جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومي

سلسلة قضايا التخطيط والتنمية
رقم ( )

الطاقة المتجددة بين نتائج وإبتكارات البحث العلمى والتطبيق الميدانى في الريف المصرى

الباحث الرئيسي

أ.د.عبد القادر دياب

أغسطس 2015

مستخلص

مع وجود النقص في الوقود الأحفوري، والوفرة الكبيرة في مصادر الطاقة المتجددة المتاحة، كان الإستخدام الأمثل لمصادر الطاقة المتاحة، والتوجه نحو التوسع في إستخدام مصادر الطاقة المتجددة من الأهداف الإستراتيجية لخطط التنمية... ويمتلك القطاع الريفي من الإمكانيات التى تؤهله للمساهمة في تحقيق هذا الهدف، وعلى الرغم من ذلك يلاحظ بطء ومحدودية المبادرات الريفية في هذا الشأن، وهو ما يرفع التساؤل حول الأسباب المسئولة عن ذلك، تم التساؤل عن السياسات والأدوات اللازمة لترويج إنتاج واستخدام هذه الطاقة في الريف المصري.. وتستخلص الدراسة الأسباب المسئولة عن محدودية وبطء انتشار تكنولوجيا إنتاج واستخدام الطاقة الشمسية والحيوية في الريف المصري في مجموعة من الأسباب من أهمها: (1) بناء وتطوير الإطار التنظيمي والمؤسسي لقطاع الطاقة على فترات وخطوات متباعدة ، (2) أن مصر ليست من الدول المبتكرة لهذه التكنولوجيات ومن ثم اعتمادها على استيراد مكوناتها، فضلاً عن الحاجة إلى وجود الكوادر اللازمة لتنفيذ وتشغيل هذه النظم، (3) ضعف فاعلية هيئة تنمية واستخدام الطاقة المتجددة في تطويع وتوطين هذه التكنولوجيات والترويج لاستخدامها، (4) ارتفاع التكلفة الاستثمارية الأولية لمنظومة إنتاج الطاقة الشمسية خاصة مع المراحل الأولي لابتكارها، (5) غياب التصنيع المحلى للمعدات اللازمة في بعض المجالات (إعداد وطهي الطعام) والترويج لاستخدامها في المناطق الريفية، (6) هامشية، أو غياب أهداف استخدام مصادر الطاقة المتجددة في الريف المصري، ومن ثم غياب السياسات والأدوات ذات الصلة في إستراتيجية وخطة التنمية بالقطاع، (7) ضعف التوعية والإعلام بين المجتمع الريفي بشأن جدوى واستخدام تكنولوجيات الطاقة المتجددة، (8) وجود الدعم الحكومي للكهرباء، والمشتقات البترولية مما يضعف من تنافسية الطاقة المتجددة مع بدائلها التقليدية.

أما بالنسبة للتوصيات المستخلصة بشأن السياسات والأدوات اللازمة لترويج واستخدام الطاقة المتجددة في الريف المصري فتأتى في: (1): إصلاح منظومة دعم الوقود والطاقة، (2) تطوير سلسلة توريد وبناء منظومة الخلايا الضوئية، (3) التصنيع والبحث والابتكار المحلى في بناء وتركيب منظومة الخلايا الضوئية، (4) توعية وإعلام المجتمع الريفي بجدوى واستخدام تكنولوجيات الطاقة المتجددة، (5) التوسع في تعليم وتدريب المجتمع الريفي المستهدف حول هذه التكنولوجيات، (6) تنفيذ مشروع تجريبي (أو أكثر) لتصنيع وتوزيع المواقد والأفران الشمسية لبناء إستراتيجية استخدام هذه التكنولوجيا وفقا لنتائج هذا المشروع، (7) توفير مصادر التمويل والائتمان، وإن كان ذلك مرهوناً بإصلاح منظومة دعم الوقود، والكهرباء، (8) إعداد وتخطيط برنامج بحثي لتطوير وتنمية صناعة الطاقة الجديدة والمتجددة، (9) تطوير الإستراتيجية القائمة حاليا ووضع إستراتيجية متكاملة ومتوازنة في أهدافها وسياساتها خاصة فيما يتصل باستخدام مصادر الطاقة المتجددة في الريف، (10) إن نتائج المفاضلة فيما بين الطاقة المتجددة، والطاقة التقليدية، تشير إلى وجود الأفضلية لصالح الطاقة المتجددة، ومن ثم تأتى أهمية تحفيز المستهلكين الجدد بالتوسعات السكنية الجديدة بالتوجيه والإرشاد عند استخراج تراخيص المنشآت السكنية الجديدة بالريف (فردية أو جماعية).

الطاقة المتجددة بين نتائج وإبتكارات البحث العلمى
والتطبيق الميدانى في الريف المصرى"

Abstract

Egypt's has limited fossil fuels and a wide availability of renewable energy- Therefore, the tendency towards renewable resources use is one of development plans strategy objectives. Rural sector has great potentialities to contribute to this objective. In despite of that, rural initiatives, in this concern, seems to be limited and slow, This, in turn, raises questioning on reasons for that. Other questions about policies and tools to promote production and use of renewable energy in rural area may be raised too.

Concluded reasons for limited and slow initiatives are : (1) Building and development the organizational and institutional frame on steps and within a long period of time, (2) Egypt is not the founder of this technology and depends on importing the needed equipments and has to qualify the required Technicists, (3) The poor performance of energy authority in technology adaptation and Promotion, (4) The highly capital cost of solar energy system, (5) Shortage and lack of local industries in the area of solar use in food preparing and cooking, (6) Targets of renewable energy use and related policies as well as tools are marginal or missed in strategy and development plans of rural sector, (7) poor information and promotion of renewable energy uses and benefits among rural population, (8) The weak competitiveness of renewable energy with the traditional fuel sources due to received subsidies.

Recommendations for promotion of renewable energy in rural sector are : (1) Reform of electricity and fuel subsidy system, (2) Development of solar energy system value chain components, (3) Local manufacturing of solar energy system components and technology adaptation to local conditions, (4) Development and activating varies sources of information for wide spreeding of renewable energy uses and benefits among rural people, (5) preparing and implementing educational and training programs on renewable energy for rural people, (6) At the case of reforming subsidy system of fuel and electricity, a proper credit policy for financing renewable energy activities may be required, (7) planning and implementing program of research and development (R & D), in the areas of renewable energy in rural sector (8) planning and implementing pilot project for manufacturing and distribution solar stoves and cookers on some of rural families A road map for enhancing this technology in rural areas can be build on the basis of this project outcomes , (9) Development and modification of the current strategy in complementary and parallel one, in targets policies and tools.

فريق البحث

أ. د. عبد القادر محمد دياب (الباحث الرئيس)

أ.د. أحمد عبد الوهاب برابيه

أ. د. هدى صالح النمر

أ.د. عبد الفتاح حسين

فهرس المحتويــات

	الموضوع	الصفحة
	المقدمة	1
الفصل الأول :	استخدامات الطاقة، وموقع قضية الطاقة المتجددة في الإطار التنظيمي والمؤسسي لقطاع الطاقة في مصر.	8
	1.1 الاستهلاك من المصادر الأولية للطاقة.	8
	1.2 الاستهلاك من الوقود في توليد الطاقة الكهربائية.	8
	1.3 الإنتاج من الطاقة الكهربائية.	10
	1.4 الاستهلاك الذاتى والفاقد والموزع من الكهرباء.	11
	1.5 المستهلك النهائى وتوزيع الكهرباء.	14
	1.6 تكلفة إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء.	14
	1.7 قضية الطاقة المتجددة في الإطار التنظيمى والمؤسسي لقطاع الطاقة.	17
الفصل الثاني :	تكنولوجيات الطاقة الشمسية والحيوية والمبادرات المصرية في استخدامها.	24
	تمهيد	24
	2.1 الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء.	25
	2.2 الطاقة الشمسية في تسخين المياه والهواء.	34
	2.3 الطاقة الشمسية في طهي الطعام.	37
	2.4 إنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية.	40
الفصل الثالث:	مصادر ومقومات إنتاج الطاقة المتجددة، والاحتياجات منها في مناطق الريف المصري.	43
	3.1 مصادر ومقومات إنتاج الطاقة المتجددة.	43
	3.1.1 الإشعاع الشمسي ومقومات توليد الطاقة.	43
	3.1.2 المخلفات الزراعية ومقومات إنتاج البيوجاز بالمشروعات المنزلية.	45

تابع فهرس المحتويــات

	الموضوع	الصفحة
	3.2 الأنشطة الاقتصادية والمنزلية واستخدامات الطاقة.	52
	3.2.1 المجتمع الريفي والأعمال المنزلية واستخداماتها من الطاقة.	52
	3.2.2 الأنشطة الزراعية واستخدامات الطاقة.	60
الفصل الرابع:	المفاضلة ما بين الطاقة المتجددة، والطاقة التقليدية في الاستخدامات الريفية.	62
	4.1 توليد واستخدام الكهرباء من الطاقة الشمسية مقابل استخدامها من الشبكة العمومية أو استخدام مشتقات البترول.	63
	4.1.1 منظومة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.	63
	4.1.2 حجم المنظومة للأغراض المنزلية في الريف المصري.	64
	30104 تكلفة المنظومة.	64
	40104 المفاضلة ما بين منظومة الخلايا الضوئية والشبكة العمومية للكهرباء.	68
	4.1.5 المفاضلة ما بين منظومة الخلايا الضوئية واستخدام المشتقات البترولية في الأنشطة الزراعية.	74
	4.2 المفاضلة ما بين إنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية أو استخدام البوتوجاز في الأغراض المنزلية.	88
	النتائج والتوصيات	92
	قائمة المراجع	106
	الملاحق	108

1- مقدمة

(1) تمهيد:

تواجه مصر حاليا بارتفاع تكلفة إنتاج الطاقة من مصادرها التقليدية لارتفاع الأسعار العالمية لوارداتها من المصادر التقليدية ومحدودية المتاح منها محليا... كما تواجه وفي نفس الوقت بتزايد الطلب المحلى على الطاقة بمعدل يفوق معدل الإنتاج المحلى منها ومن ثم وجود الفجوات السلبية ما بين العرض والطلب عليها خاصة في أوقات الذروة وبما لذلك من تبعات سلبية على الأنشطة الإقتصادية والحياة المعيشية للسكان... إن الوضع الحالى لإنتاج وإستهلاك الطاقة يفرض الحاجة وأهمية تنويع مصادر الطاقة بالتوجه نحو إنتاج وإستخدام الطاقة المتجددة والتى تتوافر مصادرها الأولية بدرجة واسعة غير مستغلة حتى الوقت الحاضر خاصة الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والوقود الحيوي، حيث تقع مصر في بؤرة الطاقة الشمسية الكثيفة والمرتفعة والتى تتراوح ما بين 2000- 2600 كيلو وات/ ساعة على المتر المربع في السنة، مع متوسط أشعة شمسية يبلغ نحو 11 ساعة/ يوم ... كذلك هناك سرعة الرياح بالصحاري المصرية على طول ضفتى نهر النيل خاصة في مناطق البحر الأحمر... كما يضاف إلى ذلك أيضا الإمكانيات المتاحة لإنتاج الوقود الحيوي من المخلفات الزراعية النباتية والحيوانية (أو المحاصيل التى تزرع لهذا الغرض).

ولقد بدأت مصر أولى خطواتها نحو استغلال مصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء بإنشاء السد العالي على نهر النيل منذ ما يقرب من نصف قرن ثم تلى ذلك توليدها من خلال بعض القناطر المقامة على نفس الممر المائي. كما بدأت مصر، وفي الوقت المعاصر، أولى خطواتها في استغلال طاقة الرياح في توليد الكهرباء من خلال طواحين الهواء في بعض مناطق ساحل البحر الأحمر.

وفي مجال التوجه نحو استغلال الطاقة الشمسية أنحصر هذا التوجه وبخطوات بطيئة وعلى نطاق محدود في استخدام هذه الطاقة في تسخين المياه لأغراض الاستخدامات المنزلية... ومع الرغبة الجادة في التوسع في استغلال مصادر الطاقة المتجددة جاء إنشاء الهيئة العامة للطاقة الجديدة والمتجددة في عام 1986 للعمل على تحقيق هذا الهدف، ومن ثم كان هناك الإهتمام من قبل الكثير من الباحثين الأفراد والمؤسسات المحلية المعنية بدراسة ومناقشة هذه القضية... ولقد تناولت الدراسات التى أجريت في هذا الشأن وفي أغلبها مناقشة قضايا الطاقة بمنظور قومي حيث تناولها لجوانب الإنتاج. والتوزيع، والإستهلاك، وكذلك الإطار التنظيمى والمؤسسي من منظور قومي أو قطاعى (صناعة/نقل/....) في بعض الحالات أو من منظور المشروعات الكبيرة لتوليد الطاقة في حالات أخري. وهو ما يمكن إستخلاصه من بعض هذه الدراسات والواردة في البند التالى.

(2) دراسات سابقة:

من بين الدراسات التى أجريت بشأن استغلال مصادر الطاقة المتجددة، دراسة (لشادي ورستم 2010)[1] تناولت الفرص الكبيرة المتاحة لإنتاج الطاقة من الرياح وأشعة الشمس، حيث خلصت نتائج هذه الدراسة إلى أن مشروعات الطاقة الشمسية تبدو بطيئة بسبب ارتفاع التكلفة، كما أن احتكار الحكومة لتوزيع ونقل الكهرباء مع دعمها للكهرباء يفرض مخاطر على توليد الكهرباء من الموارد المتجددة حيث يجعلها أكثر تكلفة وعدم القدرة على التنافس مع الوقود والغاز الطبيعى. ومع توقع انخفاض تكلفة تكنولوجيا الطاقة الشمسية في الخمس أو السبع سنوات القادمة، فإنه لا يوجد لدي مصر إستراتيجية واضحة لاستغلال مواردها الشمسية الكبيرة على الرغم من محاولة الحكومة الترويج للاستثمار في الطاقة الشمسية بتقديم الأراضي إلى المستثمرين بدون مقابل.

وتناولت دراسة أخري (للبنك الأفريقي للتنمية) [2] قطاع الطاقة المصري من حيث هيكل موارد الطاقة، والطلب والعرض من الكهرباء، والإطار التنظيمي والتشريعي إلى جانب دراسة البرامج الحالية لتطوير أو تنمية الطاقة المتجددة من الشمس، والرياح ثم الحوافز المقدمة لتنمية الطاقة المتجددة– كما تناولت هذه الدراسة في جزء أخير منها قضية التصنيع المحلى لمعدات طاقة الرياح، والطاقة الشمسية، ومتضمنا في ذلك البرنامج المصري الحالي... ولقد خلصت هذه الدراسة إلى اقتناع الحكومة المصرية بأهمية تنويع وتنمية مصادر الطاقة في مصر، كما خلصت إلى تحديد القيود والتحديات التى تواجه رفع كفاءة واستخدام الطاقة في مصر... كما تخلص الدراسة أيضاً إلى أن تنمية الطاقة المتجددة في مصر تسير في الاتجاه الصحيح ولكنها مازالت في حاجة إلى دعمها وتقويتها من جوانب متعددة. فبرنامج تنمية طاقة الرياح لديه المقومات الصحيحة، إلا أن برنامج الطاقة الشمسية يفتقر إلى الكثير من المقومات.

ولقد تناولت دراسة أخري (لعادل خليل وآخرين 2010)[1] قضية الطاقة المتجددة من منظور التكنولوجيا المستخدمة، حيث تناولت الدراسة مراجعة السياسات والابتكارات في قطاع الطاقة المتجددة على المستوى العالمي مع مراجعة إنجازات مصر في هذا المجال، واقتراح مجموعة من السيناريوهات المستقبلية اللازمة لدعم وتقوية تكنولوجيا الطاقة المتجددة، وإعداد إستراتيجية تنمية واضحة وخطة عمل لمساندة منافسة هذه الصناعة وبالتركيز على عدد محدود من الاختيارات التكنولوجية، حيث خلصت الدراسة إلى أن تكنولوجيات الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والوقود الحيوي تعد هى مجالات التنمية

---

[1] Shady Tarfa and Rostom, Renewable energy development in Egypt, Renewable energy world com. December 2010.
[2] African development Bank, clean energy development in Egypt, 2012.
[1] Adel Khalil and others, Road map for renewable energy research and development in Egypt, Jomal of advanced research, volum(1), January 2010.

والتطوير حيث إمكانية وجود المشروعات الكبيرة والمتوسطة الحجم والتى لكل منها احتياجاتها من أجل تطوير التكنولوجيا، وتنمية الأسواق.

ولقد جاءت دراسة (جورجيت 2012)[2] لتناول قضية الطاقة المتجددة في مصر باعتبار قطاعها يعد قناة من أجل التنمية الصناعية المحلية ومصدراً للتوظيف وبناء الطاقات، حيث تناولت الدراسة الإمكانيات التى تجعل من تكنولوجيات الرياح والطاقة الشمسية محلية إلى جانب تناولها للعقبات السياسية والمؤسسية التى تحول دون تحقيق المنافع المحلية ثم طرح التوصيات بالنسبة للسياسات التى يمكن اقتراحها من أجل صانعي السياسة الوطنية ووكالات التعاون الدولي لمساندة هذه العملية التنموية.

وتناولت دراسة (إيهاب فاروق 2011) [3]الوضع الراهن للطاقة في مصر والطلب والعرض من الكهرباء، ومناقشة الإستراتيجية القومية للطاقة المتجددة شاملة في ذلك الوضع الراهن لطاقة الرياح، والطاقة الشمسية ثم التقييم الاقتصادي والحالي للمشروعات المنتجة لهذه الطاقة إلى جانب تقييم التأثيرات العامة والبيئية للطاقة المتجددة... ولقد خلصت الدراسة إلى أن الطاقة المتجددة أصبحت من الأهمية والضرورة للتغلب على ما يوجد من فجوة ما بين العرض والطلب على الطاقة، كما أنها تعد من الأهمية لتنوع وأتساع مصادرها، وإن كان يلزم لذلك اتخاذ بعض الإجراءات من بينها التخفيض التدريجي لدعم الوقود، والترويج وتشجيع إستخدام السخانات الشمسية إلى جانب تشجيع البحوث ومساندة الصناعة المحلية لنقل التكنولوجيا من البلدان المتقدمة والاعتماد على الذات، فضلاً عن إدخال الإهتمام بالطاقة المتجددة في البرامج التعليمية.

وعلى منهج مماثل للدراسة السابقة جاءت دراسة أخري (لمشبيل بوتنجر 2013[1]) لتناول وضع الطاقة في مصر من حيث الإنتاج، والتوزيع، والإستهلاك، وسوق الطاقة المتجددة، والعقبات أمام بناء قدرات الطاقة المتجددة ثم تلى ذلك المقارنة الإقتصادية ما بين القدرات الفنية للنوعيات المختلفة من مصادر الطاقة، حيث خلصت الدراسة إلى بيان الفرص أمام الطاقة المتجددة، وتوقعاتها في الخمس سنوات القادمة وإلى أنه بإمكان مصر أن يصبح لها دورا رئيسيا في صناعة الطاقة المتجددة وتصبح بوابة اقتصاد الطاقة المستدامة إلى أفريقيا.

---

[2] Georgeta vidican, building domestic capabilities in renewable energy, A case study of Egypt, German development institute, Boon, 2012.
[3] Ehab Farouk, An assessment for technical, economic, and environmental challengs facing renewabll strategy in Egypt, Faculty of Engineering, Kassel university, Kassel, Germany, 2011.
[1] Michal Puttinger, Economic feasibility of renewable energy in Egypt, Graz university of technology, January, 2013.

وفي دراسة (لمعهد التخطيط القومي بالقاهرة 2011)[2] حول المزيج الأمثل للطاقة في مصر تضمنت بعض المؤشرات المختارة حول الطاقة المتجددة من حيث معدل نمو الإنتاج منها وتكلفة وأولويات مصادرها المختلفة من حيث التكلفة، حيث خلصت الدراسة في هذا الجانب إلى طرح بعض التوصيات بشأن تشجيع التصنيع المحلى لمكونات صناعة الطاقة المتجددة.

(3) المشكلة البحثية:

تأتى هذه الدراسة لتضيف بعداً آخر إلى ما تناولته الدراسات السابقة في مناقشة قضية الطاقة المتجددة في مصر، حيث تستهدف البحث في الأسباب والعوامل المسئولة عن بطء ومحدودية التوسع في إنتاج الطاقة من مصادرها المتجددة في الريف المصري على الرغم من وجود الابتكارات العلمية والتكنولوجيات المفيدة في هذا المجال، والتى بدأ الكثير من الدول في الاستفادة من نتائجها بالتوسع في مشروعاتها، ولقد ساعد على ذلك إمكانية تطبيق هذه الابتكارات في مشروعات صغيرة لتوفير الطاقة اللازمة للكثير من الأنشطة والأعمال الصغيرة مما يجعل المستهلك هو نفسه المنتج للطاقة... وفي مصر ومع وجود مبادرات أولية في هذا الشأن إلا أن التطبيق العملي لاستخدامها مازال يتسم بالبطء ومحدودية الانتشار، وهو ما يرفع الكثير من التساؤلات عن الأسباب المسئولة عن ذلك... ومن بين هذه التساؤلات، وعلى سبيل المثال؛ هل يرجع ذلك إلى وجود الفجوة ما بين وجود الابتكارات في تكنولوجيا الطاقة المتجددة في الدول المبتكرة لها، ونقل وتوطين هذه التكنولوجيا في المجتمع المحلي؟... أم يرجع ذلك إلى ارتفاع تكلفة هذه التكنولوجيا بالقياس إلى المصادر التقليدية للطاقة؟.... أم يرجع ذلك إلى غياب أو ضعف التواصل ما بين المنتج أو المستورد المحلى لهذه التكنولوجيا، والمستهلك المحلى للطاقة؟... وهل لضعف المعلومات لدى المنتج أو المستورد المحلى (من أفراد أو منشأت) من الطاقة دور في ذلك؟ ... وهل للحاجة إلى تدريب وإرشاد المجموعات المستهدفة من مستهلكى الطاقة على إدارة وتشغيل مشروعات الطاقة المتجددة من تأثير على ذلك؟.... وهل الحاجة إلى تمويل هذه المشروعات لها تأثير على توسع هذه المشروعات؟..... وهل يتوافر الإطار التنظيمى والمؤسسي المناسب للترويج لهذه المشروعات في الريف المصري، إن الإجابة على هذه التساؤلات أو غيرها من التساؤلات تشكل المحاور الأساسية للمشكلة البحثية لهذه الدراسة، والتى يتوقع أن تشكل الإجابة عليها الأساس لاقتراح السياسات والأدوات الملائمة لترويج مشروعات الطاقة المتجددة في الريف المصري.

[2] معهد التخطيط القومي، المزيج الأمثل للطاقة في مصر، تحت النشر.

(4) أهداف الدراسة:

إن اقتراح السياسات والأدوات الملائمة لترويج مشروعات الطاقة المتجددة في الريف المصري يعد الهدف الأساسي للدراسة، وذلك استنادا على الإجابات عن الأسئلة المطروحة بالمشكلة البحثية للدراسة.... وهنا وفي البداية يجدر الإشارة إلى أن حدود هذه الدراسة تقف عند مصادر الطاقة الشمسية، والطاقة الحيوية دون غيرها من المصادر الأخري للطاقة المتجددة لما تتميز به تكنولوجيات كلا المصدرين من إمكانية توليد الطاقة منها من خلال مشروعات صغيرة تفي باحتياجات الأنشطة الصغيرة لدي الأفراد أو المنشآت بالمجتمع الريفى.

إن الوصول إلى الهدف الأساسي للدراسة يستند إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التفصيلية التى تسعى الدراسة إلى تحقيقها وهى:

(1/4) التعريف بالموقف الراهن لمصادر وتكلفة إنتاج الطاقة، والتوزيع النسبى للإستخدامات منها ما بين الأنشطة والقطاعات الإقتصادية المختلفة.

(2/4) التعريف بموقع قضية الطاقة المتجددة في الإطار التنظيمى والمؤسسي لقطاع الطاقة المصري وفي استراتيجية وسياسة الإنتاج بالقطاع.

(3/4) عرض وتحليل تكنولوجيات إنتاج الطاقة الشمسية، والوقود الحيوي من حيث جوانبها الفنية، وتكلفة الإنتاج، والفجوة ما بين إستخاماتها في البعض من الدول المبتكرة لهذه التكنولوجيات، والمبادرات المصرية في إستخدامها.

(4/4) التعريف بالمجتمع الريفى ومصادر الطاقة الشمسية والوقود الحيوى المتوفرة بالقطاع، والفرص المتاحة لتوليد الطاقة منها.

(5/4) تحليل طبيعة الأنشطة والأعمال الريفية (الإنتاجية/والخدمية/ والمنزلية)، واستخداماتها الراهنة من مصادر الطاقة التقليدية وبدائلها المستقبلية من مصادر الطاقة المتجددة.

(6/4) المفاضلة الاقتصادية ما بين إنتاج واستخدام الطاقة من مصادرها التقليدية، ومصادرها المتجددة في الريف المصري.

(7/4) استخلاص السعة أو الحجم الاقتصادي لمشروع إنتاج الطاقة المتجددة، والملائم لتوليد الطاقة اللازمة لكل من الأنشطة الفردية في القطاع الريفي.

(8/4) الإجابة على التساؤلات المطروحة حول أسباب بطء ومحدودية انتشار تكنولوجيا إنتاج الطاقة المتجددة في الريف المصري.

(9/4) استخلاص الإستراتيجية والسياسات المقترحة لترويج وتشجيع إنتاج واستخدام الطاقة المتجددة في الريف المصري.

(5) المنهج البحثي:

استندت الدراسة في تحقيقها لأهدافها على منهج التحليل الوصفى للمتغيرات الحاكمة أو المتصلة بالقضية موضوع البحث والتحليل، وكذلك للعلاقات فيما بين هذه المتغيرات، وتأثيراتها أو نتائجها على القضية تحت الدراسة، مع استخدام مؤشرات القياس الملائمة إذا لزم الأمر... واستندت الدراسة في ذلك على البيانات والمعلومات ذات الصلة بالجوانب المختلفة للدراسة والمنشورة عن طريق مصادرها الأصلية أو تلك المستخلصة من نتائج دراسات سابقة، خاصة فيما يتصل بالأهداف الأربع الأولي للدراسة... كما استندت الدراسة أيضاً على نتائج المقابلات الشخصية لفريق الدراسة مع عينة عشوائية من منتجي ومستوردي تكنولوجيات الطاقة المتجددة في السوق المحلية لطرح التساؤلات حول نوعية هذه التكنولوجيا وقدراتها على توليد الكهرباء، وتكلفة الإنتاج، وتوقعاتهم عن بطء، انتشارها في السوق المحلية.... كما كانت هناك أيضاً المقابلات الشخصية مع أفراد ومنشآت بين القطاع الريفي للتعرف على طبيعة الأنشطة والأعمال التى يمارسونها، واستهلاكها الراهن من الطاقة التقليدية ثم طرح التساؤلات حل الأسباب الدافعة إلى ضعف قبولهم لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة في إشباع احتياجات هذه الأنشطة والأعمال من الطاقة.... كذلك أيضاً كانت هناك المقابلات الشخصية لفريق الدراسة مع البعض من أصحاب مبادرات إنتاج واستهلاك الطاقة المتجددة في القطاع الريفي للتعرف على عوامل النجاح أو الفشل في مبادراتهم، ومقترحاتهم بشأن تطوير هذه المبادرات.

6- الإطار التفصيلي للدراسة:

تتضمن الدراسة أربعة فصول رئيسية، يتناول الفصل الأول منها استخدامات الطاقة، وموقع قضية الطاقة المتجددة في الإطار التنظيمي والمؤسسي لقطاع الطاقة المصري... أما الفصل الثاني: فيتناول عرض وتحليل تكنولوجيات الطاقة الشمسية، والحيوية، والمبادرات المصرية في إنتاج واستخدام هذه الطاقة... وبالنسبة للفصل الثالث فيتناول التعريف بالمجتمع الريفي المصري، ومصادر الطاقة الشمسية والحيوية والفرص المتاحة لتوليد هذه الطاقة في الريف المصري، كما يتناول تحليل طبيعة وأحجام الأنشطة والأعمال الريفية، واستخداماتها الراهنة من مصادر الطاقة التقليدية ثم تقدير احتياجاتها

المستقبلية من مصادر الطاقة المتجددة الشمسية أو الحيوية... أما الفصل الرابع من الدراسة: فيتناول دراسة المفاضلة الاقتصادية ما بين إنتاج واستخدام الطاقة من مصادرها التقليدية، ومصادرها المتجددة في الريف المصري، ثم استخلاص السعة أو الحجم الاقتصادي لمشروع إنتاج الطاقة المتجددة وبالقدر الكافي لتوفير احتياجات الأنشطة الفردية في القطاع الريفي إذا ما توافرت الجدوى الاقتصادية لهذه المشروعات.... وتنتهى الدراسة بعرض أهم النتائج التى توصلت إليها بشأن أسباب بطء انتشار تكنولوجيات الطاقة المتجددة في الريف المصري، ثم عرض توصياتها بشأن السياسات والأدوات المقترحة لتشجيع وترويج إنتاج واستخدام الطاقة المتجددة في الريف المصري.

الباحث الرئيسى

أ.د. عبد القادر دياب

الفصل الأول
استخدامات الطاقة، وموقع قضية الطاقة المتجددة
في الإطار التنظيمي والمؤسسي لقطاع الطاقة في مصر"

تمهيداً لبيان التأثيرات المحتملة للتوسع في إنتاج واستخدام الطاقة المتجددة على الاستهلاك الراهن من المصادر الأولية للطاقة يأتي هذا الفصل لتناول الوضع الراهن للاستهلاك من هذه المصادر، والاستخدامات منها في توليد الطاقة الكهربائية إلى جانب تكلفة إنتاجها.. كما يتناول أيضاً التوزيع النسبي للاستخدامات من الطاقة الكهربائية فيما بين القطاعات الاقتصادية المختلفة، مع بيان موقع قضية الطاقة المتجددة في الإطار المؤسسي لقطاع الطاقة في مصر، وعلى النحو الوارد فيما يلى:

(1) <u>الاستهلاك من المصادر الأولية للطاقة</u>:

بلغ إجمالي الاستهلاك من المصادر الأولية للطاقة ما يكافئ نحو 69,8 مليون طن بترول في عام 2007، وأزداد ليصل إلى نحو 86,6 مليون طن في عام 2012، وبمتوسط سنوي بلغ نحو 78,4 مليون طن خلال السنوات 2007-2012، ومعدل نمو سنوي يبلغ نحو 4,4% في المتوسط خلال هذه الفترة. ويحتل الغاز الطبيعي المركز الأول بين هذه المصادر في إجمالي الاستهلاك منها وبنسبة بلغت نحو 49,4% خلال العام الأول، ازدادت إلى 54,6% خلال العام الأخير، وبمتوسط يبلغ نحو 51,5% خلال هذه الفترة، كما يأتي البترول في المركز الثانى بين هذه المصادر حيث بلغ الاستهلاك السنوي منه ما يكافئ 33,8 مليون طن في المتوسط وبما يمثل نحو 43,1% من إجمالي الاستهلاك السنوي من مصادر الطاقة الأولية خلال الفترة المشار إليها... ويأتي الفحم في المركز الأخير بين هذه المصادر حيث بلغ الاستهلاك السنوي منه ما يكافئ 1,4 مليون طن من البترول في المتوسط، وبنسبة تمثل نحو 1,4% من إجمالي الاستهلاك السنوي من هذه المصادر خلال نفس الفترة، وذلك على النحو المبين بالجدول رقم (1/1).

(2) <u>الاستهلاك من الوقود في إنتاج الطاقة الكهربائية</u>:

يستند توليد الطاقة الكهربائية وبدرجة أساسية على استخدام الغاز الطبيعي، وبعض مشتقات البترول والتى يأتي في مقدمتها المازوت ثم السولار والديزل وبكميات هامشية ... حيث بلغت كمية الغاز الطبيعي المستخدم ما نسبته 70,8% في المتوسط من إجمالي كمية الوقود المستخدم خلال الفترة (2013/2012-2008/2007)، بينما بلغت كمية المازوت المستخدم ما نسبته 27,6% في المتوسط من إجمالي كمية الوقود المستخدم في هذه الفترة، أما باقى النوعيات الأخري من الوقود من سولار وديزل وغيرها فتبلغ نسبة هامشية، وعلى نحو ما هو مبين بالجدول رقم (2/1). وتشير هذه المؤشرات إلى أن

قطاع الكهرباء يستهلك ما يقرب من 27% من إجمالي استهلاك المجتمع من المشتقات البترولية والغاز الطبيعي (جداول 1/1، 2/1).

جدول رقم (1/1) إستهلاك الطاقة الأولية في مصر وفقا لنوعها
خلال السنوات 2007-2012

(مليون طن بترول مكافئ)

المصادر الأولية	2007	2008	2009	2010	2011	2012	المتوسط
(1) بترول:							
مليون طن	30,6	32,6	34,4	36,3	33,7	35,2	33,8
%	43,8	44,2	44,9	44,8	40,9	40,6	43,1
(2) غاز طبيعي:							
مليون طن	34,5	36,8	38,3	40,6	44,7	47,3	40,4
%	49,4	49,9	49,9	50,1	54,2	54,6	51,5
(3) فحم:							
مليون طن	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
%	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4
(4) طاقة كهربائية							
مليون طن	3,5	3,3	2,9	3,0	2,9	3,0	3,1
%	5,0	4,5	3,8	3,7	3,5	3,5	4,0
جملة	69,8	73,8	76,7	81,0	82,4	86,6	78,4

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، بحوث إقتصادية، مستقبل الطاقة في مصر، مارس 2014.

جدول رقم (2/1) الوقود المستخدم في توليد الكهرباء (ألف طن بترول مكافئ)
في السنوات 2013/2012-2008/2007

(ألف طن بترول مكافئ)

الوقـود	/2007 2008	/2008 2009	/2009 2010	/2010 2011	/2011 2012	/2012 2013	المتوسط
1- مازوت (ألف طن)	2980,7	4641,4	6158,8	9040,9	3044	8643	5751,4
%	19,5	34,5	36,1	38,2	13,2	26,6	27,6
2- سولار وديزل(ألف طن)	292	308,1	759,6	158,1	280,4	212,4	335,1
%	1,9	2,3	4,5	0,7	1,2	0,7	1,6
3- غاز طبيعى (ألف طن)	12053	8496	10138	144771	19813	23614	14765
%	78,6	63,2	59,4	61,1	85,6	72,7	70,8
جملة	15325,7	13445,5	17056,4	23676	23137,4	32469,4	20851,7
(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

وقد يلاحظ من هذا الجدول أيضاً وجود التقلبات في الأوزان النسبية لكل من نوعيات الوقود المستخدمة في إجمالى كمية الوقود من عام إلى آخر خلال هذه الفترة، وهو ما يتوقع أن يكون له مردوده أيضاً على التكلفة الإجمالية لتوليد الكهرباء... كما يمكننا أن نستخلص أيضاً من هذه المؤشرات النتائج المتوقعة للترويج لإنتاج وإستخدام الطاقة المتجددة والتى يمكن أن ينحصر الجانب الأكبر منها في تخفيض مستويات الإستهلاك من الغاز الطبيعي والمازوت بقطاع الكهرباء.

(3) <u>الإنتاج من الطاقة الكهربائية</u>:

تشير إحصاءات الطاقة الكهربائية المولدة* خلال الفترة من عام2008/2007 إلى عام2013/2012 إلى تزايدها من عام إلى آخر وبمعدلات سنوية متباينة، وبمتوسط بلغ نحو 5,6%، حيث ازدادت من نحو 125,3 مليار ك.م.س في العام الأول لتصل إلى نحو164,6 مليار ك.و.س في العام الأخير، وعلى النحو المبين بالجدول رقم (3/1). وتتشكل مصادر إنتاج هذه الطاقة في كل من المحطات الحرارية، والمحطات المائية، ثم مشروعات BOOT والطاقة المتجددة، وتعد المحطات الحرارية هي المصدر الأول والرئيسي في توليد الطاقة الكهربائية حيث تساهم بالنصيب الأكبر في الإنتاج منها وبنسبة بلغت نحو 80,2% في المتوسط خلال الفترة المشار إليها، بينما ساهمت المحطات المائية بنسبة بلغت نحو 9,5% في المتوسط، كما ساهمت مشروعات الطاقة المتجددة، والـ BOOT بنسبة 10,3% في المتوسط خلال هذه الفترة... وهنا أيضاً يمكن ملاحظة تزايد المساهمة المطلقة والنسبية للمحطات الحرارية من عام إلى آخر حيث أزداد إنتاجها من نحو 96,1 مليار ك.و.س في العام الأول ليصل إلى نحو 135,7مليار ك.و.س في العام الأخير، مع إرتفاع الوزن النسبى لمساهمتها في إجمالي الإنتاج ليصل إلى نحو 82,4% في العام الأخير مقابل 76,7% في العام الأول... ويقابل ذلك من جهة أخري تناقص المساهمة المطلقة والنسبية للمحطات المائية في إجمالي الأنتاج حيث إنخفض إنتاجها من نحو 15,5 مليار ك.و.س في العام الأول ليصل إلى نحو13,4 مليار ك.و.س في العام الأخير، ومن ثم انخفاض الوزن النسبى لمساهمتها في إجمالي الإنتاج من نحو 12,4% في العام الأول ليصل إلى نحو 8,2% في العام الأخير... أما مشروعات الطاقة المتجددة، BOOT فتبدو مساهمتها المطلقة في تزايد بمعدلات محدودة مع تناقص الوزن النسبى لمساهماتها في إجمالى الإنتاج بمعدلات محدودة أيضاً، وعلى نحو ما يشير إليه نفس الجدول سابق الذكر.

* تشمل الطاقة المشتراة.

إن تناقص المساهمة المطلقة والنسبية للمحطات المائية في توليد الكهرباء (وخلال هذه الفترة القصيرة) يعد محصلة نهائية لما يواجه هذه المحطات من محددات أو معوقات قد يكون من بينها نقص معدلات تدفقات المياه بالمجاري المائية أو القصور في أعمال الصيانة والإحلال والتجديد، أو خروج بعض المحطات من مجال الإنتاج، وهو ما يلفت الأنظار إلى أهمية معالجة هذه المعوقات أو المشاكل للعودة بمساهمة هذه المحطات إلى المستويات السابقة لها والحفاظ عليها... كما أن تزايد مساهمة المحطات الحرارية في توليد الكهرباء يعد مؤشرا على توجه السياسات إلى التوسع في القدرات الإنتاجية لهذه المحطات بما ينطوي عليه هذا التوجه من تزايد الاحتياجات والإستهلاك من المصادر الأولية للطاقة، بينما كانت نتائج التوجه نحو توليد الكهرباء من مشروعات الطاقة المتجددة والـ BOOT، محدودة، وهو ما يدفع إلى البحث في الأسباب المسئولة عن ذلك، تمهيداً للعلاج وزيادة مساهمة هذه المشروعات لتجنب مخاطر الاعتماد وبدرجة كبيرة على المحطات الحرارية، ومن ثم المصادر الأولية للطاقة والتى مازالت مخاطر تناقصها وإرتفاع أسعارها قائمة إلى الآن.

(4) <u>الإستهلاك الذاتى، والفاقد، والموزع من الكهرباء:</u>

ينخفض مقدار الطاقة الكهربائية الموزعة على المستهلك النهائى عن الطاقة الكهربائية المولدة بالمصادر المختلفة بمقدار الإستهلاك الذاتى لهذه المصادر من الكهرباء مضافاً إليه مقدار الفاقد منها في مراحل النقل والتوزيع إلى المستهلك النهائى. حيث هناك إستهلاك الكهرباء داخل المحطات المولدة والشركات الناقلة لها والذي بلغ ما نسبته 3,9% في المتوسط من إجمالي الكهرباء المولدة خلال الفترة (2008/2007-2013/2012)، كما أن هناك الفاقد من الكهرباء في شبكات النقل والتوزيع والذى بلغ ما نسبته 9,1% في المتوسط من إجمالي الكهرباء المولدة خلال نفس الفترة، وبما يشير إلى أن مقدار الكهرباء الموزعة إلى المستهلك النهائى تمثل ما نسبته 87% تقريباً من إجمالي الكهرباء المولدة خلال نفس الفترة، وإن تباينت هذه النسبة من عام إلى آخر وفقا للتغيرات في مقدار الفاقد منها في شبكات النقل والتوزيع وعلى النحو الذى يشير إليه الجدول رقم (4/1).

جدول رقم(3/1) الكهرباء المولدة والمشتراه حسب مصادرها المختلفة في السنوات (2008/2007- 2013/2012)

(مليون ك.و.س)

السنوات	كهرباء مولدة				كهرباء مشتراة		الإجمالي	
	محطات حرارية		محطات مائية					
	مليون ك.و.س	%	مليون ك.و.س	%	مليون ك.و.س	%	مليون ك.و.س	%
2008/2007	96097	76,7	15513	12,4	13738	11,0	125348	100,0
2009/2008	98120	77,2	14137	11,1	14862	11,7	127119	100,0
2010/2009	111792	80,4	12864	9,3	14394	10,4	139050	100,0
2011/2010	118792	80,8	13046	8,9	15111	10,3	146949	100,0
2012/2011	129584	82,3	12935	8,2	14888	9,5	157407	100,0
2013/2012	135715	82,4	13444	8,2	15474	9,4	164633	100,0
المتوسط	115017	80,2	13657	9,5	14745	10,3	143418	100,0

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

جدول رقم(4/1) إجمالى الطاقة المولدة، والاستهلاك الذاتى لمحطات التوليد والفاقد منها في الشبكة خلال السنوات (2008/2007- 2013/2012)

(مليون ك.و.س)

السنوات	الطاقة المولدة	الاستهلاك الذاتى		فاقد الشبكة			الموزع	
		داخل محطات التوليد	داخل شركات النقل	محطات التوليد	شركات النقل	شركات التوزيع	مليون ك.و.س	%
2008/2007	125348	3930	3441	1958	1350	7301	107368	85,7
2009/2008	127119	5344	129	1393	55	2085	118113	92,9
2010/2009	139050	4536	157	1423	5638	7214	120082	86,4
2011/2010	146949	4932	220	1589	5058	5923	129227	87,9
2012/2011	157407	5221	176	1111	5519	16881	128499	81,6
2013/2012	164633	5432	165	1646	6421	5268	145701	88,5
المتوسط	143418	4899	715	1520	4007	7445	124832	87,0
مليون ك.و.س								
(%)	100,0	3,4	0,5	1,1	2,8	5,2	87,0	

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

هذا وقد تختلف المصادر المولدة للكهرباء فيما بينها من حيث مقدار استهلاكها الذاتى من الكهرباء ووزنه النسبى في إجمالي الكهرباء المولدة بها، إلا أنها تتماثل تقريباً في الأوزان النسبية لمقدار الفاقد منها في شبكات النقل والتوزيع ... ومع ذلك فقد تبدو الأوزان النسبية لمقدار الاستهلاك الذاتى والفاقد في شبكة النقل والتوزيع والمشار إليها من قبل معبرة عن الأوزان الممثلة للمحطات الحرارية بإعتبارها صاحبة الوزن الأكبر في إجمالي الإنتاج من الكهرباء وعلى نحو ما سبق ذكره .... ومع ذلك تبقى هناك مشروعات BOOT التى يرتفع بها الوزن النسبى لاستهلاكها الذاتى من الكهرباء في إجمالي إنتاجها من الكهرباء والذى بلغ ما يقرب من 5,9% خلال نفس الفترة سابقة الذكر، كما تبقى هناك أيضاً المحطات الحرارية صاحبة الوزن الأعلى لمقدار استهلاكها الذاتى في إجمالي إنتاجها من الكهرباء عنه في حالة المحطات المائية، وذلك على نحو ما هو مبين بالجدول رقم (5/1).

جدول رقم(5/1) الأوزان النسبية لمقدار الاستهلاك الذاتى، والفاقد من الكهرباء في شبكات النقل والتوزيع في إجمالي الكهرباء المولدة خلال السنوات (2008/2007- 2013/2012)

(%)

البيان	المحطات الحرارية	المحطات المائية	مشروعات الطاقة المتجددة BOOT
(1) الاستهلاك الذاتى	4,1	2,0	5,5
• داخلى	3,6	1,4	5,0
• شبكات النقل	0,5	0,6	0,5
(2) فاقد الشبكة	9,1	9,0	8,8
• داخلى	1,1	1,1	1,1
• نقل وتوزيع	8,0	7,9	7,7
(3) الطاقة الموزعة	86,8	89,0	85,7

المصدر: حسبت من الجدول رقم (3/1)، والجدول رقم (1) بالمرفقات.

(5) المستهلك النهائى، وتوزيع الكهرباء:

تعد القطاعات الاقتصادية والخدمية وبمختلف نوعياتها إلى جانب القطاع المنزلى هى المستهلك النهائى للكهرباء، كما يعد القطاع العائلى هو المستهلك الأول لأغراض الإنارة والاستخدامات المنزلية ثم يليه في ذلك قطاع الصناعة، حيث تشير إحصاءات الاستهلاك من الكهرباء خلال السنوات (2012/2011-2009/2008) أن القطاع العائلى استهلك ما يقرب من 40,1% من إجمالي الاستهلاك، ثم يليه في ذلك قطاع الصناعة وبنسبة بلغت ما يقرب من 30,1%، بينما بلغ استهلاك القطاعات الأخري للنسبة الباقيه .... ويسود نقل الجانب الأكبر من الكهرباء الموزعة (نحو 82%) إلى القطاعات المستهلكة على الجهد المتوسط والمنخفض، بينما يتم نقل الجانب الأصغر منها (18%) على الجهد العالى والفائق والذى يوجه ويستخدم معظمه في قطاع الصناعة.... هذا ويختلف الهيكل التوزيعى للكهرباء المنقولة على الجهد المتوسط والمنخفض في المناطق الحضرية عنه في المناطق الريفية، وعلى نحو ما يشير إليه الجدول رقم(7) بالمرفقات، حيث تأتى أغراض الإنارة والاستخدامات المنزلية في المركز الأول في كل من الريف والحضر ولكن بأوزان مختلفة بلغت نحو60% من إجمالي الكهرباء الموزعة في المناطق الريفية، ونحو45,2% من إجمالي الكهرباء الموزعة في المناطق الحضرية... ثم تأتى الاستخدامات للأغراض الزراعية في المركز الثانى، ويليها الاستخدامات للأغراض الصناعية في المناطق الريفية وبنسبة بلغت نحو8,7%، 6,4% على الترتيب. أما في المناطق الحضرية فتأتى الاستخدامات للأغراض الصناعية في المركز الثانى ثم يليها في ذلك الهيئات الحكومية، ثم الخدمات وبنسب بلغت نحو 25,1%، 6,7%، 5,3% لكل منها وعلى الترتيب (جدول رقم(1) بالمرفقات).

إن مؤشرات الهيكل التوزيعى للكهرباء في المناطق الريفية لها (مع غيرها من المعلومات) دلالاتها بالنسبة لتقدير الاحتياجات المنزلية من مصادر الطاقة المتجددة وحجم ونوعية المشروعات المتصلة بذلك، وهو ما ستتناوله الدراسة فيما بعد.

(6) تكلفة إنتاج، ونقل وتوزيع الكهرباء:

من الطبيعى أن تختلف مفردات التكلفة وقيمتها في مرحلة الإنتاج عنها في مراحل النقل والتوزيع حيث هناك، وعلى سبيل المثال، استخدام الوقود وبأوزان مرتفعة في مرحلة توليد الكهرباء، بينما ينعدم (أو يندر) استخدامه في مراحل النقل والتوزيع، كما قد تستخدم العمالة البشرية بأعداد وتكلفة أعلى في مراحل النقل والتوزيع عنه في مرحلة الإنتاج. كذلك أيضاً قد ترتفع قيمة القسط السنوي للإهلاك في مراحل الإنتاج والنقل عنه في مرحلة التوزيع حيث أرتفاع قيمة الأصول

الرأسمالية في المراحل الأولي عنه في المرحلة الأخيرة.... ومن الطبيعى أيضاً أن تختلف تكلفة أي من مفردات التكلفة، ومن ثم إجمالي التكلفة في أي من هذه المراحل من عام إلى آخر أمام التباين في أسعارها أو في الكميات المستخدمة منها من عام إلى أخري، خاصة في حالة استخدام بدائل البعض من هذه المفردات (كبدائل الوقود، على سبيل المثال)...ولهذه الأسباب أيضاً قد يختلف هيكل التكلفة الكلية من مرحلة إلى أخرى، وكما تشير إلى ذلك إحصاءات تكلفة الإنتاج، والنقل، والتوزيع والمبينة بالجداول من رقم (2) إلى رقم (6) بالمرفقات.

إن التغير في حجم وهيكل التكلفة الكلية من مرحلة إلى أخرى أو من عام إلى آخر قد لا يكون ذا دلالة (بالنسبة لأهداف الدراسة الحالية)، بينما تعد تكلفة إنتاج ونقل وتوزيع الكيلو. وات، ساعة ذات دلالة أكثر- وعليه وفي إطار إحصاءات التكلفة التى تتضمنها الجداول المشار إليها، وتقديرات الكهرباء الموزعة إلى المستهلك النهائى من مصادر الإنتاج المختلفة (محطات حرارية، ومائية، ومشروعات الطاقة المتجددة ، BOOT)، والواردة بالجدول رقم (1) بالمرفقات، يمكن تقدير تكلفة الكيلو.وات.ساعة بالنسبة للكهرباء لمولدة بالمحطات الحرارية والمائية وعلى النحو المبين بالجدول رقم (6/1)، حيث تشمل هذه التكلفة كل من: تكلفة الإنتاج والديوان العام، وتكلفة النقل والتوزيع، ثم إضافة تكلفة الدعم، والذى بلغ نحو 3500، 4300، 5000، 6300، 16300 مليون جنيه في كل من سنوات الفترة (2008/2007- 2012/2011) على الترتيب.[1]، حيث بلغت تكلفة الكيلو.وات. ساعة نحو 0,311 جنيه في عام 2008/2007، وازدادت لتصل إلى نحو 0,432، 0,385 جنيه في العامين الأخيرين من الفترة المشار إليها وعلى الترتيب في حالة الكهرباء المولدة بالمحطات الحرارية. أما بالنسبة للكهرباء المولدة بالمحطات المائية فبلغت تكلفة الكيلو.وات. ساعة نحو 0,161 جنيه في عام 2008/2007، وازدادت لتصل إلى نحو 0,255 جنيه في عام 2012/2011، وعلى النحو المبين بالجدول المشار إليه، حيث يلاحظ أن مصدر التباين في التكلفة فيما بين المحطات الحرارية والمائية هو التباين في تكلفة الإنتاج.

[1] الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء، مستقبل الطاقة في مصر، القاهرة، مارس 2014.

جدول رقم (6/1) تكلفة إنتاج، ونقل، وتوزيع الكيلو. وات. ساعة من الكهرباء المولدة بالمحطات الحرارية والمائية خلال السنوات (2012/2011-2008/2007)

البيان	/2007 2008	/2008 2009	/2009 2010	/2010 2011	/2011 2012
(أ) المحطات الحرارية:					
(1) تكلفة الإنتاج (جنيه)	0,181	0,179	0,204	0,269	0,142
(%)					
(2) تكلفة ديوان عام الوزارة (جنيه)	0,0	0,007	0,016	0,018	0,011
(%)					
(3) تكلفة النقل والتوزيع (جنيه)	0,097	0,089	0,094	0,096	0,105
(%)					
(4) الدعم (جنيه)	0,033	0,036	0,042	0,049	0,127
(%)					
جملة (جنيه)	0,311	0,311	0,356	0,432	0,385
(ب) المحطات المائية:					
(1) تكلفة الإنتاج (جنيه)	0,031	0,028	0,049	0,040	0,012
(%)					
(2) تكلفة ديوان الوزارة (جنيه)	0,0	0,007	0,016	0,018	0,011
(%)					
(3) تكلفة النقل والتوزيع (جنيه)	0,097	0,089	0,094	0,096	0,105
(%)					
(4) الدعم (جنيه)	0,033	0,036	0,042	0,049	0,127
(%)					
جملة	0,161	0,160	0,201	0,203	0,255

المصدر، حسبت من الجداول رقم (1) إلى رقم (6) بالمرفقات.

(7) قضية الطاقة المتجددة في الإطار التنظيمى والمؤسسي لقطاع الطاقة:

(1/7) تقع قضية الطاقة المتجددة في الإطار التنظيمى والمؤسسي لوزارة الكهرباء التى أنشئت بالقرار الجمهوري رقم147 لسنة 1964 والذى تم تعديله بعدة قرارات معدله له آخرها القرار 1103 لسنة 1974 بتنظيم وزارة الكهرباء والذي حدد معه أهداف الوزارة... ولقد حددت الوزارة أهدافها الإستراتيجية فيما يلي:

- الاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة المتاحة والمحافظة على البيئة من التلوث.
- تلبية الاحتياجات الكهربائية بأقل تكلفة وأعلى جودة من خلال تنفيذ عدد من المشروعات الكبرى.
- التوسع في استخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة.
- تدعيم كهربة القرى والمدن واستكمال كهربة النجوع والتجمعات السكنية.
- ربط الشبكة الكهربائية بشبكات المشرق والمغرب والعمق الأفريقي.
- تعظيم المشاركة المحلية في التصميم والتركيبات وتصنيع المعدات الكهربائية.
- تطوير الاستخدامات السلمية للطاقة النووية.
- إعادة هيكلة قطاع الكهرباء من أجل ترشيد الاستثمارات وتحسين الخدمة.
- تطويع وتوطين النظم والتكنولوجيات الحديثة في جميع عمليات القطاع.
- إعداد جميع المهارات المطلوبة من مهندسين وفنيين، وعمال.
- تصدير الخبرة المصرية في التصميم، والتصنيع، والتفاو ض، والإنشاء، والتشغيل.
- الاستفادة من مصادر التمويل الرخيصة والحصول على أفضل الشروط.

هذا كما حددت الوزارة آليات عملها لتحقيق هذه الأهداف في الآليات التالية:

- وضع السياسات والخطط العامة في مجال توليد ونقل وتوزيع الكهرباء بما يتمشى مع التطور العلمي والتكنولوجي والإشراف على هذه السياسات.
- متابعة ومراقبة الأنشطة المختلفة لتوفير الطاقة الكهربائية في إطار إستراتيجية الدولة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية.
- اقتراح تعريفة توزيع وبيع الطاقة الكهربائية.
- الإشراف على دراسة وتنفيذ المشروعات الكهربائية ذات الأهمية الخاصة.
- وضع نظم الإحصاءات والبيانات المتعلقة بالكهرباء في كافة المجالات.
- تنظيم تقديم المشورة والخبرة والمعونة الفنية للبلاد العربية.

وفي إطار الأهداف والآليات المشار إليها يمكن القول أن قضية الطاقة المتجددة تأتى بين أهداف الوزارة سواء من حيث التوسع في استخدام مصادرها، وتطويع وتوطين النظم والتكنولوجيات المرتبطة بها أو من حيث توفير المهارات المطلوبة، والإشراف على تنفيذ مشروعاتها، وتعظيم المشاركة المحلية في التصميم والتركيبات، وتصنيع المعدات، ثم وضع السياسات والخطط ذات الصلة.

(2/7) وفي عام 1986 ولإضافة مزيد من الاهتمام وأهمية قضية الطاقة المتجددة جاء القانون رقم 102 لسنة 1986 بإنشاء هيئة لتنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، وتكون تابعة لنفس الوزارة، وحدد اختصاصاتها فيما يلى:[1]

- حصر وتقويم مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، والتخطيط لتنميتها واستخدامها في إطار السياسة العامة للدولة في مجال الطاقة.
- إجراء الدراسات والبحوث الفنية والاقتصادية والبيئية اللازمة لتنمية استخدامات مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة سواء بنفسها أو بالتعاون مع الجهات العلمية في الداخل والخارج.
- تحديد المجالات التى يتعين فيها استخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بدلاً من المصادر التقليدية، وذلك بالتنسيق مع الجهات المعنية بالدولة... وللهيئة دون غيرها إقرار بدائل النظم الهندسية لهذه الاستخدامات بما يكفل تحقيق الضمانات الفنية لها وإصدار التراخيص اللازمة في هذا الشأن.
- القيام بتنفيذ مشروعات إنتاج واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة المبينة في البند السابق سواء بنفسها أو بالاشتراك مع الغير أو أن تعهد بتنفيذها كلها أو بعضها إلى الغير سواء لحسابها أو لحساب الغير.
- اقتراح المواصفات القياسية المصرية لمعدات ونظم الطاقة الجديدة والمتجددة وإجراء الاختبارات العلمية لتقويم أداء المعدات والنظم المحلية والأجنبية تحت الظروف المصرية وإصدار شهادات الصلاحية بذلك.
- إجراء التجارب التطبيقية لتكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة.
- وضع وتنفيذ برامج التدريب والترويج اللازمة لنشر استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة.
- تقديم الخدمات الاستشارية في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة وتقديم الخبرات الفنية لتنمية الصناعات القومية لمعداتها وما يرتبط بها من برامج .

[1] هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة.

- تنفيذ جميع الاتفاقيات التى تعقدها الدولة والهيئات العامة مع الحكومات الأجنبية والهيئات الدولية فيما يتعلق باختصاص الهيئة، وكذلك عقد الاتفاقيات في مجال نشاطها مع الجهات المماثلة بالداخل والخارج.

(3/7) في عام 1997 صدر قرار رئيس الجمهورية رقم 326 بإنشاء جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، وفي عام 2000 صدر قرار رئيس الجمهورية بالقانون رقم 339 لنفس العام بإعادة تنظيم هذا الجهاز، ولينص في المادة الثانية منه على أن هدف الجهاز هو تنظيم ومتابعة ومراقبة كل ما يتعلق بنشاط الطاقة الكهربائية إنتاجاً ونقلاً وتوزيعا واستهلاكا، وبما يضمن توافرها واستمرارها في الوفاء بمتطلبات أوجه الاستخدام المختلفة بأنسب الأسعار، مع الحفاظ على البيئة... وذلك بمراعاة مصالح مستهلكي الطاقة الكهربائية، فضلاً عن مصالح منتجي وناقلي وموزعي الكهرباء، كما يعمل الجهاز على تهيئة المنافسة المشروعة في أنشطة توليد، ونقل، وتوزيع الكهرباء وتلافي أى وضع إحتكاري في مرفق الكهرباء.

(4/7) في عام 2014 صدر قرار رئيس الجمهورية بالقانون رقم 203 لنفس العام وبشأن تحفيز إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة ولينص على قواعد وضوابط إنشاء مشروعاتها وتشغيلها وتنظيم علاقاتها مع شركات النقل والتوزيع، فضلاً عن ما يتضمنه ذلك من حوافز ضمنية. ومن بين ما تضمنته نصوص هذا القانون ما يلى.

مادة (2) يكون إنشاء مشروعات الطاقة الجديدة والمتجددة على النحو التالي:[1]

- تقوم هيئة تنمية واستخدام الطاقة المتجددة بطرح مناقصات لإنشاء محطات إنتاج الكهرباء من أحد مصادر الطاقة المتجددة ليتم تشغيلها بمعرفتها، ويتم بيع الطاقة الكهربائية المنتجة من هذه المحطات للشركة المصرية لنقل الكهرباء بسعر يقترحه جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك وفقا لدراسة تقدمها الهيئة ويعتمده مجلس الوزراء.
- تقوم الشركة المصرية لنقل الكهرباء بطرح مناقصات على المستثمرين لإنشاء وتملك وتشغيل محطات إنتاج الكهرباء من أحد مصادر الطاقة المتجددة، ويتم بيع الطاقة الكهربائية المنتجة من تلك المحططات للشركة المصرية لنقل الكهرباء بالشروط والأسعار المتعاقد عليها فيما بينها وبين المستثمر.
- يكون للمستثمرين الحق في إنشاء وتملك وتشغيل محطات إنتاج الكهرباء من أحد مصادر الطاقة المتجددة، ويتم بيع الطاقة المنتجة لشركة نقل الكهرباء أو لشبكات التوزيع والمرخص لها بموجب عقد شراء الطاقة وفقا لقيمة تعريفة التغذية ولفترة أقصاها 25 سنة وفقا لطبيعة المشروع... وتلتزم

[1] هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة.

الدولة بقيمة تعريفة التغذية لمدة لا تقل عن سنتين أو حتى تاريخ تحقق القدرة المطلوبة من الطاقة المتجددة أيهما أقرب.... وفي جميع الأحوال تكون تعريفة التغذية المتعاقد عليها ثابتة طوال فترة التعاقد ولا يسرى عليها ما يجري من تعديل من قبل مجلس الوزراء حال حدوثه إلا بأثر فوري على العقود التى سيتم إبرامها.

- يكون للمستثمر الحق في التعاقد مباشرة مع المستهلكين لبيع الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة، وذلك باستخدام شبكات النقل والتوزيع ووفقا للسعر والمدة المتعاقد عليها.

مادة (3) : يكون تخصيص الأراضي اللازمة لإقامة مشروعات إنتاج الطاقة الكهربائية من مصدر الطاقة المتجددة بنظام حق الانتفاع وفقا للقواعد التنظيمية الصادرة من مجلس الوزراء في هذا الشأن وبناء على عرض الوزير المختص، ويكون حق الإنتفاع بتلك الأراضي بالنسبة للمشروعات المتعاقد عليها بنظام تعريفة التغذية مقابل نسبة قدرها 2% من إجمالي قيمة الطاقة المباعة من المشروع.

مادة (4) : يلتزم المستثمر الذي ينشئ محطة إنتاج طاقة كهربائية من هذه المصادر تتجاوز قدرتها 500 ك.و. بإنشاء شركة مصرية بإسم المشروع وطبقا لأحكام قانون ضمانات وحوافز الإستثمار، ووفقا للضوابط التى يصدرها مجلس الوزراء في هذا الشأن.

مادة (5) : يحظر مزاولة نشاط إنتاج أو بيع الطاقة الكهربائية المنتجة من هذه المصادر بغير ترخيص مسبق من جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك وفقا لأحكام هذا القانون... ولا يترتب على منح الترخيص أي وضع احتكاري في النطاق الجغرافي لأي من المرخص لهم.... ويعفى منتج الكهرباء لاستعماله الخاص أو المشروعات ذات قدرة 500 ك.و.وات من الحصول على الترخيص المذكور، وذلك طبقا للقواعد والضوابط التى يصدرها مجلس إدارة الجهاز.

مادة (6) : تلتزم شركة نقل الكهرباء أو شركات توزيع الكهرباء والمرخص لها بحسب الأحوال بربط محطات إنتاج الكهرباء من هذه المصادر بشبكتها على نفقة المنتج، وتتحمل تلك الشركات التكاليف اللازمة لتوسيع شبكتها طبقا للإعتمادات المالية المخصصة من الدولة لهذا الغرض... وتلتزم شركات النقل والتوزيع في جميع الأحوال بشراء أو سداد قيمة الطاقة المتاحة من محطات الانتاج من هذه المصادر في حالة عجزها عن نقل الطاقة الكهربائية على شبكتها وذلك طبقا للقواعد التى يضعها الجهاز.

مادة (7): يحدد بقرار من مجلس الوزراء، وبناء على اقتراح من الوزير المختص، كميات الاستهلاك السنوي التى يتم على أساسها إعداد قائمة المشتركين، وكذلك النسب الإلزامية من الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة التى يلتزموا باستخدامها بأسعارها الاقتصادية، وتحدد النسب المشار

إليها قبل بداية السنة المالية بثلاثة أشهر على الأقل، وذلك بما يستوعب الطاقة الكهربائية المنتجة من المحطات القائمة والمتوقع تشغيلها خلال العام.

(5/7) في عام 2014، وبتاريخ 17 سبتمبر وافق مجلس الوزراء على إصدار تعريفة التغذية للطاقة الكهربائية المولدة من المصادر المتجددة (رياح– شمس) على أن يكون إجمالي القدرات خلال المرحلة الأولي من تطبيق تعريفة التغذية 4300 م.و. تشمل 300 م.و. مشروعات طاقة شمسية حتى 500 ك.و.، 2000م.و. من مشروعات الطاقة الشمسية ذات قدرات من 500 ك.و. حتى 50 م.و.، 2000 م.و. من مشروعات إنتاج الكهرباء من الرياح ذات قدرات تتراوح بين 20م.و. حتى 50 م.و. وسيتم مراجعة قيمة تعريفة التغذية في حال الوصول إلى القدرات السابقة أو بعد عامين على إصدارها أيهما أقرب. كما تلتزم الشركة المصرية لنقل الكهرباء، وشركات توزيع الكهرباء بتوقيع الاتفاقيات اللازمة لشراء الطاقة المنتجة من هذه المشروعات، وذلك لمدة 25 سنة لمشروعات الخلايا الشمسية، 20سنة لمشروعات الرياح.

وفيما يختص بالطاقة الكهربائية المولدة من محطات الطاقة الشمسية فقد حددت تعريفة التغذية على النحو التالي:

قدرة المحطة	سعر شراء الطاقة
(1) منزلي	0,844 جنيه /ك.و.س
(2) أقل من 200 ك. و. س	0,901 جنيه / ك.و. س
(3) 200- أقل من 500 ك. و. س	0,97,3 جنيه / ك.و. س
(4) 500 ك. و.- أقل من 20 م. و	13,6 سنت (دولار) / ك.و. س
(5) 20 م. و – 50 م. و.	14,34 سنت (دولار) / ك.و. س

ويتم سداد قيمة التعريفة للقدرات 500 ك.و. فأعلى بالجنيه المصري المكافئ للسنت (دولار) بناء على المعادلة التالية:

قيمة التعريفة بالجنيه المصري= (15% من قيمة التعريفة (سنت/دولار) × 7,15 جنيه)
+ (85% من قيمة التعريفة (سنت دولار) × سعر الصرف يوم إصدار الفاتورة المحددة بالمدة).

هذا ولقد حدد جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك إجراءات تنفيذ مشروعات إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة، حيث جاءت هذه الإجراءات بالنسبة لمشروعات الخلايا الشمسية لقدرات أقل من 500 ك.و. على النحو التالي:

- تأهيل الشركات العاملة في مجال أنظمة الخلايا الشمسية التى سيتم ربطها بشبكات الكهرباء من هيئة تنمية الطاقة الجديدة والمتجددة طبقا لاشتراطات الهيئة الصادرة في هذا الشأن.
- إعفاء هذه المشروعات من الحصول على ترخيص إنتاج من جهاز تنظيم مرفق المياه وحماية المستهلك نظراً لصغر حجم المشروع.
- في حالة عدم الحاجة لرفع قدرة الوصلة الرئيسية لموقع المشروع أو تدعيمها يتحمل المستثمر تكلفة تركيب العداد، وربطه بالشبكة الخاصة بشركة التوزيع دون أي تكاليف أخري... أما في حالة الحاجة إلى رفع القدرة يتحمل المستثمر التكاليف طبقا للقواعد الصادرة من الجهاز.
- وبالنسبة لتنفيذ المشروع فيتم وفقا للمراحل التالية:

(أ) يختار المستثمر إحدى الشركات المؤهلة والعاملة في مجال أنشطة الخلايا الشمسية (شركة تنفيذ المشروع).

(ب) تقوم شركة تنفيذ المشروع بعمل الدراسات اللازمة وإعداد الملف الفنى للمشروع طبقا لما هو وارد في طلب تركيب نظام الخلايا الشمسية لقدرات أقل من 500 ك.و. بنظام تعريفة التغذية وتقديمه إلى شركة التوزيع المعنية.

(ج) تقوم شركة التوزيع خلال أسبوعين من تاريخ التقدم بالملف بدراسة إمكانية ربط أنظمة الخلايا الشمسية بالشبكة في موقع المشروع وإجراء المعاينات والقياسات اللازمة طبقا لمتطلبات كود التوزيع، وكود ربط الخلايا الشمسية لشبكة الجهد المنخفض، على أن يتم الانتهاء من المشروع خلال مدة أقصاها ستة أشهر من تاريخ الحصول على الموافقة من شركة التوزيع.

(د) تقوم شركة التوزيع بالتعاقد مع المستثمر على الربط بالشبكة وشراء الطاقة المنتجة طبقا لتعريفة التغذية السارية في حينه

(هـ) تقوم شركة التوزيع بمطابقة المشروع بما ورد بالملف الفنى ومن ثم ربطه بشبكة التوزيع وتركيب العداد بعد سداد التكاليف المطلوبة، والتأكد من سلامة التشغيل وفتح حساب للمستثمر خلال 5 أيام عمل من تاريخ إبلاغ شركة التوزيع بأعمال المشروع.

هذا وبالنسبة لمشروعات الخلايا الشمسية ذات القدرات 500 ك.و. فأعلى فتأتى إجراءات ومراحل تنفيذ المشروع على النحو الوارد فيما يلى:

- يتقدم المستثمر إلى جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك للحصول على طلب تقييم لإنشاء محطة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، ويقوم الجهاز بإجراء التقييم والرد على المستثمر في خلال شهر من تاريخ التقدم بالطلب وذلك طبقا للمتطلبات الواردة في هذا الشأن.

- يقوم المستثمر بإنشاء شركة المشروع طبقا للقانون رقم (8) لسنة 1997 بشأن ضمانات وحوافز الاستثمار، وإلى جانب قيامه بإجراء دراسة الجدوي الفنية والمالية للمشروع.
- وفي حالة رغبة المستثمر الحصول على إحدى قطع الأراضي المملوكة للدولة فعليه التقدم لجهاز تنظيم مرفق الكهرباء لدراسة طلبة وتيسير الحصول على الأرض اللازمة للمشروع. وتقوم الجهة المانحة للأرض بتوقيع عقد تخصيص مبدئى مع المستثمر.
- تتقدم شركة المشروع إلى جهاز تنظيم مرفق الكهرباء للحصول على ترخيص مؤقت للقيام بإجراء الدراسات والتصاريح المطلوبة، ورفع رأس مال شركة المشروع إلى المستوي المعادل لحقوق الملكية طبقا لدراسة الجدوي الفنية والمالية للمشروع.
- بعد الانتهاء من المتطلبات السابقة للمشروع يتم الحصول على ترخيص دائم ومن ثم التوقيع النهائى للتعاقدات مع الجهات ذات الصلة، وكذلك عقد شراء الطاقة بنظام تعريفة التغذية السارية.
- وبعد الحصول على الترخيص الدائم يقوم المستثمر بإنشاء المحطة خلال ثمانية عشر شهراً من تاريخ الحصول على الترخيص الدائم ثم عمل الاختبارات اللازمة والبدء في التشغيل التجاري.

الفصل الثانى
تكنولوجيات الطاقة الشمسية والحيوية
والمبادرات المصريـة في إستخدامهـا

تمهيد:

بدأ الإنسان الانتفاع بالطاقة الشمسية والحيوية في حياته المعيشية منذ عصور قديمة، حيث كان هناك الانتفاع بالطاقة الشمسية بما تشتمل عليه من ضوء وحرارة في توفير الظروف الملائمة للإسكان سواء من حيث الإضاءة أو التدفئة أو التهوية، ومن خلال التصميم المناسب للمبانى، واختيار مكوناتها وموقعها بما يتناسب مع البيئة والمناخ المحلى... كما كان هناك أيضاً الانتفاع بالطاقة الشمسية في مجال الزراعة وبغرض زيادة الإنتاجية والإنتاج حيث اختيار الزراعات الملائمة للمواسم المختلفة، وكذلك اختيار اتجاهات وارتفاع صفوف النباتات بما يوفر ظروف الإضاءة، والتدفئة أو التهوية التى تساعد على تحسين الإنتاجية... كذلك أيضاً كان هناك الانتفاع بمصادر الطاقة الحيوية (النباتية والحيوانية) في الحياة المعيشية للإنسان، حيث كان استخدامها المباشر لأغراض تجهيز الطعام، وتسخين المياه وغيرها من الأغراض.

ولقد صاحب مسيرة الإنسان في انتفاعه بالطاقة الشمسية والحيوية عبر هذه العصور التطوير المستمر للوسائل، والتكنولوجيات المستخدمة لهذا الغرض والتى انتهت إلى المستويات المعروفة في وقتنا المعاصر، والتى ساهمت بدورها في إتساع دائرة مجالات انتفاع الإنسان بهذه الطاقة... حيث تتواجد حالياً تكنولوجيات تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية يمكن للإنسان تطويعها للاستخدام في أغراض مختلفة بالقطاعات الإقتصادية والإجتماعية المختلفة والتى تبدأ في حدها الأدنى بتشغيل الآلة الحاسبة الصغيرة، وتنتهى بتشغيل مركبات ومحطات الفضاء... كما يتواجد حاليا الإستخدام المباشر للطاقة الحرارية للشمس في تسخين المياه، وفي نظم التسخين والتبريد من خلال التصميمات المعمارية التى تعتمد على إستغلال الطاقة الشمسية، فضلاً عن إستخدامها في أغراض التقطير، والتطهير، وفي طهى الطعام، وفي أغراض صناعية أخري... وكذلك الحال أيضاً في حالة الطاقة الحيوية، حيث تتواجد تكنولوجيات تحويل المصادر الأولية لهذه الطاقة إلى مصادر ثانوية للطاقة (غاز أو كهرباء) يمكن تطويعها أيضاً للإستخدام في مجالات أغراض أكثر تنوعاً عن ذي قبل.

ومع تميز التكنولوجيا المتاحة حالياً للإنتفاع بالطاقة الشمسية والحيوية من إمكانية لتصميم مشروعاتها عند مستويات مختلفة من السعة أو الحجم (حيث وجود المشروعات الصغيرة، والمتوسطة، والكبيرة منها)، لذلك جاء هدف الدراسة الحالية في البحث عن الفرص، والإحتمالات القائمة للإنتفاع بهذه الطاقة في المناطق الريفية حيث تؤثر الظروف الملائمة لإستخدام هذه التكنولوجيات وفي مشروعات صغيرة بدرجة أكبر عنه في المناطق الحضرية... وفي إطار هذا الهدف يأتى الفصل الحالي من الدراسة ليتناول عرض وتحليل هذه التكنولوجيات من حيث التكلفة والجوانب الفنية وتطبيقاتها في أهم الدول المبتكرة لهذه التكنولوجيات بمنظور المشروعات الصغيرة منها إلى جانب البحث في المبادرات المصرية لإستخدام هذه التكنولوجيات، ومن ثم التعرف على ما يوجد من فجوة بين إستخدامها في مصر، وفي الدول الأخري المبتكرة لهذه التكنولوجيا، تمهيداً لتحديد الأسباب المسئولة عن تواجد هذه الفجوة (إن وجدت)، وذلك على النحو الوارد فيما يلى:

(1) <u>الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء</u>:

تستغل الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء من خلال أي من النظامين التاليين:

(1/1) <u>النظم الشمسية الحرارية</u>: حيث تستخدم الطاقة الحرارية للشمس في تسخين المياه والارتفاع بدرجة حرارتها إلى المستويات المنتجة للبخار والذي يستخدم بدوره في إدارة التوربينات المولدة للكهرباء، وذلك على نهج مماثل لإنتاج الكهرباء بالمحطات التقليدية للطاقة .... ويقوم هذا النظام على إستخدام مجموعة كبيرة من المرايا العاكسة لأشعة الشمس في إتجاه وحدة إستقبال خاصة ترفع حرارتها إلى درجة عالية تنقل إلى مولد البخار، ومن ثم تشغيل التوربينات... ويستخدم هذا النظام في حالة المشروعات الكبيرة، وإن ظل إستخدامه وإلى الآن على نطاق ضيق حيث إرتفاع التكلفة بما يعادل ثلاثة أضعاف تكلفة توليد الكهرباء بإستخدام الفحم. وتستخدم هذه التكنولوجيا في كثير من الدول وفي مشروعات كبيرة، إما بصورة منفردة، أو مختلطة بنظم أخري في محطة واحدة لتوليد الكهرباء.

هذا ولقد بدأت مصر في إدخال هذه التكنولوجيا إلى نظم توليد الكهرباء من خلال مشروع إنشاء المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات وبقدرة 140 (م.و.)، حيث تبلغ قدرة المكون الشمسى وبإستخدام تكنولوجيا مركزات القطع المكافئ الأسطوانى بالإرتباط بالدوره المركبة التى تعتمد على الغاز الطبيعي والوقود) 20 /م.و)، أما المكون الحراري فتبلغ قدرته 120 (م.و.)... أما الطاقة الإجمالية المتوقع إنتاجها من المشروع فتقدر بواقع 852 (ج.و.س/ سنة) منها 34 (ج.و.س/ سنه) منتجه من المكون الشمسى... وتبلغ تكلفة المكون الشمسي بالمشروع نحو 117 مليون دولار بالنسبة للمكون الأجنبى فقط، بالإضافة إلى 187,0 مليون جنيه تكلفة المكون المحلى... أما بالنسبة للمكون الحراري فبلغت تكلفة المكون

الأجنبى منه نحو 175 مليون دولار، كما بلغت تكلفة المكون المحلى منه نحو 282 مليون جنيه. ويقدر الوفر السنوي في إستهلاك الوقود البترولي بما يعادل 10 آلاف طن بترولى مكافئ [1].... ولقد بدأ تشغيل هذه المحطة تجاريا اعتباراً من 2011/7/1... ولقد تضمنت خطة (2012-2017) إنشاء محطة شمسية حرارية لتوليد الكهرباء بقدرة إجمالية 100 (م.و) مع نظام تخزين حراري لمدة 4 ساعات بكوم أمبو محافظة أسوان، وحيث تقدر الطاقة المتوقع إنتاجها من المشروع بحوالي 385 مليون (ك.و.س) سنويا وبتكلفة تقديرية تبلغ 628 مليون جنيه، ويخطط لبدء تشغيل المشروع في عام 2016/ 2017 [2].

(2/1) <u>بأستخدام الخلايا الضوئية</u>: تستخدم هذه الخلايا في إلتقاط الطاقة من ضوء الشمس وتحويلها مباشرة إلى كهرباء عن طريق إستخدام أشباه الموصلات مثل السيليكون المستخرج من الرمال النقية، حيث تتكون هذه الخلايا إما من مادة بلورية سميكة كالسيليكون البلوري، أو مادة لا بلورية رقيقة كمادة السيليكون اللابلوري، ... ويغلب تسمية هذه الخلايا، إما بالخلايا الشمسية، أو الخلايا الضوئية أو الخلايا الكهروضوئية... وتختلف قدرة هذه الخلية على إلتقاط الطاقة ومن ثم قدرتها على تحويلها إلى كهرباء تبعاً لنوعية المادة المصنعة منها، حيث هناك الخلية التى تصنع من السيليكون أحادى التبلور، وهي خلية قطعت من بلورة سيليكون مفردة، وتبلغ كفاءة هذا النوع من الخلايا نحو 11%-16%، كما أن هناك الخلية التى تصنع من بلورات سيليكون أسطوانية ثم تعالج كيميائياً في أفران لتحسين خواصها الكهربائية، ويلى ذلك تغطية سطح الخلية بمضاد الإنعكاس لكى تمتص الخلايا أشعة الشمس بكفاءة عالية، وتبلغ كفاءة هذا النوع ما بين 6% إلى 13%. كذلك هناك ما يعرف بالخلايا المورفية (أو خلايا الفيلم الرفيع)، ومنها تترسب مادة السيليكون على هيئة طبقات رفيعة على أسطح من الزجاج أو البلاستيك، وبما يعنى تصنيعها بتقنية سهلة، وبتكلفة قليلة، وإن كانت كفاءتها أقل أيضاً، وهى تعد مناسبة لتطبيقات من 40 وات فأقل.

إن الخلية الكهروضوئية العادية ذات حجم 4 بوصات تنتج ما يقرب من 1,5 واط من الطاقة الكهربائية ولهذا يقوم نظام توليد الكهرباء بهذه الخلايا على تجميع خلايا شمسية موصولة كهربائيا مع بعضها البعض لتشكل وحدة لإنتاج الطاقة الكهربائية تسمى باللوح الضوئى .. ومع توصيل عدد من هذه الألواح بعضها ببعض يتكون مصفوفة هذه الوحدات لتوليد تيار كهرباء بقدرة معينة، ويمكن إضافة مصفوفة أو مصفوفات أخري لتوليد تيار كهربائى بقدرات أكبر، وبهذا يمكن إنشاء أو تصميم وحدات توليد كهرباء بالقدرات الكافية لتوفير إحتياجات أي من الأغراض، والتى يمكن أن تشمل إنارة أعمدة

(1) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة المتجددة، التقرير السنوي لعام 2009/2008.
(2) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة المتجددة، التقرير السنوي لعام 2013/2012.

الشوارع، أو توفير احتياجات الإسكان الفردي (أو الجماعي) للسكان، في أغراض الإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية المنزلية، أو في توفير إحتياجات أي من الصناعات المختلفة وبأحجامها المتباينة... وتبدو أهمية هذا النظام عن النظم التقليدية لإنتاج الكهرباء أكثر وضوحاً في حالة المناطق النائية غير المتصلة بالشبكات العمومية للكهرباء حيث يمكن استخدامها في أغراض الإنارة، أو في أغراض التصنيع، أو في الأغراض الزراعية مثل ضخ أو رفع المياه..

إن استقراء الجوانب التكنولوجية والفنية لتصنيع الخلايا الشمسية ولنظم تشغيلها يكشف عن النتائج التالية[1] .

- بدأت المرحلة الأولي لتصنيع الخلايا الشمسية، واستخدامها في توليد الكهرباء بتكلفة مرتفعة، إلا أن إستمرارية البحث والتطوير خلال العقود القليلة الماضية حققت نتائج جيدة في تخفيض التكلفة.
- إن تصنيع الخلايا الشمسية لم يعد قاصراً على إستخدام مادة السليكون، بل هناك من المواد الأخري التى يمكن إستخدامها في تصنيع هذه الخلايا والتى يمكن أن تؤدي إلى تخفيضات إضافية في التكلفة.
- وجود التباينات في الكفاءة الإنتاجية للخلايا الشمسية المستخدمة حالياً لوجود الإختلاف في خصائص المواد المصنعة منها، ومن ثم وجود التباينات في تكلفة تصنيعها ونظم تشغيلها، وهو ما يمكن معه إختيار الخلايا والنظم الأقل تكلفة والمناسبة للتطبيقات المستهدفة.
- يمكن تحويل التيار الكهربائى المستمر والمولد عن طريق مصفوفة ألواح الخلايا الشمسية إلى تيار متردد بإستخدام المحول، ومن ثم إمكانية الربط ما بين الكهرباء المولدة بنظام الخلايا الشمسية، والتيار الكهربائى بالشبكة العمومية لنقل الكهرباء، وبما يسمح بتوفير الطاقة الكهربائية الكافية للغرض المستخدمة به عن طريق الشبكة العمومية، وقت إرتفاع الإحتياجات منها عن الطاقة المولدة بنظام الخلايا الشمسية، وكذلك تصريف الفائض منها إلى الشبكة العمومية وقت إنخفاض الحاجة منها.

- يمكن تخزين فائض الطاقة الكهربائية المولدة من مصفوفة ألواح الخلايا الضوئية أثناء النهار في بطاريات، بما يمكن من إسترداده أثناء العمل ومن ثم إستمرارية وجود التيار الكهربائى على مدار اليوم... ومن هنا قد تسمح هذه السمة بإستبعاد مكون تخزين الكهرباء من النظام بغرض تخفيض التكلفة في حالة بعض التطبيقات التى ليست في حاجة إلى وجود التيار المستمر على مدار اليوم مثل بعض الأعمال الزراعية كرفع أو ضخ المياه، أو عمليات التصنيع الغذائى.

(1) الموقع الألكترونى، طاقة شمسية، ويكيبديا الموسوعة الحرة.

هذا وعلى الرغم مما جاءت به نتائج البحث والتطوير من تخفيض في تكلفة هذه الأنظمة في الوقت المعاصر عنه في الأوقات المبكرة لإبتكارها، إلا أنها مازالت عند مستويات مرتفعة بالقياس إلى تكلفة توليد الكهرباء من المصادر التقليدية ... ومع ذلك فإن التخوف من نضوب أو تناقص الإنتاج وأرتفاع أسعار المصادر التقليدية للطاقة دفع كثير من الدول خاصة المتقدمة والفنية إلى التوجه نحو توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية على نطاق تجاري، ويأتى في مقدمة هذه الدول كل من الولايات المتحدة، والصين، وألمانيا، واليابان، ثم تبعها في ذلك كثير من الدول الأخري في أوروبا وآسيا، وأفريقيا ومن بينها فرنسا، وأسبانيا، والإمارات، والسعودية، والمغرب، وغيرها. ويغلب على هذه الدول التوجه إلى إنشاء المحطات الكبيرة ذات قدرات تتراوح ما بين بضعة عشرات ميجا إلى بضعة مئات ميجا... ومع حداثة هذا التوجه، فمن الطبيعى، أن يمثل توليد الكهرباء بأستخدام الطاقة الشمسية في الوقت المعاصر نسبة هامشية في إجمالي الإنتاج من الكهرباء والتى بلغت نحو 0,06% على المستوي العالمى في عام 2008، وإن تباينت هذه النسبة من دولة إلى أخرى حيث تأتى أسبانيا في مقدمة دول العالم وبنسبة بلغت نحو 0,8% ثم ألمانيا وبنسبة 0,7% خلال نفس العام، ثم يليهما في ذلك اليابان، والولايات المتحدة الأمريكية بنسبة بلغت نحو 0,2%، 0,06% لكل منهما على الترتيب... ومع ذلك تبدو أكثرية دول العالم أكثر توجها لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى خاصة من طاقة الرياح، والمصادر المائية، حيث تمثل الطاقة المولدة من المصادر المتجددة بمختلف أنواعها (بما فيها الطاقة الشمسية) ما نسبته 17,7% من إجمالى الطاقة الكهربائية المولدة على المستوي العالمي خلال عام 2008، وتصل هذه النسبة إلى ما يقرب من 79,8%، 59,3% في حالة كل من البرازيل، وكندا على الترتيب، وتنخفض إلى مستويات أدنى في باقي الدول والمبينة بالجدول رقم (1/2).

هذا وإذا كان التوجه المعاصر لكثير من الدول نحو توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية يأتى من خلال تنفيذ المشروعات المتوسطة والكبيرة، إلا أن ذلك لا ينفى وجود التوجه نحو إنتاج الكهرباء من نفس المصدر من خلال المشروعات الصغيرة والمبادرات الفردية للأشخاص وبالقدرات المحدودة والتى تنحصر في بضعة ك.و.س للمشروع أو الوحدة المولدة للكهرباء، إن لم يكن أقل من ذلك في بعض الأغراض، وذلك استغلالا لما تتميز به هذه التكنولوجيا من إمكانية تطبيقها ليس بسعات صغيرة فقط، بل الوصول بها إلى مناطق معزولة عن الشبكات العمومية أو مصادر الطاقة الأخرى، وخاصة في المناطق الريفية، حيث يسهل تطبيقها والاستفادة منها في بعض الأغراض التى يصعب ربطها بالشبكة العمومية بتكلفة اقتصادية... ففي الولايات المتحدة الأمريكية، وعلى سبيل المثال، وفي عام 2011 بلغ عدد المزارع المستخدمة لهذه التكنولوجيا 7239 مزرعة وبإجمالي قدرة 32193 ك.و. ، وبمتوسط بلغ نحو 4,45 ك.و. للمزرعة، مع وجود تباينات كبيرة من مزرعة إلى أخري حيث بلغ هذا المتوسط نحو 0,41، 0,43،

0,43 ك.و. للمزرعة في كل من ولاية كانساس، أو كلاهوما، وداكوتا الشمالية على الترتيب، بينما بلغ هذا المتوسط نحو 15,5، 14,1، 11,2 ك.و. للمزرعة في كل من ولايات دبلوارا، وينوجريس، وكاليفورنيا على الترتيب. ولقد تراوحت تكلفة إنشاء هذه النظم ما بين 5,65 دولار/ للوات في ولاية فلوريدا، 16 دولار/للوات في ولاية المسيسيبى، ومن الطبيعى أن تختلف التكلفة بإختلاف قدرة المنظومة حيث بلغ متوسط التكلفة للمنظومة ذات القدرة الأقل من ك.و. نحو 8 آلاف دولار، كما بلغ نحو 18 ألف دولار بالنسبة للمنظومات ذات القدرة ما بين 1–5 ك.و0، ونحو 98 ألف دولار بالنسبة للقدرات ما بين 10–16 ك.و. [1]

[1] Irene M. xiarchos & Brianvick, solar energy use in u.s. agriculture, overview and policy issues, USDA, Aprile,2011.

جدول رقم (1/2) الوزن النسبى للكهرباء المولدة بالطاقة المتجددة، وبالطاقة الشمسية
في إجمالي الإنتاج من الكهرباء على المستوى العالمي وأهم الدول خلال عام 2008

الدول	اجمالى الطاقة المتجددة		الطاقـة الشمسية		اجمالى الكهرباء المولدة (مليار ك.و.س)
	مليار ك.و.س	%	مليار ك.و.س	%	
العالم	3585	17,7	12,5	0,06	20262
1- أسبانيا	61	19,4	2,62	0,83	314,3
2- المانيا	72,42	11,4	4,4	0,69	637,6
3- اليابان	90,7	8,5	2,3	0,22	1069,7
4- الولايات المتحدة	357,5	8,0	2,5	0,06	4470,5
5- إيطاليا	58,0	18,1	0,2	0,06	319,6
6- الصين	598,0	17,3	0,2	0,006	3455,4
7- كنـدا	386,0	59,3	0,03	0,005	650,5
8- فرنسـا	75,0	13,0	0,04	0,007	574,9
9- إنجلتـرا	16,4	4,2	0,02	0,005	389,5
10- روسيا	167,5	16,1	-	-	1041,0
11- الهنـد	128,02	15,4	0,02	0,002	830,0
12- المكسيك	46,4	17,9	0,01	0,004	259,0
13- البرازيل	370,6	79,8	-	-	464,6
14- تركيـا	34,0	17,1	-	-	198,5

المصدر: الموقع الألكترونى، ويكبيديا الموسوعة الحرة، World energy consumption.

إن تطبيق وإستخدام نظام الخلايا الشمسية في توليد الكهرباء بمبادرات فردية وفي مشروعات صغيرة أو متناهية الصغر لم يكن حصراً على الدول ذات المبادرات المبكرة في إستخدام هذا النظام بمشروعاته الكبيرة، بل إمتدت للدخول في كثير من الدول الأخري الأوربية، والأسيوية والأفريقية، سواء من خلال التعاون الثنائى بين الدول، أو من خلال مشروعات التنمية المقدمة لبعض الدول من المنظمات أو المؤسسات الدولية، وكمكون من مكونات هذه المشروعات، أو من خلال المبادرات الفردية للحكومات أو الأفراد في البعض الآخر من الدول، حيث إستخدام هذه التكنولوجيا في توليد الكهرباء بغرض تشغيل طلمبات رفع المياه من الآبار لغرض الشرب أو ري الزراعات أو للأغراض المنزلية مثل الإنارة، وتشغيل الأدوات المنزلية الكهربائية، أو غيرها من الأغراض.

وبالنسبة للحالة المصرية، فقد بدأ استخدام الخلايا الشمسية الضوئية في توليد الكهرباء بقدرات محدودة بلغت نحو 5200 ك.و. (5,2 ميجا) قصوي حتى عام 2008 ولأغراض الإنارة والاتصالات، والإعلانات، وضخ المياه، وشبكات التليفون المحمول، والحماية الكاثودية، حيث اختصت الاتصالات بما نسبته 49% من إجمالي هذه الطاقة، ويليها في ذلك الإعلانات ثم الإنارة، وضخ المياه، حيث أختص كل

منها بما نسبته 22%، 18%، 8% من إجمالي هذه القدرات وعلى الترتيب[1]..... ولقد بدأت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة خلال العقد الأول من القرن الحالي في إعداد وتنفيذ بعض المشروعات الصغيرة لتوليد الكهرباء لغرض إنارة بعض القري والتجمعات السكنية في المناطق الريفية والصحاري المصرية غير المتصلة بالشبكة العمومية للكهرباء إلى جانب التخطيط لإعداد وتنفيذ البعض الآخر من المشروعات الصغيرة والمتوسطة بغرض توليد الكهرباء لخدمة بعض المؤسسات أو لربطها بالشبكة العمومية لتوليد الكهرباء، ومن هذه المشروعات ما يمكن ذكره فيما يلى[2]:

(أ) مشروع للإنارة بقريتى الصغير، وعين زهرة بمركز سيوه في محافظة مطروح والذي يتضمن: إنارة (100) منزل، وعدد (40) عمود إنارة شوارع، وعدد (3) مساجد، وعدد (1) مدرسة، وعدد(2) وحدة صحية ريفية، وتشغيل عدد (2) ثلاجة حفظ أمصال، وعدد (2) معقم طبى.... ولقد تم تنفيذ هذا المشروع من خلال منحة لا ترد مقدمة من الحكومة الإيطالية ومقدارها 400 ألف يورو، وحيث تم تنفيذ المشروع ويعمل بنجاح إعتباراً من ديسمبر 2010.

(ب) تنفيذ وتشغيل مشروع محطة طاقة شمسية باستخدام نظام الخلايا وبقدرة 2×40(ك.و) لتغذية جزء من أحمال مبنى وزارة الكهرباء والطاقة، والمبنى المجاور له، وكذلك إنارة عدد (10) أعمدة بالطاقة الشمسية.. وتتكون المحطة من (96) لوح شمسى تم تركيبها في الهياكل المعدنية على سطحي المبنيين، ومحول الجهد، وعداد طاقة، والربط على شبكة الجهد المنخفض، وإنارة عدد (10) أعمدة شوارع، وبطاقة تخزينية لمدة 12 ساعة.

(ج) مشروع إنارة سور المحطة الشمسية بالكريمات بعدد (300) عمود إنارة بواسطة الخلايا الشمسية بالتعاون مع الحكومة الصينية، حيث يجري حاليا تنفيذ المشروع بمنحة مقدمة من الحكومة الصينية، حيث تم الانتهاء من البرنامج الزمني لتركيب جميع الأعمدة في يناير 2014.

(د) مشروع إنارة عدد (40) منزل بواسطة الخلايا الشمسية بالتعاون مع وزارة الطاقة الجديدة والمتجددة الهندية، حيث تم الإتفاق على مقترح إنارة قرية عين قريشت (40 منزل) بمحافظة مطروح، وبقدرة إجمالية (8,8) كيلو وات وجاري التنسيق حاليا مع الجانب الهندي لإعداد تصميم متكامل للمشروع لمراجعته والبدء في تنفيذ المشروع.

(هـ) التخطيط لإعداد وتنفيذ عدد آخر من المشروعات المستقبلية لتوليد الكهرباء بنظام الخلايا الشمسية ومن بينها[1].

- مشروع محطة توليد كهرباء بقدرة (20) ميجاوات بالغردقة بالتعاون مع الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (JICA)، حيث تبلغ الطاقة المتوقع إنتاجها نحو (32) ميجا وات/ساعة توفر حوالى 7

(1) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي لعام 2008/2007.
(2) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، الموقع الألكترونى.
(1) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي لعام 2013/2012.

آلاف طن بترول مكافئ، والحد من إنبعاث نحو (17) ألف طن ثانى أكسيد الكربون.. ومن المخطط بدء تشغيل المشروع في عام 2017/2016.

- مشروع محطة توليد كهرباء بقدرة (20) ميجاوت بكوم أمبو بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتنمية (AFD)، ومن المخطط بدء تنفيذ المشروع في عام 2017.
- مشروع إنشاء عدد (10) محطات توليد كهرباء بنظام الخلايا الشمسية بقدرة (20) م.و. لكل محطة وبواسطة القطاع الخاص بكوم أمبو، حيث تم الإعلان بتاريخ 2013/2/27 عن دعوة المستثمرين المحليين والأجانب من ذوي الخبرة لإنشاء هذه المحطات (بقدرة 20×10=200 م.و. بنظام Boo من القطاع الخاص... ومن المخطط بدء تشغيل هذه المشروعات في عام 2018/2017.
- مشروع التغذية الكهربائية للمناطق والقرى والتجمعات غير المرتبطة بالشبكة الموحدة باستخدام الخلايا الشمسية وبالتعاون مع الجانب الإماراتي من خلال منحة مقدمة من دولة الإمارات بغرض إنارة عدد (70) قرية وتجمع سكنى تم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات: الأولي منها تشمل عدد (16) قرية وتجمع سكنى محرومة من خدمات الكهرباء ... ومن المقترح تنفيذ نظام مستقل لكل منزل، ونظام مستقل لكل وحدة إدارية (مسجد/وحدة صحية/ مدرسة مبنى إداري... ألخ)، وعدد (355) عامود مستقل لإنارة الشوارع .....

أما المجموعة الثانية: فيبلغ عددها (34) قرية وتجمع سكنى تعتمد في الوقت الحالي على التغذية بمحطات ديزل في شكل مولدات الديزل لعدد محدود من الساعات خلال الفترة المسائية ... وسيتم تحديد النظام المناسب (مستقل/ مركزي) لكل قرية طبقا لحالتها، مع عدد (685) عامود مستقل لإنارة الشوارع، أما المجموعة الثالثة: فتشمل عدد (20) مدينة وتجمع سكنى تعتمد في الوقت الحالي على التغذية بمحطات ديزل مركزية، ومن المقترح تغذيتها بمحطات خلايا شمسية مركزية.

- وفي إطار المنحة المقدمة من دولة الإمارات (للمشروع السابق)، تضمنت هذه المنحة أيضاً إنارة التجمعات السكنية التابعة لشركة مصر العليا لتوزيع الكهرباء بنظام الخلايا الشمسية والتى تقدر بحوالى 195 تجمع سكنى، ولهذا الغرض من المخطط تنفيذ محطة في واحة سيوه بقدرة (10) م.و. حيث تم طرح مناقصة لتنفيذ هذه المحطة، وتم فتح المظاريف بتاريخ 2013/12/13 على أن يتم الترسية على الشركة المنفذة في يناير 2014، كما تم طرح مناقصة عامة لتنفيذ وتركيب أنظمة إنارة مستقلة تعمل بالخلايا الشمسية بالقري المعزولة في أسوان، وقنا، والأقصر، والوادي الجديد، ومطروح، وشمال سيناء، وسوهاج، على أن تتم الترسية على الشركة المنفذة في شهر يناير 2014.

إن المشروعات المشار إليها عاليه تعبر عن المبادرات المصرية في توليد وإستخدام الكهرباء بنظام الخلايا الشمسية، ومن ثم فإن النظر إلى هذه المبادرات (المشروعات) من حيث توقيت ومجالات تنفيذها، وقدراتها الإنتاجية وأصحاب هذه المبادرات يمكن أن يستخلص منه الحقائق التالية:

- إن الخطوة الأولي لإعداد هذه المبادرات، وخاصة في حالة المشروعات الصغيرة وفي المناطق الريفية بدأت خلال العقد الأول من هذا القرن، والذي انتهى بتنفيذ أولى هذه المبادرات ثم تلى ذلك التوسع في هذه المبادرات من حيث التخطيط والإعداد خلال العقد الثانى، مع تنفيذ البعض منها... وهنا يأتى التساؤل: هل هناك من فجوة زمنية ما بين بدء المبادرات المصرية في استخدام نظام الخلايا الشمسية في توليد الكهرباء، خاصة في المناطق الريفية، وبين مبادرات الدول المبتكرة لهذه النظم؟... وهنا تأتى الإجابة بالإيجاب، وهو ما قد يعد أمراً طبيعيا باعتبار مصر ليست مبتكرة لهذه النظم، ومن ثم اعتمادها على استيراد مكوناته من الدول المبتكرة لهذا النظام، فضلاً عن الحاجة إلى وجود الكوادر والمهارات اللازمة لتنفيذ وتشغيل هذه النظم... ومع ذلك فقد يشارك في وجود هذه الفجوة ضعف فاعلية هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة (والتى أنشئت في عام 1986) في تطويع وتوطين هذه التكنولوجيا والترويج لاستخدامها، وهو ما قد يعزي بدوره إلى منحها الأولوية لباقى مهامها في هذا المجال من بحوث ودراسات، وتجارب تطبيقية وغيرها... وهنا أيضاً ومع الوصول بأعداد الشركات المؤهلة لتركيب وتشغيل هذه النظم إلى 12 شركة بالنسبة للمشروعات الأقل من (20) م.و. وإلى ما يقرب من 70 شركة بالنسبة للمشروعات ذات القدرة (20) م.و. فأكثر إلا أن المبادرات في استخدام هذه التكنولوجيا مازالت محدودة، وهو ما قد يعزي إلى أسباب أخري قد يأتى في مقدمتها ارتفاع التكلفة الاستثمارية لتطبيق هذه التكنولوجيا، وضعف الدعاية والترويج لها فيما بين الفئات والمجموعات المستهدفة.
- إن مبادرات استخدام تكنولوجيا الخلايا الشمسية في توليد الكهرباء، وخاصة في حالة القري والتجمعات السكنية في الريف، جاءت لغرض الإنارة والأغراض المنزلية الأخرى، دون غيرها من الأغراض الزراعية والصناعية في الريف المصري، وهو ما يمكن تبريره بأن صاحب هذه المبادرات هو الحكومة ممثلة في هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، والتى تأتى الإنارة والأغراض المنزلية في مقدمة أولوياتها بالنسبة للسكان في هذه التجمعات السكنية، بينما تأتى الأغراض الزراعية والصناعية بين أولويات الأفراد، والتى مازالت مبادراتهم لاستخدام هذه التكنولوجيا غائبة لسبب أو لآخر من الأسباب المشار إليها من قبل (بالبند السابق).

(2) الطاقة الشمسية في تسخين المياه والهواء:

تستخدم الطاقة الشمسية في تسخين المياه أو الهواء لأغراض متنوعة حيث هناك تسخين المياه لغرض الإستخدام المباشر للمياه الساخنة سواء في المنازل والمطاعم والمستشفيات أو في بعض الصناعات أو لغرض التدفئة أو توليد الكهرباء أو تقطير وتحلية المياه المالحة. كما أن هناك تسخين الهواء لأغراض التدفئة أو تجفيف المحاصيل الزراعية. ويستند إستخدام الطاقة الشمسية في التسخين على منظومة تتمثل مكوناتها في: (1) مجمع أو لوح شمس لتجميع أشعة الشمس الساقطة عليه وتحويلها إلى طاقة حرارية يستفاد بها في تسخين المياه أو الهواء، (2) خزان، لتخزين المياه– في حالة تسخين المياه، (3) أنابيب توصيل، وهيكل لتثبيت المجمع الشمسى، وخزان المياه... ولقد سجلت صناعة هذه المنظومة تطوراً ملحوظا تطورت معه تكنولوجيا تصنيعها وتشغيلها، حيث تتواجد حاليا نوعيات مختلفة منها تتباين في العناصر والخامات المستخدمة في تصنيعها وفي تصميمها وسعتها وطريقة عملها... وتتمثل أبسط صور هذه المنظومة فيما يعرف بالسخان الشمسي المسطح وهو عبارة عن صندوق معدنى معزول وله غطاء من الزجاج العادي أو البلاستيك الشفاف وبداخله لوح ماص للحرارة ملون بلون غامق يغلب أن يكون اللون الأسود، وبداخله أنابيب أسطوانية يمر بها الماء لتسخينه أو الهواء المراد تسخينه للتدفئة... وقد يصنع اللوح الماص من النحاس أو الألمونيوم أو سبيكة منهما... أما الصندوق فيكون معزول لمنع تسرب الحرارة منه، كما يخزن الماء في خزانات عازلة للحرارة بداخلها وقد تصنع من الزجاج أو الفيبرجلاس للإحتفاظ بالحرارة.

وبالنسبة لسخانات الهواء الشمسية والتى تستخدم لغرض التدفئة أو تجفيف المحاصيل الزراعية فهى تعد أبسط في تشغيلها وأقل تكلفة وحرارة عنه في سخانات المياه... وأفضل ناقل للحرارة بها هى المادة الماصة من المعدن المخرم، حيث تقوم المراوح بشفط الهواء ودفعه في ثقوب المعدن الناقل للحرارة بعد تسخينه بأشعة الشمس.

وهناك نوعاً آخر من السخانات الشمسية للمياه وهو ما يعرف بسخان (أو لوح) الأنبوب المفرغ، حيث تدخل الشمس من خلال السطح الزجاجى للصندوق لتقع على أنابيب زجاجية شفافة مفرغة من الهواء ومغلقة ومتوازية وبداخلها أنابيب ماصة للحرارة تمر بها المياه لتسخن بالتلامس، ثم تخزن في الخزان... وهناك من الأنابيب المفرغة والتى بها أنابيب نقل المياه المراد تسخينها بسعة 19 لتر من المياه/ للأنبوب الواحد، وهو ما قد يستغنى معها عن خزان المياه.. وكذلك أيضاً هناك نوعاً آخر من السخانات يعرف بالسخانات المركزة والتى تستخدم بها المرايا اللامة (المقعرة) لتعكس الأشعة المركزة للشمس فوق اللوح الماص لتقع فوق بؤرة تجميع لأشعة الشمس فوق المستقبل والذى يمر به الماء المراد تسخينه.. وتعطى هذه النوعية من السخانات درجة حرارة أعلى بكثير عنه في السخانات العادية، حيث

تعطى ماء مغليا أو يستخدم في تقطير وتحلية المياه المالحة، وذلك بإلحاق جهاز تكثيف به للحصول على الماء المقطر.

إن خزانات المياه الساخنة تكون معزولة حراريا، وبها توصيله لدخول الماء البارد لها صمام (أو محبس) يسمح للماء بالمرور في إتجاه واحد ولا يرتد فيفرغ الخزان، كما يوجد به أيضاً توصيله لخروج الماء الساخن، مع توصيلتان لأنابيب تدوير المياه... ويمكن تثبيت الخزان فوق حامل ... ويقدر حجم الخزان بحوالى 80 لتر لكل شخص ليستهلك منه نحو 50 لتر ماء ساخن يوميا.

وهناك أيضاً نظام تقطير وتحلية مياه البرك، والمياه المالحة عن طريق استخدام الطاقة الشمسية، حيث يمكن إنشاء خزانات كبيرة من الطوب والأسمنت أو البلاستيك، ومحكمة، لدخول المياه المراد تقطيرها أو تحليتها إليها، مع تغطية هذه الأحواض بغطاء زجاجى أو بلاستيك شفاف ومائل، مع دهان أرضية الخزان من الداخل بمادة سوداء ليمتص حرارة الشمس التى تبخر الماء المنفطر ليتكثف تحت الغطاء المائل بفعل الهواء الخارجي، ثم يتجمع في جوانب الغطاء وينساب إلى أنابيب في أسفل الغطاء خارج الحوض، وتتجمع في خزانات خاصة معزولة عن الحرارة حتى لا يتبخر والمياه الناتجة ذات جودة عالية وبها هواء ولا يوجد بها معادن، ولذلك قد يكون طعمها غريباً بعض الشئ عند الشرب، إلا أنها خالية من البكتريا، والطفيليات، والملوثات تقريباً ... وهنا أيضاً يمكن استخدام الطاقة الشمسية في عملية تطهير المياه، حيث تعتمد في ذلك على تعريض زجاجات بلاستيكية من ثيرفثالات البولي إيثيلين والمملوءة بالمياه المراد تطهيرها لضوء الشمس لعدة ساعات قد تختلف باختلاف حالة الجو، وتتراوح ما بين 6 ساعات كحد أدنى إلى يومين في أسوأ الظروف الجوية... وتنصح منظمة الصحة العالمية بالقيام بعملية تطهير المياه بإستخدام الطاقة الشمسية كأسلوب بسيط لمعالجة المياه في المنازل والتخزين الآمن لها، وهناك الكثيرون من سكان الدول النامية يستخدمون هذه الطريقة في معالجة مياه الشرب العادية المستخدمة يوميا.

إن استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه أو الهواء يعد من القدم، ومن ثم فقد حظى بالعديد من الابتكارات، كما أحتوي على العديد من التكنولوجيا، والتطوير الدائم لها، مع استخدامها على نطاق واسع في الكثير من دول العالم، وتعد أمريكا من بين أوائل الدول المبتكرة والمستخدمة لهذه النظم، كما تأتى اليابان، واستراليا، والصين، والنمسا، وإسرائيل، وأسبانيا من أوائل الدول من حيث نطاق استخدامها، كما بدأ التوسع في استخدام هذه النظم في تسخين المياه بكثير من الدول ذات الأجواء المشمسة والدافئة بغرض تخفيض الاستهلاك من مصادر الطاقة التقليدية[1].

(1) الموقع الألكترونى: إستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه.

هذا وبالنسبة للحالة المصرية فيمكن القول بدخول مصر مجال استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه في وقت مبكر عن دخولها مجال استخدام هذه الطاقة في توليد الكهرباء، حيث قامت وزارة الكهرباء والطاقة في عام 1980 بإستيراد 1000 سخان مياه شمسى (ذو مجمعات مسطحة) بسعات مختلفة وتم تركيبها في أماكن متعددة بهدف خلق سوق للسخانات الشمسية ونشر الوعي القومى لدي المواطنين بفوائد ومزايا استخدامات السخانات الشمسية .. كما تم في نفس الوقت إنشاء أول شركة قطاع خاص لتصنيع السخانات الشمسية ثم توالى بعد ذلك إنشاء الشركات المحلية لتصنيع هذه السخانات حتى وصل عددها إلى 10 شركات عام 2008، وليصل إجمالى ما تم تصنيعه وتركيبه في مصر خلال هذا العام حوالى 325 ألف سخان شمسى بمساحة 650 ألف متر مربع[1].... كما وصل عدد الشركات المحلية لتصنيع، وإستيراد، وتوزيع، وتركيب هذه السخانات إلى 20 شركة في عام 2012، كما ازدادت مساحة السخانات الشمسية المركبة لتصل إلى ما يقرب من 750 ألف متر مربع في نفس العام... كما جاء مشروع لنشر السخانات الشمسية بالمنشآت الفندقية بمحافظتي البحر الأحمر وجنوب سيناء بالتعاون ما بين هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، والهيئة العامة للتنمية السياحية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ووزارة البيئة الايطالية، وتقوم سياسة المشروع على تقديم دعم مالي لكل فندق بنسبة 25% من التكلفة الإجمالية للنظام الشمسي بالإضافة إلى دعم جزئي لتكاليف الصيانة لمدة 4 سنوات وبمعدل 4 دولار/ لكل م2/ السنة خلال العامين الأوليين ثم 3 دولار/م2/ السنة خلال العامين التاليين... ولقد جاءت أهداف المشروع في تركيب ما يقرب من 5000م2 من أنظمة التسخين الشمسي للمياه، وتوفير ما يقرب من 4000 طن بترول مكافئ وتخفيض حوالي 12000 طن ثاني أكسيد الكربون سنويا، أما عن إنجازاته حتى الوقت الحاضر فجاءت بالانتهاء من تركيب حوالي 2338م2 من المجمعات الشمسية في عدد (21) فندقا ليصل إجمالي المحقق نحو 47% من المستهدف[2].

إن ما سبق الإشارة إليه من تكنولوجيات لإستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه أو الهواء، والأغراض التى تستخدم من أجلها، والمبادرات المصرية في استخدام هذه التكنولوجيات، يمكن أن يشير إلى ما يلى:

(1) هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي لعام 2009/2008.
(2) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي لعام 2013/2012.

- إن المبادرات المصرية في إستخدام تكنولوجيا تسخين المياه مازالت محدودة للغاية، كما أنها تكاد تنحصر في غرض واحد ممثلاً في تسخين المياه لغرض الإستخدام المنزلي دون غيره من الأغراض الأخري خاصة فيما يتصل بتحلية وتقطير المياه وتطهيرها، كما يمكن القول، وبناء على الواقع المشاهد، بإنحصار هذه المبادرات على المناطق الحضرية دون المناطق الريفية، وهو ما يمكن تبريره بضعف الترويج لاستخدام هذه التكنولوجيات فيما بين مجتمع المستهلكين من ناحية إلى جانب ما قد يكون للتأثيرات المحتملة لارتفاع التكلفة الاستثمارية لاقتناء المستهلك لهذه التكنولوجيات من نصيب في ذلك، إذا ما قورنت بالبدائل التكنولوجية الأخري لتسخين المياه... كما أن غياب أو محدودية مبادرات استخدام هذه التكنولوجيا في تحلية وتقطير المياه وتطهيرها به ما يلفت الأنظار إلى أهمية الترويج لاستخدام هذه التكنولوجيا لهذا الغرض خاصة في المناطق الريفية، وذلك بغرض التخفيف من النتائج السلبية لعدم توافر المياه اللازمة للاستهلاك الآدمي، وللزراعة بالكميات والجودة الملائمة في هذه المناطق.
- إن تكنولوجيات تسخين المياه ليست بالمعقدة، كما تبدو عناصرها ومكوناتها الخام متوافرة في السوق المحلية، وهو ما يجعل من الترويج لتصنيعها محليا وتوافر الكوادر والمهارات اللازمة لذلك، وللتشغيل، والصيانة، أمراً غير مكلفاً وضرورياً لتخفيض تكلفة حيازة المستهلك لهذه التكنولوجيات ومن ثم تفضيلها على بدائلها الأخري، وبما يسهل من الترويج لاستخدامها في المجتمعات المحلية.

(3) <u>الطاقة الشمسية في طهى الطعام</u>:

تستخدم الطاقة الشمسية أيضاً في طهى الطعام من خلال ما يعرف بالمواقد والأفران الشمسية والتى تصنف إلى فئات ثلاث وهى:

(أ) **<u>صناديق حابسة للحرارة</u>:** وتعد أبسط أنواع المواقد الحرارية، وتتكون من وعاء معزول يصنع من الخشب أو المعدن، وله غطاء شفاف. ويمكن أن تصل درجة حرارته ما بين 90–150 درجة مئوية (تبعاً لدرجة حرارة الجو والنموذج المصنع به).

(ب) <u>مواقد مسطحة</u>: وهى على شكل ألواح عاكسة وموجهة لأشعة الشمس نحو وعاء الطعام المعزول، وينتج عنها درجة حرارة مرتفعة تماثل تلك التى تصل إليها صناديق الطهي الحابسة للحرارة.

(ج) <u>مواقد المكثفات المنحنيه</u>: وهى تحتوى على أدوات ذات أشكال هندسية عديدة من أطباق، وأوعية، ومرايا، والتى تعمل على تجميع أشعة الشمس وتركيزها على وعاء الطهى... وينتج عن هذه النوعية من المواقد درجة حرارة عالية يمكن أن تصل إلى 315 درجة مئوية أو أكثر، إذا ما

توافر الضوء المباشر لأشعة الشمس مع تغير وضعها لتكون مواجهة للشمس... وتتواصل الإبتكارات في هذا المجال لتحسين الوعاء المجمع والعاكس لأشعة الشمس، حيث أبتكر في عام 1986 طبق ذي قطع مكافئ ومرن يجمع ما بين صفات الوعاء وأجهزة التركيز البرجية، مع إمكانية تعديل زاوية إنحناء العاكس طبقاً لإختلاف المواسم والفصول، ووفقا لزاوية سقوط الشمس... ويمكن أن تصل درجة حرارة هذا العاكس لتصل ما بين 450–600 درجة مئوية .. ولقد وصل عدد المواقد المصنعة بإستخدام هذا العاكس نحو 2000 موقد موزعة ما بين دول العالم حتى عام 2008، ومن أكبر هذه المواقد ما يوجد في مدينة "راجاستان" بالهند والذي يستطيع طهو ما يقرب من 35 ألف وجبة يوميا.

وهناك المئات من نماذج المواقد والأفران الشمسية، والتى يستند البعض منها على نظام التدفئة أو التسخين (الصناديق أو المواقد السطحية)، ويستند البعض الآخر على نظام تجميع وتركيز (أو تكثيف) الطاقة الشمسية... وفي أي من هذه النماذج ولتحسين الآداء يلزم أن تكون الأسطح الخارجية لوعاء (أو أطباق) الطعام ذات لون غامق أو أسود حيث سرعة وزيادة إمتصاصه للحرارة... ومع تعدد هذه المواقد والأفران وتنوع تصميمها يأتى التباين فيما بينها من حيث درجة الحرارة بداخلها، وسرعة الوصول إليها.... فأقصى درجة حرارة يمكن الوصول إليها في فرن شمسى صغير بعاكس حرارة بمسطح متر مربع هى 230 درجة مئوية، بينما تتراوح درجة الحرارة اللازمة للإستخدامات العادية للفرن ما بين 140–160 درجة مئوية.... وهنا يوصى عادة بإستخدام حائط من الطوب حول الفرن للحفاظ على الحرارة في أوقات السحب وغياب الشمس للإبقاء على درجة حرارة الفرن ثابتة، خاصة إذا ما كان يلزم إرتفاع (إنتفاخ) العجينة... وفيما يتصل بأعمال شواء أو تحمير الطعام، وفي أحدى نماذج الأفران ذات العاكس الدائرى وبقطر 1,4 متر، فإن درجة الحرارة تتوزع حول أطباق الطعام بسرعة وتصل إلى ما بين 200–250 درجة مئوية، حيث يمكن إعداد جميع الأطباق، وعلى نحو مماثل لما هو في حالة الأفران التقليدية (كهرباء/غاز).

وبالنسبة للسرعة والوقت اللازم لطهى الطعام في الأفران أو المواقد الشمسية بالقياس إلى الأفران أو المواقد التقليدية من كهرباء أو غاز، فإن التباين فيما بينهما يعد واضحاً... ففي حالة الأفران التقليدية يمكن أن تصل درجة الحرارة إلى ما بين 200–220 درجة مئوية في فترة زمنية تتراوح ما بين (5–10) دقائق... وفي ظل هذه الدرجة يمكن أن تصل فترة طهى الطعام إلى ما بين (30–60) دقيقة، حيث يكون الانتهاء من طهى الطعام أسرع، وإن كان يلزم متابعة عملية الطهى خلال هذه الفترة.... أما في حالة المواقد والأفران الشمسية فإن الوصول إلى درجة الحرارة اللازمة والمطلوبة لطهى الطعام يعد أبطء، كما تعد فترة انتهاء طهى الطعام أطول عنه في حالة الأفران التقليدية حيث تصل إلى ما يعادل 2–3 مثل الوقت اللازم في الأفران التقليدية... ففي أحدي نماذج الأفران الشمسية بنظام التدفئة أو التسخين يتم

الوصول إلى درجة الحرارة المفيدة (150 درجة مئوية) بعد 30 دقيقة، وقد تمتد هذه الفترة لتصل إلى 100 دقيقة للوصول إلى درجة حرارة 200 درجة مئوية أو إلى 190 دقيقة للوصول إلى درجة حرارة 230 درجة مئوية. ومع ذلك فإن مميزات هذه الأفران الحفاظ على الخواص الطبيعية للطعام، مع إمكانية إغفال متابعة طهى الطعام في أوقات السهو، دون تلف.

إن تعدد وتنوع نماذج الأفران والمواقد الشمسية التى توصلت إليها الابتكارات العلمية تبعه أيضاً التباين الكبير في أسعارها تبعا للتباين في أحجامها والغرض منها وفي المواد المصنعة منها، حيث هناك البعض من هذه النماذج التى تتراوح أسعارها ما بين عشرات الدولارات إلى الأقل من مائة دولار، كما أن هناك من بعض النماذج الأخري التى تتراوح أسعارها ما بين 100–500 دولار للوحدة منها، وكذلك هناك بعض النماذج الأخري التى قد يصل سعر الوحدة منها إلى ما يقرب من الألف دولار... ولقد تزامن مع ذلك أيضاً تعدد منشآت تصنيع وتوزيع هذه المواقد والأفران، ووجودها في الكثير من الدول الأوروبية (المانيا، وفرنسا، وسويسرا، والنمسا، وأسبانيا على سبيل المثال) والأسيوية مثل الهند، والصين، كما وجدت رابطة المواقد الشمسية العالمية (SCIA) ... ولقد استخدمت المواقد الشمسية بنجاح كبير وبشكل خاص في المناطق المشمسة مثل التبت ونيبال ومنغوليا وبعض المناطق في الصين والهند، ويبدو هذا النجاح بدرجة أكبر في الهند حيث تحول الكثير من القري وبأكملها إلى إستخدام المواقد الشمسية. كما وجدت المشروعات الكبيرة لتصنيع وإستخدام هذه المواقد في المستشفيات والمعابد [1]

إن تواجد الأماكن المشمسة يعد مطلباً أساسيا لإمكانية إستخدام المواقد الشمسية، ولهذا غالباً ما يطلق على طهى الطعام باستخدام هذه المواقد بالطهى خارج ابواب المنازل... وقد لا تتواجد مثل هذه الأماكن في المناطق الحضرية، إلا أنها تتواجد وبكثرة في المناطق الريفية، ومن ثم إمكانية إستخدام هذه المواقد كبديل للمواقد والأفران التى تعتمد على الأحطاب والمخلفات الزراعية الطبيعية كمصدر للوقود... ومع ذلك، فيمكن القول بغياب المبادرات المصرية في الترويج لتصنيع وإستخدام المواقد والأفران الشمسية في المناطق الريفية، حيث يغيب هذا المجال عن مكونات السياسة الحكومية بشأن الترويج وتحفيز إستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، كما تغيب هذه المبادرات أيضا فيما بين مراكز البحث العلمي المصرية، أو تغيب نتائج هذه المبادرات إن وجدت... إن تحفيز الإستثمار في إبتكار وتصنيع هذه المواقد والأفران وبالمواصفات الملائمة لظروف البيئة والمجتمع الريفي المصري، يعد هو الخطوة الأولي لتحفيز الطلب على إستخداماتها في الريف المصري، ومن ثم تخفيض الحاجة إلى مصادر الوقود الأخري من بوتوجاز، أو كهرباء، أو مواد بترولية أخري، وما يتبع ذلك من تلوث بيئى .. وقد يسبق ذلك أيضاً ما يعود من نفع أو عائد لحائزى هذه المواقد والأفران مقابل إستثمارهم في حيازتها.

(1) الموقع الألكترونى: إستخدام الطاقة الشمسية في الطهي.

(4) إنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية:

تعرف تكنولوجيا إنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية منذ عقود طويلة مضت كما تنتشر في العديد من دول العالم.. وتقوم هذه التكنولوجيا على التخمر اللاهوائى للمخلفات الصلبة والسائلة، والتى تشمل مخلفات الصرف الصحي، والمخلفات الزراعية النباتية والحيوانية والقمامة. ويتولد عن عملية التخمر غاز البيوجاز والمكون من خليط من غاز الميثان (وبنسبة تتراوح ما بين 50%،70%)، وثانى أكسيد الكربون (وبنسبة تتراوح ما بين 20%، 25%) مع مجموعة من الغازات الأخري (تتراوح نسبتها ما بين 5%، 10%) وهو غاز غير سام عديم اللون وله رائحة، ويمكن إستخدامه بأمان كوقود في أغراض طبخ الطعام، والإنارة، وتشغيل الأجهزة المنزلية والمزرعية.. كما يتولد عن هذه العملية أيضاً سماد عضوى جيد غنى في محتواه من المادة العضوية والعناصر السمادية الكبري والصغري بالكميات الملائمة للنبات، فضلاً عن إحتوائه على الهرمونات النباتية والفيتامينات ومنظمات النمو، وخلوه من الميكروبات المرضية والتجمعات والبويضات وبذور الحشائش (حيث تهلك أثناء عملية التخمر) مما يجعل منه سماداً نظيفاً غير ملوث للبيئة.

وتشمل المخلفات العضوية المنتجة لهذا الغاز قائمة عريضة من المخلفات الزراعية والمنزلية، والبعض من مخلفات القمامة، والمخلفات الصناعية، حيث تضم هذه القائمة:

- روث الماشية (من أبقار وجاموس) والأغنام والماعز والجمال، وسماد الدواجن ومخلفات الطيور المنزلية.
- مخلفات نباتية مثل حطب القطن، والأذرة، وقش الأرز، وعروش الخضروات ومخلفات الصوب الزراعية، والثمار التالفة.
- مخلفات منزلية، مثل القمامة، مخلفات المطبخ، وبقايا الأطعمة، وتجهيز الخضروات والفاكهة.
- مخلفات صناعية: مثل مخلفات صناعة الألبان، والأغذية، والمشروبات، وتجهيز الخضروات والفاكهة، ومخلفات المجازر.
- حشائش برية، ومائية، وورد النيل وغيرها.
- الصرف الصحي.

إن مفردات هذه القائمة تشير إلى أن هذه التكنولوجيا ليست منتجة للبيوجاز، والأسمدة فقط ، بل أنها تعد أيضاً وسيلة هامة للحفاظ على البيئة الريفية من التلوث... ولغرض تخمير وتحليل هذه المخلفات يتم إنشاء ما يسمى بوحدة إنتاج البيوجاز والتى تشمل مكوناتها الأساسية على:

1- المخمر أو الهاضم: ويمثل مكان تخمر وتحليل المخلفات والذى يختلف حجمه وتصممه تبعا للنظام المستخدم (هندي/صينى/الخ).
2- خزان الغاز : ويعلو قمة المخمر (أو الهاضم)، حيث يستقبل ويخزن الغاز الناتج، وبه فتحه خروج الغاز إلى مواسير توصيل الغاز إلى موقع الإستهلاك.
3- حوض تغذية : حيث توضع به المخلفات بعد خلطها بالمياه، ودفعها إلى المخمر.
4- حوض خروج السماد العضوى.
5- مجموعة أنابيب توصيل مخلوط المخلفات إلى المخمر، وإخراج السماد منه، وكذلك توصيل الغاز الناتج إلى موقع الإستهلاك، بما يلزم لذلك من أدوات أخري.

ويلزم لأداء هذه التكنولوجيا لوظائفها توافر درجة حرارة تتراوح ما بين (25- 30مْ) مع تغذية المخمر بمخلوط المخلفات العضوية والماء بحيث يتراوح تركيز المادة الصلبة حول 10% تقريبا من حجم المخلوط، مع ملاحظة اختلاف كمية المياه اللازم إضافتها للمخلفات العضوية تبعا لمحتواها من الرطوبة، ففي حالة المخلفات الحيوانية الرطبة مثل روث الماشية قد تكون النسبة (1 :1) ... ويختلف معدل إنتاج الغاز الناتج تبعا لمجموعة من العوامل من بينها النظام المستخدم، فهو يعد أعلى ما يكون في النظام الأمريكى، وأقل ما يمكن في النظام الصينى... كما يتوقف أيضاً على تركيز المادة العضوية حيث يرتفع مع زيادة تركيز هذه المادة حتى تصل إلى 13%، كما تعد أيضا درجة الحرارة من العوامل المؤثرة حيث يرتفع هذا المعدل مع زيادة درجة الحرارة.. كما تعد المخلفات الحيوانية من أفضل المخلفات للإستخدام.

وبغض النظر عن أساليب بناء ونظم هذه التكنولوجيا، فإن المعرفة القديمة بها وانتشار أفكارها وتجريبها في كثير من الدول خاصة الأسيوية منها شجع بعض هذه الدول خاصة الصين والهند على إعداد برامج واسعة النطاق لإنتاج الوقود الحيوى المحلى... كما جاءت منظمة التنمية الهولندية (SNV) لتدعم برامج وطنية للغاز الحيوى المحلى، والهادفة إلى إنشاء قطاعات تجارية لهذا الغاز بحيث تقوم الشركات المحلية بتسويق وإنشاء وخدمة وحدات الغاز الحيوي في المنازل، وتعمل هذه المنظمة حاليا في قارة آسيا في نيبال، وفيتنام، وبنجلاديش، وكمبوديا، وباكستان، وأندونيسيا، كما تعمل في أفريقيا في كل من رواندا، والسنغال، وبوركينافاسو، وأثيوبيا، وأوغندا وكينيا ... وهناك أيضاً المشروعات الوطنية بالدول العربية لإنتاج البيوجاز من خلال وحدات إنتاج منزلية، ومنها، وعلى سبيل المثال، المغرب، والسودان، واليمن، والتى عملت على الترويج لإنشاء هذه الوحدات ونشرها بالمناطق الريفية من خلال مراكزها البحثية وبالتعاون مع بعض منظمات التنمية الدولية والإقليمية، والتى أنطوت جهودها في هذا المجال على إبتكار نظم وتصميمات جديدة لبناء هذه الوحدات، وبما يتناسب مع ظروفها المحلية...

وبالنسبة للحالة المصرية، فإن المعرفة بهذه التكنولوجيا وتجريبها تعد قديمة ومنذ عقود طويلة مضت، إلا أن تنفيذها بقى عند نطاق ضيق قد ينحصر في البعض من المراكز البحثية والجامعات.. ولقد بدأ وفي التوقيت المعاصر، ومع تواجد مشكلة القصور في مصادر الطاقة وارتفاع تكلفتها، الاهتمام بإعداد الzبرامج والمشروعات الهادفة إلى ترويج ونشر هذه التكنولوجيا في المناطق الريفية... ومن نماذج هذه المشروعات ما يعرف بمشروع الطاقة الحيوية للتنمية الريفية المستدامة التى تنفذه وزارة البيئة بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائى، ومرفق البيئة العالمية، وبالتنسيق مع الوزارات المعنية (البترول والطاقة، والتعاون الدولي، والتنمية المحلية... ولقد أنتهى هذا المشروع وحتى نهاية عام 2014 من تنفيذ نحو 650 وحدة بيوجاز منزلية في عدد من المحافظات، تشمل كل من الفيوم، وأسيوط، والمنوفية، والبحيرة، والمنيا، وسوهاج، والشرقية، والدقهلية، والأقصر، وبنى سويف،... كما انتهى المشروع من تأسيس شركات متخصصة في تقديم خدمة تنفيذ وتشغيل وصيانة وحدات البيوجاز المنزلية من خلال شباب المهندسين والعمال المدربين المختبرون من خلال المشروع، والمصرح لهم بتقديم هذه الخدمات تلبية لاحتياجات سوق تكنولوجيا البيوجاز في مصر وتمشياً مع التحول إلى مصادر جديدة للطاقة... وتقوم سياسة المشروع على تقديم دعماً محدوداً إلى راغبى إنشاء هذه الوحدات منها مواسير ومحابس شبكة توصيل الغاز من وحدات الإنتاج إلى موقع الاستهلاك بالمنزل، بالإضافة إلى تقديم موقد بفرن لكل مستفيد، وبالمواصفات المناسبة لاستخدام البيوجاز.

إن المبادرة المصرية الأخيرة والممثلة في المشروع المشار إليه لترويج ونشر هذه التكنولوجيا في الريف المصري، يمكن القول بأنها جاءت متأخرة من حيث التوقيت بالقياس إلى غيرها من مبادرات كثير من الدول الأخري (خاصة الصين والهند) في هذا المجال، وهو ما يمكن بتبريره بغياب الأهداف والمشروعات المتصلة بهذه التكنولوجيا في خطط وسياسات هيئة تنمية واستخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة، والتى أقتصر نشاطها في هذا الشأن على تحفيز بعض الصناعات المحلية على تصنيع بعض الآلات اللازمة لكبس الأحطاب في قوالب بغرض تسهيل نقلها إلى بعض المنشآت الصناعية لإستخدامها في أعمال تسخين المياه أو لغرض توليد الكهرباء... كما أن هذه المبادرة في حد ذاتها أو مثيلتها لا تعد بالكافية للترويج ونشر هذه التكنولوجيا أمام أتساع السوق المحلية لإستخدامها في الريف المصري، خاصة وأنها تعد من التكنولوجيات قليلة التكلفة، حيث تصنع وحداتها من مواد البناء العادية والمحلية، والتى يمكن أن تحقق عائدا مجزيا على الاستثمار بها بالنسبة لحائزى هذه النظم أو للاقتصاد الوطنى.

الفصل الثالث

مصادر ومقومات إنتاج الطاقة المتجددة، والاحتياجات منها في مناطق الريف المصري "

تناول الفصل السابق بيان فرص ونظم توليد الطاقة المتجددة من مصادرها الشمسية والحيوية، وكيفية ومجالات الانتفاع بها في الحياة الاقتصادية والاجتماعية للشعوب... وهنا تأتى التساؤلات عن مدى تواجد هذه المصادر، ومقومات إنتاج الطاقة منها في الريف المصري، وعن حجم الاحتياجات من الطاقة بالنسبة لكل من الأنشطة الاقتصادية والمنزلية في الريف المصري.. ولذلك يأتي الفصل الحالي من الدراسة للإجابة على هذه التساؤلات، وذلك على النحو الوارد فيما يلى:

أولاً: مصادر ومقومات إنتاج الطاقة المتجددة:

1- **الإشعاع الشمسي، ومقومات توليد الطاقة** : تعد الطاقة الشمسية، وما ينبعث عنها من إشعاع من أهم مصادر الطاقة النظيفة على الكرة الأرضية، كما تعد خصائص الإشعاع الشمسي من أهم المقومات الأساسية لتصميم وتوفير منظومة إقتصادية ذات كفاءة في توليد الطاقة الشمسية، ويكمل هذه المقومات أيضاً تواجد المنشآت اللازمة والقائمة على تصنيع أدوات ومعدات هذه النظم وتركيبها، ثم التدريب على تشغيلها وصيانتها، فضلاً عن الترويج للإستثمار بها... وبداية، وبالنسبة للإشعاع الشمسى، وعلى الرغم من وصول طاقته إلى نحو 1376 ك.و/م2 خارج المجال الجوي للكرة الأرضية، إلا أنها تنخفض إلى نحو 1ك.و/م2 في المتوسط على سطح الأرض وفي وقت الظهر في يوم خالي من الغيوم حيث تكون الأشعة الشمسية عمودية على سطح الأرض، وتنخفض عن ذلك بقية ساعات النهار، وكذلك إذا ما وجدت الغيوم... ويتكون الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض من مجموعتين: الأولى منهما صادرة عن الشمس نفسها وبشكل مباشر، وهى التى يمكن تركيزها بواسطة المرايا والعدسات التى تصمم لهذا الغرض.. أما المجموعة الثانية فتشمل الإشعاع المشتت والصادر عن القبة السماوية وهى أشعة لا يمكن تركيزها، وتمثل نحو 15% من الإشعاع الكلي في حالة غياب الغيوم، وتزداد عن ذلك في المناطق التى تغطيها السحب0

ويتم الاستفادة من الطاقة الشمسية عن طريق النظم الحرارية التى تقوم على تجميع الأشعة الشمسية بغرض رفع درجة الحرارة أو عن طريق المنظومة الضوئية التى تحول ضوء الشمس وبشكل مباشر إلى طاقة كهربائية... ولذلك فإن درجة الحرارة المطلوبة هى التى تحدد نوع المنظومة الحرارية اللازمة... ففي حالة الحاجة إلى درجة حرارة منخفضة مثل حالة تسخين المياه أو الهواء يمكن استخدام منظومة المجمعات السطحية التى تستفيد من الإشعاع الكلى للشمس... أما في حالة الحاجة إلى درجات

حرارة متوسطة أو عالية مثل حالة الحاجة إلى الكهرباء فيلزم استخدام منظومة المركزات التى تعتمد على الإشعاع المباشر للشمس... ولهذا فإن إقامة منظومة ما في موقع معين بغرض الانتفاع بالطاقة الشمسية يتطلب معرفة خصائص الإشعاع الشمسى الكلي المباشر والمشتت في هذا الموقع على مدار العام، حيث لا تكفى المتوسطات السنوية لتصميم منظومة اقتصادية ذات كفاءة للطاقة الشمسية، نظراً لتغير الإشعاع اليومي، والشهري والفصلى من عام إلى آخر، ومن ثم يجب استمرارية القياسات للوصول إلى ما يسمى بالسنة الجوية النمطية لإستخدامها في إعداد منظومة الطاقة الشمسية.. ولهذا فقد قامت هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة بدراسة خصائص الإشعاع الشمسي في جميع مناطق الجمهورية، وعلى مدي سنوات، ومنتهية بذلك بوضع أطلس شمسي لمصر متضمناً أيضا عام نمطى يتم فيه تمثيل البيانات المتوقعة لكل أيام العام مثل الإشعاع الشمسي، وساعات سطوع الشمس، والتى أظهرت نتائجه توافر فرص الإستثمار في مجالات الطاقة الشمسية المختلفة. فمصر التى تقع ما بين خطي عرض 22، 31,5 شمالاً تعد في قلب الحزام الشمس العالمي، ومن ثم تعد من أغنى دول العالم بالطاقة الشمسية، حيث خلصت نتائج هذا الأطلس إلى ما يلى[1]:

- يتراوح متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي ما بين 2000–3200 ك.و.س/السنة.
- يتراوح معدل سطوع الشمس ما بين 9–11ساعة/ في اليوم، وتزيد ساعات سطوع الشمس عن 3600 ساعة سنويا في معظم المناطق، وتقل الأيام التى تظهر فيها السحب أغلب ساعات النهار عن 20 يوم في السنة.
- تتلقى مناطق الدلتا وحتى جنوب القاهرة إشعاعاً يتراوح ما بين 5,5 ك.و.س/م2/يوم بالقرب من الساحل الشمالي ويزداد مع الإتجاه جنوبا ليصل إلى ما يقرب من 7ك.و.س/م2/يوم جنوب القاهرة... كما تتلقى باقى المناطق من جنوب القاهرة وحتى الحدود الجنوبية لمصر، إشعاعاً شمسياً يتراوح ما بين 7ك.و.س/م2/يوم في جنوب القاهرة ويزداد مع الإتجاه جنوباً في باقى المناطق ليصل إلى ما يقرب من 9ك.و.س/م2/يوم في المناطق القريبة من الحدود الجنوبية لمصر.

إن النتائج التى يظهرها الأطلس الشمسي لمصر ينظر إليها على أنها من أعلى المعدلات في العالم، ومن ثم النظر إلى مصر على أنها من أغنى دول العالم في الطاقة الشمسية، ومن ثم تواجد المكون الأول لمقومات إنتاج الطاقة الشمسية في المناطق الريفية وغير الريفية في مصر... أما بالنسبة للمنشآت المؤهلة لتصنيع وتركيب، وصيانة نظم إنتاج هذه الطاقة، فتكشف نتائج المبادرات المصرية في تطبيق واستخدام هذه النظم (والمشار إليها من قبل) إلى تباين الوضع من مجال إلى آخر من مجالات

(1) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، الأطلس الشمسي لمصر.

استخدام هذه النظم. حيث الوصول بأعداد المنشآت المؤهلة لإعداد وتشغيل نظم إنتاج الكهرباء باستخدام الخلايا الضوئية الشمسية إلى نحو 12 شركة بالنسبة للمشروعات ذات القدرة الأقل من 20م.و، بالإضافة إلى 70 شركة بالنسبة للمشروعات ذات القدرة 20م.و فأكثر ... أما في مجال تسخين المياه أو الهواء فقد انتهت المبادرات المصرية بالوصول بأعداد الشركات المحلية المشتغلة في تصنيع، واستيراد، وتوزيع، وتركيب السخانات اللازمة لهذه الأغراض إلى 20 شركة حتى عام 2012[1].. أما فيما يتصل باستخدام الطاقة الشمسية في أغراض طهى الطعام فتبدو السوق المحلية خالية من المنشآت القائمة على تصنيع الأفران والمواقد اللازمة لذلك بسبب غياب المبادرات المصرية في هذا المجال، وغياب الترويج لأفكار النظم اللازمة لذلك، وعلى نحو ما تم الإشارة إليه من قبل.

إن وجود الشركات المحلية لإعداد وتشغيل نظم استخدام الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء باستخدام الخلايا الضوئية، وفي تسخين المياه بالأعداد المشار إليها قد تكون كافية في الوقت الراهن لتنفيذ التوسعات المأمولة في هذه المجالات، كما أنه يتوقع زيادة أعداد هذه الشركات في المستقبل القريب مع الترويج لاستخدام هذه النظم، والتحسن المتوقع في اقتصاديات الاستثمار بها.... أما بالنسبة لمجال استخدام الطاقة الشمسية في طهى الطعام، فإن الترويج لأفكار نظم الأفران والمواقد المبتكره لهذا الغرض، فيما بين المستثمرين هى نقطة البداية لتجريب واختيار هذه النظم ثم الترويج لاستخدامها فيما بين المجموعات المستهدفة في المناطق الريفية، خاصة وأن الخامات والمواد اللازمة لتصنيع هذه المواقد والأفران تعد متوافرة في السوق المحلية، كما أن تكنولوجيات تصنعيها ليست بالمعقدة.

2- **<u>المخلفات الزراعية، ومقومات إنتاج البيوجاز بالمشروعات المنزلية:</u>** يتسع مجال إنتاج الطاقة الحيوية سواء من حيث نوعية الوقود المنتج أو نوعية المدخلات المستخدمة أو حجم مشروعاتها ... حيث هناك إنتاج الديزل والإيثانول من المحاصيل الزراعية التى تزرع لهذا الغرض (مثل محاصيل البذور الزيتية والمحاصيل السكرية، والأذرة وغيرها) وفي مساحات كبيرة بغرض إقامة المشروعات الكبيرة (كما هو الحال في أمريكا وكثير من الدول الأوروبية وغيرها)... كما أن هناك أيضاً المشروعات المتوسطة والكبيرة والتى تقام لإستخراج الوقود الحيوى من مخلفات القمامة بالتجمعات السكنية الكبيرة... وهناك أيضا المشروعات الصغيرة التى تقوم على إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات الزراعية وقمامة المنازل، ومخلفات الصناعات الغذائية، والتى تغلب عليها وجود مشروعات منزلية صغيرة تهدف إلى إنتاج الوقود الحيوى لتوفير جانب من الإحتياجات المنزلية أو المزرعية من الطاقة، وهى المشروعات المستهدفة من قبل هذه الدراسة.

(1) هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، تقارير سنوية، والموقع الألكترونى، مراجع سابقة.

هذا، ويعد توافر المخلفات الزراعية، ووجود الحيز المكانى المناسب لإقامة وحدة إنتاج البيوجاز، والمعرفة بنظم إقامة وتشغيل هذه الوحدات من المتطلبات الأساسية لإقامة هذه الوحدات، وقد يضاف إليها أيضاً توافر درجة الحرارة الملائمة... وبالنسبة للعامل الأخير (درجة الحرارة)، فإن توافره بالدرجات الملائمة في الريف المصري لهو أمر تؤكده نتائج الأطلس الشمسى لمصر، والمشار إليه من قبل، وكذلك المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة طبقا لمحطات الرصد في عام 2012، والتى تتراوح ما بين 18,5 (في شهر يناير)، 29,5 درجة مئوية (يونيو/يوليو/أغسطس) عند حدودها العظمى بالمحافظات الساحلية، كما تتراوح ما بين 19,5 (في يناير)، 34 (في يوليو) درجة مئوية عند حدودها العظمى في باقى محافظات الدلتا، وحتى القاهرة، أما باقى محافظات الجنوب ومن القاهرة حتى أسوان، تتراوح درجة الحرارة عند حدودها العظمى ما بين 19,5 درجة مئوية بالقاهرة (وفي شهر يناير)، 39,5 درجة مئوية بأسوان (في يونيو، ويوليو، وأغسطس)، وعلى نحو ما يشير إليه الجدول رقم (73)، والذى يعكس أيضاً توافر الحرارة عند حدودها الدنيا بالدرجات الملائمة لعملية تخمر المخلفات العضوية في أغلب أيام السنة، خاصة في فصل الصيف، وفي المحافظات الجنوبية.

أما بالنسبة للمخلفات الزراعية المتواجدة في الريف المصري فهى تتنوع بقدر التنوع المشار إليه بالفصل السابق، كما تتواجد بكميات كبيرة تفى بالتوسع في أعداد الوحدات المنزلية المنتجة للبيوجاز إلى مستويات معنوية بين الأسر الريفية، وذلك على الرغم من وجود الإستخدامات البديلة للبعض من هذه المخلفات، وعلى نحو ما يمكن بيانه في النقاط التالية:

جدول رقم (1/3) متوسط المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمي والصغري
طبقا لمحطات الرصد في عام 2012

الشهور	مطروح		النـزهـة		القاهرة		المنصورة	
	عظمى	صغري	عظمى	صغري	عظمى	صغري	عظمى	صغري
1- يناير	18,5	9,5	18,5	9,5	19,5	9,5	19,5	9,5
2- فبراير	19,0	9,5	19,0	9,5	20,5	9,5	20,5	9,5
3- مارس	21,0	11,0	21,0	11,0	24,5	11,0	24,5	11,0
4- إبريل	23,5	13,5	23,5	13,5	28,0	13,5	28,0	13,5
5- مايو	26,5	16,5	26,5	16,5	31,5	16,5	31,5	16,5
6- يونيو	29,0	19,5	29,0	19,5	34,0	19,5	34,0	19,5
7- يوليو	29,5	22,0	29,5	22,0	34,5	21,5	34,5	21,5
8- أغسطس	29,5	22,5	29,5	22,5	34,0	21,5	34,0	21,5
9- سبتمبر	28,5	20,5	28,5	20,5	31,5	20,0	31,5	20,0
10- أكتوبر	27,0	17,5	27,0	27,5	28,5	17,5	28,5	17,5
11- نوفمبر	24,5	14,0	24,5	14,0	25,0	14,0	25,0	14,0
12- ديسمبر	20,5	11,0	20,5	11,0	21,5	11,0	21,5	11,0

تابع جدول رقم (1/3) متوسط المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغري
طبقا لمحطات الرصد في عام 2012

الشهور	أسوان		العريـش		المليـز		شرم الشيخ	
	عظمى	صغري	عظمى	صغري	عظمى	صغري	عظمى	صغري
1- يناير	23,5	9,5	18,9	7,6	16,9	5,5	21,8	13,3
2- فبراير	25,5	10,5	19,5	7,9	18,2	6,0	22,6	13,8
3- مارس	28,0	13,0	21,5	9,6	21,3	8,3	25,5	16,4
4- إبريل	33,0	17,5	25,5	12,2	36,6	11,6	29,9	20,1
5- مايو	37,5	20,5	27,8	14,7	30,0	14,7	34,2	23,8
6- يونيو	39,0	23,5	30,5	18,0	32,6	17,1	37,1	26,5
7- يوليو	39,5	24,5	32,1	20,6	32,8	19,3	37,8	27,1
8- أغسطس	39,0	24,5	32,1	21,1	33,7	19,5	37,7	28,1
9- سبتمبر	37,0	22,5	30,8	19,5	31,7	17,6	35,6	26,5
10- أكتوبر	34,0	19,0	28,8	16,6	28,0	15,0	31,7	23,5
11- نوفمبر	28,5	14,5	25,7	12,3	23,1	10,2	27,2	18,9
12- ديسمبر	24,5	10,5	20,5	8,8	18,6	6,6	23,3	15,1

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، الكتاب الإحصائي السنوي لعام 2014.

- تعد المخلفات الحيوانية والداجنة، والممثلة في روث الماشية من أبقار وجاموس والأغنام والماعز وسماد ومخلفات الطيور المنزلية، هى المكون الأول بين المخلفات الزراعية، سواء من حيث الحجم أو الفاعلية في توليد البيوجاز بالوحدات المنزلية المستهدفة، حيث تعد بذلك مدخلاً وسيطا في إنتاج البيوجاز، في نفس الوقت الذي تستخدم فيه كمدخل وسيط في إنتاج البيوجاز لا يحول دون إستخدام نفس الكميات مرة أخري في إنتاج المحاصيل الزراعية، بل أن الإستخدام المسبق لها في إنتاج البيوجاز يحسن من محتوياتها المغذية للمحاصيل الزراعية، وترفع من فاعليتها الإنتاجية. ويتوافر بالريف المصري أعداد كبيرة من الماشية والحيوانات الزراعية، والتى ينتج عنها كميات كبيرة من المخلفات الحيوانية ومن أهمها روث الأبقار والجاموس، والتى تصل تقديرات الأعداد المتواجدة منها في عام 2012 إلى نحو 4,9 مليون رأس من الأبقار، ونحو 4,2 مليون رأس من الجاموس أنتجت ما يقرب من 314,7 مليون م3 من الأسمدة (الروث) خلال هذا العام، منها 171,4 مليون م3 من روث الأبقار، 143,2م3 من روث الجاموس (جدول رقم 2/3)... إن توافر هذه الأعداد من الأبقار والجاموس يعد كافيا لإنشاء مئات الآلاف، إن لم يكن بضعة ملايين من الوحدات المنزلية لإنتاج البيوجاز، خاصة إذا ما أضيف إليها المتواجد من المخلفات الزراعية الحيوانية، أو النباتية الأخري.

- وبالنسبة للمخلفات الزراعية النباتية، والتى يمكن تضيفها إلى مجموعتين: الأولى منها تشمل أتبان القمح، والشعير، والفول والعدس وغيرها من المحاصيل البقولية الأخري،

أما المجموعة الثانية فتشمل حطب كل من القطن، والأذرة الشامي، والرفيعة، وعباد الشمس وفول الصويا يضاف إليها قش الأرز... وإذا كانت المجموعة الأولي تستغل حاليا كأعلاف للماشية والحيوانات الزراعية فلا يتوقع أن تستغل في مجال إنتاج البيوجاز، أما المجموعة الثانية والممثلة في الأحطاب وقش الأرز، وإن كان يستغل جانب منها أيضاً كوقود وكأعلاف للماشية والحيوانات الزراعية خاصة في التوقيتات المباشرة بعد الحصاد، إلا أنه يظل هناك جانب آخر منها يبقى دون إستخدام (لعدم صلاحيته كألاعلاف)، ومن ثم وجود الفرص لإستخدامه في غرض إنتاج البيوجاز في الوحدات المنزلية... وإذا كانت تقديرات الإنتاج من الأحطاب وقش الأرز تبلغ نحو 10,4 مليون طن في عام 2013/2012 جدول (2/3) منها وبما يعادل 0,5–1,0 مليون طن في غرض إنتاج البيوجاز يمكن أن تمثل إضافة إلى المتواجد من روث الأبقار والجاموس للإستخدام في هذا الغرض.

جدول رقم (2/3) أعداد الأبقار والجاموس، والإنتاج من الأسمدة البلدية والأحطاب الصيفي والنيلى في عام 2013/2012

المحافظات	أعداد الماشية (ألف)[1]		الأسمدة البلدية (ألف م3)[1]		أحطاب وقش محاصيل نباتية (طن)[2]			
	أبقار	جاموس	أبقار	جاموس	قطن	أذرة	أرز	أخري
1- القاهرة	17,5	19,3	1264	1672	-	233	-	59
2- الاسكندرية	69,1	55,7	1621	2143	9561	89379	1540	3639
3- بورسعيد	6,0	9,9	822	1569	2444	15715	32360	1091
4- السويس	29,7	20,9	370	455	-	3070	-	925
5- دمياط	94,7	80,7	1466	1057	9737	7476	119881	-
6- الدقهلية	256,7	244,5	3545	6163	73289	112287	1003971	612
7- الشرقية	517,1	434,6	12535	12350	54282	580472	493598	61939
8- القليوبية	206,7	210,9	943	6558	170	189579	27241	1566
9- كفر الشيخ	300,5	237,4	67745	7568	174110	208638	536319	263
10- الغربية	311,1	278,8	5514	9207	23431	242704	383755	32
11- المنوفية	284,5	350,8	5673	11408	3900	448613	2782	681
12- البحيرة	650,5	615,8	16379	19047	156412	547498	420125	58397
13- الإسماعيلية	92,9	42,8	1095	1522	1755	15396	7503	34788
14- الجيزة	177,9	176,5	1496	3588	-	181421	-	13260
15- بنى سويف	181,7	158,8	9895	6743	4135	725018	2467	15834
16- الفيوم	237,1	212,2	5197	5390	24859	879355	2180	12704
17- المنيا	200,7	211,9	9768	13419	541	465971	-	124533
18- أسيوط	351,1	210,9	6874	8539	5035	585742	-	12740
19- سوهاج	369,8	241,8	7784	11982	1512	483198	-	10226
20- قنا	331,2	212,9	5167	8411	-	170944	-	1283
21- أسوان	64,9	59,0	1529	3152	-	23622	-	12564
22- الأقصر	81,1	75,1	926	1218	-	29229	-	2975
23- البحرالأحمر	0,6	0,6	19	30	-	-	-	-
24- الوادي الجديد	104,5	0,91	3590	22	36	46220	8777	31976
25- مطروح	7,4	1,4	132	30	-	2278	-	322
26- شمال سيناء	0,5	0,2	71	5	-	365	-	8405
27- جنوب سيناء	1,5	0,6	6	8	-	15	-	-
28- النوبارية	-	-	-	-	12275	143384	500	161679
الجمهورية	4946,4	4164,9	171426	143247	557485	6197822	3042999	572493

المصدر:

(1) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الثروة الحيوانية، القاهرة، 2013.

(2) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات المساحات المحصولية، والإنتاج النباتي لعام 2013/2012، القاهرة، ديسمبر 2014.

- هناك أيضاً المخلفات الأخري مثل المخلفات المنزلية، ومخلفات الصناعات الغذائية والمشروبات، والحشائش البرية والمائية، ويضاف إليها الصرف الصحي، والتى تمثل إضافات أخري إلى صناعة البيوجاز في المناطق الريفية... ضمن هذه المخلفات ما يمثل إضافة إلى إنتاج البيوجاز في الوحدات المنزلية مثل المخلفات المنزلية والصرف الصحي المنزلي بالمبانى غير المتصلة بشبكة الصرف الصحي والتى تمثل ما يقرب من 80% من إجمالي عدد المبانى السكنية في الريف المصري طبقا لنتائج تعداد 2006، كما أن منها ما يمكن إستخدامه في إنتاج البيوجاز في وحدات إنتاجية غير منزلية مثل الصرف الصحي في المباني العامة (مساجد/ مدارس/ وحدات صحية)، ومخلفات الصناعات الغذائية والمشروبات، وقد يضاف إليها الحشائش البرية والمائية، حيث يمكن إنشاء هذه الوحدات كوحدات إستثمارية غير منزلية.

ومن المتطلبات الأساسية أيضاً لإنشاء الوحدات المنزلية لإنتاج البيوجاز وجود المساحة المطلوبة، والموقع المناسب، والذى يتوافر به البعد عن مصادر مياه الشرب (لتجنب التلوث) وإنخفاض منسوب المياه الجوفية، والبعد عن تيارات الرياح.... ولهذا يغلب إنشاء هذه الوحدات إما داخل حظائر الماشية المرفقة بالمنازل السكنية أو داخل هذه المنازل (إذا ما وجدت المساحة المطلوبة)، وبعيداً عن تيارات الرياح... وهنا قد يرفع التساؤل عن مدي توافر مثل هذه المواقع في القري المصرية... وفي الواقع إن الإجابة على هذا التساؤل قد لا تكون دقيقة في غياب الحصر والمواصفات للمبانى بالقري، إلا أن الواقع المشاهد في الريف المصري لا ينفي تواجد هذه المواقع بالقرية المصرية، حيث تنطوي ثقافة المزارع المصري على أهمية وجود حظيرة الماشية مرفقة بمنزله أو بالقرب منه... وقد يشير تعداد المنازل ذات الطابع الريفي إلى درجة وجود هذه المواقع بالقرية المصرية، حيث بلغ تعداد البيوت الريفية (والذي كان يبنى عادة بالطوب اللبن أو الطين) نحو 3,21 مليون بيت تمثل ما نسبته 41,3% من إجمالي عدد المباني في الريف المصري وفقا لنتائج تعداد عام 2006 (جدول رقم 3/3).

هذا وتبقى من المقومات الضرورية لإقامة الوحدات المنزلية لإنتاج البيوجاز في الريف المصري، تواجد المعرفة والمهارات اللازمة لبناء هذه الوحدات، وتشغيلها، وهى متواجدة بمراكز البحث العلمي، والجامعات المصرية، وبالإعداد اللازمة لتنفيذ برامج طموحة لإنشاء هذه الوحدات، وتدريب المستفيدين منها على نظم تشغيلها وصيانتها، وحيث يتبقى بعد ذلك وجود برامج التوعية والترويج لحيازة هذه الوحدات في القري المصرية، ووجود السياسات المحفزة على ذلك من قبل المؤسسات المعنية.

جدول رقم (3/3) عدد المبانى تبعا لنوع المبنى في الريف المصري وفقا لنتائج تعداد 2006

المحافظات	إجمالى عدد المبانى	نوع المبنــى					
		عمارة	منزل	بيت ريفي	فيلا	مبنى عمل	مكان أو أكثر
1- الاسكندرية	15281	361	8776	233	608	351	780
2- حلوان	99827	5253	69342	17791	143	2441	1047
3- 6 أكتوبر	291658	29368	212411	30645	2172	7584	2659
4- دمياط	117734	16504	85381	2408	248	3779	2570
5- الدقهلية	668726	65629	409104	143845	1159	17306	6445
6- الشرقية	828611	45787	384630	318784	1535	27757	9961
7- القليوبية	413639	42597	248127	93052	1234	12741	2481
8- كفر الشيخ	360650	46022	243943	44750	444	9783	9485
9- الغربية	528586	35236	335450	121834	1060	15869	6697
10- المنوفية	514903	25209	235324	223037	1350	10955	5256
11- البحيرة	675486	58616	390825	175198	1295	19705	13494
12- الإسماعيلية	135863	5250	53054	60977	2026	4322	4039
13- الجيزة	25626	6522	17688	173	26	250	186
14- بنى سويف	345113	8630	96022	214445	536	7129	3726
15- الفيوم	378439	11101	100898	235822	472	10276	4693
16- المنيا	706611	6798	61049	568109	970	16705	7449
17- أسيوط	468715	21418	134658	263921	620	14573	3085
18- سوهاج	565540	22798	235372	259287	680	14103	4517
19- قنا	482404	19892	102667	304269	1858	11139	3526
20- أسوان	197525	1994	32736	137779	144	5120	6800
21- الأقصر	56261	2279	16722	34836	40	1047	617
22- البحرالأحمر	3881	13	1430	332	2	284	127
23- الوادي الجديد	31172	905	3948	22183	24	1863	462
24- مطروح	35496	1488	3378	15250	3765	2264	2076
25- شمال سيناء	41147	401	9724	13018	24	1474	1740
26- جنوب سيناء	1624	686	3400	7629	84	1436	1183
الإجمالى (عدد)	8005108	480757	3496059	3309607	22528	220722	101996
(%)	100,0	6,0	43,7	41,3	0,3	2,8	1,3

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التعداد العام للمبانى والمنشآت السكنية.

ثانيا: <u>الأنشطة الاقتصادية والمنزلية، واستخدامات الطاقة</u>:

تنطوي الأعمال المنزلية المستخدمة للطاقة في الريف المصري على أعمال طهى الطعام، ويضاف إليها تصنيع الخبز لدي الغالبية منها، وذلك إلى جانب استخدامات الطاقة لأغراض الإنارة، وتشغيل ما يتواجد من أجهزة منزلية كهربائية... أما الأنشطة الاقتصادية والمستخدمة للطاقة خارج المنزل فتكاد تنحصر في الأنشطة الزراعية وفي الخدمات التجارية، وفي البعض الآخر من المهن الحرفية، والصناعية، إلى جانب الخدمات العامة للقرية المصرية... ولغرض تقدير احتياجات كل من الأنشطة من الطاقة فإن الأمر يستلزم تحديد الأعمال التى تمارس لأداء وظائف هذه الأنشطة وهو ما يمكن تناوله على النحو التالي:

1- <u>المجتمع الريفي، والأعمال المنزلية، وإستخدامتها من الطاقة</u>:

(1/1) يمثل المجتمع السكانى الريفى، وفي ضوء نتائج التعداد السكانى لعام 2006، النسبة الأكبر بين سكان المجتمع المصري، حيث بلغ تعداد سكان الريف نحو 41,4 مليون نسمة يمثلون نحو 56,8% من تعداد السكان والبالغ نحو 72,8 مليون نسمة خلال هذا العام... ويمكن ذكر السمات العامة لهذا المجتمع (وفي حدود ما يفيد أهداف الدراسة الحالية) فيما يلى:

- يتشكل هذا المجتمع، وفي العام المشار إليه، من 4712 قرية موزعة على محافظات الجمهورية والتى تتباين فيما بينها من حيث أعداد القري بها، وعلى نحو ما يشير إليه الجدول رقم (4/3).. ويبلغ تعداد سكان القرية نحو 8,8 ألف نسمة في المتوسط، وإن كان يتباين هذا المتوسط من محافظة إلى أخري حيث يرتفع في بعض المحافظات ليتراوح ما بين 9-15 ألف نسمة في محافظات كفر الشيخ، والغربية، والقليوبية، والإسماعيلية بالوجه البحري، وفي المنيا، والفيوم، وأسيوط، وسوهاج، وقنا بالوجه القبلى، وينخفض هذا المتوسط في باقي المحافظات ليصل إلى أقل مستوياته في محافظات الحدود، وعلى النحو المبين بنفس الجدول المذكور.

- يتكون هذا المجتمع، وفي نفس العام، من نحو 9,4 مليون أسرة معيشية، ويتراوح المتوسط العام لعدد أفراد الأسرة الواحدة ما بين 4-5 أفراد حيث يسود هذا المتوسط جميع محافظات الجمهورية، بإستثناء محافظات دمياط، والدقهلية، والبحر الأحمر حيث تراوح هذا المتوسط بها ما بين 3-4 أفراد، وكذلك محافظة مطروح والتى بلغ عدد أفراد الأسرة بها ما بين 6-7 أفراد في المتوسط (جدول4/3).

هذا وإذا كان عدد أفراد الأسرة يعد من العوامل المؤثرة في الإستهلاك الأسري من الطاقة، كما أن العرض السابق يشير إلى أن النموذج الأسري المكون من 4 أفراد، وكذلك النموذج المكون من 5 أفراد تعد هى النماذج السائدة في المناطق الريفية، إلا أن ذلك لا ينفى تواجد النموذج الأسرى

المكون من 3 أفراد، وكذلك النماذج الأسرية المكونة من 6 أو 7 أفراد، وإن كان بأوزان نسبية صغيرة بين إجمالي الأسر الريفية.

جدول رقم (4/3) عدد سكان وقري الريف المصري، ومتوسط حجم الأسرة المعيشية في عام 2006

المحافظـة	عدد الأسر (ألف)	عدد السكان (ألف)	عدد القري (عدد)	متوسط عدد سكان القرية، والأسرة الريفية	
				فـرد/ قرية	فـرد/أسرة
1- الاسكندرية	8,186	39,081	9	4342	5-4
2- حلـوان	110,915	510,724			5-4
3- 6 أكتـوبر	436,98	1834,65			5-4
4- دميـاط	172,963	672,84	85	7916	4-3
5- الدقهلية	904,945	3593,59	487	7379	4-3
6- الشرقية	959,668	4117,21	501	8218	5-4
7- القليوبية	567,439	2348,23	197	11920	5-4
8- كفر الشيخ	466,471	2015,35	223	9037	5-4
9- الغربيـة	680,988	2809,77	312	9006	5-4
10- المنوفيـة	606,714	2600,93	315	8257	5-4
11- البحيـرة	871,458	3838,43	497	7723	5-4
12- الإسماعيلية	122,092	520,43	33	15771	5-4
13- الجيـزة	62,139	252,21	167	1510	5-4
14- بنى سويف	371,293	1758,70	222	7922	5-4
15- الفيـوم	426,986	1945,6	163	11936	5-4
16- المنيـا	727,530	3377,64	361	9356	5-4
17- أسيوط	527,717	2535,11	235	10788	5-4
18- سوهاج	642,662	2945,68	270	10910	5-4
19- قنـا	492,685	2362,33	152	15542	5-4
20- أسـوان	154,091	680,381	124	5487	5-4
21- الأقصـر	50,399	238,610	56	4261	5-4
22- البحرالأحمر	3,332	12,310	11	1119	4-3
23- الوادي الجديد	22,614	96,362	128	753	5-4
24- مطـروح	15,540	95,525	56	1706	7-6
25- شمال سيناء	28,775	135,531	85	1594	5-4
26- جنوب سيناء	9,865	40,620	13	3125	5-4
الإجمالى (عدد)	9444,447	41374,97	4712	8781	5-4

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء، الكتاب الإحصائى السنوي لعام 2014، القاهرة، ديسمبر 2014.

(2/1) تعد أعمال طهى وتجهيز، وحفظ الطعام، والإنارة المنزلية هى المستخدم الأول والرئيسي في الأستهلاك المنزلي من الطاقة، وقد يضاف إليها أيضاً وفي حالات كثيرة أعمال تنظيف الملابس والمفروشات، والتدفئة والتبريد، والترفيه، ثم أعمال النظافة المنزلية في البعض الآخر من الحالات.

ومع تعدد هذه الأعمال يأتى أيضاً التعدد والتنوع في الأدوات المنزلية المستخدمة لأداء هذه الأعمال، والمستهلكة للطاقة، كما يتبع هذا التنوع أيضا التنوع في نوعية الطاقة المستخدمة وفقا لنوعية الأداة أو الأجهزة المنزلية المستخدمة. ويمكن حصر نوعية مصادر الطاقة المنزلية المستخدمة في الريف المصري في الوقت المعاصر في النوعيات التالية:

(أ) مصادر نباتية: حيث تستخدم الأحطاب، وقش الأرز، والأخشاب في أعمال طهي الطعام، وتصنيع الخبز المنزلي، والتسخين والتدفئة، وذلك باستخدام ما يعرف بالمواقد والأفران البلدية... ومع ذلك، فإن الواقع المشاهد اليوم في الريف المصري قد يعكس هامشية استخدام هذا المصدر في الأعمال المنزلية، ويقترب من الاندثار، أمام التطور في الأدوات والأجهزة البديلة لأداء هذه الأعمال، والتى تعتمد في أداءها على مصادر أخري من الطاقة مع تميزها بسهولة وبساطة تشغيلها.

(ب) كيروسين /بوتاجاز: حيث يعد كل من الكيروسين، والبوتاجاز مصادر بديلة للأحطاب والأخشاب في الإستخدامات السابق ذكرها (بالبند أ)، وذلك بإستخدام المواقد والأفران الصناعية، حيث كانت هناك مواقد الكيروسين التى تستخدم في طهى الطعام، ثم أضيف إليها أخيراً مواقد وأفران البوتاجاز التى تستخدم في طهي الطعام وتصنيع الخبز وفي التسخين ... وهنا أيضاً يمكن القول، ووفقا للواقع المشاهد في الريف المصري، بهامشية إستخدام مواقد الكيروسين في أعمال الطهي في الوقت المعاصر، والتوسع في إستخدام مواقد وأفران البوتاجاز في هذه الأعمال إلى جانب تصنيع الخبز المنزلي، والتسخين، وحيث أصبح بذلك البوتاجاز هو البديل الأول لكل من الأحطاب، والأخشاب، والكيروسين في أداء الأعمال المنزلية المذكورة.

(ج) الكهرباء: لقد جاءت الكهرباء كمصدر بديل للكيروسين في إنارة المنازل الريفية، كما مكنت الأسرة الريفية من إقتناء الأجهزة الكهربائية اللازمة لغسيل الملابس والمفروشات، والتدفئة والتبريد، وحفظ الطعام، والترفيه، والنظافة المنزلية، إلى جانب الأجهزة الكهربائية التى يمكن إستخدامها في أعمال طهي وتجهيز الطعام والمشروبات في بعض الحالات. ومع هذا التنوع في الأغراض التى تستخدم من أجلها الكهرباء، أصبحت الكهرباء من المصادر الهامة للطاقة في الاستخدامات المنزلية بالريف المصري.

هذا، ومما سبق يمكن أن يستخلص أن البوتاجاز، والكهرباء هما مصدري الطاقة في الاستخدامات المنزلية في الريف المصري.. وهنا أيضا يجدر الإشارة إلى أنه على الرغم من إمكانية استخدام أى منهما كبديل للآخر في بعض الاستخدامات المنزلية خاصة طهي الطعام، وتجهيز الخبز، والتسخين، إلا أن إحلال أى منهما محل الآخر في هذه الاستخدامات يعد أمراً تحكمه اقتصاديات استخدامها في هذه المجالات من منظور المستهلك، حيث يظل البوتاجاز هو المصدر الأول للاستخدام في أعمال طهي الطعام، وفي تصنيع الخبز البلدي.

(3/1) ويبقى التساؤل عن حجم استهلاك الأسرة الريفية من كل من البوتاجاز والكهرباء في الأغراض المنزلية؟.. إن الإجابة على هذا التساؤل قد لا تأتى بالدقة المطلوبة لغياب الإحصاءات والدراسات المتصلة بهذا الشأن، ومع ذلك قد تأتى الإجابة بدرجة تقريبية في إطار الإحصاءات المتاحة أو الاستقصاء بين المستهلكين ... فبالنسبة للبوتاجاز والذي بلغ متوسط الاستهلاك السنوي منه (في المناطق الحضرية والريفية) نحو 3,971 مليون طن خلال السنوات (2007/6–2009/8)، كما بلغ المتوسط السنوي لأعداد السكان خلال هذه السنوات نحو 74,493 مليون نسمة، ومن ثم يمكن تقدير المتوسط العام للإستهلاك الفردي من البوتاجاز خلال نفس الفترة بحوالى 53,4كجم سنويا. وفي هذا الإطار يمكن تقدير حجم استهلاك الأسرة بما يقرب من 160,2، 213,6، 267,0 ، 320,4كجم في حالة كل من الأسر المكونة من 3، 4، 5، 6 أفراد على الترتيب، أو بما يعادل 13، 17، 21,4، 25,6 أنبوبة (وزن 12,5 كجم لكل منها) في حالة كل من الفئات الأسرية الأربع على الترتيب.

وفي صياغة متوسط إستهلاك الأسرة من البوتاجاز على أساس شهري، تأتى التقديرات السابقة لتشير إلى أنه يبلغ نحو 1,1، 1,4، 1,8، 2,1 أنبوبة شهريا لكل من الفئات الأسرية الأربع السابق ذكرها وعلى الترتيب. ومن الطبيعي أن يتابين متوسط إستهلاك نفس الفئة الأسرية ما بين المناطق الريفية والحضرية لإعتبارات كثيرة من بينها التباينات في متوسط الدخل الشهري، وطرق وأنماط طهي الطعام، والعادات الإستهلاكية، ونوعية ومواقد الطهي المستخدمة،
وكذلك التباينات في الأغراض المستخدم من أجلها البوتاجاز من طهي، وتصنيع الخبز، وتسخين المياه. كما قد يتباين هذا المتوسط أيضاً بإختلاف فصول السنة. ولهذه الأسباب أيضاً قد توجد التباينات في متوسط إستهلاك نفس الفئة الأسرية داخل المناطق الريفية.... وفي إستقصاء عن متوسط إستهلاك الأسرة في بعض المناطق الريفية (الدقهلية، والشرقية) جاءت النتائج بنماذج مختلفة داخل كل فئة أسرية والتى يمكن ذكرها فيما هو مبين بالشكل رقم (1)،

شكل رقم (1) نماذج لمتوسط الإستهلاك الشهري من البوتاجاز
في بعض المناطق الريفية (الدقهلية، والشرقية)

(أنبوبة/شهر)

الفئات الأسرية	أغراض أو مجالات الاستخدام			
	طهي وتجهيز الطعام	طهي وتجهيز الطعام وتصنيع الخبز	طهي وتجهيز الطعام وتصنيع الخبز وتسخين المياه	طهي وتجهيز الطعام وتسخين المياه
(أ) 3 أفراد	1,2 –1	2,5–2	3,5	2,3
(ب) 4 أفراد	1,2 –1	–	–	–
(ج) 5 أفراد	1,5	3	–	–
(د) 6 أفراد	3–1,5	4,0–2,5	–	–

المصدر : إستقصاء بين مجموعة من المستهلكين، وذلك من خلال المقابلات الضخصية مع الباحث.

والتى يمكن أن يستخلص منها أيضاً، وبغض النظر عن عدد أفراد الأسرة، النماذج الإستهلاكية التالية:

(1) نماذج مستخدمة للبوتاجاز في أغراض طهي وتجهيز الطعام فقط، ويبلغ معدل إستهلاكها الشهري بما يتراوح ما بين عدد (1) أنبوبة عند حده الأدنى، عدد (3) أنبوبة عند حده الأعلى.

(2) نماذج مستخدمة للبوتاجاز في أغراض طهي وتجهيز الطعام تصنيع الخبز فقط، ويبلغ معدل إستهلاكها الشهري بما يتراوح ما بين عدد (2) أنبوبة عند حدها الأدنى، عدد (4,0) أنبوبة عند حدها الأعلى.

(3) نموذج مستخدم للبوتاجاز في أغراض طهي وتجهيز الطعام، وتصنيع الخبز مع تسخين المياه، ويبلغ معدل إستهلاكه الشهري نحو 3,5 أنبوبة.

(4) نموذج آخر مستخدم للبوتاجاز بغرض طهى وتجهيز الطعام مع تسخين المياه ويبلغ معدل إستهلاكه الشهري نحو 2,3 أنبوبة.

ومن النماذج السابقة، وبغض النظر أيضاً عن الغرض الذي يستخدم من أجله البوتاجاز، يمكن أن يستخلص العديد من النماذج الإستهلاكية من حيث حجم إستهلاكها الشهري والذي يبدأ حده الأدنى بنحو 1,0 أنبوبة وبما يعادل 12,5 كجم، وينتهى حدها الأعلى عند 4,0 أنبوبة وبما يعادل 50كجم ... وقد يتوقع وجود عدد كبير من النماذج بين كلا الحدين الأدنى، والأعلى المذكورين، إلا أن سيادة الفئات الأسرية المكونة من أربعة، وخمسة أفراد بين المجتمع الريفى (وفي ضوء النماذج المبينة بالشكل رقم 1) قد تشير إلى انحصار غالبية النماذج المستهلكة للبوتاجاز فيما بين الحد الأدنى البالغ (1) أنبوبة (12,5كجم) شهريا، والحد الأعلى البالغ نحو (3) أنبوبة (37,5كجم) شهرياً... وهنا يبدأ التساؤل عن

مدي توافر الاحتمالات والفرص لإنشاء الوحدات المنزلية لإنتاج البيوجاز بالأحجام التى تفى احتياجات النماذج الاستهلاكية المشار إليها واقتصاديات تشغيلها، وهو ما يتوقع الإجابة عليه في الجزء التالي من الدراسة.

هذا وبالنسبة لإستهلاك الأسرة الريفية من الكهرباء في الأعمال والأغراض المنزلية، فإنها أيضاً يمكن تقديرها بدرجة تقريبية في إطار إحصاءات الطاقة الكهربائية الموزعة للأغراض المنزلية في الريف المصري خلال الفترة (2009/2008–2012/2011)، والمقدرة بنحو 16128,3 مليون ك.و.ت سنويا في المتوسط، وفي إطار المتوسط السنوي لأعداد السكان في الريف خلال نفس الفترة والبالغ نحو 44,427 مليون نسمة، وبما يشير إلى أن متوسط إستهلاك الفرد من الطاقة الكهربائية لهذه الأغراض يبلغ نحو 363 ك.و.س/سنويا خلال هذه الفترة... وفي إطار هذا المعيار يمكن تقدير المتوسط السنوي لإستهلاك الأسرة الريفية بنحو 1089، 1452، 1815، 2178 ك.و.ت بالنسبة لكل من الفئة الأسرية المكونة من 3 أفراد، أربعة أفراد، 5أفراد، 6 أفراد على الترتيب، وبما يعادل نحو 91، 121، 151، 182 ك.و.ت شهريا بالنسبة لكل من الفئات الأربع وعلى الترتيب.

ومع ذلك فإن عدد أفراد الأسرة ليس بالعامل الوحيد في تحديد إستهلاكها من الطاقة، بل هناك أيضا عوامل مشاركة في ذلك يأتى في مقدمتها مستوي الدخل والإنفاق وما قد يتصل بذلك من إقتناء الأسرة من الأدوات والأجهزة الكهربائية، وتنوع هذه الأجهزة، وعلى نحو ما سبق الأشارة إليه، وقد يضاف إلى ذلك أيضاً السعة المنزلية ومكوناتها إلى جانب مهن وثقافة أفراد الأسرة، .. وحيث تنحصر المحصلة النهائية لهذه العوامل في تحديد نوعية الأجهزة الكهربائية المستخدمة للأغراض المنزلية وفترات تشغيلها، والتى تتباين أيضاً فيما بينها من حيث القدرات الكهربائية اللازمة لتشغيلها، وتوقيتات وفترات الحاجة إليها. وهنا أيضاً قد يكون بالإمكان تقدير إستهلاك الأسرة من الطاقة الكهربائية وفقا لنماذج مختلفة منها تبعاً لعدد أفراد الأسرة وما تحوزه من أجهزة كهربائية، ومعدلات استهلاكها من الكهرباء... وفي الواقع، ومع تعدد وتنوع هذه الأجهزة، وتعدد نماذج نفس الجهاز وتباين معدلات استهلاكها من الكهرباء، فقد يجد القائم بالتقدير نفسه أمام قائمة طويلة من هذه النماذج... ولهذا جاءت الدراسة الحالية بإقتراح بعض النماذج الإفتراضية (والتى يتصور أو تعبر وبدرجة تقريبية عن غالبية الحالات السائدة في المجتمع الريفى) والتى يمكن تمثيلها فيما يلى:

نموذج رقم (1): وهو نموذج بسيط يتمثل في أسرة مكونة من ثلاث أفراد، ومقر سكنى مكون من مدخل، وعدد (2) حجرة، واستقبال، ومطبخ وحمام، وتتكون أجهزته الكهربائية من تليفزيون، وثلاجة، وغسالة ملابس عادية... وفي إطار معدل التشغيل اليومي للمبات الإنارة والأجهزة الكهربائية وقدراتها الكهربائية (والواردة بالجدول رقم 5/3)، يقدر الاستهلاك اليومي من الكهرباء لهذا النموذج بحوالي 4,065 ك.و.س

في الصيف، ونحو 4,28 ك.و.س في الشتاء، وبما يعادل 122، 128 ك.و.س في كل من الصيف والشتاء على الترتيب.

(نموذج رقم (2) : وهو نموذج يتمثل في أسرة مكونة من أربعة أفراد ومقر سكنى تزيد سعته عن مقر النموذج رقم (1) بحجرة واحدة، كما تزيد كثافة الأجهزة الكهربائية به عن النموذج السابق بمروحة سقف، وعدد (2) مروحة صندوق، وخلاط .. ويقدر الإستهلاك اليومي من الكهرباء لهذا النموذج بنحو 6,215 ك.و.س صيفا ونحو 5,58 ك.و.س شتاءًا (جدول 5/3)، وبما يعادل 186، 167 ك.و.س شهرياً في كل من الصيف والشتاء على الترتيب.

نموذج رقم (3):ويتمثل هذا النموذج في أسرة مكونة من خمسة أفراد، ومقر سكنى تزداد سعته عن النموذج رقم (2) بحجرة واحدة، كما تزداد كثافة الأجهزة الكهربائية به بمكواة ملابس، مع إستبدال غسالة الملابس العادية بغسالة أوتوماتيك. ويقدر الإستهلاك اليومي من الكهرباء لهذا النموذج بحوالى 6,915 ك.و.س صيفا، ونحو 6,480 ك.و.س شتاءاً وهو ما يعادل 207، 194 ك.و.س شهرياً في كل من الصيف والشتاء على الترتيب.

جدول رقم (5/3) نماذج إفتراضية لوحدات منزلية ريفية مستخدمة للكهرباء

النماذج	العدد والقدرة		مدة التشغيل (ساعة)		الإستهلاك اليومي (ك.و.س)	
	عدد	وات/ساعة	صيفي	شتوى	صيفي	شتوى
نموذج (1) : 1- إنارة (لمبات)						
• مدخل منزل	1	100	5	7	0,500	0,700
• إستقبال	1	100	5	7	0,500	0,700
• حجرات	2	100	2	2	0,200	0,200
• حمـام	1	100	1,0	1	0,100	0,100
• مطبخ	1	100	2,0	2	0,200	0,200
2- تليفزيون + ريسيفر	1	115	5	6	0,575	0,690
3- ثلاجـة	1	100	19	16	1,900	1,600
4- غسالات ملابس	1	300	0,3	0,3	0,090	0,090
جمـلة					4,065	4,28
نموذج (2): نموذج (1) +					4,065	4,28
• حجرة (إنارة)	1	100		7	0,500	0,700
• مروحة سقف	1	50		-	0,350	-
• مروحة صندوق	2	100		-	0,700	-
• خـلاط	1	300		0,2	0,600	0,600
جملة					6,215	5,58
نموذج (3): نموذج (2) +					6,215	5,58
• حجرة (إنارة)	1	100	5	7	0,500	0,700
• غسالة (أوتوماتيك- غسالة عادية	1	150	0,4	0,4	0,060	0,060
• مكواة	1	1000	0,14	0,14	0,140	0,140
جملة					6,915	6,480
نموذج (4):						
نموذج (3) +					6,915	6,480
• حجرة (إنارة)	1	100	5	7	0,500	0,700
• غلاية مياه	1	1500	0,34	0,34	0,510	0,510
• غسالة أطباق	1	600	0,33	0,33	0,198	0,198
جملة					8,123	7,888

<u>نموذج رقم (4)</u>:وهو يتمثل في أسرة مكونة من ستة أفراد، مع إتساع سعة مقره بمقدار حجرة واحدة عن النموذج السابق، وزيادة كثافة الأجهزة الكهربائية به (عن النموذج 3) بغلاية مياه، وغسالة أطباق...

ويقدر الإستهلاك اليومي من الكهرباء لهذا النموذج بنحو 8,823 ك.و.س صيفاً ونحو 7,888 ك.و.س شتاءً (جدول 5/3)، وهو ما يعادل 265، 237 ك.و.س شهريا في كل من الصيف، والشتاء على الترتيب.

إن في تزايد الإستهلاك اليومي أو الشهري من الكهرباء من النموذج الأول إلى النموذج الأخير ما هو إلا محصلة لزيادة عدد أفراد الأسرة، وإتساع المقر السكنى (ومن ثم الإنارة)، وكذلك تزايد كثافة الأجهزة الكهربائية المستخدمة ... ومع ذلك ومع ملاحظة زيادة معدل الاستهلاك الشهري لكل من النماذج الافتراضية الأربع، عن المعدل التقديرى للاستهلاك الشهري والمقدر في إطار الإحصاءات المنشورة عن الطاقة الكهربائية الموزعة للأغراض المنزلية في الريف المصري، والمشار إليها من قبل، فأن ذلك ما قد يعزي في جانب منه إلى زيادة كثافة الأجهزة الكهربائية المستخدمة في النماذج الافتراضية المشار إليها عنه في الواقع العملي، وهو ما يمكن معه القول بإمكانية وجود قائمة طويلة من نماذج الوحدات المنزلية المستهلكة للكهرباء تبدأ عند حدودها الدنيا بالمقرات السكنية الصغيرة ولغرض الإنارة فقط، وتصل عند حدودها الأعلى بالمقرات السكنية الكبيرة، والكثيفة الاستخدام للأجهزة الكهربائية. ومع ذلك يبقى في صغر كمية الاستهلاك اليومي المنزلي من الكهرباء ما يشير إلى صغر نظم توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية، واللازمة لإشباع حاجة الأغراض المنزلية في الريف المصري، وهو ما يتوقع تناوله في الجزء التالي من الدراسة.

2- <u>الأنشطة الزراعية، واستخدامات الطاقة</u>:

يتمثل النشاط الاقتصادي الأساسي في الريف المصري في الأنشطة الإنتاجية الزراعية المتنوعة والتى تستند في أدائها على مصادر القوي البشرية والحيوانية والميكانيكية، حيث هناك من عمليات الإنتاج الزراعي التى يتم أداؤها باستخدام القوي البشرية، كما أن هناك من عمليات الإنتاج التى يتم أداؤها باستخدام القوي الحيوانية، وأخري يتم أداؤها باستخدام القوي الميكانيكية. ولقد جاءت التطورات الحديثة في الزراعة المصرية بإحلال القوي الميكانيكية محل القوي البشرية والحيوانية في أداء الكثير من العمليات الزراعية، حيث ميكنة أعمال تجهيز الأرض الزراعية للزراعة، وكذلك ميكنة أعمال الري، إلى جانب استخدام الآلات والمعدات الزراعية في أداء الكثير من أعمال خدمة المحاصيل المنزرعة وفي حصادها ... ويعد الجرار الزراعي هو الآلة الرئيسية لميكنة هذه الأعمال بما يرفق به من معدات زراعية متنوعة، حيث هناك المحاريث التى تستخدم في حرث وتجهيز التربة الزراعية للزراعة، كما أن هناك المعدات الأخري التى ترفق بالجرار الزراعي بغرض أداء عمليات خدمة المحصول المنزرع، والأخري التى ترفق به

بغرض الحصاد أو نقل المحاصيل... كذلك هناك طلمبات الري التى تستخدم في أغراض رفع المياه وري المحاصيل الزراعية.

ولغرض أداء العمليات الزراعية هناك ما يقرب من 115,5 ألف جرار زراعي تتباين في قدراتها الميكانيكية، وإن كان غالبيتها يقع بالفئة ذات القدرة الميكانيكية 50 حصان ميكانيكى فأكثر وبنسبة تبلغ نحو 82,3% من إجمالي عدد الجرارات بالقطاع الزراعي في عام 2011، وعلى نحو ما هو مبين بالجدول رقم (8) بالمرفقات.. كما أن هناك أيضاً ما يقرب من 149,6 ألف ماكينة ري ثابتة تتباين أيضاً في قدراتها الميكانيكية، حيث هناك ما يقرب من 45,2% من هذا العدد ذات قدرة ميكانيكية أقل من 15 حصان، ونحو 32,8% من هذا العدد ذات قدرات ميكانيكية تتراوح ما بين 16–25 حصان ميكانيكى، بينما تشمل النسبة الباقية الطلبات الثابتة ذات القدرات 26 حصان فأكثر، (الجدول رقم (9) بالمرفقات). كذلك هناك ما يقرب من 652,7 ألف طلمبه ري نقالي، تمثل الأعداد ذات القدرات الميكانيكية الأقل من 9 حصان ميكانيكى ما نسبته 78% من إجمالى أعدادها تقريباً بينما تمثل الأعداد ذات القدرات 10 حصان فأكثر النسبة الباقية منها (جدول (10) بالمرفقات).

هذا وتعد المشتقات البترولية من سولار، وزيوت هى المصدر الأساسي لتشغيل الجرارات الزراعية وطلبمات الري والتى بلغ ما أستخدم منها في عام 2013/2012 ما قيمته 2363,4 مليون جنيه وبمتوسط يبلغ نحو 268,6 جنيه للفدان من المساحة المحصولية المنزرعة خلال هذا العام والبالغة نحو 8,799 مليون فدان.

الفصل الرابع
المفاضلة ما بين الطاقة المتجددة،
والطاقة التقليدية في الاستخدامات الريفية "

تضمن العرض السابق بيان مجالات استخدام الطاقة، ومصادرها في الريف المصري، حيث هناك استخدام كل من الكهرباء، والبوتاجاز في الأغراض المنزلية إلى جانب ما قد يستخدم منها في أنشطة اقتصادية أخري، كما أن هناك استخدام مشتقات البترول في الأنشطة الإنتاجية الزراعية، وفي خدمات النقل والتسويق أو غيرها... كما تضمن العرض السابق أيضاً بيان السمة المميزة لإنتاج البيوجاز، وتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية من حيث إمكانية إنتاجها من خلال مشروعات أو نظم صغيرة وبكميات تفي باحتياجات الطلب الفردي عليها إما للأغراض المنزلية أو الإنتاجية، وكذلك بيان تواجد المقومات اللازمة لتنفيذ هذه المشروعات أو النظم في الريف المصري... وهنا يتبقى التساؤل عن موقف المستهلك الريفي من المفاضلة ما بين إنتاج واستخدام الطاقة المتجددة من بيوجاز وكهرباء، واستخداماته منها من مصادرها التقليدية الحالية، وهو التساؤل الذي تسعى الدراسة الإجابة عليه على النحو الوارد فيما يلى:

أولاً: توليد واستخدام الكهرباء من الطاقة الشمسية، مقابل استخدامها من الشبكة العمومية أو استخدام مشتقات البترول:

إن توليد الكهرباء باستخدام الخلايا الشمسية، وإن كان يعد بديلاً للحصول عليها من الشبكة العمومية في حالة استخدامها للأغراض المنزلية ولغيرها من الأغراض، إلا أنه قد يكون بديلاً أيضاُ لمصادر الطاقة التقليدية خاصة مشتقات البترول، والتى قد تستخدم أيضاً في الأغراض المنزلية في المناطق غير المتصلة بالشبكة العمومية للكهرباء أو التى تستخدم في الأغراض الاقتصادية الأخرى (مثل الأنشطة الزراعية) والتى يمكن استبدالها بالطاقة الكهربائية بإحلالها محل القوي الميكانيكية، وهو ما يستوجب المفاضلة بين استخدام أي من البدائل الثلاث (الطاقة الشمسية/ الشبكة العمومية للكهرباء/ المشتقات البترولية) في أي من الأغراض المشار إليها وبمعيار تكلفة كل من هذه البدائل، بحيث تمنح الأفضلية للمصدر الأقل تكلفة والتى تسمح الظروف العملية باستخدامه كبديل للمصادر الأخرى، وهو ما يستلزم المعرفة المسبقة بمنظومة توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الشمسية، ثم تقدير حجم وتكلفة المنظومة المناسبة لتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة والكافية لإشباع الطلب عليها في الأغراض المشار إليها من قبل، وهو ما يمكن تناوله على النحو التالي.

(1) <u>منظومة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية:</u> تتكون هذه المنظومة من ستة مكونات ممثلة في المكونات التالية:

(1/1) <u>ألواح الخلايا الشمسية</u> : وهى تمثل الجزء الأول في المنظومة حيث يضم اللوح منها مجموعة من الخلايا الفردية والمتصلة بعضها ببعض، والتى تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء في تيار مستمر، ثم شحن بطاريات التخزين... ويتواجد من هذه الخلايا أنواع متنوعة تختلف فيما بينها من حيث المواد المصنعة منها، كما تختلف وبالتبعية في التكلفة، وفي قدراتها على توليد الكهرباء.

(2/1) منظومة الشحن : ويقوم هذا المكون بتنظيم عملية شحن بطاريات التخزين والإبقاء عليها عند المستوى الملائم بغرض الحفاظ على البطاريات دون تلف، حيث مع زيادة سطوع الشمس تزداد قوة التيار الكهربائي وقد يسبب تلفا للبطاريات، ومن ثم يقوم هذا الجهاز بتنظيم عملية الشحن، ووقف أي زيادات به.

(3/1) <u>المحول</u>: ويعد هذا المكون قلب هذه المنظومة، حيث يقوم بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد، أو تحويل التيار المتردد إلى مستمر. فمع استخدام معظم الأجهزة الكهربائية الحديثة لتيار مستمر ذات جهد 120، أو 220 فولت يقوم المحول بتحويل الطاقة المخزنة في البطاريات ذات الجهد المنخفض إلى تيار مستمر ذات الجهد المرتفع، كما يمكنه أيضا شحن البطاريات بغرض تخزين الطاقة. وهنا أيضا يوجد العديد من نوعيات المحول والتى تتباين فيما بينها أيضاً سواء من حيث الجودة أو التكلفة.

(4/1) <u>بطارية التخزين</u>: والتى بدونها لن تتواجد الكهرباء، إلا في وقت سطوع الشمس، أو تشغيل مولد كهربائى فقط، وتقوم هذه البطاريات بتخزين القوي الكهربائية في صورة ارتداد كيماوي.. ويتحدد عدد البطاريات اللازمة وفقا لحجم المنظومة، وشدة التيار بها... وهنا أيضاً يتواجد كثير من نوعيات هذه البطاريات والتى تختلف فيما بينها سواء من حيث الجودة أو السعر.

(5/1) مجموعة الكابلات والأسلاك : اللازمة لتوصيل مكونات المنظومة بعضها ببعض والتى قد تختلف في أطوالها وفقا لنمط توصيل مجموعة البطاريات بعضها ببعض، وكذلك طول المسافة ما بين موقع مجموعة البطاريات، ومنظم الشحن، والألواح الضوئية.. كما قد تختلف نوعية هذه الكابلات أو الأسلاك، حيث هناك النحاس، وكذلك الألمونيوم.

(6/1) عداد: وهو يستخدم لمتابعة المنظومة، وخاصة فيما يتصل بإنتظام عملية شحن البطاريات.

(2) حجم المنظومة للأغراض المنزلية في الريف المصري:

من الطبيعي أن يختلف حجم منظومة توليد الكهرباء للأغراض المنزلية تبعا لحجم وهيكل التجمعات السكنية المستهدفة بهذه المنظومة ومن ثم الطاقة الكهربائية المستهدف إنتاجها. فقد تنشأ هذه المنظومة بغرض خدمة مجتمع سكنى كبير في منطقة ما أو مجتمع سكنى متوسط أو صغير في ضاحية ما، أو الغرض منه وحدة سكنية منفردة... وإذا كان إنشاء منظومة مستقلة لغرض خدمة وحدة سكنية منفردة أو عدد محدود منها هى المستهدفة بالدراسة الحالية، فإن حجم هذه المنظومة أيضاً قد يختلف باختلاف استهلاكها اليومي من الكهرباء.

وبالنسبة لحجم المنظومة المستقلة والتى تتوافق مع كمية الاستهلاك اليومي للوحدة السكنية المفردة من الكهرباء في الريف المصري، فيمكن القول أيضاً، وفي ضوء السمات المميزة لتكنولوجيا الخلايا الضوئية، وبإمكانية تدرج أحجام هذه المنظومة بنماذج تبدأ بقدرة مركبة أقل من الكيلووات (ك.و)، وتزداد في نماذج أخري وفقا لمستوي الإستهلاك اليومي للوحدة السكنية لتصل إلى أضعاف هذه القدرة في نماذج أخري للواحدات السكنية مرتفعة الإستهلاك... وهنا أيضاً، وعلى نهج مماثل لما سبق إقتراحه من نماذج إفتراضية للوحدات السكنية المستهلكة للكهرباء، يمكن تصور نماذج مختلفة الأحجام من هذه المنظومة، تبدأ بنموذج يفي باحتياجات وحدة سكنية يبلغ إستهلاكها اليومي ما يقرب من 2,5 ك.و.س (75 ك.و.س شهريا)، ومع فرضية أن فترة سطوع الشمس هى 9 ساعات يوميا، ومن ثم الحاجة إلى منظومة ذات قدرة مركبة تبلغ نحو 278 وات، وعلى نفس السياق، قد تصل القدرة المركبة للمنظومات الأخري اللازمة للوحدات السكنية ذات الإستهلاك اليومي المرتفع إلى أضعاف القدرة المركبة للنموذج الإفتراضى المشار إليه. فمع وحدة سكنية يماثل إستهلاكها اليومي من الكهرباء، وعلى سبيل المثال، ضعف الإستهلاك اليومي للوحدة السكنية السابقة أي ما يبلغ 5 ك.و.س، تأتى حاجتها إلى منظومة ذات قدرة مركبة تبلغ نحو 556 وات. ومن ثم يمكن بناء سلسلة متوالية من هذه المنظومة، وبقدرات متزايدة، تفى بالإستهلاك اليومي المتزايد للوحدات السكنية عند المستويات الأعلى من الإستهلاك.

(3) تكلفة المنظومة:

من الطبيعي أن تختلف تكلفة المنظومة مع اختلاف حجمها، كما قد تختلف تكلفة نفس المنظومة باختلاف جودة وأسعار مكوناتها، وباختلاف مصدر هذه المكونات... فإذا كانت تكنولوجيا هذه المنظومات قد وفرت الفرص لإنشاء هذه المنظومات بأحجام تبدأ بقدرات متناهية الصغر وتزداد إلى قدرات أكبر في متوالية متتابعة، فإن التباين في معارف ومهارات الدول المبتكرة لهذه التكنولوجيا، وفي

قدراتها على البحث والتطوير قد جاء بنماذج متعددة، وبمواصفات جودة، وتكلفة متباينة لكل من مكونات بناء هذه المنظومة، ومن ثم وجود التوقعات باختلاف تكلفة نفس المنظومة تبعا لمصدر، وجودة وأسعار المكونات المصنعة منها..

هذا ومع زيادة تكلفة المنظومة تبعا للزيادة قي قدراتها الإنتاجية، إلا أن التباينات في تكلفة الوحدة من هذه القدرات (كيلو وات) لا يتوقع أن يكون ملموساً أو معنويا خاصة في حالة تقارب القدرات المركبة بين المنظومات المختلفة.. وقد يكون هذا الإختلاف أو التباين معنوياً في حالة التباين الكبير بين أحجام هذه المنظومات، حيث قد تكتسب المنظومة الأكبر حجما بعض وفورات التكلفة وفقا لاقتصاديات السعة... ولهذا فقد تكون تكلفة الكيلو وات من القدرة المركبة لمنظومة الوحدات السكنية، أعلى عنه في حالة المنظومات التجارية، أو منظومات الأكبر حجماً ... وقد يشير إلى ذلك ما نشرته الوكالة الدولية للطاقة في عام 2014 عن خريطة الطريق التكنولوجية للطاقة الشمسية والتى تضمن تقريراً عن أسعار إقامة نظم توليد الكهرباء من الخلايا الضوئية في عام 2013 لكل من أغراض الوحدات السكنية، والأغراض التجارية، والمشروعات الكبيرة، وذلك في ثمان من دول العالم، وعلى النحو المبين بالجدول رقم (1/4)، والذي تشير نتائجه إلى ارتفاع تكلفة الكيلو وات من القدرة المركبة في منظومات الأغراض السكنية عنه في منظومات الأغراض التجارية، كما ترتفع تكلفة الكيلو وات من القدرات المركبة في الأغراض التجارية عنه في حالة المشروعات الكبيرة، وذلك في كل من الدول الثمان دون إستثناء، وإن كانت التباينات بين هذه الدول من حيث التكلفة تبدو معنوية وواضحة، حيث بلغ سعر المنظومة للأغراض المنزلية نحو 1,5، 1,8، 2,4 دولار/وات في كل من الصين، واستراليا، والمانيا على الترتيب، كما بلغ سعر هذه المنظومة في كل من إيطاليا، وإنجلترا نحو 2,8 دولار/وات، ويرتفع إلى 4,1، 4,2، 4,9 دولار/وات في كل من فرنسا، واليابان، وأمريكا على الترتيب. وكذلك الحال أيضاً بالنسبة لأسعار منظومة الأغراض التجارية، والمشروعات الكبيرة حيث تسجل مستويات منخفضة في الدول الخمس الأولي عنه في الدول الثلاث الأخيرة، فرنسا، واليابان وأمريكا، وعلى النحو المبين بالجدول المشار إليه.

هذا، وبالنسبة لمكونات تكلفة هذه المنظومة، فتصنف عادة إلى مجموعتين رئيسيتين: الأولى منها تشمل تكلفة كل من المعدات اللازمة لتكوين المنظومة والمشار إليها من قبل، والممثلة في ألواح الخلايا الضوئية، ومنظم الشحن، والمحول، وبطاريات التخزين، ومجموعة الكابلات اللازمة، والعداد، أما المجموعة الثانية فتشمل تكلفة أجور العمالة اللازمة لتركيب مكونات المنظومة، وتوصيلها بعضها ببعض، كما تشمل تكلفة تصميم المنظومة، ورسوم التراخيص، والتصاريح اللازمة، وتكلفة التمويل وتوقيع العقود، والإشراف على التنفيذ، بالإضافة إلى تكلفة التسويق. كما تشمل هذه المجموعة أيضاً على هامش الربح المطلوب.... ويشير الجدول رقم (2/4) إلى الوزن النسبى لكل من المجموعة الأولي، والثانية وأهم

مفرداتها في إجمالي تكلفة منظومة الوحدات السكنية، والمنظومة التجارية في كل من اليابان، وأمريكا في عام 2013، حيث تبين أن تكلفة المعدات تمثل النسبة الأكبر في المنظومة اليابانية وبنسبة تبلغ نحو 56%، 61% من إجمالي التكلفة في حالة كل من منظومة الوحدات السكنية، ومنظومة الأغراض التجارية على الترتيب، كما تشكل تكلفة ألواح الخلايا الضوئية النسبة الأعلى بين مفردات معدات المنظومة، وبنسبة تبلغ نحو 39,4%، 42,9% بالنسبة لكل من المنظومتين وعلى الترتيب، أما بالنسبة للمنظومة الأمريكية فتمثل تكلفة مفردات أجور تركيب المعدات والتصميم ومصروفات الدعاية والتسويق والهوامش الربحية النسبة الأكبر في إجمالي تكلفة المنظومة وبنسبة بلغت نحو 67,1%، 66,3% في حالة كل من منظومتى الوحدات السكنية، والتجارية على الترتيب، ويأتى مكون تكلفة التمويل، والإشراف على التنفيذ، ورسوم التراخيص، والهوامش الربحية في المركز الأول بين هذه التكلفة وبنسبة تبلغ نحو 50% من إجمالي التكلفة (جدول 2/4)... وفي المانيا جاءت تقديرات هيكل تكلفة منظومة الوحدات السكنية عن عام 2011 بما يشير إلى أن تكلفة مكونات هذه المنظومة من المعدات المختلفة تبلغ ما نسبته 79,3% من إجمالي تكلفة المنظومة، وتأتى تكلفة الألواح الضوئية في المركز الأول بين تكلفة مفردات المعدات وبنسبة تبلغ نحو 60,6% من إجمالي التكلفة ثم يليها تكلفة المحول ثم المعدات الأخري (بطاريات ومنظم ...ألخ) وبنسبة بلغت نحو 11,0%، 7,7% من إجمالي تكلفة المنظومة وعلى الترتيب... أما تكلفة مفردات تصميم المنظومة والدعاية والتسويق، وتركيب المعدات والتمويل، والهوامش الربحية فتشكل في مجموعها ما نسبته 20,7% من إجمالي تكلفة المنظومة.[1]

جدول رقم (1/4) أسعار منظومة توليد الكهرباء من الخلايا الضوئية في بعض الدول لعام 2013
(دولار/ وات)

البيان	الصين	أستراليا	المانيا	إيطاليا	إنجلترا	فرنسا	اليابان	أمريكا
1- وحدات سكنية	1,5	1,8	2,4	2,8	2,8	4,1	4,2	4,9
2- أغراض تجارية	1,4	1,7	1,8	1,9	2,4	2,7	3,6	4,5
3- مشروعات كبيرة	1,4	2,0	1,4	1,5	1,9	2,2	2,9	3,3

المصدر:

Energy Agency, Technology Road map, solar photovoltaic energy, Paris, International France, 2014.

[1] Joachin seel & others, why ore residential pv prices in Germany so much lower than in the united states, us Department of energy, February, 2014 Revision.

جدول رقم (2/4) تكلفة مكونات منظومة توليد الكهرباء من الخلايا الضوئية للأغراض المنزلية والتجارية في كل من اليابان، وأمريكا في عام 2013

المكونات	اليابان*				أمريكا			
	وحدات سكنية		تجاري		وحدات سكنية		تجاري	
	دولار/وات	%	دولار/وات	%	دولار/وات	%	دولار/وات	%
(1) معدات:	2,60	56,0	2,19	61,0	1,62	32,9	1,52	33,7
• ألواح خلايا ضوئية	1,83	39,3	1,54	42,9	0,76	15,4	0,80	17,7
• محول	0,34	7,3	0,31	8,6	0,38	7,7	0,22	4,9
• أخري	0,43	9,3	0,35	9,7	0,49	10,0	0,49	10,9
(2) أجور عمال، ودعاية وتسويق، وتصميم، وتكلفة التمويل، والإشراف، والهامش الربحي	2,04	44,0	1,40	39,0	3,30	67,1	2,99	66,3
• أجور عمال	0,65	14,0	0,25	7,0	0,48	9,8	0,44	9,8
• تكاليف تصميم ودعاية وتسويق	0,23	5,0	0,20	5,6	000	000	0,26	5,8
• أخري	1,16	25,0	0,95	26,5	**2,82	**57,3	2,29	50,8
الإجمالي	4,64	100	3,59	100	4,92	100	4,51	100,0

المصدر:

B. Friedman & others, Comparing photovoltaic (PV) costs and deployment drivers in Japan and us, National Renewable energy Laboratory of us, June 2014.

* بيانات الربع الأول من عام 2013.

** تشمل تكاليف التصميم والدعـاية والتسويق.

هذا وإذا كان العرض السابق يشير إلى تباين تكلفة هذه المنظومة في بعض الدول عنه في البعض الآخر من الدول المشار إليها، وعلى النحو السابق ذكره، فقد يكمن السبب في ذلك وفي المقام الأول إلى التباين في مفردات تكلفة تصميم النظم، والتسويق، وأجور عمال التركيب، والتمويل والهوامش الربحية، ثم يأتى بعد ذلك التباين في تكلفة مفردات معدات المنظومة، والتى حققت البعض من هذه الدول تطوراً كبيراً في تكنولوجيات تصنيع هذه المعدات، وفي وفورات السعة الكبيرة في إنتاجيتها (خاصة الصين، وألمانيا).... وهنا يأتى التساؤل عن تكلفة هذه المنظومة في مصر؟ ..... إن الإجابة على هذا التساؤل قد يصعب أو يتعذر تحديدها في الوقت الراهن لأسباب كثيرة من بينها: (1) تعد مصر مستورداً للمعدات المكونة لهذه المنظومة، ومن ثم قد يتكون مصدر الواردات من أي من مفردات هذه المعدات من عدد كبير من الدول والتى تتباين فيما بينها سواء من حيث الجودة أو السعر، (2) قد تتكون المنظومة الواحدة من بعض المعدات المستوردة من دولة معينة، وبعض المعدات الأخري المستوردة من دولة

أخري، (3) على الرغم من وجود بعض الشركات المحلية المؤهلة لتركيب مكونات هذه المنظومة، إلا أن ممارساتها في هذا الشأن مازالت محدودة، (4) إن محاولة تقدير تكلفة هذه المنظومة في مصر قد تخرج بتقديرات عديدة لمنظومة بحجم معين للأسباب الثلاث الأولي المشار إليها. ولهذه الأسباب قد تفترض الدراسة الحالية تساوي التكلفة المحلية لهذه المنظومة مع نظائرها بأي من الدول الخمس الأولي المشار إليها من قبل وبما يتراوح ما بين 1,5–2,8 دولار/وات، وذلك مع فرضيات: (1) استيراد مصر لمعدات مكونات هذه المنظومة من الدول المصدرة لها الأقل تكلفة ، (2) أن التكلفة المحلية لمفردات تصميم وتسويق المنظومة، وأجور العمالة اللازمة لتركيب هذه المعدات وتوصيلها، والإشراف عليها، والهامش الربح لإنشاء هذه المنظومة تتساوى مع تكلفة هذه المفردات بقائمة تكلفة هذه المنظومة بالدول المصدرة لها، خاصة، وأن السياسة المصرية تنطوي على إعفاء الواردات من معدات هذه المنظومة من الرسوم الجمركية.

(4) <u>المفاضلة ما بين منظومة الخلايا الضوئية، والشبكة العمومية للكهرباء:</u>

تعد التكلفة هى المعيار الأولي للمفاضلة ما بين استخدام الكهرباء المولدة من الخلايا الضوئية، والحصول عليها من الشبكة، سواء كان ذلك من منظور الدولة أو المستهلك، وإن أختلف مفهوم التكلفة بالنسبة لكل منهما، حيث يقصد بالتكلفة من منظور الدولة التكلفة الحقيقية لتوليد الكهرباء بالشبكة العمومية، بينما تعنى التكلفة بالنسبة للمستهلك ما يدفعه للشبكة العمومية مقابل استخداماته من الكهرباء. وإذا ما جاء استخدام منظومة الخلايا الضوئية كبديل (أو مكمل) للشبكة العمومية في توفير الكهرباء جاءت مفاضلة المستهلك ما بين البديلين على أساس نتائج المقارنة بين تكلفة هذه المنظومة، وتكلفة ما يدفعه إلى الشبكة العمومية مقابل استهلاكه من الكهرباء... كما تأتى مفاضلة الدولة بين كلا البديلين على أساس نتائج المقارنة ما بين التكلفة الحقيقية لتوليد الكهرباء في كل من البديلين... ولقد تناول الفصل الأول من الدراسة تقدير التكلفة الحقيقية للكهرباء المولدة من المحطات الحرارية بالشبكة العمومية بنحو 0,43 جنيه/كيلو وات،ساعة خلال عام 2011/2010، ومع ذلك فقد نشرت وزارة الكهرباء (بتاريخ 2015/5/21) أن التكلفة الحقيقية لتوليد الكهرباء بالشبكة العمومية خلال هذا العام بلغت نحو 0,474 جنيه/ ك.و.س وكمتوسط مرجح للمصادر المختلفة لتوليد الكهرباء (حرارى/مائى)، كما تضمنت هذه النشرة أيضاً أسعار المستهلك التى يستهدف تطبيقها من أول يوليو 2015، وعلى النحو المبين بالجدول رقم (3/4).

ولغرض بيان نتائج هذه المفاضلة في الحالة المصرية، تم إختيار نموذج لوحدة سكنية يبلغ متوسط إستهلاكها اليومي من الكهرباء 8 ك.و.س، وبما يعادل 240 ك.و.س شهريا، 2880 ك.و.س سنويا، ومن ثم إجراء المفاضلة فيما بين حصولها على احتياجاتها اليومية من الكهرباء من خلال منظومة للخلايا الضوئية، أو من خلال الشبكة العمومية للكهرباء، وذلك إلى جانب إجراء المفاضلة بين كلا البديلين من المنظور الاقتصادي، وذلك في إطار الافتراضات التالية:

جدول رقم (3/4) أسعار المستهلك للكهرباء والمستهدف تنفيذها من أول يوليو 2015

(جنيه/ك.و.س)

الشرائح الشهرية	السعر الجارى	السعر في 2015/7/1
أقل من 50 ك.و.س	0,075	0,090
50- 100 ك.و.س	0,145	0,170
101- 200 ك.و.س	0,160	0,200
201- 250 ك.و.س	0,24	0,290
251- 650 ك.و.س	0,34	0,39
651- 1000 ك.و.س	0,60	0,68
أعلى من 1000 ك.و.س	0,74	0,78

المصدر: جريدة الأخبار، القاهرة، 21 مايو 2015

أن التكلفة المحلية لمنظومة الخلايا الضوئية للوحدات السكانية تساوي أسعار المنظومات المماثلة في الصين، أو ألمانيا، أو إيطاليا وإنجلترا (كبدائل).

- إن العمر الافتراضي 25 سنة، وبما يماثل فترة الضمان التى تقدمها المؤسسات المصممة لهذه المنظومات.
- استبدال مجموعات بطاريات تخزين الكهرباء بالمنظومة كل 8 سنوات، وأن تكلفة هذه المجموعة تعادل 10% من إجمالي تكلفة المنظومة.. كما تمثل مصروفات الصيانة السنوية للمنظومة نحو 1% من تكلفتها.
- أن عدد ساعات سطوع الشمس في مصر يتراوح ما بين 9-11 ساعة، وبمتوسط يومي يبلغ 10 ساعات.

وفي إطار الافتراضات المشار إليها تقدر القدرة المركبة لمنظومة الخلايا الضوئية اللازمة لتوليد الاحتياجات اليومية من الكهرباء لهذه الوحدات السكنية بحوالي 800 وات كما تقدر تكلفتها الأولية بحوالى

1200، 1920، 2240 دولار وفقا لأسعار هذه المنظومة في كل من الصين، وألمانيا، وإيطاليا أو إنجلترا على الترتيب، وهو ما يعادل 9180، 14688، 17136 جنيها على التوالي وفقا لسعر الصرف الجاري حاليا والبالغ 7,65 جنيه/للدولار. أما بالنسبة لتكلفة الصيانة السنوية، وتكلفة الاستبدال الدوري لمجموعة بطاريات تخزين الكهرباء فتقدر على النحو الوارد بالجدول رقم (4/4). وبالنسبة لقيمة الكهرباء المولدة من المنظومة من منظور المستهلك بالوحدة السكنية المختارة فتقدر وفقا للسعر المنتظر أن يدفعه إلى الشبكة العمومية (البديل لمنظومة الخلايا الضوئية)، والذى حدد لهذه الشريحة بواقع 0,29 جنيه/ك.و.س، وحيث تعبر هذه القيمة عن قيمة الوفر في فاتورة استهلاكه السنوي من الشبكة العمومية، عند استبدالها بمنظومة الخلايا الضوئية، ومن ثم تعبر هذه القيمة عن إجمالي عائد المستهلك مقابل تكلفة هذه المنظومة... أما القيمة الاقتصادية للكهرباء المولدة فتقدر وفقا للتكلفة الحقيقية لتوليد الكهرباء بالشبكة العمومية والمقدر بواقع 0,474 جنيه/ك.و.س، وذلك على النحو الوارد بنفس الجدول سابق الذكر... وفي ضوء تقديرات تكلفة المنظومة واجمالى العائد منها تأتى تقديرات صافى العائد السنوي من منظور المستهلك، والمنظور الاقتصادي على النحو الوارد بالجدول رقم (5/4).

إن تحديد صافى العائد السنوي لكل من المستهلك، والاقتصاد، يمكن أن يستخلص منه طول فترة الاسترداد، والعائد على الاستثمار في المنظومة لمعيارين لإجراء عملية المفاضلة المشار إليها، وعلى النحو المبين بالجدول رقم (6/4)، والتى يمكن إيجاز مدلولها من منظور المستهلك، والمنظور الاقتصادي فيما يلى:

(أ) منظور المستهلك: تقدر فترة استرداد الاستثمار بالمنظومة الصينية (الأقل تكلفة) بنحو 13 سنة، 5 أشهر، إلا أن العائد على الاستثمار بها يقدر بنحو 3,50%، وهو ما يعد أقل وبحدود كبيرة عن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال من منظور المستهلك ومن ثم تأتى مفاضلته للإبقاء على مشاركته في الشبكة العمومية باعتبارها البديل الأقل تكلفة في توفير احتياجاته من الكهرباء، وذلك دون الاستثمار في هذه المنظومة التى تعد أعلى تكلفة. وتزداد درجة أفضلية المستهلك للحصول على احتياجاته من الشبكة العمومية في حالة كل من المنظومة الألمانية، والمنظومة الإيطالية أو الانجليزية لارتفاع التكلفة الاستثمارية بكل منها، وامتداد فترة استرداد استثماراته إلى ما بعد العمر الافتراضي لهذه المنظومة، حيث تصل فترة الاسترداد إلى ما يزيد عن 25 سنة في حالة المنظومة الألمانية، وإلى ما يزيد عن 33 سنة في حالة المنظومة الإيطالية أو الانجليزية، وهو ما يعنى تحقيق المستهلك لمزيد من الخسائر مع الاستثمار في أي من هذه المنظومات.

جدول رقم (4/4) قيمة الكهرباء المولدة، والتكلفة الأولية
والسنوية لمنظومة الخلايا الضوئية لنموذج الوحدة السكنية المختار

السنوات	قيمة الكهرباء المولدة سنويا من منظور:		التكلفة الأولية والسنوية للمنظومة		
	المستهلك	الاقتصاد	الصينية	الألمانية	الايطالية أو الانجليزية
1	835,2	1365,1	9180,0	14688	17136
2-8	835,2	1365,1	91,8	146,9	171,4
9	835,2	1365,1	1009,8	1615,7	1885,0
10-17	835,2	1365,1	91,8	146,9	171,4
18	835,2	1365,1	1009,8	1615,7	1885,0
19-25	835,2	1365,1	91,8	146,9	171,4

المصدر: إستخلاصات الدراسة، وفقا للافتراضات الواردة في مضمونها.

جدول رقم (5/4) صافى العائد السنوي للمستهلك، وصافى العائد الاقتصادي
لمنظومة الخلايا الضوئية لنموذج الوحدة السكنية المختارة

(جنيه)

السنوات	صافى العائد السنوي للمستهلك (جنيه)			صافى العائد الاقتصادي السنوي (جنيه)		
	المنظومة الصينية	المنظومة الألمانية	المنظومة الايطالية أو الانجليزية	المنظومة الصينية	المنظومة الألمانية	المنظومة الايطالية أو الانجليزية
1	(8344,8)	(13852,8)	(16301)	(7815)	(13323)	(15771)
2-8	743,4	688,3	663,8	1273,3	1218,2	1193,7
9	(174,6)	(780,5)	(1049,8)	355,3	(250,6)	(519,9)
10-17	743,4	688,3	663,8	1273,3	1218,2	1193,7
18	(174,6)	(780,5)	(1049,8)	355,3	(250,6)	(519,9)
19- 25	743,4	688,3	663,8	1273,3	1218,6	1193,7

المصدر: حسبت من الجدول رقم (4/4).

جدول رقم (6/4) فترة الاسترداد، والعائد على الإستثمار من منظومة توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية لوحدة سكنية

المنظومة/ والقطاع	فترة الإسترداد			معدل العائد الداخلى (%)
	يوم	شهر	سنه	
(1) المنظومة الصينية:				
• مستهلك	2	5	13	3,50
• الاقتصاد	15	2	7	13,32
(2) المنظومة الألمانية:				
• مستهلك	9	7	25	00000
• الاقتصاد	21	-	12	6,05
(3) المنظومة الايطالية والانجليزية:				
• مستهلك	21	6	33	.....
• الاقتصاد	8	4	14	4,16
مع إنخفاض التكلفة 20%				
(1) المنظومة الصينية:				
• مستهلك	3	6	11	8,94
• الاقتصاد	7	8	5	18,13
(2) المنظومة الألمانية:				
• مستهلك	24	5	19	2,96
• الاقتصاد	10	4	10	9,31
(3) المنظومة الايطالية أو الانجليزية:				
• مستهلك	26	2	23	0,98
• الاقتصاد	2	2	12	7,14

المصدر: حسبت من الجدول رقم (5/4).

(ب) المنظور الاقتصادى: تقدر فترة استرداد الاستثمار في المنظومة الصينية بنحو 7سنوات، 2 شهر، كما يقدر العائد الاقتصادي على هذه الاستثمارات بنحو 13,32% وهو ما قد يرفع الاستثمار بهذه المنظومة إلى مستوي الأفضلية (عن الشبكة العمومية)، وإن أختلف الوضع في حالة المنظومات الألمانية والايطالية أو الانجليزية، حيث امتداد فترة استرداد الاستثمار إلى فترة أطول تصل إلى نحو 12سنة في حالة المنظومة الألمانية، وإلى ما يزيد عن 14 سنة في حالة المنظومة الايطالية أو الانجليزية، وينخفض معدل العائد الاقتصادي على الاستثمار بهما إلى نحو 6%، 4,2% وعلى الترتيب، وهو ما يقل عن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال، وبما يعنى تحقيق الاقتصاد لخسائر مع الاستثمار في كل من المنظومات الأخيرة.

هذا وإذا كان العرض السابق يشير إلى توافق كل من منظور المستهلك والمنظور الاقتصادي من حيث رفض الاستثمار في منظومات الخلايا الضوئية الألمانية والايطالية أو الانجليزية لارتفاع التكلفة، ومن ثم منح الأفضلية للشبكة العمومية في توليد وتوفير الكهرباء للمستهلك، إلا أن الأمر يختلف بالنسبة للمنظومة الصينية (الأقل تكلفة) حيث تأتى الأفضلية للاستثمار في هذه المنظومة (وكبديل للشبكة العمومية) من المنظور الاقتصادي، وتأتى الأفضلية للشبكة العمومية من منظور المستهلك، وبما يعنى

غياب التوافق فيما بين المنظورين بالنسبة للاستثمار في هذه المنظومة، وهو ما يعنى وبالتبعية أن توفير التوافق فيما بين المنظورين في هذه الحالة يستلزم إلغاء دعم الكهرباء للوصول بسعر المستهلك إلى مستوي التكلفة الحقيقية لتوليد الكهرباء بالشبكة العمومية، وهو ما يعنى زيادة سعر المستهلك لهذه الشريحة من استهلاك الكهرباء (240 ك.و.س/شهريا) بنسبة 63,4%

[0,474 / 0,29]، إذا ما أريد دفع المستهلك إلى الاستثمار في هذه المنظومة، وإن بقيت أفضلية الشبكة العمومية لتوفير احتياجات من الكهرباء باقية في هذه الحالة بالنسبة للاستثمار في المنظومات الأخري المرتفعة التكلفة.

لقد تم بناء المفاضلات المشار إليها في ظل فرضية ثبات تكلفة منظومة الخلايا الضوئية بالدول المشار إليها (وبالتبعية في مصر) عند المستويات السعرية لعام 2013، إلا أن الواقع الفعلى والجاري في أسواق هذه المنظومة يشير إلى وجود التناقص السريع في تكلفة هذه المنظومة حيث أنخفض، وعلى سبيل المثال، سعر ألواح الخلايا الضوئية في الصين بنسبة بلغت نحو 61,5% في الفترة ما بين عامي 2011، 2014 ليصل إلى نحو 0,50 دولار/وات في العام الأخير مقابل 1,30 دولار/وات في عام 2011، وهو ما يعزي إلى إنخفاض تكلفة التصنيع وتحسين كفاءة التحويل، ويتوقع وجود إنخفاض آخر بنسبة 30%–40% في السنوات القليلة القادمة.... وفي هذا الشأن أيضاً تأتى وكالة الطاقة الأولية بتوقعاتها بانخفاض تكلفة توليد الكهرباء من منظومة الخلايا الضوئية بنسبة تبلغ 25% مع عام 2020، وبنسبة 45% مع عام 2030، وبنسبة 65% مع عام 2050[1] .... ولهذا فقد تضمنت تقديرات الدراسة لمؤشري المفاضلة السابق ذكرهما (فترة الاسترداد/ ومعدل العائد على الاستثمار) مع فرضية انخفاض الأسعار الحالية للمنظومة بالأسواق السابق ذكرها بنسبة 20% عنه في عام 2013، وذلك على النحو الوارد بالجدول رقم (6/4) السابق ذكره، والذي يشير إلى تحسن هذه المؤشرات بالنسبة لكل من المستهلك، والاقتصاد، حيث ترتفع فترة استرداد تكلفة المنظومة الصينية بالنسبة للمستهلك لتصل إلى نحو 11 سنة، 6 أشهر، كما يرتفع معدل العائد على استثماراته في هذه المنظومة ليصل إلى ما يقرب من 9%، ومن ثم ينتقل بمنظومة الخلايا الضوئية إلى نقطة الأفضلية عن الشبكة العمومية من منظور المستهلك...، كما يتحسن مستوي أفضلية هذه المنظومة من المنظور الاقتصادي، حيث قصر فترة استرداد التكلفة لتصل إلى نحو 5 سنوات، 8 شهر، كما يرتفع معدل العائد على الاستثمار ليصل إلى نحو 18,13، وإن ظلت كل من المنظومات الألمانية، والايطالية أو الانجليزية خارج دائرة الأفضلية حيث يبقى طول فترة الاسترداد، ومعدل العائد على الاستثمار بكل منها خارج نطاق القبول سواء من منظور المستهلك أو الاقتصاد.

(1) وكالة الطاقة الدولية، مرجع سابق.

(5) المفاضلة ما بين منظومة الخلايا الضوئية، واستخدام المشتقات البترولية في الأنشطة الزراعية:

خلصت الدراسة في الفصل الثالث منها إلى انحصار أداء غالبية وأهم العمليات الزراعية في استخدام القوي الميكانيكية والممثلة وبدرجة أساسية في الجرارات الزراعية، وطلمبات رفع مياه الرى والتى يتم تشغيلها بمحركات الديزل، ومن ثم تأتى المفاضلة فيما بين تشغيل الجرارات الزراعية وطلمبات مياه الري بإستخدام المشتقات البترولية (كبديل أول)، وتشغيلها بإستخدام البديل الأول، والثاني حيث تأتى المفاضلة لصالح البديل الأقل تكلفة، وهو ما يمكن تناوله على النحو الوارد فيما يلى:

(1/5) تتباين القدرات الميكانيكية لمحركات الديزل من آلة زراعية إلى أخري وفقا للغرض من استخدامها، حيث هناك الجرارات الزراعية، وطلمبات رفع المياه ذات القدرات الميكانيكية الصغيرة، كما أن هناك منها ذات القدرات الميكانيكية الكبيرة، وعلى نحو ما سبق بيانه من قبل... ويتبع ذلك أيضاً التباين في إستهلاك هذه المحركات من الوقود، والزيوت، تبعاً لقدراتها الميكانيكية... ففي إستقصاء حول معدل إستهلاك محركات الديزل للجرارات الزراعية، وطلمبات رفع المياه من الوقود والزيوت، من خلال مجموعة من حائزى ومشغلى هذه الآلات الزراعية جاءت النتائج على النحو المبين بالجدول رقم (7/4)، والتى تشير إلى أن متوسط إستهلاك محرك الديزل لطلمبة رفع المياه ذات قدرة 5 حصان يبلغ نحو 1,6 لتر سولار/ساعة، ويزداد هذا المتوسط ليصل إلى نحو 6 لتر سولار/ساعة في حالة المحركات ذات قدرة 90-100 حصان ميكانيكى .. أما بالنسبة لاستهلاك هذه المحركات من الزيوت فتصل إلى نحو 4 لتر/100 ساعة في حالة المحركات 12 حصان فأقل وتزداد إلى 8 لتر/100 ساعة في حالة المحركات 24- أقل من 50 حصان كما تصل إلى نحو 10 لتر/100ساعة في حالة المحركات 50 حصان ثم إلى 12لتر/100ساعة في حالة المحركات 90-100 حصان ميكانيكي، أما بالنسبة لمصروفات الصيانة السنوية فقد جاءت نتائج الاستقصاء بتقديرها بحوالى 400 جنيه في المتوسط في حالة المحركات 5-12 حصان ميكانيكى وترتفع لتصل إلى نحو 625 جنيه في المتوسط في حالة المحركات 24 حصان ميكانيكى ثم إلى 750 جنيه في المتوسط في حالة المحركات 30- أقل من 50 حصان، وتزداد لتصل إلى نحو 875 جنيه في المتوسط في حالة المحركات 50 حصان فأكثر.

(2/5) أما بالنسبة لتكلفة منظومة الخلايا الضوئية (البديل الثانى) فمن الطبيعي أيضاً أن تتباين هذه التكلفة مع التباين في حجم المنظومة المطلوبة والمكافئة للقدرات الميكانيكية لمحركات الديزل بالبديل الأول، حيث يحدد حجم المنظومة المطلوبة بما يعادل 75% تقريباً من القدرة الميكانيكية لمحرك الديزل... فقدرة منظومة الخلايا الضوئية المكافئة لقدرة ميكانيكية 5 حصان، وعلى سبيل المثال، تقدر

بنحو 3,75 ك.و، كما تقدر قدرة منظومة الخلايا الضوئية المكافئة لقدرة ميكانيكية 50 حصان بنحو 37,5 ك.و (50 × 0,75)... أما بالنسبة لتكلفة هذه المنظومة فهى وإن اختلفت باختلاف قدرة المنظومة المطلوبة، إلا أنها قد تختلف أيضاً باختلاف تكلفة وحدة القدرة (وات) والتى تختلف باختلاف الدول المنتجة والمصدرة لهذه النظم، وعلى نحو ما يشير إليه الجدول رقم (1/4)، حيث تقدر تكلفة وحدة القدرة بواقع 1,4 دولار/وات في حالة المنظومة التجارية الصينية، وتزداد إلى 1,8 دولار/وات

جدول رقم (7/4) معدل إستهلاك محركات الديزل لطلمبات مياه الري
من الوقود والزيوت ومصروفات الصيانة السنوية

القدرة الميكانيكية (حصان)	معدل الاستهلاك من السولار(لتر/ساعة)	معدل الاستهلاك من الزيوت(لتر/100ساعة	مصروفات الصيانة السنوية (جنية)
5	1,6	4	400
7	1,75	4	400
12	2,50	4	400
24	3,3	8	625
30	4,0	8	750
50	5	10	875
80	6	12	875
90-100	6,75	12	875

المصدر: نتائج استقصاء من خلال مجموعة من حائزي ومشغلى الجرارات الزراعية وطلمبات مياه الري.

في حالة المنظومة التجارية الألمانية ثم إلى 1,9 دولار/وات، 2,4 دولار/وات في حالة كل من المنظومة الإيطالية، والمنظومة الإنجليزية على الترتيب... وإذا كانت الدراسة الحالية قد افترضت من قبل تماثل تكلفة وحدة القدرة (وات) لهذه المنظومة محليا مع أسعار أي من منظومات هذه الدول في حالة الاستهلاك للأغراض المنزلية، فإنها تفترض أيضاً تماثل تكلفة وحدة القدرة لمنظومة الخلايا الضوئية اللازمة لأغراض الزراعة والري، مع تكلفة وحدة القدرة لمنظومة الخلايا الضوئية اللازمة للأغراض التجارية في هذه الدول أيضاً، كما يضاف إلى ذلك أيضاً– وبغرض تخفيض التكلفة– غياب الحاجة إلى مكون تخزين الكهرباء (البطاريات) والمحول الكهربائى في المنظومة اللازمة لأغراض الزراعة والري، حيث إمكانية تشغيل هذه المنظومة والاستفادة منها في فترات النهار، ودون الحاجة إلى تخزين الكهرباء أو تحويل التيار المستمر إلى تيار متردد... وإذا كانت تقديرات تكلفة مجموعة البطاريات والمحول في المنظومات المشار إليها من قبل تبلغ ما يقرب ن 18% من إجمالى تكلفة المنظومة بكل من الدول المشار إليها من قبل، فيمكن تقدير تكلفة وحدة القدرة (وات) في المنظومة اللازمة للأغراض الزراعية بنحو 1,148 دولار/وات في حالة المنظومة الصينية، وبنحو 1,476 دولار/وات في حالة المنظومة الألمانية، وتزداد لتصل إلى نحو 1,558 دولار/وات في حالة المنظومة الإيطالية ثم إلى 1,968 دولار/وات في حالة المنظومة الإنجليزية.. أما مصروفات الصيانة السنوية فيمكن تقديرها بما يعادل 1% من تكلفة المنظومة.

(3/5) تقدر تكلفة منظومة الخلايا الضوئية بتكلفة الاستثمار في مكونات المنظومة وبناءها، بالإضافة إلى تكلفة الصيانة السنوية اللازمة، ومن ثم تقدر التكلفة السنوية لتشغيل هذه المنظومة بقيمة القسط السنوى لإهلاك التكلفة الإستثمارية مضافاً إليه تكلفة الصيانة السنوية... ومع فرضية أن العمر الإفتراضى لهذه المنظومة يبلغ نحو 25سنة، وأن سعر الصرف للدولار يبلغ 7,8 جنيه، فيمكن تقدير التكلفة السنوية لتشغيل منظومات الخلايا الضوئية المكافئة لقدرات محركات الديزل المتواجدة بالجرارات الزراعية، وطلمبات مياه الري بالزراعة المصرية على نحو ما هو وارد بالجدول رقم (8/4) ... وفي المقابل جاءت تقديرات تكلفة تشغيل محركات الديزل المتواجدة بالجرارات الزراعية وطلمبات رفع المياه على أساس معدل استهلاكها من الوقود والزيوت في الساعة من أوقات تشغيلها، بينما جاءت تقديرات تكلفة صيانتها السنوية على أساس سنوى... ومن ثم فإن المقارنة الصحيحة فيما بين تكلفة كل من البديل الأول، والثانى تستلزم تقدير تكلفة تشغيل كل من النظامين على أساس تكلفة الساعة من فترات التشغيل، وهو ما يستلزم، وبالتبعية، تحديد عدد ساعات التشغيل لكلا النظامين.. وهنا قد يكون من السهل تقدير عدد ساعات التشغيل وبالتقريب في نشاط رفع المياه ورى المحاصيل، بينما قد يتعذر ذلك في حالة إستخدام الجرارات الزراعية، حيث تعدد أنشطة ومجالات إستخدامها.

وبالنسبة لعدد ساعات تشغيل طلمبات رفع المياه سنويا فيمكن تقديره بعد إستبعاد فترات التوقف عن الري فيما بين نهاية موسم زراعي، وبدأ الموسم الزراعي التالي له، وكذلك فترة التوقف عن تشغيل هذه الآلات في فترة مناوبات الري بين الترع حيث تقدر الدراسة فترة التوقف عن الري مع نهاية موسم زراعي، وبداية الموسم الزراعي التالى له بما يقرب من 55 يوماً في المتوسط، وبما يعادل 110 يوماً في المتوسط على مدار العام، وحيث تمارس أعمال ري الزراعات في الفترات المتبقية من العام والتى تقدر بنحو 250 يوماً (360−110= 250 يوم)، كما تتضمن الفترات الأخيرة أيضا توقف أعمال الري في بعض المناطق مقابل إجراءها في مناطق أخري وفقا لما يعرف بنظام مناوبات الري، حيث توزيع المياه على بعض المناطق مقابل حرمان البعض الآخر منها، ويغلب أن يتم ذلك بنسبة 50% من المساحات المستهدف ريها، وفي ضوء هذه التقديرات يمكن تقدير طول الفترات التى يتوقع أن يتم تشغيل طلمبات رفع المياه خلالها بنحو 125 يوماً في المتوسط.

ومع فرضية تشغيل طلمبة مياه الري أثناء النهار ولفترة 10 ساعات يوميا خلال الفترة الأخيرة، يمكن تقدير عدد الساعات السنوية لتشغيل هذه الآلة بنحو 1250 ساعة في المتوسط .

ومع ذلك يمكن النظر إلى التقدير الأخير لعدد ساعات التشغيل على أنه يمثل الحد الأعلى، حيث هناك الكثير من المحاصيل الزراعية التى تمتد فترة التوقف عن ريها لأكثر من مناوبة واحدة، ومن ثم توقع إنخفاض ساعات التشغيل عن التقدير السابق بنسبة قد تصل 25%، أو 50%، وهو ما يجعل من هذه التوقعات سيناريوهات في تحليل تكلفة كل من البديلين المشار إليهما...

(4/5) وفي ضوء المعلومات والافتراضات المشار إليها تأتى تقديرات الدراسة لتكلفة تشغيل منظومة الخلايا الضوئية في ظل ثلاث سيناريوهات لعدد ساعات التشغيل السنوية للمنظومة، ولقدرات متباينة لهذه المنظومة (والمعادلة للقدرات الميكانيكية لمحركات الديزل في الزراعة المصرية)، وذلك على النحو الوارد بالجدول رقم (8/4) المشار إليه من قبل، والذى يتضمن تقدير تكلفة تشغيل هذه المنظومة مع فرضية الإستثمار في المنظومة الصينية، أو في المنظومة الألمانية... ففي ظل السيناريو الأول والذي يفترض تشغيل المنظومة لفترة 1250 ساعة سنويا، تأتى تقديرات تكلفة تشغيل المنظومة الصينية وبالنسبة لقدرة إنتاجية 3,75 ك.و. بحوالي 1,34 جنيه/ ساعة، وتزداد مع زيادة القدرة الإنتاجية للمنظومة لتصل إلى نحو 24,177 جنيه/ساعة في حالة المنظومة ذات القدرة الإنتاجية 67,5ك.و. وترتفع تكلفة التشغيل في ظل السيناريو الثانى والذي يفترض تشغيل المنظومة لفترة 938 ساعة سنويا، حيث تصل إلى نحو 1,79 جنيه/ساعة في حالة المنظومة ذات القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و.، وتزداد لتصل إلى نحو 32,219 جنيه/ساعة في حالة المنظومة ذات القدرة الإنتاجية 67,5ك.و.، ومن الطبيعي أن ترتفع هذه التكلفة في ظل السيناريو الثالث والذي يفترض تشغيل المنظومة لعدد أقل من الساعات سنويا (625 ساعة)، وعلى النحو المبين بنفس الجدول المشار إليه... كما ترتفع تكلفة التشغيل أيضاً في حالة المنظومة الألمانية عنه في حالة المنظومة الصينية في ظل السيناريوهات الثلاث، حيث ارتفاع التكلفة الإستثمارية للمنظومة الألمانية عنه في حالة المنظومة الصينية.

وفي المقابل جاءت تقديرات تكلفة تشغيل منظومة الديزل (جنيه/ساعة) في ظل أسعار السوق الجارية للمشتقات البترولية (من سولار، وزيوت)، والبالغة 1,80 جنيه/لتر للسولار، 13,75 جنيه/لتر من الزيوت، وفي ظل التكلفة الحقيقية للسولار في عام 2012 والمقدرة بنحو 5 جنيه/لتر، وذلك في ضوء تقديرات كمية، وقيمة الإستهلاك من السولار بأسعاره الجارية خلال هذا العام، وقيمة الدعم الموجه للإستهلاك منه في نفس العام، والمقدر بنحو 48,3 مليار جنيه، بينما بلغت الكميات المستهلكة منه نحو

12,773 مليون طن، وبقيمة سوقية بلغت نحو 16,9 مليار جنيه[1]. ولقد شملت هذه التقديرات أيضا الثلاث سيناريوهات المشار إليها من قبل عن فترة التشغيل السنوية للمنظومة، وذلك على النحو المبين بالجدول رقم (9/4)... حيث تشير هذه التقديرات إلى أن تكلفة تشغيل المنظومة،

جدول رقم (8/4) إستثمارات بناء منظومة الخلايا الضوئية (الصينية، والألمانية)، وتكلفة التشغيل (جنيه/ساعة) في ظل بدائل ثلاث لعدد ساعات التشغيل السنوي

القدرة الانتاجية للمنظومة (ك.و)	المنظومة الصينية				المنظومة الألمانية				
	استثمارات المنظومة (جنيه)	الصيانة السنوية (جنيه/سنه)	تكلفة التشغيل (جنيه/ساعة)*			استثمارات المنظومة (جنيه)	الصيانة السنوية (جنيه/سنه)	تكاليف التشغيل (جنيه/ساعة)*		
			1250ساعة	938ساعة	625ساعة			1250 ساعة	938 ساعة	625 ساعة
3,75	33579	336	1,343	1,790	2,686	43173	432	1,727	2,302	3,454
5,25	47011	470	1,880	2,505	3,760	60442	604	2,418	3,222	4,835
9,0	80590	806	3,224	4,296	6,448	103615	1036	4,145	5,523	8,290
18,00	161179	1612	6,447	8,592	12,894	207230	2072	8,289	11,046	16,578
22,5	401474	2015	8,058	10,740	16,118	259038	2590	10,361	13,808	20,723
37,5	335790	3358	13,432	17,900	26,864	431730	4317	17,269	23,013	34,538
60,0	537264	5373	21,491	28,640	42,982	6907,8	6908	27,631	36,82	55,261
67,5	604422	6044	24,177	32,219	48,354	777114	7771	31,084	41,424	62,70

المصدر: حسبت وفقا للإفتراضيات الواردة في مضمون الدراسة.

* [القسط السنوي لاستهلاك الاستثمار في المنظومة (الاستثمار ÷ 25 سنة) + مصروفات الصيانة السنوية (1% من الاستثمارات] ÷ (عدد ساعات التشغيل السنوية).

وفي ظل السيناريو الأول، وبأسعار السوق تبلغ نحو 3,75 جنيه/ساعة بالنسبة للمنظومة ذات القدرة الميكانيكية 5 حصان، وترتفع مع زيادة قدرة المنظومة لتصل إلى نحو 14,50جنيه/ ساعة في حالة القدرة الميكانيكية 90 حصان، كما تقدر هذه التكلفة في حالة السيناريو الثانى (938 ساعة تشغيل/سنة) بحوالي 3,86 جنيه/ساعة في حالة منظومة القدرة الميكانيكية 5 حصان، وترتفع مع زيادة القدرة الميكانيكية للمنظومة لتصل إلى نحو 14,73 جنيه/ساعة في حالة القدرة 90 حصان. وترتفع التكلفة عن ذلك في حالة السيناريو الثالث (625 ساعة تشغيل/سنة)، وذلك على نحو ما هو مبين بالجدول المشار إليه ... أما بالنسبة لتقديرات هذه التكلفة وفقا للتكلفة الحقيقية للسولار (في عام 2012) وفي ظل السيناريو الأول، فتبلغ نحو 9,30 جنيه/ساعة بالنسبة للمنظومة قدرة 5 حصان، وترتفع مع زيادة قدرة المنظومة لتصل إلى نحو 36,78 جنيه/ساعة بالنسبة للمنظومة قدرة 90 حصان. ومع ارتفاع مستوي تكلفة التشغيل في ظل كل من السيناريو الثانى، والثالث عنه في السيناريو الأول، يأتى أيضاً ارتفاع مستوي تكلفة التشغيل مع زيادة قدرة المنظومة، وعلى نحو ما يشير إليه نفس الجدول السابق الذكر.

(1) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مستقبل الطاقة في مصر (مارس 2014)، والنشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة.

جدول رقم (9/4) تكلفة تشغيل منظومة الديزل (جنيه/ساعة) بأسعار السوق الجاري وبالأسعار الحقيقية للسولار في عام 2012، مع إفتراض فترات تشغيل مختلفة

القدرة الانتاجية	التكلفة بأسعار السوق (جنيه/ ساعة) مع فترات التشغيل			التكلفة بالأسعار الحقيقية للسولار في عام 2013 (جنيه/ ساعة) مع فترات التشغيل		
حصان	1250 ساعة	938 ساعة	625 ساعة	1250 ساعة	938 ساعة	625 ساعة
(1) 5 حصان	3,75	3,856	4,07	9,30	9,136	9,350
(2) 7 حصان	4,020	4,126	4,34	9,795	9,901	10,115
(3) 12 حصان	5,37	5,476	5,69	13,62	13,726	13,94
(4) 24 حصان	7,54	7,706	8,040	18,043	18,596	18,930
(5) 30 حصان	8,90	9,10	9,50	22,1	22,300	22,700
(6) 50 حصان	11,075	11,308	11,775	27,575	27,808	28,275
(7) 80 حصان	13,15	13,383	13,85	32,95	33,183	33,65
(8) 90 حصان	14,50	14,733	15,20	36,775	37,008	37,475

المصدر حسبت وفقا للافتراضات والتقديرات الواردة في مضمون الدراسة.

(5/5) إن المقابلة فيما بين تكلفة تشغيل منظومة الخلايا الضوئية، وتكلفة تشغيل منظومة الديزل، واتجاهات كل منها مع زيادة قدرة المنظومة تكشف عن النتائج الواردة في النقاط التالية:

- تزايد تكلفة تشغيل منظومة الخلايا الضوئية مع زيادة قدرة المنظومة، وبمعدلات مماثلة لمعدل الزيادة في قدرة المنظومة، بينما تزداد تكلفة تشغيل منظومة الديزل مع زيادة قدرة المنظومة، ولكن بمعدلات أقل (وبدرجة كبيرة) عن معدل الزيادة في قدرة المنظومة، وبما يشير إلى وجود وفورات في إستهلاك الوقود مع المنظومة الأكبر عنه في حالة المنظومة الأقل قدرة، وهو ما يتوقع أن يكون له تأثيره على المفاضلة فيما بين منظومة الخلايا الضوئية، ومنظومة الديزل، ولصالح منظومة الخلايا الضوئية ذات الحجم الصغير، عنه في حالة المنظومات ذات الحجم الأكبر.
- إن التغير في طول فترة التشغيل السنوي للمنظومة له تأثيراته غير المعنوية في حالة منظومة الديزل، بينما تأتى تأثيراته بمعدلات معنوية وكبيرة في حالة منظومة الخلايا الضوئية، وبما يشير إلى أهمية طول الفترة الزمنية للتشغيل السنوي للمنظومة الأخيرة في تحسين اقتصاديات استغلالها أو إحلالها محل منظومة الديزل.
- إذا ما أخذ متوسط تكلفة تشغيل كل من المنظومتين كمؤشر على أفضلية أي منهما حيث أفضلية المنظومة الأقل تكلفة في ظل الأسعار الجارية والحقيقية (للوقود)، وفي إطار كل من السيناريوهات الثلاث لفترات التشغيل السنوية، يمكن الوصول إلى النتائج التالية:

- مع الأسعار الحقيقية للوقود في منظومة الديزل تأتى الأفضلية لصالح منظومة الخلايا الضوئية الصينية وبأحجامها المختلفة المشار إليها في حالة كل من السيناريو الأول، والثانى لفترة التشغيل السنوي (1250، 938 ساعة) حيث إنخفاض تكلفة تشغيل منظومة الخلايا الضوئية عن تكلفة تشغيل القدرات 60 ك.و. فأكثر من منظومة الخلايا الضوئية حيث ارتفاع تكلفة تشغيلها عن تكلفة تشغيل القدرات المناظرة لها من منظومة الديزل (جداول 8/4، 9/4).
- وفي إطار الأسعار الحقيقية للوقود أيضا، وبالنسبة لمنظومة الخلايا الضوئية الألمانية فتكشف المقارنة فيما بين تكلفة تشغيل القدرات المختلفة منها، وتكلفة تشغيل القدرات المناظرة لها من منظومة الديزل عن أفضلية منظومة الخلايا الضوئية بمختلف قدراتها الإنتاجية في ظل السيناريو الأول، أما في حالة السيناريو الثانى (938 ساعة) فيستثنى من هذه الأفضلية القدرات 60ك.و. فأكثر حيث ارتفاع تكلفة تشغيلها عن تكلفة تشغيل القدرات المناظرة لها من منظومة الديزل... أما في حالة السيناريو التالف (625 ساعة تشغيل) فيستثنى من هذه الأفضلية أيضا منظومة الخلايا الضوئية ذات القدرة الإنتاجية 37,5 ك.و. فأكثر لنفس السبب المشار إليها (جداول 8/4، 9/4).
- أما في إطار الأسعار الجارية للوقود (المدعم) المستخدم في منظومة الديزل فتأتى الأولوية لمنظومة الخلايا الضوئية الصينية من القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25، 9,0، 18، 22,5 ك.و. في ظل السيناريو الأول لفترة التشغيل (1250 ساعة)، بينما تأتى الأفضلية لصالح القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25، 9,0 ك.و. في ظل السيناريو الثانى، وتنحصر الأفضلية في كل من القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25 ك.و. في حالة السيناريو الثالث، أما بالنسبة لمنظومة الخلايا الضوئية الألمانية فتنحصر أفضليتها في القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25، 9,0 ك.و. في ظل السيناريو الأول، وفي القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25 ك.و. في ظل السيناريو الثانى، بينما تنحصر الأفضلية في القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و. من هذه المنظومة في ظل السيناريو الثالث (جدولى 8/4، 9/4).
- وفي إطار الأسعار الحقيقية للوقود أيضاً، وبالنسبة لمنظومة الخلايا الضوئية الألمانية فتكشف المقارنة فيما بين تكلفة تشغيل القدرات المختلفة منها، وتكلفة تشغيل القدرات المناظرة لها من منظومة الديزل عن أفضلية منظومة الخلايا الضوئية بمختلف قدراتها الإنتاجية في ظل السيناريو الأول، أما في حالة السيناريو الثانى (938 ساعة) فيستثنى من هذه الأفضلية القدرات 60 ك.و. فأكثر حيث إرتفاع تكلفة تشغيلها عن تكلفة تشغيل القدرات المناظرة لها من منظومة الديزل,,, أما في حالة السيناريو الثالث (625 ساعة تشغيل) فيستثنى من هذه الأفضلية أيضاً منظومة الخلايا الضوئية ذات القدرة الإنتاجية 37,5 ك.و. فأكثر لنفس السبب المشار إليه (جداول 8/4، 9/4).

- أما في إطار الأسعار الجارية للوقود (المدعم) المستخدم في منظومة الديزل فتأتي الأولوية لمنظومة الخلايا الضوئية الصينية من القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25، 9,0، 18، 22,5 ك.و. في ظل السيناريو الأول لفترة التشغيل (1250 ساعة)، بينما تأتى الأفضلية لصالح القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25، 9,0 ك.و. في ظل السيناريو الثانى، وتنحصر الأفضلية في كل من القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25 ك.و. في حالة السيناريو الثالث، أما بالنسبة لمنظومة الخلايا الضوئية الألمانية فتنحصر أفضليتها في القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25، 9,0 ك.و. في ظل السيناريو الأول، وفي القدرات الإنتاجية 3,75، 5,25 ك.و. في ظل السيناريو الثانى، بينما تنحصر الأفضلية في القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و. من هذه المنظومة في ظل السيناريو الثالث (جداول 8/4، 9/4).
- قد لا يكون مؤشر تكلفة تشغيل كلا المنظومتين بالمؤشر الدقيق لتحديد أفضلية أو أولوية أختيار أي منهما خاصة من منظور الاستثمار في منظومة الخلايا الضوئية كبديل لمنظومة الديزل المستخدمة. ولهذا يغلب استخدام مؤشري فترة الاسترداد، ومعدل العائد على الاستثمار في هذه المنظومة لتحديد هذه الأفضلية أو الأولوية، وهنا ينظر إلى مقدار الوفر السنوي في تشغيل منظومة الديزل (عند استبدالها بمنظومة الخلايا الضوئية) كقسط سنوي لاسترداد رأس المال المستثمر في منظومة الخلايا الضوئية، والعائد على الاستثمار بها.. ومن إطار تكلفة تشغيل منظومة الديزل وفقا للأسعار الجارية والحقيقية للوقود، والأشخاص منظومة الخلايا الضوئية الصينية، يمكن تحديد أفضلية وأولويات المنظومة الأخيرة وفقا لمعياري فترة الإسترداد، ومعدل العائد على الاستثمار بها على النحو الوارد فيما يلى:

- في إطار التكلفة الحقيقية لتشغيل منظومة الديزل، وفي ظل السيناريو الأول لفترة التشغيل السنوي لكلا المنظومتين، تقدر فترة الاسترداد لرأس المال المستثمر في منظومة الخلايا الضوئية من القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و. بحوالي 2سنة، 11شهر، 21يوماً، وتزداد مع زيادة القدرة الإنتاجية لهذه المنظومة (ومن ثم الاستثمار بها) لتصل إلى نحو 15 سنة، 1 شهر، 20 يوماً في حالة المنظومة قدرة 67,5 ك.و. وعلى النحو الوارد بالجدول رقم (10/4). أما معدل العائد على الاستثمار فيبلغ نحو 33,6% في حالة القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و. من هذه المنظومة ويتناقص مع زيادة القدرة الإنتاجية للمنظومة ليصل إلى نحو 7,9% في حالة القدرة الإنتاجية 37,5 ك.و. من هذه المنظومة ثم إلى 4,4% في حالة القدرة الإنتاجية 60ك.و. (جدول/10/4) حيث يشير المؤشر الأخير (معدل العائد) إلى وجود هذه المنظومة بقدراتها الإنتاجية 37,5 ك.و. فأقل في دائرة الأفضلية أو الأولوية الاقتصادية، ومن ثم أفضلية إحلالها محل منظومة الديزل من القدرات

الإنتاجية 50 حصان فأقل، بينما تستبعد القدرات الإنتاجية الأعلى من 37,5 ك.و. من دائرة الأولوية الاقتصادية في إطار مفهوم تكلفة الفرصة البديلة للاستثمار. أما في ظل السيناريو الثانى لفترة التشغيل السنوى (938 ساعة) فتبلغ فترة الاسترداد لرأس المال المستثمر في هذه المنظومة 4 سنة، 28 يوماً في حالة القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و. وتزداد مع زيادة القدرة الإنتاجية 67,5 ك.و. وعلى نحو ما هو مبين بنفس الجدول سابق الذكر.. أما معدل العائد على الاستثمار في هذه المنظومة فيبلغ نحو 23,43% في حالة القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و. ويتناقص مع الاستثمار في القدرات الإنتاجية 22,5 ك.و. ثم إلى 1,38% في حالة القدرة الإنتاجية 67,5 ك.و. وعلى النحو الوارد بالجدول المذكور... وحيث يشير العائد على الاستثمار في ظل هذا السيناريو إلى وجود منظومة الخلايا الضوئية بقدراتها الإنتاجية 22,5 ك.و. في دائرة الأفضلية أو الأولية الاقتصادية، ومن ثم أفضلية إحلالها محل منظومة الديزل بقدراتها الإنتاجية المناظرة 30 حصان فأقل، ومن ثم وجود القدرات الإنتاجية الأعلى خارج هذه الدائرة.

- أما في إطار الأسعار الجارية لتكلفة وقود منظومة الديزل وفي ظل السيناريو الأول لفترة التشغيل السنوي للمنظومة، فتبلغ فترة استرداد رأس المال المستثمر في المنظومة نحو 7سنوات، 8 شهر، 18 يوماً في حالة المنظومة قدرة 3,75 ك.و. وتزداد مع الاستثمارات في القدرة الإنتاجية الأعلى لتصل إلى نحو 22 سنة، 1 شهر، 12 يوماً في حالة المنظومة قدرة 22,5 ك.و. وتزداد عن ذلك في حالة القدرات الإنتاجية الأعلى من ذلك لتتخطي العمر الافتراضي للمنظومة، وعلى نحو ما يشير إليه نفس الجدول سابق الذكر... أما معدل العائد على الاستثمار في ظل نفس السيناريو فيبلغ نحو 12,25% بالنسبة للاستثمار في القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و. ويتناقص مع الاستثمار في القدرات الإنتاجية الأعلى ليصل إلى نحو 8,42% في حالة القدرة الإنتاجية 5,25 ك.و. ثم إلى 5,34% في حالة القدرة الإنتاجية 9 ك.و. وليصل إلى 1,0% في حالة القدرة الإنتاجية 22,5 ك.و. ثم تحققت الخسائر مع القدرات الإنتاجية الأعلى عن ذلك .... وهنا تبدو منظومة الخلايا الضوئية ذات القدرات الإنتاجية 5,25 ك.و. فأقل من دائرة الأفضلية والقبول من منظور مستخدمي منظومة الديزل، وبالتالي القبول بإحلالها محل منظومة الديزل من القدرات الإنتاجية 7 حصان فأقل، بينما تبقى القدرات الإنتاجية الأعلى خارج دائرة القبول.. أما في ظل السيناريو الثانى لفترة التشغيل السنوي للمنظومة (938 ساعة)، فينحصر قبول مستخدمي منظومة الديزل لاستبدالها بمنظومة الخلايا الضوئية في المنظومة ذات القدرات الإنتاجية 3,75 ك.و. فأقل حيث يبلغ معدل العائد على الاستثمار بها نحو 8,52%، كما تبلغ فترة الاسترداد نحو 10 سنوات، 2 شهر، 24 يوماً، بينما تزداد فترة الإسترداد، ويتناقص معدل العائد على الاستثمار بمعدلات كبيرة مع

الاستثمار في المنظومة ذات القدرات الإنتاجية الأعلى، وعلى نحو ما هو وارد في الجدول رقم (10/4).

- إن المقارنة فيما بين نتائج السيناريوهات الثلاث لفترة التشغيل السنوي لمنظومة الخلايا الضوئية تكشف عن أهمية هذه الفترة في جدوى إحلال هذه المنظومة محل منظومة الديزل، إذ أن قصر هذه الفترة يتبعه خروج قدرات إنتاجية معينة لهذه المنظومة من دائرة الأفضلية أو الأولوية الاقتصادية خاصة من منظور مستخدمي منظومة الديزل، كما أن طول هذه الفترة يتبعه دخول قدرات معينة داخل دائرة الأولوية الاقتصادية ... وإذا كان طول فترة التشغيل السنوي لهذه المنظومة في الزراعة، وخاصة في ري المحاصيل الزراعية، يعد أمراً تحكمه احتياجات المحاصيل من مياه الري ونظم مناوبات الري، وبما يمثل قيداً على استغلال هذه المنظومة في ري المحاصيل الزراعية وفي حدود السيناريوهات الثلاث المشار إليها، فإن البحث عن وسائل ومجالات أخري لزيادة الفترة الزمنية للتشغيل السنوي لهذه المنظومة قد يكون مفيداً في تحسين جدواها الاقتصادية .. ومن بين هذه الوسائل والمجالات إمكانية تحريك المنظومة الواحدة من مزرعة إلى أخري واستخدامها كبديل لمنظومة الديزل في أعمال الري، أو استخدامها لتوليد الكهرباء لاستخدامات أخري أو المشاركة في تغذية الشبكة العمومية للكهرباء في الريف المصري.

هذا وبغض النظر عن الوسائل والمجالات الممكنة لزيادة فترة التشغيل السنوي للمنظومة، فإن اختيار تأثير ذلك على جدواها الاقتصادية يفرض نفسه، وهو ما تتناوله الدراسة الحالية بفرضية إمكانية زيادة هذه الفترة إلى نحو 300 يوم سنويا (كبديل للسيناريو الأول والذى يفترض تشغيل المنظومة لفترة 125 يوم كبديل لمنظومة الديزل)، حيث إمكانية استغلال المنظومة لغير أغراض الزراعة والري لفترة إضافية تبلغ 175 يوماً سنويا ولغرض توليد الكهرباء ولفترة 8 ساعة يوميا، إما بغرض استخدامها في أغراض الزراعة والري أو في تغذية الشبكة العمومية، وبسعر مماثل للتكلفة الحقيقية لتوليد الكهرباء بالشبكة العمومية المشار إليه من قبل والبالغ نحو0,48 جنيه/كيلوات ساعة، حيث تمثل قيمة الكهرباء المولدة مصدراً إضافيا للدخل من المنظومة بخلاف الوفر في تكلفة تشغيل منظومة الديزل... ففي حالة منظومة الخلايا الضوئية ذات القدرة الإنتاجية 3,75 ك.و.، وعلى سبيل المثال، فإن استغلالها اليومي في توليد الكهرباء، ولمدة 8 ساعات ينتج عنه توليد كهرباء بمقدار يبلغ نحو30 ك.و.س (3,75× 8)،وبقيمة تبلغ نحو 14,4 جنيه يوميا (30× 0,48 جنيه)، ونحو 2520 جنيه سنويا (14,4× 175يوم) تمثل دخل سنوي إضافى لهذه المنظومة. ومن الطبيعي أن تزداد قيمة الدخل الإضافى مع القدرات الإنتاجية الأعلى لهذه المنظومة.

إن نتائج هذا الاختبار تكشف عن قصر فترة استرداد رأس المال المستثمر في منظومة الخلايا الضوئية، وارتفاع العائد عليه عنه في حالة انحصار تشغيلها كبديل لمنظومة الديزل فقط في الأغراض الزراعية، كما تكشف عن دخول المنظومة بقدراتها الإنتاجية المختلفة (وحتى 67,5 ك.و.) في دائرة الأفضلية أو الأولوية الاقتصادية كبديل لمنظومة الديزل بقدراتها الإنتاجية المختلفة (حتى 100حصان) سواء من المنظور الاقتصادي أو من منظور مستخدمي منظومة الديزل. ففي إطار تقييم تكلفة تشغيل منظومة الديزل وفقا للأسعار الجارية للوقود، وفي تقييم المنتج من الكهرباء وفقا للتكلفة الحقيقية لتوليدها بالشبكة العمومية، تقدر فترة الاسترداد في حالة منظومة الخلايا الضوئية ذات القدرة 3,75 ك.و. بحوالى 4سنه، 10 شهر، 19 يوم، وتزداد مع زيادة القدرة الإنتاجية للمنظومة لتصل إلى نحو 10سنة، 6 شهر، 8 يوم في حالة القدرة الإنتاجية 67,5 ك.و. كما يبلغ معدل العائد على الاستثمار في هذه المنظومة نحو20,27% في حالة القدرة الإنتاجية الأولي للمنظومة ويتناقص مع زيادة القدرة الإنتاجية للمنظومة ليصل إلى نحو8,2% تقريباً في حالة القدرة الإنتاجية الأخيرة لهذه المنظومة (67,5 ك.و.)، وذلك على نحو ما هو مبين بالجدول رقم (11/4)، وهو ما يشير إلى وجود منظومة الخلايا الضوئية وبقدراتها الإنتاجية المختلفة (حتى 67,5 ك.و.) في دائرة الأفضلية والقبول من منظور الديزل، ومن ثم القبول بدخولها كبديل لمنظومة الديزل بقدراتها الإنتاجية المختلفة حتى 90-100حصان.

هذا وتبدو هذه المؤشرات أفضل في إطار تقييم تكلفة تشغيل منظومة الديزل وفقا للأسعار الحقيقية للسولار، والكهرباء، حيث تبلغ فترة الاسترداد في حالة القدرة الإنتاجية للمنظومة والبالغة 3,75 ك.و. نحو 2سنة، 5 شهر، 6 يوم، وتزداد مع زيادة القدرة الإنتاجية للمنظومة لتصل إلى نحو7 سنة، 1 شهر، 1 يوم في حالة القدرة الإنتاجية 67,0 ك.و.، كما يبلغ معدل العائد على الاستثمار في هذه المنظومة نحو 41,0% في حالة القدرة الإنتاجية الأولي، ويتناقص مع زيادة القدرة الإنتاجية ليصل إلى نحو 13,53% في حالة القدرة الإنتاجية الأخير (جدول 11/4)، وهو ما يشير أيضا إلى دخول منظومة الخلايا الضوئية كبديل لمنظومة الديزل في أعمال الزراعة والري، وبمختلف قدراتها الإنتاجية في دائرة الأفضلية والأولوية من المنظور الاقتصادي.

(6/5) تكشف المؤشرات السابقة عن وجود منظومة الخلايا الضوئية بقدراتها المختلفة وحتى 67,5-75 ك.و. في دائرة الأفضلية والقبول الاقتصادي لها كبديل لمنظومة الديزل في تشغيل الآلات والمعدات الزراعية بقدراتها المختلفة وحتى 90-100 حصان ميكانيكي إذا ما أمكن استغلال المنظومة الأولي في توليد الكهرباء لتحقيق دخل إضافي ... وقد تقف هذه الأفضلية والقبول الاقتصادي لهذه المنظومة عند حدود القدرة الإنتاجية 22,5 ك.و. فأقل لمنظومة الخلايا الضوئية وكبديل لمنظومة الديزل عند حدود القدرة الإنتاجية 30 حصان ميكانيكي فأقل، إذا ما أنحصر تشغيل المنظومة الأولي في أعمال الزراعة

فقط دون توليد الكهرباء... ومع ذلك يبقى التساؤل عن حدود وإمكانيات إحلال منظومة الخلايا الضوئية كبديل لمنظومة الديزل في تشغيل الآلات والمعدات الزراعية في الواقع العملى والتطبيقى؟ .... ويمكن للدراسة الحالية تصور الإجابة على هذا التساؤل على النحو الوارد في النقاط التالية:

جدول رقم (10/4) فترة الاسترداد، ومعدل العائد الداخلى على الاستثمار في المنظومة الصينية، في حالة الأسعار الجارية والأسعار الحقيقية للسولار في عام 2012 ومع فرضية التشغيل لعدد 1250، 938 ساعة/سنة

القدرة الإنتاجية للمنظومة (ك.و.)	بالأسعار الجارية للسولار				بالأسعار الحقيقية للسولار في عام 2012			
	فترة الاسترداد			معدل العائد الداخلى(%)	فترة الاسترداد			معدل العائد الداخلى(%)
	يوم	شهر	سنه		يوم	شهر	سنه	
(أ) في حالة 1250 ساعة تشغيل سنويا:								
3,75 ك.و.	18	8	7	12,25	21	11	2	33,6
5,25 ك.و.	25	3	10	8,42	27	11	3	24,95
9,00 ك.و.	22	7	13	5,34	19	11	4	20,00
18,00 ك.و.	17	7	20	1,56	11	8	7	12,28
22,5 ك.و.	12	1	22	1,00	12	10	7	12,00
37,5 ك.و.	8	-	32	000	16	9	10	7,88
60,0 ك.و.	19	6	48	000	-	-	15	4,41
67,5 ك.و.	11	-	50	000	20	1	15	4,32
(ب) في حالة 938 ساعة تشغيل سنويا:								
3,75 ك.و.	24	2	10	8,52	28	-	4	23,43
5,25 ك.و.	28	9	13	5,72	29	3	5	18,48
9,00 ك.و.	10	7	18	000	4	8	6	13,48
18,00 ك.و.	12	8	28	000	5	2	10	8,58
22,5 ك.و.	23	10	30	000	27	7	10	8,00
37,5 ك.و.	26	3	46	000	9	9	14	4,55
60,0 ك.و.	28	9	74	000	10	10	20	1,46
67,5 ك.و.	22	8	77	000	29	-	21	1,38

المصدر: حسبت من الجدولين رقمى (8/4)، (9/4).

جدول رقم (11/4) فترة الاسترداد، ومعدل العائد الداخلى على الإستثمار في منظومة الخلايا الضوئية الصينية كبديل لمنظومة الديزل ولتوليد الكهرباء كمصدر إضافى للدخل من المنظومة

القدرة الانتاجية للمنظومة (ك.و.)	بالأسعار الجارية للسولار			بالأسعار الحقيقية للسولار في عام 2012			
	فترة الاسترداد			معدل العائد الداخلى(%)	فترة الاسترداد			معدل العائد الداخلى(%)
	يوم	شهر	سنه		يوم	شهر	سنه	
3,75 ك.و.	19	10	4	20,27	6	5	2	41,0
5,25 ك.و.	24	9	5	16,85	26	–	3	32,53
9,00 ك.و.	27	8	6	14,32	13	7	3	27,57
18,00 ك.و.	4	1	8	11,56	16	10	4	20,31
22,5 ك.و.	23	3	8	11,18	11	11	4	20,00
37,5 ك.و.	27	4	9	9,55	17	11	5	16,40
60,0 ك.و.	14	5	10	8,10	20	–	7	13,60
67,5 ك.و.	8	6	10	8,18	1	1	7	13,53

المصدر: حسبت من الجدولين رقمى (8/4)،(9/4) والإفتراضات الواردة في مضمون الدراسة.

- تتراوح قدرات غالبية الجرارات الزراعية المتاحة في الزراعة المصرية (وبنسبة 93% تقريباً) ما بين 35–70 حصان فأكثر/جرار، ومع فرضية تشغيل هذه الجرارات من خلال منظومة الخلايا الضوئية (وكبديل لمنظومة الديزل) فمعنى ذلك الحاجة إلى هذه المنظومة بقدرات تتراوح ما بين 26,3 ك.و. وبعدد مساحة مماثلة من ألواح الخلايا الضوئية عند الحد الأدنى لتشغيل جرار قدره 35 حصان، وتتزايد أعداد ومساحة ألواح الخلايا الضوئية اللازمة مع زيادة قدرة الجرار الزراعي وقد تصل إلى عدد ومساحة تبلغ نحو 70م2 فأكثر عند الحاجة إلى تشغيل جرار قدرة 70حصان (وذلك مع فرضية أن اللوح بمساحة م2 يولد ك.و.)... وفي الواقع أن هذا النخيل الإفتراضي يعد بعيداً عن واقع التطبيق العملى لأسباب بديهية وهى: (1) تعذر تركيب هذا العدد وبهذه المساحة على الجرار الزراعي لصغر مساحته، (2) أن طبيعة عمل الجرار الزراعي هى الحركة الدائمة والإنتقال من مكان إلى آخر ومن ثم تعذر حركته بهذا العدد والمساحة من الألواح الضوئية، (3)، كما يغلب على الأعمال التى يستخدم الجرار الزراعي في أداءها إثارة الأتربة والتى تعد من مقومات إستخدام هذه المنظومة .... ولهذا يمكن القول بخروج الجرارات الزراعية بمختلف قدراتها من دائرة إحلال منظومة الخلايا الضوئية محل منظومة الديزل.

- ويبقى هناك ماكينات الري الثابتة والتى تصل قدرات 45,2% من أعدادها إلى 15 حصان فأقل/للماكينة، كما تتراوح قدرات 32,8% من أعدادها ما بين 16–25 حصان/للماكينة، كما أن هناك ما يقرب من11,3% من هذه الأعداد والتى تتراوح قدرتها ما بين 26–45

حصان/للماكينة، أما النسبة الباقية فتصل قدراتها إلى ما يزيد عن 45 حصان للماكينة.... ومن ثم فإن إستبدال منظومة الديزل في هذه الماكينات بمنظومة الخلايا الضوئية، إنما يعنى الحاجة إلى منظومة ذات قدرات 11,3 ك.و. فأقل/للماكينة وبعدد مساحة مماثلة من الواح الخلايا الضوئية في حالة المجموعة الأولي، وبقدرات تتراوح ما بين 12–19 ك.و. وبعدد وبمساحة مماثلة من ألواح الخلايا الضوئية في حالة المجموعة الثانية من هذه الماكينات، وبقدرات تتراوح ما بين 20–38 ك.و. وبعدد ومساحة مماثلة من ألواح الخلايا الضوئية في حالة المجموعة الثالثة... ومع ثبات هذه الماكينات في مواقعها، وصغر المساحات اللازمة لتركيب ألواح الخلايا الضوئية المكونة للمنظومة، يمكن القول بوجود الإمكانية العملية والتطبيقية لإحلال منظومة الديزل في هذه الماكينات بغيرها من منظومة الخلايا الضوئية.

- وبالنسبة لماكينات الري النقالي والتى يتواجد ما يقرب 24,6% من أعدادها بقدرات أقل من 5 حصان/للماكينة، كما تتراوح قدرات ما يقرب من 53,3% من أعدادها ما بين5–9 حصان/للماكينة، كذلك هناك أيضاً ما يقرب من 12,3% من جملة أعداد هذه الماكينات، والتى تتراوح قدراتها ما بين 10–12 حصان/للماكينة، ومن ثم فإن الحاجة إلى إستبدال منظومة الديزل بهذه المجموعات الثلاث بغيرها من منظومة الخلايا الضوئية المقابلة لها إنما يعنى الحاجة إلى المنظومة الأخيرة بقدرة تقل عن 3,75 ك.و. بعدد ومساحة مماثلة من ألواح الخلايا الضوئية بالنسبة للمجموعة الأولى، وبقدرة تتراوح ما بين 4–7 ك.و./ماكينة، وبعدد ومساحة مناظرة من ألواح الخلايا الضوئية في حالة المجموعة الثانية من هذه الماكينات ... أما المجموعة الثالثة فتتراوح قدرة المنظومة اللازمة لها ما بين 8–9 ك.و./ للماكينة وبعدد ومساحة مناظرة من ألواح الخلايا الضوئية اللازمة.. إن صغر مساحة ألواح الخلايا الضوئية اللازمة لتوفير هذه المنظومة وبأي من القدرات المناظرة لقدرات منظومة الديزل المشتغلة بها هذه الماكينات لا يتوقع أن يشكل قيداً على استبدال المنظومة الأخيرة، بالمنظومة الأولي، إذا ما تم تركيب هذه المنظومة بألواح خلاياها بالشكل الذي يساعد على نقلها من مكان إلى آخر بسهولة ويسر، على ان تركب الألواح، وعلى سبيل المثال، في صف أو أكثر (حسب العدد) وبشكل مفصلى يسهل ثنيه (وقت النقل) وفرده (وقت التشغيل)، وهو ما يمكن معه القول بوجود الإمكانية العملية والتطبيقية في الواقع الميدانى لإستبدال منظومة الديزل بهذه النوعية من الماكينات وبقدراتها المختلفة بغيرها من منظومة الخلايا الضوئية المناظرة لها.

ثانيا: <u>المفاضلة ما بين إنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية أو إستخدام البوتوجاز في الأغراض المنزلية</u>.

تقوم المفاضلة فيما بين استخدام البيوجاز، والبوتوجاز كبدائل لبعضهما البعض على أساس نتائج المقارنة فيما بين تكلفة الإنتاج المنزلي للبيوجاز، وتكلفة المشتريات المقابلة من البوتوجاز، حيث اختيار البديل الأقل تكلفة... وتتمثل تكلفة الإنتاج المنزلي من البيوجاز في التكلفة الاستثمارية لبناء وحدة المخمر، والمصروفات السنوية لتشغيلها، بينما تتمثل تكلفة المشتريات من البوتوجاز بالنسبة للمستهلك في مدفوعاته النقدية للكميات المناظرة منه (وبأسعار السوق) لحجم الإنتاج المنزلي من البيوجاز... وهنا قد تختلف قيمة هذه المشتريات من المنظور الاقتصادي عن قيمتها السوقية مع وجود الدعم الموجه للاستهلاك المحلى من البيوجاز.

هذا ومن الطبيعي أن تختلف التكلفة الاستثمارية لوحدة الإنتاج المنزلي، والمصروفات السنوية لتشغيلها، باختلاف حجم هذه الوحدة والذي يتباين ما بين الحجم الصغير، والمتوسط والكبير حسب الإمكانيات المتاحة، والاحتياجات، فهناك الوحدات الأقل من 5م3، وكذلك الوحدات من أحجام 5-7م3، 9-11م3، 11-13م3، 13م3 فأكثر. كما قد تختلف تكلفة نفس الوحدة باختلاف توقيت إنشائها مع التغير في أسعار مكونات بناءها... لذلك تأتى التبيانات فيما بين ما يذكر عن تكلفة إنشاء بعض الوحدات التى تم بناؤها في محافظات مصر (من خلال البرنامج المشار إليه من قبل)، حيث هناك من الوحدات التى تقدر تكلفة إنشاءها ما بين 2000-3000 جنيه، بينما هناك من الوحدات التى تقدر تكلفة إنشاءها بما يتراوح ما بين 5-7 آلاف جنيه لمخمر أطوال 3-4متر... وفي زيارة ميدانية (لفريق الدراسة) لأحدى هذه الوحدات في قري محافظة الشرقية ذكر مالكها بأن حجم المخمر بهذه الوحدة يبلغ نحو 5م3، وأن التكلفة اقتربت من نحو 4آلاف جنيه، تم تمويلها ذاتيا مع دعم من المحافظة حيث يتحمل المالك تكلفة مواد البناء (من طوب، ورمل، وزلط) وعمال الحفر والردم والبناء، بينما تحملت المحافظة تكلفة فني البناء، وعدادات وخراطيم توصيل الغاز مع تقديم فرن بوتاجاز.

ومع الاختلاف في حجم الوحدة المنزلية لإنتاج البيوجاز، يأتى الاختلاف أيضا في حجم البيوجاز المنتج من وحدات إلى أخري... كما قد يختلف حجم الغاز المنتج من حجم معين لهذه الوحدة لأسباب أخرى من بينها نوعية المخلفات المستخدمة، ودرجة تركيز المواد العضوية، ودرجة الحرارة، والتصميم الفنى للمخمر... ومع سيادة استخدام المخلفات الحيوانية في هذه الوحدات تأتى تقديرات حجم الغاز المولد

عنها بما يعادل 0,5–0,7م3/3/يوم من حجم المخمر بالوحدة[1].... وهنا أيضًا تأتى تقديرات المعادلة فيما بين البيوجاز، والبوتوجاز على أنها تبلغ نحو 1كجم بوتوجاز = 2,5م3 من البيوجاز.

وبالنسبة لتكلفة مشتريات المستهلك من البوتوجاز، وبأسعار السوق فقد بلغت نحو 5,1 جنيه/للأسطوانة وزن 12,5كجم خلال عام 2013، وازدادت لتصل إلى نحو 8 جنيه/ للأسطوانة في الوقت الجاري... أما التكلفة ومن المنظور الاقتصادي فتبلغ نحو 56,46 جنيه/ للأسطوانة وفقا لتقديرات عام 2012/2011، حيث بلغ الاستهلاك المحلى من البوتوجاز نحو 4,342 مليون طن وبقيمة بلغت نحو 868 مليون جنيه (بأسعار السوق)، كما بلغت قيمة الدعم الحكومي للبوتوجاز خلال هذا العام نحو 18743 مليون طن.[2]

وهنا إذا كان يتعذر على الدراسة الحالية توافر نماذج محددة المقاييس من الوحدات المنزلية لإنتاج البيوجاز، وبمواصفاتها الشاملة سواء من حيث حجم المخمر، وتكاليف الإنشاء، ونوعية المخلفات المستخدمة، وحجم الإنتاج من الغاز، فيمكن لهذه الدراسة إجراء المفاضلة فيما بين استخدام البيوجاز، والبوتوجاز كبدائل، (وبطريقة عكسية) من خلال تقدير حجم الاستثمارات اللازمة لإنشاء بعض النماذج مختلفة الأحجام من هذه الوحدات والتى تفى بطلب معين من البيوجاز، وما يقابل من البوتوجاز مع تحقيق عائد لا يقل عن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال من منظور المستهلك، والمنظور الاقتصادي، ثم مقارنة هذه الاستثمارات بالتقديرات الجارية لتكاليف إنشاء هذه الوحدات، ثم تحديد المفاضلة فيما بين كلا البديلين، وذلك مع فرضية أن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال تبلغ نحو 8% بالنسة للمستهلك، ونحو 10,0% من المنظور الاقتصادي/ وذلك على النحو الوارد في الجدول رقم (12/4)، والذى جاءت تقديراته وفقا للإفتراضات الوارد في النقاط التالية:

- بناء ثلاث نماذج من وحدات إنتاج البيوجاز بأحجام مختلفة، الأول منها يعنى بإنتاج بيوجاز شهريا (63م3 بيوجاز). أما الثانى فيفي بإنتاج بيوجاز يعادل 3 أسطوانة بوتوجاز شهريا (94م3 بيوجاز)، بينما النموذج الثالث بإنتاج ما يعادل 4 أسطوانة بوتوجاز شهريا (125م3 بيوجاز).

(1) معهد أبحاث الطاقة/ قسم طاقة الكتلة الإحيائية /السودان.
(2) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مستقبل الطاقة في مصر، القاهرة، مارس 2014.

جدول (12/4) تقديرات الاستثمارات اللازمة لبناء نماذج مختلفة الحجم
من وحدات الإنتاج المنزلي للبيوجاز، والتى تحقق عائدا
لا يقل عن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال

المؤشرات	منظور المستهلك			المنظور الاقتصادي		
	نموذج (1)	نموذج (2)	نموذج (3)	نموذج (1)	نموذج (2)	نموذج (3)
(1) عدد أنابيب البوتاجاز المطلوبة	2	3	4	2	3	4
(2) حجم البيوجاز المعادل (م3)	63	94	125	63	94	125
(3) حجم المخمر (م3)	3,5	5,5	7	3,5	5,5	7
(4) القيمة الحالية للمشتريات من البوتوجاز	1885	2828	3770	11537	17305	23074
(5) القيمة الحالية لمصروفات الصيانة	245	245	245	213	213	213
(6) الإستثمارات اللازمة	1640	2583	3525	11324	17092	22861

المصدر: حسبت وفقا للافتراضات الواردة في مضمون الدراسة.

- أن تكلفة الصيانة السنوية للوحدة من أي من هذه النماذج تبلغ 25 جنيه، وذلك وفقا لنتائج استطلاع تقديرات أصحاب هذه الوحدات في بعض قري محافظة الفيوم.
- أن العمر الافتراضي لوحدة إنتاج البيوجاز هو 20 سنة.
- أن العائد السنوي من وحدة إنتاج البيوجاز من منظور المستهلك، يعادل قيمة الوفر في مشترياته السنوية من البوتوجاز (والمعادل لإنتاجه من البيوجاز) والذى يبلغ في حالة النموذج الأول، وعلى سبيل المثال، نحو 192 جنيه سنويا (2×12شهر× 8 جنيه/أسطوانة)، وبقيمة حالية تبلغ نحو 1885 جنيه على طول سنوات العمر الافتراضي للوحدة، وبسعر خصم يعادل تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال من منظور المستهلك.
- إن العائد السنوي من وحدة إنتاج البيوجاز من المنظور الاقتصادي، يعادل قيمة الوفر في الاستهلاك من البوتوجاز (والمعادلة لإنتاج البيوجاز المنتج)، والذي يبلغ في حالة النموذج الأول، وعلى سبيل المثال، نحو 1355 جنيه سنويا (2×12 شهر× 56,46 جنيه/ أسطوانة)، وبقيمة حالية تبلغ نحو 11537 جنيه على طول سنوات العمر الافتراضي للوحدة، وبسعر خصم يعادل تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال من المنظور الاقتصادي.
- تقدر الاستثمارات اللازمة لبناء أي من هذه الاستثمارات، بما يعادل القيمة الحالية للوفر في الاستهلاك من البوتوجاز سواء من منظور المستهلك أو المنظور الاقتصادي، وذلك يعد خصم القيمة الحالية لمصروفات الصيانة السنوية.

وفي إطار تقديرات الاستثمارات اللازمة لبناء أي من النماذج الثلاث من المنظور الاقتصادي يلاحظ كبر هذه التقديرات وبما يزيد عن ضعف تقديرات التكلفة الاستثمارية للوحدات التى تم بناءها في المشروعات التى تم تنفيذها والمشار إليها من قبل، وهو ما يشير ضمنياً إلى تحقيق الاستثمار في هذه الوحدات عائد اقتصادي يفوق وبمعدلات معنوية تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال... وقد يكون الوضع على النقيض من ذلك من منظور المستهلك، حيث تصل تقديرات الاستثمارات اللازمة لبناء أي من النماذج الثلاث إلى مستويات أقل وبنسب معنوية عن تقديرات الاستثمارات بالنماذج المماثلة بالمشروعات السابق تنفيذها، وبما يشير ضمنيا إلى تحقيق الاستثمارات بها عائد أقل عن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال، ومن ثم تفضيل المستهلك لشراء البوتوجاز كبديل للبيوجاز، وذلك على العكس من المنظور الاقتصادي حيث أفضلية إنتاج البيوجاز، عن استهلاك البوتوجاز، وحيث يترجم السبب في وجود هذا التناقص بكبر حجم الدعم الموجه للاستهلاك من البوتوجاز، وقد يختفى مثل هذا التناقض مع التوجه نحو تخفيض هذا الدعم، وحيث قد يصاحب ذلك وجود الحافز لدي المستهلك للاستثمار في إنتاج البيوجاز.

" النتائـج والتوصيـات "

مع بطء ومحدودية انتشار المبادرات المصرية في الأخذ بالابتكارات العلمية وتكنولوجيا إنتاج واستخدام الطاقة الشمسية والوقود الحيوي وتطبيقها في الريف المصري، مقارنة بغيرها في الدول الأخرى، تأتى التساؤلات عن الأسباب المسئولة عن ذلك، كما تأتى التساؤلات عن السياسات والأدوات الملائمة للترويج لهذه التكنولوجيا في الريف المصري.

ولقد خلصت الدراسة إلى بعض النتائج بشأن الإجابة على مجموعة التساؤلات الأولي، والتى في إطارها تأتى توصيات الدراسة بشأن السياسات والأدوات المقترحة للترويج لهذه التكنولوجيا في الريف المصري إذا ما وجدت الجدوى الاقتصادية لمشروعاتها، ويمكن إيجاز أهم هذه النتائج، والتوصيات فيما يلى:

أولاً: النتـائـج:

(1) نمو الاستهلاك المحلى من المصادر الأولية للطاقة خلال السنوات 2007 –2012 بمعدل سنوي بلغ نحو4,4% في المتوسط، ويمثل الغاز الطبيعي المركز الأول بين هذه المصادر وبنسبة بلغت نحو 51,5%، ويليه في ذلك البترول وبنسبة بلغت نحو 43,6% من إجمالي الاستهلاك خلال هذه الفترة.

(2) يستند توليد الكهرباء بالمحطات الحرارية، وبدرجة أساسية على استخدام الغاز الطبيعي وبنسبة بلغت نحو 70,8% في المتوسط من إجمالي كمية الوقود المستخدم في إنتاجها خلال نفس الفترة سابقة الذكر، بينما بلغت كمية المازوت والمشتقات البترولية الأخرى المستخدمة النسبة الباقية. ومن ثم تقدر استخدامات قطاع الكهرباء من الوقود بما يعادل 26,6% من إجمالي الاستخدامات من المصادر الأولية للطاقة خلال نفس الفترة.

(3) نمو الطاقة الكهربائية المولدة خلال الفترة (2013/2012–2008/2007) بمعدل سنوي بلغ نحو 5,6% في المتوسط، مع مساهمة المحطات الحرارية بالنصيب الأكبر منها وبنسبة بلغت نحو 80,2% في المتوسط، مع مساهمة المحطات المائية بنسبة بلغت نحو9,5% في المتوسط، بينما بلغت مساهمات الطاقة المتجددة ومشروعات الـ BooT االنسبة الباقية. كما يلاحظ تزايد المساهمة المطلقة والنسبية للمحطات الحرارية من عام إلى آخر، ويقابل ذلك من جهة أخري تناقص المساهمة المطلقة والنسبية للمحطات المائية، وفي ذلك ما يشير إلى أهمية البحث في الأسباب المسئولة عن تناقص مساهمة المحطات المائية، والتغلب عليها للعودة بمساهمة هذه المحطات إلى مستوياتها السابقة والحفاظ عليها باعتبارها من مصادر الطاقة المتجددة.

(4) تقدر كمية الفاقد من الكهرباء المولدة مع الاستهلاك الذاتى منها داخل محطات الكهرباء بنحو 13% من إجمالي الكهرباء المولدة، حيث هناك الاستهلاك الذاتى لمحطات الكهرباء والذي يبلغ ما نسبته 3,9%، كما أن هناك الفاقد في الشبكة الداخلية لمحطات التوليد والبالغ ما نسبته 1,1%، بالإضافة إلى الفاقد في شبكات النقل والتوزيع والذي بلغ ما نسبته 8% في المتوسط.. إن في هذه المؤشرات ما قد يضيف ميزة إضافية للمشروعات الصغيرة لتوليد الكهرباء من الخلايا الضوئية بغرض إشباع احتياجات الحائز لهذه المشروعات حيث صغر كمية الفاقد من الكهرباء المولدة لعدم دخولها شبكات النقل والتوزيع.

(5) يعد القطاع العائلي هو المستهلك الأول للكهرباء في الريف المصري لأغراض الإنارة والاستخدامات المنزلية وبنسبة بلغت نحو 60% من الكهرباء الموزعة في المناطق الريفية، ثم يليه في ذلك الاستخدامات للأغراض الزراعية وبنسبة 8,7%، ثم الاستخدامات للأغراض الصناعية وبنسبة بلغت نحو 6,4%.

(6) بلغت تكلفة إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء خلال السنوات (2012/2011-2008/2007) بما يتراوح ما بين 0,311جنيه/ك.و. س، 0,432 جنيه/ك.و. س شاملة الدعم في حالة المحطات الحرارية، بينما تراوحت ما بين 0,161-0,255 جنيه/ك.و. س في حالة المحطات المائية، بينما تشير تقديرات قطاع الكهرباء للتكلفة الحقيقية لإنتاج الكهرباء خلال العام الجاري (2015) إلى أنها تبلغ نحو 0,48 جنيه/ ك.و. س في المتوسط شاملة الدعم.

(7) جاءت قضية الطاقة الجديدة والمتجددة في الإطار التنظيمي والمؤسسي لقطاع الكهرباء منذ إنشاء وزارة الكهرباء في عام 1964، حيث جاء التوسع في استخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة من بين الأهداف الإستراتيجية للوزارة، إلا أن تطوير الوزارة لآلياتها لتحقيق هذا الهدف على أرض الواقع وبفاعلية جاء على فترات متباعدة، حيث تم إنشاء هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في عام 1986 بغرض إجراء البحوث والدراسات اللازمة، وتحديد مجالات استخدام هذه الطاقة، والقيام بتنفيذ أو الإشراف على مشروعاتها، واقتراح المواصفات القياسية المصرية لمعدات ونظم الطاقة الجديدة والمتجددة وإجراء الاختبارات العلمية لتقويم أدائها، مع إجراء التجارب التطبيقية لتكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة، ووضع وتنفيذ برامج التدريب والترويج اللازمة لنشر واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، وتقديم الخدمات الاستشارية، والخبرات الفنية لتنمية الصناعات الوطنية لمعداتها وما يرتبط من برامج، كما تم إنشاء جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك في عام 1977 والذي حدد هدفه في تنظيم ومراقبة كل ما يتعلق بنشاط الطاقة الكهربائية، وفي عام 2014 صدر القانون رقم 203 لنفس العام بشأن تحفيز إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة... إن هذا التطور التاريخي، وإن كان يشير إلى وجود قضية الطاقة

الجديدة والمتجددة في الإطار التنظيمي والمؤسسي لقطاع الكهرباء منذ عام 1964، إلا أنه في نفس الوقت قد يكشف عن ضعف الأداء بالنسبة للنتائج الفعلية المحققة على أرض الواقع، وقد يكون توقيت صدور القانون رقم 203 لعام 2014، والمشار إليه، خير دليل على ذلك.

(8) إن تطبيق واستخدام نظم الخلايا الضوئية في توليد الكهرباء بمبادرات فردية وفي مشروعات صغيرة أو متناهية الصغر لم يكن حصراً على الدول ذات المبادرات المبكرة في استخدام هذه النظم بمشروعاتها الكبيرة، بل امتدت للدخول في كثير من الدول الأخرى، الأوروبية والأسيوية والأفريقية حيث استخدام هذه التكنولوجيا في توليد الكهرباء، بغرض تشغيل طلمبات رفع المياه من الآبار لأغراض الشرب أو ري الزراعات أو للأغراض المنزلية وغيرها من الأغراض.

(9) إن تتبع المبادرات المصرية في استخدام نظم الخلايا الضوئية في توليد الكهرباء وفي مشروعات صغيرة في الريف المصري، يكشف عن وجود فجوة زمنية ما بين بدء هذه المبادرات، وبين بدء هذه المبادرات في الدول المبتكرة لهذه النظم، وهو ما قد يعد أمراً طبيعياً بإعتبار مصر ليست مبتكرة لهذه النظم، ومن ثم اعتمادها على استيراد مكوناتها فضلاً عن الحاجة إلى وجود الكوادر اللازمة لتنفيذ وتشغيل هذه النظم... وقد يشارك في وجود هذه الفجوة ضعف فاعلية هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في تطويع وتوطين هذه التكنولوجيا والترويج لاستخدامها.. كما قد يشارك في هذه الفجوة أيضاً ارتفاع التكلفة الاستثمارية لهذه النظم خاصة مع المراحل الأولى لابتكارها... كما يكشف تتبع المبادرات المصرية أيضاً عن انحصار هذه المبادرات في أغراض الإنارة والأغراض المنزلية الأخرى دون غيرها من الأغراض الزراعية والصناعية في الريف المصري، وهو ما يمكن تبريره بأن صاحب هذه المبادرات هو الحكومة، والتى تأتى الإنارة والأغراض المنزلية في مقدمة أولوياتها بالنسبة للسكان، بينما تأتى الأغراض الزراعية والصناعية بين أولويات الأفراد والتى مازالت مبادراتها لاستخدام هذه التكنولوجيا غائبة لسبب أو لآخر من الأسباب المشار إليها من قبل.

(10) وبالنسبة لإستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه والهواء، فإن تتبع المبادرات المصرية في هذا الشأن أيضاً يشير إلى أنها مازالت محدودة، وتكاد تنحصر في غرض واحد ممثلاً في تسخين المياه لغرض الاستخدام المنزلي دون غيره من الأغراض الأخرى خاصة فيما يتصل بتحلية المياه، وتقطير المياه وتطهيرها، وذلك فضلاً عن انحصار هذه المبادرات في المناطق الحضرية دون المناطق الريفية، وهو ما يمكن تبريره بضعف الترويج لاستخدام هذه التكنولوجيات في هذه المناطق إلى جانب ما قد يكون للتأثيرات المحتملة لارتفاع التكلفة الاستثمارية في إنشاء هذه التكنولوجيا من تأثير على ذلك... كما أن استقراء الجوانب الفنية لهذه التكنولوجيات يشير إلى أنها ليست بالتكنولوجيات المعقدة كما تبدو عناصرها ومكوناتها الخام متوافرة في السوق المحلية،

وهو ما يجعل من الترويج لتصنيعها محليا وتوفير المهارات اللازمة لتشغيلها وصيانتها أمراً غير مكلف وضروري لتخفيض تكلفة حيازة المستهلك لهذه التكنولوجيات.

(11) وبالنسبة لاستخدام الطاقة الشمسية في طهي الطعام في الريف المصري، فإن البحث عن المبادرات المصرية لهذا الغرض قد يكشف عن غياب هذه المبادرات في الترويج لتصنيع واستخدام المواقد والأفران الشمسية في المناطق الريفية، حيث يغيب هذا المجال عن مكونات السياسة الحكومية بشأن الترويج وتحفيز استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، كما تغيب هذه المبادرات أيضاً فيما بين مراكز البحث العلمي المصرية أو غياب نتائج هذه المبادرات إن وجدت ... وهو ما يكشف عن وجود فجوة متسعة ما بين المبادرات المصرية في هذا المجال، ومبادرات الكثير من الدول الأخرى والتى ابتكرت واستخدمت المواقد والأفران الشمسية في طهي الطعام بالمناطق الريفية، وبنماذج مختلفة، ووجود الصناعات القائمة على تصنيعها في كثير من الدول الأوروبية (ألمانيا، وفرنسا، وسويسرا، والنمسا، وأسبانيا على سبيل المثال) والأسيوية مثل الهند والصين، ولقد استخدمت هذه المواقد بنجاح كبير وبشكل خاص في المناطق المشمسة مثل التبت، وينبيال ومنغوليا، ومناطق في الصين والهند.

(12) وبالنسبة لإنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية، وعلى الرغم من المعرفة المصرية بهذه التكنولوجيا منذ عقود طويلة مضت، إلا أن تطبيقها بقي عند نطاق ضيق قد ينحصر في البعض من المراكز البحثية والجامعات، وإن بدأ في الوقت المعاصر الترويج لهذه التكنولوجيا من خلال بعض المبادرات المحدودة، وإن جاءت متأخرة وبكثير عنه في دول أخري خاصة الصين والهند، وهو ما يمكن تبريره بغياب الأهداف والمشروعات المتصلة بهذه التكنولوجيا في خطط وسياسات هيئة تنمية واستخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة.

(13) وجود المقومات الأساسية لتوليد واستخدام الطاقة الشمسية في الريف المصري، حيث تعد مصر من أغنى دول العالم بالطاقة الشمسية، ويتراوح معدل سطوع الشمس بها ما بين 9–11ساعة/في اليوم، ومن ثم تواجد المكون الأول لمقومات إنتاج الطاقة الشمسية في المناطق الريفية وغير الريفية... أما بالنسبة للمنشآت المؤهلة لتصنيع وتركيب وصيانة نظم إنتاج هذه الطاقة فيتباين الوضع من مجال إلى آخر من مجالات استخدام هذه النظم حيث وجود المنشآت المؤهلة لتركيب وتشغيل نظم إنتاج الكهرباء باستخدام الخلايا الضوئية (82 شركة) بأعداد كافية في الوقت الراهن، إلى جانب وجود الشركات المحلية المشتغلة في تصنيع واستيراد وتوزيع وتركيب السخانات الشمسية بأعداد يمكن أن تكون كافية في الوقت الراهن (20شركة حتى عام 2012)، أما فيما يتصل باستخدام الطاقة الشمسية في أغراض طهي الطعام فتبدو السوق المحلية خالية

من المنشآت القائمة على تصنيع الأفران والمواقد اللازمة لذلك بسبب غياب المبادرات المصرية في هذا المجال.

(14) وجود المقومات الأساسية اللازمة لإنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية من خلال وحدات إنتاجية منزلية صغيرة في الريف المصري، حيث تواجد المواقع والمساحات الكافية لإنشاء هذه الوحدات في النسبة الغالبه من المنازل الريفية، كما تتواجد، وبتعدد وتنوع كبير المخلفات الزراعية النباتية والحيوانية والتى يمكن استخدامها لهذا الغرض، فضلاً عن وجود درجات الحرارة الملائمة لهذه الصناعة في الريف المصري، وذلك إلى جانب تواجد المعرفة والمهارات اللازمة لبناء هذه الوحدات وتشغيلها، حيث تتواجد هذه المهارات في مراكز البحث العلمي والجامعات المصرية بالأعداد اللازمة لتنفيذ برامج طموحة لإنشاء هذه الوحدات وتدريب المستفيدين منها على نظم تشغيلها وصيانتها، وإن كان هناك القصور في برامج التوعية والترويج والسياسات المحفزة على حيازة هذه الوحدات من قبل المؤسسات المعنية.

(15) وبالنسبة لاحتياجات واستهلاك المجتمع الريفي من الطاقة فهى تتنوع بقدر مجالات استخدامها والتى تبدأ بالإنارة المنزلية وأعمال طهي وتجهيز الطعام إلى جانب الأعمال المنزلية الأخري، وتنتهى بالحاجة واستهلاك الطاقة في الأغراض الزراعية، والتصنيع الزراعي، وتسويق المنتجات الزراعية والغذائية وغيرها... وفي الوقت المعاصر، تكاد تنحصر احتياجات واستهلاك المجتمع الريفي من الطاقة في الكهرباء، والبوتوجاز في الأغراض المشار إليها، ويضاف إليها الديزل/أو الكيروسين للأغراض الزراعية... وبالنسبة لتقديرات استهلاك الأسرة الريفية من الكهرباء للأغراض المنزلية فيمكن تقديره (بدرجة تقريبية في إطار إحصاءات الطاقة الكهربائية الموزعة لهذه الأغراض في الريف، وفي إطار المتوسط السنوي لأعداد سكان الريف) بما يتراوح ما بين 91 ك.و.س شهري لأسرة مكونة من 3 أفراد، ، 18 ك. و.س شهريا لأسرة مكونة من 6 أفراد.... وإذا كان عدد أفراد الأسرة ليس بالعامل الوحيد في تحديد الاستهلاك من الطاقة، بل أيضاً هناك عوامل أخري مشاركة في ذلك، لذلك جاء بناء أربع نماذج أسرية افتراضية تختلف في عدد أفراد الأسرة، وفي حجم ونوعية الأغراض التى تستخدم فيها الكهرباء، لتشير إلى تقدير استهلاك هذه النماذج بما يتراوح ما بين 128 ك.و.س شهريا للأسرة عند حدها الأدنى، 244 ك.و.س/ للأسرة شهريا عند حدها الأقصى... ومع ذلك يمكن القول بوجود قائمة عريضة من نماذج الوحدات المنزلية المستهلكة للكهرباء تبدأ عند حدودها الدنيا بالمفردات السكنية الصغيرة ولغرض الإنارة فقط، وتصل عند حدودها الأعلى بالمقرات السكنية الكبيرة كثيفة الاستخدام للأجهزة الكهربائية... ومع ذلك يبقى في صغر كمية الاستهلاك المنزلي من الكهرباء ما يشير

إلى صغر نظم توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية واللازمة لإشباع حاجة الأغراض المنزلية في الريف المصري.

أما بالنسبة لاستهلاك الأسرة الريفية من البوتوجاز فيقدر في إطار متوسط الاستهلاك الفردي منه (بالريف والحضر) بما يتراوح ما بين 1,1 أنبوبة (وزن 12,5كم) / للأسرة/ شهريا في حالة أسرة مكونة من 3 أفراد، 2,1أنبوبة/ للأسرة شهريا في حالة أسرة مكونة من 6 أفراد ... ومع ذلك ومع وجود التباينات المحتملة لاستهلاك الأسرة من البوتوجاز في الريف عنه في الحضر، فقد جاء بناء أربع نماذج افتراضية للأسرة الريفية تختلف في عدد أفرادها، وفي الأغراض التى يستخدم فيها البوتوجاز ولتشير تقديراتها إلى أن متوسط الاستهلاك الشهري للأسرة يتراوح ما بين 1,0 أنبوبة في حالة أسرة مكونة من 3 أفراد وتستهلك البوتوجاز لغرض طهى وتجهيز الطعام، 4 أنبوبة في حالة أسرة مكونة من 6 أفراد، وتستخدم البوتوجاز لأغراض طهي وتجهيز الطعام وتصنيع الخبز، وقد يضاف إليها تسخين المياه في نماذج أخرى.

(16) وبالنسبة لاستهلاك الأنشطة الزراعية من الطاقة فيأتي استهلاكها من الكهرباء في المرتبة الثانية بعد استهلاك القطاع العائلى الريفى منها، بينما ينحصر استهلاكها من الوقود في الديزل/ أو السولار في إجراء العمليات الزراعية وري المحاصيل الزراعية، واللازم لتشغيل ما يقرب من 115,5 ألف جرار زراعي، بالإضافة إلى ما يقرب من 149,6 ألف ماكينة ري ثابتة، 652,7 ألف طلمبة ري نقالى. وقد يتعذر تقدير الاستهلاك اليومي (أو الشهري) للجرار الزراعي من السولار، بسبب تعدد العمليات الزراعية التى يستخدم في أدائها، وذلك عكس الحال في حالة طلمبات الري، والتى يقدر معدل استهلاكها بواقع 1,6 لتر/ساعة في حالة ماكينات الري ذات القدرة الميكانيكية 5 حصان، وتصل إلى 6,75 لتر/ساعة في حالة ماكينات الري ذات القدرة الميكانيكية 90–100 حصان، كما يصل معدل استهلاكها من الزيوت بنحو 4 لتر/100ساعة في حالة ماكينات الري ذات القدرة الأولي، وتصل إلى 12لتر/100ساعة في حالة ماكينات الري ذات القدرات الأخيرة.

(17) وبالنسبة لنتائج المفاضلة فيما بين منظومة الخلايا الضوئية، والشبكة العمومية للكهرباء في توفير الاحتياجات الاستهلاكية المنزلية من الكهرباء في الريف فهى تختلف من المنظور الاقتصادي عنه من منظور المستهلك، كما تختلف أيضاً (وفي أي من المنظورين) باختلاف تكلفة منظومة الخلايا الضوئية والتى تتباين فيما بين الدول المصنعة والمصدرة لهذه النظم.. ففي حالة المنظومة الصينية (والتى تعد الأقل تكلفة) تأتى المفاضلة ومن المنظور الاقتصادي لصالح منظومة الخلايا الضوئية، حيث تصل فترة استرداد التكلفة الاستثمارية في هذه المنظومة نحو 7 سنوات، 2شهر،

15 يوم كما يصل معدل العائد الداخلي بها إلى نحو13,22%، وذلك على عكس نتائج المفاضلة من منظور المستهلك، والتى تأتى لصالح الشبكة العمومية للكهرباء حيث تبلغ فترة استرداد التكلفة الاستثمارية في المنظومة نحو13 سنة، 5 شهر، 2 يوم، كما يبلغ معدل العائد على الاستثمار بها نحو 3,50% وهو ما يقل عن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال من منظور المستهلك، حيث يأتى تفضيل المستهلك لتوفير احتياجاته الاستهلاكية من الكهرباء عن طريق الشبكة العمومية باعتبارها الأقل تكلفة بسبب الدعم الحكومي.

وتختلف نتائج هذه المفاضلة في حالة كل من منظومات الخلايا الضوئية الألمانية، والإيطالية، والإنجليزية عنه في حالة المنظومة الصينية، حيث تأتى نتائج المفاضلة في حالة المنظومات الثلاث لصالح الشبكة العمومية من منظور كل من المستهلك، والمنظور الاقتصادي، حيث ارتفاع تكلفة كل من المنظومات الثلاث عنه في حالة المنظومة الصينية (في عام 2013)... ومع ذلك هناك من التوقعات التى تري وجود الاحتمالات الكبيرة لإنخفاض تكلفة هذه المنظومات وبنسب جوهرية في المستقبل القريب... ومع هذه التوقعات وفرضية انخفاض تكلفة المنظومة بنسبة 20%، تأتى نتائج المفاضلة فيما بين منظومة الخلايا الضوئية الصينية، والشبكة العمومية للكهرباء، لصالح منظومة الخلايا الضوئية من منظور كل من المستهلك، والمنظور الاقتصادي، حيث تصل فترة الاسترداد في حالة المستهلك نحو11 سنة، 6 شهور، 3 يوم، كما تصل في حالة المنظور الاقتصادي إلى نحو 5 سنة، 8 شهر، 7 يوم. أما معدل العائد على الاستثمار في هذه المنظومة فيصل إلى نحو 9%، 18,1% في حالة كل من منظور المستهلك، والاقتصاد على الترتيب... ومع هذه الفرضية أيضاً وفي حالة المنظومة الألمانية قد تأتى المفاضلة لصالح هذه المنظومة أيضاً من المنظور الاقتصادي، بينما تأتى لصالح الشبكة العمومية من منظور المستهلك... أما في حالة المنظومة الإيطالية، والإنجليزية، وفي ظل فرضية انخفاض تكلفتها بنفس النسبة المشار إليها، فتأتى المفاضلة لصالح الشبكة العمومية.

(18) أما بالنسبة لنتائج المفاضلة فيما بين منظومة الخلايا الضوئية، ومنظومة الديزل في تشغيل الآلات والمعدات الزراعية فهى تختلف باختلاف عدد ساعات التشغيل السنوي للمنظومة، والقدرة الميكانيكية للآلة الزراعية ونوعيتها، كما تختلف باختلاف التكلفة الاستثمارية لمنظومة الخلايا الضوئية، وتكلفة تشغيل منظومة الديزل، وذلك إلى جانب اختلاف الواقع العملى لتشغيل الآلة الزراعية... فالجرارات الزراعية والتى تفرض طبيعة تشغيلها الحركة الدائمة والانتقال من مكان إلى آخر، كما يتبع تحركها وجود الأتربة، فضلاً عن كبر قدرتها الميكانيكية ومن ثم الحاجة إلى منظومة خلايا ضوئية ذات عدد ومساحة كبيرة من الألواح الضوئية، فإن كل ذلك يحول دون تخيل استبدال منظومة الديزل للجرار الزراعي بأخرى من الخلايا الضوئية لأسباب عملية... ومع

ذلك تبقى المفاضلة بين كلا المنظومتين قائمة بالنسبة لماكينات وطلمبات رفع المياه لأغراض الري... حيث تشير نتائج هذه المفاضلة وفي ظل فرضية تشغيل المنظومة لمدة 1250 ساعة/سنه، ومن المنظور الاقتصادي إلى وجود الأفضلية لصالح منظومة الخلايا الضوئية من القدرات 22,5 ك.و. فأقل، وذلك كبديل لمنظومة الديزل من القدرات 30 حصان فأقل... حيث تتراوح فترة استرداد رأس المستثمر في المنظومة الأولي ما بين 12 سنة تقريبياً في حالة المنظومة قدرة 3,75 ك.و. فأقل إلى 8 سنوات تقريباً في حالة المنظومة 22,5 ك.و. كما يتراوح العائد الاقتصادي من هذه المنظومة ما بين 33,6% في حالة المنظومة من القدرة الأولي، 12,0% في حالة المنظومة من القدرة الثانية... أما من منظور المنتج الزراعي فتأتي الأفضلية لصالح منظومة الخلايا الضوئية ذات القدرات 5,25 ك.و. فأقل وكبديل لمنظومة الديزل لطلمبات الري ذات القدرات 7 حصان فأقل، حيث تصل فترة الاسترداد إلى نحو 7 سنوات، 8 شهر، 18 يوم في حالة منظومة الخلائيا الضوئية ذات القدرات 3,75 ك.و. فأقل، ونحو 10 سنوات، 4 شهور تقريباً في حالة المنظومة ذات القدرة 5,25 ك.و. كما يبلغ العائد على الاستثمار نحو 12,25%، 8,42% في حالة كل من المنظومة الأولي، والثانية على الترتيب.

ومع فرضية انخفاض فترة التشغيل السنوي للمنظومة لتصل إلى نحو 938 ساعة فتنحصر الأفضلية لصالح منظومة الخلايا الضوئية ومن المنظور الاقتصادي في المنظومات ذات القدرات 9 ك.و. فأقل، وكبديل لمنظومة الديزل من القدرات 12 حصان فأقل، وحيث تبقى المنظومات ذات القدرات الأعلى خارج دائرة الأفضلية... أما من منظور المنتج الزراعي فتنحصر الأفضلية، وفي ظل هذه الفرضية أيضاً، في منظومة الخلايا الضوئية ذات القدرات 3,75 ك.و. وكبديل لمنظومة الديزل من القدرات 5 حصان فأقل.

إن لقصر فترة التشغيل السنوي لماكينات وطلمبات الري تبعا لما تفرضه حاجة المحاصيل الزراعية إلى الري، ووجود مناوبات الري بين الترع والمناطق المختلفة يفرض بدوره انحصار أفضلية منظومة الخلايا الضوئية (كبديل لمنظومة الديزل) في المنظومات من القدرات الصغيرة، مع بقاء المنظومات من القدرات الأعلى خارج دائرة هذه الأفضلية... ولهذا فقد يكون البحث في الوسائل الممكنة لزيادة فترة التشغيل السنوي لمنظومة الخلايا الضوئية عن الفترات التقديرية المشار إليها من قبل، من عوامل تحسين اقتصاديات تشغيل هذه المنظومة واستبدالها بمنظومة الديزل ذات القدرات الكبيرة. ومن الوسائل الممكنة لزيادة فترة تشغيل هذه المنظومة، استخدامها في توليد الكهرباء إما لأغراض الاستهلاك الذاتي للمزارع، أو البيع إلى الشبكة العمومية للكهرباء، وتأجيرها إلى الغير من المزارعين لغرض ري الحاصلات أيضا... ومن ثم

جاءت فرضية الدراسة إمكانية زيادة فترة التشغيل السنوي لمنظومة الخلايا الضوئية لتصل إلى نحو 300 يوم/السنة (كبديل لسيناريو تشغيلها 1250 ساعة) حيث إمكانية تشغيل المنظومة لغير أغراض الزراعة والري لفترة إضافية تبلغ 175 يوماً سنويا، ولغرض توليد الكهرباء ولفترة 8 ساعة/يوميا، وبغرض استخدامها في أغراض الزراعة والري أو في تغذية الشبكة العمومية، وبسعر مماثل للتكلفة الحقيقية للكهرباء... وحيث جاءت نتائج المفاضلة في ظل هذه الفرضية لصالح منظومة الخلايا الضوئية (كبديل لمنظومة الديزل) لكل من القدرات المختلفة لكلا المنظومتين ومن منظور كل من المنتج الزراعي، والمنظور الاقتصادي.

(19) وبالنسبة لنتائج المفاضلة ما بين إنتاج واستخدام البيوجاز منزليا، واستخدام البوتوجاز، فإنها تشير ومن المنظور الاقتصادي إلى أفضلية إنتاج واستخدام البيوجاز كبديل لاستخدام البوتوجاز، حيث يحقق الاستثمار في الوحدات المنزلية لإنتاج البيوجاز عائدا اقتصاديا يفوق بمعدلات معنوية مختلفة الفرصة البديلة لرأس المال، إلا أن الوضع على النقيض من ذلك من منظور المستهلك، حيث تأتى الأفضلية لاستخدام البوتوجاز لارتفاع تكلفة الاستثمار في بناء المخمرات المنزلية، ومن ثم تحقيق عائدا أقل عن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال من منظور المستثمر، وقد يكون ذلك هو الدافع إلى الدعم الحكومي لنماذج الوحدات التى أنشئت في الوقت المعاصر بغرض تشجيع وترويج التوسع في إنتاج البيوجاز منزليا.

(20) وتبقى هناك المفاضلة فيما بين استخدام السخانات الشمسية في تسخين وتقطير وتحلية المياه، واستخدام الكهرباء أو الوقود لنفس الأغراض، كما تبقى أيضاً المفاضلة فيما بين استخدام المواقد والأفران الشمسية في طهي الطعام، واستخدام الكهرباء أو الوقود لنفس الغرض، والتى تشير مؤشرات تكلفة تصنيعها محليا وبتكنولوجيا بسيطة إلى أفضلية استخدام السخانات والمواقد والأفران الشمسية كبديل لاستخدام الكهرباء أو الوقود في هذه الأغراض في المناطق الريفية، إلا أن التحدي الذي يواجه ذلك يكمن في تنمية التصنيع المحلى لهذه المعدات، والترويج لاستخدامها في المناطق الريفية.

ثانيا: <u>التوصيات</u>:

جاءت النتائج السابقة لتشير إلى وجود فجوة زمنية ما بين المبادرات المصرية ومبادرات غيرها من الدول في استخدام تكنولوجيا الطاقة المتجددة، وخاصة في المناطق الريفية، ولتكشف عن الأسباب المسئولة عن ذلك، والتى إذا ما أستمر تواجدها دون مواجهتها فقد تضعف من المبادرات الفردية في توليد واستخدام الطاقة من مصادرها التقليدية عبر المشروعات الصغيرة في الريف المصري. ولمواجهة هذه الأسباب ولغرض تحفيز المجتمع الريفى على التوسع في استخدام هذه التكنولوجيا تأتى توصيات الدراسة فيما يلى:

(1) <u>إصلاح منظومة دعم الوقود، والطاقة</u>: إن وجود الدعم الحكومي للطاقة الكهربائية بالشبكة العمومية إلى جانب وجود الدعم على المصادر الأولية للطاقة، ومن خلال تسعيرها للمستهلك النهائى بأقل من التكلفة الحقيقية، يلغى الحافز أمام المستهلك الريفى للاستثمار في وحدات توليد الطاقة المتجددة، مع تفضيله الحصول على احتياجات من الطاقة من مصادرها التقليدية، على الرغم من وجود الأفضلية لمصادر الطاقة المتجددة من المنظور الاقتصادي سواء في مجال توليد الكهرباء لأغراض الاستخدامات المنزلية والزراعية أو في مجال إنتاج البيوجاز... وإذا كان التوجه الحالي للسياسة الحكومية يميل إلى تخفيض وترشيد هذا الدعم في السنوات القادمة، وبما يعنيه ذلك من سيرها في الاتجاه الصحيح (لجعل سوق الطاقة أكثر تنافسية)، فإن ترشيد هذا الدعم، وفي نفس الوقت قد يتضمن الإبقاء على دعم الطاقة، وعند مستوى معين، لبعض الفئات الاجتماعية... وهنا قد يكون اقتراح تقديم دعم نقدي للمستثمر في منظومة الخلايا الضوئية وبما يعادل قيمة الدعم الموجه لاستهلاكه من الكهرباء بالشبكة العمومية ولفترة 5 سنوات مفيدا في التوجه نحو إلغاء الدعم على الطاقة... ولمزيد من الإيضاح، وبالعودة إلى النموذج الافتراضي (الوارد في مضمون الدراسة) بالنسبة للمستهلك الذي يبلغ استهلاكه الشهري من الكهرباء نحو 240 ك.و.س، ومن ثم قيمة الدعم الشهري لاستهلاكه من الكهرباء نحو 44,16 جنيه (240 ك.و.س × (0,474− 0,29)، وبما يساوي 530 جنيه سنويا، ونحو 2650 جنيه خلال فترة 5 سنوات، فإن تقديم دعم مباشر للمستثمر في هذه المنظومة وبهذا القدر (وكبديل لدعم الطاقة المستهلكة من الشبكة العمومية) يصاحبه ارتفاع معدل العائد على استثماره إلى نحو 9,04% (مقابل 3,5% في ظل الدعم الجاري للكهرباء)، وبما يمنحه الفرصة إلى الافتراض وتمويل المنظومة المستهدفة، وفي نفس الوقت إلغاء الدعم على كهرباء الشبكة العمومية بالنسبة للمستفيد من هذا الدعم المباشر... وقد يكون نفس المنهج ملائماً في حالة مشروعات الوحدات المنزلية لإنتاج البيوجاز كبديل لاستهلاك البوتوجاز... ففي حالة النموذج الافتراضي الأول (والوارد في مضمون الدراسة) والذى ينتج ما يعادل 24 أسطوانة بوتوجاز سنويا ومتضمنا دعم قدرة 1163

جنيه سنويا [24 × (56,46 – 8,0)]، وبما يوازي 3489 جنيه خلال فترة ثلاث سنوات، من شأنه أن يخفض التمويل الذاتي للمستثمر في هذه الوحدات، ويرفع معدل العائد على استثماراته، ومن ثم إلغاء الدعم على استهلاكه من البوتوجاز.

إن اقتراح تقديم الدعم المباشر للمستثمر في منظومة توليد الكهرباء أو البيوجاز يفترض أن تكون له ضوابطه سواء فيما يتصل بالترخيص لهذه الوحدات والمتابعة والرقابة على تشغيلها أو غيرها من الضوابط الأخرى.

(2) تطوير سلسلة توريد وبناء منظومة الخلايا الضوئية: وتبدأ هذه السلسلة بمستوردي منظومة الخلايا الضوئية أو مكوناتها ثم مصنعي بعض المكونات المحلية، وتنتهي بالمنشآت المؤهلة لبناء وتركيب هذه المنظومة، يتشابك معها بعض القنوات الأخرى المؤثرة في تكلفة وجودة بناء المنظومة. فمع ارتفاع تكلفة الاستثمارات الأولية لهذه المنظومة، وتباينها بنسب معنوية بين الدول المصنعة والمصدرة لمكوناتها إلى جانب التباين في مستوي الجودة تأتى أهمية الاختيار الجيد لمكونات هذه المنظومة وبما ينعكس في تحقيق الجودة وتخفيض التكلفة، وهو ما يستوجب تطوير نظم إستيرادها بما يضمن وجود الشفافية والتنافسية في هذه السوق، وكذلك الحال أيضاً في حالة المنشآت المحلية القائمة على تصنيع بعض مكونات المنظومة حيث يفترض تنظيم هذه المنشآت أيضاً على النحو الذي يضمن غياب ظاهرة الاحتكار ووجود التنافسية مع جودة منتجاتها، ويتماثل معها في ذلك أيضاً المنشآت المؤهلة لتركيب هذه المنظومة لدي المستهلك النهائي.... ويضاف إلى ذلك أيضاً أهمية وضوح الجوانب المؤسسية (القانونية) الحاكمة لنشاط كل من هذه الأطراف وتطبيقها بشفافية.

(3) التصنيع، والبحث والابتكار المحلي في بناء وتركيب منظومة الخلايا الضوئية: إن القول بأهمية دخول الصناعة الوطنية في تصنيع مكونات هذه المنظومة، ووفقا لأهداف وإستراتيجية واضحة وتسعى إلى تخفيض التكلفة، ليس بالقول الهادف إلى ترويج تكنولوجيا هذه النظم بمشروعاتها الفردية الصغيرة في المناطق الريفية فقط، بل هو بالقول الهادف أيضاً إلى دخول تصنيع مكونات هذه المنظومة دائرة الصناعات الوطنية القادرة على تلبية احتياجات السوق المحلى، والنفاذ إلى الأسواق الخارجية خاصة الأفريقية منها... وهنا أيضاً تأتى أهمية بحوث وابتكارات الصناعة الوطنية في تطويع بناء هذه المنظومة بالمواصفات التى تتوافق مع ظروف ومتطلبات تشغيلها في المناطق الريفية، وبما يرفع من كفاءة استخدامها ومن ثم تخفيض التكلفة وزيادة العائد على الاستثمار بها... فإذا كان ارتفاع التكلفة الاستثمارية الأولية لهذه المنظومة بغرض تشغيلها لأطوال فترة ممكنة لغرض تحسين اقتصاديات استخدامها، فإن ذلك قد يفرض بدوره، وفي كثير

من الحالات، استخدام المنظومة لتوليد الكهرباء لأكثر من غرض، ومن ثم الانتقال بها من موقع إلى آخر، وهو ما يعنى الحاجة إلى بناء أو تركيب منظومة متحركة وبألواحها الضوئية، وهنا، وعلى سبيل المثال، قد يكون القول بتركيب وتوصيل هذه الألواح بشكل مفصلي يسهل من ضمها بعضها إلى بعض (في حالة الانتقال) ثم فردها بكامل مساحتها (أثناء التشغيل)، هو بالقول المجازي، ومن ثم ترك التصميم النهائي لبناء وتركيب المنظومة التى تفي بهذا الغرض لنتائج ما تكشف عنه البحوث والابتكارات العملية في هذا الشأن.

(4) التوعية، والإعلام بين المجتمع الريفي: تكثر الكتابات في خطط وسياسات التنمية بقطاع الطاقة عن أهمية وجدوى استخدام مصادر الطاقة المتجددة (الشمسية، والحيوية)، كما قد يتواجد الإعلام والتوعية للفنيين والمتخصصين في تكنولوجيات هذه النظم، ويغيب ذلك بالنسبة للمجتمع الريفي والذي يمثل المستهلك النهائي لمخرجات هذه الصناعة... فمركز البحث والإختبارات بهيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، ينظم البعض من الدورات التدريبية للفنيين والمتخصصين، ولطلبة كليات الهندسة، ورجال الإعلام لهذا الغرض بينما يغيب عن هذه الدورات ممثلي المجتمع الريفي... إن دور مركز البحث والاختبارات لا يعد بالأمر الكافي لإعلام وتوعية المجتمع الريفي بأهمية وجدوى استخدام مصادر الطاقة المتجددة، بل يعد تنشيط دور الأجهزة الإعلامية المختلفة في هذا الشأن مطلبا ضروريا لتنمية وتنشيط الطلب على مخرجات هذه الصناعة في الريف المصري.

(5) التوسع في تعليم وتدريب المجتمع الريفى المستهدف: يعد التعليم والتدريب على تكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة مطلبا أساسيا بالنسبة للكوادر البشرية المشتغلة بتصنيع هذه النظم، وتقديم الخدمات المتصلة بها، وهنا أيضاً يبدو تعليم وتدريب المستهلك النهائي لمخرجات هذه النظم في المناطق الريفية، على أهميتها وجدواها الاقتصادية، وعلى إدارتها وتشغيلها على نفس الدرجة من الأهمية، ومن ثم قد يكون إدراج ذلك في المناهج التعليمية بمدارس المراحل الأولى من التعليم من الجوانب المفيدة في تحقيق هذا الغرض، كما يبدو التدريب العملي للمستهلك النهائي في الريف على إدارة وتشغيل هذه النظم (خلايا ضوئية أو إنتاج البيوجاز/أو استخدام الطاقة الشمسية في التسخين وطهي وتجهيز الطعام) من خلال نماذج تطبيقية لهذه النظم، أكثر أهمية.

(6) التمويل والائتمان: إذا ما جاء إصلاح منظومة دعم الطاقة الكهربائية، والمصادر الأولية للطاقة بإلغاء هذا الدعم، وإذا ما تحققت توقعات انخفاض التكلفة الاستثمارية الأولية لمنظومة الخلايا الضوئية، فقد يصبح الاقتراض من أجل المساهمة في تمويل هذه الاستثمارات ذو جدوى وأهمية للتوسع في استخدام تكنولوجيات هذه النظم في الريف المصري، حيث إمكانية تحقيق عائد مرتفع يفوق تكلفة الفرصة البديلة لرأس مال المستثمر، مع قصر فترة استرداد هذه الاستثمارات، وهو ما قد يستلزم وضع السياسة الائتمانية الملائمة والمحفزة على التوسع في استخدام هذه التكنولوجيا، وإن ظل وضع هذه السياسة مرهونا بإلغاء دعم الطاقة ومصادرها الأولية.

(7) تنفيذ مشروع تجريبي (أو أكثر) لتصنيع وتوزيع المواقد والأفران الشمسية: تفتقر إستراتيجية التوسع في استخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، وإطارها المؤسسي إلى الأهداف والسياسات والأدوات المتصلة بتنمية استخدام الطاقة الشمسية في طهي وإعداد الطعام، وفي تقطير وتطهير المياه.... وهنا قد يكون إعداد مشروع تجريبي (أو أكثر) بغرض تصنيع هذه الأجهزة محليا، وتوزيعها بالسوق المحلية بمثابة خريطة طريق لوضع إستراتيجية استخدام هذه التكنولوجيا وفقا لما تسفر عنه النتائج العملية لتنفيذ هذا المشروع... ويمكن إعداد هذا المشروع عن طريق اختيار وتدريب مجموعة من الحرفيين على تصنيع هذه المعدات واختيار مدخلات تصنيعها بالجودة والتكلفة المناسبة، ثم التدريب على تشغيلها، واختيار النتائج المتوقعة من استخدامها، ثم يلى ذلك توزيع هذه الأجهزة على مجموعات مختارة عشوائيا، ووفقا لخصائص معينة من سكان الريف، ومتابعة وتقييم ردود أفعال هذه المجموعات بالنسبة لنتائج استخدامها لهذه المعدات. وفي ضوء هذه النتائج يمكن وضع إستراتيجية تطوير وتنمية هذه التكنولوجيا في الريف المصري.

(8) إعداد وتخطيط برنامج بحثى لتطوير وتنمية صناعة الطاقة الجديدة والمتجددة: إن البحث والتطوير يعد عملية دائمة لتحقيق التنمية المستدامة في أي من المجالات، ومن ثم فإن وجود برنامج للبحث والتطوير في مجال تكنولوجيا الطاقة الجديدة والمتجددة يعد مطلبا أساسيا لتنمية هذه الصناعة واستخداماتها، ليس على المستوي الريفي فقط، بل على المستوي المحلى أيضاً، وهنا قد لا يقف البحث والتطوير في هذه الصناعة، على تطوير تكنولوجيات تصنيعها وتطويعها للاستخدام في الظروف المحلية فقط، بل قد يمتد إلى استخدام مدخلات جديدة في هذه الصناعة.

(9) تطوير الإستراتيجية القائمة حاليا، ووضع إستراتيجية متكاملة ومتوازنة في أهدافها وسياساتها، وأدواتها خاصة فيما يتصل باستخدام مصادر الطاقة المتجددة في الريف، ... حيث تكاد تنحصر أهداف هذه الإستراتيجية على مصادر الرياح، والطاقة الشمسية وبمشروعاتها الكبيرة، وتتضاءل أهدافها بالنسبة لمصادر الطاقة الشمسية، والحيوية في الريف المصري، وبالتبعية غياب السياسات والأدوات اللازمة لترويج هذه التكنولوجيات، والتوسع في استخدامها في المناطق الريفية، حيث غياب أو ضعف السياسات المتصلة بتحقيق أو تنفيذ التوصيات المشار إليها من قبل... كما يغيب عن هذه الإستراتيجية أيضاً التنسيق الواضح بين هيئة تنمية الطاقة المتجددة، وغيرها من مراكز البحث العلمي الأخرى والجامعات المصرية فيما يتصل ببرامج البحث والتطوير لهذه الصناعة.

(10) إن وجود الجدوى الاقتصادية لترويج تكنولوجيا الطاقة المتجددة، والتوسع في استخدامها في المناطق الريفية (مع إلغاء دعم الطاقة وانخفاض التكلفة الاستثمارية لمنظوماتها) من خلال المشروعات الفردية الصغيرة لمستهلكي الطاقة قد يتبعه انسحاب بعض المستهلكين من الشبكة العمومية للكهرباء، مع ذلك تبقى أهمية تحفيز المستهلكين الجدد بالتوسعات السكنية الجديدة على استخدام هذه التكنولوجيا، وقد يأتي ذلك بالإرشاد والتوجيه عند استخراج تراخيص المنشآت السكنية الجديدة (فردية أو جماعية)... وقد تبدو أهمية المشروعات الفردية (أو الجماعية الصغيرة) من الأهمية بدرجة أكثر بالنسبة للمناطق الريفية في المناطق المستهدف تعميرها بالصحاري المصرية، حيث غياب الحاجة إلى مد شبكات عمومية للكهرباء (وكذلك توفير البدائل لاستخدام البيوجاز) ، فضلاً عن تجنب ما يوجد من فاقد في شبكات النقل والتوزيع بهذه الشبكة.

الملاحق

مـرفـقـات

جدول رقم (1) الإستهلاك الذاتى، والفاقد، والموزع من الكهرباء
خلال السنوات (2013/2012-2008/2007)

(مليون ك.و.س)

البيـــــان	/2007 2008	/2008 2009	/2009 2010	/2010 2011	/2011 2012	/2012 2013	المتوسط
(أ) محطات التوليد الحرارى:							
(1) الإستهلاك الذاتى :	5706	4553	3769	4175	4420	4526	4701
• داخلى	3070	4455	3643	3997	4275	4395	4145
• في شبكة النقل	2636	98	126	178	145	131	555
(2) فاقد الشبكة:	8129	2721	11476	10161	19359	10887	10456
• داخل المحطات	1501	1075	1144	1285	915	1357	1213
• في النقل والتوزيع	6628	1646	10332	8876	18444	9530	9243
(3) الموزع إلى المستهلك	82262	90846	96547	104456	105805	120285	99861
(ب) المحطات المائية:							
(أ) الإستهلاك الذاتى	568	147	132	138	143	498	271
• داخلى	133	132	117	119	130	482	186
• في شبكة النقل	435	15	15	19	13	16	85
(2) فاقد الشبكة	1338	401	1349	1149	1976	1138	1225
• داخل المحطات	242	155	131	141	91	134	149
• في النقل والتوزيع	1096	246	1218	1008	1885	1004	1076
(3) الموزع إلى المستهلك	13607	13589	11383	11759	10816	11793	12158
(4) مشروعات BOOT والطاقة المتجددة							
(1) الإستهلاك الذاتى	1097	769	792	838	834	573	817
• داخلى	727	753	776	815	816	555	740
• في شبكة النقل	370	16	16	23	18	18	77
(2) فاقد الشبكة	1142	411	1450	1260	2176	1310	1291
• داخل المحطات	215	163	148	163	105	155	158
• في النقل والتوزيع	927	248	1302	1097	2071	1155	1133
(3) الموزع إلى المستهلك	11499	13655	12152	13013	11878	13591	12631

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية، لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

مـرفـقــات

جدول رقم (2) تكاليف الإنتاج السنوية بمحطات التوليد الحـراري في السنوات (2013/2012-2008/2007)

(مليون جنيه)

البيــان	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010	2012/2011
1- وقـود	3809	5005	5944	10165	6476
2- مستلزمات سلعية	4950	5569	7223	6863	4476
3- مستلزمات خدمية	292	217	222	321	647
4- أجـور	729	481	568	773	1455
5- مصروفات تحويلية	2929	2639	2854	906	2
6- إهــلاك	2156	2372	3182	9060	1976
جملــة	14865	16283	19726	28088	15032

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة

جدول رقم (3) تكاليف الإنتاج السنوية بمحطات التوليد المائية خلال السنوات (2013/2012-2008/2007)

(مليون جنيه)

البيــان	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010	2012/2011
1- وقـود	1,7	1,3	1,4	1,3	1,3
2- مستلزمات سلعية	8,4	10,3	9,8	20,0	10,5
3- مستلزمات خدمية	11,3	12,5	16,8	26,0	1,4
4- أجـور	45	50	101	114,0	109,0
5- مصروفات تحويلية	183	208	251	149,0	–
6- إهــلاك	167	97	175	161,0	2,7
جملــة	416,4	379,1	555	471,3	124,9

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة

مـرفـقــات

جدول رقم (4) التكلفة في ديـوان الوزارة
خلال السنوات (2013/2012-2008/2007)

(مليون جنيه)

البيــان	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010	2012/2011
1- مستلزمات سلعية	–	9,0	15,0	1132	213
2- مستلزمات خدمية	–	76,0	443	218	220
3- أجـور	–	275,0	301	348	621
4- مصروفات تحويلية	–	298,0	916	316	4
5- إهــلاك	–	26,0	7	91	168
جملــة	–	684	1682	2105	1226

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

جدول رقم (5) التكلفة في شركات نقل الكهـرباء
خلال السنوات (2013/2012-2008/2007)

(مليون جنيه)

البيــان	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010	2012/2011
1- مستلزمات سلعية	283,2	137,7	108,0	585,6	102,1
2- مستلزمات خدمية	201,2	213,9	131,1	430,9	1457,3
3- أجـور	783,3	801,5	989	1170,8	1833,4
4- مصروفات تحويلية	1855,9	2182,6	2275,6	1958,3	4,8
5- إهــلاك	800,8	906,0	824,2	885,8	1145,1
جملــة	3924,4	4241,7	4327,9	5031,4	4542,7

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

مـرفـقــات

جدول رقم (6) التكلفة السنوية في شركات توزيع الكهرباء
خلال السنوات (2013/2012-2008/2007)

(مليون جنيه)

البيـان	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010	2012/2011
1- مستلزمات سلعية	1236,4	1557,3	1740,4	1687,2	1802,0
2- مستلزمات خدمية	334,5	424,7	484,7	482,1	697,2
3- أجـور	2382,3	2767,4	3020,4	3918,0	5793,9
4- مصروفات تحويلية	1997,7	1051	1168,1	666,1	76,2
5- إهــلاك	494,2	447,5	584,4	594,0	543,9
جملــة	6445,1	6247,9	6998	7347,4	8912,9

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

جدول رقم (7) الهيكل التوزيعى للكهرباء المنقولة عبر شركات نقل الكهرباء
خلال السنوات (2013/2012-2008/2007)

(مليون جنيه)

	حضـر		ريـف		جمـلة	
البيـان	مليون ك.و.س	%	مليون ك.و.س	%	مليون ك.و.س	%
1- الصناعة	18654	25,1	1718	6,4	20372	20,1
2- الزراعة والري	1351	1,8	2334	8,7	3685	3,6
3- النقل والمواصلات	85	0,1	0,3	0,0	85,3	0,1
4- إنـارة المنـازل	33614	45,3	16128	59,8	49742	49,2
5- منشآت تجاريـة	2689	3,6	745	2,8	3434	3,3
6- الخدمـات	3898	5,3	740	2,7	4638	4,6
7- هيئات حكوميـة	4997	6,7	727	2,7	5724	5,7
8- أغراض أخرى	8922	12,0	4573	17,0	13495	3,3
جملـة	74210		26965	100,0	101175	100,0

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، أعداد مختلفة.

مـرفـقـات

جدول رقم (8) أعداد الجرارات الزراعية العاملة في النشاط الزراعي عام 2011
حسب فئـة القوة بالحصان، في المحافظـات

(عـدد)

المحافظات	أقل من 35 حصان	35-50 حصان	51-70 حصان	أكثر من 70 حصان	جمـلة
1- القاهــرة	-	21	32	-	53
2- الاسكندرية	27	65	109	427	628
3- بـورسعيد	-	6	146	155	307
4- السويس	-	21	104	37	162
5- دميــاط	50	162	703	354	1269
6- الدقهلية	513	1111	7679	929	10232
7- الشرقيـة	667	970	7844	2566	12047
8- القليوبيـة	230	420	1644	455	2749
9- كفر الشيخ	992	1296	11391	1736	15415
10- الغربيـة	1168	1345	5981	1235	9729
11- المنوفيـة	726	1010	4131	680	6547
12- البحيــرة	984	1896	7792	4254	14926
13- الإسماعيلية	42	133	1149	425	1749
14- الجيــزة	273	458	1183	416	2330
15- بنى سويف	421	441	1451	1340	3653
16- الفيــوم	367	109	2039	1214	3729
17- المنيــا	267	572	3544	2528	6911
18- أسيوط	1639	1016	4167	625	7447
19- سوهـاج	30	172	3543	881	4626
20- قنـــا	12	202	3036	1271	4521
21- أسوان	32	127	589	773	1521
22- الأقصــر	28	260	1198	777	2263
23- البحر الأحمر	1	3	2	3	9
24- الوادي الجديد	9	32	322	854	1217
25- مطــروح	22	15	656	269	962
26- شمال سيناء	-	12	232	149	393
27- جنوب سيناء	2	1	70	23	96
إجمـــالى	8512	11876	70737	24366	115491

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، نشرة الآلات الزراعية الميكانيكية، القاهرة، نوفمبر 2012.

مـرفـقـات

جدول رقم (9) أعداد ماكينات الري الثابتة التى تعمل في النشاط الزراعي تبعا لفئات القوة (بالحصان) في المحافظات عام 2011

(عدد)

المحافظات	أقل من 15 حصان	16-25 حصان	26-45 حصان	أكثر من 45 حصان	جملة
1- القاهـرة	90	13	44	8	155
2- الاسكندرية	62	200	199	200	661
3- بورسعيد	70	1937	-	-	2007
4- السويس	971	-	-	-	971
5- دميـاط	328	805	162	47	1342
6- الدقهلية	1370	2396	271	662	4699
7- الشرقية	9324	6066	3400	2028	20818
8- القليوبية	1417	2115	303	15	3850
9- كفر الشيخ	12192	8794	180	125	21291
10- الغربية	1366	1622	530	994	4512
11- المنوفية	3231	2013	342	115	5701
12- البحيرة	6315	9150	2958	5867	24290
13- الإسماعيلية	9319	1387	450	33	11189
14- الجيـزة	2677	1724	350	134	4885
15- بنى سويف	382	2056	864	16	3318
16- الفيـوم	828	353	214	44	1439
17- المنيـا	5642	1559	769	1610	9580
18- أسيوط	2350	2390	2641	1290	8671
19- سوهاج	3782	2144	1102	414	7442
20- قنـا	1338	1331	946	643	4258
21- أسوان	2	-	600	1075	1677
22- الأقصر	720	711	507	472	2410
23- البحر الأحمر	-	-	-	3	3
24- الوادي الجديد	1326	119	41	301	1781
25- مطـروح	50	48	25	10	133
26- شمال سيناء	1328	23	-	-	1351
27- جنوب سيناء	1181	58	-	63	1302
إجمـالى	67561	49014	16898	16169	149642

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، نشرة الآلات الزراعية الميكانيكية، القاهرة، نوفمبر 2012.

مـرفـقــات

جدول رقم (10) أعداد ماكينات الري النقالي العاملة في النشاط الزراعي تبعا لفئات القوة (بالحصان) في المحافظات عام 2011

(عدد)

المحافظات	أقـل من 5 حصان	من 5-9 حصان	من10-12 حصان	أكثر من 12 حصان	جمـلة
1- القاهــرة	683	-	12	293	988
2- الاسكندرية	117	2127	348	600	3192
3- بـورسعيد	2040	1032	28	90	3190
4- السويس	144	505	30		679
5- دميــاط	993	4675	826	1282	7776
6- الدقهلية	5211	20675	2438	862	29186
7- الشرقية	27668	35986	12683	13301	89638
8- القليوبية	2803	10149	1403	1377	15732
9- كفر الشيخ	19297	42921	5264	2259	69741
10- الغربية	18955	52429	10948	2757	85089
11- المنوفية	12560	22757	59	7	35383
12- البحيـرة	20765	69280	23179	13512	126736
13- الإسماعيلية	2224	2128	1164	64	5580
14- الجيــزة	4674	6746	2047	361	13828
15- بنى سويف	10404	20828	1701	17409	50342
16- الفيــوم	4942	3333	584	126	8985
17- المنيــا	13662	24686	5333	2336	46017
18- أسيوط	3846	6953	4144	2007	16950
19- سوهاج	3941	7314	3496	654	15405
20- قنـــا	2899	6738	2370	846	12853
21- أسوان	-	549	1098	2595	4242
22- الأقصـر	1768	4615	1177	652	8212
23- البحر الأحمر	-	36	-	-	36
24- الوادي الجديد	555	571	127	91	1344
25- مطــروح	95	1119	23	60	1297
26- شمال سيناء	-	8	-	-	8
27- جنوب سيناء	193	68	35	-	296
إجمـــالى	160439	348228	80517	63541	652725

المصدر: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، نشرة الآلات الزراعية الميكانيكية، القاهرة، نوفمبر 2012.

قائمة المراجع

أولا: مصادر معلوماتية ومراجع باللغة العربية:

(1) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، الكتاب الإحصائي السنوي لعام 2014، القاهرة.
(2) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، بحوث إقتصادية، مستقبل الطاقة في مصر، القاهرة، مارس 2014.
(3) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الكهرباء والطاقة، القاهرة، مارس 2014
(4) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الثروة الحيوانية، القاهرة، 2013.
(5) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات المساحة المحصولية والإنتاج النباتى لعام 2013/2012، القاهرة، ديسمبر 2014.
(6) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التعداد العام للمبانى والمنشآت السكنية.
(7) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، نشرة الآلات الزراعية الميكانيكية، القاهرة، نوفمبر 2012.
(8) الموقع الالكتروني، طاقة شمسية، ويكيديا الموسوعة الحرة.
(9) الموقع الالكتروني، استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه.
(10) الموقع الالكتروني، استخدام الطاقة الشمسية في الطهي.
(11) معهد أبحاث الطاقة، استخدام المخلفات الحيوانية في إنتاج البيوجاز، قسم كتلة الطاقة الإحيائية، السودان.
(12) زيارات ميدانية لأستقصاء المجموعات المستهدفة.
(13) هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، الموقع الالكتروني.
(14) هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي لعام 2009/2008، القاهرة.
(15) هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، الأطلس الشمسي لمصر.
(16) هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي لعام 2013/2012، القاهرة.

ثانيا: مصادر معلوماتية ومراجع باللغة الإنجليزية:

(1) African development Bank, clean energy development in Egypt, 2012.

(2) Adel K khalil and others, Rood map for renewable energy research and development in Egypt, Journal of advanced research, volum 1 , January 2010.

(3) B Friedmanoc others, comparing photovoltaic (pv) costs and deployment drivers in Japan and us, National renewable energy laboratory of us, June, 2014.

(4) Ehab Farouk, An Assessment for technical, Economic and Environmental challenges facing Renewable energy strategy in Egypt, Faculty of Engineering, Kassel university, Kassel, Germany, 2011.

(5) Georgeta Vidican, Building Domestic capabilities in renewable energy, A case study of Egypt, German development institute, Bonn, 2012.

(6) Iren.M- xiarchos, solar energy use in u.s agriculture, overview and policy issues, USDA, April, 2011.

(7) International energy agency, technology road map, solar photovoltaic energy, Paris, France, 2014.

(8) Joachin seel & others, why are residential pv prices in Germany so much lower than in the united states, us department of energy, February, 2014 Revision.

(9) Michal puttinger, Economic feasibility of renewable energy in Egypt, Graz university of technology, January, 2013.

(10) Renrwable energy policy Network for the 2ist century, Global status Report, 2014.

(11) Shady tarfa and Rostom, Renewable energy development in Egypt, Renewable energy world com - december 2010.

(12) www, world energy comsumption.