إقـــــرار

أنا الموقع أدناه مقدم الرسالة التي تحمل العنوان:

دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة

The Role of Photovoltaics in Energy Conservation and Architectural Form of Gaza Strip Residential Buildings

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

DECLARATION

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

اسم الطالب/ة: محمد يحيى الخطيب

التوقيع: محمد

التاريخ: 5 سبتمبر 2015

Student's name:

Signature:

Date:

The Islamic University Of Gaz Deanship of Graduate Studies Engineering Faculty of Architecture Dep.		الجامعة الإسلامية– غزة عمادة الدراسات العليا كلية الهندسة قسم الهندسة المعمارية

دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة

The Role of Photovoltaics in Energy Conservation and Architectural Form of Gaza Strip Residential Buildings

إعداد

محمد يحيى رمضان الخطيب

إشراف

د.أحمد سلامة محيسن

أستاذ مشارك_ قسم الهندسة المعمارية

كلية الهندسة _ الجامعة الإسلامية _ غزة

Dr. Ahmed S. Muhaisen

Associate Professor | Architectural Design & Building Technology | Nottingham - UK.

قدم هذا البحث استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الهندسة المعمارية

1436هـ / 2015 م

بسم الله الرحمن الرحيم

الجامعة الإسلامية – غزة
The Islamic University - Gaza

مكتب نائب الرئيس للبحث العلمي والدراسات العليا هاتف داخلي 1150

الرقم Ref ...ج س غ/35/.....

التاريخ Date 2015/03/18

نتيجة الحكم على أطروحة ماجستير

بناءً على موافقة شئون البحث العلمي والدراسات العليا بالجامعة الإسلامية بغزة على تشكيل لجنة الحكم على أطروحة الباحث/ **محمد يحيى رمضان الخطيب** لنيل درجة الماجستير في **كلية *الهندسة*** قسم الهندسة المعمارية وموضوعها:

دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة

The Role of Photovoltaic's in Energy Conservation and Architectural Form of Gaza Strip Residential Buildings

وبعد المناقشة العلنية التي تمت اليوم الأربعاء 01 جمادى الآخر 1436هـ، الموافق 2015/03/18م الساعة الواحدة ظهراً بمبنى القدس، اجتمعت لجنة الحكم على الأطروحة والمكونة من:

د. أحمد سلامة محيسن	مشرفاً ورئيساً	.....
د. يوسف محمود المنسي	مناقشاً داخلياً	2015/3/18
د. سناء يوسف صالح	مناقشاً داخلياً	.....

وبعد المداولة أوصت اللجنة بمنح الباحث درجة الماجستير في كلية *الهندسة*/ قسم الهندسة المعمارية.

واللجنة إذ تمنحه هذه الدرجة فإنها توصيه بتقوى الله ولزوم طاعته وأن يسخر علمه في خدمة دينه ووطنه.

والله ولي التوفيق،،،

مساعد نائب الرئيس للبحث العلمي وللدراسات العليا

أ.د. فؤاد علي العاجز

P.O. Box 108, Rimal, Gaza, Palestine fax: +970 (8) 286 0800 فاكس Tel: +970 (8) 286 0700 ص.ب. 108 الرمال، غزة، فلسطين هاتف
public@iugaza.edu.ps www.iugaza.edu.ps

إقرار

يقر الباحث بالتزامه بالأمانة العلمية وعدم النقل والاستنساخ من الأبحاث والرسائل التي تناولت هذا الموضوع وأن الاقتباسات المسموح بها علمياً والواردة في هذا البحث موضحة المصادر والمراجع في مواضعها

الباحث

بسم الله الرحمن الرحيم

(يرفع الله الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات)

صدق الله العظيم

(المجادلة: **11**)

لجنة الحكم والمناقشة

الدكتور المهندس **أحمد سلامة محيسن** "مشـــرفاً ورئيساً"

دكتور مهندس **يوسف المنسي** "مناقشاً داخلياً"

دكتور مهندس **سناء صالح** "مناقشاً داخلياً"

الإهداء

إلى من أسهرت ليلها بالدعاء لي ... أمي

إلى من أطال نهاره بالعمل من أجلي ... أبي

إلى من أنساني هموم الحياة ... زوجتي

إلى زينة الحياة ومصدر السعادة ... أولادي

إلى من شدّ من أزري ... أخوتي

الباحث

شكر وتقدير

أحمد الله تعالى الذي وفقني وأعانني على إنجاز هذا البحث،

وأود أن أعبر عن إمتناني وشكري العميق للأستاذ الدكتور المهندس **أحمد سلامة محيسن** لقبوله مهمة الإشراف على البحث وعلى توجيهاته وملاحظاته القيمة التي أمدني بها خلال فترة إعداد البحث.

أتقدم بالشكر والتقدير إلي كل من كان له الفضل في إخراج هذا البحث في هذه الصورة ولو بالفكر أو المشورة وأوجه شكر خاص إلي صديقي م. **وسيم الخالدي**.

وأخيراً، أوجه شكري إلي أساتذتي أعضاء لجنة المناقشة لما بذلوه من وقتهم الثمين ولما سيضيفونه إلي هذا البحث من ثراء علمهم ، وأصالة فكرهم ، وتزويدي بالملاحظات القيمة التي سيكون لها بإذن الله الأثر المفيد في وصول هذا البحث إلي غاية طيبة.

الباحث

التعريف بالباحث

الاسم: محمد يحيى رمضان الخطيب.

مكان وتاريخ الميلاد: غزة – فلسطين 1980م.

تاريخ الحصول على بكالوريوس العمارة: سنة 2003م – جامعة الاسلامية – غزة – دولة فلسطين.

خبرات الباحث:

أولا: على صعيد المهني:

- ❖ مهندس معماري في وزارة الأشغال العامة والإسكان في دائرة الأبنية والمرافق في دائرة التصميمات المعمارية، وتصميم العديد من المساكن والمنشات العامة
- ❖ مهندس معماري في شركة دار الهندسة – مهندسون استشاريون (DHCE).
- ❖ مهندس اشارف في شركة اتحاد المقاولين – فلسطين (CCC)
- ❖ مهندس تصميم في شركة الظافر للمقاولات.
- ❖ مهندس تصميم في مكتب زوايا للتصميم والديكور الداخلي.
- ❖ مهندس تصميم في مكتب نمط للهندسة المعمارية.
- ❖ مهندس إشراف في شركة دي وي للاستشارات انترناشونال (DIWI).

ثانيا: على صعيد الأكاديمي:

مدرس مساعد في قسم المهن الهندسية في الكلية الجامعية للعلوم التطبيقية بنظام العقد بالساعة

المهمات المرفقة/ مدرس لمواد الرسم الهندسية المحوسبة والفوتوشوب والماكس وجميع مواد الحاسوب المتقدمة الخاصة بالهندسة.

الباحث

ملخص البحث

أثرت مظاهر التكنولجيا في العمارة المعاصرة وخاصة ما يتعلق بأنظمة التحكم البيئي، والمنظومات الشمسية هي أحد أنظمة التحكم البيئي فهي تقع ضمن مجموعة المفاهيم المتعلقة بتكامل المبنى مع البيئة نظراً لاستخدامها مصادر الطاقة المتجددة الصديقة للبيئة.

وكما هو معروف فإن الأراضي الفلسطينة وخاصة قطاع غزة يعاني مشكلة حادة في مجال الطاقة وندرتها بسبب الاعتماد الأكبر على إسرائيل خصوصا فترة الحصار الحالية وتعرض القطاع للابتزاز من خلال قطع مصادر الطاقة من سولار وكهرباء.

ويهدف البحث إلى التعرف على أساليب التكامل المعماري مع الخلايا الشمسية وكيفية الاستفادة منها في تعزيز الجمال في شكل المنتج المعماري النهائي، ودراسة مواقع تركيب الخلايا الشمسية بحسب أنواعها في الشكل المعماري للمباني. وعمل موازنة بين تحقيق الجانب الشكلي لجمال المباني مع توفير الطاقة المطلوبة من الخلايا. ودراسة مدى تقبل الناس لفكرة الخلايا الشمسية واستخدامها كحل مساعد لمشكلة الطاقة في قطاع غزة.

من أجل تحقيق أهداف الدراسة قام الباحث باستخدام منهج التحليل الوصفي معتمداً على تجميع المعلومات حول المشكلة البحثية من خلال ما هو متوفر من معلومات في الكتب والدوريات والمجلات وبعض مواقع الإنترنت المتخصصة، وعمل استبانة لاستقراء آراء المهندسين المعماريين لاستعمال نظام الخلايا الشمسية وتأثيرها على التشكيل المعماري والعمل على تطبيق استراتيجيات للترغيب في استخدامها. وقد خلص الباحث إلى أن نظام الطاقة الشمسية يعد من أفضل الأساليب والحلول لحل مشكلة الكهرباء في قطاع غزة لما يتميز به في نواحي عدة من الناحية الوظيفية من حيث توليد الطاقة الكهربائية النظيفة الغير مؤثرة على البيئة ومن الناحية الاقتصادية لأنه برغم ارتفاع سعرها النسبي مقارنة بالأساليب الأخرى لتوفير الطاقة، إلا أنها على المدى البعيد تعد أوفر اقتصادياً وفي الختام من الناحية الجمالية تعد أحد الأساليب الجديدة في التشكيل المعماري حيث تؤثر على الشكل العام للمبنى والفضاء الخارجي والداخلي وكذلك من حيث اللونُ الملمس وتعبر عن الحداثة والرقي. بذلك تصبح الخلايا الشمسية عنصر معماري أساسي في المبنى يحقق أهداف العمارة الأساسية من وظيفة وجمال ومتانة واقتصاد.

Abstract

Current advances in technology, especially those related to environmental control systems, influence contemporary architecture. Solar systems are one of the environmental control systems. Such systems are used as sources of environmentally friendly energy, and therefore can be classified within the group of concepts related to the integration of buildings with the environment.

The Palestinian territories, especially the Gaza Strip, suffer from an acute shortage of energy due to total dependence on Israel. The situation is exacerbated by the current siege, which led to blackmailing the residents of Gaza Strip by controlling the energy supplies such as diesel and electricity.

The research aims to identify methods used in integrating the solar panels with the architectural system and how to use these panels to enhance the beauty of the final architectural form. The possible locations of solar panels – by type of a panel – have been investigated in order to finally achieve a balance between the beauty aspect of buildings and the required energy saving of cells. The research also aims to investigate the acceptance of the people to the idea of using the solar panels in their buildings to partially solve the energy problem they suffer from.

In order to achieve the previous goals, the researcher did a comprehensive literature review by collecting and analyzing relevant data from sources such as books, journals, and specialized internet sites. A number of surveys were distributed to local architectural engineers to investigate their point of view about using solar panels; including several aspects such as the panels' influence on the architectural form and the methods that need to be considered to increase the willingness of installing such panels.

Finally, the researcher came to the conclusion that using solar systems in buildings is one of the best methods to solve the electricity problem in Gaza Strip due to functional and economical advantages. Functionally, a building solar system produces electricity without adversely affecting the environment. Economically, a building solar system – despite being costly at the beginning – saves money on the long terms. The researcher also concluded that when the beauty of a building is being considered, solar panels are one of the new methods that an architect can use to induce a positive effect on the general building shape and both the inner and outer spaces. The solar panels also change the color and texture of a building in a way that enhances the sense of modernity and stylishness. Therefore, the solar panels can be used as key architectural elements in a building to achieve the main architectural goals of functionality, beauty, sturdiness, and economy.

فهرس المحتويات

الرقم	العنوان	
1	إقرار	
2	لجنة الحكم والمناقشة	
3	الإهداء	
4	شكر وتقدير	
5	التعريف بالباحث	
6	ملخص البحث	
7	فهرس المحتويات	
8	فهرس الأشكال والصور	
9	فهرس الجداول	
10	**الفصل الأول**	
11	1-1 مقدمة البحث	
12	1-2 المشكلة البحثية	
13	1-3 فرضية البحث	
14	1- 4 أهمية البحث	

15	1-5 أهداف البحث	
16	1-6 منهجية البحث	
17	1-7 مصادر المعلومات	
18	1-8 حدود البحث	
19	1-9 معوقات البحث	
20	1-10 الدراسات السابقة	
21	**الفصل الثاني**	
22	2-1 تمهيد	
23	2-1-1 الطاقة	
24	2-1-2 مصادر الطاقة	
25	2-2 الطاقة المتجددة	
26	2-3 الطاقة الشمسية	
27	2-3-1 نبذة عن الشمس وطاقتها	
28	2-3-2 الاشعاع الواصل للأرض	
29	2-3-3 الطاقة الشمسية مصدر لأنواع أخرى من الطاقة	
30	2-3-4 مزايا استخدام الطاقة الشمسية	

31	2-3-5 بعض مشاكل استخدام الطاقة الشمسية	
32	2-3-6 استخدامات الطاقة الشمسية	
33	2-4 الطاقة الكهربائية	
34	2-4-1 أهم مميزات الطاقة الكهربائية	
35	2-4-2 مصادر الطاقة الكهربائية	
36	2-5 أزمة الطاقة في قطاع غزة	
37	2-5-1 الطاقة المغذية لقطاع غزة	
38	2-5-2 محطة التوليد	
39	2-5-3 واقع شركة توزيع الكهرباء	
40	2-5-4 أسباب أزمة الطاقة الحالية في قطاع غزة	
41	2-5-5 الحلول المقترحة	
42	2-6 الخلاصة	
43	**الفصل الثالث**	
44	3-1 تمهيد	
45	3-2 مكونات النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية	
46	3-2-1 الألواح الشمسية	

47	3-2-2 منظمات الشحن Charger Controllers	
48	3-2-3 البطاريات Batteries	
49	3-2-4 العواكس 58Power Inverters	
50	3-3 الخلاصة	
51	**الفصل الرابع**	
52	4-1 تمهيد	
53	4-2 التشكيل المعماري	
54	4-2-1 مفهوم التشكيل المعماري	
55	4-2-2 مفهوم العملية التشكيلية	
56	4-2-3 أسس التشكيل المعماري	
57	4-2-4 وسائل التشكيل المعماري	
58	4-3 تصميم نظام الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى (BIPV)	
59	4-4 الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تصميم أغلفة الخلايا الشمسية	
60	4-5 كيفية إنشاء الخلايا الشمسية وتكاملها مع العناصر المختلفة	
61	4-6 مميزات ربط الخلايا الشمسية مع التشكيل المعماري للمبنى	
62	4-7 مواقع وأساليب تكامل الخلايا الشمسية مع المبنى	

63	4-7-1 الأسطح الأفقية	
64	4-7-2 الأسطح المائلة	
65	4-7-3 الأسطح المنحنية	
66	4-7-4 واجهات المباني	
67	4-7-5 التفاصيل المعمارية	
68	4-8 المستويات الشكلية للتكامل بين الخلايا الشمسية والنتاج المعماري	
69	4-8-1 إضافة الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي	
70	4-8-2 إضافة الخلايا الشمسية إلى تصميم المبنى	
71	4-8-3 إضافة الخلايا الشمسية إلى التعبير المعماري للمبنى	
72	4-8-4 الخلايا الشمسية تحدد الصورة المعمارية	
73	4-8-5 الخلايا الشمسية تؤثر في الفكرة التصميمية	
74	4- 9 التعدد الوظيفي للمنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في الشكل المعماري	
75	4-10 الخلاصة	
76	**الفصل الخامس**	
78	5-1 الطريقة والإجراءات	
79	5-1-1 تمهيد	

80	5-1-2 منهج الدارسة	
81	5-1-3 مجتمع وعينة الدراسة	
82	5-1-4 أداة الدراسة	
83	5-1-5 خطوات بناء الاستبانة	
84	5-1-6 الصيغة النهائية للاستبانة	
85	5-1-7 صدق الاستبيان	
86	5-1-8 ثبات الاستبانة Reliability	
87	5-1-9 الأساليب الإحصائية المستخدمة	
88	5-2 تحليل البيانات	
89	5-2-1 المقدمة	
90	5-2-2 الوصف الإحصائي لعينة الدراسة وفق المعلومات العامة	
91	5-2-3 تحليل فقرات الاستبانة	
92	5-3 الخلاصة	
93	**الفصل السادس**	
94	6-1 تمهيد	
95	6-2 النتائج	

96	6-3 التوصيات	
97	المراجع	

فهرس الأشكال والصور

الرقم	العنوان	
1	**الفصل الأول**	
2	شكل (1- 1) توربينات الرياح	
3	شكل (1- 2) الطاقة المائية خلف السدود	
4	شكل (1- 3) الطاقة الكهربائية من باطن الأرض	
5	شكل (1- 4) محطة توليد الطاقة بواسطة المد والجزر	
6	شكل (1- 5) يوضح تصنيف الطاقة المتجددة وفق وكالة الطاقة الدولية	
7	شكل (1- 6) عناصر الشمس	
8	الشكل (1- 7) ألوان الشمس السبعة	
9	شكل (1- 8) يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس	
10	شكل (1- 9) يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس	

11	شكل (1– 10) تسخين المياه بالطاقة الشمسية	
12	شكل (1– 11) الواقع الحالي للكهرباء في قطاع غزة	
13	شكل (1– 11) معاناة قطع الكهرباء	
14	**الفصل الثالث**	
15	شكل (3– 1) مكونات الألواح الشمسية في نظام الخلايا الشمسية	
16	شكل (3– 2) كيفية انتاج الخلايا الشمسية للطاقة الكهربائية	
17	شكل (3– 3) يوضح الخلايا أحادية التبلور ومتعدد التبلور	
18	شكل (3– 4) يوضح أشكال الخلايا الرقيقة	
19	شكل (3– 5) مجموعة من الخلايا الشمسية بتقنية الصبغات العضوية	
20	شكل (3– 6) الخلايا الشمسية المركزة (CPV)	
21	شكل (3– 7) دائرة القوى	
22	شكل (3– 8) التوصيل على التوازي	
23	شكل (3– 9) التوصيل على التوالي	
24	شكل (3– 10) الدمج بين التوازي والتوالي	
25	شكل (3– 11) منظم الشحن وعلاقته بنظام الخلايا الشمسية	
26	شكل (3– 12) البطاريات لخزن الطاقة الكهربائية واستخدامها في حال عدم وجود الشمس	

27	شكل (3- 13) شاحن بطارية كهربائي	
28	شكل (3- 14) نظام بسيط يوضح فكرة الخلايا الشمسية بشكل متكامل	
29	**الفصل الرابع**	
30	شكل (4- 1) الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية	
31	شكل (4- 2) الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي	
32	شكل (4- 3) الأسطح المسننة وتكاملها مع الخلايا الشمسية	
33	شكل (4- 4) استخدام الخلايا الشمسية كأسطح شفافة	
34	شكل(4- 5) الخلايا الشمسية بديل عن مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة	
35	شكل(4- 6) الخلايا الشمسية فوق مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة	
36	شكل(4- 7) الخلايا الشمسية بديل عن مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة وحدات مقواة	
37	شكل(4- 8) وحدات صغيرة للأسطح المائلة بديل عن المواد التقليدية	
38	شكل (4- 9) الخلايا الشمسة الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية	
39	شكل (4- 10) الخلايا الشمسة الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية	
40	شكل (4- 11) الخلايا الشمسية واستخدامها كجدران ستائرية	

41	شكل(4- 12) بعض مقاطع وطرق تركيب الخلايا الشمسية في الجدران الستائرية	
42	شكل (4- 13) جدران عمودية كطبقة فوق الطبقة الداخلية	
43	شكل (4- 14) واجهات خلايا شمسية بجدران مائلة	
44	شكل (4- 15) جدران خلايا شمسية ذات أشكال منحنية	
45	شكل (4- 16) نماذج لمانعات الشمس	
46	شكل (4- 17) شبابيك خلايا شمسية	
47	شكل (4- 18) خلايا شمسية كدربزين البلكونات والتراسات	
48	شكل (4- 19) الأشكال التي تظهر بها المباني الشمسية على أغلفة المباني	
49	**الفصل الخامس**	
50	شكل (5- 1) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال	
51	شكل (5- 2) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال	
52	شكل(5- 3) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال	

فهرس الجداول

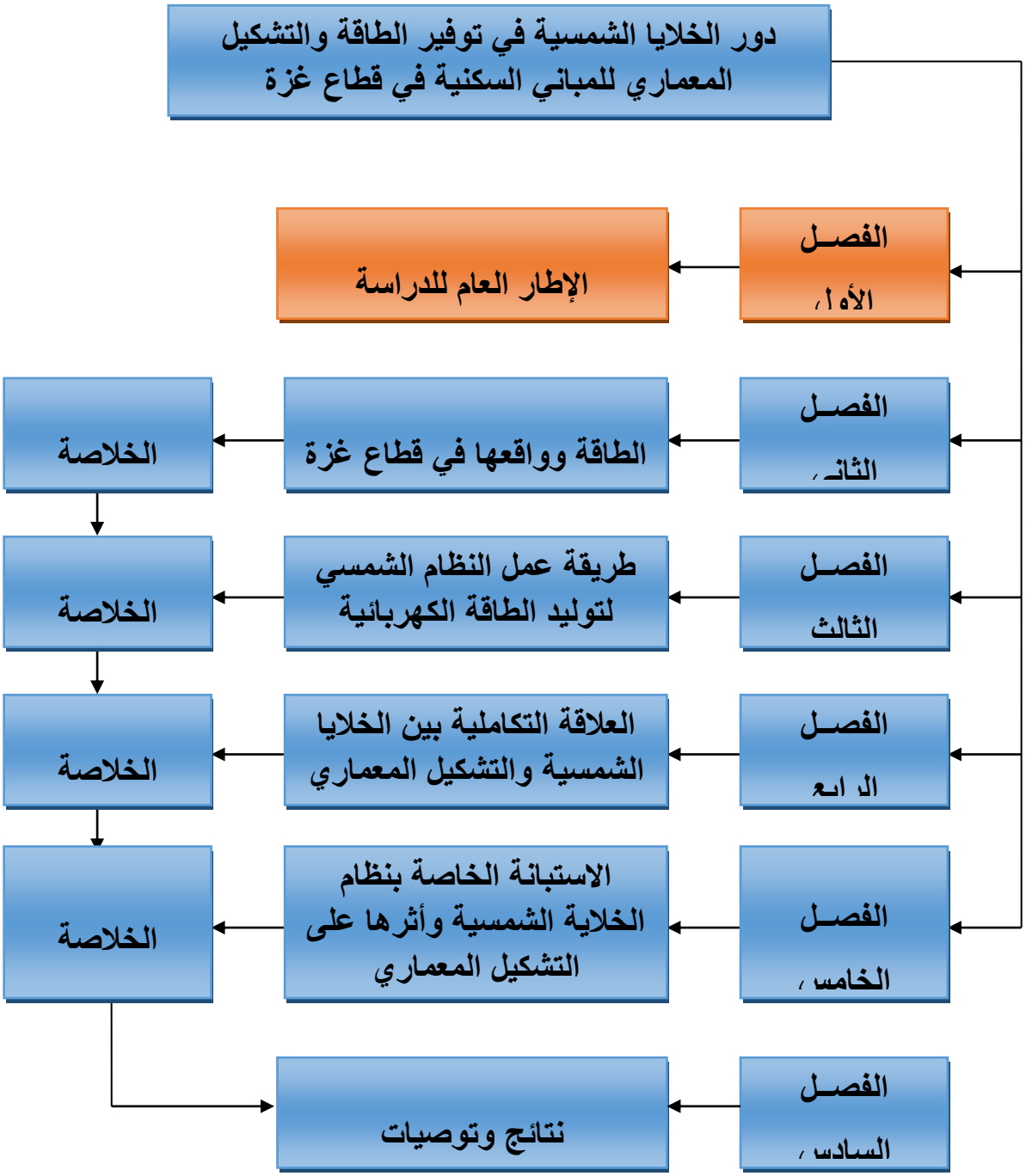
الرقم	**العنوان**	
1	**الفصل الثاني**	

	الطاقة وواقعها في قطاع غزة	
2	جدول (2- 1) يوضح الموارد المتاحة العالمية من الطاقة الأولية في العالم في فترة (2008-2035)	
3	**الفصل الخامس** **الاستبانة الخاصة بنظام الخلايا الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري**	
4	جدول (5- 1) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية " والدرجة الكلية للمجال	
5	جدول (5- 2) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية " والدرجة الكلية للمجال	
6	جدول (5- 3) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى " والدرجة الكلية للمجال	
7	جدول (5- 4) معامل الارتباط بين درجة كل مجال من مجالات الاستبانة والدرجة الكلية للاستبانة	
8	جدول (5- 5) معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات الاستبانة	
9	جدول (5- 6) يوضح نتائج اختبار التوزيع الطبيعي	
10	جدول (5- 7) توزيع عينة الدراسة حسب الدرجة العلمية	

11	جدول (5- 8) توزيع عينة الدراسة حسب الجنس	
12	جدول (5- 9) توزيع عينة الدراسة حسب العمر	
13	جدول (5- 10) توزيع عينة الدراسة حسب المسمى الوظيفي	
14	جدول (5- 11) توزيع عينة الدراسة حسب الحالة المادية	
15	جدول (5- 12) توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة	
16	جدول (5- 13) المتوسط الحسابي وقيمة الاحتمال (Sig.) لكل فقرة من فقرات مجال	
17	جدول (5- 14) المتوسط الحسابي وقيمة الاحتمال (Sig.) لكل فقرة من فقرات مجال" أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية"	
18	جدول (5- 15) المتوسط الحسابي% والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات مجال " مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى"	
19	جدول (5- 16) نتائج اختبار "التباين الأحادي" – المسمى الوظيفي	
20	جدول (5- 17) نتائج اختبار" التباين الأحادي" – الحالة المادية	

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة


دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة
الفصل الأول
الإطار العام للدراسة
الفصل الثاني
الطاقة وواقعها في قطاع غزة
الخلاصة
الفصل الثالث
طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية
الخلاصة
الفصل الرابع
العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل الخامس
الاستبانة الخاصة بنظام الخلاية الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل السادس
نتائج وتوصيات

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

1-1 مقدمة البحث

2-1 المشكلة البحثية

3-1 فرضية البحث

4-1 أهمية البحث

5-1 أهداف البحث

6-1 منهجية البحث

7-1 مصادر المعلومات

8-1 حدود البحث

9-1 معوقات البحث

10-1الداراسات السابقة

مقدمة البحث:

الطاقة حاجة بشرية أساسية؛ درجة وفرتها وتنوع مصادرها يحددان أسلوب حياة المجتمع ومستوى تقدمه، فلا يوجد تنمية بدون طاقة. وزيادة الطلب على الطاقة ومحدودية مصادر الطاقة التقليدية وخاصة في إقليم قطاع غزة بسبب الحصار وعدم امكانية الاستفادة من مصادر الطاقة التقليدية إلا عن طريق دولة الاحتلال (اسرائيل)، لذلك وجب التوجه إلى مصادر الطاقة المتجددة مثل الخلايا الشمسية كحل مساعد لمشكلة الكهرباء في قطاع غزة.

من هنا ترتبت على المهندس المعماري مهمة إضافية فعلية من خلال وضع هيكل وغلاف المبنى في بؤرة الفحص والاختبار لغرض الاجابة على السؤال التالي: كيف يمكننا ومن خلال تغيير شكل وتصميم المبنى أن نوظف تقنيات الطاقة الشمسية وخاصة الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية مع تحقيق الجمال في الجانب الشكلي للمبنى واستنباط أساليب التصميم المعماري الحديثة لربط الخلايا الشمسية مع المبنى في قطاع غزة.

1-1 المشكلة البحثية:

باستطاعة المنظومات الشمسية وخاصة الخلايا الشمسية أن تتكامل مع المبنى كمواد أساسية ضمن تصميم الغلاف الخارجي للمبنى، باعتبارها عناصر لها القدرة على الاستجابة للمؤثرات البيئية الخارجية، من هنا تمثلت مشكلة البحث في محورين أساسيين:

أولاً/ عدم توفر معرفة شاملة حول طبيعة المعالجات التي من الممكن أن يتبعها المصمم عند توظيف الخلايا الشمسية كمواد خارجية تدخل في تشكيل المبنى في قطاع غزة.

ثانياً/ مدى تقبل الناس لتركيب الخلايا الشمسية في قطاع غزة كحل مساعد لمشكلة الكهرباء في قطاع غزة، سواءًا بسبب التكاليف أو إمكانية الاستخدام.

1-2 فرضية البحث:

يشمل البحث فرضيتين رئيسيتين سيبنى على اثباتهما النتائج المتوقعة من هذا البحث وهما كالتالي:

- الخلايا الشمسية يمكن استخدامها كعناصر أساسية في تصميم المبنى سواء كمواد تشطيب أوعناصر في تكوين المبنى الأساسية مع الحفاظ على هدفها الأساسي لإنتاج الكهرباء.
- الخلايا الشمسية تعد أحد أهم الحلول المساعدة لمشكلة الكهرباء في قطاع غزة وإقناع الناس في القطاع لاستخدامها.

1-3 أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث كونه خطوة أولى للمساعدة في حل مشكلة الطاقة الحقيقية في قطاع غزة وتعد شرارة وبداية للاكتفاء الذاتي في الطاقة حيث تعد أحد أساليب الاعتماد على الذات وتقليل الحاجة إلى أساليب الطاقة التقليدية والتي يتم تطويرها مع بداية القرن الحادي والعشرين ولتكون بذلك البداية لصياغة مستقبل فلسطيني مستقل، كما وتتجلى أهميته في أنه يوضح كيف يمكن للمعماري المعاصر أن يستفيد من تقنيات البناء الحديثة التي يكون لها منفعة وظيفية وجمالية يسترشد بالمنهج المعاصر في اعداد معايير تصميمية واضحة، ومن ثم وضع مجموعة من المعاييير التصميمية الحديثة والمعاصرة لتواكب الحاضر والمستقبل.

1-4 أهداف البحث:

يمكن تحديد أهداف البحث فيما يلي:

1. التعرف على أساليب التكامل المعماري مع الخلايا الشمسية وكيفية الاستفادة منها في تعزيز الجمال في شكل المنتج المعماري النهائي.
2. دراسة مواقع تركيب الخلايا الشمسية بحسب أنواعها في الشكل المعماري للمباني.
3. عمل موازنة بين تحقيق الجانب الشكلي لجمال المباني مع توفير الطاقة المطلوبة من الخلايا.
4. تحديد مدى تقبل الناس لفكرة الخلايا الشمسية واستخدامها كحل مساعد لمشكلة الطاقة في قطاع غزة.

1-5 منهجية البحث:

من أجل تحقيق أهداف الدراسة قام الباحث باستخدام المنهج الوصفي الإيضاحي الذي يحاول من خلاله وصف الظاهرة موضوع الدراسة، وتحديد بياناتها، والعلاقة بين مكوناتها والآراء التي تطرح حولها والعمليات التي تتضمنها والآثار التي تحدثها. ويعتبر منهج وصفب إيضاحي منهجا علميا اعتمد في هذا البحث على تجميع المعلومات حول المشكلة البحثية من خلال ما هو متوفر من معلومات في الكتب والدوريات والمجلات وبعض مواقع الإنترنت المتخصصة، وعمل استبانة لاستقراء آراء المهندسين المعماريين لاستعمال نظام الخلايا الشمسية وتأثيرها على التشكيل المعماري والعمل على تطبيق استراتيجيات للترغيب في استخدامها، ومن ثم الوصول إلي النتائج والتوصيات.

ويعرف الحمداني (2006: 100) المنهج الوصفي التحليلي بأنه "المنهج الذي يسعى لوصف الظواهر أو الأحداث المعاصرة، أو الراهنة فهو أحد أشكال التحليل والتفسير المنظم لوصف ظاهرة أو مشكلة، ويقدم بيانات عن خصائص معينة في الواقع، وتتطلب معرفة المشاركين في الدارسة والظواهر التي ندرسها والأوقات التي نستعملها لجمع البيانات".

1-6 مصادر المعلومات:

تم الاعتماد في إعداد هذا البحث على العديد من مصادر المعلومات، وهي وفق التالي:

- الكتب والمراجع التي تناولت بعض أو أجزاء من موضوع الدراسة.
- الأبحاث وأوراق العمل, التي تخدم موضوع الدراسة وكذلك المجلات والانترنت.
- معلومات من الشركات المصنعة من خلال الكاتالوجات والإعلانات
- الزيارات الميدانية لمشاريع قائمة على الخلايا الشمسية
- المقابلات الشخصية مع المختصين وذوي الخبرة في مجال الدراسة.

1-7 حدود البحث:

- **الحدود المكانية:** قطاع غزة.
- **الحدود الزمانية:** المعلومات ذات العلاقة التي تخص الخلايا الشمسية خصوصا التقنيات الحديثة في السنين الأخيرة.
- **الحدود البحثية:** يتناول البحث مباني قطاع غزة السكنية.

1-8 معوقات البحث:

- محدودية الوقت المتاح للدراسة.
- التخوف سواء لدى المهندس المعماري أو الناس لتقبل الخلايا الشمسية واستخدامها في نطاق قطاع غزة.

1-9 الداراسات السابقة:

1-10-1 الدراسات باللغة العربية:

- دراسة عبد الرحمن، 2013 بعنوان (تكامل الخلايا الكهروضوئية في المباني دراسة حالة مبني برج الهيئة القومية للاتصالات بالخرطوم)

يهدف البحث إلى التعرف على أساليب "تكامل بين المبنى والخلايا الكهروضوئية وكيفية الاستفادة منها في تعزيز القبول الشكلي للنتاج المعماري النهائي"، وبفرضية هي: أن المنظومات الشمسية تحمل إمكانات تؤهلها من أن يكون لها تأثير في هيئة المبنى عند توظيفها كمواد إنهاء خارجية، وبهذا اتجه البحث إلى دراسة المكونات الأساسية للمنظومات الشمسية وأساليب تكاملها مع المبني بإعتبارها وحدات إنهاء خارجية، بالإضافة إلى دراسة مواقع تنطيقها في الشكل المعماري ومستوياتها الشكلية للتكامل. ولتحقيق هدف البحث استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي لوصف ظاهرة دمج الخلايا الكهروضوئية في المباني. سوف يتم دراسة كل ما يتعلق بكيفية تصميمها كجزء من المبني وذلك للتقليل من التكلفة الأولية للطاقة الشمسية، لأن التكلفة الأولية العالية لانشاء الطاقة الشمسية يمثل العقبة الرئيسية في استخدام الطاقة الشمسية، لذا قام الباحث بجمع معلومات حول المباني التي تم تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية عليها وخصوصا الأنظمة النشطة حيث توصل الباحث إلى أن تطبيق الخلايا الكهروضوئية يقتصر علي تطبيقها في الإضاءة (إضاءة الشوارع) بصورة متفرقة كما تم تطبيقها علي نطاق ضيق في مباني سكنية خاصة بالمهتمين بالطاقة الشمسية. توصل الباحث إلى أن مبنى الهيئة القومية للاتصالات تم فية دمج الخلايا الكهروضوئية بصورة متكاملة مع المبنى مما جعل من المبنى نموذج للدراسة، حيث قام الباحث بجمع المعلومات الخاصة بالمبنى وتطبيق معايير التصميم الشمسي عليها ثم عرضها علي شكل رسومات وجداول وصور مما سهل من تقييم المبني. تم التوصل إلى ضرورة إجراء الموازنة بين تحقيق الجانب الشكلي للمباني وتوفير الطاقة المنتجة

من المنظومات، علاوةً على ضرورة تحقيق التوافق الإيجابي للأنظمة الذاتية والنشطة في تصميم المبنى.

- دراسة السوداني، 2009 بعنوان (تطبيقات الطاقة الشمسية فى التنمية العمرانية تنمية صحراء مصر بتكنولوجيا السيلكون).

تهدف مناقشة وتحليل ودراسة المقترحات التنموية الحالية الهادفة إلى تنمية الصحراء المصرية بإنشاء مجتمعات عمرانية جديدة بداخلها وتحقق معايير الاستدامة وتشكل نطاقات منتجة ومكتفية ذاتيا. تأكيد دور الطاقات المتجددة بشكل عام والطاقة الشمسية على وجه الخصوص كأحد السبل لانشاء مجتمعات ووحدات عمرانية ودراسة المشروعات والبرامج الحكومية التى تتبنى تنمية استخدام مصادر الطاقة المتجددة من خلال الدعم المعرفى والعلمى وإمكانية تكامل أنظمة وتطبيقات الطاقة الشمسية واسعه النطاق داخل الاقتراحات المطروحة لتنمية الصحراء المصرية. وتقديم عدد من المحددات والمعايير العمرانية والمعمارية الجديدة التى استحدثت من خلال تجارب عالمية تهدف الى تأييد أهمية وتكامل أنظمة الطاقة المتجددة داخل النسيج العمرانى والمعمارى.

واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي وذلك بعمل دراسة تحليلية لتطبيقات الطاقة الشمسية سواء الحرارية أو الكهربية منها ومقارنة ملائمة استخدامها مع مشروعات التنمية العمرانية والمعمارية وذلك من خلال أمثلة عالمية مقسمة على مقاييس: التنمية الاقليمية للصحراء والتنمية العمرانية والتنمية المحلية والمقاييس المعمارية للمباني. ودراسة الأسس والمعايير التصميمية فى حال استخدام أنظمة الطاقة الشمسية خلال المقاييس السابق ذكرها. واستخلاص المعايير التصميمية والدروس المستفادة من الأمثلة العالمية لاستخدامها فى اختبار إمكانية استخدام التطبيقات الشمسية من خلال البيئة المصرية. ودراسة وتحليل الواقع المصرى والتوجهات الحالية لتنمية الصحراء المصرية وكذلك رصد لسياسيات الطاقة المتجددة بمصر. واختبار المعايير التخطيطية والتصميمية والأهداف المحلية على النطاقات التنموية بمصر. ودراسة حالة لأحد المواقع أو المدن داخل مصر ,ودراسة إمكانية استخدام وتكامل أنظمة الطاقة الشمسية الكهربية بها، واستخلاص النتائج ومراعاة المعايير التخطيطية والتصميمية لتحقيق أقصى آفاءة للاستغلال الطاقة الشمسية الكهربية.

الهدف من البحث هو مناقشة قضايا " الطاقة" وعلاقتها ب "التنمية العمرانية" كأحد أهم هذه القضايا التى يواجهها العالم، وهذه القضايا ذات علاقة وثيقة ومؤثرة على معظم التغيرات البيئية. فالارتباط الوثيق بين قطاع الطاقة والتنمية العمرانية والاقتصادية وأيضا جودة البيئة الطبيعية. يعتبر عصب الأساس للاقتصاد العالمى الذى يمنحها القدرة على تلبية احتياجات الانتاج الصناعي، الزراعى، النقل، والمواصلات، وأخيرا النمو العمرانى.ومن أهم نتائجها أن الاندماج الملحوظ لفكر التنمية المستدامة فى كل المجالات أثر تبعياً على التوجهات العالمية العلمية منها والعملية، ومن هذا المنطلق فإن التنمية المستدامة تعتبر واحدة من أهم القضايا الرئيسية المتعلقة بتطبيق فكر الاستدامة.

1-10-2 دراسات باللغة الانجليزية:

- دراسة البرقوني، 2010 بعنوان (RE-EVALUATION AND RE-DESIGN STAND-ALONE PV SOLAR LIGHTING PROJECTS IN GAZA STRIP, PALESTINE)

حيث تهدف هذه الدارسة البحثية إلى إعادة تقييم وتصميم أنظمة تحكم هندسية لمشاريع الإنارة التي تم تطبيقيا في قطاع غزة في الآونة الأخيرة وتحليلها بدءاً من نمذجة الإشعاع الشمسي في فلسطين مروراً بأهمية التوجيه والإمالة للخلية الشمسية وانتهاء بتصميم البطاريات والخلايا الشمسية، حيث تم التركيز على السلبيات الحاسمة للتصاميم السابقة وكيفية التغلب عليها.

لهذا الغرض أعد الباحث تجربة عملية (كنموذج تحكم هندسي) لإضاءة شقة من خلال الخلايا الشمسية مع الأخذ بعين الاعتبار المعايير والتوصيات المقترحة من قبل جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيات العالمية (IEEE).

حيث خلص الباحث من خلال هذه الدراسة بوضع نتائج ودراسات منهجية على أسس علمية للاستفادة منها عند تصميم مشاريع مستقبلية.

ويوصي الباحث الاستشاريين والقائمين على غرار هذه المشاريع بالاستفادة من توصياته في هذا المجال للأخذ بها في عين الاعتبار في حال التصميم لمشاريع أنظمة تحكم في الطاقة الشمسية مستقبلاً.

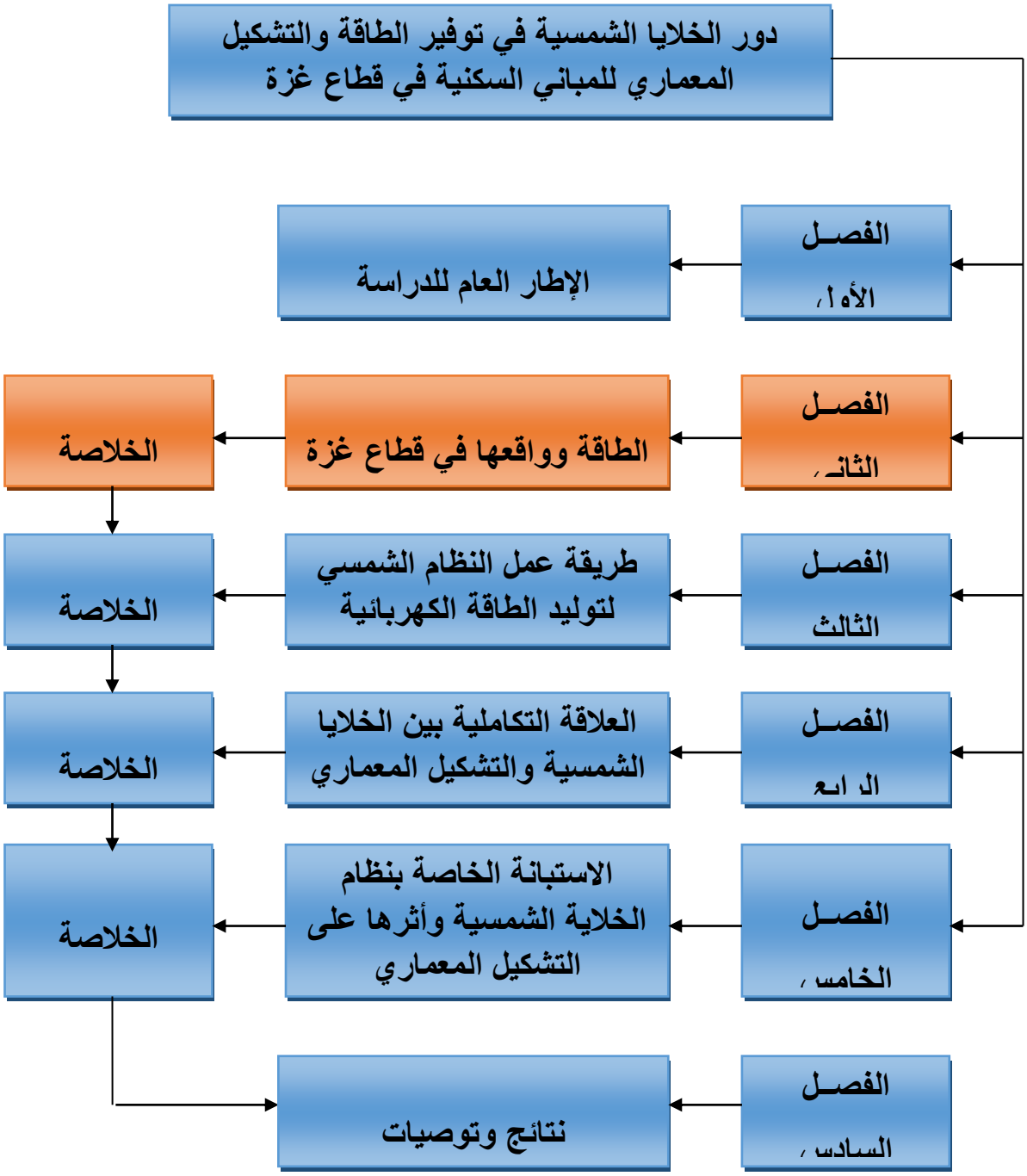
- دراسة Jelle, et. al.، 2012 بعنوان (State-of-the-art building integrated photovoltaics)

يهدف هذا البحث إلى العمل على تنفيذ مباني صديقة للبيئية (zero egergy) بحيث تستفيد المباني من الطاقة المحيطة، وحيث أن الشمس هي الخيار الأمثل والأفضل تم استخدام الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى لتقدم تكنولوجيا قوية وحل رائع حيث أن استخدام الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى هي أفضل وسلة لتحقيق هدفين وهما الجمال والاقتصاد وذلك من خلال الاستفادة من الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء النظيفة ومن ناحية معمارية يمكن الاستفادة منها جماليا باستبدال مواد المبنى الخارجية بخلايا شمسية سواء كانت رقائق أو

بلاطات أو زجاج ومن نتائج البحث أن هناك مجال واسع في تكنولوجيا الخلايا الشمسية لاستخدامها كمواد مرتبطة مع المبنى بالتوازي مع توفير الطاقة.

الفصل الثاني

الطاقة وواقعها في قطاع غزة


دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة
الفصل الأول
الإطار العام للدراسة
الفصل الثاني
الطاقة وواقعها في قطاع غزة
الخلاصة
الفصل الثالث
طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية
الخلاصة
الفصل الرابع
العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل الخامس
الاستبانة الخاصة بنظام الخلاية الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل السادس
نتائج وتوصيات

الفصل الثاني

الطاقة وواقعها في قطاع غزة

2-1 تمهيد

2-1-1 الطاقة

2-1-2 مصادر الطاقة

2-2 الطاقة المتجددة

2-3 الطاقة الشمسية

2-4 الطاقة الكهربائية

2-5 أزمة الطاقة في قطاع غزة

2-6 الخلاصة

2-1 تمهيد:

تدرج تطور استخدام الانسان للطاقة عبر الزمن بأشكال وطرق مختلفة في ابتكار مصادر جديدة للطاقة وما يزال يبحث في ملكوت الله ويتكيف مع كل جديد ويسخر من أعماله ما يعود بالفائدة أو الضرر على نفسه أو البشرية أو الحياه، مما يجعل رصيد العالم من الطاقة متحرك وديناميكي يتسع باستمرار ليشمل مصادر مختلفة وقد تنوعت مصادر الطاقة من متجددة وغير متجدد وأصبح حلم كل البشرية استخدام الطاقة المتجددة لوفرتها والتقليل من استخدام الطاقة الغير متجددة قدر الامكان لأنها في طريقها إلى الزوال.

يعاني قطاع غزة من حصار على مصادر الطاقة وخصوصا غير المتجددة لذلك وجب الاتجاه إلى مصادر الطاقة البديلة مثل الشمسي والرياح وغيرها.

2-1-1 الطاقة:

يمكن تعريف الطاقة بأنها (مقدرة للقيام بشغل) (أيفن، 2011) ويمكن تعريفها بأنها (القدرة على القيام بعمل ما) (الجوخي، 2006) وأيضا عرفت (بكل ما يحدث تغيير أو حركة وعرفت أيضا بالقدرة على ربط المادة بعضها البعض) (مندور ورمضان، 1990) وتعد أحد الخواص الكمية الأساسية والتي تعبر عن حالة الجسم أو النظام الفيزيائي. يمكن للطاقة ضمن سياق العلوم الطبيعية أن تاخذ أشكالاً متنوعة منها طاقة حرارية، كيميائية، كهربائية، إشعاعية، نووية، طاقة كهرومغناطيسية، وطاقة حركة...الخ. (الجوخي، 2006)

جميع أنواع الطاقة يمكن تحويلها من شكل لآخر بمساعدة أدوات بسيطة أو أحياناً تستلزم تقنيات معقدة مثلاً من الطاقة الكيميائية إلى الكهربائية عن طريق الأداة الشائعة البطاريات أو المركمات، أو تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية وهذا نجده في محرك احتراق داخلي ، أو تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ، وهكذا.

2-1-2 مصادر الطاقة:

مصادر الطاقة والاستهلاك العالمي تنقسم أنواع إنتاج الطاقة على مستوى العالم إلي استهلاك النفط، واستغلال الفحم الحجري، واستغلال الغاز الطبيعي، واستغلال الطاقة النووية، والاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة. (أيفن، 2011)

ان أهمّ مصادر الطاقة المستخدمة حالياً، وتلك المتوقع أن يكون لها شأن في توفير الطاقة للبشرية، هي: حسب ما أشار أيفن (2011).

- **الوقود الأحفوري:** ويتمثل في الفحم والنفط والغاز الطبيعي، ويختزن هذا الوقود (طاقة كيميائية) يمكن الاستفادة منها عند حرقه، والوقود الأحفوري هو مصدر الطاقة الرئيس حيث يسهم بما يربو على 90% من الطاقة المستخدمة اليوم، ولأنه مصدر قابل للنضوب، وبسبب مشكلات التلوث البيئي، فإن البحث حثيث لتوفير وتطوير مصادر أخرى للطاقة.
- **المصادر الميكانيكية:** وهي مساقط المياه والسدود وحركة (المدّ والجزر) وطاقة الرياح، ولذا تُقام محطات (توليد الكهرباء) عند السدود والشلالات ومناطق المد العالي وربوع الرياح الشديدة لاستغلال قوة الدفع الميكانيكية في تشغيل التوربينات.
- **الطاقة الشمسية:** يُستفاد منها عبر التسخين المباشر في عمليات تسخين المياه والتدفئة والطهي، كما يمكن تحويلها مباشرة إلى (طاقة كهربائية) بواسطة (الخلايا الشمسية).
- **الطاقة الحرارية الجوفية:** ويُستفاد من ارتفاع درجة الحرارة في جوف الأرض، وفي بعض المناطق تكون هذه (الطاقة الجوفية) قريبة من سطح الأرض فتوجد بالتالي الينابيع الحارة، ففي أيسلندة ـ مثلاً – تنتشر هذه الينابيع، ويُستفاد منها لأغراض التدفئة والتسخين.
- **الكتل الحيوية (Biomass):** وهي المخلفات الحيوية، وهذا التصنيف يشمل: انية الزراعية التي يتم تخميرها في حفر خاصة ليتصاعد منها غاز الميثان، وهو غاز قابل للاشتعال.
- **غاز الهيدروجين:** يمثّل نوعاً مهماً من أنواع الوقود، وهو مرشح لأن يكون له دور كبير في تأمين الطاقة في المستقبل، وقد ظهرت سيارات تعمل على غاز الهيدروجين، وأبرز تطبيقاته الاستفادة منه في (خلايا الوقود)، وهي خلايا واعدة بتطبيقات واسعة في المستقبل، ويتم توليد الكهرباء داخلها مباشرة بتمرير الهيدروجين والهواء بها، وعبر اتحاد الهيدروجين والأوكسجين نحصل على (طاقة كهربائية)، وأما مخلفات هذه العملية فهي الماء فقط، أي إن (خلايا الوقود) لا تسهم في تلويث البيئة.
- **الطاقة النووية:** تنتج عن (الانشطار النووي) في المفاعلات النووية، ويُستفاد منها في تسيير السفن والغواصات وتوليد (الطاقة الكهربائية)، وأبرز سلبياتها (النفايات المشعة) الناتجة، ومشكلة التخلص منها، وضوابط السلامة العالية اللازمة لمنع انفجار المفاعل، أو تسرّب الإشعاعات منه.

وهناك تصنيف للطاقة ومصادرها يقوم على مدى إمكانية تجدد تلك الطاقة واستمراريتها:

- **الطاقة التقليدية أو المستنفذة:** وتشمل الفحم والبترول والمعادن والغاز الطبيعي والمواد الكيميائية، وهي مستنفذة لأنها لا يمكن صنعها ثانية أو تعويضها مجدداً في زمن قصير.
- **الطاقة المتجددة أو النظيفة أو البديلة:** وتشمل طاقة الرياح والهواء والطاقة الشمسية وطاقة المياه أو الأمواج والطاقة الجوفية في باطن الأرض وطاقة الكتلة الحيوية، وهي طاقات لا تنضب.

2-2 الطاقة المتجددة:

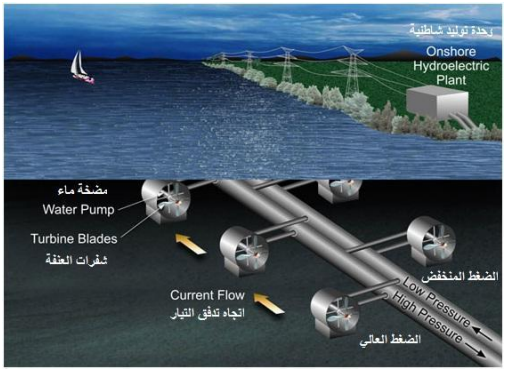
هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد و التي لا يمكن أن تنفذ. الطاقة المستدامة ومصادر الطاقة المتجددة، تختلف عن الوقود الأحفوري من بترول وفحم والغاز الطبيعي، أو الوقود النووي الذي يستخدم في المفاعلات النووية ولا تنتج عن الطاقة المتجددة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الانحباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري أو المخلفات الذرية الضارة الناتجة عن المفاعلات القوية النووية. كما أن الطاقة المتجددة تنتج من الرياح كما في الشكل (1-1) أو المياه كما في الشكل (1-2) أوالشمس، ويمكن إنتاج الطاقة من حرارة باطن الأرض كما في الشكل (1-3) أو من حركة الأمواج والمد والجزر كما في الشكل (1-4)، وكذلك من المحاصيل الزراعية والأشجار المنتجة للزيوت إلا أن تلك الأخيرة لها مخلفات تعمل على زيادة الانحباس الحراري.

حاليا أًكثر إنتاج للطاقة المتجددة يُنتج في المحطات الكهرمائية بواسطة السدود العظيمة أينما وجدت الأماكن المناسبة لبنائها على الأنهار ومساقط المياه، وتستخدم الطرق التي تعتمد على الرياح والطاقة الشمسية طرق على نطاق واسع في البلدان المتقدمة وبعض البلدان النامية؛ لكن وسائل إنتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المتجددة أصبح مألوفا في الآونة الأخيرة، وهناك بلدان عديدة وضعت خططا لزيادة نسبة إنتاجها للطاقة المتجددة بحيث تغطي احتياجاتها من الطاقة بنسبة % 20 من استهلاكها عام 2020.

شكل (1- 1) توربينات الرياح

شكل (1- 2) الطاقة المائية خلف السدود

شكل (1- 3) الطاقة كهرائية من باطن الأرض

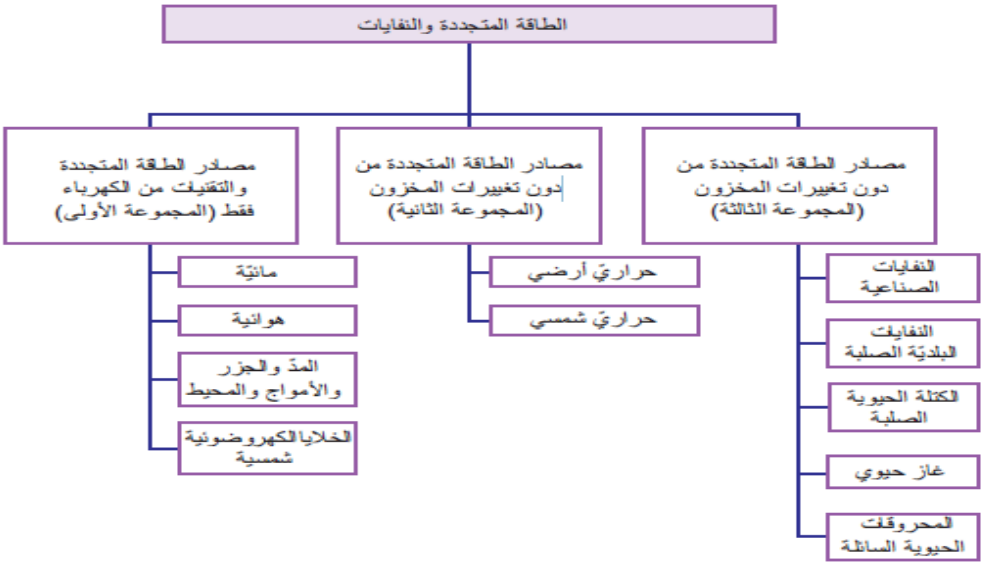


شكل (1- 4) محطة توليد الطاقة بواسطة المد والجزر

(المصدر منتدى مجتمعي الطاقة البديلة، 2013)

2-2-1 تصنيف الطاقة المتجددة حسب وكالة الطاقة الدولية:

وقد صنفت وكالة الطاقة الدولية الطاقة المتجددة إلى ثلاث مجموعات وهي كما في الشكل (2-5).



شكل (1- 5) يوضح تصنيف الطاقة المتجددة وفق وكالة الطاقة الدولية
(المصدر IEA 0225 :، دليل إحصاءات الطاقة).

ويمكن توضيح التصنيف كما يلي:

- **المجموعة الأولى:** المنتجات التي تحتاج إلى تحويل للطاقة الكهربائية للحصول عليها والاستفادة منها.
- **المجموعة الثانية:** فقد تضمنت المنتجات التي يتم إنتاجها ويمكن بعد ذلك استخدامها بعدة طرق في قطاعات التحويل والاستهلاك.
- **المجموعة الثالثة:** فهي تتضمن المنتجات التي يتم إنتاجها ويمكن بعد ذلك استخدامها في أغراض متعددة في قطاعات التحويل والاستهلاك" مثل النفايات والوقود الخشبي والغاز الحيوي وأنواع الوقود الحيوي السائلة"، ونظرا لطبيعة هذه المنتجات يمكن تخزينها بالمعنى التقليدي.

2-2-2 الطلب على الطاقة حتى عام 2035:

لا يزال الطلب على المواد البترولية هو الأكبر حتى عام 2035 على الرغم من التوسع في استخدام مصادر الطاقة الأخرى، وبناءا على تنبؤ منظمة الدول المصدرة للنفط " OPEC " لعام 2035 وسنة أساس 2008 فسوف تزداد الموارد المتاحة من البترول بمتوسط نمو % 2.8 والفحم % 2.6 والغاز 0% والطاقة النووية 2.7% أما الطاقة المائية % 0.3 والكتلة الحيوية % 3.3 أما مصادر الطاقة المتجددة الأخرى قد بلغت 7.5% مما يعني أن العالم يتجه

لإحلال الطاقة المتجددة المختلفة المصادر ولو جزئيا محل الطاقة الناضبة، وذلك يرجع إلى الإمكانيات المجندة لذلك من قبل الدول، مما يعني أنه سوف يتم ازدياد الطلب على مصادر الطاقة المتجددة بنسبة أكبر من الزيادة في الطلب على مصادر الطاقة الناضبة الغير متجددة، رغم أن حجم الطلب على الطاقة المتجددة ما يزال محدود مقارنة بحجم الطلب على الطاقة الناضبة، ويمكن توضيح ذلك من خلال الجدول رقم (2-1) (OPEC 2011)

جدول (2- 1) يوضح الموارد المتاحة العالمية من الطاقة الأولية في العالم في فترة (2008-2035) (OPEC,2011).

البيان	المستوى(mboe/d)				متوسط النمو	حصة الوقود (%)			
	2008	2010	2020	2035	2008-35	2008	2010	2020	2035
البترول	80.6	81.2	90.8	101	0.8	35.2	34.5	32.3	28.4
الفحم	66.6	69.2	83.6	101.5	1.6	29.1	29.4	29.7	28.5
الغاز	52	53.6	66.6	90	2	22.7	22.8	23.7	25.3
الطاقة النووية	14.3	14.6	16.6	22.5	1.7	6.2	6.2	5.9	6.3
الطاقة المائية	5.5	5.8	7.5	10.3	2.3	2.4	2.5	2.7	2.9
الكتلة الحيوية	8.5	9.2	12.8	20.3	3.3	3.7	3.9	4.6	5.7
مصادر الطاقة المتجددة الأخرى	1.5	1.7	3.5	10.4	7.5	0.6	0.7	1.2	2.9
المجموع	**229**	**235.4**	**281.3**	**355.9**	**1.6**	**100**	**100**	**100**	**100**

2-3 الطاقة الشمسية:

خلق الله الشمس والقمر كآيات دالة على كمال قدرته وعظم سلطانه وجعل شعاع الشمس مصدراً للضياء على الأرض وجعل الشعاع المعكوس من سطح القمر نوراً . قال الله تعالى في كتابه العزيز ﴿هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاء وَالْقَمَرَ نُوراً وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُواْ عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللّهُ ذَلِكَ إِلاَّ بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ﴾ (سورة يونس الآية5) فالشمس تجري في الفضاء الخارجي بحساب دقيق حيث يقول الله سبحانه وتعالى في سورة الرحمن ﴿الشَّمْس وَالْقَمَر بِحُسْبَانٍ﴾ الآية(5)، أي أن مدار الأرض حول الشمس محدد وبشكل دقيق، وآي اختلاف في مسار الأرض سيؤدي

إلى تغيرات مفاجئة في درجة حرارتها وبنيتها وغلافها الجوي ، وقد تحدث كوارث إلى حد لا يمكن عندها بقاء الحياة، فقدرة الله تعالى وحدها جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئاً ومصدراً للطاقة.

الطاقة الشمسية هي الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار. وتضم تقنيات تسخير الطاقة الشمسية استخدام الطاقة الحرارية للشمس سواء للتسخين المباشر أو ضمن عملية تحويل ميكانيكي لحركة أو لطاقة كهربائية، أو لتوليد الكهرباء عبر الظواهر الكهروضوئية باستخدام ألواح الخلايا الضوئية الجهدية بالإضافة إلى التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، وهي تقنيات تستطيع المساهمة بشكل بارز في حل بعض من أكثر مشاكل العالم إلحاحا اليوم.

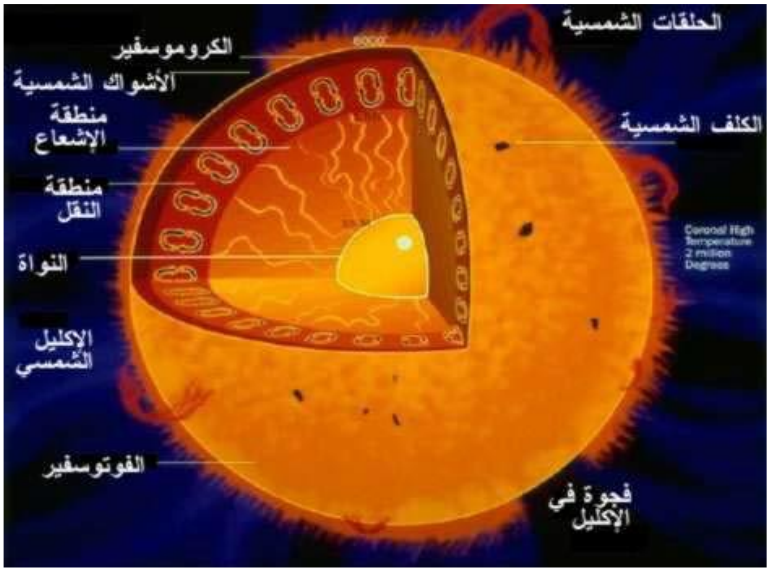
2-3-1 نبذة عن الشمس وطاقتها:

الشمس مصدر طاقة الأرض الأساسي ,ولها أهمية كبرى ,فمنها نستمد الدفء، ولولاها لتجمدت المحيطات, وبدونها يتحول النيتروجين والأكسجين في الهواء الجوي إلى حالة السيولة. أما ثاني أكسيد الكربون فيتجمد أيضا لولا مناخ الأرض الناتج عن وصول الإشعاعات الشمسية إلينا. بل أن الشمس هي التي توفر الطاقة اللازمة لعملية التمثيل الضوئي .

إن مصدر الطاقة هو تفاعل الاندماج النووي الجاري باستمرار في مركز الشمس, ويعادل مقدار هذه الطاقة الواصلة إلى سطح الأرض 15000 مرة مما يحتاجه سكان الأرض جميعا من الطاقة كميات كبيرة من كتلة الشمس تتحول إلى طاقة بواسطة عمليات الاندماج النووي . (بن دريب، 1996) وتتكون الشمس من مجموعة من العناصر:

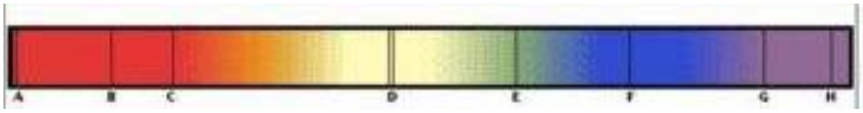
- النواة الشمسية: وفيه تتم العمليات النووية الاندماجية التي تنتج الطاقة.
- منطقة الإشعاع: وهو الغلاف الذي يحيط بالنواة
- منطقة النقل: يتميز بان الطاقة تنتقل خلاله بواسطة حركه عنيفة للغازات الحرة.
- الفوتوسفير: وهي الطبقة الخارجية للشمس وتعلو منطقة النقل التي تبلغ درجة حرارتها حوالي (6000 درجه سليزيه)، وهو الجزء المرئي لنا من الشمس.

- الهالة: وهي تغلف بيئة الشمس وتمتد هذه الهالة إلى ما يزيد عن (100000) كم لكن هذه الهالة تخفى عن الأنظار بسبب الضوء الساطع الصادر عن الكرة المضيئة ولا يمكن رؤيتها إلا خلال حدوث كسوف كلي كما في الشكل (1-6).



شكل (1- 6) عناصر الشمس (الصفدي، 2014)

إن ضوء الشمس المرئي الذي يصلنا من الشمس إشعاع مركب من سبعة ألوان ويصاحبه إشعاعان آخران غير مرئيان هما الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء كما في الشكل (1-7)، الأولى تأثيرها على الأحياء كيماوي، والثانية تأثيرها حراري. (الصفدي، 2014)

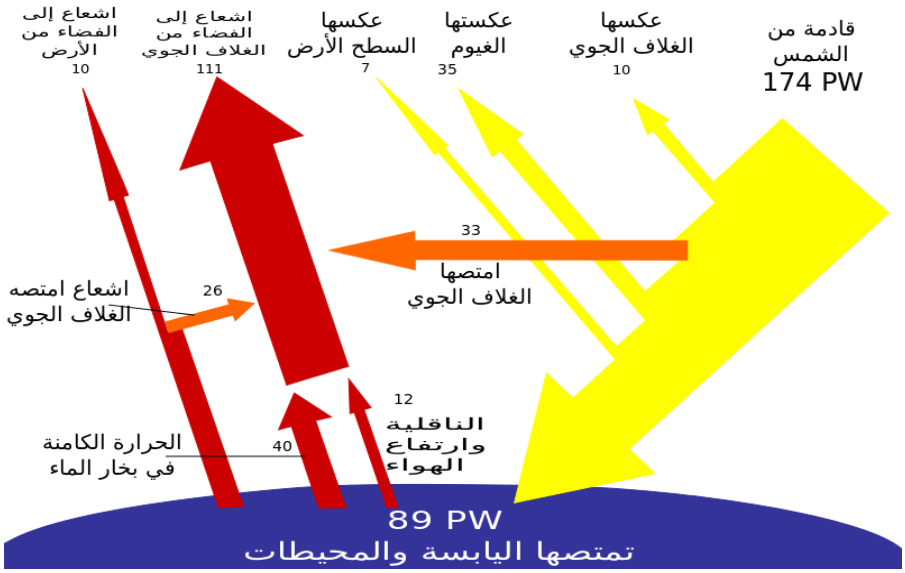


شكل (1- 7) ألوان الشمس السبعة (الصفدي، 2014)

2-3-2 الاشعاع الواصل للأرض:

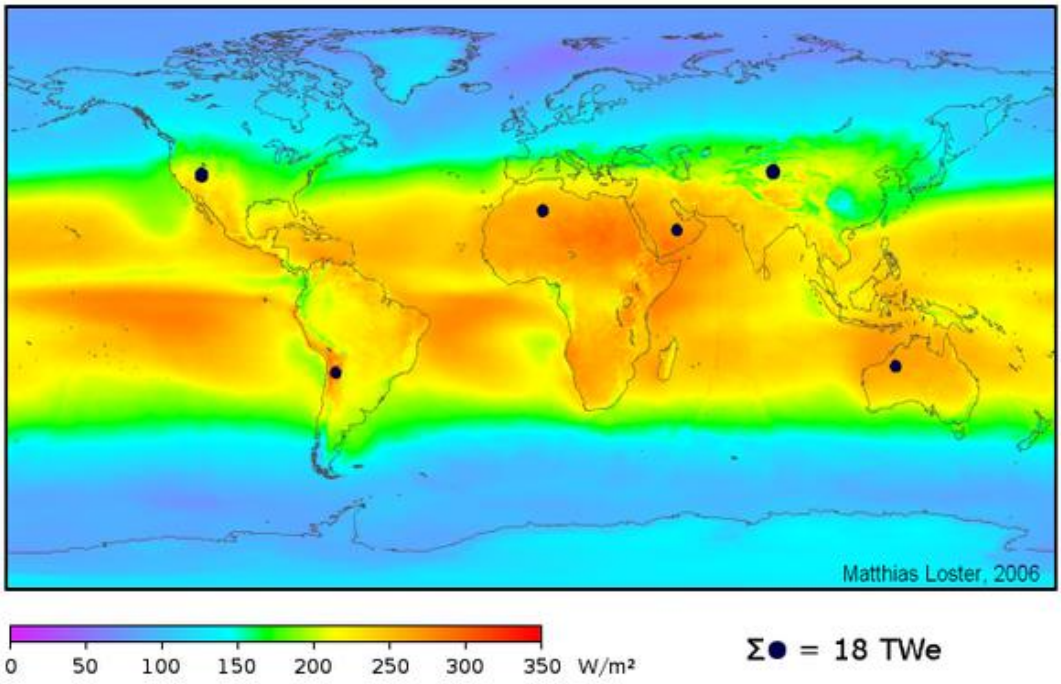
على الرغم مما يتعرض له الاشعاع الشمسي قبل وصوله إلى الأرض من انعكاسات وتشتت وامتصاص بواسطة الغلاف الجوي للأرضي فتتلاشى تقريبا كل الأشعة فوق البنفسجية وجزء معين من الأشعة تحت الحمراء إلا أن الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض خلال سنة

واحدة تفوق احتياج العالم من الطاقة بمقدار عشرة آلاف مرة، ويسمى جزء الأشعة الذي يصل إلى الأرض مباشرة من قرص الشمس دون أن يتعرض للإنعكاس الإشعاع المباشر، أما الجزء الذي يتشتت بواسطة بخار الماء والغبار فيسمى بالإشعاع المبعثر ويدعى مجموع الإشعاع المباشر والمبعثر الذي يصل إلى سطح الأرض بالإشعاع الكلي. (محفوظ، 1996)



شكل (1- 8) يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس (وكوبيديا،2014)

ويعد الشرق الأوسط والدول العربية بشكل عام لها نصيب الأسد من الطاقة الشمسة لموقعها الجغرافي المميز حول مدار السرطان حيث يصلها من(300 – 350 وات/م^2) كما هو موضح في الشكل (1–9) وبالطبع قطاع غزة يقع ضمن هذا النطاق الغني بالإشعاع الشمسي معظم أيام السنة.



شكل (1- 9) يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس (وكوبيديا،2014)

2-3-3 الطاقة الشمسية مصدر لأنواع أخرى من الطاقة:

الطاقة الشمسية التي تستقبلها الأرض هي مصدر الحياة على سطحها والمصدر المباشر والغير مباشر لمختلف أنواع الطاقات المتوافرة عليها، وذلك باستثناء الطاقة النووية وطاقة المد والجزر. (أيفن، 2011)

تكون الطاقة الشمسية على أشكال مختلفة أهمها الإشعاع الشمسي والطاقة الشمسية غير المباشرة كطاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة النباتية.

- **طاقة الرياح:** تنتج عن عدم انتظام توزيع الطاقة الشمسية في الغلاف الجوي مما يسبب فروقات حرارية موضعية يحدث عنها تيارات هوائية
- **الطاقة المائية:** عندما تبخر الأشعة الشمسية جزءاً من مياه المحيطات إلى الجو ويؤدي هطول الأمطار على سطح الأرض وعودة المياه إلى المحيطات عبر الأنهار والحواجز الطبيعية إلى توليد طاقة حركية هي الطاقة المائية.

- **الطاقة النباتية:** هي الطاقة الشمسية المخزونة في المواد الزراعية نتيجة عمليات التركيب الضوئي لإنتاج مواد كربوهيدراتية ويؤدي تخمير هذه المواد إلى إنتاج الكحول الممكن استعماله كوقود في مكائن الاحتراق الداخلية.
- **الوقود الأحفوري:** من خلال علاقة الآكل والمأكول بين الكائنات الحية تنتقل الطاقة الشمسية المختزنة في النباتات إلى الكائنات الأخرى بشكل مباشر وغير مباشر لتختزن نسبة من الطاقة في خلايا وأنسجة هذه الكائنات. وعند موتها ودفنها تتحول الطاقة المختزنة في أنسجتها إلى أنواع أخرى من الطاقة فتحلل هذه الكائنات تحت ظروف مناسبة يؤدي إلى تكون الوقود الأحفوري بأنواعه المختلفة.

2-3-4 مزايا استخدام الطاقة الشمسية:

للطاقة الشمسية مزايا متعدد منها:

- الطاقة الشمسية طاقة نظيفة: حيث ان جميع عمليات التحويل اللازمة للاستفادة من الطاقة الشمسية لاتعطي نواتج ثانوية تلوث البيئة.
- المقدار الهائل من الطاقة الذي تحمله الاشعاعات الشمسية: حيث ان ما تتلقاه الارض سنوياً من الطاقة الشمسية يبلغ (750*10^15) كيلو واط في الساعة.
- امكانية استخدام هذا المصدر بسهولة وفي مرافق حياتية متعددة: إلا ان اكثر الاستخدامات الحالية للطاقة الشمسية هو في مجال السكن والزراعة وتقطير المياه.
- امكانية توليد الطاقة الكهربائية بوساطة الطاقة الشمسية: فالطاقة الكهربائية كما هو معروف هي الطاقة الوحيدة التي تتميز بسهولة التوليد والنقل والاستخدام, وستبقى الطاقة الرئيسية التي سنحتاج اليها في المستقبل ويمكن للطاقة الشمسية ان تصبح في المستقبل أحد المصادر الرئيسية لتوليد الطاقة الكهربائية. (مركز الدراسات والبحوث السعودية، 2010)

2-3-5 بعض مشاكل استخدام الطاقة الشمسية:

إن أهم مشكلة تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية هي وجود ما يلي:

- الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه: وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من 50 % من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم

تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر. إن أفضل طريقة للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمر أي على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة وتختلف هذه الطرق من بلد إلي آخر معتمدة على طبيعة الغبار وطبيعة الطقس في ذلك البلد.

- خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أو لأيام الغائمة أو الأيام المغبرة: ويعتمد خزن الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، ونوع الاستخدام وفترة الاستخدام بالإضافة إلي التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للخزن لتقليل التكلفة والاستفادة بدلاً من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إلي بحث علمي أكثر واكتشافات جديدة . ويعتبر تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر. أما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة والجافة (بطاريات الحامض والرصاص) وتوجد حالياً أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل الطوري للمادة وطرق المزج الثنائي وغيرها. (مركز الدراسات والبحوث السعودية، 2010)

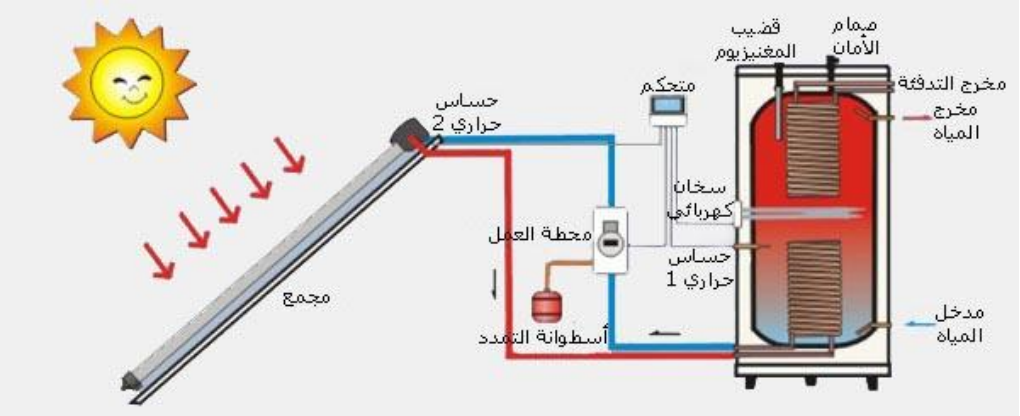
2-3-6 استخدامات الطاقة الشمسية:

ممكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال آليتي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية كما يلي:

أولاً: الاستخدامات الحرارية للطاقة الشمسية:

- تسخين المياه بالطاقة الشمسية (المجمعات الشمسية):

هي منظومة متكاملة تتكون من عدة اجزاء تستخدم في تجميع الأشعة الشمسية الساقطة عليها وتحويلها إلى طاقة حرارية يستفاد منها في تسخين المياه خلال ساعات سطوع الشمس حيث تخزن المياه الساخنة في خزان حراري تمهيداً لاستخدامها خلال اليوم كما يوضح الشكل التالي. (صلاح الدين، 1995)



شكل (1- 10) تسخين المياه بالطاقة الشمسية (صلاح الدين، 1995)

- تسخين أحواض السباحة بالطاقة الشمسية:

إن سخانات الماء الشمسية يمكن ان تستعمل ايضاً لتسخين مياه المسابح حيث تقوم المجمعات الشمسية بتسخين المياه الى درجات اعلى بقليل من درجة حرارة الجو المحيط, حيث تستخدم لهذه الغاية المجمعات الشمسية الرخيصة الغير مزججة والتي تصنع عادة من المواد البلاستيكية المعدة خصيصاً لهذه الغاية. (مركز الدراسات والبحوث السعودية، 2010)

- تحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية:

وهناك عدة طرق منها:

1- التقطير: (التبخير متعدد المراحل- التبخير الوميضي- التبخير بالطاقة الشمسية)

2- التثليج .

3- التناضح العكسي.

4- التبادل الأيوني.

- معالجة ماء الصرف الصحي:

حيث يتم استخدام الطاقة الشمسية أيضًا في إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحلل الضوئي. (مركز الدراسات والبحوث السعودية، 2010)

- الطهو بالطاقة الشمسية:

إن الطباخ الشمسي عبارة عن جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهو والتجفيف والبسترة. (مركز الدراسات والبحوث السعودية، 2010)

- الاستخدام في النشاط الزراعي:

يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها إلى زيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات المزروعة. فبعض التقنيات التي تتمثل في تنظيم مواسم الزراعة حسب أوقات العام وتعديل اتجاه صفوف النباتات المزروعة وتنظيم الارتفاعات بين الصفوف وخلط أصناف نباتية مختلفة يمكن أن تحسن من إنتاجية المحصول، وكذلك استخدامها في إدارة ماكينات ضخ الماء وتجفيف المحاصيل وتفريخ الدجاج وتجفيف السماد العضوي للدجاج كما أنه تم استخدام الطاقة المتولدة بواسطة اللوحات الشمسية في عمل عصائر الفاكهة. (مركز الدراسات والبحوث السعودية، 2010)

ثانياً: استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء:

ممكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية من خلال التحويل الكهروضوئية ويقصد به تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية)، وكما هو معلوم هناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئية تدعى أشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم وغيرها وسيتم توضيحها بالتفصيل في الفصل الثالث.

2-4 الطاقة الكهربائية:

هي أحد أنواع الطاقة الموجودة في الطبيعة. تعتبر الكهرباء إحدى ناقلات الطاقة التي يمكن استخدامها في العديد من الأغراض. ويتم استخدام الكهرباء في كل الأنشطة البشرية بما في ذلك الانتاج الصناعي والاستخدامات المنزلية والزراعة وكانت دراسات الظاهرة الكهربائية في بداية القرن السابع عشر ومازالت مستمرة حتى الآن. ويرجع بدء الاستخدام الصناعي للكهرباء إلى عام 1879 عندما اخترع توماس ألفا أديسون المصباح الكهربائي وكشف النقاب عنه للعالم بأسره. ومنذ ذلك الحين، تزايد استخدام الكهرباء ويتم إنتاج الكهرباء على شكل طاقة أساسية وثانوية. يمكن الحصول على الكهرباء من الطبيعة عن طريق الصواعق والاحتكاك وهذا صعب وغير مجدٍ اقتصادياً ولكن يمكن الحصول على الكهرباء كمصدر طاقة أساسي من المصادر الطبيعية مثل الطاقة التي يتم الحصول عليها من الموارد المائية والرياح والطاقة الشمسية والمد

والجزر والأمواج. بينما يتم الحصول على الكهرباء كمصدر طاقة ثانوية من حرارة الانشطار النووي المتولدة من الوقود النووي، ومن الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الحرارية الشمسية، وعن طريق حرق مصادر الوقود الرئيسة القابلة للاحتراق مثل الفحم والغاز الطبيعي والنفط والكتلة الحية والنفايات. وذلك بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية وذلك بتحريك سلك موصل في مجال مغناطيسي كما في المولدات الكهربائية أو بتسخين مزدوج حراري كما في المزدوجة الحرارية. (IEA، 2005)

– في البطاريات تكون الكهرباء المتولدة ذات تيار مستمر.

– في المولدات الكهربائية تكون الكهرباء المولدة في الغالب ذات تيار متناوب ويمكن أن تكون الكهرباء ذات تيار مستمر.

لذلك فإن الطاقة الكهربائية هي إحدى الصور المهمة للطاقات التي تستخدم في شتى المجالات والتي لا غنى عنها في حياتنا اليومية في الاستخدامات المنزلية كالإنارة والتدفئة وتشغيل الأجهزة الكهربائية المنزلية وكافة المجالات الأخرى مثل الصناعة والاتصالات والمجالات العلمية.

2-4-1 أهم مميزات الطاقة الكهربائية:

- يمكن التحكم بها بسهولة.
- لها كفاءة نقل عالية.
- يمكن تحويلها الي صور أخرى من صور الطاقة بسهولة وكفاءة.
- ليس لها مخلفات تلوث البيئة
- تعتبر أكثر أماناً من معظم البدائل الأخرى.

2-4-2 مصادر الطاقة الكهربائية:

أ- مصادر ذات قدرات صغيرة

- المولدات الصغيرة.
- البطاريات الجافة والسائلة.
- خلايا الطاقة الشمسية.
- خلية الهيدروجين.

ب-مصادر ذات قدرات متوسطة وكبيرة:

- محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي (بنزين وديزل).

- محطات التوليد المائية (الهيدروليكية) وتستخدم الطاقة الكامنة في مجرى مائي قوي كالشلال أو في السدود لتشغيل التوربين.
- محطات التوليد الحرارية (Termal) وتستخدم البخار (الحرارة) لتشغيل التوربين، يسخن الماء لتوليد البخار بأنواع مختلفة من الوقود مثل الفحم أو الغاز أو النفط أو الطاقة النووية أو الطاقة الشمسية.
- محطات التوليد على الرياح :وتستخدم ما يشبه الطواحين لاستخدام الطاقة الكامنة في الرياح لتشغيل التيربين. وتعتبر من أكثر مصادر الطاقة المتجددة استخداما بعد الطاقة المائية.
- محطات التوليد المائية التي تعمل بحركة أمواج البحر. إن 90% من محطات توليد الطاقة في العالم حرارية، و70% منها تستخدم الوقود الأحفوري (الفحم، النفط، الغاز أو ما اشتق منها). (ويكيبيديا، 2015)

2-5 أزمة الطاقة في قطاع غزة:

تعد الطاقة في العصر الحديث من أهم الأمور التي تساعد على تلبية الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للإنسان ويعتمد التطور الإقتصادي لأي دولة على توفر مصادر الطاقة، وتعد الطاقة الكهربائية هي الأساس لكل أمور الحياة.

قطاع غزة هو عبارة عن قطعة صغير من الأرض على ساحل البحر المتوسط وتعد من أهم أقاليم دول فلسطين وهي تعتمد بشكل أساسي على استيراد الوقود من دولة الاحتلال اسرائيل وبسعر باهظ الثمن مستغلة حاجة الشعب الفلسطيني للطاقة، وبصفتها هي المنفذ الوحيد تقوم باستغلال تلك الحاجة لابتزاز مطالب سياسية حتى أصبحت مشكلة فلسطين وبشكل خاص قطاع غزة ليس تحرير فلسطين ولكن توفير الطاقة المستمرة لإتمام الأمور الحياتية العادية.

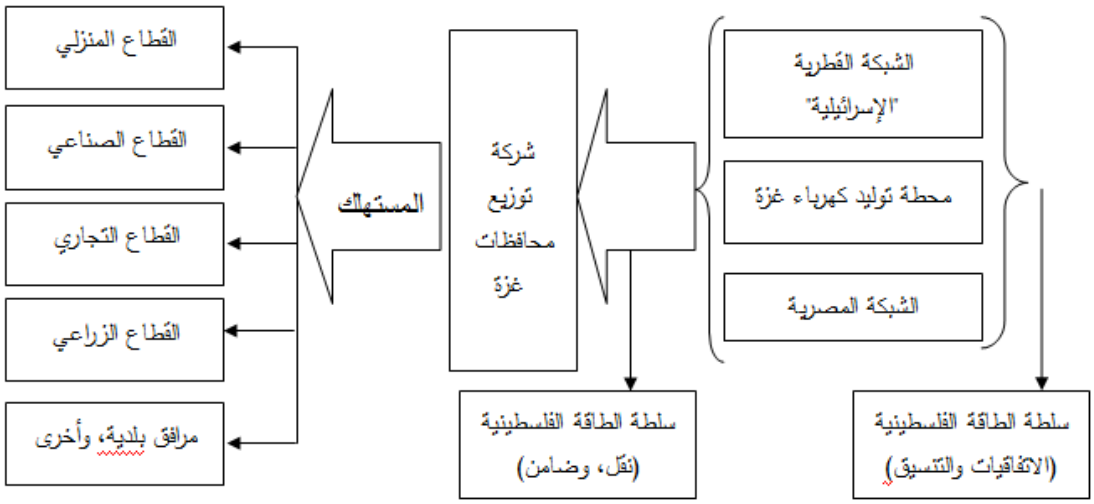
1-5-2 الطاقة المغذية لقطاع غزة:

- تتغذى محافظات غزة عن طريق عشرة خطوط إسرائيلية كل خط بقيمة 12 ميجاوات وهي موزعة على المحافظات (اجمالى الخطوط الاسرائيلية 120 ميجاوات) وهي كالتالي:

- محافظة غزة: خط القبة، خط بغداد، خط الشعف، خط البحر (مشترك بين محافظتي غزة و الشمال).
- محافظة الشمال: خط جباليا، خط بيت لاهيا.
- محافظة الوسطى: خط K7، خط 11(مشترك بين محافظتي الوسطى وخانيونس).

- محافظة خان يونس: خط 8-محافظة رفح: خط 9 (مشترك بين محافظتي خانيونس ورفح).

- خطين من مصر بقيمة 5 ميجاوات و17 ميجاوات وتغذي جزء من مدينة رفح (اجمالى22 ميجاوات).
- محطة توليد الكهرباء تعمل بصورة جزئية حسب كميات السولار التي يتم توريدها لقطاع غزة. (سلطة الطاقة الفلسطينية، 2012)



شكل (1- 11) الواقع الحالي للكهرباء في قطاع غزة (الطويل، 2013)

2-5-2 محطة توليد الكهرباء في قطاع غزة:

- انشئت محطة التوليد لتعمل بقدرة إسمية MW140 تعمل بنظام الدورة المركبة.
- قصفت محطة التحويل الغربية من الاحتلال بتاريخ 2006/6/28 أدى إلى تدمير محولات الرفع وعددها 4 بجهد KV11/220 ومحولات الخفض KV22/220 وعددها 2 حيث توقفت محطة التوليد عن العمل بشكل كامل وأصبح قطاع غزة يعاني من عجز كبير في الطاقة الكهربائية . وبلغت قيمة الأضرار الناجمة عن ذلك حوالي 6 مليون دولار.
- بعد اصلاح المحطة جزئيا بعد القصف قام الاتحاد الاوربى بتمويل الوقود لتشغيل المحطة وكان يقوم بدفع حوالي 50 مليون شيكل شهرياً تعادل ثمن 8800 متر مكعب تكفي لإنتاج حوالي (60-65) ميجا وات، إلا أنه توقف عن ذلك إعتباراً من 2009/11/20 وأصبح يحول المبلغ لوزارة المالية " رام الله " وبدورهم يقومون بدفع ثمن الوقود ... إلا أن

الكمية تقلصت إلى حوالي 4500 متر مكعب شهرياً تكفي لإنتاج 30 ميجا وات (مولد واحد فقط فى المحطة) مما تسبب في زيادة ساعات الفصل عما سبق واضطررنا لاطفاء المحطة عدة مرات خلال سنة 2010.

- فى 2011 بدأنا استخدام الوقود المصرى لتشغيل المحطة وبدءً من شهر 6 أصبحت المحطة تعمل بثلاث مولدات لتنتج طاقة 80 ميجاوات.
- فى بداية عام 2012 بدأت أزمة شح الوقود المصرى وقلت الكميات الموردة واعتمدنا على المخزون إلى أن نفذ وأطفئت المحطة بتاريخ 2012/2/14.
- تم ادخال سولار اسرائيلى يوم الجمعة بتاريخ 2012/3/23 بناء على طلب رام الله وعملت لمدة يومين فقط وتم اطفائها.
- تبرعت قطر ب 30 ألف طن من الوقود في شهر 2012/4 و لكن بسبب العراقيل الصهيونية لم يورد سوى 20% من الكمية لحد تاريخ 2012/9. (سلطة الطاقة، 2012)

2-5-3 واقع شركة توزيع الكهرباء:

- أُنشئت شركة توزيع الكهرباء – محافظات غزة بقرار من السيد الرئيس أبو عمار وهي مملوكة بالنصف بين سلطة الطاقة والبلديات. (سلطة الطاقة، 2012)
- تقوم الشركة بتوزيع الكهرباء على المواطنين عبر شبكة التوزيع وعمل الصيانة لها.
- بلغ عدد اشتراكات الكهرباء في قطاع غزة حوالي179,000 اشتراك.
- تبلغ نسبة الفاقد 32% جزء فنى بسبب الحصار الإسرائيلي على المواد اللازمة للتأهيل والصيانة والتطوير وجزء يسمى فاقد أسود ويمثل السرقة والوصلات غير الشرعية .
- تبلغ فاتورة استهلاك المواطنين الشهرية حوالي 50 مليون شيكل.
- مستحقات الشركة على المشتركين يزيد على 3.5 مليار شيكل.
- مبلغ 170 شيكل المستقطع من رواتب موظفين رام الله يقدر ب10 مليون شيكل شهريا لاتورد لشركة التوزيع فى غزة أما موظفى غزة فيبلغ اجمالى مبلغ 170 شيكل المستقطع من رواتبهم حوالى3.5 مليون شيكل.
- هناك عجز كبير في المحولات والكوابل والأعمدة ومعظم مكونات الشبكة حيث يقوم الاحتلال بمنع إدخالها إلى محافظات غزة.
- تعانى الشبكة من ضعف فى عدة مناطق ومعرضة للانهيار فى أى لحظة وعملية الاصلاح تتطلب وقتاً وجهداً مضاعفاً هذا إذا توفرت المواد اللازمة.

- عطل اى خط يؤثر سلبا على جدول قطع التيار ويجبرنا على زيادة ساعات الانقطاع لتوفير الكهرباء بشكل جزئى للمنطقة المتأثرة بالقطع وكمثال العطل الذى حدث على خط البحر أثر على مناطق الشمال– الشيخ رضوان– النصر– الشاطئ– منطقة الشفاء واستمر هذا العطل عدة أيام نتيجة عدم التنسيق لاصلاحه من الاحتلال وفى بعض الاحيان يكون العطل من جهة الاحتلال ويتم التلكؤ فى اصلاحه.
- عملية توزيع الأحمال شاقة وتضطر طواقم الشركة للعمل على مدار الساعة حيث أن القاطع التى يتم فصلها ووصلها يوميا غير مهيئة لكل هذه العمليات فى وقت زمنى قصير مما يؤدى إلى أعطال كثيرة بها إضافة إلى الإصابات والحروق التى يتعرض لها فنيو الشركة.
- محاولة بعض المواطنين الالتفاف على جداول القطع والتغذية من مصدرين بسكاكين قلاب تعتبر عملية غير قانونية وتؤثر على نصيب مواطنين آخرين من الكهرباء مما يزيد العجز ويحرم الاخرين من حقهم فى الساعات التى يجب ألا تقطع الكهرباء عنهم.
- كذلك التعدى على الشبكة من قبل المواطنين ومحاولة إرجاع القواطع والسكاكين المفصولة تؤدى الى اعطال مفاجئة وقد تصل إلى حد فصل الخط بالكامل.
- عدم دفع الفاتورة من قبل المواطنين يقلل من امكانية تحسين الخدمة وتبديل الشبكات وشراء مواد جديدة.
- لابد من توعية المواطنين لترشيد الاستهلاك وتوعيتهم بعدم الإساءة للعاملين فى الشركة لأنهم يقومون بواجبهم ويخدمون المواطنين فى حدود المتاح.

2-5-4 أسباب أزمة الكهرباء الحالية في قطاع غزة:

- محدودية مصادر الكهرباء عن تلبية كافة احتياجات القطاع، والحاجة لمصادر أخرى.
- تزايد استهلاك الكهرباء والأحمال بشكل سنوي (7% سنوياً) مع ثبات المصادر وعدم نموها.
- عدم توفر مصادر ثابتة لتزويد المحطة بالوقود بسبب العراقيل الإسرائيلية والسياسية وإغلاق المعابر.

شكل (1- 12) معاناة قطع الكهرباء

- عدم قدرة شركة توزيع الكهرباء عن توفير ثمن الوقود اللازم لتشغيل المحطة بالكامل نظراً لأن جباية شركة توزيع الكهرباء تعاني من

عجز كبير يرجع لامتناع شرائح عريضة من المواطنين عن دفع الفواتير أو عدم قدرتهم على الدفع.

- احتياج شبكة الكهرباء للتطوير.
- حالات الاعتداء الواسعة على شبكة الكهرباء من وصلات مزدوجة (قلابات) وسرقات وخلافه، إضافة للفاقد الفني في الشبكة. (سلطة الطاقة، 2012)

2-5-5 الحلول المقترحة:

- الربط الإقليمي مع مصر من خلال الشبكة الإقليمية التي انضمت إليها فلسطين في عام 2008 وهي شبكة كهربائية تربط بين ليبيا ومصر والأردن وسوريا ولبنان وتركيا والعراق ومن المتوقع أن توفر طاقة مبدئيا تقدر 150 ميجاوات للقطاع مما يغطى جزء كبير من العجز الموجود لكن الموضوع لازال تحت بند الوعود من قبل الاخوة فى مصر رغم توفر تمويل للمشروع من قبل البنك الإسلامى للتنمية إلا أنه يخضع للضغوط الساسية.
- استبدال وقود المحطة الحالي السولار بالغاز الطبيعي، الأمر الذي سيُخفض تكاليف تشغيل المحطة إلى حد كبير ولكن المشكلة تكمن في أن حقول الغاز المكتشفة قبالة سواحل غزة لم تصل إلى مرحلة الإنتاج التجاري بسبب منع الاحتلال استخراجها وكذلك إمكانية استيراد الغاز من مصر لازالت غير واردة حاليا.
- كان هناك اقتراح بإنشاء خط بقدرة 161ك ف لزيادة كمية الكهرباء الواردة من اسرائيل الى القطاع وتم الرفض رغم أنه قد دفع جزء من ثمنه للاحتلال لكن المشروع توقف منذ 2005 لأسباب سياسية.
- جميع الحلول السابقة جيدة ولكن تحتاج إلى حل سياسي للأوضاع الحالية فالوضع السياسي يمنع الحلول السابقة لذلك وجب وضع حلول أخرى تساعد في حل تلك الأزمة منها استخدام الطاقة الشمسة التي لا يمكن منعها من قبل أي جهة إذا لم يمكن الأدوات اللازمة لاستخدامها من خلايا شمسية وبطاريات وأجهزة التحويل.

2-6 الخلاصة:

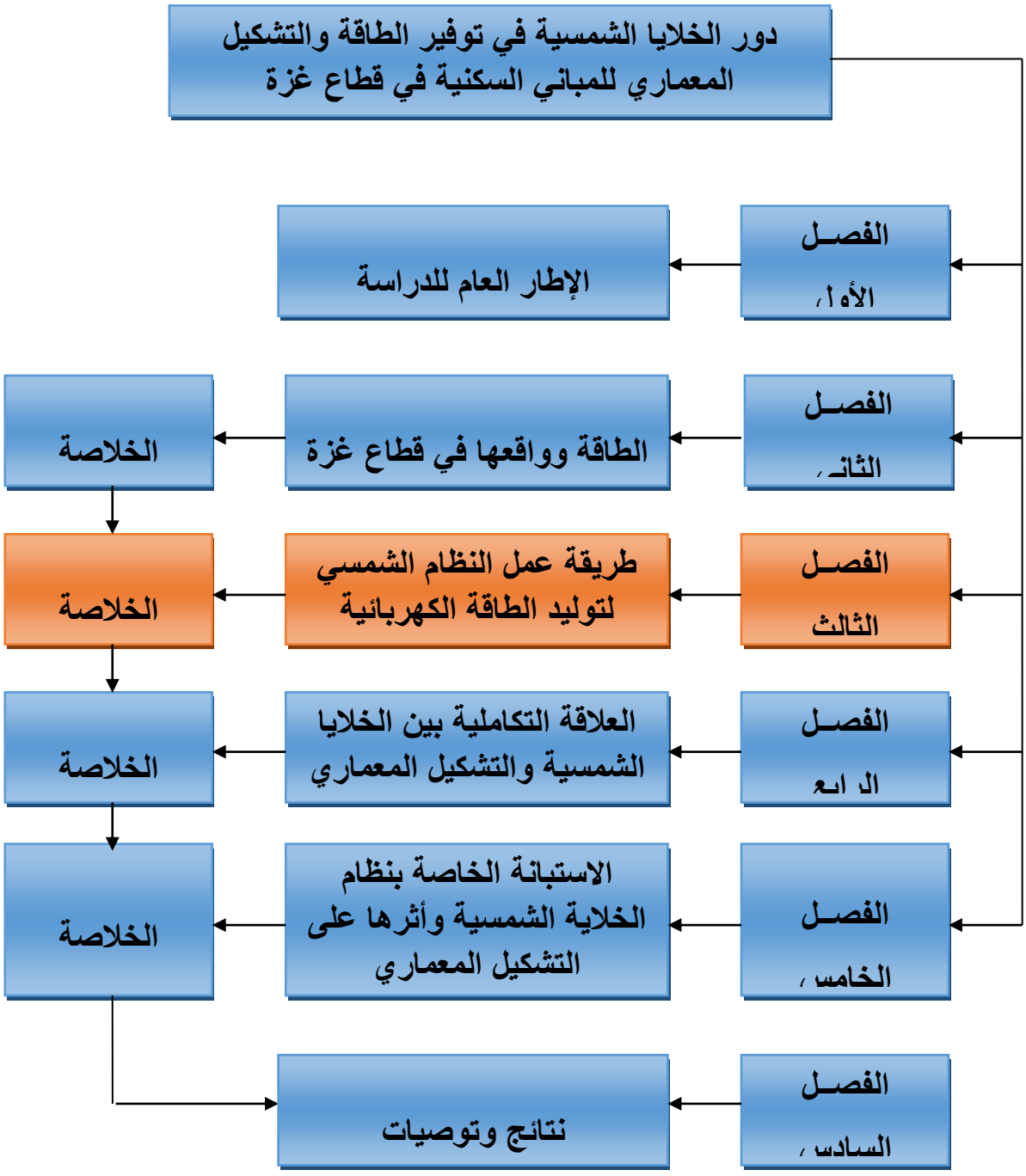
مما سبق نجد أن الطاقة لها صور عديد منها طاقة متجددة وغير متجددة وتتحول من صورة لأخرى، وأن معظمها أساسه هو الشمس والتي بدورها يمكن الاستفادة منها بشكل مباشر لتوليد الحرارة للتسخين أو لتوليد الكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية.

وقد تم توضيح مشكلة الطاقة في قطاع غزة والحاجة الشديد للوقود لتوليد الكهرباء الذي أصبح شحيحاً جداً بسبب الحصار على قطاع غزة لذلك تم اقتراح استخدام الخلايا الشمسية لاستغلال الطاقة الشمسية التي لا تنبض والتي تشع معظم أشهر السنة.

وسيتم توضيح في الفصل الثاني مكونات نظام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية وكيفية عمله وما يحتاج للعمل بكفاءة عالية.

الفصل الثالث

طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية


دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة
الفصل الأول
الإطار العام للدراسة
الفصل الثاني
الطاقة وواقعها في قطاع غزة
الخلاصة
الفصل الثالث
طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية
الخلاصة
الفصل الرابع
العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل الخامس
الاستبانة الخاصة بنظام الخلاية الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل السادس
نتائج وتوصيات

الفصل الثالث

طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية

3-1 تمهيد

3-2 مكونات النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية

3-3 الخلاصة

3-1 تمهيد:

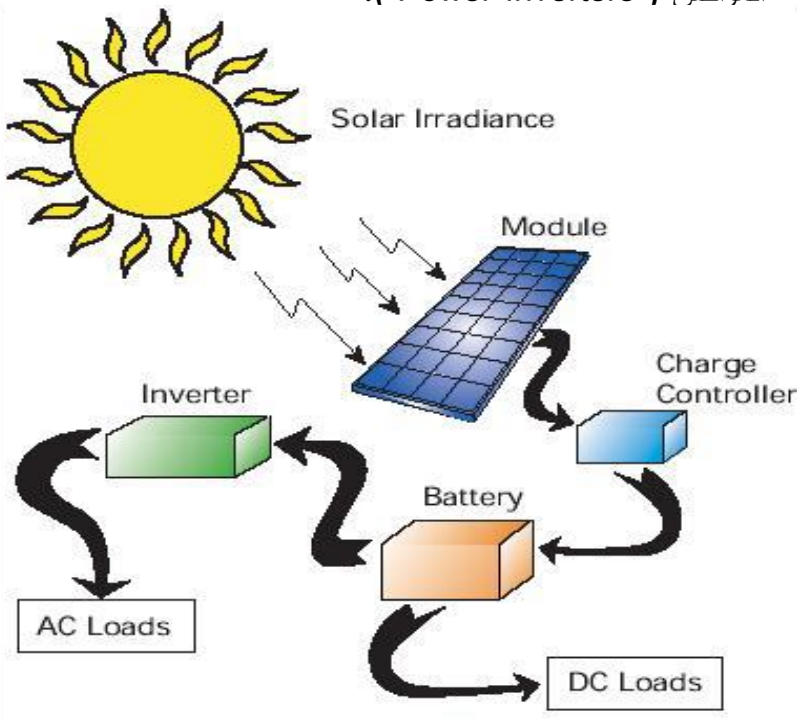
مع تزايد الاهتمام بالطاقات المتجددة عموماً والطاقة الشمسية خصوصاً صارت هناك محاولات لكي توفر تقنيات الطاقة الشمسية كمية من الطاقة بقدر مساوٍ أو مقارب لحجم الطاقة المصروف الآن. ولذلك أصبحت رائجة الاستخدام، فهي تقوم بتحويل المباني من منشأت مستهلكة للطاقة إلى مباني منتجة لها معتمدة في ذلك على الشمس باعتبارها مصدر اقتصادي للطاقة، وقد شاع استخدامها حتى في المناطق التي لاتتوفر فيها معدلات عالية من الاشعاع الشمسي أو المناطق التي تتميز بقصر ساعات سطوع الشمس.

من هنا سيتم توضيح مكونات النظام الشمسي للخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهرائية لمعرفة عناصره الأساسية وطريقة تركيبه في المباني السكنية

3-2 مكونات النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية:

يتكون النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية من أربع عناصر أساسية وهي كما يلي:

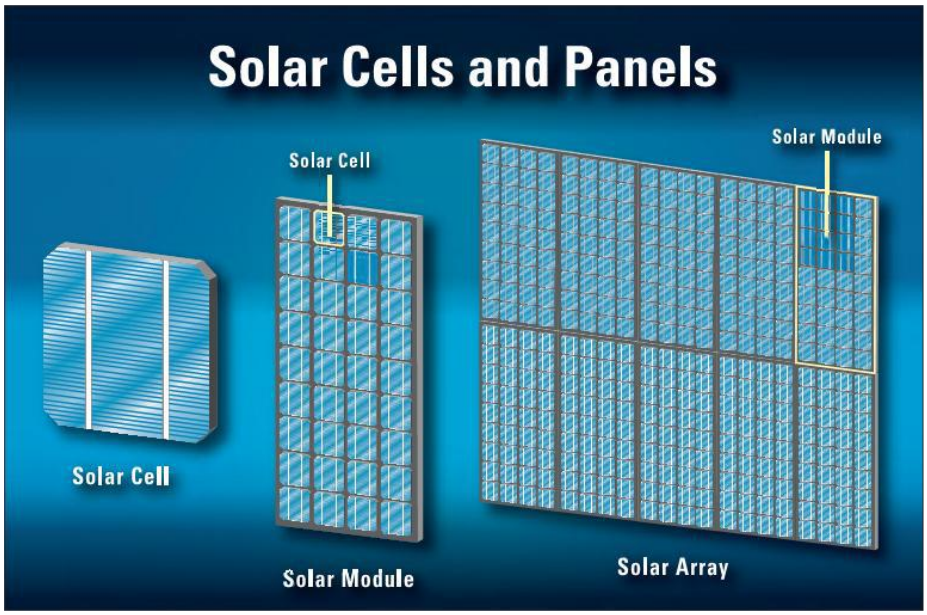
- الألواح الشمسية (PV photovoltaics).
- منظمات الشحن (Charger Controllers).
- البطاريات (Batteries).
- العواكس (Power Inverters).



3-2-1 الألواح الشمسية:

هي الجزء الظاهر من المنظومة الشمسية والذي يتم تثبيته على سطح المبنى وهو يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية وتتكون الألواح الشمسية من المكونات شكل (3-1) التالية: (الخياط، 2006)

- الخلية الشمسية (Solar Cell)/ يتكون بتكرارها الوحدة الشمسية.
- الوحدة الشمسية (Solar Module)/ يتكون بتكرارها الصف الشمسي.
- الصف الشمسي (Solar Array)/ مجموعة الصفوف الشمسية يشكل الألواح الشمسية.



شكل(3- 1) مكونات الألواح الشمسية في نظام الخلايا الشمسية (البرقوني، 2010)

لذلك يعد اللوح الشمسي عبارة عن خلايا شمسية مجمعة مع بعضها البعض تنتج كهرباء تيار مستمر DC يمكن أن تستخدم لتشغيل بعض المعدات أو تخزينها في بطاريات يعاد شحنها وإستخدامها أكثر من مرة وتقاس قوة تلك الخلايا بوحدة الواط، فهناك لوحات صغيرة تبدأ من 5 واط أو 15 واط حتي تصل إلي بلايين من الواطات (Giga Watts) للأبنية الكبيرة والمصانع.

ولتوضيح ألية عمل الألواح الشمسية يجب التعرف على المكون الأساسي للمنظومة الشمسية وهو الخلية الشمسية:

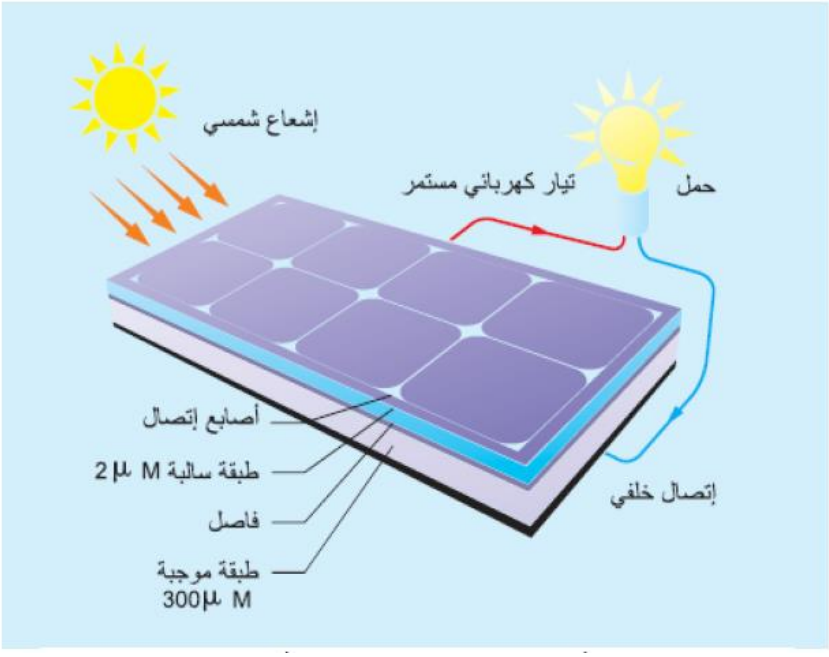
أولاً: الخلية الشمسية(PV Cell):

هي المكون الأساسي للمنظومة الشمسية وهي أصغر جزء فيه. تستجيب للاشعاع الشمسي المباشر وغير المباشر محولة طاقة الاشعاع إلى طاقة كهربائيه .تستفيد الالواح الشمسية من ضوء الشمس الذي ينشط الالكترونات داخل الخلية لينتج التيار .تعتمد كفاءة عمل الخلية على عاملين :الأول هو كفاءة التحويل داخل الخلية والثاني هو قابلية الخلية الشمسية على امتصاص الفوتونات.

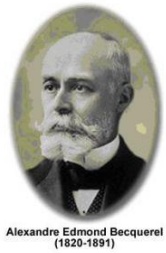
وتتكون الخلايا الكهروضوئية من شبه موصلات غالبا سًيليكون يتم ضغطها في رقاقة معالجة بشكل خاص لتشكل حقلاً كهربائياً، موجباً على طرف وسالباً على الطرف الآخر، عندما تصل الطاقة الضوئية إلى الخلية، تتحرر الالكترونات من الذرات في المادة النصف ناقلة، أي فوتونات ضوء الشمس تقوم بتحفيز الاليكترونات إلى حالة أعلى من الطاقة لتولد الكهرباء، ويتم تجميع الالكترونات على شكل تيار كهربائي إذا تم وصل نواقل كهربائية إلى الطرفين السالب والموجب. (محيسن، 2006)

والطاقة الكهربائية الناتجة عبارة عن كهرباء مستمرة (DC) وتلك الطاقة المتولدة يتم تخزينها في بطاريات مختلفة السعة بحيث يمكن استخدامها أثناء فترة زوال الشمس.

كيفية



شكل(3- 2) انتاج الخلايا الشمسية للطاقة الكهربائية (محيسن، 2006)



وقد تم إكتشاف ظاهرة الـ photovoltaic لأول مرة في عام 1839 من قبل الفيزيائي الفرنسي ألكسندر إدموند بيكريل عندما لاحظ أنه في حالة تعرض قطب كهربائي إلي الضوء بحيث يكون مغموس في محلول موصل فإنه ينتج تيارا كهربائيا.

وفي عام 1941 تمكن المخترع الأمريكي روسل أوهل من تقديم الخلية الشمسية في شكلها الحديث – ولكن بكفاءة قليلة – حيث أدى اكتشافه لوصلة PN المعروفة باسم P–N junction إلي المساهمة في إبتكار الترانزستور بعد حوالي 30عاما من هذا التاريخ, ولكن كان الاستخدام العملي الأول لهذه الخلايا هو تشغيل الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية.

أ- أشكال الخلايا الشمسية:

تكون الخلايا الشمسية إما بأشكال واضحة الحدود ضمن الوحدة الشمسية الواحدة، إذ من الممكن أن تكون بشكل مربع أو مستطيل أو دائري تفصل بينها فواصل بمسافات تختلف حسب تصميم الوحدة الشمسية، أو من الممكن أن يكون مظهرها كقطعة واحدة تغطي الوحدة الشمسية بدون فواصل، وتختلف ابعاد الخلايا الشمسية وفقاً لنوعها وطريقة صناعتها، وتتراوح أبعاد الخلية الواحدة من 1.0 cm – 15.0 cm في الاتجاهين أو تكون بأبعاد 10 x10 cm كخلايا قياسية، وأقل ما يمكن أن تنتجه الخلية الشمسية من طاقة يتراوح بين 1–2 watt بسبب صغر حجم الخلية الشمسية، ولزيادة الانتاجية الكلية للطاقة يتم تجميعها في صفائح مغلفة مع بعضها لتكون الوحدة الشمسية Module .

وتختلف الخلايا الشمسية بعضها عن بعض تبعا لنوع المادة والكفاءة والشكل واللون وطرق التصنيع .

ت- أنواع الخلايا الشمسية:

هناك عدة أنواع من الخلايا الشمسية، يمكن تصنيفها كالآتي:

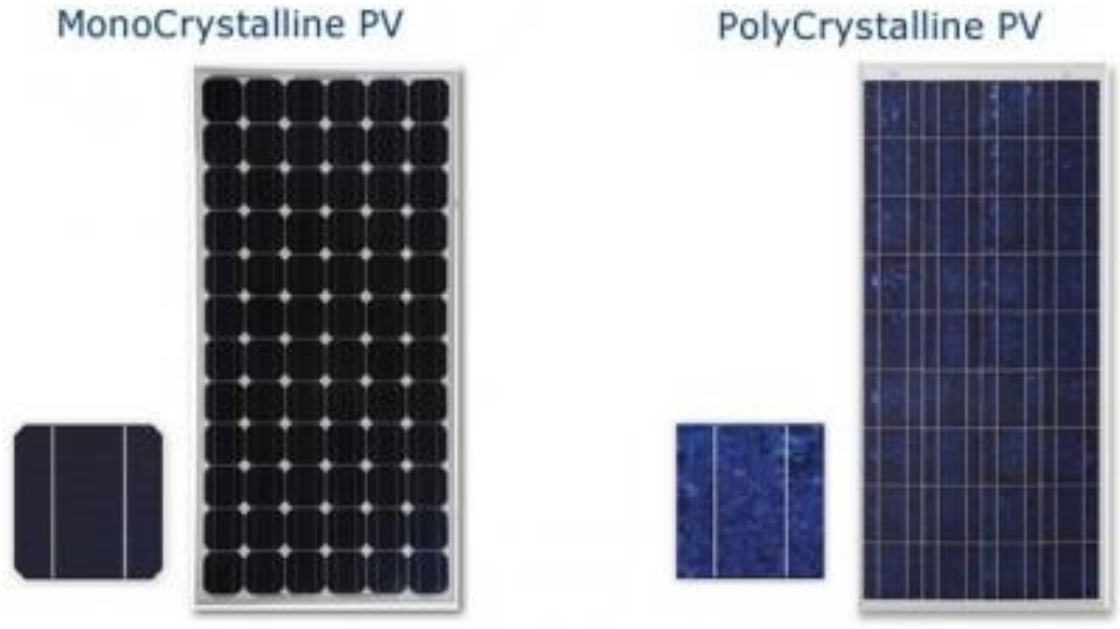
1- الخلايا الشمسية المتبلورة:

هناك نوعين من السليكون المتبلور بالاعتماد على درجة النقاوة واتجاه التبلور وهما الاحادي التبلور والمتعدد التبلور Poly crystalline، الشكل الذي يغلب عليها هو الشكل

المستطيل أو المربع. تكون مساحتها عادة ما بين 0.3 م2 إلى 1.5 م2. (Cristiana et. Al., 2007)

أ- أحادية التبلور Mono crsystalline/ تكون بلورات السليكون ذات اتجاه واحد، وبنقاوة أعلى وهي أغلى ثمناً .يعتبر هذا النوع من أكثر البنيات البلورية انتظاماً. تكون بلون واحد وتتدرج من الأزرق إلى الأسود وبالإمكان صنع الخلايا بألوان أخرى ولكن ستكون كلفتها أعلى حيث ستقل كفاءة الخلية، فالألوان الأخرى إذا ما تم استخدامها ستعكس جزء من طاقة الإشعاع الشمسي التي ستصلها وبالتالي سيحتاج المصمم إلى عدد أكثر من الخلايا الشمسية، فاللون الذهبي أو اللون الأرجواني سيكون ذو مظهر مميز إذا ما تم استخدامه إلا أنه سيتسبب بخسارة في الكفاءة تصل إلى 20% (Prasad & Snow, 2005)، وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية أحادية التبلور من 15– 20%. (Antonio & Hegedus, 2003)

ب- متعددة التبلور Poly crystalline/ تكون بلورات السليكون باتجاهات مختلفه ولذلك تبدو كقطع متكسرة غير منتظمة تعطي عدة تدرجات من اللون الواحد، عادة ما تكون بتدرجات مختلفة للون الأزرق إلا أنها كسابقتها من الممكن أن تتوفر بألوان أخرى كالرصاصي، ويكون لهذا النوع لمعان خفيف في المظهر الخارجي (Prasad & Snow, 2005)، وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية من 10–14%. (Antonio & Hegedus, 2003)



شكل(3- 3) يوضح الخلايا أحادية التبلور ومتعدد التبلور (Snyder,2014)

2- الخلايا الرقيقة:

هي أحد انواع الخلايا التي تجذب اهتماماً واسعاً من قبل المصممين بسبب قابليتها على التشكل، حيث من الممكن ان تتوفر بأشكال صلدة كباقي الأنواع أو خلايا بهيئة رقائق متعددة Thin filmخفيفة الطبقات يتم ترسيبها عند التصنيع بطبقات رفيعة وبسمك لايتجاوز بعض الميكرونات (Prasad & Snow, 2005)، ومن مواصفات الخلايا الشمسية من هذا النوع أنها مرنة وقابلة للطي وخفيفة الوزن ومن الممكن استخدامها على السطوح الأفقية والمنحنية بأدائية عالية ولا يتم استخدام الزجاج بها ولا تحتاج إلى هياكل للتثبيت. (Randall, 2001)

شكل(3- 4) يوضح أشكال الخلايا الرقيقة (Snyder,2014)

ومن أنواعها:

أ- خلايا متعددة الطبقات/ هي خلايا شمسية يتم تصنيعها من مادة السليكون. تتوفر بلون بني مائل للاحمر او بلون احمر او باللون الرمادي، ويتراوح مجمل الكفاءة النهائي من 7-9%. (Antonio & Hegedus, 2003)

ب-خلايا الكادميوم/ يمتاز بامتصاصية عالية للضوء، ومن الممكن أن تمتص طبقة بسمك 1 ميكرون 90%من الضوء، كما يمتاز بسهولة التصنيع، إلا أن عدم استقرار أدائية الخلية الشمسية لحد الآن يعد أحد العوائق أمام استخدامه، وتتراوح كفائته من 7-10%. (Randall, 2001)

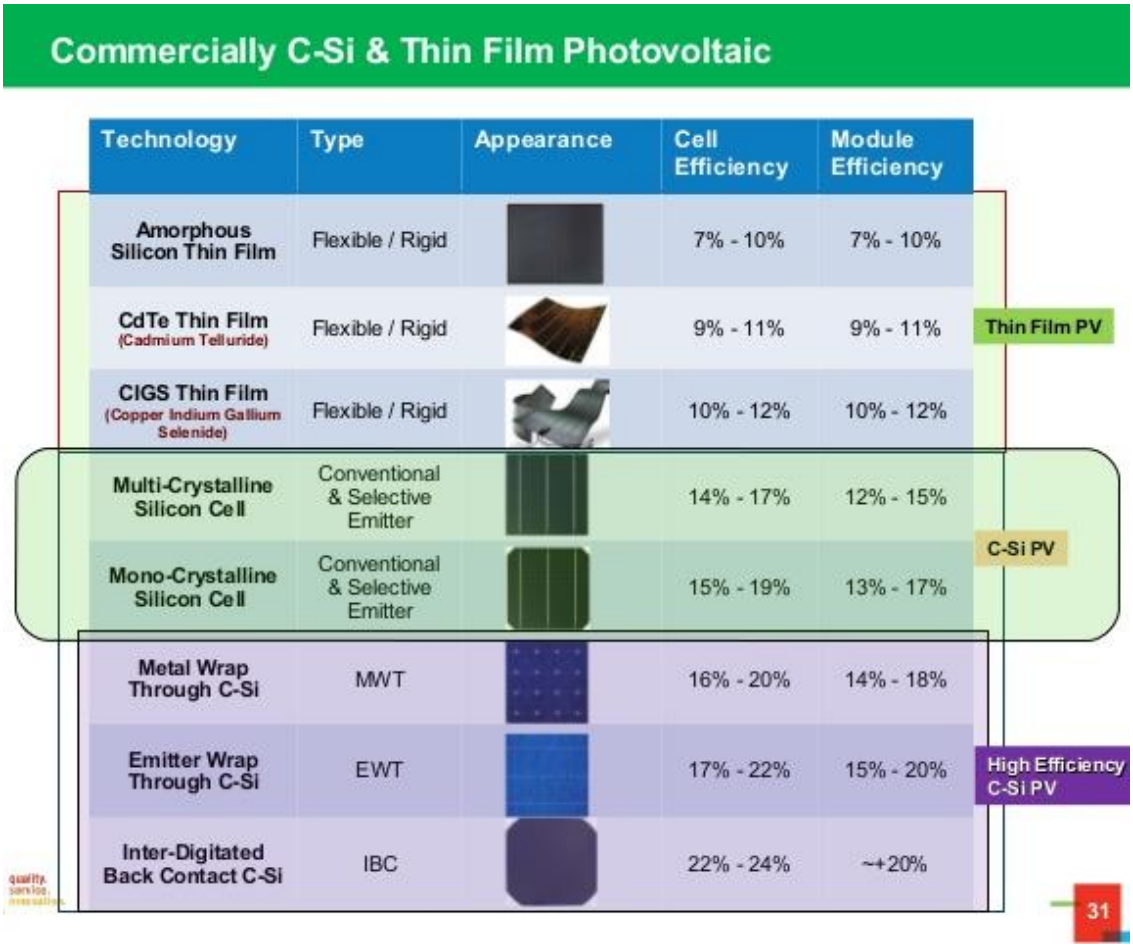
ت- خلايا النحاس/ امتصاصيته للضوء عالية، فطبقة بسمك 0.5 ميكرون تمتص 90 % من الضوء، إلا أن عملية تصنيعه تكون معقده لذلك تكون كلفته أعلى من باقي الأنواع،

وهو غير متوفر للأغراض التجارية .تصل كفائته الى 18%. (Antonio & Hegedus, 2003).

ث-خلايا الغاليوم/ تسمى بالخلية الشمسية ثلاثية الابعاد بسبب قدرتها العالية على اقتناص الفوتونات وهي خلايا عالية الكفاءه ، حيث تم التوصل إلى كفاءة مختبرية لهذا النوع بحدود 35.6 % يستخدم هذا النوع لتطبيقات الفضاء.

وفيما يلي جدول لأحد الشركات يوضح بعض أنواع الخلايا الشمسية ومدى كفاءتها جدول(3-1) (EcoOne – SolarEnergy Presentation 2014)

جدول (3- 1) (EcoOne – SolarEnergy Presentation 2014)



3- الخلايا الشمسية العضوية (Organic photovoltaic cells) (OPV):

تعتبر الخلايا الشمسية العضوية الأكثر كفاءة في الجيل الثالث من الخلايا الشمسية المتوفرة حالياً. تقنيات الأغشية الرقيقة الأخرى قد تنتج خلايا شمسية بكفاءة في حدود 8%، والخلايا الشمسية التقليدية المعتمدة على السليكون لها كفاءة في حدود 12 إلى 15%. وهذا يجعل الخلايا الشمسية العضوية مرشحة لاستبدال التقنيات الأخرى المستخدمة في تصنيع الخلايا الشمسية التي تثبت على أسطح المنازل، لما تمتلك من مزايا عديدة تجعلها الأفضل في هذا المجال.

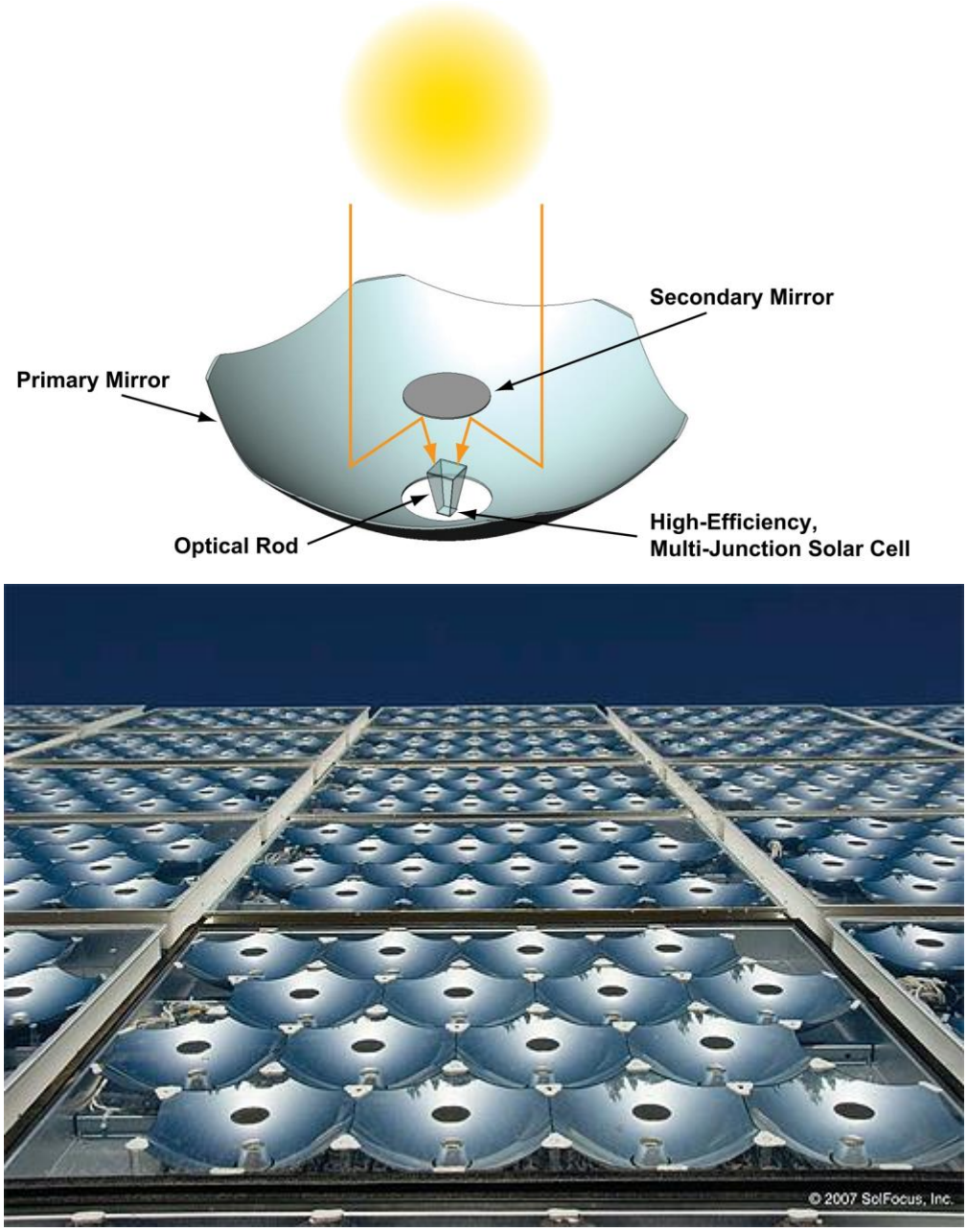
كما إن فكرة عمل الخلايا الشمسية العضوية تجعل بالإمكان استخدامها هذه في ظروف الإضاءة الخفيفة مثل أن تكون السماء ملبدة بالغيوم أو في داخل المنازل حيث يمكن أن تولد الطاقة الكهربية من الإنارة المنزلية وليس بالضرورة من أشعة الشمس المباشرة.

كما أن الخلايا الشمسية الصبغية تزداد كفاءتها في حالة ارتفاع درجة الحرارة في حين أن الخلايا الشمسية المعتمدة على أشباه الموصلات فإن كفاءتها تقل بزيادة درجة الحرارة. كما أن تصميم الخلايا الشمسية الصبغية يجعلها قادرة على تبديد الحرارة الداخلية بشكل أفضل مما يساهم في أن تعمل في درجات حرارة منخفضة. (سكيك، 2013)

*شكل(3- 5) **مجموعة من الخلايا الشمسية بتقنية الصبغات العضوية (سكيك، 2013)***

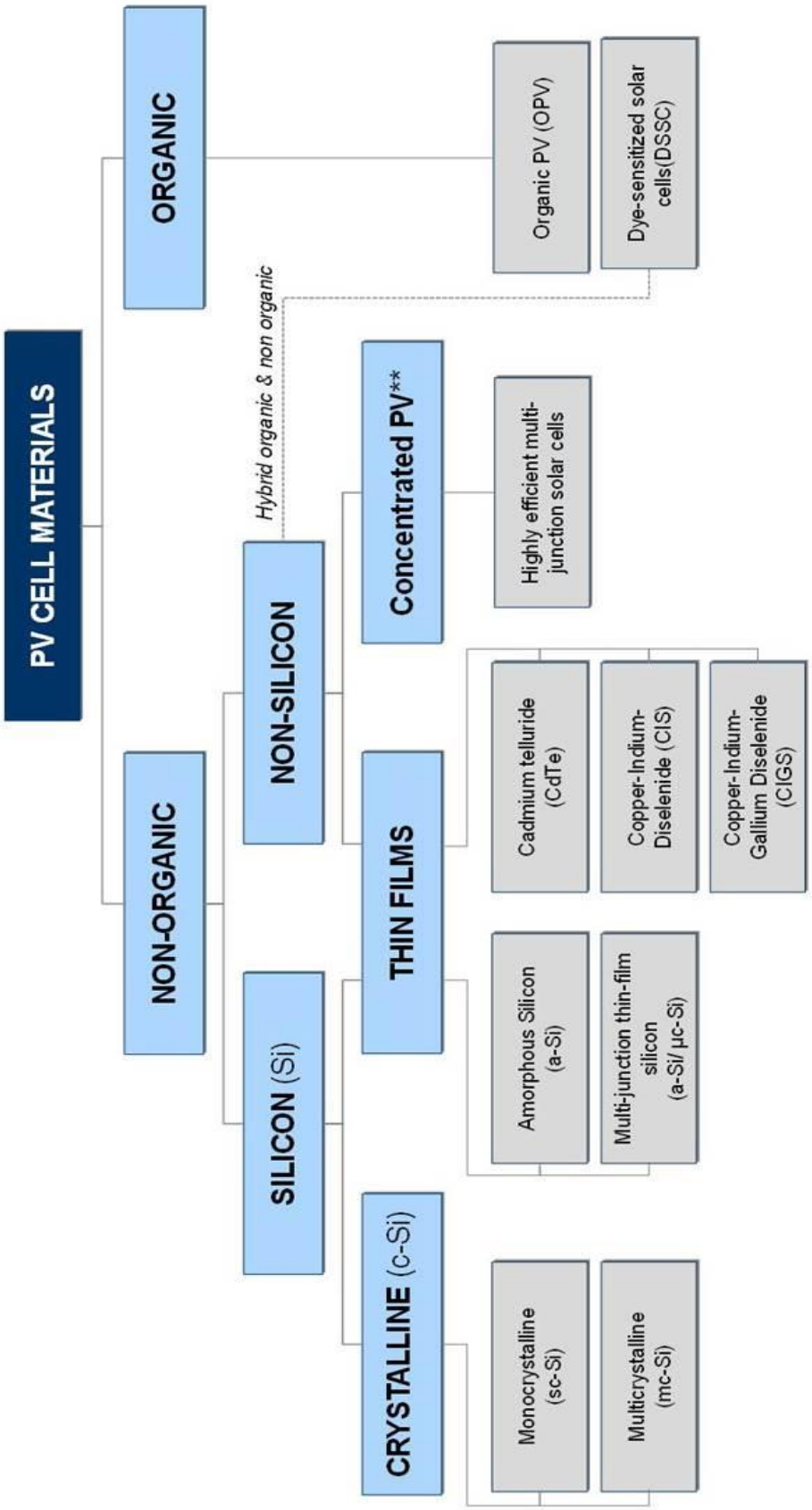
4- الخلايا الكهرضوئية المركزةConcentrated photovoltaic cells (CPV):

ابتكر سبكترولاب (Spectrolab) ما يسمى خلية شمسية مركزة شكل (3-6)، تحول الطاقة الشمسية إلى كهرباء بكفاءة 7.4% وتعتبر رقما قياسيا عالمي، حيث تقوم الفكرة الرئيسية لهذا النوع من الخلايا على أساس استخدام مواد كهروضوئية شبه موصلة بأقل قدرة من التكاليف وأقصى درجة ممكن من تجميع أشعة الشمس وتركيزها على الخلايا باستخدام عدسات تجميع متراكبة تكون مديول كامل، كفاءة توليد الكهرباء حوالي 20% إلى 30%. (EPIC, 2013)



شكل(3- 6) الخلايا الشمسية المركزة (CPV) (EPIC, 2013)

شكل (3-7) توضيح أنواع الخلايا الشمسية بحسب مواد تصنيعها (IPCC,2011)



ثانياً: الوحدة الشمسية (PV Module):

الوحدة الشمسية هي الجزء الظاهر من المنظومة الشمسية، وتتكون من تجميع عدد من الخلايا الشمسية، وتحتوي الوحدة الشمسية النموذجيه على 36 خلية والقدرة القصوى التي تنتجها 60WP، كما يمكن ان تصل قدرتها الانتاجية للطاقة في الوحدات الأكبر إلى ما يقارب 300WP .

تكون الوحدة الشمسية النموذجية 1.33و 1.0 m 0.33 * و 0.5m * بأبعاد 1.2 ومن الممكن ايضا تصميمها0.7 * بالأبعاد التي يتطلبها المشروع، إن أغلب الاشكال التصميمية المتعارف عليها للوحدات الشمسية تكون بهيئة مستطيل أو مربع، ومن الممكن أن تكون مؤطرة (عادة ما يكون الاطار من الألمنيوم) أو غير مؤطرة بحسب متطلبات التصميم. تختلف الوحدات فيما بينها في الألوان ويكون الاختلاف في اللون بحسب نوع الخلية الشمسية وقد يختلف اللون أيضا بحسب لون الصفيحة الخلفية التي تحملها، حيث يتم الاعتناء بالمظهر السفلي للوحدة الشمسية عندما يتطلب نوع الاندماج مع المبنى أن تكون الوحدات مواجهة للفضاءات أو ممرات الحركة الداخلية.

ثالثاً: تغليف الألواح الشمسية:

يغَلَف اللوح الشمسي بطبقة من مادة الزجاج يليها طبقة شفافة خفيفة من البلاستك المعالج لمضاعفة الحماية للخلية الشمسية تليها طبقة من الخلايا الشمسية .تثبت الالواح الشمسية على قاعدة وتختلف الماده المصنعة لها من نوع إلى آخر، حيث تصنع إما من مادة الزجاج أو الفولاذ المقاوم للصدأ أو من مادة بلاستيكية. (Cristiana et. Al., 2007)

عند استخدام الوحدات الشمسية نصف الشفافة ذات الخلايا الشمسية الدائرية يتم استخدام نوع من الزجاج يكون مشتت للضوء لتلطيف دخوله عند الحافات الدائرية، ولتقليل الكلف الناتجة عن هذه المتطلبات التصميمية يلجأ المصممون عادة لاختيار وحدات شمسية قياسية من الشركات المصنعة بحيث تتفق مع التصاميم المعدة من قبلهم. (Antonio & Hegedus, 2003)

رابعاً: خاصية الشفافية والتعتيم في الوحدات الشمسية:

الوحدات الشمسية تكون إما معتمة Opaque Cells لاتسمح بنفاذ الضوء من خلالها او تكون شفافة Transparent وتمتلك الوحدات الشمسية الشفافة وظيفتي

توليد الطاقة الكهربائية وإمكانية النظر خلالها بسيطرة شمسية عالية فهي تمتلك خواص الوحدة الشمسية والنافذة مفتوحة المنظر التي تسمح للضوء الطبيعي بالنفاذ للداخل. وهي ملائمة للنوافذ والإضاءات السقفية .تشبه الوحدات الشمسية نصف الشفافة بمظهرها الزجاجي الملون بألوان رمادية أو زرقاء أو سوداء أو بلون بني. (Antonio & Hegedus, 2003)

خامساً: طرق توصيل الألواح الشمسية:

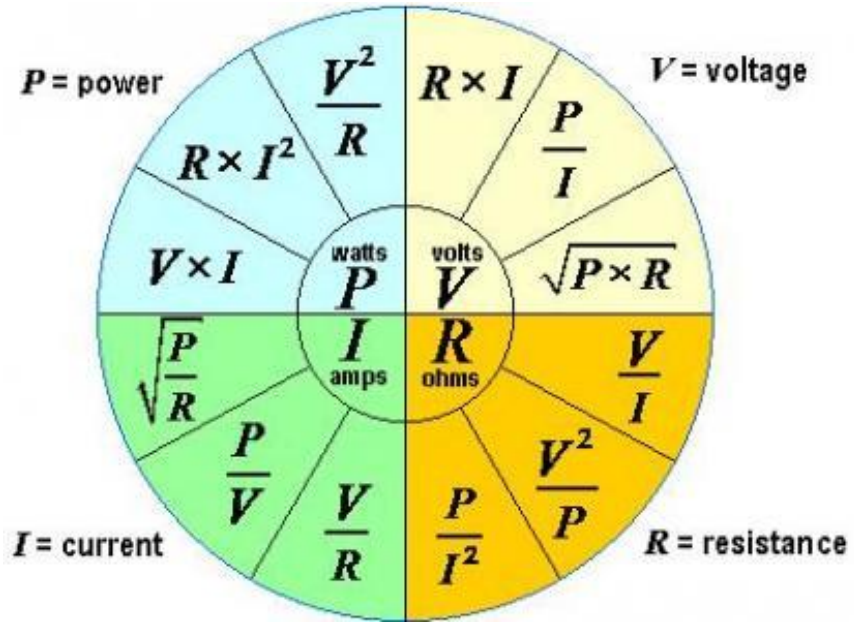
من الممكن تشكيل مصفوفة من الوحدات بربطها مع بعضها البعض، فالخلايا الكهروضوئية تقوم بإنتاج تيار مستمر .من الممكن ربط الخلايا على التوازي أو التوالي من أجل إنتاج أي شدة تيار أو فرق جهد مطلوب.

ويمكن توضيح حساب شدة التيار وفرق الجهد المطلوبة من خلال قانونين فقط – مشهورين جدا– دون الدخول إلي معادلات معقدة في علم الكهرباء يسميا بقانون أوم وقانون حساب القدرة وينصا على التالي:

الجهد الكهربائي (V) = التيار الكهربي (A) × المقاومة (ohm) ---> (1)

القدرة (W) = الجهد الكهربائي (V) × التيار الكهربائي (A) ---> (2)

ويمكنكم استخدام دائرة القوي التالية لمعرفة أي صيغة تحويل مطلوبة لتوصيل الألواح الشمسية شكل(3-8). (الأخرس، 2014)

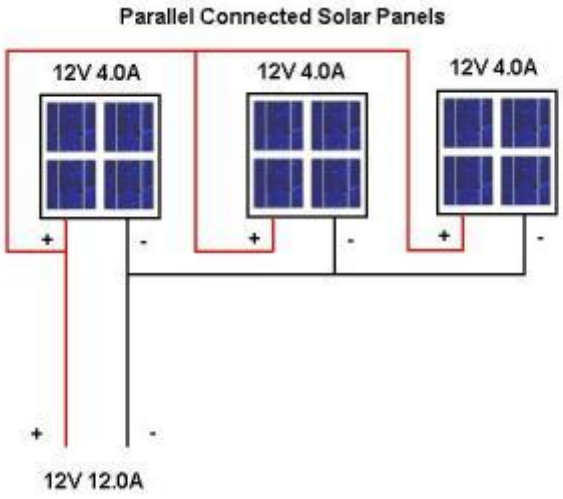


شكل(3- 8) دائرة القوى (الأخرس، 2014)

ولها أكثر من طريقة للتوصيل حسب طبيعة الاستخدام:

1) توصيل على التوازي Parallel:

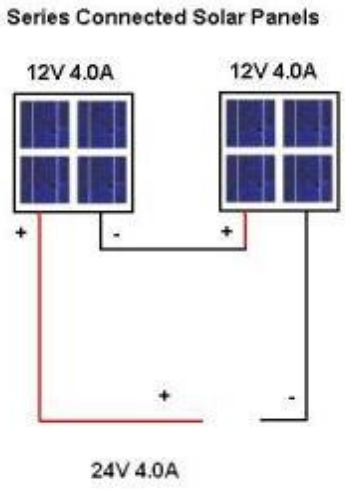
وهي عن طريق توصيل البدايات مع البدايات والنهايات مع النهايات – موجب مع موجب وسالب مع سالب مثل السلم – من أجل الحفاظ على نفس الجهد ولكن مع جمع قيم التيارات المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل زيادة التيار الكلي وبالتالي رفع القدرة الكلية كالتالي:



شكل(3- 9) التوصيل على التوازي (الأخرس، 2014)

2) توصيل على التوالي Series:

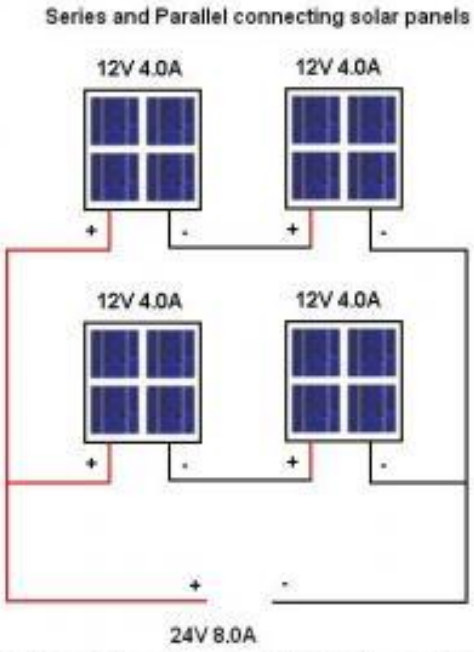
وتتم عن طريق توصيل النهايات مع البدايات – موجب مع سالب وسالب مع موجب مثل القطار – من أجل الحفاظ على نفس التيار ولكن مع جمع قيم الجهود المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل رفع فرق الجهد الكلي كالتالي:



شكل(3-10) التوصيل على التوالي (الأخرس، 2014)

3) الدمج بين الطريقتان:

وهي في الغالب الطريقة المستخدمة في المنظومات الضخمة للتمتع بكل ميزة موجودة في توصيل التوازي أو التوالي وشكلها كالتالي:



شكل(3- 7) الدمج بين التوازي والتوالي (الأخرس، 2014)

3-2-2 منظمات الشحن Charger Controllers:

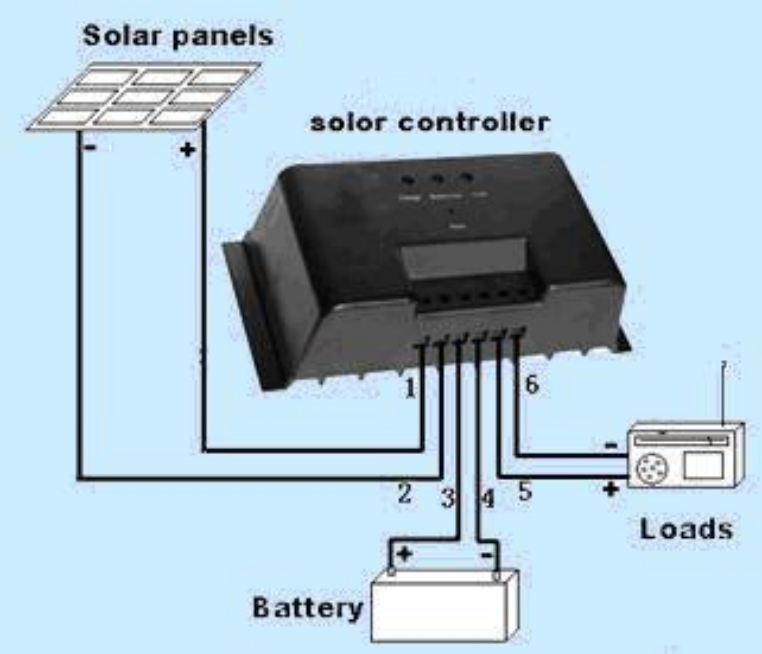
وهي المرحلة الثانية في النظام الشمسي، وتقوم بالعديد من الوظائف كالتالي:

أ- تحتوي على قاطع داخلي (fuse) يقوم بحماية الخلية الشمسية من التلف في حالة تلامس أطرافها معا وحدوث قصر في الدائرة (short circuit) بحيث يقوم الفيوز بالتلف ومنع الضرر الكبير من الحدوث على الخلايا الشمسية، ويمكن استبداله بعد ذلك والعمل مرة أخري وهو رخيص الثمن.

ب-تعمل على تنقية وتثبيت الفولت الخارج من الخلية الشمسية إلى الجهاز الذي يعمل على الجهد المستمر DC لأن قوة أشعة الشمس تزيد وتقل طوال نهار اليوم إما بسبب السحب أو بسبب تغير زاوية الشمس حتى تزول تماما عند الغروب.

ت-تقوم بتنظيم عملية شحن البطاريات حيث أن عملية الشحن تختلف في آليتها عن مجرد توفير مصدر للطاقة المستمرة موصل بالبطارية، حيث تكون قيمة جهد الشحن مساوي لقيمة البطارية وقيمة تيار الشحن تساوي تقريبا 15% من التيار الذي تسعه البطارية، وإذا زادت تلك النسبة بكثير فستحدث عملية شحن سريع للبطارية تؤدي إلي إضعافها وإستهلاكها بسرعة مع مرور الوقت، وإذا قلت تلك النسبة بدرجة كبيرة فسيتم شحن البطارية في وقت طويل وبشكل بطئ جدا.

ث-تعمل على ضمان عدم رجوع تيار كهربي من البطارية إلي الخلية مرة أخري لأنه في حالة فصل الحمل وفي ظل عدم وجود منظم للشحن، فإن الخلايا الشمسية يمكن اعتبارها حمل يعمل على سحب التيار من البطارية إلي الخلايا بشكل عكسي مرة أخرى مما يعمل على إتلافها. (الأخرس، 2014)



شكل(3- 12) منظم الشحن وعلاقته بنظام الخلايا الشمسية (الأخرس، 2014)

3-2-3 البطاريات Batteries:

وهي الوحدة المسئولة عن تخزين الطاقة وتفريغها عند الحاجة –أي أن لها وظيفة مزدوجة– ويمكن أن نشبهها بالبالونة التى تستطيع إدخال الهواء بداخلها لتعبئتها تحت ضغط خارجي أو فتح فوهتها ليخرج الضغط الداخلي إلى الخارج مرة أخري.

شكل(3-13) البطاريات لخزن الطاقة الكهربائية واستخدامها في حال عدم وجود الشمس (rolls, 2014)

وبالطبع هناك العديد من أنواع البطاريات ولكن غالبية البطاريات المستخدمة مع الأنظمة الشمسية تكون من النوعية ذات الحمض والألواح الرصاصية Lead–Acid ، وغالبية

البطاريات المستخدمة لهذا الغرض تكون في حدود 12 فولت أو24 فولت. وللتعامل مع البطارية تحتاج لمعرفة متغيران على الأقل من أصل ثلاثة متغيرات هم الجهد الكهربائي ويقاس بالفولت (Volts) والتيار ويقاس بالأمبير (Amps) والقدرة وتقاس بالواط (Watts) كما تم ذكرهم من قبل.

ويمكن توصيل البطاريات مثل نفس طريقة توصيل الخلايا الشمسية للحصول على قيم جهد وتيار مختلفة.

ويتم الإشارة إلي البطارية بعدد الأمبيرات في الساعة (Ampere-Ah Hours) وتسمى بسعة البطارية Battery Capacity فعلى سبيل المثال إذا قرأتم البيانات على البطارية كالتالي 12 volt 19Ah فإن هذا يعني أن تلك البطارية تستطيع توفير 19 أمبير لمدة ساعة واحدة أو 1 أمبير لمدة 19 ساعة قبل الحاجة إلي إعادة شحنها مرة أخري كما يمكنك – من الناحية النظرية– أن تشحنها في ساعة واحدة إذا أعطيتها 19 أمبير أو شحنها في ساعتان إذا أعطيتها A9.5 وهكذا ...

تحديد مواصفات الشاحن الذي سيعمل على البطارية:

لقد ذكرنا سابقا أن منظم الجهد يقوم بإعطاء جهد للبطارية مساوي لقيمتها الفعلية بينما التيار يكون في حدود 15% من سعة تيار البطارية، فلماذ تحديدا تلك النسبة؟

إن شركات تصنيع البطاريات تنصح بصفة عامة أن يتم شحن البطارية في فترة لا تقل عن 6 ساعات ولا تزيد عن24 ساعة لضمان أفضل أداء للبطارية، مما يعني أننا إذا كنا نريد أن نشحن البطارية في أسرع وقت دون أن نلحق الضرر بالبطارية فعلينا أن نشحنها في 6 ساعات.

فمثلا إذا كانت لدينا بطارية بقيمة V12 وسعة 100 Ah فمعني هذا أن أقل وقت وأعلي تيار يمكن أن تشحن فيه هذه البطارية هو: Current (A) = 100 Ah / 6h = 16.6 A

ويتم تقريبها إلي 15% لزيادة الوقت قليلا لكي لا تصل إلي أقل من الحد الأدنى الحرج، لأننا إذا قمنا بشحن البطارية في وقت أقل من 6 ساعات فإننا سنشحنها

بتيار أعلي من النسبة المسموح بها مما سيعرض البطارية للتلف على المدي البعيد أو المتوسط – حسب مقدار ارتفاع التيار – بسبب التحميل الزائد. وفي نفس الوقت فإذا قمنا بشحن البطارية في وقت أكثر من 24 ساعة أو أقل من حوال 4 أمبير – في المثال السابق– فإن شحن البطارية سيتم في وقت بطئ للغاية ولن يكون مفيداً من الناحية العملية.

وعلى الرغم مما سبق فمعظم البطاريات تقوم بكتابة الوقت المثالي لشحن البطارية – مثل 20HR12 /7.2Ah V – مما يحدد التيار المثالي لشحن تلك البطارية، والذي في هذا المثال يساوي

Current = 7.2Ah / 20HR = 0.36A = 360 mA Charging

وبالطبع فإن وقت الشحن يختلف من مصنع لآخر، ولكنك بصفة عامة في أمان طالما تتحرك في النسبة المسموح بها من 6 – 24 ساعة. (الأخرس، 2014)

شكل(3- 8) شاحن بطارية كهربائي (الأخرس، 2014)

3-2-4 العواكس Power Inverters:

وتأتي أهمية تلك المرحلة عند الحاجة إلى استخدام تلك الخلايا لتوليد كهرباء عالية متغيرة تستطيع تشغيل الأجهزة الكهربية والالكترونية الكبيرة في المنازل أو المصانع. فيجب علينا باستخدام أجهزة تسمي عواكس (Inverters) والتى تقوم بتحويل التيار المستمر سواء كان 12 فولت أو 24 فولت أو أي قيمة أخري إلي تيار متغير عالي (110 V AC or 220V AC) لتشغيل الأجهزة التى تعمل على التيار المتغير وللأجهزة الثقيلة.

وهو آخر مرحلة وبدونه لن تكون هناك قيمة حقيقية للألواح الشمسية، وهو نفس الجهاز الذي يستخدم في السيارات لتوصيله على ولاعة السيارة لتحويل الجهد المستمر سواء كان 12 فولت أو 24 فولت إلي جهد متغير V AC220 يستطيع تشغيل أجهزة مثل التليفزيون أو ثلاجة صغيرة أو كمبيوتر شخصي داخل السيارة.

وتقاس قوة هذا الجهاز بالواط الذي يستطيع تحمله لتشغيل حمل ما عليه.

الأنواع : يوجد العديد والعديد من الأنواع ولكن أهمهم نوعين رئيسيين:

أ- عواكس لتشغيل الإضائة والأجهزة الإلكترونية(wave inverters modified sine)

ب- عواكس لتشغيل أي شئ بما فيها الماكينات (pure sine wave inverters)

كما توجد هناك بعض العواكس التي تحتوي على شواحن داخلية بحيث يمكن توصيلها بمصدر التغذية الرئيسية (V AC or 110V AC220) وشحن البطارية دون الإنتظار إلي شحنها عن طريق الخلايا الشمسية أو لشحن بطاريات أخرى إحتياطية.

كما أنها يمكن أن تقوم بعمل أجهزة الـ UPS التى تكون عبارة عن أجهزة تحتوي على بطاريات داخلية لتشغيل الأجهزة عند انقطاع الكهرباء كمصدر تشغيل مؤقت للطوارئ.

3-3 الخلاصة:

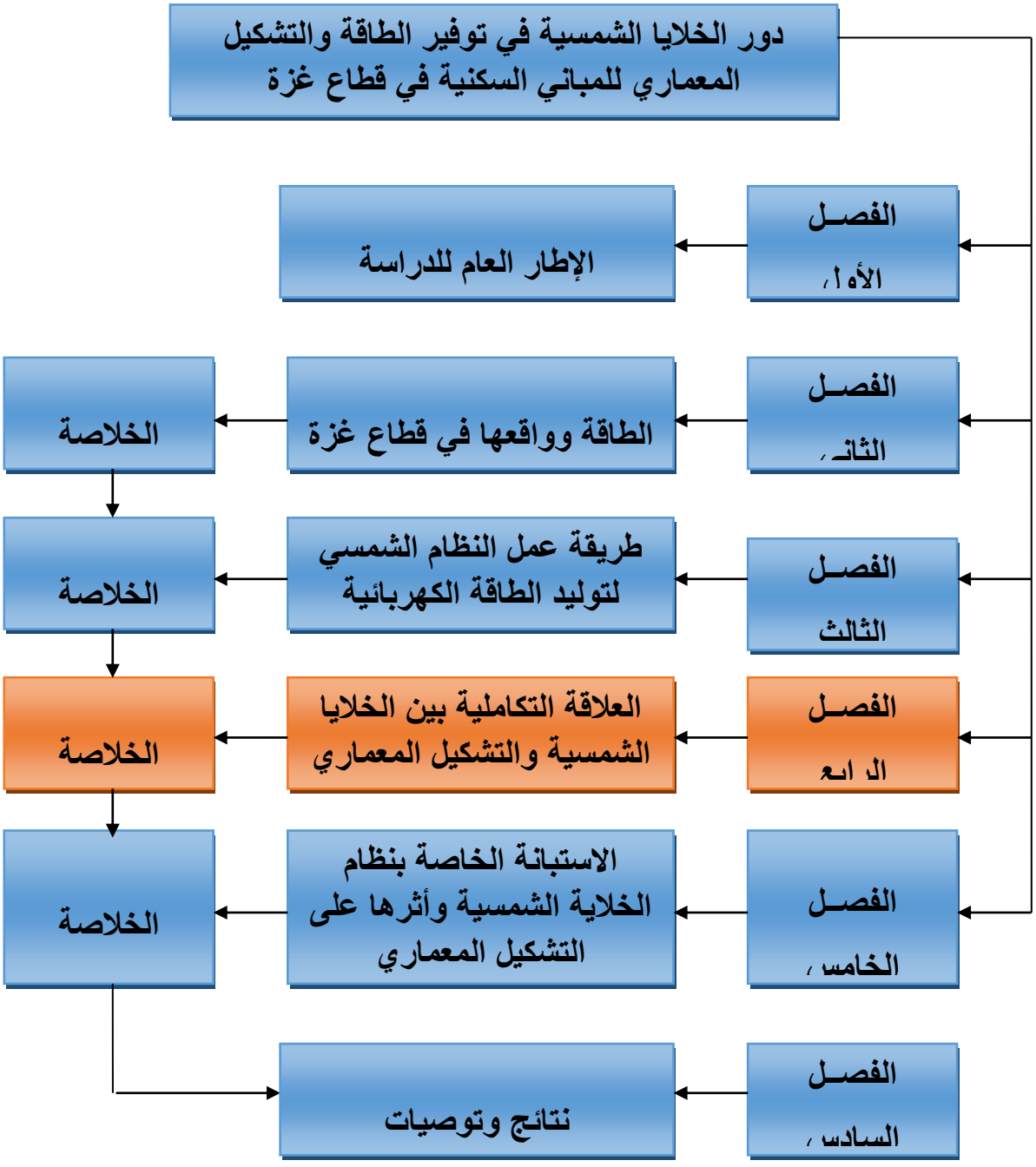
يتضح مما سبق أن أنظمة الخلايا الشمسية هي مجرد لبنة بسيطة في تقنيات الطاقة النظيفة التى لم يعد بالإمكان التغاضي عنها، لأنها بالرغم من أنها تكلف كثيراً من الأموال في بداية إنشائها إلا أن عائداتها على المدي البعيد تعطي ثمارها الحقيقية سواء من ناحية التوفير أو من ناحية الحد من تلوث البيئة، إذ تعتبر صديقة مثالية للبيئة، وتعد ناجحة جداً في منطقة الشرق الأوسط لأنها بغض النظر من كونها أكثر الأماكن في العالم وفرة في الطاقة الشمسية إلا أنها ستوفر الكثير من الأموال المهدرة على مصادر الطاقة الأخري وأهمها البترول والغاز الطبيعي.

لذلك تعد أحد أبسط الحلول التي يمكن أن تساعد في حل مشكلة الطاقة في قطاع غزة.

شكل(3-15) نظام بسيط يوضح فكرة الخلايا الشمسية بشكل متكامل (الأخرس، 2014)

الفصل الرابع

العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري


دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة
الفصل الأول
الإطار العام للدراسة
الفصل الثاني
الطاقة وواقعها في قطاع غزة
الخلاصة
الفصل الثالث
طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية
الخلاصة
الفصل الرابع
العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل الخامس
الاستبانة الخاصة بنظام الخلاية الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل السادس
نتائج وتوصيات

الفصل الرابع

العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري

4-2 تمهيد

4-3 التشكيل المعماري

4-4 تصميم نظام الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى (BIPV)

4-5 الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تصميم أغلفة الخلايا الشمسية

4-6 كيفية إنشاء الخلايا الشمسية وتكاملها مع العناصر المختلفة

4-7 مميزات ربط الخلايا الشمسية مع التشكيل المعماري للمبنى

4-8 مواقع وأساليب تكامل الخلايا الشمسية مع المبنى

4-9 المستويات الشكلية للتكامل بين الخلايا الشمسية والنتاج المعماري

4-10 التعدد الوظيفي للمنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في الشكل المعماري

4-11 الخلاصة

4-1 تمهيد:

تعتبر الخلايا الشمسية وسيلة جيدة لإنتاج الكهرباء عند وضعها في الموقع المناسب والمباشر من الشمس، ومن أهم التطبيقات الخاصة بالخلايا الشمسية التطبيق الخاص بموضوع (العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الشمسية BIPV) أي ربط الخلايا الشمسية مع التشكيل المعماري للمبنى، وتشير عبارة النظم الشمسية المتكاملة مع المبنى إلى أنها تبنى وتقام مع المبنى ، وذلك يحدث بالتعاون ما بين العديد من التخصصات المختلفة مثل هندسة العمارة والهندسة المدنية وتصميم النظم الشمسية.

4-2 التشكيل المعماري:

هناك ارتباط وثيق بين مفهوم التشكيل والعمارة فلا يمكن الفصل بينهما، فالتشكيل ملازم بينهما من البداية إلي النهاية، فعمليات التكوين والتشكيل في الحقيقة تبدأ من اللحظات الأولى التي يشرع المعماري فيها التصميم، فالعمارة تشكيل فني ذو أبعاد ثلاثة، تتألف من تشكيلات مكونة في الفضاء، وتستعمل الشكل والنسيج والمادة والحجم والضوء واللون كأجزاء داخلة في التنظيم.

تمتاز بكونها وحدة متماسكة غير مفككة موحدة ومنسجمة ومترابطة، والشكل هو الاسم الذي يطلق على مجموع الأجزاء، وعلاقاتها مع بعضها البعض، وبينها وبين الفراغات داخلها أو حولها والتي تحدد كلها طابعا لذلك الشئ أو الجسم.(عبد الرزاق وسرى، 2008)

4-2-1 مفهوم التشكيل المعماري:

التشكيل المعماري يعرف بأنه الهيئة الحسية الخارجية للمواد، والمؤلفة من نظام من الخصائص للعناصر التشكيلية والعلاقات الحسية بينها سواء في المستوى الأفقي أو في التشكيل الحجمي أو الفراغي، فالتشكيل المعماري هي عملية يشرع فيها المصمم مستخدماً المفردات البصرية التشكيلية كعناصر أساسية والمبادئ والأسس التصميمية ليحولها إلى كتل وفضاءات بنظام معين.(ميخائيل، 2005). يبدأ التشكيل المعماري بمعرفة الخصائص الحسية للأشكال المنتظمة المختلفة ومنها تستنتج بعض القيم التشكيلية التي تحكم العلاقات بين الكتل والفراغات المعمارية، كما ويمكن التحرر من هذه القيم بعد ذلك في تجربة التعامل مع الأشكال غير

المنتظمة، للوصول بها إلى تكوينات منتظمة، كل ذلك عن طريق النماذج المجسمة التي تلعب فيها حاستي اللمس والرؤية دورا في بناء الفكر المعماري.

4-2-2 مفهوم العملية التشكيلية:

تصف العملية التشكيلية بأنها تنظيم محموعة من العناصر داخل إطار حاكم من العلاقات والأسس تحدد كيفية تواجد هذه العناصر بالنسبة إلى بعضها، والعملية التشكيلة في العمارة ترتبط بهدفين أساسيين وهم الانتفاع والجمال، حيث تمثل العمارة حيز فراغي انتفاعي يحقق متطلبات الانسان وفي نفس الوقت يخاطب الحيز الجانب الروحي والحسي الجمالي داخل الإنسان، ولقد أثرت التكنولوجيا الحديثة على العناصر التشكيلية بشكل قوي، ووفرت قدر كبير من الحرية والمرونة في التشكيل المعماري لذا يجب علينا دراسة هذه العناصر التشكيلية الحديثة دراسة وافية وزيادة الوعي المعماري تجاهها، حتى تواكب العمارة التكنولوجيا المتوافقة معها.

4-2-3 أسس التشكيل المعماري:

هناك عدة تساؤلات حول أسبقية نتاج التشكيل وأسسه فهل يتبع التشكيل أولا أم الأسس؟..، أو الأسس توضع مسبقا ثم يتم اتباعها لانتاج التشكيل؟..وحقيقة الأمر أن التشكيل ينتج أولا ومنه يستنبط أسس قد تساهم في إنتاج تشكيلات أخرى، ففي العمارة الإغريقية أبدعت تشكيلات بديعة للمعابد بعد جهد من التطوير والتحسين حتى وصلت هذه التشكيلات إلى نتيجة تقبلها العين ومن ثم تم استنباط أسس تشكيلية للعمارة الكلاسيكية منها.

أما المصادر والأسس التي تعتمد عليها عملية التشكيل والتركيب في العمارة والتي تبدأ من اللحظات الأولى التي يبدأ فيها المصمم بدء عملية التصميم التي تستند في إعدادها إلى ما يأتي:

1) أن يقوم المعماري بصياغة الشكل الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالمعنى من خلال وجهة نظر المستخدم.
2) أن يختار المعماري التشكيل المناسب الذي يحقق الأهمية النسبية المعنى كأن يكون تجريدياً أو تركيبياً أو صريحاً.

3) وضع المعماري للقواعد الإنشائية سواء كانت هذه القواعد تخص اختيار مواد البناء أو نظام البناء والتي يمكن من خلالها التعبير عن المعنى سواء كان بصرياً أو في التكوين العام للفضاءات وشكلها الخارجي. (عويضة، 1999)

عموما فإن المصمم يبقى أسيراً لاتجاهين أساسيين في تشكيله لأشكاله المعمارية وهي:

1) هو مسايرة الطراز الحالي ومحاكاة العمارة المحلية بعناصرها.
2) التجديد والتفكير بإعطاء أشكال جديدة قد تكون عناصرها تقنية أو انتقائية أو اصطفائية أو تجريدية.

ولكن هذا الصراع بين القديم والحديث لا يشكل نقطة خلل في التشكيل المعماري أو سير العملية التصميمية حيث أن النتاج المعماري في تغير مستمر، وبإمكان المصمم تجاوز هذا الصراع بإدخال مبدأ المرونة في عملية التشكيل المعماري وإدخال المواد الجديدة والنظم الحديثة، وتغيير التشكيل والتكوين للواجهات أي التأثير في الجانب البصري عن طريق اختيار عناصر مستنبطة من التراث المعماري وإعادة تشكيلها.

وبالنظر إلى ما سبق، فإن التشكيل المعماري يعني صياغة الشكل المعماري بالشكل المعماري بالشكل الذي ينتج عنه ملامح جديدة وعلاقات جديدة، مثلما ينحت الفنان الكتلة حيث انه يخرج منها بأشكال ومساحات منظمة لتخرج من الغموض والابهام إلى أشكال ذات معان مميزة وبروح جديدة، كذلك عمل تواصل وتحقيق المحاكاة بين العناصر التراثية والنظم الحديثة.

4-2-4 وسائل التشكيل المعماري:

يمكن القول بأن وسائل التشكيل هي:

- الشكل (Form) أو (Shape).
- الفضاء (Space).
- القيمة الضوئية (Tone).
- اللون (Color).
- الملمس (Texture).

والتي بدورها تتداخل فيما بينها لتعمل مجتمعة ضمن التشكيل المعماري الكلي ولا تعمل كأجزاء مستقلة ضمن العمل الكلي.

وقد تصوغ تراكيب الكتل المتنوعة الفضاء بشكل معقد أحياناً، يصعب التمييز بين هذه الأصناف من الفضاءات ولكنها مع ذلك تكون متكاملة، وهذا ما يميز التشكيل المعماري الجيد الذي يعتمد على الترابط. كما أن العنصرين الأساسيين الشكل والفضاء، يكملهما عناصر ثانوية أخرى، فالقيمة الضوئية ما هي إلا كنتيجة لانعكاس الكتلة على الفضاء بوجود مصدر ضوئي، وكذلك اللون الذي هو صفة لسطوح الأشكال وكذلك الملمس، أما الخط فهو العنصر المتواجد في كل مكان يحدد الأشكال وكتلها وفضاءاتها ويربط العناصر ويعطيها الملمس ويفصل بين الألوان. (عرفان، 1996)

4-3 تصميم نظام الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى Building Integrated Photovoltaics (BIPV):

لابد من التوصل إلى نظم الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى (BIPV) بحيث تنتقل إلى تقنيات التصميم الواعي ويتم استخدامها مع المعدات والنظم التي يتم اختيارها وتحديدها لملائمتها مع المبنى، ويجب متابعة التكاليف على طول دورة الحياه الخاصه بالخلايا وذلك لمعرفة التكلفة الكلية التي يمكن تقليلها بتجنب تكاليف خاصة بمواد البناء والعمالة التي يمكن استبدالها بالأقل. (Robert farrington,1993)

وتشمل خطوات تصميم الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى على:

1- دراسة تطبيق التصميم الذي يهتم بالطاقة أو مقاييس كفاءة الطاقة لتقليل متطلبات البناء للطاقة.
2- الاختيار بين نظام الخلايا الشمسية التفاعلى مع المبنى ونظام الخلايا الشمسية المستقل.
3- توفير التهوية الكافية ، فكفاءة تحويل الخلايا تقل مع ارتفاع حرارة التشغيل.
4- التقييم باستخدام نظم الخلايا الحرارية الشمسية المهجنة كاختيار لتحسين كفاءة النظام.
5- دراسة دمج ضوء النهار والتجميع الشمسي باستخدام النماذج رقيقة الطبقات شبه الشفافة أو النماذج البللورية مع الخلايا المتباعدة بين طبيقتين من الزجاج ويمكن أن يستخدم المصممين الخلايا لتكوين خصائص إضاءة نهارية فريدة مع الواجهه والسقف، ونظم الخلايا الشمسية في المناور مع هذا النظام يمكن أيضا أن تساعد على تقليل التبريد أو التسخين الغير مرغوب مع الزيادة المرتبطة بتكاليف العمل المعماري.

6- دمج نماذج الخلايا في أجهزة التظليل وتعرف صفوف الخلايا بأنها "رموش العين" أو مناطق الرؤية الزجاجية للمبنى والتي يمكن أن توفر ظلال شمسية سلبية مناسبة.
7- ادراك المصممين لتأثيرات المناخ والبيئة على إنتاج الطاقة.
8- تناول موضوع تخطيط الموقع والتوجيه في بداية مرحلة التصميم.
9- استخدام نظم الخلايا جديد نسبياً ، فمن المهم التأكد من أن من يعمل بالمشروعات يكون مدرب جيداً والقائمين عليها لهم خبرة في الخلايا الشمسية وأجهزتها.

4-4 الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تصميم أغلفة الخلايا الشمسية:

إن التوازن بين قضايا تصميم الأنظمة الشمسية وإنشاءها سوف يتباين بشكل كبير وفقاً لظروف كل مشروع, مما يستدعي مراعاة عدد من الاعتبارات التصميميه عند تصميم الخلايا وتضم ما يلي:

أولاً: الاعتبارات الشمسية وتضم:

تعظيم آداء التجمعات الشمسية في تطبيقات حوائط البناء بأعلى المبنى من أجل

استيعاب التوجيهات المثالية للشمس، و يمكن أن توفر التجمعات الشمسية عوائد طاقة تتجاوز الكهرباء التي تولدها بتوفير انتاج حموله تبريد أو تسخين شمسي سالب.

كما أن التجمعات الشمسية المائلة المثبتة كفتحات شبابيك أو كمحيط لفتحات الإضاءة العلوية سوف تظلل الفراغات الداخلية من ضوء الشمس المباشر مع تجميع الطاقة في الوقت نفسه من ضوء الشمس ويمكن أيضاً أن تقلل أو تلغي الحاجة إلى الإضاءة الكهربية في فترة النهار بتوفير ضوء نهاري غير مباشر. (Robert farrington,1993)

ثانياً: الاعتبارات التصميمية:

وتضم (الإظهار والعرض، الجماليات، الإقتصاديات، النواحي الهندسية، تطوير المنتجات).

ثالثاً: اعتبارات الموقع:

نجد أن المباني عالية الارتفاع غالباً ما تنشأ في بيئة عمرانية حيث تكون تكاليف العقارات مرتفعة والبيئة المحيطة كثيفة ، والظلال التي تلقيها المباني المرتفعة تعمل على تقليل كفاءة التجمعات الشمسية ، وهنا يمكن أن تكون الطوابق العليا فقط مغطاه بالخلايا الشمسية هذا بعكس المباني التي تزيد المساحات بينها والتي يمكن استغلالها بأكملها بالنظم الشمسية.

رابعاً: الاعتبارات المناخية:

وتضم (الموقع والمناخ، العزل، المياه، حمولات الرياح والجليد والزلازل).

خامساً: الاعتبارات الانشائية:

بالنسبة لكل من البناء الجديد أو القديم فإن طريقة التركيب تكون هامة لفعالية تكلفة النظام ، فمثلاً تركيب الزجاج من الداخل لا يتطلب بناء سقالات خارجية، والزجاج الداخلي هو طريقة شائعة للستائر المعاصرة في تركيب الحوائط والتي يتم استيعابها من خلال تقسيم العناصر الخارجية إلى أجزاء منفصلة. (Robert farrington,1993)

سادساً: الاعتبارات الميكانيكية والكهربية مثل:

(تهوية محيط المبنى، قضايا كهربية)

سابعاً: الاعتبارات الخاصة بالصيانة وتشمل:

(التنظيف، الصيانة)

ثامناً: الإعتبارات البيئية:

إن تقييم الاستفادة من الخلايا الشمسية على البيئة لا ينحصر على مدى تخفيضها للكهرباء التقليدية فقط بل هناك نتائج أخرى وتشمل اعتبارات إعادة الاستخدام وكذلك مخاطر التلوث.

4-5 كيفية إنشاء الخلايا الشمسية وتكاملها مع العناصر المختلفة:

يتم تركيب وتكامل الخلايا الشمسية بالمبنى عن طريق اثنين من أجزائه والذي يتضح من خلالهما التشكيل الناتج من الخلايا على غلاف المبنى والمتمثلان في الأسقف والواجهات.

وهناك أيضاً العديد من الطرق لتركيب الخلايا على الأسقف والواجهات سواء على الأسقف المستوية أو المنحدرة أو الواجهات بأنواعها .وتنقسم طرق التركيب في كل نوع من أنواع الأسقف والواجهات حسب زاوية التركيب والإنشاء إلى طبقات مغلقة وطبقات مفتوحة باتجاه واحد وطبقات مفتوحة باتجاهين وذلك بالنسبة للأسقف المستوية ، أما بالنسبة للأسقف المنحدرة فتنقسم طرق التركيب للخلايا فيها إلى خلايا مركبة على الأسقف الأردوازية وخلايا مركبة على أسقف قرميدية وأسقف مفرودة باتساع، وخلايا مركبة فوق طبقات، وبالنسبة للواجهات فهناك واجهات مغلقة وأخرى مفتوحة.

4-6 مميزات ربط الخلايا الشمسية مع التشكيل المعماري للمبنى:

هناك العديد من الفوائد والمميزات لهذا النظام والتي تظهر في النقاط التالية:

- هذه النظم تعمل بكفاءة عالية وغير محدودة القدرة.
- هذه النظم لها فوائد معمارية عديدة سواء كانت تشكيلية أو إنشائية أو على نطاق التحديث والتجديد في الأفكار والابتكارات المعمارية يُمكن استخدام هذه النظم لأجهزة معينة مستقله دون عمل شبكة متكاملة للمبنى.
- تعمل النظم الشمسية المتكاملة مع المباني (BIPV) على توفير الخامات.
- على المدى البعيد تقلل من تكاليف الكهرباء.
- تقلل من استخدام الوقود والانبعاثات المضرة بطبقة الأوزون.
- يمكن أن نستبدل المواد التقليدية للبناء بنظم الخلايا الشمسية، مثل الزجاج وغيره.
- عند زيادة كمية الطاقة الكهربية المنتجة يمكن ارجاعها للشبكة والانتفاع بها.
- في النهاية نجد ان نموذج ال(BIPV) ينهض بالمبني من حيث القيمه.

4-7 مواقع وأساليب تكامل الخلايا الشمسية مع المبنى:

يتناول هذا الجزء العلاقة الرابطة بين الألواح الشمسية كنظام تقني مع قشرة المبنى باعتبارها مواد إنهاء خارجية تتكامل معه، حيث أن التصميم التكاملي للمبنى يبدأ عند التفكير

في تصميم المبنى ككل– المبنى كنظام متكامل – إذ من الضروري عدم التعامل مع تصميم العناصر المختلفة ومنها مواد الانهاء الخارجية بصورة منفصلة عن بعض، وتحوي المباني على أنظمة متعددة ومتنوعة ترتبط مع بعضها في علاقات تختلف في مستويات تداخلها وقابليتها في الانسجام والتوافق إستنادا إلى نوع النظام وموقعه ضمن المبنى.

وتتأثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري بكل مما يأتي:

- مواقع تركيب المنظومات الشمسية.
- المستويات الشكلية للتكامل بين المنظومات الشمسية والنتاج المعماري.
- التعدد الوظيفي للمنظومات الشمسية كمواد انهاء خارجية في الشكل المعماري .

يعتمد موقع ومساحة المنظومات الشمسية المستخدمة في الأبنية على شكل وتوجيه غلاف المبنى ويفضل أن لا تكون هذه السطوح مظللة. بصورة عامة هناك خمس مواقع رئيسة في المبنى من الممكن أن تتكامل معها المنظومات الشمسية وهي: (Prasad & Snow, 2005)

- الأسطح الأفقية.
- الأسطح المائلة.
- الأسطح المنحنية.
- واجهات المباني.
- التفاصيل المعمارية.

4-7-1 الأسطح الأفقية:

تتعرض السطوح الأفقية في المباني لتأثير الإشعاع الشمسي في فصل الصيف بنسبة أكبر من الجدران العمودية للمبنى، معظم الاحيان تكون الالواح الشمسية المتكاملة مع الأسطح الافقيه غير ظاهرة في الشكل الخارجي ولكن يمكن أن يظهر تأثيرها في الفضاءات الداخلية عند استخدام النصف الشفافة منها في تسقيف الفضاءات أو في الأسطح المسننة. تستطيع الأسطح الأفقية أن تقدم امكانية جيدة لتوفير المساحه المطلوبة لتركيب المنظومات الشمسية.(القصراوي ومحمد، 2005)

وهناك عدة طرق مختلفة لتكامل الألواح الشمسية مع الأسطح الأفقية:

أولاً: الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية:

هي عبارة عن ألواح مائلة بزاوية ثابتة، تثبت على هياكل حاملة وتثبت الهياكل بدورها على الاسطح، كما هو موضح في (شكل 4-1). (الجادري وسليم، 2010)

شكل(4- 1) الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية (2010, Sigulda, Latvia)

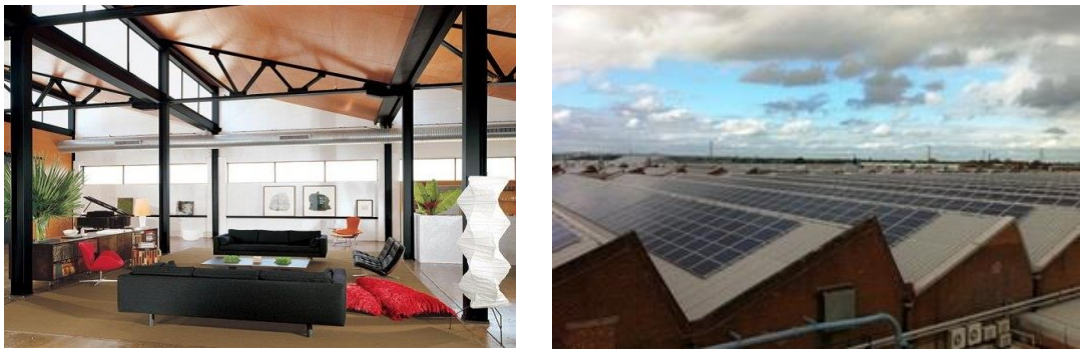
ثانياً: الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي:

تمتاز بعض أنواع الألواح الشمسية باحتوائها على مواد خاصة للعزل الحراري تكون من ضمن الوحدة الشمسية فهي تساعد على زيادة العزل الحراري للمبنى بسبب المادة العازلة التي تحويها يستخدم هذا النوع غالباً في الأسطح الأفقية ومن الممكن أن يستَخدم في الأسطح المائلة أيضاً كما انه يستخدم في اعادة تأهيل الأسطح القديمة لأنه لا يحتاج الى طرق تثبيت ميكانيكية معقدة، كما هو موضح في (شكل 4-2). (الجادري وسليم، 2010)

شكل(4- 2) الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي. (الجادري وسليم، 2010)

ثالثاً: وحدات شمسية تستعمل كإضاءة سقفية طبيعية:

تستخدم لتغطية الفضاءات الكبيرة بالأسطح الأفقية أو الأسطح المسننة. عند استخدام الأسطح المسننة يتم وضع الألواح الشمسية بالتوجه الذي يستقبل أكبر كمية ممكنة من الطاقة الشمسية وهو غالباً ما يكون التوجه الجنوبي بينما تفتح الجهة الشمالية لاستقبال الإضاءة الطبيعية، ولذلك يتم توجيه السقوف المنحدرة ذات المساحة السطحية الاكبر باتجاه الجنوب والسقوف المنحدرة الأصغر توجه نحو الشمال.



شكل(4- 3) الأسطح المسننة وتكاملها مع الخلاي الشمسية (2010, Sigulda, Latvia)

أما عند استخدام السطوح الأفقية فيتم استخدام الألواح الشمسية الشفافة أو النصف شفافة للسماح بدخول الإضاءة النهارية. في هذه الحالة يظهر تأثير هذا النوع في التصميم الداخلي، وبشكل خاص في الافنية الوسطيه والبهو الرئيس (Atriums) عند استخدام الزجاج المزدوج الطبقات في تكوينها، كما هو موضح في (شكل 4-4).

شكل(4- 4) استخدام الخلايا الشمسية كأسطح شفافة (2010, Sigulda, Latvia)

4-7-2 الأسطح المائلة:

يلائم هذا النوع الاسطح المتجهة نحو الجنوب أو الجنوب الغربي، وهذا لا يعني عدم امكانية وضع الوحدات الشمسية على التوجهات الأخرى، إلا أن القرار التصميمي الأمثل يكون بأحد هذين التوجهين لأنهما الأكفأ في استلام الاشعاع الشمسي المباشر الذي تعتمد عليه الوحدات الشمسية في توليد الطاقة .يمتاز هذا النوع بإمكانية تثبيت الوحدات الشمسية من دون الحاجة الى استخدام الهياكل المائلة المستخدمة في الأسطح الأفقية، كما أن الاسطح المائلة تسهل عملية تنظيف الوحدات وتمنع تجمع المياه عليها ويفضل أن لايكون هناك مسافات فاصلة بين الصفوف الشمسية لمنع تجمع الأتربة أو أوراق الاشجار أو الثلوج.

هناك عدة طرق مختلفة لتكامل الوحدات الشمسية مع الاسطح المائلة هي:

أولاً: إضافة الوحدات الشمسية إلى السطح المائل بهيئة وحدات تعوض عن مواد الإنهاء الأصلية للأسطح:

الوحدات الشمسية المستخدمة في هذا النوع لها صفات مواد الإنهاء الاعتياديه من تحمل للظروف الجوية والعزل الصوتي ومقاومة المياه بالإضافة إلى توليده للطاقة وتكون الجهة الخلفية للوحدات الشمسية هي سقف الفضاء الداخلي، لذلك يتم الاعتناء بمظهر القطع الواقعة على جهة الفضاءات الداخلية. تكون هذه الألواح خفيفة الوزن، ومن الممكن أن تكون من النوع نصف الشفاف (Transparent Cells) لتسمح بدخول الإضاءة الطبيعية للفضاء، أو أن تكون معتمة (Opaque Cells) (Kimura, 2000) وتحتاج الوحدات الشمسية أحياناً إلى عملية تهوية الاسطح الداخليه لها لتقليل درجة الحرارة المحيطة بها، لذلك تستند بعض طرق التكامل مع المنظومات الشمسية على آليات الاستفادة من هذه الحرارة في الفترات الباردة.

قبل إضافة الوحدات تتم إضافة مقاطع من الحديد أو الألمنيوم لتشكل الشبكة التي سيتم تثبيتها عليها، أما التوصيلات الكهربائيه فتكون مخفية ضمن المقاطع الهيكليه الحاملة للوحدات الشمسية .تنقسم السقوف المائلة الحاملة للوحدات الشمسية إلى نوعين تبعا لطريقة البناء، فالسقف إما يتم تشييده في الموقع ثم تثبت عليه الوحدات الشمسية أو أن يكون السقف مع الوحدات الشمسية مسبق الصنع. (Nobert,2001)

إن إستخدام المنظومات الشمسية كوحدات للإنهاء خارجية سيعوض عن المواد البنائيه المستخدمة للسطوح وهذا يتماشى مع استراتيجيات تقليل الكلف للمباني الكفوءة للطاقة. كما هو موضح في الشكل (4-5) (Randall, 2001)

شكل(4- 5) الخلايا الشمسية بديل عن مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة (Sinaps,Donker, 2013)

ثانياً: إضافة الوحدات الشمسية للأسطح المائلة فوق مواد الإنهاء الخارجية:

يتم تثبيت الوحدات الشمسية المعتمة على مواد الإنهاء التي هي سقف للفضاء الداخلي وبهذا تكون الاساس الذي ستستند عليه الوحدات .وهناك طريقتين للتكامل فالوحدات الشمسية إما أن تثبت مباشرة على ألواح بنائيه أو يتم ترك مسافة بين ألواح السقف والوحدات الشمسية عن طريق مد مقاطع من الالمنيوم أو الحديد بشكل عمودي عليها لتوضع فوقها وتوفر الطريقة الثانية التهوية للوحدات الشمسية من الاسفل، فالخلايا الشمسية أحادية التبلور تؤدي عملها بشكل أكفأ عند توفر التهويه ولذلك يكون من الأفضل فصلها عن السطح لتحسين مستوى أدائها .وهذا يزيد من العزل الحراري للسقف. كما هو موضح في الشكل (4-6) (Prasad & Snow, 2005)

شكل(4- 6) الخلايا الشمسية فوق مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة (Sinaps,Donker, 2013)

ثالثاً: إضافة الوحدات الشمسية ضمن مواد الإنهاء التقليدية للسطح:

الحقول المهمة للنظام التكاملي BIPV وهي عبارة عن قطع صغيرة الحجم PV Shingles تكون على نوعين :إما وحدات شمسية صغيره يتم تثبيتها مع مواد الإنهاء الخارجية أو تكون مصنعة من ضمن الوحدة الواحدة أي مع مادة الإنهاء التقليدية. إن العديد من التطورات الجديدة تم طرحها للأسواق العالميه من هذا النوع، وأحد الامور المهمه هو مظهرها الجمالي وسهولة التصميم وخفة الوزن في الوقت نفسه .وهي تتنوع بين الوحدات صغيرة الحجم، Laminated PVs كما هو موضح في الشكل (4-8) أو وحدات مقَواة Fiber Reinforced Plates كما هو موضح في الشكل (4-7). (Prasad & Snow, 2005)

شكل(4- 7) الخلايا الشمسية بديل عن مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة وحدات مقواة (Sinaps,Donker, 2013)

شكل(4- 8) وحدات صغيرة للأسطح المائلة بديل عن المواد التقليدية(Sinaps,Donker, 2013)

4-7-3 الأسطح المنحنية:

توفر الوحدات الشمسية إمكانية التصميم للأسطح المطوية Fold Away بإستخدام تقنية الوحدات الشمسية الرقيقة Thin film والأسطح المنحنية Curved Surfaces وتكون بنوعين:

أولاً: تطبيقات الوحدات الشمسية الرقيقة (Tninfilm):

هو نوع من الوحدات الشمسية يتصف بمرونته و قابليته للطي كما من الممكن أن يحل محل مواد الإنهاء الخارجية التقليدية وهو خفيف الوزن، عازل جيد للماء ولذلك يفضل استخدامه في الدول ذات المناخ الممطر، له أيضا تطبيقات على السطوح المائلة والأفقيه .يتوفر بهيئة وحدات بأبعاد محدده أو بهيئة لفائف مدورة من الممكن أن يصل عرضها إلى 1.5m وبطول 12 M يكون بلون ازرق غامق . بعض الأنواع يكون لها ميزة عكس ألوان الطيف الشمسي بصورة خفيفة عند سقوط أشعة الشمس المباشرة عليه، كما هو موضح في (شكل 4-9).

شكل(4- 9) الخلاية الشمسة الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية (Sinaps,Donker, 2013)

ثانياً: الأسطح المقوسة بالوحدات التقليدية:

من الممكن أن يتم تصميم الأسطح المقوسة باستخدام الوحدات الشمسية التقليدية بترتيبها بشكل مقوس. (Prasad & Snow, 2005) كما في الشكل (4-10)

شكل(4- 10) الخلاية الشمسة الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية (Wesoff, 2011)

4-7-4 واجهات المباني:

تكون الألواح الشمسية المتكاملة مع واجهات المباني واضحة بصورة أكبر من أنواع التكامل الأُخرى، يمكن استغلال مساحات كبيرة من هذه الواجهات لاستثمارها في توليد الطاقة عندما تكون ضمن التوجيه الصحيح.

الواجهات تكون معرضة في بعض الأحيان للتظليل لفترات أطول مما تتعرض له الأسطح الأخرى لذلك فإن تقييم الاستفادة من توظيف المنظومات يعتمد على مقدار ما يتوفر

من مساحة سطحية على التوجيهات المختلفة لواجهات المبنى ومقدار ما تستلمه من إشعاع شمسي ضمن مناخ الإقليم. (الدراجي وياسين، 2006)

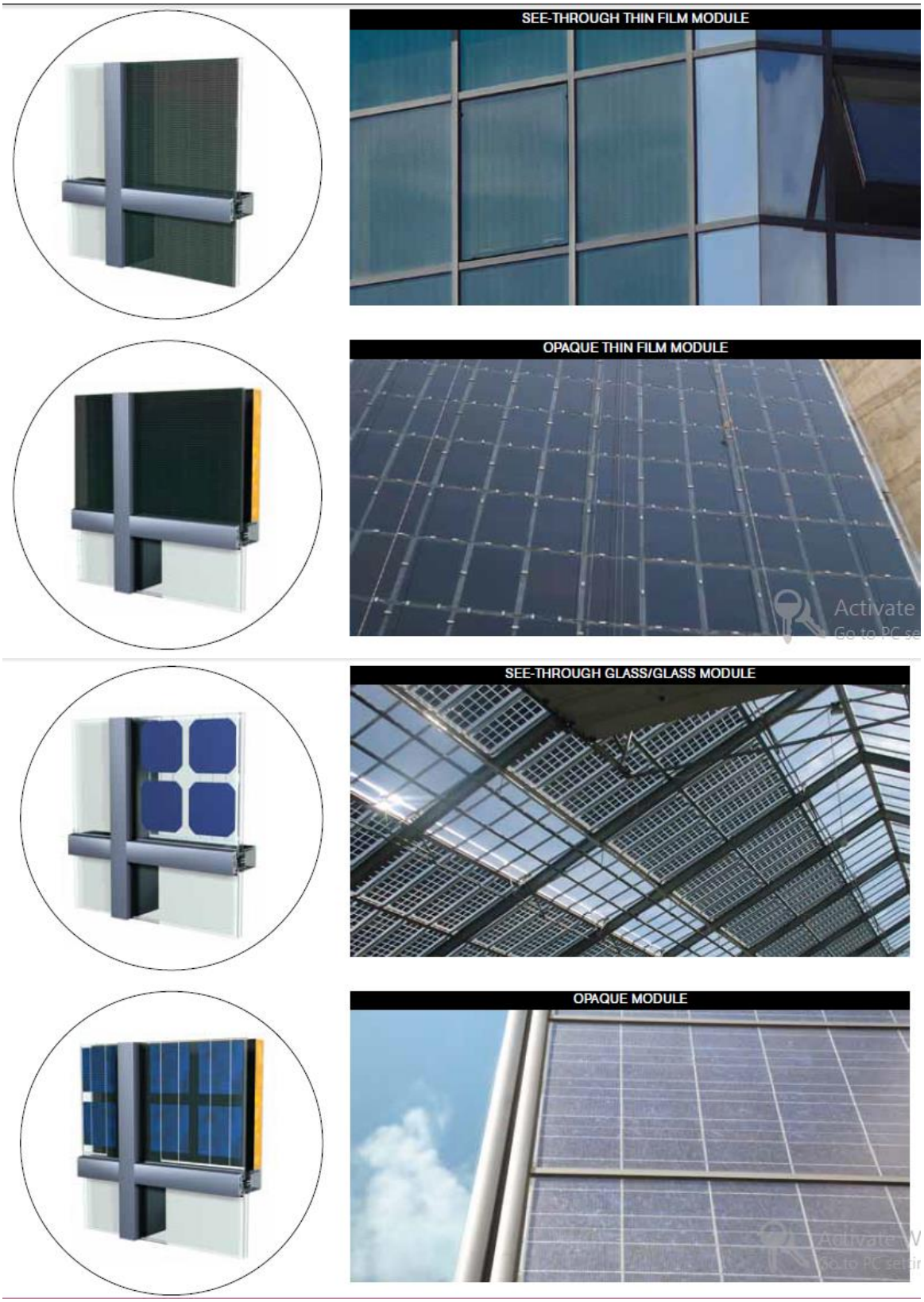
تستطيع الوحدات الشمسية أن تحل محل مواد الانهاء الخارجية المستخدمة في الواجهات وتتكامل معها لذا فإن من المواصفات المهمة للوحدات الشمسية المستخدمة في الواجهات هو المظهر العام الذي يجب أن يكون مقبول معماريا .

كما ينبغي أن تكون الوحدات المستخدمة في الواجهات مقاومة للحرائق وصلبه وذات متانة عاليه لحمايتها من التخريب وفي الوحدات المؤطرة يفضل استخدام مواد خفيفة الوزن ذات أطر مصنوعة من مواد متينة.

أولاً: الجدران الستائرية (Curtain walls):

هي الواجهات المتكاملة مع الوحدات الشمسية وعادة تكون معرضة للتهوية، وتكون مناسبة للحلول التصميمية المتكاملة مع الوحدات الشمسية من نوع Mono crystalline Silicon ومن الممكن أن يتم بناء هياكل باستخدام أنظمة تغليف عالية التطوير، ومن الممكن تضمينها بأنواع مختلفة من الألواح مثل استخدام الوحدات الشمسية المزججة أو المؤطرة أو غير المؤطرة ويتم استخدام مواد ربط (حشوات) ما بين الفراغات لاغلاق الفجوات. ويمكن أن تكون شفافة أو معتمة الشكل(4-11) وشكل (4-12).

شكل(4- 11) الخلايا الشمسية واستخدامها كجدران ستائرية (Krawietz, 2011)



شكل(4- 12) بعض مقاطع وطرق تركيب الخلايا الشمسية في الجدران الستائرية (Krawietz, 2011)

ثانياً: الجدران العمودية ذات الإكساء الخارجي:

تغطي الألواح الشمسية واجهة المبنى بأكملها أو جزء منها وأحياناً تكّون طبقة ثانية على طبقة أولى داخلية تحتوي على مواد عازلة ويراعى فيها استخدام مواد مانعة لتسرب المياه لمنع حدوث التكثف، وينبغي أن تكون هذه الطبقة محكمة السد والفراغات الهوائيه فيها تكون مغلقة، كما أن الواجهات غير المعرضة للتهوية تعتمد على أنواع الخلايا التي تتحمل محيط بدرجة حرارة عالية مثل ال Amorphous وال Poly Crystalline Silicon وهي أحد طرق كساء الواجهات بأن توضع مقاطع من الألمنيوم على الواجهة لتستند عليها الوحدات الشمسية أو أن تكون المقاطع مثبتة مسبقا على الوحدات وفي هذه الحالة تكون الوحدات الشمسية معرضة للتهوية كما في الشكل (4-13).

شكل(4- 13) جدران عمودية كطبقة فوق الطبقة الداخلية (Krawietz, 2011)

ثالثاً: واجهات بجدران مائلة:

إما أن يكون الجدار المائل هو جدار ستائري مضاف، أو أن يكون جدار المبنى نفسه مائلا وتثبت عليه الوحدات الشمسية كإكساء خارجي .يعتبر هذا النوع من أكثر الحلول العملية لاستحصال أكبر مساحة سطحية ممكنه وهي تؤثر في أشكال الفراغات الداخلية.شكل(4-14)

شكل(4- 14) واجهات خلايا شمسية بجدران مائلة (Krawietz, 2011)

رابعاً: الجدران ذات الأشكال المنحنية:

من الممكن توظيف الوحدات الشمسية لتشكيل واجهات ذات أشكال منحنية، كما هو موضح في (شكل 4-15).

شكل(4- 15) جدران خلايا شمسية ذات أشكال منحنية

4-7-5 التفاصيل المعمارية:

تعد إحدى الطرق الفعالة في تكامل الوحدات الشمسية مع الشكل المعماري للمبنى وهي أن تحل محل عناصر التظليل أو استخدامها كعناصر شبابيك أساسية أو كإضافات مثل دربزين حماية. هي موضحة كما يلي:

أولاً: كاسرات الشمس الثابتة والمتحركة:

هي عناصر معمارية بهيئة ألواح أو شرائح طولية مدمجة تثبت خارج النوافذ وتكون باتجاهين أفقي لصد الإشعاع عالي الزاوية وعمودي لصد الإشعاع منخفض الزاوية ومن الممكن أن تثبت الوحدات الشمسية عليها أو أن تحل محلها، هناك ترابط منطقي بين تظليل المباني في الصيف وإنتاج الطاقة تعمل المانعات الشمسية على منع دخول أشعة الشمس المباشرة للفراغات كما أنها تعمل على تزويد الطاقة للمبنى لذلك هي تعمل كنظام ذاتي Passive System ونظام فعال Active System في الوقت نفسه وبوظيفتين متوافقتين في الاتجاه والهدف الأساس، توضع الهياكل الحامله أمام الواجهات الزجاجيه للمباني فتكون ظاهرة على الواجهات ولذلك من المهم أن تكون بلون متوافق معها. كما هو موضح في شكل (4-16)

شكل(4- 16) نماذج لمانعات الشمس (Krawietz, 2011)

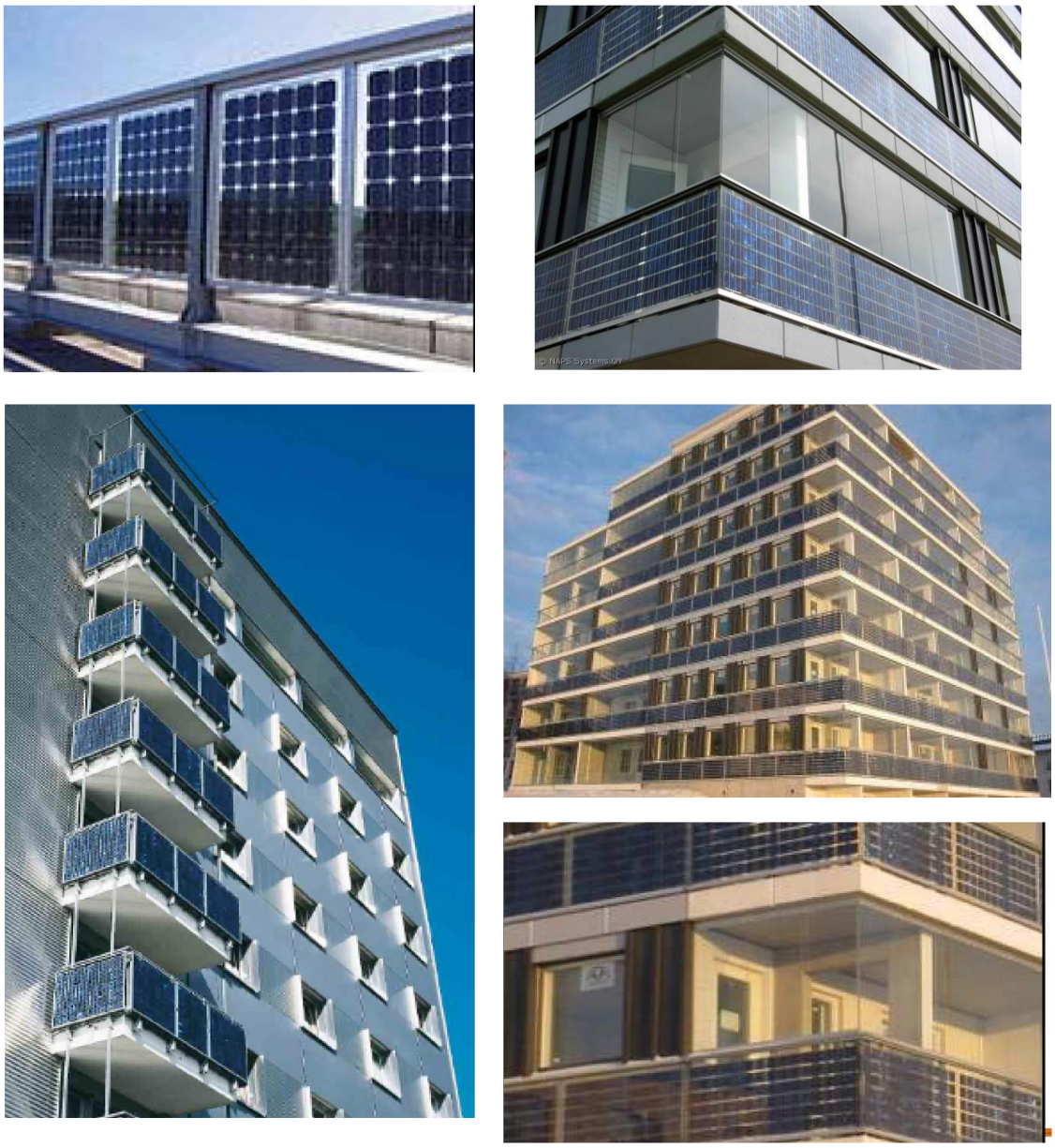
ثانياً: شبابيك خلايا شمسية:

وفيها يتم تركيب الشبابيك بدل الزجاج التقليدي في شبابيك الألومنيوم وتكون شفافة وبألوان جميلة ومختلفة وتعطي ظلال وإضاءات مميزة داخل الفراغ الداخلي.

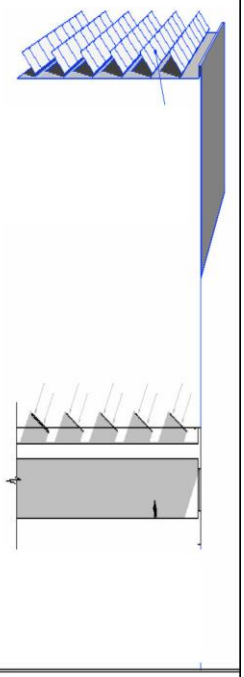
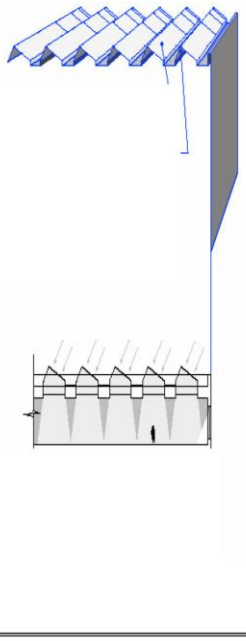
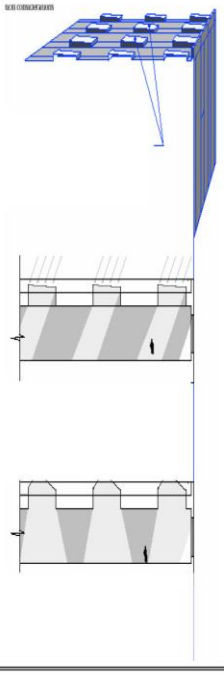
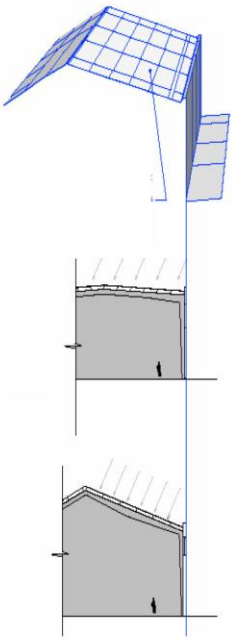
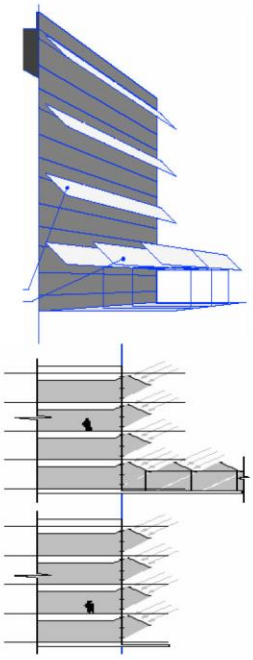
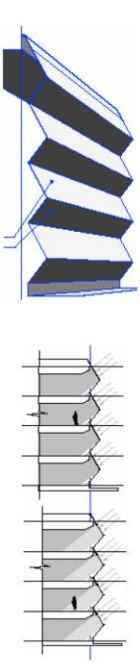
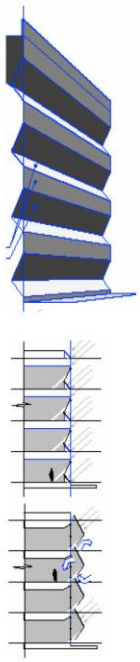
شكل(4- 17) شبابيك خلايا شمسية (Krawietz, 2011)

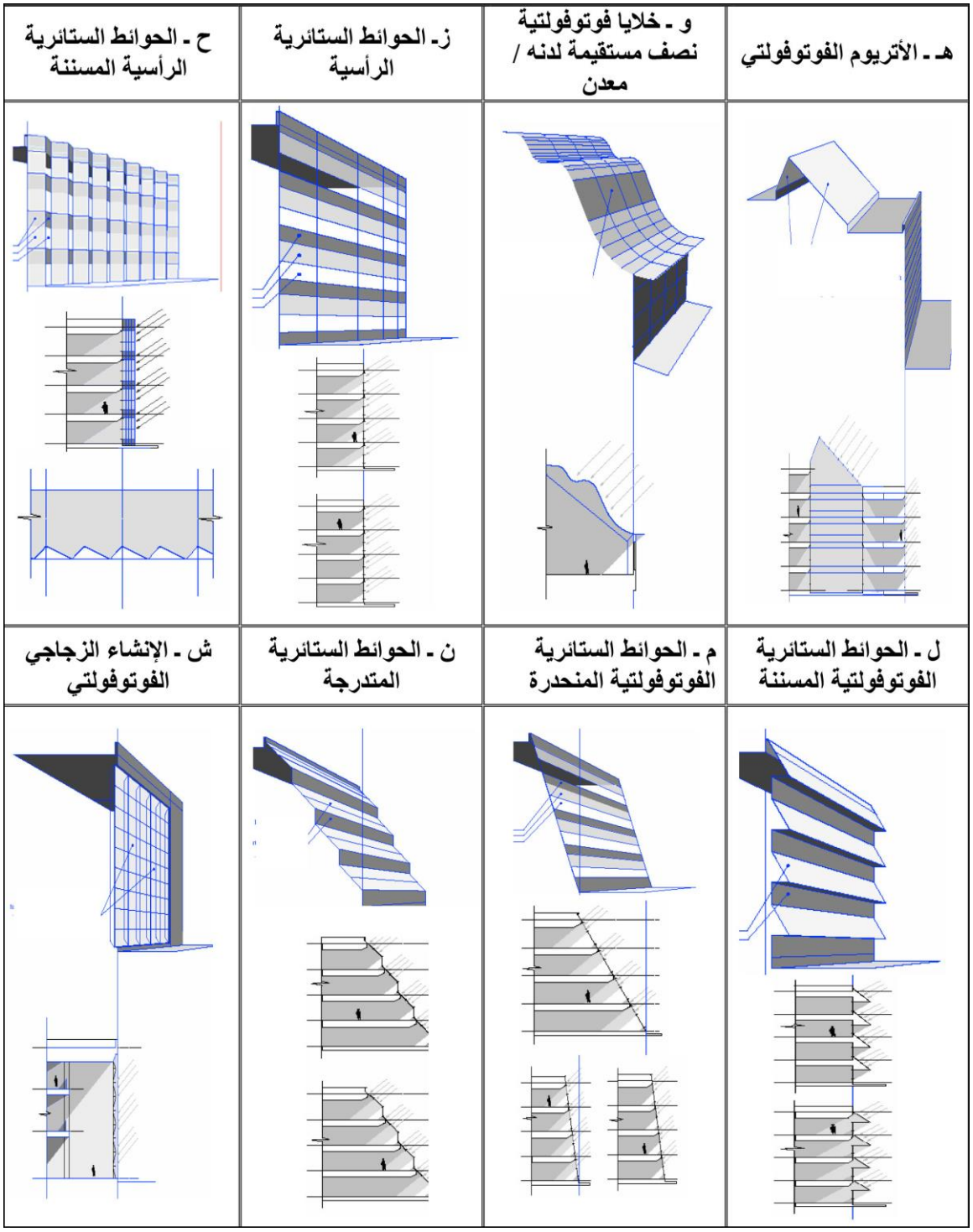
ثالثاً: استخدامها كدربزين البلكونات والتراسات:

وفيها يتم تركيب الدربزين ويكون المكون الأساسي فيه الخلايا الشمسية كبديل عن مواد الدربزين التقليدية ويعطي شكل جديد وحديث.



شكل(4- 18) خلايا شمسية كدربزين البلكونات والتراسات (Krawietz, 2011)

أ ـ مصفوفات الأسطح الفوتوفولتية المستقلة	ب ـ أسطح فوتوفولتية مسننة	جـ ـ الإضاءة السماوية بالخلايا الفوتوفولتية	د ـ تجمعات فوتوفولتية سطحية
			
طـ نظام مظلات الخلايا الفوتوفولتية المهجنة	**ي ـ مظلات فوتوفولتية مهجنة / نظام أرفف منيرة**	**ك ـ الخلايا الفوتوفولتية وفقاً للحوائط الستائرية**	**ك ـ الخلايا الفوتوفولتية وفقاً للحوائط الستائرية**
			



شكل(4- 19) الأشكال التي تظهر بها الخلايا الشمسية على أغلفة المباني (farrington, 1993)

4-8 المستويات الشكلية للتكامل بين الخلايا الشمسية والنتاج المعماري:

يعتمد إنجاح عملية التكامل بين المنظومات الشمسية وتصميم المبنى على مدى التفاعل بينهما وبهدف تحقيق الزيادة في مستويات التكامل معماريا، تقاس عملية التكامل الشكلي بخمسة مستويات بناء على مدى اتساع وتنامي الاندماج بينهما. (Prasad & Snow, 2005)

4-8-1 إضافة الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي:

يتحقق هذا المستوى عندما يوظف المصمم الألواح الشمسية في المبنى بشكل غير منظور أو غير مرئي محاولاً الاستفادة من وظيفتها التقنية فقط والابتعاد قدر الإمكان عن أن يكون التوظيف ذو طابع معماري مميز. يعود السبب في ذلك الى رغبة المصمم في عدم تغيير الطابع المعماري الظاهر أصلاً للمبنى وغالباً ما يحدث هذا في الابنية التي تتميز بملامح معمارية تاريخيه.

4-8-2 إضافة الخلايا الشمسية إلى تصميم المبنى:

تتم اضافة المنظومات الشمسية للمباني المشيده مسبقا أو المباني قيد الانشاء عندما يحصل نقص في الاداء الوظيفي لبعض الفضاءات بسبب تغيرات وظيفيه داخل المبنى أو أن يكون هناك حاجه ماسه لتحسين مستويات الراحه داخل فضاءات معينه وفي الوقت نفسه عندما يكون هناك حاجه لزيادة الطاقة الداخله للمبنى، وهنا تضاف المنظومات الشمسية كأدوات للتظليل لتبدو كجزء من المبنى في حالة رغبة المصمم التحكم بالإضاءة الطبيعية وتقليل تأثير الأشعة الشمسية المباشرة في المبنى أو أن تتم اضافتها بدل من الزجاج كعناصر تتسم بالشفافيه لها القابليه على تزويد المبنى بالطاقة في الوقت نفسه.

4-8-3 إضافة الخلايا الشمسية إلى التعبير المعماري للمبنى:

هو أن توظف الوحدات الشمسية لتضيف طابع معاصر للمبنى. أي أن تستخدم التقنية لتقدم تغييرات للصورة المعمارية للمبنى لكن من دون أن تؤثر أو تهيمن على الوجود البصري للكتل الرئيسة في التصميم. هذا المستوى من التكامل يمكن أن يوظف في مباني مشيدة مسبقا

فقدت طابع التجدد بمرور الوقت وعن طريق اضافة الوحدات الشمسية سيكون ممكنا اظهارها بطابع معاصر من جديد، وعادة ما تستخدم بمساحات كبيرة لتزيد من القيمة المادية للمبنى.

4-8-4 الخلايا الشمسية تحدد الصورة المعمارية:

توظف الألواح الشمسية لتكون كجزء رئيس مهيمن على المظهر العام في شكل المبنى ولذلك هي تحدد شخصية العمل المعماري.

4-8-5 الخلايا الشمسية تؤثر في الفكرة التصميمية:

في هذا المستوى تكون فكرة التكامل مع المنظومات الشمسية مؤثرة في مجمل الأفكار المعمارية للمصمم لتحقيق كل ما تم ذكره في المستويات السابقه بالإضافة الى تطبيق المفاهيم التصميمة للمعالجات البيئية الذاتية. يمثل هذا المستوى من الناحيه المعمارية خَياراً متاحاً في التصاميم المعمارية يقوم على أساس الاستفادة من إمكانيات التنوع المتاحة في التقنية.

4-9 التعدد الوظيفي للمنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في الشكل المعماري:

تتميز الألواح الشمسية اليوم بشكلها الذي يعطي انطباعا بالهدوء والبساطة التي تتسم بها مؤثرات التكنولوجيا المتطورة إضافة الى أنها تستطيع أن تقدم فكرة المعاصره والتعايش مع روح العصر من خلال ما تمتلكه من إمكانيات للتفاعل مع العمارة، مع هذا يرى كل من Deo Prasad و Mark Snow (Prasad & Snow, 2005) مؤلفا كتاب With solar Design power أن للألواح تظهر جميعها بعد فهي تحتاج من المعماريين نوعاً من الشجاعة أو الجرأة إن صح التعبير لبدء التعامل معها واكتشاف تأثيرها في الشكل المعماري ومن الممكن أن تواجه المعماري مشكلة في تحقيق التناسق والتماسك في المظهر الخارجي للمساحات المعرضة للإشعاع الشمسي، والتي يجب أن يكون لها نفس المظهر، فبعض الأجزاء من السطوح قد تحتاج إلى عناصر صغيرة والتي لا يمكن أن تعمل بشكل اقتصادي كألواح شمسية بسبب موقعها المظلل. الحل في هذه الحالة يكون بأستخدام عناصر تعرف بال dummies، Cells dummy أو الخلايا الوهمية وهي عناصر غير فعالة تكون بنفس مظهر الألواح الشمسية تُستخدم لتحقيق التناسق المعماري للمساحات المختلفة والتي ستحتاجها أجزاء معينة من

القشرة الخارجية .وهناك طريقة أخرى للحصول على سطوح متناسقة هي بأضافة ألواح شمسية مع مواد إنهاء خارجية مشابهة لها. (Kimura, 2000)

كما يساهم شكل المبنى في تحديد العلاقة بين عناصر المناخ الخارجية وطبيعة الظروف الداخلية، إن شكل المبنى وما يحويه من العناصر الأفقية والعمودية، الشفافة منها والمعتمة، جميعها يشير إلى ضرورة الاهتمام بأداء المبنى. (سليم ومحمود، 1997)

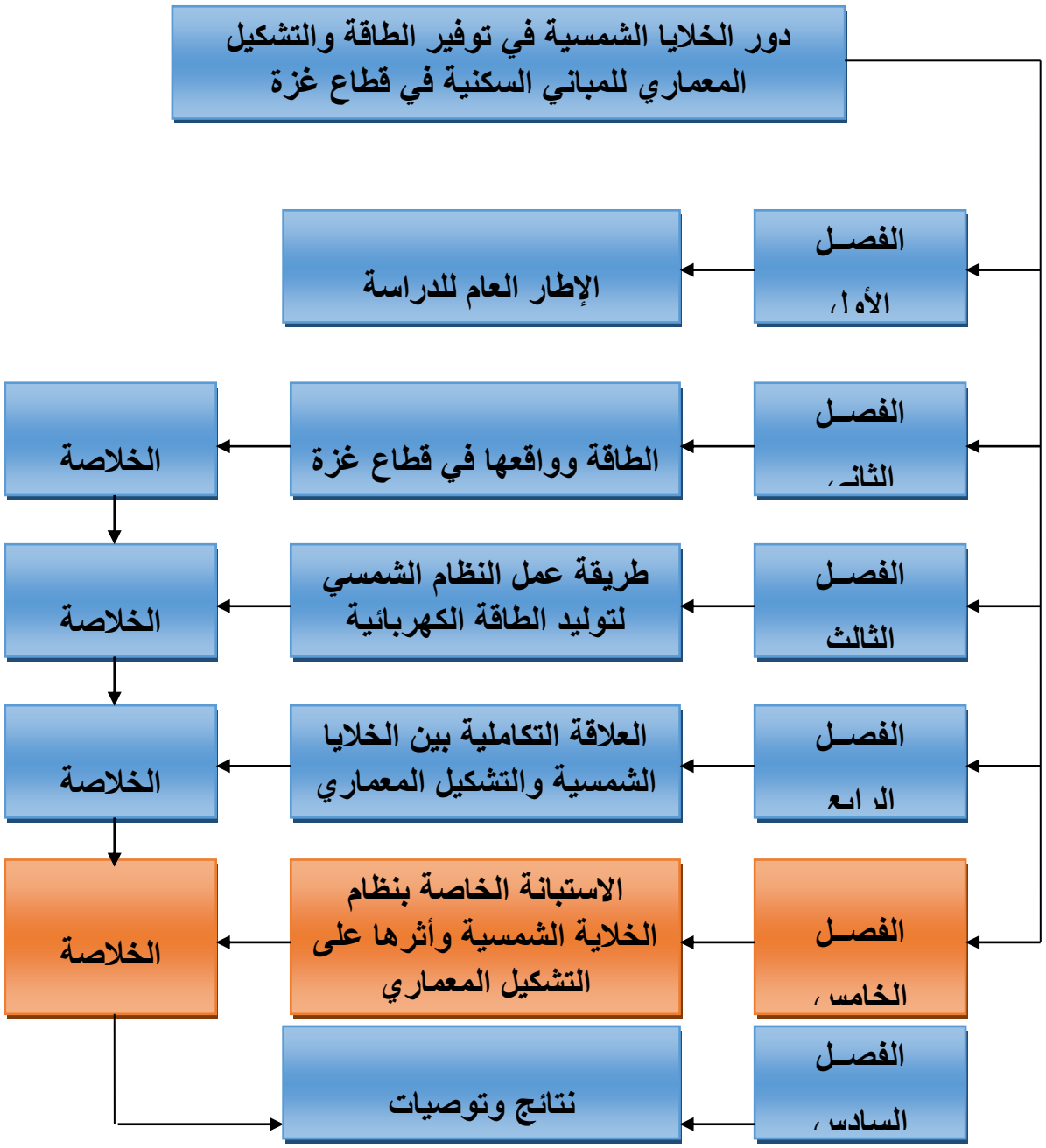
4-10 الخلاصة:

إن إمكانيات المنظومات الشمسية أصبحت تتجاوز وظيفتها في تحويل المباني من مباني تقليدية إلى مباني كفؤة في استهلاك الطاقة ذلك من خلال قدرة المصمم في جعلها متكامله كعناصر معمارية لها تأثيرها في تصميم المبنى، فالقيمة الجمالية أو القبول الذي يحتاج أن يحققه الشكل هو مسألة في غاية الأهمية، والتقنية اليوم تحاول توفير ما يتطلبه التصميم المعماري من إمكانات لتحقيق ذلك، إلا أن هذا يعتمد على كيفية استخدام المصمم لهذه التقنيات لتضفي على المبنى الطابع الجمالي الذي كان قد هيأ المصمم له مسبقا كصورة ذهنيه لما يريد لهيئة المبنى أن تبدو عليه.

إن اختيار المصمم للطريقة التي يرغب بتوظيف المنظومات الشمسية بها، ستعتمد بالدرجة الأساس على مواصفات المنظومة الشمسية، أدواته في ذلك هو ما تقدمه التقنية من إمكانيات من خلال التنوع في الشكل والهيئة والحجم واللون وما يضفيه من تأثير بصري على واجهة المبنى، وهي أمور مهمة للمعماري بما لها من تأثير في قبول الشكل النهائي للتصميم.

الفصل الخامس

الاستبانة الخاصة بنظام الخلايا الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري


دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة
الفصل الأول
الإطار العام للدراسة
الفصل الثاني
الطاقة وواقعها في قطاع غزة
الخلاصة
الفصل الثالث
طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية
الخلاصة
الفصل الرابع
العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل الخامس
الاستبانة الخاصة بنظام الخلاية الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل السادس
نتائج وتوصيات

الفصل الخامس

الاستبانة الخاصة بنظام الخلايا الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري

5-1 الطريقة والإجراءات

5-2 تحليل البيانات

5-3 الخلاصة

5-1 الطريقة والإجراءات:

5-1-1 تمهيد:

تعتبر منهجية الدراسة وإجراءاتها محورا رئيسا يتم من خلاله انجاز الجانب التطبيقي من الدراسة, وعن طريقها يتم الحصول على البيانات المطلوبة لإجراء التحليل الإحصائي للتوصل إلى النتائج التي يتم تفسيرها في ضوء أدبيات الدراسة المتعلقة بموضوع الدراسة, وبالتالي تحقق الأهداف التي تسعى إلى تحقيقها.

وبناء على ذلك تناول هذا الفصل وصفا للمنهج المتبع ومجتمع وعينة الدراسة, وكذلك أداة الدراسة المستخدمة وطريقة إعدادها وكيفية بنائها وتطويرها, ومدى صدقها وثباتها, وينتهي الفصل بالاختبارات الإحصائية التي استخدمت في تحليل البيانات واستخلاص النتائج, وفيما يلي وصف لهذه الإجراءات.

5-1-2 منهج الدارسة:

من أجل تحقيق أهداف الدراسة قام الباحث باستخدام المنهج الوصفي الايضاحي الذي يحاول من خلاله وصف الظاهرة موضوع الدراسة، وتحليل بياناتها، والعلاقة بين مكوناتها والآراء التي تطرح حولها والعمليات التي تتضمنها والآثار التي تحدثها.

وقد استخدم الباحث مصدرين أساسين للمعلومات:

1. **المصادر الأولية:** لمعالجة الجوانب التحليلية لموضوع الدراسة لجأ الباحث إلى جمع البيانات الأولية من خلال الإستبانة كأداة رئيسة للدراسة، صممت خصيصاً لهذا الغرض.
2. **المصادر الثانوية:** حيث اتجه الباحث في معالجة الإطار النظري للدراسة إلى مصادر البيانات الثانوية والتي تتمثل في الكتب والمراجع العربية والأجنبية ذات العلاقة، والدوريات والمقالات والتقارير، والأبحاث والدراسات السابقة التي تناولت موضوع الدارسة، والبحث والمطالعة في مواقع الإنترنت المختلفة.

5-1-3 مجتمع وعينة الدراسة :

مجتمع الدراسة يعرف بأنه جميع مفردات الظاهرة التي يدرسها الباحث, وبناءا على مشكلة الدراسة وأهدافها فان المجتمع المستهدف يتكون من المهندسين المعماريين في قطاع غزة، حيث تم توزيع 60 إستبانة على مجتمع الدراسة وقد تم استرداد 48 استبانة بنسبة 80%.

5-1-4 أداة الدراسة:

تم إعداد إستبانة حول " **دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة**".

تتكون إستبانة الدارسة من قسمين رئيسين:

القسم الأول: وهو عبارة عن المعلومات العامة عن المستجيب (الدرجة العلمية, الجنس, العمر, المسمى الوظيفي, الحالة المادية, سنوات الخبرة).

القسم الثاني: وهو عبارة عن **مجالات الدراسة**, ويتكون من 38 فقرة, موزع على 3 مجالات :

المجال الأول: أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية, ويتكون من (7) فقرات.

المجال الثاني: أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية, ويتكون من (20) فقرة.

المجال الثالث: مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى, ويتكون من (11) فقرة.

5-1-5 خطوات بناء الإستبانة:

قام الباحث بإعداد أداة الدراسة لمعرفة " **دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة**"، واتبع الباحث الخطوات التالية لبناء الإستبانة:

1- الإطلاع على الأدب الهندسي والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة, والاستفادة منها في بناء الإستبانة وصياغة فقراتها.

2- استشار الباحث عدداً من أساتذة الجامعات الفلسطينية والمشرفين في تحديد مجالات الاستبانة وفقراتها.
3- تحديد المجالات الرئيسة التي شملتها الاستبانة.
4- تحديد الفقرات التي تقع تحت كل مجال.
5- تم تصميم الاستبانة في صورتها الأولية .
6- تم مراجعة وتنقيح الاستبانة مع المشرف.
7- تم عرض الاستبانة على عينة مبدئية من المهندسين
8- في ضوء الآراء والمقترحات تم تعديل بعض فقرات الاستبانة من حيث الحذف أو الإضافة والتعديل, لتستقر الاستبانة في صورتها النهائية.

5-1-6 الصيغة النهائية للإستبانة

الجامعة الإسلامية - غزة

عمادة الدراسات العُليا

كلية الهندسة

قسم الهندسة المعمارية

الموضوع: استبيان لبحث علمي – ماجستير هندسة معمارية

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

يهدُف موضوع هذه الاستبانة إلى دراسة **" دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة ".**

، تحت إشراف د. **أحمد محيسن** ، وذلك لنيل درجة الماجستير في الهندسة المعمارية بالجامعة الإسلامية بغزة.

حيث تهدف هذه الرسالة إلى معرفة مدى تأثير تركيب االخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمباني السكنية ودراسة مدى أهميتها في حل مشكلة الطاقة في قطاع غزة.

يُرجى التكرم والإطلاع على هذه الاستبانة والإجابة على أسئلتها بدقة وموضوعية وذلك بوضع إشارة في الخانة التي ترونها مناسبة.

ملاحظة : - الفئة المستهدفة المهندسين المعماريين

- كافة البيانات والمعلومات المُقدمة من قبلكم لن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي.

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير،

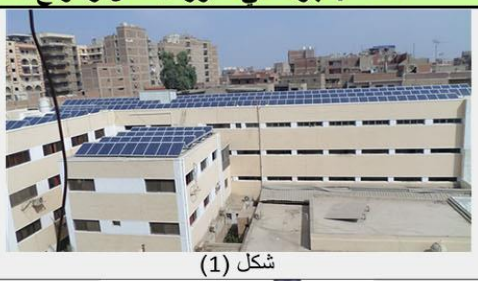
الباحث

محمد يحيى الخطيب

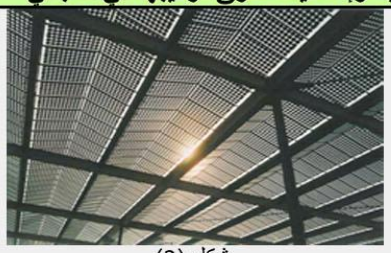
أولاً – المعلومات العامة
الاسم (اختياري) / .....
الدرجة العلمية : بكالويوس ☐ **ماجستير** ☐ **دكتوراه** ☐
الجنس : ذكر☐ انثى ☐
العمر : 22_30 ☐ 31-40 ☐ اكثر من 40 ☐
المسمى الوظيفي : أكاديمي☐ رئيس قسم ☐ مدير مشروع☐ مصمم☐ مهندس موقع☐
الحالة المادية : ممتازة☐ جيدة☐ متوسط☐ متدني☐
سنوات الخبرة : أقل من 5سنوات☐ 5-10 سنوات ☐ أكثر من 10 سنوات☐

ثانياً : أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية						
الرقم	**السؤال**	**اوافق بشدة**	**اوافق**	**محايد**	**اعترض**	**اعترض بشدة**
1	يلفت نظري ظهور الخلايا الشمسية وتركيبها للمباني السكنية					
2	الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في قطاع غزة					
3	تشجع الحكومة على تركيب الخلايا الشمسية في البيوت السكنية					
4	يعد استخدام الخلايا الشمسية مناسب أكثر من استخدام مولدات السولار والبنزين					
5	يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا					
6	استخدام الخلايا الشمسية ظاهرة حضارية تستحق الاهتمام					
7	تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة الضوضاء وتلوث الهواء					

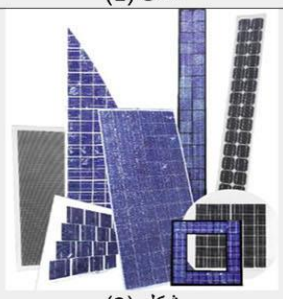
ثالثاً : جولة في صور لأشكال وأنواع الخلايا الشمسية وإمكانيات طرق تركيبها في المباني



شكل (1)

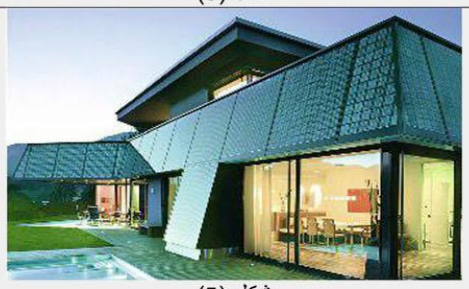


شكل (2)



شكل (3)

شكل (4)



شكل (5)

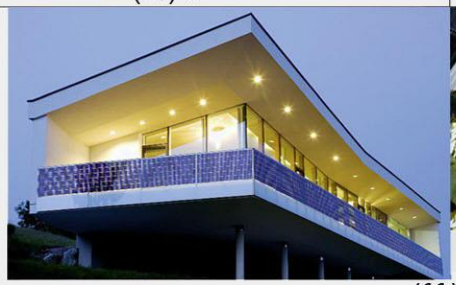
شكل (6)

شكل (7)

شكل (8)

شكل (9)

شكل (10)



شكل (11)

رابعاً : أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية						
الرقم	السؤال	اوافق بشدة	اوافق	محايد	اعترض	اعترض بشدة
1	يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني السكنية على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر					
2	يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس					
3	يؤثر تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات على فكرة المبنى وطابعه المعماري					
4	لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية (الشفافة) على الشبابيك على شكل المبنى شكل 7					
5	يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككواسر للشمس أو مظلات للشبابك وتراسات شكل 9،10					
6	يمكن استخدام شرائح خلايا شمسية كبديل عن القرميد في الأسطح المائلة شكل 6					
7	يفضل إضافة الخلايا الشمسية على سطح المبنى وعدم استبدالها لأي من عناصر المبنى الأساسية					
8	يفضل استخدام الخلايا الشمسية المعتمة أو الشفافة كمادة تغطية لعمل المعرشات وتغطيات للفراغات الخارجية والداخلية					
9	يفضل استخدام الخلايا الشمسية بأنواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبنى السكني					
10	استخدام الخلايا الشمسية الملونة يساعد على رفع مستوى التشكيل والجمال في المبنى السكني شكل 8					
11	يمكن الاستفادة من الخلايا الشمسية عند تركيبها على الفتحات لتوفير الخصوصية للفراغ الداخلي					
12	في المباني ذات الملامح التاريخية أو لها طابع مميز يفضل وضع الخلاي الشمسية بشكل غير مرئي					
13	تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت					
14	إضافة خلايا شمسية بمساحات كبيرة يزيد من القيمة المادية للمبنى					
15	استخدام الخلايا الشمسية كجزء مهيمن على المظهر العام للمبنى يحدد شخصية جديدة للعمل المعماري					
16	يمكن استخدام النظام الشمسي كفكرة تصميمية من بداية التصميم بحيث تكون مؤثرة في مجمل الأفكارة المعمارية					
17	تركيب الخلايا الشمسية على المباني التاريخية يؤثر على طابعها المعماري					
18	يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل					

	واجهات متناسقة					
19	التنوع في أشكال الخلايا الشمسية (مستطيلة – مربعة - دائرية - مثلثة ....) يوثر على التشكيل المعماري للمبنى شكل (3)					
20	تساعد الخلايا الشمسية الشفافة على إعطاء الفراغ الداخلي روح جديد من حيث الإضاءة والإلوان، شكل 7،8،9					

خامساً : مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى

ضع إشارة عند مستوى التأثير على التشكيل المعماري للمبنى إذا كان ضعيفا أو قوياً

ما مدى تأثير كل من الحالات التالية لوضع الخلايا الشمسية على المبنى على التشكيل المعماري؟

من حيث الشكل والنسيج والمادة والحجم والضوء واللون وكل ما يؤثر على التشكيل المعماري للمبنى سواء من الخارج أو في الفراغ الداخلي

الرقم	السؤال	%100	%80	%60	%40	%20
1	شكل (1) خلايا على سطح المبنى					
2	شكل (2) خلايا مرئية على سطح المبنى (نظام معرشات مثلا)					
3	شكل (3) أستخدام خلايا بأشكال مختلفة (دائرية–مثلثة–مربعة..)					
4	شكل (4) حوائط خلايا شمسية على الواجهات					
5	شكل (5) كتل كاملة في المبنى عبارة عن خلايا شمسية					
6	شكل (6) خلايا مرئية نظام أسطح مائلة (بديل القرميد)					
7	شكل (7) استبدال زجاج الشبابيك بخلايا شمسية					
8	شكل (8) استخدام تنوع في ألوان الخلايا					
9	شكل (9) تغطيات ومظلات للتراسات					
10	شكل (10) استخدامها ككواسر شمس					
11	شكل (11) استخدامها كدربزين حماية					

شكرا لحسن تعاونكم

الباحث

محمد يحيى الخطيب

5-1-7 صدق الاستبيان:

صدق الاستبانة يعني "أن يقيس الاستبيان ما وضع لقياسه" (الجرجاوي،2010: 105)، كما يقصد بالصدق "شمول الاستقصاء لكل العناصر التي يجب أن تدخل في التحليل من ناحية، ووضوح فقراتها ومفرداتها من ناحية ثانية، بحيث تكون مفهومة لكل من يستخدمها" (عبيدات وآخرون، 179:2001). وقد تم التأكد من صدق الاستبانة من خلال صدق القياس وذلك كما يلي:

أولاً: الاتساق الداخلي Internal Validity:

يقصد بصدق الاتساق الداخلي مدى اتساق كل فقرة من فقرات الاستبانة مع المجال الذي تنتمي إليه هذه الفقرة، وقد قام الباحث بحساب الاتساق الداخلي للاستبانة وذلك من خلال حساب معاملات الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجالات الاستبانة والدرجة الكلية للمجال نفسه.

يوضح جدول (5-1) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال "أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية" والدرجة الكلية للمجال، والذي يبين أن معاملات الارتباط المبينة دالة عند مستوى معنوية $0.05 \geq \alpha$ وبذلك يعتبر المجال صادق لما وضع لقياسه.

جدول (5- 1) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية " والدرجة الكلية للمجال

م	الفقرة	معامل بيرسون للارتباط	القيمة الاحتمالية (Sig.)
.1	يلفت نظري ظهور الخلايا الشمسية وتركيبها للمباني السكنية	.311	*0.016
.2	الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في قطاع غزة	.684	*0.000

.3	تشجع الحكومة على تركيب الخلايا الشمسية في البيوت السكنية	.589	*0.000
.4	يعد استخدام الخلايا الشمسية مناسب أكثر من استخدام مولدات السولار والبنزين	.697	*0.000
.5	يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا	.664	*0.000
.6	استخدام الخلايا الشمسية ظاهرة حضارية تستحق الاهتمام	.435	*0.001
.7	تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة الضوضاء وتلوث الهواء	.416	*0.002

* الارتباط دال إحصائياً عند مستوى دلالة $0.05 \geq \alpha$.

يوضح جدول (5–2) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال "أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية" والدرجة الكلية للمجال، والذي يبين أن معاملات الارتباط المبينة دالة عند مستوى معنوية $0.05 \geq \alpha$ وبذلك يعتبر المجال صادق لما وضع لقياسه.

*جدول (5- 2) **معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية " والدرجة الكلية للمجال***

م	الفقرة	معامل بيرسون للارتباط	القيمة الاحتمالية (Sig.)
.1	يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني السكنية على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر	.608	*0.000
.2	يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس	.721	*0.000
.3	يؤثر تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات على فكرة المبنى وطابعه	.347	*0.008

	المعماري		
.4	لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية (الشفافة) على الشبابيك على شكل المبنى شكل 7	.469	*0.000
.5	يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككواسر للشمس أو مظلات للشبابك وتراسات شكل 10،9	.534	*0.000
.6	يمكن استخدام شرائح خلايا شمسية كبديل عن القرميد في الأسطح المائلة شكل 6	.397	*0.003
.7	يفضل إضافة الخلايا الشمسية على سطح المبنى وعدم استبدالها لأي من عناصر المبنى الأساسية	.589	*0.000
.8	يفضل استخدام الخلايا الشمسية المعتمة أو الشفافة كمادة تغطية لعمل المعرشات وتغطيات للفراغات الخارجية والداخلية	.393	*0.003
.9	يفضل استخدام الخلايا الشمسية بأنواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبنى السكني	.487	*0.000
.10	استخدام الخلايا الشمسية الملونة يساعد على رفع مستوى التشكيل والجمال في المبنى السكني شكل 8	.610	*0.000
.11	يمكن الاستفادة من الخلايا الشمسية عند تركيبها على الفتحات لتوفير الخصوصية للفراغ الداخلي	.541	*0.000
.12	في المباني ذات الملامح التاريخية أو لها طابع مميز يفضل وضع الخلاي الشمسية بشكل غير مرئي	.306	*0.017
.13	تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت	.684	*0.000
.14	إضافة خلايا شمسية بمساحات كبيرة يزيد من القيمة المادية للمبنى	.463	*0.000

.15	استخدام الخلايا الشمسية كجزء مهيمن على المظهر العام للمبنى يحدد شخصية جديدة للعمل المعماري	.435	*0.001
.16	يمكن استخدام النظام الشمسي كفكرة تصميمية من بداية التصميم بحيث تكون مؤثرة في مجمل الأفكارة المعمارية	.499	*0.000
.17	تركيب الخلايا الشمسية على المباني التاريخية يؤثر على طابعها المعماري	.608	*0.000
.18	يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة	.652	*0.000
.19	التنوع في أشكال الخلايا الشمسية (مستطيلة – مربعة – دائرية – مثلثة ....) يوثر على التشكيل المعماري للمبنى شكل (3)	.402	*0.002
.20	تساعد الخلايا الشمسية الشفافة على إعطاء الفراغ الداخلي روح جديد من حيث الإضاءة والإلوان، شكل 7،8،9	.460	*0.001

* الارتباط دال إحصائياً عند مستوى دلالة $0.05 \geq \alpha$.

يوضح جدول (5–3) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال "مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى" والدرجة الكلية للمجال، والذي يبين أن معاملات الارتباط المبينة دالة عند مستوى معنوية $0.05 \geq \alpha$ وبذلك يعتبر المجال صادق لما وضع لقياسه.

جدول (5- 3) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى " والدرجة الكلية للمجال

م	الفقرة	معامل بيرسون للارتباط	القيمة الاحتمالية (Sig.)
.1	شكل (1) خلايا على سطح المبنى	.371	*0.005
.2	شكل (2) خلايا مرئية على سطح المبنى (نظام معرشات مثلا)	.697	*0.000
.3	شكل (3) أستخدام خلايا بأشكال مختلفة (دائرية–مثلثة–مربعة..)	.601	*0.000
.4	شكل (4) حوائط خلايا شمسية على الواجهات	.589	*0.000
.5	شكل (5) كتل كاملة في المبنى عبارة عن خلايا شمسية	.295	*0.021
.6	شكل (6) خلايا مرئية نظام أسطح مائلة (بديل القرميد)	.608	*0.000
.7	شكل (7) استبدال زجاج الشبابيك بخلايا شمسية	.646	*0.000
.8	شكل (8) استخدام تنوع في ألوان الخلايا	.709	*0.000
.9	شكل (9) تغطيات ومظلات للتراسات	.856	*0.000
.10	شكل (10) استخدامها ككواسر شمس	.721	*0.000
.11	شكل (11) استخدامها كدربزين حماية	.643	*0.000

* الارتباط دال إحصائياً عند مستوى دلالة $0.05 \geq \alpha$.

ثانياً: الصدق البنائي Structure Validity:

يعتبر الصدق البنائي أحد مقاييس صدق الأداة الذي يقيس مدى تحقق الأهداف التي تريد الأداة الوصول إليها، ويبين مدى ارتباط كل مجال من مجالات الدراسة بالدرجة الكلية لفقرات الإستبانة، وقد تم ذلك على النحو التالي:

يبين جدول (5-4) أن جميع معاملات الارتباط في جميع مجالات الاستبانة دالة إحصائياً عند مستوى معنوية $\alpha \leq 0.05$ وبذلك تعتبر جميع مجالات الاستبانة صادقه لما وضعت لقياسه.

جدول (5- 4) معامل الارتباط بين درجة كل مجال من مجالات الإستبانة والدرجة الكلية للإستبانة

المجال	معامل بيرسون للارتباط	القيمة الاحتمالية (Sig.)
أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية.	.856	*0.000
أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية.	.535	*0.000
مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى.	.999	*0.000

*الارتباط دال إحصائياً عند مستوى دلالة $\alpha \leq 0.05$.

5-1-8 ثبات الإستبانة Reliability:

يقصد بثبات الاستبانة هو "أن يعطي الاستبيان نفس النتائج إذا أعيد تطبيقه عدة مرات متتالية" (الجرجاوي،2010: 97)، ويقصد به أيضا إلى أي درجة يعطي المقياس قراءات متقاربة عند

كل مرة يستخدم فيها, أو ما هي درجة اتساقه وانسجامه واستمراريته عند تكرار استخدامه في أوقات مختلفة.

وقد تحقق الباحث من ثبات استبانة الدراسة من خلال معامل ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha Coefficient، وكانت النتائج كما هي مبينة في جدول (5–5).

جدول (5- 5) معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات الإستبانة

المجال	عدد الفقرات	معامل ألفا كرونباخ	الصدق الذاتي*
أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية.	7	0.660	0.812
أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية.	20	0.708	0.841
مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى.	11	0.831	0.911
جميع المجالات معا	38	0.786	0.886

*الصدق الذاتي = الجذر التربيعي الموجب لمعامل ألفا كرونباخ

واضح من النتائج الموضحة في جدول (5–5) أن قيمة معامل ألفا كرونباخ مرتفعة لكل مجال حيث تتراوح بين (0.660-0.831) بينما بلغت لجميع فقرات الإستبانة (0.786). وكذلك قيمة الصدق الذاتي مرتفعة لكل مجال حيث تتراوح بين (0.812–0.911) بينما بلغت لجميع فقرات الاستبانة (0.886) وهذا يعنى أن معامل الصدق الذاتي مرتفع.

وبذلك تكون الاستبانة في صورتها النهائية كما هي في الملحق (؟). ويكون الباحث قد تأكد من صدق وثبات استبانة الدراسة مما يجعله على ثقة تامة بصحة الاستبانة وصلاحيتها لتحليل النتائج والاجابة عن أسئلة الدراسة.

5-1-9 الأساليب الإحصائية المستخدمة:

تم تفريغ وتحليل الاستبانة من خلال برنامج التحليل الإحصائي Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

اختبار التوزيع الطبيعي Normality Distribution Test :

تم استخدام اختبار كولمجوروف – سمرنوف (K-S) Kolmogorov-Smirnov Test لاختبار ما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي من عدمه، وكانت النتائج كما هي مبينة في جدول (5-6).

جدول (5- 6) يوضح نتائج اختبار التوزيع الطبيعي

المجال	القيمة الاحتمالية (Sig.)
أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية.	0.236
أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية.	0.358
مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى.	0.430
جميع مجالات الاستبانة معا	0.649

واضح من النتائج الموضحة في جدول (5-6) أن القيمة الاحتمالية (Sig.) لجميع مجالات الدراسة أكبر من مستوى الدلالة 0.05 وبذلك فإن توزيع البيانات لهذه المجالات يتبع التوزيع الطبيعي, حيث تم استخدام الاختبارات المعلمية للإجابة على فرضيات الدراسة.

تم استخدام الأدوات الإحصائية التالية:

1- النسب المئوية والتكرارات (Frequencies & Percentages): لوصف عينة الدراسة.
2- المتوسط الحسابي والمتوسط الحسابي النسبي.

3- اختبار ألفا كرونباخ(Cronbach's Alpha), لمعرفة ثبات فقرات الإستبانة.

4- اختبار كولمجوروف – سمرنوف (K-S) Kolmogorov-Smirnov Test: لمعرفة ما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي من عدمه.

5- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient) لقياس درجة الارتباط: قد تم استخدامه لحساب الاتساق الداخلي والصدق البنائي للاستبانة.

6- اختبار T في حالة عينة واحدة (T-Test) لمعرفة ما إذا كانت متوسط درجة الاستجابة قد وصلت إلى درجة الحياد وهي 3 أم زادت أو قلت عن ذلك. ولقد تم استخدامه للتأكد من دلالة المتوسط لكل فقرة من فقرات الاستبانة.

7- اختبار تحليل التباين الأحادي One Way Analysis of Variance - ANOVA لمعرفة ما إذا كان هناك فروقات ذات دلالة إحصائية بين ثلاث مجموعات أو أكثر من البيانات. استخدمه الباحث للفروق التي تعزى للمتغير الذي يشتمل على ثلاث مجموعات فأكثر.

5-2 تحليل البيانات:

5-2-1 المقدمة:

يتضمن هذا الفصل عرضاً لتحليل البيانات واستعراض أبرز نتائج الإستبانة والتي تم التوصل إليها من خلال تحليل فقراتها, والوقوف على المعلومات العامة التي اشتملت على (الدرجة العلمية, الجنس, العمر, المسمى الوظيفي, الحالة المادية, سنوات الخبرة), لذا تم إجراء المعالجات الإحصائية للبيانات المتجمعة من إستبانة الدراسة, إذ تم استخدام برنامج الرزم الإحصائية للدراسات الاجتماعية (SPSS) للحصول على نتائج الدراسة التي تم عرضها وتحليلها في هذا الفصل.

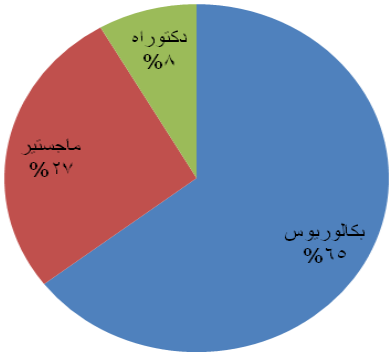
5-2-2الوصف الإحصائي لعينة الدراسة وفق المعلومات العامة:

وفيما يلي عرض لخصائص عينة الدراسة وفق المعلومات العامة

- **توزيع عينة الدراسة حسب الدرجة العلمية:**

يتضح من جدول (5-7) أن ما نسبته 64.6% من عينة الدراسة مؤهلهم العلمي بكالوريوس, 27.1% مؤهلهم العلمي ماجستير, بينما 8.3% مؤهلهم العلمي دكتوراه.

المؤهل العلمي	العدد	النسبة المئوية %
بكالوريوس	31	64.6
ماجستير	13	27.1
دكتوراه	4	8.3
المجموع	48	100.0



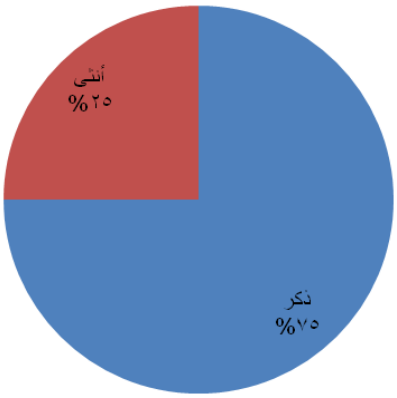
جدول (5- 7) توزيع عينة الدراسة حسب الدرجة العلمية

وتعد نسب التوزيع حسب الدرجة العلمية منطقية وذلك لأن النسب متوافقة مع الدرجة العلمية لعدد المهنسين ككل لأن النسبة الأعلى هي البكالويوس ويليها الماجستير ومن ثم الدكتوراه.

- **توزيع عينة الدراسة حسب الجنس:**

يتضح من جدول (5-8) أن ما نسبته 75.0% من عينة الدراسة ذكور, بينما 25.0% إناث. وهي نسب مطابقة المجتمع الذي تم التوزيع عليها، بحكم أن عدد المهندسين الذكور أكثر من الإناث.

الجنس	العدد	النسبة المئوية %
ذكر	36	75.0
أنثى	12	25.0
المجموع	48	100.0

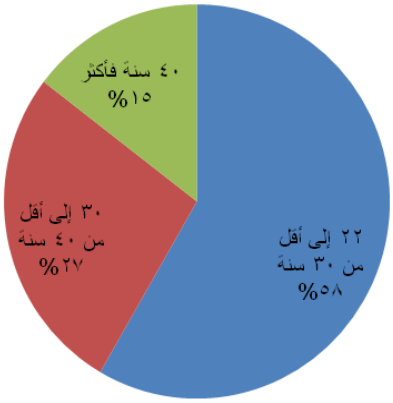


جدول (5- 8) توزيع عينة الدراسة حسب الجنس

- **توزيع عينة الدراسة حسب العمر:**

يتضح من جدول (5-9) أن ما نسبته 58.3% من عينة الدراسة تتراوح أعمارهم من22 إلى أقل من 30 سنة, 27.1% تتراوح أعمارهم من 30 إلى أقل من 40 سنة, بينما 14.6% أعمارهم 40 سنة فأكثر.

العمر	العدد	النسبة المئوية %
22 إلى أقل من 30 سنة	28	58.3
30 إلى أقل من 40 سنة	13	27.1



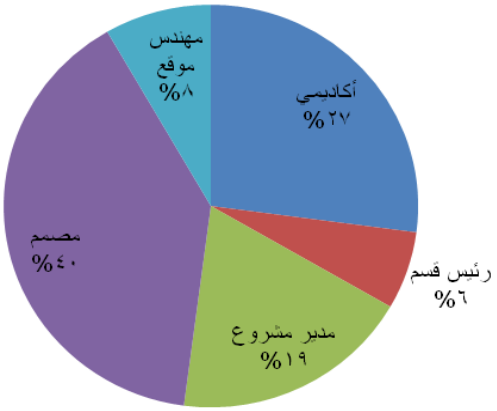
40 سنة فأكثر	7	14.6
المجموع	48	100.0

جدول (5- 9) توزيع عينة الدراسة حسب العمر

- **توزيع عينة الدراسة حسب المسمى الوظيفي:**

يتضح من جدول (5–10) أن ما نسبته 27.1% من عينة الدراسة مسماهم الوظيفي أكاديمي, 6.3% مسماهم الوظيفي رئيس قسم, 18.8% مسماهم الوظيفي مدير مشروع, 39.6% مسماهم الوظيفي مصمم, بينما 8.3% مسماهم الوظيفي مهندس موقع. هناك تنوع في المسمى الوظيفي وهذا يعطي الاستبانة قوة أكثر.

المسمى الوظيفي	العدد	النسبة المئوية %
أكاديمي	13	27.1
رئيس قسم	3	6.3
مدير مشروع	9	18.8
مصمم	19	39.6
مهندس موقع	4	8.3
المجموع	48	100.0



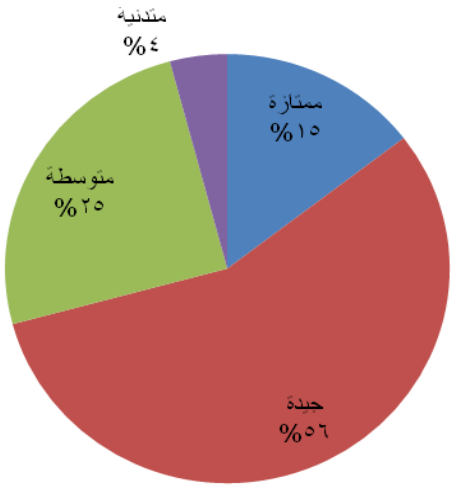
جدول (5- 10) توزيع عينة الدراسة حسب المسمى الوظيفي

- **توزيع عينة الدراسة حسب الحالة المادية:**

يتضح من جدول (5–11) أن ما نسبته 14.6% من عينة الدراسة حالتهم المادية ممتازة, 56.3% حالتهم المادية جيدة, 25.0% حالتهم المادية متوسطة, بينما 4.2% حالتهم

المادية متدنية. ومن الواضح لأن العينة المطلوبة لتعبئة الاستبانة هي فئة المهندسين لذلك كانت النتيجة أن معظمهم بحالة جيدة مادية.

الحالة المادية	العدد	النسبة المئوية %
ممتازة	7	14.6
جيدة	27	56.3
متوسطة	12	25.0
متدنية	2	4.2
المجموع	48	100.0

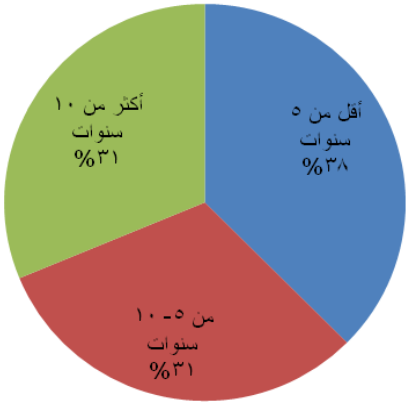


جدول (5- 11) توزيع عينة الدراسة حسب الحالة المادية

- **توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة:**

يتضح من جدول (5–12) أن ما نسبته 37.5% من عينة الدراسة سنوات خبرتهم أقل من 5 سنوات، بينما 31.3% تتراوح سنوات خبرتهم من 5– 10 سنوات وأكثر من 10 سنوات. هناك تساوي تقريبا في النسب، أي أن ثلثي العينة من المهندسين ذوي الخبرة العالية (أكثر من 5سنوات) وهذا يعطي قيمة أكثر لنتائج البحث.

سنوات الخبرة	العدد	النسبة المئوية %
أقل من 5 سنوات	18	37.5
من 5– 10 سنوات	15	31.3
أكثر من 10 سنوات	15	31.3
المجموع	48	100.0



جدول (5- 12) توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة

5-2-3تحليل فقرات الاستبانة:

لتحليل فقرات الاستبانة "المجال الأول والثاني" تم استخدام اختبارT لعينة واحدة لمعرفة ما إذا كانت متوسط درجة الاستجابة قد وصلت إلى درجة الحياد وهي 3 أم لا، فإذا كانت Sig > 0.05 (Sig أكبر من 0.05) فإنه لا يمكن رفض الفرضية الصفرية ويكون في هذه الحالة متوسط آراء الأفراد حول الظاهرة موضع الدراسة لا يختلف جوهرياً عن درجة الحياد وهي 3 ، أما إذا كانت Sig < 0.05 (Sig أقل من 0.05) فيتم رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة القائلة بأن متوسط آراء الأفراد يختلف جوهرياً عن درجة الحياد وهي 3 ، وفي هذه الحالة يمكن تحديد ما إذا كان متوسط الإجابة يزيد أو ينقص بصورة جوهرية درجة الحياد وهي 3. وذلك من خلال قيمة الاختبار فإذا كانت قيمة الاختبار موجبة فمعناه أن المتوسط الحسابي للإجابة يزيد عن درجة الحياد والعكس صحيح.

أولاً: تحليل فقرات مجال "أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية":

تم استخدام اختبار T لمعرفة ما إذا كانت متوسط درجة الاستجابة قد وصلت إلى درجة الحياد وهي 3 أم لا. النتائج موضحة في جدول (5-13).

جدول (5- 13) المتوسط الحسابي وقيمة الاحتمال (Sig.) لكل فقرة من فقرات مجال " أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية "

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	المتوسط الحسابي النسبي	قيمة الاختبار	القيمة الاحتمالية (Sig.)	الترتيب
.1	يلفت نظري ظهور الخلايا الشمسية وتركيبها للمباني السكنية	4.21	84.17	11.27	*0.000	5
.2	الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في	4.31	86.25	11.32	*0.000	4

	قطاع غزة					
.3	تشجع الحكومة على تركيب الخلايا الشمسية في البيوت السكنية	2.33	46.67	-7.33	*0.000	7
.4	يعد استخدام الخلايا الشمسية مناسب أكثر من استخدام مولدات السولار والبنزين	4.40	87.92	11.46	*0.000	3
.5	يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا	4.06	81.25	8.55	*0.000	6
.6	استخدام الخلايا الشمسية ظاهرة حضارية تستحق الاهتمام	4.67	93.33	24.24	*0.000	1
.7	تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة الضوضاء وتلوث الهواء	4.65	92.92	17.94	*0.000	2
	جميع فقرات المجال معاً	4.09	81.79	21.44	*0.000	

* المتوسط الحسابي دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.05 ≥ α.

من جدول (5–13) يمكن استخلاص ما يلي:

- المتوسط الحسابي للفقرة السادسة "استخدام الخلايا الشمسية ظاهرة حضارية تستحق الاهتمام " يساوي 4.67 (الدرجة الكلية من 5) أي أن المتوسط الحسابي النسبي 93.33%، قيمة الاختبار24.24 وأن القيمة الاحتمالية (.Sig) تساوي 0.000 ، وهذا يعني أن هناك موافقة من قبل أفراد العينة على هذه الفقرة.

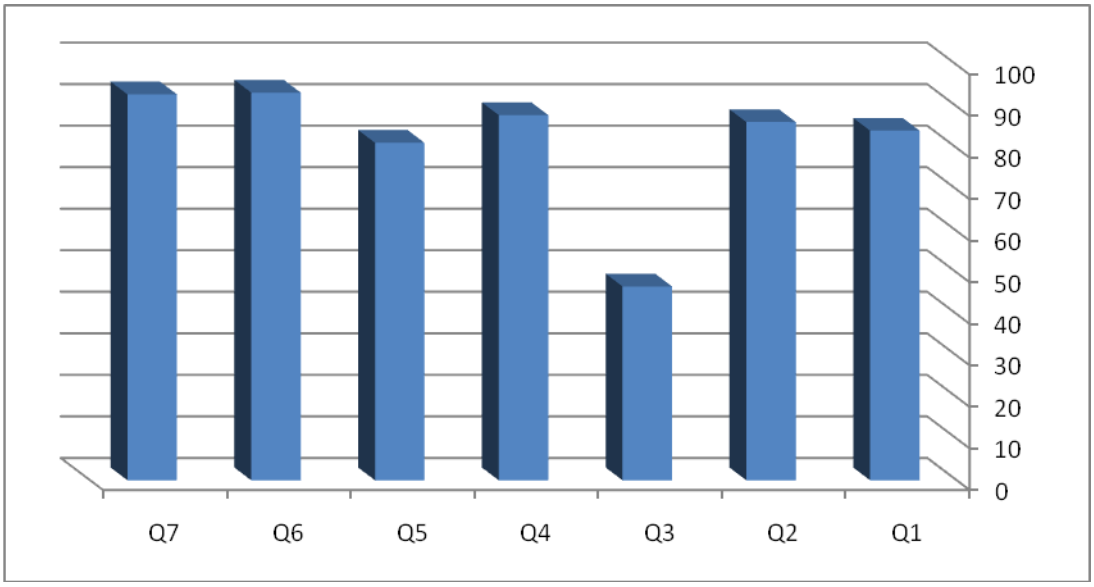
- المتوسط الحسابي للفقرة الثالثة "تشجع الحكومة على تركيب الخلايا الشمسية في البيوت السكنية" يساوي 2.33 أي أن المتوسط الحسابي النسبي 46.67%، قيمة الاختبار 7.33-, وأن القيمة الاحتمالية (.Sig) تساوي 0.000 وهذا يعني أن هناك عدم موافقة "اعتراض" من قبل أفراد العينة على هذه الفقرة.

- بشكل عام يمكن القول بأن المتوسط الحسابي يساوي 4.09، وأن المتوسط الحسابي النسبي يساوي 81.79%، قيمة الاختبار 21.44, وأن القيمة الاحتمالية (Sig.) تساوي 0.000 لذلك يعتبر مجال " أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية " دال إحصائياً عند مستوى دلالة $0.05 \geq \alpha$ ، وهذا يعني أن هناك موافقة من قبل أفراد العينة على فقرات هذا المجال.

ويعزو الباحث ذلك إلى وجود أزمة حقيقية في قطاع غزة بسبب انقطاع التيار الكهربائي المستمر واقتناع الناس وخاصة فئة المهندسين بوجود حلول عملية تساعد على حل مشكلة انقطاع التيار الكهربائي في قطاع غزة، ومن نتائج المجال الأول نجد أن هناك اتفاق عام على أن نظام الخلايا الشمسية يعد من أفضل الحلول لهذه المشكلة من عدة نواحي أهمها أنها صديقة للبيئة لا تسبب الضوضاء مثل المولدات ولا تسبب تلوث الهواء مثل الوسائل الأخرى التي تعتمد على الوقود الذي هو بدوره شحيح وغالي الثمن بسبب الحصار على قطاع غزة، كما أن هناك إجماع واضح أن نظام الخلايا الشمسية ظاهرة حضارية تساهم في رقي مستوى القطاع من جميع النواحي.

ويعزو الباحث إلى وجود اعتراض واضح في الفقرة الثالثة (تشجع الحكومة على تركيب الخلايا الشمسية في البيوت السكنية) إلى عدم رؤية العينة وجود اهتمام من قبل الحكومة على التشجيع على تركيب نظام الخلايا الشمسية ويرجع ذلك إلى عدم وجود حوافز أو ترغيب للناس على تركيبها من خلال المساعدة المالية أو سن القوانين اللازمة لذلك، ويمكن أن يكون السبب هو الحصار القائم على الحكومة وعدم وجود استقرار حكومي بسبب الانقسام.

واتفقت هذه النتائج مع رأي الباحث أن نظام الخلايا الشمسية بعض أحد أفضل الحلول لمشكلة الطاقة في قطاع غزة.



شكل(5- 1) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال (أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية)

5-2-3-1 تحليل فقرات مجال "أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية":

تم استخدام اختبار T لمعرفة ما إذا كانت متوسط درجة الاستجابة قد وصلت درجة الحياد وهي 3 أم لا. النتائج موضحة في جدول (5-14).

جدول (5- 14) المتوسط الحسابي وقيمة الاحتمال (Sig.) لكل فقرة من فقرات مجال أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية"

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	المتوسط الحسابي النسبي	قيمة الاختبار	القيمة الاحتمالية (Sig.)	الترتيب
.1	يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني السكنية على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر	3.46	69.17	3.63	*0.000	17

.2	يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس	4.23	84.58	13.58	*0.000	5
.3	يؤثر تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات على فكرة المبنى وطابعه المعماري	3.83	76.67	5.35	*0.000	12
.4	لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية (الشفافة) على الشبابيك على شكل المبنى شكل 7	3.69	73.75	4.70	*0.000	16
.5	يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككواسر للشمس أو مظلات للشبابك وتراسات شكل 10،9	4.33	86.67	13.93	*0.000	2
.6	يمكن استخدام شرائح خلايا شمسية كبديل عن القرميد في الأسطح المائلة شكل 6	4.33	86.67	11.83	*0.000	2
.7	يفضل إضافة الخلايا الشمسية على سطح المبنى وعدم استبدالها لأي من عناصر المبنى الأساسية	3.29	65.83	1.96	*0.028	19
.8	يفضل استخدام الخلايا الشمسية المعتمة أو الشفافة كمادة تغطية لعمل المعرشات وتغطيات للفراغات الخارجية والداخلية	4.17	83.33	12.19	*0.000	6
.9	يفضل استخدام الخلايا الشمسية بأنواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبنى السكني	3.33	66.67	2.61	*0.006	18
.10	استخدام الخلايا الشمسية الملونة يساعد على رفع مستوى التشكيل والجمال في المبنى السكني شكل 8	4.00	80.00	7.51	*0.000	8
.11	يمكن الاستفادة من الخلايا الشمسية عند تركيبها على الفتحات لتوفير الخصوصية للفراغ الداخلي	3.81	76.25	6.90	*0.000	13
.12	في المباني ذات الملامح التاريخية أو لها طابع مميز يفضل وضع الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي	4.52	90.42	16.16	*0.000	1

.13	تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت	3.96	79.17	9.72	*0.000	11
.14	إضافة خلايا شمسية بمساحات كبيرة يزيد من القيمة المادية للمبنى	3.73	74.58	5.03	*0.000	15
.15	استخدام الخلايا الشمسية كجزء مهيمن على المظهر العام للمبنى يحدد شخصية جديدة للعمل المعماري	3.81	76.25	6.00	*0.000	13
.16	يمكن استخدام النظام الشمسي كفكرة تصميمية من بداية التصميم بحيث تكون مؤثرة في مجمل الأفكارة المعمارية	4.27	85.42	13.68	*0.000	4
.17	تركيب الخلايا الشمسية على المباني التاريخية يؤثر على طابعها المعماري	4.00	80.00	7.33	*0.000	8
.18	يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة	3.25	65.00	1.32	0.097	20
.19	التنوع في أشكال الخلايا الشمسية (مستطيلة – مربعة – دائرية – مثلثة ....) يوثر على التشكيل المعماري للمبنى شكل (3)	3.98	79.58	9.31	*0.000	10
.20	تساعد الخلايا الشمسية الشفافة على إعطاء الفراغ الداخلي روح جديد من حيث الإضاءة والإلوان، شكل 9،8،7	4.15	82.92	11.61	*0.000	7
	جميع فقرات المجال معاً	3.91	78.15	18.58	*0.000	

* المتوسط الحسابي دال إحصائياً عند مستوى دلالة $0.05 \geq \alpha$.

من جدول (5–14) يمكن استخلاص ما يلي:

- المتوسط الحسابي للفقرة الثانية عشر" في المباني ذات الملامح التاريخية أو لها طابع مميز يفضل وضع الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي "يساوي 4.52 (الدرجة الكلية من 5) أي أن

المتوسط الحسابي النسبي 90.42%، قيمة الاختبار 16.16, وأن القيمة الاحتمالية (.Sig) تساوي 0.000 وهذا يعني أن هناك موافقة من قبل أفراد العينة على هذه الفقرة.

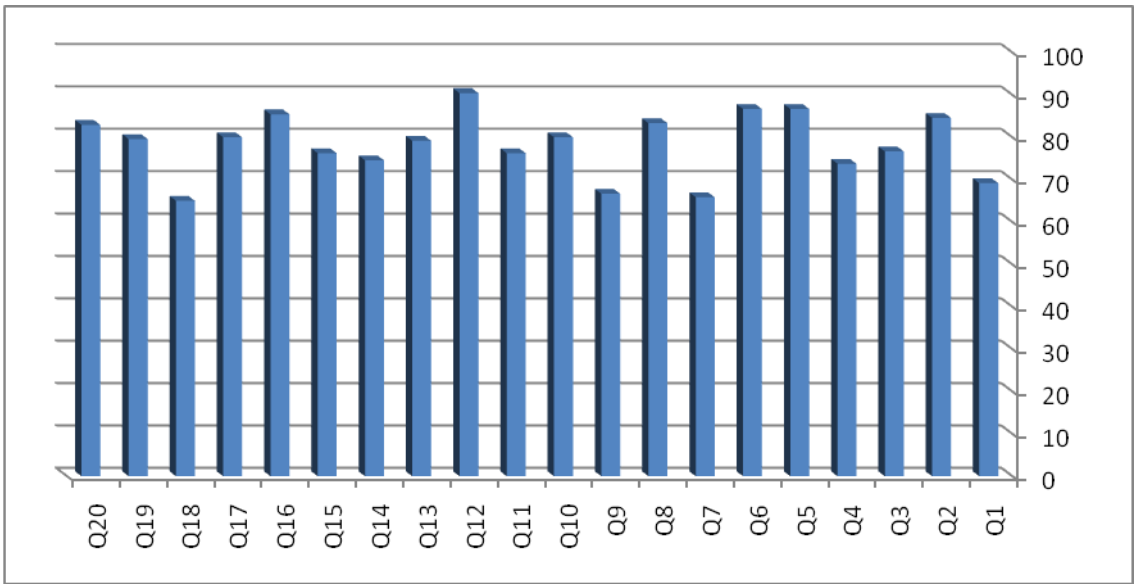
- المتوسط الحسابي للفقرة الثامنة عشر "يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة "يساوي 3.25 أي أن المتوسط الحسابي النسبي 65.00%، قيمة الاختبار 1.32, وأن القيمة الاحتمالية (.Sig) تساوي 0.097 وهذا يعني أن هناك حياد من قبل أفراد العينة على هذه الفقرة. ويرجع ذلك إلى عدم اقتناع البعض بوضع خلايا وهمية وأنه على مقدرة على تصميم وضع الخلايا بالاتجاه الصحيح مع المحافظة على التناسق والجمال في المبنى.

- بشكل عام يمكن القول بأن المتوسط الحسابي يساوي 3.91، وأن المتوسط الحسابي النسبي يساوي 78.15%، قيمة الاختبار 18.58, وأن القيمة الاحتمالية (.Sig) تساوي 0.000 لذلك يعتبر مجال " **أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية** " دال إحصائياً عند مستوى دلالة $\alpha \leq 0.05$ ، وهذا يعني أن هناك موافقة من قبل أفراد العينة على فقرات هذا المجال.

ويعزو الباحث ذلك إلى وجود اتفاق واضح بين المهندسين المعماريين على الأن نظام الخلايا الشمسية له أثر واضح على التشكيل المعماري للمبنى، وهذا يتضح من خلال التنوع في الأسئلة من حيث نوع الخلايا الشكل والتركيب وترابطها مع المبنى وموافقة جموع العينة على تركيبها وأثرها على المبنى.

ويرجع وجود النخفاض البسيط في بعض الفقرات يصل إلى الحيادية مثل الفقرة الأول (يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني السكنية على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر) لعدم وجود تحديد لنوع المبنى حيث أن نوع المبنى وطابعه التصميمي يعتبر أهم محددات تصميم نظام الخلايا وتكاملها مع المبنى، حيث أن عند تحديد نوع المبنى مثل الفقرة الثانية عشرة " في المباني ذات الملامح التاريخية أو لها طابع مميز يفضل وضع الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي " كان هناك إجماع واضح على الموافقة بشدة على نوع التركيب وطريقته المقترحة.

واتفقت هذه النتائج مع الدراسات السابقة المتجهة نحو تكامل الخلايا الشمسية مع المبنى حتى أنه أصبح نظام متبع عالميا ويحمل اسم وطابع خاص (BIPV).



شكل(5- 2) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال " أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية "

5-2-3-2 تحليل فقرات مجال " مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى "

تم استخدام المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمعرفة درجة الموافقة على الفقرات. النتائج موضحة في جدول (5-15).

جدول (5- 15) المتوسط الحسابي% والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات مجال " مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى "

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب
.1	شكل (1) خلايا على سطح المبنى	52.92	29.32	11

.2	شكل (2) خلايا مرئية على سطح المبنى (نظام معرشات مثلا)	67.08	23.52	9
.3	شكل (3) استخدام خلايا بأشكال مختلفة (دائرية – مثلثة – مربعة..)	77.50	20.47	4
.4	شكل (4) حوائط خلايا شمسية على الواجهات	82.08	17.13	2
.5	شكل (5) كتل كاملة في المبنى عبارة عن خلايا شمسية	86.67	16.16	1
.6	شكل (6) خلايا مرئية نظام أسطح مائلة (بديل القرميد)	73.33	22.34	5
.7	شكل (7) استبدال زجاج الشبابيك بخلايا شمسية	69.58	23.33	8
.8	شكل (8) استخدام تنوع في ألوان الخلايا	78.33	22.91	3
.9	شكل (9) تغطيات ومظلات للتراسات	71.67	24.00	7
.10	شكل (10) استخدامها ككواسر شمس	72.92	21.63	6
.11	شكل (11) استخدامها كدربزين حماية	59.58	24.23	10
	جميع فقرات المجال معاً	71.97	13.73	

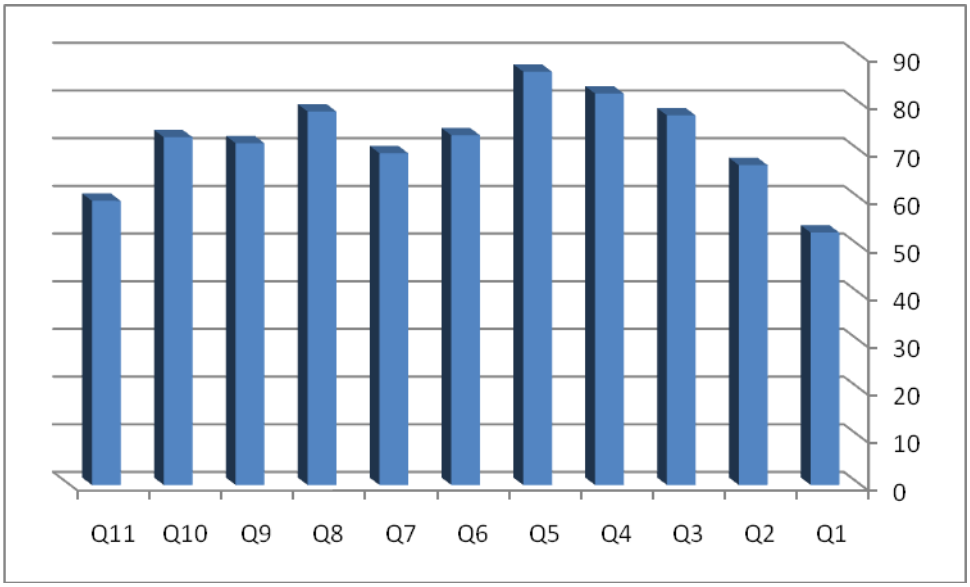
يتضح من الجدول رقم (5–15) أن أكثر درجات الموافقة على فقرات مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى هي على الترتيب:

1– شكل (5) كتل كاملة في المبنى عبارة عن خلايا شمسية 86.67%.
2– شكل (4) حوائط خلايا شمسية على الواجهات 82.08%.
3– شكل (8) استخدام تنوع في ألوان الخلايا 78.33%.
4– شكل (3) استخدام خلايا بأشكال مختلفة (دائرية – مثلثة –مربعة..) 77.50%.
5– شكل (6) خلايا مرئية نظام أسطح مائلة (بديل القرميد) 73.33%.
6– شكل (10) استخدامها ككواسر شمس 72.92%.
7– شكل (9) تغطيات ومظلات للتراسات 71.67%.
8– شكل (7) استبدال زجاج الشبابيك بخلايا شمسية 69.58%.

9- شكل (2) خلايا مرئية على سطح المبنى (نظام معرشات مثلا) 67.08%
10- شكل (11) استخدامها كدربزين حماية 59.58%
11- شكل (1) خلايا على سطح المبنى 52.92%.

من خلال ترتيب النتائج المذكورة أعلاه اتضح وبشكل واضح مستويات تأثير طرق تركيب نظام الخلايا الشمسية من حيث نوعها وشكلها ومكان تركيبها على التشكيل المعماري للمبنى فنجد أن استخدامها على السطح هو أقل تأثيراً أما يليها في التأثير استخدامها كعناصر إضافية في المبنى مثل الشبابيك والكواسر الشمس والمظلات والدربزينات ويتضح أن الأكثر تأثرا استخدامها كحوائط أو ككتل كاملة في المبنى.

ويعزو الباحث ذلك إلى أن مستوى تأثير وضع الخلايا يرجع إلى مكان تركيبها ومجال الرؤية لها حيث أن الخلايا الظاهرة على واجهات المبنى هي المواجهة لنظر الناس أما التي على السطح تكون أقل رؤية (لا ترى إلى من مناطع أعلى من المبنى).



شكل(5- 3) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال

" مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى"

5-2-3-3 فرضيات ربط بعض المعلومات العامة للعينة مع مجالات الاستبيان الأساسية:

1- فرضية علاقة المسمى الوظيفي مع مجالات الاستبيان:

لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات تقديرات عينة الدراسة حول "دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة" عند مستوى دلالة $0.05 \geq \alpha$ تعزى إلى المسمى الوظيفي.

من النتائج الموضحة في جدول (5-16) تبين أن القيمة الاحتمالية (Sig.) المقابلة لاختبار" التباين الأحادي " أكبر من مستوى الدلالة $0.05 \geq \alpha$ لجميع المجالات وبذلك يمكن استنتاج أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات تقديرات عينة الدراسة حول هذه المجالات تعزى إلى المسمى الوظيفي.

جدول (5- 16) نتائج اختبار" التباين الأحادي " – المسمى الوظيفي

المجال	المتوسطات					قيمة الاختبار	القيمة الاحتمالية (Sig.)
	أكاديمي	رئيس قسم	مدير مشروع	مصمم	مهندس موقع		
أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية.	4.05	4.29	3.95	4.12	4.21	0.752	0.562
أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية.	3.83	3.68	3.86	3.97	4.18	1.375	0.258
مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري	65.03	61.82	76.57	75.41	75.45	2.012	0.110

ويتضح من نتيجة التباين أن المسمى الوظيفي لم يؤثر على إجابات الاستبيان بل بالعكس تماما كانت الإجابات متقاربة بغض النظر عن المسمى الوظيفي وطبيعة العمل سواء أكاديمي أو مصمم أو مهندسين مواقع....

2- فرضية علاقة الحالة المادية مع مجالات الاستبيان:

لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات تقديرات عينة الدراسة حول " دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة مستوى دلالة $0.05 \geq \alpha$ تعزى إلى الحالة المادية.

من النتائج الموضحة في جدول (5-17) تبين أن القيمة الاحتمالية (.Sig) المقابلة لاختبار" التباين الأحادي " أكبر من مستوى الدلالة $0.05 \geq \alpha$ لجميع المجالات وبذلك يمكن استنتاج أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات تقديرات عينة الدراسة حول هذه المجالات تعزى إلى الحالة المادية.

جدول (5- 17) نتائج اختبار" التباين الأحادي " – الحالة المادية

المجال	المتوسطات				قيمة الاختبار	القيمة الاحتمالية (Sig.)
	ممتازة	جيدة	متوسطة	متدنية		
أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية.	4.18	4.03	4.19	4.00	0.819	0.491
أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية.	3.81	3.95	3.92	3.63	0.754	0.526
مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى.	64.94	73.06	73.94	70.00	0.753	0.526

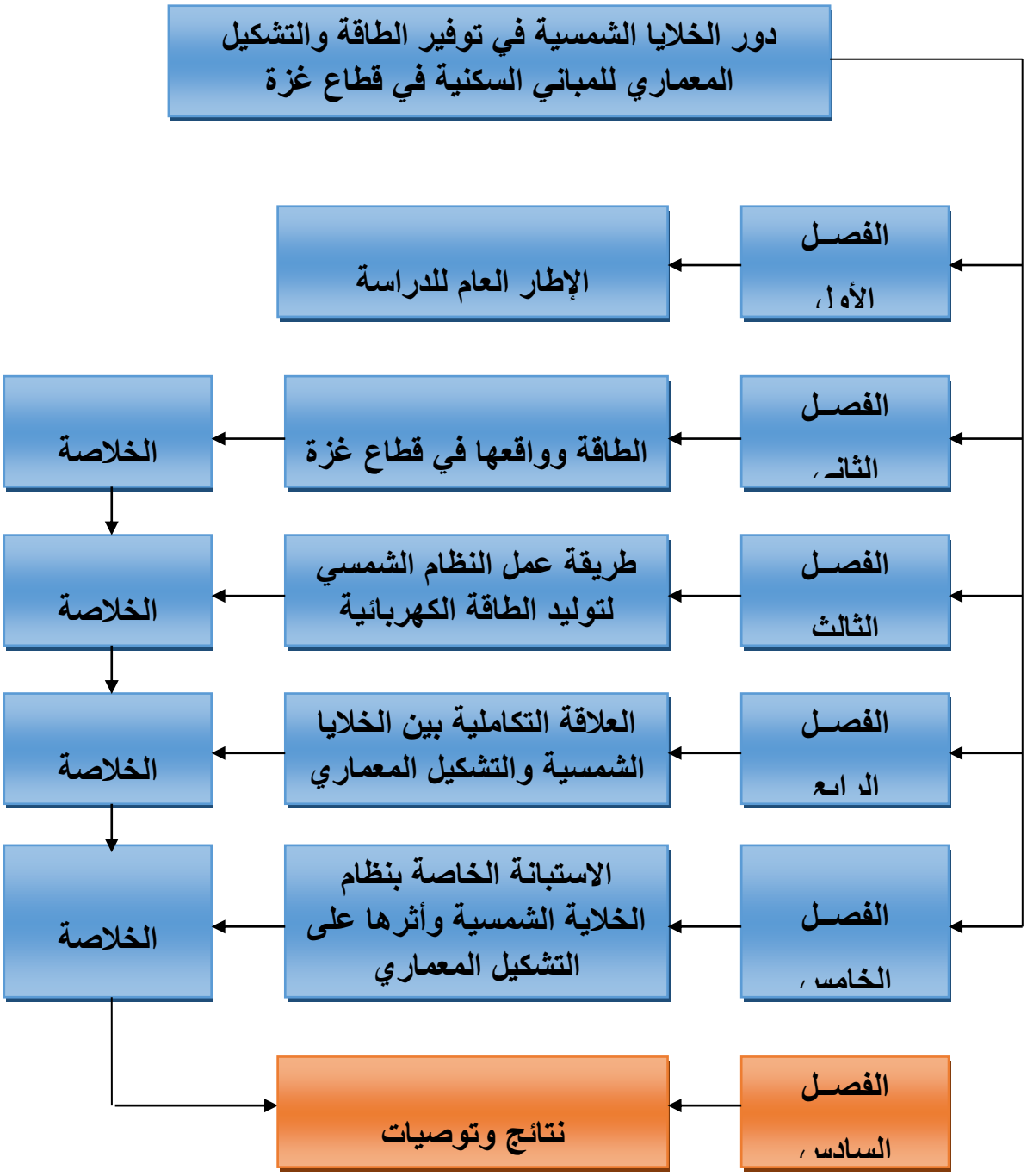
ويتضح من نتيجة التباين أن الحالة المادية لم يؤثر على إجابات الاستبيان بل بالعكس تماما كانت الإجابات متقاربة بغض النظر عن الحالة المادية إن كانت ممتازة أم متدنية ويرجع ذلك إلى اقتناع العينة الجدوى الاقتصادية للنظام الشمسي وأنه موفرا اقتصادية على المدى البعيد وكذلك استخدامها كبديل عن مواد الانهاء التقليدية يعد عنصر موفر اقتصاديا مقارنة بالعائد الوظيفي والجمالي.

5-3 الخلاصة:

من خلال الاستبانة تبين أن النظام الشمسي يعد من أفضل الأساليب والحلول لحل مشكلة الكهرباء في قطاع غزة لما يتميز به في نواحي عدة من الناحية الوظيفية من حيث توليد الطاقة الكهربائية النظيفة الغير مؤثرة على البيئة ومن الناحية الاقتصادية لأنه برغم ارتفاع سعرها النسبي مقارنة بالأساليب الأخرى لتوفير الطاقة إلا أنها على المدى البعيد تعد أوفر اقتصاديا وفي الختام من الناحية الجمالية تعد أحد الاساليب الجديد في التشكيل المعماري حيث تؤثر على الشكل العام للمبنى والفضاء الخارجي والداخلي وكذلك من حيث اللون الملمس وتعبر عن الحداثة والرقي.

الفصل السادس

نتائج وتوصيات


دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة
الفصل الأول
الإطار العام للدراسة
الفصل الثاني
الطاقة وواقعها في قطاع غزة
الخلاصة
الفصل الثالث
طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية
الخلاصة
الفصل الرابع
العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية والتشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل الخامس
الاستبانة الخاصة بنظام الخلاية الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري
الخلاصة
الفصل السادس
نتائج وتوصيات

6-1 تمهيد:

يمثل هذا الجزء خلاصة البحث حيث يشتمل على نتائج البحث بجزئية النظري والميداني، وبعد تناول موضوع الدراسة وفق المنهجية التي وضعها الباحث لإجراء الدراسة بالشكل المطلوب، حيث تمت عملية تحليل واقع نظام الخلايا الشمسية وأثرها على التشكيل المعماري للمبنى السكني في قطاع غزة ودراسة خصائصها الوظيفية والبصرية والجمالية وبالاعتماد على الجزء النظري ونتائج تحليل الاستبانة وغيرها من المعلومات العامة، قام الباحث بعرض الحلول والمقترحات والعمل على استغلال العناصر الجمالية والوظيفية للخلايا الشمسية وربطها مع المباني السكنية بالشكل الأنسب، وقد خلصت الدراسة إلى النتائج والتوصيات التالية:

6-2 النتائج:

بعد البحث في الجزء النظري وتحليل الاستبانة والنظر في المعلومات العامة وفق المنهجية التي وضعها الباحث لإجراء الدراسة المطلوبة تم الوصول إلى النتائج التالية:

1- الطاقة لها صور عديد منها طاقة متجددة وغير متجددة وتتحول من صورة لأخرى، وأن معظمها أساسه هو الشمس والتي بدورها يمكن الاستفادة منها بشكل مباشر لتوليد الحرارة للتسخين أو لتوليد الكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية وقد تم توضيح مشكلة الطاقة في قطاع غزة والحاجة الشديدة للوقود لتوليد الكهرباء الذي أصبح شحيحا جدا بسبب الحصار على قطاع غزة لذلك تم التوصية باستخدام الخلايا الشمسية لاستغلال الطاقة الشمسية التي لا تنضب والتي تشع معظم أشهر السنة.

2- إن أنظمة الخلايا الشمسية هي مجرد لبنة بسيطة في تقنيات الطاقة النظيفة التى لم يعد بالإمكان التغاضي عنها، لأنها بالرغم من أنها تكلف كثيرا من الأموال في بداية إنشائها إلا أن عائداتها على المدى البعيد تعطي ثمارها الحقيقية سواء من ناحية التوفير أو من ناحية الحد من تلوث البيئة، إذ تعتبر صديقة مثالية للبيئة، وتعد ناجحة جدا في منطقة الشرق الأوسط لأنها بغض النظر من كونها أكثر الأماكن في العالم وفرة في الطاقة الشمسية إلا أنها ستوفر الكثير من الأموال المهدرة على مصادر الطاقة الأخري وأهمها البترول والغاز

الطبيعي. لذلك تعد أحد أبسط الحلول التي يمكن أن تساعد في حل مشكلة الطاقة في قطاع غزة.

3- في قطاع غزة بدأ وجود اهتمام واضح لاستخدام الخلايا الشمسية كحل مساعد لمشكلة انقطاع التيار الكهربائي ولكنه غير منتشر بشكل واضح ولكن بدأ يلفت الانتباه وجودها على أسطح المباني ولو بالشكل القليل.

4- اقتناع فئة المهندسين المعماريين بنظام الخلايا الشمسية وربطها مع المبنى لعمل طابع وطراز جديد له أهداف وظيفية من حيث توليد الطاقة وجمالية من حيث التشكيل.

5- الاقتناع بعدم وجود تشجيع من الحكومة لعدم وجود أي إجراءات تشجيعية ترغب الناس على تركيب الخلايا الشمسية لحل مشكلة الكهرباء في غزة مما يحتاج إلى وقفة قوية من المسؤول وذوي العلاقة.

6- إن تصميم مبنى كفؤ للطاقة يحتاج إلى شمولية في التفكير، فالأفكار المطروحة يجب أن تكون ملمة لمجمل الاعتبارات التصميمية من خلال إيجاد التنسيق العام.

7- إن إمكانيات المنظومات الشمسية أصبحت تتجاوز وظيفتها في تحويل المباني من مباني تقليديه إلى مباني كفوءة في استهلاك الطاقة ذلك من خلال قدرة المصمم في جعلها متكامله كعناصر معمارية لها تأثيرها في تصميم المبنى، فالقيمة الجمالية أو القبول الذي يحتاج أن يحققه الشكل هو مسألة في غاية الأهمية، والتقنية اليوم تحاول توفير ما يتطلبه التصميم المعماري من امكانات لتحقيق ذلك، إلا أن هذا يعتمد على كيفية استخدام المصمم لهذه التقنيات لتضفي على المبنى الطابع الجمالي الذي كان قد هيأ المصمم له مسبقا كصورة ذهنيه لما يريد لهيئة المبنى أن تبدو عليه.

8- إن اختيار المصمم للطريقة التي يرغب بتوظيف المنظومات الشمسية بها، ستعتمد بالدرجة الأساس على مواصفات المنظومة الشمسية، أدواته في ذلك هو ما تقدمه التقنية من إمكانيات من خلال التنوع في الشكل والهيئة والحجم واللون وما يضفيه من تأثير بصري على واجهة المبنى، وهي أمور مهمة للمعماري بما لها من تأثير في قبول الشكل النهائي للتصميم.

9- يتم تركيب وتصنيف أماكن الخلايا الشمسية في المباني على الأسطح الأفقية والأسطح المائلة وكذلك على الواجهات العمودية والمائلة وأيضا كتفاصيل معمارية.

10- إن استخدام تقنية االخلايا الشمسية كمواد إنهاء خارجية في النتاج المعماري يرتبط بأحد الأفكار الرئيسة للتكامل، وهي:

- ملائمة الوحدات الشمسية للتعويض عن مواد الانهاء الخارجية .أي بدلاً من استخدام الوحدات الشمسية ومواد الإنهاء التقليدية، يتم استخدام الوحدات الشمسية فقط بعد أن يتم تصميمها كمواد إنهاء خارجية للتقليص في كمية المواد المستخدمة في المشروع.
- ملائمة الوحدات الشمسية لتندمج مع مواد الانهاء من خلال تضمينها للخلايا الشمسية عند عملية التصنيع.
- بالإضافة إلى إمكانية تكامل الوحدات الشمسية مع الأسطح الخارجية أو التفاصيل المعمارية سواء كانت هذه الوحدات شفافة أو معتمة .أو سواء كانت الأسطح مستوية أم منحنية.

11- هناك عدة مستويات شكلية للتكامل بين المنظومات الشمسية والنتاج المعماري ومن الممكن أن يلجأ المعماري لتحقيق أكثر من مستوى في آن واحد. كما أن هذه الطرق تم تصنيفها بناء على مدى اتساع وتنامي التكامل ما بين الخلايا الشمسية والتصميم المعماري، إلا أن هذا لا يعني أن إضافة الخلايا للمبنى بشكل وظيفي فقط سيقلل من أهمية التوظيف .ففي مشاريع الإحياء للأبنية ذات الطابع التاريخي والتي تعتمد عند إعادة إحيائها على الطاقة المتجددة، لايشترط أن يكون للوحدات الشمسية تأثير في التعبير المعماري، ولذا لا يكون إظهار الألواح الشمسية مناسباً دائماً خاصة في المباني المتميزة بملامح معمارية تاريخية

12- يجب أن تؤدي الخلايا الشمسية (كعنصر متكامل جديد) وظيفتها في إنتاج الطاقة اللازمة لتشغيل المبنى وهذا ما يحاول المصمم الحصول عليه عند البحث عن التوجيه الأمثل، إلا أن عملية التصميم هي عملية تتصف بالمرونة والتي تعتمد بدورها على قدرة تقدير المصمم، ومن الممكن وكحل بديل في بعض الأحيان تقبل القليل من الخسارة في كمية الطاقة المنتجة إذا ما أثر ذلك إيجاباً في تحسين عملية التكامل بزيادة القيمة الجمالية والاقتصادية للمبنى من خلال الهيئة الجديدة لقشرتها الخارجية أي أن التعدد الوظيفي للخلايا سيساعد في التعويض عن انخفاض الكفاءة.

6-3 التوصيات:

لقد تعرض البحث إلى قضية استخدام نظام الخلايا الشمسية وكيفية التحويل المباشر يتم من خلالها للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وكيفية الاستفادة في التشكيل المعماري للمبنى السكني، للمساهمة في حل مشكلة الطاقة في غزة مع إبراز طابع معماري حديث، من خلال ذلك توصل الباحث إلى عدة توصيات من أبرزها:

1- جوانب تتعلق بالحكومة:

- العمل على نشر ثقافة الطاقة البديلة وخاصة نظام الخلايا الشمسية وتوضيح أهميتها ودورها والفوائد التي تعود على المواطنين منها.
- دعم وتفعيل جمعيات تساعد المواطنين على استخدام الخلايا الشمسية سواء من النواحي المادية أو من نواحي التوعية وتوضيح كفاءة ومزايا هذا النظام
- وضع قوانين تساهم في استخدام الطاقة البديلة وحث البلديات عليها مع عمل تسهيلات لضمان استجابة المواطنين لفكرة استخدام الخلايا الشمسية.
- حث شركة الكهرباء وسلطة الطاقة على تفعيل نظام شراء الكهرباء الفائضة من البيوت السكنية حال تركيبها للخلايا الشمسية أسوة بكل دول العالم مما يساعد الناس على التوفير في الكهرباء ويساعدهم على الاقتناع بجدواها الاقتصادية.
- عمل تسهيلات لاستيراد مكونات نظام الخلايا الشمسية حتى تصبح أقل تكلفة حتى يتسنى لجميع المواطنين تركيبها وعدم التفكير في تكاليفها العالية الثمن.
- عمل منهج تخطيط بيئي متواصل على عدة مستويات يشمل المستوى المحلي والمستوى الإقليمي والمستوى القومي، ويعتمد على العلاقات الديناميكية المتواصلة بين هذه المستويات.

2- جوانب تتعلق بالتعليم:

- التوجيه من خلال العمليات التعليمية سواء على مستوى المدارس أو على المستويات الأعلى وذلك من خلال التعريف بأنظمة الطاقة الشمسية بوجه عام وأنظمة الخلايا الشمسية بوجه خاص.

- أما على مستوى الدراسة المعمارية فيجب توجيه ذهن الدارسين إلى محاولات تطبيق هذه الأنظمة مع إيجاد الحلول المعمارية التي تتكامل شكلا ومضموناً مع فكر أنظمة الخلايا الشمسية، ومراعاة الاعتبارات البيئية والتصميمية والتخطيطية لاستخدام هذه الخلايا مع التصميم المتوائم معها

- تفعيل الدور النقابي وخصوصا نقابة المهندسن لعمل دورات تدريبية وورش عمل لتوعية المهندسين لعمل التصميمات اللازمة لدعم استخدام الخلايا الشمسية.

3- جوانب تتعلق بالمهندس المصمم:

- التعامل مع البناء كمنظومة بناء متكاملة واختيار فكرة المشروع وعناصره الداخلية ومعالجته للغلاف الخارجي (الواجهات والأسطح) بطريقة متكاملة.

- العمل على الحلول الجيدة معماريا في الواجهات وعمل تشكيلات بهذه الواجهات لتخدم توجيه الخلايا الشمسية مع استغلالها في توفير النواحي الجمالية للمبنى.

- العمل على الاستفادة ليس فقط في نواحي الطاقة والجمال ولكن من النواحي المادية عن طريق الاستفادة منها كمواد أنهاء بديلة عن المواد التقليدية وكذلك توظيفها وظائف أخرى مثل العزل الحراري واستخدامها كمظلات أو كواسر شمس للمداخل والفتحات أومعرشات وشبابيك....

- على مستوى التخطيط ضرورة وضع التخطيط البيئي من أولويات التخطيط بحيث تبنى المخططات على أساس الحفاظ على البيئة مع تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية لما لها من تأثير سلبي على البيئة.

المراجع

أولاً/ المراجع العربية:

1- الأخرس أسامة ، 2014 (كل ما تريد معرفته عن الخلايا الشمسية) http://entaj-zra3y.blogspot.com/2013/07/blog-post_22.html

2- أيفن روبرت 2011 (شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل إلى الطاقة المستدامة) ترجمة د. فيصل حردان.

3- بن دريب م.فهد بن سلطان ، 1996 ، (الطاقة الشمسية) مجلة العلوم والتقنية العدد الرابع والثلاثون.

4- الجادري إحسان علي ود. يونس محمود محمد سليم، 2010 (أثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمود إنهاء خارجية في النتاج المعماري).

5- الجرجاوي، زياد(2010). القواعد المنهجية لبناء الاستبيان، الطبعة الثانية، مطبعة أبناء الجراح، فلسطين.

6- الجوخي عيسى محمد ،2006 (مصادر الطاقة) مكتبة المجمع العربي.

7- الحمداني، موفق (2006): مناهج البحث العلمي، الأردن، عمان، مؤسسة الوراق للنشر.

8- الخياط محمد مصطفى ، 2006 الطاقة (مصادرها-أنواعها-استخداماتها) القاهرة.

9- الدراجي، رنا مجيد ياسين، 2006 رسالة ماجستير قسم الهندسة المعمارية كلية الهندية جامعة بغداد (استراتيجيات العمارة الشمسية ضمن البنية الثابتة والديناميكية لها).

10- سلطة الطاقة الفلسطينية، 2012 مقال بعنوان (أزمة الطاقة في غزة) http://www.penra.gov.ps/

11- سليم محمد ، يونس محمود، 1997 (أثر قرارات التصميم المناخي الخاصة بالسيطرة على اشعة الشمس في ضوابط بناء المساكن لمدينة بغداد)، رسالة ماجستير، الجامعة التكنلوجية.

12- الصفدي د. محمد فراس مقالة بعنوان (كل شيء عن الشمس) http://www.saaa-sy.org/pdf/enc_sun.pdf .

13- صلاح الدين إيهاب ، 1995 كتاب (الطاقة وتحديات المستقبل).

14- الطويل فادي نعيم ، 2013 رسالة ماجستير بعنوان (تقدير دالة الطلب على استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي في فلسطين).

15- عبد الرزاق نجيل كمال ، سرى فوزي عباس، 2008 (تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد)، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 26،العدد5.

16- عبيدات، ذوقان وعدس, عبد الرحمن, وعبد الحق, كايد (2001). البحث العلمي- مفهومه وأدواته وأساليبه، دار الفكر للنشر والتوزيع، عمان.

17- عرفان سامي ، 1996 دار المعارف، القاهرة (النظرية الوظيفية في العمارة).

18- عويضة نهاد محمد محمود ، 1999 رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة بعنوان (التشكيل وحقيقة العمارة).

19- القصراوي، سماح مصطفى محمد، 2005 كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية (دور التكنولوجيا المتقدمة في تشكيل العمارة المعاصرة).

20- محفوظ م. محمد بن يسلم ، 1996 ، (الإشعاع الشمسي) مجلة العلوم والتقنية العدد الرابع والثلاثون.

21- محيسن د. أحمد سلامة ، 2006 (أنظمة صديقة للبيئة استخدام الأنظمة الكهروضوية في المباني) مجلة العمران العدد الخامس

22- مركز الدراسات والبحوث الغرفة الشرقية، 2010 (اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية).

23- مندور أحمد، رمضان أحمد،1990 (اقتصاديات الموارد الطبيعية والبشرية) الدار الجامعية.

24- ميخائيل داليا سمير ، 2005 رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة بعنوان (تأثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري).

ثانياً/ المراجع الأجنبية:

1- Antonio Luque, & Steven Hegedus, "Handbook of Photovoltaic Science and Engineering", John Wiley & Sons Ltd, (2003).

2- Cristina Maria Munari Probst *, Christian Roecker "Towards an improved architectural quality of building integrated / solar thermal systems "(2007).

3- EcoOne - SolarEnergy Presentation, (2014) website: http://www.slideshare.net/EcoOneHomes/ecoone-solarenergy (Access at 15-1-2015).

4- EPIA, Photovoltaic energy electricity from the sun , European Photovoltaic Industry Association (2013). Website: www.epia.org (Access at 17-8-2014).

5- IPCC (2011), "SPECIAL REPORT ON RENEWABLE ENERGY".

6- Kimura Ken ،Ichi, 2000 " Solar Architecture For The Happiness of Mankind" Solar Energy".

7- Krawietz Prof. Dr. Arch. Silke A., 2011 (Sustainable Buildings and BIPV An international perspective)

8- Norbert ،lechner,2001 "heating ،cooling lighting ،design Methods for architect" ،Wiley ،john; and sons ،Newyork ،Inc. ،second edition.

9- Prasad Deo, Mark snow, "Designing with solar power", Images publishing, (2005).

10- Randall Thomas ،" Photovoltaics and Architecture " ،London GBR: Routledge ،(2001).

11- Robert Farrington, 1993 (Building-Integrated Photovoltaics)

12- Rolls bataries co. website: http://www.sines.fr/batterie_rolls.html (Access at 15-2-2015).

13- Sigulda, Latvia, 2010, International training"Energy efficiency of buildings and ecological construction materials".

14- Sinapis Kostas, Menno van den Donker,2013 (BIPV REPORT 2013 State of the art in Building Integrated Photovoltaics).

15- Snyder Daniel, 2014 (Facts About Residential Solar Power Systems) website: https://green-building.knoji.com/facts-about-residential-solar-power-systems/ (Access at 22-12-2014).

16- Wesoff Eric, 2011 (Can Microinverters and Optimizers Work in Large Solar PV Installations)
Wibsite: http://www.greentechmedia.com/articles/print/Can-Microinverters-and-Optimizers-Work-in-Large-Solar-PV-Installations (Access at 15-8-2014).

فهرس الأشكال والصور

شكل (1- 1) توربينات الرياح..... 19
شكل (1- 2) الطاقة المائية خلف السدود..... 19
شكل (1- 3) الطاقة كهرائية من باطن الأرض 19
شكل (1- 4) محطة توليد الطاقة بواسطة المد والجزر 19
شكل (1- 5) يوضح تصنيف الطاقة المتجددة وفق وكالة الطاقة الدولية 20
شكل (1- 6) عناصر الشمس..... 23
شكل (1- 7) ألوان الشمس السبعة..... 23
شكل (1- 8) يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس..... 24
شكل (1- 9) يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس..... 25
شكل (1- 10) تسخين المياه بالطاقة الشمسية..... 28
شكل (1- 11) الواقع الحالي للكهرباء في قطاع غزة 32
شكل (1- 11) معاناة قطع الكهرباء..... 34
شكل(3- 1) مكونات الألواح الشمسية في نظام الخلايا الشمسية..... 41
شكل(3- 2) كيفية انتاج الخلايا الشمسية للطاقة الكهربائية..... 42
شكل(3- 3) يوضح الخلايا أحادية التبلور ومتعدد التبلور 44
شكل(3- 4) يوضح أشكال الخلايا الرقيقة..... 45
شكل(3- 5) مجموعة من الخلايا الشمسية بتقنية الصبغات العضوية 48
شكل(3- 6) الخلايا الشمسية المركزة (CPV)..... 49
شكل(3- 7) دائرة القوى..... 53
شكل(3- 8) التوصيل على التوازي..... 53
شكل(3- 9) التوصيل على التوالي 54
شكل(3- 10) الدمج بين التوازي والتوالي 54
شكل(3- 11) منظم الشحن وعلاقته بنظام الخلايا الشمسية..... 56
شكل(3- 12) البطاريات لخزن الطاقة الكهربائية واستخدامها في حال عدم وجود الشمس . 56

شكل(3- 13) شاحن بطارية كهربائي 58
شكل(3- 14) نظام بسيط يوضح فكرة الخلايا الشمسية بشكل مبكامل 61
شكل(4- 1) الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية 73
شكل(4- 2) الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي. 73
شكل(4- 3) الأسطح المسننة وتكاملها مع الخلاي الشمسية 74
شكل(4- 4) استخدام الخلايا الشمسية كأسطح شفافة 74
شكل(4- 5) الخلايا الشمسية بديل عن مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة 76
شكل(4- 6) الخلايا الشمسية فوق مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة..... 76
شكل(4- 7) الخلايا الشمسية بديل عن مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة وحدات مقواة 77
شكل(4- 8) وحدات صغيرة للأسطح المائلة بديل عن المواد التقليدية..... 78
شكل(4- 9) الخلاية الشمسة الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية..... 79
شكل(4- 10) الخلاية الشمسة الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية 79
شكل(4- 11) الخلايا الشمسية واستخدامها كجدران ستائرية 81
شكل(4- 12) بعض مقاطع وطرق تركيب الخلايا الشمسية في الجدران الستائرية 82
شكل(4- 13) جدران عمودية كطبقة فوق الطبقة الداخلية..... 83
شكل(4- 14) واجهات خلايا شمسية بجدران مائلة..... 84
شكل(4- 15) جدران خلايا شمسية ذات أشكال منحنية 84
شكل(4- 16) نماذج لمانعات الشمس..... 85
شكل(4- 17) شبابيك خلايا شمسية 86
شكل(4- 18) خلايا شمسية كدربزين البلكونات والتراسات 87
شكل(4- 19) الأشكال التي تظهر بها المباني الشمسية على أغلفة المباني 89
شكل(5- 1) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال 122
شكل(5- 2) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال 126
شكل(5- 3) رسم بياني وضح المتوسط الحسابي لكل فقرة من فقرات المجال 128

فهرس الجداول

جدول (2- 1) يوضح الموارد المتاحة العالمية من الطاقة الأولية في العالم في فترة (2008-2035)..... 21
جدول (5- 1) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية " والدرجة الكلية للمجال..... 106
جدول (5- 2) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية " والدرجة الكلية للمجال..... 107
جدول (5- 3) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجال " مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى " والدرجة الكلية للمجال..... 109
جدول (5- 4) معامل الارتباط بين درجة كل مجال من مجالات الإستبانة والدرجة الكلية للإستبانة..... 111
جدول (5- 5) معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات الإستبانة..... 112
جدول (5- 6) يوضح نتائج اختبار التوزيع الطبيعي..... 113
جدول (5- 7) توزيع عينة الدراسة حسب الدرجة العلمية..... 115
جدول (5- 8) توزيع عينة الدراسة حسب الجنس..... 116
جدول (5- 9) توزيع عينة الدراسة حسب العمر..... 117
جدول (5- 10) توزيع عينة الدراسة حسب المسمى الوظيفي 117
جدول (5- 11) توزيع عينة الدراسة حسب الحالة المادية..... 118
جدول (5- 12) توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة..... 118
جدول (5- 13) المتوسط الحسابي وقيمة الاحتمال (Sig.) لكل فقرة من فقرات مجال ... 119
جدول (5- 14) المتوسط الحسابي وقيمة الاحتمال (Sig.) لكل فقرة من فقرات مجال" أثر تركيب نظام الخلايا الشمسية على المباني السكنية "..... 122
جدول (5- 15) المتوسط الحسابي% والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات مجال " مستويات تأثير أنواع وأشكال الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمبنى "..... 126
جدول (5- 16) نتائج اختبار" التباين الأحادي " – المسمى الوظيفي 129
جدول (5- 17) نتائج اختبار" التباين الأحادي " – الحالة المادية..... 130