مقدمـــــة

تؤدي الطاقة دورًا حيويًا لا غنى عنه في عالمنا المعاصر، فقد اتـضحت أهميتها في عملية التنمية وارتباطها الوثيق بمختلف مجالات التنميـة المـستدامة وأبعادها. أيضًا ثمة اتجاه عالمي نحو اللجوء إلى مصادر الطاقة المتجددة نظـرًا لكونها تتميز بديمومة وجودها وعدم نفادها، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمـسية والحرارية، لسد احتياجات الإنسان المتزايدة من الطاقة من ناحية، وخروجًا مـن شبح نفاد موارد الطاقة الأحفورية غير المتجددة وعلى رأسها النفط والغاز مـن ناحية أخرى.

إضافة لما سبق، فقد تصاعد الحديث مؤخرًا عن مسألة التنمية المـستدامة sustainable development، ووضعت المنظمات الدوليـة أهـدافًا تنمويـة للألفية الجديدة MDG، إلا أن إنجاز تلك الأهداف يتطلب في المقام الأول توافر الطاقة Energy والتي من خلالهـا يمكـن أن تنجـز الأهـداف الاقتـصادية والاجتماعية والبيئية للتنمية المستدامة.

ونتيجة لما سبق، فقد أكدت الدورة التاسعة للجنة التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة (CSD-9) التي انعقدت في نيويورك في الفترة مـن ١٦ إلـى ٢٧

نيسان/ أبريل ٢٠٠١ على أهمية الطاقة المتجددة ودورها الحاسم في تحقيق التنمية المستدامة[١].

ونظرًا لكون الشمس هي المصدر الرئيسي لمعظم مصادر الطاقة المتجددة، فقد وقع اختيارنا على الطاقة الشمسية بحسبان كونها تمثل أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة من ناحية، ولكون مصر تقع في منطقة الحزام الشمسي من ناحية أخرى.

أيضًا، فإن كافة التوقعات والدراسات تشير إلى تزايد عدد السكان على مستوى العالم، وأن ذلك سيؤدي من دون شك إلى تضاعف الطلب على الطاقة من ٨: ١٦ مرة.

إن الطاقة الشمسية كافية لتغطية احتياجات العالم من الطاقة بحوالي ١٥ ألف مرة، ومع ذلك فإن استغلال الطاقة المتجددة بما فيها الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة في عالمنا يشكل ٢,٣% فقط، بينما النفط يشكل ٣٢,٦%، والغاز الطبيعي

---

(١) الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، بناء القدرات في تنظيم الطاقة المستدامة- نهج للتخفيف من الفقر وإدماج قضايا النوع الاجتماعي ضمن الاهتمامات الرئيسية، الجزء الأول، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في دول الأسكوا، ص١.

٢١,١%، والطاقة النووية ٥,٧%، والفحم ٢٢,٢%، والخشب التقليدي ١٠,٦% وطاقة مساقط المياه ٥,٥%[١].

وعلى ما تقدم، فقط بات السؤال المطروح على أجندة القادة في مختلف دول العالم كيف يمكن توفير الاحتياج لهذا الكم الهائل من الطلب على الطاقة دون الإضرار بالبيئة مع التأكيد على استدامة الطاقة؟

ونظرًا لأهمية دراسة موضوع الطاقة الشمسية ودورها الهام في تأمين مصادر الطاقة من ناحية، ولحاجة مصر الشديدة للكهرباء والماء من ناحية أخرى، وهي أمور مهددة في المستقبل القريب، خاصة بعد اتخاذ بعض دول حوض النيل قرارات بإنشاء سدود على مجرى هذا النهر، وهو ما سيؤثر من دون شك على حصة مصر من المياه وسينعكس ذلك على الكهرباء ...الخ. جاءت دراستنا حول هذا الموضوع المهم "الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة "دراسة مقارنة وتطبيقية على الطاقة الشمسية في مصر".

---

(١) د. وهيب عيسى الناصر وحنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيويالعربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم- إدارة برنامج العلوم والبحث العلمي، بدون تاريخ نشر، ص٢.

وقد قسمت الدراسة إلى ثلاثة فصول: في الفصل الأول، نعرض لماهية الطاقة المتجددة وأهميها ومصادرها. كما سنعرض كذلك لمفهوم التنمية المستدامة وأهدافها ودور الطاقة المتجددة في إنجاز أهدافها.

وفي الفصل الثاني، سنعرج إلى أهمية دراسة الطاقة الشمسية وتحدياتها. كما سنعرض لتجارب بعض الدول المستخدمة للطاقة الشمسية مثل ألمانيا– وبعض الدول العربية (الجزائر نموذجًا).

وفي الفصل الثالث، سنعالج فيه الدور الاقتصادي للطاقة الشمسية ومدى إمكانية استفادة مصر منها.

أهمية الدراسة:

مما لاشك فيه أن دراسة موضوع الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة واختيار الطاقة الشمسية بحسبان كونها أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة تساعدنا دون الشك في التعرف على ما يمكن أن تساهم به الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المتواصلة.

إضافة لما سبق، فإن المنطقة العربية التي تقع مصر في إطارها تزخر بكميات كبيرة من الأشعة الشمسية الساقطة عليها فلماذا لا نستغلها؛ أيضًا فإن الآثار البيئية الإيجابية لاستخدامات الطاقة الشمسية كونها طاقة نظيفة وأقل تلويثًا

والتكلفة المنخفضة والتي ستكون إيجابية على اقتصادنا الوطني تمثل جانبًا آخر لأهمية دراسة موضوع الطاقة الشمسية.

وأخيرًا تبرز أهمية الدراسة في تبيان المزايا الأساسية للطاقات المتجددة في كونها مصادر للطاقة لا تنضب، كما أنها تؤدي إلى تخفيض معدلات استخدام الطاقة التقليدية وتحافظ عليها كاحتياطي استراتيجي بإمكان الأجيال القادمة أن تستخدمه.

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة على التساؤل التالي كيف يمكن لنا تأمين مصادر للطاقة استخدام التنمية المستدامة؟ خاصة في ظل التوقعات والدراسات التي تشير إلى احتمالية نضوب مصادر الطاقة التقليدية كالنفط والغاز، وبناء على ذلك فإن هذه الدراسة سنحاول الإجابة على التساؤل الذي يتعلق بـ هل يمكن للطاقة الشمسية أن تكون مصدرًا يعتمد عليه لتأمين الطاقة في المستقبل القريب؟ وما هو الدور الاقتصادي الذي يمكن أن تلعبه الطاقة الشمسية كطاقة بديلة؟ هل يمكن استخدامها في الري؟ وماذا عن توليد الكهرباء وكذلك تحلية مياه البحر والإنارة وغيرها؟

خطة الدراسة:

بعد إلقاء الضوء على أهمية الدراسة والمشكلة التي تثيرها، فقد آثرنا تقسيم دراستنا إلى فصول ثلاثة، وذلك على النحو التالي:

الفصل الأول: ماهية الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة وأهدافها.

الفصل الثاني: ماهية صناعة الطاقة الشمسية وأهميتها.

الفصل الثالث: الدور الاقتصادي للطاقة الشمسية في مصر، ومدى الاستفادة منها.

الفصل الأول

ماهية الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة

ثار الحديث مؤخرًا عن الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة والعلاقة القوية بينهما. فماذا يقصد إذًا بالطاقة المتجددة وما أهدافها ومصادرها؟

ونظرًا لكوننا نتحدث عن دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المتواصلة، فكان من الضروري أن نوضح، ماذا يُقصد بمصطلح التنمية المستدامة وما هي أهدافها؟ وكيف يمكن للطاقة المتجددة أن تنجز أهدافها؟ وسنعرض لذلك من خلال المبحثين التاليين:

المبحث الأول: مفهوم الطاقة المتجددة وأهميتها ومصادرها.

المبحث الثاني: مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها ودور الطاقة المتجددة في إنجاز أهدافها.

المبحث الأول

مفهوم الطاقة المتجددة وأهميتها ومصادرها

١ – مفهوم الطاقة المتجددة وتطورها التاريخي:

يختلف استخدام الطاقة على مر العصور تبعًا لاختلاف مستوى النمو الاقتصادي، والأحوال الجوية، وأسعار الطاقة وعوامل أخرى كثيرة[١]. ففي نهاية الثمانينات وحتى عام ٢٠٠٠ بدأ استهلاكنا من الطاقة في الازدياد مع حدوث انخفاض في أسعار الطاقة وحدوث ارتفاع في معدلات النمو الاقتصادي. أما الآن ومع الارتفاع الملحوظ في أسعار الطاقة فقد تم إعطاء اهتمام كبير لمدى إمكانية الحفاظ على الطاقة والإبقاء عليها لأطول فترة ممكنة[٢].

ويبدو أن التعريف الذي كان سائدًا للطاقة هو "القدرة على القيام بعمل ما"، فأيًا كان العمل فكريًا أو عضليًا يتطلب لإنجازه كمية ملائمة من الطاقة[٣].

---

(1) New and Renewable Energy Authority, annual report (NREA), 2004- 2005, p.p. 2: 3. www.nrea.gov.eg

(2) Global Renewable Energy Review, 2005, p. 5.

(3) Wnergy sources: available at: www.need.org/needpdf/sourcesp.pdf.

أيضًا لقد تطورت مصادر الطاقة مع تطور وسائل العمل التي ابتكرها الإنسان لسد احتياجاته المختلفة (المادية والمعنوية) على مدى تاريخه الطويل.

ففي البداية اعتمد الإنسان على قوته العضلية لإنجاز أعماله اليومية، تم استخدام الطاقة الحيوانية واستغل حركة الرياح في تحريك السفن وإدارة بعض طواحين الهواء، كما اعتمد على مساقط المياه في إدارة بعض الآلات البدائية. وعرف الفحم منذ أن اكتشف النار، فاستخدمه الإنسان كمصدر للطاقة في إدارة المحرك البخاري، ثم اكتشف بعد ذلك الضغط والغاز الطبيعي وغيرها من مصادر الطاقة الحديثة. وفي عصرنا الحالي، ومع التطور الكبير الذي شهدته وسائل الإنتاج، أصبحت مصادر الطاقة في العالم عديدة ومتنوعة منها مصادر ناضبة (تقليدية) وأخرى متجددة أو دائمة وهي محور دراستنا.

بيد أن الطاقة المتجددة Renewable Energy تعد مصادر مستقبلية هامة للطاقة بحيث تكون بديلاً للطاقة الأحفورية ويتمثل الدافع الرئيسي الأول للاهتمام بهذا النوع من الطاقة في الدافع البيئي Environmental Factor للحد من الغازات المنبعثة، وخصوصًا غاز ثاني أكسيد الكربون[١].

---

(١) د. فروحات حدة، الطاقة المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الباحث، العدد١١، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التيسير، الجزائر، ٢٠١٢، ص١٤٩.

ولكن السؤال الآن ماذا يُقصد بالطاقة المتجددة؟

بادئ ذي بدء نؤكد على أنه وبالاطلاع على غالبيـــة التعريفـــات حـــول الطاقة المتجددة، فإنها تركزت في مجملها حول فكرة عدم النضوب والديمومـــة. ويبدو من المفيد أن نعرض لبعض المفاهيم هنا، ومنها:

- تعريف إدارة معلومات الطاقة الأمريكية[١] بأن الطاقة المتجددة هي موارد الطاقة التي يتجدد تدفقها في الطبيعة ولا تنضب ولكنها قد تكون محدودة، وتتضمن مصادر الطاقة المتجددة، الكتلة الحيوية والماء والشمس والطاقة الحرارية الأرضية والرياح، وحركة الأمواج، والمد والجزر[٢].
- ويذهب تعريف آخر بأن الطاقة المتجددة: "تلك الطاقـــات التـــي يتكـــرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري بمعنى أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ[٣].

([1]) U.S. Energy in formation administration: available at: www.eia.gov.

([2]) Methodology For Allocation Municipal Solid Waste to Biogenic/ Non- Biogenic Energy, us Energy, Us Energy information administration site, available on this link http://www.eia.gov/ cneaf/solar.renewables/page/ nswaste/mswreprot.html.

([3]) Ibid: 4:5.

- وتعرف كذلك بأنها "الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب وهي متوفرة في كل مكان على سطح الأرض ويمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة"[١].

- ويتجه آخر[٢] إلى تعريف الطاقة المتجددة بأنها الكهرباء التي يتم توليدها من الشمس والرياح والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والمائية، وكذلك الوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة".

ويبدو مما سبق، أن الطاقة المتجددة هي الطاقة المكتسبة من عمليات طبيعية تتجدد باستمرار[٣]. وبالترتيب على ذلك فهي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة سواء أكانت محدودة أم غير محدودة ولكنها متجددة باستمرار، وهي نظيفة لا ينتج عن استخدامها تلوث بيئي نسبيًا[٤]،

---

(١) منظمة الدول المصدرة للبترول (OPEC)، التقرير السنوي الثالث والثلاثون، العدد ٢٠٠٧، ص١٠٠ وما بعدها.

(٢) د. هاني عبيد، الإنسان والبيئة "منظومات الطاقة والبيئة والسكان"، دار الشروق، عمان، ٢٠٠٠، ص٢٠٤.

(٣) منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة، الترجمة العربية لدليل إحصاءات الطاقة الدولية، مارس ٢٠٠٩، ص١٢١.

(٤) نفس هذه الأفكار تتفق مع تعريف تقرير أوضاع الطاقة العالمية الصادر عن شركة بريتش بتروليوم، راجع المرجع التالي:

- Renewable Review, British Petroleum Company site, available at: =

ولعل من أهم هذه المصادر الطاقة الشمسية Solar Energy، والتي تعتبر من حيث الأصل هي الطاقة الرئيسية في تكون مصادر الطاقة، ولعل ذلك ما جعلنا نركز عليها في بحثنا هذا.

هذا وتشير التوقعات إلى تزايد متوسط الاستهلاك العالمي بمعدل ٢% سنويًا خلال الفترة من ٢٠٠٣ وحتى ٢٠٣٠، وسوف يستمر معدل الاستهلاك في الازدياد نتيجة للنمو القوي للاقتصاد(١). ولعل ما سبق يوضحه الشكل البياني التالي:

= _____

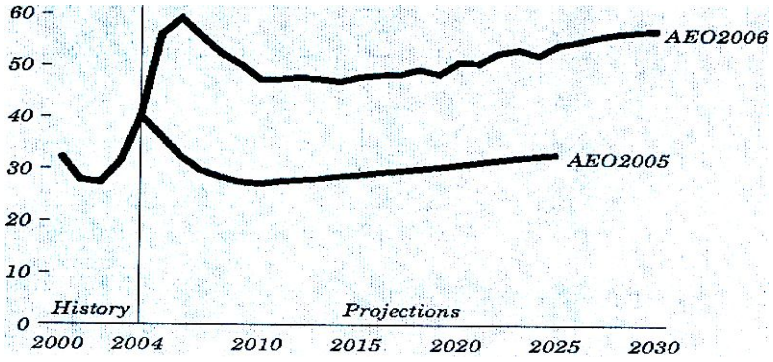
http://www.bp.com/sectiongenericarticle800.do/categoryid=903774690contentid=7069344.

(١)

الشكل رقم (١)

ازدياد متوسط الاستهلاك العالمي للطاقة التقليدية

من ٢٠٠٣ وحتى ٢٠٣٠



المصدر: وكالة الطاقة الأمريكية على الموقع التالي: www.eia.gov

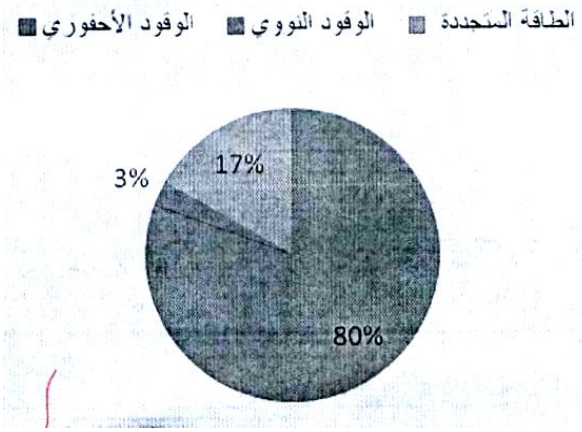
وبتحليل الشكل البياني السابق، يظهر جليًا ارتفاع الاستهلاك العالمي للطاقة التقليدية عام بعد عام. وهو الأمر الذي يشجع على عمل برامج تقوم على استخدام موارد أخرى للطاقة مثل الطاقة المتجددة والطاقة النووية[١]. ولعل

(١) وبرغم من تهافت العديد من الدول على استخدام الطاقة النووية لاستخدامها في توليد الطاقة، حيث تبين أن العديد من الدول قد حققت فيها إنجازات، ومع ذلك فإن استخدامها قد ينتج عنه أضرار جسيمة على البيئة والاقتصاد والإنسان. انظر، د. رضا عبد السلام (الطاقة النووية والتنمية المستدامة) لدول مجلس التعاون، مركز الإمارات للدراسات الإستراتيجية، وهنا تبدو أهمية الطاقة الشمسية باعتبارها طاقة نظيفة ومستدامة، وأن الأضرار التي تنتج عنها تكاد لا تذكر.

الطاقة المتجددة محور حديثنا تساهم حسب التقارير في إمدادات الطاقة العالمية، وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (٢).

شكل رقم (٢)

مساهمة الطاقة المتجددة فى إمدادات الطاقة العالمية ٢٠١٠



Source: Renewables2012, Global status Report, link available on: http://www.ren21.net/REN21activities/publications/globalstatusreport/ tabid/5434/default.aspx.

ويبدو من الشكل البياني الموضح أعلاه، أن الطاقة المتجددة بمختلف مصادرها وكما سنذكرها لاحقًا تساهم بحوالي ١٧% من إمدادات الطاقة العالمية في عام ٢٠١٠ مقارنةً بالطاقة النووية الأكثر خطورة على البيئة، التي ساهمت في نفس العام بحوالي ٣% فقط، وهو ما يعكس أهمية إعطاء مزيد من الاهتمام

والتطوير والتحديث للطاقة المتجددة بحسبان كونها أقل خطورة وأفضل للبيئة وللإنسان بوجه عام.

٢ – أهمية الطاقة المتجددة وخصائصها:

نؤكد بدايةً على أن البيئة تمثل عنصرًا من عناصر الاستغلال العقلاني للموارد ومتغيرًا أساسيًا من متغيرات التنمية المستدامة، نظرًا لما يحدثه التلوث من انعكاسات سلبية على المناخ(١).

وفي تقرير صادر عن شبكة سياسة للطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرون (R.E.N 21)، يتلخص مضمونه بأنه يجب أن تلعب الطاقة المتجددة دورًا رئيسيًا في إمدادات الطاقة العالمية، وذلك من أجل مواجهة التهديدات البيئية والاقتصادية للتغير المناخي التي تتزايد خطرًا"(٢).

وتبدو أهمية الطاقة المتجددة في كونها تساعد على خفض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. إذ تشير التقارير أن الدول النامية تحتاج لرفع نسبة انبعاثاتها من الغاز بحوالي ٣٠% وذلك حتى تتمكن من رفع معدلات النمو

---

(١) د. عبد المجيد قدي، مدخل إلى السياسات الاقتصادية الكلية "دراسة تحليلية تقييمية، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، ٢٠٠٥، ص٢٣ وما بعدها.

(٢) تقرير جديد يربط بين الطاقة المتجددة وحلول مشكلة التغير المناخي، متاح على الموقع الإلكتروني التالي: www.unep.org/GC/GCSS-ix/arabic/REN_arabic-doc .

الاقتصادي بها، بينما يتحتم على الدول الصناعية في الوقت الراهن خفض انبعاثاتها من الغاز حوالي ٨٠%، وحيث إن عدالة التوزيع للطاقة هي بمثابة مقياس آخر للتنمية المستدامة، فإن انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون لكل فرد على مستوى العالم يجب أن تستقر حينئذ عند ما يقرب من ١: ١,٥ طن عن كل عام(١).

وفي توصية للمجلس العلمي الاستشاري للحكومة الألمانية لشئون التغيرات الشاملة للبيئة (WBGU)، أكد على أهمية إجراء دراسات لتحويل مسار إنتاج الطاقة، وبالأخص دخول دول الاتحاد الأوروبي في إطار مشاركة مع دول شمال أفريقيا (جنوب البحر الأبيض المتوسط)، حتى يتسنى تحقيق انتفاع متبادل للاستفادة من الطاقات المتجددة وعلى رأسها موضوع بحثنا الطاقة الشمسية(٢).

فالجنوب (شمال أفريقيا) لديه ثروة عالية القيمة للتصدير تتمثل في مصدر الطاقة الشمسية لا حدود لها، أما الشمال فيمكنه في مقابل ذلك بما لديه

---

(١) ملخص دراسة قام بها المركز الألماني لشئون الطيران ومجال القضاء حول دور محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، معهد أبحاث الديناميكا الحرارية، ألمانيأن ٢٠٠٥، ص٥ وما بعدها.

(٢) المرجع السابق، ص٦.

من علم- ومعرفة- تدعيم استثمار هذه الطاقة وإظهار مسئوليته في ذات الوقت تجاه استغلاله لهذه الطاقة المستدامة.

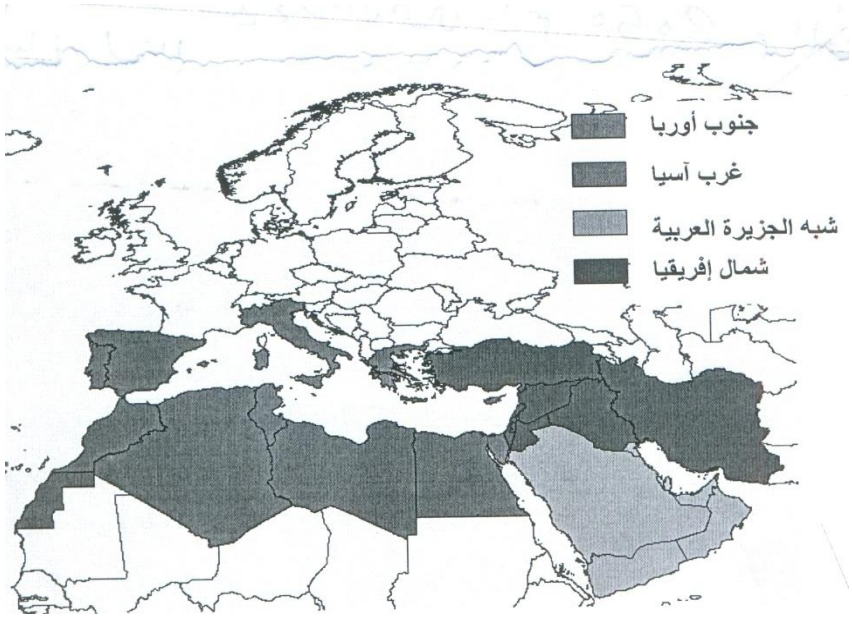
وحول الدراسة التي أجريت على مشروع (MED-CSP) [1]. نشير إلى أن الدراسة قد تركزت على قدرات العرض والطلب بالنسبة للكهرباء والماء والتوسع في ذلك حتى عام ٢٠٥٠ في الدول المذكورة في الشكل البياني رقم (٣):

(١) مشروع (MED-CSP)، هو المشروع الذي دعمته الحكومة الألمانية لدراسة تأمين الكهرباء وتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية المتوفرة لدى دول حوض البحر الأبيض المتوسط وإمكانية تصديرها لدلو الاتحاد الأوروبي وحتى عام ٢٠٥٠، وأجريت الدراسة في عام ٢٠٠٥.

شكل رقم (٣)

الدول التي تم إجراء البحث عليها في دراسة MED-CSP

محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط



المصدر : دراسة أجراها المركز الألماني لشئون الطيران ومجال الفضاء، مرجع سابق، ص٥.

ويمكننا استنتاج أبرز نتائج هذه الدراسة على النحو التالي[١]:

١- لا يمكن الوصول إلى استقرار بيئي واقتصادي واجتماعي مستدام في قطاع الطاقة إلا إذا استخدمت الطاقات المتجددة، ولا تكفي الإجراءات المتواجدة على الساحة حاليًا للوصول إلى ذلك الهدف.

٢- إن مزجًا متوازنًا لتقنيات الطاقة المتجددة يمكن له أن يؤدي الدور التقليدي المتعارف عليه والخاص بتوليد التيار في أوقات التحميل الأساسي والمتوسط والذروة. وبذلك يمكن فتح مجالات عمل جديدة وإطالة استخدام مصادر الطاقة الأحفورية الموجودة للأجيال القادمة بطريقة تتوافق مع البيئة.

٣- تتواجد في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط مصادر وفيرة للطاقة المتجددة يمكنها أن تلبي الاحتياج المتزايد للطاقة بهذه الدول. بل إن وفرة المصادر تسمح بتصدير الطاقة المتجددة إلى وسط أوروبا بشكل عملي تطبيقي.

---

(١) انظر دراسة بعنوان "محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، المركز الألماني لشئون الطيران ومجال الفضاء (DLR)، متاح على الموقع الإلكتروني التالي:
http://qwww.menarec.org/resources/trans-cspParabic.pdf. in 10-3-2013.

٤- إن الطاقات المتجددة هي الاختيار الأفضل من ناحية قلة التكاليف لنصل إلى تأمين إمداد مستدام للتيار الكهربائي والمياه في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

٥- إن الطاقات المتجددة هي بمثابة المفتاح لتطور مستدام ولرفع مستوى المعيشة في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط نظرًا لأنها تتوافق والشروط البيئية والاقتصادية اللازمة لذلك.

٦- إن الطاقات المتجددة وكفاءة استعمال الطاقة تعد بمثابة الأعمدة الرئيسية للتوافق البيئي وهي في حاجة إلى استثمارات دافعة محدودة الزمن، وليس إلى معونات طويلة الأجل مثل الطاقات الأحفورية والنووية.

٧- يجب العمل فورًا على تقنين الوسائل والأدوات المناسبة لإدخال الطاقات المتجددة على وجه السرعة إلى دول الاتحاد الأوروبي ومنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

وحول خصائص مصادر الطاقة المتجددة، والتي تفرض على الإنسان تطوير التكنولوجيا الملائمة لاستغلالها، فبإمكاننا ذكر بعضها على النحو التالي[١]:

---

(١) د. سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة المتجددة، عالم المعارف، سلسلة كتب تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، يناير ١٩٧٨، ١٩٨١، ص٢٧٤ وما بعدها.

- تعد مصادر الطاقة البديلة المرشحة لأن تلعب دورًا مهمًا في حياة الإنسان وأن تساهم في تلبية نسبة عالية من متطلباته من الطاقة هي مصادر دائمة طويلة الأجل، لأنها مرتبطة أساسًا بالشمس والطاقة الصادرة عنها.

- إن مصادر الطاقة البديلة رغم ديمومتها على المدى البعيد إلا أنها لا تتوافر بشكل منتظم طول الوقت وعلى مدار الساعة، فهي ليست مخزونًا جاهزًا نستعمل منه ما نشاء ومتى نشاء، ومن ثم وجب على الإنسان تطوير التكنولوجيا الملائمة لحسن استغلال هذه الطاقة[1].

- إن شدة الطاقة في المصادر البديلة ليست عالية التركيز، ومن ثم فإن استخدام هذه المصادر يتطلب استعمال العديد من الأجهزة ذات المساحات والأحجام الكبيرة، وهنا ينبغي أن نؤكد على أن ارتفاع أثمان الأجهزة المولدة للطاقة البديلة، ربما يشكل في نفس الوقت أحد عوائق انتشارها.

- تتوفر أشكال مختلفة من الطاقة في مصادر الطاقة البديلة، وهو الأمر الذي يتطلب استعمال تكنولوجيا ملائمة لكل شكل من الطاقة البديلة،

([1]) Renewable Energy Technology characterizations, office of utility technologies, U.S. Department of energy, Washington, 1997, p.p. 79: 80, available at: www.nrel.gov/docs/gen/fy98/24496.pdf.

فالطاقة الشمسية مثلاً هي طاقة الموجات الكهرومغناطيسية المكونة لأشعة الشمس، وتتجسد على الأرض بعدة أشكال منها الضوء والحرارة، أما الطاقة الهوائية فتكون في حركة الهواء نفسه، وهي بذلك طاقة ميكانيكية.

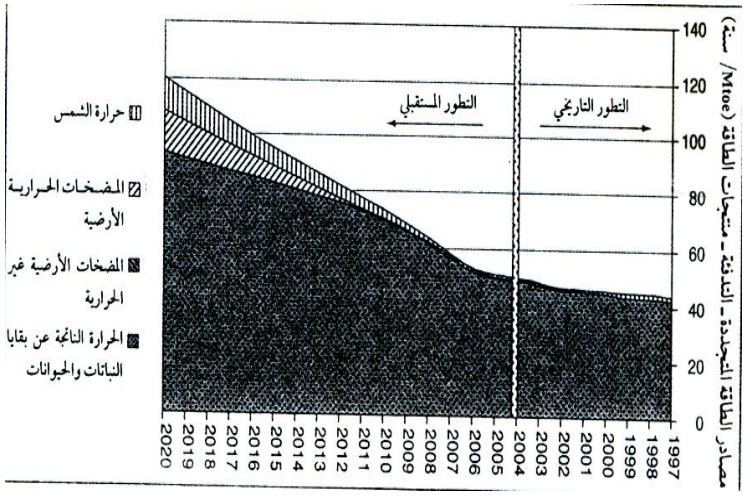
- إن الطاقة المتجددة، طاقة نظيفة وغير ملوثة، وهو ما ينعكس بشكل إيجابي على البيئة ومن ثم الإنسان.

ونظرًا لما سبق من أهمية للطاقة المتجددة، فإن التوقعات والدراسات تؤكد على نمو مصادر الطاقة المتجددة، ومساهمتها الكبيرة في تأمين مصادر الطاقة للإنسان وبالأخص توفير الكهرباء[١]. وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (٤).

([1]) Com, K: Renewable energy road map renewable energies in the 21st century: Building a more sustainable future 2006, p. 60. available at: http://wurlex.eurpa.eu/lexuriserv/lesvriserv.do?uri+com:2006:0848:Fin:En:PDF.

شكل رقم (٤)

نمو مصادر الطاقة المتجددة وتوقعات الكهرباء عام ٢٠٢٠



المصدر: COM- 2006

وبتحليل الشكل البياني السابق، يظهر جليًا أن مصادر الطاقة المتجددة واستخداماتها في نمو متواصل من عام ١٩٩٧ والاستمرار في النمو حتى عام ٢٠٢٠، وهو الأمر الذي يؤكد على أهمية تفعيل تقنيات الطاقة المتجددة بغرض توليد الكهرباء والتدفئة (الحرارة)، ولاشك أن ذلك يؤدي إلى المساهمة في استدامة الطاقة المتجددة ودورها في توليد الكهرباء، والتي يتزايد الطلب عليها عام بعد آخر بسبب ارتفاع درجات الحرارة.

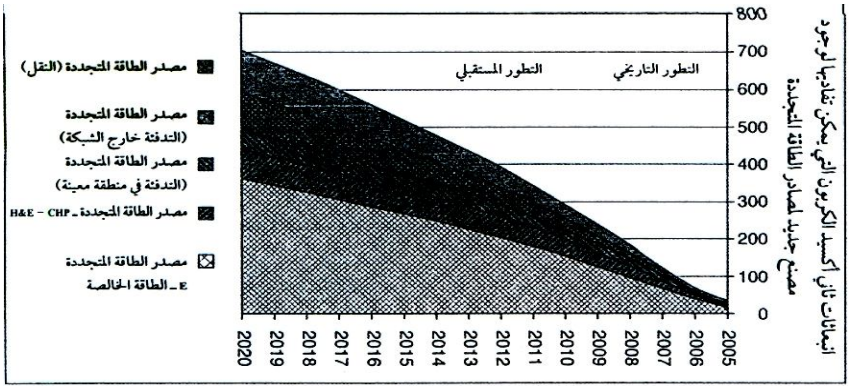
وجدير بالذكر، أن الطاقة المتجددة ومصادرها باتت ضرورة أساسية وعنصرًا هامًا من عناصر الحياة في العالم المعاصر. وهي تعتبر أمرًا حيويًا للتنمية الاقتصادية، كما أنها تعد جزءًا من الحياة البشرية لأنها تلبي احتياجات المجتمع، على الرغم من أن كثيرًا من نظم الطاقة تختلف في آثارها البيئية عن بعضها البعض(١).

أيضًا فإن الدراسات تشير إلى أن انبعاث ثاني أكسيد الكربون يمكن تجنبها إذا ما تم استخدام مصادر الطاقة البديلة، وهو الأمر الذي يوضحه الشكل البياني رقم (٥):

(1) Dincer, I, 2002, the role of energy in energy policy making, energy policy, Vol. 30, p.p. 136-140.

شكل رقم (٥)

انبعاث ثاني أكسيد الكربون وانخفاضها نتيجة استخدام مصادر الطاقة المتجددة حتى عام ٢٠٢٠ في دول الاتحاد الأوروبي

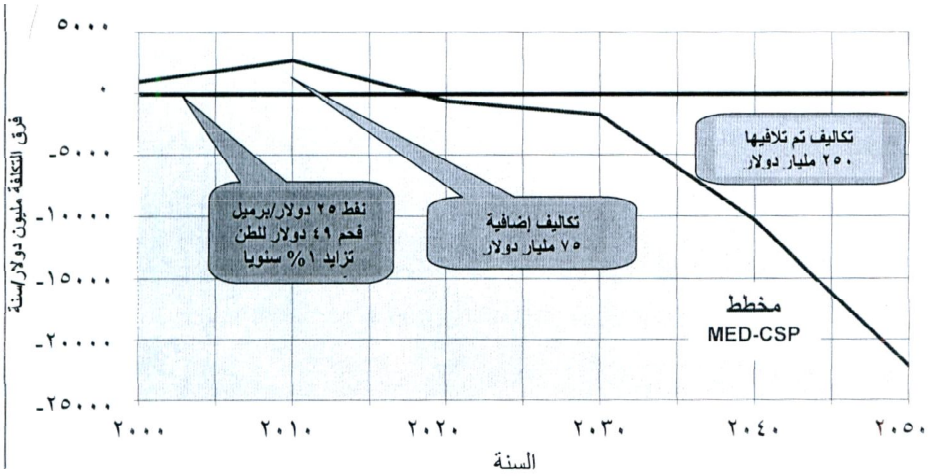


المصدر: COM- 2006، مشار إليه في فيل أوكيف وآخرون، مستقبل استخدام الطاقة، مجموعة النيل العربية للنشر، ترجمة عائشة حمدي، ٢٠٠١، ص٣٥٠.

مما سبق، فإننا نؤكد على أن الطاقات المتجددة تحتاج في بداية الأمر إلى الاستثمارات الحكومية حتى تتمكن من الاستقرار في الأسواق، ولكنها ستنمو بناءً على تفاعلات الخبرة واقتصاديات التطور. وتشير الدراسات إلى أنه بحلول العام ٢٠٥٠ ستكون الكهرباء المتولدة من مصدر متجدد أقل تكلفة عن كهرباء أخرى مولدة من مصادر الطاقة الأحفورية، وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (٦):

شكل رقم (٦)

أمثلة لتطور نفقات إنتاج الكهرباء في مخطط MED-CSO



المصدر: المركز الألماني لشئون الطيران ومجال الفضاء (DLR)، مرجع سابق، ص١٢٢.

إضافة لما تقدم فإن الطاقة المتجددة ستفيد بعض الدول (دول حوض البحر الأبيض المتوسط ومنها مصر) وفق بعض الدراسات، من ناحية انخفاض ما يدفعونه من دعم للطاقة التقليدية وهذا يعني على الأخص الدول التي ليس لها مصادر طاقة أحفورية وتضطر لاستيرادها من السوق العالمية مثل الأردن والمغرب ومصر كذلك فإن تزايد الاحتياجات المستقبلية على الكهرباء والمياه

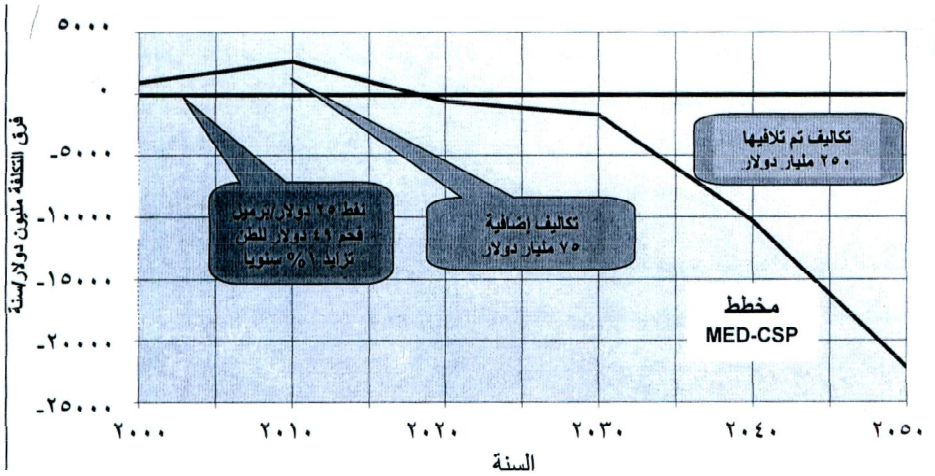
من الممكن أن تؤدي إلى حدوث صراعات بين الدول ونزاعات مسلحة. وبالتالي لا يوجد سوى الطاقة المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية التي تملك مفتاح تهيئة الصراع المنتظر بسبب ندرة الطاقة والمياه[١].

والشكل البياني رقم (٧)، يوضح صدق ما ذكرناه آنفاً من انخفاض تكلفة الحصول على الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة، كلما زاد استخدام التكنولوجيا، وأصبحت الدول أكثر كفاءة في تشغيلها.

(1) The importance of the sun: Solar Energy- NEA, available at: www.nea.org/solar_Energy_intro.

شكل رقم (٧)

انخفاض تكلفة الحصول على الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة



المصدر:

http://www.menarec.org/resources/trans-csp_arabic.pdf

ويتضح من الشكل السابق الفرق الكلي في تكلفة الكهرباء بين مخطط MED-CSP وسياسة العمل التي تعتمد أساسًا على الوقود الأحفوري، ملخصة لكل الدول محل الدراسة. القيم الموجبة= تكاليف إضافية، القيم السلبية = التكاليف التي تم تلافيها بالمقارنة بسياسة العمل كالعادة. المجموع التراكمي للتكاليف الابتدائية يصل إلى ٧٥ مليار دولار، بينما يصل مقدار الوفر إلى ٢٥٠ مليار دولار حتى سنة ٢٠٥٠. التكاليف الإضافية والمتلافاة تختلف حسب

افتراضات سعر الوقود، نسبة ارتفاع أسعار الوقود، السياسات الخاصة بثاني أكسيد الكربون وتفصيلها في التقرير الرئيسي. وفي جميع هذه الافتراضات ستتساوى الطاقات المتجددة والوقود عاجلاً أو آجلاً.

٣- وبخصوص مصادر الطاقة المتجددة:

فيمكن تقسيمها إلى نوعين[١]، حيث يضم الأول كل مصادر الطاقة الدائمة قيد الاستخدام والتي تأكدت جدواها الاقتصادية والفنية مثل الطاقة الشمسية والمائية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الجوفية والطاقة العضوية، بينما يضم النوع الثاني مصادر الطاقة الدائمة والتي لا تزال في مرحلة التجارب والأبحاث مثل طاقة الهيدروجين وطاقة المد والجذر.

أولاً: مصادر الطاقة الدائمة قيد الاستخدام:

١- الطاقة المائية:

تعد الطاقة المتولدة من المساقط المائية أرخص موارد الطاقة ولكن استخدامها يتطلب ظروف طبيعية خاصة تتعلق بالمجرى المائي وكمية المياه والمناخ السائد والتضاريس وخلافه، هذا إلى جانب ظروف اقتصادية تتعلق

(١) د. مخلفي أمينة، النفط والطاقة البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، عدد ٩، الجزائر، ٢٠١١، ص٢٢٥ وما بعدها.

بقرب هذه الموارد من السوق وعدم وجود منافسة من الموارد الأخرى للطاقة، وغير ذلك من العوامل[١].

وتعد الطاقة الكهرومائية: أكبر مساهم في إمدادات الطاقة المتجددة في العالم حيث بلغ إجمالي القدرة المركبة للطاقة الكهرومائية في العالم نحو ٩٧٠ ميجاوات عام ٢٠١١ مقارنة بـ ٩٤٥ ميجاوات عام ٢٠١٠ أي بزيادة قدرها ٢,٥%، وتسيطر الصين على نسبة ٢٢% من القدرة المركبة عالميًا بنحو ٢١٢ جيجاوات عام ٢٠١١، ووفقًا لذلك، جاءت الصين أكثر دول العامل استهلاكًا للطاقة الكهرومائية بطاقة بلغت ٦٦٣ تيراوات/ الساعة تلتها البرازيل وكندا بإجمالي ٤٥٠ و٣٧٣ تيراوات/ الساعة على التوالي في نفس العام[٢].

وجدير بالإشارة هنا أن حصة الطاقة الكهرومائية تبلغ نسبتها ١٩% من إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي. ولعل أهميتها تكمن في أنها من مصادر الطاقة المتجددة، والأقل خطرًا على البيئة مقارنة بمعامل الكهرباء الحرارية التي تعمل بالوقود الأحفوري (فحم، نفط، ...) أو النووي. أيضًا فإن عملية توليد

---

(١) د. كامل بكري و د. محمود يونس و د. عبد النعيم مبارك، الموارد واقتصادياتها، دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، ١٩٨٦، ص١٣٠ وما بعدها.

(2) Renewables energy 2012, Global status report, renewable energy policy network for the 21st century, p.p. 40-46.

الطاقة الكهرومائية عالية المردود، حيث تعمل بكفاءة عالية تصل إلى ٨٠-٩٠%[١].

هذا، وتبلغ الطاقة المتولدة من مصادر الطاقة المائية في العالم ٣ مليون ميجاوات، يوجد حوالي ربعها في أفريقيا، و٢٠% في أمريكا الجنوبية، ١٦% في جنوب شرق آسيا، ١٦% في الصين والاتحاد السوفيتي سابقًا ويتوزع الباقي في أمريكا الشمالية وأوروبا ومناطق أخرى[٢]. وتشير التوقعات المستقبلية لهذه الطاقة الهوائية أنها الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح، واستخدمت طاقة الرياح منذ أقدم العصور في تسيير السفن الشراعية، وإدارة طواحين الهواء لطحن الغلال والحبوب، أو رفع المياه من الآبار، كما تستخدم وحدات الرياح في تحويل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية تستخدم مباشرة أو يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال مولدات[٣].

---

(١) د. سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة المتجددة، عالم المعرفة، سلسلة كتب تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٧٨، ص٢٧٤ وما بعدها.

(٢) منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (الأوابك OAPEC)، تقرير الأمين العام السنوي السادس والثلاثون، ٢٠٠٩، ص١٣٨.

(٣) د. محمد ساحل ود. محمد طالبي، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة من أجل التنمية المستدامة "عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، جامعة قاصدي مرباح بورقلة، العدد ٦٠، ٢٠٠٨، ص٢٠٣.

وجدير بالذكر أن تزايد دور الطاقات غير المتجددة في التقنيـــة والتنميـــة الاقتصادية وارتفاع أسعارها خلال أواخر القرن العشرين وبداية القرن الواحـــد والعشرين أدى إلى إعادة الاهتمام بالرياح كمصدر متجدد للطاقة تـــستخدم فـــي ضخ المياه وطحن الحبوب وتوليد الكهرباء.

ويشير التقرير الصادر عن معهد "ويرلدووتشن" بواشنطن إلى أن القـــدرة العالمية على إنتاج طاقة من الرياح زادت من بضعة آلاف ميجاوات فـــي عـــام ١٩٩٠ إلى أكثر من ٤٠ ميجاوات في عام ٢٠٠٣، وهو ما يكفـــي لتغذيـــة ١٩ مليون منزل في بلدان متقدمة بالكهرباء. كما تبلغ قيمة مبيعات من طاقة الريـــاح أكثر من ٩ مليارات دولار في العام ويعمل في مجال توليد الطاقة مـــن الريـــاح أكثر من مائة ألف فرد في العالم(١).

ووفقًا للإحصاءات "بريتشن تيروليوم"(٢)، بلغ إجمالي الطاقة المركبة مـــن طاقة الرياح في العالم في عام ٢٠٠٨ حوالي ١٢٢١٥٨ ميجاوات مقارنة بعـــام ٢٠٠٧ بلغت ٩٠٠٥ ميجاوات، وبلغ إجمالي طاقة الريـــاح المركبـــة فـــي دول الاتحاد الأوروبي السبعة والعشرين ٦٤٩٣٥ ميجاوات نهاية عام ٢٠٠٨ مقارنة

---

(١) بحث بعنوان "الطاقة المتجددة"، مشار إليه على الموقع الإلكتروني التالي:
www.egyptiangreens.com/docs/firstpage/index.php.

(2) BP: statistical review of world energy, June 2009, p.p. 10-20.

بـــ ٥٦٥١٧ نهاية عام ٢٠٠٧، وذلك وفقًا لمصادر الجمعية الأوروبيـــة لطاقـــة الرياح[١].

ونود التأكيد على أن الولايات المتحدة الأمريكية تعد الأولى على مستوى العالم في إنتاج طاقة الرياح، حيث بلغ إجمالي طاقـــة الريـــاح لـــديها حـــوالي ٢٥١٧٠ ميجاوات نهاية عام ٢٠٠٨ مقارنة بـــ ١٦٨٢٤ ميجاوات نهايـــة عـــام ٢٠٠٧. وجاءت ألمانيا في المرتبة الثانية بإنتاج حـــوالي ٢٣٩٠٣ نهايـــة عـــام ٢٠٠٨، فيما احتلت أسبانيا وفقًا للإحصاءات المرتبة الثالثة بطاقة بلغت ١٦٧٤٠ ميجاوات نهاية ٢٠٠٨[٢].

وبخصوص الدول العربية، فإن طاقة الرياح متوفرة في معظمهـــا علـــى مدى وسطي يقدر ١٤٠٠ ساعة/ سنة. ومن أكثر المواقع ملائمة لاستغلال طاقة الرياح سلطنة عمان ومصر والمغرب، حيث تتوفر في بعـــض المنـــاطق منهـــا الرياح الملائمة على مدى ٢٥٠٠ ساعة/ سنة، وسرعة تتراوح بين ٨ إلـــى ١١

(1) European wind energy association, (EWEA), available at: www.ewea.org.
(2) Ibid:

متر/ ثانية. وتسعى مصر إلى بلوغ ١٢٠٠ ميجاوات من طاقة الرياح بحلول عام ٢٠١٥[١].

وبرغم الأهمية سابق الإشارة إليها للطاقة الهوائية، إلا أن استخدام هذا المصدر يواجهه صعوبات ومعوقات، منها تباين سرعة الرياح واتجاهها من وقت لآخر، بسبب حركة الأرض والشمس والتضاريس الجغرافية وعوامل أخرى[٢].

٣- الطاقة الحرارية الجوفية:

يمكن القول بأن الطاقة الحرارية الجوفية تتمثل في الحرارة المخزونة تحت سطح الأرض، ويتجسد هذا النوع من الحرارة في الماء الساخن والبخار الرطب والجاف، والصخور الساخنة، الحرارة المضغوطة في العمق، وتخرج من جوف الأرض عن طريق الاتصال والنقل الحراري والينابيع الساخنة والبراكين الثائرة.

هذا، وتوصف طاقة حرارة باطن الأرض بأنها أحد أهم مصادر الطاقة، إذ يرى العلماء أنها تكفي لتوليد كميات ضخمة من الكهرباء في المستقبل، فمنذ

---

(١) انظر موقع هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بمصر، على الموقع التالي:
http://www.nrea.gov.eg.

(٢) نفس المرجع السابق.

آلاف السنين استمد منها لإنسان الحرارة، ثم في إنتاج الكهرباء على مدار التسعين عامًا الماضية، ويشير البعض[١] أن طاقة حرارة باطن الأرض تعد مصدرًا أساسيًا 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 فروع وعيون موسى، في حين تستخدم في بعض الدول الأوروبية كمصدر لتدفئة المنازل في الشتاء القارص.

وكغيرها من الطاقات لابد وأن تواجهها العديد من العقبات، والتي يتمثل أهمها في خطورة التعامل مع الحرارة المتسربة بعنف إلى سطح الأرض، وتآكل المعدات والآلات المستخدمة في الحفر، للوصول إلى مكان الحرارة[٢].

وبرغم ما سبق من صعوبات، إلا أن الطاقة الحرارية الجوفية تمدنا بالطاقة في صورة حرارة مباشرة أو كهرباء وقد قدرت عالميًا بنحو ٢٠٥ تيراوات/ الساعة عام ٢٠١١ منها ١٣٦ تيراوات/ الساعة كحرارة مباشرة و٦٩ تيراوات/ الساعة كطاقة كهرومائية، وتعتبر الولايات المتحدة والصين والسويد

---

(١) دونالد اتكين، التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة، المنظمة الدولية للطاقة الشمسية، ٢٠٠٥، ترجمة هشام العجماوي، ص٣٠ وما بعدها.

(2) British Petroleum Company, BP statistical review of world energy 2012, Op. Cit. p.p. 40: 50.

من أكثر الدول إنتاجًا للطاقة الجوفية بقدرة ٢١ تيراوات و١٨,٤ تيراوات و ١٣,٨ تيراوات/ الساعة على التوالي عام ٢٠١١[١].

وخلال السنوات القليلة الماضية كان القطاع الأسرع نموًا في الاستخدام المباشر هي المحطات الحرارية الأرضية[٢]. إذ في عام ٢٠٠٥ كانت المضخات الحرارية الأرضية تمثل أكثر من نصف سعة الاستخدام المباشر للطاقة الحرارية الأرضية و٣٢% من استخدامات الطاقة. ويقدر إجمالي التركيبات بـ١,٣ مليون جهاز توجد بصفة رئيسية في كل من الولايات المتحدة وأوروبا والصين[٣].

٤- الطاقة العضوية:

بادئ ذي بدء، يمكننا القول بأن الطاقة العضوية هي تلك التي يمكن استنباطها من المواد النباتية والحيوانية والنفايات بعد تحويلها إلى سائل أو غاز

---

(1) Renewable Energy 2012, Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21 the century, Ibid, p.p. 35-40.

(2) WEC (2007) Survey of energy resources, London: World Energy council, p. 20.

(3) EST (2008) Ground source Heat pumps, Energy saving trust (EST). available at: www.energysavingtrust.org.UK/generate_your_Own_energy/types_of_ renewables/ground_source_heat_pumps.

بالطرق الكيماوية أو التحلل الحراري. كما يمكن الاستفادة منها عن طريق إحراقها مباشرة واستخدام الحرارة الناتجة في تسخين المياه أو إنتاج البخار الذي يمكن بواسطته تشغيل التوربينات وتوليد الطاقة الكهربائية[١].

ويلاحظ أن المخلفات العضوية التقليدية تمثل ١٣% من الطلب الرئيسي على الطاقة، ويمثل الوقود العضوي ٣% منه، بينما تسهم الطاقة الحيوية بنسبة معينة في توليد الطاقة. ففي عام ٢٠٠٦ مثلاً حصلت الولايات المتحدة على ٥% تقريبًا من طاقاتها الرئيسية من مصادر الطاقة الحيوية بمختلف أشكالها، وهو ما يزيد على نسبة الطاقة الناتجة عن تكنولوجيا الطاقة المتجددة بأسرها[٢].

وتشير الإحصاءات[٣] الصادرة عن وكالة الطاقة الدولية (IEA)، أنه بلغ إجمالي طاقة الكتلة الحيوية الصلبة المركبة في جميع الدول أعضاء الأوابك عام ٢٠٠٧ حوالي ٢٣٢٨٥ ميجاوات، فيما بلغ في الدول أعضاء منظمة التعاون

---

(١) مرجع سبق ذكره، ٢٢٨.

(٢) فيل أوكيف وجيف أوبراين ونيكولا بيرسال، مستقبل استخدام الطاقة، مجموعة النيل العربية للنشر، الطبعة الأولى، ترجمة عاشئة حمدي، ٢٠١١، ص٤٥٤.

(3) IEA: (2007) Bioenergy, potential contribution of Bioenergy to the world's future energy demand, IEA, Bioenergy programme, Paris: IEA.

الاقتصادي والتنمية (OECD) في نفس العام حوالي ٢٣٥٧٧ ميجاوات. أما إجمالي الطاقة المركبة من الكتلة الحيوية الصلبة في الدول الأوروبية الأعضاء في وكالة الطاقة الأوروبية (IEA Europe)، فقد بلغ حوالي ١٤١٨٥ ميجاوات(١).

يضاف إلى ما سبق أن القدرة المركبة للوقود الحيوي في العام قد زادت عن النسب السابقة في عام ٢٠١١، حيث وصلت إلى ٧٢ جيجاوات مقارنة بـ٦٦ جيجاوات عام ٢٠١٠ أي بزيادة قدرها ٨%، سيطرت الولايات المتحدة على النسبة الأكبر منها بنحو ١٣,٧% جيجاوات تلتها الاتحاد الأوروبي بنحو ٢٦,٢% جيجاوات، والباقي موزعة على مختلف دول العالم(٢).

٥- الطاقة الشمسية:

وهي تأتي على رأس كل أنواع مصادر الطاقة المتجددة، إن لم تكن الأهم على الإطلاق، بل لا نبالغ إن قلنا بأنها تعد بحق مصدر كل الطاقات المتجددة. ولن نعرض لها هنا بحسبان أنها تمثل ركيزة دراساتنا، وسنعرض لها في الفصلين القادمين تفصيلاً إن شاء الحق تبارك وتعالى.

---

(1) أنظر: موقع وكالة الطاقة الأوروبية .http://www.iea.org

(2) Renewables 2012, Global status report, Op. Cit., p.p. 30-40.

ثانيًا: مصادر الطاقة الدائمة في مرحلة الدراسات والأبحاث:

وهي التي مازالت في مرحلة التجارب والأبحاث، ويمكن أن نذكر أهمها على النحو التالي:

١- الطاقة المتولدة عن الهيدروجين[١]:

يُعد الهيدروجين واحدًا من مصادر الطاقة المتجددة وأكثر العناصر تواجدًا في الكون، فالشمس والنجوم الأخرى تتكون من الهيدروجين، والفضاء بينها يحتوي على نسبة عالية منه. ولكن على كوكب الأرض لا يوجد الهيدروجين كعنصر مستقل، فهو يوجد في الهواء بنسبة صغيرة بينما يوجد بوفرة كبيرة متحدًا مع الأكسجين في صورة مياه المحيطات والبحار والأنهار. ونظرًا لأهميته يرى البعض[٢] أن الهيدروجين سيصبح وقود المستقبل ووقودًا مثاليًا، سواء من حيث الجدوى الاقتصادية والتقنية أو من حيث آثاره على البيئة، حيث يعطي كيلو جرام واحد من الهيدروجين ثلاثة أضعاف الطاقة الناجمة عن نفس المقدار

---

(1) European commission: Hydrogen Energy and Fuel Cells-Avision of our future: available at: http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo_en.htm.

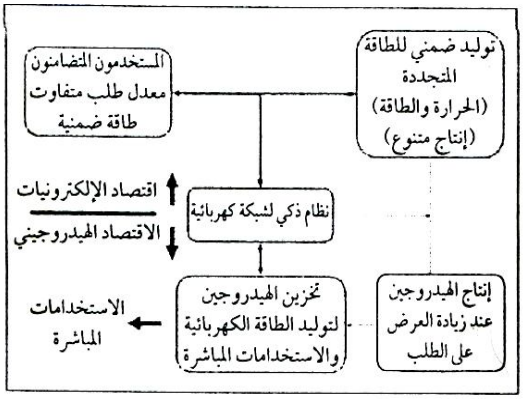
(2) Rifkin, J. (2002), The hydrogen economy: The creation of the world wide energy web and the redistribution of power on earth, Oxford, p.p. 20-30.

من البنزين، ويمكن توفير الهيدروجين من خلال التحلل الكهربائي للماء،أو تحلل الماء حراريًا التسخين المباشر لحوالي ٣٥٠٠ درجة مئويـــة أو أكثـــر، أو مـــن خلال تأثير الأشعة الشمسية مباشرة بصورة شبيهة بعملية التمثيل الضوئي[١].

ويلاحظ أن من أهم الأدوار التي يلعبها الهيدروجين كمصدر للطاقة هـــو مساهمته في توليد الكهرباء، وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (٨):

شكل رقم (٨)

اقتصاد الهيدروجين واقتصاد الإلكترونيات



المـــصدر: فيل أوكيف وآخرون، مستقبل استخدام الطاقة، ترجمة عائـــشة حمدي، مجموعة النيل العربية، ٢٠٠١، ص٤٩٤.

---

(١) مرجع سبق ذكره، ص٢.

وبتحليل الشكل السابق، نجد أن تكنولوجيات الطاقة المتجددة بما في ذلك الرياح والطاقة الشمسية والكهرومائية والمد والجزر (الأمواج) وبقايا النباتات والحيوانات تستخدم في تجميع الطاقة واستخراجها. وبالتالي إذا كان المعروض من الطاقة المتجددة يتجاوز الطلب فإن الزيادة في كل من الحرارة والطاقة يمكن استخدامها في إنتاج الهيدروجين. وهذا بالفعل ما يمكن اعتباره أحد أشكال التخزين للطاقة. وفي حالة زيادة الطلب عن العرض فعندئذ يمكن استخدام الهيدروجين لإنتاج طاقة كهربائية وحرارة.

وبرغم المزايا العديدة للهيدروجين والتي يتمثل أهمها في كونه عنصرًا قابلاً للاحتراق وذو محتوى حراري عال ولا ينتج عن احتراقه أي غازات أو ملوثة- كذلك يعد من مصادر الطاقة غير الناضبة ومتوافر بكميات هائلة في الطبيعة، وخصوصًا في المحيطات والبحار- سهولة نقله وتخزينه- يمكن استخدامه في المنازل بدلاً من الغاز الطبيعي.

إلا أن هناك العديد من الصعوبات التي تثير مخاوف من استخدامه، لعل أهمها المخاطر الكامنة في استعماله، خاصة في حالته الغازية كونه قابل للانفجار عند امتزاجه بالهواء. كما يحتاج إلى الهيدروجين السائل إلى خزانات مبردة بدرجات حرارة منخفضة جدًا، مما يزيد من تكاليف التخزين.

٢ – طاقة المد والجذر:

يعد المد والجذر هو نتيجة للتفاعل بين جاذبية القمر، وكذلك الشمس ولكن بدرجة أقل، وبين البحار والمحيطات. ويؤدي هذا إلى ارتفاع مستوى البحر مرتين يوميًا في أي موقع على سطح الأرض. ويمكن أن يُستغل تغير مستوى البحر في إنتاج الطاقة من تدفق المياه عبر المد والجذر باستخدام تكنولوجيا مماثلة لتلك المستخدمة في توليد الطاقة الكهرومائية.

ولعل الحصول على الطاقة من المد والجذر يرتبط بعوامل عديدة منها سرعة الرياح والتي تؤدي إلى زيادة وارتفاع أمواج المحيطات والبحار، وأيضًا قوة وسرعة الأمواج وارتفاعها[١].

وكما ذكرنا آنفًا لا يمكن استغلال طاقة المد والجذر سوى في البلدان التي تتميز بشريط ساحلي طويل، وفي مناطق معنية من هذا الساحل. وتعد فرنسا من أكثر الدول استخدامًا لهذه الطاقة، ونتيجة لذلك تأتي "لا رانسي La Rance" كأكبر محطة لطاقة المد والجذر بمعدل طاقة قدرها ٢٤٠ ميجاوات وهناك اهتمام بهذه الطاقة في دول كثيرة الآن منها مثلاً مدينة "Pay of Fundy" بكندا

([1]) Wavenet, L. (2003) Results from the work of the European thematic network on wave energy, final report, ERK5-CT-1999-2001, European commission, energy, environment and sustainable Development programme. Available at: www.wave-energy.net/library/wavenet%full% 20report(1101)PDF.

والتي تتميز بأكبر معدلات المد والجذر، والذي يصل إلى ١١ متر، وبريطانيا التي وصل فيها معد المد إلى ٧ متر[1].

وبعد أن عرضنا في هذه الجزئية لأهم مصادر الطاقة المتجددة، يمكننا أن نؤكد على أن الطاقة المتجددة برغم أهميتها الاقتصادية والبيئية والاجتماعية الكبيرة، إلا أن الاعتماد مازال بشكل كبير على مصادر الطاقة التقليدية من نفط وغاز الخ... ولعل هذا ما يجعلنا نركز على دعمها وإجراء البحوث والدراسات من أجل تشجيع الدول وحكوماتها على استغلال هذه الطاقات المستدامة والنظيفة في نفس الوقت.

وعلى أية حال، فإن تكلفة استغلال مصادر الطاقة المتجددة تتوقف على عدة عوامل أهمها تكاليف نصب وإنشاء المنظومات، وعمرها الافتراضي، وتكاليف التشغيل والصيانة، والعائد المادي من رأس المال.

ولعل الجدول رقم (١)، يوضح مقارنة لأسعار النصب والطاقة الكهربائية المنتجة لمختلف منظومات الطاقة التقليدية والطاقة المتجددة، وذلك للحصول على صورة كاملة للطاقة الكهربائية المولدة من مصادر الطاقة المتجددة مقارنة بالطاقة الكهربائية المولدة حاليًا من مصادر الطاقة التقليدية.

([1]) Op. Cit., p.p. 10-15.

جدول رقم (١)

مقارنة اقتصادية لمختلف مصادر الطاقة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية

المصـــــدر	كلفة النصب دولار/ كيلووات	كلفة التشغيل والصيانة سنت/كيلووات- ساعة	كلفة الطاقة الكهربائية المولدة سنت: كيلووات- ساعة
طاقة المساقط المائية	٢٠٠٠-٦٠٠٠		٨-٢
طاقة الرياح	١٠٠٠-٨٠٠	٠,١-٠,٠٥	٧-٥
الطاقة الكهروضوئية (خلايا السليكون الأحادي والمتعدد البلورات)	٤٥٠٠-٣٩٠٠		
الطاقة الكهروضوئية (خلايا الأغشية الرقيقة)	٢٠٠٠		
الطاقة الكهروضوئية (كلفة المنظومة)	١٤٠٠٠-١١٠٠٠		٧٠-٥٠
الطاقة الشمسية- المركزات الشمسية (٨٠ ميجاوات)	٣٥٠٠-٢٨٠٠		١٧-١٢
الكتلة الحيوية (الحرق المباشر)	٢٥٠٠		١٤
الكتلة الحيوية (التقنيات الحديثة)	٢٥٠٠-٤٠٠		١٠-٦

المصـــــدر	كلفة النصب دولار/ كيلووات	كلفة التشغيل والصيانة سنت/كيلووات- ساعة	كلفة الطاقة الكهربائية المولدة سنت: كيلووات- ساعة
الحرارة الجوفيـــة (محطـــات تجارية)	١٦٠٠-١٧٠٠		
الحرارة الجوفية (محطات مياه حارة)	٢٤٠٠-٢٥٠٠		٦,٢-٨
طاقة المد والجذر	١٨٠٠		٨
حرارة المحيطات	١٠٠٠٠	١	١٢-٢٥
الطاقـــــــة النوويـــــــة (١٠٠٠ميجاوات)	٢١٠٠-٢٣٠٠		٢-٤
محطات غازية	٤٥٠-٦٥٠	٠,٣٥	٣-٤
محطات بخارية (تعمل بالفحم الحجري)	١٢٠٠-١٥٠٠	١,٥-٢	٥-١٠

المصدر: بحث بعنوان، اقتصاديات مصادر الطاقة المتجددة على الموقـــع التالي: www.alecso.org.tn/site-energie-renouvelable-2

وبنظرة على الجدول رقم (١)، يتضح أن تكلفة إنتاج الكيلووات/ الـــساعة من الطاقة الكهربائية من المصادر التقليدية ولا تزال أقل تكلفة مـــن المـــصادر المتجددة، وأن المصدر المتجدد الأكثر منافسة في الوقت الحاضر الطاقة المائيـــة يليها الطاقة الشمسية في بعض مناطق العالم ومنها مصر. ولعـــل ذلـــك يؤكـــد

كلامنا السابق من أهمية قيام الحكومات باستغلال أفضل لهذه الطاقات المتجـــددة لأهميتها سالف الإشارة لها ولعل قيام دولاً منها المملكة العربية السعودية بإنشاء مدينة للطاقة المتجددة أمرًا جيدًا، واهتمام مصر والجزائر والإمـــارات بالطاقـــة الشمسية أمرًا في غاية الأهمية.

المبحث الثاني

مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها

ودور الطاقة المتجددة في إنجاز أهدافها

سنحاول من خلال هذا المبحث معرفة ماذا يقصد بالتنمية المستدامة وأهدافها، كما سنوضح الدور الذي يمكن أن تلعبه الطاقة المتجددة في إنجاز أهدافها وذلك على النحو التالي:

١ – مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها:

أصبحت البيئة اليوم عنصرًا من عناصر الاستغلال العقلاني للموارد ومتغيرًا أساسيًا من متغيرات التنمية المستدامة، نظرًا لما يحدثه التلوث من انعكاسات سلبية على المناخ من جهة، ولكون الكثير من الموارد الطبيعية غير متجددة مما يحتم استغلالها وفق قواعد تحافظ على البقاء ولا تؤدي إلى الاختلال أو كبح النمو[١].

هذا، ويشير مفهوم الاستدامة من الناحية اللغوية حسب المصطلح الإنجليزي "Sustainability" إلى القابلية للدوام والحفظ من التدني، ولعل هذا

---

(١) د. عبد المجيد قدي، مدخل إلى السياسات الاقتصادية الكلية طدراسة تحليلية تقييمية"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، ٢٠٠٥، ص٢٣ وما بعدها.

المفهوم يمكن أن يمثل موقفًا ساكنًا، بمعنى أن استدامة التنمية يمكن أن تتحقق إذا احتفظ الإنتاج بمستواه الحالي، بينما يجب النظر إلى الاستدامة كموقف ديناميكي يعكس الاحتياجات المتغيرة لسكان متزايدين، وهناك الكثير من الجهود التي بذلت ولا تزال لتحديد مفهوم أكثر دقة للتنمية المستدامة(١).

وعلى أية حال، فإن هناك العديد من التعاريف المتعلقة بمفهوم التنمية المستدامة، لعل من أهمها وأكثرها تداولاً ذلك المفهوم الذي قدمته اللجنة العالمية للبيئة والتنمية المستدامة عام ١٩٧٨ على أنها "التنمية التي تفي حاجات الجيل الحالي دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على الوفاء باحتياجاتها"(٢).

وأيضًا تعريف الاتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة ١٩٨٧ للتنمية المستدامة على أنها "التنمية التي تأخذ بعين الاعتبار البيئة والاقتصاد والمجتمع"(٣). في حين عرفتها اللجنة الوطنية للبيئة والتنمية المستدامة على أنها "التنمية التي تلبي احتياجات الأجيال الحالية بدون المساس بقدرات الأجيال اللاحقة لتلبية احتياجاتهم"(٤).

---

(1) Gerhard, A. and others, Renewable Energy in the context of sustainable development, p. 713, this search available at:

(2) http://www.prcteam.gemzo.net/su13(1).htm.

(3) Corinne Gendron, Le development durable comme compromise, publications de l'université, Québec, 2006, p. 166.

(4) Ibid: p. 170.

ونتيجة لما تقدم، فإن الحديث عن استدامة مصادر توليد الطاقة ينطوي على أهمية كبرى في مجال التنمية المستدامة، نظرًا لأن إنتاج واستهلاك الطاقة يمكن أن يؤثر على مستقبل الكثير من الأجيال القادمة[١]. ولعل مصطلح التنمية المستدامة عاد يتردد كثيرًا في الآونة الأخيرة نتيجة لتصاعد المخاطر والمشكلات، وخاصة مشكلة التغيرات المناخية[٢].

وبنظرة على التعاريف السابقة نجد أنها تدور حول فكرة واحدة تقريبًاوهي فكرة الديمومة أو الاستدامة للطاقة، وهذا هو محور الحديث والأمر المهم هنا يتعلق بمسألة تأمين الطاقة ليس فقط للأجيال الحالية، ولكن أيضًا للأجيال المستقبلة.

بخصوص أبعاد التنمية المستدامة:

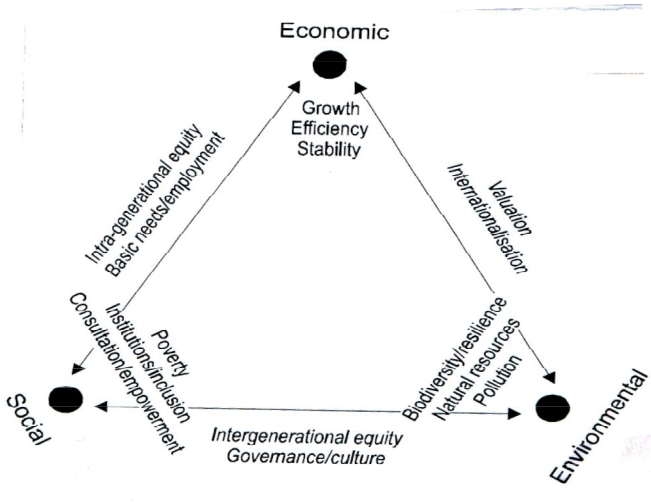
فإن غالبية الدراسات والبحوث تؤكد على أن التحدي الأكبر بالنسبة لعملية التنمية المستدامة يتمثل في إنجاز الأبعاد الثلاثة (الاقتصادية- والاجتماعية والبيئية) بشكل متوازن ومتواقت من خلال الاستفادة من تفاعلها، مع تجنب

(1) Appert, O. "Energy and sustainable development: issues and options", the international Energy Agency, NEA News 2001, p.19.
(2) OECD, Nuclear Energy in a sustainable development perspective, p. 7.

سلبيات هذا التفاعل في نفس الوقت[١]. ولعل الشكل البياني رقم (٩)، ويوضح لنا هذه الأبعاد الثلاثة.

شكل رقم (٩)

عناصر التنمية المستدامة



Source: Rashed Cassim, Sustainable Development: The Case of Energy in south Africa, international centre for trade and sustainable development, April 2004, p. 10.

([1]) Rashed Cassim, Sustainable Development: The Case of Energy in south Africa, international centre for trade and sustainable development, April 2004, p. 10.

وأنظر كذلك، د. رضا عبد السلام، الطاقة النووية وأهداف التنمية المستدامة لدول مجلس التعاون، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، بدون سنة نشر، ص٢١.

ومن خلال الشكل السابق، يمكن القول بأن الطاقة تشكل نقطة مركزية في أي حوار حول التنمية المستدامة، لأنها تعد بحق المركز للمحاور الثلاث للتنمية المستدامة[١]. وبالإمعان في الشكل البياني يبدو أن علاقة الارتباط بين الطاقة وأبعاد التنمية المستدامة قوية[٢].

ففيما يتعلق بالشق البيئي: فيبدو أن المشاكل البيئية التي ظهرت في العقود الأخيرة من القرن الماضي أدت إلى أن يكون هناك قناعة كاملة بأن إدارة البيئة بشكل سليم ومتوازن أمر ضروري لعلمية التنمية، فقد أصبحت عملية الحافظ على البيئة والحيلولة دون تدهورها تتصدر سلم الأولويات والاهتمامات– الدولية والوطنية، نظرًا لأن استنزاف البيئة والإخلال بتوازنها يؤثر سلبًا على التنمية[٣].

وعلى صعيد آخر، تشير الدراسات إلى أن التقنيات المستخدمة حاليًا في توليد الطاقة– ورغم ما طرأ عليها من تطور– لا تخدم تحقيق أهداف التنمية

([1]) A. Najam & C. Cleveland, "Energy and sustainable development at global environment summits: An Evolving Agenda", Kluwer A cademic publishers, 2003, p.p. 1-3.

(٢) مرجع سابق، ذكره، ص٢٢.

(٣) د. مريم مصطفى أحمد وإحسان حفظي، قضايا التنمية في الدول النامية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٥، ص١٨٨ وما بعدها.

المستدامة، والدليل استمرار التدمير للبيئة من خلال الغازات الكربونية[١]. فيبدو أن الطاقة التي هي أداة تحقيق التنمية المستدامة في الشق الاقتصادي والاجتماعي، هي في نفس الوقت أداة لإعاقة التنمية المستدامة في الشق البيئي، وهو تناقض يتطلب تبني الحكومات والمنظمات الدولية السياسات الكفيلة بإحداث التوازن بين المحاور الثلاث للتنمية المستدامة[٢].

ونتيجة لما سبق، فإن المحور الرئيسي للتنمية المستدامة هو محاولة الموازنة بين النظام الاقتصادي والبيئي دون استنزاف للموارد الطبيعية، وقد أصبح العمل من أجل القضاء على الفقر وتحسين توزيع الدخل ليس هدفًا فقط للعدالة الاجتماعية، وإنما هدفًا أيضًا من منظور حماية البيئة وتحقيق التوازن البيئي، وهو ما يستفاد من الشكل البياني رقم (٣).

بخصوص البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة:

تلعب الطاقة دورًا حاسمًا، في مجال التنمية الاقتصادية من خلال تحويل الموارد إلى سلع وخدمات نافعة[٣]. كذلك تتطلب عملية التنمية الاقتصادية

---

(1) K. Daifuku, "Nuclear Energy Today" policy brief organization for economic co-operation and development (OECD), February 2005, p.p. 4-5.

(2) A. Najam & C. Cleveland, Ibid, p. 2.

(٣) د. رضا عبد السلام، مرجع سابق، ص٢٢.

استخدام المزيد من الموارد، وبناءً على نوعية الموارد المستخدمة سيتحدد تأثير النمو الاقتصادي على البيئة[١].

وبالبناء على ما تقدم، فإننا نتفق مع الرأي الذي يؤكد على وجود علاقة ارتباط قوية ما بين جودة وكم الطاقة التي تستخدمها الدولة وحجم اقتصادها. ولهذا، فإن الاقتصادات الكبرى مثل الولايات المتحدة والصين واليابان تستخدم المزيد من الطاقة مقارنة بالدول الصغيرة[٢]. ونتيجة لذلك يؤكد البعض على أن زيادة مستوى المعيشة في الدول الأكثر فقرًا يتطلب مضاعفة حقهم من الطاقة المستخدمة[٣].

وفيما يتعلق بالمحور الثالث للتنمية المستدامة وهو المحور الاجتماعي:

إذا كان هناك اهتمام بالبعد البيئي والاقتصادي للتنمية المستدامة، فثمة بُعد آخر لا يقل أهمية عنهما وهو المحور الاجتماعي. إذ يحتاج الإنسان إلى العمل والغذاء والتعليم والطاقة والرعاية الصحية والماء...الخ. وهي أمور هامة يجب

---

(١) د. الطاهر خامرة، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة، بحث مقدم إلى المؤتمر العلمي الدولي، بكلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، الجزائر، بعنوان التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، ٧-٨ أبريل، ٢٠٠٨، ص٣.

(٢) مرجع سابق، ص٢٣.

(3) A. Najam and C. Cleveland, "Energy and Sustainable development", Ibid, p.p. 120-122.

على المجتمع الدولي والمحلي احترامها. لذا يمكن القول بأن التنمية المستدامة تعتبر قضية أخلاقية وإنسانية بقدر ما هي قضية تنموية بيئية. فضعف الاهتمام بالأبعاد الاجتماعية في استراتيجيات التنمية كان السبب في فشل الكثير من البرامج التنموية، ونتج عن ذلك العديد من الآثار السلبية على المجتمع والبيئة(١).

لما تقدم، فإن قيام مشروعات للطاقة بصفة عامة في بلد ما، يرفع من مستوى التنمية البشرية والمعارف العلمية، وهو الأمر الذي يؤدي بلا شك إلى بناء جيل عالي التأهيل من القوى العاملة، والتي تحصل على أعلى الدخول والأرباح(٢). ولهذا يؤكد البعض على أن توفير الطاقة بشكل في حقيقة الأمر توفير لحاجة من حاجات الإنسان الأساسية(٣).

وما هو جدير بالإشارة أن توفر الطاقة يعد ضرورة لضمان مستويات معيشية مقبولة مع توفير الغذاء والماء والرعاية الصحية والتعليم والتوظيف، ولعل كل هذه المزايا يستحيل تحقيقها في غياب الطاقة. وفي هذا الإطار يمكن أن نسوق مثالاً، فالطاقة المتاحة تعتبر محدد لكم وكيفية إنتاج الغذاء وكيفية

---

(١) مرجع سابق، ص٥.

(٢) مرجع سابق، ص٢٣.

(3) T. Dujardin, "Nuclear Energy and Sustainable Development", Economics, Environment, social, OECD Nuclear Agency, May 2007, p.p. 27-29.

طهوه، والانعكاسات الصحية لكيفية طهي الغذاء...الخ. ولذلك فإن علاقة ارتباط إيجابية بين حصة الفرد من استخدامه للطاقة والعديد من المؤشرات الاجتماعية سابق ذكر بعضها. ولعل هذا هو ما أكده تقرير التنمية البشرية الصادر عن الأمم المتحدة الائتماني[١].

وبعد التعرض لأبعاد التنمية المستدامة الثلاثة، فإننا نؤكد أنه ثمة اتجاهات ودراسات حديثة[٢] تشير إلى أنه وإن كانت المحاور الثلاثة سابق الحديث عنها تمثل مرتكزات التنمية والنمو المستدام، فإن أبعاد أخرى لا تقل أهمية عنها مثل البعد السياسي والتكنولوجي.

- **فالبعد السياسي**، والذي شهد تغيرًا بعد الحروب والمشاكل البيئية والتي نجمت عن بعض الحوادث مثل انفجار مفاعل تشرنوبل ١٩٨٦، وموجات الجفاف التي عصفت بالكثير من المناطق في العالم، ونتيجة لذلك احتلت القضايا البيئية أولوية اهتمامات المجتمع الدولي.
- **أما البعد التكنولوجي**، فلا شك في أنه يمثل ركنًا أساسيًا في تحقيق التنمية المستدامة في الوقت الراهن، ذلك أن التدهور البيئي في معظمه نتيجة

---

(1) A. Najam and C. Cleveland, Ibid, 124.

(٢) د. مريم مصطفى أحمد وإحسان حفظي، قضايا التنمية في الدول النامية، مرجع سابق، ص٢٠١ وما بعدها.

لتكنولوجيات تفتقر إلى الكفاءة أو لعلميات تبديد لا تخضع للرقابة إلى حد كبير. وبالتالي، فإن التنمية المستدامة تعني التحول إلى تكنولوجيات أنظف وأكفأ وتقلص من استهلاك الطاقة وغيرها من الموارد الطبيعية إلى أدنى حد.

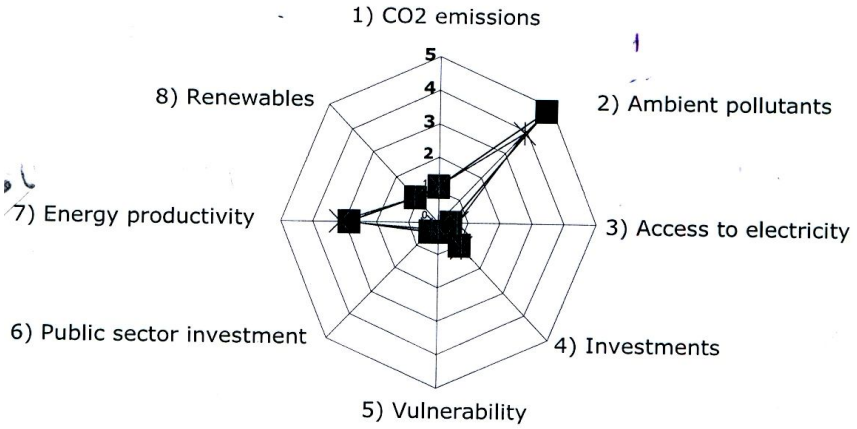
وتأكيدًا على ما تقدم، فإن البعض[١] يشير إلى أن هناك ثماني مؤشرات للاستدامة، وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (١٠)

(1) D. Dipanker, Energy and Sustainable Development in India, Helio international, 2005-2006, p. 55.

شكل رقم (١٠)

مؤشرات الاستدامة الثمانية

Eight Sustainability Indicators



Source: Dipanker day, Energy and Sustainable Development in India, Ibid, p. 56.

وعلى ما تقدم، فإن أهداف التنمية المستدامة تتمثل، وكما ذكرت بعض[١].

الدراسات في:

١- القصد في استهلاك الثروات والموارد الطبيعية على أنها محدودة،

---

(١) انظر مركز الإنتاج الإعلامي بجامعة الملك عبد العزيز، دور التنمية المستدامة في الوطن العربي- بين الواقع والمأمول، الإصدار الحادي عشر، مجلة نحو مجتمع معرفي، جدة، مكتبة فهد الوطنية، ١٤٢٧هـ، ص٤١.

واستخدامها وتوظيفها بصورة عقلانية، والعمل على حصر الثروة الطبيعية والموارد المتاحة في الوقت الحاضر وتقدير ما قد يحد من موارد مستقبلية.

٢- الحفاظ على البيئة من خلال الاهتمام بالبيئة الخاصة والعامة وصيانتها بالعمل على تلبية متطلبات الحفاظ عليها على أساس المعرفة، مع الدراية بأن إصلاح البيئة العامة يؤثر على البيئة الخاصة.

٣- حماية خيارات الأجيال التي لم تولد بعد وحماية قاعدة الموارد الطبيعية اللازمة لدعم التنمية في المستقبل.

٤- تحقيق نوعية حياة أفضل للسكان: حيث تحاول التنمية المستدامة عن طريق التخطيط وتنفيذ عمليات السياسة التنموية تحسين نوعية حياة السكان في المجتمع اجتماعيًا واقتصاديًا ونفسيًا وروحيًا من خلال التركيز على الجوانب النوعية للنمو لا الكمية وبصورة عادلة مقبولة[١].

٥- تعزيز وعي السكان بالمشكلات البيئية: ويتم ذلك من خلال تنمية إحساس الأفراد بالمسئولية تجاه مشكلات البيئة وحثهم على المشاركة الفعالة في خلق حلول مناسبة لها عن طريق مشاركتهم في إعداد برامج ومشروعات التنمية المستدامة وتنفيذها ومتابعتها وتقييمها.

---

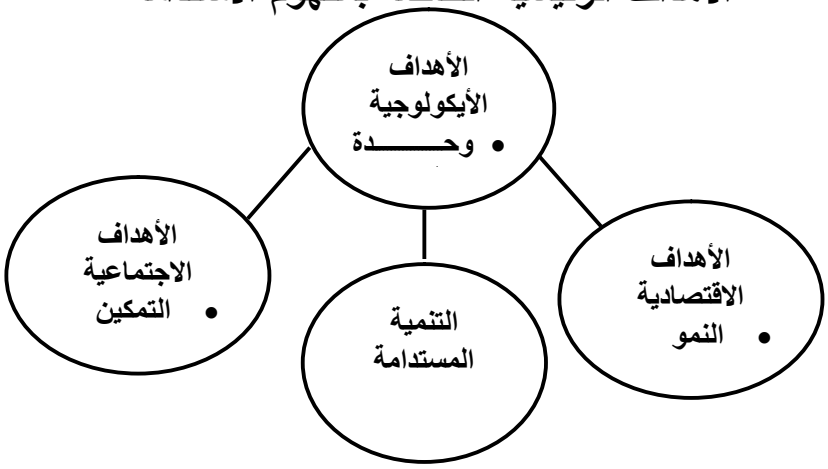
(١) د. مراد ناصر، "التنمية المستدامة وتحدياتها في الجزائر"، مجلة التواصل، العدد ٢٦، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التيسير، جامعة البليدة، ٢٠١٠، ص١٥ وما بعدها.

٦- ربط التكنولوجيا الحديثة بما يخدم أهداف المجتمع.

وعلى أية حال، فإن الأهداف الرئيسية والخاصة بمفهوم الاستدامة وما تشمله يوضحها الشكل البياني رقم (١١)

شكل رقم (١١)

الأهداف الرئيسية الخاصة بمفهوم الاستدامة



Source: Ismail Serageldin "Making Sustainable Development", Finance & Development, December, 1993, p. 12.

٢ – دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة

تعتبر الطاقة المتجددة عنصرًا جوهريًا من عناصر تلبية جميع الاحتياجات الإنسانية، كما أنها تضطلع بدور هام في تحقيق الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المتعلقة بالتنمية المستدامة(١).

أيضًا فإن الطاقة ترتبط ارتباطًا عضويًا بعملية التنمية من حيث أنها المصدر الأساسي للقدرة على أداء جميع أنواع الأعمال الذهنية والجسدية والآلية. ورغم أن هذا الارتباط الوثيق بين الطاقة والتنمية نشأ منذ بداية الحضارة الإنسانية إلا أنه لم يحظى بالاهتمام إلا مع التغيرات الكبيرة التي رافقت الثورة الصناعية في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية(٢).

ونظرًا لأهمية موضوع الطاقة، فقد وضعته الأمم المتحدة وباقي الدول على رأس اهتماماتها، لذلك جاء مؤتمر القمة العالمي حول التنمية المستدامة والذي عقد عام ٢٠٠٢ بجوهانسبرج، وقد عقدت مفوضية الأمم المتحدة دورة

---

(1) UNEP: Energy Production and Consumption, available at: www.//http.rona.UNep.org/about_UNep_fona/education/ene.

(٢) الطاهر خامرة، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة، مرجع سابق، ص٨.

عن الطاقة خلال الأعوام من ٢٠٠٥ حتى ٢٠٠٧، ولعل كل ما سبق جاء نتيجة الطلب المتزايد على الطاقة عام بعد آخر(١).

ونتيجة لما تقدم، فإن الطاقة المتجددة تلعب دورًا مهمًا في إنجاز أهداف التنمية المستدامة.

أ – الطاقة المتجددة والأبعاد الاقتصادية والاجتماعية للتنمية المستدامة:

تلعب الطاقة دورًا حاسمًا في مجال التنمية الاقتصادية من خلال تحويل الموارد إلى سلع وخدمات نافعة. أيضًا تشكل إمدادات وخدمات الطاقة مدخلاً أساسيًا في عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وخصوصًا ما يتعلق بالتبعية البشرية وتقليص الفقر وتغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدام.

- الطاقة المتجددة والتنمية البشرية:

هناك علاقة قوية بين التنمية البشرية والطاقة، وذلك من خلال الارتباط القوي بين متوسط استهلاك الفرد من الطاقة ومؤشر التنمية البشرية، وخاصة في الدول النامية. إذ يؤدي استهلاك الفرد من مصادر الطاقة التجارية يؤدي دورًا مهمًا في تحسين مؤشرات التنمية البشرية عن طريق تأثيرها في تحسين

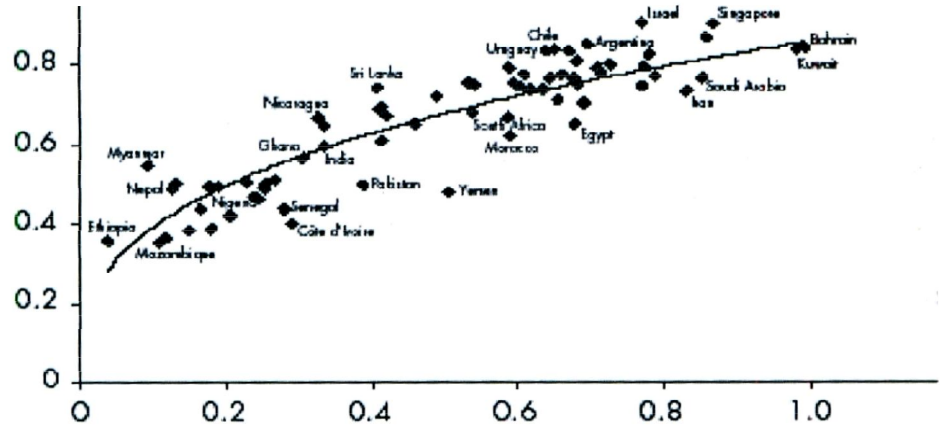
(١) لمزيد من المعلومات حول مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، راجع الموقع التالي:
http://www.un.org/arabic/conferences/wssd/

خدمات التعليم والصحة، وبالتالي مستوى المعيشة، وتعطي الكهرباء صورة واضحة حول ذلك. إذ يمثل مصدرًا لا يمكن استبداله بمصدر آخر للطاقة في استخدامات كثير كالإنارة، التبريد والتكييف وغيرها..

ويبدو أن علاقة ارتباط قوية بين مؤشر التنمية البشرية (HDI)، ومؤشر التنمية الطاقوية (EDI) في الدول النامية كما أشارت إلى ذلك الوكالة الدولية للطاقة، وهو ما يوضحه الشكل رقم (١٢).

شكل رقم (١٢)

العلاقة بين EDI و HDI في الدول النامية



Source: International Energy Agency, World energy outlook, 2004, p. 346.

ويظهر من الشكل البياني أنه كلما ارتفع مؤشر التنمية الطاقوية، ارتفع مؤشر التنمية البشرية، وهو ما ينعكس في ترتيب الدول بالنسبة للمؤشرين، فالدول ذات المستوى المرتفع للتنمية البشرية تأخذ نفس المستوى تقريبًا لمؤشر التنمية للطاقة والعكس، وهو ما يؤكد إيجابية العلاقة بينهما.

- تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدام:

يمكن القول بأن قطاع الطاقة يعد من القطاعات التي تتنوع بها أنماط الإنتاج والاستهلاك، والتي تتميز في معظمها بمعدلات هدر مرتفعة، وفي ظل الزيادة المطردة في الاستهلاك نتيجة للنمو السكاني، فإن الأمر يتطلب تشجيع كفاءة استخدام وقابلية استمرار موارد الطاقة من خلال وضع سياسات تسعير ملائمة من شأنها إتاحة حوافز زيادة كفاءة الاستهلاك والمساعدة على تطبيق الإصلاحات القانونية والتنظيمية التي تؤكد على ضرورة الاستغلال المستدام للموارد الطبيعية وتنمية موارد الطاقة المتجددة إضافة إلى تسهيل الحصول على التجهيزات التي تتسم بالكفاءة في استهلاك الطاقة والعمل على تطوير آليات التمويل الملائمة[١].

---

(١) مرجع سابق، ص١٥١.

- تقليص الفقـــر:

يمكن القول بأن تحقيق التنمية المستدامة يتطلب تطـــوير حيـــاة الأفـــراد وتوفير ظروف معيشية ملائمة لهم خاصة في المناطق الفقيرة، ولعل ذلك جـــاء نتيجة لتزايد معدلات النمو السكاني. إضافة لما سبق أهمية الاعتماد على كفـــاءة إدارة الموارد المتاحة مع توفير فرص العمـــل المناســـبة والظـــروف الـــصحية والتعليمية الملائمة لتعزيز النمو الاقتصادي بالمناطق الفقيرة، ونتيجة لما ســـبق، فإن توفر مصادر طاقة كافية ومنتظمة ومأمونة يبدو أمرًا هامًا، وهو ما يتطلـــب الآتي[١]:

١- تطوير البنية الأساسية في مواقع التجمعـــات البـــشرية والفقيـــرة علـــى الخصوص وتزويدها بنظم الطاقة المناسبة للتنمية والتكنولوجيا الملائمـــة للاستخدام في مثل هذه المناطق.

٢- إدارة مصادر الطاقة المتاحة والحفاظ عليها بما يسمح بالوفاء باحتياجـــات السكان الأساسية.

٣- توفير نظم الطاقة والنقل المستدامة لمختلف مناطق التجمعات البشرية.

---

(١) د. الطاهر خامرة، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة، مرجع سابق، ص٦.

ب- الطاقة المتجددة والأبعاد البيئية للتنمية المستدامة:

ويتعلق البعد البيئي بالحفاظ على قاعدة الموارد المادية والبيولوجية وعلى النظم الأيكولوجية والنهوض بها[١]. وفي هذا الإطار نجد أن جدول أعمال القرن الواحد والعشرين الذي أعدته الأمم المتحدة قد تعرض للعلاقات بين الطاقة والأبعاد البيئية للتنمية المستدامة، خاصة تلك المتعلقة بحماية الغلاف الجوي من التلوث الناجم عن استخدام الطاقة في مختلف النشاطات الاقتصادية والاجتماعية.

وعلى ما تقدم فإن المحافظة على الموارد وإدارتها بكفاءة من أهم المعايير المرتبطة بتحقيق التنمية المستدامة المتصلة بقطاع الطاقة- لذلك بدا من المهم تطوير سياسات وبرامج الطاقة المستدامة من خلال العمل على تطوير مزيج من مصادر الطاقة المتوفرة الأقل تلويثًا للحد من التأثيرات البيئية غير المرغوبة لقطاع الطاقة، وذلك بالاعتماد على مصادر الطاقة البديلة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية والحرارية والجوفية الخ...

---

(١) د. بوقرة رابح، آثار استغلال اقتصاديات الطاقة المتاحة المتجددة على الدول العربية، المؤتمر العلمي الدولي بعنوان التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، الجزائر، جامعة المسيلة، ٧- أبريل، ٢٠٠٨، ص٣.

أيضًا، فإن استنزاف الموارد غير المتجددة وتزايد الانبعاثات الملوثة والتفاوت في توزيع موارد الطاقة أدى إلى انعكاسات بيئية خطيرة لاستخدام الطاقة، وهو ما أدى بدوره إلى ضرورة البحث عن الطاقة المتجددة(١).

أضف إلى ما سبق، أن تقرير صادر عن شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين أشار إلى أن الطاقة المتجددة تلعب دورًا رئيسيًا في إمدادات الطاقة العالمية، وذلك من أجل مواجهة التهديدات البيئية والاقتصادية التي تتزايد يومًا بعد آخر(٢).

ونخلص مما تقدم، إلى أنه وإن كانت الطاقة المتجددة تلعب دورًا بالغ الأهمية في تحقيق التنمية المستدامة، وذلك من خلال العلاقة القوية بين الطاقة والأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية، إلا أن ذلك مرهونًا بتوافر شروط ثلاثة وهي(٣):

١- الإنتاجية التكنولوجية.

---

(1) José Romero et Kaspar Meuli, La Fièvre Monte inexorablement, Environnement, 2003, p. 6.

(٢) مرجع سبق ذكره، ص٢٠٤ وما بعدها.

(٣) د. محمد مصطفى الخياط، الطاقة البديلة وتأمين الطاقة، مؤتمر هموم عالم واهتمامات أمة، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، ٢-٣ أبريل، ٢٠٠٣، ص٥.

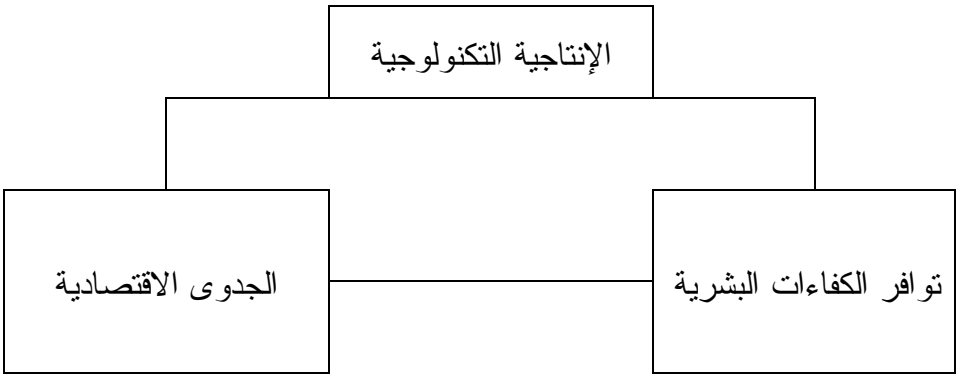
٢- الجدوى أو المردود الاقتصادي.

٣- توافر الكفاءات البشرية.

ولعل الشكل البياني رقم (١٣) يوضح ذلك:

شكل رقم (١٣)

شروط الاعتماد على بدائل الطاقة



المصدر: د. محمد مصطفى الخياط، الطاقة البديلة وتأمين الطاقة، مرجع سبق ذكره، ص١٤.

الفصل الثاني

ماهية صناعة الطاقة الشمسية ومستقبلها وأهميتها

إن استخدام الشمس كمصدر للطاقة هو من بين المصادر البديلة للنفط التي تعقد عليها الآمال المستقبلية لكونها طاقة نظيفة لا تنضب، كما أن جميع مصادر الطاقة الموجودة على الأرض قد نشأت أولاً من الطاقة الشمسية، وهذه الطاقة يمكن تحويلها بطرق مباشرة أو غير مباشرة إلى حرارة وبرودة وكهرباء وقوة محركة(١).

هذا وتعد الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة التي اتجهت إليها أنظار العالم عقب أزمة البترول عام ١٩٧٣، وذلك بحسبان كونها مصدر دائم للطاقة مادام أن هناك حياة وأن الشمس مازالت تشرق، فضلاً عن أنه من خلال البحث والتطوير أمكن الوصول إلى كل صور الاستخدام التي يحتاجها الإنسان من هذه الطاقة(٢).

---

(١) مايكل إكهارت، الطاقة المتجددة، التطلع نحو طاقة لا تنضب، متاح على الموقع التالي:
www.usinfo.state.gov/ar/home/p. visited at 1/1/2013.

(٢) د. ماجد أبو النجا الشرقاوي، الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية، مجلة مصر المعاصرة، الجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والإحصاء والتشريع، العدد ٥٠٤، القاهرة، أكتوبر ٢٠١١، ص٨٨.

وعلى هدي ما تقدم، سنتناول هذا الفصل بالدراسة والتحليل من خلال المباحث التالية:

المبحث الأول: مفهوم الطاقة الشمسية ونظم استخدامها.

المبحث الثاني: أهمية الطاقة الشمسية ومقترحات تعظيم الاستفادة منها.

المبحث الثالث: تجارب بعض الدول في صناعة الطاقة الشمسية (ألمانيا- الجزائر).

المبحث الأول

مفهوم الطاقة الشمسية ونظم استخدامها

بخصوص مفهوم الطاقة الشمسية، فبداية نؤكد أن الشمس هي المصدر الرئيسي لمعظم مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، وهذا ما دفع العلماء والباحثين إلى الاهتمام بها في أواسط الثورة الصناعية لتكثيف الجهود والبحث العلمي للوصول لأفضل الطرق الممكنة للاستفادة من الطاقة الشمسية(١).

والطاقة الشمسية هي ناتج التفاعلات النووية thermonuclear التي تحدث في الشمس، وتصل طاقتها الحرارية إلى الأرض على صورة طاقة إشعاعية مكونة الأشعة فوق بنفسجية، ولعل قدر بسيط من الطاقة الشمسية يكفي لتغطية احتياجات العالم بأسره من الكهرباء.

هذا، وقد استطاع الإنسان تسخير الطاقة الشمسية منذ العصور القديمة، باستخدام مجموعة وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار، وتقدر كمية الإشعاع الشمسي الواصلة إلى الأرض بـ ١,٣٦ كيلو وات/ المتر المربع، وأن

(١) د. حبيب عيسى الناصر وحنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، بدون سنة نشر، ص٢٠.

حوالي ٥٠% منها تنعكس في الفضاء، و١٥% منها ينعكس على سطح الأرض و٣٥% يُمتص من قِبل الهواء والماء والأتربة[١].

وجدير بالذكر، أن بعض التقارير كتقرير الجمعية الصناعية للخلايا الشمسية الأوروبية أوضح أن إجمالي الطاقة الشمسية المتوافرة على الأرض كافية لتغطية أكثر من ١٠,٠٠٠ ضعف الطلب العالمي للطاقة[٢]، حيث إن كل متر مربع من الأرض كافي لتوليد ١,٧٠٠ كيلو وات/ ساعة من الطاقة كل سنة باستخدام التكنولوجيا المتاحة حاليًا.

وتستخدم الطاقة الشمسية حاليًا بصورة مباشرة. وتغطي أكثر من مجال، منها تسخين المياه، وتدفئة المباني وتبريدها، وتوليد الكهرباء وطهي الطعام. كما يحدث حاليًا في أوروبا وأمريكا وبقية دول العالم. واستنادًا إلى إحصاءات وكالة الطاقة الدولية (IEA)، بلغ إجمالي الطاقات الفوتوفولطية المركبة في العالم نهاية عام ٢٠١٠ حوالي ١٣٤٢٥ ميجاوات.

---

(١) سالم عبد المحسن وسن، اقتصاديات النفط، الجامعة المفتوحة، طرابلس، ١٩٩٩، ص١٠٠ وما بعدها.

(2) European Photovoltaic industry association CEPIAL, "Solar Generation 6: Solar Photovoltaic electricity empowering the World", 2011, p.p. 14-15.

تصدرت ألمانيا قائمة البلدان المستخدمة للخلايا الفوتوفولطية، حيث بلغ إجمالي الطاقات لديها حوالي ٥٣٤٠ ميجاوات. واحتلت أسبانيا المرتبة الثانية بطاقة مركبة إجمالية وصلت ٣٣٥٤ ميجاوات. وجاءت اليابان في المرتبة الثالثة بطاقة تصل إلى ٢١٤٤,٢ ميجاوات. أما الولايات المتحدة فاحتلت المرتبة الرابعة بطاقة تصل إلى ١١٦٨,٥ ميجاوات. وتعمل الصين على رفع مستوى الطاقة الشمسية المستهدف تركيبها إلى ٩ جيجاوات بحلول عام ٢٠٢٠[١].

وعلى صعيد الوطن العربي[٢]، نجد توفر الطاقة الشمسية في كافة دول المنطقة بمعدلات تزيد على معظم مناطق العالم الأخرى. ولدى بعض دول الخليج محطات صغيرة تعمل بالطاقة الشمسية لتحلية المياه. كما يتم استخدام هذه الطاقة في التسخين في بلاد أخرى مثل (الأردن)، وفي الجزائر بلغ إجمالي الطاقات الفوتوفولطية المركبة نهاية عام ٢٠٠٧ حوالي ١,٤ ميجاوات. وفي مصر فإن العمل مستمر في محطة الكريمات التي تعمل بالطاقة الشمسية بطاقة ١٤٠ ميجاوات إلى جانب المحطة الحرارية.

---

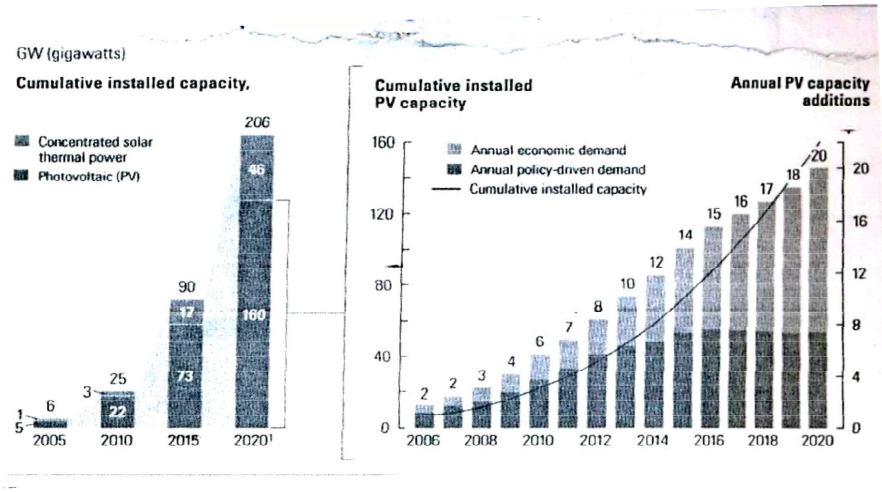
(١) راجع الموقع الإلكتروني لوكالة الطاقة الدولية (IEA) على الإنترنت على الموقع التالي: http://www.iea.org/

(٢) منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول الأوابك (OAPEC) تقرير الأمن العام السنوي السادس والثلاثون، ٢٠٠٩، ص١٣٨.

ونظرًا لأهمية الطاقة الشمسية، فإن سوق هذه الصناعة من المتوقع ازدهاره عام بعد عام بسبب الاحتياج المتزايد للطاقة، وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (١٤):

شكل رقم (١٤)

السوق العالمي للطاقة الشمسية في ٢٠٢٠



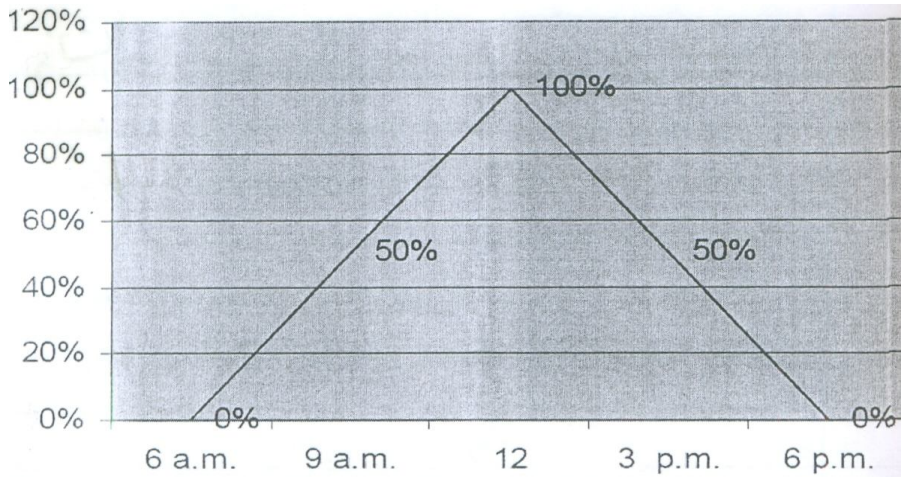
Source: Peter Lorenz, P. Dickon and S. Thomas, The Economics of Solar Power, Mckinsfy 90 company, 2008, p. 5.

حيث يُستفاد من الأشكال البيانية سالفة البيان، أن صناعة الطاقة الشمسية ستكون منافسًا قويًا لمصادر الطاقة الأخرى، إضافة إلى أن الطلب على الطاقة الشمسية سيزداد نظرًا لكونها طاقة نظيفة وغير ملوثة وتقلل من انبعاث ثاني أكسيد الكربون.

وعلى صعيد آخر، يُلاحظ أن قوة الإشعاع الشمسي تختلف خلال اليوم، حيث تصل ذروة الإشعاع الشمسي في الساعة١٢ ظهرا، وتقل تدريجيًا إلى الساعة ٦ مساءً، وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (١٥).

شكل رقم (١٥)

قوة الإشعاع الشمسي خلال اليوم



Source: Mai Fawaz Fayaz Abu-Hafeetha, "Planning for Solar Energy as an-Najah National University, Nablus, Palestine, p. 56.

بالإطلاع على الشكل البياني السالف، نلحظ أن قمة الإشعاع الشمسي تكون في الساعة ١٢ ظهرًا، لذلك تتميز الطاقة الشمسية بمواصفات تجعلها الأفضل مقارنة بجميع أنواع الطاقات الأخرى، فهي طاقة هائلة يمكن استخدامها

في أي مكان وتشتمل مصدرًا مجانيًا للوقود الذي لا ينضب، ولعل أهميتها تتأتى نظرًا لمحدودية مصادر الطاقة التقليدية.

وعلى هدي ما تقدم، فإن البعض[١] يعرف الطاقة الشمسية بأنها مصادر الطاقة المنسوبة بشكل مباشر لإضاءة الشمس.

- **نظم استخدام الطاقة الشمسية**

يبدو أن توليد الطاقة الشمسية يتم بواسطة محركات حرارية أو محولات فولتو ضوئية، وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، فإن براعة الإنسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخدامها. إذ تتباين تقنيات ونظم استخدام الطاقة الشمسية طبقًا لمستوى التطور التقني والتطبيقي لكل منها[٢].

وعلى أية حال، فإن توليد الطاقة الشمسية Solar Energy يتم باستخدام أحد هذه النظم الضوئية وتسمى الطاقة الشمسية الضوئية، والحرارة وتسمى الطاقة الشمسية الحرارية، وذلك على النحو التالي:

---

(١) مركز الدراسات والبحوث، غرفة الشرقية، اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٩، ص٤ وما بعدها. انظر أيضًا في:

Govinda R.T., Lado, K., and Patrick A.N., "Solar energy: Markets, economics and plicies, "Renewable and Sustainable Energy reviews 16, 2012, p.p. 449- 450

(٢) مرجع سابق ذكره، ص١١١.

أولاً: الطاقة الحرارية الشمسية Solar Thermal Energy:

عندما يمتص جسم ما ضوء الشمس فإنه يصبح ساخناً. وهذه الطاقة الحرارية يمكن استخدامها بطرق عديدة كتدفئة الأماكن أو تبريدها، أو تسخين الماء بالمنازل أو المصانع، أو غلي المياه أو غيرها من السوائل لأغراض صناعية أو لقيادة المحركات(١).

وتعرف الطاقة الشمسية الحرارية على أنها الجزء من الإشاعات المنبعثة من الشمس والتي تصل عبر الغلاف الجوي إلى سطح الأرض، وتقدر عادة بكمية الطاقة الساقطة على المستوى الأفقي لكل متر مربع خلال اليوم، وتبلغ القيمة اليومية المتوسطة لها بالدول العربية على مدار العام حوالي ٦ كيلو وات/ ساعة لكل متر مربع(٢).

ويمكن تحقيق الحرارة أو البرودة الناتجة عن الطاقة الشمسية بالمنازل أو أماكن العمل ببساطة من خلال التصميم المناسب للمباني والمنشآت دون الحاجة إلى أي آلات أو أجهزة متنقلة. ولقد ظهرت هذه المباني لأول مرة في اليونان منذ ما يزيد على ألفي عام ثم أصبحت شائعة ضمن المعمار الإسلامي.

---

(1) Martinot, E., Renewable 2007 Global Status Report, REN21, Paris: REN21 secretariat and Washington, DC: World Watch institute, 2008, p. 20.

(٢) لمزيد من التفصيل راجع الموقع التالي:
http://www.energiesolaire.na/thermaltank_ar.html.

ولكن هذه المفاهيم يعاد ترسيخها حاليًا على أسس علمية قوية ويُطلق عليها تقنيات الحرارة السلبية[١].

ولعل هناك علاقة وثيقة بين الموصلات الحرارية وبعض مواد البناء المعروفة. إذ عندما تكون درجة الحرارة داخل المبنى أعلى منها خارجه يمكن فقد الحرارة من خلال النقل والتوصيل والإشعاع، وهو ما يوضحه الجدول رقم (٢).

(١) فيل أوكيف وآخرون، ترجمة عائشة حمدي، مستقبل استخدام الطاقة، مرجع سابق ذكره، ص٤٠٧.

جدول رقم (٢)

الموصلات الحرارية لبعض مواد البناء المعروفة

المـــــــادة	التوصيل الحـــراري
الألمونيوم	٢٠٤
الصلب– الحديد	٥٢
الطوب	٠,٦ – ٠,٧
الأسمنت (متفاوت الكثافة)	٠,١٢ – ٢,٠
الزجاج	٠,٨
الفخار	١,٢
الخشب المتين	٠,١٧
عنصر البوليريثين	٠,٠٢٥ – ٠,٠٣٥
التجاويف الفاصلة بين الجدران	٠,٠٥
الهواء	٠,٠٢٣

المصدر: فيل أوكيف وآخرون، مرجع سابق، ص٤٠٩.

وجدير بالذكر أن النظم الشمسية الحرارية تتميز بإمكانات تكاملها مع النظم التقليدية لإنتاج الكهرباء، حيث إنها لا تتسبب في مشاكل لتشغيل الشبكة الكهربائية، إذ تبلغ القدرات الاجتماعية المركبة من هذه النظم على مستوى العالم ما يفوق ٤٠٠ ميجاوات، كما أن هناك حاليًا مخططات في أكثر من عشر دول لتنفيذ العديد من المشروعات باستخدام هذه النظم منها مشروعية بكل من الأردن ومصر(١).

أيضًا فقد أسفرت الدراسات والأبحاث عن إمكانية خفض تكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية من محطات الطاقة الشمسية الحرارية الحديثة بنسبة عالية قد تصل إلى ٨٠% مقارنةً بتكلفتها من المحطات السابقة التي أنشئت لأغراض البحث والتطوير(٢).

وبرغم ما سبق، فعند مقارنة تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها التقليدية المعروفة مع تكاليف إنتاجها من الطاقة الشمسية الحرارية يتضح عدم

---

(1) A.T.Kearney, Solar Thermal Electricity 2025-clean electricity on demand: attractive STE cost stabilize energy production, june 2010, p. 11. available at: www.estelasolar.eu/cost/2010-06%20-20solar%thermal%El.

ود. ماجد أبو النجا، مرجع سابق ذكره، ص١٣.

(٢) انظر بحث بعنوان اقتصاديات مصادر الطاقة المتجددة متاح على الإنترنت على الموقع التالي: http://www.kutub.info.library/book/9648 .

جدوى استغلال الطاقة الشمسية في القوت الراهن استنادًا إلى كلفتها الأولية العالية، والدعم الذي تقدمه الحكومات لإنتاج الكهرباء وتوافر النفط والغاز.

وفي هذا الإطار ينبغي أن نشير إلى دراسة للبنك الدولي خلصت إلى أن التكاليف الحالية لإنشاء النظم الشمسية الحرارية للكهرباء بالدول النامية تتراوح بين (٢٠٠٠- ٤٠٠٠) دولار طبقًا لدرجة التركيز الشمس وظروف الموقع، ومن المتوقع أن تنخفض هذه التكاليف خلال العقد بين القادمين بنسبة تتراوح من ٤٠: ٥٦% بسبب تزايد أنشطة البحث والتطوير في النظم الشمسية الحرارية[١].

ثانيًا: الطاقة الشمسية الضوئية Solar Photovoltaic energy :

هي الطاقة التي يتم توليدها من خلال الخلايا الشمسية، وهي عبارة عن محولات فولتو ضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء، كما أنها مصنوعة من مادة بلورية يتم زراعة الشوائب فيها لتكوين مواد ذات شحنة موجبة، وأخرى ذات شحنة سالبة ويفصل بينهما أو يلتقيان عند نقاط اتصال[٢].

ويلاحظ أن النظم الكهروضوئية قد تطورت في الآونة الأخيرة تطورًا كبيرًا، حيث ارتفعت كفاءة الأنواع المختلفة للخلايا الكهروضوئية المصنعة لتتراوح بين ١٥,٣: ١٧,٥% للخلايا المنفصلة. أيضًا تطور حكم إنتاج اللوحات

---

(١) راجع موقع البنك الدولي على الموقع التالي: www.worldbank.org/

(2) Godfrey, D. Photovolatic power generation van nostrand Reinhold co.,

الكهروضوئية بشكل مضطرد على مستوى العالم، حيث ارتفع من ٧٧,٦م. و.أ عام ١٩٩٥ إلى ٣٩٠,٥٤م.و.أ عام ٢٠٠١، وبنسبة نمو وصلت إلى ٤٠% بين عامي ٢٠٠٠: ٢٠٠١. وقد تطور السوق العالمي للنظم الكهروضوئية ليصل إلى ٧١٠/م.و.أ سنويًا عام ٢٠١٠[١].

هذا، ويمكن الاستفادة عمليًا من الخلايا الشمسية في تطبيقات عديدة في المناطق النائية التي تكون فيها تكلفة مد شبكات الطاقة الكهربائية مكلفة، إذ تكون فيها كلفة بناء محطات أو توفير مولدات عالية عند تشغيلها وصيانتها.

بيد أن تكلفة إنتاج الكهرباء من الخلايا الشمسية تتوقف على عوامل عدة أهمها، تكاليف إنشاء المحطة، والعمر الافتراضي لها وتكاليف التشغيل والصيانة، وتكاليف تخزين الطاقة الكهربائية المولدة، وقدرة المحطة، ونوع الخلايا المستخدمة، وأسس تصميم المحطة، إضافة إلى معدل الإشعاع الشمس الساقط، وظروف البيئة، والعائد المادي من رأس المال المستثمر[٢].

ولعل الجدول التالي رقم (٣) يوضح لنا التكاليف الكاملة لإنتاج الطاقة الكهربائية من بعض الخلايا الشمسية.

---

(١) مرجع سابق، ص١١٤.

(2) The Basics of solar power for producing electricity. Available at: www.sunforceproducts.com/solaro%20panel%20/the%20basics%20.

جدول رقم (٣)

تكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية من بعض الخلايا الشمسية للعام ١٩٩٤

المصـــــــــــدر	كفاءة التحويل (%)		تكاليف الإنشاء (دولار/مترمربع)		تكاليف التشغيل والصيانة (دولار:كيلووات /ساعة	كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية (دولار/كيلوات)
	خلايا	نظام	خلايا	ملحقات		
خلايا سليكونية أحادية البلورية	١٥,٠	١١,٥	٣٠٠,٠	٥٠,٠	٠,١٥	٠,٢٨
خلايا سليكونية متعددة البلورات (١)	١٤,٠	١٠,٨	٢٦٠,٠	٥٠,٠	٠,١٥	٠,٢٧
خلايا سليكونية متعددة البلورات (٢)	١٥,٠	١١,٥	٢٠٠,٠	٥٠,٠	٠,١٥	٠,٢١
خلايا أفلام السليكون الرقيقة	١٠,٠	٧,٧	١٥٠,٠	٥٠,٠	٠,١٥	٠,١٣
محطة سعة IMW (أحادية المحور)	١٠,٠	٧,٧	١٦٠,٠	٥٠,٠	٠,٢٤	٠,٢٧
محطة سعة 10MW (أحادية المحور)	١٠,٠	٧,٧,٤	٦٠,٠	٥٠,٠	٠,٢٤	٠,١٤
محطة سعة 10MW (ثنائية المحور)	٢٠,٠	١٥,٤	١٥٠,٠	١٠٠,٠	٠,٢٤	٠,١٦

المصدر: بحث بعنوان اقتصاديات الطاقة المتجددة الفصل الثالث عشر مرجع سابق ذكره، ص٢٦٥.

وبتحليل الجدول السابق، يظهر لنا أنه وإن كانت تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من هذه المصادر لا تزال عالية مقارنة بتكلفة الإنتاج من المصادر

التقليدية، إلا أنه مع التطور في تقنية الخلايا الشمسية والنظم الكهروضوئية فإن تكلفة الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسية سوف تنخفض إلى الحد الذي يسمح باستغلالها اقتصاديًا.

وينبغي أن نلاحظ أن بعض الاستثمارات قد تتطلب درجات حرارة أعلى مما يمكن تحقيقه من خلال مجمعات الحرارة في توليد الكهرباء، فعندئذ يمكن تركيز ضوء الشمس من خلال مرايا أو عدسات. ويبدو أن المجموعات القائمة على تركيز الطاقة الشمسية (CSP) والتي أصبحت متداولة تجاريًا هي:

- المجمعات القطعية المكافئة العميقة.
- المجمعات القطعية المكافئة المقعرة.
- نظم الطاقة الشمسية ذات الارتفاع (النظم البرجية)

ولعل الجدول التالي رقم (٤) يوضح ذلك:

جدول رقم (٤)

خصائص الأشكال المختلفة لنظم تركيز الطاقة الشمسية

	الطاقة (بالميجاوات)	التركيـــــز	ذروة التركيز (الكفاءة الشمسية)	الكفاءة الشمسية السنوية	كفاءة الدائرة الحراري
نظم القطع المكافئ المعميقة	١٠-٢٠٠	٧٠-٨٠	٢١% (d)	١٠- ١٥% (d) ١٧- ١٨% (p)	٣٠- ٤٠% ST
النظم البرجية (ذات الارتفاع)	١٠-٢٠٠	٣٠٠-١٠٠٠	٢٠% (d) ٣٥% (p)	٨- ١٠% (d) ١٥-٢٥% (p)	٣٠- ST٤٠% ٤٥-٥٥% CC
نظم القطع المكافئ المقعر	٠,٠١-٠,٤	١٠٠٠- ٣٠٠٠	٢٩% (d)	١٦-١٨% (d)	٣٠-٤٠%

ملحوظة: d (موضحة)، p (مخطط لها)، ST (توربينة بخار)، CC (حلقة مجمعة)، الكفاءة الشمسية= صافي توليد الطاقة/ الشعاع الساقط.

Source: DLR, Concentrating solar power for the Mediterranean Region, Final Report, German Aerospace center (DLR), 2005, p. 30.

- **وحول وضع الطاقة الشمسية على المستوى العالمي:**

بادئ ذي بدء، فإننا نؤكد على أن الثورة التكنولوجية لعبت دورًا مهمًا في انخفاض الأهمية النسبية للطاقة التقليدية، ولفت أنظار العالم نحو الاستفادة من مصادر الطاقة البديلة والمتجددة على نحو أدى إلى تزايد نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في إجمالي إنتاج الطاقة في العالم.

وتمثل حصة الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة في السوق العالمي حوالي ٢٠: ٢٥% من إجمالي حجم الاستثمارات في قطاع الطاقة العالمي والبالغة حوالي ١١٠/١٥٠ بليون دولار.

ومن بين مصادر الطاقة المتجددة تأتي الطاقة الشمسية في مقدمتها حيث إنها تحظى بنسبة ٤٥% من حجم الاستثمارات المشاركة في قطاع الطاقة المتجددة. إذ 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 ١/٣ تريليون دولار عام ٢٠٢٠[١].

---

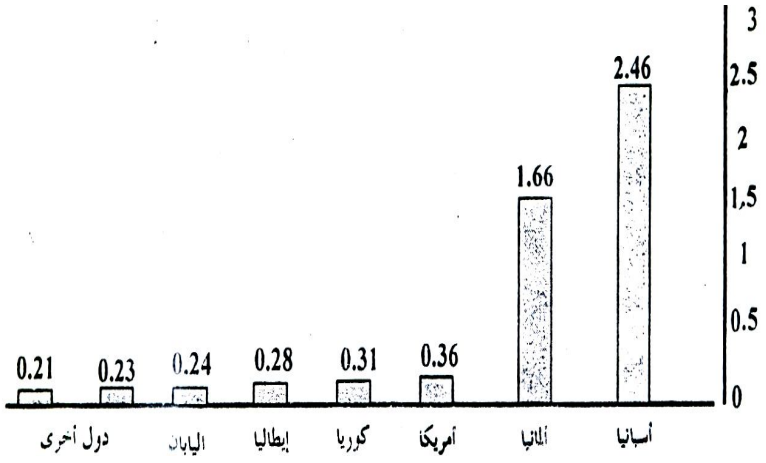
(١) انظر تقرير الوكالة الدولية الصادر في ٢٠٠٣.
Oil and Gas overview international energy agency 2004. www.IEA.eg.
وكذلك، د. ماجد أبو النجا، مرجع سابق، ص١٠٦ وما بعدها.

ويستفاد من تقرير الوكالة الدولية للطاقة ٢٠٠٣، أن حجم الطلب العالمي على الطاقة الشمسية بلغت نحو ٤٥% من إجمالي الاستثمارات المشاركة في قطاع الطاقة المتجددة منها ٢٤% للاستثمار في الخلايا الفوتوفولطية و١٢١ لسخانات المياه الشمسية. أيضًا فقد بلغ حجم الاستثمارات العالمية في مجال الطاقة الشمسية نحو ٢٠ مليار دولار عام ٢٠٠٧، في الصين، والمتوقع أن يستحوذ على أكثر من ٦٠% بحلول العام ٢٠٢٠[١]. ويشير الشكل البياني رقم (١٦) إلى توزيع حجم الطلب العالمي على محولات الطاقة الشمسية (جيجاوات).

(١) مرجع سابق ذكره، ص٣٠.

شكل رقم (١٦)

توزيع حجم الطلب العالمي على محولات الطاقة الشمسية (جيجاوات)



Source: Key World Energy Statistics IEA, 2008.

ويظهر من الشكل السالف، أن دولة أسبانيا تأتي على رأس الدول في حجم الطلب العالمي على الطاقة الشمسية تليها ألمانيا (الدول التي تعتمد دائمًا على الطاقة النظيفة) ثم أمريكا وكوريا وإيطاليا واليابان ودول أخرى على التوالي.

وعلى جانب آخر، نلحظ أن حجم الإنتاج العالمي للطاقة الشمسية في تزايد مستمر، وخصوصًا بعد انتشار مصانع إنتاج الطاقة الشمسية المركزة في العالم. إذ تزايد عدد وحدات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في الصين

وتايوان لتصل عام ٢٠٠٨ إلى ٣٣٠٤ وحدة، بينما بلغت في أوروبا نحو ١٧٢٩ وحدة، وفي اليابان ١١٧٢ وحدة وأمريكا ٣٧٥ وحدة.

بالإضافة لما سبق، فقد حققت الشركات العاملة في مجال الطاقة الشمسية بالإضافة لما سبق، فقد حققت الشركات العاملة في مجال الطاقة الشمسية أرباحًا بلغت نحو ٣٧,١ مليار دولار ومنها شركة سولار الألمانية، واستربور في كندا[١]. ويلاحظ أن أسعار الخلايا المولدة للطاقة الشمسية في انخفاض نتيجة لتزايد الاستخدام كما ذكرنا سابقًا.

(1) Renewable energy essentials: Concentrating solar thermal power. IEA, available at: www.nrea.gov.eg.

المبحث الثاني

أهمية الطاقة الشمسية ومعوقاتها ومقترحات تعظيم الاستفادة منها

بدا من ملامح المبحث السابق معنى الطاقة الشمسية وأيضًا النظم الأكثر شيوعًا لاستخدامها ووضعها العالمي. ونوضح في هذا المبحث أهمية الطاقة الشمسية والتحديات ومدى إمكانية الاستفادة منها.

إذ نؤكد على أن الزيادة الهائلة في أعداد السكان في العالم، بالإضافة إلى الأخذ بأساليب التكنولوجيا الحديثة modern technology في جميع أنشطة الحياة المختلفة، أدى ذلك إلى الزيادة في استهلاك الطاقة بشكل واضح سواء أكان على مستوى الأفراد أم على مستوى قطاعات الإنتاج[١].

- **أهمية الطاقة الشمسية:**

يبدو أن كافة المصادر المتجددة للطاقة تستمد قوتها تقريبًا- بشكل مباشر أو غير مباشر- من الشمس، كما أن استغلال مصادر الطاقة التقليدية يتوقف على أماكن وجودها وكيفية استخراجها ونقلها مما ينعكس بشكل واضح على

(١) د. ماجد أبو النجا الشرقاوي، الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية في مصر، مرجع سابق، ص٩٤.

نفقة استخراجها وثمن استهلاكها، في حين أن الطاقة الشمسية تتميز بالوفرة في كل مكان تقريبًا على اختلاف عدد ساعات السطوع الشمس في مناطق مختلفة من العالم[١]. وتقع معظم دول الوطن العربي في أفضل مناطق العالم من حيث شدة الإشعاع الشمسي، والذي يتراوح متوسطه ما بين ٧ :١٠ ساعات يوميًا كمعدل على مدار السنة. بالإضافة إلى وجود مساحات شاسعة من الصحاري والأراضي التي يمكن استخدامها لالتقاط وتركيز الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة (حرارية- كهربية- ميكانيكية).

إن استخدام الطاقة الشمسية يبدو مهمًا وفعالاً بحسبان أنها تتسم بالعديد من الخصائص، نذكر منها[٢]:

- الخصائص الجغرافية التي تزخر بها البلاد العربية ومصر من حيث الكميات الكبيرة للأشعة الشمسية عبر المساحات الشاسعة للصحراء بها.
- أنها توفر طاقة متجددة ونظيفة ومستديمة.
- وفرة الرمال التي تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية.

---

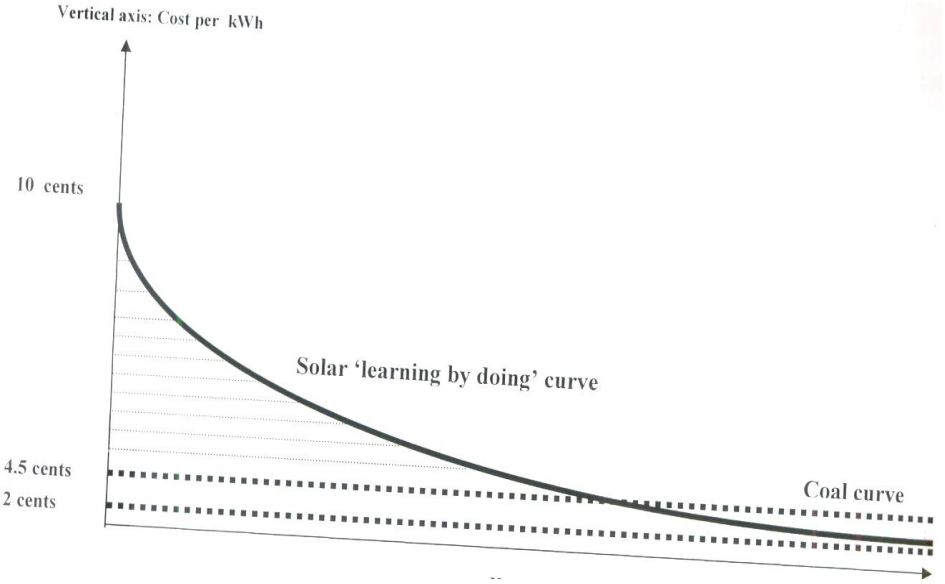
(١) فيل أوكيف وآخرون، سنقبل استخدام الطاقة، مرجع سابق، ص٤٢٠.
(٢) شريف عمر، الطاقة الشمسية وآثارها الاقتصادية في الجزائر، مجلة العلوم الإنسانية، العدد السادس، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، ٢٠٠٤، ص٢. وكذلك وكاع فرمان، الطاقة الشمسية، مرجع سبق ذكره، ص٦٢.

- إن تقنياتها معروفة وليست معقدة ويمكن تطويرها واستخدامها لتطوير التقنيات الأخرى.
- إن استخدامها سوف يوفر آلاف فرص العمل والوظائف مما يساعد دون شك في تقليل مشكلة البطالة.
- الآثار البيئية الإيجابية إذ أنها أقل تلويثًا من الأنواع الأخرى.
- تتوفر مستلزماتها المادية والبيئية في العالم العربي بشكل كبير.
- ربما تحتاج إلى رأس مال كبير في البداية، ولكنها لا تحتاج إلى المواد الأولية لتوفرها في الطبيعة- ولكن سرعان ما تنخفض التكاليف بسبب كثرة الاستخدام.

وتجدر الإشارة إلى أن النقطة الأخيرة والمتعلقة برأس المال وتكلفة إنتاج الطاقة الشمسية، فإن الرسم البياني التالي رقم (١٧)، يوضح أن هذه التكاليف ستنخفض إذا ما تم الاعتماد على الطاقة الشمسية بشكل أكبر.

شكل رقم (١٧)

العلاقة بين تكلفة إنتاج المحطات الشمسية وسعتها



Source: C. Graciela, E. Peter, Energ security, Economic development and global warming addressing short and long term challenges, June 2007, p. 14.

وبتحليل الشكل البياني السابق، يظهر لنا أن المنحنى ينخفض من أعلى يسارًا "المحور الرأسي" إلى أسفل يمينًا بالتوازي على المحور الأفقي"، ليعبر عن أن تكلفة استخراج الطاقة الشمسية تقل على المدى الطويل كلما زاد الاعتماد عليها.

وتعتبر الطاقة الشمسية أهم مصادر الطاقة التي يمكن أن تلعب دورًا مهمًا في الحد من انبعاث الغازات الضارة للبيئة إذا ما قورنت بمصادر الطاقة الأخرى، وذلك لأنها تتميز بكونها طاقة نظيفة لا ينتج عنها أي نوع من أنواع التلوث في كافة صور استخدامها سواء في صورتها الأولى أم عند تحويلها إلى صورة كهربائية أو ميكانيكية[١].

ويوضح الجدل رقم (٥) نصيب كل فرد من الانبعاثات الغازية، وهو ما تزايد بشكل كبير خلال الفترة الأخيرة، ورفض بعض الدول التوقيع على اتفاق كيوتو المتعلق بخفض الانبعاثات الغازية[٢].

---

(١) معاهدة (بروتوكول) كويوتو Kyoto Protocol
في عام ١٩٩٧ عقد مؤتمر كويوتو الذي انبثق منه عدة قرارات تهدف إلى خفض انبعاث الغازات التي تسبب الاحتباس الحراري من الدول الصناعية بنسبة ٥,٢% عن تلك المنبعثة في عام ١٩٩٠، ولقد تم تحديد الفترة للوصول لهذا الهدف.
وتقسم هذه المعاهدة الدول في العالم إلى فئتين وهي الدول الصناعية وتشمل الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا، واليابان، وأستراليا، وروسيا. أما فئة الثانية فهي تشمل الصين، والهند، والدول التي تسعى إلى إنماء الصناعة لديها.
والدول التي تنتمي إلى الفئتين عليها أن تعمل لخفض الانبعاث في الفترة المحددة، وطبقًا لخطة تضعها الدول نفسها. والدول التي تفشل في ذلك عليها أن تقوم بشراء "هواء نظيف" من الدول التي تمكنت من خفض انبعاث الغازات الضارة. كما ويدعم البروتوكول أن تتشارك الدول في تبادل التقنيات الحديثة ذات الكفاءة العالية في توليد الطاقة الكهربائية والتي لديها مستويات منخفضة من الغازات المنبعثة.

(2) Middleton, N. and O, Keefe, p. (2003) Rio plus ten-politics, poverty and the Environment, London: Pluto press, p.p. 20-22.

جدول رقم (٥)

نصيب كل فرد من الانبعاثات الغازية

الدولة	الطن المتري (بالملايين)	عدد السكان (بالملايين)	أطنان الانبعاثات (نصيب كل فرد)
مجموعة الدول الـ٧	٩٠٦١	٦٨٨	١٣,٢
الولايات المتحدة	٥٣٠٢	٢٧٣	١٩,٤
كندا	٤٠٩	٣١	١٣,٢
ألمانيا	٨٦١	٨٢	١٠,٥
المملكة المتحدة	٥٥٧	٥٩	٩,٤
اليابان	١١٦٨	١٢٦	٩,٣
إيطاليا	٤٠٣	٥٨	٦,٩
فرنسا	٣٦٢	٥٩	٦,١
باقي دول العالم	١٢,٢٦٩	٥٢٠٩	٢,٦
الإجمالي العالمي	٢٢,٦٩٠	٥٨٩٧	٣,٨

Source: World Bank, 2000/2001, available at: www.worldBank.org/

ووفقًا لما سبق، ونظرًا لأهمية الطاقة الشمسية من ناحية، والتلوث الذي ينتج عن الطاقة التقليدية من ناحية أخرى- فقد بدأت العديد من دول العالم في دعم السياسات التي تهدف إلى التحول من الاعتماد على النفط الخام إلى الاعتماد على الطاقة المتجددة، والتي من أهمها الطاقة الشمسية محور دراستنا.

ومن جانب، فقد خضعت السياسات التي دعمت الطاقة الشمسية عام ١٩٧٠، وتستنتج منها الآتي[١]:

- دعم البحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة.
- تشجيع صانعي الطاقة الشمسية أو أجهزة منتجات الطاقة الشمسية.
- إعفاء الأشخاص الذين يقومون بتركيب أجهزة الطاقة الشمسية على المنازل والمباني من الضريبة.
- فرض ضريبة إضافية على استخدام مصادر الوقود التقليدية ورفع أسعارها مقارنة بالطاقة الشمسية.
- زيادة كفاءة الوقود في السيارات.
- أن تتكفل الجهات الحكومية ببيع الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسية.
- استغلال النفط والغاز الطبيعي للصناعات البتروكيماوية.

([1]) Najam, A., Huq, S. and Sokona, Y. (2003), Climate negotiations beyond Kyoto: development countries concerns and interests, climate policy, Vol. 3, p.p. 220: 221.

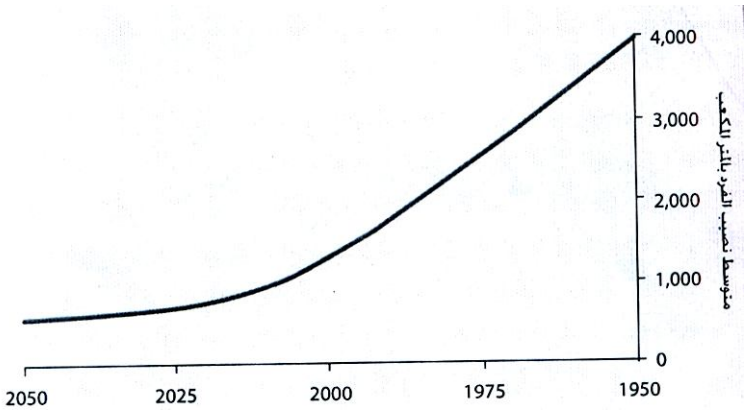
ومنذ ذلك الحين فقد وضعت العديد من السياسات في محاولة لتشجيع تواجد الطاقة المتجددة في السوق العالمية للطاقة، إلا أنه باتت الحاجة إلى اتفاقيات بين الدول لخفض انبعاث الغازات الضارة، ومعظم هذه الاتفاقيات بدأت في عام ١٩٨٠م.

ونؤكد على أن أهمية الطاقة الشمسية لا تكمن فقط في حماية البيئة، والتي هي ضرورة لتحقيق التنمية المستدامة بل إن استخدامها لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر من الأمور التي لا غنى عنها لكثير من دول العالم، ومنها مصر، ولعل مشكلات التي تعانى منها مصر فيما يتعلق- بمياه النيل ونقصها، أمر يحتاج لمزيد من استخدام الطاقة الشمسية من أجل تأمين احتياجاتنا من المياه.

ولعل الشكل البياني رقم (١٨)، يوضح أن مقدار نصيب الفرد من موارد المياه المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في تناقص مستمر.

شكل رقم (١٨)

متوسط نصيب الفرد بالمنطقة من موارد المياه المتجددة ١٩٥٠-٢٠٥٠



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، حالة الأغذية والزراعة: أنواع الوقود الأحيائي: الآفاق والمخاطر والفرص روما: منظمة الأغذية والزراعة:

ftp://ftp.fao.org/docrepa/011-0100e,pdf.2008.

ومن الشكل السابق، يتضح تراجع نصيب الفرد من المنطقة من المياه بنسبة تتجاوز ٧٥%. وبحلول عام ٢٠٣٠، سيصبح نقص المياه المتوفرة عائقًا صعبًا أمام التنمية الصحية والاجتماعية والاقتصادية في كل بلدان المنطقة الواحدة والعشرين. وبحلول عام ٢٠٥٠ سيقل نصيب الفرد من المياه إلى ٢٠٠

متر مكعب في السنة، وهو ما يطرح أهمية الاعتماد على الطاقة الشمسية وغيرها كبدائل لصادر المياه التقليدية[١].

- **وفيما يتعلق بالتحديات التي تواجه الطاقة الشمسية وسبل التغلب عليها:**

توجد العديد من الصعوبات والمعوقات أمام نمو الطاقة الشمسية كطاقة مستديمة، ويمكن أن نذكر بعضها على النحو التالي:

(١) غياب أو ضعف التشريعات المحلية:

إذ لا يختلف أحد حول الدور المهم الذي يمكن أن تلعبه وجود التشريعات في تشجيع وتبني النظم المستدامة للطاقة، ويبدو أن هناك ضعفاً وربما غياب لتلك التشريعات المتعلقة بدعم وتنظيم إنتاج واستهلاك الطاقة الشمسية في الدول النامية.

ووفقًا لذلك، لا يوجد دافع أمام المستهلك لترشيد استهلاك الطاقة سوى بعض المبادرات لبعض المؤسسات التي تأخذ بمبادئ الحفاظ على البيئة.

---

(١) البنك الدولي: تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة– حل ناشئ لسد الفجوة المائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. متاح على الموقع التالي:
www.worldbank.org/mna/watergap.

ورغم أن الدول النامية تواجه مشكلة ضعف التشريعات، فإننا نلحظ على الجانب الآخر في الدول المتقدمة برغم تبني الدول للتشريعات ووجود المنظمات التي تعني بنتيجة الطاقة الشمسية إلا أن التلوث والاعتماد على الطاقة التقليدية الملوثة مازال كبيرًا، ولعل عدم توقيع الولايات المتحدة على اتفاق كيوتو ١٩٩٧ خير مثال.

(٢) التلــوث:

وهو من أكبر المشكلات التي تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية، والتي تتمثل هنا في وجود الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه، وقد أكدت العديد من الدراسات أن أكثر من ٥٠% من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر. وبالتالي فإن التنظيف المستمر على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام أمر هام للحفاظ على إنتاجيتها.

(٣) معوقات فنية وبيئية:

والتي تتمثل بصفة أساسية في نقص الإنتاجية للتكنولوجيات الجديدة وعدم إتاحة سر المعرفة– كذلك عدم توفر الشركات المتخصصة في التشغيل والصيانة والتحكم في جودة المنتج في كثير من البلدان. يُضاف لما سبق عدم توفر ميزانيات كافية للبحث والتطوير في الطاقة الشمسية والاستثمار في تصنيع

معداتها وعدم توفر التدريب اللازم للكوادر البشرية. كذلك التلوث البصري لوجود الغبار والنقص في تقسيم الفوائد الاجتماعية والبيئية.

(٤) سياسة تسعير الطاقة:

لاشك في أن سياسة تسعير الطاقة المتبعة في كثير من البلدان تمثل عائقًا أمام تطوير الطاقة المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية محور دراستنا، وذلك نتيجة للدعم الممنوح لمصادر الطاقة لاعتبارات اجتماعية واقتصادية متعددة، وهو ما أدى في ظل غياب الوعي بأهمية الحفاظ على مصادر الطاقة باعتبارها مورد طبيعي ذو أهمية اقتصادية واجتماعية كبيرة، إلى زيادة الإسراف في الاستهلاك واستخدام معدات منخفضة الكفاءة، وبالتالي تسارع معدلات استنزاف موارد الطاقة الناضبة والتدهور البيئي. ومن ثم، فإن استمرار الدعم لأسعار الطاقة التقليدية سيؤدي حتمًا إلى عرقلة التوسع في استخدام الطاقة الشمسية في المستقبل.

(٥) حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح[١].

لعل المياه المحلاة، غالبًا ما تحتوي على نسبة من الأملاح. وبسببها تؤدي إلى حدوث تآكل في المجمعات الشمسية، أثناء عملية تسخين المياه، ومن ثم، فإن الدورات المغلقة واستخدام ماء خال من الأملاح فيها أحسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية.

(٦) غياب أو ضعف نظم الحوافز الاقتصادية والموصفات القياسية[٢]:

لاشك أن التقنيات عالية الكفاءة للطاقة وتقنيات الطاقة الشمسية تواجه مصاعب غياب الحوافز الاقتصادية المشجعة على استخدامها في الدول النامية، إذ تفرض رسوم وضرائب جمركية مرتفعة على استيرادها، مما يحد من قدرتها على منافسة المنتجات ذات الكفاءة المتدنية التي تتوافر بأسعار جذابة للمستهلك- أيضًا فإن عدم وجود معايير قياسية للمعدات المستهلكة للطاقة في الدول النامية عمومًا، يُعد عاملاً يساهم في عدم انتشار التقنيات عالية الكفاءة، حيث لا يتم مراعاة اعتبارات الكفاءة في إنتاج أو استيراد التجهيزات المنزلية أو الصناعية.

---

(١) مركز الدراسات والبحوث، السعودية- اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، هذا البحث متاح على الموقع الإلكتروني التالي:
www.chamber.org.sa/arabic/informationcenter/studie.

(٢) د. فتاح بن نونة، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة، مرجع سابق، ص٩ وما بعدها.

(٧) الصعوبات التي تتعلق بالتمويل:

تعتبر مسألة تمويل إنشاء محطات الطاقة الشمسية أمر هام، إذ كيف يمكن إنتاج مثل هذه الطاقة بدون تمويل؟ إذ تعاني الكثير من الدول النامية ومنها مصر من عدم توفر آليات مناسبة للتمويل على المستوى المحلي والعالمي لمشروعات الطاقة المتجددة بوجه عام، والشمسية منها بوجه خاص سواء من حيث المنح والقروض الميسرة وصناديق الطاقة المتجددة.

وعلى الرغم من الاهتمام الكبير بموضوع التغيرات المناخية، وتكنولوجيات الطاقة الجديدة– لم يظهر إلا تقارير قليلة تتعلق بالطريقة التي ستمول بها تطبيق تكنولوجيا الطاقة الشمسية. وتقدر وكالة الطاقة الدولية أن الاحتياجات تتطلب استثمار حوالي ١٧ تريليون دولار لتمويل التوسع العالمي للطاقة، بما في ذلك مشاريع الطاقة النظيفة على مدى السنوات الخمس والعشرين القادمة. ولعل الدول النامية تحتاج إلى توظيف خمس آلاف مليار دولار لتمويل مشروعات الطاقة الشمسية.

وينبغي أن نشير هنا إلى أن الدول الخليجية قد ضخت استثمارات في مجال الطاقة الشمسية بحوالي ١٥٥ مليار دولار لتوليد طاقة بأكثر من ٨٤ جيجاوات[١].

(٨) معوقات مؤسسية وسياسية:

وتتمثل في عدم توفر سياسات ونظم جاذبة للطاقة الشمسية وعدم وجود خطط تفصيلية مسبقة للبحث والتطوير لزيادة نشر واستغلال الطاقة المتجددة. كذلك عدم وجود حوافز لاستخدام الطاقة المتجددة مثل خفض الضرائب وعدم وجود قانون إجباري للتغذية بالطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية وتعريفتها المميزة لتشجيع القطاع على الاستثمار- محدودية القدرات المؤسسية- محدودية أنشطة البحث والتطوير.

ولكن السؤال إذا كانت هذه هي المعوقات؟ فكيف يمكن التغلب على هذه الصعوبات؟

---

(١) بحث بعنوان أسواق المال والاستمارات الخليجية في الطاقة الشمسية. متاح على الإنترنت على الموقع التالي:
http://www.aleqt.com/2013/07104/article_767694.

هذا ما سنحاول الإجابة عنه في النقطة التالية:

- **مقترحات تعظيم الاستفادة من الطاقة الشمسية:**

١- إزالة المعوقات الاقتصادية والتمويلية:

ويكون ذلك باتخاذ الإجراءات التالية:

- توجيه الدعم المالي من الحكومة والقطاع الخاص والجهات المانحة في مجال الطاقة المتجددة إلى الهدف المنشود.
- تشجيع المصنعين المحليين لمعدات الطاقة المتجددة يخفض الضرائب والجمارك على مكونات نظم الطاقة المتجددة.
- توفير وتوجيه الدعم المالي والفني إلى أنشطة البحث والتطوير بهدف تحسين المنتج.
- توفير وسائل الإقراض بفائدة منخفضة وخفض سعر المعدات لتحقيق التنافسية مع التكنولوجيا التقليدية، مثل توفير القروض الميسرة في سوق الاستثمار.

٢- تطبيق جميع سبل ترشيد الحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها، بالإضافة إلى دعم المواطنين الذين يستعلمون الطاقة الشمسية.

٣- القيام بمشاريع رائدة وكبيرة نوعًا ما وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة وتدريب الكوادر العربية عليها بالإضافة إلى تنوعيها للاستفادة من جميع تطبيقات الطاقة الشمسية.

٤- **إزالة المعوقات الفنية:** وذلك بالآتي[١]

- يجب توفير معدات الطاقة المتجددة وقطع الغيار الخاصة بها وإتاحتها في الأسواق والمتاجر.
- مراجعة المواصفات القياسية لتشمل التحكم في الجودة ومتطلبات التركيب.
- البدء في برامج البحث والتطوير وإيجاد التمويل اللازم لها بهدف تحسين الكفاءة وخفض التكلفة.

---

(١) مركز تحديث الصناعة: قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، مشروع رقم (imc/ps217)، التقرير النهائي، ديسمبر ٢٠٠٦، ص٩٨ وما بعدها.

٥- الاستثمار في كفاءة الطاقة وترشيدها:

يمكن القول، بأن السياسات التي تعالج كفاءة الطاقة هي أدوات رئيسية لاستدامة موارد الطاقة. وانطلاقًا من ذلك فإن كفاءة الطاقة يمثل خيارًا استراتيجيًا في إطار الطاقة المستدامة، حيث إنها تجمع بين ميزتي انخفاض التكلفة والتوفير الكبير. ويشير المجلس الأمريكي لاقتصاد كفاءة الطاقة فإنه يمكن توفير ما بين ٣٥% إلى ٤٠% من الكهرباء في الولايات المتحدة بتكلفة تقل عن ٣ سنتات لكل كيلو وات/ ساعة[١].

٦- **مواجهة معوقات السوق:** وذلك بالآتي:

- يجب وضع حوافز السوق بدعم من الحكومة، وذلك لتشجيع التطبيق والانتشار التجاري.
- يجب وضع ممثلي ومراكز المصنعين والوكلاء بالقرب من المستهلك.
- وضع وتطوير آليات تمويلية لدعم المشترين لمعدات الطاقة المتجددة[٢].

([1]) Elena Nekhaev, Energy for tomorrow's world, future power development, Cornhill publications, London 2001, p. 14.

(٢) مركز تحديث الصناعة، مرجع سابق، ص١٠١.

٧- مواجهة المعوقات المؤسسية والسياسية والتشريعية:

وهنا يظهر دور الجمعيات والاتحادات المعينة في تنسيق الجهود من هذا المجال. وكذلك ينبغي تشجيع القطاع الخاص على أن يتولى دوره في بناء المحطات الشمسية والاستثمار فيها. وبخصوص الجانب التشريعي، فيجب سن التشريع الملائم لدعم وتشجيع استخدام الطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية. ويمكن أن نعرض من خلال الجدول التالي تجارب بعض الدول في مجال تشريعات الطاقة المتجددة حتى عام ٢٠٠٩.

جدول رقم (٦)

التجارب الدولية في مجال تشريعات الطاقة المتجددة

(تسخين المياه بالطاقة الشمسية) حتى عام ٢٠٠٩

الدولة	نسبة الالتزام	تاريخ صدور التشريع
أسبانيا	٣٠%-٧٠% من قدرات تسخين المياه بالطاقة الشمسية والخلايا الضوئية في المباني والمنشآت الجديدة	قانون المباني المحلية عام ٢٠٠٦
ألمانيا	١٤% من المباني السكنية، على أن تقدم الحكومة الألمانية حوالي ٤٩٠ مليون يورو منح رأسمالية لأصحاب المباني	قانون التسخين بالطاقة المتجددة (يدخل حيز التنفيذ عام ٢٠٠٩)
الهند	٢٠% كحد أدنى نسبة إلزام للمجمعات السكنية الضخمة، واستهداف ٢٠ مليون منزل بحلول عام ٢٠٢٠	قانون حفظ الطاقة عام ٢٠٠٧
الصين	استهداف ٣٠٠ مليون متر مربع من أنظمة التسخين الشمسي بحلول عام ٢٠٢٠ (ربع منازل الصين تقريبًا)	قانون الطاقة المتجددة عام ٢٠٠٦
الأردن	١٤% للمباني والمنشآت الجديدة، مع منح إعفاء ضريب ٧٥% من الضريبة على الدخل لمدة ١٠ سنوات، ومنح إعفاء جمركي على المعدات لمدة ١٠ سنوات	قانون الطاقة المتجددة عام ٢٠٠٧

الدولة	نسبة الالتزام	تاريخ صدور التشريع
إسرائيل	إلزام المباني بتوفير نسبة حوالي ٤٠% من المياه الساخنة بالطاقة الشمسية	أول الدول التي أصدرت قوانين تلزم المباني بتوفير قدر محدد من المياه الساخنة من الطاقة الشمسية
الولايات المتحدة	حوالي ١٦% كحد أدنى من المباني السكنية	قانون الطاقة النظيفة والسلامة الأمريكي لعام ٢٠٠٩.

المصدر: تم تجميع بيانات هذا الجدول من:

Global Trends in sustainable Energy Investment, 2008 & (UNEP), (New Energy Finance), August 2008.

تقدم الهند دعمًا لأسعار شراء الطاقة الشمسية، بحيث ينخفض سعر ك.و/ساعة الشمس من ١٦ روبية في عام ٢٠٠٧ إلى ثلاث روبيات في عام ٢٠٢٠، ومنح إعفاء ضريبي لمحطات الطاقة الشمسية لمدة ١٠ سنوات.

صدر قانون ضريبة الطاقة في عام ١٩٧٨ متضمناً ٣٠% حافز ضريبي للتجارة في تكنولوجيات الطاقة المتجددة. ثم صدر قانون سياسة الطاقة في عام ١٩٩٢، حيث قدم حافز قدره ١,٥ سنتاً/ك.و.س لمدة ١٠ سنوات الطاقة المنتجة من مصادر متجددة. وأخيرًا صدر هذا القانون.

المبحث الثالث

تجارب بعض الدول في صناعة الطاقة الشمسية

(ألمانيا- الجزائـــر)

لفترة طويلة ظلت الدول الصناعية الكبرى، وعلى رأسها الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا، أكثر دول العالم استثمارًا في مجال الطاقة المتجـــددة. إلا أن التقارير الحديثة تشير إلى أن هذا الوضع قد لا يستمر طويلاً، خاصة مع دخـــول دول أخرى مثل الصين والهند وبعض الدول النامية الأخـــرى بقـــوة فـــي هـــذا المجال. ففي خلال الربع الأخير من العام ٢٠١٢، نجد تفوقًا لهـــاتين الـــدولتان على دول ذات خبرة طويلة مثل بريطانيا وأسبانيا، لتحتلان المركـــزين الثالـــث والرابع على التوالي بعد الولايات المتحدة وألمانيا[١]. أيضًا، فهناك العديـــد مـــن الدول العربية التي خطت خطوات مهمـــة نحـــو اســـتغلال الطاقـــة المتجـــددة مثل الجزائر والأردن والإمارات العربية والمملكة العربية الـــسعودية ومـــصر كذلك.

---

(١) د. ياسر طه مكاوي، الطاقة المتجددة: تجارب ناجحة حول العالم، ٢٠١٢، متـــاح علـــى الشبكة الدولية للمعلومات على الموقع التالي:
http://www.tagat.org/energy/151. last visited 3/4/2012.

لما سبق، فقد وقع اختيارنا على دولة تعد رائدة في مجال استخدام الطاقة المتجددة وهي ألمانيا، كما سنشير لتجربة بعض الدول العربية، لنرى هل بإمكاننا تطبيق هذه التجارب في مصر أم لا، لاسيما في ظل الطلب المتزايد في الفترة الأخيرة على الوقود لاستمرار وجود الطاقة الكهربائية، وبالتالي فإن الأمر يبدو مهمًا لدعم عمليات النمو والتنمية الاقتصادية في مصر.

أولاً: تجربة ألمانيا في استثمار الطاقة الشمسية:

تقع ألمانيا في وسط أوروبا تحدها من الشمال كل من بحر البلطيق وبحر الشمال والدنمرك، ومن الغرب كل من بلجيكا ولكسمبورج وفرنسا ومن الجنوب سويسرا والنمسا ومن الشرق التشيك وبولندا، وتبلغ مساحتها ٣٥٦٨٥٠كم^{٢} فقط، ويبلغ عدد سكانها ٨١ مليون نسمة[١]. وتعتبر ألمانيا من الدول الصناعية الهامة في العالم. وهو الأمر الذي أدى من دون شك إلى تعقد مشكلاتها البيئية، ولحل مثل هذه المشكلات البيئية بذلت ألمانيا جهدًا كبيرًا لاستخدام الطاقة المتجددة واستغلالها، وكان لها دور في ازدهار وتقدم الاقتصاد الألماني[٢].

---

(١) د. محمد صلاح صديق ود. سامح عثمان أحمد، الموسوعة في شتى مجالات المعرفة، مكتبة الثقافة، الإسكندرية، مصر، ٢٠٠٦، ص١١٤ وما بعدها.

(٢) د. محمد طالب ومحمد ساحل، مرجع سابق، ص٢٠٦

وتعد ألمانيا أحد أكبر الدول في مجال الطاقة المتجددة، إذ تمتلك أكبر سوق للطاقة الشمسية من خلال أكثر من ١٧ ألف ميجاوات لأقصى قدرة في عام ٢٠١٠[١]. كما بلغ إجمالي ما تنتجه الحكومة الألمانية من الكهرباء من الطاقة الشمسية لعام ٢٠١١ حوالي ٥,٦ مليار كيلو وات/ ساعة[٢]. ولعل هناك العديد من المقومات التي لعبت دورًا كبيرًا في تقدم قطاع الطاقة المتجددة في ألمانيا، أبرزها التشريعات والبحوث والتطوير، والعنصر البشري، والصناعات المرتبطة بالطاقة المتجددة[٣].

وجدير بالذكر هنا، أنه بالرغم من أن السماء تمطر في ألمانيا على مدار العام، بل وتحجب السحب السماء نحو ثلثي ساعات النهار تقريبًا. إلا أنها استطاعت أن تصبح أكبر مولد للطاقة الكهربائية من ضوء الشمس في العالم[٤]. إذ ظهر في ألمانيا قطاع صناعي واعد للمستقبل هو قطاع صناعة تقنيات الطاقة

---

(١) لمزيد من التفصيل انظر موقع الوكالة الألمانية للطاقة على الرابط التالي:
http://www.dena.de/en/

(2) Federal Ministry for the environment nature conservation and nuclear safety, development of renewable Energy Sources in Germany 2011, Germany, July 2011, p.p. 4- 5.

(٣) د. إبراهيم الغيطاني وأماني عبد الغني، مرجع سابق، ص١٧.

(4) Bruno Burger, Electricity production From solar and wind in Germany in 2013, Freiburg, Germany, August 05, 2013, p. 1.

الشمسية، وكان ذلك بفضل قانون مصادر الطاقة المتجددة (EEG)، ويحقق هذا القطاع معدلات نمو هائلة منذ بضع سنوات. أيضًا لقد تزايدت حجم أعمال التقنيات الشمسية الألمانية خلال سنوات قليلة من حوالي ٤٥٠ مليون يورو إلى ما يقرب من ٤,٩ مليار يورو. ووصل عدد العاملين بشكل مباشر أو غير مباشر في هذا القطاع ما يزيد على ٥٠٠٠٠ عامل[١]. ولعل بعض الدراسات الألمانية أكدت على تزايد عدد الأسر الألمانية التي تسعى إلى تأمين حاجاتها من الطاقة عن طريق مجمعات شمسية وخلايا الطاقة الضوئية تلك الدراسة التي قام بها معهد الداين وفيستفاليا لأبحاث الاقتصاد RWI في مدينة إسن، بتكليف من الحكومة الألمانية، ففي عام ٢٠٠٦ كان هناك في ألمانيا ٨٠٠,٠٠٠ مجمع شمسي مركب وجاهز، ويتم في هذه المجمعات تسخين الماء، وتأمين التدفئة المطلوبة لحوالي ٥% من المنازل الألمانية المسكونة[٢].

وللتأكيد على ما سبق، فنجد أن من بين أكبر ثماني مجمعات للخلايا الشمسية في العالم استحوذت ألمانيا على ٥ مجمعات كما يوضح الجدول التالي رقم (٧).

---

(١) بيرنفارد يانتسيغ، فرايبورغ مدينة الطاقة الشمسية، مجلة ألمانيا، العدد ٢٠، دار النشر سوسيتش، فرانكفورت، ٢٠٠٨، ص٤٨ وما بعدها.
(٢) المرجع السابق، ص٥٠.

الجدول رقم (٧)

مجمعات الخلايا الشمسية في بعض الدول

Name of PV power plant	Country	Nominal power (MWP)	GW. h/year	Capacity factor
Olmedilla Photovoltaic Park	Spain	55 (43)	85 (41)	0.16
Strasskirchen solar park	Germany	54		
Lieberose Photovoltaic park (44)(45)	Germany	53	53 (45)	0.11
Puertollano Photovoltaic Park	Spain	47.6		
Moura Photovoltaic power station (47)	Portugal	46	39 (47)	0.23
Kothen Solar Park	Germany	45		
Finsterwalde Solar Park	Germany	41		
Waldpolenz Solar Park (48)(49)	Germany	40	40 (49)	0.11

المصدر: وكاع فرمان، الطاقة الشمسية، مجلة فيلادلفيا الثقافيـــة، العـــدد السادس، ٢٠١٠، ص٨ على الموقع الإلكتروني التالي:

http://www.Philadelphia.edu.jo/phildreview/issue7/11.pdf.

ويظهر من الجدول السابق، تميز ألمانيا بتصنيع وتوليد أكبر طاقة ممكنة من هذه المجمعات، إذ أن مجمع "ليبروس" للخلايا الشمسية في ألمانيا من خلايا الأغشية الرقيقة "Cdte thin Films"، ويتألف من ٧٠٠,٠٠٠ وحدة وبطاقة مقدارها ٥٠ ميجاوات.

كما أن مجمع "ولدزبولنز"للخلايا الشمسية قد صنع من خلايا تولوريد الكدميوم، ويبلغ عدد وحداته ٥٥٠٠٠٠ وحدة وبطاقة مقدارها ٤٠ ميجاوات، وبقد بدأ العمل به ٢٠٠٨.

ويبدو أن البحث والدراسة لازال مستمرًا بالتركيز على المحاور التالية[١]:

١- جعل التكنولوجيا تصنع الخلايا الشمسية أقل كلفة وأكثر كفاءة.

٢- تطوير تكنولوجيا جديدة تعتمد على تصاميم معمارية وهندسية جديدة.

٣- تطوير وتصنيع مواد إلكترونية لها قابلية أكبر على امتصاص الطاقة الشمسية.

٤- تطوير التصاميم الإلكترونية للمواد المتوفرة حاليًا وتحسين ظروف تصنيعها.

وعلى صعيد محطات إنتاج الطاقة الشمسية الحرارية العاملة خلال العام ٢٠١٠ نجد أيضًا وجودًا لدولة ألمانيا، وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

---

(١) وكاع كرمان، الطاقة الشمسية، مرجع سابق، ص٩.

جدول رقم (٨)

محطات إنتاج الطاقة الشمسية الحرارية العاملة لغاية العام ٢٠١٠

Capacity (MW)	Name	Country	Technology type
354	Solar Energy Generating Systems	USA	Parabolic Trough
150	Solnova	Spain	Parabolic Trough
100	Andasol solar power station	Spain	Parabolic Trough
64	Nevada Solar One	USA	Parabolic Trough
50	Ibersol Ciudad Real	Spain	Parabolic Trough
50	Alvarado I	Spain	Parabolic Trough
50	Extresol 1	Spain	Parabolic Trough
50	La Florida	Spain	Parabolic Trough
20	PS20 Solar Power Tower	Spain	Solarpower tower
17	Yazd integrated solar	Iran	Parabolic trough
11	PS10 Solar power tower	Spain	Solar power tower
5	Kimberlina Solar TEP	USA	Fresnel reflector
5	Sierra Suntower	USA	Solar power tower
5	Archimede solar power plan	Italy	Parabolic Trough
2	Liddell Power Station solar S G	Australia	Fresnel reflector
1.5	Maricopa Solar	USA	Dish stirling

Capacity (MW)	Name	Country	Technology type
1.5	Julich Solar Tower	Germany	Solar power tower
1.4	Puerto Errado 1	Spain	Fresnel reflector
1	Saguaro solar power station	USA	Parabolic trough
2	Keahole solar power	USA	Parabolic Trough
0.25	Shiraz solar power plant	Iran	940.5Mw total

المصدر: الطاقة الشمسية، مرجع سابق، ص٩.

بيد أن الطاقة بما في ذلك الكهرباء، تعد عنصرًا مهمًا، وخصوصًا فيما يتعلق بالتطورات الاجتماعية والاقتصادية، وتقدر هيئة الطاقة الدولية أن هناك ١,٦ مليار شخص مازالوا محرومين من الكهرباء، معظمهم يعيش في أفريقيا وشبه القارة الهندية[١].

ومن ناحية تشير التقديرات إلى أن ألمانيا سيكون لديها طاقة كهروضوئية تقدر بحوالي ٤ جيجاوات، وهذا ما يعادل نصف الطاقة المركبة على مستوى العالم نتيجة لبرنامج تطوير السوق،وهو برنامج طويل الأجل. ووفقًا لما سبق

(1) IEA: World Energy Outlook, Paris: international Energy Agency, 2006.

فإن ألمانيا تعد أقوى دولة في صناعات الطاقة الكهروضوئية عند الأخذ في الاعتبار كلا من صناع الخلية وخبراء النظم[١].

ومن ناحية أخرى، تعتبر صناعة ألواح الطاقة الشمسية من أهم الصناعات التي لاقت رواجًا كبيرًا في ألمانيا، وتعد سلعة جيدة للتصدير استطاعت توفير الآلاف من فرص العمل في السنوات الماضية[٢].

- عوامل تطور وازدهار الطاقة الشمسية في ألمانيا:

يبدو أن عملية تطور وازدهار الطاقة الشمسية وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة لم تأت بين عشية وضحاها، بل جاءت نتيجة تضافر مجموعة من العوامل[٣]، يمكن أن نذكر منها:

([1]) IEA-PVPS, Trends in Phottovolatic Applications, survey report of selected IEA Countries between 1992 and 2007, international Energy Agency Photovolatic power systems programme, Report IEA-PVPS Ti- 17, Paris: EEA, 2008.; Good jops, Economic development, cleaon Energy 10% Solar Energy standard (SES) by 2030, p. 1. available at: www.solarMN.org.

([2]) Friedrich Ebert Stiftung, Solar Energy in Germany, March 2006, p. 3, available at: http://library.fes.de/pdf-filesbueros/London/03560.pdf.

([3]) Solar Energy in Germany, Friedrich Ebert stiftun G, March 2006, p.p. 2: 8. available at: library.fes.de/pdf_files/bueros/London/03560.

١ – الاهتمام بالبحث العلمي في الدراسات في مجال الطاقة المتجددة:

دائمًا ما يكون البحث العلمي ركيزة التقدم وقاطرة التنمية، من هذا المنطلق طبقت ألمانيا الاتحادية البحوث العلمية والدراسات في مجال الطاقة المتجددة بصفة عامة والطاقة الشمسية كما ذكرنا آنفًا بصفة خاصة. إذ تحتوي مؤسسات التعليم العالي الألمانية حوالي ١٤٤ تخصص حول الطاقة الشمسية وتقنياتها وكذلك طاقة الرياح وغيرها.

ونتيجة للدراسات والبحوث، نجد الحكومة الألمانية قد اعتمدت مؤخرًا أكثر من ٧٠ مليار يورو لتطوير تقنيات الطاقة البديلة، حيث تنتج حاليًا ما يعادل ٢٠% من احتياجاتها من الطاقة الكهربائية اليومية من خلال تطويرها للطاقة الشمسية. ولقد تم تكليل جهود الدراسات الألمانية بالفعل، وإذ بدأت ألمانيا بالفعل بوضع إستراتجية لاستبدال واجهات المباني الزجاجية بزجاج مصنوع من الطاقة الكهربائية ويحافظ على الجمال المعماري في نفس الوقت[١].

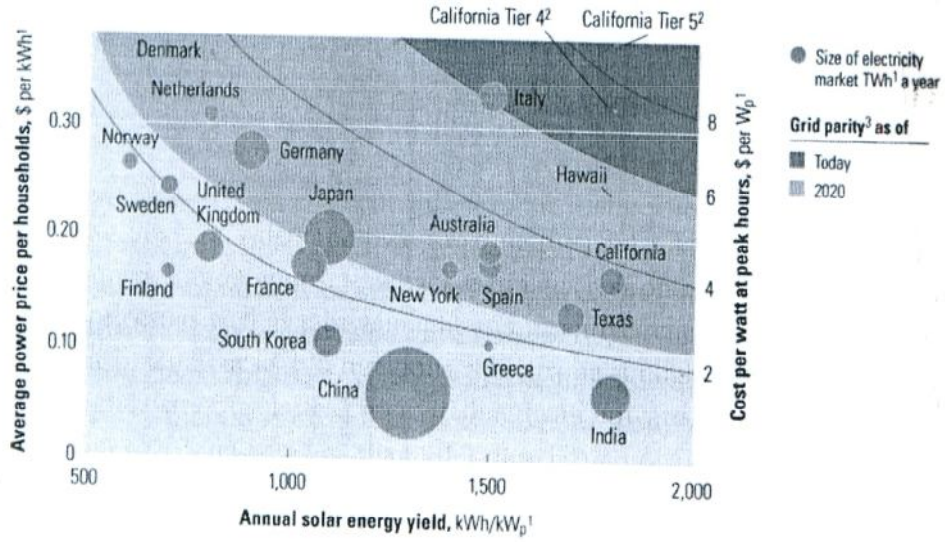
أيضًا، فقد استطاعت ألمانيا ليس فقط زيادة إنتاج الطاقة الكهربائية من الشمس، بل إن تكلفة الحصول عليها قد انخفضت كثيرًا، وهو ما يوضحه الشكل البياني رقم (١٩):

---

(١) أ. عدنان بن عبد الله النعيم، ألمانيا رائدة العالم في الطاقة الشمسية، مقال منشور بجريدة الرأي الاقتصادي، على الإنترنت على العنوان التالي:
http://www.alyaum.com/news/art/80967.html.

شكل رقم (١٩)

نمو التنافسية للطاقة الشمسية في بعض الدول



Source: Peter Lorenz, Dickon pinner and Thomas seitz, the economics of solar power, public policy institute of New York state, Mckinsey Global institute analysis, p. 3.

من الشكل السابق، يظهر جليًا انخفاض تكلفة الحصول على الطاقة الكهربائية، نتيجة نمو الطلب على الطاقة الشمسية من ناحية، وكذلك استخدام التكنولوجيا الحديثة من ناحية أخرى.

يضاف إلى ما سبق، أن العديد من الجامعات والمعاهد قد تخصصت بالفعل في ميدان الطاقة المتجددة في ألمانيا فنذكر منها[١]:

أ – جامعة كاسل "تخصص الطاقات المتجددة: فعالية الطاقة".

ب– جامعة مونستر "معهد آخن "اقتصاد الطاقة".

جـ– جامعة فرايبورج "الإدارة البيئية".

د– جامعة الدنبورج "الطاقة المتجددة".

٢– قانون مصادر الطاقة المتجددة في ألمانيا:

لاشك أن ازدهار ونمو الطاقة المتجددة في ألمانيا لم يتوقف فقط على البحوث والدراسات المتخصصة، وإنما احتاج الأمر إلى تدخل تشريعي يلزم الدول بذلك. لهذا، صدر قانون الطاقة المتجددة في ألمانيا (EEG)، ودخل حيز التنفيذ في الأول من أبريل عام ٢٠٠٠، والغرض منه التوسع في الاعتماد على محطات إنتاج الطاقة من مصادر متجددة[٢]. أيضًا استهدف هذا القانون رفع مساهمة الطاقة المتجددة في مجمل إنتاج الطاقة الكهربائية إلى نسبة ٣٥%

(١) مارتين أورت، علينا زيادة الفعالية"، مجلة ألمانيا، العدد ٢٠، دار النشر سوسيتس، فرانكفورت، ٢٠٠٨، ص٥٥. وكذلك محمد طالب و محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، مجلة الباحث، العدد ٦٠، ٢٠٠٨، ص٢٠١.

(٢) مرجع سابق، ص٣٠.

بحلول عام ٢٠٢٠، والاستمرار في التزايد بعد ذلك أيضًا. كذلك يقدم هذا القانون دعمًا لمنتجي الطاقة المتجددة من أجل تشجيع إنتاجها[١].

بيد أن هذا القانون يهدف إلى التصدي للتغيرات المناخية والحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري، ويبدو أن مساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية في ألمانيا قد فاق كل التوقعات، والدليل، أن مساهمة الطاقة المتجددة وصلت في عام ٢٠٠٦ إلى ١١,٨%

وفي عام ٢٠١٠ إلى ١٣%، والمتوقع أن تصل النسبة إلى ٣٥% عام ٢٠٢٠ كما ذكرنا آنفًا. أيضًا يسهل هذا القانون من مهمة تصدير هذه الطاقة النظيفة وتشجيع الاستثمارات في هذا القطاع. ويبدو أن نحو ٤٠ دولة قد تبنت قوانين مشابهة حتى الآن.

٣- الطاقة المتجددة وحماية البيئة والتنمية المستدامة في ألمانيا:

تأتي ألمانيا حاليًا في مقدمة الدول التي تستهدف حماية الطبيعة. ويبدو ذلك واضحًا من أن الحكومة الألمانية قد التزمت بتخفيض معدل غازات ثاني أكسيد الفحم حتى عام ٢٠٠٥ بنسبة ٢٥%، كما التزم القطاع الصناعي الألماني

([1]) Renewable energy Law: available at: http://en.wikipedia.org/wiki/renewable_energy_law.

بخفض غازات ثاني أكسيد الفحم بنسبة ٢٠% في حين التزمت الصناعات الكيميائية والورقية بنسبة تصل إلى ٢٣% تقريبًا[١].

وتشير التقارير الألمانية، أن معظم المساكن تغطي احتياجاتها من الطاقة عن طريق المجمعات الشمسية. أيضًا فقد أنتجت محطات توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية رقمًا قياسيًا عالميًا بلغ ٢٢ جيجاوات/ الساعة، وهو ما يعادل إنتاج ٢٠ محطة كهرباء بالطاقة النووية تعمل بكامل طاقتها[٢].

وتظهر البيانات التي نشرها اتحاد منتجي الطاقة المتجددة في ألمانيا أن استخدام الطاقة المتجددة في هذا البلد سيرتفع بصورة أكبر في المستقبل. كذلك فإن نصيب الطاقة المتجددة سيتخطى حاجز ١٢% من إجمالي الطاقة في ألمانيا التي تعد أكبر اقتصاد أوروبي. ولعل نصيب الطاقة المتجددة قد بلغ نسبة ٦,٨% خلال عام ٢٠٠٥ من إجمالي استهلاك الطاقة. وهو الأمر الذي سيؤدي حتمًا إلى تقليص الاعتماد على الطاقة التقليدية ذات الأثر السيئ على البيئة، في المقابل زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة النظيفة[٣].

---

(١) محمد ساحل، محمد طالب، مرجع سابق، ص٢٠٨.

(٢) انظر مقال بعنوان ألمانيا: مستوى قياس في توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية، مجلة الشرق الأوسط، العدد ١٢٢٣٥، مايو ٢٠١٢.

(3) Manuel Frondel, Economic impacts from the promotion of renewable energies: The German experience, Final Report, October 2009, p.p. 1: 3.

ولعل وضع حجم الأعمال في قطاع تقنيات البيئة النظيفة سيزيد في المستقبل مقارنة ببناء الآلات وصناعة السيارات في عام ٢٠٠٥، وهو ما يوضحه الجدول التالي:

جدول رقم (٩)

وضع حجم الأعمال في سنة ٢٠٠٥ وفي سنة ٢٠٣٠

في قطاع تقنيات البيئة بالمقارنة ببناء الآلات وصناعة السيارات

القطاع	بناء الآلات	صناعة السيارات	تقنيات البيئة
٢٠٠٥	١٧٠	٢٨٠	١٥٠
٢٠٣٠	٢٩٠	٥٧٠	١٠٠٠

المصدر: محمد طالبي ومحمد ساحل، مرجع سبق ذكره، ص٢٠٩.

والجدول رقم (١٠) يشير إلى حصة ألمانيا من الأسواق العالمية في مجالات تقنية البيئة المختلفة كنسبة مئوية.

جدول رقم (١٠)

حصة ألمانيا من الأسواق العالمية في

مجالات تقنيات البيئة المختلفة كنسبة مئوية

البيـــان	توليد الطاقة	فعالية الطاقة	الموارد الطبيعة وفعالية الموارد	اقتصاد الماء المستديم	النقل المستديم	اقتصاد الدورة الكاملة للقمامة: إعادة الاستخدام
%	٣٠	١٠	٥	٥	٢٠	٢٥

المصدر: مرجع سابق، ص٢١٠.

مما سبق يظهر بوضوح أن ألمانيا تعد بحق أحد أكبر الدول فـــي مجـــال الطاقة المتجددة، وتعد من الدول التي تتمتع بالريادة العالمية حيث تمتلـــك ثالـــث أكبر قطاع لطاقة الرياح على مستوى العالم، كما تمتلك أكبـــر ســـوق للطاقـــة الشمسية من خلال أكثر من ١٧ ألف ميجاوات خلال عام ٢٠١٠، ومرشحة هذه السنة للزيادة في المستقبل.

ثانيًا: تجارب بعض الدول العربية (الجزائر نموذجًا)

تقع دول العالم العربي في الحزام الشمسي الغني بالطاقة الـــساقطة مـــن الشمس على الأرض. إذ يبلغ متوسط الطاقة الشمسية الساقطة على الكيلو متـــر

المربع من الصحاري العربية ٢٣٣٤ مليون كيلو وات/ ساعة في السنة، وهي كمية تكافئ ١,٥ مليون برميل من خام البترول. وتبلغ مساحة الصحاري العربية ١٤ مليون كيلو متر مربع(١).

وتجدر الإشارة إلى أن حجم الطلب على الطاقة الكهربائية في البلاد الأوروبية عام ٢٠٠٨ تقريبًا ٣ تريليون كيلو وات/ ساعة كهربائية. إضافة للدول العربية، والتي بلغ حجم استهلاكها ٦٥٥ بليون كيلو وات/ ساعة تقريبًا، وبالتالي فإن إجمالي الطلب العالمي في ذات العام والبالغ ٣٦٥٥ بليون كيلو وات/ ساعة يمكن تلبيته من الصحاري العربية باستغلال مساحة ١٠٤٠٠ كيلو متر مربع فقط ٠,٠٧% من مساحتها البالغة ١٤ مليون كيلو متر مربع.

إضافة لما سبق، يمكن استغلال الطاقة الشمسية الساقطة لتشغيل محطات تحلية مياه البحر(٢).

---

(1) OAPEC, Annual Statistical Report, (2008), Electric Energy Generation in Arab contries (GWh), Electric Energy Generation in Arab contries (Gwh), available at: http://www.oapecorg.org/

(2) Trieb F. (2007), AQUA-CSP Concentrating solar power for seawater desalination, AQUA-CSP study Report can be found at the wbsite, http://www.dlr.de/tt/trans-CSP.

ونظرًا لارتفاع أسعار الطاقة التقليدية (نفط- غاز طبيعي الخ...) من فترة إلى أخرى، إضافة لتزايد الطلب على الكهرباء والماء، نتيجة لزيادة عدد السكان، وكذا التلوث الناتج عن انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. جاء اهتمام البلدان العربية مؤخرًا بالطاقة المتجددة Renweable Energy سواء مصر أم دولة الإمارات العربية والسعودية وسوريا والأردن وكذلك الجزائر.

وسنلقي الضوء على تجربة دولة الجزائر في تطبيقها للطاقة الشمسية، وكيف استطاعت استثمارها بشكل جيد.

- الجزائر والطاقة الشمسية:

يعود اهتمام دولة الجزائر بالطاقة المتجددة إلى ثمانينيات القرن الماضي. لكن الأمر ظل خططًا لم يتم تفعيلها، إلى أن صدر القانون رقم "٥٩ لسنة ١٩٩٩" والمتعلق بالتحكم في الطاقة، وشمل العديد من الإجراءات من أجل استعمال وتطوير الطاقات المتجددة، والتقليل من آثار الطاقة التقليدية.

وتتميز الجزائر بميزة أساسية راجعة إلى موقعها وقدرتها الطاقوية خاصة الطاقة الشمسية، وهو ما يشير إليه الجدول التالي:

جدول رقم (١١)

توزيع الطاقة الشمسية في الجزائر

المنـــــاطـــق	منطقة ساحلية	هضاب عليا	صحـــراء
مساحة	٠٤	١٠	٨٦
معدل مدة إشراق الشمس (ساعات/سنة)	٢٦٥٠	٣٠٠٠	٣٥٠٠
معدل الطاقة المحصل عليها (كيلواط ساعي٢م/سنة	١٧٠٠	١٩٠٠	٢٦٥٠

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم "دليل الطاقات المتجددة"، الجزائر، طبعة ٢٠٠٧، ص٣٩.

ويظهر لنا من الجدول السالف، تميز الجزائر بالطاقة الشمسية، ووجودها في مختلف المناطق والهضاب والصحراء.

وعلى صعيد آخر، فإن القدرة الشمسية تعد هي الأهم في الجزائر، بل في منطقة حوض البحر المتوسط، على حد تعبير البعض[١]. ولعل ذلك هو ما دفـــع ألمانيا لإقامة مشاريع للطاقة الشمسية في الجزائر.

---

(١) وزارة الطاقة والمناجم، مرجع سابق، ص١٢ وما بعدها.

هذا، وتتميز الجزائر بوضع جغرافي مناسب للاستفادة منهـا، حيـث إن كمية الطاقة الشمسية الواردة إلى المتر المربع الواحد في اليوم الواحد تتـراوح بين ١٣ و١٤ ميجاوات، وهو ما يتيح إشعاعًا شمسيًا سنويًا يزيـد علـى ٣٠٠٠ ساعة، ولعل هذا يؤدي إلى تحقيق تراكم في الطاقة يصل إلى ٢٠٠ كيلـو وات/ ساعة للمتر المربع الواحد.

وتشير إحدى الدراسات، التي قامت بها وحـدة أبحـاث تابعـة لـشركة سونلجار الجزائرية بأن الجزائر تستطيع في خلال الأربعين عامًـا القادمـة أن تكتسح الدول الأوروبية بـ١٠% فقط من مخزون طاقتها الشمسية[١].

بيد أن الجزائر قد وضعت إستراتيجية تستهدف أن تكون الطاقة المتجددة تشكل ٦% من الحصيلة الوطنية من إنتاج الكهرباء حتى عـام ٢٠١٥، ولعـل الجدول رقم (١٢) يوضح ذلك.

---

(١) سارة بين الشيخ وناريمان بن عبد الرحمن، عـرض تجربـة الجزائـر فـي مجـال الطاقـة المتجددة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، الجزائر المتلقى العلمي الأول حـول التنميـة المستدامة والعدالة الاجتماعية، ٢٠-٢١ نوفمبر ٢٠١٢، متاح على الموقع التالي:
http://www.worldenergy.org.orgtdocuments/congresspapers94.pdf

جدول رقم (١٢)

آفاق استغلال تكنولوجيا الطاقة المتجددة

لإنتاج الطاقة النظيفة في الجزائر

الوحدة: ميجاواط

السنوات		٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥
الطاقة الشمسية الحرارية	ميجاوات	٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٧٠	١٧٠
	ميزانية الإنتاج %	٠,٠٠٠	٠,٠١٤٩	٠,١٤٠	٠,٤٤٢	٠,٤١٣	٠,٣٨٤	٠,٣٦٩	٠,٥٧٢	٠,٥٣٢
	ميجاواط	٠	٢٠	٤٠	٤٠	٦٠	٨٠	٨٠	٨٠	١٠٠
الطاقة الفوتوفولطية	ميجاواط	١,١	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦	٤,١	٤,٦	٥,١
	ميزانية الإنتاج	٠,٠٠٦	٠,٠٠٨	٠,٠١٠	٠,٠١١	٠,٠١٣	٠,٠١٤	٠,٠١٥	٠,٠١٥	٠,٠١٦

المصدر: أوسرير منور، بوذريع صليحة: "موارد الطاقة المتجددة في الجزائر وعلاقاتها بالتنمية المستدامة الواقع والآفاق"، مداخلة مقدمة إلى المؤتمر العلمي الدولي الثاني حول: حماية البيئة ومحاربة الفقر في الدول النامية"، المركز الجامعي بخميس مليانة يومي ٠٣-٠٤ مايو ٢٠١٠.

وبتحليل الجدول السابق، نجد أن مساهمة الطاقة المتجددة في ميزانية الطاقة في الجزائر قليلة بالمقارنة مع الإمكانيات المتاحة، خصوصًا الطاقة

الشمسية، حيث تساوي ٦٠ مرة استهلاك بلدان أوروبا أي حوالي ٤ مرات استهلاك العالم، وتتوفر على مساحات واسعة لوضع الألواح الشمسية المستعملة في تخزين الطاقة.

وتأسيسًا على ما سبق، فقد قامت الجزائر بعمل العديد من المشروعات يمكن أن نذكر منها[١]:

أ – مشروع إنشاء محطة كهروشمسية لإنتاج الكهرباء بحاسي الرمل.

ب– مشاريع المحافظة السامية لتنمية السهوب.

جـ– تزويد محطة خدمات نفطال البرمجية سطاوالي بالطاقة الشمسية.

د– مشروع تزويد ١٦ قرية بالكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية في إطار البرنامج ٢٠٠٦– ٢٠٠٩.

ولعل المشروع الأخير استهدف عدة أهداف نذكر منها:

- إيجاد مصدر بديل للطاقة كون المصادر التقليدية في طريقها للنفاذ.
- استخدام مصدر طاقة نقي ونظيف وغير ناضب،

---

(١) مرجع سابق، ذكره، ص٣٠.

- باستخدام الطاقة الشمسية يمكن تحقيق سعر تكلفة الإشارة في القرى والمستشفيات والمدارس.
- توفير وظائف جديدة في قطاع الطاقة الشمسية، وهو ما يساعد في تقليل حدة البطالة.

ومن جانب آخر، فقد أعلنت الوكالة الفضائية الألمانية، أن الصحراء الجزائرية هي أكبر خزان للطاقة الشمسية في العالم، حيث تدوم الإشعاعات الشمسية في الصحراء الجزائرية ٣٠٠٠ ساعة إشعاع في السنة، كما ذكرنا آنفًا[١].

أيضًا، فإن الجزائر تمتلك أكبر نسبة من الطاقة الشمسية في حوض البحر المتوسط تقدر بـ٤ مرات مجمل الاستهلاك العالمي للطاقة، و٦٠ مرة من حاجة الدول الأوروبية من الطاقة الكهربائية. لما سبق نجد أن الجزائر قامت بإنشاء محطة للطاقة الهجينة تعتبر هي الأولى في العالم من نوعها والتي تعمل بالمزج بين الطاقة الشمسية والغاز، بالإضافة إلى إنشاء ثلاث محطات أخرى للطاقة الهجينة بقوة ٤٠٠ ميجاوات شمسي والتي ستكون موجهة للاستهلاك المحلي فحسب.

---

(١) لمزيد من التفصيل راجع موقع وكالة القضاء الأمريكية ناسا على الإنترنت على الموقع التالي: http://www.nasa.gov/

وتجدر الإشارة إلى أن الجزائر قد استفادت اقتصاديًا من تطبيقات الطاقة الشمسية كثيرًا في مختلف القطاعات، كالقطاع الزراعي من خلال أعمال الري والدرس. وكذلك في قطاع الإنتاج الحيواني، في عمليات فرز الألبان والتفريخ، وأيضًا قطاع الصناعة، وعلى وجه الخصوص في صناعة النسيج وتصنيع المنتجات الزراعية، وتصنيع مشتقات الحليب وصناعة الخبز.

وفي قطاع التجارة، لعبت الطاقة الشمسية دورًا مهمًا كذلك، حيث إن دخول الكهرباء في مناطق معينة سيؤدي حتمًا إلى زيادة النشاط التجاري به، وزيادة المعاملات التجارية سواء من حيث الكم أم النوع.

وهكذا يظهر أن التجربة الألمانية وكذلك التجربة الجزائرية في تطبيقات الطاقة المتجددة، وبالأخص منها الطاقة الشمسية بدًا أمرًا مهمًا، وهو ما انعكس إيجابًا على اقتصادات هذه الدول. ولكن السؤال ماذا عن مصر؟ ماذا عن الطاقة الشمسية بها؟ هل موقع مصر ملائم لإقامة محطات للطاقة الشمسية، هل يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر في مصر، في ظل الأزمات التي تمر بها مصر حاليًا من نقص السولار "طاقة تقليدية" ومشكلات دول حوض النيل؟

هذا ما سنعرض له في الفصل القادم

الفصل الثالث

الدور الاقتصادي للطاقة الشمسية في مصر

وإمكانية الاستفادة منها

تعتبر الطاقة مطلب ضروري للتطوير الاقتصادي والاجتماعي المستدام، حيث يُعد توفير وتأمين الوصول لمصادرها من القضايا الهامة على مستوى العالم[١]. وتتنوع مصادر الطاقة الأولية في مصر ما بين البترول والغاز الطبيعي والفحم وإن كانت بكميات محدودة، ومصادر متجددة ويأتي على رأسها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح... الخ.

ونظرًا لكون مصادر الطاقة التقليدية من المصادر التي يتوقع نضوبها من ناحية، ولتزايد الاحتياج للطاقة الكهربائية وتحلية المياه وغيرها من ناحية أخرى. كان لابد من البحث عن مصدر بديل لتأمين الاحتياجات من الطاقة. وعلى ما تقدم، فإن مصر تتمتع بجو مُشمس على فترات طويلة من العام، كما أنها ووفقًا للاحصاءات تقع في منطقة الحزام الشمسي، والذي يبلغ شدة الإشعاع

---

(١) د. محمد مصطفى الخياط ود. إيناس محمد إبراهيم، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات لطاقة المتجددة- دراسة حالة مصر، المؤتمر العلمي لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات، القاهرة، مصر، فبراير ٢٠١٠، ص٢.

الشمسي في مصر ما بين ٢٠٠٠ إلى ٣٢٠٠ كيلو وات. ساعة/ متر٢، سنة من شمالها حتى جنوبها. جاء اهتمامنا بموضوع الطاقة الشمسية في مصر والدور الذي يمكن أن تساهم به في تأمين الطاقة وينعكس من ثم على المؤشرات التنموية في البلاد.

وعلى هدي ما سبق، فإننا سنعرض لهذا الفصل من خلال مبحثين متتاليين على النحو التالي:

المبحث الأول: واقع الطاقة الشمسية في مصر وتكنولوجيا الطاقة الشمسية والاستفادة منها.

المبحث الثاني: أوجه الاستفادة الاقتصادية من الطاقة الشمسية في مصر.

المبحث الأول

واقع الطاقة الشمسية في مصر

وتكنولوجيا الطاقة الشمسية والاستفادة منها

ذكرنا من قبل بأن مصر تعد إحدى دول منطقة الحزام الشمسي الأكثر مناسبة لتطبيقات الطاقة الشمسية. ويوضع أطلس الشمس والذي تم إصداره عام ١٩٩١ أن مصر تتمتع بإشعاع شمسي مباشر تتراوح شدته من ٢٠٠٠ إلى ٣٢٠٠ كيلو وات/ ساعة، متر٢/سنة من شمالها إلى جنوبها. أيضًا تتراوح فترات سطوع الشمس ما بين ٩: ١١ ساعة يوميًا مع وجود بعض الغيوم في بعض الأيام القليلة على مدار السنة(١).

وعلى الرغم من هذا الإشعاع الشمسي العالي إلا أن التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية لم يكتمل نضوجها بعد في السوق المصري سواء كان استخدامها في عمليات توليد الطاقة أو عمليات التسخين والسبب الرئيس وراء عدم الاهتمام بالتطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية هو عدم جدوى إقامة هذه المشروعات في ظل الدعم المقدم لأسعار الطاقة في المناطق السكنية وقطاع الصناعة(٢).

---

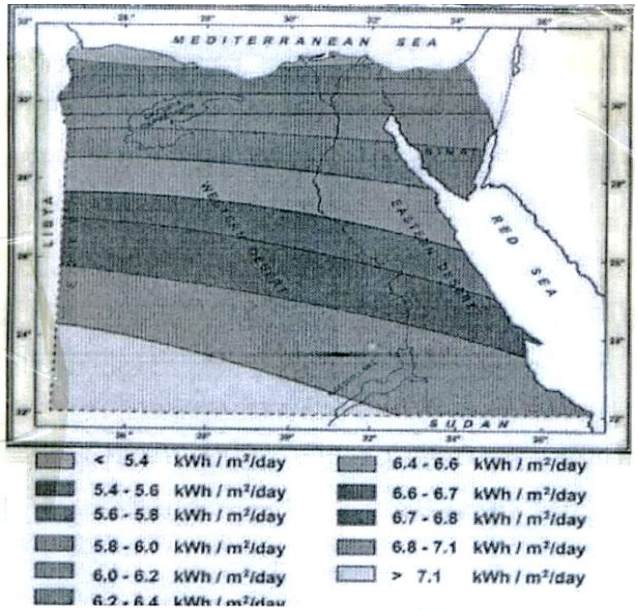
(١) راجع أطلس مصر، على الموقع الالكتروني http://www.egypty.com

(٢) انظر مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، مشروع رقم (imc/ ps217) التقرير النهائي، ديسمبر ٢٠٠٦، ص٣٩.

هذا، ويوضح الشكل البياني التالي رقم (٢٠) خريطة الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية.

شكل رقم (٢٠)

خريطة الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية



المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة: القاهرة، مصر، التقرير السنوي، ٢٠١٠/٢٠١١، ص٢٣.

وجدير بالذكر، أنه بالرغم من الأحداث السياسية التي شهدتها مصر خلال عام ٢٠١٠/٢٠١١ والتي على رأسها ثورة الخامس والعشرين من يناير،

وعلى الرغم مما يمكن أن تؤثر به الثورات على معدلات تنفيذ المشروعات بصفة عامة، إلا أن هذا العام ٢٠١٣ شهد العديد من الانجازات نذكر منها[١]:

- الانتهاء من تنفيذ وربط وتشغيل المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات قدرة ١٤٠ م. ومنها ٢٠ م.م مكون شمسي في نهاية شهر يونيو ٢٠١١.
- توقيع عقد تنفيذ الحزمة الأولى من إنشاء محطة رياح قدرة ٢٠٠ م.و. بحبل الزيت والتي تتضمن تصميم وتوريد وتركيب عدد ١٠٠ تربينه قدرة كل منها ٢ م.و. ومن المخطط بدء تشغيل هذا المشروع في عام ٢٠١٤.
- الانتهاء من أعمال تركيبات نظم إنارة قريتين نائيتين باستخدام نظم الخلايا الفوتوفلطية بمحافظة مطروح.
- يضاف إلى ذلك، التعاقد مع تحالف استشاري عالمي لتنفيذ "دراسة المخطط الشامل للطاقة المتجددة في مصر، والتي تركز على وضع خطط وتصورات لمساهمات الطاقة المتجددة المختلفة على مرحلتين أولاهما: تغطي الفترة حتى عام ٢٠٢٥ وتركز على سيناريوهات مشاركة كل من تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، أما الفترة الثانية: فتمتد حتى عام

---

(١) مرجع سابق، ص٤.

٢٠٥٠ وفيها تدرج أنواع أخرى من المصادر المتجددة[١].

علاوة على ما تقدم، فقد تم إنشاء محطتي خلايا شمسية قدره كل منها ٢٠ ميجاوات بالغردقة بالتعاون الحكومة اليابانية، والثانية: بكوم أمبو بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتنمية.

ولتحسين اقتصاديات مشروعات الطاقة الشمسية ولزيادة جاذبيتها للمستثمرين، فقد تم إعفاء مكونات وقطع غيار نظم الطاقة الشمسية من الرسوم الجمركية وضريبة المبيعات المقررة عليها. الأمر الذي من شأنه أن يؤدي إلى تهيئة المناخ لزيادة فاعليتها[٢].

ولعل ما سبق، جعل الطاقة الشمسية أحد أهم البدائل المطروحة لتوفير الاحتياجات المستقبلية من الطاقة الكهربائية. حيث يمكن تكاملها مع النظم التقليدية سواء بالربط مع دورة "رانكن" وهو نظام متبوع في المحطات التقليدية، حيث تنتقل الحرارة من وسيط التسخين بواسطة المبادل الحراري إلى المياه

---

(١) راجع موقع الطاقة الجديدة والمتجددة على الموقع الإلكتروني:
www.nrea.gov.eg/arabic1.html.

(٢) المرجع السابق.

لإنتاج البخار الذي ينقل إلى التربين البخاري لتوليد الكهرباء واستكمال الدورة الحرارية[١].

وتشير بعض الدراسات إلى أن تكاليف توليد الكهرباء الشمسية الحرارية تتراوح بين ١٠-١٥ سنت/ك.و.س. والمتوقع أن تنخفض تكلفة إنتاج الكهرباء المولدة بهذه النظم في حالة القدرات الكبيرة من ٨-١٠ سنت/ك.و.س. ما قبل عام ٢٠١٠، وستقل التكلفة إلى بين ٤-٦ سنت/ك.و.س. بعد عام ٢٠١٠ حسب الدراسات. وبالتالي هناك احتمالات قوية إلى وصول تكاليف التوليد الشمسي إلى قيم متقاربة لتكاليف الإنتاج التقليدي لدورة "رانكن" سواء باستخدام الوقود الغازي أو السائل[٢].

وما تقدم، يعني توافر فرص الاستثمار في مجالات الطاقة الشمسية المختلفة، وقدرت الإمكانات العالية لتوليد الطاقة الكهربية بالاستفادة من تكنولوجيا الطاقة الشمسية بحوالي ٧٣,٦٥٦ تريليون وات. ساعة/السنة، وذلك وفقًا لدراسة أعدها المركز الألماني للفضاء[٣]. ورغم تلك الإمكانات الهائلة يبقى

---

(١) د. إيمان على محفوظ، الآفاق المستقبلية لدور الطاقة الجديدة والمتجددة في تلبية الاحتياجات من الطاقة- بالتطبيق على قطاع الكهرباء بجمهورية مصر العربية، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، القاهرة، مصر، ٢٠٠٥، ص١٧٠.

(٢) المرجع السابق، ص١٧١.

(٣) مركز تحديث الصناعة، مرجع سابق، ص٣٨ وما بعدها. وكذلك موقع المركز الألماني للطيران والفضاء،على الموقع الإلكتروني التالي: http://ar.wikipedia.org .

إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية لا يتعدى ٢٠٦ ميجاوات/ساعة أغلبها من محطة الكريمات بجنوب الجيزة.

بيد أن موقع الكريمات جنوب الجيزة يتميز بشدة الإشعاع الشمسي المباشر البالغ ٢٤٠٠ كيلو وات/ساعة/م٢/سنة، بالإضافة إلى توفير شبكات كهربائية ممتدة، وشبكة أنابيب غاز طبيعي، والقرب من مياه النيل، وفضاء صحراوي غير مأهول بالسكان، كل هذه الميزات هيأت الفرصة لإنشاء تلك المحطة للاستفادة منها لإنتاج الطاقة الشمسية، وتبلغ الطاقة الإنتاجية لهذه المحطة في السنة حوالي ٨٥٢ جيجا وات/ساعة، وبلغت تكلفتها الإجمالية ٣٤٠ مليون دولار أمريكي، منها ٥٠ مليون دولار منحة من مرفق البيئة العالمي، و١٩٠ مليون دولار– قرض مُيسر من الوكالة اليابانية للتعاون الدولي، و١٠٠ مليون دولار تحويل محلي، وتوفر المحطة حوالي ١٠ آلاف طن بترول مكافئ سنويًا[١].

ولعل ما تقدم يؤكده الجدول رقم (١٣):

(١) انظر أ. إبراهيم الغيطاني وأماني عبد الغني، مرجع سابق، ص١١. وكذلك– هيئة الطاقة الجديدة المتجددة: الطاقة المتجددة في مصر، القاهرة، ٢٠١١، ص٢٥ وما بعدها.

جدول رقم (١٣)

تطور القدرة المركبة والطاقة المنتجة من محطات الشمس والرياح

٢٠٠٥ – ٢٠١١

البيـــــــــــان	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١
إجمالي القدرة المركبة (ميجاوات)	١٨٧٧٥,١	٢٠٤٥٢,٢	٢١٩٤٤	٢٢٥٨٣	٢١٣٣٠	٢٢٧٥٠	٢٣٤٧٠
رياح الزعفرانة	١٤٠	٢٢٥	٢٢٥	٣٦٠	٤٢٥	٥١٧	٥٤٥
رياح الغردقة	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥
المحطة الشمسية	–	–	–	–	–	–	١٤٠
إجمالي الطاقة المنتجة (ج.م.س)	١٠١٢٩٩	١٠٨٦٩٠	١٠٠٧٠٨	١٠٨٧٨٨	١٣١٠٦٣	١٣٩٠٠٠	١٤١٨٨٥
رياح الزعفرانة	٥٢٣	٥٥٢	٦٢٧	٨٤٠	٩٤١	١١٥٢	١٤٨٩
رياح الغردقة	٩,٦	٩	٨,٣	٧	٧	٧	٧
المحطة الشمسية للكريمات	–	–	–	–	–	–	٢٠٦

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، تقارير سنوية مختلفة.

- وحول المشروعات في مجال الطاقة الشمسية في مصر:

فنجد أن مصر أقامت العديد من المشروعات في مجال الطاقة الشمسية. إذ تعتبر الخلايا الشمسية أحد أفضل تطبيقات الطاقة المتجددة للاستخدام في المناطق النائية البعيدة عن الشبكة الكهربية.

ويصل إجمالي حجم استخدامات الخلايا الشمسية حاليًا في مصر حوالي ٥٢٠٠ كيلو وات لأغراض الإنارة والاتصالات والإعلانات وضخ المياه وشبكات التليفون والمحمول.

ويبدو أن هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر قد ساهمت في العديد من المشروعات الريادية لنشر وترويج استخدامات الطاقة المتجددة في مجال ضخ وتحلية المياه والإنارة والاتصالات والتبريد، ولقد ساهمت الهيئة في العديد من المشروعات نذكر منها[١]:

أ- كهربة قريتين نائيتين بواسطة نظم الخلايا الفوتوفلطية بواحة سيوة- محافظة مطروح: تم توقيع اتفاق تعاون بين الهيئة ووزارة البيئة والأراضي الإيطالية وبحضور ممثل وزارة التعاون الدولي المصرية للتمويل من خلال منحة لا ترد مقدمة من الحكومة الإيطالية، يتم اختيار

(١) انظر هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، مرجع سابق ذكره، ص٤.

قريتي أم الصغير بواحة الجارة وعين زهرة بواحة سيوة لتنفيذ المشروع بالتنسيق مع محافظة مطروح وشركة توزيع كهرباء البحيرة لإنارتها باستخدام نظم الخلايا الشمسية.

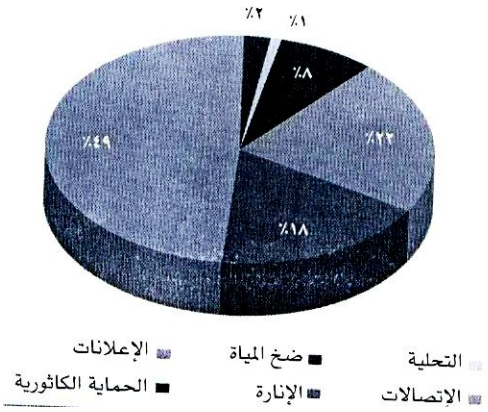
تم الانتهاء من التركيبات بقرية أم الصغير وعين زهرة بإجمالي إنارة ١٠٠ منزل وعدد ٤٠ عمود إنارة شوارع ومدرسة و٣ مساجد و٢ وحدة صحية ريفية و٢ ثلاجة حفظ أمصال و٢ معقم طبي. تم الانتهاء من أعمال التركيبات والتشغيل والاختبار والاستلام الابتدائي للمشروع.

ويشير الشكل البياني التالي رقم (٢١) إلى دور أهمية استخدام الخلايا الفوتوفلطية في مصر ومساهمتها بنسب معينة في التحلية وضخ المياه والإعلانات والاتصالات وغيرها...

شكل رقم (٢١)

استخدام الخلايا الفوتوفولطية في مصر

(حوالي ٥٢٠٠ ك. وات قصوى)



ب- المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات قدرة حوالي ١٤٠ م.و:

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

١- أرض صحراوية غير مأهولة.

٢- شدة إشعاع شمسي مباشر تصل إلى ٢٤٠٠ ك.و.س./م٢/سنة.

٣- شبكة كهربائية ممتدة وشبكة أنابيب غاز طبيعي.

٤- القرب من مصدر مياه (نهر النيل).

- سيتم استخدام تكنولوجيا مركزات القطع المكافئ الاسطواني بالارتباط بالدورة المركبة التي تستخدم الغاز الطبيعي كوقود.

- **التصميم الهندسي للمشروع:**

المكون الشمسي:

حقل شمسي يتكون 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 التولي والتوازي للحصول على درجة الحرارة المطلوبة بحيث يكون محور هذه المصفوفات أفقيًا وفي اتجاه الشمال- الجنوب، تزود كل مصفوفة من المركزات بجهاز إدارة وتوجيه يعمل على تتبع حركة الشمس من الشرق إلى الغرب لاستقبال كامل الأشعة الشمسية[١].

ستتولى شركة أوراسكوم أعمال التشغيل والصيانة لمدة سنتين من بدء التشغيل.

(١) د. ماجد أبو النجا الشرقاوي، الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية في مصر، مرجع سابق، ص٢٠.

- **مكون الدورة المركبة:**

١- تربينة غازية قدرة حوالي ٧٩ م.و. تستخدم الغاز الطبيعي كوقود أساسي بالإضافة إلى إمكانية استخدام المازوت كوقود بديل.

٢- وحدة استرجاع الحرارة وتوليد البخار (HRSG)، وتتكون من عدة مراحل (مبادلات حرارية) لتوليد البخار وتحميصه (بواسطة حرارة غازات عادم التربينة الغازية) على مستويين مختلفين من الضغط.

٣- تربينة بخارية قدرة ٦٣ م.و. تستقبل البخار الناتج من وحدتي استرجاع الحرارة لتوليد الكهرباء.

٤- نظام التبريد لتكثيف البخار من التربينة البخارية.

٥- تم توقيع عقد تنفيذ هذا المكون مع شركة ايبردرولا الأسبانية في ٢٠٠٧/٩/٢٨ وبدء تشغيل المحطة ٢٠١١/٦/٢٩ وفترة ضمان لمدة عامين.

- **أهم أهداف المشروع:**

- يعتبر المشروع أحد ٣ مشروعات يجري تنفيذها على مستوى قارة أفريقيا في المغرب والجزائر ومصر، وتعتمد أساسًا على ارتباط الدورة المركبة بالحقل الشمسي، ويسهم المشروع في تكوين الكوادر الفنية الوطنية القادرة على التعامل مع هذه التقنية.

- اكتساب الخبرة في تشغيل وصيانة المحطات الشمسية الحرارية.
- نقل المعرفة والتكنولوجيا بحيث يمكن للصناعة المصرية أن تدخل في هذا المجال من خلال تصنيع بعض مكونات المركزات الشمسية محليًا، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين اقتصاديات مشروعاتها.
- المساهمة في توفير فرص عمل جديدة في الصناعة والتشغيل والصيانة والتسويق.
- مشروع تنفيذ آلية تمويل نشر استخدام السخانات الشمسية بالمنشآت الفندقية بمحافظتي البحر الأحمر وجنوب سيناء.
- يتم تنفيذه في إطار مذكرة التفاهم الموقعة بين كل من الهيئة ووزارة البيئة الإيطالية وبرنامج الأمم المتحدة بتمويل ٥٠٠ ألف دولار.
- يهدف المشروع إلى دعم التوسع في استخدام السخانات الشمسية لتسخين المياه بالفنادق والقرى السياحية بمحافظتي البحر الأحمر وجنوب سيناء، بتقديم دعم يصل إلى ٢٥% من تكلفة النظام فضلاً عن المساندة لخدمات التشغيل والصيانة لمدة أربع سنوات.

ولعل ما سبق، يمكن أن يترجمه الجدول رقم (١٤)، والذي يشير إلى بيان موجز لأهم البيانات الفنية لمحطة الكريمات باعتبارها المحطة الأهم حاليًا في مصر لإنتاج الطاقة الشمسية.

جدول رقم (١٤)

موجز لأهم البيانات الفنية لمحطة الكريمات

قدرة المكون الشمس	حوالي ٢٠ م.و.
مساحة الحقل الشمسي	١٣٠,٨٠٠ متر مربع موزعة على ٨ صفوف متوازية
القدرة الاسمية للتربينة الغازية	٧٩ م.و.
القدرة الاسمية للتربينة البخارية	٧٦,٥ م.و.
الطاقة الإجمالية المنتجة	٨٥٢ ج.و.س/ سنة
الطاقة المنتجة عن المكون الشمسي	٣٤ ج.و.س/ سنة
نسبة المشاركة الشمسية	٤%
الوفر في استهلاك الوقود البترولي	حوالي ١٠٠٠٠ طن بترول مكافئ
الخفض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تشغيل المكون الشمسي	حوالي ٢٠ ألف طن / سنة

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA)، التقرير السنوي ٢٠٠٧/٢٠٠٨، ص١٥.

- وحول تكنولوجيا الطاقة الشمسية ومدى الاستفادة منها"

يمكن القول استنادًا لبعض الدراسات أن تكنولوجيا الطاقة المتجددة بدأت في منافسة أنظمة الوقود التقليدية من خلال أربعة تطبيقات[١]:

١- توليد الكهرباء.

٢- تسخين المياه والأماكن.

٣- توفير الوقود اللازم للنقل.

٤- توفير الطاقة للمناطق الريفية والنائية.

بيد أن نسبة مشاركة تكنولوجيا الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة بلغت ٤% من قدرة التوليد العالمية. كما تستخدم الآن سخانات المياه الشمسية على نطاق واسع وتغطي حوالي ٤٠ مليون مشترك[٢].

ولعل غالبية دول العالم تتجه نحو الطاقات المتجددة باعتبارها المفتاح الأساسي لدعم التطور وتحسين اقتصاديات الدول. حيث قامت الوكالة الدولية بالتعاون مع خبرائها في مجالات متعددة بتقدير تكلفة تكنولوجيا الطاقة الشمسية، وتوقعت هذه الوكالة بأن يتم تخفيض تكاليف إنتاج الخلايا الفوتوفولطية في

([1]) New and Renewable Energy Authority- Annual Report (NREA), 2004/2005, P.P 5-8.

([2]) Global Renewable Energy Review, 2005, P.P. 10-12.

المستقبل القريب، خاصة في الدول التي لاتقع في المناطق المشمسة (دول الحزام الشمسي).

- وفيما يتعلق بالاستثمارات المتوقعة في تكنولوجيا الطاقة الشمسية:

نلحظ أن بيانات الوكالة الدولية للطاقة والصادر عام ٢٠٠٣ يقدر الاستثمارات الكلية المطلوبة لتوفير البنية الأساسية من الطاقة عمومًا على مستوى العالم وخلال الفترة من ٢٠٠١ إلى ٢٠٣٠ حوالي ١٦ تريليون دولار أمريكي أو ٥٥٠ بليون دولار سنويًا. ومن بين استثمارات بلغت ١١٠ بليون دولار، جاء نصيب الخلايا الفوتوفولطية حوالي ٢٤% وسخانات المياه الشمسية حوالي ١,٢١ . وذلك في عام ١٩٩٥ وهي نسبة لا يستهان بها[١].

وعلى أية حال، ستصبح الاستثمارات العالمية في مجال توليد الطاقة بحسب المتوقع ٨٠٣ تريليون دولار في الفترة من (٢٠٠٦ وحتى ٢٠٣٠). حيث يتوقع أن يتضاعف الاستهلاك العالمي من الكهرباء بحلول عام ٢٠٣٠ ، ولعل ما يحدث في مصر من تزايد يومي على الطاقة الكهربية يؤكد صحة ما سبق من بيانات.

---

(١) لمزيد من التفصيل راجع موقع الوكالة الدولية للطاقة، على الموقع الإلكتروني التالي: www.iea.org.

- وفيما يتعلق بمركزات الطاقة الشمسية:

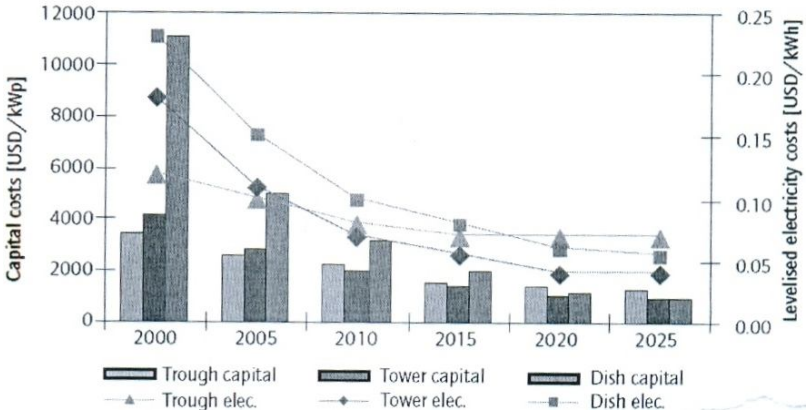
فنلاحظ أن تطبيقات تكنولوجيا الطاقة الشمسية باتت ممكنة من الناحية الفنية وبقدرات تبدأ بجزء من الكيلووات إلى مئات الكيلووات. وبالتالي فمن الممكن إنشاء محطات للطاقة الكهربائية متصلة بالشبكة الكهربائية أو موزعة. وفي بعض محطات المركزات الشمسية فإن هناك جزء من الطاقة الحرارية يخزن حتى يتم استخدامه فيما بعد غروب الشمس. ويوجد نوع من المركزات الشمسية يطلق عليه "أبراج الطاقة" وهذا النظام يستخدم مجموعة كبيرة من الهليوستات (مرآه متحركة بعكس أشعة الشمس في اتجاه البرج) لكي تقوم بتركيز أشعة الشمس على مستقبل مثبت على برج الاستقبال المركزي. ولعل مثل هذا التطوير والتكنولوجيا يهدف إلى تقليل التكاليف وهو هدف اقتصادي مبتغى.

ولعل الشكل البياني رقم (٢٢) يوضح انخفاض التكاليف بمرور الوقت:

شكل رقم (٢٢)

التبوء باستثمارات المجمعات الشمسية المركزة

وتكاليف الطاقة الكهربائية



المصدر: مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة، جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٦ مرجع سابق، ص٢٥.

وبتحليل الشكل البياني السابق، نلاحظ انخفاض تكاليف الاستثمار في المجمعات الشمسية المركزة إذ بلغت التكلفة أقصاها في عام ٢٠٠٠، حيث لم تعتاد الدول استخدام مثل هذه التكنولوجيا بشكل كبير، وستنخفض التكاليف بشكل أكبر بحلول العام ٢٠٢٥ كما أوضحه الشكل البياني.

- بخصوص الطاقة الشمسية الضوئية (الفوتوفولطية) [١]:

يبدو أن مثل هذه الأنظمة هي الأكستر ملائمة للاستخدام في المناطق الريفية والنائية والتي تكون بعيدة عن الشبكة القومية. وتمتاز هذه الخلايا الفوتوفولطية بأن تكاليفها ثابتة وعمرها الافتراضي حوالي ٢٥ عام. والقدرة المركبة لها في مصر تتراوح ما بين ٤ إلى ٤,٥ ميجاوات، ويمكن استخدامها في الإضاءة وضخ المياه والاتصالات اللاسلكية والتبريد والإعلانات التجارية على الطرق السريعة.

- أما السخانات الشمسية:

فتصنيعها في مصر منذ بداية الثمانينيات. ونظرًا لعدم توفر الصناعات المغذية فيقوم المصنعون بتصنيع جميع المكونات مثل المجمعات الشمسية المسطحة والخزانات المعزولة حراريًا والهياكل والموصلات. ولعل الشركات التي تتولى تصنيع المجمعات الشمسية في مصر يتمثل بعضها في:

- الهيئة العربية للتصينع.

([1]) M. Becker, W. Meinecke, M. Geyer, Solar Thermal Power Plants, Prepared for the EUREC-Agency, May 30- 2000, p.p. 1: 5. available at: www.solarpaces.org/EUREC-position_paper_stpp.

- الشركة المصرية لأنظمة الطاقة الشمسية.
- شركة أوليمبيك إليكتريك.

- وحول تصنيع الخلايا الشمسية:

فلنحفظ وفقًا للدراسات والاحصاءات أن مصر تستورد حاليًا هذه الخلايا من أوروبا وأمريكا واليابان والصين، ولكن تم تحديث توقيع عقد بين إحدى الشركات المصرية وإحدى الشركات العالمية. وبمقتضى هذا العقد سيتم توريد وتركيب خط لإنتاج الخلايات الشمسية في مصر، وهو أمرٌ هام على طريق وجود مثل هذه الصناعات.

إضافة لما تقدم، فإن العديد من الشركات تستورد أجزاء الخلايا الفوتوفولطية ثم تقوم بعمل تصميم وتركيب أنظمة الخلايا بالكامل والتي تستخدم في تطبيقات مختلفة. ولعل الجدول التالي رقم (١٥) يوضح أسماء بعض الشركات ومدى مشاركتها في السوق المصري.

جدول رقم (١٥)

الشركات المساهمة في التصنيع المحلي للخلايا الفوتوفولطية

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: مرجع سبق ذكره، ص٤٨.

قطاع الاتصالات:

يقوم قطاع الاتصالات باستخدام تطبيقات الطاقة الشمسية وذلك نظرًا لإمكانية الاعتماد عليها بدرجة كبيرة وقلة احتياجها للصيانة، كما أنها أثبتت

كفاءتها في إمكانية الإمداد المستمر للطاقة[١]. والخلايات الفوتوفولطية هي مصدر الطاقة الوحيد المستقل الذي يمكن الاعتماد عليه في جميع أنظمة الاتصالات مثل التليفونات المحمولة وأكشاك التليفونات وتليفونات الطوارئ المنتشرة على جانبي الطريق وفي الإرسال والاستقبال للأجهزة التليفزيونية والراديو والمحطات الأرضية للأقمار الصناعية. ومحطات تقوية التليفونات المحمولة وأنظمة المراقبة عن بعد مثل رماقبة خط أنابيب ومن هنا نجد أن قطاع الاتصالات يعد المستهلك الرئيسي للخلايا الفوتوفولطية في مصر. يقدر إجمالي الطاقة المركبة في قطاع الاتصالات بحوالي ١٥٠ كيلو وات.

كهرباء الريف وأعمدة الإنارة الشمسية:

تعد أنظمة المنازل الشمسية تعد من الأنشطة المثالية لتوفير الاحتياجات من الكهرباء في المناطق النائية وتعد أنظمة المنازل الشمسية من أهم التطبيقات العالمية للخلايا الفوتوفولطية، فعلى سبيل المثال أي منزل شمسي صغير يمكنه تشغيل العديد من الأجهزة الكهربائية مثل التليفزيون والراديو والكاسيت وعدد من وحدات الإضاءة ومروحة صغيرة.

([1]) Carmine Lubritto, telecommunication power system: energy saving, renewable sources and environmental monitoring, department of environmental science, Italy, available at: www.intechopen.com.

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[١]. وتلعب الخلايا الفوتوفولطية دورًا هامًا في إمداد الناس في المناطق النائية بالأدوية والتطعيمات اللازمة فضلاً عن خدمات طبية أخرى من خلال أنظمة الخلايا الفوتوفولطية للتبريد. وتقدر الطاقة المركبة في قطاع الصحة بحوالي ٥٠ كيلو وات.

(١) الطاقة الجديدة والمتجددة، مرجع سابق، ص١٣.

خطوط الأنابيب: كذلك تستخدم الخلايا الفوتوفولطية لتوفير الطاقة اللازمة لأنظمة الاتصالات والإضاءة وتقدر الطاقة المركبة التي تستخدم في قطاع البترول بحوالي ٥٠٠ كيلو وات.

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[1]. فتقوم الخلايا الفوتوفولطية 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 المواصلات:

تقوم الخلايا الفوتوفولطية بتوليد الطاقة اللازمة لأنظمة التحذير وتصمم خصيصًا لجميع التطبيقات الملاحية حيث تكون الحاجة ماسة إلى مصدر طاقة يعتمد عليه. ويتم استخدام الخلايات الفوتوفولطية في معدات الملاحة وفي

([1]) Paul Harris, Renewable Energy in Agriculture, 2002, available at: www.adelaide.edu.au/biogas/peak_oil.

الإضاءة الداخلية والخارجية للمراكب وهي أيضًا تستخدم كشاحن للبطاريات. وتقدر الطاقة المركبة في قطاع المواصلات بـ ١٠٠ كيلو وات.

قطاع الإعلانات:

تقوم الخلايا الفوتوفولطية بتوفير الكهرباء اللازمة لإضاءة اللوحات الإعلانية ونتيجة لسهولة التركيب واعتبارات التكلفة فإن هذا يؤدي إلى أن يكون هذا التطبيق هو الأكثر شيوعًا ونجاحًا حاليًا. وتقدر الطاقة المركبة في مجال الإعلانات بـ ٥٠٠ كيلو وات.

بينما في النقاط السابقة تكنولوجيا استخدام الطاقة الشمسية وكيف يمكن استخدامها في مجالات عديدة على النحو السالف تبيانه. ولعل هذا الأمر من شأنه أن يوفر كميات كبيرة من النفط والغاز وتقليل الاستيراد من الخارج وتوفير النقد الأجنبي. إلا أنه وبرغم من ذلك هناك العديد من التحديات التي تعوق تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية ومنها:

١- الاستثمارات الكبيرة المطلوبة لتوفير كميات كافية من الطاقة لكي توفي بالاحتياجات المتزايدة والمستمرة والتي تسير جنبًا إلى جنب مع التقدم الاقتصادي والزيادة السكانية.

٢- أسعار الوقود والأحفوري والغاز الطبيعي والكهرباء ظلت ثابتة على مدار فترة طويلة من الزمن. إضافة للدعم الذي يقدم لهذا القطاع، وهو ما

انعكس بشكل سلبي على قطاع الطاقة الشمسية وأضعف كثيرًا من إمكانيات تطويره.

وبرغم ما سبق من تحديات فإن الأمر يبدو يسيرًا، وأن مثل هذه التحديات يمكن مواجهتها والتغلب عليها بحسب الإحصاءات والدراسات سواء عن طريق القروض أو المنح التي تقدم في هذا الخصوص. ولكن السؤال الآن ماذا عن الاستخدامات الاقتصادية للطاقة الشمسية؟ هل يمكن استخدامها في المدن الجديدة؟ وماذا عن استخدامها في توليد الكهرباء وتحلية المياه؟ وخصوصًا عقب تهديدات بعض دول حوض النيل لمصر بإقامة السدود؟ هل سنظل صامتين أم نبحث عن بدائل؟ هل يمكن استخدام الطاقة الشمسية في عمليات التشييد والبناء؟ وكذلك الري؛ كل ذلك سنحاول الإجابة عليه في المبحث القادم.

المبحث الثاني

الاستخدامات المختلفة للطاقة الشمسية

ومدى الاستفادة منها في مصر

تتعدد أوجه الاستفادة من الطاقة الشمسية، ويمكن القول بأن هناك العديد من التطبيقات للخلايا الشمسية ومنها تأمين الطاقة الكهربائية وتحلية مياه البحر وكذلك الإنارة والري والمناطق العمرانية الجديدة[١]. ولعل اتساع سوق منتجات الطاقة الشمسية على المستوى العالمي، والتحسن المستمر في تقنياتها أدى إلى انخفاض أسعارها. ونتيجة لذلك، بادرت العديد من الدول إلى تبني وتطبيق سياسات التوسع في استغلال الطاقة الشمسية من أجل الاستفادة من مزاياها وكذلك الانخفاض المتوقع في تكاليفها.

ولما سبق، سنحاول التعرض من خلال هذا المبحث لأوجه الاستفادة من الطاقة الشمسية في مصر، خاصةً ونحن نعاني حاليًا من مشكلة انقطاع التيار الكهربائي، وكذلك المشكلات حول مياه النيل مع دول حوض النيل، وهنا يمكن

([1]) Soteris A. Kalogirou, sea water desalination using renewable energy sources, progress in energy and combustion science, 2005, p.p. 1:3. available at: www.sciencedirect.com.

أن نطرح العديد من التساؤلات هل يمكن الاستفادة فعلاً من الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء وتحلية مياه البحر وكذلك في المدن الجديدة والري ...الخ؟ وكيف لمصر أن تفعل مثل هذه الطاقة المتوفرة على مدار العام؟

هذا ما سنحاول تحليله في هذا المبحث من دراستنا.

- الطاقة الشمسية وتحلية المياه والري:

بادئ ذي بدء، يمكن القول بأن منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي تقع فيها مصر بالطبع هي أكثر مناطق العالم شحة في المياه. وبسبب الارتفاع المتزايد في عدد سكانها وسرعة نموها، فإن متوسط نصيب الفرد بها من الموارد المائية المتجددة يعد من أدنى النسب في العالم(١).

ويبدو ملاحظة، أن متوسط نصيب الفرد من موارد المياه المتجددة في تناقص منذ عام ١٩٥٠. وبحلول العام ٢٠٣٠ سيصبح نقص المياه عائقًا أمام التنمية الصحية والاجتماعية والاقتصادية في بلدان المنطقة الواحد والعشرين. ويتوقع في المستقبل، أن تكون شحة المياه أكثر حدة بسبب ارتفاع درجة حرارة

(١) انظر بحث بعنوان، تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة: حل ناشئ لسد الفجوة المائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، البنك الدولي، متاح على الموقع التالي:
www.arabwatercouncil.org/MENA_waterGop_Booklet_press_arabia.

الكرة الأرضية، خصوصًا في ظل التغيرات المناخية وهو الأمر الذي يؤدي إلى تناقص المياه المتجددة بنسبة تقارب ١٢%[١].

وقد عرفت تحلية المياه منذ سنوات عديدة كمصدر مهم لتوفير الحاجة منها، واستخدمت لذلك عدة تقنيات منها التبخير متعدد المراحل والتناضح العكسي والتحليل الكهربائي والتقطير متعدد التأثير وانضغاط البخار، إلا أن هذه الطرق تحتاج لإدارتها إلى كميات كبيرة من الطاقة، التي يتم توفيرها من مصادر الوقود الأحفوري أو الطاقة الكهربائية، وبالتالي فهي مكلفة وتساهم في تلوث البيئة، إضافة لذلك فإن تحلية المياه باستخدام الطاقة النووية وبالرغم من انفخاض تكلفتها إلا أن مخاطرها عالية. وعلى ذلك كانت فكرة استغلال الطاقة الشمسية في تحلية المياه، وقد تم ذلك عن طريق الخلايا الكهروضوئية التي تحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية تدير وحدات التحلية، أو عن طريق استغلال حرارة الشمس في تسخين المياه وتبخيرها وتكثيفها للحصول على المياه المحلاة أو بالتقطير متعدد المراحل باستخدام لاقطات شمسية[٢].

ويمكن للتزاوج بين الطاقة الشمسية وتحلية المياه أن يوفر مصدرًا مستدامًا لمياه الشرب. فالمنطقة تتمتع بطاقة شمسية تفوق بأكثر من ألف مرة

---

(١) مرجع سبق ذكره، ص٢.

(٢) محمد عبد الله المنتصر وآخرون، الطاقة الشمسية وتحلية المياه في الوطن العربي، الندوة الثانية لآفاق البحث العلمي والتطوير التكنولوجي في العالم العربي، بدون سنة نشر، طرابلس، ليبيا، ص٣٢.

عن غيرها من مصادر الطاقة المتجددة مجتمعة وتفوق بعدة مرات مجموع الطلب العالمي الحالي على الكهرباء. وتعادل قدرة المنطقة على توليد الطاقة من أشعة الشمس الساقطة على الكيلو متر المربع سنويًا ما يتراوح بين مليون ومليوني برميل من النفط.

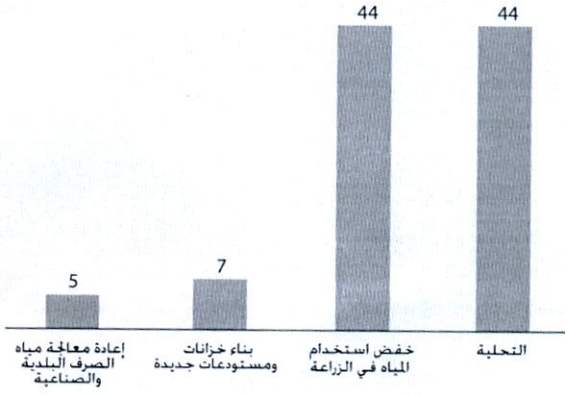
وعلى أية حال، فإن تحلية المياه باستخدام الوقود الأحفوري غير قابلة للاستمرار، حيث سيترتب على ازدياد الطلب على الطاقة بغرض توفير المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا عواقب جسيمة على أمن الطاقة[١].

ونتيجة لما سبق، فإن مصادر إمدادات المياه الجديدة في عام ٢٠٥٠، ستكون على حسب الشكل رقم (٢٣):

(١) البنك الدولي، مرجع سابق، ص٧.

شكل رقم (٢٣)

مصادر إمدادات المياه الجديدة في عام ٢٠٥٠ (%)



المصدر: بتصرف من ٢٠١١ future Water "آفاق مستقبل المياه بالشرق الأوسط وشمال أفريقيا حتى عام ٢٠٥٠. التقرير النهائي لدراسة جري إعدادها بتكليف من البنك الدولي أبريل/ نيسان ٢٠١١.

ومن الشكل السابق، يبدو أن المياه المحلاة سيكون لها نصيب كبير في الفترة القادمة وحتى عام ٢٠٥٠، ربما تصل إلى ٤٤%.

بيد أن خفض تكلفة تحلية المياه ممكن بثلاث طرق هي:

١- إدخال تحسينات تقنية لرفع كفاءة التحلية.

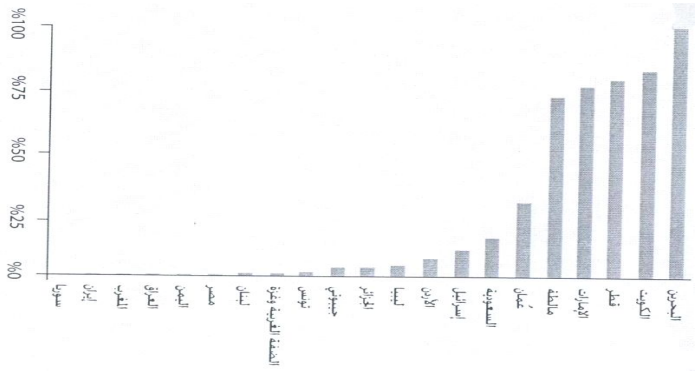
٢- تخفيض تكاليف الطاقة لعملية التحلية.

٣- تقليل الأضرار البيئية الناجمة عن عملية التحلية.

وتجدر الإشارة إلى أن نسبة ما تلبيه التحلية من الطلب الوطني على المياه في المنطقة في عام ٢٠١٠، تختلف من دولة إلى أخرى، وهو ما يؤكده الشكل رقم (٢٤).

شكل رقم (٢٤)

نسبة ما تلبيه التحلية من الطلب الوطني على المياه في المنطقة ٢٠١٠ (%)



Source: Fiehtner (Fichtner Gmbh&Co. KG) and DLR (Deuteches Zentrum for Luft-und Raumfahrt e.V)

آفاق مستقبل المياه بالشرق الأوسط وشمال أفريقيا الجزء الثاني تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة". تقرير للمعلومات الأساسية Stuttgart, 2011.

وبتحليل الشكل البياني السابق، يظهر جليًا أن دول البحرين من أعلى دول المنطقة العربية إقبالاً على تحلية المياه يليها الكويت ثم قطر فالإمارات. ويبدو أن الأمر يستهلك نسبة كبير من النفط، وهو الأمر الذي يمكن تجنبه باستخدام الطاقة الشمسية.

- حول استخدام الطاقة الشمسية في الأراضي والمناطق الصحراوية:

نود القول بدايةً أن مشكلة نقص المياه المتوقعة ستنعكس سلبًا على الري في الأراضي وكذلك المناطق الصحراوية[١]. وهو الأمر الذي أدى من دون شك إلى ضرورة البحث عن وسيلة بديلة تساعد في إيجاد الماء للري. وهنا فإن الري بالتنقيط باستخدام الخلايا الشمسية كمصدر طاقة لضخ المياه للري يبدو أفضل وأنسب وربما أرخص الحلول المتاحة لهذه المشكلة.

ولاشك أن نجاح تطبيق تكنولوجيا الطاقة الشمسية لضخ المياه لأجهزة الري وزيادة المساحة المزروعة وتحسين دخل المزارع وتوفير الغذاء اللازم للزيادة السكانية هذا بالإضافة إلى جانب أنها تساهم في الحفاظ على البيئة[٢].

---

(١) د. عبد الوهاب شلبي محمد قاسم، إمكانية استخدام الطاقة الشمسية (PV) كمصدر قدرة لتشغيل نظم الري بالتنقيط للمناطق الصحراوية، بدون دار نشر، بدون سنة نشر، الإسكندرية، مصر، ص٢.

(2) Radwan, M.S. and H. Haikal, 1981, A conceptual design of a solar water-pumping unit for developing countries, in "Solar World Forum" proceedings of the international solar energy society congress, Brighton, England, Vol. 2, p.p. 1177-1185.

وعلى الرغم من أن دراسات استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة في مصر بدأت في منتصف السبعينات من القرن الماضي وبالرغم من أن معظم تلك الدراسات أشارت إلى إمكانية استخدامها بنجاح إلا أن تطبيقها الفعلي وعلى نطاق واسع وقبولها لدى المستخدم النهائي لم يلاق النجاح المتوقع وربما يرجع ذلك إلى افتقار تلك الدراسات للبعد الاجتماعي والاقتصادي ومدى ملاءمتها للمستهلك النهائي.

وخلصت العديد من الأبحاث إلى إمكانية استخدام الطاقة الشمسية في ضخ المياه بغرض الري. كما أن بعضها توصل إلى أن الأجهزة الصغيرة الحجم من أجهزة ضخ مياه الري بالخلايا الشمسية والتي تناسب الحيازات الصغيرة التي تتراوح ما بين ٠,٢-٢ هيكتار (أي حوالي من فدان إلى فدانين) تكون اقتصادية في التشغيل وتناسب ملايين المزارعين في البلاد النامية[١].

هذا، وتشير بعض الهيئات مثل هيئة "جي تي زد" الألمانية في أحد تقاريرها الصادرة عام ٢٠٠١ أن ضخ مياه الري بالطاقة الشمسية ربما يحل

([1]) Kishore, V. V, N, M.R. Gandhi, N. Pathak, S.D. Gomkale, and K.S. Rao. 1986. Development of a solar (thermal) water pump protoyype-anIndo-Swiss experience. Solar Energy. Vol. 36, no. 3: L257-265.

محل المصادر التقليدية للطاقة لتقنية الري بالتنقيط من الناحية الفنية والاقتصادية[١].

وقد أجمعت العديد من الأبحاث السابقة إلى أن أنظمة ضخ مياه الري بالخلايا الشمسية يكون لها ميزة نسبية أخرى بالإضافة إلى ميزتها الاقتصادية ألا وهي أن استخدام تلك التقنية يؤدي إلى الحد من مخاطر تدمير البيئة. لذا فإن تكنولوجيا الضخ بالطاقة الشمسية سوف تساهم بفعالية في التنمية الريفية في مصر.

وعلى أية حال فإن نظام الضخ والري المقترح سيتم فيه ضخ الماء أولاً إلى خزان على ارتفاع ٦ متر ثم يتم تغذية- شبكة الري من الخزان بكمية من المياه تعادل الكمية التي يتم ضخها أي بكميات متغيرة أثناء النهار وسيتم ذلك بجدولة الري بحيث تتبع معدلات ضخ المياه من نظام الخلايا الشمسية وبالتالي تتبع الإشعاع الشمسي المتوافر وسوف يتم ذلك بتغيير المساحة التي يتم ريها في زمن معين (٢ ساعة مثلا) لتصبح على الصورة التالية:

([1]) GTZ. 2001. GTZ Seminar in design and simulation of PVPS: Assessment of and selections eriteria for irrigation methods using PVPS. GTZ, OE 44, Germany.

الوقــت	نسبة المساحة التي يتم ريها
٨-١٠ ص	%١٥
١٠-١٢	%٢٠
١٢-٢ بعد الظهر	%٣٠
٢-٤ بعد الظهر	%٢٠
٤-٦ بعد الظهر	%١٥

- الطاقة الشمسية وتوليد الكهرباء

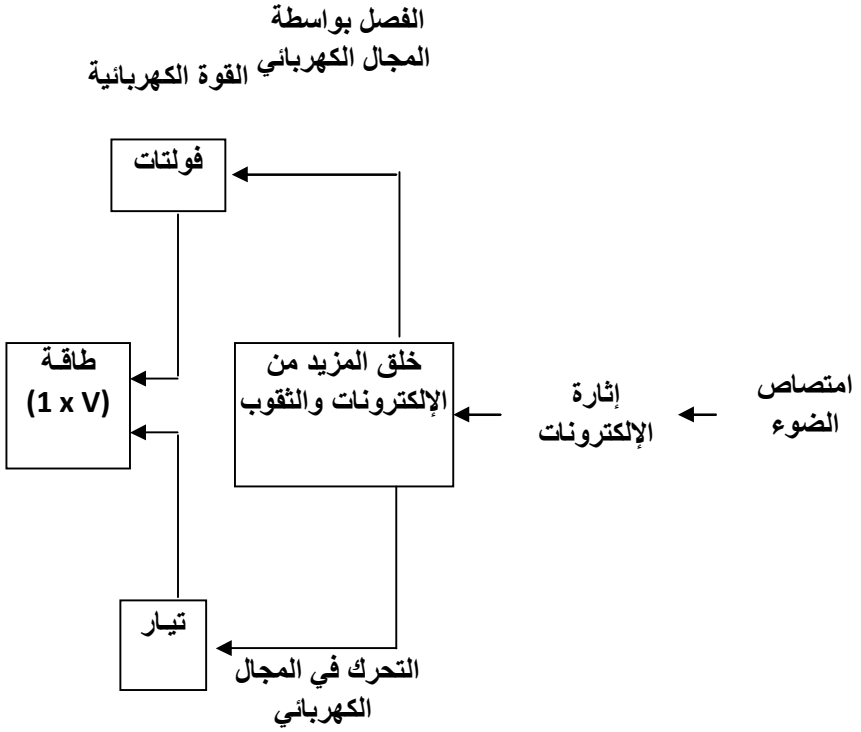
تقوم الخلية الشمسية بتحويل الضوء إلى كهرباء. وتنتج الخلايا الشمسية تيارًا كهربائيًا وفولتات بواسطة (الأثر الكهروضوئي) وهذه التكنولوجيا تُعرف باسم (الطاقة الكهروضوئية)ن وتسمى أحياناً بالطاقة الشمسية الكهروضوئية لتحديد مصدر الطاقة بوضوح. والخلايا الشمسية هي وسائل إلكترونية مصنوعة من مواد شبه موصلة كالسليكون[١].

ولعل ما سبق، يوضحه الشكل البياني رقم (٢٥):

([1]) Green, N.A., Emery, K., Hishikawa, Y. and Warta, W. (2008), Solar Cell efficiency tables (Version32), progress in photovoltaics: Research and Applications, Vol. 16, p.p. 430-440.

شكل رقم (٢٥)

تحول الضوء إلى كهرباء بواسطة الأثر الكهربائي



المصدر: فيل أوكيف وآخرون، مرجع سابق، ص٤٨٩

وعلى أية حال، يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء باستخدام محولات فولتوضوئية (PV) وعملية تركيز الطاقة الشمسية (CSP) والعديد من

الأساليب التجريبية الأخرى. وتستخدم المحولات الفولتوضوئية بشكل أساسي لإمداد الأجهزة الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء(١).

وتشير البيانات إلى أن أسعار الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية قد انخفضت بمعدل ٤% سنويًا خلال ال١٥ عامًا السابقة، وذلك نتيجة عوامل اقتصاديات الحجم الكبيرة وانخفاض تكلفة إنتاج الوحدة. وتبلغ الأسعار الحالية غير المدعومة من قبل الحكومات ٢٠-٤٠ سنت أمريكي/ كيلو وات/ ساعة وذلك بالنسبة لوحدات الإنتاج كبيرة الحجم(٢).

بيد أن تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء يتطلب سماء صافية وضوء قوي وتتوفر هذه الظروف الطبيعية في جنوب غرب أمريكا والمكسيك وشمال أفريقيا والشرق الأوسط ووسط آسيا. ومن المتوقع أن تقوم هذه الطاقة بإمداد نحو ٥% من الكهرباء في العالم بحلول عام ٢٠٥٠.

وعلى هدي ما تقدم، نستطيع القول أن توليد الكهرباء من خلال الخلايا الكهروضوئية يتميز بالآتي(٣):

---

(1) Solar Electric Generation systems, Nextera Energy, available at: www.nexteraenergyresources.com/content/pdf/segs.

(٢) مرجع سابق ذكره، ص٧.

(٣) الوكالة الألمانية للطاقة "DENA"، الطاقة المتجددة، الوزارة الاتحادية للاقتصاد والتكنولوجيا، ص٨ وما بعدها. متاح على الموقع التالي:
www.renewables-mode-in-germany.com.

١- توليد الكهرباء يتم دون إحداث أي ضوضاء وأي انبعاثات.

٢- تنوع التطبيقات، ما بين التطبيقات الصغيرة مثل الآلات الحاسبة التي تعمل بالطاقة الشمسية إلى إنتاج الطاقة في المنازل الخاصة والمصانع الكبرى.

٣- ارتفاع الاستدامة البيئية، حيث لا يتسبب استخدام السيلكون والتخلص منه في أي أخطار بيئية.

وعلى الصعيد المصري، فقد انتشرت تطبيقات نظم الخلايا الفوتوفلطية لأغراض الإنارة- إذ تم إنارة العديد من القرى مثل قريتي أم الصغير بواحة الجارة وعين زهرة بواحة سيوة والتباعتين لمركز سيوة- محافظة مطروح.

ولعل المشروع يتكون من[١]:

- إنارة عدد (١٠٠) منزل، وعدد (٤٠) عمود إنارة شوارع.
- إنارة عدد (١) مدرسة وعدد (٣) مساجد.
- إنارة عدد (٢) وحدة صحية ريفية وتركيب (٢) ثلاجة حفظ أمصال و(٢) معقم طبي.

---

(١) راجع موقع الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، مرجع سابق.

بالإضافة لما تقدم، هناك العديد من الدراسات لمشروعات توليد الكهرباء من خلال الخلايا الشمسية مثل:

- مشروع محطة توليد كهرباء بالخلايا الشمسية قدرة ٢٠ ميجاوات بالغردقة بالتعاون مع الوكالة اليابانية للتعاون الدولي.
- مشروع تنفيذ محطة توليد كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية قدرة ٢٠ ميجاوات بكوم أمبو بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتنمية AFD.

- الطاقة الشمسية ومدى الاستفادة منها في المدن الجديدة والتنمية العمرانية:

بادئ ذي بدء يمكن القول، بأن الطاقة الشمسية تلعب دورًا مهمًا في عملية التنمية العمرانية المستدامة. ولكن لكي ينمو أي تجمع عمراني جديد على قاعدة اقتصادية سليمة، لابد من توافر العديد من المتطلبات نذكر منها[١]:

- الموقع الاستراتيجي المناسب وإمكانية الاتصال بالعالم الخارجي.
- مواد بناء أولية من ثروات طبيعية أو منتجات زراعية حيوانية وداجنة أو أسماك.
- مصادر الطاقة سواء التقليدي منها أو الجديد.
- المياه الصالحة لدعم الحياة والأنشطة الأخرى.

---

(١) د. عبد اللطيف محمود، تنمية المجتمعات الصناعية المكتفية ذاتيًا في جمهورية مصر العربية، بدون دار نشر، بدون تاريخ نشر، ص٦٥.

- رأس المال الكافي والمضمون.
- الكوادر الفنية والإدارية للسكان.
- تكنولوجيا التنمية المناسبة.

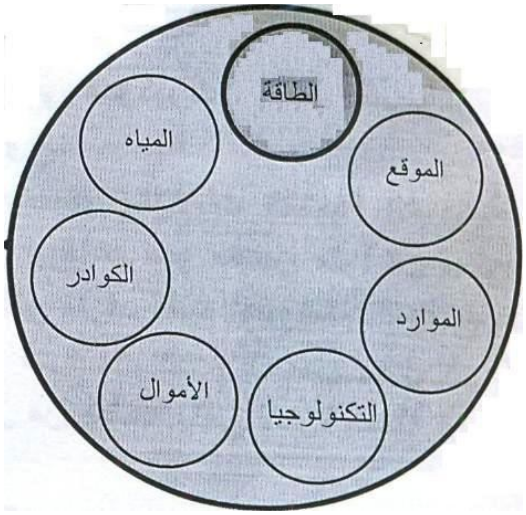
ولعل مثل هذه المتطلبات تمثل منظومة متكاملة، يؤدي كل منها دوره في إطار متكامل مع باقي عناصر المنظومة[١] وهو ما يوضحه الشكل البياني التالي رقم (٢٦).

(١) د. نوبي محمد حسن و د. محمود عبد الهادي الإكيابي، استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في المدن الجديدة (قاعدة اقتصادية في عملية التنمية العمرانية المستدامة، بحث منشور في ندرة المدن الجديدة. ودورها في التنمية المستدامة، أكادير، المملكة المغربية، ٢٤-٢٧ نوفمبر، ١٩٩٩، ص١٥.

شكل رقم (٢٦)

منظومة القاعدة الاقتصادية السليمة لأي تجمع عمراني

ودور الطاقة في هذه المنظومة



المصدر: د نوبي محمد حسن، مرجع سابق، ص١٦.

وحيث أن الأهداف الرئيسية لتخطيط الطاقة تنحصر في:

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

وبذلك يتضح لنا الدور الذي يمكن أن تلعبه الطاقة في عملية التنمية العمرانية، وخصوصًا مع توقع نفاذ مصادر الطاقة الحالية، وكذلك الكم الكبير من الأموال التي تنفق من أجل معالجة الآثار الضارة التي ترتبت على الزيادة في استخدامها في الفترة الأخيرة.

وهناك العديد من الدراسات والتطبيقات أكدت أنه بالإمكان استخدام تقنيات الطاقة الشمسية السالبة في مجال العمارة، بل وتطورت بعض المفاهيم المعمارية نتيجة لذلك وكان من بينها مصطلح "العمارة الشمسية السالبة" Passive Solar Architeture" وهي العمارة التي تستخدم الإمكانيات الطبيعية للشمس سواء الحرارة أو الضوء في عملية التصميم المعماري للمباني. من هنا ظهرت بعض التجارب لمباني- سكنية أو إدارية أو تجارية أو ...الخ- ومواقع تستخدم إمكانيات الطاقة الشمسية السالبة أو النشطة أو كلاهما معًا.

كما استخدمت الأجهزة الشمسية في مواقع عديدة وتم الاستفادة منها في الزراعة والصناعة وتقوية محطات الإرسال وغيرها.

- الطاقة الشمسية والنشاط الزراعي:

يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها إلى زيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات المزروعة. فبعض التقنيات التي تتمثل في تنظيم مواسم الزراعة حسب أوقات العام وتعديل اتجاه صفوف

النباتات المزروعة وتنظيم الارتفاعات بين الصفوف وخلط أصناف نباتية مختلفة يمكن أن تحسن من إنتاجية المحصول. واستخدامها في إدارة ماكينات ضخ الماء وتجفيف المحاصيل وتفريخ الدجاج وتجفيف السماد العضوي للدجاج كما أنه تم استخدام الطاقة المتولدة بواسطة اللوحات الشمسية في عمل عصائر الفاكهة وتتمثل أهم مميزات إنشاء البيت المحي في[١]:

- إنتاج محاصيل الخضروات في غير مواسمها العادية على مدار العام.
- إنتاج شتلات مبكرة للزراعات الحقلية.
- زيادة الإنتاج مع زيادة كثافة النباتات.
- إنتاج ثمار ذات مواصفات تسويقية عالية.
- تقليل الاستهلاك في كميات مياه الري المستخدمة وتنظيم عملية الري، التحكم بدرجات الحرارة من خلال عملية التدفئة والتبريدوحماية المزروعات من خطر الصقيع.
- السيطرة على الآفات الزراعية مقارنة بالزراعة المكشوفة والسيطرة على الأعشاب يدويًا أو كيميائيًا.

---

(١) مركز الدراسات والبحوث، الغرفة الشرقية، مرجع سابق، ص٦.

- إنتاج الكثير من الأزهار والنباتات الداخلية على مدار العام.
- التوفير في الأيدي العاملة اللازمة للإنتاج.

- الطاقة الشمسية وتسخين الماء:

يمكن الاعتماد على الطاقة الشمسية في تسخين الماء في المصانع والمنازل بدلاً من الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية من نفط وغاز[1]. ولعل آلية التسخين الشمسي تعتمد على سخان شمسي يثبت عادة على أسقف المباني ليقوم بتجميع الإشعاع الشمسي، ومعظم هذه السخانات بسيطة في تصميمها وتعمل على رفع درجة حرارة الماء (اقل من ١٠٠ درجة مئوية) ويستخدم هذا الخزان للأغراض المنزلية أو حمامات السباحة.

ففي المنخفضات الجغرافية التي تقع (تحت ٤٠ درجة)، يمكن أن يتم توفير ما يتراوح من ٦٠% إلى ٧٠% من المساء الساخن المستخدم في المنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى ٦٠ درجة مئوية بواسطة نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية. ويعتبر من أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة (٤٤%) والألواح المستوية المصقولة (٣٤%) التي

([1]) Solar water Heating system, p.p. 1:5, available at: www.emsd.gov.hk/emsd/e_download/EMSD_Eng.pdf.

تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل. وكذلك الألواح البلاستيكية غير المصقولة (٢١%) التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة. وقد بلغ إجمالي سعة نظم تسخين الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية خلال عام ٢٠٠٧ حوالي ١٥٤ جيجاوات[١].

- الطاقة الشمسية وتبريد الهواء:

يمكن أن تسهم التقنية الشمسية الحرارية إسهامًا بارزًا في تبريد الهواء[٢]. إذ تُستخدم الحرارة المكتسبة في السخان كطاقة تعمل على تشغيل معدات إنتاج الهواء البارد. ولعل من المميزات الهامة لهذه التقنية أن الحاجة إلى التبريد تظهر في نفس وقت سطوع الشمس. وهو ما تنتفي معه الحاجة للتخزين الطويل للحرارة أو البرودة. وفضلاً عن التوفير المباشر للوقود الحفري. يعني ذلك أيضًا خفض متطلبات الكهرباء خلال فترات ذروة الأحمال الكهربائية في فصل الصيف.

من المتوقع أن يؤدي الطلب المتزايد على ظروف الحياة المحسنة. المقترن بالاتجاه إلى إنشاء مبان ذات واجهات زجاجية ضخمة إلى زيادة الطلب على تكييف الهواء غير الضار بالبيئة. وتمثل هذه الأنظمة بديلاً يُعتمد عليه

---

(١) مرجع سبق ذكره، ص٣٧ وما بعدها.

(٢) د. صبري بولص، تكييف الهواء المركزي واستخدام لطاقة الشمسية في عمليات تكييف الهواء، دار المعارف المصرية، ٢٠١٣، ص٢ وما بعدها.

وبخاصة في البلاد ذات الطقس الدافئ التي تسهم فيها الطاقة المستهلكة في ماكينات التبريد الانضغاطية الكهربائية في رفع سعة شبكات الكهرباء إلى أقصى مستوى لها خلال فترات ذروة الأحمال.

وبالنسبة للتبريد الشمسي. يشيع استخدام نظامين مختلفين هما:

الأنظمة المغلقة:

في هذه الأنظمة. يتم استخدام الحرارة الشمسية لتشغيل عملية تبريد بالامتصاص ولا يكون للسوائل الموجودة في هذه العملية- التي يُطلق عليها اسم "العملية المغلقة"- أي تلامس مع الهواء الجوي.

الأنظمة المفتوحة:

وعلى النقيض مما سبق، تشتمل "العملية المفتوحة" على تبريد المياه في تلامس مباشر مع الهواء الجوي. أما في الطريقة التي تُعرف بطريقة المادة المجففة. فيتم نزع بخار الماء من الماء من الهواء المتدفق للداخل باستخدام مادة مجففة- كالسيلكاجيل مثلا- تغلف اسطوانية مسامية دوارة وتعمل على امتزاز الرطوبة. عندما تدور. يتم تسخين جزء من الاسطوانة بصفة دائمة عن طريق مجرى هواء مسخن بالطاقة الشمسية، بحيث تتحرر الرطوبة إلى البيئة المجاورة (الدوَّار نازع الرطوبة). يقوم الهواء الداخل أولاً بالتسخين الطفيف أثناء التجفيف. ثم تقل درجة حرارته حتى تصل إلى درجة الحرارة المحيطة عن

طريق المرور على الدوَّار الثاني. إن تبخر الماء من الهواء المتدفق للداخل يؤدي إلى المزيد من التبريد للوصول إلى الدرجة المطلوبة.

- الطاقة الشمسية وطهو الطعام:

إذا أمكن تصنيع ما يسمى بالطباخ الشمسي، وهو عبارة عن جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهور والتجفيف والبسترة. ولعل استخدامه يقلل من دون شك الاعتماد على الكهرباء من مصادر تقليدية.

- الطاقة الشمسية ومعالجة مياه الصرف الصحي:

وهنا يتم استخدام الطاقة الشمسية أيضًا عبر آلية معينة تستخدم في التنقية وإزالة السموم من الماء الملوث، وإعادة استخدامها في الري والمصانع كل ذلك بواسطة التحلل الضوئي.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن مصر والتي تعد أحد أهم الدول التي تقع داخل الحزام الشمسي قد استفادت من النظم المختلفة للطاقة الشمسية، وإن كانت بنسبة بسيطة. إذ تم استخدام الطاقة الشمسية في عمليات توليد الطاقة الكهربائية في بعض المناطق مثل مطروح وواحة سيوة والجيزة ومحطة الكريمات والزعفرانة...الخ.

إضافة إلى استخدام الطاقة الشمسية كذلك في إشارة بعض الطرق ولكن كل ذلك يشكل ليس بالمطلوب. وذلك بالرغم من توافر هذه الطاقة التي أمدنا الله سبحانه وتعالى بها، وهي كنز يتعين استثماره والاستفادة منه، ففي الأيام الأخيرة وقيام بعض الدول مثل أثيوبيا ببناء بعض السدود، واعتزام دول أخرى بناء سدود على نهر النيل، أصبح لزامًا على السادة المسئولين الاهتمام بالطاقة الشمسية كمصدر هام لتحلية مياه البحر وتوليد الكهرباء على النحو سابق الإشارة إليه.

الخاتمة والمقترحات والتوصيات

من خلال دراستنا لموضوع الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة، اتضح لنا مدى الدور الذي يمكن أن تلعبه الطاقة المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية في التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية- المتواصلة- أيضًا بات من المهم البحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية من نفط وغاز ... الخ. والانتقال إلى الطاقة الجديدة والمتجددة من الآن وفي المستقبل من أجل تأمين مصادر الطاقة. لقد تبين من هذه الدراسة أن المشكلة الرئيسية التي يتمحور حولها تتمثل في أهمية تأمين مصادر الطاقة من أجل توليد الكهرباء وتحلية مياه البحر وإنارة المدن الجديدة واستخدامها في الري بالطرق المختلفة، وهو الأمر الذي من شأنه أن يقلل من استخدام مصادر الطاقة التقليدية والاحتفاظ بها من أجل الأجيال القادمة.

إضافة إلى ما تقدم، فإن مصر تعتمد بشكل جوهري على مياه النيل في توليد الطاقة، وهو مصدر سيتأثر حتمًا كما ذكرنا في هذه الدراسة، خصوصًا بعد قيام بعض دول حوض النيل بإنشاء سدود على مجرى النهر، واعتزام دول أخرى مزيد من السدود، وهو ما سينعكس بالسلب على حصة مصر من مياه النيل إضافة إلى التأثير على الكهرباء... الخ ...

لما سبق، فقد أثرنا تقسيم دراستنا إلى فصول ثلاثة: الفصل الأول، حاولنا إلقاء الضوء على مفهوم الطاقة المتجددة وأهميتها ومصادرها وكذلك مفهوم

التنمية المستدامة ودور الطاقة المتجددة في إنجاز أهدافها. وانتقلنا بعد ذلك في الفصل الثاني، لنحلل مفهوم الطاقة الشمسية محور الدراسة وأهميتها وعرض لتجربة بعض الدول الرائدة في صناعة الطاقة الشمسية مثل ألمانيا وبعض الدول العربية مثل الجزائر التي استفادة من وجود الشمس في توليد الطاقة، لنرى هل بإمكان مصر الاستفادة منها أم لا.

ولما كانت مصر أحد أهم الدول التي تقع في منطقة الحزام الشمسي، ويتوافر فيها الشمس لفترات طويلة على مدار العام، فكان لزامًا علينا أن نحلل الآثار والاستخدامات الاقتصادية للطاقة الشمسية في مصر فيها، خصوصًا في ظل هذه الفترة وفي المستقبل.

- ومن خلال هذه الدراسة يمكننا استيلاد العديد من النتائج المهمة، نعرض لبعض منها على النحو التالي:

١- إن استخدام الطاقة المتجددة بمصادرها المختلفة لم يعد محلاً للنقاش، بل أصبح من الأمور الأساسية والجوهرية التي يتعين على حكومات المنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا أن تلعب دورًا مهمًا لتنشيط هذا القطاع وتشجيع الاستثمارات فيه. وفي هذا الإطار نوصي بـ:

- أهمية وضع الاستراتيجيات اللازمة لتطوير وتحديث استخدام الطاقات المتجددة. خصوصًا المتوافر بكثرة فيها مثل الطاقة الشمسية.

- وضع الأطر المؤسسية والتقنية والتشريعية اللازمة.
- بناء قدرات الأبحاث والتطوير وصقل المهارات المحلية، وتعميق التعاون الدولي في هذا الأمر.

٢- إن النفط الذي يأتي على رأس الطاقات التقليدية، والذي اعتمد عليه العالم كمصدر أساسي للطاقة أصبح مهددًا بالنفاد والنضوب، بحسب تقديرات العلماء، وعلى ذلك فإن الاهتمام والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة أصبح أمرًا لا غنى عنه.

٣- الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الطاقة البديلة والمتجددة المتوافرة في مصر والوطن العربي، ومن ثم يجب تقديم كافة أنواع الدعم المادي والمعنوي من أجل تنشيط البحث في مجالات الطاقة الشمسية.

٤- إن الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة، والتي تعد من القواعد الاقتصادية المهمة في عملية التنمية الاقتصادية تتميز بوفرتها وبكونها طاقة نظيفة يمكن استخدامها في أنشطة مختلفة سواء أكانت في شكل حرارة أو كهرباء أو ضوء ... الخ.

٥- إن مزيد من الاستخدام للطاقة الشمسية في مصر وتكثيف الاعتماد عليها، سيؤدي حتمًا ومن دون شك في التغلب على مشكلة التكلفة المادية. وهنا نوصي بحتمية تطوير تكنولوجيا وتقنيات الطاقة الشمسية واستخدامها

على المدى القريب والبعيد والبدء في إحلال تدريجي للطاقة الأحفورية.

٦- إن العديد من الدول العربية مثل المملكة العربية السعودية والجزائر ومصر قد بدأت بالفعل في إعداد قواعد بيانات ودراسات مختلفة وتجميع الكثير من المعلومات عن الطاقة الشمسية. وهنا نوصي بضرورة استخدام مثل هذه المعلومات في التحليل الفني والاقتصادي والاجتماعي والبيئي من أجل حل بعض المشكلات التي نعاني منها مثل المياه والكهرباء والإنارة وغيرها..

٧- هناك العديد من الدول الناجحة والتي حققت إنجازات كبيرة في مجال الطاقة الشمسية، بالرغم من عدم توافر الطاقة الشمسية لأوقات كثيرة من العام لديها. وهنا نوصي بأهمية الاستفادة من مثل هذه التجارب الناجحة مثل تجربة ألمانيا، ونبدأ من حيث انتهى الآخرون، وهو ما سيوفر وقتًا وجهدًا كبيرين.

٨- إن قطاع الطاقة الشمسية باعتباره قطاعًا اقتصاديًا واعدًا في مصر، يمكن استخدامه ليس فقط لتوليد الطاقة لتلبية احتياجات الدولة من الطاقة وإنما يمكن الاستثمار فيه، وتصدير الكهرباء المتولدة منه إلى أوروبا ودول حوض البحر الأبيض المتوسط وهو ما سينعكس بالإيجاب على اقتصاد الدولة.

٩-لما كان قطاع الطاقة الشمسية من القطاعات الاقتصادية المهمة والمتوقع لها ذلك في مصر. فإن الأمر يتطلب تضافر الجهود من أجل إزالة وتذليل العقبات والقيود الاقتصادية والتمويلية والفنية وكذلك البيئية والتشريعية.

وهنا نوصي بـــ:

- تخفيض الضرائب والجمارك على عمليات الإنتاج والاستيراد لمعدات الطاقة الشمسية.
- تشجيع القطاع الخاص في الاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية.
- تدريب العمالة ومنحها الخبرة في هذا المجال.
- تقديم المزيد من الحوافز لاستخدام الطاقة المتجددة مثل تقديم الدعم وتخفيض الضرائب.
- إصدار القوانين والتشريعات اللازمة لتشيجع استخدام وإنتاج الطاقة الشمسية ومنح المزايا والإعفاءات لمن يستخدمها.
- وجود سياسة من قبل الدولة نحو التوجه نحو الاستخدامات المختلفة للطاقة الشمسية والتشجيع عليها.

١٠-إن مصر قد استخدمت بالفعل الطاقة الشمسية وطبقتها في استخدامات عديدة، في توليد الكهرباء وإنارة بعض الطرق والمستشفيات وإنارة قرى

كاملة في مطروح ومحطات الكريمات خير دليل على أنه بإمكان مصر التوسع في استخدام الطاقة الشمسية دون قلق من أي عوائق وعقبات.

وهنا نوصي بـ:

- تشجيع التعاون مع مختلف الدول الأوروبية والآسيوية في هذا المجال والاستفادة من كل الخبرات.
- تخصيص صندوق وطين لدعم مشاريع الطاقة الشمسية في كل مناحي مصر.
- إرسال البعثات العلمية وتكثيفها في هذا المجال حتى يتوافر لدينا الكفاءات المطلوبة في هذا القطاع.

١١- أخيرًا فإن الاعتماد على الطاقة الشمسية لا يعني إطلاقًا عدم الاهتمام بمختلف مصادر الطاقة المتجددة مثل الرياح وطاقة المد والجزر والطاقة الحيوية وهنا تظهر أهمية الاستثمار في إقامة المشاريع التكاملية بين الطاقة الشمسية ومختلف المصادر الأخرى من أجل تعظيم الاستفادة.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- الأبحاث المتخصصة

١- الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، بناء القدرات في تنظيم الطاقة المستدامة- نهج للتخفيف من الفقر وإدماج قضايا النوع الاجتماعي ضمن الاهتمامات الرئيسية، الجزء الأول، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في دول الأسكوا.

٢- د. الطاهر خامرة، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة، بحث مقدم إلى المؤتمر العلمي الدولي، بكلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، الجزائر، بعنوان التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، ٧-٨ أبريل، ٢٠٠٨.

٣- د. إيمان على محفوظ، الآفاق المستقبلية لدور الطاقة الجديدة والمتجددة في تلبية الاحتياجات من الطاقة- بالتطبيق على قطاع الكهرباء بجمهورية مصر العربية، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، القاهرة، مصر، ٢٠٠٥.

٤- د. بوقرة رابح، آثار استغلال اقتصاديات الطاقة المتاحة المتجددة على

الدول العربية، المؤتمر العلمي الدولي بعنوان التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، الجزائر، جامعة المسيلة، ٧- أبريل، ٢٠٠٨.

٥- د. حبيب عيسى الناصر وحنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، بدون سنة نشر.

٦- د. رضا عبد السلام، الطاقة النووية وأهداف التنمية المستدامة لدول مجلس التعاون، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، بدون سنة نشر.

٧- د. سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة المتجددة، عالم المعارف، سلسلة كتب تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، يناير ١٩٧٨، ١٩٨١.

٨- د. سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة المتجددة، عالم المعرفة، سلسلة كتب تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٧٨.

٩- د. عبد المجيد قدي، مدخل إلى السياسات الاقتصادية الكلية "دراسة تحليلية تقييمية، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، ٢٠٠٥.

١٠-د. عبد المجيد قدي، مدخل إلى السياسات الاقتصادية الكلية دراسة تحليلية تقييمية"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، ٢٠٠٥.

١١-د. عبد الوهاب شلبي محمد قاسم، إمكانية استخدام الطاقة الشمسية (PV) كمصدر قدرة لتشغيل نظم الري بالتنقيط للمناطق الصحراوية، بدون دار نشر، الإسكندرية- مصر، بدون سنة نشر.

١٢-د. فروحات حدة، الطاقة المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الباحث، العدد١١، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التيسير، الجزائر، ٢٠١٢.

١٣-د. كامل بكري و د. محمود يونس و د. عبد النعيم مبارك، الموارد واقتصادياتها، دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، ١٩٨٦.

١٤-د. محمد صلاح صديق ود. سامح عثمان أحمد، الموسوعة في شتى مجالات المعرفة، مكتبة الثقافة، الإسكندرية، مصر، ٢٠٠٦.

١٥-د. مريم مصطفى أحمد وإحسان حفظي، قضايا التنمية في الدول النامية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٥.

١٦-د. هاني عبيد، الإنسان والبيئة "منظومات الطاقة والبيئة والسكان"، دار

الشروق، عمان، ٢٠٠٠.

١٧-د. وهيب عيسى الناصر وحنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيويالعربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم- إدارة برنامج العلوم والبحث العلمي، بدون تاريخ نشر.

١٨-دونالد اتكين، التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة، المنظمة الدولية للطاقة الشمسية، ٢٠٠٥، ترجمة هشام العجماوي.

١٩-سالم عبد المحسن وسن، اقتصاديات النفط، الجامعة المفتوحة، طرابلس، ١٩٩٩.

٢٠-فيل أوكيف وجيف أوبراين ونيكولا بيرسال، مستقبل استخدام الطاقة، مجموعة النيل العربية للنشر، الطبعة الأولى، ترجمة عاشئة حمدي، ٢٠١١.

٢١-مركز الدراسات والبحوث، غرفة الشرقية، اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٩.

- **أبحاث الإنترنت:**

- عدنان بن عبد الله النعيم، ألمانيا رائدة العالم في الطاقة الشمسية، مقال منشور بجريدة الرأي الاقتصادي، على الإنترنت على العنوان التالي:

http://www.alyaum.com/news/art/80967.html.

- دراسة بعنوان "محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، المركز الألماني لشئون الطيران ومجال الفضاء (DLR)، متاح على الموقع الإلكتروني التالي:

http://qwww.menarec.org/resources/trans-cspParabic.pdf. in 10-3-2013.

- انظر موقع هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بمصر، على الموقع التالي:

http://www.

- بحث بعنوان "الطاقة المتجددة"، مشار إليه على الموقع الإلكتروني التالي:

www.egyptiangreens.com/docs/firstpage/index.php.

- البنك الدولي: تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة– حل ناشئ لسد الفجوة المائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. متاح على الموقع التالي:

www.worldbank.org/mna/watergap.

- مايكل إكهارت، الطاقة المتجددة، التطلع نحو طاقة لا تنضب، متاح على الموقع التالي:

www.usinfo.state.gov/ar/home/p. visited in 1/1/2013.

- مركز الدراسات والبحوث، السعودية- اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، هذا البحث متاح على الموقع الإلكتروني التالي: www.

- د. ياسر طه مكاوي، الطاقة المتجددة: تجارب ناجحة حول العالم، ٢٠١٢، متاح على الشبكة الدولية للمعلومات على الموقع التالي:

http://www.tagat.org/energy/151. last visited 3/4/2012.

- **هيئات ومراكز:**

١- هيئة الطاقة الجديدة المتجددة: الطاقة المتجددة في مصر، القاهرة، ٢٠١١.

٢- انظر مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، مشروع رقم (imc/ ps217) التقرير النهائي، ديسمبر ٢٠٠٦.

٣- المركز الألماني لشئون الطيران ومجال القضاء حول دور محطات

الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، معهد أبحاث الديناميكا الحرارية، ألمانيا، ٢٠٠٥.

- **تقارير ومجلات:**

١- بيرنفارد يانتسيغ، فرايبورغ مدينة الطاقة الشمسية، مجلة ألمانيا، العدد ٢٠، دار النشر سوسيتش، فرانكفورت، ٢٠٠٨.

٢- تقرير جديد يربط بين الطاقة المتجددة وحلول مشكلة التغير المناخي، متاح على الموقع الإلكتروني التالي:

www.unep.org/GC/GCSS-ix/arabic/REN_arabic-doc.

٣- د. ماجد أبو النجا الشرقاوي، الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية، مجلة مصر المعاصرة، الجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والإحصاء والتشريع، العدد ٥٠٤، القاهرة، أكتوبر ٢٠١١.

٤- د. محمد ساحل ود. محمد طالبي، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة من أجل التنمية المستدامة "عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، جامعة قاصدي مرباح بورقلة، العدد ٦٠، ٢٠٠٨.

٥- د. مخلفي أمينة، النفط والطاقة البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، عدد ٩، الجزائر، ٢٠١١.

٦- د. مراد ناصر، "التنمية المستدامة وتحدياتها في الجزائر"، مجلة التواصل، العدد ٢٦، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التيسير، جامعة البليدة، ٢٠١٠.

٧- شريف عمر، الطاقة الشمسية وآثارها الاقتصادية في الجزائر، مجلة العلوم الإنسانية، العدد السادس، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، ٢٠٠٤.

٨- مارتين أورت، علينا زيادة الفعالية"، مجلة ألمانيا، العدد ٢٠، دار النشر سوسيتس، فرانكفورت، ٢٠٠٨.

٩- محمد طالب و محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، مجلة الباحث، العدد ٦٠، ٢٠٠٨.

١٠-مركز الإنتاج الإعلامي بجامعة الملك عبد العزيز، دور التنمية المستدامة في الوطن العربي- بين الواقع والمأمول، الإصدار الحادي عشر، مجلة نحو مجتمع معرفي، جدة، مكتبة فهد الوطنية، ١٤٢٧هـ..

١١-مقال بعنوان ألمانيا: مستوى قياس في توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية، الشرق الأوسط، العدد ١٢٢٣٥، مايو ٢٠١٢.

١٢-منظمة الدول المصدرة للبترول (OPEC)، التقرير السنوي الثالث والثلاثون، العدد ٢٠٠٧.

١٣-منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة، الترجمة العربية لدليل إحصاءات الطاقة الدولية، مارس ٢٠٠٩.

١٤-منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (الأوابك OAPEC)، تقرير الأمين العام السنوي السادس والثلاثون، ٢٠٠٩.

- مؤتمرات وندوات:

- د. محمد مصطفى الخياط ود. إيناس محمد إبراهيم، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات لطاقة المتجددة- دراسة حالة مصر، المؤتمر العلمي لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات، القاهرة، مصر، فبراير ٢٠١٠.
- د. محمد مصطفى الخياط، الطاقة البديلة وتأمين الطاقة، مؤتمر هموم عالم واهتمامات أمة، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، ٢-٣ أبريل، ٢٠٠٣.

- د. نوبي محمد حسن و د. محمود عبد الهادي الإكيابي، استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في المدن الجديدة (قاعدة اقتصادية في عملية التنمية العمرانية المستدامة، بحث منشور في ندرة المدن الجديدة. ودورها في التنمية المستدامة، أكادير، المملكة المغربية، ٢٤-٢٧ نوفمبر، ١٩٩٩.
- محمد عبد الله المنتصر وآخرون، الطاقة الشمسية وتحلية المياه في الوطن العربي، الندوة الثانية لآفاق البحث العلمي والتطوير التكنولوجي في العالم العربي، طرابلس- ليبيا، بدون سنة نشر.

ثانيًا المراجع الأجنبية:

- الأبحاث المتخصصة:

- Appert, O. "Energy and sustainable development: issues and options", the international Energy Agency, NEA News 2001.
- BP: statistical review of world energy, June 2009.
- Corinne Gendron, Le développent durable comme compromise, publications de l'université, Québec, 2006.
- D. Dipanker, Energy and Sustainable Development in India, Helio international, 2005.
- Dincer, I, 2002, the role of energy in energy policy making, energy policy, Vol. 30.

- Elena Nekhaev, Energy for tomorrow's world, future power development, Cornhill publications, London 2001.
- European Photovoltaic industry association CEPIAL, "Solar Generation 6: Solar Photovoltaic electricity empowering the World", 2011.
- Federal Ministry for the environment nature conservation and nuclear safety, development of renewable Energy Sources in Germany 2011, Germany, July 2011.
- Global Renewable Energy Review, 2005.
- Godfrey, D. Photovolatic power generation van nostrand Reinhold co.,
- Govinda R.T., Lado, K., and Patrick A.N., "Solar energy: Markets, economics and plicies, "Renewable and Sustainable Energy reviews 16, 2012.
- Green, N.A., Emery, K., Hishikawa, Y. and Warta, W. (2008), Solar Cell efficiency tables (Version32), progress in photovoltaics: Research and Applications, Vol. 16.
- GTZ. 2001. GTZ Seminar in design and simulation of PVPS: Assessment of and selections eriteria for irrigation methods using PVPS. GTZ, OE 44, Germany.
- IEA: (2007) Bioenergy, potential contribution of Bioenergy to the world's future energy demand, IEA, Bioenergy

programme, Paris: IEA.

- IEA: World Energy Outlook, Paris: international Energy Agency, 2006.
- José Romero et Kaspar Meuli, La Fièvre Monte inexorablement, Environnement, 2003.
- K. Daifuku, "Nuclear Energy Today" policy brief organization for economic co-operation and development (OECD), February 2005.
- Kishore, V. V, N, M.R. Gandhi, N. Pathak, S.D. Gomkale, and K.S. Rao. 1986. Development of a solar (thermal) water pump protoyype-anIndo-Swiss experience. Solar Energy. Vol. 36.
- Martinot, E., Renewable 2007 Global Status Report, REN21, Paris: REN21 secretariat and Washington, DC: World Watch institute, 2008.
- Middleton, N. and O, Keefe, p. (2003) Rio plus ten-politics, poverty and the Environment, London: Pluto press.
- Najam & C. Cleveland, "Energy and sustainable development at global environment summits: An Evolving Agenda", Kluwer A cademic publishers, 2003.
- Najam, A., Huq, S. and Sokona, Y. (2003), Climate negotiations beyond Kyoto: development countries

concerns and interests, climate policy, Vol. 3.

- New and Renewable Energy Authority- Annual Report (NREA), 2004/2005.
- OECD, Nuclear Energy in a sustainable development perspective.
- Radwan, M.S. and H. Haikal, 1981, A conceptual design of a solar water-pumping unit for developing countries, in "Solar World Forum" proceedings of the international solar energy society congress, Brighton, England, Vol. 2.
- Rashed Cassim, Sustainable Development: The Case of Energy in south Africa, international centre for trade and sustainable development, April 2004.
- Renewable Energy 2012, Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21 the century.
- Rifkin, J. (2002), The hydrogen economy: The creation of the world wide energy web and the redistribution of power on earth, Oxford.
- T. Dujardin, "Nuclear Energy and Sustainable Development", Economics, Environment, social, OECD Nuclear Agency, May 2007.
- WEC (2007) Survey of energy resources, London: World Energy council.

- **أبحاث الإنترنت:**

- EST (2008) Ground source Heat pumps, Energy saving trust (EST). available at: www.energysavingtrust.org.UK/ generate your Own energy/types of renewables/ground source heat pumps
- New and Renewable Energy Authority, annual report (NREA), 2004- 2005. www.nrea.gov.eg
- Methodology For Allocation Municipal Solid Waste to Biogenic/ Non- Biogenic Energy, us Energy, Us Energy information administration site, available on this link http://www.eia.gov/cneaf/solar.renewables/page/nswaste/ mswreprot.html.
- Com, K: Renewable energy road map renewable energies in the 21st century: Building a more sustainable future 2006, available at: http://wurlex.eurpa.eu/lexuriserv/ lesvriserv.do?uri+com:2006:0848:Fin:En:PDF.
- Wavenet, L. (2003) Results from the work of the European thematic network on wave energy, final report, ERK5-CT-1999- 2001, European commission, energy, environment and sustainable Development programme. Available at: www.wave-energy.net/library/wavenet%full%20report (1101)PDF.

- Gerhard, A. and others, Renewable Energy in the context of sustainable development, p. 713, this search available at: http://www.prcteam.gemzo.net/su13(1).htm.
- UNEP: Energy Production and Consumption, available at: www.//http.rona.UNep.org/about_UNep_fona/education/ene.
- IEA-PVPS, Trends in Phottovolatic Applications, survey report of selected IEA Countries between 1992 and 2007, international Energy Agency Photovolatic power systems programme, Report IEA-PVPS Ti- 17, Paris: EEA, 2008.; Good jops, Economic development, cleaon Energy 10% Solar Energy standard (SES) by 2030. available at: www.solarMN.org.
- Friedrich Ebert Stiftung, Solar Energy in Germany, March 2006, available at: http://library.fes.de/pdf-filesbueros/London/ 03560.pdf
- Renewable energy Law: available at: http://en.wikipedia.org/wiki/ renewable_energy_law
- OAPEC, Annual Statistical Report, (2008), Electric Energy Generation in Arab contries (GWh), Electric Energy Generation in Arab contries (Gwh), available at: http://www.oapecorg.org/

- Trieb F. (2007), AQUA-CSP Concentrating solar power for seawater desalination, AQUA-CSP study Report can be found at the wbsite, http://www.dlr.de/tt/trans-CSP.
- Renewable Review, British Petroleum Company site, available at: http://www.bp.com/sectiongenericarticle800.do/categoryid=903774690contentid=7069344.
- Oil and Gas overview international energy agency 2004. www.IEA.eg.