من إنتاج السلعة الأصلية، فالعلاقة بين تكلفة الإنتاج وثمن السلعة الأصلية والسلعة البديلة علاقة عكسية، وبتطبيق ذلك على المعروض من نظم الطاقة الشمسية في سوق الطاقة المتجددة في مصر يتضح لنا أن أسعار الطاقة التقليدية (غاز- بترول – كهرباء) ظلت ثابتة نسبيا لفترة طويلة مقارنة بأسعار الطاقة في العالم على الرغم من الزيادة في تكاليف إنتاجها، ويرجع ذلك إلى الدعم الذي تقدمه الدولة إلى أسعار الطاقة التقليدية مما

جعل تكلفة إنتاجها ومن ثم أسعارها تنافسية مقارنة بتكلفة إنتاج وأسعار نظم الطاقة الشمسية الأمر الذي يشكل عائق أمام إنتاج وتصنيع بل واستهلاك نظم الطاقة الشمسية في مصر .

٣- المستوى التكنولوجي :

إن تطور مستوى المعرفة الفنية والتكنولوجية واستخدامها في العملية الإنتاجية يؤثر على قدرات الصناعة المحلية والمعروض من نظم الطاقة الشمسية في السوق المحلية للطاقة المتجددة، فمع تغير المستوى التكنولوجي وإدخال فنون إنتاجية جديدة متقدمة وإمكانية إحلال عناصر الإنتاج جعل بعضها يؤدي إلى خفض التكلفة، وهذا يعني زيادة الأرباح بالنسبة للمنتجين مما يشجع على زيادة المعروض من نظم استخدام الطاقة الشمسية، فضلا عن الوصول إلى مستوى عالي من جودة المنتج وخلق أسواق جديدة، وقد بينت الدراسة في تناولها لقدرات الصناعة المحلية لنظم استخدام الطاقة الشمسية النقص الواضح في التكنولوجيات الجديدة وعدم وجود شركات مصرية متخصصة في التشغيل والصيانة والتحكم في جودة المنتج ولاسيما فيما يتعلق بتكنولوجيا المركزات الشمسية ونقص العمالة الماهرة والمدربة اللازمة لعملية الإنتاج مما يدعو إلى ضرورة الاهتمام بالبحث والتطوير في تكنولوجيا نظم الطاقة الشمسية .

٤- السياسة المالية للدولة :

تؤثر السياسة المالية للدولة على إنتاج نظم الطاقة الشمسية في السوق المحلية للطاقة المتجددة وذلك من خلال استخدام السياسة الضريبية حيث أن سعر الضريبة يتناسب عكسيا مع إنتاج نظم الطاقة الشمسية فإذا قامت الدولة بخفض الضرائب والجمارك على مكونات ومعدات ونظم استخدام الطاقة الشمسية أدى ذلك إلى خفض تكاليف الإنتاج ومن ثم تشجيع المنتجين المحليين على التوسع في مجال تكنولوجيا الطاقة الشمسية والعكس وكذلك إذا قامت الدولة بإعطاء المنح والمعونات والقروض الميسرة للمنتجين والمستثمرين في نظم الطاقة الشمسية فإنها بذلك تتحمل جزء من تكلفة الإنتاج وهو ما يشجع على زيادة الإنتاجية في مجال استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية في سوق الطاقة المتجددة، لذلك نرى ضرورة إيجاد تشريع يوضح حوافز الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة بصفة عامة والطاقة

الشمسية على وجه الخصوص وتوفير آليات مناسبة لمساعدة المستثمرين في تمويل مشروعات تكنولوجيا استخدام الطاقه الشمسية خاصة وأنها مازالت تعاني من نقص التمويل في ظل ارتفاع تكلفة إنتاجها .

٥- حجم السوق :

من العوامل التي تؤثر على المعروض من نظم استخدام الطاقة الشمسية في السوق الطاقة هو ضيق السوق المحلي، حيث أنه مازال استخدام نظم الطاقة الشمسية بكافة صورها (التسخين- الخلايا الفوتوفلتية) يتم على نطاق ضيق لأسباب عديدة منها :

أ- ارتفاع ثمن استخدامها مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية ولاسيما في ظل الدعم المقدم لمصادر الطاقة الأخرى .

ب- قلة مشاركة القطاع الخاص في إنتاج نظم استخدام الطاقة الشمسية .

ج- نقص الوعي لدى الأفراد بأهمية استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية (القبول الاجتماعي) .

المطلب الثالث

نظم استخدام الطاقة الشمسية في مصر

تتسع سنة بعد أخرى تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية وتتنوع مستغلة في ذلك نتائج البحوث والتطوير وما تتميز به الطاقة الشمسية مقارنة بغيرها من مصادر الطاقة الأخرى في كونها متجددة لا تنضب ونظيفة غير ملوثة للبيئة وتحافظ على حقوق الأجيال القادمة في مصادر الطاقة كمورد اقتصادي، وفي ضوء ما تتمتع به جمهورية مصر العربية من ثراء واضح وإمكانيات جيدة في استغلال هذا المصدر، وتلبية للطلب المحلي المتزايد على الطاقة للوفاء باحتياجات خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية، فقد تعددت تطبيقات الطاقة الشمسية حيث شملت النظم المختلفة لاستخدام الطاقة الشمسية بصورها (الحرارية – الضوئية) وأقيمت العديد من المشروعات لاستخدام الطاقة الشمسية نعرض لها فيما يلي :

أولا : مشروع التسخين الشمسي الحراري للمياه :

قامت وزارة الكهرباء والطاقة بعمل مشروع لنشر السخانات الشمسية بالمنشآت الفندقية بمحافظتي البحر الأحمر وجنوب سيناء بالتعاون مع الحكومة

الإيطالية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، يهدف المشروع إلى تنفيذ آلية لدعم تمويل انتشار السخانات الشمسية بالفنادق والقرى السياحية بهاتين المحافظتين بقيمة إجمالية ٥٠٠ ألف دولار، ويقدم المشروع دعما يصل إلى ٢٥% من تكلفة النظام فضلا عن مساندة خدمات التشغيل والصيانة لمدة أربع سنوات .

ثانيا : مشروع المحطة الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء بالكريمات[١] :

تم اختيار موقع الكريمات جنوب الجيزة لما له من مميزات أهمها :

- أرض صحراوية غير مأهولة .
- شدة إشعاع شمسي مباشر تصل إلى ٢٤٠٠ ك.و.س/م^{٢} /سنة
- شبكة كهربائية ممتدة وشبكة أنابيب غاز طبيعي.
- القرب من مصدر المياه (نهر النيل) .

ويتكون الحقل الشمسي من مجموعات كبيرة من مصفوفات المركزات الشمسية على شكل قطع اسطواني مكافئ من المرايا العاكسة تعمل على تركيز الإشعاع الشمسي المباشر على مستقبل حراري طولي مركب في بؤر المركزات الشمسية لتسخين سائل انتقال الحرارة، ويتم توصيلها على التوالي والتوازي للحصول على درجة الحرارة المطلوبة بحيث يكون محور هذه المصفوفات أفقيا وفي اتجاه الشمال .

يقوم الحقل الشمسي بالكريمات على مساحة ١٣٠.٨٠٠ متر مربع موزعة على ٨ صفوف متوازية وتبلغ الطاقة الإجمالية المنتجة نحو ٨٥٢ ج.و.س / سنة ويحقق وفر في استهلاك الوقود البترولي يبلغ حوالي ١٠.٠٠٠ طن بترول مكافئ مما يؤدي إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة تصل إلى ٢٠ ألف طن / سنة .

تبلغ تكلفة المشروع نحو ٣٤٠ مليون دولار أمريكي، يتم تمويله من البنك الدولي ويساهم بـ ٥٠ مليون دولار، وقرض ميسر من الوكالة اليابانية للتعاون الدولي تصل قيمته إلى نحو ١٩٠ مليون دولار بفائدة ٧% وفترة سداد ٤٠ سنة

---

(١) تم توقيع عقد تنفيذ المشروع في ٢٠٠٧ على أن يتم الانتهاء منه في يناير ٢٠١١ غير أنه تم إرجاء موعد إنهاء المشروع بسبب ثورة ٢٥ يناير ويقوم بالمشروع عدة شركات وهي : شركة ايبردرولا الأسبانية ، شركة متيسوي اليابانية ، شركة أوراسكوم المصرية .

متضمنة ١٠ سنوات سماح، وقامت الهيئة القومية للطاقة المتجددة بتوفير نحو ١٠٠ مليون دولار من البنوك الوطنية .

ويعد هذا المشروع أحد أهم ثلاثة مشاريع يجري تنفيذها في قارة أفريقيا في ثلاث دول (المغرب – الجزائر – مصر) ويسهم في تعميق الخبرة الوطنية المكتسبة من خلال نقل المعرفة والتكنولوجيا في هذه التقنية، ودخول مصر في تكنولوجيا جديدة ناضجة فنيا وصديقة للبيئة، ويساهم المشروع في توفير فرص عمل في الصناعة والتشغيل والصيانة والتسويق للمعدات المرتبطة بهذه المحطات .

ثالثا: مشروعات الخلايا الكهروضوئية :

قامت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بإنشاء العديد من المشروعات لنشر وترويج استخدامات الطاقة الشمسية في مجال توليد الكهرباء لضخ وتحلية المياه والإنارة والاتصالات والتبريد من ذلك .

أ- إنارة قريتين (أم الصغير، عين الزهر) بمحافظة مرسى مطروح .

تم توقيع هذا المشروع بين الهيئة ووزارة البيئة الإيطالية من خلال برنامج الطاقة المتجددة لدول حوض المتوسط لاستخدام نظم الخلايا الفوتوفلتيه، ويتضمن المشروع إنارة عدد (٥٠ : ١٠٠) منزل وإنارة عدد ٢ وحدة صحية وعدد ١ مدرسة وعدد ٣ مساجد وعدد ٤٠ عمود إنارة وقد تم طرح هذه المناقصة عالميا في نوفمبر ٢٠٠٨ وتم الانتهاء منه في ديسمبر ٢٠١٠، وتعد هذه هي المرة الأولى في مصر والتي يتم فيها إضاءة القرى بالطاقة الشمسية .

رابعا: المشروعات المستقبلية للاستفادة من نظم الطاقة الشمسية في مصر:

تشكل مشروعات الطاقة الشمسية أحد المحاور الاستراتيجية لخطة التوسع في الاعتماد على الطاقة المتجددة وقد تضمنت الخطة الخمسية (٢٠١٢ – ٢٠١٧) إنشاء محطة شمسية حرارية لتوليد الكهرباء بقدرة إجمالية (١٠٠ م.و) بالإضافة إلى محطة خلايا شمسية بقدرة إجمالية (٢٠ م. و) وذلك بالتعاون بين هيئة الطاقة في مصر وبنك التعمير الألماني وتم اختيار موقع كوم أمبو لإقامة هاتين المحطتين، ووافق البنك الدولي على المشاركة في تمويل هذا المشروع بمبلغ قدره ١٠٠ مليون دولار

(كقرض ميسر) وتم تقديم طلب إلى البنك الإفريقي للتنمية والبنك الدولي لرفع قيمة القرض إلى (٣٠٠) مليون دولار كقرض ميسر .

يتضح لنا بعد تحليل جانبي العرض والطلب للطاقة الشمسية في سوق الطاقة المتجددة في مصر أن الصناعة المحلية يمكنها أن تغطي نحو ٦٠% من مكونات نظم استخدام الطاقة الشمسية المختلفة بنسب متفاوتة باستثناء تكنولوجيا المركزات الشمسية كما اتضح لنا أن الاستفادة من هذا المصدر من مصادر الطاقة المتجددة ما زال يحتاج إلى جهود كثيفة في مجال البحث والتطوير لدعم عمليات التصنيع والتشغيل والصيانة حتى يمكن لهذه الصناعة المحلية الوليدة الاعتماد على نفسها ولن يحدث ذلك إلا بتعاون كافة الأطراف والمؤسسات ذات الصلة بتطوير تكنولوجيا الطاقة المتجددة، ويعزى ذلك إلى الأهمية الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية وهو ما سنعرض له في الفصل الثالث .

الفصل الثالث

الأبعاد الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية

تشكل الطاقة الشمسية أحد وسائل حماية البيئة من التلوث مما يتحقق معه مفهوم التنمية المستدامة، فضلا عما يحققه استخدام الطاقة الشمسية من تأمين لمصادر الطاقة، كما أن استخدامات الطاقة الشمسية على نطاق واسع يساهم في خفض تكاليف الإنتاج على نحو يجعل منتجات الطاقة الشمسية أكثر تنافسية مع غيرها من منتجات مصادر الطاقة الأخرى . لذلك فإن هذا الفصل من الدراسة يهدف إلى بلورة بعض الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات نظم الطاقة الشمسية المختلفة . ويتم هذا من خلال التطرق للنقاط التالية :

المبحث الأول : الطاقة الشمسية وتحقيق التنمية المستدامة .

المبحث الثاني : الطاقة الشمسية وتأمين مصادر الطاقة .

المبحث الثالث : الطاقة الشمسية والقدرة التنافسية للمنتجات .

المبحث الأول

الطاقة الشمسية وتحقيق التنمية المستدامة

إن التفكير في تحقيق التنمية الاقتصادية لا يمكن أن يتم بمعزل عن البيئة وذلك لأن البيئة هي مصدر الموارد الاقتصادية فهذا الارتباط الوثيق بين البيئة والتنمية أدى إلى ظهور مفهوم التنمية المستدامة التي يتحقق مفهومها بتلبية حاجات الأجيال الحاضرة دون الافتئات على حقوق الأجيال القادمة في الوفاء باحتياجاتها وهو ما يدعو إلى الحفاظ على البيئة وحمايتها من التلوث حتى تستفيد الأجيال القادمة بما تذخر به البيئة من موارد، ومما لا شك فيه أن التلوث البيئي يجد سببه الرئيسي في الاستخدام المتزايد لمصادر الطاقة التقليدية وما ينتج عنها من ملوثات (غازية – صلبة – مائية) يكون لها العديد من الآثار السلبية على الموارد البيئية، لذلك فإن الحفاظ على البيئة من التلوث يحتم ضرورة البحث عن مصادر للطاقة لا يؤدي استخدامها إلى الاختلال البيئي أو القضاء على الموارد، وتعد الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة التي تحقق الأمان البيئي لأن استخدامها لن ينجم عنه أية ملوثات أو ثمة تأثير على الموارد الاقتصادية التي تذخر بها البيئة .

في ضوء ما تقدم نعرض لأثر استخدام الطاقة الشمسية بيئيا لأجل تحقيق التنمية المستدامة وفقا للنقاط التالية :

أولا : مفهوم التنمية المستدامة .

ثانيا : الآثار البيئة لمصادر الطاقة التقليدية .

ثالثا : الطاقة الشمسية وحماية البيئة لأجل التنمية المستدامة .

أولا : مفهوم التنمية المستدامة :

ظهر مفهوم التنمية المستدامة في بداية ومنتصف الثمانينيات من خلال مؤتمر استوكهولم حول البيئة ١٩٧٢، حيث أشارت وثائق المؤتمر إلى ضرورة وضع الاعتبارات البيئية ضمن سياسات التنمية . وتأكد مفهوم التنمية المستدامة في مؤتمر ريوديجانيرو عام ١٩٩٢ والمعروف (بقمة الأرض) حيث أشار المبدأ الثالث والرابع من وثيقة المؤتمر إلى أن التنمية المستدامة ضرورة لإنجاز الحق في التنمية بحيث تلبي على نحو متساو لحاجات الأجيال في الحاضر والمستقبل، من هنا اتفقت معظم الكتابات في الأدب الاقتصادي على أن التنمية المتواصلة هي " أسلوب لتلبية

حاجات ومطامح الأجيال الحاضرة بدون المخاطرة بحق ومقدرة الأجيال القادمة على الوفاء باحتياجاتها " .

ومفهوم التنمية المتواصلة على هذا النحو يشير إلى ثلاثة أمور رئيسية وهي تتمثل في:

أ- إتباع نمط في التنمية يقلل إلى حد ممكن من تلوث البيئة في إطار عملية تغيير تتناسق معها كافة عمليات استغلال الموارد والاستثمار والتقدم التكنولوجي والتغيرات الهيكلية التي تحقق هذا التناسق بما يلبي احتياجات الأجيال الحاضرة دون الأضرار أو الافتئات على حقوق الأجيال القادمة في الوفاء باحتياجاتهم .

ب- أن التنمية المستدامة بهذا المفهوم ترسخ معنى العدالة ليس فقط بين الأجيال المتعاقبة وإنما أيضا تعميقها بين أبناء الجيل الواحد وهذا من شأنه أن يوسع من استخدامات الموارد بين البدائل المختلفة .

ج- التخصيص الأمثل للموارد من خلال توسيع نطاق دراسة تحليل العلاقة بين الإيراد والنفقة ففي ظل اقتصاديات حماية البيئة لابد أن تدخل نفقات حماية البيئة من التلوث ضمن حسابات النفقة الغير مباشرة .

في ضوء ذلك يتبين أن تحقيق مفهوم التنمية المستدامة بيئيا يجعل البيئة متغيرا أساسيا من متغيرات التنمية المستدامة وأن تلوث البيئة يؤثر على تحقيق التنمية بهذا المفهوم لكون البيئة مصدرا للموارد الاقتصادية ويحتم استغلال هذه الموارد بذل الجهود لحماية البيئة من التلوث .

ثانيا : بعض الآثار البيئية لمصادر الطاقة التقليدية :

في تقرير أعده فريق من العلماء بانجلترا بقيادة سيرنيكولاس سيترن[1] عن التأثيرات الناجمة عن استخدام مصادر الطاقة التقليدية على التغيرات المناخية والانتكاسات البيئية، وبعد إجراء مراجعة لاقتصاديات التغيرات المناخية وتأثيرها على الاقتصاد العالمي من خلال تأثير المنظومة البيئية وكل الأنشطة التنموية في العقود المقبلة، جاءت نتائج التقرير محبطة لأمال العديد ممن تشككو في التأثير التدميري لمصادر الطاقة التقليدية على التغيرات المناخية والموارد البشرية بسبب الانبعاثات الناتجة عن الوقود التقليدي والمتوقع أن تصل إلى حوالي ١٩٠ مليون طن من غاز

(1) http://www.sternreview.org/ ,(accessed20 June , 2007) .

ثاني أكسيد الكربون عام ٢٠١٧ بالإضافة إلى الغازات الأخرى، وفيما يلي بعض الآثار البيئية لاستخدام مصادر الطاقة التقليدية :

١ – التأثير على المورد البشري :

أكدت دراسة (بولا دوبرنسكي 2006)[١] أن التلوث البيئي يتسبب في وفاة نحو ٤٤٠٠ شخص يوميا، معظمهم لا يتناولون طعاما صحيا ويسكنون مساكن غير ملائمة، كما صاحب الزيادة المستمرة في استخدام مصادر الطاقة التقليدية بسبب زيادة معدلات الإنتاج بالبلدان الصناعية زيادة مماثلة في إنتاج النفايات الخطرة، حيث تضاعف الإنتاج العالمي السنوي للنفايات الخطرة بأكثر من مائة ضعف في النصف الثاني من القرن الماضي ونظرا لما تمثله هذه النفايات من آثار خطيرة وسامة على الأرض والهواء والماء وكل الكائنات الحية، ولندرة المواقع الآمنة بيئيا لدفن تلك النفايات في الدول الصناعية تتجه هذه الدول للتخلص منها وتصديرها للخارج، وعادة ما تتلقى الدول الأفريقية النصيب الأكبر من هذه النفايات[٢].

ولقد أكد تقرير منظمة الصحة العالمية أن الملوثات البيئية (الصلبة – الغازية – المائية) تقتل أكثر من ٣٠ ألف شخص يوميا في دول العالم الثالث، وأن نصف سكان العالم لا يستطيعون الحصول على مياه نقية خالية من الميكروبات، وأن ستة ملايين طفل يموتون سنويا في الدول النامية .

٢ – التأثير على التغيرات المناخية[٣] :

إن من أهم التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدام مصادر الطاقة التقليدية حدوث تغيرات مناخية فيما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري والتي ارتبطت بظاهرة ارتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة لزيادة تركيز بعض الغازات في الغلاف الجوي

---

(1) Poulla Dobriansky (July , 2006) , " clean for tomorrow " , e. Journal USA , Economic perspectives .

(٢) على سبيل المثال : اتفقت شركة (سيسكو) إحدى الشركات الغربية مع حكومة بنين على قيام الشركة بنقل خمسة ملايين طن سنويا من النفايات الخطرة إليها مقابل حصول حكومة بنين على مقابل دولارين ونصف فقط للطن الواحد .

انظر : خالد السيد متولي " تصدير النفايات الخطرة إلى أفريقيا " مجلة السياسة الدولية ، العدد ١٦٩ ، يوليو ٢٠٠٧ .

(3) - Stern review : the economic of climate change , executive summary . February , 2007

- International monetary fund (imf) world economic and financial - surveys : world economic outlook database , September , 2006 editing

وأهمها غاز ثاني أكسيد الكربون، وقد نبه العلماء إلى الأضرار المصاحبة لهذه الظاهرة والتي تؤثر على الكائنات الحية منها على سبيل المثال الاندثار الكمي للنباتات والأشجار والغابات بالإضافة إلى زيادة مستوى المياه في البحار وغيرها من التأثيرات السلبية المعروفة لهذه الظاهرة .

وأكدت الدراسات أن المسبب الرئيسي لهذه الظاهرة هو الإنسان من خلال حرقه للغاز الطبيعي والنفط والفحم وقد تفاقمت هذه الظاهرة بسبب زيادة استخدام هذه المصادر من الطاقة وما ينتج عنها من زيادة في المخلفات الغازية والمسببة للاحتباس الحراري والمعروفة بالغازات الدفينة، وقد توقع العلماء بأنه إذا استمر الحال كما هو فإن كمية ثان أكسيد الكربون وهو أخطر هذه الغازات ستزداد بسبعة أضعاف من مستواها الحالي البالغ سبعة مليار طن سنويا إلى أربعين طن سنويا أي بنسبة ٦٠٠% .

كما أكدت الدراسات أن إهمال هذه الظاهرة وعدم التصدي لها بجدية سوف يكون لها مضار اقتصادية ومشاكل تنموية عديدة منها على سبيل المثال ما يلي :

أ- التأثير على الأرض كأحد أهم الموارد الاقتصادية حيث أن ارتفاع درجة حرارة الجو يؤدي إلى القضاء على العديد من المحاصيل الزراعية واندثار النباتات والأشجار، هذا بالإضافة لما يحدثه ارتفاع درجة الحرارة إلى ذوبان الجليد وارتفاع مياه البحر وغرق معظم الأراضي الزراعية (الساحلية) ومن ثم عدم صلاحية التربة للزراعة .

ب- التأثير على صحة الإنسان وهو العنصر البشري في عملية الإنتاج وذلك بسبب انتشار الأمراض والأوبئة وزيادة معدل الوفيات، ويرجع ذلك إلى ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي .

ثالثا : الطاقة الشمسية وتحقيق التنمية المستدامة :

في إطار ما تقدم، وكما تبين لنا في العرض الوارد بنظم استخدام الطاقة الشمسية الحرارية بالإضافة إلى نظم توليد الكهرباء بقدرات مختلفة تؤمن إمداد الطاقة في المناطق النائية وكذلك ارتباطها بالشبكات الكهربائية الإقليمية . فإن ذلك يجعل للطاقة الشمسية دورا واضحا في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية

المستدامة وذلك من خلال عدة محاور تمثل في مجموعها أحد أهم عوامل تحقيق الاستدامة وهي كما يلي :

١- الحد من تأثير الطاقة على البيئة :

في تقرير أصدرته شبكة سياسة لطاقة متجددة للقرن الواحد والعشرين (*REN-21*) يقول أن الطاقة الشمسية يجب أن تلعب دورا رئيسيا في إمدادات الطاقة العالمية وذلك من أجل مواجهة التهديدات البيئية والاقتصادية للتغير المناخي التي تتزايد خطرا[١]، ويؤكد على ما ورد في هذا التقرير ما ذكره (تسافاد تسكي) أحد خبراء الطاقة الألمان[٢] أنه يمكن للطاقة الشمسية أن تلعب دورا مهما في حماية المناخ مستقبلا خاصة وأن تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية آخذة في النقصان، وفي تقرير نشرته منظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو)[٣] أنه بسبب استخدام مصادر الطاقة التقليدية فإن نسبة الأشجار والغابات تتراجع بصورة مستمرة مما يتسبب في جفاف الأرض والتربة والإضرار بالمياه الجوفية وزيادة في التصحر وزحف الرمال وهي ما أضفى صورة كئيبة على العالم بسبب زيادة معدلات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي والغازات الدفيئة الأخرى وإن استخدام مصادر الطاقة المتجددة سوف يساهم في الحد من هذه التأثيرات على البيئة .

في ضوء ما تقدم يتضح أهمية الطاقة الشمسية في الحد من التأثيرات المناخية لمصادر الطاقة التقليدية حيث أن نظم الطاقة الشمسية المختلفة لا تسبب انبعاثات ضارة أثناء التشغيل فضلا عن مساهمتها في الحد من انبعاث الغازات الضارة وهو ما يدعو إلى ضرورة استخدامها لحماية الموارد البيئية لتحقيق التنمية المستدامة.

٢- تقرير إمدادات الطاقة للسكان :

هناك نحو مليارى شخص في الدول النامية يعيشون في مناطق ريفية ونائية يسدون احتياجاتهم من الطاقة في الوقت الحاضر من الخشب والقش لإعداد الطعام

---

(١) تقرير يربط بين الطاقة الشمسية وحل مشكلة التغير المناخي – العنوان الالكتروني :
www.unep.org/GC/GCSS-ix/arabic/REN-arabic.doc

(٢) ألمانيا تلجأ إلى الطاقة الشمسية لحل مشكلاتها – العنوان الالكتروني :
www.mmsec.com/m1-eng/windeng-htm-15k

(٣) المرجع السابق .

وتسخين المياه والتدفئة لأنهم محرومون من الإمدادات والخدمات الأساسية للطاقة مما يسهم في تدهور الأوضاع الاجتماعية وانخفاض مستوى التعليم والرعاية الصحية الأمر الذي يحد من فرص التنمية وتحسين نوعية الحياة، ولما كانت الطاقة الشمسية تتوفر في هذه المناطق فإن استخدامها كمصدر للطاقة بالقدرات الملائمة لسكان هذه المناطق يمكن أن يسهم بشكل مؤثر في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية[١] .

٣- مقاومة الفقر وتحسين نوعية الحياة :

يعد هذا البعد الاجتماعي نتيجة لاستخدام الطاقة الشمسية في إمداد السكان بالطاقة لتحقيق التنمية المستدامة - حيث تؤدي إلى تحسين نوعية الحياة لما توفره من خدمات صحية وتعليمية لسكان المناطق النائية والريفية ويسهم في مقاومة الفقر، فضلا عن إيجاد فرص عمل محلية في مجالات تصنيع وتشغيل معدات الطاقة الشمسية وصيانتها، خاصة وأن هذه المعدات يمكن تصنيعها بإمكانات محدودة تتوفر بهذه المناطق الأمر الذي يؤدي إلى إقامة صناعات حرفية صغيرة تساهم في زيادة دخل الأسرة لتحسين مستوى المعيشة .

٤- الوفر في استهلاك المصادر التقليدية للطاقة :

إن استخدام نظم الطاقة الشمسية يمكن أن يساهم بشكل كبير في توفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، وهو ما يؤدي إلى تحقيق وفر في استهلاك المصادر التقليدية للطاقة يمكن أن يمثل فائض للتصدير، أو يسهم في إطالة عمر المخزون من المصادر التقليدية في الدول المنتجة للنفط والغاز، كما يمكن أن يمثل الوفر المحقق من استهلاك الطاقة الشمسية خفضا في تكاليف استيراد المصادر التقليدية للطاقة بالنسبة للدولة الغير منتجة لها، هذا بالإضافة إلى أنه لو تم توجيه هذا الوفر من الاستهلاك نحو تطوير بحوث وتكنولوجيا استخدام الطاقة الشمسية لأدى ذلك مستقبلا إلى تصدير الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية .

٥- توفير المياه :

---

(١) تنمية استخدامات الطاقة المتجددة : مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة - جوهانسبرج - ٢٠٠٢ . صـ٢

تمثل مشكلة نقص المياه أحد أهم معوقات التنمية الاقتصادية ويمكن للطاقة الشمسية باستخداماتها المتعددة أن تساهم في إيجاد حل لهذه المشكلة وذلك عن طريق استخدامها في تحلية مياه البحر، حيث أن المشكلة الأساسية في تحلية المياه هو ارتفاع تكلفة الطاقة المستخدمة في محطات التحلية بسبب استهلاك كميات كبيرة من الطاقة كما أنه يمكن استخدام الطاقة الشمسية في المناطق النائية في توليد الكهرباء لضخ المياه من الآبار التي يصل عمقها إلى ٧٠ متر وبكميات تصل إلى ٧٠ جالون في الدقيقة لفترات طويلة وهو ما يوفر المياه لري مساحات شاسعة من الأراضي الصحراوية[١] . لذا فإن استخدام الطاقة الشمسية لتحلية المياه واستخراج المياه الجوفية يقدم حلا طويل الأمد للدول التي تعاني من ندرة المياه، وهو ما يدعو للسعي نحو تبني هذه الاستخدامات الحيوية للطاقة الشمسية واعتبار استخدامها هاما لتحقيق التنمية المستدامة .

٦- التنمية العمرانية المستدامة في المدن الجديدة :

عند تنفيذ خطة التنمية نجد أن للطاقة دورا كبيرا في عملية التنمية العمرانية، وتعد الطاقة الشمسية أحد أهم المصادر المستخدمة إلى جانب مصادر الطاقة الأخرى في تحقيق التنمية العمرانية حيث تنحصر الأهداف الرئيسية لتخطيط الطاقة في :

- ضمان توفر مصادر الطاقة لاستمرار النمو الاقتصادي .
- ضمان سعر مناسب للطاقة وترشيد استهلاكها .
- البحث عن مصادر بديلة للطاقة نظيفة بيئيا .

وباعتبار المعايير السابقة فإن المقارنة بين اقتصاديات الطاقة الشمسية والمصادر التقليدية للطاقة تضع الطاقة الشمسية في مقدمة مصادر الطاقة لما تتمتع به من الوفرة في كل مكان، وانعدام تكلفة الاستهلاك ولاسيما على المدى الطويل، بجانب نظافتها بيئيا، ولا توجد أي خطورة في استخدامها، ويمكن الاستفادة من الطاقة

---

(١) محمد عبد الله منتصر وآخرون : الطاقة الشمسية وتحلية المياه في الوطن العربي ، ورقة مقدمة للاجتماع السابع للجنة العربية دائمة للطاقة المتجددة ، عمان ، الأردن سبتمبر /٢٠٠١
وانظر أيضا : محمد فتحي بارة : الطاقة الشمسية : تطبيقات صغيرة المستوى في البلدان النامية (كتاب مترجم إلى العربية) المنظمة العلمية للطاقة ، ١٩٩٨ .

الشمسية بصورها المختلفة في المدن الجديدة في إنارة الشوارع والمنازل – تشغيل الأجهزة المنزلية – المدارس – الوحدات الصحية – هذا بالإضافة إلى توفير الطاقة التي تستخدمها أجهزة التكييف لخفض درجة الحرارة بسبب انتشار الأشجار والمساحات الخضراء لقدرتها على تحقيق الخفض في درجة الحرارة، فعلى سبيل المثال فإن الخفض في درجة الحرارة التي يحققها جهاز تكييف يستهلك كهرباء بحوالي ٥ دولار في اليوم يتساوى مع ما تحققه شجرة واحدة ذات جذع قطره ٧سم في خفض درجة الحرارة[١] .

المبحث الثاني

الطاقة الشمسية وتأمين مصادر الطاقة

يعد موضوع تأمين مصادر الطاقة مصدر قلق للدول المستهلكة والمنتجة للطاقة على السواء، لارتباطه بتأمين تشغيل المشروعات الصناعية والتجارية المعتمدة على الطاقة كأحد أهم عناصر الإنتاج ولاسيما تلك المشروعات كثيفة الاستخدام للطاقة، وهو ما يتعلق بتحقيق وتنفيذ خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية في الحاضر وإعداد الخطط المستقبلية على أسس واضحة لتحقيق مزيد من التقدم .

في ضوء أهمية تأمين الطاقة وعلاقته بتحقيق التنمية ودور الطاقة الشمسية كأحد أهم مصادر الطاقة المتجددة في تأمين مصادر الطاقة نحاول في هذا الجزء من الدراسة إلقاء الضوء حول النقاط الآتية :

أولا : مفهوم تأمين الطاقة .

ثانيا : أنواع مخاطر الطاقة .

ثالثا : أهمية الطاقة الشمسية في تأمين الطاقة .

أولا : مفهوم تأمين الطاقة :

يعبر مصطلح تأمين الطاقة عن آخرين، أولهما : يتعلق بإتاحة مصادر الطاقة بكميات كافية سواء بالنسبة للدول المنتجة أو المستوردة للطاقة على حد

---

(١) د/ نوبي محمد حسن ، د/ محمود عبد الهادي الاكيابي : استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في المدن الجديدة : بحث منشور في : ندوة بعنوان " المدن الجديدة ودورها في التنمية المستدامة " أكادير – المغرب – ٢٤ : ٢٧ نوفمبر ١٩٩٩ م .

سواء، وثانيهما : يتعلق بالاستقرار النسبي في أسعار الطاقة خاصة في الدول المستوردة للطاقة . وأن تعرض مصادر الطاقة للنقص بسبب مخاطر عمليات إنتاج الطاقة أو بسبب الارتفاع الغير مقبول في أسعار الطاقة فإن هذا يعني نقص في تأمين الطاقة – لذلك فإنه يجب تأمين مصادر الطاقة من المخاطر التي تهدد إتاحتها بكميات كافية سواء تعلق الأمر بإنتاجها أو بتوفيرها بأسعار مناسبة وهو ما نعرض له فيما يلي:

ثانيا: أنواع مخاطر الطاقة :

يمكن تصنيف المخاطر التي تهدد مصادر الطاقة التقليدية الى ثلاث أنواع من المخاطر وهي كما يلي :

١- مخاطر تتعلق بنضوب المصادر التقليدية :

يعد king *Hubbert* أول من اكتشف قواعد استنزاف الموارد الناضبة غير المتجددة ومن بينها البترول حيث قدم نظريته التي تقول أن كل مورد من الموارد محدود ومنتهي (*Finite*) وفقا للقواعد الآتية :

أ- يبدأ الإنتاج من الصفر .

ب- يرتفع الإنتاج إلى أن يصل إلى ذروة لا يمكن تجاوزها ونكون بذلك وصلنا إلى نصف الرصيد .

ج- بعد وصول الذروة يبدأ الإنتاج في الانخفاض إلى أن يستنزف المورد، وفي دراسة له سنة ١٩٥٦ توقع أن الإنتاج الأمريكي للبترول سيعرف ذروته سنة ١٩٧٠ وبعدها ينخفض الإنتاج . إلا أن دراسته لم تلق قبولا آنذاك إلى أن أثبتت الأحداث صدق نظريته حيث بالفعل عرف الإنتاج الأمريكي للبترول ذروته ١٩٧١، وبعدها سجل انخفاضا في الإنتاج لهذا فإنه ينبغي على الدول المنتجة والمستهلكة للمصادر الطاقة التقليدية أن تبحث عن بدائل أخرى للطاقة .

ويتوقع فريق شيل للبترول أنه بحلول عام ٢٠٠٥ ستكون الطاقة الشمسية هي المصدر الأساسي ***Shell petroleum Group*** للطاقة الكهربائية لأنه في حالة نضوب البترول وشحته المتنبأ بها سيجعل الطاقة الشمسية في مركز الصدارة في ميادين إنتاج الطاقات البديلة في المستقبل .

٢- مخاطر تتعلق باتاحة مصادر الطاقة :

تتعدد المخاطر التي يمكن أن تؤثر على إتاحة مصادر الطاقة منها ما يلي :

أ- مخاطر تتعلق بتعطل مرفق إنتاج الطاقة لأسباب فنية كتعطل المضخات أو كسر الأنابيب أو لأسباب تخريبية كتفجير الآبار أو تدمير خطوط الإنتاج بسبب الاضطرابات الداخلية كما حدث في ليبيا أو بسبب هجوم عسكري كما حدث في العراق .

ب- مخاطر تتعلق بنقل وتوزيع الطاقة لأسباب فنية كغرق سفن النقل أو تعطل شبكات نقل الطاقة أو لأسباب تخريبية منها تدمير السفن أو خطفها وتفجير خطوط نقل الطاقة بين الدول بعضها البعض .

٣- مخاطر تتعلق بأسعار الطاقة :

فمصادر الطاقة تعد سلع استراتيجية تتحدد أسعارها في سوق الطاقة وفقا لقوى العرض والطلب والمتغيرات التي تؤثر في كل منهما، منها حجم المعروض في السوق ونوعيته، تغير سعر صرف العملات ولاسيما المؤثرة في السوق العالمي كالدولار واليورو، الأوضاع السياسية في البلدان المؤثرة في حجم المعروض العالمي من الطاقة وكلها عوامل تتشابك مع بعضها وتؤثر على أسعار الطاقة على نحو قد يؤدي إلى انفلات في أسعار الطاقة الأمر الذي يهدد توفيرها للعديد من الدول المستوردة لها مما يؤثر بشكل مباشر على إنتاج هذه الدول ووضع أعباء متزايدة على كاهلها ودفعها في حلقة مفرغة لا تصل فيها إلى حافة نجاة ..

ثالثا: أهمية الطاقة الشمسية في تأمين واستدامة الطاقة :

أمام هذه المخاطر التي تهدد توافر مصادر الطاقة التقليدية والتي من شأنها تهديد عملية التنمية تأتي أهمية مصادر الطاقة المتجددة وفي مقدمتها الطاقة الشمسية لتؤمن توفير الطاقة للعديد من الدول التي تتمتع بوفرة في الطاقة الشمسية – سواء كانت منتجة لمصادر الطاقة التقليدية أو مستوردة لها على نحو يحقق لها تعزيز إمكانات الحاضر والمستقبل للوفاء باحتياجات الإنسان، فضلا عن سيادة قيم

الاستهلاك التي لا تتجاوز الممكن بيئيا – حيث أن الاعتماد على المصادر التقليدية وحدها يسرع بنضوبها إلى جانب رفع نسب انبعاثات الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري وخطورة تداعياتها الاقتصادية مما يجعل سياسات الطاقة التي تركز على المصادر التقليدية للطاقة توصف بأنها ليست مستدامة .

لذلك فإن تحقيق الاستدامة بمفهومها الحقيقي يتطلب دعم وتطوير مصادر الطاقة المتجددة، غير أن تعظيم الاستفادة من تلك المصادر مرهون بتوافر شروط أربعة هي :

وفرة مصدر الطاقة المتجدد – الاتاحية التكنولوجية للاستفادة منه – توفر الكفاءات البشرية – الجدوى الاقتصادية، وتعد الطاقة الشمسية هي الأولى من بين المصادر المتجددة للطاقة التي يتوافر لها تلك الشروط ؛ لذلك فإن الطاقة الشمسية هي الاختيار الأفضل لتأمين واستدامة إمدادات الطاقة لأنها تساعد على الوصول إلى استقرار بيئي واقتصادي واجتماعي في قطاع الطاقة على نحو ما ذكر سلفا في دورها في تحقيق التنمية المستدامة .

المبحث الثالث

الطاقة الشمسية والقدرة التنافسية

لقد أصبحت القدرة التنافسية عاملا حاكما في العلاقات التجارية بين الدول كما تعد وسيلة فعالة لضمان الكفاءة الاقتصادية وتعزيز النمو وتحسين مستويات المعيشة فضلا عن أنها تعكس الصفات الهيكلية الأساسية لكل اقتصاد، الأمر الذي يدفع القائمين على عملية الإنتاج إلى التحديد الدقيق لإمكانيات التنافس والاختيار الدقيق بين بدائل الإنتاج المختلفة ولما كانت الطاقة أحد أهم مستلزمات الإنتاج فإن الاختيار الصحيح بين بدائل الطاقة المختلفة، يعد أمر ضروريا لتحقيق القدرة التنافسية لما يعكسه نوع الطاقة المستخدم في عملية الإنتاج من أثر واضح في حجم النفقات ومن ثم على صادرات القطاع الإنتاجي وحصته في السوق الدولية .

لذلك سوف نتناول أثر استخدام الطاقة في تحقيق القدرة التنافسية في النقاط التالية :

أولا : مفهوم القدرة التنافسية .

ثانيا : أثر النفقات البيئية على القدرة التنافسية .

ثالثا : أهمية الطاقة الشمسية في دعم القدرة التنافسية .

أولا : مفهوم القدرة التنافسية :

تعددت تعريفات ومفاهيم القدرة التنافسية إلا أنها تتفق على أنها مجموعة من الموارد والأصول الاستراتيجية التي تمكن الاقتصاد من زيادة نصيبه في السوق الدولية، وقد عرفها المجلس الوطني المصري للتنافسية على أنها قدرة الاقتصاد على توفير مستوى معيشة مرتفع للمواطنين قياسا بقدرته على خلق الثروات من خلال تعظيم الإنتاجية ودعم قدرات الابتكار ولقد تعددت استراتيجيات تحقيق التنافسية بين الاقتصاديات المختلفة أهمها ما يتعلق بخفض نفقات الإنتاج مقارنة بباقي المنافسين وفي سبيل خفض نفقات الإنتاج تقوم الدول باتباع عدة طرق أهمها :

أ- اقتصاديات الحجم

ب- تحسين الجودة

ج- كفاءة استخدام مصادر الطاقة

د- تكثيف جهود البحث والتطوير

وسوف يركز البحث على ما يتعلق باستخدام مصادر الطاقة كأحد أهم طرق تخفيض نفقات الإنتاج لتحقيق القدرة التنافسية لارتباطها بموضوع البحث، كذلك سوف نعرض فيما يلي للنفقات البيئية وأثرها على القدرة التنافسية :

ثانيا : النفقات البيئية والقدرة التنافسية :

لم تعد نفقات الإنتاج قاصرة فقط على بنود الإنفاق الخاصة بعناصر الإنتاج وإنما امتدت لتتضمن النفقات الخاصة بحماية البيئة من التلوث وهي ما يطلق عليها (نفقات حماية البيئة) وهي نفقات إضافية يحددها مصدر الطاقة المستخدم في عملية

الإنتاج ويمكن تقسيم هذه النفقات التي تبذلها المنشأة لحماية البيئة من التلوث بالنظر إلى الهدف من النفقة إلى أربعة أنواع :

أ- نفقات سابقة : وهي تهدف إلى تخفيض وإزالة الأسباب المتمثلة التي تؤدي إلى آثار بيئية غير مرغوبة من ذلك إعادة تصميم عملية الإنتاج بحيث يتم استبعاد الخامات السامة أو الضارة واستبدالها بأخرى أكثر أمناً .

ب- نفقات التحديد والتقييم البيئي : وتهدف هذه النفقات إلى قياس ومتابعة المصادر المحتملة للأضرار البيئية من ذلك نفقات متابعة مستويات المواد السامة في صورها المختلفة (غازية – سائلة – صلبة) داخل المنشأة .

ج- نفقات رقابية : والتي تهدف إلى الرقابة والتحكم في المواد المستخدمة التي تضر بالبيئة بما لا يؤدي إلى تحقيق تفاعلات ضارة وكذلك معالجة المخلفات الضارة .

د- نفقات إزالة الأضرار البيئية : وهي تهدف إلى علاج الأضرار البيئية التي تحققت بالفعل .

كما يمكن تصنيف نفقات حماية البيئة بالنظر إلى نوعها إلى نفقات رأسمالية وأخرى جارية .

أ- نفقات رأسمالية : وهي عبارة عن نفقات الأصول المخصصة لأغراض حماية البيئة الداخلية والخارجية من التلوث، ومن هذه النفقات :

- الفلاتر والسليكونات لتنقية الغازات .
- معدات الأمن الصناعي لحماية العاملين من التلوث .
- أجهزة كتم الصوت لتقليل الضوضاء .
- فواتير القروض اللازمة لشراء معدات منع التلوث .

ب- نفقات جارية : وهي عبارة عن عناصر النفقات اللازمة لتشغيل وصيانة آلات حماية البيئة من التلوث وأجور العاملين بإدارة الأمن الصناعي وإدارة حماية البيئة والبحوث الخاصة بالتلوث .

مما سبق مقدار النفقات الإضافية التي تتحملها المنشأة لأجل حماية البيئة من التلوث والناتجة بشكل أساسي عن نوعية الوقود المستخدم الأمر الذي يدفع

المنتجين إلى البحث عن مصادر أخرى لطاقة تجنبهم هذه النفقات الإضافية دون الإخلال بالهدف من عملية الإنتاج .

٢- أثر النفقات البيئية على القدرة التنافسية :

بعد العرض السابق للنفقات البيئية (الإضافية) التي تتحملها المنشأة بسبب استخدامها لمصادر الطاقة التقليدية فإنه مما لا شك فيه أن هذه النفقات سوف يكون لها أثرها الواضح في خفض القدرة التنافسية ولاسيما في المشروعات الصناعية وكثيفة الاستخدام للطاقة والأكثر تلويثا للبيئة (كصناعة الاسمنت، والأسمدة) والتي تتأثر فيها هياكل نفقات الإنتاج بتكاليف الالتزام بالمعايير البيئية ومن ثم بحجم إيراداتها وقدرتها التنافسية .

ويظهر أثر النفقات البيئية على القدرة التنافسية للقطاعات الإنتاجية من خلال تأثيرها على ما يلي :

١- حجم الصادرات : فمن الواضح أن الزيادة في تكاليف البيئة الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة الملوثة للبيئة أثرا سلبيا على الصادرات وذلك من خلال الخسارة الناجمة عن ارتفاع تكلفة الإنتاج بسبب النفقات البيئية الإضافية والتي يمكن أن تولد خسارة في الصادرات بنسبة تتراوح بين ٥ : ١٥% وعليه يتعين على صانعي القرار لدى قياس عوامل تأثير النفقات البيئية على القدرة التنافسية أن يقيموا اثر التدابير المقترحة على صعيد السياسة العامة على مستويات الإنتاج وعلى التوقعات التجارية لاسيما في البلدان التي تحبذ استراتيجيات النمو التي تحرك الصادرات .

٢- تراجع القدرة التنافسية : تؤثر النفقات البيئية في الصناعات كثيفة استخدام الطاقة أثرا شديدا في القدرة التنافسية لهذه النفقات فمثلا تشير التقديرات إلى أن قطاع الاسمنت في الأردن يعاني من تراجع في الناتج يصل إلى ١٣% بسبب تضاعف نفقات الالتزام بالمعايير البيئية بسبب استخدام مصادر الطاقة التقليدية الملوثة للبيئة، وكذلك قد تعاني بعض الصناعات الأخرى الأقل تلوثا للبيئة من تراجع وانخفاض قدرتها التنافسية بسبب تكاليف حماية البيئة الناجمة عن

استخدام مصادر الطاقة التقليدية كما هو في المغرب فقد شهدت صناعة الجلود والأحذية انخفاض تراوح ما بين ٦ : ٨ % وكذلك الحال في مصر فقد أدى الالتزام بالمعايير البيئية في قطاع المنسوجات إلى انخفاض في القدرة التنافسية في هذا القطاع بنسبة ٨% .

ثانيا : أهمية الطاقة الشمسية في دعم القدرة التنافسية :

في سياق دراسة تأثير استخدام مصادر الطاقة التقليدية وما تحققه من نفقات إضافية في عملية الإنتاج بسبب الالتزام بالمعايير البيئية على نحو يؤثر على القدرة التنافسية للقطاعات الصناعية تظهر بوضوح أثر استخدام مصادر الطاقة المتجددة وفي مقدمتها الطاقة الشمسية كبديل آمن على البيئة من ناحية، ويعزز القدرة التنافسية للقطاعات الإنتاجية من ناحية أخرى وذلك بإعفائها من أعباء النفقات الإضافية التي تفرضها الالتزام بالمعايير البيئية .

– ولا يقتصر أثر استخدام الطاقة الشمسية في دعم القدرة التنافسية فيما يحققه من الإعفاء من أعباء النفقات البيئية الإضافية فحسب بل يمتد إلى انخفاض تكلفة الطاقة الشمسية ذاتها كمصدر للطاقة مقارنة بتكلفة المصادر التقليدية الأخرى . التي تتزايد أسعارها يوما بعد يوم حيث يؤدي الانتشار الواسع لاستخدام الطاقة الشمسية وتزايد جهود البحث والتطوير إلى انخفاض تكلفتها كمصدر للطاقة .

ويوضح الجدول رقم (٨)

تطور تكلفة استغلال الخلايا الشمسية في الفترة من ١٩٨٠ : ٢٠٠٠

الوحدة بالدلاور

السنوات	التكاليف
١٩٨٠	١٥
١٩٨٣	٧
١٩٨٥	٥
١٩٨٧	٣
١٩٩٠	١.٥
٢٠٠٠	٠.٧

المصدر : *Revolution Africian 2000*

يتضح من الجدول تناقص تكاليف استخدام الخلايا الفوتوفلتيه نتيجة تزايد أنشطة البحث والتطوير وكذلك الاستغلال الواسع لها، ويزيد تناقص تكلفة استخدام الطاقة الشمسية مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية الأخرى إذا ما أخذنا في الاعتبار تكاليف النقل لمصادر الطاقة التقليدية ولاسيما في المشروعات التي تقام في المناطق النائية .

هذا ويمكن إبراز أثر الطاقة الشمسية في دعم القدرة التنافسية للقطاعات الإنتاجية فيما يلي :

١- انخفاض الأهمية البيئية لمصادر الطاقة التقليدية .

٢- حدوث تحولات هامة في هيكل أسعار عناصر الإنتاج بحيث لم تعد الطاقة هي الأكثر تكلفة من بين عناصر الإنتاج .

٣- النفقات البيئية وزيادة أعباء نفقات الإنتاج .

٤- النفاذية إلى الأسواق العالمية وخلق أسواق جديدة .

٥- تجنب العقوبات والغرامات بسبب عدم الالتزام بما تفرضه الاتفاقات الدولية (بروتوكول كيوتو) من معايير بيئية في عملية الإنتاج .

الخـــلاصـــــة

لقد تمثلت الإشكالية الأساسية لهذا البحث في توظيف الطاقة الشمسية والاستفادة منها بشكل فعال كبديل لمصادر الطاقة التقليدية المهددة بالمخاطرة والتي قاربت على النضوب، وذلك لما يتوفر لهذا المصدر من مزايا أهمها الوفرة وتعدد صور الاستخدام وأن استخدامها آمن على البيئة فضلا عما يحقق من انعكاسات ايجابية على الاقتصاد تتمثل في الكفاءة الاقتصادية ولاسيما عند التوسع في نظم استخدامها، والاهم من ذلك أن استخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة لا يشكل اعتداء على ما تذخر به البيئة من موارد طبيعية بما يحفظ للأجيال القادمة حقها في هذه الموارد على نحو يحقق معه مفهوم التنمية المستدامة، وقد تمت لنا معالجة الإشكالية الأساسية من خلال ثلاثة فصول :

الفصل الأول : تناول مفهوم الطاقة والطاقة المتجددة وأهم مصادرها والتي تمثلت في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحيوية وطاقة الحرارة الجوفية والطاقة المائية ثم الطاقة الهيدروجينية، وانتهينا إلى أن الطاقة الشمسية تأتي في مقدمة مصادر الطاقة المتجددة لأنها المصدر الرئيسي لمعظم هذه الطاقات لدرجة أن البعض يطلق عليها شعار " أم الطاقات " لذلك فإن الطاقة الشمسية تحظى بنسبة كبيرة من الاستثمارات المشاركة في قطاع الطاقة المتجددة والتي تصل إلى نحو ٤٥%، كما أن الطاقة الشمسية يتوافر لها تلك الضوابط الاقتصادية التي يجب توافرها في الموارد الاقتصادية، والتي تمثلت فيما تتميز به من وفرة الاستخدام وتعدد صور الاستخدام كمصدر للطاقة الضوئية والحرارية والكهربائية، هذا بالإضافة إلى ما يحققه استخدامها من جدوى اقتصادية عند حساب التكلفة والعائد والعمر الافتراضي على المدى البعيد لمعدات استخدامها، وانتهينا في هذا الفصل إلى أنه لا يمكن حاليا الحكم بشكل قطعي بأن استخدامها مكلف لأنه لا يزال يتم على نطاق ضيق.

الفصل الثاني : تناول استخدام الطاقة الشمسية في السوق العالمية وواقع استخدامها في جمهورية مصر العربية وكشفت لنا الدراسة عن أن استخدام الطاقة الشمسية وتطبيقاتها في السوق العالمي لم يتبلور بعد بسبب ضيق الاستخدام لذلك تمت دراسة وضع الطاقة الشمسية في سوق الطاقة العالمي في صورة مؤشرات

تكشف عن حجم الطلب العالمي على هذا المصدر وإمكانيات إنتاج معدات استخدامها وأهم نماذج الاستخدام في العالم .

وكشفت الدراسة عن أن حجم الطلب العالمي في سوق الطاقة المتجددة بلغ نحو ١.٤ تريليون دولار عام ٢٠٠٨ ومن المتوقع أن يصل إلى ٣.١ تريليون دولار عام ٢٠٢٠، ساهمت الطاقة الشمسية في هذا السوق بنسبة بلغت نحو ١٥% عام ٢٠٠٧ ومن المتوقع أن ترتفع إلى نحو ٥٠% عام ٢٠٢٠، وان الاستثمارات في الطاقة الشمسية بلغت نسبتها إلى نحو ٤٥% من حجم الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة منها ٢٤% للاستثمار في الخلايا الفوتوفلتية و ٢١% للاستثمار في التسخين الشمسي، وأن هذا الحجم من الاستثمار يقدر بنحو ٢٠ مليار دولار عام ٢٠٠٧، وترجع الزيادة في حجم الطلب العالمي على الطاقة الشمسية خاصة لغرض توليد الكهرباء في الآونة الأخيرة إلى تزايد حجم الطلب العالمي على الصفه الكهربائية بسبب تزايد الاستهلاك في بعض الدول النامية (مصر – إيران – تركيا – السعودية – العراق) وكذلك بعض دول حوض البحر المتوسط وبعض دول الاتحاد الأوروبي، وأظهرت الإحصاءات تزايد معدل نمو الطلب الاسباني لتمثل المركز الأول عالميا تليها ألمانيا وأمريكا وكوريا ثم ايطاليا واليابان .

* كما كشفت الدراسة عن أن حجم الإنتاج العالمي للطاقة الشمسية بلغ نحو ٦.٨٥ ميجاوات عام ٢٠٠٨ وما زال حجم الإنتاج في زيادة مستمرة بسبب زيادة انتشار مصانع إنتاج الطاقة الشمسية في العالم ولاسيما في أسبانيا وألمانيا وأمريكا وأيضا بعض الدول النامية مثل مصر والهند والمكسيك والمغرب، وتعددت الشركات العالمية المصنعة للخلايا الشمسية يأتي في مقدمتها شركة سولار الألمانية، ولقد حققت هذه الشركات العالمية أرباحا بلغت نحو ٣٧.١ مليار دولار عام ٢٠٠٨ .
* كما تناولت الدراسة النظم المختلفة لاستخدام الطاقة الشمسية منها النظم الشمسية الحرارية والتي تستخدم في مجالات مختلفة منها التسخين والتبريد – وتحلية المياه – وتوليد الكهرباء عن طريق توصيلها بالشبكات الكهربائية، وكذلك نظم الخلايا الكهروضوئية والتي يتم فيها تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الفوتوفلتية ومن نماذج استخدامها أبراج الطاقة – الحوائط

الشمسية – مولدات المياه بالطاقة الشمسية وانتهت الدراسة إلى أن نظم استخدام الطاقة الشمسية بنوعيها تتباين طبقا لمستوى التطور التقني والتطبيقي والذي يتحدد بمدى الاهتمام بعمليات البحث والتطوير المرتبطة بآفاق استخدام هذه الطاقة .

* وعند تناولنا لواقع استخدام الطاقة الشمسية في مصر أوضحت الدراسة أن الطلب على النظم الشمسية الحرارية لتسخين المياه يمثل جانبا هاما لاستهلاك الطاقة الشمسية في مصر حيث بلغ حجم هذا الطلب نحو ٢٥ ألف متر مربع سنويا من المياه عام ٢٠٠٨ موزعا على القطاعين (الأفراد – والمنشآت) ومن المتوقع أن يرتفع ليصل إلى نحو ١٠٠ ألف متر سنويا عام ٢٠١٥، كما أن الطلب على نظم الطاقة الشمسية الكهروضوئية (الخلايا الفوتوفلتية) بلغ نحو ٤٠٠٠ كيلو وات موزعة على القطاعات المختلفة.
* وأوضحت الدراسة أن إنتاج الطاقة الشمسية في السوق المصري يتحدد بإمكانيات التصنيع المحلي لمعدات استخدام الطاقة الشمسية والمتمثلة في السخانات الشمسية والخلايا الفوتوفلتية، والمركزات الشمسية، فقد بلغ حجم الإنتاج المحلي من السخانات الشمسية نحو ٣٥٠ ألف سخان شمسي لتسخين نحو ٧٠٠ ألف متر مربع من المياه بلغت تكلفتها نحو ٨٠مليون دولار ومن المتوقع انخفاضها مستقبلا لانخفاض التكلفة بسبب التوسع في الإنتاج والتقدم التكنولوجي، كما بلغت القدرة الإجمالية للأنظمة الفوتوفلتية (الخلايا الفوتوفلتية) نحو ٥٢٠٠ كيلووات للقطاعات المختلفة تشكل نسبة المواد المحلية في تصنيع هذه الخلايا نحو ٥٠% من إجمالي المواد اللازمة للتصنيع هذا ولا تزال تكلفة تكنولوجيا إنتاج الخلايا الفوتوفلتية في مصر مرتفعة بسبب حقوق الملكية الفكرية ونقص تمويل جهود البحث والتطوير لذلك فإن الصناعة المحلية في مجال الخلايا الفوتوفلتية تحتاج إلى جهد كبير في مجال البحث والتطوير للتوسع في تصنيع مكونات هذه الخلايا وتطوير إنتاجها .
* وكشفت الدراسة عن تلك العوامل المؤثرة على إنتاج وتصنيع نظم الطاقة الشمسية في مصر والتي تتعلق بتكلفة إنتاج هذه النظم والمرتبط بالمستوى التكنولوجي من ناحية ومن ناحية أخرى بدعم أسعار الطاقة التقليدية والسياسة المالية للدولة من

خلال استخدام السياسة الضريبية حيث أن سعر الضريبة يتناسب عكسيا مع إنتاج نظم الطاقة الشمسية .

الفصل الثالث : وقد تناول هذا الفصل بعض الأبعاد الاقتصادية لاستخدام نظم الطاقة الشمسية المختلفة وذلك من خلال أثرها في تحقيق التنمية المستدامة من خلال عدة محاور أهمها الحد من التأثير السلبي للطاقة على البيئة ومقاومة الفقر وتحسين نوعية الحياة وتحقيق الوفر في استهلاك الطاقة وتحقيق التنمية العمرانية في المدن الجديدة، وقد تناولت الدراسة في هذا الفصل بعدا اقتصاديا هاما للطاقة الشمسية تتمثل في دورها في تأمين مصادر الطاقة من المخاطر التي تتعرض لها مصادر الطاقة التقليدية سواء تعلقت هذه المخاطر بنضوب مصادر الطاقة التقليدية وإتاحتها أم ما يتعلق منها بمخاطر أسعار الطاقة وأخيرا أوضحت الدراسة بعدا اقتصاديا آخر لاستخدام الطاقة الشمسية يتمثل في دورها في دعم القدرة التنافسية للقطاعات وذلك من خلال تأثير استخدام الطاقة الشمسية وما تحققه من إعفاء القطاعات من أعباء النفقات الإضافية التي تقر فيها الالتزام بالمعايير البيئية ليس هذا فحسب بل يمتد تأثيرها في دعم القدرة التنافسية إلى انخفاض تكلفة الطاقة مقارنة بتكلفة مصادر الطاقة التقليدية الأخرى التي تتزايد أسعارها يوما بعد يوم غير أن هذا الأثر مرهون بجهود البحث والتطوير واستخدام نظم الطاقة الشمسية على نطاق واسع وما يحققه ذلك من وفورات تعرف بوفورات الحجم .

النتائج :

* بعد هذا العرض لما احتوت عليه الدراسة في الفصول الثلاثة يمكن الوصول إلى بعض النتائج أهمها :

١- أن الطاقة الشمسية تعد مصدرا اقتصاديا تتوافر لها طاقة الضوابط الاقتصادية لاستخدامها كمورد للطاقة بديلا عن الموارد التقليدية للطاقة .

٢- أن الاعتماد على الطاقة الشمسية لا يعني إهمال المصادر الأخرى المتجددة للطاقة حيث يمكن عمل تكامل بين الطاقة الشمسية وهذه المصادر لتحقيق الكفاءة الاقتصادية في الاستخدام وإطالة أمد استخدام المصادر التقليدية لتستفيد بها الأجيال القادمة بطريقة تتوافق مع البيئة .

٣- أن دراسة السوق العالمي للطاقة المتجددة أوضحت وجود نماذج واقعية لتقنيات ونظم استخدام الطاقة الشمسية في العديد من الدول الصناعية وبعض الدول النامية وان نسبة الاستثمار في هذا المجال بلغت نحو ٤٥% من حجم الاستثمار في الطاقة المتجددة .

٤- أن الاستثمار في نظم استخدام الطاقة الشمسية أضحى ضروريا بسبب تزايد الطلب على الطاقة الكهربائية في حين أن إنتاج الطاقة من المصادر التقليدية بدأ يتراجع .

٥- أكدت الدراسة على العلاقة الوثيقة بين تقنيات ونظم استخدام الطاقة الشمسية ومستوى عمليات البحث والتطوير المرتبطة بآفاق استخدام هذه الطاقة .

٦- أوضحت الدراسة وجود طلب على نظم الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية في جمهورية مصر العربية بلغ نحو ٤٠٠٠ كيلووات موزعة على القطاعات المختلفة .

٧- يوجد في مصر إمكانيات لتصنيع معدات نظم الطاقة الشمسية المختلفة تقدر هذه الإمكانات بنحو ٥% من إجمالي المواد اللازمة للتصنيع وأنه لا تزال تكلفة إنتاج هذه المعدات مرتفعة بسبب حقوق الملكية الفكرية ونقص التمويل وعدم الاهتمام بعمليات البحث والتطوير في هذا المجال .

٨- أن استخدام الطاقة الشمسية يمكن أن يحقق آثارا ايجابية على الاقتصاد تتمثل هذه الآثار في تحقيق التنمية المستدامة وتأمين مصادر الطاقة هذا فضلا عما يحققه من دعم القدرة التنافسية في القطاعات الإنتاجية .

٩- أن استخدام الطاقة الشمسية كأحد أهم مصادر الطاقة المتجددة سوف يساعد على الوصول إلى استقرار بيئي واقتصادي واجتماعي في قطاع الطاقة، فضلا عن أن استخدامها يحفظ للأجيال القادمة حقها فيما تذخر به البيئة من موارد اقتصادية طبيعية .

التوصيات :

في ضوء ما تقدم من نتائج توصلت إليها الدراسة يمكن اقتراح بعض التوصيات منها ما يلي :

١- الاعتماد على مزيج من مصادر الطاقة المتجددة ضمانا لتأمين وصول خدمات الطاقة وآمنها .

٢- تعزيز آليات التعاون الإقليمي والدولي وتبادل الخبرة في مجال نظم استخدام الطاقة الشمسية .

٣- زيادة الوعي العام لتشجيع القبول الاجتماعي لنظم استخدام الطاقة الشمسية وبناء القدرات المحلية .

٤- تعديل التشريعات التي تتعلق بالسياسة الضريبية ودعم مصادر الطاقة وإصدار بعض التشريعات كقانون كفاءة الطاقة واعتماد السياسات التي تشجع على استخدام نظم الطاقة الشمسية .

٥- وضع سياسات وطنية لتهيئة المناخ الملائم لتطوير تقنيات نظم استخدام الطاقة الشمسية ونشر تطبيقاتها في القطاعات المختلفة .

٦- تشجيع القطاع الخاص على المشاركة في تطوير نظم واستخدامات الطاقة الشمسية وتقديم التسهيلات لتوفير معدات استخدامها بأسعار مقبولة لاتساع نطاق استخدامها .

٧- تطوير ودعم مؤسسات البحوث العلمية والتطبيقية المعنية بنظم الطاقة الشمسية بهدف مواكبة التطور التكنولوجي العالمي في هذا المجال والوصول إلى أقل تكلفة .

المراجـــع

أولا : المراجع العربية :

(١) إبراهيم أحمد صقر " الطاقة الشمسية " الهيئة المصرية العامة للكتاب .

(٢) إبراهيم محمد القرضاوي : أجهزة الطاقة الشمسية، منشـــأة المعـــارف ١٩٩٥، الإسكندرية .

(٣) إسلام أحمد مدحت : " الطاقة ومصادرها المختلفة " مركـــز الأهـــرام للترجمـــة والنشر، القاهرة ١٩٨٨ .

(٤) الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا – اسكوا – (٢٠٠١) " إمكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة فـــي دول الاســـكوا، الجزء الثاني – النظم الشمسية الحرارية " .

(٥) التقرير السنوي ٢٠٠٩/٢٠١٠ لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر .

(٦) اسكوا : امكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجـــددة فـــي دول اسكوا، الجزء الثالث " النظم الشمسية الكهروضوئية، وثيقة رقـــم ٢ E/SCWA /ENR/2001/4/Add .

(٧) السيد شوقي السيد " بحث فـــي الطاقـــة المتجـــددة "، العنـــوان الالكترونـــي : www.metfilms.com/domain-names

(٨) ألمانيا تلجأ إلى الطاقة الشمسية لحل مشكلاتها – العنوان الالكتروني :

(٩) إمكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة فـــي دول ESCWA، الجزء الثالث، النظم الشمسية الكهروضوئية وثيقة رقم (٢) ٢٠٠١/٤ .

(١٠) بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء .

(١١) بيانات هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر .

(١٢) بيانات وزارة الكهرباء والطاقة .

(١٣) تقارير مركز تحديث الصناعة عن قطاع الطاقة المتجددة في مصر .

(١٤) تقرير الوكالة الدولية للطاقة الصادر في ٢٠٠٣ .

(١٥) تقرير صادر عن معهد World Wotoh واشنطن وهي جماعة ضـــغط بيئيـــة مقرها واشنطن – الولايات المتحدة الأمريكية

(١٦) تنمية استخدامات الطاقة المتجددة : مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة – جوهانسبرج – ٢٠٠٢ .

(١٧) خالد السيد متولي " تصدير النفايات الخطرة إلى أفريقيا " مجلة السياسة الدولية، العدد ١٦٩، يوليو ٢٠٠٧ .

(١٨) دونالد اتكين : " التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة " المنظمة الدولية للطاقة الشمسية، ترجمة : هشام العجماوي، ٢٠٠٥ .

(١٩) د. محمد طالبي : " أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة " مجلة الباحث عدد يونيو ٢٠٠٨ .

(٢٠) د. زوزو إبراهيم " المسألة البيئية والتنمية المستدامة " معهد علوم التسيير المركز الجامعي .

(٢١) د/ نوبي محمد حسن، د/ محمود عبد الهادي الاكيابي : استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في المدن الجديدة : بحث منشور في : ندوة بعنوان " المدن الجديدة ودورها في التنمية المستدامة " اكادير – المغرب – ٢٤ : ٢٧ نوفمبر ١٩٩٩ م .

(٢٢) ف. دوجلاس موسيشيت : مبادئ التنمية المستدامة، ترجمة بهاء شاهين، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة، سنة ٢٠٠٠ .

(٢٣) عادل سعد غنايم : الطاقة المتجددة، بحث منشور على الموقع الالكتروني www.phys4all.com

(٢٤) عبد الله حسين : " اقتصاديات الطاقة في مصر " وزارة البحث العلمي، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، مجلس بحوث العلوم الاقتصادية، القاهرة، ١٩٩٢م، صـ ١٣٦ .

(٢٥) محمد عبد الله منتصر وآخرون : الطاقة الشمسية وتحلية المياه في الوطن العربي، ورقة مقدمة للاجتماع السابع للجنة العربية الدائمة للطاقة المتجددة، عمان، الأردن سبتمبر /٢٠٠١

(٢٦) محمد مصطفى الخياط – ماجد كرم الدين " الطاقة المتجددة الحاضر ومسارات المستقبل " ورشة عمل عن أنواع الطاقة المتجددة، برعاية مؤسسة هانس زايدال الألمانية، القاهرة – أغسطس ٢٠٠٧

(٢٧) محمد فتحي بارة : الطاقة الشمسية : تطبيقات صغيرة المستوى في البلدان النامية (كتاب مترجم إلى العربية) المنظمة العالمية للطاقة، ١٩٩٨ .

(٢٨) محي الدين سقليني : العمارة البيئية، الطبعة الأولى، دار قابس، ١٩٩٤.

(٢٩) مركز تحديث الصناعة : التقرير النهائي " قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية "، ديسمبر ٢٠٠٦ .

(٣٠) مركز تحديث الصناعة : التقرير النهائي، الطاقة المتجددة في مصر، ديسمبر ٢٠٠٦ .

(٣١) هاني عبيد " الإنسان والبيئة " منظومات الطاقة والبيئة والسكان دار الشروق، عمان سنة ٢٠٠٠ .

(٣٢) وثيقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (ESCWA) قدمتها في مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرج ٢٠٠٢، تحت عنوان (تنمية استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة) .

ثانيا : المراجع الأجنبية :

(1) Belgian Academy council for applied science (April 2006) , " Hydrogen as an energy carrier "

(2) Cedric philibert , the present and future use of solar thermal energy as a primary source of energy , IFA .

(3) Control Agency for public mobilization and statistiecs : www.capas.gov.eg

(4) Climatech web site : http://www.climatech-sa-.com .

(5)" Energy in Egypt " Annual report for the organization for energy planning .

(6) Husseen , Ahmed , principles of environmental Economic , chapter 7 , Roultledge : London , 2004 .

(7) International monetary fund (imf) world economic and financial

(8) Kyoto Protocol to the united nations framework convention on climate change , 1997 , UNDOC , FCCC/Cp/L 7/Add.1

(9) Oil and Gas overview , international energy agency 2004 . www.IEA.eg

(10) Renewable energy essentials : solar heating and cooling , IEA .

(11) Renewable energy essentials : concentrating solar thermal power , IEA .www.nrea.gov.eg

(12) Renewable Energy – market and policy trends in IEA countries 2008 edition .

(13) Renewable energy essentials : solar heating and cooling , IEA .

(14) Poulla Dobriansky (July , 2006) , " clean for tomorrow " , e. Journal USA , Economic perspectives .

(15) Renewable energy policy network for the 20 century (Dec - 2007: Global status Report) .

(16) Stern review : the economic of climate change , executive summary , February , 2007

(17) Surveys : world economic outlook database , September , 2006 editing

(18) wilkipedia (the free encyclopedia) , the effects of global watming February 6 , 2009 .

ثالثا : مواقع الانترنت :

(1)www.mmsec.com/m1-eng/windeng-htm-15k

(2)www.unep.org/GC/GCSS-ix/arabic/REN-arabic.doc

(3) http://www.sternreview.org/ ,(accessed20 June , 2007) .

(٤) الطاقة المتجددة على الموقع الالكتروني www.phys4all.com