The Islamic University of Gaza
Deanship of Research and Postgraduate
Faculty of Commerce
Master of Development Economics

الجامعة الإسلامية بغزة
عمادة البحث العلمي والدراسات العليا
كلية التجارة
ماجستير اقتصاديات التنمية

التأثير الفني والاقتصادي لاستخدام أنظمة الخلايا الشمسية المرتبطة بشبكة الكهرباء "On-grid" في قطاع غزة "دراسة استكشافية" "دراسة حالة: مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية بغزة"

The Impact of Techno-economical of Using "On-grid" PV Solar Systems in the Gaza Strip "Exploratory Study" Case Study: Patient Friend's Benevolent Society in Gaza

إعداد الباحثة

هبة الله ثروت يوسف الحلو

إشراف الدكتور

خليل أحمد النمروطي

قُدمَ هَذا البحثُ اِستِكمَالاً لِمُتَطلباتِ الحُصولِ عَلى دَرَجةِ الْمَاجِستِيرِ
فِي اقتصاديات التنمية بِكُليةِ التجارة فِي الْجَامِعَةِ الإِسلامِيةِ بِغَزة

صفر/ 1439هـ - نوفمبر/ 2017م

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

إقرار

أنا الموقع أدناه مقدم الرسالة التي تحمل العنوان:

التأثير الفني والاقتصادي لاستخدام أنظمة الخلايا الشمسية المرتبطة بشبكة الكهرباء "On-grid" في قطاع غزة " دراسة استكشافية "

"دراسة حالة: مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية بغزة"

The Impact of Techno-economical of Using "On-grid" PV Solar Systems in the Gaza Strip "Exploratory Study" Case Study: Patient Friend's Benevolent Society in Gaza

أقر بأن ما اشتملت عليه هذه الرسالة إنما هو نتاج جهدي الخاص، باستثناء ما تمت الإشارة إليه حيثما ورد، وأن هذه الرسالة ككل أو أي جزء منها لم يقدم من قبل الآخرين لنيل درجة أو لقب علمي أو بحثي لدى أي مؤسسة تعليمية أو بحثية أخرى.

Declaration

I understand the nature of plagiarism, and I am aware of the University's policy on this.

The work provided in this thesis, unless otherwise referenced, is the researcher's own work, and has not been submitted by others elsewhere for any other degree or qualification.

Student's Name: Hebatallah T. Alhelou اسم الطالب: هبة الله ثروت الحلو

Signature: التوقيع:

Date: التاريخ:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الملخص

يعاني قطاع غزة من أزمة حقيقية في نقص إمدادات الطاقة الكهربائية وبشكل خاص منذ العام 2006م. وقد أثر هذا الأمر سلباً على نوع وجودة وكمية الخدمات المقدمة في كافة المجالات. ومن هذا المنطلق تهدف الدراسة إلى التطرق للعديد من الأنظمة الشمسية والعمل على اختيار أفضلها. وقد برز في هذا الصدد الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة الكهربائية "On-grid" سواءً بوجود بطاريات تخزين أو بدونها. أيضاً، تم تقييم الآثار الفنية لإمكانية تطبيق هذه الأنظمة على الواقع المحلي. إضافة لذلك، تناولت الدراسة تقديم دراسة جدوى اقتصادية للأنظمة الشمسية محل الدراسة من خلال التطرق إلى فترة الاسترداد لها.

قامت الباحثة بتطبيق أحد البرامج الرائدة في مجال نمذجة أنظمة الطاقة المتجددة وتقييمها فنياً واقتصادياً – برنامج المحاكاة والتحليل "Hybrid Optimization Model For Electric Renewables-HOMER" على مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية بغزة وذلك من خلال تصميم وبناء نظام شمسي مرتبط بالشبكة بدون استخدام البطاريات كنظام تخزين. وقد أوضحت النتائج التي اعتمدت على مجموعة من المدخلات الحقيقية مثل كميات الإشعاع الشمسي والأحمال الكهربائية مدى جدوى هذا النظام الكهربائي الاقتصادية من خلال قياس مردوده المالي المرتفع وفترة الاسترداد لمبالغه المستثمرة.

من ناحية أخرى، قدمت الدراسة تقييماً فنياً للنظام الشمسي القائم فعلياً في ذات المكان غير أن ما سجل من اختلاف بينه وبين ما تم تطبيقه في نظام المحاكاة والتحليل HOMER هو احتواء النظام القائم على مجموعة من البطاريات كنظام تخزين. وقد أظهرت نتائج التقييم مدى الجدوى الاقتصادية للمشروع (فترة الاسترداد حوالي 4.77 سنوات) وإن كانت بدرجة أقل مما تم الحصول عليه من برنامج المحاكاة والتحليل HOMER (فترة الاسترداد حوالي 1.43 سنوات) الأمر الذي عزته الباحثة إلى ارتفاع تكلفة إضافة البطاريات في النظام الشمسي القائم.

قدمت الدراسة مجموعة من التوصيات منها اعتماد تطبيق الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة في وجود بطاريات كنظام تخزين في المؤسسات الحكومية والأماكن الخدمية للعديد من الأسباب الاقتصادية والمحددات الفنية. أضف لذلك، ضرورة وضع استراتيجيات واستحداث حزمة من المحفزات مثل القروض الحسنة والإعانات الغير مشروطة جنباً إلى جنب مع تطوير مجموعة من القوانين الضابطة والمنظمة للعمل في مجال الأنظمة الشمسية، كل هذا وغيره يصب في سبيل نشر ثقافة استغلال الطاقة الشمسية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

Abstract

Gaza Strip suffers from severe shortage in electrical supplies since 2006. This has negatively affected the quality and quantity of the introduced public/non-public services in all fields. Accordingly, this study aimed to explore the different types of the PV solar power systems and select the most suitable configuration. In this regard, the grid-connected PV solar power systems with or without batteries as storage system were introduced. The techno-economic impacts of the applicability of the proposed systems were also evaluated. In addition, this thesis introduced a feasibility study of the targeted solar systems throughout addressing its payback period.

In this study, the researcher applied one of the most famous simulation and techno-economic analysis programs in the field of renewable systems, which is "Hybrid Optimization Model for Electric Renewables - HOMER". Patient Friend's Benevolent Society (PFBS) in Gaza acts as a case study. The proposed simulation environment enabled the researcher to design and build on-grid solar system without using batteries as storage system. The obtained results, which were based on realistic inputs for running the solar system; i.e. solar irradiance and electric loads, yielded how such system is economically feasible; thus being achieved through measuring its high returns and short payback period.

On the other hand, this study introduced technical evaluation for the already existing solar system in the selected case study. Keep in mind that one should record that the only one major difference between the existed solar system and the one that was simulated using HOMER is the existence of the batteries as storage system in the former one. The results proved that despite the high degree of feasibility for the real project (payback period about 4.77 years), this feasibility is still lower than that obtained from simulation (payback period about 1.43 years); thus being attributed because of the high cost of the batteries in the existing system.

The study introduced some recommendations as applying on-grid solar systems with batteries as storage system in governmental and public buildings. This is essential due to several economic and technical aspects. In addition, this study recommended to develop new strategies and incentives as soft loans and unconditional subsidies as well as proposing a group of laws that control and manage the market of solar systems. All these aspects and others target disseminating exploitation of solar energy.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

إهداء

مِـــــدَادُ الْبَحْـــــــــرِ فَيْضُ عَطَـــــاءِهِ أَبَتِي يَنْبُـــوعُ سَعَـــــادَتِي وَهَنَـــــائِي

وَعَبَـــقُ الْجِنَـــــانِ تِلْـــــكَ هِيَ أُمِّـــي وَطَـــنٌ فِي كَنَـــــــــفِهِ رَعَـــــــانِي

وَغِـــــرَاسُ الطَّـــــــــــيِّبِيْنَ ذَاكَ زَوْجِـــيْ نَـــبْتٌ كَرَيْـــــــمٌ بِهِ رَبِّي حَبَـــانِي

وَأَمَّـــــا هَذِي حَيَـــــاةٌ هِـــيَ لِيْـــلِيَتِي خَيْـــرُ نِعْـــمَةٍ أَعَطَـــانِيْهَا الْبَـــارِي

وَحَبَّـــاتُ الْعِقـــــدِ هُـــــنَّ شَقِيقَاتِي شَرِيـــفَةٌ ومَيَـــارٌ بَلَغْتُ بِهِنَّ مَـــرَامِيْ

وَالْعِـــزُّ فِيْ مُحَمَّـــدٍ أَحَمَدٍ يُوْسُـــفَ وَمَحْـــمُوْدُ إِخْـــوَانِي أُحِبُّـــهُمْ لَعَمْـــرِيْ هُمُ الْوُرُوْدُ

إِلَيْـــــــــــــــهِمْ جَمِـــــــــــــيعَا أُهْـــــــــــدِي هَـــــذَا الْعَمَـــــــل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكر وتقدير

الحمد لله حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه على أن أكرمني بإتمام هذه الرسالة ووفقني إليها.

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير والعرفان والامتنان إلى **الدكتور خليل أحمد النمروطي** بقبوله الإشراف على رسالتي وتوجيهاته السديدة ونصائحه القيمة.

كذلك وأسجل شكري لأعضاء لجنة المناقشة

الدكتور: رشدي عبد اللطيف وادي

الدكتور: محمود محمد عوض صبرة

كما وأتقدم بالشكر والعرفان إلى كل من **المهندس زياد الغصين، المهندسة سامية إسماعيل والأستاذ هانيبال النجار** على ما قدموه من مساعدة من خلال إمداد الباحثة بكافة المعلومات والبيانات اللازمة لإتمام هذا البحث.

كما وأخص بالشكر والثناء لزوجي **الدكتور المهندس محمد حاتم مشتهى** على إثرائه الرسالة حيث لم يبخل بأي من وقته ومعلوماته ومساعدته وتحفيزه الجاد لي طوال فترة عملي في هذا البحث.

وفي النهاية أقول إنه ما كان في عملي هذا من صواب فمن الله وحده وما كان فيه من خطأ أو تقصير فمني ومن الشيطان.

الباحثة

هبة الله ثروت الحلو

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

فهرس المحتويات

إقرار ..... أ

الملخص ..... **ت**

ABSTRACT ..... **ث**

إهداء ..... **ج**

شكر وتقدير ..... **ح**

فهرس المحتويات ..... **خ**

فهرس الجداول ..... ر

فهرس الأشكال ..... ز

قائمة الاختصارات ..... **س**

قائمة المصطلحات ..... **ش**

الفصل الأول **1**

الإطار العام للدراسة **1**

(1.1) المقدمة 2

(2.1) مشكلة الدراسة 4

(3.1) أهداف الدراسة 4

(4.1) منهجية الدراسة 5

(5.1) أهمية الدراسة: 5

(6.1) الدراسات السابقة 6

أولاً: الدراسات الفلسطينية 6

ثانياً: الدراسات العربية: 8

ثالثاً: الدراسات الأجنبية 10

(7.1) التعقيب على الدراسات السابقة: 13

(8.1) ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة: 14

الفصل الثاني **16**

الطاقة في حياتنا: مصادرها وأنواعها **16**

(1.2) مقدمة 17

(2.2) الطاقة، تعريفها وأشكالها 17

(3.2) مصادر الطاقة 18

(1.3.2) الطاقة المتجددة 18

أولاً: الطاقة الشمسية Solar Power 20

ثانياً: طاقة الرياح Wind Power 21

ثالثاً: الطاقة المائية Hydro power 22

رابعاً: طاقة المحيطات Ocean Power 24

خامساً: طاقة الحرارة الجوفية Geothermal Energy 24

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1.1.3.2) أهمية الطاقة المتجددة: 25
(2.3.2) الطاقة الغير متجددة 26
أولاً: الفحم الأحفوري Coal 28
ثانياً: النفط الخام – البترول Petrol 28
ثالثاً: الغاز الطبيعيNatural Gas 29
(4.2) مصادر الطاقة في قطاع غزة 29
(5.2) أزمة الطاقة في قطاع غزة 31
(6.2) بعض الآثار المترتبة على أزمة انقطاع التيار الكهربائي 36
(7.2) بعض البدائل المطروحة 38
(8.2) الملخص 39
الفصل الثالث 40
الأنظمة الشمسية في فلسطين: أنواعها وتطبيقاتها 40
(1.3) المقدمة 41
(2.3) خصائص قطاع الطاقة في فلسطين 41
(3.3) تطور استخدام الطاقة المتجددة في فلسطين 44
(4.3) المكونات الأساسية للنظم الشمسية 46
(1.4.3) الخلايا الشمسية 46
(2.4.3) بطاريات أنظمة الطاقة الشمسية 49
(3.4.3) عواكس/محولات أنظمة الطاقة الشمسية(Solar Power Inverter) 50
(4.4.3) منظمات الشحن (Charge Controller) 51
(5.3) أنواع الأنظمة الكهربائية للأنظمة الكهروضوئية 52
(1.5.3) الأنظمة الغير مرتبطة مع الشبكة 52
أولاً: النظام المباشر (PV Direct) 52
ثانياً: النظام الشمسي المستقل الغير مرتبط مع الشبكة (Off-grid Solar System) 53
(2.5.3) الأنظمة المرتبطة مع الشبكة 54
أولاً: الأنظمة المرتبطة مع الشبكة دون وجود نظام تخزين (Grid Connected Solar System) 55
ثانياً: النظام الشمسي المرتبط مع الشبكة مع وجود بطاريات التخزين (Grid Connected Solar System with Battery as Backup) 57
(6.3) الملخص: 58
الفصل الرابع 60
الأنظمة الشمسية المرتبطة في الجزائر، الأردن، الهند: دراسة مقارنة 60
(1.4) المقدمة 61
(2.4) الطاقة الشمسية في الجزائر: 61
(3.4) دراسة جدوى اقتصادية للنظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية بدون تخزين، دراسة حالة: مزرعة ألبان 63
(4.4) الاستثمار في الطاقة المتجددة في الجزائر 69
(5.4) الطاقة الشمسية في الأردن 70

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(6.4) دراسة جدوى اقتصادية للنظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية بدون تخزين، دراسة حالة الجيزة – الأردن 71
(7.4) الطاقة الشمسية في الهند 75
(8.4) دراسة جدوى اقتصادية للنظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية بدون تخزين، دراسة حالة جامعة – الهند 76
الفصل الخامس 82
دراسة تطبيقية للنظام الشمسي المرتبط لمستشفى جمعية أصدقاء المريض 82
(1.5) المقدمة: 83
(2.5) تعريف عام: جمعية أصدقاء المريض الخيرية (Patient Friend's Benevolent Society) 83
(3.5) دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة في عدم وجود نظام التخزين باستخدام برنامج المحاكاة (HOMER) لمستشفى جمعية أصدقاء المريض –غزة 84
(1.3.5) المدخلات (Inputs) 85
أولاً: الإشعاع الشمسي (Solar Irradiance) 85
ثانياً: الأحمال الكهربائية (Load Profile) 86
ثالثاً: مكونات النظام الكهروضوئي المقترح (System Components) 88
(2.3.5) النتائج والتحليل 90
(1.2.3.5) فترة الاسترداد (Payback Period) 91
(2.2.3.5) الآثار البيئية 92
(4.5) دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة بوجود نظام التخزين لمستشفى جمعية أصدقاء المريض بغزة 94
(5.5) لمحة عن مشاريع الطاقة الشمسية الكبرى في قطاع غزة 97
(6.5) الملخص 98
الفصل السادس 99
النتائج والتوصيات 99
(1.6) النتائج 100
(2.6) التوصيات 102
(3.6) الدراسات المستقبلية 103
المصادر والمراجع 105

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

فهرس الجداول

جدول (3. 1): نسبة اعتماد فلسطين ودول الجوار على الطاقة المتجددة حتى عام 2015م 45

جدول (4. 1): الموقع الجغرافي للمزرعة قيد الدراسة 65

جدول (4. 2): تكلفة العاكس الأولية وتكلفة الاستبدال 67

جدول (4. 3) : شرائح تعرفة وحدة الطاقة الكهربائية للقطاع الزراعي 68

جدول (4. 4): التكلفة الأولية للنظام الشمسي المقترح للمزرعة 69

جدول (4. 5): بعض نتائج برنامج المحاكاة والتحليل 69

جدول (4. 6): بعض محددات دراسة الجدوى للمشروع المستهدف 69

جدول (4. 7): تقدير الأحمال الكهربائية لمنطقة الجيزة 72

جدول (4. 8): أحجام وأسعار مكونات النظام الشمسي المقترح 73

جدول (4. 9): تكلفة البيع والشراء من شبكة الكهرباء العامة 73

جدول (4. 10): نسب مساهمة المصادر واستهلاك الأحمال المختلفة للطاقة الكهربائية للنظام محل الدراسة 74

جدول (4. 11): الموقع الجغرافي للجامعة قيد الدراسة 77

جدول (4. 12): هيئة وقيمة التكاليف للخلية الشمسية 79

جدول (4. 13): هيئة وقيمة التكاليف للعاكس الكهربائي 79

جدول (4. 14): التكلفة الأولية للنظام الشمسي المقترح للجامعة 80

جدول (4. 15): بعض النتائج المرصودة من دراسة الجدوى 80

جدول (4. 16): انخفاض انبعاث الغازات السامة 80

جدول (5. 1): الموقع الجغرافي لمستشفى أصدقاء المريض –غزة 85

جدول (5. 2): بيانات الأحمال الكهربائية لمستشفى أصدقاء المريض 88

جدول (5. 3): تكاليف الإنشاء والصيانة للخلايا الشمسية 89

جدول (5. 4): تكاليف الإنشاء، الاستبدال والصيانة للعواكس الكهربائية 89

جدول (5. 5): تكاليف الإنشاء والصيانة–التشغيل الكلية للمشروع 90

جدول (5. 6): كمية الإنتاج والتصدير والتوريد من الطاقة الكهربائية 91

جدول (5. 7): التكلفة الإجمالية للمشروع 91

جدول (5. 8): مجموع الوفورات والأرباح المجنية 92

جدول (5. 9): انخفاض انبعاث الغازات السامة 92

جدول (5. 10): بعض بيانات النظام الشمسي التابع لجمعية أصدقاء المريض 95

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

فهرس الأشكال

شكل (2. 1) النسبة استخدام الطاقة المتجددة مقارنة بطاقة الوقود الأحفوري لعام 2014م 19

شكل (2. 2) النسبة استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء مقارنة بإنتاجها من الوقود الأحفوري لعام 2015م 20

شكل (2. 3) تنامي استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء من عام 2005م وحتى 2015م 21

شكل (2. 4) تنامي استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء من عام 2005م وحتى 2015م 22

شكل (2. 5) قدرة طاقة المياه المستخدمة لتوليد الكهرباء عام 2015م لعدد من دول العالم 23

شكل (2. 6) كمية الطاقة الناتجة من جوف الأرض عام 2015م بالميجاواط 25

شكل (2. 7) تقلبات أسعار النفط في الفترة ما بين 1995م و2015م بالدولار الأمريكي لكل برميل 29

شكل (2. 8) نسب مساهمة الأطراف المولدة للطاقة في قطاع غزة مضافاً إليها نسبة العجز 33

شكل (2. 9) خريطة كهرباء قطاع غزة للعام 2016م – المتاح والعجز 35

شكل (3. 1): تركيب الخلية الشمسية وآلية عملها 47

شكل (3. 2): الخلية الشمسية أحادية التبلور 47

شكل (3. 3): الخلية الشمسية متعددة التبلور 48

شكل (3. 4): الرقائق السيليكونية الفيلمية 49

شكل (3. 5): بطاريات النظم الشمسية 50

شكل (3. 6): موجات التيار المستمر والتيار المتردد 51

شكل (3. 7): آلية عمل منظم الشحن في الأنظمة الشمسية 51

شكل (3. 8): النظام الشمسي المباشر الغير مرتبط مع الشبكة 53

شكل (3. 9): النظام الشمسي المستقل والغير مرتبط مع الشبكة 54

شكل (3. 10): النظام الشمسي المرتبط مع الشبكة 57

شكل (3. 11): النظام الشمسي المرتبط مع الشبكة في وجود بطاريات التخزين 58

شكل (4. 1): النسب المئوية لاستهلاك الأنشطة المختلفة للطاقة الكهربائية في المزرعة 65

شكل (4. 2): النظام الشمسي المرتبط بالشبكة بدون نظام التخزين – مزرعة الحليب 66

شكل (4. 3): النظام الشمسي المرتبط بالشبكة بدون نظام التخزين – مزرعة الحليب 73

شكل (4. 4): مكونات النظام الشمسي المقترح للجامعة بدون نظام التخزين 78

شكل (5. 1): متوسط الإشعاع الشمسي اليومي 86

شكل (5. 2): الأحمال الكهربائية لمقر مستشفى أصدقاء المريض الخيرية 87

شكل (5. 3): متوسط قراءات الأحمال اليومية في كل شهر لمدة عام كامل 87

شكل (5. 4): مكونات النظام الشمسي المرتبط بدون تخزين 88

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة الاختصارات

AC	Alternating Current
DC	Direct Current
HOMER	Hybrid Optimization Model for Electric Renewables
PV	Photovoltaic
UPS	Uninterrupted Power Supply
NPC	Net Presenting Cost

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة المصطلحات

Off-grid System	النظام الشمسي الغير مرتبط بالشبكة الكهربائية
On-grid, or Grid-tie, or Grid-Connected	النظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية
Life Time Cycle	العمر الافتراضي للبطاريات مقدرة بالدورات (شحن -تفريغ)
Terawatt (تيرا واط)	10^{12}واط
Gigawatt (جيجاواط)	10^{9}واط
Megawatt (ميجاواط)	10^{6}واط
Watt (واط)	وحدة قياس القدرة الكهربائية
KWh (كيلوواط. ساعة)	وحدة قياس الطاقة الكهربائية
On-grid System with Backup Storage	النظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية في وجود البطاريات كنظام تخزين
Net Metering	نظام مقاصة يتم في نهاية كل فترة زمنية يتم من خلاله احتساب تكلفة وحدة الطاقة المصدرة إلى الشبكة الكهربائية بأضعاف ما يتم احتسابه لوحدة الطاقة التي يتم استيرادها من الشبكة الكهربائية
kWh/m^2 (كيلوواط. ساعة/م^2)	كمية الإشعاع الشمسي الساقط على وحدة المساحة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1.1) المقدمة

لقد أصبحت الطاقة المتجددة –خصوصاً الطاقة الشمسية – بمثابة البديل المثالي الذي تسعى البشرية لمواجهة مشكلة نضوب الوقود الأحفوري والفحم وما يترتب عليه من آثار سلبية وخاصة التلوث البيئي. ومع النمو المضطرد في أعداد سكان العالم وما ترتب عليه من تزايد معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية على المستوى العالمي فقد تعالت خلال العقود الثلاثة الماضية المطالبات الدولية بضرورة تشجيع وتعزيز الاستغلال الأمثل للطاقات المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية.

ونتيجة لذاك فقد حققت بعض الدول المتقدمة – مثل ألمانيا والدنمارك – اختراقاً هائلاً وتقدماً ملحوظاً في هذا المجال وصولاً به لمرحلة الاكتفاء الذاتي وتقليص الاعتماد على الطاقة الغير متجددة المهددة بالنفاذ حيث سجلت ألمانيا حوالي 95% من استهلاكها للطاقة الكهربائية الناتجة من المصادر المتجددة في مايو 2016م، كما وسجلت الدنمارك إنتاج حوالي 140% من احتياجاتها للطاقة الكهربائية معتمدة على طاقة الرياح وذلك في شتاء عام 2015م (Weaver, 2016).

لذا أصبح لزاماً على دول العالم الثالث الاتجاه إلى استغلال الطاقة المتجددة – كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح – سعياً لإيجاد بعض الحلول الناجعة لما تعانيه من أزمات متلاحقة وخانقة على جميع الصعد المرتبطة بقطاع الطاقة سواء على القطاع العام أو حتى القطاع الخاص، وهذا يستوجب استنهاض معظم بلاد العالم النامية لتعزيز الاستثمار في ذات المجال.

وحيث أن فلسطين – وقطاع غزة على وجه الخصوص – يعاني بشكل كبير من أزمة متفاقمة في عملية إمدادات الطاقة الكهربائية – سواء من جانب الاحتلال الإسرائيلي أو من الجانب المصري – واللذين يتحكمان بشكل مباشر إما في توريد التيار الكهربائي إلى المناطق الفلسطينية أو حتى توريد الوقود اللازم لتشغيل محطة توليد الكهرباء الوحيدة في القطاع. على جانب آخر، فإن الظروف السياسية أو حتى بعض الأسباب التقنية أيضاً تحول في بعض الأوقات دون التدفق المستمر للتيار الكهربائي والتي تتمثل في قلة بل وتناقص المصادر المتاحة. أضف لذلك فإن أحد أهم المعيقات التي تواجه قطاع الطاقة في غزة هي الازدياد السكاني والتمدد العمراني المصاحب له الأمر الذي يستلزم إنشاء العديد من المدن السكنية بما تحتويه من مرافق تحتاج للطاقة الكهربائية.

وعلى صعيد متصل، فإن ضعف عملية جباية الأموال المستحقة لدى المستهلكين في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قطاع غزة – بسبب الظروف الاقتصادية الصعبة التي يمر بها السكان نتيجة للحصار الظالم الذي أعقب أحداث الانقسام البغيض في العام 2007م – قد كان لها تأثيراً سلبياً في عدم مقدرة سلطة الطاقة والموارد الطبيعية بغزة على شراء الوقود الخاص بتشغيل محطة التوليد في غزة ما أدى في كثير من الأحيان إلى إحداث إرباك كبير في عمليات توليد وتوزيع الطاقة الكهربائية على المستهلكين. ولعل نسبة الضرائب المرتفعة التي فرضت على كميات الوقود الموردة إلى محطة توليد الكهرباء لعبت دوراً سلبياً في تقليل كميات الوقود المشتراة من الجانب الإسرائيلي الأمر الذي ساهم أيضاً في تفاقم أزمة إمدادات الطاقة الكهربائية في الآونة الأخيرة.

طبقاً لذلك، فإن كل ما سبق من معيقات دفع القيمين والعاملين في مجال الطاقة الكهربائية لطرح العديد من المبادرات والطروحات التي يمكن لها المساعدة في تقديم حلول فعالة – حتى وإن كانت مكلفة – تساهم في حل أزمة انقطاع التيار الكهربائي المستمرة.

ولعل وفرة الإشعاع الشمسي التي حبا الله بها هذه المنطقة تعتبر من النعم التي يتوجب على المعنيين في قطاع غزة استخدامها بطريقة فعالة لتوليد الطاقة الكهربائية وسد العجز الناتج من ضعف إمدادات الطاقة الكهربائية. وقد أثبتت التجارب على أرض الواقع وبما لا يدع مجالاً للشك أن الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية هي من الحلول المهمة – إن لم يكن أهمها – للأزمة المتفاقمة في قطاع الكهرباء وإيقاف استنزاف الموارد المتاحة من رؤوس أموال وجهود وطاقات مهدرة في بدائل غير ناجعة والتي بدورها تؤثر سلباً – على المدى المنظور والبعيد –على كافة مؤشرات التنمية المستدامة.

نتيجة لذلك، فقد بدأت العديد من المؤسسات الحكومية والغير حكومية إضافة إلى الأفراد بتركيب مجموعة من الأنظمة الشمسية على اختلاف أنواعها. وقد بدأ العمل بهذا الأمر منذ حوالي عقد من الزمان بتركيب العديد من الأنظمة الشمسية المستقلة على أسطح البنايات، التجمعات السكانية ومقرات المؤسسات المختلفة، الأمر الذي أثبت كفاءته كبديل مناسب لأزمة انقطاع التيار الكهربائي علاوة عن الاستغناء التام عن مولدات الديزل عديمة الجدوى كثيرة الأعطال.

ومع تنامي الحاجة لمثل هذه البدائل برز على السطح مجموعة أخرى من أنواع الأنظمة الشمسية الكبيرة – وخصوصاً للمؤسسات. وتعتبر الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة الكهربائية بوجود البطاريات كنظام تخزين احتياطي أحد الحلول المطروحة حالياً والتي تمثل محور البحث في الدراسة المقدمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(2.1) مشكلة الدراسة

لقد أضحت مشكلة الطاقة الكهربائية التي يعاني منها قطاع غزة هي الشغل الشاغل لجميع المواطنين فقد باتوا يوافقون جميع أعمالهم ومصالحهم حسب توفر التيار الكهربائي.

وقد برزت هذه الأزمة على السطح عام 2006م عندما تم قصف محطة التحويل الملاصقة لمحطة توليد الكهرباء الوحيدة في القطاع من قبل طائرات الاحتلال الإسرائيلي، ومنذ ذلك الحين ولا زال الغزيون يعانون من انقطاع شبه مستمر للتيار الكهربائي. كل هذا إلى جانب عدم توفر أو كفاية الوقود الصناعي اللازم لتشغيل المحطة. كل هذه الأسباب كانت محركاً للبحث عن بدائل فعالة لإمكانية استغلالها لإنتاج الكهرباء

جدير بالذكر أن هذه الدراسة تعتبر من الدراسات الحديثة والنادرة على المستوي المحلى التي تناولت موضوع البحث، لذا فإنه لا يمكن من خلال كمية المعارف السابقة اختبار مدى صحة أو نفي أي فرضيات متوقعة. لذلك فقد تم في هذه الدراسة الاكتفاء بطرح مجموعة من التساؤلات نتيجة لاستخدام المنهج الوصفي التحليلي لواقع المشكلة دون أن يتجاوز هذا الوصف إلى بناء علاقات بينها واختبار هذه العلاقات. وتتمثل مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي التالي:

ما الآثار الفنية والاقتصادية الناتجة عن استخدام الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة لإنتاج الطاقة الكهربائية في قطاع غزة؟

وينبثق من التساؤل الرئيسي مجموعة من التساؤلات الفرعية وهي:

1. هل تتوفر الإمكانيات اللازمة لبناء نظم طاقة شمسية مرتبطة بالشبكة تعمل على تقليص فترات انقطاع التيار الكهربائي؟
2. هل تعمل النظم المقترحة على تقليل النفقات التشغيلية مقارنة بالأنظمة الأخرى – مولدات الديزل والعواكس– سواء للأفراد أو المؤسسات؟
3. هل هناك إمكانية بناء هيكلية استثمارية في مجال الطاقة الشمسية المرتبطة بالشبكة؟

(3.1) أهداف الدراسة

1. التعرف على واقع أزمة انقطاع التيار الكهربائي في قطاع غزة من خلال التطرق لأسباب هذه الأزمة.
2. وضع تصور لكيفية مواجهة هذه المشكلة من خلال التطرق إلى مجموعة المبادرات التي طرحت ومنها استغلال الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية.
3. التعرف على مكونات النظم الشمسية المختلفة ومنها النظام الشمسي المرتبط بالشبكة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الكهربائية " on–grid " كبديل حيوي.

4. مناقشة وتحليل جدوى استخدام الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة ومدى كفاءتها الاقتصادية من خلال استعراض مؤشرات التنمية المستدامة.
5. عرض أحد النماذج التي يمكن تطبيقها من خلال دراسة حالة مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية بغزة.
6. الخروج بالتوصيات والنتائج التي تمكن الباحثة من تعميمها على نطاق أوسع على المدى المنظور.

(4.1) منهجية الدراسة

سيتم في هذه الدراسة استخدام المنهج الوصفي التحليلي لتناول كافة أنواع الأنظمة الشمسية الكهربائية المستخدمة في قطاع غزة وأهم ما يميز كل نوع منها عن الأنواع الأخرى. أضف لذلك، ستتناول الدراسة وبشيء من التفصيل حالة دراسية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة لمستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية بغزة –وذلك من خلال دراسة النظام الشمسي القائم فعلياً في ذات المكان بجانب تطبيق أحد نظم التحليل والمحاكاة على ذات النظام – ومعرفة مدى جدواه الاقتصادية من خلال حساب فترة الاسترداد للنظام الشمسي المقترح مع الأخذ بعين الاعتبار كل من تكلفة صيانة النظام الشمسي وكذا تكلفة الإحلال والاستبدال لبعض المكونات مثل نظام التخزين – البطاريات – والعواكس.

كما سيتم خلال هذه الدراسة استخدام أسلوب المقارنة في بعض الدول كالأردن، الجزائر إضافة إلى الهند والتي تم تطبيق الأنظمة الشمسية المرتبطة بشبكة الكهرباء في العديد من مشاريعها عن طريق عرض نتائج تطبيق هذه الأنظمة على أحد نظم التحليل والمحاكاة الشهيرة (HOMER).

ولإثراء هذه الدراسة، سيتم أيضاً إجراء العديد من المقابلات مع المختصين في هذا ذات المجال (سلطة الطاقة والموارد الطبيعية بغزة، استشاريو وخبراء الطاقة الشمسية في قطاع غزة بجانب المهندسين المسئولين عن بعض الأنظمة الشمسية القائمة)، بينما سيتم الاستعانة بمجموعة من المصادر الثانوية التي تتمثل في استخدام الكتب، المجلات، الدوريات، الإحصاءات المنشورة والمواقع الإلكترونية.

(5.1) أهمية الدراسة:

1. تسلط الدراسة الضوء على المشكلة اليومية التي يعاني منها سكان قطاع غزة والمتمثلة في الانقطاع شبه المستمر للتيار الكهربائي مما يؤثر سلبا على كافة تفاصيل حياتهم اليومية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

سواء كانت على صعيد المؤسسات أو الأفراد.

2. تبرز أهمية هذه الدراسة على المستوى المحلي في آلية اختيار أفضل تشكيلات الأنظمة الشمسية من الناحية الاقتصادية والفنية بما يتناسب مع واقع أزمة نقص إمدادات الطاقة الكهربائية في قطاع غزة.
3. من ناحية أخرى فإن أهمية هذه الدراسة على المستوى المحلي تنبع من حداثة الفكرة وندرة المصادر والمراجع والدراسات التي تحدثت عن الفكرة قيد البحث.

(6.1) الدراسات السابقة

عمدت الباحثة إلى الاطلاع على مجموعة من الدراسات والأبحاث السابقة ذات العلاقة بموضوع البحث وذلك للتعرف على أحدث المبادرات المحلية، العربية، والأجنبية التي تم التطرق إليها وهي:

أولاً: الدراسات الفلسطينية

1) (القيشاوي، 2015م) " الأبعاد الاقتصادية والمالية لاستخدام الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء في قطاع غزة.

هدفت الدراسة إلى الوقوف على واقع الطاقة الكهربائية والطاقة الشمسية الراهن في قطاع غزة، والنماذج المطبقة في هذا المجال، وتقييم الأبعاد الاقتصادية والمالية لاستخدام الطاقة الشمسية .ودراسة سبل زيادة الجدوى الاقتصادية لاستخدام الخلايا الشمسية لإنتاج الكهرباء .إلى جانب دراسة تطبيق أنظمة استخدام الطاقة الشمسية في القطاع.

اتبعت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لواقع الطاقة الراهنة في قطاع غزة، إلى جانب المنهج التطبيقي للتعرف على الأبعاد الاقتصادية اللازمة لاستغلال الطاقة الشمسية في قطاع غزة، حيث تم تحليل بعض الحالات الدراسية التي تم تطبيقها في القطاع للخروج ببعض النتائج من خلالها، ومن ثم مقارنة أسعار هذه الحالات بالأسعار الحالية في القطاع والخارج، يليها عمل جدوى اقتصادية ومالية لها مقارنة مع الكهرباء من الشبكة العامة ومن المولدات التي تعمل بالوقود.

وكان من أهم نتائج هذه الدراسة أن الطاقة الشمسية متوفرة في فلسطين بمتوسط يومي نحو 6.3 كيلوواط .ساعة /م^2 في اليوم وهو معدل مرتفع نسبياً وأن استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية يعتبر مجدياً اقتصادياً ويمكن الاعتماد عليه لسد جزء كبير من حاجة السكان للكهرباء في القطاع إضافة لأن النظام الشمسي المستقل ذو جدوى اقتصادية مقارنة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بالكهرباء العامة في حال استخدام بطاريات طويلة العمر وعميقة التفريغ. أيضاً أظهرت النتائج التي حصل عليها الباحث أنه يمكن الوصول إلى نقطة التعادل " فترة الاسترداد " لتكلفة النظام الشمسي المستقل – وبالأسعار المحلية – بعد حوالي 12 عاماً إذا ما قورنت بالأسعار المحلية للكهرباء العامة. من جانب آخر، فإنه يمكن أن تصل فترة الاسترداد لتكلفة نفس النظام الشمسي إلى حوالي 4 سنوات فقط إذا ما تم مقارنتها بالطاقة الكهربائية الناتجة من المولدات الكهربائية.

2) **(Kharouf, 2014) "The Techno- Economical Impact Of PV on–grid Systems on Security of Palestinian Electrical Supply (Jericho PV System – Case Study)"**

" التأثير الفني والاقتصادي لأنظمة الخلايا الشمسية الموصولة مع شبكات الكهرباء على أمن الطاقة في فلسطين/النظام الشمسي في أريحا: دراسة حالة ".

هدفت الدراسة إلى تصميم نظام شمسي متصل مع الشبكة الكهربائية المحلية باستخدام برنامج الماتلاب سيميولينك (Matlab–Simulink)[1] ومن ثم تطبيقه على الحالة الدراسية موضع البحث في أريحا. ولإتمام هذا الهدف فقد تمت نمذجة كل جزء من أجزاء النظام الشمسي مثل اللوح الشمسي، منظم تتبع نقطة القدرة القصوى والمحول.

وعلى جانب آخر، فقد اتبعت هذه الدراسة منهجية علمية تعتمد على بناء نموذج رياضي محوسب لنظام شمسي متصل مع الشبكة الكهربائية وذلك باستخدام برنامج الماتلاب سيميولينك (Matlab–Simulink) من أجل دراسة وتحليل الأداء الفني والاقتصادي لهذه الأنظمة مع الأخذ بعين الاعتبار تغير الظروف البيئية والبيانات المناخية المؤثرة مثل درجة الحرارة، كمية الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح.

وقد أوضحت النتائج التي تم التوصل عليها من النظام المقترح أن متوسط تكلفة وحدة الطاقة الكهربائية المنتجة تساوي 0.18 دولار/كيلو واط. ساعة، وأن متوسط تكلفة وحدة الطاقة المنتجة من شبكة الكهرباء المحلية تساوي 0.19 دولار/كيلو واط. ساعة. على الصعيد البيئي فإن تأثير هذا النظام الشمسي لا يكاد يذكر مقارنة بالنظام المعمول به حالياً (محطة توليد كهرباء أريحا) حيث أن كمية ثاني أكسيد الكربون الناتجة سنوياً تعادل حوالي 336 طن.

[1] برنامج نمذجة ومحاكاة وتحليل الأنظمة الديناميكية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3) **(Dradi, 2012) " Design and Techno-Economical Analysis Of a Grid Connected With PV/Wind Hybrid System in Palestine (Atouf Village –Case Study)"**

" التقييم والتحليل التقني والاقتصادي لربط شبكات الكهرباء مع الأنظمة الهجينة خلايا شمسية رياح في فلسطين/ دراسة حالة: قرية عطوف "

هدفت الدراسة إلى تبيان نقاط الضعف في أداء النظام تحت تأثير تغير الظروف المناخية للمواقع المحددة. وقد أظهرت الدراسة أيضاً أن تصميم هذه الأنظمة الهجينة من خلال الاعتماد على نقطة واحدة من الظروف المناخية (القيمة المتوسطة) ليس بالضروري أن يعطي أفضل معايير تشغيل وأداء اقتصادي عند وصله مع الشبكة.

وقد اعتمدت منهجية هذا البحث على بناء نموذج رياضي محوسب لنظام كهربائي هجين مكون من ألواح شمسية وتوربين رياح متصلة مع شبكة الكهرباء وذلك باستخدام برنامج الماتلاب سيميولينك من أجل دراسة وتحليل الأداء الفني والاقتصادي لهذه الأنظمة مع الأخذ بعين الاعتبار تغير الظروف البيئية المتوفرة.

وقد أوضحت النتائج التي تم الحصول عليها بإمكانية توقع كميات الطاقة الكهربائية الناتجة من الأنظمة الهجينة المرتبطة بالشبكة الكهربائية بدقة كبيرة جداً اعتمادا على اختلاف درجات الحرارة ومعدلات الإشعاع الشمسي. أيضاً، ظهر بأن معدل الإنفاق السنوي على فاتورة الكهرباء في قرية عطوف كان حوالي 22500 شيكل قبل تركيب النظام الهجين إلا أنه بعد تركيب هذا النظام أصبح المعدل السنوي لفاتورة الكهرباء حوالي 9500 شيكل أي أن معدل الإنفاق السنوي على قطاع الكهرباء انخفض حوالي 13000 شيكل.

ثانياً: الدراسات العربية:

1) **(عبد الرؤوف، 2014م) " مكانة الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة – حالة الجزائر.**

هدفت هذه الدراسة إلى إبراز الدور الحيوي للطاقة في التنمية المستدامة ومن ثم ضرورة وضع استراتيجية واضحة لترشيد استهلاك مصادر الطاقة المتاحة ودفع عملية البحث والتطوير في مجال الطاقات المتجددة من خلال إبراز حجم المخاطر البيئية التي تواجه البشرية. أيضاً بينت الدراسة حجم الأزمة التي ينتظرها العالم في حالة نضوب الطاقات التقليدية وعدم تطوير مصادر بديلة. وفي ضوء ما سبق، كان الهدف الرئيس للباحث إيجاد آلية تسمح باستغلال موارد الطاقة المتجددة المتوفرة محلياً عوضاً عن الطاقة التقليدية والعمل على سد حاجات

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الاستهلاك المحلي خاصة في المناطق النائية بأنجع طريقة وبأقل تكلفة عبر الاستفادة من مصادر الطاقة البديلة.

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي في أجزاء البحث المتعلقة بتحديد المفاهيم ووصف الظواهر المتعلقة بالطاقة والتنمية، حيث تم الاعتماد على تحليل البيانات وربط دلالاتها والمعطيات المتوفرة عن كلا النوعين من خلال الأبحاث والدراسات السابقة في هذا المجال، بالإضافة إلى إدراج أداء حالة دراسية عند دراسة وضعية الطاقات المتجددة في الجزائر ودورها في تحقيق التنمية المستدامة بها.

وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن هناك ثلاثة دوافع رئيسية تدفع الأسواق نحو استغلال الطاقات المتجددة وتتمثل في أمن الطاقة العالمي والخوف من التغيرات المناخية، أما الثالث فيتعلق بانخفاض تكلفتها نتيجة للتطور التكنولوجي المحقق، حيث لا يمكن للطاقات المتجددة أن تحل بشكل كامل محل الطاقات التقليدية خلال المستقبل المنظور. لذا فإنه يجب على المجتمع الدولي العمل على خلق بيئة تفاعلية تساهم في استدامة هذا القطاع والعمل في نفس الوقت على تطوير استغلال المصادر المتجددة.

2) **(حلام ،2013م) "دور اقتصاديات الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية – دراسة مقارنة بين الجزائر، المغرب وتونس.**

هدفت الدراسة إلى تقييم الآثار الاقتصادية والاجتماعية المترتبة على التحول لاقتصاديات الطاقات المتجددة من أجل الوقوف على مسار التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية كونها اعتمدت ولا تزال تعتمد منذ سنوات طويلة على مصادر الطاقات الأحفورية الناضبة في تمويل تنميتها.

اتبعت هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال وصف الجوانب المتعلقة بموضوع الطاقات المتجددة بقصد التعرف على مختلف البدائل الطاقوية في الدول المغاربية وتحليل مدى مساهمة الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة. كما وتم أيضاً الاعتماد على المنهج المقارن من أجل تسليط الضوء على كل من اقتصاد الجزائر، المغرب وتونس في عملية المقارنة بين مختلف الاستراتيجيات الوطنية والسياسات والبرامج الطاقوية لهذه الدول، ومدى استجابة اقتصاداتها للنظم الطاقوية البديلة ومساهمتها في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة.

وقد برزت نتائج هذه الدراسة من خلال الوقوف على أهمية الطاقات المتجددة في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تحقيق التنمية المستدامة والتي بدورها تساهم في تحقيق المكاسب الاقتصادية وتحسين الأوضاع الاجتماعية والحفاظ على الموروث البيئي، وقد وضح ذلك جلياً من الناحية الاقتصادية حيث ساهمت في رفع كفاءة القطاعات الصناعية والزراعية والخدمية في الدول المغاربية من خلال تعزيز مجانية الإمداد الطاقوي مستقبلاً، علاوة على انخفاض التكاليف المتعلقة بالطاقة. كما وقد تنبأ الباحث – نتيجة للظروف الطبيعية للدول المغاربية – بنجاح الألواح الفوتوفولطية في إنشاء مؤسسات تعتمد كلياً على الطاقة الشمسية وصولاً إلى تحقيق تنمية مستدامة حقيقية على الصعيد البيئي والاجتماعي.

3) (حدة، 2012م) " الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر.

هدفت الدراسة إلى تسليط الضوء على واقع ومستقبل الطاقات المتجددة في الجزائر ومن ثم التعرف على مدى مساهمة هذا المجال في تحقيق التنمية المستدامة، بالإضافة إلى دراسة حالة مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر.

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال التطرق لبعض المفاهيم حول الطاقات المتجددة والتنمية المستدامة إضافة إلى تشخيص واقع ومستقبل الطاقات المتجددة، كما واتبعت أيضاً المنهج التطبيقي كدراسة حالة لمشروع الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر.

وقد خلصت الدراسة إلى أن مشكلة الطاقة ليست مشكلة موارد بالمقام الأول بقدر ما هي مشكلة سياسات وتكنولوجيا الأمر الذي يفتح الباب على مصراعيه في سياق التحول نحو نموذج مستدام قادر على النهوض مستقبلاً باقتصاد البلد وذلك بالاعتماد على سياسة طاقوية تنطلق من إيجاد العناصر البديلة الفعلية التي تحقق ذلك. على صعيد تطبيقي متصل، فقد تم تطبيق مشروع الطاقة الشمسية الفوتوفولطية في الجنوب الكبير بالجزائر حيث تم تغطية حوالي ست قرى متباعدة الأمر الذي أدى إلى توفر فرص عمل جديدة.

ثالثاً: الدراسات الأجنبية

1) **(Kassim, Al-Obaidi, Munaaim and Salleh, 2015) " Feasibility Study on Solar Power Plant Utility Grid Under Malaysia Feed-in Tariff "**

" دراسة جدوى لنظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية حسب تعرفة الشبكة الماليزية ".

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تناولت الدراسة تقديم دراسة جدوى لنظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية ويعمل بقدرة قصوى 5 ميجاواط في منطقة Perlis الواقعة شمالي ماليزيا. وقد تطرقت الدراسة أيضاً إلى الاتفاقية التي تم توقيعها بين مالكي النظام الشمسي وسلطة الطاقة المتجددة في ماليزيا في العام 2013، والتي تقضي بإمكانية بيع وحدة الطاقة المنتجة من النظام الشمسي محل الدراسة بسعر 0.874 رينجت ماليزي (1 رينجت ماليزي = 0.245 دولار أمريكي) إلى شبكة الكهرباء العامة. تستمر هذه الاتفاقية لمدة 21 عام.

من ناحية أخرى، فإن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة تمركزت حول تحديد الفرق بين كميات الطاقة الكهربائية المنتجة فعلياً من النظام الشمسي محل الدراسة وبين الكميات التي يفترض إنتاجها اعتماداً على برنامج التحليل والمحاكاة HOMER لمدة عام كامل سنة 2013م. وتأتي أهمية هذا الأمر في محاولة لبث الطمأنينة لدى المستثمرين في هذا المشروع الواعد.

وقد خلصت الدراسة إلى أن فترة الاسترداد للنظام الشمسي المقترح قد بلغت حوالي عشر سنوات وسيبدأ بعدها المستثمرون بجني الأرباح حتى نهاية الفترة الافتراضية للمشروع والبالغة خمسة وعشرون عاماً. إلا أنه على الرغم من هذه النتائج الجيدة فلازال هناك – بحسب الدراسة – تخوف بسبب بعض المؤثرات (كمعامل انحدار تكلفة بيع وحدات الطاقة المنتجة)، الأمر الذي يمكن أن يقلل من فرص الاستثمار في ذات المجال وهو ما تتنافى مع أهداف الحكومة الماليزية فيما يخص قطاع الطاقة المتجددة.

2) **(Shuhrawardy and Ahmmed, 2014) " The Feasibility Study of a Grid Connected PV System to Meet the Power Demand in Bangladesh – A Case Study "**

"دراسة جدوى لنظام شمسي مرتبط بالشبكة لتغطية الأحمال الكهربائية في بنغلاديش – دراسة حالة"

تناولت الدراسة تقديم دراسة جدوى لنظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية بوجود بطاريات كنظام تخزين في الجزء الجنوبي الشرقي من بنغلاديش. تظهر أهمية مثل هذه الدراسة إلى أن الطاقة الكهربائية المحملة على الشبكة الوطنية لا تصل إلا لحوالي 53% فقط من إجمالي السكان في بنغلاديش وذلك لعدم كفاية الإنتاج مقارنة بما هو مطلوب لسد حاجات السكان.

وقد تم تحليل النظام الشمسي المقترح باستخدام برنامج التحليل والمحاكاة HOMER وذلك لتغطية الأحمال الكهربائية لجامعة Chittagong والبالغة تقريباً 70 كيلوواط كقدرة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كهربائية قصوى بمعدل استهلاك 304 كيلوواط. ساعة / يوم.

وقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن سعر الكيلوواط. ساعة المنتج من النظام الشمسي المقترح كانت 0.2 دولار أمريكي مقارنة بسعر الكيلوواط. ساعة المنتجة من محطات الكهرباء التي تعمل بالسولار.

خلصت الدراسة إلى وجوب الحث على إنتاج الطاقة الكهربائية من الأنظمة الشمسية المماثلة وذلك للحد من ارتفاع أسعار الطاقة الكهربائية المعتمدة على الوقود التقليدي وكذا تقليل انبعاث الغازات السامة مثل ثاني أكسيد الكربون.

3) (Kumi and Hammond, 2013) " Design and Analysis of a 1MW Grid Connected Solar PV System in Ghana "

"تصميم وتحليل نظام شمسي مرتبط بالشبكة بقدرة 1 ميجاواط في غانا"

هدفت الدراسة إلى إيجاد آلية نموذجية لتصميم الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة من خلال استخدام أسطح البنايات ومصفات السيارات، وقد تم التأكد من صحة وكفاءة الآلية المقترحة في تصميم نظام مرتبط بالشبكة بقدرة 1 ميجاواط لخدمة جامعة كوما نكروما للعلوم في غانا.

المنهجية التي تم استخدامها اعتمدت على الرجوع إلى بعض الدراسات والمسوح السابقة المتعلقة بالأنظمة الفوتوفولطية ومن ثم التطرق إلى دراسة جدوى مبدأية من خلال استخدام أحد التطبيقات البرمجية ذات العلاقة (RETScreen)[1] للحصول على فكرة عامة عن كمية الطاقة التي يمكن أن ينتجها النظام المقترح إضافة إلى الحصول على تقدير عام للمساحة الكلية اللازمة لإنشاء النظام المقترح وصولاً للنظرة الاقتصادية الشاملة للمشروع.

وقد أثبتت نتائج الدراسة الأولية أهمية المشروع من ناحية خدمية حيث أدى إلى توليد حوالي 1.159 ميجاواط. ساعة من الطاقة الكهربائية والتي تمثل حوالي 12% من الاستهلاك السنوي للطاقة في الجامعة. بيئياً، فقد أثبتت النتائج أن النظام الشمسي المقترح عمل على تقليص كميات انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون بحوالي 792 طن سنوياً. جدير بالذكر أن الدراسة أوضحت بأن المشروع ليس مجدياً من الناحية المالية بدون وجود محفزات كالمنح المالية والإعانات...إلخ.

[1] حزمة برمجية للطاقة النظيفة، تم تطويرها من قبل الحكومة الكندية وتساعد على معرفة الجدوى التقنية والمالية للمشروعات المقترحة الخاصة بالطاقة المتجددة، وكفاءة الطاقة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4) **(Salasovich and Mosey, 2011) " Feasibility Study of Economics and Performance of Solar Photovoltaics at the Refuse Hideaway Landfill in Middleton, Wisconsin "**

دراسة جدوى اقتصادية وتحليل أداء نظام شمسي (دراسة حالة: مكب نفايات في ميديلتون ويسكنسون)".

هدف هذا العمل إلى دراسة جدوى حول إنتاج الطاقة المتجددة في أحد مكبات النفايات في مدينة مديلتون ويسكنسون وقد وجد أن هذا المكان يعتبر مناسب لتركيب نظام شمسي وكان يهدف هذا التقرير إلى تقيم مدى إمكانية تطبيق نظام شمسي في المكان المقترح إضافة إلى تقدير التكاليف والأداء، حيث رسم التقرير الخطوط العريضة لخيارات الدعم المالي المختلفة التي يمكن أن تساعد على تطبيق هذا النظام.

المنهجية المتبعة في الدراسة هي عمل دراسة جدوى اقتصادية اعتمدت على حساب المساحة وكمية الإشعاع الشمسي المتوفرة من خلال دراسته على أرض الواقع من خلال دراسة حالة مكب النفايات في مدينة مديلتون ويسكنسون.

وقد أظهرت نتائج الدراسة أن جدوى استخدام النظام المقترح في المكان المخصص قد تأثر بشكل كبير بمساحة الأرض المخصصة وقوة الأشعة الشمسية والمسافة حتى خطوط نقل الطاقة حيث وجد أن المساحة المخصصة للمشروع وكذا كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل هذه المنطقة مناسبان لتطبيق المشروع حيث تم استخدام أرض معدمة لا يمكن أن تستخدم لأي أغراض أخرى، حيث أصبحت أرض مجدية اقتصادياً وفتحت آفاق جديدة تم استخدامها كمناطق صناعية. وكانت من ضمن النتائج التي تم الحصول عليها هو تطبيق نظام شمسي بقدرة 10 كيلوواط على مساحة من الأرض تقدر بحوالي 1 % من المساحة الكلية للمكب وأوضحت النتائج أن هذا النظام ممكن أن يغطي حوالي ربع احتياج الموقع من الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل المضخات الخاصة بنظام المعالجة.

(7.1) التعقيب على الدراسات السابقة:

تعرضت الدراسات السابقة إلى مواضيع عدة منها:

1. التركيز على دراسة الجدوى الاقتصادية للأنظمة الكهربائية كما في دراسة كل من (القيشاوي، 2015م)، (Kassim, Al-Obaidi, Munaaim and Salleh, 2015)، (Shuhrawardy and Ahmmed, 2014)، (kumi and Hammond, 2013) و(Salasovich and Modey, 2011).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

2. دور ومكانة اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة مثل دراسة (عبد الرؤوف، 2014م)، دراسة (حلام، 2013م) ودراسة (حدة، 2012م).
3. التأثير الفني والتقني والاقتصادي للأنظمة الشمسية – أو الأنظمة الهجينة – المرتبطة بشبكة الكهرباء (Kharouf, 2014) ودراسة (Dradi, 2012).

إضافة لذلك، فقد تم تسليط الضوء على واقع ومستقبل الطاقات المتجددة ودورها الجوهري في مواجهة الأزمة المتوقعة لنضوب المصادر التقليدية للطاقة والتي ينتظرها العالم وكذلك تقييم الآثار الاقتصادية والاجتماعية والتعرف على مدى تأثير هذه المخرجات لتحقيق الاستدامة من خلال العمل على تصميم نظام شمسي– سواءً كان متصلاً مع الشبكة الكهربائية أم لا – وتطبيق مدى جدواها الاقتصادية وإمكانية تحقيقها لمفهوم الاستدامة.

(8.1) ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة:

1. لعل من أهم ما يميز هذه الدراسة عن غيرها من الدراسات السابقة هي أن غالبية الدراسات والأبحاث التي تمت في قطاع غزة قد تطرقت إلى نظم الطاقة الشمسية الغير متصلة مع الشبكة الكهربائية بما يعرف بنظام "off–grid"، بينما سيتم من خلال هذا البحث تسليط الضوء على نظام "on–grid" والذي يعتقد أن تكلفته المادية أقل ودورة حياته – فيما يعرف بدورة حياة المنتج " Life Time Cycle " – أطول.
2. ندرة الأبحاث التي تناولت هذا الموضوع من الناحية الاقتصادية، في حين أن غالبية الأبحاث تناولتها من الناحية الهندسية أكثر من الاقتصادية.
3. هذه الدراسة سوف تتبع أكثر من منهجية في محاولة جادة للوصول لحل مشكلة الدراسة قيد البحث، حيث يتمثل في الآتي:

أ– السعي من خلال دراسة الحالة " مستشفى جمعية أصدقاء المريض بغزة " إلى تقليل النفقات التشغيلية الشهرية وذلك من خلال استخدام نظام "on–grid" لتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية، ومن ثم إثبات جدوى هذا النظام وتبيان كفاءته في سد العجز الناتج من نقص إمدادات الطاقة الكهربائية في محاولة لتشجيع المعنين من المستثمرين وذوي العلاقة على استغلال الطاقة الشمسية، وبالتالي إمكانية تعميم هذه التجربة والتوصية على مختلف القطاعات المعنية ومحاولة للوصول لمرحلة تنمية مستدامة.

ب–الوقوف على واقع بعض الدول التي استخدمت هذا النظام مثل الجزائر، الأردن، والهند والمقارنة فيما بينهم ومحاولة إسقاط هذه التجربة على الواقع المحلي.

ت–المحاولة الجادة لنقل الخبرة والمعرفة من ذوي الاختصاص وأصحاب العلاقة من خلال

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

إجراء المقابلات والتوصل معهم إلى أفضل وأنجع طريقة لتطبيق هذا النظام.

ث–تعتبر هذه الدراسة من الدراسات القليلة التي استخدمت برنامج المحاكاة والتحليل HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables) – حيث يعمل على نمذجة كافة أنواع النظم الشمسية ومن ثم يعمل على اختيار نقطة التشغيل المثلى فنياً واقتصادياً – لدراسة جدوى استخدام الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة. ولعل أهم مخرجات هذا البرنامج – والذي تم تصميمه من قبل المعهد الوطني للطاقة المتجددة في أمريكا – تتمثل في تزويد أصحاب مشاريع الطاقة المتجددة بالجدوى الاقتصادية للنظم المقترحة إضافة إلى بعض مؤشرات التنمية المستدامة على الصعيد البيئي من خلال حساب كمية الغازات السامة التي يمكن تقليصها في حال تطبيق الأنظمة المتجددة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثاني

الطاقة في حياتنا: مصادرها وأنواعها

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1.2) مقدمة

تعتبر الطاقة بأشكالها المختلفة إحدى أهم مؤشرات قياس تقدم ورقي المجتمعات، بل يمكن المضي أكثر لتوضيح أهميتها في أنها هي الرافعة والمحرك الرئيس لاقتصاديات الدول المتقدمة.

لذلك كان لزاماً على الباحثة أن تستهل عملها في هذا الفصل بتقديم تعريف الطاقة وتناول أشكالها المختلفة ومصادرها المتنوعة. ثم بعد ذلك ستعرج الباحثة بشيء من التفصيل إلى تصنيف الطاقة إلى قسمين المتجددة والغير متجددة وماهي مصادر كل نوع منها ومميزاتها وعيوبها.

وفي الجزء الأخير من هذا الفصل، ستقدم الباحثة تحليلاً وصفياً لأزمة الطاقة في قطاع غزة منذ العام 2006م وحتى الآن مستندة إلى مجموعة من الآثار والنتائج الوخيمة والإنسانية التي أحدثتها أزمة انقطاع التيار الكهربائي على الصعيد الحكومي أو حتى المجتمعي.

(2.2) الطاقة، تعريفها وأشكالها

تعتبر الطاقة بأشكالها وأنواعها المختلفة هي المحرك الرئيس لكافة الأنشطة البشرية فهي المسئولة عن حركة الكائنات وتنقلها. كما أنها هي مصدر دفئهم وبرودتهم. وعليه فإن الطاقة هي أحد ركائز ديمومة الحياة على سطح الأرض.

ولتبيان أهمية الطاقة في وجود الكائنات فقد تناول تعريفها العديد من العلماء والمهتمين ولعل أحد أشهر تعريفاتها ما تقدم به ماكس بلانك حيث قال بأنها "هي قدرة نظام ما على إنتاج فاعلية أو نشاط خارجي". غير أن البعض عرفها بأنها "القدرة على القيام بعمل ما " (الجوخي 2006م نقلاً عن القيشاوي، 2015م) – أي هي قدرة المادة بالقيام بالحركة أو العمل. وقد ذهب آخرون على تعريفها بأنها " القوة الجسدية للإنسان أو الحيوان أو الرياح، سقوط الأمطار، الشمس، البخار ". وقد ذهب جمع آخر من العلماء وعرفوها بأنها "هي الحرارة والضوء والكهرباء القابلة لإنجاز شغل مفيد".

إلا أنه وعلى الرغم من أهمية حصر تعريف واضح وجلي للطاقة إلا أن ما انبثق عنها هو الأهم بالنسبة لجموع الباحثين والمهتمين فقانون بقاء الطاقة الذي يفيد بأنها – أي الطاقة – ثابتة فلا تنقص ولا تزيد وإنما يقوم الإنسان بتطويعها لخدمته من خلال العمل على تحويلها من شكل لآخر للاستفادة منها في شتى مناحي الحياة المختلفة – كالحرارية، الحركية،

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الكهربائية...إلخ.

(3.2) مصادر الطاقة

ونتقسم الطاقة من حيث مصادر إنتاجها إلى طاقة متجددة وطاقة غير متجددة على النحو التالي:

(1.3.2) الطاقة المتجددة

وقد تناول العديد من المختصين والعاملين والهيئات العاملة تعريفها حسب مصادر إنتاجها إضافة إلى ديمومتها واستمرارها. في الجزء التالي نوضح مجموعة من التعريفات كالتالي:

أ. تعريف وكالة الطاقة الدولية IEA – International Energy Agency (2017)

وفيها تم تعريف الطاقة المتجددة بأنها تلك الأنواع التي تتشكل من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية مثل أشعة الشمس والرياح إضافة إلى أنها تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها.

ب. تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

وقد تم تناول الطاقة المتجددة فيها على أنها كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي أو بيولوجي إضافة إلى أنها تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استهلاكها. وتتولد الطاقة المتجددة من التيارات المتواصلة في الطبيعة ومنها على سبيل المثال طاقة الكتلة الحيوية، الطاقة الشمسية، طاقة باطن الأرض، طاقة حركة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات إضافة إلى طاقة الرياح.

توجد العديد من الآليات والتقنيات التي تسمح بتحويل هذه الأشكال من الطاقة إلى طاقات أولية يمكن الاستفادة منها مباشرة مثل الحرارة والطاقة الكهربائية أو الطاقة الحركية (Ottmar, Pichs Madruga, Sokona and others, 2012)

ت. تعريف برنامج الأمم المتحدة للبيئة United Nation Environment Program (UNEP)

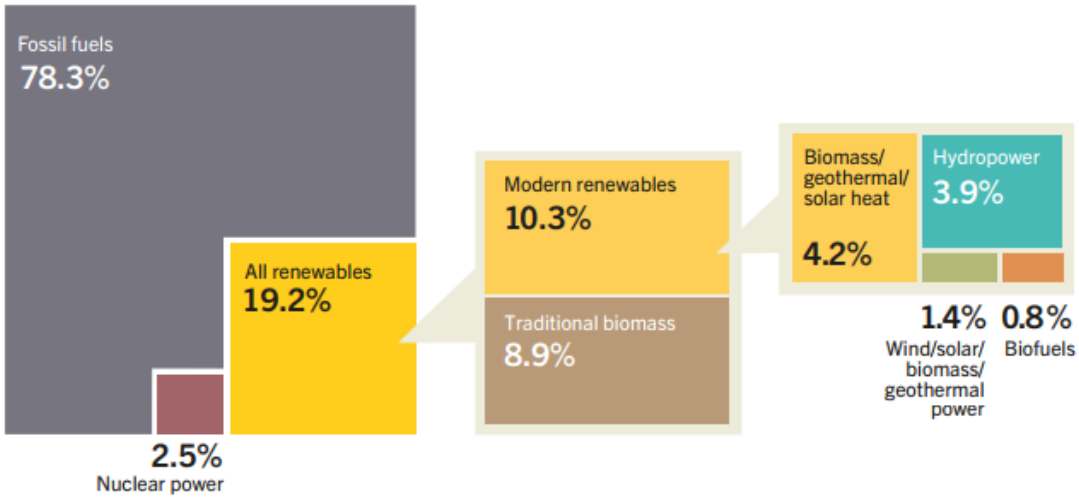
وقد عرفها برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ثابت ومحدود في الطبيعة، بل تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية وطاقة باطن الأرض (موقع برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة، نقلاً عن حلام،2013م).

وطبقاً لما سبق، فإنه يمكن تعريف الطاقة المتجددة على أنها تلك الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، أي أنها مستمدة من الموارد الطبيعية التي لا يمكن أن تنفذ أو تنتهي وعليه فلا يعتبر مصطلح الطاقة المتجددة مصطلح جديد بل هي طاقة موجودة في الطبيعة منذ بداية الخلق إلا أنه تم استبدالها بالطاقة الأحفورية. من أهم مميزات الطاقة المتجددة أنها طاقة نظيفة لا تعمل على تلويث البيئة إضافة إلى ديمومتها بوجود الإنسان على الأرض.

شكل (1.2) يوضح نسبة استخدام الأنواع المختلفة من الطاقة المتجددة عالمياً مقارنة بطاقة الوقود الأحفوري التقليدي [1].



شكل (2. 1) النسبة استخدام الطاقة المتجددة مقارنة بطاقة الوقود الأحفوري لعام 2014م

Source: Renewable Energy Policy Network for the 21st century [REN21], 2016, Report Renewables 2016 Global Status Report

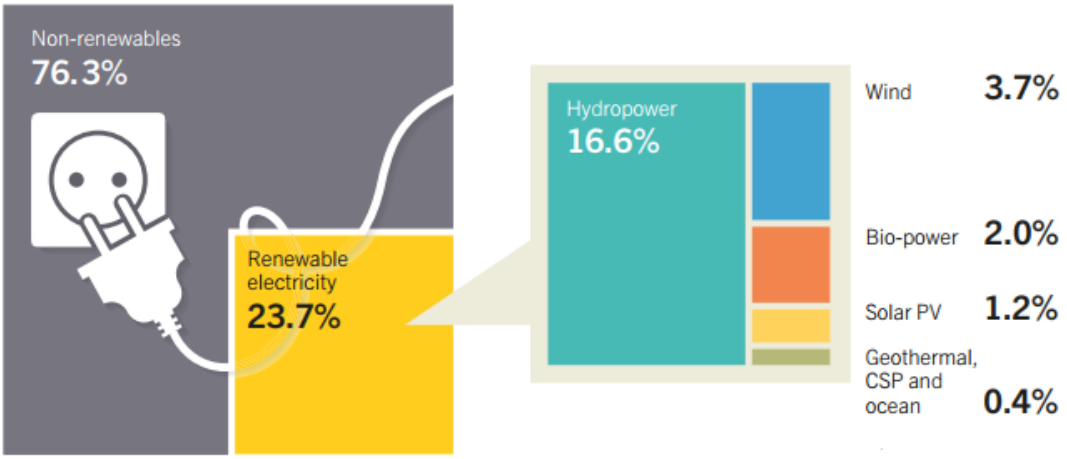
بينما شكل (2.2) يوضح نسبة استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء مقارنة بنسبة توليدها باستخدام الوقود الأحفوري. يبين شكل (2. 2) أن هناك تنامي فعلي في نسبة استخدام

---

(1) الوقود الأحفوري عبارة عن بقايا النباتات التي طمرت تحت الرواسب ثم تعرضت لدرجات هائلة من الضغط الشديد وتفحمت وتكونت تحت الصخور الرسوبية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء – حوالي 23.7% في العام 2015م – مقارنة بحوالي 22.1% في العام 2013م.



شكل (2. 2) النسبة استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء مقارنة بإنتاجها من الوقود الأحفوري لعام 2015م

Source: [REN21], 2016, Report Renewables 2016 Global Status Report

الجزء التالي يتناول بشيء من التفصيل الأنواع المختلفة للطاقات المتجددة حسب مصادرها وكذلك سبل الاستفادة منها وهي كالتالي:

أولاً: الطاقة الشمسية Solar Power

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي لجميع أنواع الطاقات على سطح الأرض. أضف لذلك، فإن الطاقة الشمسية تعتبر من أهم مصادر الطاقة المتجددة كالرياح، حركة المياه، المد والجزر وطاقة باطن الأرض. بل يمكن الذهاب لأبعد من ذلك والقول بأن الشمس هي السبب الرئيسي في تكوين جميع أنواع الوقود الأحفوري مثل الفحم، البترول والغاز الطبيعي...إلخ.

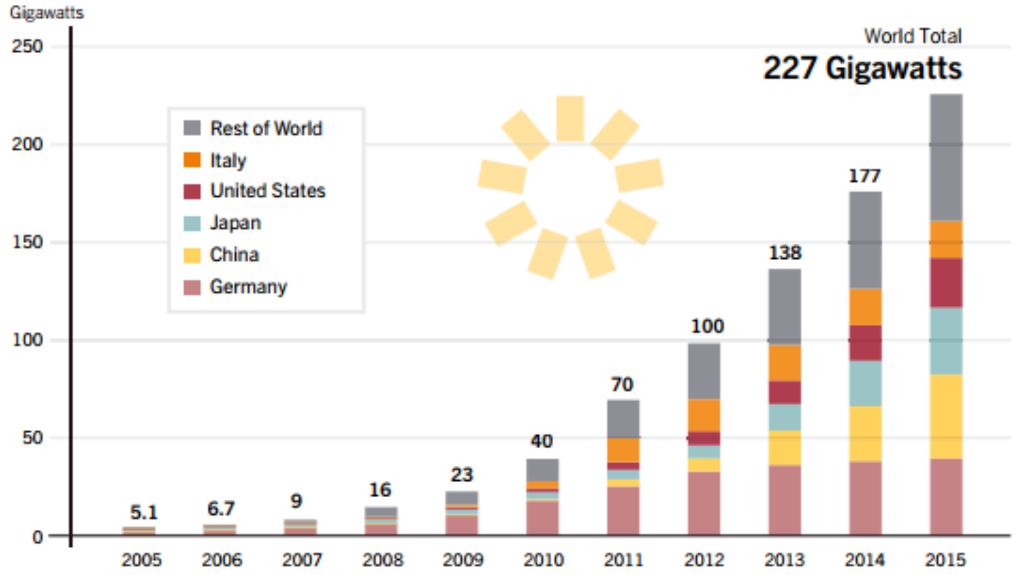
ويمكن سرد أهم ميزات الطاقة الشمسية كالتالي:

- طاقة نظيفة لا يتكون منها أي انبعاثات جانبية.
- طاقة متجددة لا تفنى ولا تنضب، مستمرة ولا ينقطع فيضها.
- تمد الشمس الأرض بكميات ضخمة من الضوء والحرارة دون مقابل لذا فنجد أنها لا تقاس بكمية الطاقة المنتجة وإنما تقاس بحجم الفوائد الاقتصادية الناتجة من استخدام أشعة الشمس سواء كان عند استخدامها كطاقة حرارية أو طاقة كهربائية.

وتتوقع الدراسات ذات العلاقة (شيط وأحمد، 2017م) و(بخوش وبطاش، 2013م) أن

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تشكل الطاقة الشمسية بديلاً قوياً عن البترول في إنتاج الطاقة الكهربائية. شكل (2. 3) يوضح بالأرقام كميات الزيادة العالمية في استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية خلال العقد الأخير، فيتضح من الشكل أن معدل توليد الطاقة الكهربائية من الأنظمة الشمسية قد تضاعف حوالي 45 ضعفاً منذ عام 2005م وحتى عام 2015م.



شكل (2. 3) تنامي استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء من عام 2005م وحتى 2015م

Source: [REN21], 2016, Report Renewables 2016 Global Status Report

ثانياً: طاقة الرياح Wind Power

تمثل طاقة الرياح صورة غير مباشرة من صور الطاقة الشمسية. وتتكون حركة الرياح من خلال عملية تسخين أشعة الشمس لطبقات الهواء الملامسة لسطح الأرض مما يؤدي إلى ارتفاع هذه الطبقات الساخنة إلى الأعلى لخفة وزنها تاركة تحتها مساحات فارغة مما يتيح الأمر لإحلال كميات جديدة من الهواء البارد محل ما تم تسخينه من هواء. وتمثل عملية الإحلال والاستبدال هذه آلية تكوين الرياح.

وعلى جانب آخر، فإنه يمكن تفسير حركة الهواء – الرياح – بأنها " نتيجة لفرق الضغط في الغلاف الجوي الذي يسبب تحرك الهواء من منطقة ذات ضغط مرتفع إلى أخرى منخفضة الضغط. وينشأ فرق الضغط هذا نتيجة لاختلاف التأثيرات الحرارية للشمس التي تتحكم في درجة حرارة الأرض والتي تكون السبب في حدوث الرياح (Quaschning, 2005).

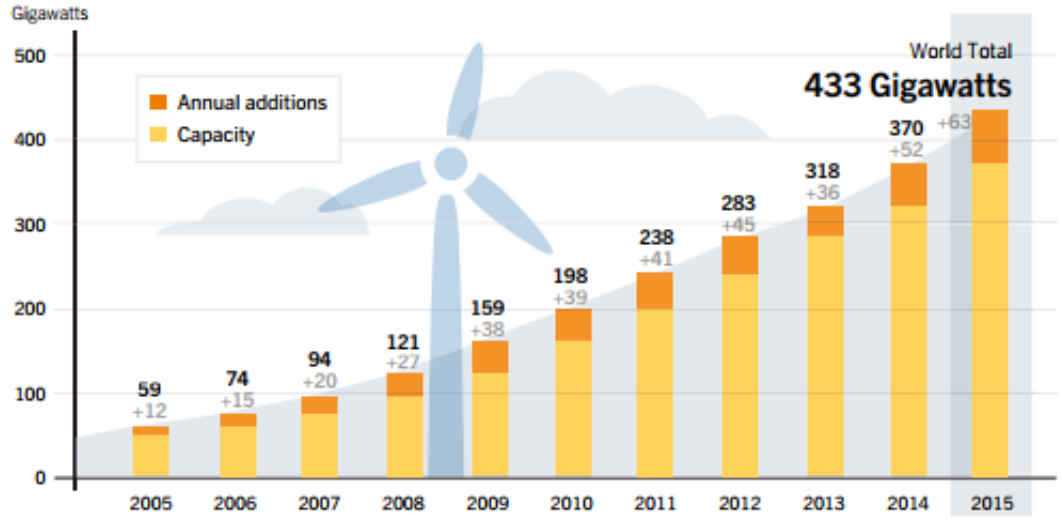
وتعرف طاقة الرياح بأنها " القدرة التي تمتلكها الرياح والتي تمكنها من تحريك الأشياء وبمعنى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

آخر فهي الطاقة الحركية (الميكانيكية) التي يمتلكها الهواء نتيجة الحركة" (أحمد، 2014م).

وعلى الرغم من أن الاستثمار في طاقة الرياح تعتبر من المجالات الواعدة في قطاع إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي، إلا أنها تواجه العديد من التحديات التي قد تؤثر على عملية استغلال تلك الطاقة بشكل سليم. تتمثل هذه التحديات في صعوبة معرفة المكان المناسب لبناء مزارع إنتاج الطاقة الكهربائية من حركة الرياح، حيث تكمن هذه الصعوبات في أن المشروعات المقترحة تتأثر بالنمط المناخي –الجغرافي المكاني– للمنطقة محل التنفيذ وكذا الظروف الزمانية التي تلعب دور أساسي في تحديد الوقت المناسب (عبد الرؤوف، 2014م).

شكل (4.2) يوضح معدل النمو في استخدام طاقة الرياح عالمياً لإنتاج الطاقة الكهربائية منذ عام 2005م وحتى عام 2015م مقدرة بالجيجاواط. ويتضح من خلال هذه الإحصائية تنامي معدل توليد الطاقة الكهربائية من الرياح بحوالي 7 أضعاف منذ العام 2005م وصولاً إلى العام 2015م.



شكل (4. 2) تنامي استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء من عام 2005م وحتى 2015م

Source: [REN21], 2016, Report Renewables 2016 Global Status Report

ثالثاً: الطاقة المائية Hydro power

يمكن تعريف طاقة المياه بأنها " تلك الطاقة المتولدة نتيجة لسقوط المياه من علو أو نتيجة لانسياب المياه بسرعة عالية في المجاري المائية " (Dutta, Prabu, Karthik, Ramkumer, and Manivannan, 2013) أو أنها هي " الطاقة الكامنة التي تمتلكها الكميات الكبيرة من المياه سواء في المسطحات المائية أو الأنهار الجارية والشلالات حيث

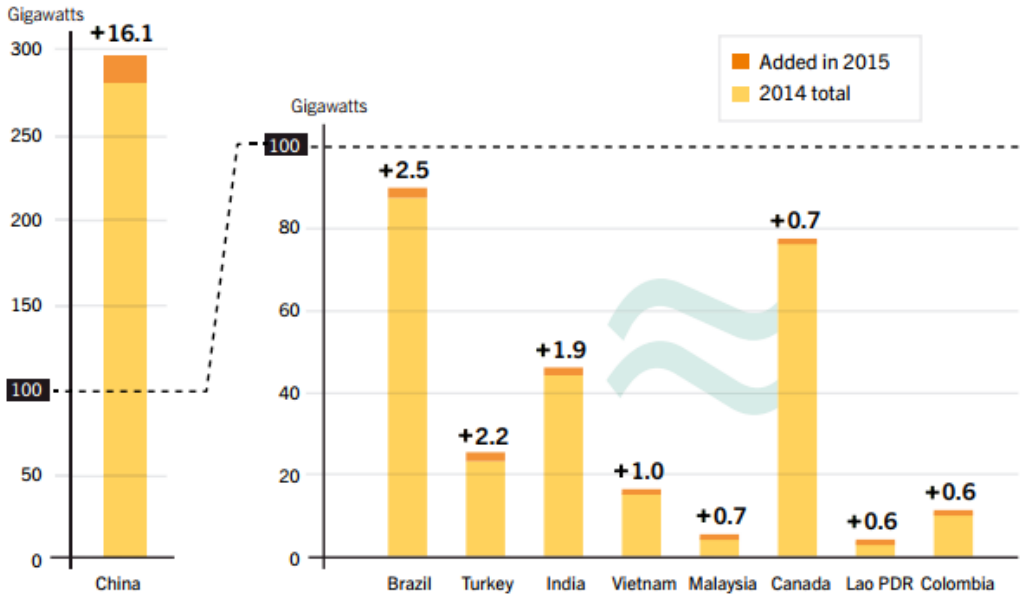
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تكون القدرة الحركية للمياه في أعلى قيمة لها" (بكري، ويونس، ومبارك، 1986م).

وتعتبر الطاقة المائية من المصادر التقليدية التي استخدمها الإنسان منذ قديم الأزل، فهي تمثل مصدر ثابت للطاقة إضافة إلى أنها من أكثر أشكال الطاقات المتجددة نظافة وأكثرها كفاءة في إنتاج الطاقة الكهربائية. ولعل عملية رفع المياه واستخدامها للري عن طريق الدواليب التي تدار بقوة الماء إضافة إلى إدارة العجلات والطواحين التي أنشئت على ضفاف الأنهار من أهم أشكال استخدام طاقة المياه.

يعتبر سد الممرات الثلاثة (Three Georges Dam) المقام في الصين من أكبر المشاريع الإنشائية التي تم تدشينها في ذات الصدد. وينتج السد ما يقارب من 22500 ميجاواط من الطاقة الكهربائية (Fu and Wang, 2015).

شكل (5.2) يبين معدل النمو في استخدام طاقة المياه لتوليد الطاقة الكهربائية. يتضح من خلال هذا الشكل أن جمهورية الصين هي أكبر المستفيدين عالمياً من طاقة المياه من خلال إنتاجها ما يقارب حوالي 300 جيجاواط من الطاقة الكهربائية. وتفيد بعض الإحصائيات أن طاقة المياه هي أكثر أنواع الطاقات المتجددة إنتاجاً للطاقة الكهربائية عالمياً بقدرة إنتاجية كلية تصل إلى حوالي 1064 جيجاواط (Renewable Energy Policy Network for the 21st century [REN21] ,2016).



شكل (5 .2) قدرة طاقة المياه المستخدمة لتوليد الكهرباء عام 2015م لعدد من دول العالم

Source: [REN21], 2016, Report Renewables 2016 Global Status Report

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

رابعاً: طاقة المحيطات Ocean Power

وتنقسم طاقة المحيطات إلى عدة أنواع كالتالي:

1- طاقة المد والجزر (Tidal Energy): وهي الطاقة الكهربائية المتولدة نتيجة حركة المد والجزر التي تنشأ بشكل دوري (مرتين يومياً) في البحار والمحيطات. بشكل مبسط، يتم توليد الطاقة الكهربائية عن طريق بناء سدود أو حواجز صغيرة على مداخل المسطحات المائية والأماكن التي تصل فيها حركة المياه لمستويات مرتفعة فيما يمثل تخزين الطاقة الكامنة في المياه. يتم بعد ذلك تحرير كميات المياه المحجوزة خلف هذه الحواجز إلى مستويات أكثر انخفاضاً لاستغلال الطاقة المخزنة ليتم استخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام مولدات خاصة (Kempener and Neumann, 2014). وقد وصل إنتاج طاقة المد والجزر بشكل كلي حوالي 530 ميجاواط من الطاقة الكهربائية في العام 2015م ما يدلل على أن هذا النوع من الطاقات على أهميته إلا أن مجال الاستفادة منه محدود طبقاً للظروف المكانية للموقع المستهدف (Aydingakko, Almukhaini, and Al-Jassasi, W.D).

2- طاقة الأمواج (Wave Energy): وتتمثل في شكلين من أشكال الطاقة فالنوع الأول يتكون من طاقة حركة الأمواج عند تحركها بشكل أفقي، بينما يتكون النوع الثاني من طاقة الوضع لهذه الأمواج عند تحركها رأسياً كلما مرت الموجة على جسم معين (النقرش، 2005م).

3- طاقة حرارة المحيطات (Ocean Thermal Energy – OTEC): وهي الطاقة التي تتولد معتمدة على مبدأ استغلال الفرق في درجات الحرارة بين سطح المحيط الدافئة الاستوائية وعمقه ذو درجات الحرارة الباردة. وعلى الرغم من الجدوى الاقتصادية لمثل هذا النوع من طاقة المحيطات إلا أنه لا زالت ناشئة وتواجه العديد من المعيقات التي يتمثل أبرزها في كون هذه الطاقة لا تتولد إلا في الأماكن الاستوائية أو المسطحات المائية ذات درجة الحرارة العالية نسبياً (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2014).

خامساً: طاقة الحرارة الجوفية Geothermal Energy

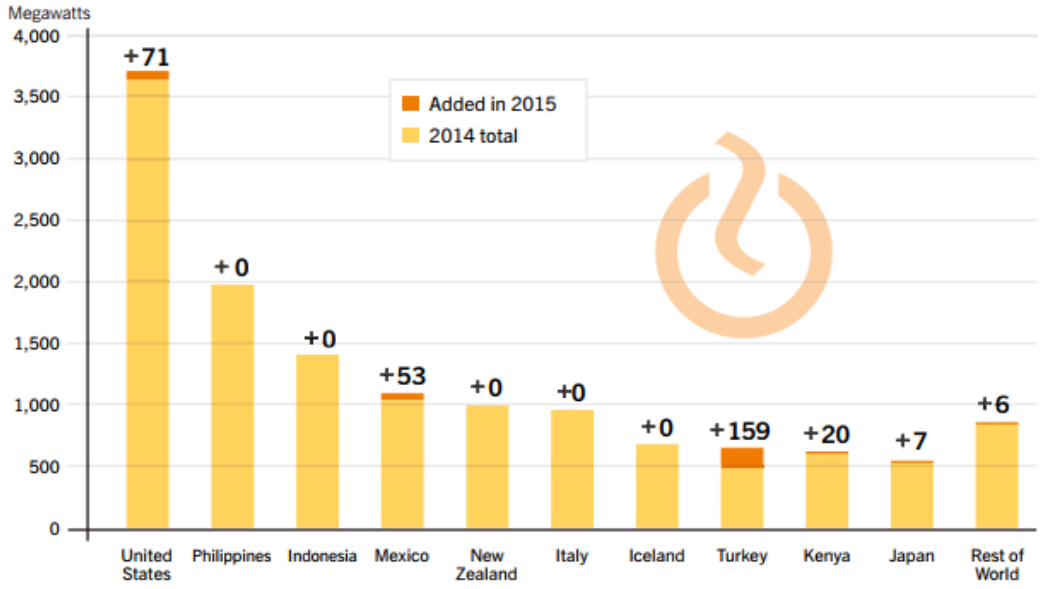
تعرف طاقة الحرارة الجوفية بأنها تلك الطاقة المتولدة نتيجة الفرق في درجات الحرارة بين سطح الأرض وباطنها. وتتمثل فكرة توليد الطاقة من طاقة الحرارة الجوفية في ارتفاع

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

درجات الحرارة في باطن الأرض عن مثيلاتها على السطح، وللاستفادة من هذه الكميات الهائلة من الطاقة، فإنه يتم ضخ كميات كبيرة من المياه من خلال أنابيب إلى باطن الأرض ما يؤدي إلى تسخينها وارتفاع درجة حرارتها وتحولها إلى أبخرة ذات درجات حرارة وضغط مرتفع يمكن أن تستثمر في عملية تدوير التوربينات المستخدمة في عملية توليد الكهرباء أو حتى استخدامها في التدفئة بشكل مباشر (Dickson and Faneli, 2003).

وتقدر كمية الطاقة الكهربائية بالإضافة إلى الطاقة المستخدمة في عمليتي التدفئة والتبريد والناتجتين من طاقة الحرارة الجوفية بحوالي 151 تيرا واط. ساعة مناصفة بينهما وذلك طبقاً لآخر إحصائية في العام 2015م (REN21, 2016).

شكل (6.2) يوضح كميات الطاقة الناتجة من استخدام طاقة الحرارة الجوفية في دول العالم للعام 2015م مقدرة بالميجاواط.



شكل (6 .2) كمية الطاقة الناتجة من جوف الأرض عام 2015م بالميجاواط

Source: [REN21], 2016, Report Renewables 2016 Global Status Report

(1.1.3.2) أهمية الطاقة المتجددة:

لقد بات واضحاً لدى جميع المهتمين من أصحاب القرار والباحثين عالمياً أن الطاقة المتجددة تعتبر سلاح المستقبل في مواجهة العديد من التحديات المستقبلية وعنوان استدامة رقي ونهضة الأمم. وعليه فقد أصبح الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة بأنواعها المختلفة حديث الدارسين من شتى بقاع العالم لما له من تأثيرات إيجابية تعود بالنفع سواء على الفرد أو

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المجتمع خاصة تلك المناطق النائية التي لم يصلها التطور الحضاري من إمدادات طاقة كهربائية وما يترتب عليها من خدمات وفوائد جمة.

وحتى نكون أكثر إنصافاً، فإن من أهم فوائد الأشكال المختلفة للطاقة المتجددة هي تحقيق التنمية المستدامة، إضافة إلى أنها لا تؤثر سلباً على صحة الإنسان وتوازن البيئة. أضف لذلك، فإن الطاقة المتجددة تتناسب مع شريحة كبيرة من الظروف والإمكانات فهي متوفرة في كل مكان.

من الجدير بالذكر أن الطاقة المتجددة تمنح لمستخدميها – سواء كانوا أفراداً أو هيئات –مقداراً من الاستقلالية عن شبكة الطاقة المركزية تبعاً لنوع النظام المستخدم وحجمه. بينما على الصعيدين البيئي والاقتصادي نجد أن هناك مجموعة من التأثيرات الإيجابية فهي من ناحية بيئية تعمل على الحد من انبعاث الغازات الناتجة عن استخدام المصادر التقليدية للطاقة وبالتالي فهي لا تسبب أي أضرار كالاحتباس الحراري (Global Warming) وارتفاع درجة حرارة الأرض. وعلى جانب آخر، فإن هناك مجموعة من الآثار الاقتصادية التي يمكن الحصول عليها جراء استخدام الأنواع المختلفة للطاقات المتجددة ومنها على سبيل المثال لا الحصر تحسين سبل الإنسان المعيشية من خلال خلق فرص عمل جديدة في المناطق النائية والمهمشة.

(2.3.2) الطاقة الغير متجددة

وهي عبارة عن الطاقة الناتجة من المصادر الناضبة أو بمعنى آخر تلك التي ستنتهي مع الزمن – طال أو قصر – وذلك لكثرة استخدامها. تتواجد هذه المصادر في الطبيعة بكميات محدودة وغير متجددة علاوة على أنها تعتبر من أهم ركائز تلويث البيئة.

وتشكل مصادر الطاقة الغير متجددة حوالي78.3% من إجمالي الاستهلاك العالمي للطاقة وذلك بحسب أحدث الإحصائيات للعام 2015م، بينما تمثل الطاقة الناتجة من المفاعلات النووية ما يعادل نسبته حوالي2.5% من إجمالي الطاقة المستهلكة عالمياً. ويتبقى ما نسبته 19.2% من الطاقة الناتجة من المصادر المتجددة باختلاف أشكالها وأنواعها (REN21, 2016).

وتتكون مصادر الطاقة غير المتجددة الناتجة من الوقود الأحفوري من ثلاثة أنواع رئيسية وهي كالتالي:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

- الفحم.
- النفط الخام.
- الغاز الطبيعي.

ولعل أهم استخدامات الوقود الأحفوري يمكن أن تتلخص بحسب (غارغ، وزوناري، وبوليز، 2006م) في:

1- توليد الكهرباء حيث تستخدم الحرارة الناتجة من احتراق الفحم أو بعض مشتقات النفط أو الغاز الطبيعي في تسخين الماء لدرجة الغليان لإنتاج البخار اللازم لإدارة التوربينات الموصلة بالمولدات الكهربائية.
2- تشغيل وسائل المواصلات المختلفة، حيث تعد مشتقات النفط كالجازولين والديزل والكيروسين الأكثر استخداماً لهذه الأغراض.

وطبقاً لِ (Energy Envoys, W.D) يمكن تلخيص أهم مميزات استخدام الطاقة الغير متجددة في:

- متوفرة في الطبيعة وبكميات كبيرة.
- وجودها غير مرتبط بالتغيرات المناخية.
- سهولة استخراجها وتحويلها إلى أشكال مختلفة من الطاقة.
- سهولة احتراقها لإنتاج كميات كبيرة من الطاقة الحرارية الكافية لاستخدامها لتوليد الكهرباء إذا ما تم حرق كميات صغيرة من الوقود الأحفوري.
- سهولة النقل.

وعلى الرغم من كثرة مزايا استخدام الطاقات الغير متجددة إلا أن لها سلبيات عديدة من أهمها على سبيل المثال لا الحصر:

- تعتبر مصادر غير متجددة فهي تفنى بمجرد استخدامها.
- يتولد من احتراقها مجموعة من الغازات السامة مثل أول وثاني أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين. تلك الغازات التي تؤدي إلى تكون الأمطار الحامضية والعديد من أمراض الرئة والتنفس.
- التذبذب في أسعار الوقود الأحفوري بشكل عام طبقاً للظروف السياسية السائدة في مناطق إنتاجه. ولعل ما نتج من زيادات هائلة في أسعار النفط إبان حرب أكتوبر 1973م بسبب إيقاف تدفق المشتقات النفطية الخليجية وذلك تضامناً مع جمهورية مصر العربية في حربها

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مع الاحتلال الإسرائيلي.

الجزء التالي يبين بشيء من التفصيل أنواع الوقود الأحفوري الثلاثة السابق ذكرها.

أولاً: الفحم الأحفوري Coal

ويتكون الفحم الأحفوري من " بقايا النباتات التي طُمِرت تحت الرواسب ثم تعرضت لدرجات هائلة من الضغط الشديد وتفحمت وتكونت تحت الصخور الرسوبية"(وراق، 2005م).

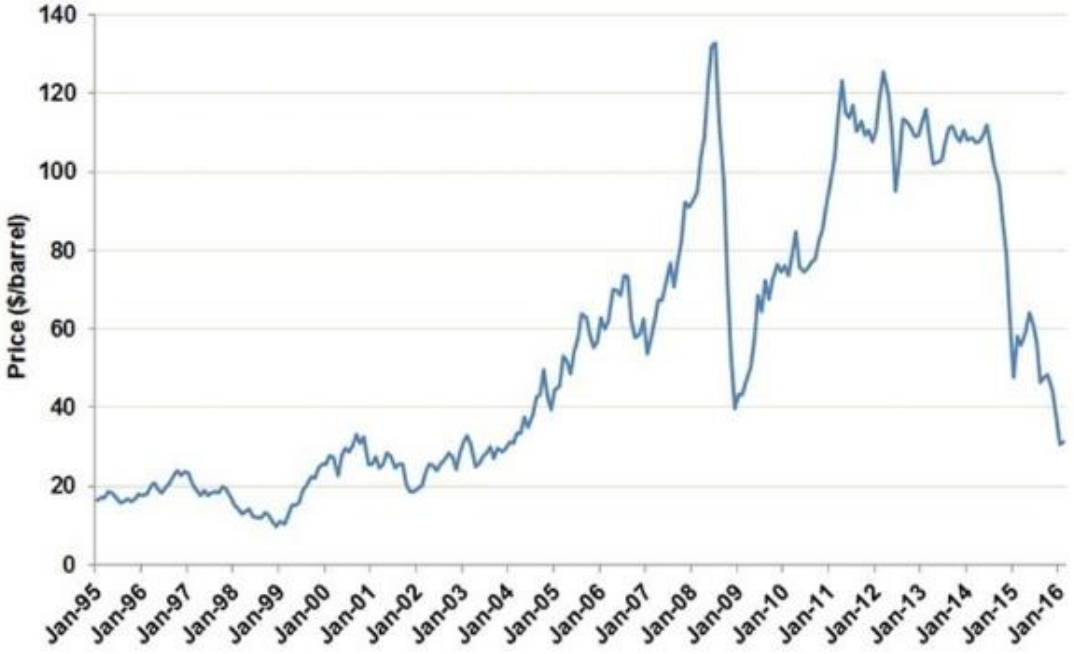
كيميائياً يتكون الفحم الأحفوري من عنصرين رئيسين هما الكربون والهيدروجين ويعتبر أكثر أنواع الوقود الأحفوري وفرة. ولعل أهم ما يعيب الفحم الأحفوري مقابل كل من النفط الخام والغاز الطبيعي هو أنه مصدر غير نظيف ينتج منه بعض النواتج السلبية أثناء عملية استخراجه من المناجم. أضف لذلك، فإن عملية استخراجه تواجه مخاطر جمة من حيث تأمين حياة العاملين في المناجم ولعل الحوادث السنوية التي تحدث في مناجم استخراج الفحم الكبرى ومنها الصين خير دليل على الخطر المحدق بعملية التنقيب عن الفحم واستخراجه، ونتيجة لهذه المخاطر وغيرها فقد انخفض الطلب على الفحم وتم استبداله بكل من الغاز الطبيعي والنفط إلا أنه سرعان ما عاد التوجه مرة أخرى للطلب عليه نتيجة لارتفاع الأسعار العالمية للبدائل الجديدة إضافة لمجموع الأزمات السياسية التي تضرب المناطق المنتجة لتلك البدائل ومنها على سبيل المثال منطقة الخليج العربي(رمضان والشكيل، 1988م). أضف لذلك وفرة الفحم الأحفوري بكميات هائلة وإمكانية تحويله لصورة أخرى كوقود صلب أو سائل أو غاز (Tanabe, 2007). كل هذا وغيره عزز من تزايد الطلب عليه كأحد الموارد المتاحة والفعالة لتوليد الطاقة.

ثانياً: النفط الخام – البترول Petrol

بالرجوع إلى الأصل اللاتيني لكلمة " بترول"، فهي تعني زيت الصخر وهو الذي يتكون من تحويل المواد العضوية تحت ضغوط عالية ودرجة حرارة مرتفعة لمدة زمنية كبيرة جداً تقدر بآلاف السنين. ويتخذ البترول في تكوينه الشكل السائل حيث يسمى بالزيت الخام وتختلف ألوانه ما بين الأسود والأخضر والأصفر والبني. وتتفاوت أثمان النفط الخام حسب نسبة الشوائب العالقة فيه (الطويل، 2013م).

ولعل الظروف والتقلبات السياسية تلعب دوراً محورياً في تحديد أسعار النفط الخام عالمياً. شكل (2. 7) يوضح تقلبات أسعار النفط في الفترة من العام 1995م وحتى العام 2016م بالدولار الأمريكي لكل برميل.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (2. 7) تقلبات أسعار النفط في الفترة ما بين 1995م و2016م بالدولار الأمريكي لكل برميل

Source: Federal Reserve Bank Of St.Louis, 2017, Crude Oil Prices: West Texas Intermediate [WTI]

ثالثاً: الغاز الطبيعي Natural Gas

يعتبر الغاز الطبيعي من أهم مصادر الطاقة التقليدية بعد النفط الخام لما يتميز به من كفاءة احتراق عالية إضافة إلى إمكانية نقله بسهولة سواء على الشكل الغازي، المسال أو حتى الصلب. أضف لذلك فإن كمية الانبعاثات والملوثات التي تنتج من استخدامه في توليد الطاقة الكهربائية لا تكاد تذكر مقارنة بكمية الملوثات الناتجة عند استخدام أي من الفحم الأحفوري أو حتى البترول. ويتكون الغاز الطبيعي من غازات الميثان، البروبان والبيوتان بالإضافة إلى النيتروجين وثاني أكسيد الكربون (مساعيد، 2011م). يمكن أن يكون الغاز الطبيعي بحسب (TRONER, 2013) في أيٍ من الحالات التالية:

- مصاحب للنفط " الغاز الرطب"
- غير مصاحب للنفط " الغاز الجاف"
- يكون الغاز ذائباً في البترول.

(4.2) مصادر الطاقة في قطاع غزة

يعاني قطاع غزة من شح في الموارد الطبيعية والثروات المعدنية وبخاصة ندرة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المصادر التقليدية للطاقة كالنفط والغاز الطبيعي. ولعل ما زاد الأمر سوءاً لدى جمهور المستهلكين في قطاع غزة هو تحكم السلطات الإسرائيلية في عمليات إدخال الوقود إلى القطاع ما يتسبب في ارتفاعات مهولة في أسعار المحروقات ومصادر الطاقة بما يعادل أكثر بلاد العالم رفاهية. الجزء التالي يوضح أهم مصدرين من مصادر الطاقة التقليدية والطاقة المتجددة في قطاع غزة.

أولاً: الطاقة التقليدية – الغاز الطبيعي

لعل اكتشاف شركة British Gas البريطانية مجموعة من حقول الغاز الطبيعي قبالة شواطئ قطاع غزة في العام 2000م يمثل إحدى المحطات الجوهرية التي يعول عليها الاقتصاد الفلسطيني في قطاع غزة على الرغم من أنه لم يجري حتى الآن استخراج الغاز منها (القيسي، 2017م).

وتشير بعض التقديرات إلى اكتشاف ما يزيد عن 30 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي في حقلين هما حقل غزة البحري والحقل الحدودي. ويعتبر حقل غزة البحري الحقل الأكبر ويقع بأكمله ضمن المياه الإقليمية الفلسطينية. ويقدر حجم الغاز الطبيعي الموجود في حقل غزة البحري بحوالي 28 مليار متر مكعب. على جانب آخر يحتوي الحقل الحدودي – وهو الحقل الأصغر – ما يعادل 3 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي، إلا أنه يقع في المنطقة الحدودية مع الجانب الإسرائيلي. في سياق متصل، يتوقع خبراء الاقتصاد أن تصل قيمتهما إلى مليارات الدولارات مما يعزز من مردودهما الإيجابي على الاقتصاد الفلسطيني بشكل عام وقطاع الطاقة في غزة على وجه الخصوص (أبو كامش، 2011م).

وبحسب ما أورد صندوق الاستثمار الفلسطيني (2015م)، فإن استخراج الغاز الطبيعي من قبالة شواطئ غزة سيحقق مجموعة من العوائد على الاقتصاد الفلسطيني أهمها:

- توفير النفقات المتعلقة باستيراد الطاقة الكهربائية والمحروقات من خلال استبدالها بالغاز الطبيعي المتوفر من مصادر محلية. وتشير بعض الدراسات الأولية أن بمقدور السلطة الفلسطينية العمل توفير ما يقارب 560 مليون دولار أمريكي سنوياً من المصاريف الفلسطينية على قطاع الطاقة نتيجة لهذا الاستبدال.
- من المتوقع أن يدر استخراج الغاز من سواحل قطاع غزة للسلطة ما يقارب 2.5 مليار دولار (50% من الأرباح) طيلة فترة عمر المشروع.
- خلق فرص استثمارية ضخمة في قطاع الطاقة عن طريق إفساح المجال أمام منتجي

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الطاقة من القطاع الخاص للمشاركة في بناء الشبكة الفلسطينية لتوليد الطاقة.

- استقلالية قطاع الطاقة وفصل تبعيته للجانب الإسرائيلي، إضافة إلى الاعتماد على مصادر أكثر وثوقية للطاقة في السوق الفلسطيني.

ثانياً: الطاقة المتجددة – الطاقة الشمسية

لعل وقوع قطاع غزة ضمن ما يسمى بالحزام الشمسي – وهو الحزام الذي يقع بين خطي عرض 40 درجة شمال خط الاستواء و40 درجة جنوبه – يمثل إضافة حقيقية لأحد أهم مصادر الطاقة المتجددة – الطاقة الشمسية. وقد برزت الأهمية الفريدة لهذا المكان كغيره من البلاد التي تقع ضمن هذا الحزام لتكون من أفضل المناطق على سطح الكرة الأرضية لاستغلال الطاقة الشمسية. ولعل وصول معدل الأيام المشمسة في هذا الحزام إلى ما يقارب من 300 يوم في السنة (82% من أيام السنة) إضافة إلى الفرق القليل بين طول ساعات النهار والليل – بما لا يتجاوز 4 ساعات تقريباً – يسمح باستخدام أشعة الشمس في إنتاج الطاقة بشكل أفضل مما هو متوفر في المناطق التي تقع خارج نطاق هذا الحزام. جدير بالذكر أن بعض الإحصائيات سجلت بأن متوسط المعدل السنوي لطاقة الإشعاع الشمسي الساقطة على المتر المربع الواحد تصل في كافة أنحاء فلسطين إلى حوالي 5.4 كيلوواط. ساعة/يوم. ووفق هذه التقديرات، فإن طاقة الإشعاع التي تتلقاها فلسطين على مدار السنة تسمح بالحصول على الطاقة الكهربائية بشكل ناجع بطريقة مباشرة من خلال الألواح الشمسية أو بطريقة غير مباشرة عن طريق التوربينات (مصطفى، 2016م).

(5.2) أزمة الطاقة في قطاع غزة

يعاني الشعب الفلسطيني في قطاع غزة في العقدين الأخيرين من تنامي مشكلة انقطاع التيار الكهربائي لفترات طويلة خلال اليوم الواحد حتى أنها تصل في بعض الأحيان طبقاً لآخر الإحصائيات لحوالي (16 – 20) ساعة يومياً. ولعل هذه المشكلة تفاقمت وظهرت إلى السطح بشكل جلي إبان عام 2006م عندما أقدمت السلطات الإسرائيلية على استهداف محطة توليد الكهرباء الوحيدة في قطاع غزة الأمر الذي أدى لإحداث إرباك كبير في عمليات إمداد الطاقة الكهربائية إلى سكان القطاع.

أضف لذلك، فإن العام 2007م شهد أحداث الانقسام البغيض بين شطري الوطن. وقد كان أحد تبعات هذا الحدث الجلل هو تهاوي عمليات التطوير والصيانة الدورية المطلوبة لشبكة الكهرباء المهترئة أصلاً. وقد ازداد الأمر صعوبة ومأساوية بمجموعة الحروب التي طرأت على

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

القطاع في الفترة بين عامي 2008م– 2014م وما نتج عنها من عمليات تدمير واسعة ومنهجية لشبكة نقل الكهرباء في القطاع.

ولعل هذه المشكلة قد ألقت بظلالها على كافة قطاعات الحياة المتنوعة في المجتمع الفلسطيني كالصحة، الاقتصاد، التعليم وغيرها في قطاع غزة، وعليه فقد أغلقت معظم المصانع أبوابها وتم تسريح مجموعات كبيرة من الأيدي العاملة والمهرة في مختلف المجالات الصناعية الأمر الذي بات يمثل عبئاً ثقيلاً على المكون الفلسطيني وخاصة القطاع الاقتصادي والصناعي.

كل هذه الأمور تفاقمت وازدادت حدتها على المجتمع الفلسطيني جراء إجراءات الحصار الظالمة التي تشارك فيها الاحتلال الإسرائيلي والسلطات المصرية التي تصر حتى الآن على إغلاق كافة المعابر والمنافذ التي يمكن أن تخفف من وطأة الحصار ومنها تحديداً عمليات إمداد القطاع بالطاقة الكهربائية أو حتى الوقود اللازم لتشغيل محطة كهرباء غزة.

وحتى تتضح الأمور ويتم وضع المشكلة في نصابها الصحيح فلا أدل على ذلك من سرد مجموعة من الحقائق على الأرض والتي تعزز من تشخيص الأزمة وتضع المهتمين ولو بالقدر اليسير على مفاصلها والأطراف المشاركة فيها وصولاً إلى اقتراح مجموعة من الحلول والرؤى التي يتمنى الشعب الفلسطيني في غزة أن تثمر عن انفراجة حقيقية وحل جذري لهذه الأزمة والتي أقل ما يقال عنها أنها عايشت بل وولدت مع جيل أصبح يلامس في عمره العقد الثاني ولم يرى يوماً بصيصاً لأمل في حل هذه الأزمة.

وبحسب (مركز الميزان لحقوق الإنسان، 2016م) يوجد ثلاث جهات رئيسية تعمل على تزويد قطاع غزة بالطاقة الكهربائية وهي كالتالي:

أولاً: الجانب الإسرائيلي الذي يعمل عادة على تزويد الطاقة الكهربائية من عشر خطوط رئيسية بقدرة 12 ميجاواط لكل خط أي ما يعادل 120 ميجاواط.

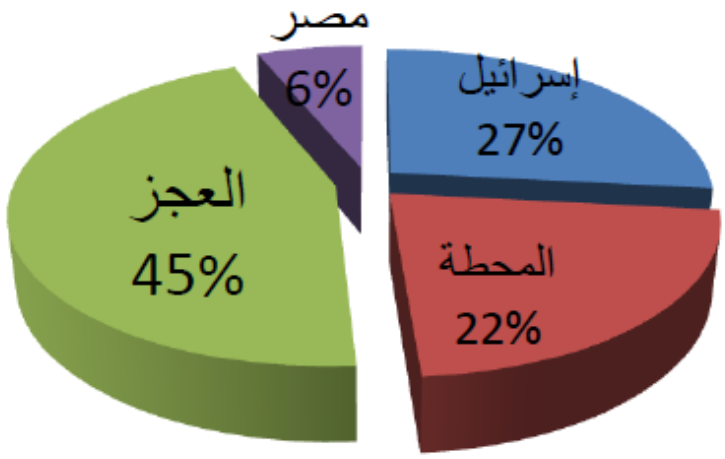
ثانياً: يعمل الجانب المصري وإثر تفاهمات قديمة مع السلطة الفلسطينية على تزويد قطاع غزة بما يعادل كميته 28 ميجاواط من محطة العريش لتوليد الكهرباء.

ثالثاً: محطة غزة لتوليد الكهرباء والتي تعتبر المحطة الوحيدة في قطاع غزة. وقد كانت هذه المحطة تعمل بكافة قدرتها الكهربائية والتي تقدر بحوالي 140 ميجاواط موزعة على أربع توربينات رئيسية. جدير بالذكر أن الجانب الإسرائيلي استهدف محطة توليد الكهرباء في غزة في تموز من العام 2006م، وأصبحت محطة الكهرباء لا تنتج سوى 50% من قدرتها الأصلية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بحد أقصى أي ما يقارب من 65 ميجاواط على أفضل تقدير وذلك حال توافر كميات الوقود الصناعي اللازمة لتشغيلها.

وعلى جانب آخر، تعمل الخطوط المصرية المذكورة على تزويد المنطقة الجنوبية من قطاع غزة بالطاقة الكهربائية اللازمة وبالتحديد محافظة رفح. وعلى الرغم من محدودية هذه الخطوط القادمة من طرف الشقيقة مصر إلا أن هذه الخطوط تعاني من قطع شبه دائم من طرف الجانب المصري بحجة الأعطال وعمليات الصيانة التي لا تكاد تنتهي إلا تبدأ دورة جديدة منها. شكل (2. 8) يوضح نسب مساهمة كل من الجانب المصري ومحطة توليد كهرباء غزة والاحتلال الإسرائيلي في توليد الطاقة الكهربائية مضافاً إليها نسبة العجز في إمدادات الطاقة. كل هذا يكون شريطة أن يلتزم الجانبين الإسرائيلي والمصري بتزويد القطاع بالقدرة الكهربائية المتفق عليها وإدخال كميات الوقود اللازمة لتشغيل محطة التوليد.



شكل (2. 8) نسب مساهمة الأطراف المولدة للطاقة في قطاع غزة مضافاً إليها نسبة العجز

المصدر: سلطة الطاقة والموارد الطبيعية، 2014م، تقرير شامل حول أزمة الكهرباء في غزة

ومن جهة أخرى، فقد أورد تقرير الأمم المتحدة الصادر في عام (2017م) بعنوان "Humanitarian Impact of the Gaza Electricity Crisis" بأن العام 2016م سجل ما تم الحصول عليه بحوالي 150 ميجاواط من الطاقة الكهربائية بمعدل 120 ميجاواط من الجانب الإسرائيلي و30 ميجاواط من الجانب المصري على اعتبار أن محطة توليد كهرباء غزة لم تعمل أغلب فترات العام. لذا، فإن كل الكميات الكهربائية المتاحة لا تكاد تسد حاجات القطاع الأساسية بنسبة 34% الأمر الذي أجبر شركة توزيع الكهرباء في قطاع غزة على استحداث جداول توزيع للحصص الكهربائية المتاحة لتغطية كافة مناطق القطاع.

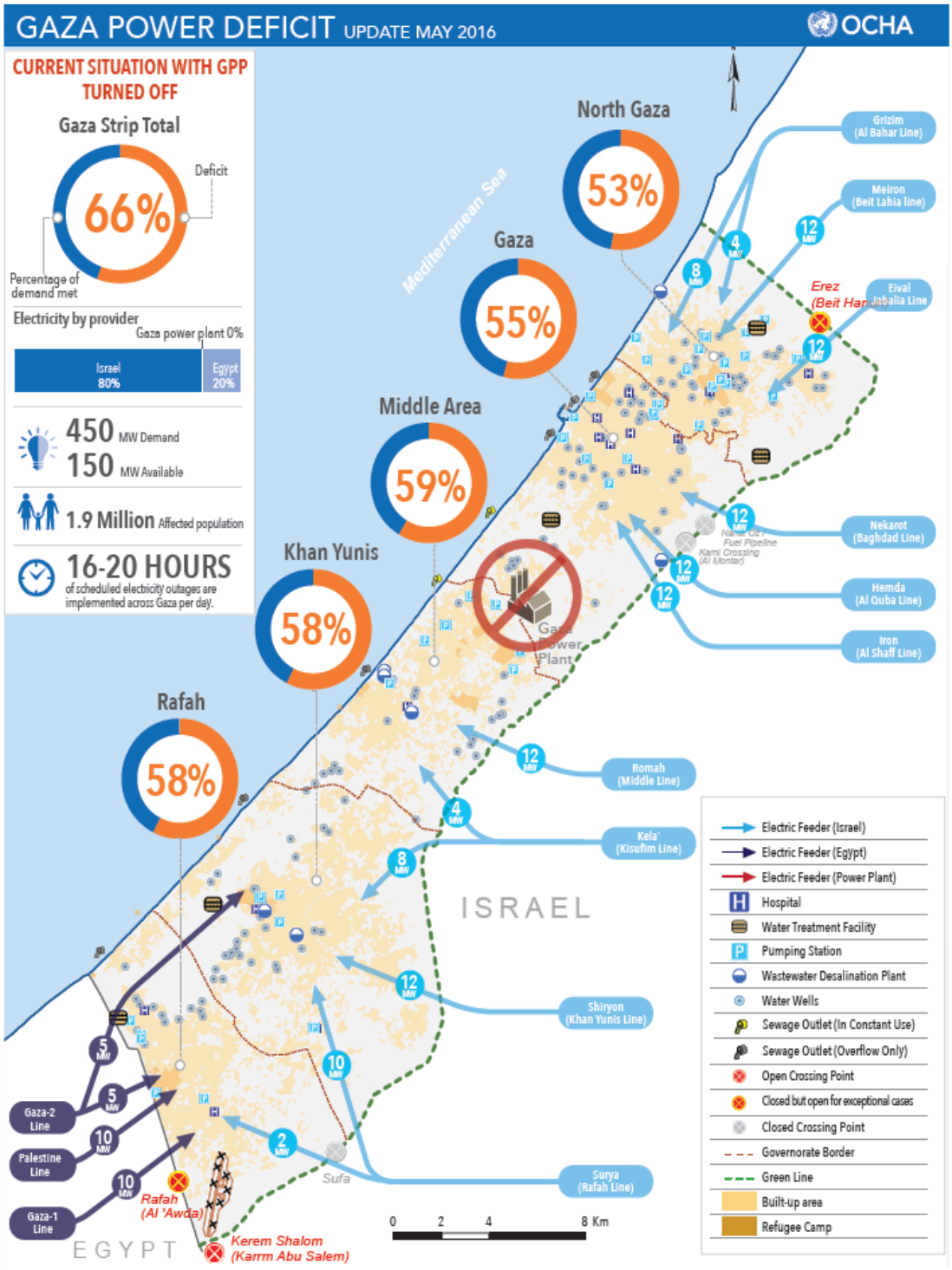
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يبين شكل (9.2) خريطة قطاع غزة الكهربائية موضح عليها جميع خطوط إمدادات الطاقة الكهربائية من كافة الأطراف سواء كان الجانب المصري، الاحتلال الإسرائيلي أو حتى محطة توليد كهرباء غزة. كما ويتضح من خلال الشكل نسبة وكمية الاحتياج الفعلي للطاقة الكهربائية في مقابل كمية ما هو متاح على أرض الواقع.

حري بالذكر بأن شهر إبريل من العام 2017م قد شهد عمليات تقليص كميات الطاقة الكهربائية الموردة من الجانب الإسرائيلي حيث وصلت نسبة ما يتم توريده من الطاقة الكهربائية إلى حوالي 70 ميجاواط من أصل 120 ميجاواط. وعلى صعيد متصل، فإن الجانب المصري يقوم بين الحين والآخر بفصل إمداداته من الطاقة الكهربائية عن قطاع غزة لتصل في بعض الأوقات إلى صفر ميجاواط من أصل 30 ميجاواط. تجدر الإشارة إلى أن محطة توليد كهرباء غزة لا تكاد تعمل بنصف طاقتها الإنتاجية والمقدرة بحوالي 70 ميجاواط حتى تتضاءل إلى النصف بحوالي 35 ميجاواط وذلك بفعل نقص إمدادات الوقود الصناعي اللازم لتشغيلها إلى أن وصلت الأمور في بعض الأوقات إلى إيقافها بشكل كامل عن إنتاج أي من كميات الطاقة الكهربائية في حال منع إمدادات الوقود الصناعي اللازم لتشغيلها سواءً من الجانب الإسرائيلي أو حتى المصري.

ولعل من أهم النتائج الكارثية التي ترتبت على عمليات تقليص إمدادات الطاقة الكهربائية وكميات الوقود اللازمة لتشغيل محطة توليد الكهرباء تمثلت في تقليل فترات توصيل التيار الكهربائي إلى كافة مرافق الحياة في قطاع غزة بشكل كبير جداً. وقد وصل الأمر ذروته بتزويد المستفيدين بما أقصاه أربع ساعات وصل للتيار الكهربائي مقابل اثنتي عشرة ساعة قطع بحسب الشواهد على أرض الواقع.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (2. 9) خريطة كهرباء قطاع غزة للعام 2016م – المتاح والعجز

Source: United Nations, 2017, Humanitarian Impact of the Gaza Electricity Crisis

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(6.2) بعض الآثار المترتبة على أزمة انقطاع التيار الكهربائي

تعود أزمة انقطاع التيار الكهربائي إلى ما يقارب من الأحد عشر عاماً دون وجود بصيص أمل في إيجاد حل يخفف من وطأة هذه المشكلة وآثارها المدمرة سواء على الجانب الاجتماعي وحتى الاقتصادي. وقد بدأ الجمهور في التأقلم للأسف مع هذه المعضلة من خلال استحداث مجموعة من البدائل البسيطة مثل مولدات الديزل، العواكس الكهربائية والبطاريات والشموع ما أدى للأسف إلى العديد من الحوادث المميتة بين أفراد العائلات الغزية. ولعل ما يثبت ذلك التقرير الصادر من الأمم المتحدة في تاريخ 17 مايو (2010م) بعنوان" Gaza's electricity crises: The Impact on Electricity cuts on the Humanitarians situation " والذي رصد مجموعة من حوادث الحريق والدمار الناتجة من استخدام المصادر البديلة للطاقة الكهربائية وبخاصة مولدات الديزل والشموع. فقد أوضح التقرير استناداً إلى إحصائيات وزارة الصحة الفلسطينية في قطاع غزة أن ما يقارب من 37 شخصاً كانوا قد أصيبوا بدرجات مختلفة من الحروق إضافة إلى ما يقارب 27 حالة وفاة صاحبت هذه الحوادث.

ولعل ما تم ذكره من أرقام تقريبية يعتبر نوعاً من الرفاهية لدى الجمهور الفلسطيني في غزة مقارنة بما وصل إليه الحال منذ إبريل في العام الحالي بحيث لا تكاد تصل إمدادات الطاقة الكهربائية إلى ثلاث ساعات بحد أقصى خلال الفترة الحالية. ولعل أهم الأسباب التي تقف خلف هذه الكارثة هي الحصار الإسرائيلي المستمر على قطاع غزة والذي زادت حدته منذ بداية العام الحالي من خلال مجموعة الإجراءات العقابية التي طالت كافة مناحي الحياة ومنها منع كميات الوقود اللازمة للدخول لقطاع غزة لتشغيل محطة الكهرباء الوحيدة في القطاع إضافة إلى تقليص كميات الطاقة الموردة على الخطوط الإسرائيلية وذلك بحجة عدم مقدرة السلطة الفلسطينية على دفع فاتورتي الوقود الصناعي اللازم للمحطة والطاقة الكهربائية الموردة عبر الخطوط العشرة.

أضف لذلك فإن أحد أهم المعوقات التي تحول دون إمداد محطة التوليد بالوقود اللازم لتشغيلها هي فرض السلطة الفلسطينية الضرائب على كميات الوقود الموردة إلى غزة من خلال ما يعرف بضريبة البلو [1] والتي حال إقرارها تعمل على رفع معدلات أسعار الطاقة الكهربائية في قطاع غزة إلى مستويات جنونية لا يقوى المواطن الغزي على الإيفاء بها. وعليه فقد تم

([1]) ضريبة البلو: هي ضريبة مفروضة على المحروقات في كل من إسرائيل والأراضي الفلسطينية ويبلغ متوسط قيمتها قرابة(3) شيكل على كل لتر من الوقود وبنسبة أقل (2.7) شيكل على الوقود اللازم لتوليد الطاقة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

رفض فرض هذا النوع من الضرائب الأمر الذي دفع للتواصل مع بعض الجهات المانحة لشحنات من الوقود وقد تقدمت كل من دولتي قطر وتركيا بتزويد القطاع بتوفير منح لتوفير كميات من الوقود أكثر من مرة في محاولات عاجلة منهم لسد الاحتياجات الأساسية للقطاع من الطاقة الكهربائية.

للأسف لم تدم تداخلات الأصدقاء والمانحين طويلاً وبدأت الأزمة في التفاهم والتعقيد وصولاً إلى الحالة المأساوية الحالية بكل ما تحمل الكلمة من معنى حيث شلت أركان الحياة في قطاع غزة من مرافق صحية وإمدادات مياه وصرف صحي ومواصلات إلى أن بدت ملامح المستقبل سوداوية في نظر أبناء القطاع وبخاصة فئة الشباب التي تعاني من ويلات الحصار وتبعاته ومنها البطالة وضيق العيش وقلة إمدادات الكهرباء والوقود وصعوبة التنقل والسفر ما ينذر بكارثة بيئية اجتماعية اقتصادية بسبب الوضع القائم.

الجزء التالي يوضح بشيء من التفصيل تأثير الانقطاع المستمر للتيار الكهربائي على العديد من القطاعات الاقتصادية كالقطاع التجاري والصناعي والزراعي بالإضافة إلى قطاع الخدمات.

تأثر القطاع التجاري بقلة الحركة التجارية وضعف القوة الشرائية لدى المواطنين نتيجة لارتفاع كافة أسعار السلع والمستلزمات وذلك بسبب الأعباء المالية الإضافية التي تفرض من قبل أصحاب المحال التجارية على المواطنين جراء شراء بدائل الوقود كالسولار والبنزين إضافة إلى عمليات الصيانة الدورية للمولدات الكهربائية (حلس، 2014م).

أما على صعيد القطاع الصناعي، فقد أوردت جريدة الغد الأردنية في عددها الصادر بتاريخ 14 يناير (2017م) في إحدى مقالاتها بعنوان "موجة غضب في قطاع غزة رداً على انقطاع التيار الكهربائي" على لسان الخبير الاقتصادي ماهر الطباع إلى أن العديد من الورش والمصانع والمنشآت الاقتصادية قد توقفت كلياً عن العمل في ظل تفاقم أزمة الانقطاع المستمر للتيار الكهربائي الأمر الذي أدى إلى انضمام الكثير من العاملين في هذه المنشآت إلى صفوف العاطلين عن العمل.

ولم يكن القطاع الزراعي بمنأى عن هذه التأثيرات السلبية، حيث أدى انقطاع التيار الكهربائي إلى توقف المئات من مضخات آبار المياه عن العمل ما أدى إلى عدم توفر المياه اللازمة لري المزروعات المختلفة وتعرض العديد من المحاصيل الزراعية للتلف (أبو قمر، 2015م).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يضاف إلى ذلك مجموعة من التأثيرات التي صاحبت أزمة انقطاع التيار الكهربائي على القطاعات الخدمية وخاصة في المجال الصحي. وعلى الرغم من لجوء العديد من المنشآت الصحية لاستخدام مولدات كهرباء خاصة بها، إلا أنها تجد دوماً صعوبة في توفير كميات السولار الصناعي اللازمة لتشغيل هذه المولدات مما يشكل عائقاً أمام استخدامها ويسهم في استمرار التأثيرات المصاحبة لأزمة الكهرباء في غزة. وفي سياق متصل، فقد طالت هذه التأثيرات المسيرة التعليمية من خلال تأثيرها على عمل المعدات والتجهيزات وأجهزة الحاسوب التي تعتمد بشكل أساسي على الكهرباء مما أثر سلباً على البيئة المدرسية، مرورا بالمخاطر النفسية والاجتماعية والتأثيرات السلبية التي انعكست على قدرة الطلبة على متابعة دروسهم في ظل الانقطاع المستمر للتيار الكهربائي (حلس، 2014م).

وعلى جانب آخر وعلى الصعيد الحكومي، فمع اشتداد أزمة انقطاع التيار الكهربائي في قطاع غزة برزت مشكلة ديون شركة توزيع الكهرباء على المواطنين والتي تبلغ حسب تقديرات الشركة بنحو 800 مليون دولار أمريكي. ويعلل المواطنون عدم التزامهم بالدفع بأن فاتورة الكهرباء كانت تسدد من قبل الاتحاد الأوروبي للجانب الإسرائيلي علاوة على أن عدداً كبيراً من المواطنين تراكمت عليهم الديون عليه جراء توقفهم عن العمل عندما منع الجانب الإسرائيلي عمال غزة من العمل لديه (دوحان وموسى، 2012م).

(7.2) بعض البدائل المطروحة

أوضحت سلطة الطاقة والموارد الطبيعية في تقريرها (2014م) الخاص بأزمة الكهرباء في قطاع غزة مجموعة من الحلول الناجعة في محاولة لإحداث حراك جدي وطرح مبادرات تصب في اتجاه التخفيف من أزمة الطاقة الكهربائية في القطاع وهي على المديات القريبة، المتوسطة والبعيدة كالتالي:

أولاً: المدى القريب

- إعفاء الوقود المورد لمحطة توليد كهرباء غزة من الضرائب المفروضة مما يسهم في تشغيل محطة الكهرباء لساعات أكثر وبقدرات أعلى.
- إعادة تأهيل شبكات التوزيع المتهالكة والممتدة على طول وعرض القطاع إثر الحروب المتتالية وتطويرها بما يساعد على استيعاب النمو المطرد في الأحمال والذي يظهر بصورة جلية في فصلي الشتاء والصيف.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ثانياً: المدى المتوسط

- تخصيص جزء من الأموال المخصصة لمشاريع إعادة الإعمار لتطوير قطاع التوليد والنقل والذي تم إهماله خلال السنوات الماضية.
- تنفيذ مشروع الربط لخط 161 مع الجانب الإسرائيلي مما يوفر كمية إضافية من الطاقة الكهربائية تقدر ب 100 ميجاواط كفيلة بسد جزء لا بأس به من العجز في إمدادات الكهرباء
- التوجه لمشاريع الطاقة المتجددة – تحديداً الطاقة الشمسية – والتي تساعد في إنتاج الطاقة من خلال توفير بعض المنح التمويلية لها.

ثالثاً: المدى البعيد (الاستراتيجي)

- تطبيق مشروع الربط الثماني العربي – وهو مشروع ربط شبكات الكهرباء في مصر، العراق، الأردن، لبنان، ليبيا، فلسطين، سورية وتركيا – لتزويد قطاع غزة بحوالي 600 ميجاواط مع الجانب المصري.
- مشروع تزويد محطة توليد كهرباء غزة بالغاز حتى تعمل بكفاءة أكبر وتكاليف أقل.

(8.2) الملخص

تطرق الفصل الثاني إلى العديد من الموضوعات المتعلقة بتعريف الطاقة وأنواعها وأشكالها إضافة إلى أهم مصادرها سواء كانت النظيفة المتجددة أم التقليدية الغير متجددة. وقد تبين من خلال استعراض هذا الفصل النقاط التالية:

1- تنامي الاهتمام العالمي باستغلال الطاقة المتجددة بأنواعها، لما تمثله هذه المصادر من أهمية كبيرة في دفع عجلة التنمية وتحقيقاً لمبدأ الاستدامة والأمن الطاقوي.
2- لا زالت مصادر الطاقة التقليدية من الفحم، البترول، والغاز الطبيعي تمثل المصدر الأساسي والرئيس لتوليد الطاقة الكهربائية على مستوى العالم على الرغم مما يمثله استخدامها من خطورة حقيقية تهدد حياة البشر.
3- لا يمكن تصنيف أزمة الطاقة في قطاع غزة على أنها أزمة فنية بشكل كامل بل هي معضلة سياسية تتلاعب فيها جميع الخصوم والأطراف.
4- جميع الحلول المطروحة في سبيل إيجاد انفراجة على صعيد أزمة الكهرباء في قطاع غزة لا تتعدى كونها مسكنات وحلول ترقيعية لأزمة متفاقمة يمكن أن تصل لمرحلة الكارثة إذا ما تم التعامل معها بمهنية وحرفية كاملة بعيداً عن التدخلات السياسية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثالث

الأنظمة الشمسية في فلسطين: أنواعها وتطبيقاتها

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1.3) المقدمة

يقدم هذا الفصل وصفاً تفصيلياً لقطاع الطاقة الكهربائية في فلسطين مبيناً أهم القطاعات وأكثرها استهلاكاً للطاقة الكهربائية وهو القطاع المنزلي والخدمي. كما سيتطرق هذا الفصل إلى الجهود المبذولة رسمياً لتعزيز نشر ثقافة استخدام الطاقة المتجددة في فلسطين.

الجزء الثاني من هذا الفصل سيتناول بشيء من التفصيل أهم مكونات الأنظمة الشمسية ثم بعد ذلك سيتم التطرق إلى أنواع الأنظمة الكهربائية الشمسية الأكثر شيوعاً في فلسطين والعالم موضحة أهم مميزات كل نوع منها إضافة إلى العيوب التي تواجهها. في ذات السياق سيتخلل عملية سرد الأنواع المختلفة للأنظمة الكهروضوئية شرحاً موضحاً لآلية عمل كل نظام منها وما هي المحددات الفنية اللازمة لكل نظام وصولاً إلى توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الأشعة الشمسية.

(2.3) خصائص قطاع الطاقة في فلسطين

أصدر معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطيني [ماس] عام (2015م) تقريراً يظهر بيانات مسح الطاقة المنزلي والذي أعده الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني في العام 2013م وتبين أن منها ما هو إيجابي وتشجيعي ويفتح الأفق أمام استغلال الطاقة المتجددة بشكل كبير. على النقيض من ذلك، فقد كانت هناك بعض المؤشرات السلبية على واقع الاقتصاد الفلسطيني والاستهلاك حيث ارتفاع سعر وحدة الطاقة الكهربائية (كيلوواط. ساعة) على المستهلك بشكل عام. ويمكن عرض بعض أبرز محددات ومعالم هذا القطاع كالتالي:

- تمثل الطاقة الكهربائية المستخدمة سواء للاستهلاك المنزلي أو الخدمي ما يقارب حوالي 75% من إجمالي من الطاقة الكهربائية المستخدمة في فلسطين. على جانب آخر، تستهلك باقي الأنشطة الاقتصادية والإنتاجية الأخرى النسبة المتبقية.
- يقدر معدل النمو السنوي في استهلاك الطاقة الكهربائية حوالي 6%. ووفقاً لذلك، فإنه يتوقع أن يبلغ متوسط الاستهلاك السنوي بحلول عام 2020م إلى حوالي 8400 جيجاواط ساعة تقريباً.
- يقدر نسبة مستخدمي الطاقة الكهربائية لتسخين المياه بحوالي 32% من مجموع الأسر الفلسطينية.
- تقدر نسبة الفاقد في الطاقة الكهربائية نحو 26%من إجمالي الطاقة المستوردة وينجم هذا الفاقد بسبب تردي حالة شبكات التوزيع إضافة لوجود حالات سرقة للتيار الكهربائي من

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بعض المشتركين إضاقة إلى عدم نجاعة وكفاءة نظام الجباية المطبق.

- يبلغ معدل استهلاك الفرد من الطاقة الكهربائية (بعد خصم نسبة الفاقد) حوالي 830 كيلوواط ساعة سنوياً. يعتبر هذا المتوسط متواضع جداً بالمقارنة مع دول محيطة كالأردن ومصر حيث بلغت نسبة استهلاك الفرد في الأردن ما يقارب 2093 كيلوواط ساعة بينما بلغ حوالي 1549 كيلوواط ساعة في مصر.
- تنامي أسعار الكهرباء في فلسطين لعدة أسباب منها ارتفاع نسبة الفاقد لتدهور حالة الشبكة العامة للكهرباء إضافة إلى ارتفاع تكلفة الإنتاج المحلي للطاقة وارتفاع تكلفة الكهرباء المستوردة من إسرائيل.
- محدودية استغلال مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة الكهربائية.

وفي ظل الواقع الحالي لقطاع الكهرباء في فلسطين، ونظراً لحجم وتأثير المعيقات التي تعترض تطور هذا القطاع الحيوي وما يتبعه من نتائج عكسية في مختلف المجالات وعلى كافة الصعد المجتمعية، فإن هناك جهود ومبادرات واعدة – وإن كانت لا ترقى لحجم التحديات –تقدم من عديد الأطراف ذوي العلاقة من أجل تنظيم هذا القطاع وتحسين أداء وإنتاجية الجهات العاملة فيه. ولعل أكثر المبادرات والخطط المستقبلية إشراقاً في ذات الصدد هي تلك المتعلقة باستخدام الطاقة المتجددة.

ففي ظل التمدد السكاني الكبير فقد تزايد الاعتماد على المصادر الخارجية للتزود بالطاقة الكهربائية – والتي تتمركز بشكل أساسي لدى جهة واحدة هي الاحتلال الإسرائيلي على الرغم من ارتفاع تكلفتها والأضرار البيئية المصاحبة لاستخدام الطاقة التقليدية في توليد الكهرباء. طبقاً لذلك فقد كان لزاماً البحث عن خيارات بديلة تحقق مبدأ الأمن الطاقوي– سد الاحتياجات وتوفيرها من مصادر طاقة متنوعة تضمن توفر الطاقة بشكل كاف ومستدام ويراعي عوامل التكلفة والبعد البيئي إضافة إلى كل من الأبعاد الاستراتيجية والاقتصادية.

فعلى الصعيد الرسمي، أقرت السلطة الفلسطينية استراتيجيتين وطنيتين لقطاع الطاقة في العام 2011م وقد اشتملتا على مجموعة من الأهداف المحددة لتعزيز الاستثمار في الطاقة المتجددة وضرورة نشر استخداماتها في الأراضي الفلسطينية في محاولة جادة لتغطية ما يقارب نصف الاحتياجات الفلسطينية من الطاقة الكهربائية بحلول عام 2020م. وفي ذات السياق، فقد قرر مجلس الوزراء الفلسطيني في الآونة الأخيرة المبادرة الفلسطينية للطاقة الشمسية (Palestine Solar Initiative) والتي تهدف للوصول إلى توليد قدرة كهربائية من الطاقة الشمسية حوالي 5 ميجاواط حتى عام 2015م من خلال تزويد أسطح 1000 منزل بخلايا

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شمسية لتوليد الكهرباء (ماس، 2014م).

وتعتقد الباحثة بتخطي القدرة الكهربائية للطاقة الشمسية حتى 2017م حاجز 5 ميجاواط خصوصاً مع تنامي أزمة الطاقة الكهربائية في قطاع غزة في الفترة الأخيرة، الأمر الذي أدى لتولد مجموعة من المبادرات – منها الفردية والمؤسسية – في محاولة جادة لمواجهة هذه الأزمة وتداعياتها.

وباستثناء هذه المبادرات الغير موجهة للهدف المطلوب، إلا أن ما تحقق من إنجازات في ذات الإطار لم يرق للمستوى المطلوب ولم يسجل أي اختراق على مستوى تعزيز استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء.

ومن جانب آخر فإن هذه الجهود تصطدم بمجموعة من المعيقات التي تحد من إمكانية التوسع في استخدام الطاقة البديلة، منها عدم وجود قانون خاص ينظم العمل بالطاقة البديلة، إضافة إلى ندرة الخبرات الفنية والموارد البشرية المطلوبة لتطوير هذا المجال. أضف لذلك تعتبر ارتفاع تكلفة الاستثمار ومحدودية الأراضي المتاحة لإنشاء مشاريع الطاقة البديلة التي تتطلب مساحات واسعة.

وعلى الرغم من كل ما سبق، فإن أحد أهم التساؤلات التي يمكن أن تطرح عن ماهية المكتسبات المرجوة جراء تعزيز العمل والخبرات في مجال الطاقة الشمسية في فلسطين – وخصوصاً قطاع غزة – أو ما بات يعرف بتوطين سلسلة قيمة الطاقة تقنيات الطاقة الشمسية. النقاط التالية توضح أهم الفوائد التي يمكن تحقيقها وهي:

- تطوير مجموعة من الفرص البحثية الأكاديمية والتقنية مما يساعد على الحصول على مجموعة من المنح المالية في ذات المجال. وينشأ عن هذا الأمر مجموعة من الشراكات والاتفاقيات الخارجية مع المؤسسات البحثية والأكاديمية وأصحاب العلاقة الأمر الذي يمكن من استجلاب العديد من الخبرات الدولية للعمل على تدريب الكوادر المحلية وتطوير قدراتها ومعارفها.
- استحداث مجموعة من التخصصات ذات العلاقة في المؤسسات الأكاديمية وبكافة مستوياتها ما يؤثر إيجاباً من خلال فتح أفق عمل جديدة للطواقم العاملة في هذه المؤسسات.
- إيجاد فرص عمل جديدة للشباب الخريجين في العديد من المجالات الهندسية والتقنية وذلك من خلال إكسابهم مجموعة من الخبرات المتعلقة بعمليات تصميم، تركيب وصيانة الأنظمة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشمسية الأمر الذي يمكن أن يسهم في فتح مجالات استثمارية صغيرة وناشئة.

- دعم الاقتصاد المحلي من خلال تدوير رؤوس الأموال واستثمارها داخل الوطن وعدم إهدارها في مجموعة من البدائل الضارة والغير مستدامة. يأتي ذلك من خلال العمل على توفير فاتورة استيراد السولار الخاص بمحطة توليد الكهرباء إضافة إلى تقليل فاتورة استيراد الكهرباء من جانب الاحتلال الإسرائيلي.

(3.3) تطور استخدام الطاقة المتجددة في فلسطين

تقع فلسطين جغرافياً ضمن نطاق المنطقة الغنية بالإشعاعات الشمسية، حيث تقع على بعد 30 درجة شمالي خط الاستواء ما يعني أن الطاقة الشمسية التي تقع على كل متر مربع تقدر بحوالي ثلاثة ألاف كيلو واط ساعة. أضف لذلك فإن فلسطين تتمتع بحوالي 300 يوم مشمس في السنة (سلامة، 2011م).

وتشير دراسة (Abu-Hafeetha, 2009) إلى أن المعدل السنوي للطاقة الشمسية يصل إلى 5.46 كيلوواط ساعة لكل متر مربع لكل يوم، وهي نسبة مرتفعة مقارنة مع بعض الدول الأخرى ما يدلل بوجود بيئة جيدة لاستغلال الطاقة المتجددة. وعليه فإن هذا الأمر أوجد وبشكل جدي فرصاً واعدة ومتاحة لإمكانية الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية من خلال توليد الطاقة الكهربائية بواسطة تكنولوجيا الخلايا الشمسية.

بالإشارة إلى ما تقدم، فقد تواصلت الجهود الفلسطينية – الفردية والمؤسسية –نحو التوجه لاستخدام الطاقة المتجددة في محاولة لمجاراة هذا التطور التكنولوجي. ولذلك فقد بذلت بعض المعاهد البحثية والهيئات الفلسطينية مثل المركز الفلسطيني لأبحاث الطاقة والبيئة في سلطة الطاقة، مركز أبحاث الطاقة في جامعة النجاح، المركز الفلسطيني للطاقة المتجددة في الكلية الجامعية للعلوم التطبيقية بغزة والجمعية الفلسطينية للطاقة الشمسية والمستدامة جهوداً متفرقة فقامت بمشاريع تجريبية صغيرة لاستخدامات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء. أضف لذلك فقد ساهمت المنظمات الغير حكومية بتمويل دولي في تنفيذ مجموعة من المشاريع الواعدة تمثلت في تغذية عيادات خارجية ومدارس وأجزاء من مستشفيات – كما حدث في مستشفى الشفاء بغزة، مستشفى ناصر في خانيونس، مستشفى أصدقاء المريض بغزة ومستشفى الرنتيسي بغزة.

رسمياً وضمن إحدى الجهود السابقة، فقد أقرت سلطة الطاقة الفلسطينية استراتيجية وطنية لقطاع الطاقة بين عامي (2011م-2013م) لتنظيم موضوع الطاقة البديلة وتعزيز نشر

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

استخداماتها في المناطق الفلسطينية. وتنص هذه الاستراتيجية على زيادة الإنتاج المحلي للطاقة الكهربائية بحيث يغطي ما يعادل 20 % من الاستهلاك الفلسطيني بحلول العام 2020م على أن تغطى النسبة الباقية من خلال مشروع الربط الثماني مع الدول المجاورة. من جهة أخرى، وعلى الصعيد التطبيقي وتعزيزاً لنشر استخدامات الطاقة الشمسية في فلسطين فقد وقعت السلطة الفلسطينية اتفاقاً مبدئياً مع الحكومة اليابانية لتنفيذ مشروع لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الشمسية بقدرة 300 –500 كيلوواط لتغطية احتياجات المنطقة الزراعية والصناعية في أريحا (ماس،2015م).

جدول (1.3) يوضح من خلال بعض الدراسات التابعة لكل من منتدى أبحاث الاستراتيجيات الأردني، سلطة الطاقة الفلسطينية، مركز بحوث الطاقة بجامعة النجاح – مدى اعتماد فلسطين ودول الجوار على المصادر المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية.

جدول (3. 1): نسبة اعتماد فلسطين ودول الجوار على الطاقة المتجددة حتى عام 2015م

الدولة	نسبة الاعتماد على الطاقة المتجددة
فلسطين	%0.02
الأردن	%2
مصر	%3
الاحتلال الإسرائيلي	%5

المصدر: معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطيني، 2015م، تشجيع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة هل تخطى حاجز الشعارات؟

ومن خلال الموقع الجغرافي المتميز الذي حبا الله به فلسطين وما تتمتع به من وفرات في الطاقة النظيفة، المتجددة والمجانية، إضافة لمجموعة الاستراتيجيات والمبادرات النوعية – الفردية منها والمؤسسية – التي تحفز نشر استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية على نطاق منزلي ومؤسسي، يتبين أهمية ووجوب التركيز على الاستثمار في ذات المجال لما ينبني عليه من تبعات مستقبلية وآثار إيجابية سواء على الصعيد الحكومي حيث تقليل التبعية للاحتلال الإسرائيلي في مجال استيراد الطاقة الكهربائية أو حتى على الصعيد المنزلي والمؤسساتي حيث تخفيض النفقات وتقليل الاعتماد على البدائل الخطرة وعالية التكلفة – كمولدات الديزل والجازولين، والحد من انبعاث الغازات السامة الناتجة عن استخدام المصادر التقليدية للطاقة.

الجزء التالي يوضح أهم مكونات النظم الشمسية الكهربائية المستخدمة في فلسطين

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

إضافة إلى أنواعها وآليات عملها بالتفصيل.

(4.3) المكونات الأساسية للنظم الشمسية

(1.4.3) الخلايا الشمسية

تعتبر الخلايا الشمسية العمود الفقري للنظم الشمسية على اختلاف أنواعها وآليات عملها، وهي عبارة عن لوحات داكنة اللون تقوم بامتصاص الفوتونات الساقطة من أشعة الشمس ومن ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية مستمرة (Direct Current – DC). وتسمى الخلايا الشمسية أيضاً بالخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cells – PV). ويمكن الاستفادة من الطاقة الكهربائية المتولدة من تشغيل المعدات وإنارة المنازل والبيوت أو تأجيل استخدامها لأوقات لاحقة من خلال تخزينها في بطاريات يعاد شحنها واستخدامها أكثر من مرة. فيزيائياً يتم تصنيع الخلايا الشمسية بشكل عام من مادة السيليكون (Si) وهي من أشباه الموصلات. وتقاس قدرة الخلايا الشمسية بوحدة الواط (Abu–jasser, 2010).

(1.1.4.3) آلية عمل الخلايا الشمسية

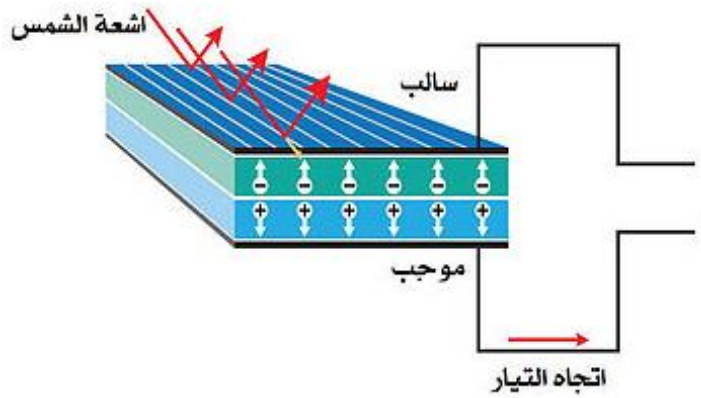
تتلخص فكرة عمل الخلايا الشمسية وتوليدها للطاقة الكهربائية في أنه عند سقوط الأشعة الشمسية على سطح الخلية فإن الإشعاع الشمسي يمر من خلال سطحها. بعد ذلك يتم امتصاص جزء قليل منها من خلال الطبقة الأولى للخلية المكونة من مادة الفوسفور. بينما تعمل الطبقة الثانية المكونة من خليط مادتي السيليكون والبورون على امتصاص الجزء المتبقي من أشعة الشمس وهو ما يمثل الكمية الكبرى منه.

في هذه الأثناء، تتكون خلال عملية امتصاص الأشعة الشمسية مجموعة من الإلكترونات الحرة التي يمكنها السريان خلال أطراف الموصل الكهربائي في الخلية محدثة التيار الكهربائي. ويمكن ملاحظة زيادة حركة الإلكترونات الحرة مع زيادة كثافة الضوء الساقط على الخلية.

وطبقاً لذلك، فإنه يمكن الاستفادة من التيار الكهربائي المتولد على أطراف الخلية في توصيل أي من الأحمال الكهربائية والاستفادة من حركة الإلكترونات الناتجة من تسليط ضوء الشمس على الخلية في عمليات الإنارة، التبريد، التسخين...إلخ (العتيبي، 2016م).

شكل (3. 1) يوضح طبقات الخلية الكهربائية وآلية سقوط وامتصاص الأشعة الشمسية محدثة تياراً كهربائياً.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (3. 1): تركيب الخلية الشمسية وآلية عملها

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

(2.1.4.3) أنواع الخلايا الشمسية

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية من الخلايا الشمسية الكهروضوئية وتختلف حسب البنية التشكيلية للمادة السيليكونية المشكلة منها كالتالي:

1- الخلايا أحادية التبلور (Monocrystalline)

ويتألف هذا النوع من الخلايا من سيليكونات وحيدة البلورة وبدرجة عالية من النقاء من الشوائب. تعتبر طريقة تصنيع هذه الشرائح السيليكونية معقدة نسبياً لهذا يعتبر يكون سعرها مرتفع عن نظرائها في الأنواع الأخرى (الحلبي، 2011م).

من أهم مميزات هذا النوع من الخلايا أن لها قدرة كبيرة على تحمل درجات الحرارة، كما أن كفاءتها الإنتاجية أعلى من باقي الأنواع حيث تتراوح من 15%-20%. تتميز هذه الخلايا بلون واحد وتتدرج من الأزرق إلى الأسود (Luque and Hegedus, 2011). شكل (2.3) يوضح المظهر العام لخلية شمسية من نوع أحادي التبلور.

شكل (3. 2): الخلية الشمسية أحادية التبلور

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

2- الخلايا متعددة التبلور (Polycrystalline)

ويتألف هذا النوع من سيليكونات متعددة البلورات وهي أقل فعالية وكفاءة بشيء بسيط عن نظيرتها من النوع أحادي التبلور. فيزيائياً تتميز عملية تصنيع هذا النوع من الخلايا بأنها أسهل حيث تتم دون تقطيع لشرائح السيلكون بل إذابتها ودمجها ولهذا يكون لها لون أزرق كريستالي ومن الممكن أن تتوفر أيضاً باللون الرصاصي. تتراوح كفاءتها من 10% - 14% (Luque and Hegedus, 2011). شكل (3.3) يوضح شكل خلية سيليكونية من نوع متعدد التبلور.

شكل (3. 3): الخلية الشمسية متعددة التبلور

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

3- الرقائق السيليكونية الفيلمية (Thin Film Amorphous Silicon)

وتتألف من سيليكونات ليس لها تصنيف شكلي أو بنيوي محدد حيث يتم تصنيعها عبر تمرير طبقات رقيقة جداً من السيليكون المسال في فراغ ما مع وجود طبقة زجاجية أو بلاستيكية أو معدنية كطبقة داعمة. ويكون هذا النوع مرناً ويستخدم عند الحاجة إلى ألواح مرنة. يعتبر هذا النوع من الخلايا الأقل فعالية وكفاءة غير أن ما يميزه أن تكلفة وحدة القدرة (الواط الكهربائي) المنتجة هي الأرخص بين الأنواع الثلاثة. ويوجد عدة أنواع منها خلايا متعددة الطبقات، خلايا الكادميوم، خلايا النحاس وخلايا الغاليوم إلا أن المجال لا يتسع لسردها. لمزيد من المعلومات برجاء الاطلاع على (الجادري وسليم، 2010م). شكل (3. 4) يبين خلية شمسية سيليكونية فيلمية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل (3. 4): الرقائق السيليكونية الفيلمية

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

(2.4.3) بطاريات أنظمة الطاقة الشمسية

وهي العنصر المسئول عن تخزين الطاقة الكهربائية في حالة ما يكون هناك فائض عن الحاجة على أن يتم تفريغها واستخدامها عند اللزوم (Bloomfield, Roberts, Cotterell, and BRE National Solar Centre, 2016). كهربائياً، تستخدم البطاريات لتخزين الطاقة الكهربائية المنتجة من الألواح أثناء وجود الأشعة الشمسية ومن ثم يتم استخدامها أثناء غياب الشمس أو حتى في وضح النهار إذا ما كانت قدرة الأحمال الكهربائية المراد تشغيلها أكبر من قدرة الطاقة المنتجة من الألواح الشمسية.

وقد قامت الباحثة بإجراء مقابلة مع استشاري الطاقة الشمسية **النجار (2017م)** وقد أفاد بالتالي:

تسمى بطاريات أنظمة الطاقة الشمسية ببطاريات الشحن العميق (Deep Cycle) مما يعني قابليتها للشحن لفترة طويلة. عملياً، يحتاج النظام الشمسي للطاقة بشكل عام إلى عدد من البطاريات لذا تسمى (بنك البطاريات). ولعل أهم معوقات انتشار الأنظمة الشمسية محلياً وحتى عالمياً هي التكلفة المرتفعة جداً للبطاريات حيث تتراوح قيمتها من 200 دولار إلى 230 دولار لكل كيلوواط. ساعة. أضف إلى ذلك فإن العمر الافتراضي للبطاريات يتراوح بين 4 – 5 سنوات، ولذا يتوجب عرفاً للحفاظ على البطاريات عناية خاصة فيجب أن ألا تقل نسبة شحن البطاريات عن 50% من النسبة الكلية للطاقة المخزنة وفي حال ما تم النزول عن هذه النسبة بصورة متكررة فإن ذلك يقلل من العمر الافتراضي للبطارية وعليه يتوجب العمل على تغيير

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

نظام التخزين ما يزيد من التكلفة الإجمالية للنظام الشمسي. جدير بالذكر القول بوجود مستويين من الجهود الكهربائية للبطاريات الشمسية حيث تكون في حدود 12 فولت أو 24 فولت.

شكل (3. 5) يوضح نوعين مختلفين من البطاريات التي يمكن أن تستخدم لتخزين الطاقة المنتجة من الخلايا الشمسية.

شكل (3. 5): بطاريات النظم الشمسية

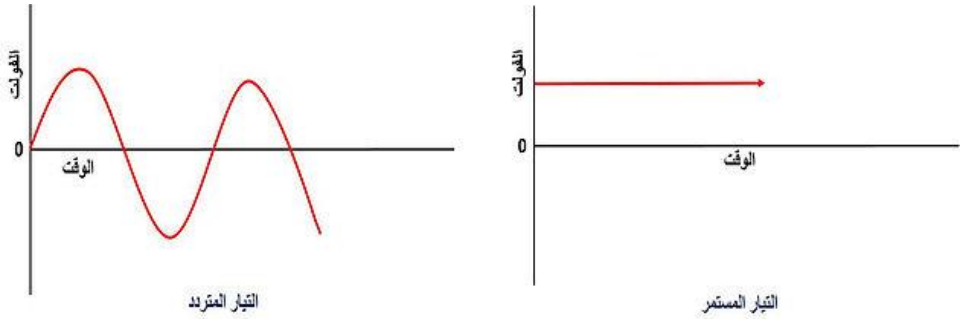
المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016، الطاقة الشمسية الكهربائية

(3.4.3) عواكس/محولات أنظمة الطاقة الشمسية(Solar Power Inverter)

لعل الوظيفة الأساسية لعواكس/محولات أنظمة الطاقة الشمسية هي تحويل التيار المستمر (Direct Current) القادم من الألواح أو البطاريات إلى تيار متردد (Alternating Current) يمكن أن يستخدم لتغذية الأحمال الكهربائية سواء المنزلية أو المعدات والأجهزة حيث أن معظمها تعمل على التيار المتردد. من الأهمية بمكان اختيار محولات الطاقة الشمسية من ذوي الكفاءة والجودة العالية حتى لا يتم هدر أجزاء كبيرة من الطاقة أثناء عملية التحويل المتوقعة. وهناك بعض العواكس التي تحتوي على شواحن داخلية بحيث يمكن توصيلها بمصدر التغذية الرئيسية وشحن البطارية دون الانتظار إلى شحنها عن طريق الخلايا الشمسية كما أنها يمكن أن تقوم بعمل أجهزة UPS التي تحتوي على بطاريات داخلية لتشغيل الأجهزة عند انقطاع الكهرباء كمصدر تشغيل مؤقت للطوارئ ولفترة قصيرة جداً (Washington State Unviersty, 2009).

شكل (6.3) يوضح الفرق بين موجات التيار المستمر الداخلة إلى المحول والتيار المتردد الناتج من المحول.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



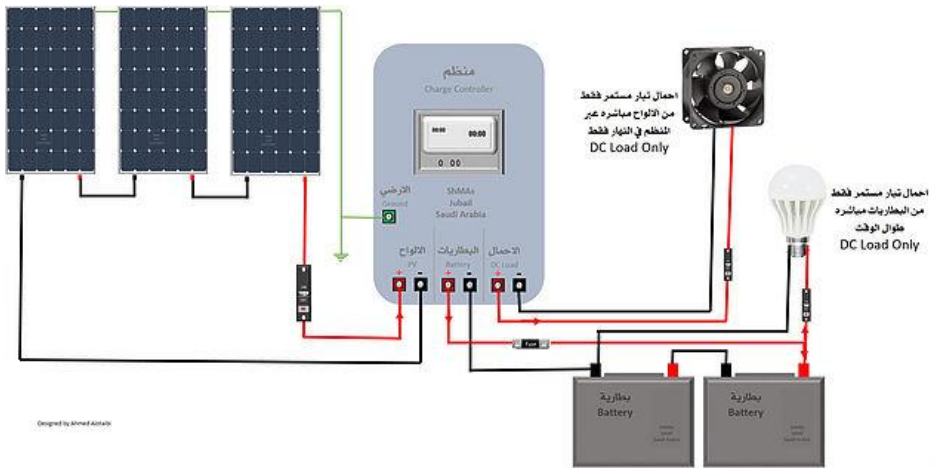
شكل (3. 6): موجات التيار المستمر والتيار المتردد

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016، الطاقة الشمسية الكهربائية

(4.4.3) منظمات الشحن (Charge Controller)

هناك العديد من المهام الرئيسة لمنظم الشحن ولكن أهمها هي عملية تنظيم والتحكم بشحن البطاريات لحمايتها مما قد ينتج من تلف أو ضرر في نظام التخزين إذا ما زادت نسبة الشحن أو قلت نسبة التفريغ عن حدود معينة (Abu-jasser, 2010).

وحتى نكون أكثر توضيحاً، فبما أن قوة الإشعاع الشمسي تتغير بالزيادة والنقصان طيلة اليوم، فتتركز مهمة منظم الشحن في هذه الحالة على تنقية وتثبيت الجهد الخارج من الخلية الشمسية والواصل إلى الجهاز. أضف إلى ذلك فإن منظم الجهد يعمل على ضمان عدم رجوع التيار الكهربائي من البطارية إلى الخلية مرة أخرى مما قد يؤدي إلى تلفها (Jaeger, Isabella, Smets, Swaaij, and Zeman, 2014). شكل (7.3) يوضح آلية عمل منظم الشحن في أنظمة الطاقة الشمسية.



شكل (3. 7): آلية عمل منظم الشحن في الأنظمة الشمسية

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(5.3) أنواع الأنظمة الكهربائية للأنظمة الكهروضوئية

(1.5.3) الأنظمة الغير مرتبطة مع الشبكة

وينقسم هذا النوع من الأنظمة الشمسية إلى النوعين التاليين:

1- النظام المباشر الغير مرتبط مع الشبكة بدون وجود بطاريات تخزين (PV Direct).
2- النظام المستقل الغير مرتبط مع الشبكة مع وجود بطاريات تخزين (Off-grid Solar System).

أولاً: النظام المباشر (PV Direct)

النظام المباشر الغير مرتبط مع الشبكة دون وجود بطاريات تخزين هو نظام يستمد طاقته مباشرة من الألواح الشمسية ويكون غير مرتبطاً مع الشبكة وبالتالي تكون الألواح الشمسية هي المصدر الرئيس والوحيد لتغطية الأحمال المشمولة.

أهم مميزاته:

1- لا يحتاج إلى بطاريات ولا محول أو منظم.
2- يحتاج إلى توصيل الألواح إلى الجهاز المراد تشغيله.
3- يعمل فقط في الفترة النهارية عند طلوع الشمس ويتوقف عمله عند غيابها.
4- الأجهزة التي تتصل بهذا النظام لابد أن تعمل على التيار المستمر (Direct Current).
5- يستخدم هذا النظام غالباً لتشغيل مضخات المياه أثناء النهار لتعبئة الخزانات أو لسقاية المحاصيل.
6- تكلفته بسيطة وذو جدوى اقتصادية عالية.
7- في حال غياب الشمس أو في الأيام الغائمة يمكن الاستعانة بمحركات الاحتراق الداخلي (المولدات) كنظام مساعد يعمل في فترات الطوارئ (العتيبي، 2016م). شكل (3. 8) يوضح كيفية تركيب نظام الطاقة الشمسية المباشر الغير مرتبط مع الشبكة في عدم وجود بطاريات للتخزين.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل (3. 8): النظام الشمسي المباشر الغير مرتبط مع الشبكة

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

ثانياً: النظام الشمسي المستقل الغير مرتبط مع الشبكة (Off-grid Solar System)

وهو نظام شمسي يسمى بالنظام المستقل حيث أنه لا يرتبط بالشبكة الكهربائية ويحتوي بشكل أساسي على مصفوفة من الخلايا الشمسية التي تعمل على توليد الطاقة الكهربائية من أشعة الشمس في حين يوجد جهاز العاكس (Inverter) بحيث يعمل على تحويل هذه الطاقة إلى الاستخدام المنزلي مباشرة مع تحويل الفائض منها إلى التخزين في البطاريات من خلال منظم الشحن والمحول (Teitelbaum, 2017).

ولعل أهم ما يميز هذا النظام عن سابقه هو وجود البطاريات التي تعمل على تخزين فائض الطاقة الكهربائية في حال زيادة الإنتاج عن حاجة الأحمال. على جانب آخر فإنها تعمل على تزويد الأحمال بالطاقة الكهربائية أو جزء منها في أوقات الليل أو عدم كفاية الأشعة الشمسية لإنتاج الطاقة اللازمة لتغطية الأحمال (SMA Solar Technology AG, W.D).

من ناحية اقتصادية، فإن تكلفة إنشاء هذا النوع من الأنظمة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية هي المعوق الأكبر لعملية التقدم في تعزيز ونشر استخدامها بشكل كبير وذلك نظراً لوجود بطاريات التخزين ذات التكلفة المرتفعة والقدرة المحدودة. أضف لذلك وجوب العمل على تغيير البطاريات كل 4-5 سنوات بحد أقصى وهو العمر الافتراضي لبطاريات التخزين.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وقد أورد **مشتهى (2017م)** أنه لحساب التكلفة التقديرية لتشغيل منزل في قطاع غزة بشكل كلي فهو يحتاج ما يعادل من ثلاثة إلى خمسة كيلوواط لذا يمكن أن تصل تكلفة النظام الشمسي المستقل والغير مرتبط بالشبكة لإمداد هذا البيت بالطاقة الكهربائية على مدار الساعة إلى ما يعادل من10000 – 12000 دولار أمريكي حسب كمية البطاريات الموجودة وحسب الأسعار السوقية الآنية لمكونات النظام. أضف إلى ذلك عملية الإحلال والاستبدال لنظام التخزين أو البطاريات بشكل دوري الأمر الذي يزيد من تكلفة النظام الشمسي بدرجة كبيرة.

بشكل عام، تعتبر فترة حياة النظام الشمسي حوالي 25 سنة أي أننا نحتاج إلى استبدال البطاريات حوالي أربع مرات وعليه تكون تكلفة الاستبدال للبطاريات يمكن أن تصل إلى ما يعادل 70%–80% من مبلغ إنشاء النظام، فيصل بذلك النظام الشمسي إلى حوالي 18000–20000 دولار أمريكي وبذلك يكون تكلفة النظام الشمسي الكلية تتكون من سعر التكلفة الأولي إضافة إلى سعر الإحلال والاستبدال لكل من البطاريات والعاكس حال الحاجة لتغييره. شكل (3. 9) يوضح تركيب النظام الشمسي المستقل والغير مرتبط بالشبكة.

شكل (3. 9): النظام الشمسي المستقل والغير مرتبط مع الشبكة

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي،2016، الطاقة الشمسية الكهربائية

يتضح من خلال الشكل (9.3) بإمكانية توصيل مولد كهربائي كمصدر بديل للطاقة الكهربائية لزيادة وثوقية النظام الشمسي.

(2.5.3) الأنظمة المرتبطة مع الشبكة

هناك نوعين رئيسين من الأنظمة الكهروضوئية المرتبطة بالشبكة الكهربائية وهي كالتالي:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1- النظام المرتبط مع الشبكة دون وجود بطاريات التخزين Grid Connected/On-grid Solar System.

2- النظام المرتبط مع الشبكة مع وجود بطاريات للتخزين كنظام مساعد Grid Connected/On-grid Solar System with Battery Bank as Backup System

أولاً: الأنظمة المرتبطة مع الشبكة دون وجود نظام تخزين (Grid Connected Solar System)

يختلف هذا النظام الشمسي المرتبط بالشبكة عن نظيره المستقل في عدم وجود نظام التخزين (البطاريات). طبقاً لذلك، فإنه ولكي يقوم هذا النظام بعمله على مدار الساعة فلابد من وجود تيار كهربائي على شبكة الكهرباء العامة وبذلك تحل شبكة الكهرباء العامة محل بطاريات التخزين في أنها تعمل على تعويض كمية النقص في الطاقة الكهربائية في حال ما إذا كان استهلاك الكهرباء أكبر من كمية الإنتاج من النظام الشمسي. وعلى جانب آخر، فإن الشبكة تسمح بتمرير الفائض من الطاقة الكهربائية إليها حال زيادة نسبة الإنتاج من الطاقة الشمسية عن الاستهلاك وذلك عبر نظام ذكي يسمى Net Metering (Lombardi, 2012).

وقد أجرت الباحثة مقابلة مع **الغصين (2017م)**، حيث أوضح أن فكرة عمل Net Metering بشكل عام تكمن في أن العداد الذكي يعمل على قراءة كمية الطاقة الكهربائية سواء المرحلة من النظام الشمسي إلى شبكة الكهرباء العامة وكذلك كمية الطاقة الكهربائية الموردة من شبكة الكهرباء العامة إلى النظام الشمسي. ويتم في نهاية كل فترة زمنية تطبيق نظام مقاصة من خلال احتساب تكلفة بيع وحدة الطاقة الكهربائية إلى الشبكة العامة بأضعاف تكلفة الشراء منها في محاولة لتشجيع إنتاج كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية من خلال النظم الشمسية وبيعها إلى الشبكة العامة ما يعني أنها أيضاً تساعد في تخفيض استهلاك الكهرباء وهو ما يتسق مع فلسفة استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية. غير أن فكرة عمل (Net Metering) تكاد لا تكون موجودة في التطبيقات الشمسية المقامة في قطاع غزة.

وتندرج نسب تعرفة بيع وحدات الطاقة الكهربائية الشمسية أو شراء وحدات مقابلة من شبكة الكهرباء العامة ضمن السياسات والاستراتيجيات والقوانين المنظمة لعمل قطاع الطاقة الكهربائية في كل بلد على حدة.

غير أن الواقع في قطاع غزة يختلف قليلاً من حيث التعامل مع هكذا أنظمة مرتبطة بالشبكة الكهربائية حيث هناك بعض المبادرات والخطوات التي تمت في ذات الاتجاه لدى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

سلطة الطاقة والموارد الطبيعية في قطاع غزة، إلا أن هذه المبادرات لم ترق لمستوى القوانين والمحددات الضابطة والمنظمة للعمل في مجال الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة. فعلى سبيل المثال، يتم التعامل مع هذه النظم من خلال تطبيق نظام مقاصة سنوي بين طرفي الاتفاق – مالك المشروع الشمسي المرتبط من جهة وسلطة الطاقة والموارد الطبيعية بغزة من جهة أخرى. ويتم خلال هذا الأمر العمل كالتالي:

1. لا يتم احتساب أي من الوحدات الكهربائية المصدرة للشبكة الكهربائية على الإطلاق.
2. في حال إذا كانت كمية الطاقة الكهربائية المصدرة إلى الشبكة الكهرباء العامة أكبر من الكمية المستوردة منها (أي لصالح المستهلك) فيتم تصفير العملية ولا يحق للمستهلك المطالبة بأي مستحقات أو فروق مالية، الأمر الذي لا يحفز أي من المستثمرين في ذات المجال على ضخ الكميات الإضافية من الطاقة الكهربائية الشمسية بل يقوم مصممو هذه الأنظمة على توليف أنظمة مرتبطة بالشبكة تحقق فقط كفاية أحمالها ذاتياً دون أي زيادة.
3. من جانب آخر، إذا ما عُلم أن كمية الطاقة الموردة من الشبكة الكهربائية أعلى من كمية الطاقة المصدرة إلى الشبكة، هنا يحق لشركة توزيع الكهرباء – إحدى أذرع سلطة الطاقة والموارد الطبيعية التنفيذية بغزة – المطالبة بكميات الفروق المالية وجبايتها حسب الأصول المتبعة.

وبالعودة إلى مكونات النظام الشمسي المرتبط بالشبكة، فإن هذا النظام يحتاج إلى عواكس/محولات من نوع خاص (On–grid Inverter) تسمح بتزامن الموجات الكهربائية القادمة من كل من المحول والشبكة على حد سواء.

وبحسب ما تحدث **مشتهى** من الناحية الاقتصادية فإن التكلفة السوقية لكل واحد كيلو من النظام الشمسي المرتبط تساوي تقريباً 1400 – 1600 دولار أمريكي أي ما يعادل نصف تكلفته في النظام المستقل وذلك بسبب عدم وجود نظام التخزين (البطاريات) المكلف مادياً سواء عند إنشاء المشروع الشمسي أو حتى عند استبدال نظام التخزين بآخر أكثر منه كفاءة وفاعلية.

وعليه فإن التكلفة الإجمالية لأي مشروع شمسي مرتبط بشبكة الكهرباء دون وجود نظام تخزين تتمثل في تكلفة الإنشاء مضافاً إليها فقط تكلفة احتمالية استبدال العواكس بعد 15 – 20 سنة إذا ما تم الأخذ بعين الاعتبار أن العمر الافتراضي للخلايا الشمسية حوالي 25 عاماً. شكل (3. 10) يبين تكوين النظام الشمسي المرتبط بالشبكة (Grid Connected Solar System) في غير وجود نظام التخزين.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل (3. 10): النظام الشمسي المرتبط مع الشبكة

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

ثانياً: النظام الشمسي المرتبط مع الشبكة مع وجود بطاريات التخزين (Grid Connected (Solar System with Battery as Backup

يجمع هذا النظام المزدوج بين النظامين السابقين، النظام الشمسي المستقل الغير متصل بالشبكة الكهربائية في وجود بطاريات التخزين (Off-grid Solar System) والنظام الشمسي المتصل بالشبكة في عدم وجود نظام تخزين (Grid Connected Solar System).

وعليه، فإن هذا النظام يجمع بين خصائص النظامين الشمسيين المتصل والمنفصل حيث أنه يمكن أن يعمل في بعض الأحيان كنظام مرتبط بالشبكة حال وجود تيار كهربائي على الشبكة العامة بالإضافة إلى أنه يمكن أن يعمل كنظام غير مرتبط بالشبكة حال فقدان الاتصال بها أو قطع التيار الكهربائي عنها. يعتبر هذا النظام من أفضل الأنظمة المقترحة وذلك لقدرته على الاستقلالية عن شبكة الكهرباء الرئيسية وبنفس الوقت يستطيع أن يبيع مقدار الطاقة الكهربائية الفائضة إلى شبكة الكهرباء أو حتى تخزينها لاستخدامها عند انفصال الشبكة (Lombardi, 2012).

ويحتوي هذا النظام على جميع العناصر والمواصفات الموجودة في النظام المتصل والمنفصل كما هو مبين في شكل (3. 11).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل (3. 11): النظام الشمسي المرتبط مع الشبكة في وجود بطاريات التخزين

المصدر: مؤسسة الشمس المباشرة، العتيبي، 2016م، الطاقة الشمسية الكهربائية

(6.3) الملخص:

تم في هذا الفصل تسليط الضوء على مجموعة من الحقائق المرتبطة باستهلاك الطاقة الكهربائية في فلسطين إضافة إلى طرح بعض الاستراتيجيات المتعلقة بنشر ثقافة استخدام الطاقة الشمسية.

وبالإضافة لذلك تم عرض الأنواع المختلفة للنظم الكهروضوئية وأهم مكونات كل نوع منها إضافة إلى مكوناته الرئيسية وقد خلص هذا الفصل إلى الحقائق التالية:

1. معظم المبادرات والجهود التي طبقت في مجال استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية هي جهود فردية ومؤسسية خاصة.
2. ضعف الاستراتيجيات والأنظمة الضابطة لعملية استخدام الطاقة الشمسية على كافة المستويات.
3. قطاع الطاقة المتجددة في فلسطين لازال يعاني من الضعف والتشتت ولم يحقق أي تقدم على الأرض مقارنة بدول الجوار التي أصبحت تبين مجموعة من المشروعات الكبيرة والعملاقة، كل هذا بسبب غياب الرؤية والتخطيط السليمين وصولاً لإحداث نقلة نوعية في استخدام الطاقة المتجددة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4. التكلفة المالية المرتفعة نسبياً لمكونات النظم الشمسية على اختلاف أنواعها.
5. لا يمكن تطبيق النظم الكهروضوئية المرتبطة بالشبكة بدون وجود نظام تخزين (on-grid system) على الواقع الفلسطيني في قطاع غزة على الرغم من جدواه الاقتصادية المرتفعة ومردوده المادي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الرابع

الأنظمة الشمسية المرتبطة في الجزائر، الأردن، الهند: دراسة مقارنة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1.4) المقدمة

تسعى العديد من الدول المتقدمة والنامية على حد سواء إلى تعزيز استخدام الطاقة المتجددة كبديل حيوي للوقود الأحفوري. وفي سبيل ذلك قامت الدراسات والتحليلات معززة بالأرقام والحقائق التي تبين أفضلية بعض الدول والمناطق دون غيرها لتوليد الطاقة الكهربائية الشمسية.

طبقاً لذلك، فقد عمدت الباحثة إلى اختيار ثلاث دول كحالات دراسية تعتمد تطبيق الأنظمة الكهروضوئية كمجال استثماري مستدام ونظيف. وعليه فقد تم اختيار دولة الجزائر كإحدى المناطق الغنية بمصادر الطاقة التقليدية إلا أنها تبحث عن استهلاك البدائل المستدامة. إضافة لذلك فقد تم اختيار المملكة الأردنية الهاشمية كحالة دراسية ثانية لواقع تشابهها مناخياً مع فلسطين.

وفي النهاية تم التطرق إلى واقع الطاقة الشمسية في الهند كإحدى الاقتصاديات الكبرى على مستوى العالم ومساعيها لتطوير استخدام الطاقة المتجددة بكافة أشكالها في سبيل تغطية احتياجاتها المتزايدة من الطاقة.

(2.4) الطاقة الشمسية في الجزائر:

أورد عبد الرؤوف(2014م) أن الصحراء الجزائرية تعتبر واحدة من أكبر حقول الطاقة الشمسية على مستوى العالم. فلعل السماء الصافية إضافة إلى عدم وجود الغيوم بشكل عام قد رشح هذه الصحراء لتكون من أكثر المناطق غنى على سطح الأرض بالطاقة الشمسية حيث تشير بعض الدراسات أن متوسط عدد الساعات المشمسة في الأرض الجزائرية حوالي 3500 ساعة في العام وهي نسبة تقدر بالأعلى على مستوى العالم. في نفس السياق، تشير بعض القراءات أن متوسط عدد ساعات الإشعاع الشمسي على كافة مناطق الجزائر تتراوح بين ثماني ساعات إلى حوالي اثني عشرة ساعة لليوم الواحد في وسط الصحراء ويستثنى من ذلك أقصى الجنوب الجزائري الغني جداً بالإشعاعات الشمسية. رقمياً، تقدر متوسط كمية الطاقة الشمسية المتوفرة يومياً على مساحة عرضية مقدارها 1م^2 بحوالي خمسة كيلوواط. ساعة على معظم أجزاء الجزائر أي ما يعادل حوالي 1700 كيلوواط. ساعة لكل 4 م^2 في السنة شمالي الجزائر في حين تصل هذه النسبة إلى ما يعادل 2263 كيلوواط. ساعة لكل م^2 سنوياً في جنوب البلاد على مساحة قدرها حوالي 2.381,745 كيلومتر مربع وهي كامل التراب الجزائري. كل هذه الإمكانيات الكبيرة والتي حبا الله بها الجزائر تسمح بتغطية احتياجات أوروبا الغربية بحوالي 60

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ضعفاً أو حوالي أربع مرات قدر الاستهلاك العالمي من الطاقة. محلياً، تسمح هذه الوفورات من الطاقة الشمسية بتغطية ما يقارب من 5000 ضعفاً قدر الاستهلاك الوطني من الكهرباء. وفي سياق متصل أوضح حدة (2012م) أن الحكومة الجزائرية أدركت – ونتيجة للنمو السريع في الطلب على الطاقة الكهربائية والذي يؤدي إلى استنزاف مخزون الوقود الأحفوري – أهمية الطاقة الشمسية في محاولة جادة منها للحفاظ على احتياطيات الوقود الأحفوري وإيجاد حلول مستدامة والمساهمة في مكافحة تغيير المناخ العالمي وبالأخص انبعاث الغازات. لذلك أورد مجموعة الحقائق والمبادرات التي قامت بها الحكومة الجزائرية كالتالي:

أولاً: على الرغم من الوفورات الهائلة في الطاقة الشمسية في الجزائر وبخاصة في منطقة الجنوب الأقصى إلا أنها غير مستغلة بالشكل الكافي، ويستثنى من ذلك بعض المشاريع المتعلقة بإنجاز أول محطة هجينة على مستوى العالم لتوليد الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي والطاقة الشمسية في منطقة تسمى تيلغمت بالقرب من منطقة حاسي الرمل أكبر حقل غاز طبيعي في إفريقيا. يتوقع أن يمثل هذا المشروع نواة جيدة ومنافسة كمصدر بديل ونظيف للطاقة لما يتمتع به من مساحة كبيرة وقدرة إنتاجية عالية للكهرباء من الطاقة الشمسية. إضافة إلى ذلك، فقد تم في العام 2013م إقرار بناء محطتين هجينتين أخريين الأولى في شرقي الجزائر بينما الثانية تقع غربها.

ثانياً: تم إقرار خطة وطنية في الجزائر للفترة الممتدة ما بين عامي 2016م إلى 2020م بحيث سيتم الانتهاء من بناء أربع محطات أخرى مماثلة بقدرة كهربائية تصل إلى 300 ميجاواط لكل واحدة منها (أي بمعدل قدرة إضافية تقدر بحوالي 1200 ميجاواط) لسد الحاجات المحلية المتنامية من الطاقة الكهربائية. أضف لذلك، وفي محاولة جدية للاستفادة القصوى من الكميات الهائلة من الطاقة الشمسية المتوفرة، فإن هناك مجموعة من البرامج التي تمتد لغاية عام 2030م عن طريق إضافة حوالي 600 ميجاواط سنوياً ابتداء من عام 2013م.

ثالثاً: تفعيل العمل في مجال الطاقة الهجينة من شأنه العمل على حماية مخزون الجزائر من الغاز الطبيعي، حيث أن استخدامه خلال الفترات السابقة لتوليد الكهرباء قد استنزف ما يقارب حوالي 48% من احتياطي الطاقة الغازية للجزائر. وبالتالي، فقد أصبح الاعتماد على الطاقة الشمسية أحد الحلول المثلى خصوصاً بعد ارتفاع تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من الغاز الطبيعي مع العلم أن مقدار الاستهلاك الطاقوي للجزائر يتراوح ما بين 25 و30 ألف ميجاواط سنوياً، في حين يمكن الاعتماد على ما يعادل 9.13 ألف ميجاواط سنوياً كطاقة ناتجة من الخلايا الشمسية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

رابعاً: كل هذه الأسباب مجتمعة وغيرها حَدَتْ بعدد من القوى الدولية المعنية بإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية للسعي لعقد اتفاقات كبرى للاستثمار في الطاقة الشمسية على الأرض الجزائرية وذلك لسد الاحتياجات المتزايدة من الطاقة الكهربائية في شتى مجالاتها. ولذلك فقد أعلنت الوكالة الفضائية الألمانية بعد دراسة حديثة قامت بها أن الصحراء الجزائرية تعتبر أكبر خزان للطاقة الشمسية على مستوى العالم، حيث تقدر عدد ساعات الإشعاع الشمسي في صحراء الجزائر 3000 ساعة إشعاع في السنة وهو ما يمثل أعلى مستوى للإشراق الشمسي على سطح الكرة الأرضية. هذا الأمر دفع الوكالة إلى تقديم اقتراح للحكومة الألمانية لإقامة مجموعة من المشاريع الاستثمارية في الجنوب الجزائري، وعليه تم التوصل لاتفاقية دولية بين الجزائر وألمانيا في ديسمبر من العام 2007م للعمل على إنتاج ما يقارب 5% من احتياج الطاقة الكهربائية الألمانية بفضل الطاقة الشمسية ومن ثم نقلها إلى ألمانيا من خلال نظام نقل كهربائي بحري عبر إسبانيا.

(3.4) دراسة جدوى اقتصادية للنظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية بدون تخزين، دراسة حالة: مزرعة ألبان (Nacer, Hamidat, and Nadjemi, 2014)

لتوضيح أهمية الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية في الجزائر، فقد تناولت الباحثة بشيء من التفصيل تقديم دراسة جدوى اقتصادية لأحد الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة الكهربائية في سهول متيجة – وهي مجموعة من السهول في المنطقة الوسطى من شمال الجزائر جنوبي العاصمة.

وتقوم هذه الدراسة بتحليل جدوى نظام شمسي مرتبط بشبكة الكهرباء لتغطية احتياجات مزرعة ألبان في منطقة متيجة وذلك في إطار استخدام الطاقة الشمسية لتعزيز مبدأ الزراعة المستدامة. تم في هذه الدراسة استخدام النظام المحوسب (HOMER).

ويعمل نظام (HOMER) على نمذجة النظم الشمسية بأنواعها ومن ثم اختيار نقطة التشغيل المثلى للنظام المقترح وذلك من خلال توفير مجموعة من المدخلات الضرورية منها الأحمال الكهربائية المراد تغطيتها إضافة إلى الإشعاع الشمسي للمنطقة المراد دراستها. وبعد التحليل يتم اختيار التقييم الأمثل للنظام المطلوب طبقاً لمجموعة من الأسس والتي يمكن تلخيصها في التالي:

- تحقيق أقل صافي سعر لوحدة الكهرباء شريطة أن يتم تغطية كافة الأحمال المتعلقة.
- تم احتساب تعرفة وحدة الكهرباء (بالكيلوواط. ساعة) إضافة إلى سعر الخلايا

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الكهروضوئية ضمن سعر السوق الجزائري المحلي.

مع العلم أنه سيتم في هذا المشروع تغطية استهلاك الطاقة الكهربائية لكافة معدات إنتاج الحليب إضافة إلى سكن الماشية الملحق بالمزرعة.

وقد تم تحديد جدوى المشروع الاقتصادية وفقاً إلى المحددات التالية:

- صافي التكلفة الحالية (Net Present Cost).
- كمية الطاقة الكهربائية المنتجة والمفترض أن تغطي كافة الاحتياجات الكهربائية المحددة مسبقاً.
- نسبة تقليص انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

تحديد كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في المزرعة (Energy Consumption):

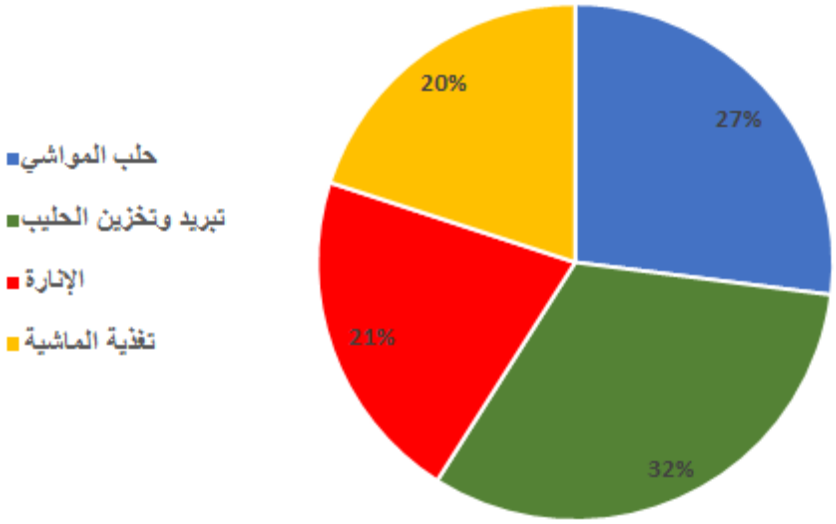
تم جمع كمية المعلومات المتعلقة بالقدرات الكهربائية للمعدات المختلفة المستخدمة في المزرعة من خلال مجموعة من التحقيقات الميدانية والمقابلات المباشرة مع المزارعين حول أنماط استخدام الطاقة الكهربائية.

تم تحديد متوسط كميات الطاقة الكهربائية المستهلكة شهرياً من خلال مجموعة الفواتير الشهرية الصادرة والمستحقة على مالك المزرعة. وبلغ الإجمالي السنوي لاستخدام الطاقة الكهربائية لمزرعة الألبان قيد الدراسة حوالي8.6 ميجاواط. ساعة موزعة على الأنشطة الأربعة التالية:

- حلب المواشي (Milking) وتمثل نسبة 27%.
- تبريد وتخزين الحليب (Milk Cooling) الناتج تمثل 32%.
- عملية الإنارة (Lighting) تمثل نسبة 21%، تغذية الماشية (Cattle Feeding) تمثل 20%.

شكل (1.4) يوضح النسب المئوية لاستهلاك الأنشطة المختلفة في المزرعة قيد الدراسة للطاقة الكهربائية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (4. 1): النسب المئوية لاستهلاك الأنشطة المختلفة للطاقة الكهربائية في المزرعة

الجزء التالي يوضح بشيء من التفصيل كل من مدخلات نظام المحاكاة والتحليل إضافة إلى النتائج التي تم الحصول عليها طبقاً لِ (Nacer, Hamidat, and Nadjemi, 2014).

(1.3.4) مدخلات نظام التحليل والمحاكاة (Inputs):

أولاً: الإشعاع الشمسي (Solar Irradiance):

تم تحديد بيانات الإشعاع الشمسي للمنطقة قيد الدراسة بناءً على موقعها حسب خطوط الطول والعرض، ولذا فقد تم تحديد موقع المزرعة طبقاً للتالي:

جدول (4. 1): الموقع الجغرافي للمزرعة قيد الدراسة

خط الطول	3.04
خط العرض	36.65

وعليه وطبقاً لبيانات المكان الموضحة في جدول (1.4)، فقد وجد أن كمية الإشعاع الشمسي في هذه المنطقة تتراوح بين 2.1 كيلوواط. ساعة/ م^2/ يوم إلى 6.8 كيلوواط. ساعة/م^2/ يوم بوجود مؤشر وضوح بنسبة 55% مما يؤهلها لتكون مكاناً مثالياً لتطبيق النظم الكهروضوئية.

ثانياً: الأحمال الكهربائية (Load Profile):

تم تقدير متوسط كمية الأحمال الكهربائية اليومية من خلال الفواتير الشهرية المستحقة

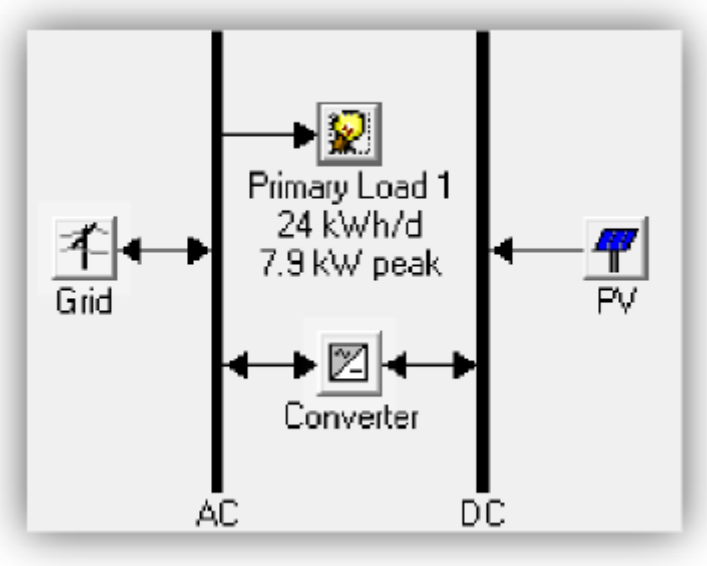
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

لاستهلاك الطاقة الكهربائية، حيث قدر متوسط استهلاك الطاقة الكهربائية اليومي بمعدل 23.6 كيلوواط. ساعة، بينما سجلت نقطة الذروة للطلب ما مقداره 7.9 كيلوواط.

ثالثاً: مكونات النظام الكهروضوئي (System Components)

يحتوي النظام الشمسي المقترح لتغطية المزرعة من كافة المكونات اللازمة لبناء النظام الشمسي المرتبط بالشبكة في عدم وجود نظام تخزين. ويتكون النظام من مجموعة من الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Panels) إضافة للعاكس (Inverter) ليتم من خلاله تحويل التيار الكهربائي المباشر (DC–Current) الناتج من الوحدات الشمسية إلى تيار متردد (AC–current).

ملاحظة: تم الاستغناء في هذا المشروع عن نظام التخزين– البطاريات، حيث يتم الاستعاضة عنها بشبكة الكهرباء العامة. ففي حالة ما إذا كان هناك فائض في الطاقة الكهربائية يتم تصديره وبيعه إلى الشبكة بينما في حالة نقص أو عدم كفاية الطاقة الكهربائية المنتجة من الخلايا الشمسية فإنه يتم على الفور تلبية كمية النقص من شبكة الكهرباء الرئيسية. شكل (2.4) يوضح أجزاء النظام الشمسي المرتبط والمقترح لتغطية أحمال المزرعة قيد الدراسة.



شكل (4. 2): النظام الشمسي المرتبط بالشبكة بدون نظام التخزين – مزرعة الحليب

- مجموعة الخلايا الشمسية (Photovoltaic Array)

تم استخدام وحدات كهروضوئية مصنعة محلياً. ويقدر العمر الافتراضي لهذه الوحدات ب 25 عام وتؤخذ هذه الفترة على أنها فترة عمر المشروع الكلية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تم أيضاً اختيار معامل التصحيح (Correction factor) ليكون 90% على اعتبار أن هناك نسبة 10% المتبقية ناجمة عن الفقد في الطاقة الناتجة بسبب الغبار، الأتربة، التقدم في عمر الخلايا، الاختلاف بين ظروف المحاكاة والحقيقة إضافة إلى نسبة الفقد بسبب استخدام الكوابل والأسلاك المستخدمة.

- العاكس (Inverter)

ويستخدم العاكس للحفاظ على تدفق التيار المستمر الناتج من الخلايا الكهروضوئية إلى تيار متردد مطلوب لتغطية الأحمال الكهربائية أو تغذيته للشبكة الكهربائية حال وجود نسبة من الفائض في الطاقة الكهربائية المنتجة من الخلايا الشمسية.

تم اعتبار كفاءة العاكس بحوالي 95% والعمر الافتراضي له ما يعادل 20 عاماً. طبقًا لذلك، فإنه يتوجب استبدال العاكس مرة واحدة خلال فترة المشروع وتم تقدير تكلفة الاستبدال بحوالي 50% من التكلفة الأولية للعاكس.

جدول (4. 2) يوضح التكلفة الأولية لثلاث عواكس مرشحة للاستخدام في النظام إضافة إلى تكلفة الاستبدال بعد مرور 20عاماً على بناء النظام بالدينار الجزائري " حيث أن كل 1 دولار أمريكي يساوي 81.05 دينار جزائري فترة تنفيذ الدراسة".

جدول (4. 2): تكلفة العاكس الأولية وتكلفة الاستبدال

النوع الأول (PVI 4.2)	
التكلفة الأولية	203000 دينار جزائري = 2504 دولار أمريكي
تكلفة الاستبدال	101500 دينار جزائري = 1252 دولار أمريكي
النوع الثاني (PVI 5.0)	
التكلفة الأولية	219400 دينار جزائري = 2708 دولار أمريكي
تكلفة الاستبدال	109700 دينار جزائري = 1354 دولار أمريكي
النوع الثالث (PVI 6.0)	
التكلفة الأولية	244000 دينار جزائري = 3010 دولار أمريكي
تكلفة الاستبدال	122000 دينار جزائري = 1505 دولار أمريكي

- شبكة الكهرباء (Electricity Grid)

تم وضع تعرفة وحدة الكهرباء بالكيلوواط. ساعة حسب قوانين لجنة تنظيم قطاع الكهرباء والغاز الجزائرية (Regulation Commission for Electricity and Gas –

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

CREG) والتي تنص على تعرفة خاصة بالمشاريع الزراعية في محاولة منها لدعم القطاع المستهدف. وقد وجد أن تكلفة وحدة الطاقة الكهربائية المستهلكة للقطاع الزراعي حسب هذه القوانين تتفاوت أيضاً حسب فترة الاستهلاك وهي موضحة حسب جدول (4. 3).

جدول (4. 3) : شرائح تعرفة وحدة الطاقة الكهربائية للقطاع الزراعي

الفترة	التعرفة/ كيلوواط. ساعة
6:00 صباحاً – 10:30 مساءً	3.57 دينار جزائري = 0.044 دولار أمريكي
10:30 مساءً – 6:00 صباحاً	0.85 دينار جزائري = 0.0105 دولار أمريكي

وعلى جانب آخر وفي إطار تعزيز استخدام الطاقة الشمسية لدى الجمهور وحثهم على التقليل من استهلاك الطاقة وبيعها إلى الشبكة الكهربائية، فقد نصت بعض القوانين في الجزائر على مضاعفة سعر وحدة الطاقة الكهربائية الواردة للشبكة الكهربائية من النظم الشمسية بحيث بلغت تكلفة بيع الكيلوواط. ساعة الواحد بأربعة أضعاف ما يتم شراءه من طاقة كهربائية خلال الفترة النهارية (بلغت تكلفة البيع لوحدة الطاقة من النظام الشمسي إلى الشبكة حوالي14.28 دينار جزائري " ما يعادل 0.176 دولار أمريكي "). ولم يتطرق القانون إلى تعرفة البيع خلال الفترة الليلية حيث أنه لا يوجد تصدير للكهرباء من النظام الشمسي من الشبكة العامة في تلك الفترة.

(2.3.4) النتائج والتحليل

طبقاً لكل ما سبق، فقد تم تطبيق نظام المحاكاة والتحليل (HOMER)، وتبين منه أن أفضل نقطة تشغيل للنظام الشمسي المرتبط بدون نظام تخزين تم تسجيلها هي ما يعادل قدرة كهربائية 5.98 كيلوواط من الخلايا الشمسية بواقع 26 خلية (قدرة الخلية الواحدة 230 واط) إضافة لاختيار أحد أنواع العواكس (النوع الثاني: PVI 5.0) كما هو موضح في جدول (2.4).

وقد استطاع هذا النظام تغطية كافة الأحمال الكهربائية المطلوبة لأعمال المزرعة. أضف لذلك وجود ما يقارب 5.6% كنسبة إضافية من الطاقة السنوية الناتجة من الشمس.

جدول (4. 4) يوضح التكلفة الأولية لبناء النظام الشمسي المقترح متضمنة التكلفة الأولية الخلايا الشمسية والعاكس المقترح.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (4. 4): التكلفة الأولية للنظام الشمسي المقترح للمزرعة

البند	تكلفة الوحدة بالدينار الجزائري	عدد الوحدات	التكلفة الإجمالية
الخلايا الشمسية	45000	26	1.17 مليون دينار
العاكس	219400	1	0.2194 مليون دينار
التكلفة الأولية (بالدينار الجزائري)			**1.39 مليون**
التكلفة الأولية (بالدولار الأمريكي)			**17.150**

وعلى جانب آخر فقد تم تقدير التكلفة التشغيلية السنوية للنظام الشمسي لتبلغ حوالي 40770 دينار جزائري (أي ما يعادل 503 دولار أمريكي سنوياً).

وعليه فقد تم احتساب إجمالي التكلفة الحالية الكلية (Net Present Cost–NPC) متضمنة كل المبالغ التي دفعت سواء لبناء النظام الشمسي، تكاليف الإحلال والتبديل، تكاليف الإصلاح والتشغيل مضافاً إليها تكاليف شراء الطاقة من الشبكة. جدول (4. 5) يوضح ما تم الحصول عليه من نتائج برنامج المحاكاة مقدرة بالدينار الجزائري.

جدول (4. 5): بعض نتائج برنامج المحاكاة والتحليل

البند	التكلفة بالدينار الجزائري
إجمالي التكلفة الحالية الكلية – NPC	868.219 دينار جزائري = 10718 دولار أمريكي
تكلفة وحدة الطاقة	7.88 دينار جزائري = 0.097 دولار أمريكي

بينما يوضح جدول (4. 6) بعض محددات دراسة الجدوى الخاصة بالنظام المقترح وهي كالتالي:

جدول (4. 6): بعض محددات دراسة الجدوى للمشروع المستهدف

فترة الاسترداد	**23 عاماً**
الإنتاج السنوي من الخلايا الكهروضوئية	**9624 كيلوواط. ساعة**
كمية البيع لشركة الكهرباء	**7798 كيلوواط. ساعة**
استهلاك المزرعة	**1296 كيلوواط. ساعة**
الفقد بسبب كفاءة العاكس والأسلاك	**530 كيلوواط. ساعة**

(4.4) الاستثمار في الطاقة المتجددة في الجزائر

نتيجة لتراكم الخبرات في العديد من المشاريع القومية المتعلقة بتعزيز الاستخدام الأمثل للطاقة الشمسية، وبسبب الوفورات الهائلة منها على الأرض الجزائرية، إضافة إلى التحديات

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

القائمة في عملية استنزاف مخزون الوقود الأحفوري – الغاز الطبيعي على وجه الخصوص – وكمية الملوثات المنبعثة من استخدامها في توليد الكهرباء، كل هذا وأكثر قد دفع الحكومة الجزائرية لتطوير رؤية استثمارية في مجال الطاقة الشمسية وذلك من خلال تنفيذ العديد من البرامج التي تعزز استغلال هذا النوع من الطاقة النظيفة بشكل فعال من خلال مجموعة من الاستراتيجيات منها على سبيل المثال لا الحصر عملية تثمين وتقييم الموارد الشمسية التي تعتبر بمثابة بوابة لتطوير قطاعات مختلفة كالصناعة والمواصلات وصولاً إلى إدخالها في عصر جديد من عصور الاستدامة.

ولعل من أهم المحفزات لنشر استغلال الطاقة الشمسية كانت بعض القوانين كالتالي:

- قانون يتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز الطبيعي: وينص على منح تعرفات تفاضلية على الكهرباء المنتجة انطلاقاً من الطاقات المتجددة والتزام الشركة المالكة لشبكة نقل الكهرباء بإيصال التجهيزات الخاصة بالطاقة الشمسية للمستفيدين على نفقتها.
- قانون يتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة: وينص على صياغة برنامج وطني لترقية الطاقات المتجددة بالإضافة إلى التشجيع والدفع إلى تطويرها.
- قانون يتعلق بالتحكم في الطاقة: ويرسم الإطار العام للسياسة الوطنية في التحكم بالطاقة ويحدد الوسائل التي تؤدي إلى ذلك، لهذا الغرض تم اعتبار ترقية الطاقات المتجددة إحدى أدوات التحكم في الطاقة.

(5.4) الطاقة الشمسية في الأردن

تتمتع الأردن بالعديد من العوامل المساعدة لنجاحها في نشر الاستغلال الأمثل للطاقة المتجددة ومنها على وجه الخصوص الطاقة الشمسية. لذلك فقد ذكر البطاينة، اللوزي وخريسات (2008م) مجموعة من الحقائق المتعلقة التالية:

أولاً: تعتبر الأردن من الدول المثالية من حيث موقعها الجغرافي حيث تقع ضمن إطار ما يسمى دول الحزام الشمسي وهي تلك المناطق الواقعة بين خطي عرض 35 شمالاً وجنوباً لخط الاستواء.

ثانياً: متوسط قوة الإشعاع الشمسي على الأراضي الأردنية تتراوح بين 6 – 7 كيلوواط. ساعة لكل $م^2$، الأمر الذي يرشحها لتكون من أفضل الأماكن لاستغلال الطاقة الشمسية خصوصاً إذا ما علمنا بوجود مساحات صحراوية واسعة يمكن أن تضمن تنفيذ العديد من المشاريع الكبيرة ذات العلاقة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ثالثاً: لعل من المعززات الإضافية التي تسهم في رفع فرص نجاح استخدام الطاقة الشمسية في الأردن هو عدد الأيام الشمسية على مدار العام، حيث قدرت الأيام المشمسة بحوالي 316 يوم سنوياً وبمعدل حوالي 8 ساعات سطوع للشمس في اليوم الواحد، علاوة على أن معدل زاوية ارتفاع الشمس تصل إلى حوالي83 درجة صيفاً (متعامدة تقريباً). من جانب آخر فإن الطبيعة المناخية الأردنية تعتبر مناسبة جداً لاستخدام الطاقة الشمسية بسبب امتداد فصل الصيف لفترات طويلة، أضف لذلك بأن فصل الشتاء يكون مشمساً معظم الأيام ما يوجد إمكانية إنتاج الطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية على أغلب فترات العام.

وطبقاً لذلك، فقد عملت الأردن على تنفيذ العديد من المشاريع الرائدة في مجال نشر استخدام الطاقة الشمسية. ولعل افتتاح ملك الأردن في العام 2015م أول محطة طاقة شمسية في الأردن قد أضفى قدراً كبيراً من الاهتمام الرسمي الأردني في دعم هذا القطاع الواعد. وقد مثل هذا المشروع أول مبادرة في مجال تطبيق النظم الشمسية المرتبطة بالشبكة بدون وجود نظام تخزين وذلك لتغذية مجمع الديوان الملكي الأردني بكافة احتياجاته من الطاقة الكهربائية، وتقليص النفقات إضافة إلى التقليل من انبعاث الغازات. وقد بلغت القدرة الكهربائية للنظام الشمسي المنفذ 5.6 ميجاواط (Jordan news agency [petra], 2015).

وعلى جانب آخر، فقد قام المركز الوطني لبحوث الطاقة (National Energy Research Center–NECR) في نوفمبر من العام 2015م بتصميم وتنفيذ نظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية بدعم وتمويل من الحكومة اليابانية، وقد كانت القدرة الكهربائية القصوى لهذا المشروع حوالي 288 كيلوواط شمسي لتغطية الأحمال الكهربائية لدى مقر الجمعية الملكية الأردنية (Royal Scientific Society) في مدينة عمان وقد تم تنفيذ المشروع على مساحة تقدر بحوالي 7000 م^2 (Alawneh, 2013).

وقد تم أيضاً تصميم وبناء نظام شمسي مرتبط بالشبكة في منطقة الموقر شرقي عمان بقدرة حوالي 1 ميجاواط شمسي من خلال قرض ميسر مقدم من الحكومة الإسبانية (Abdalla, 2011).

(6.4) دراسة جدوى اقتصادية للنظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية بدون تخزين، دراسة حالة الجيزة – الأردن (El–Tous,2012)

لعل ندرة الموارد الطبيعية من بترول وغاز طبيعي في الأردن كان أحد أهم المحركات للبحث عن بدائل حقيقية، فعالة ومنافسة في مجال توليد الطاقة الكهربائية والاستقلال قدر المستطاع عن التبعية للبلدان الأخرى في استيراد الطاقة الكهربائية من جيرانها أو حتى استيراد

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الوقود المحرك لمحطات توليد الكهرباء أو حتى لتغطية حاجة قطاع المواصلات مثل البترول، الغاز الطبيعي أو حتى الفحم الحجري. وتستورد الأردن حوالي 96 % من الطاقة الكهربائية المستخدمة لديها من دول الجوار، ونتيجة لهذا الكم الهائل من استيراد الطاقة فإن ما يعادل حوالي 22% من إجمالي الناتج المحلي يذهب إلى شراء الطاقة الكهربائية مباشرة.

ولعل ارتفاع معدلات النمو السكاني التي تصل نسبتها إلى ما يقارب 2.3 % سنوياً قد مثل أحد الأسباب الإضافية التي دفعت بالجهات المعنية للعمل في تشجيع الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية وفتحت الباب أمام الباحثين لدراسة الجدوى الاقتصادية لمثل هذه المشاريع. فيما يلي سنتناول دراسة الجدوى الاقتصادية لأحد الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة في منطقة الجيزة – الأردن.

وتقدم هذه الدراسة في أحد جوانبها الجدوى الاقتصادية للنظام الشمسي مرتبط بشبكة الكهرباء لتغطية احتياجات منطقة الجيزة شرقي عمان وذلك في إطار تعزيز استخدام الطاقة الشمسية في حياة السكان. وقد تم أيضاً في هذه الدراسة استخدام النظام المحوسب (HOMER).

(1.6.4) مدخلات نظام المحاكاة والتحليل (Inputs):

أولاً: الإشعاع الشمسي (Solar Irradiance):

تم تحديد معدلات الإشعاع الشمسي لمنطقة الجيزة من الموقع الرسمي لدائرة الإحصاءات العامة للمملكة الأردنية الهاشمية[1]، ووجد بعد التحليل أن متوسط الإشعاع الشمسي اليومي لهذه المنطقة حوالي 5.753 كيلوواط. ساعة لكل م^2.

ثانياً: الأحمال الكهربائية (Load Profile):

تم تقدير متوسط كمية الأحمال الكهربائية اليومية لمنطقة الجيزة – الأردن كالتالي:

جدول (4. 7): تقدير الأحمال الكهربائية لمنطقة الجيزة

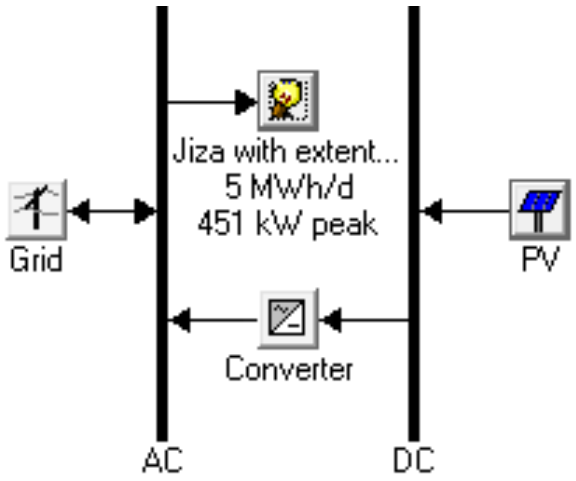
البند	الوحدة	القيمة
المتوسط اليومي للطاقة الكهربائية	كيلوواط. ساعة/ يوم	5045
متوسط الحمل	كيلوواط	210
ذروة الأحمال	كيلوواط	451

[1] www.dos.gov.jo

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ثالثاً: مكونات النظام الكهروضوئي (System Components)

يحتوي النظام الشمسي المقترح لتغطية هذه المنطقة من الأردن إلى كافة المكونات اللازمة لبناء النظام الشمسي المرتبط بالشبكة في عدم وجود نظام تخزين. ويتكون النظام من مجموعة من الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Panels) والتي قدرت حوالي 1000 كيلوواط شمسي إضافة للعاكس (Inverter) بقدرة 1000 كيلوواط أيضاً. شكل (4. 3) يوضح أجزاء النظام الشمسي المرتبط لتغطية أحمال منطقة الجيزة.



شكل (4. 3): النظام الشمسي المرتبط بالشبكة بدون نظام التخزين – الجيزة

بينما يوضح جدول (4. 8) أحجام وأسعار المكونات المستخدمة لبناء النظام المقترح وهي كالتالي:

جدول (4. 8): أحجام وأسعار مكونات النظام الشمسي المقترح

البند	الحجم (بالكيلوواط)	التكلفة الأولية (دولار/ كيلوواط)	الإصلاح والتشغيل (دولار/ سنة)	التكلفة الأولية الكلية (بالدولار)
الخلايا الكهروضوئية	1000	3000	0	3000000
العاكس	1000	300	8000	300000

وعلى جانب آخر، ولتطبيق مبدأ (Net Metering) فقد تم تقدير التالي:

جدول (4. 9): تكلفة البيع والشراء من شبكة الكهرباء العامة

معدل شراء وحدة الطاقة من الشبكة	0.1 دولار أمريكي/ كيلوواط. ساعة
معدل بيع وحدة الطاقة للشبكة	0.05 دولار أمريكي/ كيلوواط. ساعة
إصلاح وتشغيل سنوي	20000 دولار أمريكي

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(3.6.4) النتائج والتحليل

بناءً على ما تقدم من معطيات، وبعد تطبيق نظام المحاكاة والتحليل طبقاً للمدخلات فقد تبين التالي:

جدول (4. 10): نسب مساهمة المصادر واستهلاك الأحمال المختلفة للطاقة الكهربائية للنظام محل الدراسة

مصدر الطاقة	الإنتاج (كيلوواط. ساعة/سنة)	النسبة المئوية (%)
الخلايا الشمسية	1856165	64
الشراء من الشبكة الكهربائية	1024824	36
المجموع	2880989	100
الأحمال	**الاستهلاك (كيلوواط. ساعة/سنة)**	**النسبة المئوية (%)**
الأحمال الكهربائية	1841423	68
البيع للشبكة الكهربائية	853949	32
المجموع	2695371	100
المحول	**الفقد (كيلوواط. ساعة/ سنة)**	**النسبة المئوية (%)**
العاكس	185615	0.01

وبالرجوع إلى تفاصيل الدراسة، تبين أن المبلغ الإجمالي لعملية بناء النظام الشمسي – متضمنة كل من التكلفة الأولية، تكلفة التشغيل والإصلاح –يقدر بحوالي 3882880 دولار أمريكي، مع الأخذ بعين الاعتبار أن فترة عمر النظام قدرت 25 عاماً كما جرت العادة في المشاريع الشمسية.

تم احتساب سعر وحدة الطاقة الكهربائية المستخدمة في تغطية الأحمال مقدرة بوحدة الكيلوواط. ساعة، وقد بلغت حوالي 0.116 دولار أمريكي.

يتضح من خلال هذا التحليل ضعف جدوى المشروع حيث ارتفاع وحدة الطاقة الناتجة مقارنة بما هو متوقع، وتعزو الباحثة هذا الارتفاع إلى التالي:

- ارتفاع السعر السوقي لمكونات نظام الطاقة الشمسية المرصودة في الدراسة مقارنة بما هو على أرض الواقع.
- عدم وجود محفزات رسمية حيث أن سعر بيع وحدة الطاقة الكهربائية الشمسية للشبكة العامة تم تقديرها بنصف سعر شراء نفس الوحدة من الشبكة الكهربائية حال الحاجة إليها، الأمر الذي يتنافى مع أبجديات وقوانين تنظيم قطاع الطاقة الشمسية المرتبطة بالشبكة والتي تنص على أن سعر البيع للشبكة العامة يقدر بضعفين إلى أربعة أضعاف سعر

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشراء من الشبكة ذاتها.

- انعدام نسبة الإعانة الحكومية على تكلفة إنشاء مشاريع الطاقة الشمسية كما هو الحال في دول أوربا وأمريكا.

(7.4) الطاقة الشمسية في الهند

أورد مركز الجزيرة للدراسات في العام 2013م تقريراً لظفر الإسلام خان بعنوان " الهند واستراتيجياتها للطاقة في الشرق الأوسط " مجموعة من الحقائق الآتية:

أولاً: يمكن تقدير حجم مشكلة إمدادات الطاقة الكهربائية في الهند إذا ما عرفنا أنها اعْتُبِرَتْ رابع أكبر مستهلك للطاقة في العالم في عام 2011م بعد كل من الولايات المتحدة الأمريكية والصين وروسيا. وطبقاً لذلك، فقد تضاعف حجم استهلاك الهند للطاقة في الآونة الأخيرة – وبالتحديد منذ العام 1990م– على الرغم من أن متوسط استهلاك الفرد في الهند ظل متدنياً مقارنة بنظرائه في أوربا وأمريكا.

ثانياً: على الرغم من أن الهند تعتبر من الاقتصاديات العظمى على مستوى العالم إلا أن بعض التقديرات أشارت أن حوالي 44% من بيوت الهند لم تكن تحصل على الكهرباء حتى العام 2011م. وقد تعدى الأمر ذلك إلى أن أكثر من 92% من بيوت الهند تعتمد في إنتاج طاقتها – سواء الحراري، الحركية...إلخ – على الخشب، النفايات والغاز.

ثالثاً: حجم الموارد التقليدية للطاقة من الفحم، النفط والغاز الطبيعي كبيرة جداً. بالإضافة لذلك، فإن حجم الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة قد بلغ حتى آذار من العام 2013م حوالي 89760 ميجاواط موزعة كالتالي:

- طاقة الرياح تبلغ حوالي 49132 ميجاواط (أي ما يعادل نسبة 55%)،
- الطاقة المائية الصغيرة وتبلغ حوالي 15358 ميجاواط (أي ما يعادل نسبة 17%)
- طاقة الكتلة الحيوية تبلغ حوالي 17538 ميجاواط (أي ما يعادل نسبة 20%)
- الكهرباء المستخرجة من تفل السكر تبلغ حوالي 5000 ميجاواط (أي ما يعادل نسبة 6%)

رابعاً: على الرغم من ضخامة مقدرات الطبيعية في شبه الجزيرة الهندية – سواء مصادر الطاقة التقليدية أو حتى المتجددة – إلا أنها لا تسد حاجات البلاد والسكان وكذا عملية النمو الاقتصادي والنهضة الصناعية الحالية بشكل كامل.

طبقاً لكل ما تقدم من تحليلات وإحصائيات دفعت المسئولين وصناع القرار في الهند عن البحث عن عدد من البدائل الطبيعية لتوليد الطاقة الكهربائية وفي محاولة لوقف استنزاف

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المصادر التقليدية للطاقة من فحم، نفط وغاز طبيعي. كل هذا وذاك كان أحد المحركات الرئيسية في التوجه نحو الانخراط وبشكل جدي وحقيقي في استغلال الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء.

وحتى نكون أكثر عمقاً في تحليل مدى ملائمة شبه الجزيرة الهندية للاستثمار في مجال توليد الطاقة الكهربائية الشمسية، ذكر أحد الأبحاث العملية المنشورة في العام 2013م بأن معظم أنحاء شبه الجزيرة الهندية لديها ما يقارب من 300 – 330 يوماً مشمساً في على مدار العام بما يكافئ حوالي أكثر من 5000 تريليون كيلوواط. ساعة في السنة– أي أكثر من إجمالي استهلاك الطاقة في الهند سنوياً. أضف لذلك فإن الهند تتمتع بمتوسط درجات حرارة سنوية تتراوح بين 25 درجة مئوية – 27.5 درجة مئوية، ما يعني أنها بيئة مثالية جداً لعمل الأنظمة الكهروضوئية بما لديها إمكانات شمسية ضخمة. ولعل المتتبع لنمو قطاع الطاقة الشمسية في شبه الجزيرة الهندية يلحظ أن هناك سباقاً محموماً في الفترة الأخيرة – سواءً على المستوى الرسمي الداعم وبشكل قوى في هذا المجال أو حتى السوق الاستثمارية – في الاعتماد على الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء. وقد بينت الإحصائيات المتعلقة أن معدل استخدام الطاقة الشمسية كان قد ارتفع من أقل من 12 ميجاواط في العام 2009م إلى أن وصل لما يقارب من 190 ميجاواط في العام 2011م وصولاً إلى ما يعادل 1000 ميجاواط في آذار/مارس من العام 2013م. وعلى الرغم من هذا التطور والنمو الواعد في سوق الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة، إلا أنها – أي الهند – لا زال لديها طريق طويل وشاق للوصول إلى هدفها المنشود والمتمثل في زيادة توليد الطاقة الشمسية إلى ما يقرب من 20 جيجاواط بحلول عام 2020م (Srivastava and Srivastava ,2013).

(8.4) دراسة جدوى اقتصادية للنظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية بدون تخزين، دراسة حالة جامعة – الهند (Srivastava and Giri, 2016)

يتضح مما سبق وطبقاً لكل ما تقدم مدى أهمية الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية في الهند، لما يمكن أن يمثل نقلة نوعية في تقدم اقتصادها ورفاهية سكانها. لذلك، فقد تناولت الباحثة بشيء من التحليل والتفصيل تقديم دراسة جدوى اقتصادية تم تنفيذها في العام 2016م لأحدى الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة الكهربائية والمقام في جامعة تسمى بجامعة مادان موهانمالافيا للتكنولوجيا والتي تقع في المنطقة الشمالية من الهند.

وقد تقدم الباحث الذي نفذ هذه الدراسة بتحليل تقني إضافة إلى قياس مدى الجدوى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الاقتصادية لنظام شمسي مرتبط بشبكة الكهرباء لتغطية احتياجات الجامعة وذلك في إطار نشر استخدام الطاقة الشمسية تعزيز المبدأ استغلال المصادر المتاحة. وقد استخدم الباحث أيضاً لتنفيذ هذه الدراسة نظام المحاكاة المحوسب (HOMER) كما في الدراستين السابقتين.

وقد تم اختيار أفضل نظام شمسي طبقاً لمجموعة من المحددات أهمها:

- أقل صافي سعر (Net Presenting Cost) لوحدة الكهرباء شريطة أن يتم تغطية كافة الأحمال المتعلقة.
- خفض معدلات انبعاث الغازات السامة ومنها غاز ثاني أكسيد الكربون إذا ما قورن النظام المقترح بآخر يعمل على توليد الكهرباء من المصادر التقليدية للطاقة.

مع العلم أنه سيتم في هذا المشروع تغطية استهلاك الطاقة الكهربائية لكافة أجزاء الجامعة التي تتكون من سبعة أقسام من مختلف المجالات الهندسية وتسعة مباني سكنية متضمنة كافة مرافقها وأحيائها.

(1.8.4) مدخلات نظام المحاكاة والتحليل (Inputs)

أولاً: الإشعاع الشمسي (Solar Irradiance):

تم أخذ بيانات الإشعاع الشمسي للمرفق قيد الدراسة لمدة عام واحد بناءً على القراءات التي تم أخذها من على سطح قسم الهندسة الكهربائية التابع للجامعة. طبقاً لذلك، تراوحت معدلات الإشعاع الشمسي في تلك المنطقة بين 4.00 كيلوواط/ م^2/ يوم إلى 7.25 كيلوواط/ م^2/ يوم وبمتوسط سنوي للإشعاع الشمسي بما يعادل 4.97 كيلوواط/ م^2/ يوم.

جدول (4. 11) يبين الموقع الجغرافي محدداً بخطوط الطول وخطوط العرض للجامعة قيد الدراسة مع العلم أن ارتفاع الموقع قيد الدراسة حوالي 59 متراً عن سطح البحر.

جدول (4. 11): الموقع الجغرافي للجامعة قيد الدراسة

خط العرض	50.41″ 43′ 26° شمالاً
خط الطول	2.8″ 26′ 83° شرقاً

ثانياً: الأحمال الكهربائية (Load Profile):

تم احتساب متوسط الأحمال الكهربائية للجامعة محل الدراسة من خلال القراءات التي تم الحصول عليها من الشركة الوطنية المغذية للجامعة بالتيار الكهربائي. وطبقاً لما تم تسجيله فقد تم ملاحظة أن أقصى حمل كهربائي تم تسجيله كان في فترة الصيف بينما سجل فصل

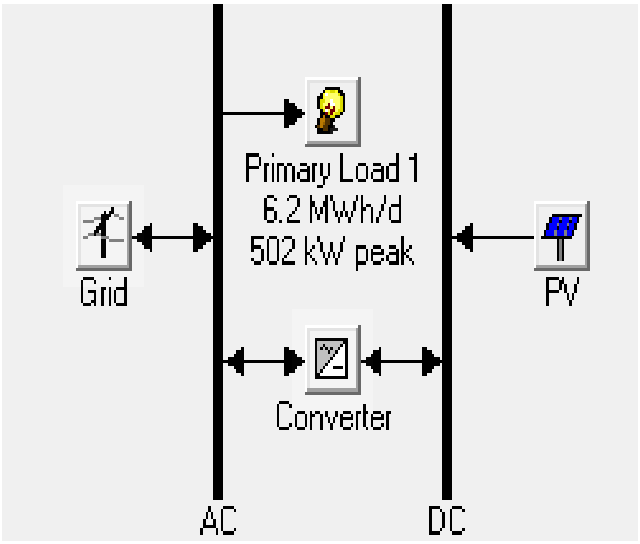
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشتاء أقل مستوى من الحمل الكهربائي.

من جانب آخر، فقد تم تسجيل متوسط الحمل الكهربائي اليومي حوالي 257 كيلوواط على مدار عام كامل، بينما تم تسجيل 502 كيلوواط كقدرة قصوى للحمل الكهربائي.

ثالثاً: مكونات النظام الكهروضوئي (System Components)

يحتوي النظام الشمسي المقترح لتغطية الأحمال الكهربائية للجامعة من كافة المكونات اللازمة لبناء النظام الشمسي المرتبط بالشبكة في عدم وجود نظام تخزين. وعليه فإن النظام يتكون من مجموعة من الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Panels) إضافةً للعاكس (Inverter). شكل (4. 4) يوضح أجزاء النظام الشمسي المرتبط والمقترح لتغطية أحمال الجامعة قيد الدراسة.



شكل (4. 4): مكونات النظام الشمسي المقترح للجامعة بدون نظام التخزين

- مجموعة الخلايا الشمسية (Photovoltaic Array)

تم استخدام وحدات كهروضوئية من النوع أحادي البلورة، وقد بلغت قدرة اللوح الواحد 250 واط. إضافة لذلك، قدر العمر الافتراضي لهذه الألواح المصنعة محلياً 20 عاماً.

جدول (4. 12) يوضح كل من التكلفة الأولية، تكلفة الاستبدال بعد 20 عاماً إضافةً لتكلفة الصيانة للخلية الواحدة وهي:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (4. 12): هيئة وقيمة التكاليف للخلية الشمسية

التكلفة الأولية (Capital Cost)	270 دولار أمريكي
تكلفة الاستبدال (Replacement Cost)	240 دولار أمريكي
تكلفة الصيانة (Maintenance Cost)	10دولارات أمريكية/ عام

- العاكس (Inverter)

تم اعتبار أن كفاءة العاكس المستخدم في تغذية الأحمال الكهربائية من الخلايا الشمسية حوالي 95% بينما تم تقدير العمر الافتراضي له بما يعادل 15 عاماً. طبقا لذلك، فإنه يتوجب استبدال العاكس مرة واحدة خلال فترة المشروع.

من ناحية أخرى، فقد تم تقدير تكلفة الاستبدال للعاكس بعد هذه الفترة بحوالي 90% من التكلفة الأولية للعاكس. جدول (4. 13) يوضح كل من التكلفة الأولية، تكلفة الاستبدال بعد كل عشر سنوات إضافةً إلى تكلفة التصليح السنوية للعاكس الذي كانت قدرته تعادل 50 كيلوواط. ساعة مقدرة بالدولار الأمريكي.

جدول (4. 13): هيئة وقيمة التكاليف للعاكس الكهربائي

التكلفة الأولية (Capital Cost)	7550 دولار أمريكي
تكلفة الاستبدال (Replacement Cost)	6040 دولار أمريكي
تكلفة الصيانة (Maintenance Cost)	100 دولار أمريكي/عام

- شبكة الكهرباء (Electricity Grid)

تم وضع التعرفة العامة لوحدة شراء وحدة الكهرباء مقدرة بالكيلوواط. ساعة بحوالي 0.103 دولار أمريكي للوحدة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن معدل تعرفة وحدة الطاقة ثابت على مدار اليوم الواحد.

(2.8.4) النتائج والتحليل

تم تطبيق نظام المحاكاة والتحليل (HOMER) لمدة عام كامل، وقد أظهر التحليل مجموعة من الحلول إلا أنها لا تلبي احتياجات الأحمال، لذا فقد تم استبعادها.

في نهاية الأمر، تبين أن تحليل النظام قد أفاد بأن أفضل نقطة تشغيل للنظام الشمسي المرتبط بدون نظام تخزين قد تم تسجيلها كما هو موضح في جدول (4. 14).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (4. 14): التكلفة الأولية للنظام الشمسي المقترح للجامعة

البند	القدرة الكلية
الخلايا الشمسية	500 كيلوواط
العاكس	500 كيلوواط

وقد تبين أيضاً من خلال التحليل أن نسبة مشاركة الخلايا الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية وصلت إلى حوالي 37% من كمية الطاقة الكهربائية اللازمة لتغطية الأحمال، بينما تعمل الشبكة الكهربائية على تغطية النسبة المتبقية من الإنتاج ليصل المجموع الكلي إلى 100%.

جدول (4. 15) يوضح بعض الأرقام المتعلقة بالتكلفة الأولية لبناء النظام الشمسي المقترح، مروراً بتكلفة التشغيل وانتهاء بفترة الاسترداد للمشروع.

جدول (4. 15): بعض النتائج المرصودة من دراسة الجدوى

التكلفة الأولية (Capital Cost)	617500 دولار أمريكي
تكلفة التشغيل (Operating Cost)	183193 دولار أمريكي
سعر وحدة الطاقة من الشبكة (Electricity Cost)	0.1 دولار أمريكي/ كيلوواط. ساعة
فترة الاسترداد (Payback Period)	11.2 عاماً

على جانب آخر، فقد كان كمية الإنتاج السنوية للطاقة الكهربائية والمستهلكة من الأحمال الكهربائية حوالي 2250226 كيلوواط. ساعة (95%) بينما يباع للشبكة الجزء المتبقي وهو ما يقدر بحوالي 129740 كيلوواط. ساعة (5%).

من ناحيةٍ أخرى، فقد أشار الباحث الذي تقدم بهذه الدراسة إلى جانب إيجابي آخر وهو انخفاض معدلات انبعاث الغازات السامة في حال استخدام النظم الشمسية مقارنة بكمية الغازات الصادرة من المصادر التقليدية لوحدها. جدول (4. 16) يبين كميات الانخفاض في انبعاث الغازات السامة بشكل سنوي وهي:

جدول (4. 16): انخفاض انبعاث الغازات السامة

الغاز السام	كمية الانخفاض في الانبعاث (طن/ عام)
غاز ثاني أكسيد الكربون	544.2 طن
غاز ثاني أكسيد الكبريت	2.36 طن
أكسيد النيتروجين	1.154 طن

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(9.4) الملخص:

تناول الفصل الرابع دراسة حالة في كل من ثلاث دول هي الجزائر، المملكة الأردنية الهاشمية والهند في سبيل قياس الجدوى الاقتصادية من تطبيق الأنظمة الكهربائية الشمسية المرتبطة بالشبكة في غير وجود نظام تخزين وذلك نظراً لوجود الشبكة الكهربائية العامة للبلد والتي تعمل على استيراد وتصدير كميات الطاقة سواء المطلوبة منها أو الفائضة عن حاجة النظام على التوالي.

وقد تطرقت حالات الدراسة الثلاثة إلى تقييم المردود المادي كل نظام على حدة وذلك باستخدام برنامج المحاكاة والتحليل (HOMER) وكان من ضمن المؤشرات المتاحة التالي:

1. حساب تكلفة الإنشاء الأولية للمشاريع المختلفة.
2. حساب كمية الإنتاج من الطاقة الكهربائية الشمسية وما يعقبها من عملية التوفير في حال عدم إنتاج نفس الوحدات من مصادر أخرى للطاقة.
3. حساب فترة الاسترداد للمشاريع الشمسية المختلفة وبينت الدراسات الثلاثة تفاوت كل مشروع عن الآخر لوجود بعض المتغيرات التي تختلف من بلد لآخر منها تكلفة مكونات النظم الشمسية المختلفة.
4. أثبتت الحالات الدراسية الثلاثة فاعلية الجدوى الاقتصادية للمشاريع الشمسية المرتبطة بالشبكة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الخامس

دراسة تطبيقية للنظام الشمسي المرتبط لمستشفى جمعية أصدقاء المريض

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1.5) المقدمة:

يتناول هذا الفصل تقديم دراسة جدوى اقتصادية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية في عدم وجود نظام البطاريات للتخزين. ويعمل هذا النظام على تلبية الاحتياجات الأساسية من الطاقة الكهربائية لمستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية في مدينة غزة مع الأخذ بعين الاعتبار كمية الإشعاع الشمسي الساقطة على المنطقة قيد الدراسة إضافة إلى متوسط الأحمال الكهربائية مقدرة بكل من وحدتي كيلوواط وكيلوواط. ساعة. ستستخدم الباحثة لعمل هذه الدراسة برنامج المحاكاة والتحليل (HOMER).

وفي الجزء الآخر من هذا الفصل سيتم التطرق إلى دراسة الجدوى الاقتصادية إلى النظام الشمسي المقام فعلياً في ذات المستشفى. وقد لوحظ أن نظام المستشفى المقام حديثاً – منذ ما يقارب الأربع شهور– هو نظام مرتبط بالشبكة الكهربائية في وجود البطاريات كنظام تخزين.

وفي ذات السياق، سيتم التطرق إلى معرفة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من النظام في كلا الحالتين إضافة إلى كمية الطاقة الصادرة والواردة من وإلى النظام الشمسي. سيتم أيضاً قياس فترة الاسترداد للمبالغ المستثمرة في كلا الحالتين إضافة لأهم المعيقات التي دفعت بالمسئولين في المشروع على تفضيل إضافة نظام التخزين (البطاريات) على الرغم من تكلفته الباهظة من حيث إنشائها أو حتى استبدالها بعد انقضاء عمرها الافتراضي والمقدر بحوالي عشرة إلى خمسة عشر عاماً.

(2.5) تعريف عام: جمعية أصدقاء المريض الخيرية (Patient Friend's Benevolent Society)

انطلقت فكرة إنشاء جمعية أصدقاء المريض الخيرية خلال فترة الاحتلال الإسرائيلي لقطاع غزة. ولعل تردي الواقع الطبي في القطاع والعمل على تغطية العجز في الكادر الطبي والإمكانات المطروحة كان من أهم المحركات لإنشاء الجمعية بتعاون أهل الخير والمهتمين بالشئون الصحية حتى يتم تقديم الخدمات الصحية على مستوى متميز سواء للقادرين أو غير القادرين للحصول على تلك الخدمات.

تشكلت الجمعية في عام 1980م في مدينة غزة وبدأت باستقبال المرضى وعلاجهم في مطلع عام 1982م في مجموعة من الأقسام الصغيرة مثل قسم التمريض والعيادة الخارجية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

برزت مكانة الجمعية كمؤسسة وطنية أثناء انتفاضة عام 1987م إلى 1994م حيث قدمت الجمعية العلاج والرعاية اللازمة لمئات الجرحى والمصابين.

وتحتوي الجمعية على مجموعة من العيادات والأقسام التخصصية القادرة على تلبية معظم احتياجات المرضى في شتى المجالات الطبية.

ولعل من أهم أهداف الجمعية تقديم كافة التسهيلات وتذليل كافة العقبات أمام المرضى من خلال توفير كافة متطلبات الإقامة المريحة سواء كانت للمريض أو من يرافقه. وتعتبر مصادر الطاقة الكهربائية التي تعمل على توفير التيار الكهربائي اللازم لتشغيل أقسام المستشفى – من حيث الإنارة وعمل الأجهزة الطبية الخاصة بالمختبرات وغرف العمليات إضافة إلى سكنات العاملين وبعض الخدمات الملحقة بالجمعية – أحد أهم المحركات التي تعكس مدى تطور الخدمة في هذه المؤسسة.

وقد بدأت مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية في استخدام الطاقة الشمسية وذلك بعد الانتهاء من إنجاز إحدى أهم وأحدث مشروعات الطاقة الشمسية في قطاع غزة. وقد جاء توقيت تنفيذ هذا المشروع الحيوي في الوقت المناسب حيث ضمن استمرار عمل الجمعية في ظل ظروف القطاع الصعبة خاصة الانقطاع المستمر للتيار الكهربائي.

وتشير الإحصائيات والقراءات الأولية للمشروع الذي بدأ العمل بشكل رسمي في أواخر أبريل من العام الحالي بأن التوقعات قد تصل بإنتاج كمية من الطاقة الكهربائية شهرياً تقدر بحوالي 5000 كيلو واط. ساعة وهو ما يسد وبشكل كبير الحاجة الماسة للتيار الكهربائي.

الجزء التالي من هذا الفصل سيتناول بشيء من التفصيل الجدوى الاقتصادية لبناء نظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية لجمعية أصدقاء المريض الخيرية وذلك باستخدام برنامج المحاكاة والتحليل (HOMER). سيتم من خلال هذا البرنامج احتساب كميات الطاقة المتدفقة من وإلى شبكة الكهرباء العامة في حال ارتباط النظام الشمسي معها. كما ستعرض الباحثة أيضاً تكلفة إنشاء النظام المقترح بالدولار الأمريكي حسب الأسعار السوقية المحلية. وفي نهاية هذا الجزء سيتم احتساب فترة استرداد المبالغ المستثمرة في هذا المشروع بناءً على بعض المعطيات والمدخلات التي سيتم مناقشتها في حينه.

(3.5) دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة في عدم وجود نظام التخزين باستخدام برنامج المحاكاة (HOMER) لمستشفى جمعية أصدقاء المريض –غزة

ستتناول الباحثة في هذا الجزء من الفصل وبشيء من التحليل والتفصيل تقديم دراسة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدوى اقتصادية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية في عدم وجود نظام تخزين (Pure On-grid Solar Power System). وقد استخدمت الباحثة لتنفيذ هذه الدراسة نظام المحاكاة والتحليل المحوسب (HOMER).

وستبدأ الباحثة دراسة الجدوى الاقتصادية بتناول مجموعة مدخلات الدراسة التي تم الحصول عليها واللازمة لتحليل النظام الشمسي وذلك من خلال الاستعانة بالمعلومات التي تم الحصول عليها سواء من إدارة مستشفى أصدقاء المريض الخيرية والخاصة بالأحمال الكهربائية أو تلك المعلومات الخاصة بكميات الإشعاع الشمسي والتي تم الحصول عليها من خلال برنامج المحاكاة من خلال قاعدة بيانات مؤسسة الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (National Aeronautics and Space Administration) والمعروفة اختصاراً "ناسا". ستتناول الباحثة بعد ذلك مكونات النظام الشمسي المقترحة بأحجامها وأسعارها السوقية المحلية قبل أن تقوم بعرض جميع النتائج المتعلقة بدراسة الجدوى الاقتصادية من جوانب عدة.

(1.3.5) المدخلات (Inputs):

أولاً: الإشعاع الشمسي (Solar Irradiance):

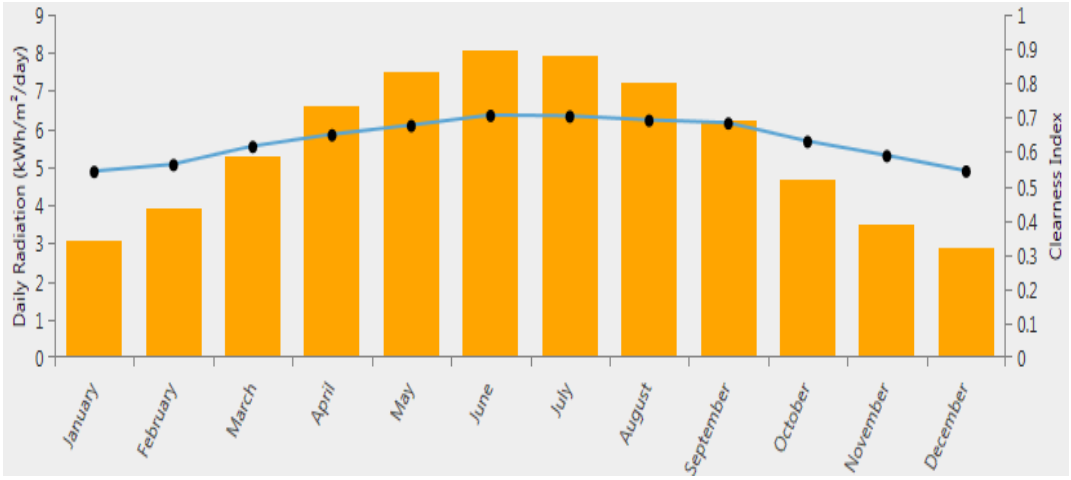
تم تثبيت بيانات متوسط الإشعاع الشمسي لمدة عام واحد لموقع مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية. جدول (5. 1) يبين الموقع الجغرافي محدداً بخطوط الطول وخطوط العرض لموقع المستشفى.

جدول (5. 1): الموقع الجغرافي لمستشفى أصدقاء المريض –غزة

خط العرض	″18 ′21 °31 شمالاً
خط الطول	″30 ′18 °34 شرقاً

شكل (5. 1) يوضح متوسط بيانات الإشعاع الشمسي اليومي لكل شهر ولمدة عام كامل.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (5. 1): متوسط الإشعاع الشمسي اليومي

المصدر: استناداً إلى برنامج المحاكاة (HOMER)

وقد تبين نتيجة تحليل هذه البيانات بأن متوسط الإشعاع الشمسي اليومي قد بلغ 5.57 كيلوواط. ساعة / م^2/ يوم. واستناداً إلى ذلك فإنه يمكن احتساب متوسط الإشعاع الشمسي الساقط على كل وحدة مساحة سنوياً بحوالي 2037 كيلوواط. ساعة الأمر الذي يعتبر بالكمية الممتازة لبناء أنظمة شمسية ذات كفاءة وفاعلية كبيرة.

ثانياً: الأحمال الكهربائية (Load Profile):

واجهت الباحثة العديد من المعيقات خلال عملية معرفة وتقدير مجموعة الأحمال الكهربائية لمقر جمعية الخدمة العامة وذلك نظراً لأن المستشفى لم تبدأ بعملية تسجيل قراءات الأحمال إلا في نهاية شهر يونيو من العام 2017.

إلا أنه ومن خلال المقابلة التي أجريت مع **إسماعيل** (2017م)، أشارت إلى أن الأحمال الكهربائية التي يتم تغذيتها من النظام الشمسي في مقر المستشفى ثابتة إلى حد كبير – ويستثنى من هذه الأحمال عمليات التبريد والتكييف والتسخين إلا في مواضع محددة مثل غرفة العمليات، المختبر وحضانات الأطفال –أي أنه بمعنى آخر يمكن تقسيم كميات الأحمال الكهربائية إلى قسمين:

- الأحمال الخاصة بأيام العمل الرسمي (من السبت إلى الخميس).
- الأحمال الخاصة بأيام الراحة (يوم الجمعة).

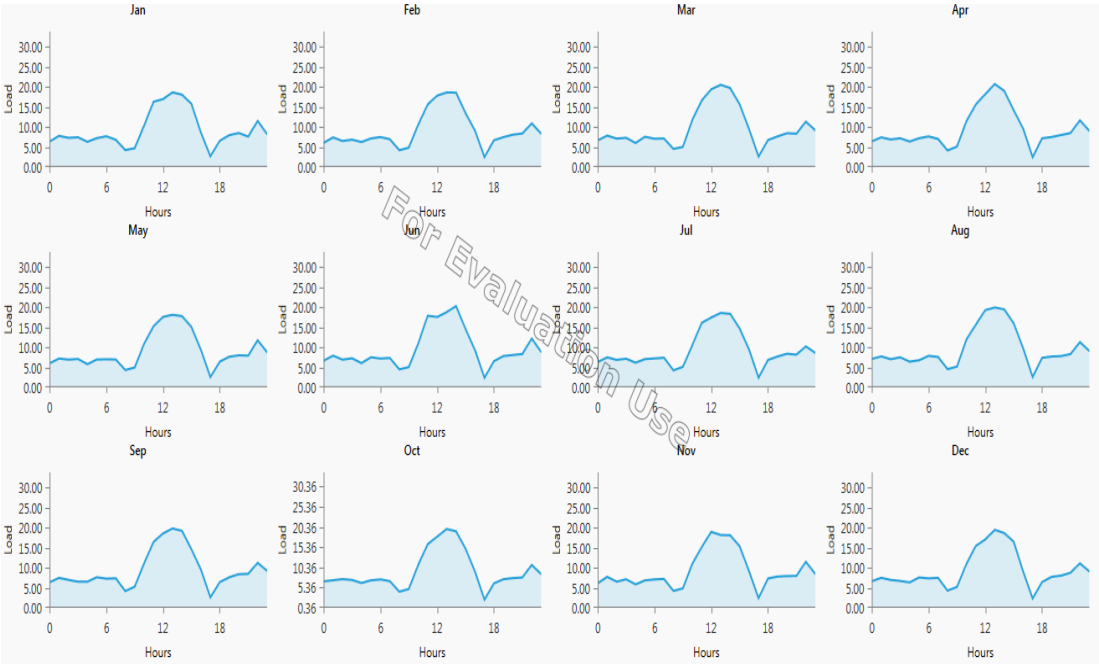
يرجى الملاحظة بأن قراءات الأحمال قد تم تسجيلها من قبل إدارة المستشفى على رأس كل ستين دقيقة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل (5. 2): الأحمال الكهربائية لمقر مستشفى أصدقاء المريض الخيرية

المصدر: استناداً إلى البيانات المأخوذة من مديرة المشاريع في المستشفى

وطبقاً لقراءات الأحمال المذكورة سابقاً، فإن شكل (5. 3) يوضح متوسط قراءات الأحمال اليومية في كل شهر على حدة.



شكل (5. 3): متوسط قراءات الأحمال اليومية في كل شهر لمدة عام كامل

المصدر: استناداً إلى برنامج المحاكاة (HOMER)

ومن جانب آخر، فقد بينت تحليلات برنامج المحاكاة تسجيل متوسط الحمل الكهربائي اليومي مأخوذة على مدار عام كامل إضافة إلى القدرة القصوى التي يمكن أن تصلها الأحمال الكهربائية في وقت ما في العام.

جدول (5. 2) يوضح – من خلال برنامج HOMER – المتوسط اليومي للطاقة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

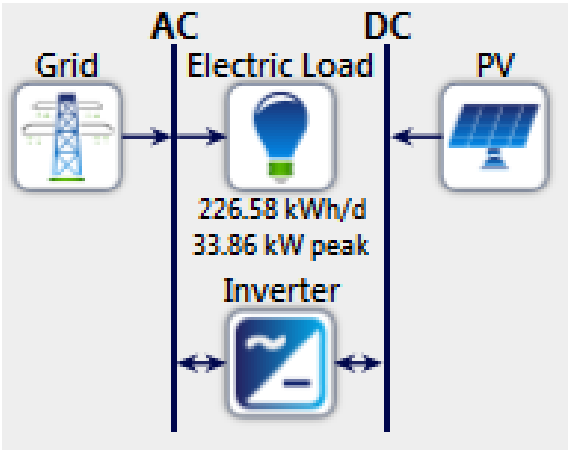
الكهربائية للأحمال المختلفة مقدرة بالكيلوواط. ساعة/يوم إضافة إلى متوسط القدرة والقدرة القصوى بوحدة الكيلوواط.

جدول (5. 2): بيانات الأحمال الكهربائية لمستشفى أصدقاء المريض

المتوسط اليومي لكمية الطاقة المقدرة للأحمال	**226.58 كيلوواط ساعة/ يوم**
متوسط القدرة	**9.44 كيلوواط**
القدرة القصوى	**33.86 كيلوواط**

ثالثاً: مكونات النظام الكهروضوئي المقترح (System Components)

يحتوي النظام الشمسي المقترح تصميمه لتغطية الأحمال الكهربائية لمستشفى أصدقاء المريض الخيرية على كافة المكونات اللازمة لبناء النظام الشمسي المرتبط بالشبكة في عدم وجود نظام التخزين. لذلك، فإن النظام المقترح يتكون بشكل عام من مجموعة من الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Panels) إضافة للعاكس (Inverter) مدعوماً بالشبكة الكهربائية. شكل (5. 4) يوضح أجزاء النظام الشمسي المرتبط والمقترح لتغطية أحمال مستشفى أصدقاء المريض.



شكل (5. 4): مكونات النظام الشمسي المرتبط بدون تخزين

المصدر: استناداً إلى برنامج المحاكاة (HOMER)

- مجموعة الخلايا الشمسية(Photovoltaic Array)

تم من خلال برنامج المحاكاة (HOMER) تطبيق وحدات من الخلايا الكهروضوئية بلغت قدرتها مجتمعة حوالي 41.6 كيلوواط – بحسب النظام الشمسي المطبق – وبتكلفة الكيلوواط الواحد حسب الأسعار السوقية حوالي 800 دولار أمريكي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وقد تم اعتبار أنه لا يوجد تكلفة استبدال للخلايا الشمسية المستخدمة حيث أن العمر الافتراضي لها يقدر بحوالي 25 سنة وهو نفس فترة حياة المشروع بشكل كامل. جدول (5. 3) يوضح كل من التكلفة الأولية إضافة إلى تكلفة الصيانة والتشغيل السنوية للخلايا المكونة للنظام وهي:

جدول (5. 3): تكاليف الإنشاء والصيانة للخلايا الشمسية

التكلفة الأولية (Capital Cost)	**33280 دولار أمريكي**
التكلفة السنوية للصيانة والتشغيل (O&M Cost)	**400 دولار أمريكي/عام**

- العاكس (Inverter)

تم العمل على تثبيت قدرة العواكس المقترحة للنظام الشمسي المرتبط للمستشفى قيد الدراسة بما يعادل 40 كيلوواط وبكفاءة تعادل 95%. وعلى جانب آخر، فقد تم تقدير العمر الافتراضي للعواكس بحوالي 15 عاماً، أي أنه سيتوجب استبدال مجموعة العواكس بعد 15 عاماً من عمر المشروع – بمعنى آخر سيتم استبدال هذه العواكس مرة واحدة فقط خلال فترة عمر المشروع والبالغة 25 عاماً.

من ناحية أخرى، فقد تم تقدير التكلفة الأولية للعواكس بما يعادل 7500 دولار أمريكي لكل 10 كيلوواط. أضف لذلك، تم تقدير تكلفة الاستبدال للعواكس بعد فترة 15 عاماً بحوالي 50% من التكلفة الأولية للعواكس وذلك استناداً إلى بعض المراجع المتعلقة بدراسات جدوى مشابهة.

جدول (5. 4) يوضح كل من التكلفة الأولية، تكلفة الاستبدال بعد 15 عاماً إضافة إلى تكلفة التشغيل والصيانة السنوية للعواكس مقدرة بالدولار الأمريكي.

جدول (5. 4): تكاليف الإنشاء، الاستبدال والصيانة للعواكس الكهربائية

التكلفة الأولية (Capital Cost)	**30000 دولار أمريكي**
تكلفة الاستبدال (Replacement Cost)	**15000 دولار أمريكي**
تكلفة الصيانة (O&M Cost)	**400 دولار أمريكي/عام**

- شبكة الكهرباء (Electricity Grid)

طبقاً للباحثة، ومن خلال مجموعة المقابلات التي تمت مع **زياد الغصين** من سلطة الطاقة والموارد الطبيعية بغزة، فقد تم وضع تعرفة عامة لشراء وحدة الكهرباء مقدرة بالكيلوواط.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ساعة وكانت حوالي 0.15 دولار أمريكي للكيلوواط. ساعة (أي ما يعادل 0.5 شيكل)، مع الأخذ بعين الاعتبار أن معدل تعرفة وحدة الطاقة ثابت على مدار اليوم الواحد.

في المقابل، فقد تم اقتراح أن تكون تكلفة بيع وحدة الطاقة الكهربائية مقدرة بالكيلوواط. ساعة ما يعادل ضعف تكلفة شراءها أي حوالي 0.3 دولار أمريكي للكيلوواط. ساعة (حوالي 1 شيكل).

(2.3.5) النتائج والتحليل

بعد تطبيق نظام المحاكاة والحصول على النتائج المتعلقة بالنظام الشمسي المقترح لمدة عام كامل فقد تبين الآتي:

- نسبة تغطية الأحمال من الطاقة الكهربائية الناتجة من الخلايا الشمسية (Renewable Fraction) بلغت حوالي 62.1%. بمعنى آخر فإن هناك حوالي 37.9% من كمية الأحمال الكهربائية السنوية يتم تغطيتها من الشبكة الكهربائية. ويمكن تفسير ذلك على أن النظم الشمسية المرتبطة بدون تخزين تعمل فقط في الفترة النهارية حال وجود أشعة الشمس بينما يتوقف عملها خلال الفترة الليلية فلا يتم إنتاج أي من الطاقة الكهربائية الناتجة من الأشعة الشمسية. وهنا يكمن دور الشبكة الكهربائية في أنها تعمل كمصدر للطاقة الكهربائية لتغطية الأحمال المطلوبة خلال الفترة الليلية. يمكن أيضاً في بعض الأحيان شراء كميات من الطاقة الكهربائية من الشبكة العامة في الفترة النهارية إذا ما كانت كميات إنتاج الطاقة الشمسية الكهربائية أقل مما هو مطلوب.

جدول (5. 5) يوضح من جهة أخرى بالأرقام بعض التكاليف التي تم الحصول عليها ومنها التكلفة الأولية لبناء النظام الشمسي إضافة لتكلفة التشغيل والصيانة السنوية.

جدول (5. 5): تكاليف الإنشاء والصيانة–التشغيل الكلية للمشروع

التكلفة الأولية (Capital Cost)	63280 دولار أمريكي
تكلفة الصيانة–التشغيل (O&M Cost)	800 دولار أمريكي/ عام

واستكمالاً للنتائج المرصودة من برنامج المحاكاة، فقد سجلت عملية التحليل كمية الإنتاج السنوية للطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية إضافة إلى كمية الطاقة الكهربائية السنوية المباعة لشبكة الكهرباء العامة وكمية الكهرباء السنوية الموردة من الشبكة العامة. جدول (5. 6) يوضح هذه الأرقام بالتفصيل.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (5. 6): كمية الإنتاج والتصدير والتوريد من الطاقة الكهربائية

كمية الإنتاج السنوية من النظام الشمسي	73563 كيلوواط. ساعة
كمية الكهرباء المباعة لشبكة الكهرباء	28402 كيلوواط. ساعة
كمية الكهرباء الموردة من شبكة الكهرباء	41220 كيلوواط. ساعة

من جدول (5. 6) يمكن توضيح النقاط التالية:

- كمية الطاقة الكهربائية المباعة لشبكة الكهرباء والتي تقدر بحوالي 28402 كيلوواط. ساعة هي فقط كمية الفوائض النهارية من الطاقة الكهربائية الشمسية بعدما يتم تغطية الأحمال المطلوبة.
- يمكن استنباط أن كمية الأحمال المغطاة من الخلايا الشمسية هي الفرق بين كمية الإنتاج السنوي والكمية المباعة لشبكة الكهرباء، أي ما يعادل حوالي 45161 كيلوواط ساعة.
- يتم شراء ما يقدر بحوالي 41220 كيلو واط. ساعة من الشبكة الكهربائية وذلك لسد العجز في تغطية الأحمال إما خلال الفترات النهارية عندما لا تكفي كميات الإنتاج لسد الحاجات المطلوبة أو خلال الفترة الليلية.

(1.2.3.5) فترة الاسترداد (Payback Period)

من خلال كل ما تقدم، سيتم في هذا الجزء احتساب فترة الاسترداد للمبالغ التي تم ضخها لبناء مكونات المشروع، مثل إحلال واستبدال المكونات التالفة إضافة إلى ما تم صرفه خلال فترة عمر المشروع على عمليات الصيانة والتشغيل الدورية. جدول (5. 7) يوضح بالتفصيل ما تم استثماره في المشروع.

جدول (5. 7): التكلفة الإجمالية للمشروع

التكلفة الأولية (Capital Cost)	**63280 دولار أمريكي**
تكلفة الصيانة-التشغيل (O&M Cost)	**20000 دولار أمريكي**
تكلفة الاستبدال (Replacement Cost)	**15000 دولار أمريكي**
التكلفة الإجمالية	**98280 دولار أمريكي**

من جانب آخر، فإنه – لكي يتم احتساب فترة الاسترداد – يستلزم هذا الجزء العمل احتساب مجموع العوائد المالية المتاحة من عملية بيع الطاقة الكهربائية على فترات عمر المشروع المختلفة إضافة إلى كمية الوفورات التي تم توفيرها على مالك المشروع فيما إذا كان لا

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يمتلك نظام شمسياً حيث سيتوجب عليه شراء ما يعادلها من الشبكة العامة. جدول (5. 8) يوضح مجموع الوفورات المالية إضافة للأرباح المجنية من عملية بيع الطاقة للشبكة.

جدول (5. 8): مجموع الوفورات والأرباح المجنية

الوفورات المالية (0.15 دولار/ كيلوواط. ساعة)	**6774.15 دولار أمريكي**
الأرباح المجنية (0.3 دولار/ كيلوواط. ساعة)	**8520.6 دولار أمريكي**
الإجمالي	**15294.75 دولار أمريكي**

وعليه، يمكن احتساب فترة استرداد المبالغ المستثمرة في المشروع كالتالي:

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{\text{التكلفة الإجمالية للمشروع}}{\text{الوفورات المالية} + \text{الأرباح المحققة}}$$

وإذا ما تم طبقاً لهذه المعادلة تطبيق ما تم الحصول عليه من الجدولين السابقين، فإن فترة الاسترداد تكون ما يعادل 6.42 سنة كاملة.

جدير بالذكر أن الفترة المتبقية من عمر المشروع بعد استرداد كافة الأموال المستثمرة في إنشاء، صيانة وتشغيل النظام الشمسي هي 18.58 سنين، أي أن مجموع الأرباح والوفورات التابعة للمشروع يمكن أن تصل لحوالي 284180 دولار أمريكي.

(2.2.3.5) الآثار البيئية

لعل أحد اهم الجوانب الإيجابية الخاصة بمشروعات الطاقة الشمسية هي الآثار البيئية المترتبة على تقليل استخدام الوقود الأحفوري لتوليد الكهرباء وهو ما يعني انخفاض معدلات انبعاث الغازات السامة حال استخدام المصادر التقليدية لوحدها. جدول (5. 9) يبين كميات الانخفاض في انبعاث الغازات السامة بشكل سنوي وهي:

جدول (5. 9): انخفاض انبعاث الغازات السامة

الغاز السام	كمية الانخفاض في الانبعاث (كيلوجرام/ عام)
غاز ثاني أكسيد الكربون	8100 كيلوجرام
غاز ثاني أكسيد الكبريت	35.1 كيلوجرام
أكسيد النيتروجين	17.2 كيلوجرام

(3.3.5) تعقيب على ما توصلت إليه الباحثة

- يتضح من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من خلال برنامج المحاكاة (HOMER) أنه حال توفر الإمكانيات المادية اللازمة لبناء مشاريع أنظمة شمسية مرتبطة بالشبكة بدون

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وجود نظام تخزين إضافة لوجود استراتيجيات واضحة لدى الجهات الرسمية لتنظيم عمل هذا القطاع، يتضح أن كميات الطاقة الناتجة من النظم الشمسية والتي تباع خلال الفترات النهارية – حال عدم الحاجة إليها – يمكن أن تسهم في زيادة كميات الطاقة على الشبكة الرئيسية للكهرباء بشكل عام، الأمر الذي يمكن إذا ما تم تبنيه كاستراتيجية من تقليص فترات انقطاع التيار الكهربائي.

- من خلال نتائج برنامج المحاكاة، يتضح وجود وفرة في إنتاج الطاقة الكهربائية من الأنظمة الشمسية سواء للاستهلاك المباشر لمالك المشروع أو حتى حال بيعها للشبكة الكهربائية. هذا الأمر ينعكس إيجاباً من حيث المساهمة في تقليص النفقات التشغيلية ونفقات الصيانة اللازمة لتشغيل مولدات الديزل (حيث تقدر تكلفة وحدة الطاقة المنتجة من مولدات الديزل حوالي (1 دولار أمريكي/ كيلوواط. ساعة)، بينما يمكن تقليها بشكل دراماتيكي إذا ما قورنت بتكلفة الفرصة البديلة " وحدة الطاقة المنتجة من الخلايا الشمسية ")
- استناداً إلى ما تم الحصول عليه من نظام المحاكاة، فإنه يمكن العمل على تشكيل قطاع استثماري في مجال الطاقة الشمسية في قطاع غزة إذا ما تم تبني سياسات واستراتيجيات وقوانين تحث المستثمرين على الدخول وبقوة إلى هذا القطاع. ويتمثل ذلك من خلال إقرار حزمة من القوانين المتعلقة بالتعرفات تشجيعية والإعفاءات الضريبية لعمليات بيع وحدات الطاقة الكهربائية المنتجة من الأنظمة الشمسية إلى الشبكة العامة كما في معظم دول العالم. للأسف، لا يوجد أي من الاستراتيجيات والرؤى الخاصة بتنظيم قطاع الطاقة المتجددة في غزة، لذا يصعب في الوقت الحالي تطوير استراتيجيات استثمارية لوجود هذه المعوقات.
- تساعد الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة على تحقيق قدر جيد من التنمية المستدامة سواءً على المستوى الاقتصادي، أو على المستوى البيئي وذلك من خلال العمل على تقليل انبعاث كميات كبيرة من الغازات السامة حال تطبيق مشاريع مشابهة. وخير مثال على ذلك ما تم الحصول عليه من نتائج التحليل في الحد من الغازات السامة.
- من ناحيةٍ اجتماعية، فإن هذه الأنظمة الشمسية تعمل على رفع مستوى الرعاية الصحية في كافة المؤسسات الخدمية من خلال توفير بيئة عمل مناسبة أو حتى بيئة علاجية سليمة كما في المستشفيات. أضف إلى ذلك، فإن هذه الأنظمة تعمل على الحد من استخدام الشموع للإنارة والتي تمثل خطراً حقيقياً على حياة الناس، وقد أوردت الباحثة تقريراً للأمم المتحدة بينت فيه عدد الإصابات والوفيات في إحدى الأعوام خلال العقد الحالي. من جانب

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

آخر، ستساعد هذه الأنظمة على الحد من الاستخدام المفرط للأنظمة التقليدية المكونة من البطاريات والعواكس. حيث تمثل كمية البطاريات الهائلة الموجودة في قطاع غزة والتي تم استهلاكها قنابل موقوتة ستودي بحياة الناس وتؤثر سلباً على صحتهم إذا ما تم التعامل معها بطريقة علمية سليمة.

(4.5) دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة بوجود نظام التخزين لمستشفى جمعية أصدقاء المريض بغزة

قامت الباحثة بعدد من الزيارات الميدانية لمقر مستشفى جمعية أصدقاء المريض الخيرية في مدينة غزة وذلك للاطلاع عن قرب على نظام الطاقة الشمسية المستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية. ومن خلال المعاينة الفعلية، حيث وجدت أن النظام الشمسي المستخدم هناك هو النظام الشمسي المرتبط بالشبكة في وجود نظام البطاريات للتخزين On-grid System with Batteries as Backup System.

وقد تم تطبيق هذا النظام الهجين من خلال دمج كل من الشبكة الكهربائية ونظام التخزين المساعد نتيجة للانقطاع المستمر للتيار الكهربائي على شبكة الكهرباء العامة الأمر الذي يستوجب وجود بديل للشبكة الكهربائية وهي نظام التخزين – البطاريات.

وعلى جانب آخر، فقد أدلت **سامية إسماعيل** مدير المشاريع في مستشفى أصدقاء المريض من خلال المقابلة التي تم أجرئها معها أفادت بمجموعة من الحقائق كالتالي:

- تم تشغيل هذا النظام في أواخر شهر أبريل من العام الحالي.
- يغطي النظام مجموعة كبيرة من الأحمال الكهربائية في مقر المستشفى وهي إنارة قسم العمليات والطوارئ، إنارة العيادات الخارجية السفلية، إنارة صالة الاستقبال، إنارة قسم العمليات بالإضافة إلى كل من ثلاجة الصيدلية، ثلاجة مستودع الأدوية، جهاز توجيه خدمة الإنترنت (Router)، والكشافات. تم أيضاً تغذية كل من المختبر وقسم الولادة بجهازي تبريد (Air Conditioner) للضرورة.
- يتكون النظام من 130 خلية شمسية بقدرة 320 واط للخلية الواحدة (أي أن القدرة الكلية للنظام الشمسي 41.6 كيلوواط). أضف إلى ذلك فإن هناك مجموعة من العواكس On-grid Inverter بقدرة إجمالية حوالي 40 كيلوواط.

وعلى جانب آخر، فإنه تم الاستعانة بمجموعة إضافية من عواكس البطاريات بقدرة إجمالية 45 كيلوواط ليتم فيها تحويل الطاقة المخزنة في البطاريات إلى طاقة يمكن استخدامها مباشرة أو

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

على العكس من ذلك عن طريق تخزين فوائض الطاقة في البطاريات. وفيما يتعلق ببطاريات التخزين، قُدر حجم مجموعة البطاريات في النظام الموجود بحوالي 320 كيلوواط. ساعة.

- انخفضت الفاتورة الشهرية لشراء الوقود الصناعي لتشغيل مولدات الديزل الخاصة بالمستشفى بشكل كبير وذلك بعد تركيب النظام الشمسي وبدء عمله حيث أوردت **إسماعيل** في مقابلتها أن المستشفى كانت تستهلك حوالي 6000 لتر سولار شهرياً مقسمة إلى منحة عينية من إحدى المؤسسات الدولية إضافة إلى 4000 لتر سولار يتم شراؤها مباشرة من حساب المستشفى وذلك قبل بدء عمل النظام الشمسي. في المقابل انخفضت هذه الكميات إلى ما يقرب من 3000 لتر سولار شهرياً (مقسمة بين 2000 لتر سولار مقدمة لمنحة و1000 لتر يتم شراؤها مباشرة).

وعلى جانب آخر، ومن خلال مقابلة أخرى أجرتها الباحثة مع استشاري المشروع " **هانيبال النجار** " فقد أورد بعض الحقائق الخاصة بالمشروع والتي تم تلخيصها كالتالي:

جدول (5. 10): بعض بيانات النظام الشمسي التابع لجمعية أصدقاء المريض

أولا: مكونات النظام الشمسي	
القدرة الإجمالية للخلايا الشمسية	**41.6 كيلوواط**
الطاقة الإجمالية لبطاريات التخزين	**320 كيلوواط. ساعة**
معدلات التفريغ المسموحة للبطاريات	**%50**
القدرة الإجمالية للعواكس On-grid Inverters	**40 كيلوواط**
القدرة الإجمالية لعواكس البطاريات Battery Inverter	**45 كيلو فولت أمبير**
تكلفة الإنشاء الإجمالية للمشروع	**165000 دولار أمريكي**
ثانيا: الأحمال الكهربائية	
القدرة القصوى للأحمال الكهربائية	**25-27 كيلوواط**
متوسط الإنتاج اليومي للطاقة من الخلايا	**235 كيلوواط. ساعة**
متوسط الاستهلاك اليومي للطاقة من الخلايا	**160 كيلوواط. ساعة**
متوسط الاستهلاك اليومي للطاقة من الشبكة	**لا يوجد**

(1.4.5) فترة الاسترداد:

طبقا لما أورده " **هانيبال النجار** " استشاري الطاقة المتجددة في مقابلته مع الباحثة، فقد استثنى إضافة أي من التكاليف الخاصة بعملية الإحلال والاستبدال الضرورية بعد مرور فترة من بداية المشروع – سواء كانت تكاليف الإحلال والاستبدال للبطاريات أو للعواكس. أضف

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

لذلك، فقد استثنى أيضاً تكاليف الصيانة والتشغيل للمشروع.

ونظراً لأن هذا النظام لا يتم فيه شراء أي من الطاقة الكهربائية أو بيعها للشبكة العامة فإنه يمكن القول بأنه لا يوجد عوائد مادية فعلية. إلا أن الاستشاري قال بأن كمية الطاقة المستهلكة يومياً (والبالغة حوالي 160 كيلوواط. ساعة) إذا لم تكن تنتج من النظام الشمسي فإن البديل الوحيد المتاح لإنتاجها هو إما شبكة الكهرباء أو مولدات الديزل.

وعليه فقد تم الإقرار بأن كمية الوفورات الناتجة من عدم دفع تكاليف شراء الطاقة الكهربائية هي بحد ذاتها تمثل موارد حقيقية للمشروع. من جانب أخر، فقد تم احتساب متوسط سعر الكيلوواط. ساعة في حال ما تم شراءه إما من شبكة الكهرباء أو حتى مولدات الديزل ما يقارب من 0.6 دولار أمريكي (حوالي 2 شيكل) – حيث أن تكلفة شراءه من الشبكة العامة يقدر بحوالي (0.15 دولار) كما ورد سابقاً، بينما يتم احتساب سعر الوحدة المنتجة من مولدات الديزل حوالي (1 دولار).

وطبقاً لذلك فإنه يمكن احتساب كميات التوفير الشهرية حال عمل النظام الشمسي.

التوفير الشهري =

متوسط الاستهلاك اليومي * عدد الأيام في الشهر * تكلفة وحدة الطاقة

وعليه تكون كمية التوفير الشهري ما يقارب من حوالي 2880 دولار أمريكي. لذا يمكن احتساب فترة الاسترداد لتكون كالتالي:

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{\text{تكلفة الإنشاء الأولية}}{\text{كمية التوفير السنوية}}$$

وقدرت فترة الاسترداد في هذه الحالة بحوالي 4.77 سنة كاملة.

<u>ملاحظة</u>

- يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الاستشاري لم يقم بإضافة تكلفة الإحلال والاستبدال لبعض مكونات المشروع خلال فترة عمره الافتراضي والبالغة 25 عاماً.
- لم يدرج الاستشاري أي من التكاليف الخاصة بعملية الصيانة والتشغيل السنوية خلال فترة عمر المشروع.
- اعتبر الاستشاري أن متوسط سعر وحدة الكيلوواط. ساعة " تكلفة الفرصة البديلة " بحوالي (0.6 دولار أمريكي) حال الحصول عليه من مصادر أخرى باستثناء النظام الشمسي بينما وضعت الباحثة – عند العمل على برنامج HOMER –متوسط سعر شراء وحدة الكهرباء

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المتولدة من غير النظام الشمسي بحوالي (0.3 دولار أمريكي) و (0.15 دولار أمريكي) عند استهلاك الطاقة الناتجة من النظام الشمسي.

- في حال ما إذا تم احتساب فترة الاسترداد لمشروع النظام الشمسي بغير وجود نظام التخزين المطبق في الجزء السابق على نظام (HOMER)، يتوجب على الباحثة عدم إدراج أي من تكاليف الإحلال والاستبدال أو تكاليف الصيانة والتشغيل السنوية إضافة إلى تعديل متوسط سعر وحدة الكهرباء التي تشترى من خارج النظام الشمسي. وعليه يمكن أن تصل فترة الاسترداد الناتجة من تحليل برنامج المحاكاة حوالي 1.43 عاماً كاملاً.
- يتضح من النقطة السابقة أن فترة الاسترداد للنظام الشمسي المرتبط بالشبكة الكهربائية في غير وجود نظام التخزين أقل من فترة نظيرتها في حالة وجود نظام التخزين. وتعزو الباحثة هذا الفرق إلى الأسعار المرتفعة جداً لبطاريات التخزين حسب الأسعار السوقية العالمية.
- أخيراً، لم يكن بالإمكان العمل على بناء نظام شمسي مرتبط بالشبكة بدون وجود بطاريات التخزين، لذا تم إضافة هذا المكون للعمل على سد تغطية احتياجات الأحمال حال وجود نقص في إمدادات الطاقة الشمسية الكهربائية وغياب شبكة الكهرباء العامة عن العمل.

(5.5) لمحة عن مشاريع الطاقة الشمسية الكبرى في قطاع غزة

تم الحصول على هذه المعلومات خلال المقابلة التي أجرتها الباحثة مع " **م. زياد الغصين** " حيث أورد مجموعة المشاريع الكبرى التي تمت في القطاع وهي كالتالي:

أولاً: مشاريع الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة في وجود نظام البطاريات للتخزين:

- مستشفى ناصر الحكومي في خانيونس بقدرة شمسية حوالي 50 كيلوواط.
- مستشفى الرنتيسي في غزة بقدرة شمسية حوالي 30 كيلوواط.
- مستشفى أصدقاء المريض في غزة بقدرة شمسية حوالي 41.6 كيلوواط.

ثانياً: مشاريع الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة في وجود مولدات الديزل كنظام خلفي:

- مشروع منتجع الشاطئ الأزرق " Blue Beach " في مدينة غزة بقدرة شمسية حوالي 500 كيلوواط (وهو من أكبر المشاريع القائمة في قطاع غزة)

ثالثاً: مشاريع الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة في غير وجود نظام التخزين

- مشروع تغذية مدرسة دير اللاتين في مدينة غزة بقدرة شمسية حوالي 100 كيلوواط.

رابعاً: مشاريع الأنظمة الشمسية الغير المرتبطة بالشبكة بدون وجود نظام تخزين PV Direct:

- مشاريع ضخ وتحلية مياه الشرب أو مشاريع ضخ المياه العادمة وقدرت مجتمعة بقدرة شمسية حوالي 1250 كيلوواط.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(6.5) الملخص

قدمت الباحثة في هذا الفصل دراسة تحليلية وجدوى اقتصادية لنظام شمسي مرتبط بالشبكة لمستشفى جمعية أصدقاء المريض بغزة في حالتين مختلفين الحالة الأولى تم تطبيق نظام محاكاة وتحليل لنظام شمسي مرتبط بالشبكة في عدم وجود نظام التخزين بينما تناولت الحالة الثانية دراسة حقيقية لنظام شمسي ولكن مع وجود بطاريات للتخزين ،وقد تبين من خلال الدراسة المستفيضة والتحليل المعمق لكافة أركان الحالتين إلى أصناف نظام تخزين الطاقة "البطاريات" وإن كان أمراً إجبارياً في حالة قطاع غزة– إلا أنها ضاعفت تكلفة إنشاء النظام وطبقاً لذلك فقد انعكس ذلك أيضاً سلباً على فترة الاسترداد المتوقعة إذا ما قورنت الحالتين في نفس الظروف والملابسات المحيطة.

وعلى الرغم من ذلك فقد تبين لدى الباحثة مدى صعوبة تطبيق النظم الشمسية المرتبطة بدون نظام تخزين وذلك للأسباب التالية:

1. عدم وجود شبكة كهرباء فعالة على مدار الساعة يمكن أن تسد محل نظام البطاريات فتارةً تعمل كمصدر للطاقة وأخرى تستقبل الطاقة الزائدة عن الحد.
2. عدم قدرة شبكة الكهرباء العامة على تغطية الأحمال المطلوبة في الفترة الليلية وذلك للانقطاع المستمر في التيار الكهربائي.

هذه الأسباب وغيرها أدت إلى استخدام نظام التخزين "البطاريات" الأمر الذي زاد من تكلفة الإنشاء والاستبدال وراكم على المدى المتوسط والبعيد مجموعة من التحديات البيئية الناتجة من استخدام البطاريات.

إلا وأنه بالنظر إلى الجانب المشرق في هذه المشاريع، فإنها تساهم وبشكل كبير في تحقيق الاستدامة البيئية من خلال تقليل استخدام المولدات وما ينتج عنها من غازات سامة إضافة إلى مساهمتها في تحقيق الأمن المعيشي من خلال الحد من الإصابات والوفيات الناتجة من الآثار المترتبة على الاستخدام السيء للبدائل الأخرى مثل الشموع ومولدات الديزل.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل السادس

النتائج والتوصيات

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1.6) النتائج

من خلال الدراسة والبحث والتحليل في هذا العمل خلصت الباحثة إلى العديد من النتائج والمخرجات والتي يمكن تعدادها كالآتي:

1. التزايد المتسارع في الطلب على استغلال مصادر الطاقة المتجددة – كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح...إلخ فقد عمدت معظم الدول المتقدمة وحتى بعض دول العالم الثالث على تخصيص ميزانيات سنوية ليست بالقليلة كدعم نشر استثمار الطاقة المتجددة واستغلالها على أفضل نطاق.
2. لا زالت الفجوة كبيرة جداً بين ما هو متاح من طاقة كهربائية ناتجة من المصادر المتجددة للطاقة وبين ما هو مطلوب عالمياً لتغطية الاحتياجات المتنامية منها. لذاك فلا زالت مصادر الوقود الأحفوري كالفحم والبترول والغاز الطبيعي تحتل مركز الصدارة في عملية إنتاج الطاقة الكهربائية اللازمة.
3. يواجه قطاع غزة كارثة حقيقية على كافة المقاييس بسبب نقص إمدادات الطاقة الكهربائية اللازمة لديمومة عمل عجلة الحياة بحسب تقرير الأمم المتحدة الصادر في عام 2017م بعنوان " Humanitarian Impact of the Gaza Electricity Crisis " والذي أوضح أن كمية إمدادات الطاقة الكهربائية من مختلف المصادر لا تكاد تصل إلى ثلث الكمية المطلوبة لسد حاجات القطاع.
4. مجموعة البدائل المتاحة لتوليد الطاقة الكهربائية في قطاع غزة هي في حقيقة الأمر حلول مؤقتة ولا تتعدى كونها اجتهادات شخصية أو حتى مبادرات مؤسسية ذاتية على الرغم من أن هذه الحلول أصبحت تمثل عبئاً إضافياً على كاهل كل من الأفراد والمؤسسات. ولعل من أكثر القطاعات ضرراً في قطاع غزة بسبب أزمة التيار الكهربي هو القطاع الصناعي والذي عمد أصحابه على إغلاق مصانعهم على فترات كبيرة وذلك إما بسبب عدم جدوى العمل في ظل ظروف انقطاع التيار الكهربي التي تمتد لفترات طويلة أو لعدم مقدرته من الناحيتين الفنية والمادية على توفير بدائل مناسبة.
5. عدم وجود أو تبني رؤية استراتيجية واضحة في قطاع غزة على الرغم من وجود مجموعة من المبادرات والجهود والاستراتيجيات المتعلقة بنشر ثقافة استخدام الطاقة في شق الوطن الآخر – الضفة الغربية. أيضاً، وجود فوضى في عملية استخدام الطاقة الشمسية في قطاع غزة في ظل غياب القوانين واللوائح المنظمة لعمل هذا القطاع الحيوي والضروري بحسب ما أورده " **زياد الغصين** " من سلطة الطاقة والموارد الطبيعية بغزة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

6. ارتفاع التكلفة المالية لبناء الأنظمة الشمسية على كافة الصعد والمستويات، الأمر الذي يشكل عائقاً حقيقياً لدى الجمهور للعمل على استخدامه في مرافقه ومؤسساته. ولعل التكلفة المالية المرتفعة لبناء النظام الشمسي لمستشفى جمعية أصدقاء المريض بغزة خير دليل، إذ بلغت تكلفة إنشاء النظام الشمسي الأولية والبالغة قدرته 41.6 كيلوواط حوالي 165000 دولار أمريكي (أي بواقع 3965 دولار أمريكي لكل كيلوواط شمسي) – دون إضافة أي تكلفة صيانة أو استبدال.
7. بعد الاطلاع على كافة أنواع النظم الكهربائية والشمسية ومعرفة مكوناتها وآلية عملها، فلا زالت الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة الكهربائية في عدم وجود نظام تخزين هي الأكثر نجاعة والأعلى جدوى اقتصادية ومردوداً مادياً على الرغم من عدم إمكانية تطبيقها فنياً على الواقع الفلسطيني في القطاع. ولعل أحد أهم الأمثلة على ذلك كان مشروع توليد الطاقة الشمسية لمدرسة دير اللاتين في مدينة غزة باستخدام النظام الشمسي المرتبط بدون وجود أي من أنظمة التخزين وذلك لعدم توافر الشبكة الكهربائية معظم فترات النهار.
8. تم استعراض مجموعة الأمثلة في ثلاث دول مختلفة – الجزائر، الأردن والهند – لتطبيق النظم الشمسية الكهربائية. وقد تبين من خلال احتساب فترة الاسترداد لكل مشروع من هذه المشاريع هو التفاوت في الفترة الزمنية من مشروع لآخر. ويقدر السبب في ذلك إلى اختلاف الظروف المحيطة لكل عمل ووجود مجموعة من المتغيرات منها تكلفة الإنشاء الأولية، تكلفة الاستبدال وتكلفة الصيانة والتشغيل بسبب التفاوت في أسعار مكونات هذه النظم.
9. اتضح من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من برنامج المحاكاة والتحليل لنظام شمسي افتراضي مرتبط بالشبكة بدون وجود نظام تخزين لمستشفى أصدقاء المريض اتضح ارتفاع جدواه الاقتصادية ومردوده المادي العالي من خلال قياس فترة الاسترداد وتكاليف الإنشاء والاستبدال – حيث بلغت فترة الاسترداد للنظام المقترح حوالي 6.4 سنوات. وعلى الرغم من ذلك، فإن هناك بعض القضايا الفنية التي تحول دون تطبيق هذا النظام بشكل حقيقي في هذا الوقت.
10. من خلال تحليل النظام الشمسي القائم في مستشفى أصدقاء المريض، تبين أنه وبالرغم من جدواه المرتفعة، إلا أنها كانت أقل جدوى من النظام الشمسي الذي تم تطبيقه باستخدام المحاكاة. وعلى الرغم من ذلك فهو الأصلح فنياً والأقدر على تلبية احتياجات الطاقة الكهربائية في الظروف الحالية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

11. يمكن لهذه المشاريع – على المدى القصير – أن تحدث انفراجة ولو باليسيرة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية للأفراد والمؤسسات، إلا أنها استنتجت على المدى المتوسط والبعيد مدى الخطورة التي تواجه المجتمع الفلسطيني بسبب تراكم بطاريات التخزين التالفة وعدم التعامل معها بالطرق العلمية السليمة.
12. إمكانية تحقيق مستوى مطلوب من الأمن الطاقوي لدى المؤسسات ما ينعكس إيجاباً على الخدمات المقدمة للجمهور لما له من آثار اجتماعية وصحية على حد سواء.

(2.6) التوصيات:

تم تسليط الضوء بشكل علمي في هذا البحث على مشكلة انقطاع التيار الكهربائي في قطاع غزة وكذا الآثار الكارثية التي ترتبت على هذه الأزمة. ويؤمل أن تسهم هذه الدراسة الاستكشافية للبدائل المتاحة ومدى جدواها في إعادة النظر من قبل المسئولين وصناع القرار في قطاع الطاقة الكهربائية في قطاع غزة لتشجيع نشر ثقافة استخدام الطاقة الشمسية في القطاع. وعليه ترجو الباحثة أن يتم العمل على التوصيات التالية:

1. العمل على تبني الحكومة الفلسطينية من خلال سلطة الطاقة والموارد الطبيعية وشركة توزيع الكهرباء استراتيجيات واضحة وطموحة تعمل على تعزيز نشر ثقافة استخدام الطاقة الشمسية في قطاع غزة. يتم ذلك من خلال العمل على طرح مجموعة من المحفزات والبرامج التشجيعية الخاصة باستخدام الطاقة الشمسية مثل الإعفاءات الضريبية للنظم الشمسية إضافة إلى تقديم الإعانات (Subsidies) للمشاريع الكبرى في سبيل تعزيز عملها وانطلاقها. أضف لذلك، يعتبر تحفيز المؤسسات المصرفية للعمل على تقديم القروض الحسنة والميسرة وطويلة الأمد من أهم المبادرات التي يمكن أن تعزز وتشجع على استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء.
2. العمل على سن القوانين والأنظمة واللوائح الضابطة لعمل قطاع الطاقة الشمسية وتجنيبه فوضى التعديات على شبكة الكهرباء العامة وذلك من خلال إيجاد آلية قانونية لعمليات ربط الأنظمة الشمسية بشبكة الكهرباء.
3. إيجاد مرجعيات فنية ومهنية وكفاءات علمية تتحرك في إطار ما يتم سنه من قوانين ولوائح بما يخدم هذا القطاع وذلك للتغلب على قلة الخبرات الفنية العاملة في هذا المجال. يتم ذلك من خلال استحداث مجموعة من التخصصات المهنية ذات العلاقة في المؤسسات الأكاديمية الفلسطينية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4. تشجيع الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية وخصوصاً في مجال الأنظمة الشمسية المرتبطة وذلك من خلال تفعيل نظام المقاصة الخاص بعملية بيع أو شراء كمية الطاقة الكهربائية إلى ومن الشبكة الكهربائية.
5. نشر ثقافة استخدام الطاقة الشمسية وترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية من خلال مجموعة من حملات التوعية الموجهة وصولاً إلى تطبيق الأنظمة الشمسية المرتبطة بالشبكة في عدم وجود نظام تخزين على المدى المتوسط.
6. تطوير مجموعة من البرامج الخاصة بالقطاع الصناعي وتعزيز بقائه من خلال تزويد المناطق الصناعية بالطاقة الكهربائية على مدار الساعة وذلك لضمان ديمومة عمله مع المحافظة على حقوق الجمهور في ذات الأمر.
7. تأطير كافة أنشطة المشاريع الشمسية بمختلف أشكالها ضمن إطار قانوني واحد يعمل على حفظ حقوق جميع الأطراف وبما يقدم خدمة تنافسية مقبولة.

(3.6) الدراسات المستقبلية

استناداً إلى ما تم التطرق له من خلال هذا العمل، فإنه يمكن أن يؤسس لمجموعة من الأفكار والدراسات المستقبلية ذات العلاقة وهي كالآتي:

1. دراسة الجدوى الاقتصادية لتطبيق نظام شمسي مرتبط بالشبكة الكهربائية بدون وجود بطاريات كنظام تخزين يعمل على تغطية مناطق كبيرة تمتد لتشمل أحياء ومدن سكنية جديدة كالتي يتم افتتاحها في قطاع غزة وذلك في محاولة لتقليل الاعتماد على المصادر التقليدية للطاقة كشبكة الكهرباء المحلية.
2. دراسة استقصائية حول ماهية القوانين الضابطة والمنظمة لعمل قطاع الطاقة المتجددة في قطاع غزة ومن ثم العمل على تطوير نظام حوكمة ذكي وفعال من خلال استحداث مجموعة من القوانين والأساليب والقرارات التي تهدف لتحقيق الجودة وضبط فوضى السوق المحلي في ذات المجال.
3. دراسة تحليلية تعنى بتقديم مجموعة من الطروحات والآليات الاستثمارية وسبل تطوير وتشجيع القطاع الخاص على الاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة. يتم ذلك عن طريق ربطها بحزمة من المحفزات الحكومية – سواء الإدارية منها والمالية – وذلك للعمل على تعزيز سوق الطاقة المتجددة في قطاع غزة كأحد أوجه الحل المحتملة لأزمة الطاقة الكهربائية محلياً.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4. دراسة تعمل على تسليط الضوء على مؤشرات التنمية المستدامة التي يمكن تحقيقها من خلال تطوير استخدام أنظمة الطاقة الشمسية وبخاصة أنظمة الطاقة الشمسية المرتبطة بالشبكة الكهربائية بدون وجود البطاريات كنظام تخزين.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المصادر والمراجع

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أولاً: المراجع باللغة العربية:

أبو قمر، أحمد. (2015م). أزمة الكهرباء تغرق الاقتصاد الغزي. *الرسالة نت*.

أبو كامش، إبراهيم. (2011م، الجمعة 30 سبتمبر). الخسائر الاقتصادية الفلسطينية الناتجة عن الاحتلال بلغت العام الماضي 6.9 مليار دولار. *صحيفة الحياة الاقتصادية*، العدد (5714)، ص 11.

أحمد، جودت. (2014م). دراسة قدرة الرياح على توليد الطاقة الكهربائية في محطات مختارة في العراق. *مجلة علوم المستنصرية*، 25 (3).

أحمد، مندور، وأحمد، رمضان. (1990م). *اقتصاديات الموارد الطبيعة والبشرية*. الدار الجامعية.

إسماعيل، سامية. (2017م). مستشفى أصدقاء المريض الخيرية بغزة، مقابلة شخصية بتاريخ السابع عشر من شهر أغسطس، الساعة 9.00 صباحاً.

بخوش، أحمد، وبطاش، زرارة. (2013م). *الطاقات المتجددة كبديل لقطاع النفط – دراسة حالة بوحدة البحث التطبيقي في مجال الطاقة المتجددة ARAER – غرداية*. جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

البطاينة، نجود؛ واللوزي، اثيل؛ وخريسات، أحمد. (2008م). دراسة وسائل تشجيع التوسع في استخدام السخانات الشمسية في الأردن. الجمعية العلمية الملكية.

بكري، كامل؛ ويونس، محمود؛ ومبارك، عبد النعيم. (1986م). *الموارد واقتصادياتها*. بيروت: دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع.

الجادري، إحسان، وسليم، يونس. (2010م). أثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في النتاج المعماري. *مجلة الهندسة والتكنولوجيا*، 28 (11).

حدة، فروحات. (2012م). الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر. *مجلة الباحث*، 11 (11)، 149-156، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة. الجزائر.

حلام، زواوية. (2013م). دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية – دراسة مقارنة بين الجزائر، المغرب، وتونس (60) (رسالة ماجستير). جامعة فرحات عباس – سطيف: مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو-مغاربي.

الحلبي، هبة. (2011م). الطاقة الكهروضوئية.Photovoltaic Energy PV. 2017/06/18م. www.kawngroup.com.

حلس، رائد. (2014م). تداعيات أزمة الكهرباء في قطاع غزة الاقتصادية والاجتماعية. *الحوار المتمدن – محور القضية الفلسطينية*، العدد (4325).

خان، ظفر الإسلام. (2013م). *الهند واستراتيجيتها للطاقة في الشرق الأوسط*. مركز الجزيرة للدراسات.

دوحان، حسن، وموسى، نائل. (2012م، الأحد 25 آذار). أزمة الكهرباء في قطاع غزة .. القصة الكاملة. *حياة وسوق – الملحق الاقتصادي الأسبوعي لصحيفة الحياة الجديدة*، السنة الأولى، العدد (47)، ص 3.

رمضان، رأفت محمد، والشكيل، جمعان علي. (1988م). الطاقة المتجددة: الشمس والرياح والنبات وأمواج البحر ومساقط المياه لتحلية الماء وتسخينه والطهي وتكييف الهواء وتوليد الكهرباء. ط 2. دار الشروق.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

سلامة، عبد الغني. (2011م). استخدامات الطاقة البديلة والمتجددة في فلسطين. *الحوار المتمدن – محور الطب والعلوم*، العدد (3577).

سلطة الطاقة والموارد الطبيعية. (2014م). تقرير شامل حول أزمة الكهرباء في غزة.

شيط، فيليب، وأحمد، علي. (2017م). معهد السياسات بالجامعة الأمريكية. الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية: الخطط مقابل الإمكانيات. بيروت.

صندوق الاستثمار الفلسطيني. (2015م). مشروع غاز غزة. http://www.pif.ps/old/index.php?lang=ar&page=1367843910902

الطويل، فادي. (2013م). تقدير دالة الطلب على استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي في فلسطين، دراسة حالة قطاع غزة للفترة (2000–2011). (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الإسلامية.

عبد الرؤوف، تريكي. (2014م). مكانة الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة – حالة الجزائر – (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الجزائر.

العتيبي، أحمد. (2016م). الطاقة الشمسية الكهربائية. مؤسسة الشمس المباشرة. الجبيل – المملكة العربية السعودية. 15/05/2017. www.dsunsa.com

غارغ، أميت؛ زوناري، كاياناو؛ وبوليز، تينوس. (2006م). الطاقة. في إغلستون، سيمون؛ وبوينديا، لياندرو؛ وميوا، كيوكو؛ ونغارا، تود؛ وتانابي، كيوتو (محررين)، *الخطوط التوجيهية لهيئة [IPCC] لعام 2006 بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الاحتباس الحراري*، (ترجمة International Translation Agency Ltd) (ص1–29). هاياما، اليابان: معهد الاستراتيجيات البيئية العالمية (IGES).

الغصين، زياد. (2017م). سلطة الطاقة والموارد الطبيعية بغزة، مقابلة شخصية بتاريخ الثالث عشر من شهر أغسطس، الساعة 11:00 صباحاً.

القيسي، صابرين. (2017م). أثر مخزون غاز شرق البحر المتوسط على القضية الفلسطينية. *بال ثينك للدراسات الاستراتيجية*.

القيشاوي، زكي. (2015م). الأبعاد الاقتصادية والمالية لاستخدام الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء في قطاع غزة. (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الإسلامية.

مركز الروابط للبحوث والدراسات الاستراتيجية. (2017م). مستقبل الصراع على أسواق الطاقة بين النفط الخام والصخري.

مركز الميزان لحقوق الإنسان. (2016م). واقع أزمة الكهرباء وانعكاساتها على حالة حقوق الإنسان في قطاع غزة.

مساعيد، فاطمة. (2011م). مستقبل الغاز الطبيعي في ظل التوازنات العالمية الراهنة. *دفاتر السياسة والقانون*، (5)، 221–239، الجزائر: جامعة ورقلة.

مشتهى، محمد. (2017م). الكلية الجامعية للعلوم التطبيقية، مقابلة شخصية بتاريخ الثاني عشر من يونيو، الساعة 1:00 ظهراً.

مصطفى، وليد. (2016م). الموارد الطبيعية في فلسطين: محددات الاستغلال وآليات تعظيم الاستفادة. *معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطيني [ماس]*.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطيني [ماس]. (2014م). ورقة خلفية، جلسة طاولة مستديرة رقم (4)، قطاع الكهرباء في فلسطين: الواقع ومتطلبات الإصلاح.

معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطيني [ماس]. (2015م) ورقة خلفية، جلسة طاولة مستديرة رقم (7)، تشجيع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة هل تخطى حاجز الشعارات؟

النجار، هانيبال. (2017م). الجامعة الإسلامية بغزة، مقابلة شخصية بتاريخ السابع عشر من شهر أغسطس، الساعة 10:30 صباحاً.

النقرش، عبد المطلب. (2005م). *وزارة الطاقة والثروة المعدنية*. الطاقة مفاهيمها، أنواعها، مصادرها. المملكة الأردنية الهاشمية.

وراق، إقبال. (2005). *معهد الدراسات البيئية*. الآثار البيئية لاستخدامات الطاقة الشمسية بولاية شمال كردفان. جامعة الخرطوم.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية:

Abdallah, Nidal. (2011). Current Activities of Solar Energy in Jordan and the Future Prospects, Solar Thermal Division. *National Center for Research and Development [NERC]*. Amman, Jordan.

Abu-Hafeetha, Mai. (2009). Planning for Solar Energy as an Energy Option for Palestine (Master Thesis - Unpublished). Al-Najah National University.

Abu-jasser, Assad. (2010). A Stand-Alone Photovoltaic System Case Study: A residence in Gaza. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, Vol 5, No: 1, page 82.

Alawneh, Firas. (2013). *Recent Trends in Solar PV System in Jordan*. Conference of EU-Jordan Networking in Renewable Energy Efficiency. Royal Scientific Society. Amman–Jordan.

Aydingakko, Alpaslan. Almukhaini, Mohamed, & AL-Jassasi, Salim. Renewable Energy Potential in Middle East and Particularly OMAN Case. *Rock International Engineering Consultancy*.

Bloomfield, Sue. Roberts, Chris. Cotterell, Poweri. Cotterell, Martin. & BRE National Solar Centre. (2016). Batteries and Solar Power: Guidance for Domestic and Small Commercial Consumers. In Chris Coonick and Jonny Williams, BRE National Solar Center, Virginia Graham, RECC.

Dickson, Mary. & Fanelia, Mario. (2003). *Geothermal Energy Utilization and Technology*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], page 2.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

Dradi, Mohammad. (2012). Design and Techno-economical Analysis of a Grid Connected with PV/Wind Hybrid System in Palestine (Atouf Village – Case Study). (Master Thesis). An-najah University.

Dutta, U.Someshwar; Prabu, S.Arun; Karthik, M.; Ramkumar, T.; & Manivannan, L. (2013). Waterfall Power Generation System. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJIET)*, 3 (2), 131 – 133.

EL-Tous, Yousif. (2012). Grid Connected PV System Case Study: Jiza .*Jordan. Modern Applied Science*, Vol 6, No .6.

Energy Tutorial: Energy and Sustainability Non-Renewable and Renewable Resources. *Energy Envoys*.

Fu, Ze. & Wang, Yujie. (2015). Three Gorges Dam and the Electric Power Systems in China. *Blekinge Tekniska Hoegskola.*

International Renewable Energy Agency [IRENA]. (2014). Ocean Thermal Energy Conversion Technology Brief. www.irena.org.

Jaeger, Klaus; Isabella, Olindo; Smets ,Amo; Swaaij, Rene; & Zeman, Miro. (2014). Solar Energy Fundamentals Technology and Systems. *Delft University of Technology.*

Jordan News Agency [PETRA]. (2015). King Inaugurates the First Solar Power Venture in the Royal Court Compound.

Kassim, M.; Al-Obaidi, Karam; Munaaim, M.; & Salleh Abd. (2015). Feasibility Study on Solar Power Plant Utility Grid Under Malaysia Feed-in Tariff. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 8(2), 210 – 220.

Kempener, Ruud. & Neumann, Frank. (2014). International Renewable Energy Agency [IRENA]. *Tidal Energy Technology Brief*. www.irena.com.

Kharouf, Abdel latif. (2014). The Techno-economical Impact of PV on-grid Systems on Security of Palestinian Electrical Supply (Jericho PV System – Case Study). (Master Thesis). An-najah University.

Kumi, Ebenezer; & Hammond, Abeeku. (2013). Design and Analysis of a 1MW Grid Connected Solar PV System in Ghana. African Technology Policy Studies Network: Kenya. Working Paper Series, No. 78.

Lombardi, Vince. A practical Guide to Solar Power System Design for Homeowners. Version 2012.

www.manaraa.com

Luque, Antonio. & Hegedus, Steven. (2011). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. 2nd Edition .John Wiley and Sons, Ltd.

Nacer, T; Hamidat, A; & Nadjemi, O. (2014). Feasibility Study and Electric Power Flow Of Grid Connected Photovoltaic Dairy Farm in Mitidja (Algeria). *Energy Procedid 50.*

Quaschning,Volker. (2005). *Understandig Renewable Energy Systems.* 181-182**.** UK: EarthScan.

Renewable Energy Policy Network for the 21st century [REN21]. (2016). Report Renewables 2016 Global Status Report.

Salasovich, James; & Mosey, Gail. (2011). Feasibility Study of Economics and Performance of Solar Photovoltaics at the Refuse Hideaway Landfill in Middleton, Wisconsin. National Renewable Energy Laboratory: Colorado. NREL/TP-6A20-49846.

Shuhrawardy, Mohammad; & Ahmmed, Kazi. (2014). The Feasibility Study of a Grid Connected PV System to Meet the Power Demand in Bangladesh – A Case Study. American Journal of Energy Engineering, 2(2), 59 – 64.

SMA Solar Technology AG. Planning Guidelines: Design of Off-Grid Systems with Sunny Island 3.0M/ 4.4M/ 6.0H/ 8.0H Devices. Germany: *Designing – OffGridSystem-PL-en-22, version 2.2.*

Srivastava, Prakash. Swami. & Srivastava, Prakas, Surat. (2013). Solar Energy and its Future Role in India Economy, *International Journal of Environmental Science: Development And Monitoring [IJESDM]*, Volume 4, No. 3.

Srivastava, Rachit. & Giri, Vinod. (2016). Techno-Economical Analysis of Grid Connected PV System for a University in India. *International Journal of Renewable Energy Research*, Vol. 6, No. 2.

Tanabe, Kiyoto. (2007). *Fuel Classification and Definitions in the 2006 IPCC.* 2nd InterEnerStat Workshop IEA, Paris.

Teitelbaum, Brian. (2017). *Off-Grid System Design.* Ninth Annual Dealer Conference, San-Diego, CA.

Troner, A. (2013). James A. Baker III Institute for Public Policy Rice University. *Natural Gas Liquids in the Shale Revolution.*

United Nations. (2017). Humanitarian Impact of the Gaza Electricity Crisis.

www.manaraa.com

United Nations. (2010). Gaza's electricity crises: The Impact on Electricity cuts on the Humanitarians situation.

Weaver, John. (2016). *Electrek*. New Milestone: 95% of German Electric Provided by Renewables on Sunday 11 AM.

www.manaraa.com