الأسس الاستراتيجية لادراج الخلايا الشمسية ضمن منظومات الامداد بالطاقة الكهربية في الأقطار العربية بشمال أفريقيا ★

د . عادل توفيق سليمان *

م . محمد على موسى *

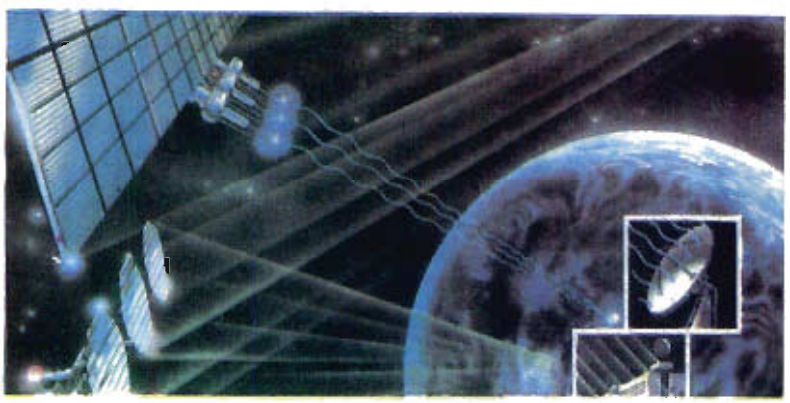
1 ـ مقدمة

مع الزيادة المستمرة فى الطلب على الطاقة وخاصة فى الدول النامية ، والأدراك المتنامى لمحدودية مصادر الوقود الاحفورى وكذلك ادراج التكلفة الاقتصادية للحد من المخاطر البيئية ضمن تكاليف انتاج الطاقة ، فان الطاقة الشمسية تفرض نفسها على المدى المتوسط والطويل ، ضمن المصادر الطاقوية المتاحة سواء على المستوى الوطنى أو الاقليمى أو العالمى .

ونظرا لأن الاقطار العربية الخمس فى منطقة شمال أفريقيا ـ مصر ، الجماهيرية العظمى ، تونس ، الجزائر ، المغرب ـ تتمتع بنسب عالية للإشعاع الشمسى على مدار العام ، فقد بدأت منذ نهاية السبعينات وبداية الثمانينات فى السعى بجهود متعددة نحو توطين واستخدام التقنيات المختلفة للطاقة الشمسية ومن بينها تقنيات الخلايا الشمسية وذلك بصورة متفرقة فى كل من أقطار المنطقة من خلال برامج قطرية تفتقر الى التنسيق والتكامل فيما بينها وهو ما أدى الى ضعف المردود وعدم تبادل الخبرات العلمية والعملية المكتسبة من تلك البرامج بين المختصين على مستوى المنطقة .

وتهدف هذه الورقة البحثية الى ابراز حتمية تنسيق الجهود المتفرقة لتعظيم العائد منها حيث تستعرض الخصائص العامة لمنطقة شمال أفريقيا من الناحية الجغرافية والديموغرافية والوضع الطاقى بها ، كما تستعرض الوضع الحالى لمنظومات الامداد بالكهرباء على مستوى المنطقة والتوقعات المستقبلية للطلب على الطاقة الكهربية بها ، ثم تتطرق الى وضع الخلايا الشمسية على مستوى العالم والى البحوث والتطبيقات وانشطة التصنيع المحلى القائمة بالمنطقة .

كما تناقش الورقة ايضا المؤشرات التى يمكن اعتبارها اسسا استراتيجية تدعم ضرورة إدراج الخلايا الشمسية ضمن سياسات الامداد بالطاقة الكهربية على مستوى المنطقة وتحدد الاعتبارات الهامة التى يجب مراعاتها عند اعداد الاستراتيجية المرجوة فى هذا الشأن .



★ ورقة بحثية مقدمة فى ندوة " ادارة الاحمال ودورها فى ترشيد استهلاك الطاقة " 7- 8 /1995/6 افرنجى طرابلس.

* مركز دراسات الطاقة الشمسية

2 ـ الخصائص العامة لمنطقة شمال أفريقيا

2ـ1 الخصائص الجغرافية

تقدر المساحة الاجمالية للمنطقة (الأقطار العربية الخمس سالفة الذكر) بحوالى 5 . 75 مليون كيلو متر مربع حيث يحدها البحر الاحمر من الشرق والبحر الابيض المتوسط من الشمال والمحيط الأطلسى من الغرب والصحراء الكبرى من الجنوب وتتسم المنطقة بصفة عامة بندرة الامطار فيما عدا المناطق الساحلية على البحر المتوسط ومرتفعات جبال أطلس ويمكن تقسيم المنطقة جغرافيا الى القطاعات الثلاث التالية[1] :

ـ الأراضى الصحراوية : والتى تغطى أكثر من 90٪ من كل من مصر وليبيا ، وحوالى 85٪ من الجزائر ، وأقل من 50٪ من المغرب وتونس

ـ سلسلة جبال أطلس : والتى تمتد عبر المغرب والجزائر وتونس ويبلغ ارتفاعها فى بعض المناطق أكثر من 3000 متر فوق مستوى سطح البحر .

ـ وادى النيل والدلتا : حيث يمثل 7 . 0٪ من اجمالى مساحة المنطقة بينما يشغله حوالى 45٪ من اجمالى عدد السكان بها .

2ـ2 الخصائص الديموغرافية

تضاعف عدد سكان المنطقة حوالى ثلاث مرات منذ عام 1950 حين كان عدد السكان 5 . 42 مليون نسمة حتى بلغ حوالى 118 مليون نسمة عام 1990 وذلك بمعدل زيادة سنوية يصل الى 55 . 2٪ وقد وصل سكان الحضر الى 48٪ من أجمالى عدد السكان لعام 1988 .

وبالرغم من صعوبة الظروف المناخية فى المنطقة وعدم صلاحية معظم أراضيها للزراعة وندرة المياه العذبة بها فيبدو أنه من المؤكد إستمرار الزيادة المطردة فى عدد السكان بهذا المعدل العالى مستقبلا (الجدول رقم 1)[1] . ونلاحظ أن عدد السكان سيتضاعف تقريبا فى عام 2025 مقارنة بعدد السكان لعام 1990 وهو ما سيتطلب ضرورة ايجاد مصادر جديدة للطاقة .

وتجدر الاشارة الى أن الكثافة السكانية تتباين بشدة من نقطة الى اخرى حيث تقدر فى المتوسط على مستوى المنطقة بحوالى 21 (1992) نسمة فى الكيلو متر المربع بينما تصل على سبيل المثال الى 1560 نسمة لكل كيلو متر مربع فى دلتا نهر النيل وتكاد الكثافة السكانية أن تنعدم فى جزء كبير من الاراضى الصحروية القاحلة فيما عدا بعض التجمعات البشرية الصغيرة والتى قد تكون موزعة على مناطق مترامية حسب توفر المصادر الحياتية المختلفة بها .

2ـ3 الوضع الطاقى فى منطقة شمال أفريقيا

تظهر البيانات الاحصائية لمصادر الطاقة الرئيسية بالمنطقة لعام 1990[2,3] والواردة بالجدول رقم (2) بأن الاحتياطى المؤكد للنفط على مستوى المنطقة سيكفى لمدة حوالى 42 سنة وأن الاحتياطى المؤكد من الغاز الطبيعى سيكفى لمدة حوالى 60 سنة وذلك إذا ما تم انتاجهما بنفس المعدلات الخاصة بانتاج عام 1990 ، وهو الأمر المستبعد حدوثه نظرا لضرورة رفع معدلات

جدول رقم (1) توقعات الزيادة فى عدد السكان بأقطار المنطقة

السنة	عدد السكان بالمليون					الاجمالى
	مصر	ليبيا	تونس	الجزائر	المغرب	
1995	59.4	5.6	8.6	28.0	29.7	131.3
2000	65.6	6.8	9.4	33.3	33.6	148.7
2005	71.0	8.1	10.2	37.6	36.0	162.9
2010	76.9	9.5	11.0	42.6	38.4	178.4
2015	83.2	11.0	11.9	47.0	41.0	194.1
2020	90.1	12.6	12.8	51.9	43.9	211.3
2025	97.5	13.8	13.8	57.4	47.0	229.5

جدول رقم (2) احتياطيات واستهلاك وانتاج النفط والغاز على مستوى المنطقة

القطر	النفط الخام (مليون طن)			الغاز الطبيعى (بليون متر مكعب)		
	إحتياطى مؤكد	إنتاج سنوى	إستهلاك محلى	إحتياطى مؤكد	إنتاج سنوى	إستهلاك محلى
مصر	840	47	23	351	11	8
ليبيا	3150	67	15	1218	16	5
تونس	230	4.5	1.2	85	0.78	1.53
الجزائر	2400	37	22	3300	57	19
المغرب	0.3	0.015	5.7	1.6	0.06	0.07
الإجمالى	6620.3	155.65	66.9	4955.6	84.84	33.6

الانتاج لمواجهة الاحتياجات المحلية المتزايدة بصفة مطردة وكذلك لتوفير حصة مناسبة للتصدير بما يضمن إستقرار ميزان المدفوعات المتنامى لمعظم دول المنطقة والذى يعتمد بنسب متفاوتة على عائدات تصدير النفط والغاز وهو ما سيؤدى بالضرورة الى تسارع استنفاذ الاحتياطيات النفطية وإن تزايدت قيمتها مع الوقت .

3ـ منظومات الإمداد بالطاقة الكهربية على مستوى المنطقة

3ـ1 محطات التوليد

يصل اجمالى القدرات فى اقطار المنطقة الى 24229 ميجاوات وذلك طبقا لإحصاءات عام 1992 ، ويبين الجدول رقم (3) القدرات المركبة ونوعيتها فى أقطار المنطقة الخمس حيث تمثل المحطات البخارية والغازية 83٪ من اجمالى القدرة المركبة بالمنطقة والمحطات المائية 15٪ ، بينما تصل قدرة محطات الديزل الى 500م.و تمثل 2٪ من القدرة المركبة على مستوى المنطقة ، ويمكن أن نلاحظ ان أعلى نسبة لمحطات الديزل فى ليبيا حيث تصل الى حوالى 7٪ من القدرة المركبة بالجماهيرية يليها الجزائر التى تصل فيها النسبة الى 4٪ بينما لا توجد وحدات توليد ديزل فى مصر .

جدول(3) قدرات التوليد المركبة بالميجاوات فى أقطار المنطقة لعام 1992

القطر	ديزل	غازى	بخارى	مائى	المجموع
مصر (4)	_	2840	5981	2715	11536
ليبيا (5)	241	827	2438	-	3500
تونس (7,6)	7	494	778	64	1343
الجزائر (7,6)	200	2500	2600	286	5586
المغرب (7,6)	52	334	1185	687	2258
الإجمالى	500	6995	12982	3752	24229
نسبة مئوية ٪	2	29	54	15	100

3ـ2 شبكات النقل والتوزيع

يزيد اجمالى أطوال خطوط النقل والتوزيع فى الأقطار الخمس بشمال أفريقيا والتى تنقل الطاقة الكهربية عند جهود عالية ومتوسطة (500 ك.ف الى 30 ك.ف) عن 100000 كيلومتر طولى ، وذلك حسب التفاصيل المبينة فى الجدول رقم (4) .

وبدراسة خصائص شبكات النقل على مستوى المنطقة يمكن ان نستخلص الملاحظات التالية .

ـ هذه الأطوال تمثل قدرا هائلا من الاستثمارات فى عمليات الإنشاء اللازمة بالاضافة الى الاستثمارات اللازمة لانشاء محطات التوليد نفسها .

ـ هذا القدر الهائل من الخطوط يتطلب موازنات سنوية ضخمة لعمليات الإحلال والتجديد والصيانة .

ـ الأطوال الواردة بالجدول رقم (4) اقتصرت على الجهود حتى 30 ك ف ولم تشتمل على خطوط التوزيع عند باقى الجهود المتوسطة أو عند الجهود المنخفضة أو على محطات المحولات والمكونات الاخرى اللازمة لمجمل الشبكة .

ـ 67٪ (حوالى 67000 كيلومتر) من اجمالى الخطوط المذكورة تنقل الطاقة الكهربية عند جهود من 66 ك . ف الى 30ك . ف وهو ما يؤدى الى ارتفاع نسبة الفاقد من هذه الطاقة أثناء نقلها ، ناهيك عن الفاقد نتيجة تلوث وتلف

جدول رقم (4) اطوال خطوط النقل عند الجهود المختلفة عام 1992

الجهد (ك.ف)	500	220	150-132	90	66-60	33-30
مصر (4)	1617	5560	2231	-	7149	2978
ليبيا (5)	-	10024	-	-	10418	5233
تونس (7,6)	-	932	1367	780	-	12867
الجزائر (7,6)	-	5270	70	468	4922	غير متوفر
المغرب (7,6)	-	3808	864	-	7946	15160
الأجمالى	1617	25594	4532	1248	30435	36238

العوازل المستخدمة فى هذه الخطوط .

- رغم إتساع شبكة النقل والتوزيع الا أنها لا تغطى إلا مساحة محدودةمن الرقعة الجغرافية للمنطقة (نصيب الكيلو متر المربع الواحد من مساحة المنطقة يبلغ أقل من 2 سنتيمتر طولى من خطوط النقل) .

3-3 توقعات الطلب على الطاقة الكهربية

إن القدرة على تحديد مستويات الطلب المستقبلى على الطاقة الكهربية بهدف دراسة البدائل المختلفة للكيفية التى سيتم بها تلبية هذا الطلب بأدنى كلفة ممكنة هى من المقومات الأساسية لأى إستراتيجية ناجحة فى هذا الصدد .

وبما أن إستهلاك الطاقة الكهربية مرتبط ارتباطا وثيقا بخطط التنمية فإن دقة تحديد مستويات الطلب المستقبلى على هذه الطاقة تعتمد بالدرجة الأولى على مدى توفر أو وجود خطط محددة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية لكل من اقطار المنطقة . ولسنا هنا بصدد مناقشة الاساليب الاساسية أو المنهجيات المتبعة فى التنبؤ بمستويات الطلب المستقبلى على الطاقة الكهربية ، بل سنقتصر على أن نورد فى الجدول رقم (5) بعض البيانات الواردة فى دراستين منفصلتين[1,2] وذلك للاسترشاد بها فقط ولمحاولة التعرف على الصورة المستقبلية .

وطبقا هذه البيانات فانه من المتوقع أن يتضاعف الطلب على الطاقة الكهربية على مستوى المنطقة عام 2025 حوالى ست مرات منسوباً الى الطاقة المستهلكة لعام 1992 ، الأمر الذى سيتطلب بالضرورة التوسع بصورة هائلة فى محطات التوليد وشبكات النقل والتوزيع حيث ستمثل الاستثمارات اللازمة لانشاء هذه المحطات والشبكات بالاضافة الى تكلفة الوقود اللازم لها اعباء أقتصادية قد تفوق قدرة بعض دول المنطقة حتى النفطية منها حيث ان زيادة الاستهلاك المحلى من المنتجات النفطية سيكون على حساب عائدات التصدير التى يستخدم جزء منها فى تمويل انشاء المحطات والشبكات الجديدة .

4- وضع الخلايا الشمسية على مستوى العالم

4-1 الوضع الراهن

تتميز الخلايا الشمسية بخاصية التحويل المباشر للطاقة الشمسية الى طاقة كهربية ، وقد اقتصر استخدامها قبل عام

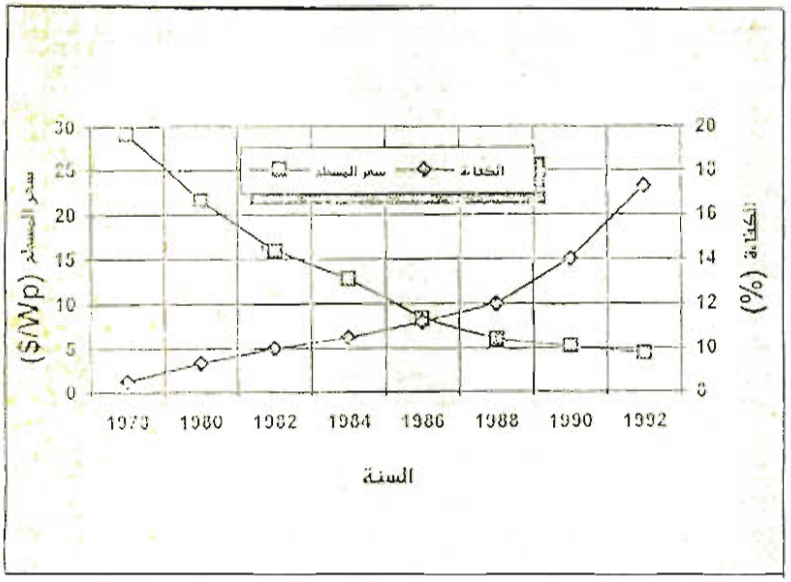
جدول رقم (5) الاحصاءات الحالية والتوقعات المستقبلية للطلب على الطاقة الكهربية

المصدر	السنة	حجم الطلب على الطاقة الكهربية (مليار ك.و.س)					الأجمالى
		مصر	ليبيا	تونس	الجزائر	المغرب	
الاحصاءات الحالية	1992	43.7	9.9	4.7	16	9.3	83.6
دراسة[1] تحلية	1995	60.7	13.8	6.5	24	12.7	117.1
المياة	2000	79.9	20.2	9.2	31	17.8	158.1
بالطاقة الذرية	2005	99.2	28.4	12.8	40.8	25	206.2
فى شمال	2010	119.8	40	17.1	52.4	35	264.1
افريقيا	2015	145.4	50.8	22.1	69.4	46.8	334.5
	2020	165.3	64.8	27.7	90.6	59.7	408.1
	2025	188.3	82.7	33.5	116.4	76.2	497.1
دراسة[2] الربط	1995	56.1	11.7	6.3	21.1	12.1	107.3
الكهربائى	2000	75.9	14	8.7	31.8	17	147.4
بين الدول	2005	101.6	16.9	11.8	51.2	23.8	205.3
العربية	2010	129.6	17.8	15.6	82.4	33.4	278.8
	2015	162.3	-	20	132.8	-	-

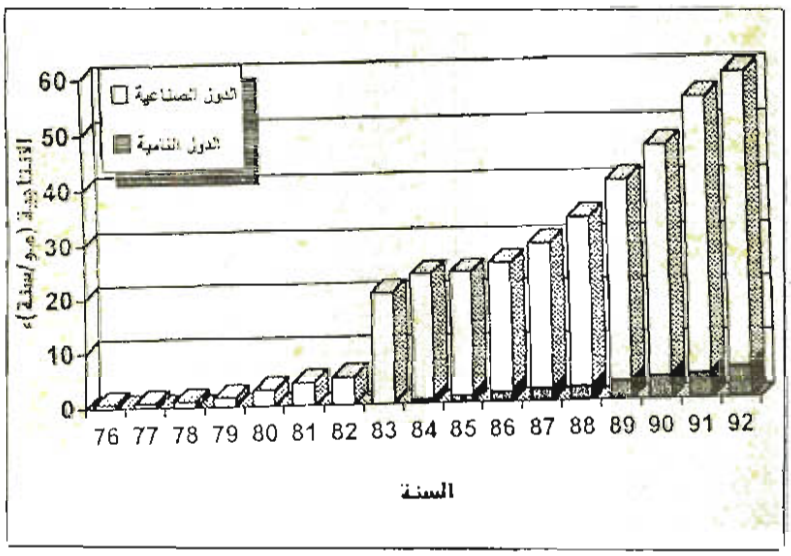
1973 على مركبات الفضاء بينما اتسعت مجالات استخدامها حاليا حتى شملت العديد من التطبيقات مثل وحدات توليد الكهرباء لتغذية احمال القرى والتجمعات السكنية المحدودة بالمناطق البعيدة عن الشبكة ، وحدات الانارة المنزلية المفردة والمجمعة ، وحدات ضخ وتحلية المياه ، منظومات الاتصالات اللاسلكية ، وحدات الحماية المهبطية ، وحدات المساعدة الملاحية للسفن والطائرات ، والمستشفيات الميدانية المتنقلة ، اللوحات الارشادية وهواتف الاغاثة العاجلة على الطرق ، منظومات الأتصالات والرقابة والتحكم الخاصة بشبكات النقل الكهربية . كما شملت الاستخدمات مؤخرا أيضا وحدات توليد كهرباء مربوطة على الشبكة حيث وصلت قدرة اكبر محطة[8] تم انشاؤها فى ولاية كاليفورنيا الى 5 . 6 م . و ذروة* كما أن هناك عدداً من المحطات بقدرات مختلفة جارى أو مخطط تنفيذها عند النهايات الطرفية لشبكات التوزيع بمناطق مختلفة من العالم مما سيؤدى الى تحسين نوعية الخدمة من ناحية الجهد ومعامل القدرة اثناء فترة حمل الذروة .

هذا وقد تطورت تقنيات تصنيع الخلايا الشمسية تطوراً هائلاً فى السنوات العشرين الماضية ولازالت الابحاث جارية لتطوير المواد المستخدمة فى تصنيعها ورفع كفاءتها وزيادة عمرها الافتراضي وايضاً تطوير عملية التصنيع وذلك بهدف خفض الاسعار والتى تمثل حاليا المعوق الاساسى لنشر استخدامها على مستوى أوسع ، ويبين الشكل رقم (1)[2] تطور كفاءة الخلايا الشمسية المتاحة على المستوى التجارى ، كما يبين الانخفاض المستمر فى اسعارها حيث انخفض السعر من حوالى 28 دولار عام 1976 الى حوالى 4.5 دولار / وات ذروة لعام 1992 .

ويعتبر السليكون من أهم المواد المستخدمة فى تصنيع الخلايا الشمسية[9] حيث يمثل السليكون البلورى (وحيد البلورة أو متعدد البلورات) نسبة حوالى 70٪ من الخلايا المصنعة لعام 1992 يليه الخلايا المصنعة من الشرائح الرقيقة من السليكون الأمورفى بنسبة 28٪ وقد تم مؤخراً تصنيع خلايا شمسية من تيلوريد الكادميوم (CdTe) حيث وصلت نسبتها الى حوالى 2٪ فقط ويعكس شكل (2) تطور الانتاج السنوى من الخلايا الشمسية على مستوى العالم[9] حيث بلغ الانتاج لعام 1992 حوالى 59 م . و ذروة بينما وصلت القدرة المركبة الى حوالى 387 م . و ذروة لنفس العام .



شكل (1) يبين تطور كفاءة واسعار الخلايا الشمسية المتاحة على المستوى التجارى



شكل (2) تطور الانتاج السنوى من الخلايا الشمسية على مستوى العالم

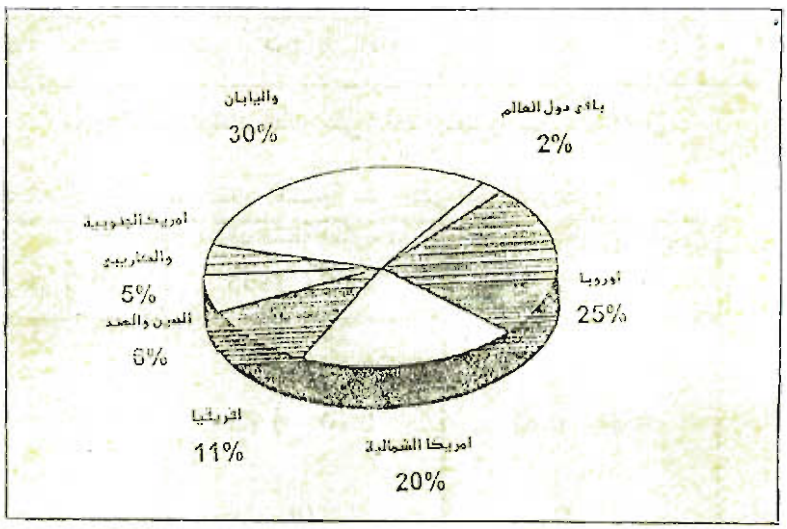
ويبين جدول رقم (5) توزيع إنتاج الخلايا الشمسية على المناطق المختلفة بالعالم[10] ويتضح من هذا الجدول دخول الهند والصين والبرازيل وبعض الدول النامية الأخرى فى مجال تصنيع الخلايا حيث بلغ عام 1992 حوالى 55 . 5 م . و ذروة بنسبة 3 . 9٪ من الانتاج العالمى لنفس العام ويبين الشكل رقم (3) المناطق التى جرى تسويق وتركيب هذا الانتاج بها حيث تم استخدام 11٪ من القدرة المنتجة فى قارة افريقيا .

يبين (5) توزيع انتاج الخلايا الشمسية عام 1992 على المناطق المختلفة بالعالم.

المنطقة	القدرة المنتجة (م.وذروة)	نسبة المساهمة فى الانتاج الكلى (٪)
أوروبا	16.6	28.1
الولايات المتحدة	18.2	30.8
اليابان	18.8	31.8
الهند	2.25	3.8
الصين	1.3	2.2
البرازيل	0.3	0.5
باقى دول العالم	1.7	2.8
الإجمالى	59.1	100

هذا ويتوزع انتاج عام 1992 من الخلايا الشمسية على الاستعمالات التالية[9] :

* وحدات مرتبطة بالشبكة الكهربية بنسبة 16٪
* وحدات متفرقة غير مرتبطة بالشبكة بنسبة62٪
* خلايا تم استخدامها فى اجهزة صغيرة بنسبة22٪



شكل رقم (3) توزيع استخدام الخلايا الشمسية عام 1992 على مناطق العالم المختلفة

2-4 نظرة مستقبلية

سيظل السليكون البلورى خلال العقد القادم أهم المواد الاساسية التى ستعتمد عليها الصناعة التقليدية للخلايا الشمسية ، وان كانت صناعة الخلايا ستشهد تنوعاً كبيراً فى التقنيات المستخدمة لانتاجها[9,10] حيث من المتوقع ان يزداد الانتاج من الخلايا المصنعة من السليكون الامورفى ومن الكادميوم تلوريد وكذلك الخلايا المشكلة على هيئة رقائق (Ribbons) وتلك المصنعة كرية الشكل (Sphiral Cells) ويبين الجدول رقم (7) التوسعات المتوقعة فى خطوط الانتاج ونوع التقنية المستخدمة وحجم القدرات الانتاجية المخطط والجارى إضافتها حتى عام 1995[10] ، وهو ما سيؤدى الى رفع القدرة الانتاجية على مستوى العالم الى 150 م . و ذروة اى حوالى ضعف القدرة الانتاجية المتاحة لعام 1992 بما يعكس مدى اهتمام الشركات المنتجة بالتوسع فى قدراتها الانتاجية لتغطية الطلب المتوقع على الخلايا فى السنوات القادمة .

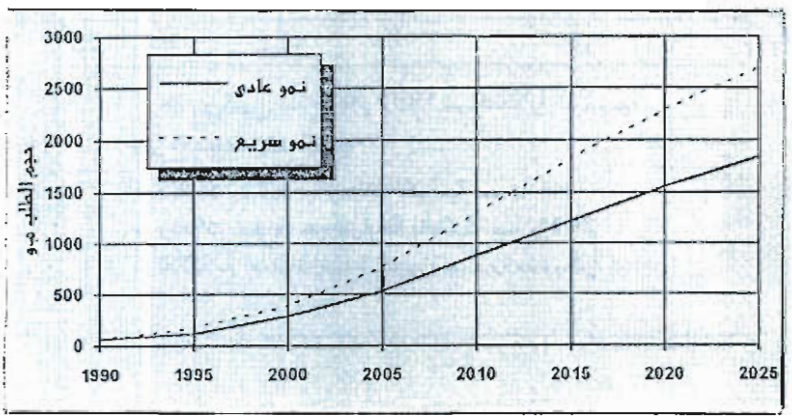
ومن المتوقع[6,8,9,10,11,12] زيادة طلب شركات الكهرباء على الخلايا الشمسية كبديل اقتصادى مقبول فى المناطق البعيدة عن الشبكة وذلك بديلاً عن مد شبكات إضافية ، كما سيزداد الطلب على الوحدات متوسطة القدرة (اقل من 1م.و ذروة) لربطها على شبكات التوزيع لتحسين الخدمات بالمناطق الطرفية . اما فيما يخص المحطات المركزية (اكبر من 1م.و ذروة) والمربوطة على الشبكات الكهربية فمن المتوقع زيادة الطلب فى امريكا واليابان وأوروبا وبعض الدول النامية . وللدلالة على مدى إهتمام الدول الصناعية بأنشطة الخلايا الشمسية

جدول رقم (7) القدرات الانتاجية المخطط إضافتها للمصانع الحالية حتى عام 1995

التقنية المستخدمة	القدرة الانتاجية الاضافية م.و ذروة /سنة
السليكون الأمورفى	51 - 37
السليكون متعدد البلورات	45 - 41
السليكون أحادى البلورة	12
السليكون الكرى (Sphiral silicon)	20 - 15
السليكون الرقائقى (Ribbon silicon)	10
شرائح السليكون (Silicon film)	10
الكادميوم تيلروايد	9 - 5
المسطحات التركيزية	10 - 3
أخرى	2

فسنستعرض فى الجدول رقم (8) موجزاً لمخطط وزارة الطاقة الأمريكية[12] فى مجال الخلايا الشمسية على المدى المتوسط والطويل .

وقد اجريت العديد من الدراسات لتقدير حجم الطلب المستقبلى على الخلايا الشمسية ، حيث بنيت هذه الدراسات على إفتراضات مختلفة تشمل انخفاض اسعار الخلايا كنتيجة لتطور التقنيات وطرق التصنيع ، وارتفاع أسعار الوقود التقليدى ، واعتبارات الحفاظ على البيئة والتنمية المستديمة ، وتوفير الاستثمارات اللازمة للدخول فى مجال التصنيع الكمى (Production of Scale) للخلايا ، وكذلك دخول شركات الكهرباء كمستخدم رئيسى لها . وسنقتصر على استعراض التوقعات[13] الموجودة فى شكل رقم (4) والمبنية على الاحصاءات السابقة والتى تفترض معدلات نمو عادية أو مسرعة (Accelerated) ويلاحظ أن معدلات نمو الانتاج شبه ثابتة حتى عام 2000 حيث من المتوقع أن يصل حجم الطلب على الخلايا الى 285م. وات ذروة (فى حالة معدلات النمو العادية) كما يصل سعرها الى 2 دولار/وات ذروة ويتبع ذلك زيادة فى معدلات الطلب ناتجة عن انخفاض السعر حيث يتوقع أن يصل حجم السوق عام 2025 الى 1840م . وات ذروة تصل نسبة الوحدات المرتبطة بالشبكة منها الى 37٪ .



شكل رقم (4) توقعات الطلب على الخلايا الشمسية حتى عام 2025

جدول رقم (8) مخطط وزارة الطاقة الامريكية فى مجال الخلايا الشمسية على المدى المتوسط والطويل.

البنـــد	الوضع عام 1991	أهداف الخطة المتوسطة 2000 - 1995	أهداف الخطة طويلة المدى 2030 - 2010
كفاءة الخلايا	15 - 5	20 - 10	25 - 15
سعر الكهرباء الناتجة دولار/ ك.و.س	0.5 - 0.25	0.20 - 0.12	0.06 - 0.05
عمر المنظومة الكاملة	15 - 10	20	30
اجمالى قدرة مركبة م.و ذروة	اقل من 50	1000 - 200	50000 - 10000

5 ـ الوضع الراهن لإستخدامات الخلايا الشمسية على مستوى المنطقة

5ـ1 البحوث والتطبيقات وانشطة التصنيع المحلى القائمة بالمنطقة

يوضح الجدول رقم (9) اهم البحوث والتطبيقات الجارية بمنطقة شمال افريقيا فى مجال الخلايا الشمسية[15] ونلاحظ وجود معامل اختبار متقدمة فى بعض أقطار المنطقة حيث يمكن استخدامها بواسطة الباحثين فى باقى الأقطار دون الحاجة الى تكرار تلك المعامل ، كما نلاحظ ايضا التركيز على مشروعات الانارة سواء للمنازل الفردية أو للقرى وكذلك مشروعات ضخ وتحلية المياه .

ومن الجدير بالذكر أنه رغم أن اجمالى القدرة المركبة بالمنطقة يزيد على 4,5 م . وات ذروة الا انه لا يوجد أى وحدات مربوطة بالشبكة الكهربية حتى الآن .

كما يمكن ان نلاحظ أيضا أنه توجد جهود متفرقة للدخول فى مجال تجميع أو تصنيع الخلايا ومن المؤكد أن ثمار هذه الجهود ستكون أفضل بكثير اذا ما تم الربط أو التنسيق فيما بينها .

5ـ2 السياسات القطرية

تولى كافة أقطار المنطقة إهتماما متزايدا بالطاقة الشمسية بصفة عامة والخلايا الشمسية بصفة خاصة ، وتشتمل المخططات والسياسات القطرية للطاقة فى اغلب اقطار المنطقة على مبدأ ضرورة التوسع فى استخدامها وأن كانت لا تتضمن دورا محددا أو مقننا لها ضمن منظومة الامداد الطاقوى على مستوى كل قطر .

ويوجد بكافة أقطار المنطقة مراكز بحثية متخصصة فى مجال الطاقة الشمسية وتمثل الخلايا الشمسية أحدى المكونات الاساسية لانشطتها ، كما تقوم الجامعات باجراء بعض البحوث فى هذا المجال ويلاحظ أن هذه الانشطة تفتقر الى التنسيق فيما بينها حتى داخل القطر الواحد .

ولا تتوفر بصفة عامة الاستثمارات الوطنية الكافية لتنفيذ برامج البحث والتطوير وتطويع وتوطين التقنية ، حيث تتركز معظم الانشطة فى مجال الخلايا الشمسية ضمن برامج تعاون ثنائية مع دول العالم الاخرى من خلال اتفاقيات منح أو قروض (مثل مصر وتونس والمغرب) .

وقد انتهجت بعض أقطار المنطقة اساليبا مشجعة لنشر استخدام معدات الطاقة المتجددة بصفة عامة حيث قامت بالغاء أو تخفيض الرسوم الجمركية المفروضة على استيرادها وتقديم بعض الدعم المباشر أو غير المباشر وتشجيع قيام صناعات محلية . ويوجد حاليا بعض الشركات العامة والخاصة على مستوى أقطار المنطقة التى تقوم بتصنيع واستيراد وتوريد وتركيب اجهزة الخلايا الشمسية .

جدول رقم (9) تطبيقات الخلايا الشمسية فى منطقة شمال افريقيا حتى عام 1993

القطر	الانشطة فى مجال الخلايا الشمسية	اجمالى القدرة م.وات ذروة
مصر	تجميع محلى لمسطحات الخلايا عن طريق احدى الشركات الخاصة مع وجود عدد من الشركات والممثلين التجاريين المسئولين عن التوريد والتركيب والصيانة. انشاء معامل اختبار متقدمة لاداء الخلايا. 30 مشروع ضخ للمياه - كهربة قرية كاملة - مشروعات انارة متفرقة - اتصالات - ارشاد ومعاونة ملاحية للسفن والطائرات - تحلية مياه وتصنيع ثلج - حماية مهبطية.	حوالى 2 م.وات ذروة
ليبيا	تجميع محلى لمسطحات الخلايا بقدرة تصميمية تصل الى حوالى 1000 ك.وات ذروة سنويا وذلك عن طريق احدى شركات قطاع الكهرباء. وحدات متفرقة : حماية مهبطية - اتصالات لاسلكية - ضخ مياه - انارة - مضخة شمسية سطحية - جهاز اذاعة مرئية - عمود انارة.	185 ك.وات ذروة[15]
تونس	تجميع محلى[16] بقدرة محدودة تبلغ حوالى 50 ك.وات ذروة 17 موقع لوحدات ضخ - انارة 155 مدرسة - انارة 135 منزل - كهربة قرية متكاملة بها 43 منزل مشروع توليد مزدوج من الخلايا والرياح لتحلية المياه	اكثر من 200 ك.وات ذروة[17]
الجزائر	جهود محدودة لتجميع مسطحات الخلايا محليا بحوث متطورة واختبارات - اعداد مواصفات قياسية 60 مضخة شمسية - كهربة 3 قرى - انارة طريق طوله 670 كم. وتزويده بحوالى 50 وحدة اتصالات - تصنيع 30 ثلاجة تعمل بالخلايا الشمسية يتم حاليا تنفيذ برنامج يمتد (1993-1999) لتطوير نظم الخلايا وتحسين ادائها للوفاء بحاجة السوق المقدرة بحوالى 7 م. وات ذروة	700 ك.وات ذروة القدرة المستهدفة 2 م.وات ذروة
المغرب	جهود محدودة لتجميع مسطحات الخلايا محليا. تم تنفيذ العديد من مشروعات الاختبار الميدانى منها: 325 طلمبة ضخ - حوالى 4000 وحدة انارة - 300 وحدة اتصالات - كهربة عديد من المدارس.	1500 ك.وات ذروة يقدر حجم السوق بحوالى 120 م.و.

6ـ الاسس الاستراتيجية الداعية لادراج الخلايا الشمسية ضمن منظومة الكهرباء على مستوى المنطقة

ان المعطيات والمؤشرات العالمية التى تشير إلى حتمية نضوب مصادر الوقود

التقليدية فى العالم فى امد ليس بالبعيد جعلت كل دول العالم تسخر امكانياتها العلمية والاقتصادية والبشرية للبحث عن مصادر بديلة للطاقة وذلك استعدادا لما بعد حقبة النفط ، وبعض هذه الدول لا توجد لديها حتى ادنى المعطيات لتوفر تلك المصادر البديلة لما يسمح باستغلالها اقتصاديا ولكن يدفعها أمر آخر وهو السيطرة على التقنية وحق المعرفة لطاقة المستقبل بما يمكنها من أن تجد لنفسها دورا مناسبا عند الحاجة .

وتعكس دراسة الخصائص العامة لمنطقة شمال أفريقيا والوضع الحالى لمنظومة الامداد بالطاقة الكهربية على مستوى كافة اقطارها مؤشرات هامة يمكن اعتبارها أسسا استيراتيجية تدعم اهمية ادراج الطاقة الشمسية بصفة عامة والخلايا الفوتوفولطية بصفة خاصة ضمن سياسات الامداد بالطاقة الكهربية على مستوى المنطقة وضرورة اخذها بعين الاعتبار ضمن البدائل المطروحة من خلال الخطط المتوسطة والطويلة المدى وتتلخص أهم هذه الأسس فيما يلى :-

6-1 الاسس المرتبطة بالخصائص العامة للمنطقة

● أن الطاقة المتجددة وهى البديل المرشح بشكل مناسب حتى الآن تحظى باهتمام كبير من العديد من الدول الصناعية والمتقدمة وحتى تلك التى لا تتوفر فيها مصادرها بشكل اقتصادى ، فى حين نجد أن المنطقة العربية بصفة عامة مازالت جهودها مشتتة فى هذا المجال رغم توفر المؤشرات على أن هذه المنطقة تعتبر من أغنى المواقع بمصادر الطاقة المتجددة بصفة عامة والطاقة الشمسية بصفة خاصة . كما يعتبر توفر النفط حاليا من العوامل الرئيسية التى تعكس قدرة الاقطار العربية على تمويل برامج البحث والتطوير فى مجال الطاقة الشمسية وهو ما يستدعى ضرورة تكاثف كافة الامكانيات لريادة هذا المجال لانه سيكون بمثابة (النفط الثانى) لمرحلة ما بعد النفط الحالى علما بأن المنطقة العربية - منطقة شمال افريقيا على وجه الخصوص - مرشحة أن تكون المخزن الطاقى للمستقبل[4] والذى يجب السيطرة عليه من الآن وتوجيهه توجيها جيدا بما يحقق العائد الاقتصادى المرجو منه بالاضافة الى تحقيق جملة من الاهداف الاخرى سواء كانت سياسية أو اقتصادية أو غيرها .

● ان تقنيات الطاقة المتجددة مازالت جديدة نسبيا فى العالم وبالامكان استيعابها وبالتالى مواءمتها مع الظروف المناخية بالمنطقة ومن ثم الدخول فى برامج تطويرها وتحسينها وامتلاك الريادة فى مجال تصنيعها وامتلاك حق معرفتها ، ونلاحظ أن الهند والصين والبرازيل[5] - وهى دول نامية - قد دخلت منذ عدة سنوات فى مجال التصنيع الكامل للخلايا الشمسية مما يؤكد امكانية توطين وتطوير هذه التقنية على مستوى المنطقة .

● ان التوزع السكانى المتباين والمنتشر على مسافات متباعدة فى كافة أرجاء المنطقة يتطلب امكانيات فنية ومالية هائلة لتأمين عملية الامداد بالطاقة وخاصة الكهربية . وتبرز الطاقة الشمسية بطبيعتها المنتشرة والمتوفرة بالمنطقة كمصدر طاقوى متجدد وبديل للايفاء باحتياجات التجمعات البشرية المتناثرة دون الحاجة الى ربطها بشبكات باهظة التكاليف أو تجميعها فى منطقة واحدة حتى تصبح عملية امدادها بالطاقة الكهربية ممكنة فنيا واقتصاديا .

● ان اجمالى الاستهلاك المحلى من النفط والغاز على مستوى المنطقة - كما يتضح من الجدول رقم (2) - بلغ حوالى 96 مليون طن نفط مكافىء عام 1990 وقد توقعت إحدى الدراسات[6] ان يتضاعف الطلب النهائى على الطاقة فى منطقة شمال افريقيا والشرق الاوسط عام 2100 بمقدار 13 مرة (مقارنة بحوالى خمسة مرات فقط على مستوى العالم) نسبة الى الطلب على الطاقة عام 1990 ، الامر الذى يحتم ضرورة العمل من الآن على تنويع مصادر الطاقة والبحث عن مصادر جديدة بالمنطقة استعداداً لحقبة ما بعد النفط .

● ان الخطط القائمة لربط الشبكات الكهربية على مستوى المنطقة وربطها ايضا بمنطقة المشرق العربى واوروبا[7] ، ستمكن فى المستقبل من نقل الكهرباء المولدة من المحطات الشمسية الموجودة فى عمق الصحراء حيث تنعدم تقريبا تكلفة الارض فيها ، الى المواقع كثيفة الاستهلاك فى الكهرباء سواء داخل المنطقة أو خارجها والتى تكون غالبا مناطق مأهولة وذات انشطة اقتصادية متعددة تمثل تكلفة الارض فيها استثمارات مرتفعة . كما أنه ستقل او تنعدم الآثار البيئية السلبية التى ستنجم فيما لو استخدمت منظومات الطاقة الكهربية التقليدية لتوفير الكهرباء اللازمة لتلك المواقع .

● ان المنطقة غنية بمعظم المواد الخام اللازمة لصناعة الخلايا الشمسية وخاصة السليكون عالى النقاوة كما يتوفر باقطارها المختلفة امكانات تصنيع ضخمة يمكن أن تنتج اغلب المكونات المطلوبة بجودة عالية وطبقا للمواصفات العالمية ، وذلك اذا ما تم التنسيق والتكامل فيما بينها .

● ان بعض اقطار المنطقة قد قطعت شوطا هاما فى مجال تكوين وتأهيل الكوادر العلمية والتقنية القادرة على إعداد الدراسات الفنية والاقتصادية واستيعاب الجوانب الفنية المرتبطة بالتقنيات الحديثة لتصنيع الخلايا الشمسية محليا .

6 - 2 الاسس المستمدة من خصائص المنظومة الحالية للكهرباء

● تصل قدرات وحدات الديزل على مستوى المنطقة الى (500م . و) وهى غالبا ما تكون ذات احمال محدودة غير مرتبطة او بعيدة عن الشبكة وفى اماكن

نائية مما يتطلب نقل الوقود اللازم لتشغيلها عبر مسافات طويلة وهى تكلفة عادة ما تغفل ، وذلك بالاضافة الى تكلفة صيانة واصلاح تلك الوحدات وعمليات الاحلال والتجديد لها ويمكن فى معظم الاحيان التقليل الى حد كبير من تلك الاعباء بالاستعانة بوحدات توليد الكهرباء من الخلايا الشمسية وربطها مع وحدات الديزل التى تقوم فقط بتغطية الاحمال فى الفترات التى لايتوافر فيها إشعاع شمسى .

● تصل نسبة اجمالى اطوال خطوط النقل الواردة فى الجدول رقم (4) الى اجمالى القدرة المركبة على مستوى المنطقة الى 13 . 4 كيلو متر/م . و . وتعكس هذه النسبة ارتفاع الاستثمارات المطلوبة لخطوط النقل والتى تضاف الى الاستثمارات اللازمة لإنشاء كل ميجاوات واحد من القدرة المركبة ، وهو الامر الذى يؤدى الى ضرورة دراسة إمكان انشاء وحدات خلايا شمسية مباشرة فى اماكن استهلاك الطاقة الكهربية البعيدة ودون الحاجة الى نقلها .

● تغطى الشبكات الكهربية ـ كما سبق بيانه ـ جزءا ضئيلا من اجمالى مساحة المنطقة وهو ما يفرض ان اى تنمية مستقبلية لأى من المناطق النائية او غير المأهولة حالية سيتطلب بالاضافة الى توفير الطاقة الكهربية اللازمة لأغراض التنمية ضرورة نقلها الى اماكن استخدامها ، ويجرى فى احيان كثيرة نقل كميات محدودة من الطاقة عبر خطوط ذات اطوال كبيرة نسبيا مما يؤدى الى ان تزيد تكلفة نقل الطاقة فى احيان كثيرة عن تكلفة انتاجها فى محطات التوليد ، الأمر الذى يجعل من الخلايا الشمسية ـ وهى التى يمكن انشاؤها بعين المكان ـ احد البدائل التى يجب أخذها بعين الاعتبار فى مثل هذه الحالات .

● يصل نصيب الفرد من اجمالى القدرة المركبة على مستوى المنطقة عام 1992 الى حوالى 200 وات بينما بلغ متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربية على مستوى المنطقة خلال نفس العام الى 680 ك . و . س بواقع 1 . 86 ك . و . س كمتوسط يومى ، وهو ما يتطلب حوالى 9 ساعات تشغيل يومية للقدرة المركبة لكل فرد لتوفير ما يلزمه من الطاقة الكهربية . عما بان حجم الطلب على الطاقة بالاماكن النائية يقل كثيرا عن قيم المتوسطات الموجودة على مستوى المنطقة مما يجعل من الخلايا الشمسية بدائل يمكن ان تسهم فى الوفاء باحتياجات مثل هذه المناطق من الطاقة الكهربية .

● نظرا لإتساع شبكات النقل والتوزيع على مستوى المنطقة وخاصة عندما يتم الربط فيما بينها فانه يمكن انشاء محطات توليد كهرباء من الخلايا الشمسية عند النهايات الطرفية لهذه الشبكات بما يؤدى الى تحسين نوعية الخدمة من ناحية الجهد ومعامل القدرة وخاصة اثناء فترة حمل الذروة .

● يجب أن ننوه هنا الى أنه لاتوجد تقديرات رسمية ـ بأى من أقطار المنطقة ـ عن إجمالى قدرات وحدات توليد الكهرباء الصغيرة الموجودة لدى المستهلكين سواء لتأمين امدادهم بالطاقة فى المناطق التى تعانى من تكرار انقطاع التيار الكهربى أو لتوليد الطاقة الكهربية بالمناطق غير المرتبطة أصلا بشبكات التوزيع المختلفة وهى غالبا ـ ما تكون بمواقع صحراوية نائية وتمثل الخلايا الشمسية ـ اذا ما انخفضت اسعارها ـ الحل البديل الامثل لتوفير الطاقة الكهربية فى مثل هذه الحالة .

6 ـ 3 نحو اعداد استراتيجية موحدة لتصنيع واستخدام الخلايا الشمسية على مستوى المنطقة

ان السبيل الى تأمين استمرارية توفير الاحتياجات الطاقية للمنطقة على المدى البعيد يعتمد على توفير بدائل للنفط والغاز ومن مصادر مختلفة . وهنا يأتى دور مصادر الطاقة المتجددة كبديل متاح محليا للمساهمة فى ميزان الطاقة ضمن استراتيجية متكاملة على المدى الطويل . وإذا اريد لهذه المساهمة ان تكون فعالة وان تأتى ثمارها خلال فترة تتناسب مع معدلات نفاذ مصادر الطاقة الاحفورية ، فان ذلك يتطلب وضع برنامج متكامل على مستوى المنطقة للبحث والتطوير ونقل وتطويع وتوطين تقنيات الطاقة المتجددة ينفذ فى نفس الوقت مع البرامج الاخرى المطروحة على ساحة البحث .

ونحدد هنا بعض الاعتبارات الهامة التى تمثل نواة لدراسة أوسع وأشمل يمكن من خلالها اقتراح آلية محددة لتحقيق التعاون الفعال فى مجال الخلايا الشمسية ـ وفى المجالات الاخرى المماثلة ـ سعيا نحو تنسيق الجهود المتفرقة لتعظيم العائد منها عن طريق وضع وتنفيذ استراتيجية موحدة لتصنيع وتسويق واستخدام وتصدير هذه التقنيات على مستوى المنطقة وخارجها ، ويمكن ايجاز هذه الاعتبارات فيما يلى :

● يتم حصر القدرات العلمية والمعملية والقدرات التصنيعية وجمع وتقييم ومراجعة وتوثيق كافة البحوث والتجارب التى تم انجازها على مستوى المنطقة فى مجال الخلايا الشمسية .

● يتم تأمين تبادل الخبرات المكتسبة من المشاريع القائمة بكل من اقطار المنطقة عن طريق الزيارات المتبادلة ، وايضا عن طريق اعداد نظام معلومات يتم تحديثه دوريا ويحتوى على تقارير فنية وافية ومحايدة عن كل مشروع شاملة على نقاط السلب والايجاب والخبرة الفعلية المكتسبة ، وكذلك الدروس المستفادة والاعتبارات الواجب مراعاتها فى المشاريع المستقبلية المماثلة .

● ضرورة تصميم نموذج على الحاسوب لمحاكاة منظومة الطاقة الكهربية على مستوى المنطقة معتمدا على اسلوب «السيناريوهات أو البدائل» كأساس لرسم السياسة المقترحة لإدراج وحدات

التوليد من الخلايا الشمسية ضمن هذه المنظومة .

● يتم وضع اهداف مرحلية محددة وواضحة للاستراتيجية المقترحة بما يحقق الوصول الى التصنيع الكامل للخلايا الشمسية وملحقاتها طبقا للمواصفات الفنية المعمول بها فى هذا الشأن ، وذلك تمهيدا لنشر الاستخدام على مستوى المنطقة .

● يتم تصميم الاستراتيجية المطلوبة[16] لبيان الاتجاه الذى يتوجب اتخاذه فى الوقت الحاضر ، وترسم السياسات الملائمة بالشكل الذى يؤمن مرونتها وامكانياتها على تغيير مساراتها على ضوء المستجدات التى تحدث مستقبلا .

● ترجمة الاستراتيجية العامة إلى خطط قطرية وايجاد آلية مركزية على مستوى المنطقة قادرة على التخطيط والتنسيق والمتابعة المستمرة لضمان تنفيذ هذه الخطط وتحقيق الاهداف المرجوة منها .

● يتم تحديد وتأمين مصادر التمويل اللازمة بالتعاون بين اقطار المنطقة وبين صناديق التمويل العربية والعالمية كما يتم دراسة السبل الكفيلة بجلب الاستثمارات العالمية مستقبلا وتوظيفها فى مجال تصنيع الخلايا الشمسية بالمنطقة .

التوصيات

ان كافة البيانات والمعلومات التى تم استعراضها فى هذه الدراسة تؤكد ان تطبيقات الخلايا الشمسية قد اكتسبت أهمية بالغة على مستوى العالم وخاصة فى توليد الكهرباء ، وحرى بمنطقتنا التى تمتلك كافة المعطيات التى تدفع فى اتجاه تصنيع ونشر استخدام هذه التقنية ان تسعى نحو اعداد استراتيجية متكاملة فى هذا الشأن كخطوة اولى نحو تحقيق استراتيجية اوسع فى مجال الطاقات المتجددة ، ولإمكان وضع وتنفيذ الاستراتيجية المنشودة فى مجال الخلايا الشمسية فاننا نوصى بالآتى :

● الاتصال بالجهات المختصة بأقطار المنطقة للعمل على تشكيل فريق مشترك يضم ممثلين عن شركات الكهرباء ومراكز البحث والجهات الاخرى المعنية لإعداد دراسة اوسع وأشمل بحيث تشتمل على العناصر الآتية :

+ إعداد تقارير فنية شاملة عن كافة المشروعات القائمة فى المنطقة بغرض تقييمها والوقوف على الحالة الفنية لها واستخلاص الدروس المستفادة منها .

حصر الإمكانيات الحالية بالمنطقة لتجميع أو تصنيع مسطحات الخلايا الشمسية وتقرير حالتها الفنية ونوع ومستوى التقنيات المستخدمة وأساليب ضبط الجودة المتبعة بها ، مع تحديد حجم الانتاج الفعلى ودراسة آليات التسويق القائمة والمعوقات المختلفة التى تواجه هذه الصناعة الناشئة .

+ حصر الكوادر العلمية والمختبرات الموجودة بالمنطقة وتحديد امكانياتها الفعلية فى مجال البحث والتطوير .

+ اقتراح الآليات الكفيلة بتنسيق الجهود المتفرقة لاقطار المنطقة بغرض تحقيق تعاون فعال يؤمن التكامل بينها كخطوة أولية وأساسية نحو تحديد اهداف واطار الاستراتيجية المرجوة فى هذا المجال .

● اعداد دراسة سوق اولية عن حجم الاحتياجات الحالية والمستقبلية لمختلف قطاعات النشاط الاقتصادى والاجتماعى من الخلايا الشمسية على مستوى المنطقة .

● اعداد خطة اولية لإحلال وحدات الديزل القائمة حاليا والمربوطة بالشبكات الكهربية بمحطات توليد كهرباء تعمل بالخلايا الشمسية وأيضا ربط وحدات خلايا شمسية بوحدات الديزل الموجودة بالمناطق البعيدة عن الشبكة .

● تمويل مشروع ريادى لمحطة توليد كهرباء بالخلايا الشمسية يتم ربطها بالشبكة ، على ان يتم اختيار موقعها وتصميمها وتنفيذها وتشغيلها عن طريق عناصر متخصصة من كافة اقطار المنطقة مع ضرورة الأخذ فى الاعتبار استخدام مسطحات الخلايا الشمسية المنتجة محليا بالمنطقة ضمن التصميم الاولى للمحطة .

● الاتصال بصناديق التمويل العربية والعالمية المهتمة بشئون الطاقة والبيئة والتنمية المستديمة للإسهام فى توفير التمويل اللازم لإنجاز الدراسات السابقة . ●

المراجع

1- Nuclear desalination as a source of low cost potable water in North Africa – regional working group , March , 1992 .

2- 1992 Survy of energ resources , World Energy Council , 1992 .

3 ـ التقرير الاقتصادى العربى الموحد ـ الامانة العامة لجامعة الدول العربية ـ الفاتح 1994 .

4 ـ التقرير السنوى للإحصاءات الكهربائية لعام 92/1993 ـ هيئة كهرباء مصر ـ 1993 .

5 ـ التقرير السنوى 1991/1992 ـ الشركة العامة للكهرباء ـ الجماهيرية العظمى ـ 1992 .

6 ـ الاوراق القطرية ـ مؤتمر الطاقة العربى الخامس ـ القاهرة ـ الماء 1994 .

7 ـ دراسة الربط الكهربائى بين الدول العربية ـ الصندوق العربى للانماء الاقتصادى والاجتماعى ـ مؤتمر الطاقة العربى الخامس ـ القاهرة ـ الصيف 1994 .

8- Integrating Photvoltics into the future electric utility system , Jr . Nick W . patapoff – ATA Bulletin , issue 8 – UN New York , 1992 .

9- Photovoltaics : a market overview – A . Derrick et al , james&james ,1993 .

10- Photovoltaic solar energy : why , how , where , when ? A Oistrach – World Energy Councel 15th Congress – Madrid , Sep., 1992 .

11- The role of Photovoltaics in the world energy supply , Charles F . Gay ,ATAS Bulletin , issus 8 – Un New York , 1992 .

12- Photovoliaics technologies : evaluation and prospects , L . Kasamerski et al ., Fourth Arab Internatoinal Solar Energy Conference . Amman – Nov ., 1993 .

13- Solar photovoltaics for development : progress and prospects , A . Derric et al . – World Energy Counic 15th congress – Madrid – Sep ., 1992

14 ـ آفاق التعاون فى مجال الطاقة الشمسية فى منطقة المغرب العربى ، محمود زنون وآخرون ـ مؤتمر الطاقة العربى الخامس ، القاهرة ـ الماء 1994 .

15 ـ الآفاق المستقبلية للخلايا الشمسية فى ليبيا ، ابراهيم صالح ـ المؤتمر العربى العالمى الرابع للطاقة الشمسية ـ عمان ، الحرث 1993 .

16 ـ نشاطات الطاقة المتجددة فى الجمهورية التونسية ، محمد المعالج ، المؤتمر العربى العالمى الرابع للطاقة الشمسية ، عمان ، الحرث 1993 .

17 ـ دراسة المنجزات فى استراتيجية تكامل التخطيط للطاقة المتجددة ، اللجنة المغاربية للطاقات المتجددة ، نواكشط 1992 .

18- System comparison and, potential of solar thermal installations in the Mediterranean area , H . Klaess et al ., Stuttgart , jan ., 1992

19 ـ دراسة الطاقة المتجددة فى استراتيجية تكامل التخطيط للطاقة ، صبيح ثابت ، النفط والتعاون العربى الموحد ، العدد 68 ـ 1994 .

ملخص

تمثل الأقطار العربية الخمس شمالى أفريقيا ـ مصر ، الجماهيرية العظمى ، تونس ، الجزائر ، المغرب ، منطقة جغرافية لها خصوصيتها من الناحية الطوبوغرافية والديموغرافية والموقع الجغرافى الذى يتميز بنسبة عالية للاشعاع الشمسى على مدار العام . وتقدر المساحة الاجمالية للمنطقة بحوالى 7,5 مليون كيلو متر مربع تمثل الاراضى الصحراوية أكثر من 85٪ من مجملها ، ويصل اجمالى عدد سكانها الى 123 مليون نسمة (1992م) ولا يزال هذا العدد اخذا فى الزيادة المطردة بمعدل يبلغ فى المتوسط 2,55٪ سنويا . علما بأن الكثافة السكانية تتباين بشدة من بقعة الى اخرى حيث تقدر فى المتوسط على مستوى المنطقة بحوالى 21 نسمة فى الكيلو متر المربع بينما تصل على سبيل المثال الى 1560 نسمة لكل كيلو متر مربع فى دلتا نهر النيل .

ولما كانت الطاقة الكهربية هى الركيزة الاساسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية حيث انه هناك علاقة وثيقة بين معدل النمو فى قدرات منظومات الامداد بالكهرباء ومعدلات نمو الدخل ، فان جهود القائمين على قطاع الكهرباء بالمنطقة تهدف الى توفير الكهرباء فى كافة أرجائها المترامية الاطراف ، بما فى ذلك الاستمرار فى الاعتماد على وحدات الديزل لامداد الكهرباء لمزيد من سكان الريف والمناطق النائية والتجمعات الصغيرة المتفرقة والمنعزلة ، سعيا لرفع القدرات الانتاجية لهم ، وتوفير المقومات الاساسية لتنويع انشطتهم للحد من هجرة مواطنى هذه المناطق الى المدن سعيا لتحسين وضعهم الاقتصادى .

ونظرا للتطور الهائل فى تقنيات وحدات توليد الكهرباء من الخلايا الشمسية وما تتميز به كبديل هام منسجم مع الاعتبارات البيئية الصحيحة ، فانه يمكن لهذه الوحدات توفير الكهرباء للتجمعات السكانية البعيدة والمنعزلة والتى يتطلب ربطها بشبكات الكهرباء كلفة اقتصادية عالية ، وهذا فان الامر يستدعى اخذ هذا البديل بعين الاعتبار ضمن الاستراتيجيات التى يتم تبنيها للامداد بالطاقة الكهربية على مستوى المنطقة وخاصة مع اقبال اقطارها على ربط وتوحيد شبكاتها الكهربية مما ييسر من امكانية انجاز عمل جماعى مشترك فى هذا المجال .

وتناقش هذه الورقة البحثية الخصائص العامة لمنظومات الامداد بالطاقة الكهربية وخططها المستقبلية فى اقطار المنطقة ، وامكانية اسهام وحدات توليد الكهرباء من الخلايا الشمسية فى هذه الخطط كما تناقش الورقة ايضا الوضع الراهن للخلايا الشمسية من ناحية تقنيات الانتاج والتصنيع وحجم السوق العالمى والياته التسويق . وكذلك المشاريع التجريبية والتطبيقية القائمة بالمنطقة والخبرات المكتسبة منها ، كما يجرى استعراض لجهود القائمة فى تجميع أو تصنيع هذه المعدات بالمنطقة . كما تناقش الورقة بعض الأسس والضرورات الاستراتيجية لادراج وحدات الخلايا الشمسية ضمن الخطط المستقبلية للامداد بالطاقة الكهربية على مستوى المنطقة واقتراح الياته ومجالات التعاون بين أقطارها سعيا نحو تنسيق الجهود المتفرقة لتعظيم العائد منها عن طريق وضع استراتيجية موحدة لتصنيع وتسويق واستخدام هذه التقنيات .