

الاستهلال

قالى تعالى:

(وَسَخَّرْنَاكُمْ مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعاً مِنْهُنَّ فِي ذَلِكَ

لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ) سورة الجاثية، الآية (13).

الإهداء

أُهدي هذا الجهد المُتواضع إلى كلِّ عالمٍ وباحثٍ في بلادي وإلى كلِّ
دارسٍ يهتم في مجال هذا البحث.

والإهداء الكبير يكونُ لأسرتي يتقدمهم أبي وأمي الذين حرصا على
وُصُولي إلى هذا المنبر، منبر العِلْمِ والتعلم وإلى إخوتي الأعزاء
ومساندتهم لي دائماً.

وأيضاً لانتسى رفقاء دربي زملائي وأصداقي الأجلاء.

الشكر والعرفان

أولاً الشكر لله سبحانه وتعالى الواحد الأحد الذي تتم بنعمته الصالحات والذي لولا توفيقه ما كنا لنصل إلى هنا.

ثانياً نشكر كل من ساهم وساعد في إنجاز هذا البحث ابتداءً بأستاذي ومشرفي البروفسير سعود صادق حسن على صبره وحرصه الدائم على تجويد هذا العمل وخروجه بالصورة المطلوبة.

أيضاً لانسى الشكر والعرفان للمهندسين بالمركز القومي لأبحاث الطاقة - قسم الطاقة الشمسية على تفرغهم وتوفير الوقت والمساعدة في هذا البحث.

والشكر الجزيل للعديد من المهندسين العاملين في شركات الطاقة الشمسية بالسودان ودعمهم المتواصل لي بالتجارب والمعلومات.

وأخيراً إلى كل من ساهم في إنجاز هذا البحث أشكره وأدعوا له بالتوفيق والسداد، والله ولي التوفيق.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	المحتويات	البند
أ	الاستهلال	-
ب	الاهداء	-
ج	الشكروالعرفان	-
د	قائمة المحتويات	-
ز	قائمة الأشكال	-
ي	قائمة الجداول	-
ك	المستخلص	-
ل	Abstract	-
-	الفصل الأول (المقدمة)	1
1	تمهيد	1-1
1	مشكلة البحث	2-1
2	أهداف البحث	3-1
2	فرضيات البحث	4-1
2	منهجية البحث	5-1
3	حدود البحث المكانية والزمانية	6-1
-	الفصل الثاني (الدراسات السابقة)	2
4	مقدمة	1-2
4	الدراسة الأولى	2-2
4	الدراسة الثانية	3-2
5	الدراسة الثالثة	4-2
6	الدراسة الرابعة	5-2
6	الدراسة الخامسة	6-2
8	الدراسة السادسة	7-2
11	الخلاصة والاستنتاجات	8-2
-	الفصل الثالث: الخلايا الشمسية (Photovoltaic cells)	3
12	مقدمة	1-3
12	الطاقة ومصادرها	2-3

12	الطاقة المتجددة ومصادرها	3-3
13	المشاكل الناتجة عن استخدامات مصادر الطاقة التقليدية	4-3
14	الطاقة الشمسية وطرق تحويلها	5-3
16	الخلايا الشمسية تعريفها وخصائصها	6-3
19	أنواع الخلايا الشمسية	7-3
22	كفاءة الخلايا الشمسية	8-3
23	مجمعات الخلايا الشمسية	9-3
25	تطبيقات الخلايا الشمسية	10-3
26	الوظائف المعمارية للخلايا الشمسية	11-3
27	طرق تركيب وحدات الخلايا الشمسية	12-3
31	أنواع أنظمة الخلايا الشمسية	13-3
37	الخلاصة والاستنتاجات	14-3
-	الفصل الرابع (الاعتبارات العامة لتطبيق الخلايا الشمسية في المباني)	4
38	مقدمة	1-4
38	الاعتبارات العامة لاختيار نظام الخلايا الشمسية.	2-4
38	البدايل التي تقلل من استهلاك الطاقة	3-4
39	معايير الجودة الجمالية لأنظمة الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى	4-4
40	الاعتبارات البيئية لتطبيق الخلايا الشمسية	5-4
41	إعتبرات تطبيق الخلايا الشمسية في الأسطح والواجهات وعناصر التظليل	6-4
50	الخلاصة والاستنتاجات	7-4
-	الفصل الخامس: عرض وتحليل الحالات الدراسية	5
50	مقدمة	1-5
50	أسباب اختيار الحالات	2-5
51	الاعتبارات النظرية ومعايير التحليل	3-5
51	الحالات العالمية	4-5
52	الحالة الأولى: مجمع سكني (هولندا)	5-5
57	الحالة الثانية: مجمع سكني (المملكة المتحدة)	6-5
62	الحالات المحلية	7-5
66	الحالة الدراسة الأولى	8-5
71	الحالة الدراسية الثانية	9-5
75	الاستنتاجات العامة	10-5
-	الفصل السادس: ملخص الاستنتاجات والتوصيات	6
77	مقدمة	1-6

77	ملخص الاستنتاجات	2-6
79	توصيات خاصة بحالات الدراسة	3-6
81	توصيات عامة باستخدام الطاقة الشمسية في المباني السكنية	4-6
82	توصيات خاصة بالدراسات المستقبلية	5-6
83	الخاتمة	6-6
84	المراجع	-
-	الملاحق	-

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1-2	سكن بحامية عسكرية بشمال كردفان تظهر فيها الواح الخلايا الشمسية	10
2-2	سكن الحامية العسكرية يوضح وضع المحول الكهربائي بالأعلى والبطاريات بالأسفل داخل السكن	10
1-3	مخطط يوضح مساهمة الطاقة المتجددة في الاستهلاك العالمي النهائي للطاقة للعام 2009م	13
2-3	الطرق الرئيسية لاستخدام الطاقة الشمسية	15
3-3	معدل النمو المتوسط السنوي لمقدار الطاقة المتجددة و إنتاج الخلايا الشمسية من 2005 - 2010م وأيضا للعام 2010 فقط	17
4-3	شكل مبسط للخلية الشمسية	18
5-3	خلية شمسية متصلة بمقاومة متغيرة ومقياس للفولتية ومقياس للتيار	19
6-3	نموذج لخلايا سليكونية	19
7-3	نموذج لخلايا الأغشية الرقيقة	20
8-3	عملية تصنيع تكنولوجيا الأفلام	20
9-3	نموذج لخلية مصبوغة	21
10-3	طبقات خلية شمسية من البوليمر	22
11-3	مجمع ليبروس للخلايا الشمسية في ألمانيا	23
12-3	الخصائص المختلفة لوحدات الخلايا الفوتوفولتية	27
13-3	وضع وحدات الخلايا الفوتوفولتية على سطح المبنى	28
14-3	تكامل وحدات الخلايا الشمسية مع سطح المبنى باعتبارها عنصر أساسي	28
15-3	تكامل وحدات الخلايا الشمسية المشدودة مع سطح المبنى باعتبارها عنصر أساسي	29
16-3	توضح استخدام وحدات الخلايا الشمسية كمظلة لمواقف السيارات واستعمالها كحاجز للصوت بجانب مطار ميونخ	30

32	المكونات الرئيسية لنظام الخلايا الشمسية	17-3
33	المكونات الرئيسية لنظام الخلايا الشمسية المرتبط بالشبكة العامة	18-3
34	المكونات الرئيسية لنظام الخلايا الشمسية المستقل والمدعوم ببطاريات	19-3
35	المكونات الرئيسية لنظام الخلايا الشمسية المستقل والهجين	20-3
36	مخطط لثلاثة ألواح لمصفوفات شمسية	21-3
40	زوايا ميول وحدات الخلايا الشمسية على المستوى الأفقي والرأسي	1-4
41	بعد وحدات الخلايا الشمسية عن بعضها على السطح	2-4
41	ظلال المباني والعناصر المجاورة على وحدات الخلايا الشمسية	3-4
42	أماكن لحفظ البطاريات من العوامل الجوية المختلفة (أ)	4-4
42	أماكن مختلفة لحفظ البطاريات من العوامل الجوية المختلفة (ب)	5-4
43	زاوية ميلان السطح بنفس زاوية ميلان وحدات الخلايا الشمسية	6-4
43	توجيه الميول للسطح بشكل منعزل عن توجيه المبنى	7-4
44	تقسيم السطح الى عدة وحدات مائلة لتوزيع وحدات الخلايا الفوتوفولتية	8-4
45	الاستخدامات المختلفة لوحدات الخلايا وتكاملها مع المباني في الأسطح المنحنية- أ	9-4
46	الاستخدامات المختلفة لوحدات الخلايا وتكاملها مع المباني في الأسطح المنحنية- ب	10-4
46	الاستخدامات المختلفة لوحدات الخلايا وتكاملها مع المباني في الأسطح المنحنية- ج	11-4
47	إستخدامات وحدات الخلايا الشمسية في الواجهات والمدخل	12-4
47	استخدامات وحدات الخلايا الشمسية كعناصر للتظليل	13-4
48	مخطط لمحطة شمسية مركزية صغيرة لعدة وحدات سكنية	14-4
48	وضع وحدات الخلايا بالفراغات المحيطة بالمبنى	15-4
53	موقع مدينة هيروجووارد (Heerhugowaard) بالمملكة الهولندية	1-5

54	نماذج من مجمع سكني في هولندا (أ)	2-5
55	نماذج من مجمع سكني في هولندا (ب)	3-5
57	موقع مقاطعة كيركليس داخل المملكة المتحدة.	4-5
58	المخطط العام لمشروع الحالة العالمية الثانية	5-5
59	إحدى واجهات مشروع الحالة العالمية الثانية وصندوق العداد الخارجي	6-5
59	نماذج تصميم وحدات الخلايا الشمسية في واجهات المباني للحالة العالمية الثانية	7-5
60	تفصيل يوضح تركيب وحدات الخلايا في السطح	8-5
63	موقع ولاية ومدينة الخرطوم وماجاورها	9-5
66	إستخدام سخانات المياه الشمسية أعلى المبنى.(الخرطوم- حي المجاهدين)	10-5
67	مكان تواجد الخلايا الشمسية أعلى سطح المنزل للحالة المحلية الأولى	11-5
67	وحدات الخلايا الشمسية وصندوق خشبي به باقي المكونات للحالة المحلية الأولى	12-5
68	الشكل (5- 13): مكونات النظام الشمسي-(أ) المحول والمنظم والبطاريات (ب): عدد أربع بطاريات (الحالة المحلية رقم 1) (ج): مروحة تبريد المكونات الداخلية للنظام الشمسي للحالة المحلية رقم 1. (الباحث)	13-5
71	موقع قرية المنتزها على أطراف ولاية الخرطوم وولاية النيل الأبيض (الحالة المحلية رقم 2)	14-4
71	موقع منزل الحالة المحلية الثانية بالقرية	15-5
72	صورة لوحدة الخلايا الشمسية أعلى سطح المطبخ للحالة المحلية الثانية	16-5
73	صورة لمكونات النظام أ- المنظم الشمسي ب- المحول والبطارية للحالة المحلية الثانية	17-5

قائمة الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
7	كمية نقص الكفاءة بالنسبة المئوية للخلايا الشمسية خلال اليوم بسبب تأثير كلا من تراكم الغبار ودرجة حرارة الخلايا الشمسية والرطوبة النسبية للدراسة رقم 5	1-2
24	أكبرثمانية مجمعات شمسية في العالم	1-3
36	أنواع أنظمة الخلايا الشمسية	2-3
58	قدرة الخلايا لكل مبنى حسب توجيهه للحالة العالمية الثانية	1-5
64	متوسطات حالة الطقس في الخرطوم	2-5
65	أنواع المساكن حسب المواد الانشائية في ولاية الخرطوم	3-5

المستخلص

إهتم البحث باستخدام وحدات الخلايا الشمسية في المباني وذكر أنواعها ووظائفها المعمارية المختلفة، والتي تعتبر إضافة أخرى الى الدور الرئيسي وهو انتاج الطاقة الكهربائية واستعمالها في المباني السكنية. تم تحديد عدة عوامل واعتبارات خاصة بتصميم هذه الوحدات في المباني وإختيار أنظمتها. هذه العوامل منها البيئية والجمالية وأخرى خاصة بتطبيقالوحدات في الأسقف والواجهات وعناصر التظليل، وكلما توفرت الانواع المختلفة من هذه الوحدات كلما زادت من مرونة الاستخدام في المباني وجعلتها بصورة متناسقة وأكثر تكاملا مع المبنى. وبعد دراسة بعض النماذج العالمية، تم اختيار حالتين محليتين للدراسة، واحدة داخل مدينة الخرطوم وأخرى باطراف الولاية في منطقة ريفية وتم التوصل الى ان استخدام هذه الانظمة ضعيف جدا داخل الولاية لايكاد يذكر نظرا للتكاليف العالية لهذه الانظمة وعدم جدواها مقارنة بوجود الشبكة العامة. وان انتشار أنظمة الخلايا الشمسية يكون خارج الولاية في المناطق الريفية التي لا تصلها الشبكة العامة.لذلك على الرغم من أن السودان من الدول غير المنتجة لتقنيات الطاقة الشمسية الا انه يمكن استخدام الطاقة الشمسية بصورة مجدية داخل الولاية أو أي مدينة حضرية أخرى تتوفر فيها الكهرباء العامة كما في الدول الرائدة لهذه التقنية والمصنعة لها، وهو ليس بالأمر الصعب، إنما وفق شروط معينة يجب اتباعها حتى يمكن تطبيق هذه الأنظمة بالصورة الأفضل، وأن تكون ذات عائد اقتصادي وبيئي للفرد والمجتمع.

Abstract

This research discusses the use of Photovoltaic cells (PV models) in buildings, mentioning its different architectural types and functions, which is considered as an addition to its main role in producing electric energy, and applying it to residential buildings.

A number of factors and considerations concerned with Photovoltaic cells design in buildings and the selection of its systems are specified. Some of these factors are environmental and aesthetic, while others are concerned with applying it on roofs surfaces, facades and the elements of shading. The more the variety in kinds of PV models available, the more the increase in use in buildings, and its consistent and the more it is integrated with the building.

After studying some international models; two local cases were selected for the study, one within the city of Khartoum and the other at the verge of the state in a rural area. What has been found was that the use of PV systems is very rare inside the city-almost non-existent due to the high cost of these systems in the one hand; and to its non-feasibility compared to the local electricity network on the other.

It was also conceived that the spread of these systems takes place out of the state where the local electricity network does not cover. Therefore, and although Sudan is not among the countries that produce PV technology, PV can be used in a profitable way inside the state or any other urban city where local electricity is available, as same as in the pioneering countries that produce this technology. And it is not a difficult task, if this is done under certain conditions that must be followed in order that it can be applied in the best way possible, and for this to be profitable to the individual and for the community as well.