تقييم مشاريع الطاقة المتجددة من خلال الشراكة بين القطاعين العام والخاص:

دراسة حالات في المناطق الريفية في الأردن

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

Assessment of Renewable Energy Projects through Public-Private Partnerships:

Case Studies in Rural Areas of Jordan

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

Economic and Social Commission for Western Asia

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/SDPD/2014/Technical Paper.1
4 September 2014
ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

تقييم مشاريع الطاقة المتجددة من خلال الشراكة بين القطاعين العام والخاص: دراسة حالات في المناطق الريفية في الأردن

إعداد
المركز الوطني لبحوث الطاقة/الجمعية العلمية الملكية
عمّان، الأردن

مقدم إلى
لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)
بيروت، لبنان

ملاحظة: طبعت هذه الوثيقة بالشكل الذي قدمت به ودون تحرير رسمي. والآراء الواردة فيها هي آراء المؤلف، وليست بالضرورة، آراء الإسكوا.

Distr.
LIMITED
E/ESCWA/SDPD/2014/Technical Paper.1
4 September 2014
ORIGINAL: ENGLISH

ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR WESTERN ASIA (ESCWA)

ASSESSMENT OF RENEWABLE ENERGY PROJECTS THROUGH PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS: CASE STUDIES IN RURAL AREAS OF JORDAN

Prepared by
National Energy Research Center (NERC)
Royal Scientific Society (RSS)
Amman, Jordan

Submitted to
The United Nations Economic and Social commission for Western Asia (ESCWA)
Beirut, Lebanon

Note: This document has been reproduced in the form in which it was received, without formal editing. The opinions expressed are those of the authors and do not necessarily reflect the views of ESCWA.

المحتويات

الفصل		الصفحة
-1	**المقدمة**	1
-2	**دراسات حالة للشراكات بين القطاعين العام والخاص في مجال الطاقة المتجددة في الأردن**	2
1-2	دراسة حالة 1- أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية (0.4 كيلو واط.ذروة)	2
1-1-2	وصف المشروع	2
2-1-2	الوضع الحالي	4
3-1-2	العقبات التي واجهها المشروع	5
4-1-2	الحلول المقترحة	5
2-2	دراسة حالة 2- نظام خلايا شمسية غير مربوط مع الشبكة (4.5 كيلو واط.ذروة)	5
1-2-2	وصف المشروع	5
2-2-2	الوضع الحالي	9
3-2-2	العقبات التي واجهها المشروع	9
4-2-2	الحلول المقترحة	10
3-2	دراسة حالة 3- نظام خلايا شمسية متصل مع الشبكة (100 كيلو واط.ذروة)	10
1-3-2	وصف المشروع	10
2-3-2	الوضع الحالي	12
3-3-2	العقبات التي واجهها المشروع	13
4-3-2	الحلول المقترحة	14
4-2	دراسة حالة 4- نظام مربوط مع الشبكة (24 كيلو واط)	14
1-4-2	وصف المشروع	14
2-4-2	الوضع الحالي	15
3-4-2	العقبات التي واجهها المشروع	16
4-4-2	الحلول المقترحة	16
5-2	دراسة حالة 5- خلايا شمسية مربوطة مع الشبكة (1.225 كيلو واط لكل نظام)	16
1-5-2	وصف المشروع	16
2-5-2	الوضع الحالي	18
3-5-2	العقبات التي واجهها المشروع	19
4-5-2	الحلول المقترحة	19

CONTENTS

Chapter		*Page*
1.	**INTRODUCTION**	1
2.	**CASE STUDIES OF RENEWABLE ENERGY PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS IN JORDAN**	2
2.1	Case Study 1- Solar home systems (0.4 kWp each)	2
2.1.1	Project description	2
2.1.2	Current status	4
2.1.3	Constraints	4
2.1.4	Sustainable solutions	4
2.2	Case study 2- Stand-alone PV system (4.5 kWp)	4
2.2.1	Project description	4
2.2.2	Current status	7
2.2.3	Constraints	8
2.2.4	Sustainable solutions	8
2.3	Case study 3- Grid connected PV system (100 kWp)	8
2.3.1	Project description	8
2.3.2	Current status	10
2.3.3	Constraints	11
2.3.4	Sustainable follow up solutions	11
2.4	Case study 4- Grid connected PV system (24 kWp)	11
2.4.1	Project description	11
2.4.2	Current status	13
2.4.3	Constraints	14
2.4.4	Sustainable solutions	14
2.5	Case study 5- Grid connected PV systems (1.225 kWp each)	14
2.5.1	Project description	14
2.5.2	Current status	16
2.5.3	Constraints	16
2.5.4	Sustainable solutions	16
2.6	Case study 6- Grid connected PV systems (240 Wp each)	16
2.6.1	Project description	16
2.6.2	Current status	18
2.6.3	Constraints	19
2.6.4	Sustainable solutions	19

المحتويات (تابع)

		الصفحة
6-2	دراسة حالة 6- أنظمة مربوطة مع الشبكة (240 واط.ذروة لكل نظام)	19
1-6-2	وصف المشروع	19
2-6-2	الوضع الحالي	21
3-6-2	العقبات التي واجهها المشروع	22
4-6-2	الحلول المقترحة	22
7-2	دراسة حالة 7- نظام خلايا شمسية مربوط مع الشبكة (65 كيلو واط.ذروة)	22
1-7-2	وصف المشروع	22
2-7-2	الوضع الحالي	27
3-7-2	العقبات التي واجهها المشروع	27
4-7-2	الحلول المقترحة	28
-3	**ملخص دراسات الحالة**	28
-4	**الاستنتاجات**	30
-5	**التوصيات**	31

قائمة الجداول

-1	معدل الاستهلاك اليومي للكهرباء في النزل	7
-2	نتائج مشروع مدرستي الغويبة	16
-3	وصف لدور الجهات المعنية	20
-4	الأثر على المجتمع المحلي	22
-5	الخصائص الأساسية للمواقع المختارة	26
-6	قدرة النظام لكل مبنى وقيمة التوفير المتوقعة شهرياً	27
-7	ملخص دراسات الحالة	28

قائمة الأشكال

-1	صورة للموقع العام لقرية روضة البندان	2
-2	نظام الطاقة الشمسية المنزلي 400 واط.ذروة	3
-3	البطاريات الجديدة التي تم تركيبها لكل نظام طاقة شمسية منزلي	4
-4	نزل فينان	6

CONTENTS (*continued*)

		Page
2.7	Case study 7- Grid-connected PV systems (65 kWp)	19
2.7.1	Project description	19
2.7.2	Current status	23
2.7.3	Constraints	24
2.7.4	Sustainable solutions	24
3.	**SUMMARY OF CASES STUDIES**	25
4.	**CONCLUSIONS**	27
5.	**RECOMMENDATIONS**	28

LIST OF TABLE

1.	Design electricity consumptions in the lodge	6
2.	Some figures about the project	13
3.	Role description for stakeholders	17
4.	The community impact	18
5.	The main selected site properties	23
6.	The capacity of the PV system for each building and the expected average Savings per month	24
7.	Summary of cases studies	25

LIST OF FIGURE

1.	General site photo for Rawdat Al-Bendan village	2
2.	Solar home system 400Wp	3
3.	A new battery bank installed for each solar home system	3
4.	Feynan Eco Lodge photo	5
5.	PV gemeratopr 4.5 kWp at the lodge	6
6.	Modultes for shading	7
7.	Battery banks and power conditioning units	7
8.	Grid connected to 100 kWp PV system at Dead Sea panoramic complex	9
9.	Site view for the Dead Sea panoramic complex	10
10.	Monthly average consumption and monthly saving value	11
11.	General of view of Al-Ghwebbeh village	12
12.	PV system inauguration at Al-Ghwebbeh village	13
13.	An example of a PV system	15
14.	Grid-connected inverter installed outdoors	15
15.	Cash flow diagram for installed PV system 1.225 kWp	16
16.	An installed PV system	18
17.	Map showing Fefa village	20
18.	Google earth map for Fefa village showing Fefa Mosque, Fefa boys high school and Fefa girls high school location	21
19.	Fefa buildings	22
20.	An example of installed PV system	23

المحتويات (تابع)

الصفحة

-5	نظام الخلايا الشمسية في النزل بقدرة 4.5 كيلو واط.ذروة	7
-6	كيفية تثبيت الخلايا الشمسية	8
-7	البطاريات وغرفة التحكم	9
-8	موقع مجموع بانوراما – البحر الميت	11
-9	نظام خلايا شمسية مربوط مع الشبكة بقدرة 100 كيلو واط.ذروة في مجمع بانوراما – البحر الميت	12
-10	المتوسط الشهري للاستهلاك وقيمة التوفير الشهري	13
-11	منظر عام لقرية الغويبة	14
-12	افتتاح نظام الخلايا الشمسية في قرية الغويبة	15
-13	مثال على نظام خلايا شمسية تم تركيبه ضمن المشروع	17
-14	محوّل عكس (منوب) لنظام متصل بالشبكة مثبت في الخارج	18
-15	مخطط التدفق المالي لتجهيز نظام PV 1.225 كيلو واط.ذروة	19
-16	نظام الخلايا الشمسية في الطفيلة	21
-17	خريطة الموقع لقرية فيفا	23
-18	خريطة جوجل لقرية فيفا تبيّن موقع المسجد ومدرسة البنين ومدرسة البنات	24
-19	مباني قرية فيفا	25
-20	مثال على نظام خلايا مثبت في غور فيفا	26

1. INTRODUCTION

In many countries, access to reliable energy services is constrained by weak infrastructure and limited budget. Engaging the private sector in providing energy services in rural areas through public private partnerships (PPPs) is sometimes seen as a viable option. One of the main obstacles to establishing PPPs in rural areas for improving energy services is a low return on investment. Successful PPP initiatives in rural areas therefore require government agencies to work closely with local communities, businesses and entrepreneurs at all stages of project development. This approach enhances governments' capacity to develop integrated and innovative solutions to benefit from the private sector's capital, technical skills and operational experiences. It also promotes the private sector's participation in providing energy services, expanding rural energy markets and sharing business risks.

The project "Enhancing and Improving Access to Energy Services through Development of Public Private Renewable Energy Partnerships" seeks to build the capacity of governments and other stakeholders of PPPs for promoting renewable energy services in rural areas. Different types of PPPs will be examined evaluated in different regions/areas based on economic and social conditions. The project aims to focus on countries with special needs, taking into account experiences from different regions. The project is expected to demonstrate to stakeholders, particularly the private sector, the benefits of PPP. ESCWA selected Jordan from among other countries in the region for the implementation of the project in the region.

This report is prepared as a deliverable for the project according to the signed agreement between RSS and UN-ESCWA. Seven Jordanian case studies on Renewable Energy Public Private Partnerships (RE/PPPs) were selected to be surveyed to address their challenges and potential solutions.

2. CASE STUDIES OF RENEWABLE ENERGY PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIPS IN JORDAN

Eight RE/PPPs case studies in poor and rural areas across Jordan were selected for this report. Seven are PV systems (2 are off-grid or stand-alone and five are on-grid type). The current challenges and follow-up solutions for each case study are as follows.

2.1 Case study 1- Solar home systems (0.4 kWp each)

2.1.1 Project description

In 2002, after a joint cooperation between the National Energy Research Centre (NERC), the Jordan Badia Research and Development Programme and the Rural Electrification Department/Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), the electrification of Rawdat Al Bendan Village using solar PV modules was possible. This village, shown in figure 1, is located 40 kilometres from the main road in the eastern part of Jordan near the village of Ruweished, with a population of around 50, living in eight concrete houses, sharing only one elementary school. Each house, as well as the school, was electrified with a stand-alone PV system with a nominal peak power of 400 Wp.

Figure 1. General site photo for Rawdat Al-Bendan village

The National Energy Research Centre (NERC) was responsible for the design, supply and installation of the nine stand-alone PV systems. The site was selected by the Jordan Badia Research and Development Program. The Rural Electrification Department of MEMR financed the project through the Rural Electrification Fund, which is managed by this department that was set up in 1992. At that time, the Government had decided to introduce an additional charge of 1 fills on every kilowatt-hour consumed by each utility grid subscriber in urban areas throughout Jordan. The money levied through this charge is being used for rural electrification. This programme aims at bringing power to people in remote regions, far from the national power grid, with the aid of PV systems. Low-income groups living in the countryside are to be given access to electricity through this program. Within the scope of this programme, nine PV systems (solar home systems) have been installed in this small village, which are used to provide lighting, radios and televisions to the participating households.

1- المقدمة

في كثير من البلدان، غالباً ما يكون توفير خدمات الطاقة مقيداً ببنية الطاقة التحتية الضعيفة، بسبب محدودية الموارد المالية والاستثمارات الحكومية. وإشراك القطاع الخاص في توفير خدمات الطاقة في المناطق الريفية من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص، هو أحد الخيارات الاستراتيجية المتاحة عند إمكانية تطبيقها، لكن انخفاض العائد من الاستثمارات يُعد من العقبات الرئيسية أمام إقامة هذه الشراكات بين القطاعين العام والخاص في المناطق الريفية لتحسين خدمات الطاقة، لذلك فإن نجاح مبادرات الشراكات بين القطاعين العام والخاص في المناطق الريفية يتطلب عمل المؤسسات الحكومية بشكل وثيق مع شركات الأعمال المحلية ورجال الأعمال المحليين والمجتمعات المحلية في جميع مراحل تطويرالمشروع وتشغيله. حيث يعزز هذا النهج قدرة الحكومة على وضع حلول متكاملة ومبتكرة للاستفادة من رؤوس أموال القطاع الخاص، والمهارات الفنية، والخبرات التشغيلية، كما يعزز هذا النهج مشاركة القطاع الخاص النشطة في توفير خدمات الطاقة، والتوسع في أسواق الطاقة الريفية، وتقاسم المخاطرالتجارية.

في ضوء ما ورد أعلاه، فإن هذا المشروع وهو" تعزيز وتحسين الوصول إلى خدمات الطاقة من خلال تطوير الشراكات بين القطاعين العام والخاص في مجال الطاقة المتجددة" يسعى إلى بناء قدرات الحكومات وذوي العلاقة على صعيد الشراكات بين القطاعين العام والخاص من أجل تعزيز خدمات الطاقة المتجددة في المناطق الريفية، حيث سيتم دراسة وعرض نماذج مختلفة للشراكات بين القطاعين العام والخاص في مناطق مختلفة، من حيث المزايا والعوائق وآفاق نجاحها في ظل الظروف الاقتصادية والاجتماعية. ويهدف إلى التركيز على المناطق النائية والريفية مع الأخذ بعين الأعتبار الدروس المستفادة والخبرات من مختلف المناطق. وعلاوة على ذلك فإن من المتوقع أن يسلط هذا المشروع الضوء على ذوي العلاقة لاسيما من القطاع الخاص، وعلى الفوائد والمزايا للشراكة بين القطاعين العام والخاص في تعزيز الوصول إلى خدمات الطاقة في المناطق الريفية مع المساهمة في تحقيق أرباح مالية للقطاع الخاص. وفيما يتعلق بمنطقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، اختارت الإسكوا الأردن كدولة إقليمية لتنفيذ هذا المشروع.

تم إعداد هذا التقرير وفقاً للاتفاقية الموقعة بين الجمعية العلمية الملكية ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، وقد تم اختيار سبع دراسات حالة في الأردن للشراكات القائمة بين القطاعين العام والخاص في مجال الطاقة المتجددة ليتم معاينتها من أجل تقييم وضعها الحالي والقيود التي واجهتها والحلول الملائمة المقترحة للمتابعة.

Figure 2. Solar home system 400Wp

The system offers various advantages, such as zero fuel cost, zero pollution and low maintenance.

In 2009, the expired battery bank for each PV system was replaced with a new one. The replacement cost was funded by the Rural Electrification Department of MEMR and NERC was responsible for the replacement of the new battery bank for each solar home system as shown figure 3 illustrated below.

Figure 3. A new battery bank installed for each solar home system

2.1.2 Current situation

The remote eastern desert village of Rawdet Al bendan was finally able to have a source of energy after the homes had been without lighting for more than 20 years. The solar panels have become an important resource for the village, which lacks basic utility services.

This new system provides power for lighting, air ventilation and for the use of household appliances, such as television sets, radios, washing machines and small fridges. Given as a grant from the Ministry of Energy, the solar panels now give residents a free source of energy. Operating on a system of stored light, these solar panels are designed to provide energy to homes on two consecutive cloudy days. The lifespan of these systems is 25 years, not including the lifespan of the batteries, which is five to eight years.

Since their installation, regular maintenance and support for the solar systems have been undertaken by the Badia Research Centre and the National Energy Research Centre.

The systems generally require little maintenance, except for the occasional cleaning of the solar panels as well as the monitoring of the batteries. Moreover, these systems are safe and environmentally friendly. Since the systems were installed 12 years ago, they have been running well.

2.1.3 Constraints

The biggest challenge during the implementation phase was buying the system components from abroad.

Because of significant distances between the houses and to avoid difficulties that can arise from having a centralized system, each home has its own cost-effective solar photovoltaic system. Located 300 kilometres from Amman, with 22 kilometres of bumpy unpaved roads, the cost of connecting to the national grid would be higher than the PV system installation.

2.1.4 Sustainable follow-up solutions

One challenge still facing the village is a lack of clean water. The municipality currently provides eight litres of clean water every 15 days, far short of what the residents need. As a result, they wash their clothes with salty water, which they collect from a spring located down a long and rugged road. A solution would be to expand the solar panel project to provide basic services, such as drinking water, to this remote village.

2.2 Case study 2- Standalone PV system (4.5 kWp)

2.2.1 Project description

In 2004, the National Energy Research Centre installed a photovoltaic (PV) power supply system at the Feynan Ecolodge an environmentally-friendly hotel owned by the Royal Society for the Conservation of Nature (RSCN). The system feeds the AC, lights and air circulating fans within Feynan Ecolodge (27-room lodge) with electricity. The lodge and the PV power supply with a nominal peak power of 4.5 kWp shown in figure 4 below were funded through a grant by the United States Agency for International Development (USAID).

2- دراسات حالة للشراكات بين القطاعين العام والخاص في مجال الطاقة المتجددة في الأردن

تمت دراسة سبع حالات لتقييم المشاريع في المناطق الفقيرة والريفية في الأردن، حيث تضمنت هذه الدراسات أنظمة خلايا شمسية (دراستان عن أنظمة الخلايا الشمسية غير المربوطة مع الشبكة، وخمس دراسات عن أنظمة الخلايا الشمسية المربوطة مع الشبكة). وستتم مناقشة كل من الوضع الحالي للمشروع والعقبات التي واجهها بالإضافة إلى الحلول المقترحة كل على حده.

1-2 دراسة حالة 1- أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية (0.4 كيلو واط.ذروة)

1-1-2 وصف المشروع

في عام 2002، ومن خلال تعاون مشترك بين المركز الوطني لبحوث الطاقة وبرنامج بحوث وتنمية البادية الأردنية، وإدارة كهرباء الريف/وزارة الطاقة والثروة المعدنية، تم تزويد قرية روضة البندان التي تقع على بعد 40 كيلومتراً من الطريق الرئيسي في الجزء الشرقي من الأردن بالقرب من بلدة الرويشد بالكهرباء، وذلك عن طريق استخدام أنظمة خلايا شمسية غير مربوطة مع الشبكة بقدرة إسمية تبلغ 400 واط.ذروة كما يبين الشكل 1. ويقطن في هذه القرية ما يقارب 50 نسمة يعيشون في 8 منازل ريفية مصنوعة من الخرسان، ويوجد في القرية أيضاً مبنى لمدرسة ابتدائية. ووفقاً للمشروع فقد تم تزويد جميع منازل القرية بالكهرباء بالإضافة الى المدرسة التي يسكنها المعلمون.

الشكل 1- صورة للموقع العام لقرية روضة البندان

اختار هذا الموقع برنامج بحوث وتطوير البادية الأردنية وقد قام المركز الوطني لبحوث الطاقة بتصميم وتوريد وتركيب الأنظمة التسعة المذكورة أعلاه. وقامت إدارة كهرباء الريف/وزارة الطاقة والثروة المعدنية بتمويل المشروع من خلال برنامج صندوق كهرباء الريف الذي أنشئ في عام 1992 بناءً على قرار الحكومة بفرض رسوم إضافية بمقدار فلس واحد على كل كيلو واط.ساعة يستهلكها كل مشترك مربوط بشبكة

الكهرباء في الأردن. وتستخدم هذه الرسوم في تمويل تزويد المناطق الريفية بالكهرباء، حيث يهدف هذا البرنامج إلى توفير الطاقة الكهربائية للسكان الذين يعيشون في المناطق النائية البعيدة عن شبكة الكهرباء وذلك عن طريق أنظمة الخلايا الشمسية، كما يهدف إلى تزويد المجموعات السكنية ذات الدخل المنخفض التي تعيش في الريف بالكهرباء. وكما ذكر سابقاً، تم تركيب 9 أنظمة خلايا شمسية (أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية) في هذه القرية الصغيرة ضمن نطاق هذا البرنامج، حيث يستفاد من الطاقة الكهربائية المولدة في الإضاءة وتشغيل أجهزة الراديو والتلفزيونات للأسر.

الشكل 2- نظام الطاقة الشمسية المنزلي 400 واط.ذروة

من أهم ميزات هذه الأنظمة توفير استهلاك الوقود، كما أنه نظام بسيط ولا يحتاج الى الصيانة، وعلاوة على ذلك، فإن هذا النظام لا يسبب التلوث، ويضمن بيئة نظيفة للمجتمع وللسكان الذين يقطنون تلك المنطقة.

وفي عام 2009، وبتمويل من إدارة كهربة الريف/وزارة الطاقة والثروة المعدنية قام المركز الوطني لبحوث الطاقة بصيانة جميع الأنظمة من خلال استبدال بطاريات التخزين المركبة بأخرى جديدة حيث أصبحت البطاريات القديمة غير صالحة للتخزين بسبب انتهاء العمر التشغيلي لها، ويبيّن الشكل 3 البطاريات الجديدة التي تم تركيبها.

Figure 4. Feynan Eco Lodge photo

The lodge is at the western edge of the Dana Nature Reserve in the southern part of Jordan (about 140 km North of Aqaba city). Feynan is home to many ancient ruins, including copper mines from the Edomite Period in the ninth century BC, one of the largest Roman military camps of the second century, of Byzantine churches from the seventh century,as well as remnants from an ancient hydraulic system. The PV system design took into account the buildings' shapes, sizes and energy consumption. The PV generator, which converts sunlight directly into DC electricity, was sized at 4.5 kWp to meet the electricity needs of the ecolodge, which is about 14 kWh per day. Figure 5 below shows the PV generator producing DC electricity converted into AC form via two DC/AC inverters; each is rated at 3 kVA. A sealed lead-acid battery backup system of 73 kWh capacity was installed to store DC electricity, which alone is capable to storing three days worth of energy. In addition, the system is capable of working as a hybrid photovoltaic/diesel power supply.

الشكل 3- البطاريات الجديدة التي تم تركيبها لكل نظام طاقة شمسية منزلي

2-1-2 الوضع الحالي

تغلبت قرية روضة البندان الأردنية التي تقع في قلب الصحراء الشرقية، على ظلمة الليل الدامس التي امتدت لأكثر من 20 عاماً من خلال استخدام الطاقة النظيفة في إنارة منازلها قبل اثنتي عشرة سنة. وقد أصبحت الخلايا الشمسية ثروة هذه القرية التي تفتقر لخدمات عديدة، حيث كانت بوابة للدخول للحياة الحديثة، وذلك بناءً على رأي سكان هذه القرية.

ويوفر نظام الخلايا الشمسية المركب الطاقة الكهربائية اللازمة للإضاءة والتهوئة واستخدام الأجهزة الكهربائية المختلفة مثل أجهزة التلفزيون، وأجهزة الراديو والغسالات والثلاجات الصغيرة. وبالنسبة للدعم المقدم فقد اعتبر منحة غير مستردة من وزارة الطاقة لأهالي القرية، بحيث لا يتم دفع أي مبلغ مقابل استخدام هذه الطاقة الكهربائية.

ومن خلال بطاريات التخزين تُستخدم الكهرباء للإضاءة عند غياب الشمس؛ وعلاوة على ذلك، فقد تم تصميم هذه الأنظمة لتوفير الطاقة المنزلية لمدة يومين متتاليين عندما يكون الطقس غائماً. ويعتبر العمر التشغيلي لهذه الأنظمة 25 سنة علماً بأن عمر البطاريات الافتراضي هو 5-8 سنوات.

وكما ذكر سابقاً فإنه يتم صيانة واستبدال البطاريات بشكل دوري عند انتهاء عمرها التشغيلي، وتموّل عملية الصيانة واستبدال البطاريات من مشروع فلس الريف بالتعاون مع مركز بحوث وتطوير البادية والمركز الوطني لبحوث الطاقة.

Figure 5. PV generator 4.5 kWp at the lodge

Feynan's remote location makes solar energy a good option, with its low cost, easy maintenance as well as high quality and reliability.

The photovoltaic system is designed to serve the lodge's three floors with daily electricity needs through energy-saving lamps and ceiling fans, as shown in Table 1.

TABLE 1. DESIGN ELECTRICITY CONSUMPTIONS IN THE LODGE

Floor no.	Daily consumed electricity (kWh/day)
Ground	7.48
First	4.56
Second	2.17
Total	**14.17**

The total peak power of the loads is about 4 kW.

Since the installation in 2004, no significant maintenance was required due to the system's high quality. The main advantages include:

- Zero-fuel cost;
- Almost completely maintenance-free;
- Pollution-free;
- Noise-free.

The batteries were replaced in 2009 with vented lead acid batteries, paid for by the lodge, which at the time was being privately run.

حالياً، تعمل هذه الأنظمة بشكل جيد للغاية، وكما هو معروف فإن هذه الأنظمة لا تتطلب الكثير من الصيانة باستثناء تنظيف أسطح الخلايا من وقت لآخر، ومراقبة مستوى الماء المقطر في البطاريات وتعبئته كلما دعت الحاجة إلى ذلك. وتعتبر هذه الانظمة آمنة وصديقة للبيئة، لأنها لا تسهم في انبعاث الغازات الضارة.

وما زالت هذه الأنظمة تعمل بشكل جيد في خدمة أهالي القرية منذ حوالي اثني عشر عاماً.

3-1-2 العقبات التي واجهها المشروع

من أهم العوائق التي واجهت تنفيذ المشروع ضرورة شراء مكوّنات النظام من الخارج، وذلك نظراً لعدم توافرها في الأسواق المحلية.

وقد تم تركيب نظام خلايا شمسية خاص بكل منزل بدلاً من تركيب نظام خلايا شمسية مركزي مشترك يخدم جميع الأسر، وذلك بسبب طول المسافة بين كل منزل وآخر، بالإضافة إلى تلافي أية صعوبات قد تنشأ عند تركيب نظام خلايا شمسية مركزي.

أما بالنسبة للموقع الجغرافي، فإن طبيعة المنطقة التي تقع على بعد 300 كم من عمان، وتشمل 22 كم طريق وعرة غير ممهدة، تؤدي إلى ارتفاع تكلفة ربط أنظمة الخلايا الشمسية بشبكة الكهرباء الوطنية، بالإضافة إلى الجوانب الاقتصادية والفنية الأخرى التي جعلت من الصعب ربط أنظمة المنازل بالشبكة. عدا عن أن تركيب الخلايا الشمسية كان أرخص وأسهل للتنفيذ.

4-1-2 الحلول المقترحة

من أهم مشكلات روضة البندان مشكلة المياه. فهي تتزوّد بالمياه من خلال إمدادات بلدية الرويشد عن طريق صهريج ماء سعته ثمانية أمتار كل 15 يوماً وهو بالكاد يكفي حاجة سكانها، ما يدفع بهم إلى غسل ملابسهم بالمياه المالحة، التي يحضرونها من نبع يقع على مسافة بعيدة وبطريق وعرة وصعبة. وتسبّب المياه المالحة والمستخدمة في تنظيف الملابس وحاجيات المنزل، الضرر لأيدي القرويين وحاجاتهم. ومن الحلول المناسبة التوسّع في مشاريع الخلايا الشمسية في هذه القرية لاستيعاب حاجتها من الطاقة ولتقديم الخدمات المختلفة كضخ المياه الصالحة للشرب لهذه القرية النائية.

2-2 دراسة حالة 2- نظام خلايا شمسية غير مربوط مع الشبكة (4.5 كيلو واط.ذروة)

1-2-2 وصف المشروع

يقع نزل فينان على الحافة الغربية من محمية ضانا في الجزء الجنوبي من الأردن (حوالي 140 كم شمال مدينة العقبة). ويضمّ وادي فينان عدداً قليلاً من مناجم النحاس القديمة من الفترة الأدومية (القرن 9 ق.م) التي من الممكن أن يزورها السياح. ويعتبر فينان موقعاً للعديد من الاكتشافات الأثرية، فضلاً عن أنه واحد من أكبر معسكرات الجيش الروماني (القرن 2 ق.م). وهناك آثار الكنائس البيزنطية (القرن 7 ق.م) التي يمكن مشاهدتها في هذه المنطقة، فضلاً عن نظام الحصاد المائي؛ وبرك المياه الضخمة التي تعمل بنظام هيدروليكي.

The PV system comprises 60 PV modules and was mounted at a 35 degree tilt on a painted steel support structure, placed according to recommendations by the building's architects for optimal shading, as seen in figure 6 below.

Figure 6. PV modules for shading

A naturally ventilated power room within the lodge was chosen to house the battery bank, PV charge controllers, inverters and other components as shown in figure 7 below.

Figure 7. Battery banks and power conditioning units

2.2.2 Current status

The lodge is 100 per cent powered by solar energy, heating water through solar collectors, and using photo-voltaic (PV) panels to generate what little electricity is used. At night the lodge is lit by candles made by women in a workshop at the lodge.

The purpose Eco Lodge is to provide a place for visitors to interact with the local culture, while at the same time investing in the community through environmental conservation projects.

It is the first eco-friendly hotel in Jordan, and there are plans for similar projects in the country and throughout the region.

2.2.3 Constraints

Maintenance is an ongoing responsibility for off-grid systems.

These systems use batteries to store electricity for the hotel, which are replaced every 10 to 15 years (typically less than 10, except for high-quality, industrial-type batteries). A minimal bank of batteries will cost at least $1,000, and long-lasting industrial batteries for the same application might cost three to four times the price. Additional challenges include labour and the environmental and financial cost of making, moving, recycling and replacing all materials.

Despite being 90 percent efficient upon installation, PV batteries drop in efficiency as they age and are also affected by extreme temperatures. The systems also need an expensive back-up generator.

2.2.4 Sustainable solutions

- Synchronization between the generator and photovoltaic system;
- Restructuring of the photovoltaic system for compatibility with the energy consumption of the hotel;
- Replacing the current generator with a smaller model.

2.3 Case study 3- Grid connected PV system (100 kWp)

2.3.1 Project description

In January 2008, the Japanese government announced their Cool Earth Partnership with Jordan, which aimed at supporting the country's efforts to reduce greenhouse gas emissions and tackle climate change. Under Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change aid for developing countries, Photovoltaic (PV) technology was introduced to Jordan.

In February 2010, the Japanese government pledged to extend a grant of 640,000,000 JPY ($7,000,000) to support energy efficiency, further clean energy by solar electricity generation, and conserve energy. The PV system was officially launched in February 2012 under the patronage of the Minister of Tourism and Antiquities (MOTA) of Jordan.

The PV system shown in figure 8, with a peak power capacity of 100 kWp, was installed and connected to the public grid without any net-metering or feed-in tariff systems as grid connection instructions of renewable energy systems were not yet issued at that time.

ويعتبر موقع فينان بمثابة منطقة نائية لبعده عن شبكة الكهرباء الوطنية وصعوبة عملية الربط بالشبكة، وهذا الأمر يجعل من نظام الخلايا الشمسية خياراً مرغوباً فيه لهذه المنطقة مع الأخذ بعين الاعتبار التكلفة المنخفضة، ومتطلبات الصيانة القليلة، فضلاً عن الميزات العالية لنظام الخلايا الشمسية.

وفي عام 2004، تم تصميم وتنفيذ نظام خلايا شمسية كهروضوئية من قبل المركز الوطني لبحوث الطاقة لصالح الجمعية الملكية لحماية الطبيعة وذلك لتغذية وحدات إنارة ومراوح هواء داخل نزل فينان الذي يتكوّن من 27 غرفة فندقية. وتم تجهيز هذا النزل بنظام خلايا شمسية بقدرة 4.5 كيلو واط.ذروة كما هو موضح في الشكل 4 أدناه وذلك من خلال منحة قدمتها الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID).

الشكل 4- نزل فينان

يعتمد تصميم وتركيب نظام الخلايا الشمسية على طبيعة الموقع من حيث معدل الإشعاع الشمسي ونوعية البناء بالإضافة إلى كمية استهلاك الكهرباء، وعليه فقد تم تحديد قدرة الخلايا الشمسية التي تقوم بتحويل الشعاع الشمسي الساقط إلى طاقة كهربائية بتيار ثابت بمقدار 4.5 كيلو واط.ذروة من أجل تلبية حاجة أحمال النزل من الكهرباء والتي تقدر بـ 14 كيلو واط.ساعة لكل يوم، وتم تحويل التيار الثابت إلى تيار متناوب عن طريق محوّل عكس عدد 2، بقدرة إسمية 3 كيلو فولت.أمبير، وقد تم تركيب نظام بطاريات بسعة كهربائية مقدارها 73 كيلو واط.ساعة لتخزين الطاقة الكهربائية. ويكفي نظام البطاريات لتغذية الأحمال وحدها لمدة ثلاثة أيام غير مشمسة. ومن الجدير بالذكر أن هذا النظام قادر أيضاً على العمل كنظام تزويد هجين من خلال نظام الخلايا الكهروضوئية مربوطاً مع مولد ديزل. ويوضح الشكل 5 نظام الخلايا الشمسية بقدرة 4.5 كيلو واط.ذروة.

الشكل 5- نظام الخلايا الشمسية في النزل بقدرة 4.5 كيلو واط.ذروة

يتألف النزل من ثلاثة طوابق، حيث يهدف نظام الخلايا الشمسية إلى تأمين حاجة الأحمال الكهربائية كالمصابيح الموفرة للطاقة ومراوح الهواء والمبينة في الجدول 1.

الجدول 1- معدل الاستهلاك اليومي للكهرباء في النزل

رقم الطابق	معدل الاستهلاك اليومي للكهرباء (كيلو واط.ساعة/يوم)
الأرضي	7.48
الأول	4.56
الثاني	2.17
المجموع	**14.21**

ويبلغ المجموع الكلي لقدرة الأحمال الكهربائية حوالي 4 كيلو واط.

منذ تاريخ تركيب النظام في عام 2004، لم ترد أية طلبات للصيانة حتى هذه اللحظة، لأنه تم تثبيت النظام باستخدام أفضل المعدات المتاحة في السوق من أجل تخفيف المشاكل المتوقعة والحاجة لصيانة النظام إلى أقصى حد ممكن.

أما بالنسبة لمزايا نظام الخلايا الشمسية فهي تتلخص فيما يلي:

- لا يحتاج إلى وقود؛
- لا يحتاج الى صيانة؛
- لا يسبب تلوثاً للبيئة؛
- لا يصدر ضجيجاً.

Figure 8. Grid connected to 100 kWp PV system at Dead Sea panoramic complex

Jordan's Ministry of Planning selected two locations for the PV installation – El Hassan Science City (EHSC) and Dead Sea Panoramic Complex (DSPC). The Solar Energy Project plans to eventually install both a 100 kWp Photovoltaic system at the Dead Sea Panoramic Complex and a 280kWp Photovoltaic system in El Hassan Science City (campus of the Royal Scientific Society in Amman).

The complex, located on a steep cliff high above the Dead Sea near Hammamet Ma'in, has a museum, an educational centre, a restaurant and a conference hall. It is accessible from both the Dead Sea and Madaba by car. As the name suggests, it has a magnificent view of the Dead Sea and nearby hills. The Dead Sea Ecological Museum is run by the Royal Society for the Conservation Nature (RSCN), an NGO devoted to the conservation of Jordan's wildlife. It was founded in 1966 under the patronage of the late King Hussein and is now under the responsibility of the government to establish and manage protected areas and enforce environmental laws. It is one of the few NGOs in the Middle East to be granted such a public service mandate.

In the construction of the project, there was careful planning to ensure minimal impact on the environment.

Figure 9. Site view for the Dead Sea panoramic complex

The Solar Energy Project at the Dead Sea Panoramic Complex was implemented in cooperation with the Japan International Cooperation System (JICS), the Ministry of Planning and International Cooperation (MOPIC), and the Ministry of Tourism and Antiquities (MOTA). The project's consultant is Japan's Nippon Koei, and the Japanese firm Marubeni has been commissioned as the contractor, who closely studied the benefits of solar power in the area.

With its position as a major tourist hub, the complex aims to contribute to the awareness of clean, renewable energy through education.

2.3.2 Current status

The Dead Sea Panoramic Complex's annual power consumption is approximately 382,000 kWh, as shown in the figure below. The generated electricity of the DSPC's PV system is 75,800 kWh, saving the complex on average 30 to 40 per cent of its total annual power consumption.

واستبدلت البطاريات القديمة ببطاريات جديدة في عام 2009، حيث دفع مالك النزل الممثل بالجمعية الملكية لحماية الطبيعة، تكلفة استبدالها وقامت إدارة النزل بتوكيل إحدى شركات القطاع الخاص المحلية للقيام بهذه المهمة.

وركّب النظام المكوّن من 60 لوحاً من ألواح الخلايا الشمسية مهندسو وفنيو المركز الوطني لبحوث الطاقة، حيث تم تثبيت الألواح بزاوية ميل 35^{o} على هيكل فولاذي صلب ومدهون، وقد اختير المكان الذي تم تثبيت مجموعة ألواح الخلايا الشمسية عليه وفقاً لتوصيات المهندسين المعماريين الذين قاموا بتصميم النزل، وذلك لتفادي التظليل الحاصل على الممر الخارجي داخل النزل كما هو موضح في الشكل 6 أدناه.

الشكل 6- كيفية تثبيت الخلايا الشمسية

كما شمل تصميم النظام توفير تهوئة طبيعية لغرفة التحكم، التي تحتوي على بطاريات التخزين، ووحدات التحكم بالخلايا الشمسية، بالإضاقة الى المحول العاكس ومكونات النظام الأخرى، كما هو موضح في الشكل 7 أدناه.

الشكل 7- البطاريات وغرفة التحكم

2-2-2 الوضع الحالي

يعمل النزل حالياً بكامله بالطاقة الشمسية وبنسبة 100 في المائة، ويشمل ذلك تسخين المياه بالطاقة الشمسية، واستخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية لتوليد الكهرباء. وفي الليل يضاء النزل بالشموع التي صنعت من قبل نساء المجتمع المحلي في المعمل الموجود في النزل.

تأسس هذا النزل البيئي من أجل توفير بيئة مناسبة للاندماج مع الثقافة المحلية المليئة بالخبرات الجديدة، حيث يمكن للمقيمين والزوار من منطقة الشرق الأوسط الاعتماد على خدمات النزل التي تتوفر من مجالات صديقة للبيئة والتي تعود بالفائدة على المجتمعات المحلية في توفير الاستثمار في مشاريع الحفاظ على البيئة.

نزل فينان هو أول نزل صديق للبيئة في الأردن ويوجد المزيد من الخطط لإدارة فنادق صديقة للبيئة في الأردن ومنطقة الشرق الأوسط.

3-2-2 العقبات التي واجهها المشروع

صيانة النظام واكتشاف الأخطاء وإصلاحها هي مهام لا بد من القيام بها عندما يتعلق الأمر بالأنظمة غير المربوطة بالشبكة. وتُستخدم البطاريات في الأنظمة غير المربوطة بالشبكة لتخزين الكهرباء وتزويد النزل بالكهرباء ليلاً، ولكن هذه البطاريات لها عمر تشغيلي محدد، وقد تم استبدال البطاريات في عام 2009 فقط وذلك لأنها تحتاج إلى استبدال كل خمس إلى خمس عشرة سنة (عادة أقل من عشر سنوات)، علماً بأن تكلفة نظام البطاريات الواحد لا يقل عن 1000 دولار، وقد تزيد تكلفة البطاريات الصناعية طويلة الأمد بمقدار 3-4 أضعاف ذلك. وليس السعر هو العائق الوحيد، بل أيضاً وقت الصيانة والتبديل، بالإضافة الى الحاجة إلى الأيدي العاملة، وكذلك الكلفة البيئية في صناعة ونقل وتدوير وتبديل الرصاص.

Figure 10. Monthly average consumption and monthly saving value

As a result of the Solar Energy Project's Photovoltaic system, it is estimated that the total amount of carbon dioxide (CO_2) to be reduced per year is as much as 90 tonnes. It is hoped that this example will lead to increased awareness of the benefits of photovoltaic technology.

2.3.3 Constraints

A reverse power protection system prohibits the input of excess electricity into the grid. The net-metering law in Jordan was issued in April, 2012, but the system is still working in the same manner, without collecting electricity excess when PV power generation is greater than the total consumption is the reverse power protection unit shuts down all the inverters.

Because of its remote location, the complex was not granted a net-metering connection permit from the grid distribution company.

When the consumption is low, some inverters are shut down.

2.3.4 Sustainable solutions

To ensure minimum wastage during times of low consumption, it has been suggested that storage batteries be added to store the electricity that is generated but not used.

2.4 Case study 4- Grid connected PV system (24 kWp)

2.4.1 Project description

The "Sustainable Education through Renewable Energy" is an initiative through the Princess Alia Foundation to promote better education opportunities in remote areas of Jordan. Al-Ghwebbeh Secondary Schools, located in the Jordan Valley district, welcomed the inauguration of a solar energy project designed to generate electricity for their two campuses.

Figure 11. General of view of Al-Ghwebbeh village

The solar PV system installed in the village of Al-Ghweibeh Village, as shown in figure 11 below, was a private-public sector collaboration between the Ministry of Education and Kia Motors Middle East and Africa and the president of National Arab Motors, a Jordanian environmental NGO established in 2009.

Asalah, a sustainable energy company, is responsible for the implementation of the project, including the supply, installation and operations of solar modules to generate electricity for Al-Ghwebbeh Secondary School for Boys and Al-Ghwebbeh Secondary School for Girls.

للبطارية كلفة غير ملموسة وهي كلفة الطاقة المفقودة. ففي افضل حالاتها تعمل البطارية بكفاءة تبلغ 90 في المائة، وهذا يعني أنّ تركيب بطارية بقدرة 4.5 كيلو واط.ساعة يزوّد بطاقة 4.05 كيلوواط. ساعة، ومع تقدمها في العمر، فإن كفاءتها تقل، بالإضاقة إلى تأثرها بدرجات الحرارة. كل ذلك يؤدي إلى زيادة كمية الطاقة المفقودة من البطارية. وبالتالي فإن هذه الأنظمة تحتاج إلى مولد احتياطي، وهذا عيب كبير آخر في هذا النظام، حيث أن مولد الكهرباء مكلف مادياً وذلك عند الأخذ بعين الاعتبار تكلفة الشراء، وتزويده بالوقود، وإجراءات الصيانة.

4-2-2 الحلول المقترحة

- توصيل المولد الكهربائي مع نظام الخلايا الشمسية ليعمل بشكل متزامن معه عند الحاجة؛
- إعادة هيكلة وتصميم نظام الخلايا الشمسية للحصول على نظام متوافق مع أحمال النزل الجديدة؛
- استخدام مولد كهربائي أصغر من المستخدم حالياً.

2-3 دراسة حالة 3- نظام خلايا شمسية متصل مع الشبكة (100 كيلو واط. ذروة)

1-3-2 وصف المشروع

يقع مجمع بانوراما - البحر الميت على منحدر حاد مرتفع مطل على البحر الميت بالقرب من حمامات ماعين، وكما يوحي من اسمه فإن له إطلالة رائعة على البحر الميت والتلال المحيطة، حيث تعد مشاهدة غروب الشمس من هذا المكان تجربة رائعة.

هذا المجمع هو مكان مثالي للاجتماعات والمؤتمرات، بالإضافة إلى حفلات الزفاف والعشاء الرومانسي. ويوجد في المجمع متحف البحر الميت الصديق للبيئة، حيث يتم تشغيل هذا المتحف من قبل الجمعية الملكية لحماية الطبيعة وهي منظمة غير حكومية، مستقلة ومكرسة لصون الحياة والأماكن البرية في الأردن. وقد تأسست في عام 1966 تحت رعاية جلالة المغفور له الملك الحسين بن طلال، وأعطيت لها المسؤولية من قبل الحكومة لإنشاء وإدارة المناطق المحمية وإنفاذ القوانين البيئية. وهي بذلك واحدة من المؤسسات التطوعية القليلة التي اعطيت دور خدمة عامة.

ولهذا المجمع أهمية كبيرة، إذ أنه يتضمن الجوانب التاريخية والثقافية في معالمه الأثرية والبيئية والجيولوجية، ويعد مكاناً لبيئة مثالية مرغوبة، ويهدف إلى التوعية حول النباتات والحيوانات البرية. كل ذلك، جعل من وجود نظام للخلايا الشمسية في مجمع بانوراما- البحر الميت، أمراً جذاباً للغاية.

نفذ مشروع الطاقة الشمسية في مجمع بانوراما - البحر الميت بالتعاون بين نظام التعاون الدولي الياباني، ووزارة التخطيط والتعاون الدولي، ووزارة السياحة والآثار، وقد اضطلعت (Japan's Nippon Koei) بدور الإستشاري للمشروع، بينما قامت شركة ماروبيني بدور المقاول.

الشكل 8- موقع مجمع بانوراما – البحر الميت

في كانون الثاني/يناير من عام 2008، أعلنت الحكومة اليابانية عن شراكتها مع الأردن بمشروع (Cool Earth)، الذي يهدف إلى دعم جهود البلاد للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة والتصدي للتغيّرات المناخية المرتبطة بها، في إطار برنامج منح المعونة البيئية ومعونة التغيّر المناخي للبلدان النامية. ولوحظ أن الإمكانيات المتاحة في هذه الدول من أجل العمل على خفض انبعاثات غازات الدفيئة وتحقيق النمو الاقتصادي غير كافية، ولهذا فقد كان التركيز الرئيسي لهذه الشراكة على إدخال تكنولوجيا الخلايا الشمسية الكهروضوئية إلى المملكة الأردنية الهاشمية.

وفي شباط/فبراير 2010، تعهدت الحكومة اليابانية بتقديم منحة قدرها 640,000,000 ين ياباني أي ما يعادل 7,000,000 دولار أمريكي لتشجيع جهود البلاد في تحسين كفاءة إمدادات الطاقة، وزيادة استخدام وسائل الطاقة النظيفة من خلال توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية، وترشيد الطاقة.

وأُطلق نظام الخلايا الشمسية رسمياً في شباط/فبراير 2012 تحت رعاية معالي وزير السياحة والآثار في الأردن، حيث تم تركيب وتوصيل نظام الخلايا الشمسية الكهروضوئية المبيّن في الشكل 9 بقدرة 100 كيلو واط.ذروة مع شبكة الكهرباء الوطنية بدون عداد صافي القياس، أو تغذية راجعة إلى الشبكة، وذلك لأن تعليمات ربط نظام الخلايا الشمسية مع شبكة الكهرباء الوطنية لم تكن صادرة بعد في ذلك الوقت.

Figure 12. PV system inauguration at Al-Ghwebbeh village

With more than 300 days of sunshine a year, Jordan is well-placed to help underprivileged communities meet their electricity needs through the use of clean, efficient and low-cost photovoltaic energy.

The project aims to provide the two state schools with coverage of their electrical energy requirements through clean and highly efficient solutions. The use of solar energy photovoltaic cells was ideal for their high efficiency and durability, while also helping raise awareness of renewable energy.

2.4.2 Current status

The costs saved by the solar system will be used to cover the needs of the school, including stationery, maintenance and renovation. Each school has a capacity of 12kWp, which will produce an annual average around1800 kWh per month. This would save around 450 JOD per month for each school.

The numbers in table 2 show the results of the project.

TABLE 2. SOME FIGURES ABOUT THE PROJECT

Annual Consumption In the two schools	73,440 kWh
Annual Cost of consumed electricity	7,665 JOD
Capacity of Installed System	24 kW
Cost of Installed System	26,400 JOD
Amount of Annual Generated Electricity	46,560 kWh
Expected Annual Savings	7,609 JOD
Expected Reduction in monthly bill	99%
Reduction in electricity consumed from grid	96%
Payback period	**2.4** Years

2.4.3 Constraints

There were no major difficulties.

2.4.4 Sustainable solutions

The Ministry of Education must encourage solar energy projects in the rural schools. Constraints can be overcome by coordination between the public and private sectors.

Increasing the capacity of the systems will not only satisfy schools' needs but will also generate enough energy to cover nearby buildings.

2.5 Case study 5- Grid-connected PV systems (1.225 kWp each)

2.5.1 Project description

Part of the mandate of Mercy Corps is increasing the water supply for more than 500,000 refugees as well as host communities by building wells and repairing infrastructure, and financing projects to promote conservation. A successful and sustainable model has been reached through the usage of solar technology.

The Jordanian building company Al Mustakbal was awarded a contract to supply and install 75 systems in five communities serviced by a Mercy Corps project. At 1.225 kWp capacity, the systems are grid-connected. Mercy Corps, ERC and distribution companies (IDECO and EDCO) hope to gain practical information and data pertaining to the adoption of PV systems in rural areas, particularly as it relates to improving the conditions of low income families.

Due to the sharp increase in the price of electricity, Mercy Corps has developed community-based initiatives for grid-connected photovoltaic projects and water demand management, which could be done in coordination.

Mercy Corps held presentations at local organizations, explaining the system and its expected economic benefits. They noted that electricity bills should not exceed 500 kWh/month, as the average production of a 1.22k Wp system is 180 kWh per month, while requiring less than 10 m^2 of rooftop space, making it easy to set up in homes. System installation was concluded in May and connected to the grid in June 2013.

الشكل 9- نظام خلايا شمسية مربوط مع الشبكة بقدرة 100 كيلو واط.ذروة في مجمع بانوراما - البحر الميت

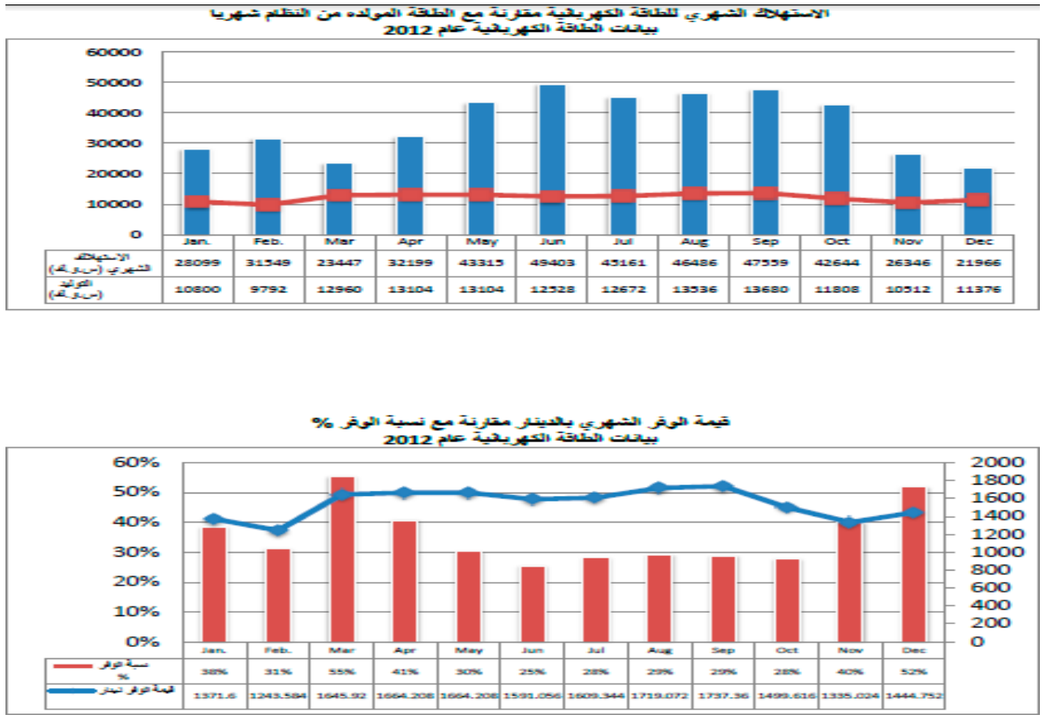
وبعد زيارة العديد من المواقع المرشحة لنظام الخلايا الشمسية، اختير هذا الموقع لتركيب النظام تحت إشراف وزارة التخطيط والتعاون الدولي، حيث تم اختيار موقعين للاستفادة من هذه المنحة، وهما مدينة الحسن العلمية ومجمع بانوراما - البحر الميت. والهدف النهائي لمشروع الطاقة الشمسية هو تركيب نظام خلايا شمسية بقدرة 100 كيلو واط.ذروة في مجمع بانوراما – البحر الميت، ونظام خلايا شمسية بقدرة 280 كيلو واط.ذروة في مدينة الحسن العلمية (حرم الجمعية العلمية الملكية، عمان-الأردن).

وأظهرت الدراسة بوضوح أن تطبيق تكنولوجيا نظام الخلايا الشمسية أكثر إنتاجية، من حيث توليد الكهرباء، بالإضافة إلى طول العمر مع الأخذ بعين الاعتبار الظروف الجغرافية، ومن المعروف أيضاً أن نظام الخلايا الشمسية يتمتع بالمتانة ولا يحتاج إلى الكثير من الصيانة.

يهدف مجمع بانوراما - البحر الميت إلى المساهمة في الترويج للطاقة المتجددة النظيفة، والتوعية العامة بشأن قضايا تغيّر المناخ، وذلك من خلال تثقيف زوار المجمع بمعلومات عن المشروع المركب وتكنولوجيا الخلايا الشمسية.

2-3-2 الوضع الحالي

يبلغ معدل استهلاك الطاقة السنوي في مجمع بانوراما - البحر الميت حوالي (438,174 كيلو واط.ساعة)، وكمية الطاقة المولدة من نظام الخلايا الشمسية هي حوالي (145,872 كيلو واط.ساعة)، كما هو مبين في الشكل 10؛ أي أن نسبة التوفير للمجمع كانت حوالي (30 في المائة - 40 في المائة) من إجمالي الاستهلاك السنوي للطاقة.



الشكل 10- المتوسط الشهري للاستهلاك وقيمة التوفير الشهري

تشير النتائج إلى أن الكمية الإجمالية الناتجة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) انخفضت حوالي 90 طن، وفقاً لـ (Exchange factor : 0.61tCO2/MWh (Source : CDM project)).

3-3-2 العقبات التي واجهها المشروع

تستهلك الأحمال في المجمع الطاقة المولدة من نظام الخلايا الشمسية، ولكن في حال وجود فائض من هذه الطاقة المولدة، لا يضخ الفائض إلى شبكة الكهرباء الوطنية بسبب وجود قاطع مخصص لحماية نظام الخلايا الشمسية من الطاقة الآتية من جهة الشبكة، حيث صدر قانون عداد صافي القياس في الأردن في وقت لاحق في نيسان/أبريل 2012، ولكن بما أن النظام لا يزال يعمل بالطريقة نفسها، عندما تكون طاقة نظام الخلايا الضوئية في أي وقت أكبر من الطاقة الإجمالية للأحمال، يقوم القاطع المخصص للحماية من الطاقة الآتية من جهة الشبكة بفصل جميع محولات العكس، ولا يُستفاد من الطاقة الفائضة، وفي حال كانت الأحمال قليلة تقوم إدارة المجمع بفصل بعض العواكس يدوياً وذلك للاستفادة جزئياً من الطاقة المولدة قدر الإمكان.

ومن الجدير بالذكر أنه لم يتم الحصول على تصريح الربط مع الشبكة بنظام عداد صافي القياس من شركة توزيع الكهرباء الأردنية المسؤولة عن المنطقة الجغرافية للمجمع لكونه نقطة النهاية في المنطقة وكذلك لعدم وجود مستهلكين قريبين.

Figure 13. An example of a PV system

Figure 14. Grid-connected inverter installed outdoors

Mercy Corps invited the local communities to invest in the PV systems that were also 75 per cent funded by USAID. The unit system was rated at 1.22 kWp and priced at 1,600 JOD cost of a tender awarded to the Jordanian Company Mustakbal clean tech in February of 2013.

2.5.2 Current status

For the typical consumer whose energy use is 378 kWh per month at an annual cost of 360 JOD, it is reduced by 2,205 kWh per year, which will cut down the yearly cost to170 JOD. The payback period to the Jordanian government is 5 years.

The project enabled citizens easy access and ownership of PV systems that would otherwise be difficult to obtain. The installation of the PV systems in homes offered not only economic benefits but also social, cultural and environmental awareness.

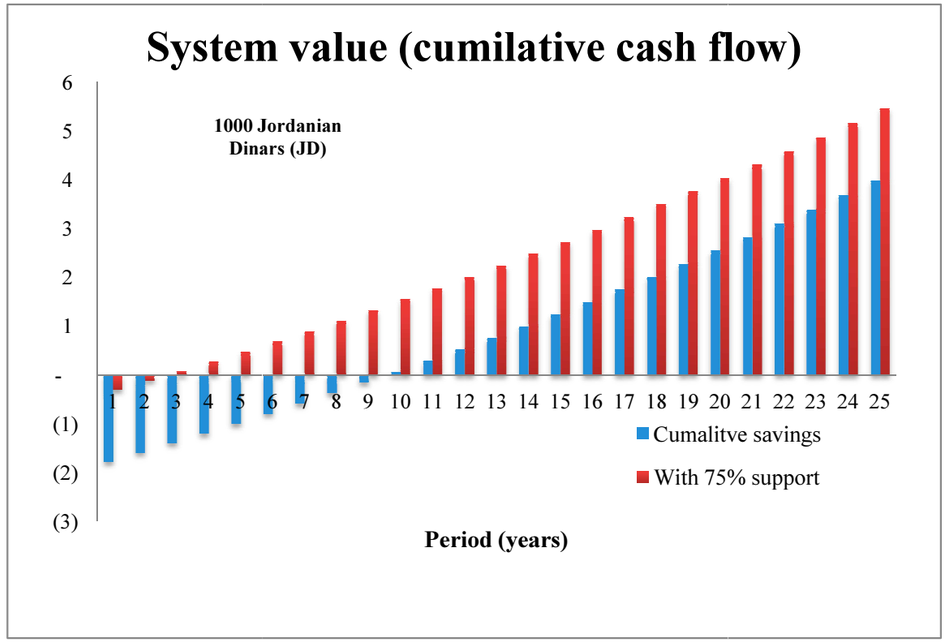


Figure 15. Cash flow diagram for installed PV system 1.225 kWp

This project was completed in May (YEAR?) and it has been operating smoothly since then.

2.5.3 Constraints

The main challenge is scalability.

2.5.4 Sustainable follow up solutions

The Jordanian government needs to realize the true value of these projects, and subsidize similar projects from the Renewable and Energy Efficiency Fund.

2.6 Case study 6- Grid-connected PV systems (240 Wp each)

2.6.1 Project description

The National Energy Strategy of 2007 to 2020 requires that Jordan reduce its reliance on external sources with 10 per cent reliance on renewable energy; as a result came the first citizen-owned smart solar

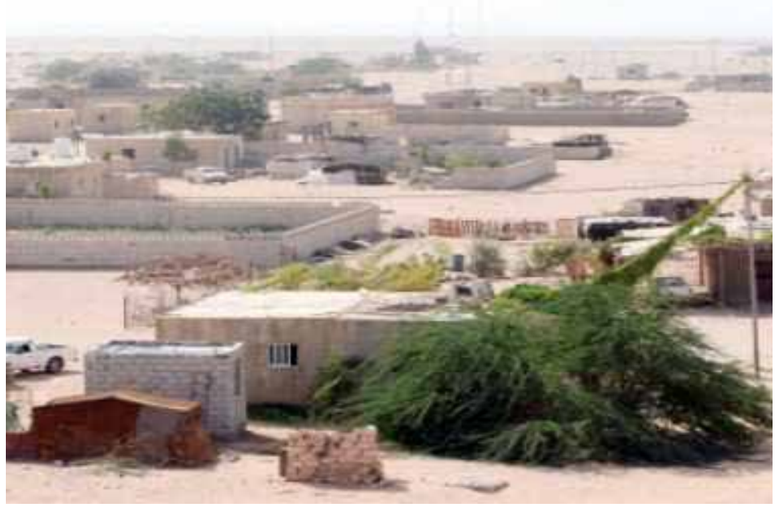
4-3-2 الحلول المقترحة

من الملاحظ أن هنالك طاقة ضائعة، عند عدم استخدام الطاقة الكهربائية المولدة من قبل نظام الخلايا الشمسية بسبب انخفاض استهلاك الأحمال في أوقات معينة؛ لذا من المقترح إضافة بطاريات لتخزين الطاقة الكهربائية الفائضة حينها.

4-2 دراسة حالة 4- نظام مربوط مع الشبكة (24 كيلو واط)

1-4-2 وصف المشروع

من خلال مبادرة مؤسسة الأميرة عالية بعنوان "التعليم المستدام من خلال الطاقة المتجددة" التي تهدف إلى تسهيل فرص التعليم في المناطق النائية من المملكة، رحبت مدارس الغويبة الثانوية، التي تقع في منطقة وادي الأردن، بافتتاح مشروع الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء لمدرستين.



الشكل 11- منظر عام لقرية الغويبة

نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية المركب في قرية الغويبة، كما هو موضح في الشكل 12، هو ثمرة التعاون بين القطاع العام المتمثل بوزارة التربية والتعليم، والقطاع الخاص من خلال الجهة المموّلة الممثلة بشركة كيا موتورز في الشرق الأوسط وأفريقيا ورئيس الشركة العربية الوطنية للسيارات. والشركة الوطنية العربية للسيارات كيا الأردن هي مجموعة غير حكومية تأسست في عام 2009، ومن أهدافها تحقيق التوازن البيئي في المملكة؛ والمساهمة في زيادة الوعي بالممارسات الصديقة للبيئة.

الشكل 12- افتتاح نظام الخلايا الشمسية في قرية الغويبة

قامت شركة الأصالة، المتخصصة في مجال الطاقة المستدامة بتنفيذ المشروع، بما في ذلك توريد وتركيب وتشغيل وحدات الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء لمدرسة الغويبة الثانوية للبنين ومدرسة الغويبة الثانوية للبنات.

ويسعى المشروع إلى الاستفادة من المناخ المشمس الذي يتمتع به الأردن، حيث هناك أكثر من 300 يوم مشمس كل عام بمتوسط ثماني ساعات من ضوء الشمس في اليوم الواحد. ويهدف إلى تلبية احتياجات المدارس الحكومية الأقل حظاً من الكهرباء وذلك من خلال استخدام الطاقة الضوئية النظيفة والفعالة ذات التكلفة المنخفضة.

ويهدف المشروع إلى توفير الطاقة الكهربائية من خلال حلول نظيفة وبكفاءة عالية لاثنتين من المدارس الحكومية الأقل حظاً وذلك لتغطية احتياجاتها من الطاقة. وكان استخدام خلايا الطاقة الشمسية الكهروضوئية مثالياً في هذه الحالة، لكفاءتها العالية وعمرها التشغيلي؛ وبالإضافة إلى ذلك، ساهم المشروع في توعية المواطنين وأفراد المجتمع المحلي في مجالات الطاقة المتجددة.

2-4-2 الوضع الحالي

يتكوّن هذا المشروع من مدرستين للبنين وللبنات تقعان بالقرب من الكرك في قرية تدعى الغويبة، حيث تم تركيب نظام قدرته 12 كيلو واط لكل مدرسة، وينتج النظام في المتوسط حوالي 1800 كيلوواط ساعة في الشهر. ومن شأنه توفير حوالي 450 دينار شهرياً لكل مدرسة، فقد انخفضت الفاتورة الكهربائية عموماً للمدرستين من خلال استخدام نظامي الخلايا الشمسية المركبين، واستخدمت المبالغ الموفّرة لتغطية احتياجات ثابتة للمدرسة كتنفيذ عمليات الصيانة وتطوير المرافق المدرسية.

energy system in the Middle East implemented in the Governorate of Tafila, which combines solar energy (photovoltaic) with smart grid in cooperation with the electricity company. The main challenge of the project is to create a shift from traditional to renewable energy at all levels – from the local community to the government, private sector, NGOs and academia.

In May 2011, Petra Solar, a Jordanian alternative energy company, launched the "Let Jordan Shine" initiative at the US-Jordan Business Forum. The project entails sourcing and installing 1,000 smart solar SunWave systems on rooftops in Tafila, building a network operations centre at the Tafila Technical University (TTU), training TTU students and faculty on solar and smart grid technologies, and designing and building communications infrastructure for research. The Royal Scientific Society's (RSS) role was to supervise the operations of installation of the rooftop-installed solar systems carried out by Petra Solar. The process was completed in August 2012.

The table below shows how the modelling of an innovative partnership between the public and private sectors came to be:

TABLE 3. ROLE DESCRIPTION FOR STAKEHOLDERS

RSS	Petra Solar	Tafila Technical University
▪ Supervised the installations done by Petra Solar. ▪ Approved the installation of the roof top installed by Petra Solar'sSunWave™ AC Solar systems from the Petra Solar team. The approval was based on the local/international Photovoltaic system installation standards as well as the wide experience of the RSS commissioning team in photovoltaic systems. ▪ The installed systems passed the quality inspections.Verify locations of the systems with the "as build map", check and approve the conformity of the serial numbers for each unit with the data base. **(Annex 2)** ▪ Approval of the design and material acceptance (design package approval). ▪ Draft and sign agreements with home owners. ▪ Identify non-compliance with the PV module warranties. ▪ Set expectations with community members.	▪ Mobilization. ▪ Field assessment, design and engineering. – Prepare maps for the deployment area used for marking zones and houses. – Prepare and fill out site survey forms. – Training for the students and IRADA on the site survey. – Site survey for all houses in the designated area around TTU. ▪ Training; ▪ Installation; ▪ Commissioning and start-up; ▪ Performance monitoring.	▪ Coordinate and encourage involvement of students. ▪ Host the Network Operations Centre. ▪ Encourage students to study renewable energy for future employment prospects.

Petra Solar used Trina Solar TSM-240-PC05 crystalline photovoltaic solar panels with a maximum efficiency of 15 per cent and a maximum power output of 240W. The Smart Energy Module integrated with each AC Solar Module provides individual monitoring and control of each solar panel. The SunWave Communicator is a two-way communications system allowing individual monitoring and control of each SunWave AC Module. Monitoring of the AC Modules is achieved via the Smart Energy Portal, which

comprises two main functional modules. The Energy Management System (EMS) module enables the user to access energy generation data via a secure web browser in the system owner's operations centre.

Figure 16. An installed PV system

2.6.2 Current status

To assess the socio-economic impact of the project on the region, a questionnaire was distributed. The feedback showed a clear reduction of up to 20 per cent electricity bills starting in the first three months, reported by 70 per cent of the respondents. And 94 per cent of respondents agreed that their awareness of the importance of renewable energy had increased, together with their general knowledge on Renewable Energy and the community impact shown in table 4.

The project served as a new ground breaker by bringing both solar power and the smart grid to the region to produce clean, safe renewable energy, along with a wireless smart grid communication network throughout Tafila.

Given that all respondents were aware of Jordan's energy challenges specifically limited energy sources, higher energy prices and electricity generation, almost all respondents – 95 per cent – agreed that having such systems will lead to a reduction in Jordan's energy bill, and hence would be suitable for other governorates.

TABLE 4. THE COMMUNITY IMPACT

Output	Impact
A local team from the community in Tafila was hired and trained in installation (a group of 13)	Job creation and knowledge transfer
A group of student were trained to survey installation sites	Technical experience that can be leveraged for job opportunities

This system laid a foundation of smart grid systems that will result in numerous future benefits, such as reapplying the principle in other locations. This technology is key to the transformation to "smart communities" and the continued spread of renewable energy to homes and public spaces.

وتظهر البيانات في الجدول 2 النتائج الاقتصادية للمشروع

الجدول 2- نتائج مشروع مدرستي الغويبة

الاستهلاك السنوي للمدرستين	73,440 كيلو واط ساعة
قدرة النظام المجهز	24 كيلو واط
التكلفة السنوية لاستهلاك الكهرباء	7,665 دينار أردني
الوفر السنوي المحقق	7,609 دينار أردني
تكلفة تجهيز النظام	26,400 دينار أردني
كمية الكهرباء المولدة سنوياً	46,560 كيلو واط ساعة
نسبة الخفض المتوقع في الفاتورة الشهرية	99 في المائة
نسبة انخفاض الطاقة الكهربائية المستهلكة من الشبكة	96 في المائة
مدة استرداد سعر النظام	3.5 سنة

2-4-3 العقبات التي واجهها المشروع

لم يواجه تنفيذ المشروع أي صعوبات أو عقبات رئيسية وذلك نظراً للمساعدة الكبيرة المقدمة من صاحبة السمو الملكي الأميرة عالية بنت الحسين، إضافة إلى الشراكة والتعاون بين القطاعين العام والخاص. ولكن المعضلة الفنية الوحيدة كانت متمثلة بقدم مباني المدرستين وصعوبة الوصول إلى الأسطح وخصوصاً في مدرسة البنات، وتم تجاوز هذا الأمر باستخدام السلالم المحمولة.

2-4-4 الحلول المقترحة

من واجبات وزارة التربية والتعليم تشجيع تنفيذ مشاريع الطاقة الشمسية في المدارس الريفية، وخصوصاً المدارس ذات البنية التحتية المناسبة. وبما أنه يمكن التغلب على جميع العقبات في مثل هذه المشاريع من خلال تحسين وتطوير التعاون بين القطاعين العام والخاص، يشجع ذلك على تنفيذ مشاريع الطاقة الشمسية ويعزز من استدامتها خدمة للمشاريع المدرسية المشابهة لهذا المشروع.

ومن الحلول المقترحة التي من الممكن تطبيقها مستقبلاً، زيادة قدرة نظام الخلايا الشمسية ليغطي المباني المجاورة للمدرستين.

2-5 دراسة حالة 5- أنظمة خلايا شمسية مربوطة مع الشبكة (1.225 كيلو واط لكل نظام)

2-5-1 وصف المشروع

من أهداف المساعدات الإنسانية المقدمة من وكالة (Mercy Corps) زيادة إمدادات المياه لأكثر من 500,000 لاجئ وفرد من المجتمع، وذلك من خلال إنشاء الآبار واستصلاح البنية التحتية، وتمويل المشاريع المنزلية وتركيب وإنشاء خزانات المياه لتعزيز عملية التخزين. وقد تحقق إنجاز ناجح ومستدام لهذا الهدف من خلال استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية في التجمعات السكنية المحلية.

ونتيجة لعملية تنافسية من تقديم العروض، مُنِحت شركة آفاق المستقبل عقد تنفيذ المشروع، المتضمن توريد وتركيب 75 نظام خلايا شمسية مربوطاً مع الشبكة في خمسة تجمعات سكنية يشملها مشروع

(Mercy Corps) بقدرة 1.225 كيلو واط لكل نظام. وتأمل وكالة (Mercy Corps) بالتعاون مع هيئة تنظيم قطاع الكهرباء وشركات توزيع الكهرباء (IDECO وEDCO) بالحصول على المعلومات والبيانات المتعلقة باستخدام الأنظمة الكهروضوئية وتطبيقاتها في البيئة الريفية، ولا سيما في ما يتعلق بتحسين ظروف الأسر ذات الدخل المنخفض.

ونظراً لتزايد قيمة التعرفة الكهربائية وبالتالي تزايد قيمة الفواتير الكهربائية، هدفت (Mercy Corps) إلى تنفيذ مشاريع الخلايا الشمسية الكهروضوئية المربوطة مع الشبكة وإدراجها ضمن المبادرات المجتمعية الخاصة بإدارة الطلب على المياه في الأردن. وبالإضافة الى ذلك، من الممكن تغطية احتياجات مشاريع إدارة الطلب على المياه بالكهرباء اللازمة من خلال تطبيق الأنظمة الكهروضوئية.

ومن خلال المشروع قدمت (Mercy Corps) شروحات للمجتمعات المحلية عن تكنولوجيا أنظمة الطاقة الشمسية، غطت جميع خصائص النظام والفوائد الاقتصادية المتوقعة. وأوضحت أن فواتير الكهرباء يجب ألا تتجاوز 500 كيلو واط ساعة/شهر، مشيرة إلى أن متوسط إنتاج نظام kWp1.22 هو 180 كيلو واط ساعة شهرياً، في حين يتطلب أقل من 10 م^2 من مساحة السطح، ما يجعل هذه الأنظمة مرنة وسهلة التطبيق في المنازل والتجمعات السكنية. واستكمل تركيب الأنظمة في أيار/مايو، وصارت جاهزة للربط بالشبكة بحلول حزيران/يونيو 2013.

الشكل 13- مثال على نظام خلايا شمسية تم تركيبه ضمن المشروع

2.6.3 Constraints

- System size per home;
- Community acceptance;
- Inverter performance;
- Net-metering application.

2.6.4 Sustainable solutions

People must realize the importance of an innovative partnership model in which each side works from their own strengths. This project was a good example of the public and private sectors, NGOs, academic, and local communities working together.

The government must play a strong role in supporting green technology to create a green economy, starting by engaging with local communities. This ensures ownership and sustainability by locals. In this case, engaging the community through an established project (IRADA) was a major factor in gaining their trust and support.

2.7 Case study 7- Grid connected PV systems (65 kWp)

2.7.1 Project description

One example of a Jordanian private company collaborating with the public sector in environmental projects is EDAMA, which has been working on renewable energy and development projects in remote areas.

The company conducted a feasibility study in the village of Fefa (Ghor Fefa), where there were 235 electricity subscribers. The annual energy consumption in Fefa is 398,000 kWh. The cost of the total consumed energy is 71,000 JD a year, of which 40,000 JD is subsidized by the government.

The village of Fefa in Karak was chosen as Jordan's first eco-village project because of its poverty and remote location. In 1999, the Royal Society for the Conservation of Nature (RSCN) established the eco-village due to its environmental diversity, including endangered species, along with year-round sunshine, ideal for harnessing solar energy. This site's 3,700 residents live in 400 houses, while another 200 live in tents it the nearby area of Mamoura. Of the 400 households, 235 are subscribed to the electricity distribution company (abbreviated as EDCO), while the remainder are either connected to the grid illegally or not at all. This system was funded and installed by Arab Potash, a Pan-Arab company headquartered in Amman, specializing in harvesting minerals from the Dead Sea.

The village of Fefa is located about an hour's drive south of Amman. Its unusually sunny climate, with warm winter and very hot summers, and with an average range in temperature of 10 to 45 degrees Celsius, make it ideal for harnessing solar energy.

Figure 17. Map showing Fefa village

The solar photovoltaic systems were installed at 65 kWp total capacity atop the village's health center, mosque, the boys' and girls' schools, teachers' dorms, the kindergarten, as well as the RSCN building.

The installation also included three lighting columns for solar photovoltaic-generated electricity in the area inhabited for several months out of the year by Bedouins.

The locations for the three biggest PV systems (namely, Fefa Mosque, Fefa Boys High School and Fefa Girls High School) are shown on the Google Earth map below:

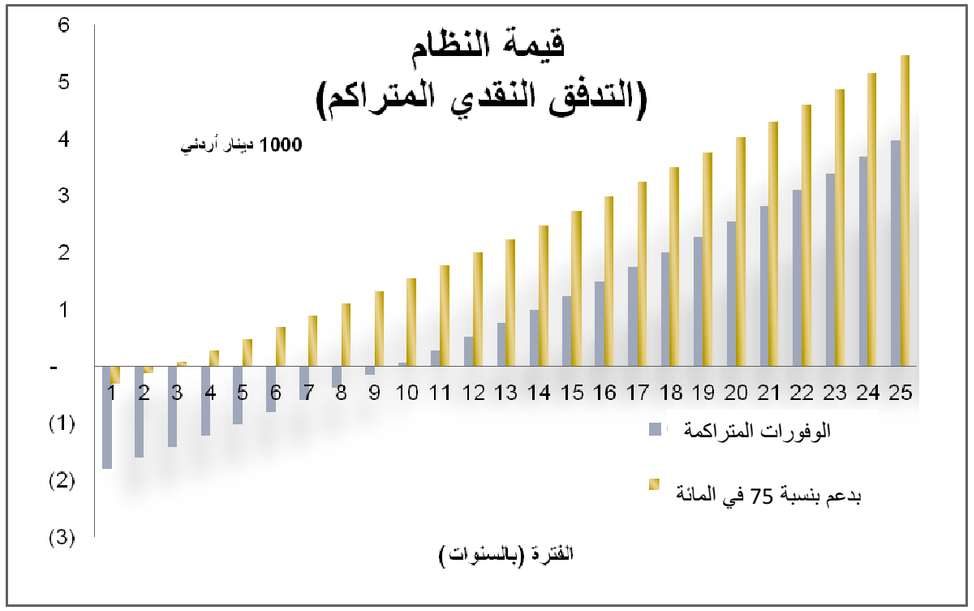
الشكل 14- محوّل عكس (منوب) لنظام متصل بالشبكة مثبت في الخارج

من جانبها دعت وكالة (Mercy Corps) أعضاء المنظمات المجتمعية في التجمعات السكنية للاستثمار في أنظمة الطاقة الكهروضوئية التي موّلتها بنسبة 75 في المائة الوكالة الامريكية للتنمية الدولية (USAID)، وبلغت تكلفة النظام الواحد بقدرة 1.22 كيلو واط.ذروة 1,600 دينار، وفقاً للعرض الذي منح لشركة آفاق المستقبل للتكنولوجيا النظيفة الأردنية في شهر شباط/فبراير 2013.

2-5-2 الوضع الحالي

بالنسبة للمستهلك الاعتيادي الذي يبلغ استهلاكه للطاقة الكهربائية 378 كيلو واط ساعة/شهر تقدّر تكلفة الفاتورة الكهربائية بـ 360 دينار سنوياً، وعند تركيب النظام وتشغيله ينخفض الاستهلاك السنوي بمقدار 2,205 كيلو واط ساعة سنوياً ما يؤدي الى خفض تكلفة الفاتورة الكهربائية بمقدار 170 دينار سنوياً، علماً بأن فترة استرداد سعر النظام للحكومة الأردنية هي 5 سنوات.

وسمح المشروع للمواطنين بتملك الأنظمة الكهروضوئية، حيث كان من الصعب الحصول عليها. وإضافة للفوائد الاقتصادية للمشروع، زاد الوعي الاجتماعي والثقافي بالطاقة المستدامة وفوائد دعم المشاريع الخضراء في المملكة في المستقبل.



الشكل 15- مخطط التدفق المالي لتجهيز نظام PV 1.225 كيلو واط.ذروة

استكمل تركيب هذا المشروع وبدأ تشغيله منذ أيار/مايو وما زال يعمل بشكل جيد منذ ذلك الحين، مع وجود عدد ضئيل من المسائل البسيطة.

3-5-2 العقبات التي واجهها المشروع

لم يواجه المشروع عقبات، فقد كان التعاون بين القطاعين العام والخاص في هذا المشروع كفيلاً بتخطي أي عقبات يمكن أن تواجه مثل هذه المشاريع.

4-5-2 الحلول المقترحة

من واجبات الحكومة تشجيع تبني مشاريع مماثلة من الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة ودعمها.

6-2 دراسة حالة 6- أنظمة مربوطة مع الشبكة (240 واط.ذروة لكل نظام)

1-6-2 وصف المشروع

وفقاً للخطة الاستراتيجية الوطنية للطاقة (لعام 2007-2020)، سيقلل الأردن من اعتماده على المصادر الخارجية للطاقة بنسبة 10 في المائة من خلال الاعتماد على الطاقة المتجددة؛ وجاءت نتيجة لذلك أولى أنظمة الطاقة الذكية الشمسية (الأنظمة التي تجمع بين الطاقة الشمسية والشبكة الذكية) المملوكة للمواطن في الشرق الأوسط حيث نفذت في محافظة الطفيلة بالتعاون مع شركة توزيع الكهرباء. ويعرض المشروع الطريقة التي يمكن بها مواجهة التحدي المتمثل في دعم الطاقة المتجددة بدلاً من الطاقة غير المتجددة على

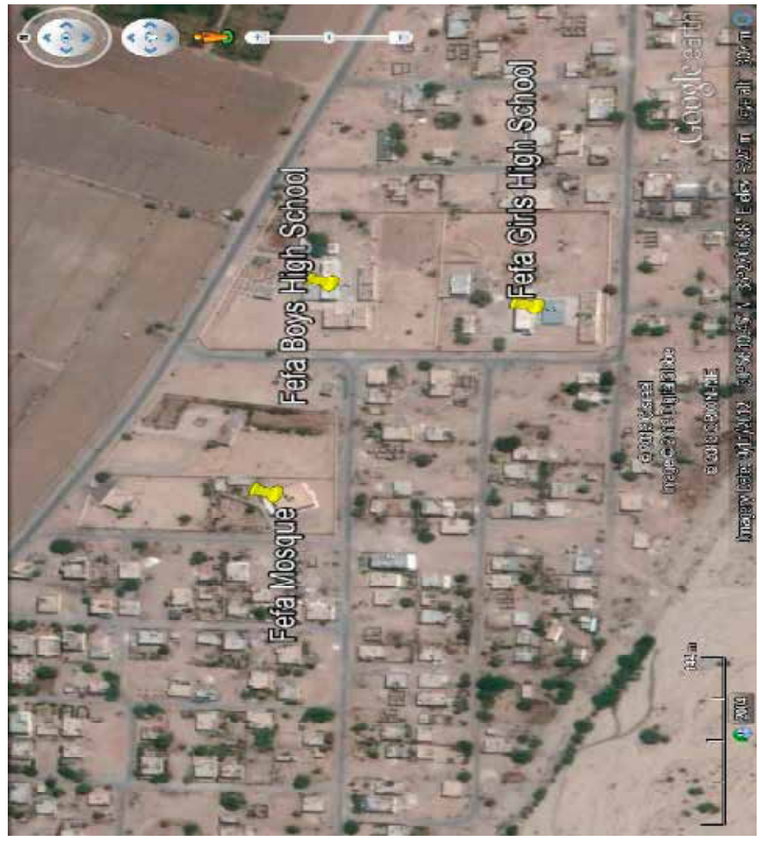


Figure 18. Google earth map for Fefa village showing Fefa Mosque, Fefa boys high school and Fefa girls high school location

The project aims to give this impoverished village the resources to cover its energy requirements through clean and highly efficient solutions. The use of solar energy photovoltaic cells, with their high efficiency and durability, helped raise awareness in the community of the importance of renewable energy.

Figure 19 shows some Fefa village buildings.

مستوى المجتمع، كما يعرض نموذجاً للتعاون بين الحكومة والقطاع الخاص والمنظمات غير الحكومية والأوساط الأكاديمية.

في أيار/مايو 2011 أطلقت شركة بترا للطاقة الشمسية مشروعاً بعنوان "لنجعل الأردن مشرقاً" في منتدى الولايات المتحدة – الأردن للأعمال، وشمل هذا المشروع توريد وتركيب 1,000 نظام خلايا شمسية ذكي (Sun Wave) على أسطح المنازل في الطفيلة، وبناء مركز للعمليات والمراقبة في جامعة الطفيلة التقنية (TTU)، وتضمّن أيضاً تدريب الطلاب وأعضاء هيئة تدريس جامعة الطفيلة على تقنيات الشبكة الذكية والطاقة الشمسية، وتصميم وبناء البنية التحتية للاتصالات لدعم البحث العلمي. وكان دور الجمعية العلمية الملكية متمثلاً بالإشراف على عمليات تركيب أنظمة الطاقة الشمسية المثبتة على الأسطح التي نفذتها شركة بترا للطاقة الشمسية. وقد تم تركيب 1,000 نظام خلايا شمسية، وأجريت عمليات التجارب والتشغيل اعتباراً من 30 آب/أغسطس 2012.

ويبيّن الجدول أدناه، الشراكة بين القطاعين العام والخاص ودور كل منهما.

الجدول 3- وصف لدور الجهات المعنية

الجمعية العلمية الملكية	شركة بترا للطاقة الشمسية	جامعة الطفيلة التقنية
• الإشراف على تركيب الأنظمة التي نفذتها شركة بترا للطاقة الشمسية. • الموافقة على تصميم فريق شركة بترا للطاقة الشمسية لتركيب الأنظمة على الاسطح العلوية Solar'sSunWave ™AC. واستندت الموافقة إلى المعايير المحلية/الدولية لتثبيت الأنظمة الكهروضوئية وإلى خبرة فريق الجمعية العلمية الملكية في هذا المجال. • التأكد من جميع معايير الجودة والأداء. • التحقق من مواقع الأنظمة "حسب خريطة البناء"، ومراجعة الأرقام التسلسلية لكل وحدة ومطابقتها مع قاعدة البيانات والموافقة عليها (الملحق 2). • الموافقة على التصميم وقبول المواد. • توقيع الاتفاقيات مع أصحاب المنازل. • تحديد حالات عدم الامتثال مع الضمانات على الخلايا. • تحديد التوقعات مع أفراد المجتمع.	• التنظيم. • التقييم الميداني، والتصميم والهندسة. - إعداد خرائط للمنطقة التي كانت تستخدم لوضع علامات على المناطق والمنازل. - إعداد وملء استمارات مسح للمواقع. - تدريب طلاب الجامعة على مسح الموقع. - مسح الموقع لجميع المنازل في منطقة معينة حول جامعة الطفيلة التقنية (TTU). • التدريب. • التثبيت وتركيب النظام. • التجارب وبدء التشغيل. • ورصد الأداء.	• تنسيق وتشجيع مشاركة الطلاب. • استضافة مركز عمليات الشبكة. • تشجيع الطلاب على دراسة تقنيات الطاقة المتجددة من أجل تأهيل خبراء أردنيين في المستقبل.

Figure 19. Fefa buildings

The table below shows an average monthly consumption of electricity and the properties for the selected sites.

في هذا المشروع استخدمت شركة بترا للطاقة الشمسية خلايا شمسية من نوع (TSM- Trina Solar 240-PC05)؛ من فئة الألواح الشمسية الضوئية البلورية بكفاءة 15 في المائة وبقدرة قصوى مقدارها 240 واط. ويضم نظام الطاقة الشمسية الذكي وحدتين رئيسيتين، إحداهما هي وحدة نظام إدارة الطاقة (EMS) التي تمكّن المستخدم من الوصول إلى البيانات الخاصة بقيم توليد الطاقة عن طريق تصفح الموقع في مركز عمليات مالك النظام.

الشكل 16- نظام الخلايا الشمسية في الطفيلة

2-6-2 الوضع الحالي

من أجل تقييم الأثر الاجتماعي والاقتصادي للمشروع وُزّعت استبيانات على سكان المنطقة، وأظهرت نتائج تحليل الاستبيانات انخفاضاً واضحاً من 1-20 في المائة على فاتورة الكهرباء بدءاً من الأشهر الثلاثة الأولى؛ وقد ذكر هذا 70 في المائة من المستطلعين، ووافق 94 في المائة منهم على أن وعيهم لأهمية الطاقة المتجددة لمواجهة تحدي الطاقة الوطنية قد ازداد، جنباً إلى جنب مع المعرفة العامة عن الطاقة المتجددة وتأثيرها على المجتمع كما هو مبيّن في الجدول 4.

وعمل المشروع على فتح آفاق جديدة من خلال إدخال الطاقة الشمسية وتقنية الشبكة الذكية إلى المنطقة لإنتاج الطاقة المتجددة النظيفة والآمنة، جنباً إلى جنب مع شبكة اتصالات لاسلكية في جميع أنحاء الشبكة الذكية في الطفيلة.

وبالنظر إلى أن جميع المشاركين على بيّنة من تحدي الطاقة في الأردن، ومحدودية مصادر الطاقة على وجه التحديد، وارتفاع أسعار الطاقة وتوليد الكهرباء، وافق ما يقارب 95 في المائة من المستطلعين على أن وجود مثل هذه الأنظمة في جميع أنحاء المملكة سوف يؤدي إلى انخفاض فاتورة الطاقة في الأردن، حيث أوصى غالبيتهم بتوسيع هذا المشروع إلى المحافظات الأخرى.

TABLE 5. THE MAIN SELECTED SITE PROPERTIES

Column 1	Monthly consumption average (kWh)	System capacity (kW)	Available area on the roof	Meter type	Distance between roof and meter
RSCN	668	5.138461538	100 m2	single phase	20 m
Health centre	1509	11.60769231	110 m2	single phase	10-15 m
Teachers' dorm (male)	886	6.6	80-100 m2	single phase	10-15 m
Teachers' dorm (female)	397	3	60-70m2	single phase	10-15 m

Figure 20. An example of installed PV system

2.7.2 Current status

Fefa has become an initial turning point from traditional to renewable energy sources and a model of an eco-friendly village.

The money saved by the system will be used for the essential needs of the village.

The installation locations – either on the roof or next to the building – for each PV system depends on the availability of free space. The following table notes the capacity of the PV system for each building and average savings expected per month.

الجدول 4- الأثر على المجتمع المحلي

الناتج	التأثير
التعاقد مع فريق محلي من المجتمع في الطفيلة وتدريبه على التركيب (مجموعة من 13)	خلق فرص العمل ونقل المعرفة
تدريب مجموعة من الطلاب على مسح مواقع التركيب	الخبرة الفنية التي يمكن الاستفادة منها في ايجاد فرص عمل في هذا المجال

وضع هذا النظام أساساً لنظم الشبكة الذكية، لما لها من الفوائد العديدة في المستقبل وذلك من خلال إعادة تطبيق مبدأ هذا النظام في المواقع والمشاريع الأخرى، حيث تعد هذه التكنولوجيا عنصراً رئيسياً في التحوّل إلى مجتمعات ذكية. وبشكل عام فإن تفاعل المجتمع المحلي في الطفيلة كان إيجابياً فيما يتعلق بالتقدم المنجز في المشروع والحرص على توسيعه إلى المزيد من المنازل.

3-6-2 العقبات التي واجهها المشروع

- حجم النظام في المنزل (تأثير لا يكاد يذكر)؛
- وعي الناس وقبولهم؛
- أداء محوّل العكس (المنوب)؛
- تطبيق نظام صافي القياس.

4-6-2 الحلول المقترحة

من الأهميّة بمكان أن تدرك الجهات المعنية وجود نماذج شراكة مبتكرة بين القطاعين العام والخاص؛ تعتمد فيها كل جهة على نقاط قوتها. وفي هذا المشروع، تظهر الشراكة بين المؤسسات الأكاديمية والمنظمات غير الحكومية، والقطاعين العام والخاص من خلال التعاون بين مختلف الأطراف من أجل تحقيق شعار "لنجعل الأردن مشرقاً".

وبالتالي فإن دور الحكومة هو تعزيز دعم مجال التكنولوجيا الخضراء من أجل تطوير مثل هذه التكنولوجيا، وخلق اقتصاديات في الطاقة المتجددة، وزيادة إشراك المجتمع المحلي كوسيلة لنجاح المشروع، ولضمان ملكيته واستدامته. وكما تبيّن، فإن إشراك المجتمع المحلي من خلال مشروع "إرادة" كان عاملاً رئيسياً في كسب ثقة المجتمع ودعمه.

7-2 دراسة حالة 7- نظام خلايا شمسية مربوط مع الشبكة (65 كيلو واط.ذروة)

1-7-2 وصف المشروع

من خلال العديد من الأمثلة على الشراكات بين القطاع الخاص والقطاع العام، واستناداً إلى التوسع المستمر في مشاريع الطاقة المتجددة في البلاد، تأتي مساهمة جمعية EDAMA (وهي عبارة عن جمعية أعمال أردنية تسعى للتوصل الى حلول مبتكرة في الطاقة والمياه والاستقلال في الإنتاجية مع انعكاساتها الإيجابية على البيئة) في خدمة الوطن عن طريق تطبيق أهدافها في المناطق النائية، والمساعدة على تنمية المناطق الريفية.

TABLE 6. THE CAPACITY OF THE PV SYSTEM FOR EACH BUILDING AND THE EXPECTED AVERAGE SAVINGS PER MONTH

Type of building	PV system capacity (KW)	Generated energy (KWh/month)	Savings (JD/month)
1. Boys' School	25	4875	800
2. Girls' School	5	975	130
3. Mamoura district	5	975	NA
4. Mosque	15	2930	670
8. Kindergarten	2	420	11
Total	52	10140	1611

Fefa village is one of the poorest areas in the north Jordan Valley. With the rise in energy prices, the residents faced. This initiative improved Fefa's living standards and reduced carbon dioxide emissions by reducing electricity supply to the village. It also helped sustain the diverse vegetation in the area.

2.7.3 Constraints

Most of the buildings in Fefa that did have electricity prior to the solar panel project were illegally connected to the grid, making it difficult for them to connect to the photovoltaic system, thus causing delays due to outdated wiring.

2.7.4 Sustainable solutions

To encourage the continued use of PV systems in the community, it is of paramount importance that they be well maintained.

أجرت EDAMA دراسة جدوى في قرية فيفا (غور فيفا) حيث تبيّن أن هناك 235 مشتركاً في الشبكة الكهربائية وتبلغ كمية الطاقة المستهلكة في فيفا كل عام 398,000 كيلو واط ساعة، وتكلفة إجمالي هذه الطاقة المستهلكة 71,000 دينار سنوياً منها 40,000 دينار مدعومة من قبل الحكومة.

وتقع قرية فيفا إلى جنوب مدينة عمان كما هو موضح في الخريطة أدناه.

الإحداثيات (خط العرض: 30 ° 56 '3. 71 "N وخط الطول: 35 ° 27 '29. 26" E).

الشكل 17- خريطة الموقع لقرية فيفا

تتميّز قرية فيفا بمناخ فريد من نوعه؛ فالشتاء دافئ والصيف حار جداً مع متوسط درجات حرارة بين 10 و45 درجة مئوية، وتسطع الشمس معظم أيام السنة، وهذا الطقس هو الأمثل لحلول الطاقة الشمسية في القرية.

ووفقاً لجمعية EDAMA، تم اختيار قرية فيفا لتنفيذ أول مشروع قرية بيئية في المملكة، ولهذا الخيار أسباب هامة منها الفقر المؤسف الذي يعيش فيه أهل القرية ما يجعلها واحدة من أفقر المناطق في المملكة. وقد أنشأت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة هذه القرية الصديقة للبيئة كمحمية في عام 1999 نظراً للقيمة البيئية العالية للتنوع الحيوي ووجود الأنواع المهددة بالانقراض، بالإضافة إلى المناخ المثالي الذي تتمتع به القرية لاستخدام الطاقة الشمسية بسبب توافر إشعاع شمسي جيد على مدار السنة. وقد أظهرت الزيارات إلى القرية التي يسكنها 3,700 شخص أنهم يعيشون في حوالي 400 منزل. ويعيش 200 من سكان القرية في خيام في منطقة المعمورة. ومن أصل حوالي 400 أسرة، تشترك 235 أسرة فقط مع شركة توزيع الكهرباء، أما البقية فتستفيد من الشبكة بصورة غير قانونية أو أنّ ليس لديها كهرباء على الإطلاق.

3. SUMMARY OF CASE STUDIES

The table below shows a summary of the previous cases studies,

TABLE 7. SUMMARY OF CASES STUDIES

Project name	Rawdat Al Bendan village	Feynan Ecolodge	Dead Sea Panoramic Complex	Al Ghwebbeh Secondary Schools	Mercy Corps	Tafila Pioneering Solar project	Fefa village
Renewable Type	Stand-alone PV system	Stand-alone PV system	Grid-connected PV Systems without Net-metering	Grid-connected PV Systems	Grid-connected PV Systems	Grid-connected PV Systems	Grid-connected PV Systems
Public Sector	Jordan Badia Research and Development Program and the Rural Electrification Department/Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) and the National Energy Research Center (NERC)	The Feynan Nature Reserve and the National Energy Research Center (NERC) and The United States Agency for International Development (donors)	The Ministry of Planning and International Cooperation (MOPIC), the Ministry of Tourism and Antiquities (MOTA) And Japan International Cooperation System (JICS), and the National Energy Research Center (NERC)	Ministry of Education	Electrical regulatory commission ERC and distribution companies (IDECO and EDCO) and USAID (Mercy Corps) and Five communities	Local university (Tafila Technical University TTU) and the local community through (IRADA AND Jordan Enterprise Development Corporation JEDCO	Electricity Distribution Company EDCO and the National Energy research Center NERC
Private sector	Residents of village	Ecolodge Hotel and And Royal Society Of the Conversation of Nature (RSCN)	Royal Society Of the Conversation of Nature (RSCN)	Kia Motors Middle East and Africa and the President of National Arab Motors	citizens	Home owners	Energy water and environment Productivity association (EDAMA), Arab potash company and Royal Society of the Conversation of Nature (RSCN)
Installed capacity	0.4 kWp each-12 system	4.5 kWp	100 kWp Photovoltaic system at the Dead Sea Panoramic Complex and a 280kWp Photovoltaic system in El Hassan Science City (Campus of Royal Scientific Society, Amman-Jordan)	24 kWp	1.225kWp each (15 system for each CBOs	0.24kWp each (1000 system)	65 kWp

Project name	Rawdat Al Bendan village	Feynan Ecolodge	Dead Sea Panoramic Complex	Al Ghwebbeh Secondary Schools	Mercy Corps	Tafila Pioneering Solar project	Fefa village
Project design	The National Energy Research Center (NERC)	The National Energy Research Center (NERC)	the National Energy Research Center (NERC)	The Asalah Company	the Jordanian Company Mustakbal	Petra Solar	Energy water and environment Productivity (EDAMA)
Source of financing	The Rural Electrification Department of MEMR "rural fills"	The United States Agency for International Development (USAID)	Japan International Cooperation System (JICS)	Kia Motors Middle East and Africa and the President of the National Arab Motors	25% client and 75% funded by USAID.	Jordan Enterprise Development Corporation JEDCO	Arab Potash company
Implementation, procurement, installation	The National Energy Research Center (NERC)	The National Energy Research Center (NERC)	Marubeni company	The Asalah Company	The Jordanian Company Mustakbal	Petra Solar	Spectrum Company
Operation	The Royal Scientific Society's (RSS); The National Energy Research Center (NERC)	The Royal Scientific Society's (RSS); The National Energy Research Center (NERC)	Marubeni company	The Asalah Company	The Jordanian Company Mustakbal	The Royal Scientific Society's (RSS); The National Energy Research Center (NERC)	The Royal Scientific Society's (RSS); The National Energy Research Center (NERC)
Owners	Homeowners	The Royal Society for the Conservation of Nature (RSCN)	The dead sea panoramic complex	Ministry of Education	Residents	Homeowners	
Year of implementation	In year 2002 and in year 2009, the battery bank for each PV system was replaced with a new one	In year 2004 and The batteries were replaced only in 2009 with vented lead acid batteries	The PV system was officially launched in February 2011	In July 2013	In May 2013	In May 2012	In March 2013
Period of implementation	About five months due to imported equipment	2 months	9 months	Two months	One month	Four months	One Month
End users	Residents of the village	Feynan hotel	The Dead Sea panoramic complex	Al-Ghwebbeh Secondary Schools	Residents	The government	The Fefa public buildings
The Site Selection	The site was selected by Jordan Badia Research and Development Programme due to the availability of solar radiation in the region and the high cost of connecting to	by the National Energy Research Center (NERC) The site of Feynan suffers the lack of electricity grid as it is considered as a remote area	under the guidance of Jordan's Ministry of Planning, two locations were selected to host this initiative, namely, El Hassan Science City (EHSC) and	through The Princess Alia Foundation initiative "Sustainable Education through Renewable Energy"	in five communities that are being serviced by a Mercy Corps project	Prepare and fill out site survey forms Site survey for all houses in the designated area around TTU on rooftops in Al Eis in Tafila and In the first stage, the project	In Fefa village EDAMA team identified the following five public buildings to benefit from this initiative, these are schools, mosque, and

وجرى تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 65 كيلو واط.ذروة، على كل من المركز الصحي، ومسجد ومدارس البنين والبنات، وسكن المعلمين، ورياض الأطفال، ومبنى الجمعية الملكية لحماية الطبيعة ومنزلين في القرية. كما تم تركيب ثلاثة أعمدة إنارة تعمل على الطاقة الكهروضوئية لتخدم منطقة يعيش فيها البدو لعدة أشهر من كل عام.

ويظهر الشكل أدناه مواقع أكبر ثلاثة أنظمة كهروضوئية على خريطة جوجل للكرة الأرضية (أي المسجد، ومدرسة البنين، ومدرسة البنات).

الشكل 18- خريطة جوجل لقرية فيفا تبيّن موقع المسجد ومدرسة البنين ومدرسة البنات

وجرى تركيب هذا النظام في قرية فيفا من قبل طرف التمويل، شركة البوتاس العربية التي تأسست في عام 1956 ومقرها الرئيسي في عمان كشركة تجارية عربية، ولها امتياز مدته 100 سنة من الحكومة الأردنية لتصنيع المنتجات المعدنية المستخرجة من البحر الميت. وتُعد هذه الشركة طرفاً مشاركاً أساسياً في استخراج المعادن من البحر الميت.

الهدف الأساسي من المشروع هو تمكين القرية الأقل حظاً من تغطية احتياجاتها من الطاقة الكهربائية من خلال اعتماد الأنظمة النظيفة وذات الكفاءة العالية، حيث كان استخدام خلايا الطاقة الشمسية الضوئية مثالياً في هذه الحالة، لكفاءتها العالية ومتانتها، وأيضاً المساهمة في زيادة الوعي بمجالات الطاقة المتجددة لدى المواطنين وأفراد المجتمع.

ويبيّن الشكل أدناه المباني التي استفادت من المشروع في قرية غور فيفا.

الشكل 19- مباني قرية فيفا

Project name	Rawdat Al Bendan village	Feynan Ecolodge	Dead Sea Panoramic Complex	Al Ghwebbeh Secondary Schools	Mercy Corps	Tafila Pioneering Solar project	Fefa village
	the national grid		Dead Sea Panoramic Complex (DSPC)			included 1,000 homes	Mamoura district area
The project cost	Almost 45,000 JD	33,750 JD	110,000 JD for panorama project and 308000 JD for in El Hassan Science City (Campus of Royal Scientific Society	26,400JD	1,620 JD for each (15-system)	1,500,000 JD	96000 JD

4. CONCLUSION

The successful installation of solar panel systems in an impoverished Jordanian village has shown the importance of partnership between the private and public sectors on a large scale that neither could have undertaken alone. It has also been effective in raising environmental awareness in the local community.

The ultimate goal of this partnership is to install PV systems for public buildings that serve the community, thus demonstrating benefits of renewable energy solutions that can be done with coordination between the public and private sectors. Installing such systems will:

1. Reduce monthly electricity bills, reduce the electricity cost of beneficiaries of the project sites.
2. Replace the usage of conventional energy resources, (diesel and electricity) with a clean and a cheap resource.
3. Create an eco-friendly environment in line with the local environment.
4. Become a model of renewable energy and eco-friendly sites.
5. Reduce the amount of carbon dioxide emissions through the reduction of energy consumption and the use of alternative energy.
6. Develop training courses for qualified local residents to develop their skills for future projects.
7. Create a market for renewable energy jobs for this project and/or future initiatives.
8. Contribute to the sustainable development of ecologically valuable areas; Contribute to the savings in cost of energy bills of both residents and the government.
9. Build community awareness on sustainability and green practices.
10. Develop energy security and independence by reducing the amount of energy consumption.

5. RECOMMENDATIONS

The adoption of solar power in both the private and public sectors should be promoted through international projects, funding, local policies and citizen involvement. Both sectors stand to benefit from renewable energy, with the government currently paying high subsidies for electricity and citizens paying high bills; there is also the potential for employment in future renewable energy projects. This completed project could lead to similar beneficial work in the future.

Renewable energy is increasingly seen as both an economic and environmental necessity as well as a social responsibility. Incentives, such as tax deductions, can be given for people to transition from traditional to renewable energy, including both solar and wind energy. But Jordan and other countries will have to first update their laws to support the use of renewable energy in both the private and public sectors to minimize any barriers of entry into the field.

ويبيّن الجدول أدناه متوسط الاستهلاك الشهري من الكهرباء وخصائص المواقع المختارة لتركيب الأنظمة.

الجدول 5- الخصائص الأساسية للمواقع المختارة

المواقع	معدل الاستهلاك الشهري (كيلو واط ساعة)	قدرة نظام الخلايا (كيلو واط)	المساحة المتوفرة على السطح ($م^2$)	نوع العداد	المسافة بين العداد والسطح
الجمعية الملكية لحماية الطبيعة	668	5.3	100	أحادي الطور	20 م
المركز الصحي	1509	11.607	110	أحادي الطور	15-10 م
سكن المعلمين	886	6.6	100-80	أحادي الطور	15-10م
سكن المعلمات	397	3	70-60	أحادي الطور	15-10 م

ويبيّن الشكل التالي أحد الأنظمة التي ركبت في إطار المشروع.

الشكل 20- مثال على نظام خلايا مثبت في غور فيفا

2-7-2 الوضع الحالي

أصبحت قرية فيفا نقطة التحول الأولى من مصادر الطاقة التقليدية إلى الطاقة المتجددة، كما صارت نموذجاً للاعتماد الجزئي على الطاقة المتجددة وقرية صديقة للبيئة. وساهمت أنظمة الخلايا الشمسية المثبتة في قرية فيفا في خفض قيمة فاتورة الكهرباء وفي المساعدة في تغطية احتياجات القرية الأخرى، وفي تطوير الحياة الاقتصادية بالنسبة للمواطنين المحليين وللحكومة، وقد تم تركيب نظام الخلايا الكهروضوئي لكل مبنى إما على السطح أو بالقرب من المبنى حسب المساحة المتوفرة.

ويبيّن الجدول التالي قدرة أنظمة الخلايا الشمسية لكل مبنى ومتوسط التوفير المتوقع شهرياً لكل نظام.

الجدول 6- قدرة النظام لكل مبنى وقيمة التوفير المتوقعة شهرياً

المبنى	قدرة النظام (كيلو واط)	الطاقة المنتجة (كيلو واط ساعة/شهر)	مقدار التوفير(دينار أردني/شهر)
مدرسة البنين	25	4,875	800
مدرسة البنات	5	975	130
منطقة معمورة	5	975	نظام إنارة باستخدام الخلايا الشمسية غير متصل مع الشبكة
المسجد	15	2,930	670
روضة الأطفال	2	420	11
المجموع	52	10,175	1,611

تُعتبر قرية فيفا من المناطق الأقل حظاً من حيث المستوى الاقتصادي والاجتماعي في شمال وادي الأردن، وقد دفعت الزيادة في أسعار الطاقة الكهربائية بالسكان الى توفير الأموال اللازمة لدفع فاتورة الكهرباء الخاصة بهم. لذلك من المتوقع أن تحسن هذه المبادرة مستويات المعيشة في غور فيفا وتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عن طريق خفض إمدادات الكهرباء إلى القرية.

كما ساهمت حلول الطاقة الشمسية المتجددة في تلبية احتياجات السكان وفي الحد كثيراً من الإعانات الحكومية. وساعدت إلى حد كبير في الحفاظ على تنوّع الحياة البيولوجية والنباتات الموجودة في القرية الصديقة للبيئة.

3-7-2 العقبات التي واجهها المشروع

من العقبات التي واجهت المشروع المشاكل المالية بين بعض مباني قرية فيفا وشركة توزيع الكهرباء، ما أدى إلى بعض التأخير في البدء بتركيب النظام. كما أن معظم المنازل لم تكن مربوطة مع الشبكة أو كانت تستهلك الكهرباء بشكل غير قانوني، فكان من الصعب ربطها بالشبكة من خلال نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئي المربوط مع الشبكة.

ولم تكن المباني وهياكل الأسلاك الكهربائية القديمة على اتصال بالإنترنت، ما حال دون الرصد ومراقبة أداء المشاريع.

4-7-2 الحلول المقترحة

ينبغي التشجيع على تركيب الأنظمة الكهروضوئية في عدد من المباني العامة بحيث تخدم احتياجات المجتمعات في المناطق النائية. ومن شأن هذه الأنظمة أن تؤكد على فوائد مشاريع الخلايا الكهروضوئية وتعزز الشراكة التعاونية بين القطاعين العام والخاص بما يخدم تشغيل هذه الأنظمة، ولا بد أيضاً من العمل على تحديث البنية التحتية وتحسينها.

3- ملخص دراسات الحالة

يلخّص الجدول أدناه المشاريع المستعرضة.

الجدول 7- ملخص دراسات الحالة

اسم المشروع	قرية روضة البندان	نزل فينان	مجمع بانوراما البحر الميت	مدرسة الغويبة الثانوية	Mercy Corps	الطفيلة	غور فيفا
نوع النظام	نظام غير متصل بالشبكة	نظام غير متصل بالشبكة	نظام متصل بالشبكة بدون العداد صافي القياس	نظام متصل بالشبكة - عداد صافي القياس	نظام متصل بالشبكة - عداد صافي القياس	نظام متصل بالشبكة - عداد صافي القياس	نظام متصل بالشبكة - عداد صافي القياس، أعمدة إنارة بنظام غير متصل بالشبكة
القطاع العام	برنامج بحوث وتطوير البادية، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، المركز الوطني لبحوث الطاقة	محمية فينان الطبيعية، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	وزارة التخطيط والتعاون، وزارة السياحة والآثار، نظام التعاون الوطني الياباني، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية	وزارة التربية والتعليم، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية	هيئة تنظيم قطاع الكهرباء، شركات التوزيع الأردنية، الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، Mercy Corps، خمسة مجتمعات محليّة	جامعة الطفيلة التقنية، الجمعية المحلية IRADA، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية	المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية، شركات التوزيع الأردنية
القطاع الخاص	سكان القرية	فندق إيكو لودج، الجمعية الملكية لحماية الطبيعة	الجمعية الملكية لحماية الطبيعة	الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، شركة كيا للسيارات في الشرق الاوسط وأفريقيا	أصحاب المنازل	شركة بترا سولار	جمعية إنتاجية الطاقة المياه والبيئة EDAMA، شركة البوتاس العربية، المحمية الملكية لحماية الطبيعة
قدرة النظام	0.4 كيلو واط .ذروة لكل نظام حيث بلغ	4.5 كيلو واط.ذروة	100 كيلو واط.ذروة في مجمع	24 كيلو واط.ذروة	1.225 كيلو واط.ذروة لكل نظام	0.24 كيلو واط.ذروة لكل نظام حيث بلغ	65 كيلو واط.ذروة

اسم المشروع	قرية روضة البندان	نزل فينان	مجمع بانوراما البحر الميت	مدرسة الغويبة الثانوية	Mercy Corps	الطفيلة	غور فيفا
	عدد الأنظمة 12 نظاماً		بانوراما البحر الميت 280 كيلو واط.ذروة في مدينة الحسن العلمية		حيث بلغ عدد الأنظمة 15 نظاماً (نظام لكل مجمع)	عدد الأنظمة 1000 نظام	
المسؤول عن تصميم المشروع	المركز الوطني لبحوث الطاقة	المركز الوطني لبحوث الطاقة	المركز الوطني لبحوث الطاقة	شركة الأصالة	شركة المستقبل الأردنية	شركة بترا للطاقة الشمسية	EDAMA الجمعية الإنتاجية للطاقة، المياه والبيئة
مصدر التمويل	إدارة كهرباء الريف (فلس الريف)	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	نظام التعاون الياباني الوطني	شركة كيا للسيارات في الشرق الأوسط وأفريقيا	25% المواطن 75% الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	الحكومة الأردنية	شركة البوتاس العربية
المسؤول عن التنفيذ، والمشتريات، والتركيب	المركز الوطني لبحوث الطاقة	المركز الوطني لبحوث الطاقة	شركة ماروبيني	شركة الأصالة	شركة المستقبل الأردنية	شركة بترا للطاقة الشمسية	شركة الطيف للطاقة الشمسية
المسؤول عن التشغيل	المركز الوطني لبحوث الطاقة	المركز الوطني لبحوث الطاقة	شركة ماروبيني	شركة الأصالة	شركة المستقبل الأردنية	المركز الوطني لبحوث الطاقة	المركز الوطني لبحوث الطاقة
المالك	أصحاب المنازل	الجمعية الملكية لحماية الطبيعة	مجمع بانوراما – البحر الميت	وزارة التربية والتعليم	المواطنون	أصحاب البيوت	أصحاب البيوت والحكومة
سنة التشغيل	2002 و2009 استبدلت البطاريات القديمة ببطاريات جديدة	2004 واستبدلت البطاريات في 2009	شباط/فبراير 2011	تموز/يوليو 2013	أيار/مايو 2013	أيار/مايو 2012	اذار/مارس 2014
مدة التنفيذ	5 أشهر والسبب استيراد مكونات النظام من الخارج حينها	شهران	9 أشهر	شهران	شهر واحد	4 أشهر	شهر واحد
المستخدمون النهائيون	سكان القرية	مالكو فندق فينان	مجمع بانوراما – البحر الميت	مدرسة الغويبة الثانوية	المواطنون	أصحاب المنازل	أصحاب مباني قرية فيفا
اختيار الموقع	تم اختيار الموقع عن طريق برنامج	المركز الوطني لبحوث	بتوجيه من وزارة التخطيط	من خلال هذه المبادرة مؤسسة	في خمسة مجمعات تم اختيارها عن	إعداد وملء استمارات مسح للمواقع، مسح	في قرية فيفا حدد فريق إداما خمسة مبان

7- التحسين والمساعدة في نشر الأنظمة الكهروضوئية أو الطاقة المتجددة في الأردن والاستغناء عن الوقود الأحفوري نظراً إلى الأثر السلبي للانبعاثات الناتجة منه. ونحن نأمل أن نتمكن من استخدام التكنولوجيات الضوئية بديلاً عن الوقود الأحفوري في جميع المناطق، ومن الاستفادة من طاقة الرياح بحسب طبيعة المنطقة.

8- تحديث كافة القوانين التنظيمية والخاصة بالطاقة المتجددة، وتحديث دراسات استخدامات الطاقة الشمسية في الوطن العربي وحصر ما هو موجود منها وتقييمه.

9- تطبيق جميع سبل ترشيد الطاقة ودراسة أفضل الطرق المستخدمة، ودعم المواطنين الذين يستخدمون الطاقة الشمسية في منازلهم.

10- إشراك جميع الأطراف المعنية من خلال ورشات عمل لبحث إمكانية تطوير وتحديث القوانين، وأنظمة الطاقة المتجددة لزيادة مساهمة كل من القطاع العام والقطاع الخاص في هذا المجال.

11- توفير حوافز وتسريع العملية وتذليل العقبات والصعوبات التي قد يواجهها المستثمرون في هذا المجال.

اسم المشروع	قرية روضة البندان	نزل فينان	مجمع بانوراما البحر الميت	مدرسة الغويبة الثانوية	Mercy Corps	الطفيلة	غور فيفا
	البحوث وتنمية البادية الأردنية ونظراً لتوافر الإشعاع الشمسي في المنطقة، وارتفاع تكلفة الربط مع الشبكة الوطنية كان الخيار الأمثل من وجهة نظر اقتصادية وتقنية هو أنظمة الخلايا الشمسية الكهروضوئية	الطاقة (NERC) يعاني موقع فينان من عدم الربط بشبكة الكهرباء لكونها منطقة نائية	الأردنية، وقد تم اختيار موقعين لاستضافة هذه المبادرة، هما مدينة الحسن العلمية (EHSC) ومجمع بانوراما البحر الميت (DSPC)	الأميرة علياء "التعليم المستدام من خلال الطاقة المتجددة"	طريق Mercy Corps	لموقع جميع المنازل في منطقة محددة حول جامعة الطفيلة التقنية على أسطح المنازل في العيص في الطفيلة وفي المرحلة الأولى، شمل المشروع 1000 منزل	عامة للاستفادة من هذه المبادرة، وهي المدارس والمسجد، ومنطقة حي المعمورة وسكن المعلمين والمعلمات
تكلفة المشروع	45,000 دينار أردني	33,750 دينار أردني	110,000 دينار أردني	26,400 دينار أردني	1,620 دينار أردني	1,500,000 دينار أردني	تقريباً 96,000 دينار أردني

4- الاستنتاجات

الشراكة بين القطاعين العام والخاص مهمة جداً، إذ لا يمكن أن يعمل القطاع الخاص على هذه المشاريع من تلقاء نفسه، والصيغة المثالية هي الشراكة بين القطاعين العام والخاص من أجل تحقيق الأهداف المرجوة من المشروع. كما أن شراكة القطاعين العام والخاص تساعد في اعتماد مثل هذه التكنولوجيا، وذلك لأن لكل قطاع من القطاعين مسؤوليته، وأيضاً فإن فكرة المشروع الدولي جيدة حيث سيعزز ويزيد من وعي الناس كما يعطي صورة شاملة عن أهمية أنظمة الطاقة الشمسية النظيفة. أما الهدف الأبرز من هذه الشراكة فهو تثبيت الأنظمة الكهروضوئية على بعض المباني العامة التي تخدم احتياجات المجتمع، وبهذا يمكن ترسيخ فوائد حلول الطاقة المتجددة والبديلة بين القطاعين العام والخاص.

وتتلخص إيجابيات تركيب مثل هذه الأنظمة فيما يلي:

1- تخفيض فواتير الكهرباء الشهرية وتقليل تكلفة الكهرباء للمستفيدين في مواقع المشروع.

2- استبدال استخدام موارد الطاقة التقليدية (الديزل والكهرباء) بموارد طاقة نظيفة ورخيصة.

3- خلق مجتمع صديق للبيئة وذلك تماشياً مع النظام البيئي والموارد البيئية للمنطقة.

4- جعل مواقع المشروع نموذجاً لأنظمة الطاقة المتجددة والصديقة للبيئة في المنطقة.

5- التقليل من كمية انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وتخفيض إمدادات الطاقة التقليدية نتيجة لاستخدام مصادر الطاقة البديلة (RE) في توليد الطاقة الكهربائية للمنطقة.

6- تطوير دورات تدريبية لعدد من المقيمين والمؤهلين في المواقع من أجل زيادة معرفتهم بهذه المبادرة وخارجها للعمل في المستقبل في مثل هذه الأنظمة.

7- إنشاء سوق عمل للطاقة البديلة سواء أكانت مرتبطة بهذه المبادرة أم نتيجة مزيد من التوسع في المستقبل.

8- المساهمة في التنمية المستدامة في مثل هذه المناطق البيئية القيّمة.

9- المساهمة في تخفيض تكاليف الفواتير الكهربائية على مستوى المقيمين والحكومة.

10- تعزيز وعي المجتمع بممارسات الاستدامة والممارسات الخضراء.

11- تأمين الطاقة والاستقلالية في توفيرها عبر تقليل كمية الطاقة المستهلكة.

5- التوصيات

1- تنظيم حملات التوعية بشأن الطاقة الشمسية واستخداماتها.

2- تنشيط طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية، عن طريق:

(أ) عقد الندوات واللقاءات الدورية لتشجيع اعتماد تطبيقات الطاقة المتجددة في القطاعين العام والخاص، لا سيما في ما يتعلق بالخلايا الكهروضوئية؛

(ب) تنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية.

3- بذل جهود مشتركة بين القطاعين العام والخاص، مع ضرورة التكامل بين الجهات المعنية لما له من أهمية في تعزيز مشاريع الطاقة المتجددة.

4- تقديم الدعم المادي والمعنوي، والنهوض بمشاريع رائدة وعلى مستوى يفيد المملكة في مجال الطاقة وتدريب الكوادر الأردنية عليها، بالإضافة إلى عدم تكرارها بل تنويعها في البلدان العربية للاستفادة من جميع تطبيقات الطاقة.

5- تشجيع المواضيع المتعلقة بالطاقة مثل التحديث، والاستثمار وتوفير رؤوس الأموال، بما يساعد في تحسين اقتصاد المملكة وخاصة عندما يتعلق الأمر بمصادر الطاقة، حيث لم يعد من داع للتخوّف في البلدان العربية من إيجاد بدائل لمصادر الطاقة الأحفورية، وإزاء الأموال اللازمة لإيجاد هذه البدائل، لأن الحل باستخدام التكنولوجيا الكهروضوئية أصبح معروفاً.

6- تأمين حوافز للذين يستخدمون الطاقة المتجددة، بما في ذلك الحوافز الضريبية أو الرسوم الجمركية.

UN House P.O.Box: 11-8575
Riad El Solh 1107-2812
Beirut, Lebanon
T. +961 1 981 301
F. +961 1 981 510
www.escwa.un.org

Copyright © ESCWA 2014
Printed at ESCWA, Beirut
E/ESCWA/SDPD/2014/Technical Paper.1
United Nations Publication

14-00244 - October 2014

بيت الأمم المتحدة ص.ب. 8575 -11
ساحة رياض الصلح 1107-2812
بيروت، لبنان
T. +961 1 981 301
F. +961 1 981 510
www.escwa.un.org

Copyright © ESCWA 2014
Printed at ESCWA, Beirut
E/ESCWA/SDPD/2014/Technical Paper.1
United Nations Publication

14-00244 - October 2014