القسم الثالث

الطاقات الجديده والمتجددة في الوطن العربي

- الفصل السابع : طاقة الرياح في الوطن العربي

- الفصل الثامن : طاقة الحرارة الجوفية في الوطن العربي

- الفصل التاسع : طاقة الكتلة الحيوية (البيوجاز) في الوطن العربي

- الفصل العاشر : الطاقة الشمسية في الوطن العربي

- يتمتع الوطن العربي بمساحة كبيرة تزيد علي ١٣,٧ مليون كيلو متر مربع يقع معظمها حوالي (٧٥ ٪) في قارة افريقيا والباقي في آسيا . ويبلغ عدد سكانه قرابة ١٦٠ مليون نسمة يعيش (٧٠ ٪) منهم في افريقيا .. وهو يستهلك من الطاقة حوالي ٤٦ × ١٠ ^{١٥} وحده حرارية بريطانيه (و . ح . ب) في السنة ، يأتي معظمها وهو حوالي (٨٦,٥ ٪) من النفط و (١٢,٥ ٪) من الغاز و (١ ٪) من الفحم والمصادر المائية . ويبلغ متوسط الإستهلاك السنوي للفرد في العالم العربي من الطاقة التجارية حوالي ٣١ مليون وحده حرارية بريطانية (و . ح . ب) و هو أقل من نصف متوسط الإستهلاك العالمي للطاقة حسب إحصائيات عام ١٩٨٠ (١) ، (٢)

ويختلف إستهلاك الطاقة التجارية في العالم العربي بين دولة وأخري ففي بعض الدول العربية وبخاصة الخليجية كقطر والكويت ، يستهلك الفرد مايزيد علي ثمانين ضعف إستهلاك الفرد في السودان وموريتانيا . ويعيش ما يربو علي (٨٠ ٪) من سكان العالم العربي تحت متوسط الإستهلاك السابق . وحتي يعيش الفرد العربي بنفس مستوي الفرد الأمريكي مثلا لسنه ١٩٨٢ فانه يحتاج إلي زيادة في معدل إستهلاك الطاقة التجارية بمقدار (١٠ ٪) سنويا ولمدة عشر سنوات علي الأقل . وحيث أن معدل الزيادة في إستهلاك الطاقة يقل في الغالب عن (٥ ٪) سنويا فإن ذلك يعني أن الفرد العربي سيحتاج إلي أكثر من ٢٠ سنة حتي يعيش بمستوي الفرد الأمريكي في الوقت الحاضر ويتأثر معدل إستهلاك الفرد للطاقة بمقدار دخله السنوي ويبلغ متوسط دخل الفرد في العالم العربي حوالي ٢٢٥٠ دولار في السنة كما هو واضح من الجدول (١ - ٣) و لكن (٨٢ ٪) من السكان يقل عن هذا المتوسط . كما أن الفرق في متوسط الدخل يختلف إختلافا بينا بين دوله وأخري فبينما يصل متوسط دخل الفرد في دولة الإمارات العربية المتحدة إلي أكثر من ٣٠,٠٠٠ دولار حسب إحصائيات عام ١٩٨٠ نجد أن متوسط دخل الفرد اليمني والموريتاني والسودان أقل من ٥٠٠ دولار . واذا ما سلمنا بوجود علاقة بين مستوي معيشة الفرد ومدي إستهلاكه للطاقة فإنه يجب القول بأن العديد من سكان العالم العربي وبخاصة في السودان وموريتانيا واليمن والمغرب ومصر وتونس لازالوا يعيشون علي الطاقة غير التجارية الناتجة من الأخشاب وروث الحيوان والمخلفات المختلفة والتي يطلق عليها جميعا اسم الطاقة الحيوية .

ولاشك أن لدي العالم العربي مصادر متعدده للطاقة ويوضح الجدول رقم (٢ - ٣) مقدار الطاقة الكلية المتوفرة من مصادر الطاقة المختلفة في العالم ومقارنتها مع ماهو متوفر منها في العالم العربي ويتضح منه أن الطاقات الجديدة والمتجددة وهي الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحيوية وطاقة الحرارة الجوفية متوفرة

---

(1) BP statistical Review of World ENERGY , 1982 .

(2) World BANK Atlas , 1983 .

جدول (١ - ٣)

دخل الفرد السنوي في البلدان العربية لعام ١٩٨٢

الدولة	دخل الفرد السنوي (بالدولار الامريكي)	عدد السكان × 1000
الإمارات العربية المتحدة	30067	893
قطر	26060	231
الكويت	22838	1353
السعودية	11264	8960
ليبيا	8640	2978
البحرين	5568	422
عمان	4840	891
العراق	3021	13072
الجزائر	1925	18919
الأردن	1500	3244
سوريا	1340	8977
تونس	1312	6354
المغرب	830	20182
مصر	582	40000
جيبوتي	460	352
اليمن الشمالي	430	7039
اليمن الجنوبي	420	1907
موريتانيا	400	1523
السودان	360	18681
الصومال	260	4472
لبنان	---	2658

*** المصدر :**

جامعة الدول العربية ، الصندوق العربي للإنماء الإقتصادي والإجتماعي ، المنظمة العربية للتنمية الصناعية ، المنظمة العربية للثروة المعدنية ، منظمة الأقطار العربية المصدره للبترول ـ مؤتمر الطاقة العربي الثالث ـ الجزائر ـ الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية ، ٤ ـ ٩ مايو ١٩٨٥ .

جدول رقم (٢ ـ ٣)
كمية الطاقة المتوفرة في العالم وفي الوطن العربي
مقدرة بالوحدة الحرارية البريطانية (و ح ب)

المصدر	العالم	العالم العربي	النسبة المئوية
الطاقة الاحفورية	22.4×10^{18}	3.28×10^{18}	14.6
الطاقة الشمسية	3.8×10^{22} / year	10.2×10^{19} / year	0.27
طاقة الرياح	7.6×10^{20} / year	5.5×10^{19} / year	7.2
طاقة الامواج	17.1×10^{16} / year	0	0
الطاقة الحيوية	3.8×10^{16} / year	5.8×10^{15} / year	1.2
الطاقة الحرارية الجوفية	7.6×10^{18}	7.5×10^{16}	0.98
طاقة المد والجزر	4.7×10^{16} / year	–	–
الطاقة المائية	2.8×10^{16} / year	–	–
الطاقة النووية	2.8×10^{21}	–	–

* المصدر :
نفس المرجع السابق

بشكل كبير جدا إلا أن إستخدامها علي نطاق واسع لا يزال غير إقتصادي ويحتاج إلي بحث وتطوير متواصل . وينطبق ذلك علي طاقة الأمواج والمد والجزر والطاقة المائية والطاقة النووية .

طاقة الرياح فى الوطن العربى

- كيفية إستغلال طاقة الرياح
- إقتصاديات طاقة الرياح
- مشاريع طاقة الرياح القائمة فى الوطن العربى
- البلدان العربية فى شمال إفريقيا
- منطقة الخليج العربى
- منطقة الشمال الشرقى للعالم العربى
- منطقة حوض النيل
- جيبوتى والصومال واليمن الشمالى والجنوبى

- إن المتتبع لتاريخ إستغلال طاقة الرياح يرى أن الإنسان قد سخر هذه الطاقة لخدمته منذ أكثر من ٢٠٠٠ عام ، فقد إستعملها لتحريك المراكب الشراعية والطواحين الهوائية وضخ المياه وغيرها من الأعمال النافعة ، ولقد كان لطاقة الرياح الأثر الأكبر فى إنتشار الإنسان عبر المعموره حتى وصل إلى معظم أطرافها ، لذا فإنه يمكن القول بأن طاقة الرياح كانت ومازالت تشغل مصدرا متجددا يستطيع الإنسان إستغلاله اذا اراد .

ولا شك أن الشمس هى مصدر طاقة الرياح ، وقد قدر بعض الخبراء أن (٢ ٪) من الطاقة الشمسية الساقطة على الأرض تتحول إلى طاقة رياح (١) ، (٢)

اما السبب فى حركة الرياح فيرجع إلى ظاهرتين أساسيتين رئيسيتين وهما : أولا : حركة الرياح الكونية الناتجه عن حركة الهواء البارد من القطبين فى الإتجاه المدارى والإستوائي ليحل محل الهواء الساخن الأقل كثافة والذى يتصاعد إلى أعلى ويتحرك فى إتجاه القطبين ، يضاف إلى ذلك حركة دوران الأرض التى تؤدى إلى دوران الرياح فى إتجاه عقارب الساعة فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية بينما تجعلها تدور فى عكس إتجاه عقارب الساعة فى النصف الشمالى منها ، وثانيا : حركة الرياح الناتجة من إختلاف درجة حرارة الهواء فوق المحيطات عنها على اليابسه ، وهذه الظواهر هى السبب الرئيسى فى تغير حالة الطقس وتغير سرعة الرياح خصوصا اذا وجد فرق فى الضغط الجوى بين منطقة وأخرى . والنتيجة أن هناك ديناميكية متواصلة لحركة الرياح كما أن لها سرعات أكثر ماتكون فوق المحيطات وعلى الإرتفاعات العالية . ويصعب بالطبع إستغلال الرياح فى هذه الإمكنة وعلى ذلك فإن الرياح المتوفرة فعلا لا جل القيام بعمل نافع تكون على اليابسه وقد تكون أقل سرعة منها فوق المحيطات لكنها لا تزال جيدة .

كيفية إستغلال طاقة الرياح

إن إستغلال طاقة الرياح مرتبط إرتباطا كليا بسرعتها التى يجب الا تقل فى المتوسط عن حد معين وهو ٨ ميل / الساعة ، ولا تزيد عن حد معين تحدد قيمته حسب نوع الجهاز المستخدم فى عملية التحويل وحسب الإرتفاع والمكان الذى سيركب عليه ، وهناك أجهزة قياس دقيقة يمكن إستخدامها فى تقدير سرعة الرياح على إرتفاعات مختلفة إلا أن هناك ظواهر طبيعية يمكن الإستفادة منها فى تقدير هذه السرعة (٣) ، (٤) .

---

(1) M . R Gustavson , " Limits to Wind Power Utilization " science , April 6 , 1979 .

(2) C . Flaving , Wind Power A turning Point , World Watch Paper 25 , July 1981 .

(3) D . Manier , Wind Power For the Home Owner , Rodele Press , Em maus , pa , 1981.

(٤) طاقة الرياح والامكانات المتاحة لإستغلالها فى الوطن العربى - عدنان أبو شحاده - مجلة النفط والتعاون العربى ، ١٩٨٤ .

ففى الجدول رقم (٣ ـ ٣) نرى تقديرا لسرعة الرياح فى ٥٥ نقطة لـ ٥٥ مدينة عربية تقع فى دولة [١] ويتضح من الجدول أن المتوسط السنوى لسرعة الرياح هو دائما أكثر من ٨ ميل / الساعة .

ومن الجدير بالذكر أن سرعة الرياح فى الأرياف أو الصحراء تكون عادة أعلى منها فى المدن . وحيث أن المناطق الأخيرة هى أكثر حاجة للطاقة عنها فى المدن فإن معظم المؤشرات تشير إلى إمكانية إستغلالها لخدمة الفلاحين والبدو الذين هم بأمس الحاجة إليها من أجل الحصول على الماء والكهرباء ، حيث أن طاقة الرياح تعتبر مصدرا جيدا لتوفير هذين المرفقين الحيويين . وقد جرب إستخدام طاقة الرياح فى ضخ المياه فى الكثير من بلدان العالم وبخاصة أوربا والولايات المتحدة الأمريكية فأثبتت التجارب نجاحها كما أنها جربت فى الوطن العربى منذ القدم وأثبتت نتائج مشجعة .

وهناك حاليا أبحاث عده فى معظم الدول الصناعية المتقدمة لتطوير الآلات والمعدات اللازمة لاستغلال طاقة الرياح . أما فى الوطن العربى فيجرى حاليا إجراء تجربتين كبيرتين فى كل من تونس والأردن .

---

(1) New and Renewable Energy in the ARAB World . UNEC For Western Assia , Berut 1981 .

جدول رقم (٣ - ٣)

متوسط سرعة الرياح فى بعض البلدان العربية (ميل / ساعة)

الدولة	المدينة	السرعة
الجزائر	عنابه	8.0
	الجزائر	8.0
	وهران	6.9
البحرين	المنامه	13.7
	المحرق	13.7
مصر	الاسكندرية	12.3
	أسوان	7.2
	السلوم	13.8
العراق	بغداد	8,0
	الحي	8.1
	الرطبة	8,0
سوريا	دمشق	8.0
	القامشلى	8.3
	حلب	9.4
	اللاذقية	9.2
الأردن	عمان	10.4
	اربد	14.5
	العقبه	14.10
	الأزرق	14.3

الدولة	المدينة	السرعة
الكويت	الكويت	9.7
	الأحمدى	14.5
لبنان	البقاع	11.0
ليبيا	بنغازى	11.6
	طرابلس	9.1
	طبرق	13.6
	شحات	11.9
موريتانيا	نواكشوط	13.6
	بوتلكت	10.1
	نوامنيبه	16.1
تونس	تونس	14.76
	بنزرت	13.74
اليمن الشمالى	صنعاء	13.4
	تعز	18.1
	حديده	14.8
المغرب	طنجه	18.8
	تطوان	5.9
	الرباط	10.6
	الدار البيضاء	8.7

الدولة	المدينة	السرعة
عمان	مسقط	13.2
السعودية	الظهران	14.5
	الرياض	6.3
	الطائف	11.6
	ينبع	12.1
	جده	10.9
الصومال	مقاديشيو	11.9
	جيسمايو	12.1
	بلدويتن	8.1
السودان	الخرطوم	9.2
	كريمة	8.1
الإمارات العربية المتحدة	ابو ظبى	9.2
	جزيرة داس	12.5
	جبل دخان	11.9
	الشارقة	11.9
قطر	الدوحة	12.0
	رأس فكان	16.2
اليمن الجنوبى	فيوش	18.1

* **المصدر :**

- New and Renewable ENERGY in the ARAB World , UNE For Western Assia , Berut 1981

ففي تونس يعاني الفلاحون من قلة مياه الري وبما أن هذه المياه موجوده في بطن الأرض على مسافات ليست بعيده من تركيب المضخات المائية التي تعمل بواسطة طاقة الرياح سيكون ملائما لضخ هذا الماء .

وقد تم فعلا إقامة محطتين لهذا الغرض قوه ضخ كل منهما مئه متر مكعب يوميا ، ويعتبر تركيب هاتين المحطتين جزءا من مشروع حكومي من ثلاث مراحل لتطوير إستخدام طاقة الرياح في ضخ المياه وفي الأردن تم إنشاء وتنفيذ مشروع لضخ المياه بقدره ١٢ كيلو وات تعمل بطاقة الرياح في منطقة جرف الدراويش وتجرى الآن القياسات على الأنظمة الكهربائية لهذا المشروع بقصد تطويرها والتوصل إلى نظام مثالي مناسب للضخ . كما يتم حاليا إنشاء محطة أخرى للغرض نفسه .

وتجدر بنا الإشارة هنا إلى أن الأجهزة والمعدات والأدوات اللازمة لاستغلال طاقة الرياح ليست معقده التركيب ، كما أنها سهلة الإستعمال والتشغيل ويمكن تصنيع معظم أجزائها محليا

إقتصاديات طاقة الرياح

عند دراسة الجدوى الإقتصادية لطاقة الرياح فإنه يجب مقارنتها مع الطاقات الأخرى المتوفرة حتى تكون المقارنة عملية . فإذا أخذت الطاقة الكهربائية كمثال فإنه يمكن حساب مقدار تكاليف إستهلاك الطاقة الكهربائية المتولده عن طريق طاقة الرياح ومقارنتها مع تلك التي تولد عن طريق الطاقة الا حفورية أو المائية .

وهناك عدة طرق لحساب الجدوى الإقتصادية أهمها :

- طريقة حساب متوسط التكاليف خلال فترة حياه المشروع

Cost Method Average System ,

تعتبر هذه الطريقة أسهل الطرق المستعملة على الإطلاق إذ تحسب تكاليف إستخدام أجهزة التحويل خلال فترة زمنية معينة هي ما تسمى فترة عمر الجهاز Expected Lifetime فإذا افترضنا مثلا أن الجهاز المتكامل يكلف ١٠,٠٠٠ دولار بما في ذلك ثمن المولد (التربينات) والبرج والتوصيلات الكهربائية وبطاريات التخزين والتركيب والصيانة وخلافه ، وأن فترة عمر الجهاز هي ١٥ سنه ، وأن مقدار الطاقة الكهربائية المتوقع توليدها هي ٥٠٠ كيلو وات / ساعة في الشهر ، وذلك عند سرعة ريح مقدارها ١٢ ميل / ساعة ، فإن تكلفة إنتاج الكيلو وات الواحد ستكون حوالي ٠,١١١١ دولار خلال فترة حياه وحدة التحويل . فإذا كانت تكاليف إستهلاك الكهرباء التي تصل من المحطات الرئيسية (أهلية أو حكومية) هي حوالي ٠,٠٨ دولار لكل كيلو وات / ساعة في أول عام وإذا إفترضنا أن هناك زياده في الأسعار مقدارها (١٠ ٪) سنويا فإن متوسط تكلفة إستهلاك الكهرباء من هذا المصدر خلال ١٥ سنه ستكون ٠,١٧ دولار للكيلو وات الواحد وهذا يعني أن

إستثمار طاقة الرياح سيكون أرخص من غيره لتوليد الطاقة الكهربائية تحت الظروف السابقة ويعنى أيضا أن إعادة تكلفة إنشاء محطة التحويل سيتم خلال ١٠ سنوات بدلا من ١٥ سنه والواقع أن إستخدام طاقة الرياح فى العالم العربى يعطى مردودا مختلفا حسب الدولة المستهلكة ، فأجهزة تحويل طاقة الرياح ليست إقتصادية فى منطقة الخليج العربى حيث تتدنى تكاليف إستهلاك الكهرباء ، إلى أقل من سنت واحد للكيلو وات / ساعة ، ولكن إستغلالها يبدو مشجعا فى بلدان أخرى ، حيث تزيد تكاليف إستهلاك هذه الوحدة .

وإذا روعى فى الحساب إمكانية إنشاء محطات تحويل فى مناطق نائية أو بعيدة عن المدن فستكون الجدوى الإقتصادية أكثر تشجيعا .

أهم العوامل التى تؤثر على إقتصاديات إستغلال طاقة الرياح هى :

١ ـ توفر الرياح بسرعات عالية ، فلو أن متوسط سرعة الرياح زادت فى المثال السابق ميلا واحدا فى الساعة أى أصبحت ١٣ ميلا / الساعة بدلا من ١٢ ميلا / الساعة لكان سعر الإستهلاك حوالى ٠٨٧, دولار للكيلووات الواحد بدلا من ٠,١١١١ دولار . وبذلك يمكن توفير أكثر من ٢٠٠٠,٠٠ دولار خلال الخمس عشر سنه وسيكون العكس صحيحا إذا إنخفضت سرعة الرياح عن الرقم السابق .

٢ ـ تصنيع الوحدات محليا ، قد يكون من الصعب تصنيع التربينات الهوائية فى المنطقة العربية ولكن من السهل تصنيع الأجزاء الأخرى خصوصا البرج والأسلاك والبطاريات وغيرها ، واذا تم ذلك فإنه يمكن توفير ما يقرب (٢٥ ٪) من التكلفة الكلية .

٣ ـ الضرائب والرسوم الجمركية على الأجهزة والمعدات اللازمة لعملية التحويل ، لاشك أن هذا العامل سيكون له أثر مباشر على إرتفاع تكاليف إنشاء وحدات التحويل خصوصا فى البلدان العربية غير المنتجة للنفط ، والتى تتبنى نظاما ضريبيا عاليا ، أما تلك البلدان التى لها نظام ضريبى منخفض مثل منطقة الخليج العربى فإن تأثير هذا العامل سيكون ضئيلا .

٤ ـ ثمن الأرض التى ستقام عليها أجهزة التحويل خصوصا إذا كانت فى المناطق القريبة من المدن .

٥ ـ مدى توفر الخبرة لصيانة المعدات والأدوات والآلات المستخدمة .

٦ ـ مقدار الفائدة التى ستحسب على رأس المال المستثمر فى شراء وحدة التحويل .

ويمكن حساب تكاليف إنتاج الطاقة من أية وحدة تعمل بطاقة الرياح من خلال المعادلة البسيطة التالية : ـ

$$\text{تكاليف الإنتاج} = (٠,٠١٥ + ٠,١١٤ \text{ ج}) \times ١٠^{-٣} \times \frac{\text{ر}}{\text{م ح}}$$

حيث أن :-

ج = الجزء من رأس المال اللازم لعمليات الصيانة السنوية .

ر = رأس المال المستثمر بالدولار الأمريكى لكل وحدة .

قدره أى لكل وحدة كيلو وات تركيبيه .

م ح = معامل الحمل وهو يعبر عن كمية الطاقة المنتجة فى السنة من وحدة التحويل منسوبه لكل وحدة قدره (كيلو وات) تركيبه .

وقد حسب معامل الحمل لحوالى ٢١ مدينة عربية ، ووجد أنه يتراوح بين (٠,١٩٥) فى جده ، ٠,٤٨ فى طنجه بالمغرب .

مما سبق يتضح أن أنسب الأماكن فى الوقت الحاضر لإقامة وحدات تحويل طاقة الرياح فى المنطقة العربية هى المناطق الريفية والصحراوية ، وذلك لحاجة الناس الماسه إلى الطاقة ولبعد هذه المناطق عن محطات التحويل الرئيسية فى المدن .

مشاريع طاقة الرياح القائمة فى الوطن العربى

* البلدان العربية فى شمال افريقيا

تقع كل من المغرب وموريتانيا على شاطىء المحيط الأطلسى ، وفى جزء آخر تشترك المغرب والجزائر وتونس وليبيا بوقوعها على شاطىء البحر الابيض المتوسط . ويمتاز هذان الشاطئان بتوفر الرياح بسرعات معقوله يمكن الاستفادة منها فى ضخ المياه الجوفية الموجودة بوفرة قرب الشواطىء حيث تتواجد الأراضى القابلة للزراعة ، وتتراوح أعماق المياه قرب الشواطىء بين ١٠ ، ٣٠ مترا مما يجعل طاقة الرياح ذات أهمية بالغة فى ضخها ، وفى الوقت الحاضر تستخدم مكائن الديزل للقيام بهذا الغرض الا أن الإرتفاع المستمر فى أسعار النفط سوف يجعل من إستبدالها بطاقة الرياح .

وقد أنشئت فى هذه البلدان مراكز أبحاث خاصة بالطاقات الجديدة والمتجددة ومنها طاقة الرياح . ففى المغرب أنشىء مركز الطاقة المتجددة وفى الجزائر مركز أبحاث الطاقة الجديدة والمتجددة ، تونس إدارة الطاقة التابعة لوزارة الإقتصاد الوطنى ، ليبيا مركز أبحاث الطاقة .

وتقوم جميع هذه المراكز بتجميع المعلومات الخاصة بطاقة الرياح على مدى طويل كما تجمع المعلومات الخاصة بكل التغيرات الجوية فى البلاد . وقد قامت تونس بالفعل بعمل تجربتين رائدتين لضخ المياه الجوفية

بإستخدام طاقة الرياح . ورغم الصعوبات التى واجهت المهندسين العاملين فى هذا المجال الا أنه أمكن التغلب عليها واصبح لدى التونسيين خبرة جيدة فى إستغلال طاقة الرياح ومن المنتظر أن تعمم تجاربهم لتشمل عدة مناطق فى مختلف أرجاء البلاد .

* منطقة الخليج العربى :

تشمل هذه المنطقة السعودية والكويت وقطر والبحرين وعمان والإمارات العربية المتحدة والعراق . وأن أكثر هذه البلدان إهتماما بطاقة الرياح هى السعودية والكويت والعراق حيث يجرى فيها حاليا بعض الدراسات بغرض الإستفادة من هذه الطاقة ، وتتصف معظم دول الخليج العربى بإرتفاع مستوى معيشة أفرادها وبكثرة الإعتماد على الدعم الحكومى فى توفير الطاقة الرخيصة لسكانها . لذلك فإن الأنشطة فى مجال إستغلال طاقة الرياح وغيرها الجديدة والمتجددة سوف تبقى قليلة .

وقد سبق أن إستغلت طاقة الرياح فى ضخ المياه فى العديد من دول الخليج العربى ، فقد شوهدت بعض محطات الضخ فى منطقة الظهران (ارامكو) فى السعودية كما أستخدمت المراوح الهوائية فى ضخ المياه فى الكويت فى منطقة حولى والساليه والجهراء قبل أكثر من ٢٠ سنه .

اما فى عمان فقد ركبت وحدة ضخ للمياه عام ١٩٨٠ وظهرت فيها بعض المشاكل التى حلت فيما بعد .

وقد توجد وحدات ضخ أخرى فى مناطق أخرى لم تذكر بسبب قدمها . وعلى كل حال فإن هذا يشجع كثيرا على إنشاء محطات لضخ المياه أو تحليتها فى دول الخليج العربى وذلك نظرا لمرور المنطقة بهذا النوع من التجربة . فإذا ما إكتملت الدراسات التى تجرى فى العديد من الجامعات والمعاهد العليا فى السعودية والكويت وبعض المؤسسات العلمية العراقية فإنه سيكون بإلامكان تحديد مواقع خاصة للعمل بطاقة الرياح فى هذه الدول . وقد كشفت الأبحاث الاولية فى السعودية عن توفر الرياح بسرعات مناسبة فى المناطق الساحلية ومنطقة البحر الأحمر ومنطقة الطائف ، الامر الذى سيشجع العاملين فى هذا المجال على إتخاذ القرار بشأن إنشاء بعض محطات التحويل . ويتوقع الخبراء أن تقطع السعودية شوطا كبيرا فى إنشاء عدة محطات لضخ المياه بقدرة تتراوح ٥ ـ ١٥ كيلو وات / ساعة فيما بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٠ .

ومن العوامل المشجعة فى هذا الشأن هو العديد من محطات القياسى الجوى فى كل دول الخليج وبخاصة فى السعودية والعراق والكويت .

* منطقة الشمال الشرقى للعالم العربى :

تشمل هذه المنطقة لبنان وسوريا وفلسطين والأردن وهى تمتاز جميعها بجو البحر الأبيض المتوسط المعتدل تتميز هذه البلدان بتوفر الرياح بسرعات متفاوته إلا أنها فى الغالب مشجعة على إقامة محطات تحويل

فيها ، فوقوع كل من لبنان وسوريا وفلسطين على ساحل البحر الأبيض المتوسط والأردن على خليج البحر الأحمر يمنح هذه الدول فرصة توفر الرياح بصورة مستمرة . وقد ثبت بالفعل إستغلال بعض هذه البلدان لطاقة الرياح ففى لبنان لازالت توجد أثار المراوح الهوائية التى إستخدمت فى ضخ المياه فى منطقة البقاع وفى أعمال التمليح فى المنطقة الساحلية لطرابلس .

أما فى الأردن فكما ذكرنا سالفا ، فإن هناك محطتين لضخ المياه تعملان بقوة الرياح فى الصحراء الأردنية . وتقوم الآن دراسات عديدة فى الدول السابقة لأجل إستغلال طاقة الرياح فى المستقبل . وقد انشئت عدة محطات للرصد الجوى فى معظم المدن فى سوريا والأردن لرصد الأحوال الجوية من أجل دراسة إمكانية إستغلال كل من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح .

* منطقة حوض النيل

تشمل هذه المنطقة كل من مصر والسودان ويصف مواطنو هاتين الدولتين من ذوى الدخل المنخفض ، فقد كان متوسط دخل الفرد المصرى عام ١٩٨٠ حوالى ٥٨٢ دولار ، بينما كان متوسط دخل الفرد السودانى حوالى ٣٦٠ دولار لنفس السنة كما هو واضح من جدول رقم (١ - ٣)

ونظرا لحاجة هاتين الدولتين الماسة للطاقة فقد ظهرت نشاطات عديدة فى جمهورية مصر العربية لاجل إستغلال طاقة الرياح المتوفرة بسرعات إقتصادية فى العديد من مناطقها .

ومن المتوقع أن تكون هذه الطاقة متوفرة أيضا فى السودان ، وقد بدأ المصريون بالتفكير الجدى فى تحويل طاقة الرياح إلى طاقة أخرى كالطاقة الميكانيكية لضخ المياه والطاقة الكهربائية وذلك منذ التوقيع على الإتفاق بينهم وبين جامعة ولاية اوكلاهو فى عام ١٩٧٠ .

وقد تم إجراء مسح ميدانى شامل لكل أنحاء الجمهورية كمرحلة أولى ، ومن ثم بدأت المرحلة الثانية لتزيد بعض المواقع التى ستقام عليها التجارب وقد أختير كل من حوض البحر الأبيض المتوسط وحوض البحر الأحمر كموقعين رئيسيين بالإضافة إلى حوض نهر النيل وبحيرة ناصر وفى عام ١٩٧٧ وقع المركز القومى للبحوث مع المجموعة العالمية لتطوير البحوث فى لندن إتفاقية أخرى لتوسيع الدراسات المتعلقة بطاقة الرياح ووضع التصاميم المناسبة للمعدات والآلات اللازمة لإستغلالها . ومن المحتمل أن يكون قد بدأ العمل بالفعل فى تركيب بعض الوحدات التى أختيرت فى ١٩٨٠ لأجل فحصها وبيان قدرتها على التحويل .

* جيبوتى والصومال واليمن الشمالى والجنوبى

تقع هذه الدول على المحيط الهندى والبحر الأحمر والقاسم المشترك بينها هو إنخفاض مستوى المعيشة بين مواطنيها وإعتمادها على الطاقة الحيوية كمصدر رئيسى للطاقة .

ولا توجد أية إحصائيات علمية دقيقة عن طبيعة أو سرعة الرياح فى أى من هذه الدول ولكن وقوعها على شواطىء المحيط الهندى أو البحر الأحمر يجعلنا نتنبأ بأن سرعة الرياح فى شواطئها ستكون عالية نسبيا ويمكن أن تشتغل بصورة تجارية . والتجربة الوحيدة المسجلة لاستغلال طاقة الرياح فى هذه الدول هى فى اليمن الجنوبى حيث ركبت وحدة تحويل بقدره مقدارها ١٨ كيلو وات . وقد إهتم اليمنيون بهذا النوع من التكنولوجيا وابدوا إستعدادا . جيدا لتطوير وصناعة بعض اجزاء هذه الوحدات محليا .. وإذا نجحت هذه التجربة فإن من المحتمل تعميمها على باقى الدول فى المجموعة وذلك لتقارب الظروف المناخيه بينهما .

الفصل الثامن

طاقة الحرارة الجوفية فى الوطن العربى

- إنتاج الحرارة الجوفية
- إقتصاديات طاقة الحرارة الجوفية
- مشاريع طاقة الحرارة الجوفية القائمة فى الوطن العربى
- البلدان العربية فى شمال أفريقيا
- منطقة الخليج العربى
- منطقة الشمال الشرقى للعالم العربى
- منطقة حوض النيل
- جيبوتى والصومال واليمن الشمالى والجنوبى

طاقة الحرارة الجوفية Geothermal ENERGY

من المعلومات المستقاه من عمليات الحفر والتعدين نعلم أن درجة حرارة الأرض تزداد تدريجيا بزيادة العمق . وتتراوح هذه الزيادة بين ٩ ، ٤٥ درجة مئوية لكل كيلو متر ، وقد تتعدى ذلك فى بعض الأحيان . ونتيجة للتفاوت فى درجة الحرارة مع الأعماق فإن ذلك يخلق مانسميه بالإنحدار الحرارى (Geothermal Gordient) بين العمق والسطح . ونتيجة لذلك فإن الطاقة الحرارية الجوفية تتحرك فى إتجاه سطح الأرض ، ويتم ذلك بثلاث طرق رئيسية هى :-

(١) التوصيل الحرارى عبر الصخور الصلبة

Thermal Condvction

(٢) تحرك الصهير البركانى للصخور

Molten Magma

(٣) تحرك الماء الساخن من باطن الأرض إلى سطحها وهذه الحركة بالطبع تنطبق على كل مظاهر الحرارة الجوفية فى شتى أنحاء الأرض .

ويمكن تقسيم العالم العربى إلى ثلاثة أجزاء تبعا للمصدر الحرارى الجوفى ، أو بمعنى آخر تبعا للمحتوى الحرارى (Heat Content ENthalphy) الناتج من الحرارة الجوفية اللازمة لعمل شغل نافع (Useful Work) كتوليد الكهرباء ولكن قبل الشروع فى ذلك فإنه يجب معرفة كيفية إنتاج الحرارة الجوفية .

إنتاج الحرارة الجوفية

Production of Geothermal ENERGY

تخزن الحرارة الجوفية فى باطن الأرض دائمة فى الصخور الجوفية كما تخزن فى الماء والبخار الموجود بين جزيئات هذه الصخور .. ولكن يكون بالإمكان الإستفادة من هذه الطاقة فإنه لابد من ظهورها على سطح الأرض . وفى العادة يحمل الماء أو البخار أو الإثنين معا هذه الحرارة النافعة بطريقة يسهل الإستفادة منها ولاقامة اى مشروع لتوليد الكهرباء مثلا فإنه يجب التأكد من أن كمية الحرارة المخزونة فى الصخور والتى يمكن نقلها إلى السطح بواسطة الماء كافية بصفة مستمرة ولفترة طويلة بحيث تجعل من إنشاء أية محطة توليد كهربائية عملية مفيدة اقتصادياً .

وفى كثير من الأحيان تكون الصخور المحتوية على الحرارة ذات نفاذية قليلة (LOW Permeability) ويقصد بالنفاذية هنا قدرة الصخور على دفع الماء الذى تحتويه فى إتجاه سطح الأرض فكلما قلت هذه النفاذية كلما قلت كمية الماء الحار الذى يمكن الإستفادة منه . لذلك وحتى يمكن الإستفادة من حرارة هذه الصخور فإنه يمكن حفر بئرين إحداهما لحقن الماء والثانية لاستخراجه على إن تشق الصخور بين البئرين بطريقة صناعية بحيث يتحرك الماء المحقون فى إتجاه البئر المنتج .

ولاشك أن هذه الطريقة صعبة التنفيذ غير إقتصادية فى الوقت الحاضر ، إلا أنها تعتبر وسيلة من وسائل إنتاج الحرارة الجوفية .

ويمكن تقسيم العالم العربى إلى ثلاث مناطق رئيسية حسب مقدار المحتوى الحرارى للماء أو البخار الذى يصل إلى سطح الأرض .

مصدر ذو محتوى حرارى قليل :

LOW enthalphy Sovrce

وهنا تكون درجة حرارة الماء الصاعد أقل من ٨٠° درجة مئوية كما هو الحال فى مياه بعض الينابيع سواء اكانت معدنية أم غير معدنية ، وكذلك الماء الناتج من حفر بعض الآبار قليلة العمق فى أماكن معينة . ورغم إنخفاض درجة الحرارة فإنه يمكن الإستفادة منها فى توليد الكهرباء وذلك بتسخين بعض الغازات ذات درجة الغليان المنخفضة مثل الفريون ومن ثم إستغلال هذه الخاصية فى توليد الكهرباء . وفى حالة إنشاء مثل هذه المحطات فإنها يجب أن تكون مجاوره لمصدر الماء الساخن وذلك لأن نقل الماء إلى مسافات بعيدة عملية مكلفة وتؤدى فى النهاية إلى نقص فى درجة حرارته .

وأهم البلدان العربية التى يمكن أن يتوفر فيها هذا المصدر الحرارى [١] هى الساحل الشمالى لكل من ليبيا ومصر والجزء الجنوبى للمغرب وبعض اجزاء منطقة الخليج العربى والساحل الشرقى لليمن الشمالى [٢] .

---

(1) New and Renewable ENERGY in The ARAB World , UNEC for Western Assia , Beirut 1981 .

(2) D.L. pyle , Biomass ENERGY in The ARAB World , ECWA , Nov . 1980

مصدر ذو محتوى حرارى متوسط :

Medium Enthalphy

فى هذا المصدر تكون درجة حرارة الماء او البخار الصاعد من الأعماق تتراوح مابين ٨٠° ، ١٥٠° درجة مئوية . وهذه الحرارة جيدة جدا لتوليد الطاقة الكهربائية خصوصا فى المناطق النائية التى لا تصل اليها الكهرباء من مصادر آخرى ، وعند توفر هذه الطاقة فإنه يمكن إنشاء محطات لتوليد الكهرباء بقدره تتراوح بين ٢٠ ، ١٠٠٠ كيلو وات للوحدة الواحده .

ومن المحتمل أن يتوفر هذا المصدر فى كل من الجزء الشمالى من المغرب والجزائر وتونس وفلسطين والأردن والجزء الشمالى من العراق والجزء الجنوبى من سوريا وجنوب شرق السعودية .

مصدر ذو محتوى حرارى عالى :

High ENthalphy Source

فى هذه الحالة تزيد درجة الحرارة على ١٥٠° درجة مئوية وهى بلاشك حرارة عالية جدا يظهر فيها الماء على شكل بخار ويمكن استخدامه مباشرة فى توليد الطاقة الكهربائية . ويمكن تركيب وحدات تتراوح قدرتها مابين ٥ ـ ٣٠ ميجاوت او أكثر فى كل منشأة . وهذه الطاقة متوفرة بصورة عملية فى ثلاثة بلدان عربية هى جيبوتى واليمن الشمالى والجزائر ، كما أن هناك إحتمالا لوجود مثل هذا المصدر فى كل من المغرب والسعودية .

إقتصاديات طاقة الحرارة الجوفية :

من الممكن التنبؤ بالجدوى الإقتصادية لاى مشروع يقوم على أساس إستغلال الحرارة الجوفية خصوصا إذا كان القصد من المشروع هو حفر الآبار الجوفية للحصول على الطاقة . وتوجد هناك تقديرات حسابية لتكلفة بناء التوربينات التى تنتج كيلو وات واحد من الكهرباء عن طريق الحرارة الجوفية ، إذا أن تلك التكلفة تتراوح بين ١٥٠ ، ٥٠٠ دولار أمريكى حسب تقديرات البرنامج الإقليمى لغرب آسيا الصادر عن الأمم المتحدة عام ١٩٨٤ . أما مدى التكلفة الكلية لبرنامج إستكشاف هذه المصادر فقد يتراوح بين مئة ألف ومليون دولار وذلك حسب المنطقة وعمق الحفرة .

ومما يجدر ذكره أن البرنامج الإقليمى لغرب آسيا بين أنه يمكن الإعتماد على مشاريع الطاقة الحرارية الأرضية فى إنتاج الطاقة . إذ أن دول مثل المكسيك والولايات المتحدة الأمريكية واليابان قد أثبتت وجود هذه

الإمكانية حيث إستخدمت الحرارة الجوفية فى عمليات التجفيف والتبريد بالإضافة إلى توليد الكهرباء ، وأن الحرارة الجوفية المستغلة فى هذه الدول تعتبر منافسة للتكنولوجيات الأخرى المتوفرة .

أما طريقة حفر الآبار الجوفية فهى تشبه إلى حد كبير طريقة حفر الآبار النفطية أو الغازية مع إختلاف كبير فى نوعية المشاكل التى تظهر أثناء الحفر . فحفر الآبار الحرارية يحتاج لأنواع خاصة من رؤوس الحفارات Bits وأنواع خاصة من المواد الكيماوية والطين والأنابيب المقاومة للصدأ والمضخات المغمورة (الجوفية) والأسمنت والوحدات السطحية وغيرها . وسبب ذلك هو وجود الماء وإرتفاع حرارته ووجود الأملاح وإحتمال ظهور بعض الغازات الكبريتية السامية والمسببه للصدأ بالإضافة إلى وجود بخار الماء بصفة مستمرة .

ولا يوجد فى البلدان العربية اى مشروع قائم لإستغلال الحرارة الجوفية اما على المستوى العالمى فبالإضافة إلى الدول السابقة فإن الفلبين وإيطاليا والسلفادور وايسلندا (١)

إنتجت فى عام ١٩٨١ أقل من (٠,٠٢ ٪) من كمية الطاقة الكلية المستهلكة فى العالم ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة لتصل إلى ٠,٠٥ بالمائة فى عام ١٩٨٥ .

وتختلف تكاليف وحدة الطاقة المنتجة فى هذه البلدان ، فقد قدرت بحوالى ٠,٠٢ ـ ٠,١ دولار أمريكى لكل كيلو وات / ساعة فى البلدان التى لديها ابار ذات محتوى حرارى عال (High Enthalphy) وحوالى ٠,١٥ ـ ٠,٢٥ دولار أمريكى للبلدان التى تنتج أبارها سوائل (Fluids) ذات محتوى حرارى متوسط .

ويمكن إعتبار التكلفة الأولى منافسة لتكلفة إنتاج الكهرباء سواء بإستخدام الطاقة الأحفورية أو الطاقة المائية أما فى الحالة الثانية اى عندما يكون المحتوى الحرارى منخفضا فان تكلفة إنتاج الوحدة الكهربائية الواحدة تعتبر عالية فى الوقت الحاضر .

وحيث أن نوعية الطاقة الجوفية التى تظهر على السطح فى صورة بخار ماء او ماء فى البلدان العربية هى فى الغالب فى النوعين الأول والثانى اى ذات المحتوى الحرارى المنخفض والمتوسط فإن تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من هذين النوعين ستكون مرتفعة .

---

(1) Specialty Chemicals for oil , Gas and Geothermal Wells , Gomam Intetnational Inc . March 1983 .

مشاريع طاقة الحرارة الجوفية القائمة فى الوطن العربى

البلدان العربية فى شمال أفريقيا :

تتوفر الينابيع الحارة ذات المحتوى الحرارى المنخفض فى شمال المغرب والجزائر وتونس وبعض الأجزاء الشمالية من ليبيا (١) وتبلغ درجة حرارة مياه هذه الينابيع حوالى ٨٠° درجة مئوية ويمكن أن تستغل فى توليد الكهرباء ولكن بكميات قليلة وبوحدات صغيرة . ولا توجد فى هذه البلدان أية مشاريع قائمة للاستفادة منها إلا أن هناك مايدل على أن كلا من تونس والجزائر تدرس حاليا إمكانية إستغلال هذه الينابيع فى توليد الطاقة . ويتوفر فى كل من المغرب والجزائر وتونس النوعان الثانى والثالث من الينابيع والمياه الحارة ذات المحتوى الحرارى المتوسط والعالى ، اى أن درجة حرارة المياه الجوفية الصاعدة إلى السطح فى هذه البلدان الثلاثة قد تزيد على ١٥٠° درجة مئوية فى بعض المناطق وهذا يدعو لإنشاء محطات لتوليد الكهرباء فيها .

منطقة الخليج العربى :

لا توجد ظواهر مشجعة تدل على إمكانية قيام نشاط جيد فى مجال الطاقة الجوفية فى بلدان الخليج العربى بإستثناء الجزء الجنوبى الشرقى من السعودية حيث يمكن أن توجد فيه مياه جوفية ذات محتوى حرارى متوسط ومن المتوقع أن تقوم بعض المشاريع لأجل الإستفادة من هذه الطاقة فى السعودية بين عامى ١٩٩٠ و ٢٠٠٠ م . اما الكويت وقطر والبحرين وعمان والعراق والإمارات العربية المتحدة فليس فيها دلائل على توفر مصادر جيدة لهذه الطاقة ، كما يمكن القول بأن الماء الحبيس فى الصخور الرسوبية والذى قد يتواجد على أعماق كبيرة يمكن أن يكون من النوع ذى المحتوى الحرارى المنخفض .

منطقة الشمال الشرقى للعالم العربى :

هناك إحتمال كبير بتوفر طاقة الحرارة الجوفية فى البلدان السابقة ، اذا أن الشواهد الطبيعية تدل على ذلك .

فظهور الينابيع الحارة فى هذه البلدان وبخاصة فى الأردن ومنطقة حول وادى الأردن ، يعطى الدليل الأكيد على توفرها ، ويمكن إقامة بعض المشاريع الخاصة بتوليد الكهرباء فى هذه المناطق إذ توصف المياه الحارة الجوفية فيها بأنها من النوع ذى المحتوى الحرارى المتوسط اى تتراوح درجة حرارتها بين ٨٠° ، ١٥٠° درجة مئوية . وهى بلا شك حرارة جيدة لتوليد البخار وتحريك التربينات اللازمة لتوليد الكهرباء .

---

(1) NEW and Rememable ENERGY in the ARAB WOrld , UNEC for Western Assi A Beirut , 1981

منطقة حوض النيل :

يتوقع الباحثون فى مصر أن تكون الحرارة الجوفية متوفرة فى عدة مناطق أهمها منطقة شمال الجمهورية حيث من المحتمل توفر النوع ذى المحتوى الحرارى المنخفض ، أما منطقة السويس وسيناء والبحر الأحمر فيتوقع إحتواؤها على النوع ذو المحتوى الحرارى المتوسط ، بينما منطقة جنوب غرب الجمهورية يتوقع أن تحتوى على النوع ذو الحرارة العالية . وهذا يعنى أن مصر قد تكون إحد أهم البلدان العربية التى يمكن أن تستغل الطاقة الحرارية الجوفية فى المستقبل .

أما فى السودان فلا يوجد اى تقرير علمى يبين وجود مصادر لهذه الطاقة ماعدا إحتمال وجود عدد قليل من الينابيع الحارة فى شمال البلاد .

جيبوتى والصومال واليمن الشمالى والجنوبى :

تعتبر جيبوتى أكثر دول هذه المجموعة إحتمالا لوجود الطاقة الحرارية الجوفية بصورة يمكن الإستفادة منها على نطاق تجارى فقد حدد فى هذه الدولة موقعان رئيسيان يحتويان على محتوى حرارى عال وأشهرها هو موقع أو منطقة اسال التى تبعد حوالى ١٠٠ كم عن مدينة جيبوتى ، أما فى اليمن الشمالى فقد حدد موقع مهم فى منطقة دمار وأعتبر من أهم المواقع المرشحة لتوليد الطاقة الكهربائية وقد قدرت الطاقة الممكن الحصول عليها بحوالى ٥٠ ميجاوات وهى كافية لمد كل المنطقة ومايجاورها بالطاقة الكهربائية أما اليمن الجنوبى والصومال فهناك إحتمال كبير بتوفر الطاقة الحرارية الجوفية فيها .

الفصل التاسع

طاقة الكتلة الحيوية (البيوجاز) فى الوطن العربى

- وضع طاقة الكتلة الحيوية في موازين الطاقة
- تصنيف البلدان العربية
- كفاءة الإستعمال
- إقتصاديات طاقة الكتلة الحيوية
- الطاقة الحيوية والبيئه
- الصحة المنزلية
- إختلال التوازن البيئي وطاقة الكتلة الحيوية
- مشاريع طاقة الكتلة الحيوية القائمة في الوطن العربي
- البلدان العربية في شمال إفريقيا
- منطقة الخليج العربي
- منطقة الشمال الشرقي للعالم العربي
- منطقة حوض النيل
- جيبوتي والصومال واليمن الشمالي والجنوبي
- الطلب المستقبلي علي طاقة الكتلة الحيوية
- النمو السكاني في الريف
- الحد الأدني الضروري من الطاقة في الريف
- دور البدائل
- الطلب علي الكتلة الحيوية سنة ٢٠٠٠
- تحليل لأبعاد أزمة العرض والطلب لطاقة الكتلة الحيوية في الوطن العربي
- إستيراتيجية طاقة الكتلة الحيوية وأفاق التعاون العربي
- الإستيراتيجية قصيرة المدي
- الإستيراتيجية طويلة المدي

إن مصطلح الكتلة الحيوية [١] يشمل كل المواد ذات الأصل النباتي مثل الأشجار والنباتات والمخلفات الزراعية ، وذات الأصل الحيواني مثل الروث بجانب المخلفات الصلبة والصناعية والبشرية والتي يمكن إطلاق طاقتها الكامنة عن طريق الحريق المباشر ، أو بالتخمير أو بالتفوير .. الخ ، وتشغل الطاقة الحيوية مصدرا هاما للطاقة في كثير من البلدان العربية مثل تونس والسودان والجزائر والمغرب والعراق ، كما أنها تمثل الطاقة الأساسية في كثير من بلدان العالم النامي ، ويقدر (٨٥ ٪) من الطاقة الحيوية في الدول النامية تتوفر في شكل حطب ، (١٣ ٪) في شكل روث الحيوانات ، (٢ ٪) في شكل المخلفات الزراعية .

وأن الجزء الأكبر من إستعمالات الطاقة الحيوية يكمن في الاستهلاك المنزلي خاصة في الريف ثم الصناعات التقليدية الأخري والإحتياجات الزراعية للطاقة مثل تجفيف التبغ والمحاصيل وأحيانا لإنتاج الكهرباء وبما أن معظم إستهلاك الطاقة الحيوية في الريف العربي ، حيث يسكن مالا يقل عن ١٠٠ مليون مواطن أغلبهم لا تتوافر لهم بدائل أخري .

وتكتسب طاقة الكتلة الحيوية أهمية خاصة في عالم اليوم نسبة لعدة أسباب أهمها إنها طاقة متجددة وبالتالي يمكن الإعتماد عليها في المستقبل القريب والبعيد ، إذا تمت رعايتها بالتشجير وتطوير تكنولوجياتها خاصة أنها تكنولوجيات بسيطة نسبيا وفي متناول المواطن العربي في الريف بجانب أن طاقة الكتلة الحيوية يمكن إعتبارها طاقة صحية ، إذ أن إستعمال روث الحيوانات بالتخمير اللاهوائي يساعد في تنقية الريف من المخلفات ومن ناحية أخري وأن حرق الفحم النباتي لا يولد اي مضاعفات تذكر .

رغم كل هذه العوامل الإيجابية أصبحت طاقة الكتلة الحيوية بالنسبة لكثير من البلدان العربية التي تعاني من أزمة الطاقة ، مشكلة ذات عدة جوانب :

إن الإستعمال المكثف للاخشاب كطاقة ريفية ، ادي إلي القطع الجائر للغابات وإزالة الغطاء الشجري وتعرية التربة وتعريضها للاهوية والرياح وبالتالي للتصحر . لقد أصبح التصحر ظاهرة خطيرة في كثير من البلدان العربية في شمال واواسط أفريقيا .

أغلب إستعمالات الطاقة الحيوية في البلدان العربية تنحصر في الحرق المباشر لهذه المواد وذلك في معدات الحريق المنزلية (الكانون والكمائن والأفران) وهي ذات كفاءة حرارية لاتتعدي (١٠ ٪) هذا التخلف التكنولوجي ادي إلي هدر مريع لمصادر الأخشاب ، كما ادي الحرق المباشر لروث الحيوانات الي حرمان التربة

---

(١) د . عبد الرحمن علي شلبي ـ « الطلب علي طاقة الكتلة الحيوية في الوطن العربي » ـ ورقة عمل مقدمة لمؤتمر الطاقة العربي ـ الجزائر ٤ ـ ٩ مايو ١٩٨٥

من سماد طبيعي ضروري وحتي إنتاج الفحم النباتي من الأخشاب يهدر (٥٠ ٪) من الطاقة الحرارية في مجرد عملية التفحيم .

إن تجريد المناطق القريبة من المدن والقري من الغابات جعل سكان الريف يبحثون عن هذا المورد في المناطق النائية ، الأمر الذي يؤدي إلي ضياع وقت الأسرة في جمع الأخشاب ، وأحيانا إلي ترحيلها بتكلفة عالية . كل هذا رفع من تكلفة الطاقة الحيوية ، ومع إنعدام البدائل ، ساعد ذلك في عدم إستقرار الريف العربي وازدادات الهجرة للمدن ، مع مافي ذلك من بطالة وأثار إجتماعية سيئة .

كذلك عدم إعتراف بدور الطاقة الحيوية في أغلب البلدان العربية بين الأجهزة الرسمية . تنعدم الإحصاءات والبيانات ، وبالتالي تتجاهل سياسة الطاقة هذا الجزء الهام من موارد الطاقة ، الأمر الذي قاد إلي تجاهل تجديدها بالتشجير وبإدراجها في برامج البحث العلمي لتطوير تكنولوجياتها وبالتالي إلي إنعدام إستراتيجية واضحة المعالم تعني بهذا المصدر ، الذي يهم غالبية سكان العالم العربي من الفئات الفقيرة ، ويهم الحفاظ علي البيئة العربية والتطور الفني في الريف .

وضع طاقة الكتلة الحيوية في موازين الطاقة :

تصنيف البلدان العربية :

تلعب طاقة الكتلة الحيوية دورا أساسيا في تغطية الطلب علي الطاقة المنزلية في أغلب البلدان العربية ، نذكر منها بالترتيب حسب نسبة إستخدام طاقة الكتلة الحيوية بالنسبة إلي إستخدام الطاقة التجارية :

اليمن ـ الصومال ـ السودان ـ موريتانيا ـ اليمن الديمقراطية ـ تونس ـ المغرب ـ الجزائر ـ مصر ـ العراق ـ لبنان ـ سوريا .

ويمكن تقسيم الدول العربية إلي تقسيمات ثلاث بالنسبة لإستهلاك الفرد من طاقة الوقود الخشبي .

(أ) دول إستهلاكها لا يذكر ومنها :

ليبيا ـ البحرين ـ السعودية ـ الإمارات ـ قطر ـ عمان ـ الكويت .

(ب) دول تستهلك كميات متواضعة من الوقود الخشبي (٠,٠٠٢ ـ ٠,١ متر مكعب للفرد في العام) ومنها لبنان ـ مصر ـ الأردن ـ سوريا ـ اليمن الديمقراطي .

(حـ) بلاد تستهلك كميات كبيرة من الوقود الخشبي (٠,٢ ـ ٠,٩ متر مكعب للفرد في العام) ومنها السودان ـ تونس ـ المغرب ـ العراق ـ الجزائر) .

إن معدلات إستهلاك الوقود في المجموعة العربية الأخيرة تضارع في نسبتها أعلي معدلات إستهلاك في العالم ماعدا بعض الدول الأفريقية الفقيرة .

ولكي تتضح الصورة أكثر نورد هنا الجدول رقم (٤ ـ ٣) ـ نسبة الإستهلاك للطاقة الحيوية بالمقارنة مع مصادر الطاقة التجارية :

جدول رقم (٤ ـ ٣)

وضع طاقة الكتلة الحيوية في موازين الطاقة كنسبة مئوية

الدولة	بترول ـ فحم ـ غاز	كهرباء	مخلفات زراعية ووقود خشبي
سوريا	97.3	2.3	0.4
الجزائر	85.5	12.5	2.0
المغرب	79.45	1.55	19.0
مصر	68.00	8.7	23.3
تونس	37.9	8.8	53.3
السودان	14.00	1.0	85.0

وتلعب أيضا مصادر الطاقة الحيوية الآخري مثل المخلفات الزراعية وروث الحيوانات دورا في تغطية الطلب علي الطاقة الريفية في الوطن العربي إلا أن عدم حصر هذه المصادر لا يمكن من إعطاء صورة لدور هذه الأنواع من مصادر الكتلة الحيوية .

المصـدر :

نفس المصدر السابق P 4

ففي جمهورية مصر العربية تستخدم (٦٠ ٪) من المخلفات الزراعية كمصدر للطاقة بالحرق المباشر في الأفران البلدية والكانون وتشمل هذه (٣٠ ٪) من الطاقة المستهلكة في الريف .

وفي السودان تستعمل المخلفات الزراعية لإنتاج البخار في صناعة السكر والزيوت النباتية كما بدأت أبحاث أولية لنشر تكنولوجيا البيوجاز ، حيث تم بناء ٣ وحدات تجريبية .

كما تشير إحصاءات الطاقة الريفية إلي الإستعمال المكثف لمخلفات المحاصيل لأغراض الطاقة المنزلية في تونس والجزائر وسوريا والمغرب واليمن .

كفاءة الإستعمال :

لاشك أن موازين الطاقة والنسب المبينة بالجدول (٤ ـ ٣) لا تعطي صورة متكاملة لوضع طاقة الكتلة الحيوية في الوطن العربي ، والسبب يرجع إلي أن إحصاءات موازين الطاقة لا تحوي أية معلومات عن كفاءة إستعمال هذه الكميات الهائلة المعروضة للإستهلاك في أغلب البلدان العربية . أن الإستعمال النهائي لطاقة الكتلة الحيوية يتم أساسا في الإستهلاك المنزلي للطهي والإضاءة ، والتدفئة وفي الصناعة لإنتاج البخار والتجفيف والتسخين وفي الزراعة للتجفيف ومعالجة التبغ ، كما أن تحويل الوقود الخشبي إلي فحم نباتي يستهلك كميات كبيرة من الخشب (٩ ـ ١٠ متر مكعب من الخشب لإنتاج طن واحد من الفحم النباتي مع أن القيمة الحرارية لطن الفحم لا تساوي أكثر من ضعف القيمة الحرارية لطن الخشب الجاف) . إن مايمكن أن نسميه تكنولوجيا الطاقة الحيوية في العالم العربي محصور في الحرق المباشر للأخشاب والفحم النباتي في معدات الحريق المنزلية أو الصناعية وأهمها :

(أ) كمائن الفحم النباتي .

(ب) الكانون الطهي .

(جـ) المخابز البلدية .

(د) كمائن الطابوق .

(هـ) تجفيف التبغ .

(و) مراجل البخار .

إن كفاءة إستعمال الطاقة الحيوية بالاساليب المذكورة أعلاه منخفضة لعدة أسباب نري ضرورة تفصيلها لإعطاء صورة حقيقية للفائدة النهائية التي يجنيها المواطن الريفي ، ولتوضيح الدور الحقيقي للطاقة

الحيوية في موازين الطاقة كمائن الفحم النباتي تقوم بعملية التفحيم عن طريق الحرق المباشر الغير مكتمل ، وتكمن الخسائر الحقيقية في إطلاق غازات الحريق في الهواء والتي من الممكن تجميعها عن طريق المداخن لإكتساب زيت الخشب (مادة سائلة ذات قيمة حرارية عالية) . دون تلك فإن عملية التفحيم ، تبدو مكلفة للغاية نسبة للطاقة الحرارية الضائعة . بعض التجارب الأخيرة في السودان أو ضحت أن إنتاج طن من الفحم يحتاج إلي ٣,٦ طن من الأخشاب الجافة مقابل إرتفاع (١٠٠ ٪) في الطاقة الكامنة ، مما يوضح أن خسائر التحويل فقط تصل إلي (٤٠ ٪) في أحسن الحالات ، حقيقة أن الفحم النباتي سهل الإستعمال والترحيل ويعتبر وقودا نظيفا في الحريق دون اي آثار جانبية إلا أن هذه الميزات لا تبرر تكلفة إنتاجه العالية .

بعض الدول الأفريقية تستعمل المداخن لإكتساب مواد ثانوية ، وبعض البلدان العربية تستعمل الكمائن المعدنية المتحركة نسبة لان مابين (٦٠ ـ ٨٠ ٪) من الأخشاب يتم تحويلها إلي فحم نباتي فإن تكنولوجيا إنتاج الفحم النباتي تستحق دراسة أعمق . كما أن تبادل التجارب ضروري في هذا المجال .

ويستعمل في معظم البلدان العربية الكانون للطهي وتتراوح كفاءته الحرارية من (٥ ـ ١٠ ٪) إن عملية تحويل الأخشاب إلي فحم نباتي ثم حرقها في كانون متخلف يعني خسائر نهائية تصل بين (٩٨ ـ ٩٩ ٪) من الطاقة الأولية في الأخشاب تخلف الكانون في أغلب البلدان العربية يكمن في كونه مجرد حامل للفحم النباتي لإكمال عملية حريق في الهواء الطلق دون ضوابط ودون عازل ودون إنتقال سليم للحرارة إلي الطعام .

هناك العديد من المشاكل التي تواجه عملية إستخدام الكانون وتبدو هذه المشاكل في عدة جوانب :

١ ـ إنعدام البدائل

٢ ـ إنخفاض القيمة الإقتصادية للأخشاب (يتم التحصيل عليها دون ثمن في الريف)

٣ ـ عدم الدعم الكافي للبحث العلمي لتطوير تكنولوجيا الكمائن والمواقد .

المخابز البلدية وهي تمثل نوع متطور نسبيا من وحدات الحريق نسبة لأنها تتكون من موقد معزول نسبيا يمكن من التحكم الطبيعي في هواء الحريق إلا أن عيوبه الأساسية تكمن في عدم الإستفادة من غازات الحريق الساخن كما أن الفرن يبقي ساخنا لفترات طويلة قبل وبعد نضوج الخبز .

وتتراوح كفاءته بين (١٦ ـ ٢٥ ٪)

أما بالنسبة لإنتاج البخار من الطاقة الحيوية كالأخشاب والمخلفات الزراعية وحتي روث الحيوانات فإنها تمتاز بكفاءة عالية بنسبة لأنها تستعمل في فيزانات البخار الحديثة مع تطويع لموقد الفيزان حسب خصائص الوقود العضوي وتصل كفاءة الحريق بين (٣٠ ـ ٣٥ ٪) .

إن إدراج عامل كفاءة الإستعمال للطاقة الحيوية والذي يعتبر منخفض جدا بالنسبة للطاقات التجارية يغير صورة موازين الطاقة للبدان العربية كما يوضحها الجدول رقم (٥ ـ ٣) : ـ

جدول رقم (٥ ـ ٣)

موازين الطاقة بعد الإستعمال النهائي بالنسبة المئوية

الدولة	بترول وغاز وفحم	الكهرباء	الطاقة الحيوية
سوريا	95.5	4.5	0
الجزائر	76.8	22.5	0.7
المغرب	89.5	3.6	7.0
مصر	73.0	18.8	8.2
تونس	51.7	24.0	24.3
السودان	31.6	4.5	63.9

كلا من الجدولين (« ٤ ـ ٣ » ، « ٥ ـ ٣ ») في غاية الأهمية لتوضيح مختلف جوانب طاقة الكتلة الحيوية في الميزان الحراري لبعض البلدان العربية . فبينما يوضح الجدول (٤ ـ ٣) الدور الذي تقدمه الطاقة الحيوية ، كطاقة أولية اي كمصدر للطاقة من الموارد المحلية ، ويبرز كدور كبير في أكثر من (٥٠ ٪) في السودان وتونس وأكثر من (١٥ ٪) في المغرب ومصر ، نجد أن الدور النهائي الحقيقي أقل من (١٠ ٪) في مصر والمغرب وسوريا والجزائر .

المصدر :

نفس المصدر السابق P 8

إقتصاديات طاقة الكتلة الحيوية :

من الصعب أن يتم وضع هيكل لدراسة الجدوى الإقتصادية للبلدان العربية لأجل إستغلال الطاقة الحيوية وذلك نظرا للتباين فى مصادرها ومقدار توفرها وسهولة الحصول عليها وإمكان تواجدها ، إلا أنه يمكن القول بأن هناك بعض البيانات المتوفرة عن تكاليف تحويل بعض أنواع الطاقة الحيوية إلى منتجات أخرى كالميثانول والغاز الطبيعى والامونيا وخلافه كما يظهر من الجدول رقم (٦ ـ ٣) : (١)

وهذه البيانات تعتبر فى مجملها تقريبية ويجب عدم الإعتماد عليها كأساس فى عملية التحويل الإقتصادى لأى مشروع يقوم على إستخدام المصدر الحيوى للطاقة ، إلا أنها تعطى فكرة عامة للمقارنة بين مصدر وآخر فى الحصول على نفس المنتج .

وبالنظر إلى تكاليف وحدة الطاقة المنتجة من المصدر الحيوى نجد أنها تختلف من دولة إلى أخرى فمثلا متوسط تكلفة الطاقة (مليون وحدة بريطانية) لإنتاج الايثانول فى الولايات المتحدة الأمريكية تزيد على تلك التى تنتج فى البرازيل بحوالى (٣٠ ٪) وذلك بإستخدام نفس المصدر الحيوى . ويرجع السبب فى ذلك إلى سهولة الحصول على المصدر الحيوى وتوفره وقرب تواجده ، أما فى البلدان العربية فلا توجد صناعات رئيسية للمادة الحيوية ، كما أن أسعارها تختلف من دولة لأخرى فنجد مثلا أن إنتاج المتر المكعب من الخشب يتراوح بين ٤ ، ٥٠ دولاراً أمريكيا وأن إنتاج الطن من الفحم النباتى يكلف مابين ٨٠ ـ ١٠٠ دولار .

الطاقة الحيوية والبيئه

(أ) الصحة المنزلية :

إن إستهلاك كميات كبيرة من طاقة الكتلة الحيوية فى الريف العربى ، مع ما يصاحب ذلك من غازات وحرارة لابد أن يكون له اثر على الصحة المنزلية ، خاصة على المرأة العربية وأطفالها .

إن تحليل غازات الحريق لبعض أنواع طاقة الكتلة الحيوية ينذر بتلوث مضر للبيئة المنزلية ، نسبة لإحتواء هذه الغازات لعدد من المكونات الكيماوية الضارة مثل أول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت والمكونات العضوية (بما فيها كربونات الهيدروجين ، وسلفات الهيدروجين والامونيا وكلوريد الهيدروجين ، ويتضح من الجدول (٧ ـ ٣) نسب التلوث من الغازات المنبعثة المختلفة .

---

(1) New and Rene wable Energy in the Arab World , VNEC for Western Assia , Beirut 1981 .

جدول (٦ ـ ٣) بعض منتجات طاقة الكتلة الحيوية

العملية	التكاليف لكل مليون وحده حرارية بريطانية بالدولار (١٩٧٧)
ـ استخلاص الميثانول من الخشب بطريقة التفويز	9.9 - 7.7
ـ استخلاص الامونيا من الخشب بطريقة التفويز	18.8 - 8.9
ـ الحصول على الغاز الطبيعى من الخشب بطريقة التفويز .	7.9 - 6.4
ـ الحصول على الطاقة الكهربائية من الخشب بطريقة الاحتراق	18.6 - 16.3
ـ الغاز الحيوى (Biogas) من مخلفات الحيوان	8.8 - 4.0
ـ الغاز الحيوى من مخلفات القمح	23.6 - 13.2
ـ ايثانول من قصب السكر	31.5
ـ ايثانول من الطحالب	26.8 - 18.9

لا تحوى هذه التحاليل الأثار الناجمة من عملية حرق البيوجاز والفحم النباتى ، إلا أن هذين النوعين من مصادر طاقة الكتلة الحيوية يعتبران الأكثر نظافة وصحية ، أولا لأن عملية التفحيم تذهب بكل هذه الرواسب والغازات فيشتعل الفحم النباتى بدون غازات تذكر ، وكذلك عملية التخمير لروث الحيوانات والتى تتم فى جهاز معزول من الهواء ، تنتج غازا يحترق بهدوء ودون دخان يذكر ، ذلك هو البيوجاز .

إختلال التوازن البيئى وطاقة الكتلة الحيوية :

إن أهم العوامل التى تؤدى إلى إختلال التوازن البيئى تنحصر أساسا فى القطع غير الرشيد للأشجار ، اى القطع الزائد عن ما تسمح به درجة الإحلال بالتشجير . وليس بالضرورة أن ينتج قطع الأشجار نتيجة للطلب على طاقة الكتلة الحيوية ، فهناك عدة إستعمالات للأرض تتنافس فى إزالة الغطاء الشجرى أهمها

* تعتبر هذه البيانات فى مجملها تقريبية ويجب عدم الإعتماد عليها كاساس فى عملية التحويل الإقصادى لاى مشروع يقوم على استخدام المصدر الحيوى للطاقة .

جدول رقم (٧ - ٣)

تلوث البيئة المنزلية (كيلو جرام / طن وقود)

الغاز	حطب الوقود	الروث الجاف	مخلفات زراعية
- أول أكسيد الكربون	1.63	0.69	1.59
- ثانى أكسيد الكبريت	19.60	8.18	18.75
- أكسيد النيتروجين	3.90	1.63	3.75
- مكونات عضوية	23.50	9.81	22.05
- شوائب	31.40	13.09	30.00
- سلفات الهيدروجين	1.20	0.45	1.12
- الامونيا	1.20	0.45	1.12
- كلوريد الهيدروجين	1.20	0.45	1.12
المجموع	83.63	34.77	79.40

بعد التحطيب للوقود ، التوسع الزراعى ، والرعى الجائر والعوامل الطبيعية مثل الحرائق والجفاف كل هذا يؤدى فى النهاية إلى عدم توفر الوقود الخشبى الضرورى لتغطية الطلب عليه . وإختلال العرض والطلب يؤدى إلى مزيد من الخلل نسبة لضرورة زيادة القطع لتلبية الحاجات الضرورية ، لنصل فى النهاية إلى إندثار الغابات وجعل التربة عرضه للاهوية والتصحر . ولا يكمن الخطر البيئى فى ظاهرة التصحر فقط ولكن أيضا فى فقدان التربة لخصوبتها وجعلها غير صالحة لحياة الإنسان والحيوان ، الأمر الذى يؤدى إلى خلق بيئه مناسبة للجفاف إن الوضع المأسوى الذى يمكن أن يؤدى إليه هذا الخلل البيئى ، ولقد إتضح ذلك من التجارب المريرة التى عاشها السودان والصومال وعدد من الدول الأفريقية خلال عام ١٩٨٤ وحتى الآن .

إذا كان سبب الخلل فى البيئه هو عدم كفاية العرض من الوقود لتغطية الطلب المتزايد عليه .

وإن معدل إستهلاك الفرد من الوقود الخشبى فى لبنان ومصر والأردن وسوريا يعتبر منخفض جدا بالمقارنة مع البلدان العربية الأخرى المذكورة فى الجدول ، نسبة للإحلال الذى تم فى هذه البلدان بالطاقة التجارية ، وبالتالى فإن كميات الوقود الخشبى المطلوبة لتغطية حاجة الريف للطهى والتدفئة تعتبر بسيطة نسبيا ، إلا أن العرض المتوفر غير كاف حتى لتغطية هذا المستوى من الطلب ، بل أن نسبة النقص (العرض على الطلب) تماثل تلك فى البلدان العربية ذات الإستهلاك العالى . ويكون الأمر مريرا بصفة خاصة فى المناطق الريفية الجبلية ، حيث تزداد عادة نسبة الإستهلاك للأخشاب نسبة للحاجة للتدفئة كما فى الجزائر ولبنان والمغرب والعراق وحتى عند توفر البدائل فى بلد معين لايعنى إمكانية حصول الفئات الريفية الفقيرة على هذه البدائل .

أما بالنسبة للدول ذات الإستهلاك العالى من الوقود الخشبى مثل تونس والمغرب ، حيث وصل حجم النقص فى الوقود الخشبى ٢ مليون متر مكعب و ٨ مليون متر مكعب سنويا ، فمن الصعب إستيراد مثل هذه الكميات بالعملة الصعبة ، وبالتالى فإن سياسة تشجير جريئة فى هذين البلدين تعتبر أمرا ملحا .

ويمثل السودان حالة خاصة حيث بلغ الأمر مداه من كل جوانبه فمن ناحية فإن معدل إستهلاك الفرد فى الحضر والريف مرتفع جدا نسبة للأثر الكبير الذى تلعبه طاقة الكتلة الحيوية فى الإستهلاك المنزلى وفى الصناعات الوطنية النشطة فى الريف والمدن على السواء هذا بجانب إنحسار الغابات نتيجه لتوسع الزراعة المطرية والمروية لإنتاج الحبوب بالإضافة إلى الرعى الجائر ، خاصة فى إقليم غرب السودان ، حيث نمت الثروة الحيوانية بمعدلات عالية لم تحتملها بيئة الغرب وإكتملت المأساة بالجفاف ، إن لم يكن الجفاف نتيجة للإختلال البيئى نفسه ، ولهذا نجد أن النقص فى الوقود الخشبى عام ١٩٨٠ يعادل حوالى ٢٢ مليون متر مكعب ، هذا مع إنعدام أية إمكانية لإستيراد خشب الحريق ، أو بدائله من البترول .

مشاريع طاقة الكتلة الحيوية القائمة فى الوطن العربى :

البلدان العربية فى شمال أفريقيا :

رغم الصعوبات البالغة فى إيجاد تقديرات دقيقة لكميات الطاقة الحيوية المتوفرة فى البلدان العربية إلا أنه أمكن الحصول على بعض الأرقام من نشرة اللجنة الإقتصادية لغرب آسيا (ECWA) التى إعتمدت فى تحليلها على بعض الزيارات الميدانية وبعض الإتصالات الشخصية وقد أدرج جزء من هذه الأرقام فى الجدول رقم (٨ - ٣) .

جدول رقم (٨ - ٣)

مقارنة بين إستهلاك الفرد من الطاقة التجارية وتلك التي تتوفر من الطاقة الحيوية × ١٠ ^{٦}

الدولة	استهلاك الفرد من الطاقة التجارية في السنه (و ح ب)	المتوفر من الطاقة الحيويه (و ح ب) ** BiOMASS Potentoal Bt / CAP / Yr .			المجموع الكلي للمتوفر من الطاقة الحيويه في السنه (و ح ب)
		من الغابات Forests	مخلفات المحاصيل الزراعية Crop Residues	مخلفات حيوانية ANimal Residues	
الجزائر	23.4	5.3	1.29	2.07	8.66
مصر	15.4	0	2.76	1.29	4.05
العراق	55.--	1.9	1.38	4.66	7.44
الاردن	23.6	0.64	0.012	0.92	1.57
الكويت	262.0	0.03	0	0.8	0.83
لبنان	35.0	0.38	0.27	0.86	1.51
ليبيا	96.0	3.00	1.00	3.78	7.78

موريتانيا	6.7	164.0	0.27	22.9	187.0
المغرب	11.1	8.33	2.46	4.58	15.37
عمان	61.0	0	.06	3.0	0.36
السعودية	146.0	2.46	0.3	1.46	4.22
الصومال	3.8	55.4	0.6	32.7	88.7
السودان	3.0	208.0	2.34	15.6	212.7
سوريا	26.8	2.58	3.27	2.43	8.28
تونس	22.6	1.32	1.64	3.58	6.54
الامارات العربية	219	0.07	0	2.68	3.38
اليمن الشمالي	5.2	1.29	3.27	5.96	10.5
اليمن الجنوبي	10.0	20.5	0.6	2.22	23.32

المصدر :

* OAPEC NiNth ANNUAL statistical Report 1980 - 1981

** ECONOMIC Commission for Western Asia, Report about BioMass ENERGY in the ARAB World 1980 .

ويتضح من هذا الجدول أن الطاقة الحيوية يمكن أن تفى بكل إحتياجات المواطن الموريتانى والمغربى من الطاقة بينما تلبى جزءا أقل بكثير بالنسبة للمواطن الجزائرى والليبى .

ورغم أن تونس والجزائر تعتبر من البلدان المنتجة للنفط إلا أن إحتمال نضوبه سيكون أسرع مما هو متوقع خصوصا فى أولاهما .

لذلك فإن التحول إلى إستخدام الطاقة الحيوية فى السنوات القليلة القادمة سيصبح أمرا ضروريا . ويجرى حاليا فى تونس دراسة مجموعة من المشاريع المعتمدة على الطاقة الحيوية ومن أهمها الإعتناء بالغابات وإختيار أنواع معينة من الأشجار بحيث لا تغير كثيرا من مظهر البيئة .

ويولى التونسيون أهمية بالغة للطاقة الحيوية حيث أعدت بعض الدراسات عن إحتياجات الطاقة للبلدان حتى عام ٢٠٢٠ وكان للطاقة الحيوية نصيب كبير فيها ، وهناك حاليا دراسات مفصلة فى الجزائر والمغرب وموريتانيا فى محاولة لإنشاء بعض الصناعات الخاصة بالطاقة الحيوية وخاصة تصنيع البيوجاز Biogas .

منطقة الخليج العربى :

تتميز بلدان الخليج العربى بقلة إعتمادها على الطاقة الحيوية وذلك لثلاثة أسباب رئيسية : أولهما ـ توفير الطاقة الاحفورية (النفط والغاز) بشكل رئيسى وبأسعار مناسبة جدا لمواطنيها . ، وثانيهما ـ عدم توفر المصادر الحيوية نفسها حيث يندر توفر الغابات أو مخلفات المحاصيل الزراعية أو المخلفات الحيوانية . وثالثها ـ الطقس الصحراوى غير المناسب لنمو النباتات أو الأشجار الضخمة بصورة طبيعية كما لا يشجع إلا على تربية أنواع معينة من الحيوانات التى تستطيع تحملها .

لذا نجد أن المتوفر من الطاقة الحيوية للفرد فى بلدان الخليج العربى قليلة حيث يتراوح بين (٠,٨٣) مليون وحدة حرارية بريطانية (و . ح . ب) للفرد الكويتى فى السنة إلى (٧,٩٤) مليون (و . ح . ب) للفرد العراقى .

منطقة الشمال الشرقى للعالم العربى :

تعتمد هذه البلدان إعتمادا قليلا على الطاقة الحيوية كمصدر رئيسى من مصادر الطاقة وهى فى الواقع أكثر إستعمالا وأكثر وفرة مما هى عليه الحال فى بلدان الخليج العربى فالمتوفر منها فى لبنان حوالى (١,٥١) مليون (و . ح . ب) لكل فرد فى السنة . وفى سوريا (٨,٢٨) مليون (و . ح . ب) وفى الأردن (١,٥٧) مليون (و . ح . ب) ، وهذه تشكل نسبة مقدارها (٤,٣ ٪) ، (٣١ ٪) ، (٦,٦ ٪) من الإستهلاك الحالى للفرد من الطاقة التجارية فى هذه البلدان على التوالى . ولا يفى ذلك أن هذه البلدان تستهلك حاليا هذه النسب وإنما يعنى أن المتوفر منها سنويا يمكن أن يغطى هذه النسبه فى هذه البلدان .

وبالرغم من التحفظ الشديد من إستعمال هذه الأرقام (١) إلا أنها تلقى الضوء بشكل مقرب على الواقع النسبى للطاقة الحيوية .

أما المصادر الرئيسية لهذه الطاقة فهى الغابات ومخلفات المحاصيل الزراعية والمخلفات الحيوانية وتعتبر مخلفات المحاصيل الزراعية أقلها توفرا فى كل من لبنان والأردن بينما تعتبر أكثرها وفرة فى سوريا .

منطقة حوض النيل :

تعتمد السودان ومصر إلى حد كبير على الطاقة الحيوية كمصدر رئيسى وبخاصة فى مناطق الأرياف ، وتدل الإحصائيات الأولية (٢) على أن متوسط إستهلاك الفرد السودانى من الطاقة الحيوية يزيد على ثلاثة أمثال إستهلاكه للطاقة التجارية فى حين أن الفرد المصرى يعتمد على الطاقة الحيوية بواقع (٣٥ ٪) وتساهم الغابات بأعلى نسبة للطاقة الحيوية فى السودان .

ورغم أن السودان تعتمد على الطاقة الحيوية بشكل رئيسى إلا أن الإعتناء بمصادرها يبدو ضعيفا جدا ويقل تدريجيا عاما بعد عام ففى حين كان إنتاج الهكتار الواحد من نبات الدخن فى مطلع الستينات يتجاوز ٦٥٠ كيلو جرام إنخفض فى أوائل السبعينات إلى أقل من ٣٠٠ كيلو جرام وذلك بسبب عدم الإعتناء بهذا النبات . وأكثر من ذلك أن إنتاج اللحم من عشرين مليون رأس من المواشى السودانية يقل عن (٣٠٠) ألف طن بينما يعطى نفس العدد فى فرنسا مثلا حوالى (١,٥) مليون طن اى ما يعادل خمسة أضعاف الإنتاج السودانى .

ولا شك أن الإدارة العلمية السليمة للغابات تعطى مردودا جيدا فالتقديرات العلمية تشير إلى أن إنتاج هكتار واحد من الغابات يبلغ حوالى (٢٠) مترا مكعبا من الخشب فى السنة أو يزيد على ذلك ، وإذا قورن هذا الرقم مع ما ينتجه نفس الهكتار فى السودان لوجدنا أن الأخير ينتج نصف متر مكعب فقط فى حين أن الغابات التى لا تدار جيدا فى العالم تعطى مردودا يزيد على ٢ متر مكعب من الخشب سنويا لكل هكتار .

إن هذا يدفعنا إلى القول بأن النقص فى الإنتاج فى السودان سواء أكان من الغابات أو من المحاصيل الزراعية الأخرى ام من الثروة الحيوانية يرجع فى الغالب إلى عدم إستخدام الإدارة الفنية الدقيقة . أما فى مصر حيث يعيش أكثر من ثلث السكان على الطاقة غير التجارية المتوفرة من مخلفات المحاصيل الزراعية

---

(1) New and Renewable ENERGY In the ARAB World , UNEC for Western Assia , Birut 1981 .

(٢) نفس المرجع السابق .

والحيوانية ، لذا فإنه لابد من الإهتمام بهذا المصدر خصوصا إذا علمنا أن مخزون الطاقة الاحفورية في مصر قليل ومن المحتمل أن ينضب خلال فترة قصيرة من الزمن .

جيبوتي والصومال واليمن الشمالي والجنوبي :

يتضح من الجدول رقم (٨ ـ ٣) أن لدي هذه البلدان إمكانات كبيرة لتوفير الطاقة الحيوية .

وفي اليمن الشمالي والصومال يتوفر حوالي (١٠) مليون (و . ح . ب) و ٨٨ مليون (و . ح . ب) للفرد الواحد . وهي أعلي بمقدار الضعف في الدولة الأولي وبمقدار عشرة أضعاف في الدولة الثانية عما يستهلكه الفرد من الطاقة التجارية . لذلك فإنه لابد أن يؤخذ موضوع الطاقة الحيوية بعين الإعتبار وبصورة جدية في هذه البلدان .

الطلب المستقبلي علي طاقة الكتلة الحيوية :

بما أن طبيعة الطلب علي الكتلة سوف تبقي علي ماهي عليه وهي تلبية الحاجة الضرورية الماسة لسكان الريف من طاقة للتدفئة والطهي والإنارة ، فإن العوامل الأساسية التي سوف تؤثر علي الطلب المستقبلي علي الطاقة الحيوية هي : ـ

ـ النمو السكاني ونسبة الريف للحضر .

ـ الحد الأدني الضروري من الطاقة للمواطن في الريف .

ـ دور البدائل .

(أ) ـ النمو السكاني ونسبة الريف للحضر :

تشير توقعات مصلحة الإحصاء في السودان إلي أن زيادة عدد السكان الكلية تتم بنسبة (٢,٨ ٪) سنويا ، إلا أن النمو الحقيقي سيكون في الحضر ، نسبة لعجز الريف السوداني عن إعاشة سكانه . ومن المتوقع أزدياد سكان الريف حتي سنة ٢٠٠٠ بنسبة (١٨ ٪) فقط .

وتوضح الهجرة الحالية الضخمة من الريف للمدن إثباتا لهذه التوقعات .

كما نجد في إحصاءات الأمم المتحدة بيانات كاملة عن التطور السكاني في البلدان العربية نعرض منها تنبؤات نمو سكان الريف العربي كما في الجدول رقم (٩ ـ ٣) .

(ب) الحد الأدني الضروري من الطاقة في الريف :

إذا إستطعنا أن نعرف أسباب الهجرة التي تمت في مناطق الجفاف في بلاد الساحل الأفريقي

والسودان ، بإنعدام الحد الأدنى الضرورى من إحتياجات المواطن الريفى لتجديد نشاطه اليومى ، حتى دون إحداث اى تحسين فى ظروفه المعيشية ، فيمكن أن نقول أنه الحد الأدنى الضرورى من الطاقة هو ذلك القدر الكافى للطهى والأنارة .

وإذا جاز هذا التعريف بالنسبة للسودان والصومال ، فمن البديهى أنه لايكفى بالنسبة للمواطن الريفى فى المناطق الباردة كسوريا ولبنان والجزائر والعراق ، حيث تعتبر التدفئة من الضروريات اليومية فى الشتاء ، كما أن هذا التعريف لا يكفى بالنسبة لمصر ، حيث أن كفاءة النشاط الفلاحى يمكنه من إنتاج فائض يقايض به منتجات طاقة ويحسن من مستواه المعيشى ، ولهذا فإن الحد الأدنى الضرورى بالنسبة لأغلب البلدان العربية (ماعدا السودان والصومال) يمكن أن يشمل الطهى والإنارة والتدفئة والطاقة الضرورية للنشاط الإنتاجى الريفى ، ولكن لايعنى هذا بالطبع أن تتم تغطية كل هذه الإحتياجات من الطاقة الحيوية ، نسبة لأن أغلب هذه البلدان تعانى حاليا من نقص فى إمدادات الطاقة الحيوية ، بالنسبة للنشاط الإنتاجى القروى ، بالنسبة للقرى المتطورة والتى تتفاعل مع المدنية بتصدير منتجاتها وإستيراد ماتحتاج إليه ، فإن نشاط الترحيل يكتسب أهمية من ناحية توفير الطاقة إلا أن هذا النشاط يم إما بالدواب أو بالطاقة التجارية وبالتالى ليس ثمة داع لمراعاة ذلك فى تحديد القدر الأدنى الضرورى للمواطن الريفى العربى ، كما يوضح الجدول رقم (١٠ ـ ٣) تقديرات الحد الأدنى الضرورى للمواطن الريفى فى المتوسط .

هذه التقديرات تختلف كثيرا عن الحد الأدنى للدول النامية وهو ٤٠٠ كيلو جرام معادل فحم اى ما يساوى (٠,٢٧٥) طن . م . ن وما يعادل ٢,١٢ متر مكعب من خشب الوقود ، حيث يمتاز الريف العربى بقدر كبير من البدائل مثل الكهرباء والكيروسين للإضاءة والتدفئة ، مما جعل متطلباته متواضعة ، ماعدا بالنسبة للسودان واليمن إلى حد ما .

بنيت التقديرات على أساس معدل الإستهلاك بداية الثمانينات ، والذى أعتبر ثابتا مع الزمن على أساس أن أى إحتياجات جديدة فى الريف تعنى تحديثا له ولا تغطى بطاقة الكتلة الحيوية . معدلات إستهلاك السودان المتوقعة فى المستقبل يجب أن تقل عن ماهو عليه الآن . نسبة لضغوط التصحر والإرتفاع المتوقع لأسعار الفحم النباتى ، الأمر الذى سيقود إلى إستهلاك خشب الحريق مباشرة وإنحسار إستهلاك الفحم النباتى .

جدول رقم (٩ - ٣)

نمو سكان الريف بالملايين

الدولة	سكان الريف ١٩٨٠	سكان الريف ٢٠٠٠
لبنان	1.8	1.3
مصر	25.1	30.6
الأردن	1.5	2.7
سوريا	7.0	12.8
تونس	5.7	9.2
العراق	6.9	12.0
المغرب	13.9	23.1
الجزائر	13.3	23.9
السودان	14.0	16.52

جدول رقم (١٠ ـ ٣)

الحد الأدنى الضروري للمواطن الريفي عام ٢٠٠٠ من طاقة الكتلة الحيوية

(متر مكعب حطب وقود في العام)

الدولة	الطهي	الإنارة	التدفئة	الجملة
سوريا	0.025	كهرباء	0.025	0.05
الأردن	0.025	كهرباء	0.025	0.05
مصر	0.03	كهرباء	كيروسين	0.03
تونس	0.35	كيروسين	0.15	0.5
العراق	0.35	كيروسين	0.125	0.5
المغرب	0.5	كيروسين	0.3	0.8
الجزائر	0.5	كيروسين	0.3	0.8
السودان	2.0	—	—	2.00
اليمن	1.5	0.025	0.025	1.55

(جـ) دور البدائل :

إن صورة الطلب علي طاقة الكتلة الحيوية في السنوات القادمة سوف تتأثر كثيرا بالبدائل المتوفرة للمواطن الريفي في الفترة حتي سنة ٢٠٠٠ ، في الجدول رقم (١١ ـ ٣) حيث لم يؤخذ في الحسبان ، سكان المدن ، يعني بالضرورة أن يتلاشي إستهلاك الوقود الخشبي ومشتقاته في المدن العربية في خلال السنوات الخمسة عشر القادمة ، وهو تطور محتمل ، حيث أن المدن سوف تستوعب الأحياء الفقيره التي نشأت في أطرافها ، وتشملها برعايتها الخدمية مثل كهرباء ومياه وطرق والبدائل المتوفرة لتغطية إستهلاك المدن لابد أن تكون من مصادر الطاقة التجارية ، نسبة لإنعدام البدائل الأخري ، ونسبة لأن الطاقات الجديدة والمتجددة تحتاج لزمن أطول حتي تثبت تجاريتها ، والمقصود هنا الطاقة الشمسية أساسا ، نسبة لأن إستعمالات أغلب الطاقات الجديدة الأخري ، ستكون ريفية مثل طاقة الرياح ، والبيوجاز ، وتحديث تكنولوجيا الأخشاب وحتي بالنسبة لسكان الريف ، فإن الإعتماد في الإنارة علي الكهرباء أو الكيروسين أمر حتمي حيث أنه من الصعوبة إيجاد بدائل آخري في السنوات القادمة . وبالنسبة للطهي والتدفئة ، فمن المحتمل أن تجد الطاقات البديلة دفعة قوية إذا إستحال توفير الكميات المطلوبة من الطاقة الحيوية في سنة ٢٠٠٠ ، لسبب أو لآخر لمعرفة ذلك فمن الضروري تقدير مدي إمكانية تلبية الطلب علي الكتلة الحيوية في سنة ٢٠٠٠ .

الطلب علي الكتلة الحيوية سنة ٢٠٠٠ :

إعتمادا علي الجدول رقم (٩ ـ ٣) تطور سكان الريف والجدول رقم (١٠ ـ ٣) حيث تم تحديد الحد الأدني المطلوب من الطاقة الحيوية في الريف ، يمكن تقدير حجم الطلب علي طاقة الكتلة الحيوية ، رغم أن تقدير الكميات بنيت علي أساس خشب الوقود ، إلا أن المقصود هو إمكانية تلبية الطلب بكل الأنواع المتوفرة ، كالفحم النباتي أو المخلفات الزراعية أو البيوجاز ، حسب وفرة هذه المصادر في كل بلد وحسب العادات السائدة .

من الواضح أن الوقود الخشبي في أغلب البلدان يمكن أن يعطي (٥٠ ٪) من إحتياجات الطاقة أو أقل بالنسبة لإحتياجات الريف الأساسية . إن عدم إدراك هذه الحقيقة بكل أبعادها ، يمكن أن تؤدي إلي ما حدث في السودان ، القطع المتزايد للغابات ، تدهور إنتاجية التربة ، التصحر ، الجفاف الهجرة الجماعية إلي المدن العربية ، أو إلي الخارج كما حدث في أغلب البلدان الأفريقية . إدارك هذه الحقيقة يعني وضع خطة لإحتياجات الريف العربي لتلبية إحتياجاته الأساسية وتشمل كل البدائل الممكنة وهي :

جدول رقم (١١ - ٣)

تقديرات الطلب علي الكتلة الحيوية لعام ٢٠٠٠

(الوحدة متر مكعب حطب وقود خشبي)

الدولة	سكان الريف (بالملايين)	معدل الإستهلاك (م^3 للفرد سنويا)	الطلب الكلي (ألف م^3)	* العرض المتوقع من الأخشاب
سوريا	12.8	0.05	640	368
الأردن	2.7	0.05	135	111
مصر	30.6	0.03	918	415
تونس	9.2	0.5	4.600	2.974
العراق	12.0	0.5	6.000	2.415
المغرب	23.1	0.8	18.400	7.580
الجزائر	23.9	0.8	19.120	6.713
السودان	16.52	2.00	33.040	24.270

* العرض المتوقع من الأخشاب في كل بلد حسب تقديرات منظمة الفاو .

١ ـ التشجير .

٢ ـ كهربة الريف .

٣ ـ البيوجاز .

٤ ـ تطوير التكنولوجيا المحلية .

٥ ـ إدخال تكنولوجيا الأخشاب المتطورة ـ التفوير .

٦ ـ الطاقة الهوائية .

٧ ـ الطاقة الشمسية .

تحليل لأبعاد العرض والطلب
لطاقة الكتلة الحيوية في الوطن العربي

يتبين لنا عدة حقائق لابد من أخذها موضع الإعتبار حتي يتسني وضع إستراتيجية تقود إلي الإعتراف بالأزمة ووضع الخطط السريعة والطويلة المدي لحلها :

ـ أول هذه الحقائق ، هي أن هناك عدم الإعتراف بوجود أزمة في إمدادات الطاقة الريفية أساسا ، ويتضح ذلك في إنعدام الإحصاءات عنها وإنعدام السياسات الحكومية المعلنة التي توضح أبعاد المشكلة والحلول المبرمجة لها .

ـ إن هناك عجز واضح حاليا في عدد كبير من البلدان العربية ينعكس في الفرق بين العرض والطلب لطاقة الكتلة الحية ، وإن هذا العجز نابع أساسا من عدم تجديد هذا المصدر بالتشجير .

ـ إن أثار هذا العجز يمكن أن تكون وخيمة جدا للمواطن في الريف ، نسبة لاضطراره لتوفير وقت أطول للحصول علي الأخشاب من المناطق البعيدة وربما لتغيير عاداته المنزلية ، مثل إستعمال روث الحيوانات الجاف بدلا من الأخشاب ، الأمر الذي يخلق عدم إرتياح نفسي وبالتالي يؤثر علي إنتاجيته ، كما يفقد التربة من سماد طبيعي .

ـ إن إنعدام الغطاء الشجري نتيجة للقطع المتزايد للأشجار دون تشجير جديد ، يؤثر علي التربة ، كما سيؤثر في المستقبل علي إنتاج الغذاء في الوطن العربي .

- ستتعرض أغلب القري والمدن الريفية لخطر التصحر كما حدث في أفريقيا ، حيث إختل التوازن البيئي وأصبحت مساحات شاسعة غير صالحة لسكن الإنسان ولايواء الحيوان .

- هناك ضرورة لتوفير خشب الحريق للمواطن الريفي ، خاصة الفقراء منهم ، نسبة لصعوبة تغيير عاداتهم ، هذا بجانب عدم إستطاعتهم لتحمل إقتصاديات البدائل .

- ليس بالضرورة تغطية النقص في الكتلة الحيوية ببدائل الطاقات الجديدة والمتجددة علي المدي القصير ، نسبة لعجز هذه الطاقات حاليا من النواحي الفنية والإقتصادية لمنافسة الوقود التقليدي ، كما أن الحلول العاجلة ربما تتطلب مد الريف العربي بالمنتجات البترولية والكهرباء لتغطية العجز عن مواصلة حياتهم العادية ، وإنتاجهم نتيجة لعدم وجود الطاقة الضرورية للطهي والتدفئة والإنارة .

إستراتيجية طاقة الكتلة الحيوية وآفاق التعاون العربي

يحتاج العالم العربي إلي إستراتيجية واضحة ، تهدف لتوفير الحد الأدني الضروري من متطلبات الطاقة للمواطن الريفي ، وحماية البيئة العربية من خطر التصحر . ومن البديهي أن تكون لهذه الإستراتيجية جانبان الأول يشمل الحلول العاجلة والمؤثرة في زمن قصير ، علي أن يحوي الجانب الآخر البرامج طويلة المدي ذات الآثار الجذرية .

(أ) الإستراتيجية قصيرة المدي (خمسة سنوات تقريبا) :

أ - التحكم في العرض والطلب :

بما أن طاقة الكتلة الحيوية أصبحت تمثل المخرج الوحيد لتلبية إحتياجات الفقراء من الطاقة . فمن الضروري تنظيم عمليات القطع والتوزيع ، وتقنينها والإشراف عليها من قبل الدولة ، حتي لا تصبح هذه الضروريات مسرحا للمضاربات والسوق السوداء .

وفي نفس الوقت بدلا من توعية سكان الريف لترشيد الإستهلاك بكل السبل الممكنة ، بما في ذلك التسعير ، إذ أنه في كثير من الأحيان تتحصل القري علي حاجاتها من الغابات دون ثمن ، ويكون ذلك مدعاة للتبذير . كما يجب أن يشمل التحكم منع قطع الأشجار التي لم يكتمل نموها ، وحماية الغابات من الحرائق الطبيعية أو التي يسببها الإهمال . وكثيرا ماتهدد الغابات بإزالتها عنوة لإفساح المجال للتوسع الزراعي في بلاد كالسودان والصومال وتونس بينما لا تعاني هذه البلدان من ندرة الأرض ، وكان من الممكن تحضير مساحات زراعية خارج مناطق الغابات بتوفير البنية الأساسية الضرورية كالري وغيره .

تطوير التكنولوجيا المحلية :

إن عدم كفاءة وحدات الحريق كالكانون المنزلي والأفران البلدية والمخابز وغيرها يؤدي إلي مدي الهدر في المصادر ، كما أن هناك خسائر كبيرة لثروة الأخشاب من جراء تحويلها إلي فحم نباتي . وبما أن متوسط الكفاءة الحرارية يتراوح بين (١٠ ـ ١٥ ٪) فإن تطوير هذه المعدات إلي نسب تتراوح بين (١٥ ـ ٢٥ ٪) ممكن جدا ، خاصة إن هناك دولا نامية كثيرة ، كدول شرق آسيا ، قد تمكنت من تطوير هذه المعدات وحققت تجاربها . إن السبب الحقيقي في عدم إنتشار المعدات المتطورة ، خاصة بالنسبة لتكنولوجيا الحريق المباشر للكتلة الحيوية ، ولكن يمكن في عدم تهيئة السوق المناسب لهذه المعدات ، وتوعية سكان الريف لتقبلها ، ثم الجوانب الإقتصادية ، والتي يمكن أن تكون مجزية بالإنتاج الكبير ، وإذا دعت الضرورة بدعم من الدولة . إن إستراتيجية واضحة تدعمها الدول العربية في هذا المجال يمكن أن تحقق نتائج مذهلة في مدي قصير ، خاصة أن رفع كفاءة هذه المعدات بقدر بسيط ، يمكن أن يطلق كميات هائلة من خشب الوقود المهدور .

ويمكن أن يشمل التطوير التكنولوجي تكنولوجيا حرق المخلفات الزراعية وذلك بتصفيفها وضغطها لتسهيل ترحيلها وإيجاد المعدات المناسبة لحرقها لاغراض الطهي والتدفئة .

البـدائـل :

إن هناك عدة بدائل سريعة يمكن أن تساعد في إثراء مصادر الطاقة المنزلية أولها إدخال تكنولوجيا البيوجاز في الريف العربي ، والتي تمثل إستعمالا صحيا لروث الحيوانات لا يحرم الأرض من سماد الروث ، إذ أنه يتوفر عن طريق التخمير اللاهوائي كمنتج ثانوي .

وأنه من السهل أن يتم تصميم يلائم كل بلد حسب ظروفها المناخية بتوطين التكنولوجيا الهندية أو الصينية . المشكلة الحقيقية تكمن في أن الإستثمار الأول كبير ، يفوق طاقة الأسر الفقيرة ، ولذلك من الضروري أن توفر الدوله الحوافز والميزات الضرورية لإستغلال هذا المصدر الهام ، وينص البرنامج المصري للبيوجاز علي بناء ٢٦٦ ألف وحدة في الريف بتكلفة حوالي ٤٥٦ مليون دولار حتي عام ٢٠٠٠ سيصل إنتاجها إلي ٣٨٥ مليون متر مكعب من الغاز سنويا .

من الممكن تبني برامج بيوجاز مماثلة لمصرف البلدان العربية التي تتمتع بثروة حيوانية ، اي التي يتراوح فيها نسبة عدد الأبقار لسكان الريف بين ٠,٢ ـ ٠,٩ بقرة / مواطن ومنها السودان والعراق والمغرب وتونس .

ثاني هذه البدائل هو كهربة الريف ، خاصة القري التي تقع قرب المدن ، أو التي تقع في إطار الشبكة الكهربائية ، حيث لا تمثل إستثمارات النقل والتوزيع عائقا أمام كهربة الريف . ويعتبر هذا البديل حتمي بالنسبة للبلدان العربية التي تنتج الكهرباء بنسبة كبيرة من المصادر المائية . ويمكن أن تتم كهربة الريف عن طريق محطات قوى معزوله إذا توفر مصدر ريفي مناسب لإنتاج الطاقة مثل الفحم الحجري والمحطات المائية الصغيرة . أو حتي عن طريق المخلفات الزراعية ، في المناطق ذات النشاط الزراعي المكثف . أما البديل الثالث فهو تحويل التكنولوجيا في الريف إلي الطاقة التجارية كحل مؤقت حتي يتوفر الوقود الخشبي للإحتياجات المنزلية ، الصناعات الريفية مثل كمائن الطابوق وأفران الخبز من السهل جدا تحويلها إلي الطاقات التجارية كالبترول والكهرباء .

(ب) الإستراتيجية طويلة المدي (إلي نهاية القرن) :

ا ـ التشجير :

إن الركن الأساسي في الإستراتيجية طويلة المدي بالنسبة لكل بلد عربي هو إعادة تشجير الغابات ، وذلك لتوفير خشب الوقود علي المدي الطويل لسكان الريف لقد ساد الإعتقاد لفترة طويلة ، إن تغطية الطلب علي الطاقة في الريف يتم عبر كهربة الريف . إلا أن القليل من الدول حققت ذلك ، وغالبية الريف لم توفر له بدائل ينتظر بها كهربة الريف . وحتي التوسع في الإمداد الكهربائي للريف يعتمد حاليا في كثير من الدول علي طاقة البترول وهي طاقة مكلفة وغير متجددة . إن بناء إستراتيجية طويلة المدي أساسها التشجير ، يمثل في الواقع فهم جديد ، أو إعادة إعتبار لهذه الطاقة ، علي أساس أنها طاقة متجددة ، ولا تحتاج من الأسرة الريفية لإستثمارات تذكر للوصول علي تقنياتها ، وهي طاقة غير ممركزه ، ومن السهل جمعها وترحيلها وحرقها بالوسائل البسيطة المتوفرة في الريف . كل هذا يوضح إنها طاقة مناسبة جدا للأغراض التي تستعمل فيها ويمكن الإعتماد عليها في المدي الطويل أيضا ، خاصة إذا أزيلت عيوبها الأساسية ، وهي حماية الأسرة من غازات الدخان المتولد من الحريق ، وتحسين إقتصاديات الحريق بتطوير تكنولوجي بسيط .

وثمة سبب آخر يجعل من التشجير ركنا أساسيا في إستراتيجة توفير طاقة الكتلة الحية ، إلا وهو إعادة التوازن البيئي لمناطق شاسعة في الوطن العربي .

ونظرا لضحالة برامج التشجير في الدول النامية الأمر الذي حدا بالدول النامية برفع معدلات التشجير

إلي خمسة أضعاف وضعها الحالي . إن وضع برامج ترشيد تناسب ضرورة الطلب والتوازن البيئي من الممكن أن تكون مكلفة جدا ، مثلا يحتاج السودان إلي عشرين مليون دولار سنويا لمدة خمسة عشر عاما لإعادة التوازن البيئي وتوفر الطاقة للريف في الاقاليم الشمالية والغربية والشرقية . إلا أن هذه البرامج لا يمكن أن تنجح إذا لم تتم بمشاركة سكان الريف في شكل حملات قومية ، حتي يتوفر الوعي اللازم والرعاية للأشجار الجديدة ، خاصة إن أجهزة الغابات الحالية عاجزة عن القيام بتنفيذ مشاريع إعادة التشجير وحدها .

إن الأشجار تحتاج إلي زمن ورعاية لتنمو وربما يمتد الزمن من ٥ ـ ١٠ سنوات أو أكثر ، ولهذا فإن كل تأخير في البدء في برامج التشجير سوف يتأتي بنتائج سلبية في المستقبل .

٢ ـ تكنولوجيا الطاقة الريفية

أن إمداد الريف بالطاقة ، له خصائص يستنتج الفرد عند الوقوف عليها ، ضرورة تبني سياسة تكنولوجية طويلة المدي ، والمقصود هنا تكنولوجيا الطاقة الريفية . أن بعد الريف عن المدينة وإحتياجاته المتنوعة من الطاقة وبكميات قليلة ، بجانب توفر مصادر محلية للطاقة مثل الأخشاب والروث والمخلفات الزراعية ، والمساقط المائية الصغيرة والطاقة الهوائية والشمسية ، وأحيانا موارد الحرارة الجوفية ... إلخ .

وكل هذه المصادر يجب أن يتم إستغلالها موضعيا ، اي أن ترحيلها لاماكن أخري غير إقتصادي .

ومن ناحية أخري فإن المنزل الريفي يحتوي علي مختلف المعدات المنتجة محليا ، لتمكين الفلاح من تسخير الطاقة الريفية لإحتياجاته النهائية سواء كان ذلك للطهي أو التدفئة أو الإنارة وأفران الخبز أو حتي لإنتاج . كل هذا يوضح ضرورة رسم سياسة تكنولوجية تمكن من نشوء نظم للطاقة مستحدثة في الريف ، علي أن توفر المدنية العربية الأساسية التكنولوجي لهذه النظم الريفية .

ويجب أن تحتوي إستراتيجية الطاقة الحيوية العديد من النقاط التالية :ـ

١ ـ تطوير تكنولوجيا الإستعمال النهائي ، رفع الكفاءة الحرارية .

٢ ـ مسح المصادر المحلية

٣ ـ إدخال تكنولوجيا جديدة للطاقة الحيوية مثل البيوجاز (التغويز وتكنولوجيا التمويل « مثل التفحيم ») .

٤ ـ إدخال تكنولوچيا المصادر الريفية ـ تكنولوچيا الرياح ومحطات القوي المائية الصغيرة وإستعمالات الطاقة الشمسية .

٥ ـ دراسة إقتصاديات التصنيع المحلي لمكونات الطاقة الريفية .

٦ ـ دراسة الأثار الإجتماعية والبيئية للتحول إلي تكنولوچيا أرقي ، وتأمين قبول المواطن الريفي لها بالتوعية .

٧ ـ تطوير نظم الطاقة الريفية إداريا .

٨ ـ تحديد دور الدولة في دعم تكنولوچيا الريف وتقديم الميزات القصوي لهذا النشاط ضمن برامج حماية البيئة ورفع مستوي معيشة الفئات الفقيرة .

٩ ـ ترشيد أنماط الإستهلاك .

١٠ ـ دراسة مد القري بالطاقة الكهربائية .

الطاقة الشمسية فى الوطن العربى

- الإشعاع الشمسي

- تاريخ إستخدام الطاقة الشمسية في الوطن العربي

- إقتصاديات إستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه كبديل لسخان الكهرباء والبوتاجاز والوفر الناتج من إستخدامها

- إقتصاديات الطاقة الشمسية

- بعض مشاكل الطاقة الشمسية

كانت الشمس ومنذ فجر الخليقة مصدراً مهماً للطاقة . لقد قام الإنسان القديم وقبل نزول الأديان السماوية بعبادة الشمس في بابل ومصر والمكسيك وغيرها من بلاد الحضارات الأولية . وكانت طاقة الشمس تستغل للتدفئة وتجفيف المحاصيل الزراعية بالإضافة إلي كونها العنصر الأساسي لنمو النباتات . وقد تضاءل إستخدام الشمس بإختراع النار وحرق الوقود الخشبي ، ثم بإكتشاف الفحم والغاز والنفط ، التي تقوم بتركيز الطاقة بشكل أكبر من الطاقة الشمسية ، ونظراً للتقدم العلمي في أواسط القرن العشرين ، ونتيجة للبحث عن وقود لتشغيل الأقمار الصناعية في الفضاء ، بدأ السوفيت والأمريكيون إستغلال الطاقة الشمسية بصورة جدية في أواخر الخمسينات وأوائل الستينات عندما أستخدموا الخلايا الفوتوفولتية لتشغيل أقمارهم الصناعية في الفضاء . ومنذ ذلك الحين وحتي يومنا هذا ، أي خلال ربع قرن فقط ، دخلت إستخدامات الطاقة الشمسية وبصورة محدودة جميع مرافق الحياة . ان محدودية إستعمال الطاقة الشمسية يعود بالدرجة الأولي إلي قلة الدعم المادي لأبحاثها من جهة ، وحداثة البحث العلمي من جهة أخري بالإضافة إلي عدم توفرها بتركيز عالٍ كمصادر النفط أو الفحم أو الغاز ، ووجودها في فترة النهار فقط ، مما يستوجب وجود طرق خزن للإستعمال في فترة الليل ، أو في أوقات الجو الغائم أو المغبر . أما أهم فوائد إستخدام الطاقة الشمسية فهي :

١ ـ إستمرارية وجودها كمصدر متجدد وغير قابل للنضوب والحصول عليها بدون مقابل .

٢ ـ لا تخضع لسيطرة اي نظم سياسية أو دولية .

٣ ـ يمكن إستخدامها بطرق مباشرة أو غير مباشرة سواء أكانت مركزة أو غير مركزة .

٤ ـ لا تسبب اضراراً للبيئة أو أي تلوث ملحوظ .

٥ ـ تعتمد حالياً علي تكنولوجيا مبسطة يمكن إستيعابها من قبل الدول النامية (١) .

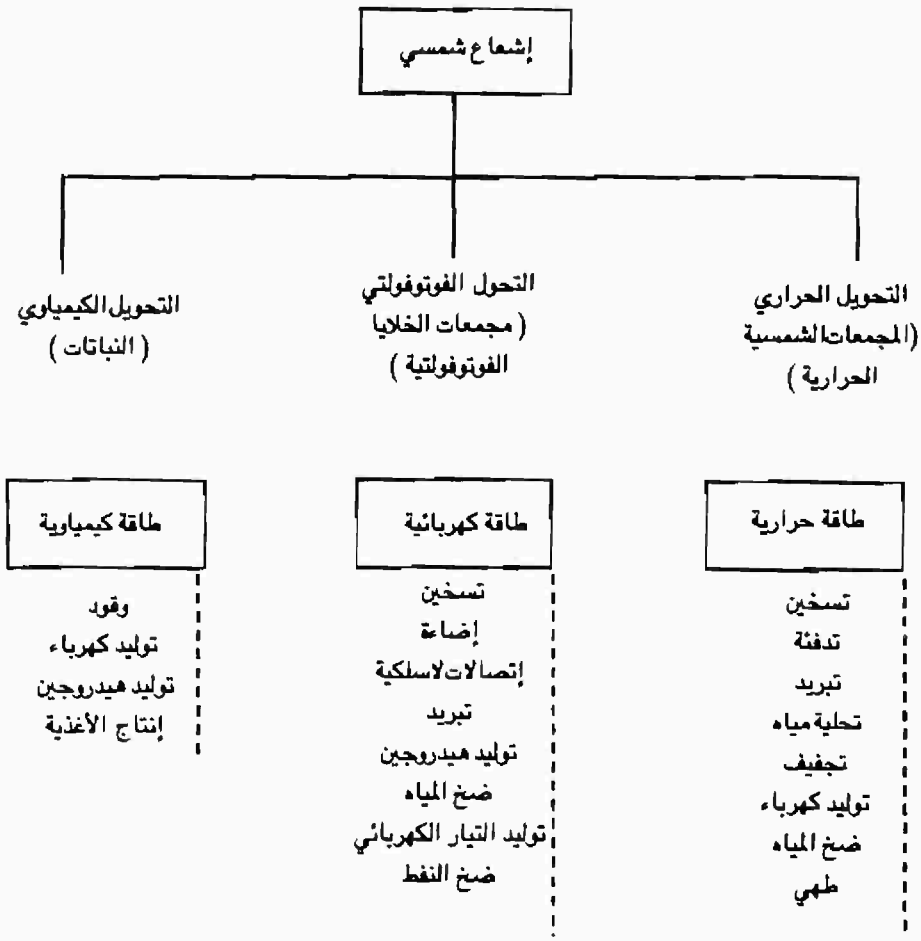
هذا ويوضح الشكل رقم (١ ـ ٣) مختلف الطرق التي يمكن الاستفادة بها من الطاقة الشمسية .

---

(1) A . A . M . Sayigh .ed . : Solar Energy Engineering (New York : Aeademie Press . 1977) . and Solar

شكل رقم (١ - ٣)

تحويلات الطاقة الشمسية وطرق الاستفادة منها



الإشعاع الشمسي

تعتبر البلدان العربية اغزر بقاع العالم من حيث توفر عدد كبير من الساعات المشمسة وشدة الإشعاع الشمسي فيها ، حيث تتمتع معظم هذه البلدان بحوالي ٣٠٠٠ ساعة مشمسة في السنة وبمعدل شدة إشعاع أكثر من ٥٠٠ واط للمتر المربع خلال النهار .

ويوضح الشكل رقم (٢ ـ ٣) مخططاً لمعدلات سطوع الشمس اليومية على مدار السنة في حين توضح الاشكال (٣ ـ ٣) ، (٤ ـ ٣) ، (٥ ـ ٣) مخططات لادنى معدلات الطاقة الشمسية التي يمكن الحصول عليها في شهري ديسمبر ، يناير ، ولأعلى معدلات الطاقة الشمسية التي يمكن الحصول عليها في أشهر الصيف يونيو ، يوليو ، أغسطس . والمعدل السنوي للطاقة الشمسية في الوطن العربي مقاسة بالوحدات كيلو واط ـ ساعة / متر مربع / اليوم . وبمقارنة البلاد العربية مع بقية دول العالم من حيث شدة الإشعاع الشمسي وجد أن البلاد العربية في المقدمة كما هو مبين في الشكل رقم (٦ ـ ٣) وإن هذه الغزارة تكون أكثر وضوحاً في الشكل رقم (٧ ـ ٣) وهو مخطط لمعدلات الإشعاع الشمسي وعدد الساعات المشمسة في اليوم لبعض البلدان العربية مقارنة بالدول الصناعية(١) .

ولا بد من الإشارة إلى أن طاقة الرياح تعتبر أهم مصدر من الطاقات المتجددة بعد الطاقة الشمسية في البلاد العربية حيث تتمتع معظم البلدان العربية بمعدلات سرعة رياح تتجاوز ٤ م / ث وهي السرعة التي تكون التربينات الهوائية بعدها ذات جدوى إقتصادية خاصة في توليد الكهرباء في الاماكن النائية (٢) .

Energy Applications in Buiildings (New York : Academic Press 1979) . and Charles E . Backus . ed .. Solar = (ells New York : IEEE Press . 1976)

A. A. M. Sayigh " Estimation of Total Radiation Intensities : A Universal Formula . Presented at : Sympoium on Radiation in the Atmosphere. Munich - (١) paper. West Germany , 19 - 28 August 1976 organized by International Association of Meteorology and Atmospherie Physics [AMAP] and World Mateorological Organization [WMO] : A . A. M. Sayigh and D. Jarrar. " Solar Mapping of the Arab World. " paper presented at : Conference on Non-Conventional Energy Sources and Workshop on the physies of Non-Conventional Energy Sources. Trieste-Italy. 20 June - 8 July 1983. Organized by International Center for Theoretical Physies [ICTP] and A. A. M. Sayigh and H.EL - Mulki. " Alternative Energy in the Arab World. " paper presented at : Riyadh Meeting for the Directors of Solar Energy Riyadh - Saudi Arabia. 18-21 December 1982. Centers in the Arab World. M. (organized by Arab League Educational . Seientific and Cultural Organization . B. Quareshi, B. M. Pederson and A. A. M. Sayigh. " Wind Turbine Generators the - Art. " Solar and Wind Technology vol. 1. no. 1 (1984). and P. (٢) State- of Musgrove. " Energy from Wind in Rural and Urban Communities . " paper presented at : Passinve and Low Energy Ecotechniques. Mexico City . 6-11 August 1984 .

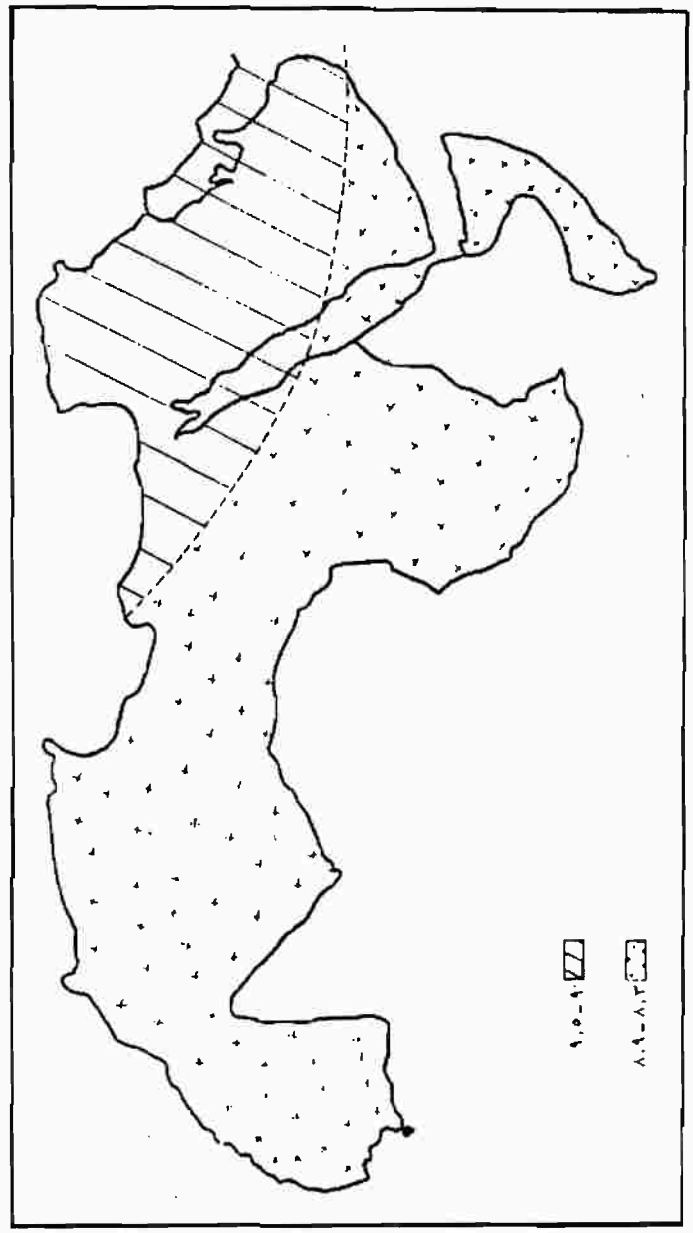
تاريخ استخدام الطاقة الشمسية في الوطن العربي

تعتبر البلاد العربية في مقدمة الدول التي استخدمت الطاقة الشمسية : ففي عام ١٩٠٧ قام المهندس الالماني شومان بتشغيل مضخته المائية قرب مدينة القاهرة في جمهورية مصر العربية . وتتكون هذه المضخة من مركزات شمسية ذات شكل مكافيء المقطع يركز الشمس علي انابيب نحاسية مطلية بالدهان الاسود ويمرر فيها ماء ليتحول الي بخار لتشغيل ماكينته البخارية التي بدورها تقوم بضخ الماء الي المزارع القريبة ، وكانت قدرة هذه الماكينة (٨٠٠) واط . ثم اجريت بعض الدراسات المتعلقة بالطاقة الشمسية علي مشروع وادي القطارة في ليبيا في الخمسينات ، كما تم نصب وتشغيل عدة مركزات وافران شمسية لصهر المعادن ، وتصنيع مواد البناء في كل من المغرب والجزائر وتونس علي ايدي الفرنسيين في الفترة نفسها .

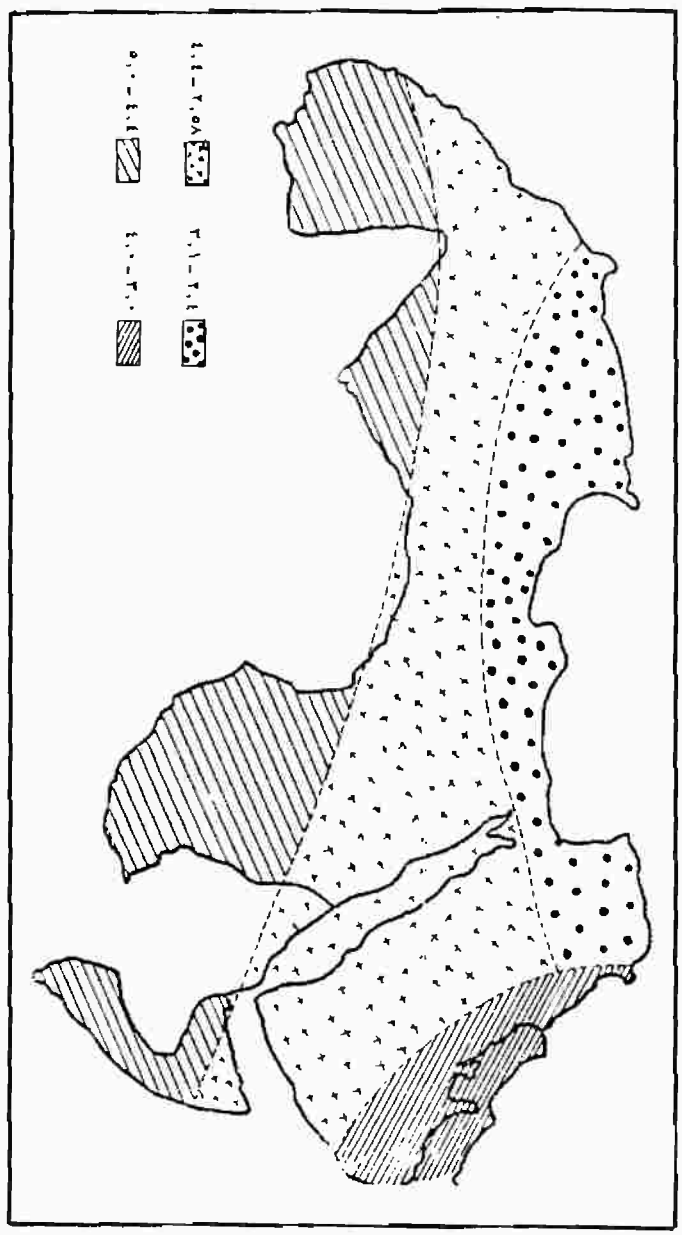
هذا ، وقد بدأت بحوث الطاقة الشمسية تنشط مرة اخري في منتصف الستينات في مصر ، حيث قام المركز القومي للبحوث بتصنيع مقطرات وسخانات شمسية . ومع بداية الاهتمام بمصادر الطاقة البديلة في معظم البلدان العربية في بداية السبعينات ، أخذت بحوث الطاقة الشمسية دورها في كل من السعودية والعراق والأردن والمغرب العربي . وفي الوقت الحاضر لدي جميع البلدان العربية وبدون استثناء مراكز بحوث علمية تعني بإستغلال الطاقة الشمسية ، وسوق نذكر قسماً منها فيما بعد .

اما فيما يتعلق بالمباني وتلاؤمها مع البيئة فقد نجحت جميع البلدان العربية في تكييف مساكنها صيفاً وشتاء فتوصلت الي تصاميم معمارية تقي السكان حرارة الصيف وبرودة الشتاء . لقد كان آباؤنا ، ومن قبلهم اجدادنا . يبنون البيوت ذات الجدران السميكة والمجهزة بأبراج تهوية ممتدة إلي طابق أو طابقين تحت الأرض ، ويتم تبريد المنازل بطريقة تبخير الماء في هذه الطوابق السفلية بطريقة طبيعية . وكانت هذه الطوابق الأرضية تستخدم في موسم الصيف فقط وخلال فترة النهار .

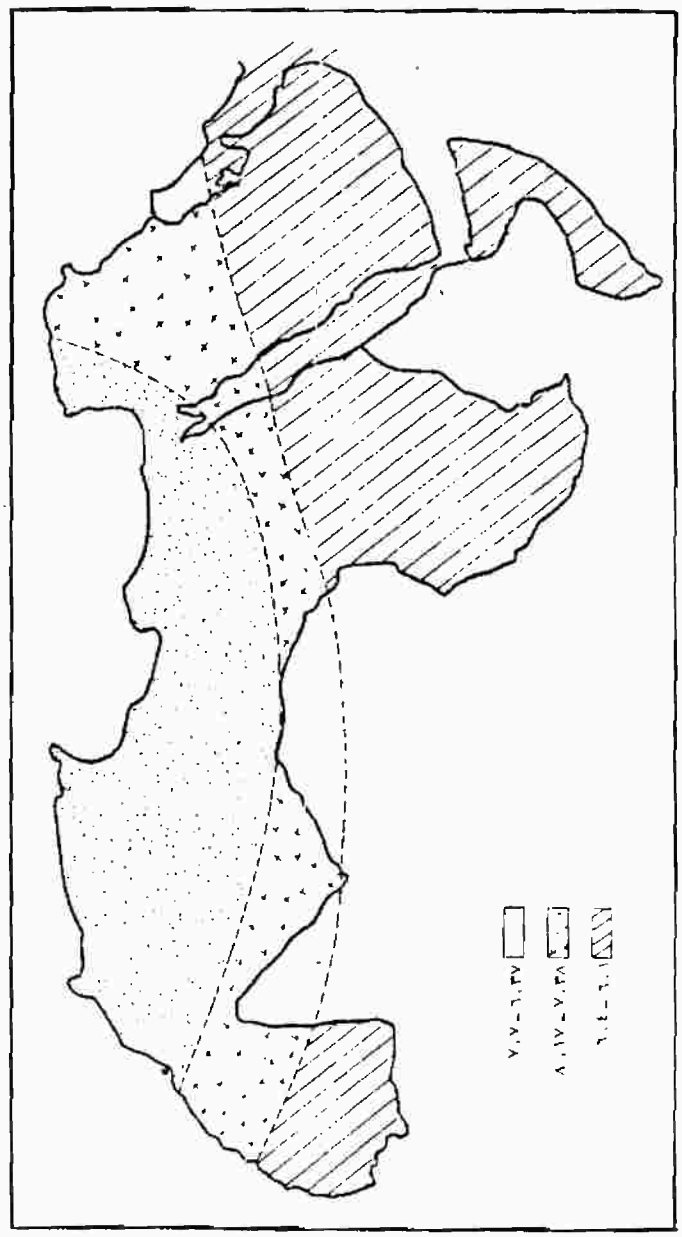
وسنتناول فيما يلى بشيء من التفصيل بعض مشاريع استغلال الطاقة الشمسية فى عدد من البلدان العربية .



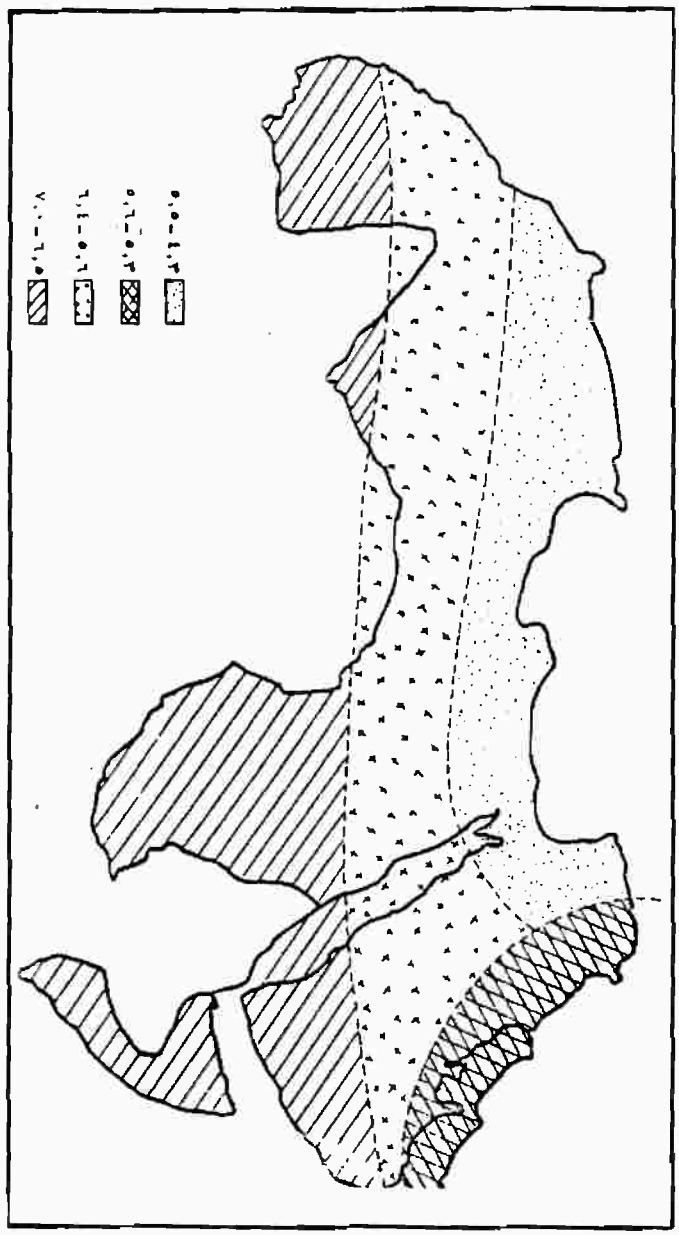
شكل رقم (٢-٣)
المعدل السنوي لمتوسط ساعات سطوع الشمس
في البلدان العربية



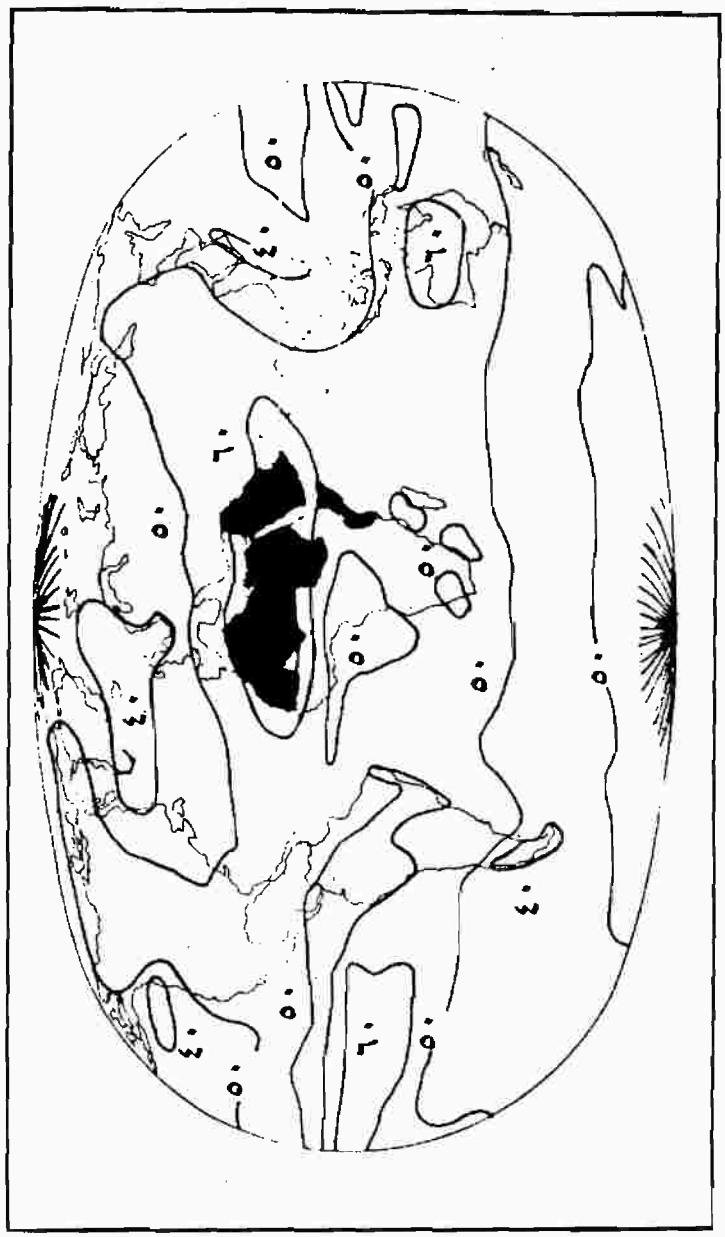
شكل رقم (٢-٣)
المعدل الآني للاشعاع الشامل في البلدان العربية
ديسمبر / يناير
(كيلو واط ساعة/م٢ يوميا)



شكل رقم (٤ - ٣)
المعدل الاقصى للاشعاع الشامل في البلدان العربية
(هزيران/ يونيو، تموز/ يوليو، اب / اغسطس)
(كيلو واط ساعة/ م٢ يوميا)



شكل رقم (٥ - ٣)
المعدل السنوي للاشعاع الشمسي في البلدان العربية
(كيلوواط ساعة/م٢ يوميا)

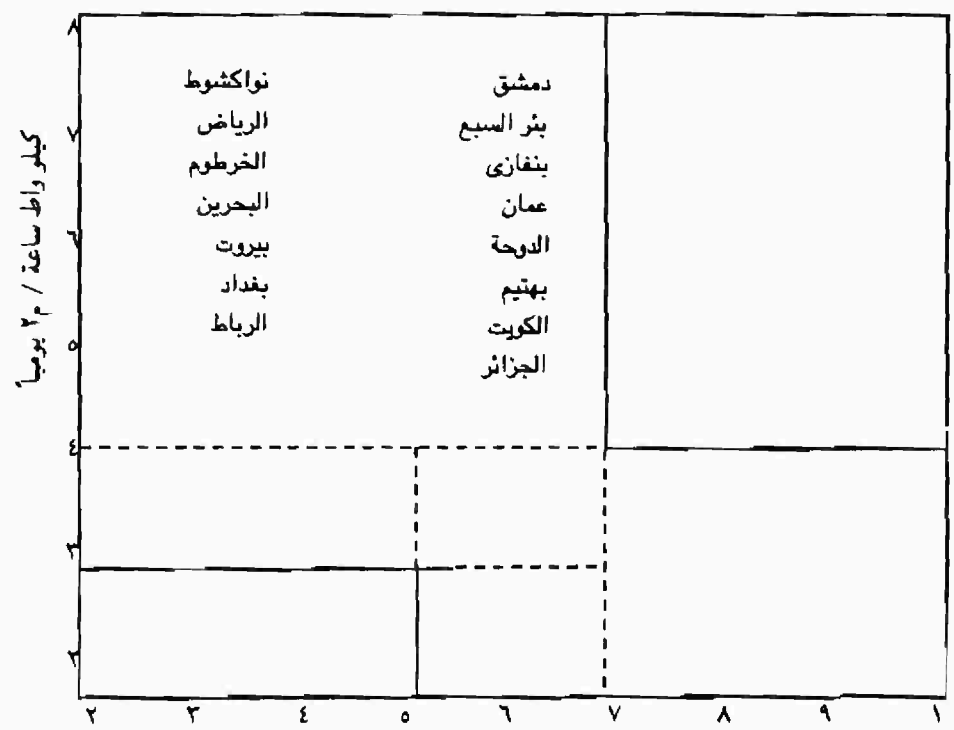


شكل رقم (٦-٣)
مقارنة لكمية الاشعاع الشمسي بين دول العالم

شكل رقم (٧ ـ ٣)

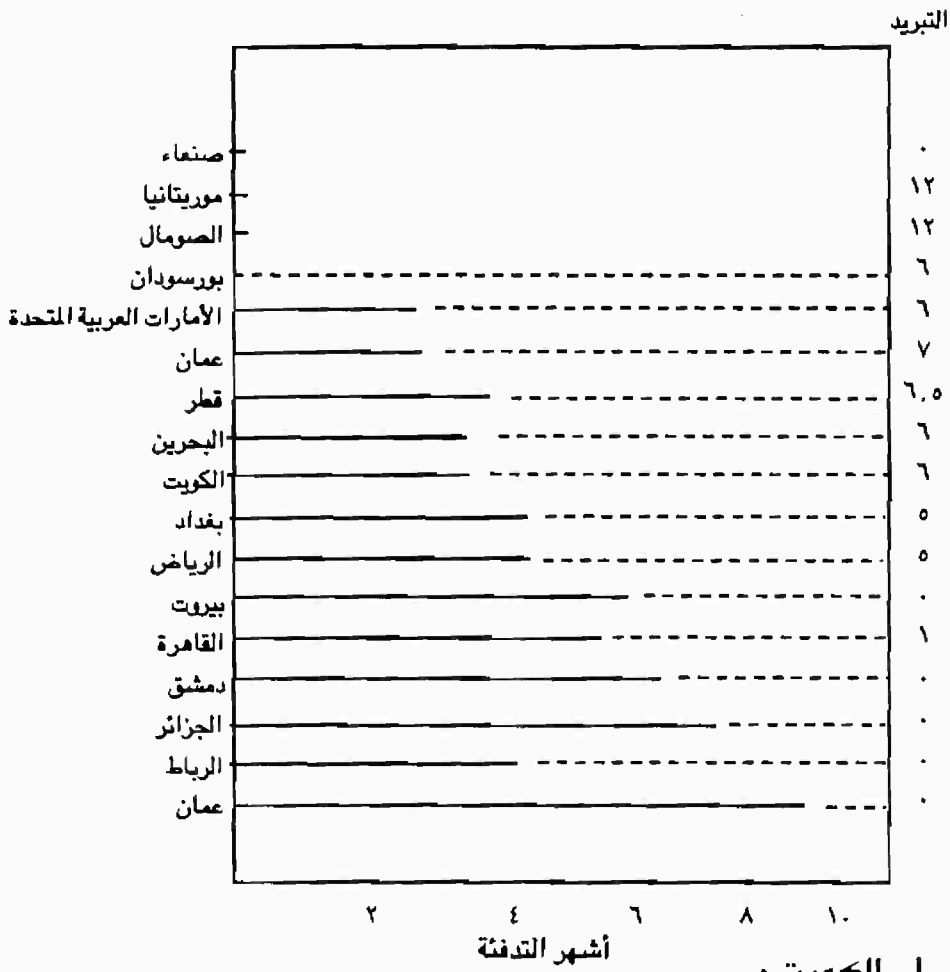
مخطط الإشعاع الشمسي اليومي وعدد الساعات المشمسة لبعض المدن في العالم

١ لندن
٢ هامبورغ
٣ طوكيو
٤ باريس
٥ روما
٦ ـ مدريد
٧ استانبول
٨ ميامي
٩ اثينا



شكل رقم (٨ ـ ٣)

عدد أشهر السنة التي يتم فيها التسخين والتبريد في بعض مدن البلدان العربية



ا ـ الكويت :

بدأت تطبيقات إستغلال الطاقة الشمسية في الكويت (١) سنة ١٩٧٦ وقطعت اشواطاً كبيرة في السنوات الثلاث الماضية ومن أهم المؤسسات التي تعني بهذه التطبيقات هي : معهد الكويت للابحاث العلمية وجامعة الكويت ومؤسسة الكويت للتقدم العلمي . ويبين الجدول رقم (١٢ ـ ٣) أهم المشاريع التي قام بها معهد الكويت للابحاث العلمية .

(١) A. A. M. Sayigh. " Kuwait Climate and the Use of Solar Air Conditioning . " paper presentd at International Symposium and First Latin - American School on Non - Conventional Energy . 3. Bogota Colombia 13 - 30 July 1982 .

جدول رقم (١٢ ـ ٣)
بعض مشاريع الطاقة الشمسية في معهد الكويت للتقدم العلمي

الفترة	اسم المشروع	المجال	ملاحظات
١٩٧٦ ـ ١٩٧٧	البيت المتنقل	التكييف	٣ ـ طن ليثيوم بروماید وماء وسخانات مائية بطلاء اسود عادي .
١٩٧٧ ـ ١٩٨٤	البيت الشمسي	التكييف	٧,٥ ـ طن ليثيوم بروماید . ٩٢ متراً مربعاً من مجمعات شمسية خاصة بزجاج واحد . معالجة التآكل بمواد كيماوية .
١٩٧٩ ـ ١٩٨٣	المدرسة الشمسية	التكييف	٤٠ ـ طن ليثيوم بروماید وماء . ٣٦٠ متراً مربعاً من مجمعات شمسية خاصة بزجاج واحد مع معالجة التآكل بمواد كيماوية .
١٩٨١ ـ ١٩٨٢	مبني حكومي	التكييف	٢٥ ـ طن ليثيوم بروماید وماء . ٢٤٠ متراً مربعاً من مجمعات شمسية خاصة بزجاج واحد وبأنابيب نحاسية .
١٩٧٧ ـ ١٩٨٢	مقطرات شمسية مبسطة	تحلية المياه	عدة مقطرات شمسية مبسطة تتراوح انتاجيتها بين ٣,٥ لتر للمتر المربع في اليوم .

الفترة	اسم المشروع	المجال	ملاحظات
١٩٨٠ - ١٩٨١	محطة تقطير المياه الومضية	تحلية المياه	١٠ أمتار مكعبة في اليوم تستخدم مجمعات شمسية مركزة للشمس بمساحة سطحية ٢٤٠ متراً مربعاً مكونة من انابيب مطلية بطلاء خاص ومركزات نصف دائرية ناقصة .
١٩٨٢ - ١٩٨٤	تاثير الغبار علي السطوح المستوية	البيئة	دراسة حول تاثير الغبار علي المسطحات الشمسية انجزت .
١٩٨٤ - ١٩٨٥	إنارة مدرسة	توليد الكهرباء	٢٥ كيلو واط من الخلايا الفوتوفولتية مع بطاريات الخزن يتم تجربتها في الكويت ثم تشغيل ثلاث اشارات ضوئية بمدينة الكويت بقدرة طاقية ٢٤٠ واط لكل واحدة من بطاريات خزن يمكنها تشغيل الاشارة لفترة ١٠ ساعات بدون طاقة شمسية

وقد تم في معهد الكويت للابحاث العلمية دراسة سبل الحفاظ على الطاقة وصلاحيتها في الكويت بالإضافة إلى إمكانية إستعمال الخلايا الفوتوفولتية والطاقة الهوائية وتقدم إستخدام الطاقة الشمسية في التكييف . اما في جامعة الكويت فقد أجريت عدة تجارب حول السخانات الشمسية ودراسة لتسخين برك السباحة .

مشروع الصليبية :

يعتبر هذا المشرنع أحد المشاريع الرائدة في البلاد العربية ويتكون من محطة شمسية حرارية مكونة من ٥٦ إناء مركز لأشعة الشمس . الواحدة منها يولد طاقة كهربائية ٢ كيلو واط ومعدل الطاقة اليومي للمحطة ١٠٠ كيلواط تقع هذه المحطة قرب مدينة الكويت وفي منطقة خالية من مصادر الطاقة الأخرى ، وهي تستعمل حالياً لتحلية المياه وضخها لحقل زراعي مكمل لها . إن هذه المحطة هي ثمرة تعاون بين معهد الكويت للأبحاث العلمية والمانيا الغربية وقد بدأت بإنتاج الطاقة منذ / يونيو ١٩٨١ (١) .

٢ ـ السعودية :

تقدم البحث العلمي وتطبيقات الطاقة الشمسية في السعودية وبخاصة بعد إنشاء المركز الوطني السعودي للعلوم والتكنولوجيا في سنة ١٩٧٨ . وكان من بين نشاطاته تطبيق الإتفاقية السعودية ـ الأمريكية لتطوير إستخدامات الطاقة الشمسية والتي من مشاريعها المهمة القرية الشمسية .

بدأت بحوث الطاقة الشمسية في السعودية منذ بداية سنة ١٩٦٩ في جامعتي الرياض ـ الملك سعود حالياً ـ وجامعة البترول والمعادن ، ثم تطورت وشملت جميع جامعات المملكة العربية السعودية . ومما يجدر ذكره أن هناك مصنعين للسخانات الشمسية في مدينة جدة .

أما في حقل الزراعة المحمية فقد تم بناء ٣٧٠٠ متر مربع من البيوت المحمية ، وإستعملت بطريقة التنقيط للري بالإضافة إلي تحلية مياه الآبار .

ويوضح الجدول رقم (١٣ ـ ٣) أهم مشاريع الطاقة الشمسية في السعودية .

مدينة خالد الحربية : تقع مدينة خالد الحربية شمال السعودية ، وقد تم إحاطة سورها البالغ طوله ٨٠ كم بـ ٥٩ جهازاً للخلايا الفوتوفولتية لتوليد تيار كهربائي علي طول السور لمنع دخول الحيوانات المتسكعة مثل الابل والماشية الي المعسكر . ويتوقع أن يسكن فيها ٨٠ ألف عسكري في نهاية ١٩٨٧ .

(١) Kuwait institute for Scientific Research (KISR) . Annual Report. 1982 (Kuwait KISR. 1983

جدول رقم (١٣ - ٣)
بعض مشاريع الطاقة الشمسية في السعودية

الفترة	اسم المشروع	المجال	ملاحظات
١٩٧٨	مصنع السخانات الشمسية	تسخين المياه	طاقته محدودة - شركة الالمنيوم السعودية - جدة .
١٩٧٨	تسخين المياه وتدفئة قاعدة الملك عبد العزيز الجوية في تبوك	تسخين المياه	٢٥٩٢ مجمعاً شمسياً بمساحة ١,٦٤ متر مربع لكل مجمع ومدهون بدهان خاص وزجاج واحد ينتج المشروع ٣٦,٠٠٠ غالون من الماء الساخن في اليوم بدرجة حرارة ٦٠ درجة مئوية حيث يغطي ٧٠ بالمائة من إحتياجات القاعدة ، مقسمة الي تغطية ١٠٠ بالمائة من الماء الساخن و ٤٠ بالمائة من حمل التدفئة .
١٩٧٨	مشروع المختبر المركزي لوزارة الزراعة	ضخ المياه والتبريد	٣٦ كيلو واط بواسطة ماكنة رانكن حيث يحتوي المشروع طبقتين من الزجاج بالاضافة الي خزان للماء الساخن سعته ٢٠٠ متر مكعب وعلي ٢٠٠٠ متر مربع من المجمعات الشمسية ذات الطلاء الخاص .
١٩٧٩	مصنع السخانات الشمسية	تسخين المياه	طاقته محدودة بالتعاون مع شركة اجنبية - جدة .
١٩٧٩	مشروع كلية الهندسة الرياض	التكييف	٣ - طن من التبريد الامتصاصي - ليثيوم بروماید وماء مع ٥٦ متراً مربعا من السخانات الشمسية ذات الطلاء الخاص وطبقتين من الزجاج بالاضافة الي خزان

الفترة	اسم المشروع	المجال	ملاحظات
١٩٨٠	توفير مياه الشرب لموظفي موبيل	تحلية المياه	استخدام طريقة التناضح العكسي باستخدام الخلايا الفوتوفولتية والتي تنتجها موبيل ـ تايكو بطريقة الاشرطة. طاقة المحطة هي ١٠ أمتار مكعبة في اليوم وتستخدم ماء في بئر قرب البحر وبملوحة ١٢٠٠٠ ـ ١٦٠٠٠ جزء بالمليون، والطاقة المستهلكة هي ٨,٥ كيلو واط.
١٩٨٠	انارة مواقف السيارات في مطار جدة الدولي	اضاءة	٢٠ كيلو واط من الخلايا الفوتوفولتية للانارة في فترات الليل لموقف مطار جدة الدولي مع بطاريات لخزن الطاقة.
١٩٨٢	مختبرات التكييف الشمسي	التكييف	مختبران احدهما في جامعة البترول والمعادن والآخر في جامعة الملك سعود. ويحتوي الأخير على قدرة نصف كيلو واط تولد بواسطة الخلايا الفوتوفولتية الموجهة نحو الشمس. وتركز أشعة الشمس عليها باستخدام عدسات فنيل وبتركيز ٤٠ مرة.

الفترة	اسم المشروع	المجال	ملاحظات
١٩٨٢	توليد الطاقة الكهربائية بواسطة ماكنة سترلنك	توليد الكهرباء	١٠٠ كيلو واط بواسطة اثنين من الغشاء العاكس قطر كل منهما ١٧ متراً وفي بؤرة التركيز ماكنة سترلنك قدرتها الانتاجية ٥٠ كيلوا واط بتيار متردد .
١٩٨٢	محطة تحلية ينبع	تحلية المياه	٢٤٠ متراً مكعبا من الماء يتم الحصول عليها بواسطة طريقة التطاير الومضية وسخانات شمسية مركزة .
١٩٨٢	الزراعة المحمية	البيوت المحمية	تم بناء وتجارب عدة بيوت محمية لانتاج الخضروات وقد اثبتت جدواها الاقتصادية وصلاحيتها للبلاد .
١٩٨٣	استخدام الخلايا الفوتوفولتية للانارة ولاشارات المرور	توليد كهرباء	تم وضع عدة مجمعات للخلايا الفوتوفولتية في بعض الانفاق الجبلية في منطقة ابها .

مشروع القرية الشمسية :

يعتبر هذا المشروع أول مشروع ناجح لإستغلال الطاقة الشمسية بواسطة الخلايا الفوتوفولتية لتوليد طاقة ٣٥٠ كيلو واط في البلاد العربية . وتقع القرية الشمسية قرب قريتي العينية والجبلية شمال مدينة الرياض . وقد كلف المشروع حوالي ٣٢ مليون دولار . والمشروع يولد الطاقة الكهربائية بصورة مستمرة منذ أكثر من ثلاث سنوات . هذا وقد إستفادت السعودية من هذا المشروع في التصميم والتدريب والتشغيل .

وتوجد مشاريع أخري مثل دراسة ورسم خريطة الإشعاع الشمسي للمملكة ، وتجارب حول القياسات المناخية وبعض التجارب المختبرية لتقويم تأثير الغبار ومشروع البرك الشمسية لجامعة البترول والمعادن وغير ذلك (١) .

٣ ـ الأردن :

أن أهم تطبيقات الطاقة الشمسية في الأردن هي صناعة السخانات الشمسية في الجمعية الملكية ، ومصنع دانة المحلي بالإضافة إلي وجود عدة مصانع صغيرة اخري مملوكة من قبل الأفراد . ويقدر عدد السخانات المستخدمة في عمان حاليا بحوالي ٥٠٠٠٠ سخان شمسي ، وهي آخذة في التزايد . وتعتبر الجمعية الملكية احد مراكز البحث العلمي المرموقة في الوطن العربي ، حيث يوجد فيها مركز بحوث الطاقة الشمسية والذي تأسس في سنة ١٩٨٤ ، ويحتوي برنامجه علي عدة تجارب ميدانية في تدفئة المنازل مثل : البيت الشمسي الأردني ، وتحلية المياه : مثل مشروع العقبة ، وإستخدامات طاقة الرياح لضخ المياه ، وتجارب البيوت المحمية . ويتوقع إستخدام جزء من شواطيء البحر الميت كبرك شمسية لتوليد الكهرباء .

٤ ـ العراق :

بدأت بحوث الطاقة الشمسية في العراق سنة ١٩٧٣ وكانت مقصورة علي بعض التجارب والاحصائيات لمعرفة كمية الإشعاع الشمسي . وعند تكوين المركز الوطني لبحوث الطاقة الشمسية في سنة ١٩٨٠ حصل تنسيق مع الجامعات الخمس في العراق ، وخطط لبرنامج موحد للقطر يتم من خلاله عمل تجارب ميدانية وتقويمها للإستفادة من الطاقة الشمسية . ويوضح الجدول رقم (١٤ ـ ٣) بعض هذه المشاريع .

---

(١) B. H. Kushaim and G. Hamad, " Preliminary Assessment of Solar Radiation and Summary of Solar Activities in Saudi Arabia, " paper presented at : Solar Energy and the Arab World, Ist Arab International Solar Energy Conference, Kuwait, 2 - 8 D cember 1983 .

تسخين المياه والتكييف
في مركز بحوث الطاقة الشمسية في بغداد

يعتبر مشروع تسخين المياه والتدفئة والتبريد لمركز بحوث الطاقة الشمسية في بغداد واحداً من أكبر مشاريع الطاقة الشمسية في العالم ، حيث تقوم أجهزة التكييف المكونة من جهازين للتبريد الإمتصاصي سعة كل منها ٦٠ طن تبريد وجهازين لمضخة حرارية سعة كل مضخة ٤٠ طن تبريد بتكييف مباني المركز المكونة من خمسة طوابق وشقتين في أعلي المبني ، وتقدر المساحة المكيفة بـ ٥٣٥٨ متراً مربعاً . وتستخدم في المركز مجمعات شمسية مكونة من أنابيب حرارية مفرغة وعددها ١٥٥٧ ، ومساحة الواحد منها ١,٣٣ متر مربع ، وتعمل بواسطة سائل فلوريد الكربون في دائرة مغلقة . يحتوي النظام علي عدة خزانات لخزن الماء الساخن ويبلغ حجم إثنين منها ٣٠٠ متر مكعب .

هذا ، وتوجد في المركز مشاريع قيد الدراسة مثل توليد الكهرباء بواسطة الخلايا الفوتوفولتية وتحلية المياه واختبار المجمعات الشمسية والثلاجات الشمسية (١) .

٥ ـ البحرين :

يعتبر مشروع محطة ضخ بنزين السيارات ـ مشروع بنكو ـ من أهم المشاريع لإستخدام الطاقة الشمسية في البحرين ، وهو يحتوي علي ٢٢ مجمعاً للخلايا الفوتوفولتية من صناعة فوتوواط ، ويحتوي كل مجمع علي ٤ صفائح من الخلايا الشمسية بالإضافة الي ٣ أجهزة للتحكم و ٣٦ بطارية للتخزين ، وينقسم المشروع الي ثلاث محطات لتوليد الكهرباء ، تستعمل في :

(أ) ضخ البنزين للسيارات بجهد ٢٢٠ فولت .

ـ مضخة بنزين تشتغل بدون توقف قدرتها ٦٨١ واط .

ـ مخضختان تعملان عند الحاجة وقدرتها ١٥٤٠ واط .

(ب) تشغيل ثلاجة وإنارة إشارات الضوء للمحطة بجهد ٢٤ فولت .

(جـ) مجموعة من الخلايا الشمسية مع بطاريات خزن وتحكم بجهد ١٢ فولت كإحتياطي (٢)

---

(١) N . S . AL - Baharna , " The Use of Solar Energy in Bahrain , " paper presented at : Ibid .

(٢) N. I. Al - Hamdani, " Solar Energy Applications in Iraq, " paper presented at :Ibid

جدول رقم (١٤ ـ ٣)
بعض مشاريع الطاقة الشمسية في العراق

الفترة	اسم المشروع	المجال	ملاحظات
١٩٨٢	الزراعة المحمية	البيوت المحمية	يحتوي المشروع علي ٤٢ بيتاً محمياً مساحة الواحد منها ٥٠٠ متر مربع بالاضافة الي وجود محطة لأخذ المعلومات المناخية والانتاجية بواسطة الحاسب الآلي .
١٩٨٣	البيت الشمسي	تكييف	يحتوي البيت علي مساحة ارض مكيفة مقدارها ٤٠٠ متر مربع ويستعمل لضيوف مجلس البحث العلمي واعضاء مختبر ابحاث الطاقة .
١٩٨٤	محطة استراحة	تكييف وتسخين مياه	يحتوي المشروع علي بيت للاستراحة مبرد ومزود بالماء الساخن والكهرباء بواسطة الخلايا الفوتوفولتية ، وهو من تطبيقات المناطق النائية .
١٩٨٤	صناعات السخانات الشمسية	تسخين	بهدف هذا المشروع الي صناعة المجمعات الشمسية للتسخين والتكييف .
١٩٨٤	مشروع ضخ المياه والتحلية	ضخ المياه	يقوم هذا المشروع بدراسة ضخ المياه الي ارتفاع ٤٠ مترا بواسطة الخلايا الفوتوفولتية ودراسة العوامل البيئية والجوية المؤثرة عليه .
١٩٨٤	مشروع تطوير المبردة (الصحراوي)	تكييف	يقوم هذا المشروع بتطوير المبردة الصحراوية بحيث تكون ذات كفاءة عالية

الفترة	اسم المشروع	المجال	ملاحظات
			وتستخدم الطاقة الشمسية
١٩٨٤	مشروع الثلاجة الشمسية	تجميد	يقوم هذا المشروع بتطوير الثلاجة الفـازية أو النفطية ومقارنتهما بالثلاجات الشمسية .
١٩٨٤	مشروع انتاج وخزن الهيدروجين	تخزين	يهدف هـذا المشروع إلى إنتـاج الهيـدروچين من المـاء أو كبريتيد الهيـدروچين والتعرف علي طرق خزنه والاستفادة منه كمصدر للطاقة .

٦ ـ قطر :

إن معظم بحوث الطاقة الشمسية تجري في جامعة قطر ، حيث تم تصنيع خلية شمسية بطريقة الطلاء الرقيق . وهناك بعض التجارب العملية علي تسخين المياه والقياسات الإشعاعية . هذا وقد تم مؤخراً نصب وتشغيل محطة تحلية بواسطة التناضح العكسي طاقتها الإنتاجية ١٥٠٠ جالون من الماء العذب ، وتستخدم ماء البحر بتركيز ٣٦٠٠٠ جزء بالمليون ، وتستمد طاقتها الكهربائية من ١٢٠ متراً مربعاً من مجمعات الخلايا الفوتوفولتية من صناعة موبيل ـ تايكو والتي تولد طاقة قدرتها ٩,٦ كيلو واط .

لقد قامت قطر بتطبيق مشروع رائد حول الطاقة الشمسية تحت إشراف مركز التنمية الصناعية القطري ، ويضم هذا المشروع محطة للتحلية بواسطة طريقة التطاير الومضية ، والمحطة ذات قدرة إنتاجية ٢٠ متراً مكعباً في اليوم ، وتستخدم المركزات الشمسية . كما يضم مشروعين لتوليد الكهرباء بواسطة الخلايا الفوتوفولتية ، إحداهما ١١ كيلو واط والثاني ١٨ كيلو واط ، ثانيهما من المجمعات الفوتوفولتية ذات عدسات التركيز وأجهزة متابعة أشعة الشمس ، بالإضافة إلي تجارب ومختبرات لتقويم السخانات الشمسية والخلايا الفوتوفولتية والمركزات الشمسية .

٧ ـ الإمارات العربية المتحدة :

تم نصب أول مشروع لاستخدام الخلايا الشمسية في إنارة الشوارع في إحد الشوارع الرئيسية قرب جبل أبو علي وتستخدم فيه مصابيح ذات التوهج العالي ، وكما توجد مزارع محمية ومحطة صغيرة للتحلية بواسطة الطاقة الشمسية ، واخري كبيرة . وتتكون هذه المحطة من سخانات شمسية تستخدم الأنابيب المفرغة من الهواء مساحتها ١٨٥٠ متراً مربعاً وتقدر طاقتها الإنتاجية ١٠٠ متر مكعب من الماء العذب في اليوم وتستخدم طريقة التطاير الومضية في التحلية . هذا بالإضافة إلي إستخدامات الخلايا الشمسية للحماية الكاثودية لانابيب النفط . ويتوقع إفتتاح أكبر محطة تحلية بالطاقة الشمسية في أبو ظبى ، فى نهاية هذا العام (٥٠٠) م ^{٣} في اليوم تستخدم الأنابيب المفرغة وطريقة متطورة للتحويل الفوري متعدد المراحل .

٨ ـ سلطنة عمان :

إن أهم تطبيقات الطاقة الشمسية في دولة عمان هي إستخدام الخلايا الفوتوفولتية في البث التلفزيوني والإذاعي في ست محطات قرب مدينة مسقط والأماكن الجبلية . وقد أثبت إستخدام الطاقة الشمسية في الأماكن النائية صلاحيته من الناحية التكنولوجية والإقتصادية .

٩ ـ اليمن :

يقتصر إستغلال الطاقة الشمسية في اليمن علي :

(أ) مشروع تجريبي لتوليد الكهرباء في الأماكن النائية يدار حالياً من قبل جامعة صنعاء . بدأ هذا المشروع في مارس من سنة ١٩٨٣ ويتكون من ٢٠ متراً مربعاً من الخلايا الفوتوفولتية صناعة اركو ويحتوي المشروع ايضاً علي ٢٤ بطارية للخزن ومحول من ١٢ فولت إلي ٢٢٠ فولت ومنظم .

(ب) محطتين لضخ المياه في لواء الحديدة بإستخدام خلايا فوتوفولتية .

(جـ) تجارب أولية في فيزيائية الطاقة الشمسية والتسخين .

١٠ ـ الجماهيرية الليبية :

إهتمت الجماهيرية العربية الليبية بإستخدامات الطاقة الشمسية خاصة في البحوث الأساسية التي تجري في كل من الأكاديمية الوطنية للعلوم وجامعة قاريونس في بنغازي وجامعة الفاتح في طرابلس وجامعة النجم الساطع في البريقة . ويتركز البحث العلمي على مجالات قياس الإشعاع الشمسي وتسخين وتحلية المياه ، ومن أهم هذه المشاريع :

(أ) تسخين المياه في مدينة المرج كجزء من مشروع الجبل الأخضر حيث تم نصب ٢٠٠٠ سخان شمسي تم تصنيعها محلياً .

(ب) ٣٦ سخاناً شمسياً نصبت في ثلاث قري قرب مدينة سبها .

(جـ) إستخدام الخلايا الفوتوفولتية لضخ المياه والحماية الكاثودية لانابيب النفط .

(د) يجري حالياً بناء قرية شمسية تدار كلياً بواسطة الطاقة الشمسية بما في ذلك تسخين وتحلية وضخ المياه وتوليد الطاقة الكهربائية (١)

١١ ـ المغرب :

توجد حالياً ثلاثة مصانع للسخانات الشمسية في المغرب ، إحدهما محلي واثنان هما محلي وإثنان هما سكوجاربو واروي سومر بمشاركة فرنسية . اما في مجال الخلايا الشمسية فهناك العديد من مضخات المياه العامة بواسطة الخلايا الفوتوفولتية بالإضافة إلي البحوث الأساسية في جامعة الرباط في هذا المجال . وتوجد

(١) H. S. Abdulkarim, " Solar Radiation Data and Solar Energy Application in Libya " paper presented at : Ibid .

محطتان للكتلة الحيوية لإنتاج غاز الميثان بالإضافة إلي فرن شمسي تصل درجة حرارته إلي ١٠٠٠ درجة مئوية وذات قدرة ٦ كيلو واط لإنتاج السيراميك .

١٢ ـ تونس :

تقوم الجامعات التونسية بإنتاج خلايا شمسية بطريقة الأغشية الرقيقة . هذا ، ويوجد في تونس مصنعان للسخانات الشمسية إحدهما (سيام) تحت إشراف وزارة الكهرباء ، والثاني (سريت) تابع للقطاع الخاص .

أما أهم تطبيقات الطاقة الشمسية في مجال الكهرباء ، فهناك عدة مشاريع تستخدم الخلايا الشمسية منها :

(أ) القرية الشمسية وقدرتها ٢٧ كيلو واط ، وفيها خلايا شمسية تستعمل للإنارة وضخ المياه وجميع الإحتياجات الكهربائية لمدرسة ومسجد ومستوصف قرب حمام بياضة وجميع الخلايا من صنع (سولاربور) .

(ب) محطة ضخ المياه قرب القيروان وقدرتها واحد كيلو واط .

(جـ) محطة توليد الكهرباء لمعسكر شرطة الحدود بين تونس وليبيا وقدرتها الإنتاجية ١٥ كيلو واط .

د ـ توليد الكهرباء للحماية الكاثودية لأنابيب النفط بقدرة كيلو واط واحد .

١٣ ـ موريتانيا :

لعل أكثر البلدان العربية حاجة لإستخدام بدائل الطاقة هي جمهورية موريتانيا . وأهم هذه البدائل هي الطاقة الشمسية ، نظراً لشدة الإشعاع الشمسي وطول مدته ، وقد بدأت بعض التطبيقات المهمة تأخذ دورها في موريتانيا ، منها : مضخات المياه حيث تم نصب وتشغيل أربع مضخات في مناطق مختلفة من القطر إثنتان منها تدار بطريقة حرارية قدرتهما ١ و ١٠ كيلو واط وكلتاهما صناعة فرنسية (سفرتس) . ونظراً لعدم وجود الصيانة المطلوبة فقد تعطلت الأولي في نهاية سنة ١٩٧٧ بعد أن إستمرت في العمل أكثر من ٥ سنوات ، كما توقفت الثانية عن العمل في سنة ١٩٨١ بعد أن عملت مدة ٣ سنوات . اما الإثنتان الأخيرتان وقدرتهما ٣,٧ و ٠,٩ كيلو واط فكلتاهما تعمل بواسطة الخلايا الفوتوفولتية نصبتا في سنة ١٩٨٠ وما زالتا بحالة جيدة (١) .

١٤ ـ الجزائر :

تعود تجربة الطاقة الشمسية في الجزائر الي الخمسينات ، حين قام الفرنسيون بضخ المياه وصهر

المعادن وتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقة الشمسية . في مطلع عام ١٩٨٢ أنشئت محافظة الطاقة المتجددة بهدف تطبيق السياسة الوطنية في ميدان الطاقات البديلة ، وقد تم إنشاء مراكز متخصصة للطاقات البديلة ، منها مركز الطاقة الشمسية المتمثل في محطة تجارب التجهيزات الشمسية وطاقة الرياح في بوزريعة حيث يقوم العاملون في هذه المحطة وعددهم ٥٠ شخصاً بأبحاث تتعلق بتحلية وضخ المياه بواسطة الطاقة الشمسية بالإضافة إلي توليد الطاقة الكهربائية بواسطة طاقة الرياح ، وتجفيف المحاصيل الزراعية ، وفي مجال التبريد والتكييف تم بناء ثلاجة سعتها متر مكعب واحد واخري ٢,٥ متر مكعب ولم يباشر بتكييف المنازل نظراً لصعوبة الخزن في الليل .

١٥ ـ مصر :

إنتشرت إستخدامات الطاقة الشمسية في الوقت الحاضر في مصر وخاصة في حقل تسخين المياه ، وقد تم إختبار عدة مقطرات شمسية ذات تصميم مبسط ، بالإضافة إلي إجراء بحوث (١) عديدة في مجالات مختلفة مثل الخزن الشمسي في معظم الجامعات المصرية الأثنتي عشرة . هذا وقد تمت مناقشة خطة تصنيع السخانات الشمسية محلياً من قبل اللجنة الوزارية للطاقة لتحل محل السخانات الكهربائية والبوتوغاز . وسوف توضح الدراسة الآتية الوفورات الإقتصادية التي يحققها إستخدام السخانات الشمسية كبديل لسخانات الكهرباء والبوتوجاز .

وسوف توضح الدراسة الآتية الوفورات الاقتصادية التي يحققها استخدام السخانات الشمسية كبديل لسخانات الكهرباء والبوتاجاز .

أما في مجال الخلايا الشمسية فقد تم تركيب خلايا فوتوفولتية قدرتها ٣٠ كيلو واط كأول خطوة لمشروع قدرته الإجمالية ١٠٠ كيلو واط لتوليد الكهرباء في ملوكة (بادرار) . كذلك يوجد تعاون المانى ـ جزائري لنصب وتشغيل محطة كهربائية حرارية قدرتها ١٠ كيلو واط وإنشاء مصنع للسخانات الشمسية قدرته ١٠٠٠٠٠ متر مربع ومصنع لإنتاج الخلايا الشمسية ومصنع ثالث لصناعة التربينات الهوائيةبدأ عمله في بداية ١٩٨٥ .

إن أهم التطبيقات الحرارية في مركز الطاقة الشمسية هو الفرن الشمسي الذي يستعمل في عدة تجارب ويتكون من مقاطع مكافئة تركز الشمس في البؤرة بدرجة حرارة تزيد علي ١٠٠٠ درجة مئوية . وتستخدم هذه المركزات الشمسية للتفاعلات الكيمياوية وصناعة السيراميك (٢) .

---

(١) Ehab Salam, " Solar Activities in Egypt, " paper presented at : Solar Electricity Systems, Kuwait 19 - 28 January 1982, organized by Arab School on Science and Technology .

التكاليف المقارنة لتسخين ١٥٠ لتر مياه ساخنة في اليوم بإستخدام الكهرباء والبوتاجاز والطاقة الشمسية [١]

(أ) اسس احتساب التكلفة - (الأسعار لسنة ١٩٨٤) :

١ - ١ ـ تسخين ١٥٠ لتر مياه يومية لدرجة حرارة ٦٠ ـ ٦٥° مئوية وهذا يكفي الإستخدام الإقتصادي لأسرة مكونة من ٥ أفراد .

٢ - تكلفة السخان الشمسي بالتركيب حوالي ٨٠٠ جنيه مصري تستهلك علي ٢٠ سنة . بالإضافة إلي ٥ جنيهات سنويا كمصروفات صيانة ولا يحتاج إلي أي مصروفات أخري .

٣ - تكلفة سخان كهرباء بالتركيب حوالي ٣٠٠ جنيه مصري تستهلك علي ٧ سنوات . وسعر الكيلو / ساعة مدعم ٢,٧ قرش للكيلوات و ١١ قرشا للكيلوات / ساعة بالسعر غير المدعم .

٤ ـ تكلفة سخان البوتاجاز بالتركيب حوالي ٢٥٠ جنيه مصري يتم إستهلاكه علي ٧ سنوات . وسعر أنبوبة البوتاجاز ٦٥ قرش بالسعر المدعم و ٣٥٠ قرش بالسعر غير المدعم .

٢ ـ التكلفة السنوية للسخان الشمسي :

تكلفة الجهاز = ٨٠٠ جنيه

التكلفة السنوية = $\frac{٨٠٠}{٢٠}$ = ٤٠ جنيه

تكلفة الصيانة السنوية = = ٥ جنيه

التكلفة الإجمالية السنوية = = ٤٥ جنيه

٣ ـ التكلفة السنوية بإستخدام سخان كهرباء :

تكلفة الجهاز = ٣٠٠ جنيه

التكلفة السنوية للجهاز = $\frac{٣٠٠}{٧}$ = ٤٣ جنيه

عدد الكيلوات السنوية = ٢٨٠٠ كيلوات / ساعة

---

(١) ايهاب صلاح الدين ـ « وزارة الكهرباء تخاصم الشمس » ـ دراسة إقتصادية منشورة ـ الأهرام الإقتصادي ـ عدد ٢ يوليو ١٩٨٤ .

سعر الكيلوات مدعم = ٠,٠٢٧ جنيه

سعر الكيلوات غير مدعم = ٠,١١٠ جنيه

التكلفة السنوية لإستهلاك الكهرباء بالسعر المدعم = ٧٥ جنيه

التكلفة السنوية لإستهلاك الكهرباء بالسعر غير المدعم = ٣٠٨ جنيه

- التكلفة الإجمالية السنوية علي أساس سعر الكهرباء المدعم :

تكلفة إهلاك + تكلفة إستهلاك الكهرباء

الجهاز بالسعر المدعم

٤٣ + ٧٥ = ١١٨ جنيها

- التكلفة الإجمالية السنوية علي أساس سعر الكهرباء غير المدعم :

٤٣ + ٣٠٨ = ٣٥١ جنيها

٤ - التكلفة السنوية بإستخدام سخان بوتاجاز :

تكلفة الجهاز = ٢٥٠ جنيه

التكلفة السنوية للجهاز = $\frac{٢٥٥}{٧}$ = ٣٦ جنيه

سعة أنبوبة البوتاجاز = ١٤ متر مكعب

سعر أنبوبة البوتاجاز = ٠,٦٥٠ جنيه

سعر أنبوبة البوتاجاز غير مدعم = ٣,٥٠٠ جنيه

التكلفة السنوية علي أساس أنبوبة بوتاجاز كل ٧ أيام

أي استهلاك ٥٤ أنبوبة بوتجاز سنويا = ٣٥ جنيها

التكلفة السنوية علي أساس إستهلاك ٥٤ أنبوبة

بوتجاز سنويا بالسعر المدعم = ١٨٩ جنيه

- التكلفة الإجمالية السنوية بسعر البوتاجاز المدعم :

- تكلفة اهلاك + تكلفة استهلاك البوتاجاز

الجهاز		بالسعر المدعم		
٣٦	+	٣٥	=	٧١ جنيه سنويا

- التكلفة الاجمالية السنوية علي أساس سعر البوتجاز غير المدعم :

٣٦	+	١٨٩	=	٢٢٥ جنيه سنويا

٥ - التوفير نتيجة إستخدام الطاقة الشمسية

(أ) الكهرباء :

١ - السعر المدعم :

التكلفة السنوية بإستخدام

الكهرباء بالسعر المدعم = ١١٨ جنيه

التكلفة السنوية بإستخدام

الطاقة الشمسية = ٤٥ جنيه

الوفر الفعلي لكل جهاز سنويا = ٧٣ جنيه

٢ - السعر غير المدعم :

التكلفة السنوية باستخدام

الكهرباء بالسعر غير المدعم = ٣٥١ جنيه

التكلفة السنوية باستخدام

الطاقة الشمسية = ٤٥ جنيه

الوفر الفعلي لكل جهاز سنويا = ٣٠٦ جنيه

أي أن إستخدام الطاقة الشمسية في التسخين كبديل للكهرباء سيوفر من تكلفة الدعم الذي تتحمله الدولة وهو مبلغ :

جنيه جنيه

٣٠٦ - ٧٣ =

٢٣٣ جنيه سنويا لكل جهاز طاقة شمسية

(ب) البوتاجاز :

١ ـ السعر المدعم :

التكلفة السنوية باستخدام

البوتاجاز بالسعر المدعم = ٧١ جنيه

التكلفة السنوية باستخدام

الطاقة الشمسية = ٤٥ جنيه

الوفر الفعلي لكل جهاز سنويا = ٢٦ جنيه

٢ ـ السعر غير المدعم :

التكلفة السنوية باستخدام

البوتاجاز بالسعر غير المدعم = ٢٢٥ جنيه

التكلفة السنوية باستخدام

الطاقة الشمسية = ٤٥ جنيه

الوفر الفعلي لكل جهاز سنويا = ١٨٠ جنيه

أي أن استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه كبديل للبوتاجاز سيوفر تكلفة الدعم الذي تتحمله الدولة وهو مبلغ :

١٨٠ - ٢٦ = ١٥٤ جنيه سنويا

لكل جهاز طاقة شمسية

إقتصاديات إستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه كبديل لسخان الكهرباء والبوتاجاز والوفر الناتج من إستخدامها

إن عدد الوحدات السكنية الحضرية المطلوبة والتي يتم بناءها سنويا في جمهورية مصر العربية تبلغ حوالي ٣٠٠٠٠٠ وحدة سنويا طبقا لتقديرات وزارة الاسكان والتخطيط وذلك خلال العشر سنوات القادمة .

واذا افترضنا أن نصف عدد هذه الوحدات فقط سيتم تزويدها بسخانات مياه تعمل بالطاقة الشمسية سعة ١٥٠ لتر (تكفي أسرة مكونة من ٥ أفراد) أي ١٥٠ ألف وحدة سنويا . فان هذا سيؤدي إلي وفر للدولة في خلال العشر سنوات القادمة (علي أساس عدم تغير أو زيادة في الاسعار الحالية) طبقا للجدول (١٥ ـ ٣) :

(أ) كبديل لإستخدام الكهرباء :

بالمليون جنيه مصرى

السنة	عدد الوحدات المستخدمة وحدة	الوفر بالسعر المدعم	الوفر بالسعر غير المدعم	وفر الدعم	وفر استهلاك طاقة كهربائية بالمليون كيلوات / ساعة
٨٤	١٥٠٠٠٠	١٠,٩٥٠	٤٥,٩٠٠	٣٤,٩٥٠	٤٢٠
٨٥	٣٠٠٠٠٠	٢١,٩٠٠	٩١,٨٠٠	٦٩,٩٠٠	٨٤٠
٨٦	٤٥٠٠٠٠	٣٢,٨٥٠	١٣٧,٧٠٠	١٠٤,٨٥٠	١٢٦٠
٨٧	٦٠٠٠٠٠	٤٣,٨٠٠	١٨٣,٦٠٠	١٣٩,٨٠٠	١٦٨٠
٨٨	٧٥٠٠٠٠	٥٤,٧٥٠	٢٢٩,٥٠٠	١٧٤,٧٥٠	٢١٠٠
٨٩	٩٠٠٠٠٠	٦٥,٧٠٠	٢٧٥,٤٠٠	٢٠٩,٧٠٠	٢٥٢٠
٩٠	١٠٥٠٠٠٠	٧٦,٦٥٠	٣٢١,٣٠٠	٢٤٤,٦٥٠	٢٩٤٠
٩١	١٢٠٠٠٠٠	٨٧,٦٠٠	٣٦٧,٢٠٠	٢٧٩,٦٠٠	٣٣٦٠
٩٢	١٣٥٠٠٠٠	٩٨,٥٥٠	٤١٣,١٠٠	٣١٤,٥٥٠	٣٧٨٠
٩٣	١٥٠٠٠٠٠	١٠٩,٥٠٠	٤٥٩,٠٠٠	٣٤٩,٥٠٠	٤٢٠٠
اجمالي الوفر		٦٠٢,٢٥٠	٢٥٢٤,٥٠٠	١٩٢٢,٢٥٠	٢٣١٠٠

(ب) كبديل لإستخدام البوتاجاز :

(بالمليون جنيه مصري)

السنة	عدد الوحدات المستخدمة وحدة	الوفر بالسعر المدعم	الوفر بالسعر غير المدعم	وفر الدعم	وفر البوتاجاز بالمليون متر مكعب
٨٤	١٥٠٠٠٠	٣,٩٠٠	٢٧,٠٠٠	٢٣,١٠٠	١١٣,٤
٨٥	٣٠٠٠٠٠	٧,٨٠٠	٥٤,٠٠٠	٤٦,٢٠٠	٢٢٦,٨
٨٦	٤٥٠٠٠٠	١١,٧٠٠	٨١,٠٠٠	٦٩,٣٠٠	٣٤٠,٢
٨٧	٦٠٠٠٠٠	١٥,٦٠٠	١٠٨,٠٠٠	٩٢,٤٠٠	٤٥٣,٦
٨٨	٧٥٠٠٠٠	١٩,٥٠٠	١٣٥,٠٠٠	١١٥,٥٠٠	٥٦٧
٨٩	٩٠٠٠٠٠	٢٣,٤٠٠	١٦٢,٠٠٠	١٣٨,٦٠٠	٦٨٠,٤
٩٠	١٠٥٠٠٠٠	٢٧,٣٠٠	١٨٩,٠٠٠	١٦١,٧٠٠	٧٩٣,٨
٩١	١٢٠٠٠٠٠	٣١,٢٠٠	٢١٦,٠٠٠	١٨٤,٨٠٠	٩٠٧,٢
٩٢	١٣٥٠٠٠٠	٣٥,١٠٠	٢٤٣,٥٠٠	٢٠٧,٩٠٠	١٠٢٠,٦
٩٣	١٥٠٠٠٠٠	٣٩,٠٠٠	٢٧٠,٠٠٠	٢٣١,٠٠٠	١١٣٤
اجمالي الوفر		٢١٤,٥٠٠	١٤٨٥,٠٠٠	١٢٧٠,٥٠٠	٦٢٣٧

الخلاصـــة

يتضح من العرض السابق أنه اذا تم استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه في الأغراض المنزلية فقط ، بغض توفير ١٥٠ لتر مياه ساخنة ـ وهو معدل استخدام أسرة واحدة مكونة من ٥ أفراد ـ لوجدنا أن كل سخان شمسي يتم استخدامه يوفر لكل أسرة ٧٣ جنيه سنويا بالسعر المدعم بالكهرباء ، ويوفر للدولة تكلفة طاقة كهربائية بالسعر الحقيقي الغير مدعم ٢٠٦ جنيه سنويا للاسرة ، ويوفر دعما تتحمله الدولة بمبلغ ٢٣٣ جنيه سنويا ، وكذلك يوفر استهلاك طاقة كهربائية تبلغ ٢٨٠٠ كيلوات / ساعة في السنة .

واذا تمت المقارنة باستخدام البوتاجاز فإن كل سخان شمسي يوفر لكل أسرة ٢٦ جنيه سنويا بالسعر المدعم للبوتاجاز ، ويرفر للدولة تكلفة البوتاجاز بالسعر الحقيقي الغير مدعم ١٨٠ جنيه سنويا للاسرة ، ويوفر دعما تتحمله الدولة بمبلغ ١٥٤ جنيه سنويا للاسرة ، وكذلك يوفر استهلاك بوتجاز يبلغ ٧٥٠ متر مكعب سنويا .

و اذا فرضنا أنه سيتم تعميم استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه لنصف عدد الوحدات السكنية التي سيتم بناؤها خلال العشر سنوات القادمة التي تبلغ ١٥٠ ألف وحدة سنويا ، فان هذا سيؤدي خلال العشر سنوات القادمة الي توفر مبلغ ٢,٥ بليون جنيه مصري بالسعر الحقيقي للطاقة الكهربائية ، ٦٠٢ مليون جنيه مصري للافراد بالسعر المدعم للطاقة الكهربائية ، و ستؤدي إلي توفير الدعم الذي تتحمله الدولة للاسعار الحالية للكهرباء خلال العشر سنوات بمبلغ ١,٩ بليون جنيه مصري بالاضافة الي توفير طاقة كهربائية تبلغ قيمتها ٢,٩ بليون جنيه مصري أي ما يوازي ٢٣,١٠٠ بليون كيلوات / ساعة يمكن استخدامها في مجالات أخري أكثر حيوية مثل الصناعة ، و الزراعة .

أما اذا تمت المقارنة علي أساس سخانات المياه التي تعمل بالبوتاجاز خلال نفس الفترة فان هذا سيؤدي الي توفير مبلغ ١,٥ بليون جنيه مصري بالسعر الحقيقي للبوتاجاز ، و ٢١٥ مليون جنيه مصري للافراد بالسعر المدعم ، وسيؤدي الي توفير الدعم الذي تتحمله الدولة لاسعار البوتاجاز الحالية بمبلغ ١,٣ بليون جنيه مصري بالاضافة الي توفير بوتاجاز تبلغ قيمته ١,٩ بليون جنيه مصري أي ما يوازي ٦,٢٣٧ بليون متر مكعب ، يمكن تصديره للخارج من أجل الحصول علي عملات أجنبية مما له أثر علي ميزان المدفوعات بالعملات الاجنبية .

ويمكن تلخيص تلك الوفورات بالجدولين أرقام (١٧ - ٣) ، (١٨ - ٣) التاليين :

الوفر السنوى الناتج عن استخدام جهاز الطاقة الشمسية لتسخين ١٥٠ لتر من المياه يوميا .

جدول (١٧ - ٣)

الأرقام بالجنيه المصرى

	كهرباء	بوتاجاز
الوفر للأسرة على أساس السعر المدعم	٧٣	٢٦
الوفر للأسرة اذا تمت محاسبتها بالسعر الحقيقى للطاقة	٣٠٦	١٨٠
وفر تكلفة الدعم التى تتحمله الدولة	٢٣٣	١٥٤
الوفرللدولة من تكلفة الطاقة نتيجة استخدام الطاقة الشمسية	٣٥١	٢٢٥
وفر الطاقة	٢٨٠٠ ك / س٣	٧٥٦ متر مكعب

جدول (١٨ - ٣)

الوفر السنوى الناتج من تقييم استخدام أجهزة الطاقة

الشمسية لتسخين ١٥٠ لتر من المياه يومياً لـ ١٥٠ ألف وحدة

سنويا خلال العشر سنوات القادمة

بالمليون جنيه مصرى

	كهرباء	بوتاجاز
الوفر للمواطنين على أساس السعر المدعم	٦٠٢,٢٥٠	٢١٤,٥٠٠
الوفر للمواطنين على أساس السعر الحقيقى	٢٥٢٤,٥٠٠	١٤٨٥,٠٠٠
وفر الدعم التى تتحمله الدولة	١٩٢٢,٢٥٠	١٢٧٠,٥٠٠
الوفرللدولة من تكلفة الطاقة نتيجة استخدام الطاقة الشمسية	٢٨٩٥,٧٥٠	١٨٥٦,٢٥٠
وفر الطاقة	٢٣,١٠٠ بليون ك / س	٦,٢٣٧ بليون متر مكعب

اقتصاديات الطاقة الشمسية

تعتبر تكلفه المواد الاولية لأجهزة استخدام الطاقة الشمسية اهم عائق يحول دون استخدامها بالاضافة الي المساحة الكبيرة المطلوبة لوضع هذه الاجهزة المجمعة لأشعة الشمس غير المركزة وبالرغم من كل هذه العوامل فهناك بعض الاستخدامات للطاقة الشمسية تعتبر اقتصادية في الوقت الحاضر ، منها تسخين المياه والاستعمالات الاخري في المناطق النائية مثل توليد الكهرباء وضخ المياه وتحلية المياه والاشارات الضوئية والبث اللاسلكي والحماية الكاثودية وغيرها .

ومن الضروري قبل إحتساب تكلفة واقتصاديات الطاقة الشمسية ان نعلم نوع التطبيق الشمسي والمكان ، وفيما اذا كان البلد يصدر نفطاً ام يستورده ، بالاضافة الي مواصفات المكان ، اي : هل هي منطقة نائية ، او قرب مدينة او في داخل المدينة ؟ هذا ، ويجب معرفة فترة التشغيل اليومية وهل هناك حاجة الي تخزين للطاقة ام لا ؟ وهل هنالك حاجة الي الصيانة ومدي تكرارها ؟

ومن المعلوم بأن معظم البلدان العربية تدعم اسعار الكهرباء المولدة بالمشتقات النفطية لمواطنيها ولا بد من اخذ هذا الدعم في الاعتبار عند مقارنة تكلفة توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية .

واذا اخذت جميع هذه العوامل في الحسبان ، واتبعت طريقة الجمعية الامريكية للتسخين والتبريد والتكييف ـ الجزء ٤٤ من كتابها لسنة ١٩٧٦ ـ لوجد انه يمكن تغطية تكلفة السخانات الشمسية في البلاد العربية خلال فترة ١٠ سنوات للدول المصدرة للنفط ذات الشتاء القصير وسنتين للدول التي لا تصدر النفط وشتاؤها طويل نسبياً . ومما يجدر ذكره ، ان احد المسؤولين في العراق قام بحساب كمية التوفير للنفط فيما اذا عمم إستخدام السخان الشمسي في العراق فوجد ان هذا التوفير يقارب مليوني طن من النفط في السنة .

اما الخلايا الفوتوفولتية فقد انخفض سعرها من ١٠٠٠ دولار للواط الواحد في منتصف الستينات الي ١٠ دولارات للواط الواحد في الوقت الحاضر ويتوقع ان تنخفض تكلفتها الي دولار / للواط الواحد في بداية التسعينات .

---

(١) A. A. EL - Mukhtar, " Solar Energy Availability : Potential and Effeetive Use in Mauritania, " paper presented at : Solar Energy and the Arab World Ist Arab International Solar Energy Conference . Kuwait, 2 - 8 December 1983 .

(٢) J. AL - Dean Hageag, " Solar Energy in Algeria : A Sector Must be Developed, " paper presented at : Ibid .

بعض مشاكل الطاقة الشمسية

ان اهم مشكلة تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية هي وجود الغبار ومحاولة تنظيف اجهزة الطاقة الشمسية منه . وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع ان اكثر من ٥٠ ٪ من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر (١) .

ان افضل طريقة للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمر اي علي فترات لا تتجاوز ثلاثة ايام لكل فترة . وتختلف هذه الطرق من بلد الي آخر معتمدة علي طبيعة الغبار وطبيعة الطقس في ذلك البلد .

اما المشكلة الثانية فهي : خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها اثناء الليل او الايام الغائمة او الايام المغبرة . ويعتمد خزن الطاقة الشمسية علي طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، ونوع الاستخدام . وفترة الاستخدام ، بالاضافة الي التكلفة الاجمالية لطريقة التخزين ، ويفضل عدم استعمال اجهزة للخزن لتقليل التكلفة والاستفادة بدلاً من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج الي بحث علمي اكثر واكتشافات جديدة . ويعتبر تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور افضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر . اما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة ـ بطاريات الحامض والرصاص وتوجد حالياً اكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل الطوري للمادة وطرق المزج الثنائي وغيرها . وهناك مشاريع للطاقة الشمسية تعتمد علي الخزن اليومي والشهري والفصلي (٢) .

والمشكلة الثالثة في استخدامات الطاقة الشمسية هي حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الاملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين . وتعتبر الدورات المغلقة واستخدام ماء خالٍ من الاملاح فيها احسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية .

يدرك العاملون في مجال الطاقة ان الاراضي العربية هي من اغني مناطق العالم بالطاقة الشمسية ويوضح الشكل رقم (٧ ـ ٣) هذا الواقع بالمقارنة مع بعض دول العالم الاخري . ولو اخذنا متوسط ما يصل

---

(١) A. A. M. Sayigh. S. AL - Jandal and H. Ahmad, " Dust Effeet on Solar Flat Surfaces Devieces in Kuwait, " paper presented at : TASE : Symposium . Japan . 8 - 10 April 1985 . and A. A. M. Sayigh " Effects of Dust on Flat Plate Collectors, " paper presented at : Solar Energy Congress . Sun Mankind's Future Souree of Energy . New Dethi - India .

(٢) Sayigh . Solar Energy Applications in Buildings .

الارض العربية من طاقة شمسية وهو ٥ كيلو واط - ساعة / متر مربع / اليوم وافترضنا استخدام الخلايا الشمسية بمعامل تحويل ٥ ٪ وقمنا بوضع هذه الخلايا الشمسية علي مساحة ١٦٠٠٠ كيلو متر مربع في صحراء العراق الغربية (وهذه المساحة تعادل تقريباً مساحة الكويت) لأصبح بإمكاننا توليد طاقة كهرباء تساوي ٤٠٠ × ١٠ ^{٤} ميجاواط ـ ساعة في اليوم ، اي مايزيد علي خمسة اضعاف ما تحتاجه الامة العربية في اليوم وفي حالة فترة للاستهلاك القصوي .

ومن البديهي ايضاً ان طاقتنا النفطية ستنضب بعد مائة عام علي الاكثر ، وهو احسن التكهنات . ونظراً لعدم وجود كميات كبيرة من مادة اليورانيوم في بلداننا العربية بالاضافة الي تكلفة أجهزة الطاقة النووية وتطور تكنولوجيتها خلال السنوات الخمسين الماضية ، وامكانية عدم اللحاق بها ، وهو ما جعلنا من المتخلفين في استثمارها ، ونأمل ان لا تفوتنا الفرصة في خلق تكنولوجيات عربية لاستغلال الطاقة الشمسية لا سيما وانها في بداية تطورها .

ان لاستعمال بدائل للطاقة مردودين مهمين ، اولهما جعل فترة استعمال الطاقة النفطية أطول عمراً وثانيهما تطوير مصدر للطاقة آخر بجانب مصدر النفط الحالي .

ومن التجارب المحدودة لاستخدامات الطاقة الشمسية في البلاد العربية نستنتج ما يلي :

١ - تسخين المياه والتدفئة وتسخين برك السباحة بواسطة الطاقة الشمسية اصبحت ذات جدوي اقتصادية في البلدان العربية ، وخاصة في حالة تصنيع السخانات الشمسية محلياً .

٢ - تعتبر الطاقة الشمسية احسن وسيلة للتبريد حيث انه كلما زاد الاشعاع الشمسي كلما زاد الطلب علي التبريد ، وكلما كانت اجهزة التبريد الشمسي اكثر كفاءة . ولكن تكلفة التبريد الشمسي لا تزال اعلي من السعر الحالي للتبريد بثلاثة الي خمسة اضعاف تكلفته الاعتيادية ويعود السبب في ذلك الي التكلفة الثابتة لمواد التبريد الشمسي ومعدات تجميع الحرارة او توليد الكهرباء .

اما استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء ، فقد هبطت اسعار الواط الواحد كما ذكرنا سابقاً من ١٠٠٠ دولار في منتصف الستينات الي ١٠ دولارات في الوقت الحاضر . ويتوقع أن تهبط هذه التكلفة الي دولار واحد في نهاية الثمانينات بعد ان يتم تطوير الخلايا الامورفوسية . ومن الجدير بالذكر ان العنصر الاساسي في تركيب الخلايا الشمسية يشتق من الرمل المتوفر بكثرة في البلدان العربية التي تشكل الصحاري اكثر من ٩٠ ٪ من مساحتها .

ولو استعرضنا البحث والتطبيقات السارية للطاقة الشمسية في الوطن العربي ، لتبين لنا ، ان صناعة السخانات الشمسية اصبحت شيئاً مألوفاً في بعض البلدان العربية بينما بقيت صناعة الخلايا الشمسية

بصورة تجارية متأخرة في جميع البلدان العربية بسبب تكلفة انشاء المصنع الاولية واتباع سياسة التأمل القائلة « يجب الانتظار ريثما تنخفض الكلفة » .

ان معظم التجارب الميدانية والمختبرية لاستغلال الطاقة الشمسية في الوطن العربي لا تزال في مراحلها الاولي ويجب تنشيطها والاكثار منها . ولو استعرضنا ما تقوم به دول العالم في هذا المجال ، وبخاصة الدول المتقدمة صناعياً . والتي لا تملك خمس ما نملكه من الطاقة الشمسية ، لوجدنا ان بريطانيا وحدها تنفق سنوياً علي مشاريع الطاقة الشمسية ما يعادل جميع ما تنفقه الامة العربية مجتمعة . وينطبق هذا علي عدد العاملين في مجالات الطاقة المتجددة حيث يعمل في فرنسا ضعف الذين يعملون في جميع البلدان العربية في هذه المجالات .

ان البحث والمثابرة في ايجاد بدائل للطاقة الأحفورية ما هو الا جزء مكمّل لاستمرارية دورنا كدول مصدرة للطاقة والحفاظ علي المستوي الاقتصادي الذي ننعم به الآن . ومن اجل مواكبة بقية دول العالم في هذا المجال يقترح مراعاة التوصيات التالية :

- الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية .

- القيام بإنشاء بنك لمعلومات الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية ، ينسق فيه طرق رصد هذه المعلومات ونوعية الاجهزة وطرق تدريب العاملين عليها .

- القيام بمشاريع رائدة كبيرة نوعاً ما (مستوي الميجاواط) وعلي مستوي يفيد البلد كمصدر ، آخر من الطاقة وتدريب الكوادر العربية عليها بالاضافة الي عدم تكرارها بل تنويعها في البلدان العربية للاستفادة من جميع تطبيقات الطاقة الشمسية .

- تنشيط طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية وذلك عن طريق عقد الندوات واللقاءات الدورية .

- تحديث دراسات استخدامات الطاقة الشمسية في الوطن العربي وحصر وتقويم ما هو موجود منها .

- تطبيق جميع سبل ترشيد الحفاظ علي الطاقة ودراسة افضل طرقها ، بالاضافة الي دعم المواطنين الذين يستعملون الطاقة الشمسية في اغراضهم .

- تشجيع التعاون مع الدول المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها علي ان يكون ذلك مبنياً علي اساس المساواة والمنفعة المتبادلة .