

حساب كلفة إنشاء مزرعة تدار بالطاقة الشمسية في المناطق النائية

سهام كامل محمد⁽¹⁾ و عماد حمدي جاسم⁽¹⁾

الملخص

ازداد في المدة الأخيرة الاتجاه نحو البحث عن مصادر للطاقة البديلة لأن مصادر الطاقة الحالية هي مصادر ناضبة ولن تكفي لسد الاحتياجات فكان التفكير بمصادر الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية وخاصة في المناطق النائية لبعدها عن مراكز التجهيز فضلاً عن الجهد والوقت والتكاليف التي تحتاج إليها، ولأنها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة وغير ناضبة. ولأجل الوصول إلى التنمية الريفية وتحسين أوضاع سكان الأرياف من الناحيتين الاجتماعية والاقتصادية فلا بد من البحث عن مورد بديل ومتجدد ونظيف ألا وهو الطاقة الشمسية لغرض توليد الطاقة الكهربائية لأن قطرنا يعاني من نقص في إنتاج الكهرباء الضرورية لأجل استثمارها في تنمية القطاع الزراعي، وبالنظر إلى اعتماد المزارعين على المولدات في توليد الطاقة الكهربائية التي تعدّ طاقة مكلفة وغير نظيفة والذي انعكس سلباً على المستثمرين والمنتجين والزراعيين والمستهلكين؛ وهذا يؤدي بدوره إلى اتساع الفجوة الغذائية للمحاصيل الإستراتيجية اللازمة لمعيشة الفرد العراقي. تستخدم المنظومة لتوليد الكهرباء بالطاقة الشمسية بقدرة (1000 واط) أي ما يعادل (5 أمبير) وهي كافية لسد احتياجات المنزل الريفي، والمضخة الزراعية مجدية اقتصادياً مقارنة بمولد الكهرباء الذي يعمل بالوقود التقليدي وبالقدرة نفسها أعلاه، وتحتاج المنظومة إلى مساحة (10 م²) وبسعر (18000 دولار) وتعمل لثلاث أيام غائمة. أما بالنسبة إلى التدفئة في فصل الشتاء للمنزل وقاعة الدواجن فإن الكلفة تبلغ (2535.1 دولار) لكل منهما، أما التدفئة للبيت المحمي فتبلغ (3040.1 دولار) ويمكن استغلالها بغرض تجفيف الفواكه والخضر وتعقيم التربة للبيت المحمي بالطاقة الشمسية في فصل الصيف.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، الطاقة البديلة، المشعات الحرارية، منظومة تحلية المياه وتعقيمها، المجففات الشمسية.

⁽¹⁾ مركز بحوث السوق وحماية المستهلك، جامعة بغداد، العراق.

Calculating the cost of solar-powered farm establishment of in Remote areas

S. K. Mohammed⁽¹⁾ and E. H. Jasem

ABSTRACT

Recently the approach towards searching for alternative energy has increased because the existing energy sources are depleting and will not be sufficient to meet the requirements. Therefore the thought was co centered on the solar energy sources, especially at remote areas far from the processing centers, in addition to the effort, time and cost needed. This energy is clean, environmentally non-contaminated and not-depleted. This energy is also required for rural development and improving the welfare of the rural of people who live there socially and economically. For this reason, we must search for alternative clean and renewable energy, Solar energy for the purpose of generating power could meet these requirements, because suffers form shortage of electricity which is necessary to make investment in agricultural sector and help farmers hot to depend completely on generators to get the electricity which considered expensive energy and not clean and that reflects negatively on investors, producers, farmers and consumers, and this leads to expand the nutrition gap for strategic crops which are important for the living of Iraqi person.

The system used to generate the solar electricity with a capacity of (1000 watts), equivalent to (5amp) which is sufficient to meet the needs of the rural home, and the pump is economically viable compared to the conventional electricity-fueled the same capacity above, the system requires on area (10 m²) and to get a price of (18,000\$) to work three cloudy days. The heating in winter of the home and the Hall of poultry, is about (2535.1 dollars). Heating of the protected house amount to (3040.1 \$) and possible use for the purpose of drying fruits and vegetables and sterilize the soil of the protected house solar by energy in summer.

Key words: Solar energy, Alternative energy, Radiators and desalination system, Water purification, Solar dryers.

⁽¹⁾ Center of market Research and consumer protection, Baghdad University, Iraq.

المقدمة

إن الاهتمام بالطاقات المتجددة ينبع من أنها إحدى الإمكانيات المتاحة بالاستغلال الأمثل لها وتوجيهها لأغراض التنمية في مجالات تزويد السكان بالغذاء، وجدوى الاستخدام ليس في الوقت الحالي فقط وإنما باتجاه المستقبل إذ إن موارد الطاقة التقليدية الحالية وبصورة عامة هي مصادر ناضبة فزيادة في استهلاكها يقابله نقصان في حجم احتياطياتها المتوافرة، ومع الزمن والتطور في الاحتياج للطاقة فإنها لن تكفي لسد هذه الاحتياجات، وعليه يجب تطوير المصادر البديلة بما يسد حاجة المستقبل الذي يؤدي إلى إمكانية استخدامها في نطاق المناطق الريفية النائية بسبب عامل البعد عن مراكز التجهيز بما ينطوي على جهد وكلفة وزمن (عبود، 2000).

في حين تحتاج أنظمة الديزل إلى نفقات الوقود والصيانة وكلما زاد حجم الحمل على الديزل صارت النفقات أكبر للوقود والصيانة إذ يمكن أن تصل إلى 60% من كلفة دورة الحياة الكلية لنظام الديزل، عكس نظم الخلايا الشمسية إذ لا تحتاج إلى صيانة مما يجعلها مناسبة للمناطق النائية حيث لا يتوافر الفنيون المؤهلون للإصلاح وصيانة المولدات التي تعمل بالوقود التقليدي، كما أنها نظيفة وغير ملوثة للبيئة ولا تترك فضلات ولا تنضب مما يكسبها وضعاً خاصاً في هذا المجال (عارف وآخرون، 2008) فالاهتمام بالطاقة الشمسية في عدة مجالات بغرض الوصول إلى مزيد من التنمية الريفية، سواء بالمناطق القديمة أو المستصلحة حديثاً بقصد تحسين ظروفهم الاجتماعية والاقتصادية من جهة والحد من تفاقم ظاهرة التصحر من جهة أخرى، نظراً إلى تشتت السكان على مساحة شاسعة وإلى عزلة كثير من الأماكن الأهلة، وهنا يصبح البحث عن مورد بديل أمراً رشيدياً، ويمكن أن يتمثل هذا البديل في الطاقات المتجددة ولاسيما الطاقة الشمسية (اللجنة الاقتصادية، 1984).

مشكلة البحث

إن عدم الاستفادة من الطاقة الشمسية رغم وفرتها في العراق واستغلالها لتوليد الطاقة الكهربائية في المزارع البعيدة عن مراكز المدن ومراكز توليد الطاقة، مع زيادة أسعار المحروقات والتوليد ومشكلات التوزيع فضلاً عن الكلف الباهظة لمد هذه الشبكات الكهربائية وإيصالها إلى المستقرات البشرية النائية، وارتفاع نسبة التلوث البيئي نتيجة استخدام المحروقات وتأثير ذلك في صحة الإنسان والنبات والحيوان، وخصوصية بلدنا الذي يعاني نقص الطاقة الكهربائية اللازمة؛ مما جعل المزارع والمستثمر الزراعي يعتمد على المولدات لتوليد الطاقة واستثمارها في العمل الزراعي، كل تلك الأسباب انعكست سلباً على الأمن الغذائي نتيجة التراجع الكبير للإنتاج الزراعي المحلي، وأحد أسباب هذا التراجع هو نقص الطاقة الكهربائية.

أهداف البحث

هَدَفَ البحث إلى التوصل إلى الأسلوب العلمي والاقتصادي الأفضل المتمثل باستخدام الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية (نظراً إلى وفرتها في المنطقة العربية ومنها بلدنا) لاستثمارها والاستفادة من تلك الطاقة في الأرياف والمناطق النائية مقارنة باستخدام الطاقة الكهربائية المرتفعة الثمن في تلك المناطق.

أهمية البحث

الطاقة الكهربائي هي عصب الحياة لاستعمالاتها الكثيرة في المجالات كلها، ولأن مصادر الطاقة التقليدية هي مصادر ناضبة وغير كافية لانتساع استخداماتها، فلا بد من التفكير بجديّة عن مصادر الطاقة البديلة وخاصة في المناطق النائية البعيدة عن مراكز المدن.

الطريقة البحثية ومصادر البيانات

اعتمد البحث أسلوب التحليل الوصفي فضلاً عن الطرائق الحسابية البسيطة المناسبة، للعديد من البيانات والمعلومات التي تم الحصول عليها وبالاعتماد على المصادر العلمية التي تناولت موضوع توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية، فضلاً عن أن بعض بيانات البحث جمعت من خلال اللقاءات الشخصية مع مدير وباحثي مركز بحوث الطاقة والبيئة في وزارة الصناعة والمعادن.

النتائج والمناقشة

أولاً: ميزات استخدام الطاقة الشمسية في تأمين الطاقة للمناطق النائية:

1. إن معظم المناطق النائية بعيدة جداً عن خطوط نقل وتوزيع الطاقة التابعة للشبكة الوطنية للكهرباء والماء، مما يتطلب استخدام الطاقة الشمسية لعدة ميزات:
 1. تمكن من الاستثمار في المناطق النائية والأرياف مدداً طويلة تصل إلى أكثر من (25 سنة) بسبب عمر المنظومات الطويل، وهنا تكمن جدواها الاقتصادية.
 2. توافر المساحة الكافية لوضع الألواح الشمسية عكس المدن التي لا تتوفر فيها مثل هذه المساحات.
 3. سهولة النصب والتشغيل لها وقلة الصيانة أو انعدامها، ولا تحتاج إلى توافر الفنيين في المناطق النائية.
 4. إمكانية استخدام أكبر عدد من الأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية دون الحاجة لبطاريات الخزن؛ مما يقلل الكلفة لارتباط عمل هذه الأجهزة نهاراً فقط، وهي أساسية في المزرعة مثلاً المضخات الزراعية لسقي المزروعات، وجهاز تجفيف الفواكه والخضر وتعقيم التربة والتدفئة للمنزل والبيوت المحمية، والطباخ الشمسي، والسخان الشمسي، والمقطر الشمسي البسيط (عارف وآخرون، 2008).

5. لا تتطلب المنظومة سوى غسل الألواح الشمسية من الأتربة لزيادة كفاءتها.
6. لا تستعمل الطاقات التقليدية، وعليه يعدُّ مشروع الطاقة الشمسية نظيفاً وخالياً من التلوث (الهيئة العامة للبحث والتطوير الصناعي، 2000).
7. تقلل الطاقة الشمسية من تكاليف البنية التحتية للماء والكهرباء في المناطق النائية، إذ إنّ توسيع هذه الشبكات وإيصالها إلى هذه المناطق عملية مكلفة جداً في حالة استخدام الطاقة التقليدية (عبود، 2000).

ثانياً: كلفة تجهيز منزل ريفي بالطاقة الشمسية:

عند القيام بإنشاء مزرعة في المناطق النائية لابدّ من بناء منزل لعائلة الفلاح مع توفير الطاقة الكهربائية له فضلاً عن حفر بئر على مسافة قريبة من المنزل لسدّ احتياجات المنزل والمزرعة من المياه.

أ- المياه

يستخدم البئر لتوفير المياه إلى كل من المنزل والمزرعة وعن طريق المضخة نفسها العاملة بالطاقة الشمسية، إذ يكون لها فرعان أحدهما إلى خزان المنزل ومن ثم إلى منظومة التحلية التي تكون على نوعين هما:

أ-1- المقطر الشمسي البسيط

المبدأ الذي يعمل عليه هو إدخال الماء إلى حوض مطلي باللون الأسود إذ يتبخّر قسم منه بفضل الحرارة فيتصاعد بخار الماء ليصل إلى السطح الداخلي للغلاف الزجاجي، حيث يتكثف عليه مشكلاً قطرات من الماء العذب التي تسيل على سطح الغطاء نحو الأسفل وتتجمع في قناة بالنهاية السفلى، وتعمل في النهار بحيث يصبح فائضاً ليجمع ويستعمل ليلاً، كلفة هذا النوع (250 دولاراً)، وهو ذو جدوى اقتصادية إذ لا يحتاج إلى أجهزة ميكانيكية أو كهربائية أو مراقبة وتنظيم، وأعطابها شبه معدومة ويحتاج الماء الناتج والخالي من الأملاح والأتربة والترسبات إلى حبة كلور نظراً إلى احتوائه على البكتريا (عبود، 2000).

أ-2- منظومة تحلية وتعقيم:

منظومة متكاملة مع فلاتر وتجهز بالكهرباء من الطاقة الشمسية، وتنتج ماء خال من الأملاح والبكتريا والترسبات الطينية وكتفتها (500 دولار)، أمّا الفرع الثاني فيستخدم للسقي والإرواء.

ب - الكهرباء

عملية توفير الطاقة الكهربائية ضرورية للمنزل الريفي الذي نفترض مساحته (100م²) بناءً، ويحتوي على غرفتين وصالة مع مطبخ وحمام، ولسدّ احتياجاته من الطاقة الكهربائية المستمدة من الطاقة الشمسية خاصة في فصلي الصيف والشتاء وكالاتي:

ب-1- فصل الصيف:

يوضح الجدول أدناه القدرة بالواط للأجهزة الكهربائية المطلوبة للمنزل الريفي، وبحسب مساحة المنزل وعدد الغرف:

الجدول (1) الأجهزة المطلوبة والقدرة لها بالواط

الأجهزة	جهاز تحلية المياه	ثلاجة	شمعات إنارة	مراوح سقفية	تلفزيون وستلايت	مبردة هواء
العدد	1	1	4	4	1	2
القدرة بالواط	40	150	160	200	100	*350

*الـ350 واط تعادل 1.75 أمبير وهذه كافية لتشغيل مبردة الهواء.

المصدر: حُسبت القدرة لكل جهاز بالتعاون مع مركز بحوث الطاقة والبيئة والاعتماد على أطاريح وبحوث المركز

وتبلغ مجموع القدرة 1000 واط، أي ما يعادل (5 أمبير) كافية لتشغيل المنزل، أمّا بقية الأجهزة مثل الغسالة والخلاط الكهربائي وأجهزة التنظيف فيمكن تشغيلها من خلال تنظيم الحمل بإطفاء بعض الأجهزة المذكورة بالجدول (1) مدة معينة.

وتستخدم منظومة توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية بقدرة 100 واط، وهي كافية لتشغيل المنزل الريفي ومجدية اقتصادياً مقارنة بمولد كهرباء يعمل بالوقود التقليدي وبالقدرة نفسها، وبالنظر إلى تمتع العراق بساعات سطوع شمسي على مدار السنة وتقدر ب (3700 ساعة) فمن الممكن استخدام الطاقة الشمسية للاستخدامات المنزلية والزراعية وتتألف المنظومة من:

(الألواح الشمسية الفوتوفولتائية، هيكل حامل الألواح الشمسية، بطاريات الخزن، منظم الشحن 1200 واط، عاكس 1500 واط).

وتحتاج إلى مساحة 10م² نصب وبسعر (18000 دولار)، وتعمل ثلاثة أيام غائمة. (مركز بحوث الطاقة والبيئة، 2008) ويمكن توضيح الجدوى الاقتصادية لمنظومة الطاقة الشمسية مقارنة بالمولد الذي يعمل بالوقود التقليدي (البنزين) كما في الجدول الآتي:

الجدول (2) مقارنة تكلفة توليد الكهرباء بواسطة الطاقة الشمسية مع الوقود التقليدي (البنزين)

التكاليف التي تدفع يوميا للتعليق مع سعر المولد ÷ عدد الأيام	العمر التشغيلي للمنظومة (المولد)	السنة	يوم	الكلفة الكلية لسعر المولد مع كلفة تشغيل المولد السنوية	كلفة تشغيل المولد بمقدار (5) امبير					سعر المولد	نوع المولدات	
					بنزين مع زيت	بنزين مع زيت	زيت	بنزين				
								سنوياً	شهرياً			شهرياً
9.637 دولار باليوم	360	1		3469.6	3369.6	280.8 دولار	10.8 دولار	2.7** دولار	270 دولار	9* دولار	100 دولار	مولدة كهرباء تعمل بالبنزين
÷ 18000 2 = 9000 دولار باليوم	9000	25		18000 ألف دولار	-	-	-	-	-	-	18000 ألف دولار	منظومة تعمل بالطاقة الشمسية

المصدر: جمعت واحتسبت من بيانات مركز بحوث الطاقة والبيئة

* المولدة تصرف 1/لتر بالساعة بنزين وبالسعر الرسمي (450) دينار عراقي أي مايعادل (0.37) من الدولار معناه نحتاج (24) لتراً بنزين لـ (24 ساعة) في اليوم بكلفة $24 \times 0.37 = 9$ دولارات.
** سعر لتر زيت للمحرك (3240) دينار مايعادل (2.7) من الدولار بالأسبوع.

يتبين من الجدول (2) أن كلفة توليد (5 أمبيرات) بالطاقة الشمسية هي مجدية اقتصادياً إذ تكون الكلفة (2) دولار باليوم تدفع عن تكاليف المنظومة مقارنة بالمولد الذي يعمل بالطاقة التقليدية (البنزين) التي تكلف (9.6) دولاراً تدفع يومياً، وهذا دون حساب كلفة سعر المولدة الاحتياطية التي تعمل بالتناوب مع المولدة الأولى مدة (24) ساعة المقررة فضلاً عن عدم حساب كلف النقل للزيت والبنزين، والصيانة الدورية، والاندثار. والتكاليف المتأتمية من معالجة أو إزالة آثار التلوث الذي تحدثه المولدات نتيجة حرق الوقود وتلوث البيئة من نبات وحيوان وتربة ومياه فضلاً عن تأثيرها في صحة الإنسان.

ب-2- فصل الشتاء:

عند حلول فصل الشتاء سوف يتوقف عمل المبردات والمراوح السقفية مما يوفر فائضاً من القدرة، كما يشير إليه جدول (1) إذ يوفر (550) واطا تستغل لزيادة الحمل وفي تشغيل أجهزة أخرى مهمة للمنزل.

ب-2-1- السخان الشمسي

في الشتاء يسعى الفلاح للحصول على الماء الساخن لاستخدامه في قضاء احتياجاته الأساسية من خلال اقتناء السخان الشمسي الذي يزود بالماء من الخزان الرئيسي لسطح المنزل الريفي.

وهو يشابه في عمله السخانات المعروفة لدينا، إلا أنه تستخدم الطاقة الشمسية الحرارية في تسخين المياه بدلاً من الطاقة الكهربائية، ويوفر الماء بدرجة حرارة 65 م

شتاءً، ويتألف من خزان اسطواني معزول حرارياً ومجمعات شمسية حرارية مسطحة أو أنبوبية مع حامل حديدي ارتكازي يحمل أجزاء السخان بزواوية مناسبة بحسب الموقع. وسعر هذا السخان هو (300) دولار، وهو ذو جدوى اقتصادية على الرغم من سعره المرتفع قليلاً قياساً إلى سخانات الكهربائية وبكلفة شهرية (1) دولار تدفع مدة (25) سنة، إذ إنه يحقق وفرة مادية عالية على صعيد الاستهلاك المادي ويمتاز بعمر تشغيلي طويل (25) سنة ويحقق دعماً للاقتصاد الوطني من خلال توفير طاقة كهربائية مقدارها (3000 واط/ساعة) للسخان الكهربائي لكل عائلة مضرراً في مليون عائلة يكون التوفير مقداره (3000 ميكا واط/ساعة) فضلاً عن أنه غير ملوث للبيئة، ولا يحتاج إلى احتراق وقود لينتج عنه كهرباء لتشغيل السخانات (مركز بحوث الطاقة والبيئة، 2008).

ب-2-2- منظومة التدفئة الشمسية.

يحتاج منزل الفلاح إلى تدفئة تتلاءم ومساحة المنزل (100م²)، وتستخدم هذه المنظومة أيضاً لتدفئة البيوت المحمية الزراعية وقاعات تربية الدواجن وبنفس المبدأ. وتتكون المنظومة من المجمعات الشمسية العنصر الأساس، إذ يمكن تجميعها على التوالي أو التوازي لإنتاج الماء الساخن الذي يجمع بخزان مناسب معزول حرارياً والذي بدوره يجهز البنايات (الحيز الداخلي) بالتدفئة عن طريق المشعات للحرارة.

الجدول (3) المواد التي تتألف منها منظومة التدفئة الشمسية وتكاليفها بحسب السوق المحلية.

المواد	المجمعات الشمسية	خزان ماء	أنابيب ربط	صوف صخري	مشعات حرارية
العدد	30 م ²	5 م ³	6 م	30 م ²	4
كلفة كل مادة	1500 ** دولار	450 دولار	100 دولار	60 دولار	400 *** دولار

* المصدر: أعدّ الجدول من بيانات وبحوث مركز بحوث الطاقة والبيئة

وعند حساب الكلفة لكل مادة من الجدول (3) نجد أن الكلفة الكلية للمواد تبلغ 2510 دولار.

وتكون كلفة الربط والعمل بنسبة 1% من الكلفة الكلية، وتساوي 25.1 دولاراً، وعليه فإن الكلفة الكلية لمنظومة التدفئة الشمسية = 2510 + 25.1 = 2535.1 دولاراً.

** لكل 100 م² نحتاج إلى 30 م² من المجمعات الشمسية سعر المتر المربع من المجمعات 50 دولاراً فتكون 30 م² × 50 = 1500 دولاراً.

*** المنزل 100 م² يتألف من ثلاث غرف مع مطبخ فنحتاج إلى 4 مشعات لكل غرفة سعر الواحدة 100 دولار فتكون 4 × 100 = 400 دولاراً.

ويبين الجدول أدناه الجدوى الاقتصادية لمنظومة التدفئة بالطاقة الشمسية مقارنة بمنظومة تدفئة تعمل بالنفط.

الجدول (4) مقارنة كلفة تدفئة بواسطة الطاقة الشمسية بتدفئة بالطاقة التقليدية (النفط).

أنواع منظومات التدفئة	سعر المنظومة	كلفة تشغيل المنظومة			العمر التشغيلي للمنظومة			الكلفة الكلية التي تدفع يومياً	الكلفة الكلية ÷ عدد الأيام للعمر التشغيلي
		بالنفط	باليوم	بشهر	سنة (موسم)	يوم	بالموسم		
منظومة تدفئة تعمل بالوقود التقليدي (النفط)	3000 دولار	6* دولارات	180 دولاراً	720** دولاراً	10	1200	10×720=7200	10200 دولار	8.5 دولار
منظومة تدفئة تعمل بالطاقة الشمسية	2510 دولار	--	--	--	25	3000	25.1	2535.1 دولار	0.84 دولار

المصدر: حُسب الجدول بالاعتماد على بيانات مركز بحوث الطاقة والبيئة والبحوث ذات العلاقة

يشير الجدول (4) إلى أنّ منظومة التدفئة بالطاقة الشمسية ذات جدوى اقتصادية، إذ يتطلب تسديد مبلغ 0.84 من الدولار يومياً مقارنةً بـ 8.5 دولار يومياً لمنظومة التدفئة العاملة بالوقود (النفط)، هذا ولم تحسب كلفة الصيانة الدورية والاندثار والنقل للنفط. فضلاً عن تكاليف معالجة وإزالة آثار التلوث الذي يحدث نتيجة حرق الوقود وتلوث البيئة والآثار الخطيرة على صحة الإنسان والحيوان وتأثيره المباشرة في النبات والتربة والمياه. يبين الجدول الآتي التكاليف الإجمالية لتشغيل أجهزة المنزل الريفي الضرورية للحياة.

الجدول (5) التكاليف الإجمالية لتشغيل أجهزة المنزل بالطاقة الشمسية

الأجهزة	منظومة طاقة شمسية (5) أمبير	منظومة تحليه المياه وتعقيمها	طبّاخ شمسي	سخان شمسي	منظومة تدفئة بالطاقة الشمسية	الكلفة الإجمالية
الكلفة لكل جهاز	18000	500	250	300	2535.1	21585.1 دولار

المصدر: الهيئة العامة للبحث والتطوير الصناعي، مشروع المحطة البحثية لاستخدام الطاقات المتجددة

* المنظومة التي تعمل بالنفط تصرف 1 لتر/الساعة وبسعر 300 دينار عراقي، أي ما يعادل 0.25 دولاراً، فالكلفة اليومية $0.25 \times 24 = 6$ دولار مدة 24 ساعة.

** موسم الشتاء هو فقط 4 أشهر بالسنة وهي (أشهر تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني، شباط) أي ما يعادل 120 يوماً بالموسم و200 يوم لعشر سنوات أي لعشرة مواسم فالكلفة الموسمية = 180 دولاراً شهرياً $4 \times 720 = 2880$ دولاراً.

وهي ذات جدوى اقتصادية كما هو موضح في جدول (5). إذ الكلفة اليومية التي يجب أن تدفع للأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية التي يتجاوز عمرها التشغيلي (25) سنة. هي (2.39) دولاراً يومياً، وهي أرخص من قيمة فاتورة الكهرباء.

كلفة إنشاء مزرعة متكاملة للفلاح تعمل بالطاقة الشمسية.

من أجل إنشاء مزرعة لايدّ من حفر بئر ملائم لسقي المزروعات باختلاف طرق الري سواء السطحي أو بالتنقيط أو بالرش، عن طريق مضخة مياه تعمل بالطاقة الشمسية، ويفترض أن يكفي المزرعة المقترحة (5) دونات ويتألف إنتاج المزرعة من:

1-1 الإنتاج النباتي

محاصيل الخضر باختلاف أنواعها من الطماطم (البندورة) والباذنجان والفلفل والبطاطا وغيرها من المحاصيل الخضرية فضلاً عن محاصيل الحبوب كالحنطة والشعير والذرة وغيرها من المحاصيل الزراعية المهمة للإنسان (مصلح وآخرون، 1989)، والأشجار المثمرة كالفاكهة مثل التفاح والخوخ والأجاص والمشمش والحمضيات والعنب والتمر والتين وغيرها التي تشكل جزءاً من الاقتصاد الوطني (عبد الرزاق عباس، 2009)، ومن الضروري تجهيز المياه بواسطة المضخة المؤلفة من الألواح الشمسية والهيكّل الحامل للألواح الشمسية، ومنظومة السيطرة والأسلاك والتوصيلات الكهربائية.

وتكون مجدية اقتصادياً إذ توافر 70% من قائمة المصروفات السنوية للكهرباء المولدة بواسطة المحروقات، ولأنّ عمرها التشغيلي أكثر من 25 سنة، كما تشير الدراسات إلى أنّ استخدام الطاقة الشمسية مجد للمواقع التي تتعد (600م) وأكثر عن خطوط النقل وتسمى هذه المنظومات بـ (صفر - مصروفات تشغيل) لعدم حاجتها إلى الوقود أو الصيانة الدورية، فهناك مضخة تعمل بقدرة 1000 واط وعلى عمق بئر 5-15م وتعطي 200م³/يوم (وزارة الصناعة، 2009).

وعند الرجوع إلى الجدول (2) نلاحظ أنّ تكلفة مولدة تعمل بالبنزين بقدرة 1000 واط (5 أمبير) (9.6 دولاراً) يومياً مقارنة بمضخة تعمل بالطاقة الشمسية بكلفة 15000 ألف دولار تعمل مدة 25 سنة أي ما يعادل 9000 يوم، فيكون ما يدفع يومياً من تكلفتها هو (1.6) دولاراً وهي مجدية اقتصادياً.

ويمكن الاستغناء عن شراء تلك المضخة العاملة بالطاقة الشمسية التي تكلف الفلاح 15000 ألف دولار من خلال تشغيل المضخة التي تعمل بقدرة (1000 واط) عادية بمواصفات المضخة السابقة نفسها ولكن تزود بالطاقة الكهربائية من منظومة الطاقة الشمسية لمنزل الفلاح. فتكون تكلفة واحدة لمنظومة تجهز (5 أمبير) بـ (18000) ألف دولار تكفي لتشغيل المضخة للسقي والمنزل من خلال عملية تنظيم وقت العمل، فطبيعة العمل المزرعي وحركته تستوجب توجه الفلاح مع عائلته إلى الحقل صباحاً تاركاً المنزل ولا يعود حتى قبل الظهر أو مساءً من العمل. فبالإمكان الاستغناء عن التيار الكهربائي فيقطع عن المنزل ويستغل لتشغيل المضخة، ولا تستغرق عملية السقي سوى بضع ساعات. ومن ثم تكون الكلفة التقديرية لتشغيل مزرعة تتألف من منزل مع مضخة لسقي

المزروعات باختلاف أنواعها، هي 21585.1 دولار وهي كلفة تشغيل أجهزة المنزل فقط لأن المضخة تشغل من منظومة المنزل، ولا توجد لها تكلفة لتجهيز التيار الكهربائي من خلال تنظيم الوقت.

1-2 البيوت المحمية

البيوت المحمية هي المنشآت المستخدمة في زراعة النباتات لحمايتها من الظروف البيئية غير المناسبة وتكون مدفأة، وهي إحدى الطرائق المهمة للإنتاج النباتي، نظراً إلى ما تواجهه أغلب الدول من ازدياد عدد سكانهم مع محدودية الرقعة الزراعية، فجاءت فكرة البيوت المحمية، الغرض منها هو التوسع الرأسي في الإنتاج الزراعي وبالذات إنتاج الخضر في غير المواسم وبجودة عالية. (إيكاردا، 2005). إذ تبلغ كلفة تدفئة بيت محمي مساحته 100 م² (عرض 5م × طول 20م) بواسطة الطاقة الشمسية كما ذكر في جدول (3) مع اختلافات بسيطة بالنسبة إلى المجمعات الشمسية نحتاج 40م² بدلاً من 30م² المستخدمة للمنزل؛ لأن طبقة البلاستيك أقل من جدران المنزل سماكة وعزلاً للحرارة فضلاً عن مالجات* بدلاً من المشعات المستخدمة في المنزل، ويتألف من ستة خطوط للنباتات فتحتاج إلى خطين من المالجات بطول 20م للواحد. وتكون الكلفة كما في الجدول (6).

الجدول (6) الكلفة التقديرية لمنظومة التدفئة للبيوت المحمية التي تعمل بالطاقة الشمسية.

المواد	المجمعات الشمسية*	خزان ماء	أنابيب ربط	صوف صخري	مالجات حرارية**
العدد	40 م ²	5 م ³	6 م	30 م ²	2
الكلفة لكل مادة	2000 دولار	450 دولاراً	100 دولار	60 دولاراً	400 دولار

حُسبت الكلف بالاعتماد على بيانات مركز بحوث الطاقة والبيئة أوزارة الصناعة والمعادن

* المتر المربع من المجمعات الشمسية 50 دولاراً فتكون 40م² × 50 دولاراً = 2000 دولار.

** المالجات الحرارية لتشع الحرارة للنباتات داخل البيت المحمي سعر المتر منه بـ 15 دولاراً. فيكون المالح الواحد 200 دولار العدد 2 بكلفة 400 دولار للبيت المحمي.

إذاً الكلفة الإجمالية للتدفئة للبيت المحمي هي 3010 دولار، وكلفة الربط والعمل تكون بنسبة 1% من الكلفة الكلية، وتساوي 30.1 دولاراً، فالإجمالي النهائي 3040.1 دولار، وهو مجد اقتصادياً إذ يتطلب تسديد مبلغ (1.01) دولاراً يومياً عن كلفة التدفئة الشمسية التي يبلغ عمرها التشغيلي 25 سنة أي (25) موسماً إنتاجياً، وهي تعادل 3000 يوم نحتاج تدفئة بالطاقة الشمسية مقارنة بـ (8.5) دولاراً تدفع يومياً عن تكلفة تدفئة بالنفط لـ

* المالجات تقنية حديثة لتدفئة النباتات داخل البيت المحمي من خلال إشعاع الحرارة من ننوات الأنابيب التي تحمل الماء الساخن بواسطة الطاقة الشمسية

(25) موسماً، أي 3000 يوم، وبالاعتماد على ما سبق تكون التكاليف الإجمالية لتشغيل المزرعة المؤلفة من منزل ومضخة مع بيت بلاستيكي محمي هي (24625.2) دولار.

3-1 المجفف الشمسي

هي عملية تجفيف الفواكه والخضر والمحاصيل الأخرى بحيث يحافظ على الشكل واللون والقيمة مع المحافظة عليها من التلوث والإصابات الحشرية، وهي من أنجح تطبيقات الطاقة الشمسية عبر تكنولوجيا بسيطة جداً تستخدم فيها الشمس للحصول على تيار هوائي ساخن للتجفيف عبر المجمعات الشمسية في جهاز بسيط الصنع والتكاليف، مغلق لمنع التلوث، ويصلح للتجفيف وصناعة التجفيف، هذه ذات منفعة تسويقية عالية، فالتجفيف يعطي صورة جيدة للسلعة السريعة التلف ميزة التحمل الكبرى للتخزين وتبطين التعرض للتلف، وتعطي حجماً أقل للسلعة مع صلابة تتحمل معها المداولة للمسافات الكبيرة، وهذا إشباع لرغبات المستهلك والمنتج.

وقد أجريت دراسة جدوى اقتصادية لهذه العملية بعد استخراج التكاليف التشغيلية وعمر الجهاز وإنقاصها من العائد الكلي وظهر أن نسبة العائد إلى التكاليف هو 1.93، أي إن نسبة الربح هو 93% أي إن الدينار المنفق يدر ربحاً ضعف رأس مال المنفق، ومن ثم تكون كلفة المجفف الشمسي 416.6 دولاراً وستكون الكلفة الإجمالية للمزرعة (25041.8) دولار.

2- الإنتاج الحيواني:

ويتمثل بإقامة قاعات الدواجن التي تحتاج إلى تبريد وتدفئة. فلو فرضنا قاعة بمساحة 100م² تحتاج إلى معالف ومناهل ومستلزمات أخرى مثل:

1- الإضاءة كل 25م² من مساحة القاعة تحتاج إنارة بقوة 40 واطاً على ارتفاع 1- 1.5 م، وتساعد الطيور على رؤية المعالف والمناهل وتخفف شدة الإضاءة تدريجياً مع تقدم الفراخ بالعمر وتحتاج إلى 4 شمعات لقاعة مساحتها 100م².

2- التهوية: استخدام ساحبات الهواء لكل 2000 طير، نحتاج إلى ساحة هواء يبلغ طول مروحتها 50- 60 سم، أو إلى ساحبتين بنصف الحجم السابق.

3- التبريد: يجعل شباك أمام كل ساحة للتبريد الصحراوي بحيث تعمل عمل مبردة تبريدية كبيرة.

4- كثافة الطيور: إذ لكل ام² من مساحة القاعة يتسع إلى (13) طيراً، وعليه نحتاج إلى 1300 طير بمساحة 100م².

5- مصدر حراري للتدفئة: الفراخ في بداية حياتها ولاسيما الأسبوع الأول والثاني والثالث وفي المواسم كلها تحتاج إلى تدفئة خاصة بالدواجن، فيحجز 1300 من الفراخ في 25% من مساحة القاعة لتعمل في حيز بكثافة 52 فرخ دجاج/م²، وبالأسبوع الثالث 32-42

فرخ دجاج/م²؛ وعليه يجب توسيع مساحة الحجره أسبوعياً لتتلاءم و أكبر حجم الفراخ ودرجة حرارة 35 لتقل تدريجياً لنهاية مدة التربية لتصبح 21-20 م، وتكون الحجره مكاناً لتوفير الماء والعلف والإضاءة ولتقليل الصرف والسيطرة على الأفراخ (عبد الحسين، 2006) فتكون تكاليف إدارة قاعة الدواجن وتشغيلها بمساحة 100م² وتحتوي على 1300 طير، وتعمل في المواسم كلها والتي تحتاج إلى تدفئة وتبريد كالآتي:

1-2 التدفئة:

تبلغ كلفة التدفئة بالطاقة الشمسية \$2535.1 وهي مجدية اقتصادياً، إذ يتطلب تسديد مبلغ 0.84 من الدولار يومياً مقارنة بـ8.5 دولاراً للمنظومة العاملة بالوقود (النفط).

كما أن الصيانة الدورية والاندثار، وكلفة النقل للنفط لم تحسب ولا التكاليف المتأتمية من معالجة أو إزالة آثار التلوث الذي تحدثه نتيجة حرق الوقود وتلوث البيئة من نبات أو حيوان وتربة ومياه فضلاً عن تأثيرها في صحة الإنسان.

2-2 كلفة التهوية والتبريد والإنارة

نحتاج إلى ساحة هواء وأربع شمعات مع مضخة لعمل شلال مياه على الشباك المقابل للساحة بغرض التبريد صيفاً.

فكلها تحتاج إلى 500 واط وبكلفة 9000 دولار، وبذلك يمكن استخدام قاعتين منفصلتين مساحة كل واحدة منها 100م²، أو قاعة واحدة بمساحة 200م²، وتحتاج إلى قدرة 1000 واط لكي تعمل التهوية والإنارة والتبريد وبكلفة 18000 دولار منظومة طاقة شمسية.

وهي مجدية اقتصادياً إذ تكون التكلفة (2) دولار باليوم تدفع عن تكاليف المنظومة مقارنة بالمولد الذي يعمل بالطاقة التقليدية البنزين والتي تكلف 9.6 دولار تدفع يومياً. كما هو موضح في الجدول (2) من غير حساب كلفة نقل البنزين والزيت وتكاليف المولدة الاحتياطية والصيانة الدورية والاندثار والتكاليف المتأتمية من معالجة أو إزالة آثار التلوث الذي تحدثه المولدات نتيجة حرق الوقود وتلوث البيئة وأثره السلبية على الأحياء والبيئة. والجدول الآتي يمثل تكاليف إدارة قاعة دواجن بمساحة 100م² و200م².

الجدول (7) كلفة منظومة الكهرباء والتدفئة الشمسية لقاعة الدواجن

الاحتياجات المطلوبة مساحة القاعة	عدد منظومات التدفئة	الكلفة لمنظومة التدفئة	الإنارة	ساحبات التهوية	مضخة ماء صغيرة للتبريد	عدد الامبيرات للإنارة والساحة والمضخة	الكلفة لمنظومة الكهرباء	الكلفة الكلية لمنظومة التدفئة والكهرباء الشمسية
100م ²	منظومة واحدة	2535.1 دولار	4	1	1	2.5 أمبير (500) واط	9000 دولار	11535.1 دولار
200م ²	منظومتان	5070.2 دولار	8	2	2	5 أمبير (1000) واط	18000 دولار	23070.2

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات وبحوث مركز بحوث الطاقة والبيئة.

ويمكن تدفئة أماكن مبيت الحيوانات كالأبقار والأغنام وتدفئة أحواض تربية الأسماك للتكاثر وبالمبدأ نفسه. ومما سبق يمكن حساب الكلفة الكلية لإدارة مزرعة وتشغيلها بشقيها النباتي والحيواني كما في الجدول (8-1).

الجدول (8-1) الكلفة الكلية التشغيلية لمزرعة متكاملة تدار بالطاقة الشمسية

مكونات المزرعة	بيت محمي مدفأ بالطاقة الشمسية	مضخة سقي المزروعات تعمل بالطاقة الشمسية	مجفف شمسي للفواكه والخضر	قاعة دواجن بمساحة 200م ² تدار بالطاقة الشمسية	الكلفة الكلية لجميع المكونات
الكلفة لكل مكون من المزرعة	3040.1 دولار	15000 دولار	416.6 دولار	23070.2	41526.9 دولار

الجدول (8-ب) الكلفة الكلية التشغيلية لمزرعة متكاملة تدار بالطاقة الشمسية

مكونات المزرعة	بيت محمي مدفأ بالطاقة الشمسية	مضخة سقي المزروعات تعمل بالطاقة الشمسية	مجفف شمسي للفواكه والخضر	قاعة دواجن بمساحة 200م ² تدار بالطاقة الشمسية	الكلفة الكلية لجميع المكونات
الكلفة لكل مكون من المزرعة	3040.1 دولار	*	**	23070.2	26110.3

المصدر: بان علي عيود استغلال الطاقات المتجددة في المستقرات البشرية النائية.

* ويمكن عدم شراء مضخة بـ 15000 ألف دولار تعمل بالطاقة الشمسية والاستعاضة عن مضخة عادية بقدرة 1000 واط وتجهز بالتيار الكهربائي من منظومة المنزل من خلال المناوبة بتنظيم الوقت مابين السقي وحاجة المنزل للكهرباء لتقليل الكلف.

** ويمكن الاستعاضة عن تكلفة جهاز كامل للتجفيف الشمسي بالطاقة الشمسية من خلال بيت محمي بتشغيل التدفئة الخاصة به، خصوصاً أن البيت المحمي يتوقف إنتاجه بالشهر السادس واستغلاله للتجفيف بكميات كبيرة ولاسيما أن الفواكه والخضر تتوفر بالشهر السادس والسابع والثامن بكثر.

ولو أضفنا كلفة تشغيل منزل الفلاح من تدفئة وتبريد وتشغيل للأجهزة جميعها المهمة في حياته اليومية فستكون الكلفة الكلية كما في الجدول أدناه.

الجدول (9) الكلفة الكلية التشغيلية لمنزل مع المزرعة المتكاملة تدار بالطاقة الشمسية

مكونات المزرعة	المنزل		بيت محمي مدفأ بالطاقة الشمسية	مضخة سقي المزروعات تعمل بالطاقة الشمسية	مجفف شمسي للفواكه والخضر	قاعة دواجن بمساحة 200م ² تدار بالطاقة الشمسية	الكلفة الكلية لجميع المكونات
	تدفئة مع سخان وطباخ شمسي مع جهاز تحلية وتعقيم مياه	منظومة كهرباء بالطاقة الشمسية بقدرة 1000 واط					
كلفة كل مكون منها	3585.1 دولار	18000 دولار	3040.1 دولار	* لا توجد تكلفة إذ تعمل من منظومة المنزل	* لا توجد تكلفة لاستغلال البيت المحمي للتجفيف	23070.2 دولار	47695.4 دولار

المصدر: جمعت وحُسبت من بيانات مركز بحوث الطاقة والبيئة والاطلاع على المراجع ذات العلاقة

مقترحات للتطبيق في المشاريع الزراعية التي تعمل بالطاقة الشمسية:

أولاً: كلفة إنشاء مشاريع زراعية للدولة تدار بالطاقة الشمسية.

يمكن إقامة مزارع للدولة متطورة كنموذج يحتذى به لبقية المزارعين في العراق لزيادة وفرة الإنتاج الزراعي مع تقليل الكلف للمنتجات الزراعية.

من خلال إقامة القرى والتجمعات السكانية للموظفين والفلاحين فضلاً عن دور العبادة والمدارس والأسواق وبقية الخدمات التي تعمل بالطاقة الشمسية وتزويدهم:

1- الماء الصالح للشرب ويعتمد سعر المنظومة على كمية المياه المنتجة.

أ- منظومة تعطي 20000 لتر/يوم بكلفة 45000 دولار تكفي 3000 شخص.

ب- منظومة تعطي 50000 لتر/يوم بكلفة 85000 دولار تكفي 8000 شخص.

ج- منظومة تعطي 120000 لتر/يوم بكلفة 130000 دولار تكفي 20000 شخص (وزارة الصناعة والمعادن، 2009).

2- معيدات البث الإذاعي والتلفزيوني: كلفة تجهيز المنظومة الواحدة قدرة 500-1000 واط بحدود 18000 دولار.

3- منظومات لتوليد الطاقة الكهربائية بطاقة (1) ميكاواط تراوح بين 6-7 مليون دولار (وزارة الصناعة والمعادن، 2007) مع توفر الخبرة العراقية بهذا المجال.

4- مضخات المياه للأغراض الزراعية

تعتمد كلفة المنظومة على المكونات أعلاه ومواصفاتها فضلاً عن التصميم، كما في المثال التالي.

الجدول (10) كلفة منظومة مضخات المياه للأغراض الزراعية

ت	القدرة KW	كمية الضخ m ³ /day	عمق البئر m	عدد الساعات باليوم	السعر بالدولار	الملاحظات
1	1400	200	15 - 5	8	35	Tracking معقبة للشمس
2	1400	100	25-15	8	35	Tracking
3	1400	60-40	60-30	8	35	Tracking
4	1000	30-20	80-60	8	25	Tracking

المصدر: (بيانات وزارة الصناعة والمعادن، 2009).

6- البيوت المحمية

لإنتاج الخضار وبعض أنواع الفواكه في غير موسمها من الطماطم والباذنجان وتكون التدفئة للبيوت المحمية مجدية اقتصادياً بواسطة الطاقة الشمسية مقارنة بالوقود (النفط)، كما يوضحه جدول (6) وبكلفة 3040.1 دولار، ويمكن زيادة عدد البيوت للإنتاج الضخم، وتكون الكلفة الكلية على أساس كلفة بيت محمي تدفئته مضروباً بعدد البيوت المطلوب العمل فيها.

7- المجففات الشمسية:

عملية تجفيف الفواكه والخضر لحفظها بمواسم أخرى، وكلما زاد حجم المجففات زادت الكلفة إذ تعتمد على أساس كلفة م³ منه بـ 416.6 دولاراً مضروباً بعدد الأمتار المكعبة المطلوبة أو استغلال البيوت المحمية من خلال تدفئتها للتجفيف، وخصوصاً بعد انتهاء عملها بالشهر السادس صيفاً، وكثرة توافر الفواكه والخضر من أجل التجفيف والكلفة تكون محسوبة لتدفئة البيوت. كما ذكر في فقرة (أ- 3) سابقاً.

8- تربية الدواجن:

إذ تبلغ تكلفة تدفئة قاعة بمساحة 200م² وتبريدها تكلفة التدفئة لها مع التبريد والإنارة والتهوية من خلال توليد تيار كهربائي شمسي بكلفة 23070.2 دولار. كما موضح في جدول (7)، وتتسع 2600 طير ويمكن زيادة عدد القاعات مضروباً في كلفة قاعة واحدة بحسب العدد المطلوب إنشاؤه من قبل الدولة.

ولكل مما سبق سواء تدفئة أو إنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية هو مجد اقتصادياً، كما هو موضح في الجدولين (2)، (4).

ثانياً: دور الدولة في زيادة الاستثمار وزيادة الرقعة الزراعية.

للدولة دور مهم في تهيئة القواعد الأساسية للاستثمار في المناطق النائية من أجل زراعة تلك المناطق فهي الشريان الرئيسي المهم الذي يتطلب إنشاء الطرق والخدمات الضرورية ومنها:

1- الإشارات المرورية التي تعمل بالطاقة الشمسية.

2- إنارة الطرق الريفية النائية وتعد من التطبيقات السهلة والمجدية اقتصادياً لأن انطفائها واشتغالها أوتوماتيكي في الليل والنهار، وعدم حاجتها إلى الأسلاك الكهربائية سواء كانت المعلقة أو تحت الأرض، وتعتمد أسعارها على القدرة المطلوبة وارتفاع العمود كما هو موضح في الجدول الآتي:

الجدول (11) كلفة إنارة الطرق الريفية

ت	الأعمدة		المصابيح		ألواح الخلايا الشمسية		البطاريات		منظم الشحن	
	العدد	الارتفاع	العدد	قدرة المصباح	العدد	قدرة اللوح	العدد	سعة البطارية 12 فولتاً	العدد	الكلفة بالدولار
1	1	4 م	1	11 واط	1	40 واط	1	Ah40	1	500 دولار
2	1	5 م	1	18 واط	1	60 واط	1	Ah 60	1	1100 دولار
3	1	7 م	1	36 واط	1	100 واط	1	Ah100	1	2500 دولار
4	1	9 م	1	55 واط	1	165 واط	1	Ah200	1	2800 دولار

المصدر: بان علي عبود- استغلال الطاقة المتجددة في المستقرات البشرية النائية.

3- محطات ضخ الوقود

تُشغَل محطات التزود بالوقود بالطاقة الشمسية إذ تُشغَل بواسطة منظومة بكلفة 18000 دولار تكفي لتشغيل مضختي وقود ومساحة نصبها (15 م²)، والمسقات الخاصة بالمحطات تقي بالغرض، وكل ما سبق مجد اقتصادياً كما في جدول (2).

الاستنتاجات والتوصيات

أولاً - الاستنتاجات

توصل البحث إلى ما يأتي:

1. توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية هي ذات جدوى اقتصادية مقارنة بالطاقة التقليدية حيث تقوم المنظومة بتوليد الكهرباء بقدرة 1000 واط، أي ما يعادل 5 أمبير وبكلفة 2 دولار يومياً وهي مجزية مقارنة بمولد كهربائي يعمل بالوقود التقليدي لتوليد الأمبيرات نفسها وبكلفة 9.6 دولاراً يومياً، فبالإمكان إيصال الماء والكهرباء إلى المناطق النائية بتكاليف أقل بكثير من إيصالها إلى تلك المناطق بالطاقة الكهربائية العادية.
2. اعتماد الفلاحين والمستثمرين الزراعيين على المولدات في توليد الطاقة الكهربائية بسبب النقص في الكهرباء الوطنية.
3. ارتفاع التلوث البيئي المؤثر في صحة الإنسان والحيوان والنبات نتيجة استخدام المولدات في توليد الطاقة الكهربائية.
4. من الممكن الاستثمار في المناطق النائية والأرياف مدة تزيد على 25 سنة، من خلال استخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية بسبب العمر الطويل للمنظومة.
5. لا تتطلب منظومة الطاقة الشمسية أي صيانة سوى تنظيفها من الأتربة لزيادة كفاءتها.
6. إمكانية استخدام أكبر عدد من الأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية دون الحاجة لبطاريات الخزن مما يقلل الكلفة لارتباط عمل هذه الأجهزة نهائياً كالمضخات الزراعية وجهاز تجفيف الفواكه والخضر وتعقيم التربة وتدفئة المنزل الريفي والبيوت المحمية والطباخ والسخان الشمسي.
7. التدفئة بالطاقة الشمسية ذات جدوى اقتصادية، إذ يتطلب تسديد مبلغ 0.84 من الدولار يومياً مقارنة بـ (8.5 دولار) لمنظومة التدفئة العاملة بالنفط.
8. التكاليف الإجمالية لتشغيل أجهزة المنزل التي تعمل بالطاقة الشمسية ذات جدوى اقتصادية، إذ إن الكلفة اليومية لتلك الأجهزة التي تتجاوز عمرها 25 سنة هي (2.39 دولاراً) وهي أرخص من فاتورة الكهرباء.

9. استخدام الطاقة الشمسية مجد للمواقع التي تبعد 600م أو أكثر عن خطوط النقل.
10. تكون كلفة منظومات الطاقة الشمسية عالية عند الإنشاء، ولكن تكون ذات جدوى اقتصادية بمنظور المستقبل البعيد لاستخدامها مقارنة بمنظومة توليد الطاقة الكهربائية التي تكون منخفضة الكلفة عند الإنشاء؛ ولكنها ذات تكاليف عالية على المنظور البعيد للاستخدام.

ثانياً - التوصيات

يوصي البحث بالآتي:

1. استخدام الطاقة الشمسية في المزارع في المناطق النائية لتقليل تكاليف الإنتاج الزراعي وبنعكس ذلك على الفلاح المنتج والمستهلك.
2. دعم الفلاحين من خلال تقديم القروض الميسرة من قبل الدولة لاستخدام الطاقة الشمسية في إدارة مزارعهم واستيفائها منهم بحيث تكون طويلة الأمد مساوية أو أقل من فاتورة الكهرباء التي تدفع شهرياً كما في تجارب بعض الدول المتقدمة مثل ألمانيا.
3. تشجيع إجراء البحوث المستفيضة حول استخدام الطاقة الشمسية في المستقبل وتكليفها للجهات ذات العلاقة.
4. الاهتمام بالطاقة المتجددة الأخرى كطاقة الرياح في إدارة وتشغيل المزارع للمناطق النائية.
5. تشجيع التعاون مع الدول المتطورة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها.
6. القيام بمشاريع زراعية من قبل الدولة كنموذج يحتذى به من قبل المستثمرين والفلاحين لإدخال هذه التقنية في الزراعة.
7. إعفاء معدات الطاقة الشمسية من الضرائب بالنسبة للمصنعين المحليين والمستوردين.
8. تثقيف الفلاحين باتجاه استخدام الطاقة الشمسية من قبل لجان الإرشاد التابعة لوزارة الزراعة وحول أهميتها في الحفاظ على البيئة والتقليل من تكاليف الإنتاج الزراعي.
9. إطلاق مشروع وطني من أجل عمل المضخات الزراعية بالطاقة الشمسية لتقليل استخدام الوقود.
10. إقامة الندوات والمؤتمرات العلمية حول موضوع استخدام الطاقة الشمسية في كل القطاعات المعنية بذلك.

المراجع REFERENCES

- الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لغربي آسية "منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول" تقرير الأمين العام السنوي الخامس والعشرون مجلد (1) رقم (2) 1984، ص86.
- الهيئة العامة للبحث والتطوير الصناعي، مشروع المحطة البحثية لاستخدام الطاقات المتجددة، بغداد – أبو غريب 2000م، ص2.
- الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لغربي آسية " البرنامج الإقليمي لمصادر الطاقات الجديدة والمتجددة مع الإشارة بصورة خاصة إلى الاستخدامات الريفية" مجلد(1) رقم (2)، 1984، ص83.
- أ. د. سعد عبد الحسين، دليل الإنتاج التجاري لفروج اللحم، النشرة الفنية (12)، جمعية علوم الدواجن العراقية، الاتحاد العراقي لمنتجي الدواجن يوليو 2006م، ص20.
- بان علي عبود- استغلال الطاقات المتجددة في المستقرات البشرية النائية - مركز التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا بجامعة بغداد آذار 2000م، ص39-76.
- جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي، العدد الثاني السنة السابعة عشرة نيسان 1998، ص42
- د. عارف وآخرون، دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية لاستخدامات الطاقة الشمسية كمصدر سائد للطاقة الكهربائية في العراق، 2008، ص2-9.
- د. فاضل مصلح ود. عبد الجبار، "إنتاج الخضرا"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد - بيت الحكمة 1989، ص 27-29.
- د. علاء عبد الرزاق و د. جبار عباس، " إنتاج الفاكهة" وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/ جامعة بغداد / بيت الحكمة (مطبعة التعليم العالي بالموصل) 2009م، ص 1-2.
- دورة تدريبية في المزرعات المحمية بالتعاون مع المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة "البرنامج الإقليمي لشبه الجزيرة العربية ICARDA- APRP" سنة 2005، ص3.
- وزارة الصناعة والمعادن، مركز بحوث الطاقة والبيئة "الطاقة الشمسية واستخداماتها في قطاع الطاقة والمياه في العراق" 2008م، ص2-8.
- وزارة الصناعة والمعادن، مركز بحوث الطاقة والبيئة "ضخ المياه للأغراض الزراعية باستخدام الطاقة الشمسية" 2009م، ص 1-2.
- وزارة الصناعة والمعادن، مركز بحوث الطاقة والبيئة "الطاقة الشمسية واستخداماتها في قطاع الطاقة والمياه في العراق"، 2009م، ص 17.
- وزارة الصناعة والمعادن، مركز بحوث الطاقة والبيئة "توليد الطاقة الكهربائية البديلة باستخدام الطاقة الشمسية" 2007م، ص 7- 8.

Received	2011/08/07	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2012/01/25	قبول البحث للنشر