بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

أثراستخدام الخلايا الشمسية على التشكيل المعماري للمباني متعددة الطوابق بمدينة الخرطوم

Impact of Using Photovoltaic on the Architectural Formation of Multi-Storey Buildings in Khartoum City

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في العمارة (تصميم معماري)

إعداد الباحث:

تنزيل مبارك ميرغني محمود

إشراف :

دكتور أدم محمد صالح أبو البشر

أغسطس 2022

بسم الله الرحمن الرحيم

الاية القرأنية

قال الله تعالي :

(وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا)

سورة الاسراء الآية (85)

الإهداء

إلي سندي وملاذي بعد الله

إلي من آثروني علي انفسهم

إلي من فتح لي ابواب العلم والسعادة والنجاح ... معهم تعلمت معني الكفاح

أسرتي

الشكر و العرفان

انه الشكر لله اولا واخرا ... ومن لا يشُكر الناس لا يشُكر الله
لذا اتقدم بخالص شكري إلى رمز الرجولة والتضحية
إلى من دفعني إلى العلم وبه ازداد افتخارا
أبي

إلى رمز الحب وبلسم الشفاء ... إلى من يسعد قلبي بلقياها
أمي

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة ... إلى من هم اقرب إليّ من روحي
وبهم استمد عزيمتي وإصراري
أخي وأختي

إلي كل من كان له الفضل في إخراج هذا البحث في هذه الصورة
ولو بالفكر أو المشورة.

إلى هذه الصرح العلمي الفتي الجبار
جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
وبالاخص ... أساتذة كلية العمارة والتخطيط

كما اواصل شكري و عرفاني
للدكتور / أدم محمد صالح ,ويا له من نعمة في هذا العمل ان منّ الله عليّ بإشرافه

مستخلص البحث

أثر تطور التكنولجيا في العمارة المعاصرة وخاصة فيما يتعلق بأنظمة التحكم البيئي، والمنظومات الشمسية هي أحد أنظمة التحكم البيئي ، و يهتم التحكم البيئي بتوفير الظروف البيئية الملائمة لحياة الانسان في الفراغات الداخلية بالمباني مع الاخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة و المواد والموارد.

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 بمدينة الخرطوم (السودان).

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 اراء المهندسين المعماريين لاستعمال نظام الخلايا الشمسية وتاثيرها 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 بمدينة الخرطوم 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 اللون والملمس وتعبر عن الحداثة والرقي .

Abstract

The impact of the development of technology in contemporary architecture, especially with regard to environmental control systems, and solar systems are one of the environmental control systems, and environmental control is concerned with providing appropriate environmental conditions for human life in the interior spaces of buildings, taking into account the reduction of energy consumption, materials and resources.

The research aims to identify the methods of architectural integration with solar cells and how to benefit from them in enhancing beauty in the form of the final architectural product, and to study the installation sites of solar cells according to their types in the architectural form of buildings. And he worked out a balance between achieving the formal aspect of the beauty of buildings while providing the required energy from the cells and studying the extent to which people accept the idea of solar cells and using them as an auxiliary solution to the energy problem in Khartoum city (Sudan).

In order to achieve the objectives of the study, the researcher used the descriptive analysis method based on collecting information about the research problem through the available information in books, periodicals, magazines and some 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 and apply strategies to encourage its use.

The researcher concluded that the solar energy system is one of the best methods and solutions to solve the electricity problem in Khartoum city, because it is characterized by it in functional aspects in terms of generating electric power without adversely affecting the environment, and economically – despite being high price compared to other methods of energy saving at the beginning, but it saves money on the long run. 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.

الفهرست

الرقم	العنوان	رقم الصفحة
1	بسملة	أ
2	الاية القرأنية	ب
3	إهداء	ج
4	شكر و عرفان	د
5	مستخلص البحث	ه
6	Abstract	و
7	الفهرست	ز
8	قائمة الاشكال	ل
9	قائمة الجداول	ع
الباب الاول: المقدمة		
1-1	المقدمة عامة	1
2-1	مشكلة البحث	1
3-1	أهمية البحث	1
4-1	أهداف البحث	2
5-1	فرضيات البحث	2
6-1	منهجية البحث	2
1-6-1	طرق جمع المعلومات	2
7-1	حدود البحث	2

الباب الثاني: الإطار النظري		
1-2	تمهيد	3
2-2	الطاقة وواقعها بمدينة الخرطوم	3
1-2-2	الطاقة	3
2-2-2	مصادر الطاقة	4
3-2-2	الطاقة المتجددة	6
4-2-2	الطاقة الشمسية	8
1-4-2-2	الاشعاع الواصل للأرض	9
2-4-2-2	الطاقة الشمسية مصدر لأنواع أخرى من الطاقة	10
3-4-2-2	مزايا استخدام الطاقة الشمسية	10
4-4-2-2	بعض مشاكل والحلول لاستخدام الطاقة الشمسية	11
5-4-2-2	الاستخدامات الطاقة الشمسية	11
5-2-2	الطاقة الكهربائية	13
1-5-2-2	أهم مميزات الطاقة الكهربائية	13
6-2-2	الوضع الراهن للطاقة في السودان	14
1-6-2-2	مصادرالطاقة في السودان	14
2-6-2-2	استهلاك الطاقة في السودان	15
3-6-2-2	استخدام الطاقة المتجددة في السودان	16
3-2	طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية	17
1-3-2	الألواح الشمسية	17
1-1-3-2	الخلية الشمسية	17
2-1-3-2	الوحدة الشمسية	25

3-1-3-2	تغليف الألواح الشمسية	25
4-1-3-2	خاصية الشفافية والتعتيم في الوحدات الشمسية	25
5-1-3-2	طرق توصيل الألواح الشمسية	25
2-3-2	منظمات الشحن	27
3-3-2	البطاريات	28
4-3-2	العواكس	28
5-3-2	الهيكل الساند للمصفوفة (اطارات التثبيت)	29
4-2	التشكيل المعمارى	30
1-4-2	مفهوم التشكيل المعماري	30
2-4-2	مفهوم العملية التشكيلية	30
3-4-2	أسس التشكيل المعماري	31
4-4-2	وسائل التشكيل المعماري	31
5-2	العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية وتصميم الواجهات المعمارية	32
1-5-2	تصميم نظام الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى (BIPV)	32
2-5-2	الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تصميم أغلفة الخلايا الشمسية	33
3-5-2	مميزات ربط الخلايا الشمسية مع التشكيل المعمارى للمباني متعددة الطوابق	34
4-5-2	طرق دمج الأنظمة الشمسية في المباني متعددة الطوابق	35
5-5-2	مواقع وأساليب تكامل الخلايا الشمسية مع المباني متعددة الطوابق	35
1-5-5-2	الأنظمة الشمسية المتكاملة مع الأسقف	36
2-5-5-2	الأنظمة الشمسية المتكاملة مع الواجهات	40
3-5-5-2	الأنظمة الشمسية المتكاملة مع العناصر المعمارية	42
6-5-2	المستويات الشكلية للتكامل بين المنظومات الشمسية والنتاج المعماري	43

1-6-5-2	إضافة الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي	43
2-6-5-2	إضافة الخلايا الشمسية إلى تصميم المبنى	43
3-6-5-2	إضافة الخلايا الشمسية إلى التعبير المعماري للمبنى	43
4-6-5-2	الخلايا الشمسية تحدد الصورة المعمارية	43
5-6-5-2	الخلايا الشمسية تؤثر في الفكرة التصميمية	43
7-5-2	التعدد الوظيفي للمنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في الشكل المعماري	43
6-2	الدراسات السابقة	44
1-6-2	دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة	44
2-6-2	نحو تشكيل معماري مستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية	45
الباب الثالث: منهجية البحث		
1-3	تمهيد	46
2-3	منطقة الدراسة	46
1-2-3	السودان	46
2-2-3	ولاية الخرطوم	46
3-3	منهج الدارسة	47
4-3	مجتمع وعينة الدراسة	47
5-3	أداة الدراسة	48
6-3	نوع الإستبانة	48
7-3	إستبانة الدارسة	48
8-3	خطوات بناء الإستبانة	48
9-3	الاساليب الاحصائية المستخدمة	49
10-3	تطبيق اداة الدراسة	49

الباب الرابع : النتائج والمناقشة		
1-4	تمهيد	52
2-4	تحليل الإستبانة	52
3-4	الوصف الإحصائي لعينة الد راسة وفق المعلومات العامة	52
4-4	تحليل فقرات الاستبانة	55
1-4-4	تحليل فقرات مجال الاول "أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية"	55
2-4-4	تحليل فقرات المجال الثاني" أثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل	58
5-4	إختبار فرضيات الدراسة	66
1-5-4	الفرضية الأولي	66
2-5-4	الفرضية الثانية	66
3-5-4	: الفرضية الثالثة	66
4-5-4	الفرضية الرابعة	66
الباب الخامس : الخلاصة و التوصيات		
1-5	تمهيد	71
2-5	الخلاصة	71
3-5	التوصيات	72
4-5	توصيات خاصة بالدراسات المستقبلية	72
	المراجع	73
	الملاحق	74

قائمة الاشكال

الرقم	العنوان	رقم الصفحة
	الباب الثاني	
1-2	طاقة الرياح	6
2-2	الطاقة المائية	6
3-2	طاقة حرارة باطن الارض	6
4-2	محطة توليد الطاقة بواسطة المدوالجزر	6
5-2	عناصر الشمس	8
6-2	ألوان الشمس السبعة	9
7-2	يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس	9
8-2	يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس	9
9-2	تسخين المياه بالطاقة الشمسية	11
10-2	يوضح الاستهلاك النهائي للطاقة في السودان	15
11-2	يوضح معدل نمو توليد الكهرباء	16
12-2	مكونات الألواح الشمسية	17
13-2	انتاج الخلايا الشمسيه للطاقة الكهربائيه	18
14-2	يوضح الخلايا أحادية التبلور و متعددة التبلور	19
15-2	يوضح اشكال الخلايا الرقيقة	20
16-2	مجموعة من الخلايا الشمسية بتقنية الصبغات العضوية	21
17-2	الخلايا الشمسية المركزة	21
18-2	واجهات من خلايا شفافة وملونة	22

2-19	أنواع الخلايا الشمسية بحسب مواد تصنيعها	22
2-20	دائرة القوي	26
2-21	توصيل على التوازي	26
2-22	توصيل على التوالي	26
2-23	الدمج بين الطريقتان	27
2-24	منظم الشحن وعلاقته بنظام الخلايا الشمسية	27
2-25	البطاريات لخزن الطاقة الكهربائية واستخدامها في حال عدم وجود الشمس	28
2-26	مكونات النظام الشمسي	29
2-27	الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية	36
2-28	الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي	37
2-29	الخلايا الشمسية بديل مواد الإنهاء الخارجية للاسقف المائلة	37
2-30	الخلايا الشمسية فوق مواد الإنهاء الخارجية للاسقف المائلة	37
2-31	إضافة الخلايا الشمسية ضمن مواد الإنهاء التقليدية للأسقف المائلة	38
2-32	الأسطح المسننة وتكاملها مع الخلايا الشمسية	38
2-33	الخلايا الشمسية مع الأسقف السماوية	38
2-34	الخلايا الشمسية الرقيقة واستخدامها في الأسقف المنحنية	39
2-35	الخلايا الشمسية واستخدامها في الأسقف المقوسة	39
2-36	الخلايا الشمسية واستخدامها في الأسقف القرميد	39
2-37	الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط الرأسية لأحد المنازل في ألمانيا	40
2-38	الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط المتدرجة(المسننة) في مبنى اتحاد الصناعات الكورية في كوريا الجنوبية	40
2-39	الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط المائلة	41

40-2	الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط المنحنية	41
41-2	الخلايا الشمسية واستخدامها في الجدران الستائرية	41
42-2	تأثير درجة شفافية الوحدات الكهروضوئية على كفاءة عملها	42
43-2	استخدام الزجاج الكهروضوئي ككاسرات الشمس كما في مركز شايدجر في السويد	42
44-2	الخلايا الشمسية واستخدامها كدرابزين البلكونات و للتراسات	42
الباب الثالث		
1-3	ولاية الخرطوم السودان	46
2-3	ولاية الخرطوم	46
الباب الرابع		
1-4	توزيع عينة الدراسة حسب الجنس	52
2-4	توزيع عينة الد راسة حسب العمر	53
3-4	توزيع عينة الدراسة حسب المؤهل العلمي	53
4-4	توزيع عينة الد راسة حسب سنوات الخبرة	54
5-4	توزيع عينة الد راسة حسب الوصف الوظيفي	54
6-4	تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البيئي	55
7-4	يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليدالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا	56
8-4	الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم	56
9-4	استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق	57
10-4	تشجيع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني	57
11-4	يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هوية الطابع المعماري للمباني متعددة الطوابق	58
12-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد	58
13-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية	59

14-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات	59
15-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات	60
16-4	يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي	60
17-4	تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية	61
18-4	تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة الطوابق	61
19-4	لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني	62
20-4	يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر	62
21-4	يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس	63
22-4	تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت	63
23-4	يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبانى متعددة الطوابق	64
24-4	يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة	64
25-4	تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمبانى متعددة الطوابق	65

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	رقم الصفحة
الباب الثاني		
1-2	يوضح امكانية استخدام بعض انظمة الطاقة المتجددة لتوفير بعض إحتياجات الانسان في المباني	7
2-2	يوضح الطلب على الطاقة حتى عام 2035	7
3-2	يوضح معدل انتاج الطاقة الكلية في السودان	14
4-2	يوضح سعة توليد الطاقة الكهربائية من مصادر مختلفة للطاقة	14
5-2	الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطقة المختلفة	15
6-2	يوضح الاستهلاك للطاقة الكهربائية في كل القطاع	16
7-2	أحد الشركات يوضح بعض أنواع الخلايا الشمسية ومدي كفاءتها	24
الباب الثالث		
1-3	يوضح قيمة معامل ألفا كرونباخ لاختبار ثبات الاستبيان	49
2-3	يوضح اوزان مقياس ليكارت الخماسى	50
3-3	يوضح المتوسط المرجح	50
الباب الرابع		
1-4	توزيع عينة الدراسة حسب الجنس	52
2-4	توزيع عينة الد راسة حسب العمر	53
3-4	توزيع عينة الدراسة حسب المؤهل العلمي	53
4-4	توزيع عينة الد راسة حسب سنوات الخبرة	54
5-4	توزيع عينة الد راسة حسب الوصف الوظيفي	54

6-4	تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البئي	55
7-4	يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليدالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا	56
8-4	الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم	56
9-4	استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق	57
10-4	تشجيع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني	57
11-4	يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هوية الطابع المعماري للمباني متعددة الطوابق	58
12-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد	58
13-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية	59
14-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات	59
15-4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات	60
16-4	يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي	60
17-4	تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية	61
18-4	تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة الطوابق	61
19-4	لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني	62
20-4	يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر	62
21-4	يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس	63
22-4	تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت	63
23-4	يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبانى	64
24-4	يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة	64
25-4	تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمبني	65

26-4	إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير استخدام الخلايا الشمسية بالمباني بمدينة الخرطوم يؤدي إلي توفير الطاقة الكهربائية ويعتبر بديلا مناسبا عند انقطاع الكهرباء ومجدي اقتصاديا وصديق للبئية.	67
27-4	إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير استخدام الخلايا الشمسية بالواجهات والاسقف والعناصر المعمارية الاخرى يعمل علي انتاج واجهه جمالية لها مبرر وظيفي للمباني بمدينة الخرطوم.	68
28-4	إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير توجد علاقة تكاملية للمستوي الشكلي بين الخلايا الشمسية والناتج المعماري للمباني بمدينة الخرطوم .	69
29-4	إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمواد انهاء خارجيه في واجهات المباني بمدينة الخرطوم.	70

الباب الاول: المقدمة

الباب الأول

المقدمة

1.1 مقدمة عامة:

الطاقة حاجة بشرية أساسية؛ درجة وفرتها وتنوع مصادرها يحددان أسلوب حياة المجتمع ومستوي تقدمه، فلا يوجد تنمية بدون طاقة. وزيادة الطلب على الطاقة ومحدودية مصادر الطاقة التقليدية خاصة بمدينة الخرطوم السودان لذلك وجب التوجه إلى مصادر الطاقة المتجددة عموماً والطاقة الشمسية خصوصاً صارت هناك محاولات لكي توفر تقنيات الطاقة الشمسية كمية من الطاقة مقارب لحجم الطاقة المستهلكه وحل مشكلة الكهرباء بمدينة الخرطوم.

من هنا يترتب على المهندس المعماري ربط الخلايا الشمسية أن تكون جزء من تصميم المبنى بطرق مختلفة على الأسقف أو الجدران أو الفتحات بحيث تكون هذه الأنظمة جزء أساسي من التصميم المعماري بحيث يؤدي المبنى الغرض الذي أنشى من أجله.

2.1 المشكلة البحثية:

تتمثل مشكلة البحث في محورين أساسيين:

لاً / قلة الدراسات المتخصصة حول طبيعة المعالجات التي من الممكن أن يتبعها المصمم عند توظيف الخلايا الشمسية كمواد تشطيب تدخل في تصميم الواجهات المعمارية بمدينة الخرطوم.

ثانياً / مدى تقبل الناس لتركيب الخلايا الشمسية كحل لمشكلة الكهرباء بمدينة الخرطوم ، سواءً بسبب التكاليف أو إمكانية الاستخدام

3.1 أهمية البحث:

الاكتفاء الذاتي من الطاقة المتجددة وجعل المصمم المعماري يستخدام الخلايا الشمسية في تصميم المبنى سواء كمواد تشطيب أوعناصر في تكوين المبنى الأساسية مع الحفاظ على إنتاج الكهرباء بالإضافة إلى النواحي الجمالية.

4.1 أهداف البحث:

- دراسة أثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري لمباني بمدينة الخرطوم
- توفير الطاقة المطلوبة من الخلايا الشمسية مع تحقيق الجانب الجمالي للمباني والاقتصادي والبيئي .

5.1 فرضية البحث:

يشمل البحث علي الفرضيات سيبنى على اثباتهما النتائج المتوقعة من هذا البحث وهما كالتالي:

- استخدام الخلايا الشمسية بالمباني بمدينة الخرطوم يؤدي إلي توفير الطاقة الكهربائية ويعتبر بديلا مناسبا عند انقطاع الكهرباء ومجدي اقتصاديا وصديق للبئيه.
- استخدام الخلايا الشمسية بالواجهات والاسقف والعناصر المعمارية الاخرى يعمل علي انتاج واجهه جمالية لها مبرر وظيفي للمباني بمدينة الخرطوم.
- توجد علاقة تكاملية للمستوي الشكلي بين الخلايا الشمسية والناتج المعماري للمباني بمدينة الخرطوم
- يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمواد انهاء خارجيه في واجهات المباني بمدينة الخرطوم

6.1 منهجية البحث:

استخدام المنهج الوصفي الإيضاحي الذي اعتمد في هذا البحث على تجميع المعلومات حول المشكلة البحثية من خلال ما هو متوفر من معلومات ، وعمل استبانة لاستقراء اراء المهندسين المعماريين لاستعمال نظام الخلايا الشمسية وتاثيرها على التشكيل المعماري ، ومن ثم الوصول إلي خلاصة وتوصيات بخصوص المشكله البحثية.

1.6.1 طرق جمع المعلومات:

- الاستبانة حول موضوع الدراسة
- الكتب والمراجع التي تناولت بعض أو أجزاء من موضوع الد ارسة.
- الأبحاث وأوراق العمل ,التي تخدم موضوع الد راسة وكذلك المجلات والانترنت.
- معلومات من الشركات المصنعة من خلال الكاتالوجات والإعلانات

7.1 حدود البحث:

الحدود المكانية :الخرطوم (السودان).

الحدود الزمانية : بدأت من اكتوبر 2021 واستمرت حتي انتهاء البحث في 2022.

الباب الثاني: الإطار النظري

الباب الثاني

الإطار النظري

1.2 تمهيد:

تدرج تطور استخدام الانسان للطاقة عبر الزمن باشكال وطرق مختلفة في ابتكار مصادر جديدة للطاقة وما يزال يبحث في ملكوت الله، مما يجعل رصيد العالم من الطاقة متحرك وديناميكي يتسع باستمرار ليشمل مصادر مختلفة وقد تنوعت مصادر الطاقة من متجددة مثل الشمسي والرياح وغيرها لوفرتها وغير متجدد لأنها في طريقها إلى الزوال.

مع تزايد الإهتمام بالطاقات المتجددة عموما والطاقة الشمسية خصوصاً فهي تقوم بتحويل المباني من منشأت مستهلكة للطاقة إلى مباني منتجة بإعتبارها مصدر اقتصادي للطاقة.

تعتبر الخلايا الشمسية وسيلة جيدة لإنتاج الكهرباء عند وضعها في الموقع المناسب والمباشر من الشمس، ومن أهم التطبيقات ربط الخلايا الشمسية مع المبنى ، وذلك يحدث بالتعاون ما بين العديد من التخصصات المختلفة مثل هندسة العمارة والهندسة المدنية وتصميم النظم الشمسية .

2.2 الطاقة وواقعها بمدينة الخرطوم :

1.2.2 الطاقة:

يمكن تعريف الطاقة بانها (مقدرة للقيام بشغل) (أيفن، 5133) ويمكن تعريفها بانها (بكل ما يحدث تغيير أو حركة وعرفت أيضا بالقدرة على ربط المادة بعضها البعض)(مندور ورمضان، 3881). يمكن للطاقة ضمن سياق العلوم الطبيعية أن تاخذ أشكالاً متنوعة منها طاقة حرارية، كيميائية، كهربائية، إشعاعية، نووية، طاقة كهرومغناطيسية، وطاقة حركة...الخ. (الجوخي، 5116).

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

2.2.2 مصادر الطاقة:

وهنا تصنيف للطاقة ومصادرها يقوم على مدي 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.
  - **آثار استخدام الطاقة غير المتجددة**
    - زيادة معدلات الاحتباس الحراري وما يؤدي إليه من ارتفاع درجة حرارة الأرض وذوبان الجليد وغرق كثير من المناطق علي الكرة الأرضية
    - حدوث مزيد من الثقوب بطبقة الأوزون ، وما يؤدى إليه من نفاذ المزيد من الأشعة فوق البنفسجية ، والتي تؤدي إلى زيادة الإصابة بسرطان الجلد .
    - الأمطار الحمضية والتي تؤدى إلى زيادة معدلات التآكل للمعادن مما يسبب خسائر اقتصادية هائلة
    - التلوث الإشعاعي الذي قد يحدث من المحطات النووية ، ومشكلة التخزين والتخلص من النفايات النووية .
    - التكاليف الهائلة لنقل الكهرباء ، والآثار الصحية السيئة الناتجة عن عبور خطوط النقل للمناطق السكنية .
    - الكفاءة المتدنية لوسائل إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري .
- **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.

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

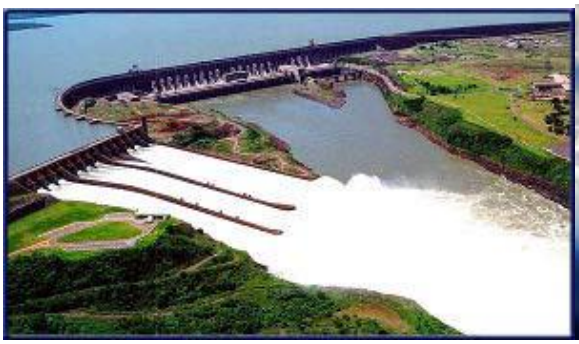
- **الوقود الأحفوري:** يتمثل في الفحم والنفط والغاز الطبيعي، ويختزن هذا الوقود (طاقة كيميائية)يمكن الاستفادة منها عند حرقه، ويسهم ب 90 % من الطاقة المستخدمة اليوم، وبسبب مشكلات التلوث البيئي.
- **المصادر الميكانيكية:** هي مساقط المياه والسدود وحركة (المدّ والجزر)وطاقة الرياح، ولذا تقام محطات (توليد الكهرباء) لاستغلال قوة الدفع الميكانيكية في تشغيل التوربينات.
- **الطاقة الشمسية:** يستفاد منها عبر التسخين المباشر في عمليات تسخين المياه والتدفئة والطهي، كما يمكن تحويلها مباشرة إلى (طاقة كهربائية) بواسطة (الخلايا الشمسية).
- **الطاقة الحرارية الجوفية:** يستفاد من ارتفاع درجة الحرارة في جوف الأرض، و يستفاد منها لأغراض التدفئة والتسخين.
- **الكتل الحيوية:**هي المخلفات الزراعية التي يتم تخميرها في حفر خاصة ليتصاعد منها غاز الميثان، وهو غاز قابل للاشتعال.
- **غاز الهيدروجين:** 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، و يستفاد منها في تسيير السفن والغواصات وتوليد (الطاقة الكهربائية).

3.2.2 الطاقة المتجددة:

هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد و التي لا يمكن أن تنفد ولا تنتج عنها مخلفات ثاني اكسيد الكربون او غازات ضارة او تعمل علي زيادة الاحتباس الحراري . كما أن الطاقة المتجددة تنتج من الرياح كما في شكل (2-1) أو المياه كما في شكل (2-2) أوالشمس ، ويمكن إنتاج الطاقة من حرارة باطن الأرض كما في شكل (2-3) أو من حركة الأمواج والمد والجزر كما في شكل (2-4) وكذلك من المحاصيل الزراعية والأشجار المنتجة للزيوت إلا أن تلك الأخيرة لهامخلفات تعمل على زيادة الانحباس الحراري.

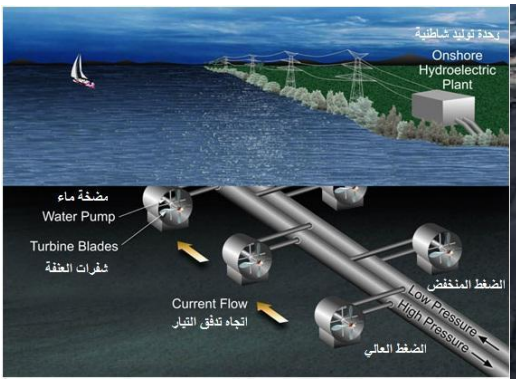
حاليا أًكثر إنتاج للطاقة المتجددة ينتج في المحطات الكهرومائية بواسطة السدود وتستخدم الطرق التي تعتمدعلى الرياح والطاقة الشمسية طرق على نطاق واسع في البلدان المتقدمة وبعض البلدان النامية.

شكل (2-1) طاقة الرياح



شكل (2-2) الطاقة المائية

شكل (2-3) طاقة حرارة باطن الارض



شكل (2-4) محطة توليد الطاقة بواسطة المدوالجزر

(المصدر منتدب مجتمعي الطاقة البديلة،2013)

جدول (2-1) يوضح امكانية استخدام بعض انظمة الطاقة المتجددة لتوفير بعض إحتياجات الانسان في المباني المصدر(جهاز تخطيط الطاقة 1988):

الرقم	عناصر استهلاك الطاقة في المباني	الطرق التقليدية	امكانية الطاقة المتجددة
.1	تبريد و تهوية المباني	المراوح المكيفات المكيفات الصحراوية	نظام التهوية الشمسي السالب الملاقف الهوائية بعض العناصر المعمارية مثل بئر السلم.
.2	تسخين المباني	الدفايات الكهربائية المكيفات الدفيات بالكيروسين حرق الخشب	نظام التسخين السالب
.3	الاضاءة	الاضاءة الكهربائية	نظام الاضاءة الطبيعية
.4	تسخين المياه	السخانات الكهربائية سخنات الغاز	السخانات الشمسية
.5	تغذية المياه	طلمبات كهربائية طلمبات الديزيل طلمبات البنزين	انظمة الطلمبات الشمسية انظمة الرياح

جدول (2-2) يوضح الطلب على الطاقة حتى عام 2035 المصدر (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**

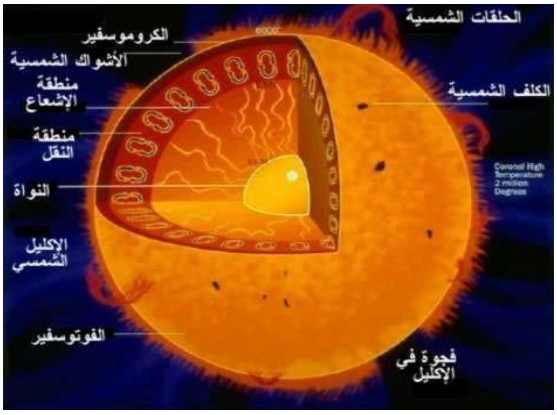
Activat

4.2.2 الطاقة الشمسية:

الشمس مصدر طاقة الأرض الأساسي ,ولها أهمية كبري ,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 .

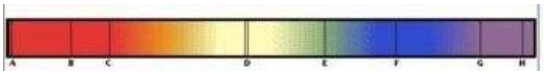
إن مصدر الطاقة هو تفاعل الاندماج النووي الجاري باستمرارفي مركز الشمس, ويعادل مقدار هذه الطاقة الواصلة إلى سطح الأرض 15000 مرة مما يحتاجه سكان الأرض جميعا من الطاقة كميات كبيرة من كتلة الشمس تتحول إلى طاقة بواسطة عمليات الاندماج النووي بن دريب،1996) وتتكون الشمس من مجموعة من العناصر:

- 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 شكل (2-5)



شكل (2-5) عناصر الشمس(الصفدي،2014)

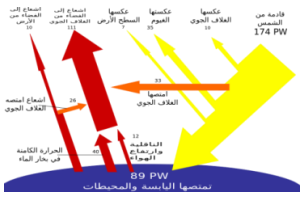
إن ضوء الشمس المرئي الذي يصلنا من الشمس إشعاع مركب من سبعة ألوان ويصاحبه إشعاعان أخران غير مرئيان هما الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء كما في شكل (2-6) الأولى تاثيرها على الأحياء كيماوي، والثانية تاثيرها حراري.(الصفدي،2014)



شكل (2-6) ألوان الشمس السبعة (الصفدي،2014)

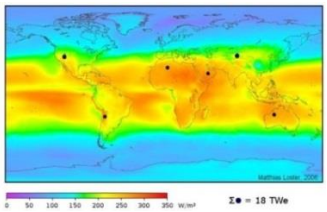
1.4.2.2 الاشعاع الواصل للأرض:

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 الاف 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 كما في شكل (2-7).(محفوظ، 1996)



شكل (2-7) 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/م2) كما هو موضح في شكل (2-8). ويعد السودان بشكل خاص غني للغاية بالإشعاع الشمسي يبلغ إجمالي السنوي أكثر من 5.02 مليون كيلوجول / م 2. ساعات سطوع الشمس السنوية تزيد عن 2200 ساعة تمثل أكثر من ثلثي مساحة الأرض ، لذلك هناك إمكانات كبيرة في استخدام الطاقة الشمسية.



شكل (2-8) يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس (وكوبيديا، 2014)

2.4.2.2 الطاقة الشمسية مصدر لأنواع أخرى من الطاقة:

تكون الطاقة الشمسية على أشكال مختلفة أهمها الإشعاع الشمسي والطاقة الشمسيةغير 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 الاكل والماكول بين الكائنات الحية تنتقل الطاقة الشمسية المختزنة في النباتات إلى الكائنات الأخري بشكل مباشر وغير مباشر لتختزن نسبة من الطاقة في خلايا وأنسجة هذه الكائنات. وعند موتها ودفنها تتحول الطاقة المختزنة في أنسجتها إلى أنواع أخري من الطاقة فتحلل هذه الكائنات تحت ظروف مناسبة يؤدي إلى تكون الوقود الأحفوري بانواعها المختلفة.

3.4.2.2 مزايا استخدام الطاقة الشمسية:

- الطاقة الشمسية طاقة نظيفة
- المقدار الهائل من الطاقة الذي تحمله الاشعاعات الشمسية
- امكانية استخدام هذا المصدر بسهولة وفي مرافق حياتية متعددة
- امكانية توليد الطاقة الكهربائية بوساطة الطاقة الشمسية

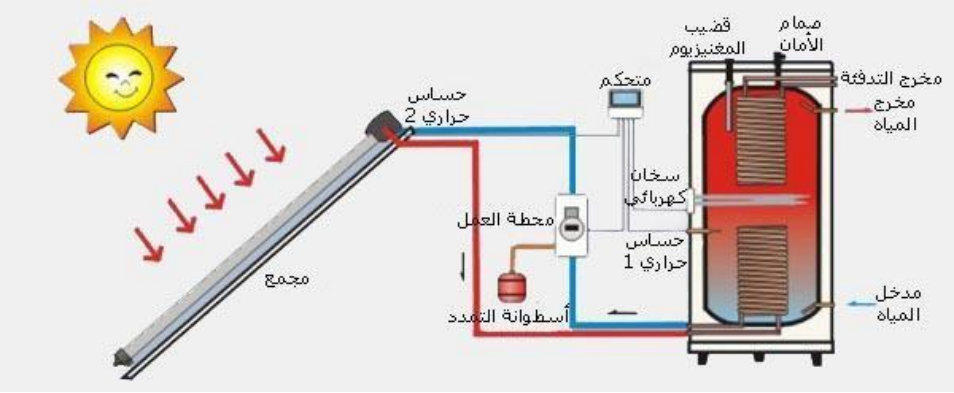
4.4.2.2 بعض مشاكل والحلول لاستخدام الطاقة الشمسية:

- المشكلة الاولي: فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس.ان أفضل طريقة للتخلص من الغبار في استخدام طرق التنظيف المستمر.
- المشكلة الثانية: مشكلة المساحات المناسبة لوضع خلايا الطاقة الشمسية ، يمكن استخدام السطوح , واجهات المباني و الصحاري الشاسعة
- المشكلة الثالثة وهي ارتفاع أسعار الخلايا الشمسية فإن الحل الأمثل :
  - جعل الخلايا الشمسية جزء من المبني بحيث تخدم شكل ووظيفة في المبني
  - التصميم البيئي الذي يتيح الاستفادة من معطيات البيئة
- المشكلة الرابعة: خلايا الطاقة الشمسية توفر تيار مستمر (DC.C) بينما أغلب الأجهزة المتوفرة تعتمد التيار المتناوب أو المتردد (AC.C) اعتمدت الشركات العالمية كحل لهذه المشكلة ، استخدام أنظمة الكترونية هي (U.P.S.) لغرض التحويل من التيار المستمر (DCC) إلى التيار المتناوب (ACC) و بالتردد المطلوب و يمكن استخدام سعات مختلفة من هذه الوحدات حسب الحاجة

5.4.2.2 الاستخدامات الطاقة الشمسية:

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 في الشكل التالي. (صالح الدين، 1995)



شكل (2-9) تسخين المياه بالطاقة الشمسية (صالح الدين، 1995)

- **تسخين أحواض السباحة بالطاقة الشمسية:** تقوم المجمعات الشمسية بتسخين المياه الى درجات اعلى بقليل من درجة حرارة الجو المحيط, حيث تستخدم لتسخين احواض السباحة المجمعات الشمسية الرخيصة الغير مزججة والتي تصنع عادة من المواد البلاستيكية المعدة لهذه الغاية.(مركز الدراسات والبحوث السعودية ، 2010)
- **تحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية:** وهنا عدة طرق منها:
  - التقطير(التبخير).
  - التثليج.
  - التناضح العكسي.
  - التبادل الأيوني.
- **معالجة ماء الصرف الصحي:** إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحلل الضوئي. (مركز الدراسات والبحوث السعودية ، 2010)
- **الطهو بالطاقة الشمسية:** عبارة عن جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهو والتجفيف والبسترة. (مركز الدراسات والبحوث السعودية ، 2010)
- **الاستخدام في النشاط الزراعي:** 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 كمصدر من مصادر توليد الطاقه الكهربائية:

ممكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية من خلال التحويل الكهروضوئي ويقصد به تحويل الضوء مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية

5.2.2 الطاقة الكهربائية:

هي إحدي 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 الأخري مثل الصناعة والاتصالات والمجالات العلمية.ويتم إنتاج الكهرباء على شكل طاقة أساسية وثانوية. يمكن الحصول على الكهرباء من الطبيعة عن طريق الصواعق والاحتكاك وهذا صعب وغير مجدٍى 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 بتحري سلك موصل في مجال مغناطيسي كما في المولدات الكهربائية أو بتسخين مزدوج حراري كما في المزدوجة الحرارية

- 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.

1.5.2.2 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.

6.2.2 الوضع الراهن للطاقة في السودان :

1.6.2.2 مصادرالطاقة في السودان:

تم اجراء اول التقييم في السودان في عام 1982م واشارات الدراسة الا ان هناك ثلاث مصادر للطاقه في السودان جدول (2-3) يوضح معدل انتاج الطاقة الكلية في السودان:

- الكتلة الاحيائيه: حطب وفحم ومخلفات زراعية
- البترول
- الهيدرومائية

جدول (2-3) يوضح معدل انتاج الطاقة الكلية في السودان المصدر (مركز ابحاث الطاقة2012)

المصادر	الانتاج – ميجاواط
النفط	52.1
الكهرومائية	47.9
النووية	0
اخرى	0

و اكدت ان السودان يعتمد على الكتلة الاحيائية بنسبة 83% لتلبية احتياجات الطاقة في السودان ،في حين يشارك البترول ب16% ، والمحطات الحرارية والمائية 1% جدول (2-4) يوضح سعة توليد الطاقة الكهربائية من مصادر مختلفة للطاقة

جدول (2-4) يوضح سعة توليد الطاقة الكهربائية من مصادر مختلفة للطاقة المصدر (مركز ابحاث الطاقة2012)

نوع التوليد	سعة التوليد – ميجاواط
مائي	1444
ديزل	186
توربينات غازية	58
توربينات مزدوجة	409
بخاري	445

واوضحة الدراسات ان استهلاك الكهرباء في عام 2003م يقدر بحوالي 9.7 مليون طن مكافئ تمثيل الكتلة الحائية منها 70% وبترول 28% وكهرباء 2% وبالمقارنة مع 1980م نجد ان هنالك استهلاك مستمر الطاقة،كما يلاحظ ان مساهمة الكتلة الاحيائية في الطاقة قد انخفضت من 86% الى 70% مما يدل على النقلة الكبيرة التي حدثت بعد توفير البترول خاصة غاز البترول المسال و الذي تضاعف

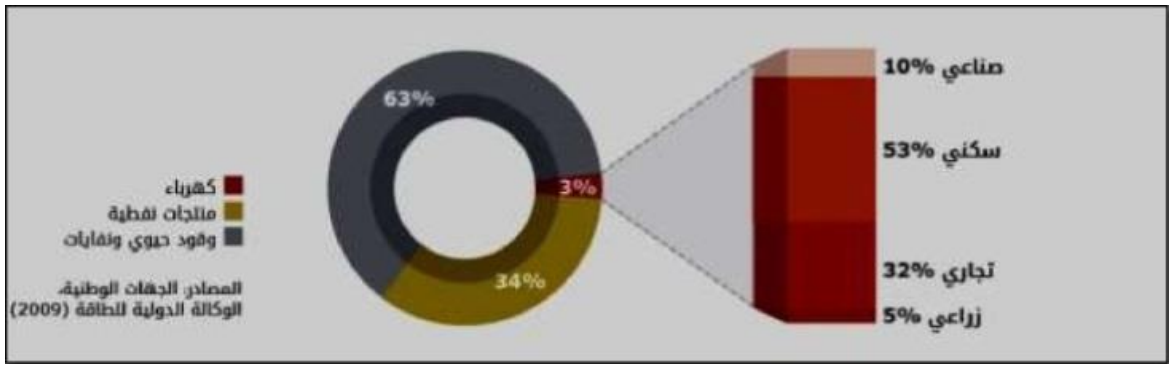
استهلاكه بنسبة 56% بعد توفير وامكانية الحصول علية باسعار في متناول الجميع و جدول (2-5) يوضح الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطقة المختلفة

جدول (2-5) الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطقة المختلفة المصدر (مركز ابحاث الطاقة2012)

موقع التوليد المائي	القدرة المنتجه ب الميجاواط
سد مروي	1250
سنار	14.5
خشم القربة	10.6
القربة مضخات	7.1
جبل اولياء	30
الروصيرص	280
المجموع	1596.30

2.6.2.2 استهلاك الطاقة في السودان :

انتاج الكهرباء في السودان يمثل 3% فقط من استهلاك الطاقة الكلي و كما في الشكل (2-10) ويتم استهلاك الطاقة الكهربائية في العديد من الأغراض الانتاجية والاستهلاكية كالقطاع السكني ، تجاري ، مباني حكومية و العامة و بالتالي تتنوع المعدات و الاجهزة الكهربائية تبعا لكل قطاع و الجدول يوضح استهلاك الطاقة الكهربائية في كل قطاع و القطاع السكني يمثل اكبر القطاع المستهلكة للطاقة الكهربائية ويرجع ذلك الى التوسع العمراني يله القطاع التجاري ثم الصناعي ثم الزارعي و يقدر متوسط استهلاك الفرد من الكهرباء ب233ك و س /السنة

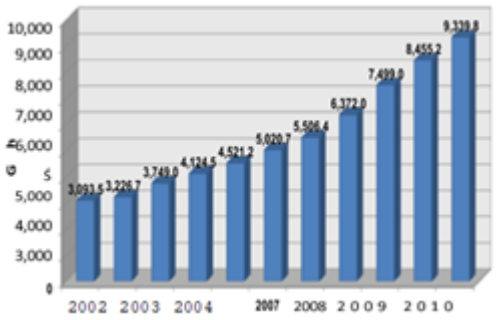


شكل (2-10) يوضح الاستهلاك النهائي للطاقة في السودان

المصدر(مركز الاقليمي الطاقة المتجددة 2012)

جدول (2-6) يوضح الاستهلاك للطاقة الكهربائية في كل القطاع المصدر(مركز الاقليمي الطاقة المتجددة 2012) :

القطاع	منزلي	صناعي	تجاري	اخرى	المجموع
الاستهلاك	3094	888	978	1066	6026 جيجاواط/ساعة



شكل (2-11) يوضح معدل نمو توليد الكهرباء

المصدر (وزارة الموارد المائية والكهرباء2013)

3.6.2.2 استخدام الطاقة المتجددة في السودان :

بدات فكرة استخدام الطاقة المتجددة منذ الخمسينيات و التي تم فيها انتاج الكهرباء من المخلفات الزراعية بمشروع الجزيرة بركات الا انها توقفت بعد فترة ثم عاودة في السبعينيات و كانت محصورة في محاولات انتاج الوقود من الكتلة الحيوية و انتاج الطاقة الشمسية كتجارب بالريف بدعم من المنظمات الدولية 2010م انشأت وزارة الكهرباء و السدود ادارة عامة لتوليد الكهرباء من الطاقة النووية و المتجددة و البديلة تضم ادارة الطاقة النووية و الطاقة المتجددة و في عام 2012م وضعت ادارة الطاقة المتجددة هيكلة جديدة للقطاع الكهرباء و تحويل الشبكة الى شركات تعمل بنظام حساب التكلفة وتستهدف التشغيل الاقتصادي للشبكة و تحسين الخدمة المقدمة للسكان ، ضمنت الادارة ايضا في خطتها تنفيذ 3 مشاريع للتوليد من طاقة الرياح بقدر 300 ميجاواط كالاتي:

- محطة دنقلا لطاقة الرياح بسعة 100 ميجاواط
- محطة نيالا لطاقة الرياح بسعة 20 ميجاواط
- محطة البحر الاحمر لطاقة الرياح بسعة 180 ميجاواط

ووضعت الكهرباء و السدود خطط طويلة المدى لمشاريع توليد الطاقة المتجددة ويتم دمجها في الشبكة القومية للكهرباء وفتحت الوزاره المجال للاستثمار في مجال الطاقة المتجددة بكل الاشكال (مركز ابحاث الطاقة 2012).

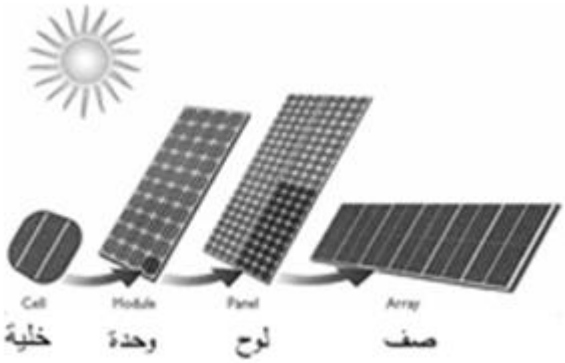
3.2 طريقة عمل النظام الشمسي لتوليد الطاقة الكهربائية

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

1.3.2 الألواح الشمسية

هي الجزء الظاهر من المنظومة الشمسية والذي يتم تثبيته على سطح المبنى وهو يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية وتتكون الألواح الشمسية من المكونات كما في الشكل (2-12) التالية :

- الخلية الشمسية
- الوحدة الشمسية
- تغليف الألواح الشمسية
- خاصية الشفافية والتعتيم في الوحدات الشمسية
- طرق توصيل الألواح الشمسية



الشكل (2-12) مكونات الألواح الشمسية :(المصدر:رشدي،2017)

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

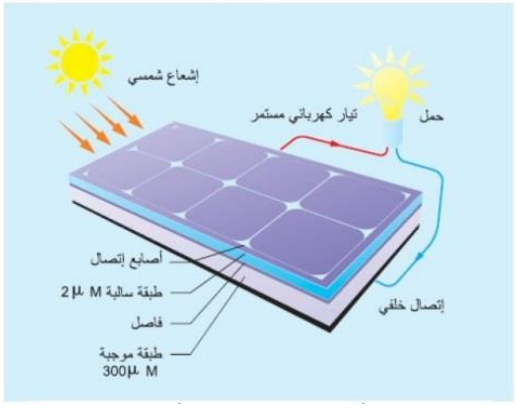
1.1.3.2 الخلية الشمسية :

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
- الثاني هو قابلية الخلية الشمسية على امتصاص الفوتونات.

وتتكون الخلايا الكهروضوئية من شبه موصلات غالبا سًيليكون يتم ضغطها في رقائق معالجة بشكل خاص لتشكل حقلا كهربائياً موجباً على طرف وسالبً على الطرف الأخر، 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 كما في الشكل (2-13). (محيسن ، 2006)

والطاقة الكهربائية الناتجة عبارة عن كهرباء مستمرة DC وتلك الطاقة المتولدة يتم تخزينها في بطاريات يعاد شحنها واستخدامها أكثر من مرة وتقاس قوة تلك الخلايا بوحدة الواط،فهنا لوحات صغيرة تبدأ من 2 واط أو 1.5واط حتي تصل إلي بلايين من وحدة الواط للأبنية الكبيرة والمصانع.



الشكل (2-13) انتاج الخلايا الشمسيه للطاقة الكهربائيه (محيسن ، 2006)

أ- أشكال الخلايا الشمسية:

تكون الخلايا الشمسية إما باشكال 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،وأقل ما يمكن أن تنتجه الخلية الشمسية من طاقة يتراوح بين 1الي 2 واط بسبب صغر حجم الخلية الشمسية، ولزيادة الانتاجية الكلية للطاقة يتم تجميعها في صفائح مغلفة مع بعضها لتكون الوحدة الشمسية، وتختلف الخلايا الشمسية بعضها عن بعض تبعا لنوع المادة والكفاءة والشكل واللون وطرق التصنيع .

ب- أنواع الخلايا الشمسية:

هنالك عدة أنواع من الخلايا الشمسية، يمكن تصنيفها كالإتي:

1- الخلايا الشمسية المتبلورة:

تكون من السليكون المتبلور بالاعتماد على درجة النقاوة واتجاه التبلور وهما الاحادي التبلور والمتعدد التبلور وغير متبلور الشكل الذي يغلب عليها هو الشكل المستطيل أو المربع. تكون مساحتها عادة ما بين 0.3م^2 إلى 1.5 م^2

أ- أحادية التبلور Mono crsystalline

تكون بلورات السليكون ذات اتجاه واحد، وبنقاوة اعلى وهي أغلى ثمناً يعتبر هذا النوع من أكثر البنيات البلورية انتظاماً. تكون بلون واحد وتتدرج من الأزرق إلى الأسود وبالإمكان صنع الخلايا بالوان أخري ولكن ستكون كلفتها أعلى حيث ستقل كفاءة الخلية، وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية أحادية التبلور من 15-20% كما موضح في الشكل (2-14) .(Antonio & Hegedus, 2003)

ب- متعددة التبلور Poly crystalline

تتكون 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 بالوان أخري كالرصاصي، ويكون لهذا النوع لمعان خفيف في المظهر الخارجي وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية من 10-14% كما موضح في الشكل (2-14). (Antonio & Hegedus, 2003)

الشكل (2-14) يوضح الخلايا أحادية التبلور و متعددة التبلور (Snyder,2014)

ج-غير متبلور

تتوفر هذه الخلية بأشكال شفافة بنسبة شفافية حوالي 5-75% وتتوفر بدرجات اللون الرمادي حسب نسبة الشفافية وكفاءة توليدها للكهرباء حوالي 4-10%

2- الخلايا الرقيقة:

هي أحد انواع الخلايا التي تجذب اهتماماً واسعا من قبل المصممين بسبب قابليتها على التشكل، حيث من الممكن ان تتوفر باشكال صلدة كباقي الأنواع أو خلايا بهيئة رقائق متعددة خفيفة الطبقات يتم ترسيبها عند التصنيع بطبقات رفيعة وبسمك لايتجاوز بعض الميكرونات ومن مواصفات الخلايا الشمسية من هذا النوع أنها مرنة وقابلة للطي وخفيفة الوزن ومن الممكن استخدامها على السطوح الأفقية والمنحنيه باداء عالي ولا يتم استخدام الزجاج بها ولا تحتاج إلى هياكل للتثبيت كما موضح في الشكل (2-15) .

الشكل (2-15) يوضح اشكال الخلايا الرقيقة (Snyder,2014)

أ- خلايا متعددة الطبقات

هي خلايا شمسية يتم تصنيعها من مادة السليكون. تتوفر بالوان منها 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 1ميكرون 90 %من الضوء، كما يمتاز بسهولة التصنيع، إلا أن عدم استقرار أداء الخلية الشمسية لحد الان يعد أحد العوائق أمام استخدامه، وتتراوح كفائته من 7-10%

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 بحدود 35.6% يستخدم هذا النوع لتطبيقات الفضاء.

3- الخلايا الشمسية العضوية Organic photovoltaic cells :

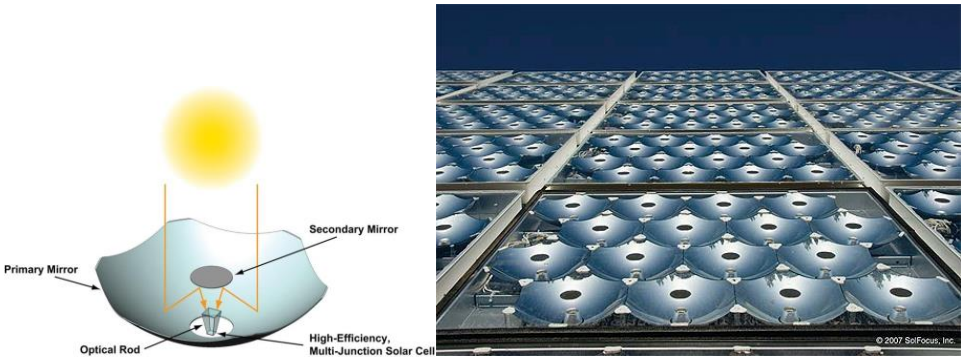
تعتبر الخلايا الشمسية العضوية الأكثر كفاءة في الجيل الثالث من الخلايا الشمسية المتوفرة حالياً. كما إن فكرة عمل الخلايا الشمسية العضوية تجعل بالإمكان استخدامها في ظروف الإضاءة الخفيفة مثل أن تكون السماء ملبدة.

كما أن الخلايا الشمسية الصبغية تزداد كفاءتها في حالة ارتفاع درجة الحرارة ويجعلها قادرة على تبريد الحرارة الداخلية بشكل أفضل مما يساهم في أن تعمل في درجات حرارة منخفضة كما موضح في الشكل (2-16).

الشكل (2-16) مجموعة من الخلايا الشمسية بتقنية الصبغات العضوية (سكيك، 2013)

4- الخلايا الكهرضوئية المركزة Concentrated photovoltaic cells :

ابتكر سبكترولاب ما يسمى خلية شمسية مركزة 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 باقل التكاليف وأقصى درجة ممكن من تجميع أشعة الشمس وتركيزها على الخلايا باستخدام عدسات تجميع متراكبة تكون مديول كامل، كفاءة توليد الكهرباء حوالي 20-30٪ كما موضح في الشكل (2-17).



الشكل (2-17) الخلايا الشمسية المركزة (CPV) (EPIC, 2013)

5- خلايا النانو:

هي خلايا تقنية تتميز بقلة تكلفتها وامكانية دمجها مع الواجهات الزجاجية بسبب خواصها الشبة شفافة، تم صناعة اول خلية نانو عام 2006 ، كفاءة توليدها للطاقة حوالي 30 %، يعتبر هذا النوع المستقبل الواعد للخلايا الكهروضوئية

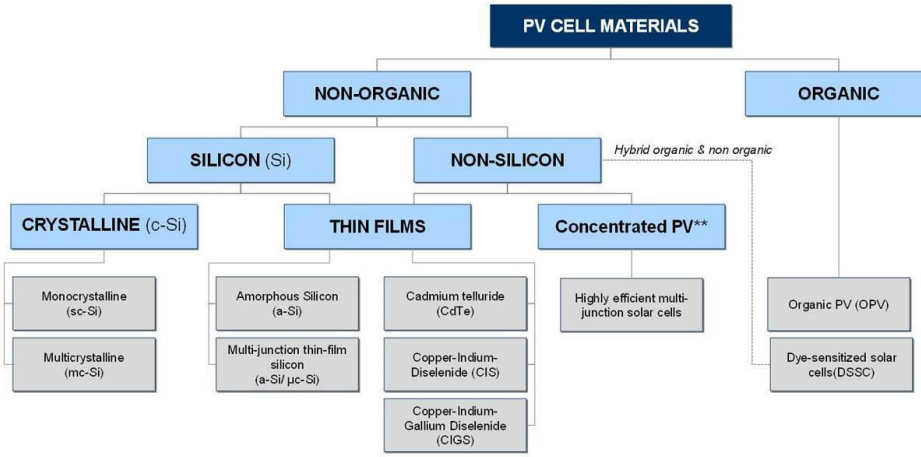
6- الخلايا الشفافة:

وتتم صناعتها عن طريق تسليط أشعة ليزر على طبقة كهروضوئية رقيقة لإزالة أي مواد انتقائية مما يمكن الخلايا من نقل الضوء لتوليد الكهرباء. وتتوفر هذه الخلايا على شكل زجاج ملون مما يجعلها مثالية لتركيبها في أي مبنى، كما أنها تقلل من الحرارة المشعة عند دخولها للخلية، وتتميز بقمة اكتسابها للحرارة وتقليل الأشعة البنفسجية مما يقلل من اكتساب المبنى للحرارة الذي يؤدي إلى تقليل أحمال التكييف وبالتالي تقليل تكاليف الكهرباء كما موضح في الشكل (2-18).

الشكل (2-18) واجهات من خلايا شفافة وملونة

(المصدر Pinterest, 2017)

ج- أنواع الخلايا الشمسية بحسب مواد تصنيعها كما موضح في الشكل (2-19) :



الشكل (2-19) أنواع الخلايا الشمسية بحسب مواد بصنعها

د- أنواع الخلايا الشمسية من حيث طريقة التركيب:

هناك نوعان من الخلايا الشمسية من حيث التركيب وهما:

- **الخلايا الثابتة** :وهي الخلايا التي يحسب لها زاوية ميل متوسطة بين الشتاء والصيف بحيث تعطي أكبر قدر ممكن من الأشعة الشمسية الممتصة وتكون ثابتة طوال العام.
- **الخلايا المتحركة** :وهي نوعان، إحداهما يتحرك على محور واحد والأخرى تتحرك على محورين، وهي أفضل من الثابتة حيث تتبع مسار الشمس طول اليوم منتجة كمية أكبر من الطاقة وغالبا ما تستخدم الخلايا التي تدور حول محور واحد (One Axis Tracking)في تغيير مساراتها في الفصول المختلفة، أمّ ا الخلايا ذات الدوران ثنائي المحور Tow Six) (Trackingفغالبا ما تكون مزودة بحساس (sensors) يقوم بمتابعة ضوء الشمس طول النهارأفضل من التي تتحرك يدويا بزيادة في كفاءة الانتاج تصل الى % 33عن الثابتة، ويعبر عن الطاقة الكهربائية التي تتولد من خلال الخلية الشمسية ب(الوات)،وتنتج عادة كل مساحة 1متر مربع من الالواح الشمسية (1000)وات.

ه- انواع انظمة الخلايا الشمسية :

- **النظام المتصل بالشبكة :**

يتم توليد الطاقة من الخلايا الكهروضوئية وتكون متصلة بشبكة الكهرباء العامة ويتكون من الخلايا الكهروضؤئية والمحولات، حيث يتم ربط الشبكة المحلية مع الشبكة العامة بالخلايا، حيث عندما يكون فائض من الطاقة المنتجة من الخلايا يتم نقلها أو تغذيتها للشبكة العامة وليس تخزينها في بطاريات تابعة للشبكة المحلية وفي حين كان هناك عجز في انتاج الطاقة يتم استيراد الكهرباء من الشبكة العامة التي تمثل كبطارية ضخمة للتخزين.

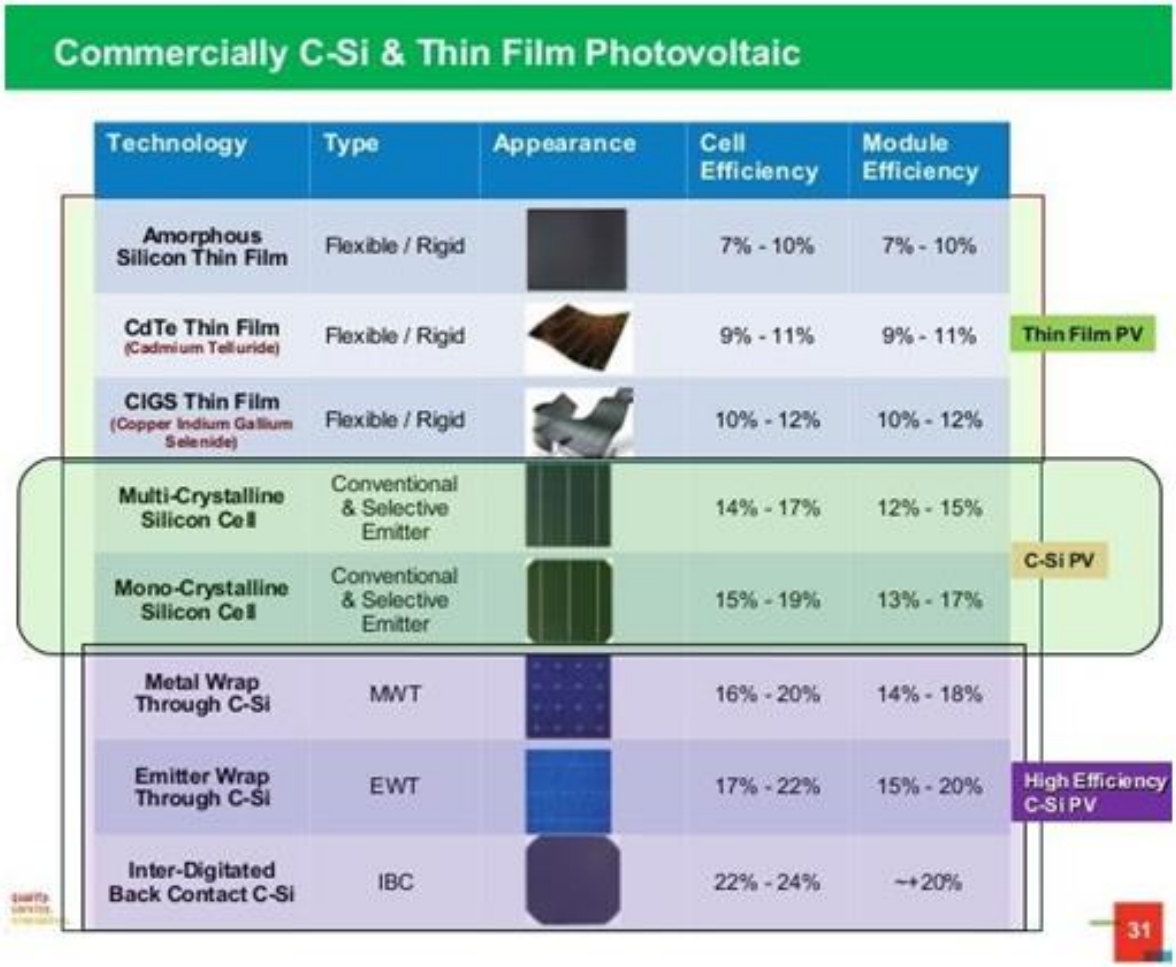
- **النظام المنفصل عن الشبكة :**

هذا النوع غير متصل بشبكة الكهرباء العامة لاستخدامة في المناطق النائية والبعيدة عن الشبكات العامة مثل البيوت الريفية والبيوت المتنقلة والأماكن العسكرية البعيدة، يتكون هذا النظام من الخلايا الكهروضؤئية والشواحن والبطاريات للتخزين، حيث يتم توليد الطاقة الكهربائية خلال النهار وتخزين الزائد منها في البطاريات لاستخدامها ليلا ويمكن استخدام النظام بجانب أجهزة أخرى مولدة للكهرباء؛ مثل مولدات الديزل وتوربينات الرياح لتكوين أنظمة مهجنة.

و- الشركات العالمية المصنعة للخلايا الشمسية

تصنع الخلايا الشمسية بقدرات مختلفة (75،55،50،10،20) وتعرف بالقدرة القصوى للحلايا (Watt Peak) مثلا (WP55) . والقدرة القصوى (WP) هي أقصى قدرة كهربية يتم الحصول عليها من الخلية الشمسية إذا توفرت ظروف معينة مثل أن تكون درجة حرارة الخلية 25 درجة مئوية وكثافة الأشعة الشمسية (1000 واط/م 2) ومن الشركات العالمية العاملة في هذا المجال : شركة سولار الألمانية - الفواتيرات و شركة TOTAL الفرنسيات - آتيار سولار و HF IOUS في إيطاليا - شركة BP البريطانية - وشركة SIEMENS الألمانية - كرونار في يوغسلافيا - استروبور في كندا - وهليوديناميكا في البرازيل وشركات عديدة في الولايات المتحدة واليابان وهناك شركات متعددة الجنسيات أيضاً

جدول (2-7) لأحد الشركات يوضح بعض أنواع الخلايا الشمسية ومدي كفاءتها: (EcoOne – SolarEnergy Presentation 2014)



2.1.3.2 الوحدة الشمسية:

الوحدة الشمسية هي الجزء الظاهر من المنظومة الشمسية، وتتكون من تجميع عدد من الخلايا الشمسية، وتحتوي الوحدة الشمسية النموذجيه على 36 خلية والقدرة القصوي التي تنتجها 60 WP ، كما يمكن ان تصل قدرتها الانتاجية للطاقة في الوحدات الأكبر إلى ما يقارب300WP .

3.1.3.2 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 وتصنع إما من مادة الزجاج أو الفولاذ المقاوم للصدأ أو من مادة بلاستيكية.عند استخدام الوحدات الشمسية نصف الشفافة ذات الخلايا الشمسية الدائرية يتم استخدام نوع من الزجاج يكون مشتت للضوء لتلطيف دخوله عند الحافات الدائرية.

4.1.3.2 خاصية الشفافية والتعتيم في الوحدات الشمسية:

الوحدات الشمسية تكون إما معتمة لاتسمح بنفاذ الضوء من خلالها او تكون شفافة وتمتلك وظيفت توليد الطاقة الكهربائية وامكانية النظر خلالها تسمح للضوء الطبيعي بالنفاذ للداخل.

5.1.3.2 طرق توصيل الألواح الشمسية:

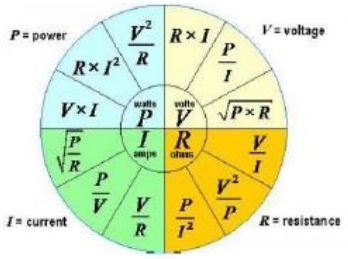
من الممكن تشكيل مصفوفة من الوحدات بربطها مع بعضها البعض، فالخلايا الكهروضوئية تقوم بإنتاج تيار مستمر .من الممكن ربط الخلايا على التوازي أو التوالي أو الدمج بين الطريقتان من أجل إنتاج شدة التيار أو فرق الجهد المطلوب.

ويمكن توضيح حساب شدة التيار وفرق الجهد المطلوبة من خلال قانونين فقط - مشهورين جدا- دون الدخول إلي معادلات معقدة في علم الكهرباء يسميان 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)

ويمكنك استخدام دائرة القوي التالية لمعرفة أي صيغة تحويل مطلوبة لتوصيل الألواح الشمسية كما موضح في الشكل (2-20).

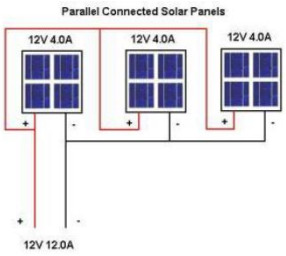


الشكل (2-20) دائرة القوي (الأخرس، - 2014)

ولها أكثر من طريقة للتوصيل حسب طبيعة الاستخدام:

1- توصيل على التوازي

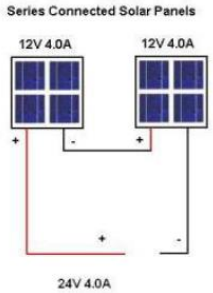
وهي عن طريق توصيل البدايات مع البدايات والنهايات مع النهايات – موجب مع موجب وسالب مع سالب مثل السلم - من أجل الحفاظ على نفس الجهد ولكن مع جمع قيم التيارات المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل زيادة التيار الكلي وبالتالي رفع القدرة الكلية وشكلها كالتالي:



الشكل (2-21) توصيل على التوازي(الأخرس، - 2014)

2- توصيل على التوالي

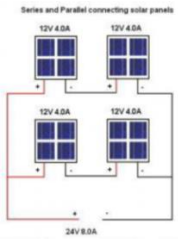
وتتم عن طريق توصيل النهايات مع البدايات – موجب مع سالب وسالب مع موجب مثل القطار - من أجل الحفاظ على نفس التيار ولكن مع جمع قيم الجهود المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل رفع فرق الجهد الكلي وشكلها كالتالي:



الشكل (2-22) توصيل 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:

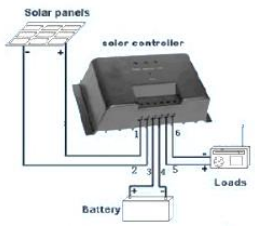


الشكل (2-23) الدمج بين الطريقتان (الأخرس، - 2014)

2.3.2 منظمات الشحن

وهي المرحلة الثانية في النظام الشمسي كما في الشكل (2-24)، وتقوم بالعديد من الوظائف كالتالي:

- تحتوي على قاطع داخلي يقوم بحماية الخلية الشمسية من التلف في حالة تلامس أطرافها معا وحدوث قصر في الدائرة بحيث يقوم الفيوز بالتلف ومنع الضرر الكبير من الحدوث على الخلايا الشمسية، ويمكن استبداله بعد ذلك والعمل مرة أخري وهو رخيص الثمن.
- تعمل على تنقية وتثبيت الفولت الخارج من الخلية الشمسية إلى الجهاز الذي يعمل على الجهد المستمر DC لأن قوة أشعة الشمس تزيد وتقل.
- تقوم بتنظيم عملية شحن البطاريات حيث أن عملية الشحن تختلف في اليتها 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, وبالطبع فإن وقت الشحن يختلف من مصنع لاخر، ولكن بصفة عامة في أمان طالما تتحر في النسبة المسموح بها من 6-24 ساعة
- تعمل على ضمان عدم رجوع تيار كهربي من البطارية إلي الخلية مرة أخري . (الأخرس، - 2014)



الشكل (2-24) منظم الشحن وعلاقته بنظام الخلايا الشمسية(الأخرس، - 2014)

3.3.2 البطاريات

وهي الوحدة المسئولة عن تخزين الطاقة وتفريغها عند الحاجة كما في الشكل (2-25) وبالطبع هنا العديد من أنواع البطاريات ولكن غالبية البطاريات المستخدمة مع الأنظمة الشمسية تكون من النوعية ذات الحمض والألواح الرصاصية وغالبية البطاريات المستخدمة لهذا الغرض تكون في حدود 12 فولت أو 24 فولت. وللتعامل مع البطارية تحتاج لمعرفة متغيران على الأقل من أصل ثلاثة متغيرات هم الجهد الكهربائي ويقاس بالفولت والتيار يقاس بالأمبير والقدرة تقاس بالواط كما تم ذكرهم من قبل.

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

الشكل (2-25) البطاريات لخزن الطاقة الكهربائية واستخدامها في حال عدم وجود الشمس– (rolls, 2014)

4.3.2 العواكس

تقوم بتحويل التيار المستمر سواء كان 12 فولت أو 24 فولت أو أي قيمة أخري إلي تيار متغير عالي لتشغيل الأجهزة التى تعمل على التيار المتغير وللأجهزة الثقيلة. وهو اخر مرحلة وبدونه لن تكون هنا قيمة حقيقية للألواح الشمسية، وتقاس قوة هذا الجهاز بالواط الذي يستطيع تحمله لتشغيل حمل ما عليه.

<u>يوجد العديد من الأنواع ولكن أهمهم نوعين رئيسيين:</u>

أ- عواكس لتشغيل الإضاءة والأجهزة الإلكترونية

ب- عواكس لتشغيل أي شئ بما فيها الماكينات

كما توجد هنا بعض العواكس التي تحتوي على شواحن داخلية بحيث يمكن توصيلها بمصدر التغذية الرئيسية وشحن البطارية دون الإنتظار إلي شحنها عن طريق الخلايا الشمسية أو لشحن بطاريات أخري إحتياطية.

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

5.3.2 الهيكل الساند للمصفوفة (اطارات التثبيت):

يقوم بحمل مجموع الألواح الكهروضوئية في المصفوفة وهو يستخدم لتحديد زاوية ميلان الألواح الكهروضوئية في الصف الكهروضوئي، بعض الهياكل الساندة تكون متحركة وهو ما يعرف بأنظمة التعقب للإشعاع الشمسي وهي تتحرك على محور واحد أو اثنين (Prasad& Snow, 2005)

الشكل (2-26) مكونات النظام الشمسي (المصدر: رشدي، 2017)

4.2 التشكيل المعمارى

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، تتالف من تشكيلات مكونة في الفضاء، وتستعمل الشكل والنسيج والمادة والحجم والضوء واللون كاجزاء 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 وسرب، 2008)

1.4.2 مفهوم التشكيل المعماري:

التشكيل المعماري يعرف بانه الهيئة الحسية الخارجية للمواد، والمؤ لفة 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 د ورا في بناء الفكر المعماري.

2.4.2 مفهوم العملية التشكيلية:

تصف العملية التشكيلية بمنها تنظيم مجموعة 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، ووف رت قدر كبير من الحرية والمرونة في التشكيل المعماري لذا يجب علينا د ا رسة هذه العناصر التشكيلية الحديثة دراسة وافية وزيادة الوعي المعماري تجاهها، حتى تواكب العمارة التكنولوجيا المتوافقة معها.

3.4.2 أسس التشكيل المعماري:

هناك عدة تسا لات 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 ياتي:

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 كمن 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 أسيرا 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.

4.4.2 وسائل التشكيل المعماري:

يمكن القول بمن وسائل التشكيل هي:

- الشكل
- الفضاء
- القيمة الضوئية
- اللون
- الملمس

5.2 العلاقة التكاملية بين الخلايا الشمسية و التشكيل المعمارى

1.5.2 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.

وتشمل خطوات تصميم الخلايا الشمسية المتكاملة مع المبنى على:

- دراسة تطبيق التصميم الذي يهتم بالطاقة أو مقاييس كفاءة الطاقة لتقليل متطلبات البناء للطاقة.
- الاختيار بين نظام الخلايا الشمسية التفاعلى مع المبنى ونظام الخلايا الشمسية المستقل.
- توفير التهوية الكافية ، فكفاءة تحويل الخلايا تقل مع ارتفاع حرارة التشغيل.
- التقييم باستخدام نظم الخلايا الحرارية الشمسية المهجنة كاختيار لتحسين كفاءة النظام.
- 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.
- دمج نماذج الخلايا في أجهزة التظليل وتعرف صفوف الخلايا بمنها "رموش العين" أو مناطق الرؤية الزجاجية للمبنى والتي يمكن أن توفر ظلال شمسية سلبية مناسبة.
- ادراك المصممين لتاثيرات المناخ والبيئة على إنتاج الطاقة.
- تناول موضوع تخطيط الموقع والتوجيه في بداية مرحلة التصميم.
- استخدام نظم الخلايا جديد نسبياً ، فمن المهم التاكد من أن من يعمل بالمشروعات يكون مدرب جيد اً والقائمين عليها لهم خبرة في الخلايا الشمسية وأجهزتها.

2.5.2 الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تصميم أغلفة الخلايا الشمسية:

1-الموقع العام:

إن للموقع العام تأثير مباشر عند تركيب الخلايا الكهروضوئية ، الظلال التي تلقيها المباني المحيطة ، وكذلك عناصر اللاندسكيب الموجودة من أشجار، تعمل علي تقليل كفاءة التجمعات الشمسية.

2- أماكن التركيب:

يتم تحديد أماكن تركيب نظام BIPV للتعرض لأشعة الشمس بناءا على الطاقة والاحتياجات المعمارية.

3- زواية الميل:

تعتبر زوايا الميل المثلى من أهم المحددات التي تؤثر بشكل مباشر على التشكيلات المعمارية، وتختلف زوايا الميل المثلى حسب الواجهة المختارة وفصول السنة المختلفة، حيث تؤثر بشكل كبير على كمية الطاقة الشمسية التي تسقط على الخلايا وبالتالي تؤثر على الطاقة المنتجة.

أكبر قدر من الأشعة الشمسية يمكن الوصول إليها عندما تسقط الأشعة بشكل عامودي على الخلايا. وبالنسبة لأفضل أماكن تحقق زوايا الميل المثلى فتكون الواجهة الجنوبية والأسقف ،ولكن عند تغير الميل ألياً لمتابعة حركة الشمس مكلف لدرجة ما ، لذلك في حالة بقاء الخلايا ثابتة فلابد من زيادة مساحة وحدات الخلايا.

4- الأتربة والغبار:

أثبتت دراسات في سانديبغو بعام 2007 أن الأتربة والغبار من العوامل تقلل من كفاءة النظام الكهروضوئي بنسبة حوالي 7٪ إلى 25 ٪، قد تساعد الأمطار و التنظيف المستمر على تقليل تراكم الغبار.

5- تهوية النظام

تهوية نظام الخلايا الكهروضوئية المتكاملة مع المبنى مهمة في حالة كانت الخلايا مصنعة من السيلكون البلوري، فإنها تتأثر بدرجة الحرارة المرتفعة وغير مهواة أما لو كانت الخلايا الكهروضوئية مصنعة من خلايا غيرمتبلورة أو خلايا ذات شرائح رقيقة فلا يتأثر النظام بارتفاع درجة الحرارة وبالتالي لا تتأثر كفاءة توليد الطاقة.

6- الخاصة بالصيانة وتشمل:

(التنظيف، الصيانة)

7- الظلال

الظلال لها تأثير كبير على أداء النظام الكهروضوئي، ومشكلة الظلال تنتج بكثرة في المباني متعددة الطوابق لأنها تقع أساسا في المناطق الحضرية (مناطق المحاطة بالمباني الشاهقة) أو حولها أشجار ترمي ظلها عليه، ومشكلة الظلال أقل تأثيرا بالنسبة للخلايا ذات الشرائح الرقيقة.
فمثلا وحدة كهروضوئية بها 36 خلية تنتج 40 واط ممكن أن تنتج 10 واط إذا ما تعرضت خلية واحدة كاملة للتظليل التام.

8- البيئية:

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

9- الانشائية:

بالنسبة لكل من البناء الجديد أو القديم فإن طريقة التركيب تكون هامة لفعالية تكلفة النظام ، فمثلا 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.

3.5.2 مميزات ربط الخلايا الشمسية مع التشكيل المعمارى للمباني متعددة الطوابق:

- 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 المعما رية يمكن استخدام هذه النظام لأجهزة معينة مستقله دون عمل شبكة متكاملة للمبنى.
- تعمل النظم الشمسية المتكاملة مع المباني BIPV على توفير الخادمات.
- على المدي 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.

4.5.2 طرق دمج الأنظمة الشمسية في المباني متعددة الطوابق:

أولا: التراكب «Superimposed"

يتم تركيب الوحدات الكهروضوئية على الهيكل مثل: سقف أو غلاف المبنى أو كليهما . ولا يوجد توفير في استخدام مواد البناء في هذه الحالة، لأن المواد الموجودة ستكون أسفل الوحدات ولا يتم استبدالها .

ثانيا: التكامل Integration Method"

في هذه الطريقة تكون الوحدات الكهروضوئية كعنصر معماري فضلا عن وسيلة لتوليد الطاقة. وهذه الطريقة مناسبة للمباني الجديدة. حيث يتم استبدال عناصر البناء التقليدية.

5.5.2 مواقع وأساليب تكامل الخلايا الشمسية مع المباني متعددة الطوابق:

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.

وتتاثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري بكل مما يلي:

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

بصورة عامة هناك ثلاث مواقع رئيسة في المبنى من الممكن أن تتكامل معها المنظومات الشمسية وهي:

- الأنظمة الشمسية المتكاملة مع الأسقف.
- الأنظمة الشمسية المتكاملة مع الواجهات.
- الأنظمة الشمسية المتكاملة مع العناصر المعمارية

1.5.5.2 الأنظمة الشمسية المتكاملة مع الأسقف:

يمكن دمج الأنظمة الكهروضوئية في الأسقف بطريقتين إما أن يكون النظام المتكامل جزء من غلاف المبنى الخارجي أو أن يتم تركيب النظام على المواد العازلة في الأسقف، الطريقة الأخيرة محببة للمباني القائمة ذات أسطح بمساحات كبيرة. إن استخدام الوحدات الكهروضوئية كغطاء للسقف يقلل من كمية مواد البناء اللازمة، وهو أمر هام جدا لبناء مستدام ويمكن أن يساعد على خفض التكاليف.

تشكل الأسقف عامل جذب لمثل هذه الأنظمة لعدة أسباب:

- غالبا ما تكون مناطق معرضة لأشعة الشمس وخالية من التظليل.
- إمكانية الحصول على أداء عالي للنظام بسبب سهولة التحكم بزوايا ميل الأسقف لتناسب موقع الشمس (السقف مائل).
- سهولة تركيب هذه الأنظمة.
- قد يكون من الأسهل دمج الخلايا الكهروضوئية في الأسقف من الحوائط لتحقيق الجمال والوظيفة.
- تركيب النظام على الأسقف لا يشكل وزن إضافي على المبنى باعتباره من مكونات السقف.

أ-انظمة الوحدات الكهروضوئية مع الأسقف المستوية:

- بزاوية ميل على شكل مصفوفات متتالية: مع مراعاة عدم سقوط الظل على الخلايا يحقق الوظيفة هي عبارة عن ألواح مائلة بزاوية ثابتة، تثبت على هياكل حاملة وتثبت الهياكل بدورها على الاسطح كما هو موضح في الشكل (2-27)

الشكل (2-27) الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية المصدر (2010, Sigulda, Latvia)

- استقبال أكبر قدر من أشعة الشمس لتوليد الطاقة تكون عالية مع توجية الخلايا نحو الاتجاه المناسب للشمس
- بدون زاوية ميل فينتج سقف كهروضوئي أفقي: يقلل من فعالية توليد الكهرباء

- بدون زاوية ميل فينتج سقف كهروضوئي أفقي عازلة للحرارة، تمتاز بعض انواع الالواح باحتوائها على مواد خاصة للعزل الحراري تساعد على زيادة العزل الحراري للمبنى يستخدم هذا النوع غالبا في الأسطح الأفقية و الأسطح المائلة أيضاً كما انه يستخدم في اعادة تاهيل الأسطح القديمة كما هو موضح في الشكل (2-28)

الشكل (2-28)الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي المصدر (الجادري قسليم،2010)

ب. أنظمة الوحدات الكهرضوئية مع الأسقف المائلة

تعتبر الأسقف المائلة مكانا نموذجيا لتركيب الخلايا الكهروضوئية لو كانت الأسقف باتجاه الجنوب أو الجنوب الغربي لكفاءتها بتوليد الكهرباء ، الأسقف المائلة تسهل عملية التركيب وتنظيف الوحدات وتمنع تجمع المياه والثلوج عليها ويفضل أن لا يكون هناك مسافات فاصلة بين الوحدات.

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

- **إضافتها كمواد بدل مواد الإنهاء الخارجية للاسقف**

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 (2-29).(Randall, 2001)

الشكل (2-29)الخلايا الشمسية بديل مواد الإنهاء الخارجية للاسقف المائلة المصدر (Sinaps,Donker,2013)

- **إضافتها فوق مواد الإنهاء الخارجية**

يتم تثبيت الوحدات الشمسية المعتمة على مواد الإنهاء التي هي سقف للفضاء الداخلي وبهذا تكون الاساس الذي ستستند عليه الوحدات .كما هو موضح في الشكل (2-30) (Prasad & Snow, 2005)

الشكل (2-30) الخلايا الشمسية فوق مواد الإنهاء الخارجية للاسقف المائلة المصدر (Sinaps,Donker,2013)

- **إضافة الوحدات الشمسية ضمن مواد الإنهاء التقليدية للأسقف :**

وهي عبارة عن قطع صغيرة الحجم 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. كما هو موضح في الشكل (2-31) (Prasad & Snow, 2005)

الشكل (2-31) إضافة الخلايا الشمسية ضمن مواد الإنهاء التقليدية للأسقف المائلة المصدر (Sinaps,Donker,2013)

ج. أنظمة الوحدات الكهرضوئية مع الأسقف المسننة

تمثل جزء هام من تصميم السقف فيتم وضع الوحدات بالاتجاه الجنوبي الذي يستقبل الطاقة الشمسية بينما الأسقف بالاتجاه الشمالي عبارة عن زجاج يسمح بمرور الإضاءة الطبيعية وتحمي من أشعة الشمس المباشرة، وتتميز بسهولة التركيب وذات كفاءة استخدام للطاقة الشمسية كما هو موضح في الشكل (2-32)

الشكل (2-32) الأسطح المسننة وتكاملها مع الخلايا الشمسية المصدر (2010, Sigulda, Latvia)

د- أنظمة الخلايا الشمسية مع الأسقف السماوية

إمكانية إمداد إضاءة طبيعية للداخل وكذلك تغطية الفراغ وتوليدها للطاقة الكهربائية. يتم تثبيت الوحدات بسهولة على دعامات هيكلية وتستخدم الوحدات الكهروضوئية الشفافة كمواد تسقيف كعازل للمياه وعازل للحرارة وتحول ضوء النهار لكهرباء أيضا. الخلايا الكهروضوئية تمتص 70-80% من اشعة الشمس من خلال السقف المزدوج كما هو موضح في الشكل (2-33).

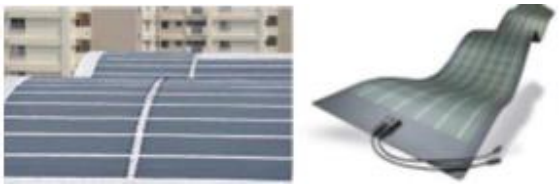
الشكل (2-33) الخلايا الشمسية مع الأسقف السماوية المصدر (Pinterest, 2017)

هـ أنظمة الخلايا الشمسية مع الأسقف المنحنية:

توفر الوحدات الشمسية إمكانية التصميم للأسطح المطوية بإستخدام تقنية الوحدات الشمسية الرقيقة والأسطح المنحنية وتكون بنوعين:

- **تطبيقات الخلايا الشمسية الرقيقة**(Thin film)

إمكانية استخدامها على الأسطح المنحنية لمرونتها وخفتها وقابليتها للطي وبإمكانها أن تحل محل مواد الإنهاء الخارجية وتعتبر عازل جيد للماء وتتوفر كوحدات بأبعاد معينة أو لفائف يصل عرضيا إلى 1.5 وبطول 12م بلون أزرق وهناك أنواع لها ميزة عكس ألوان الطيف بشكل خفيف عند سقوط أشعة الشمس عليها كما هو موضح في الشكل (2-34)



الشكل (2-34) الخلايا الشمسية الرقيقة واستخدامها في الأسقف المنحنية المصدر (Sinaps,Donker,2013)

- **الأسطح المقوسة بالوحدات التقليدية:**

من الممكن أن يتم تصميم الأسطح المقوسة باستخدام الوحدات الشمسية التقليدية بشكل مقوس كما هو موضح في الشكل (2-35).

الشكل (2-35) الخلايا الشمسية واستخدامها في الأسقف المقوسةالمصدر (Wesoff,2011)

و. أنظمة الوحدات الكهرضوئية مع الأسقف القرميد

لزيادة توليد الطاقة الكهربائية تتوفر خلايا كهروضوئية من وحدات نمطية بأشكال وألوان وتفاصيل جمالية تشبة القرميد بالإضافة إلى الخصائص الإنشائية والحرارية من عدم نفاذيتها للمياة كما هو موضح في الشكل (2-36)

الشكل (2-36) الخلايا الشمسية واستخدامها في الأسقف القرميدالمصدر (Pinterest, 2017)

2.5.5.2 الأنظمة الشمسية المتكاملة مع الواجهات:

بسبب التطور التقني في تصنيع الخلايا الكهروضوئية وتوافرها بأحجام وتشكيلات وألوان متعددة أمكنها أن تتكامل مع الشكل المعماري للمبنى كجزء لا يتجزأ منه وتعزز قيمته الجمالية والبيئية، بالإضافة إلى أنها لا تؤثر على النظام الإنشائي للمبنى، وممكن الاستعاضة عنها بدل مواد الإنهاء الخارجية بجانب إنتاجها للطاقة ومقاومتها للعوامل الجوية الخارجية، ويمكن أن تكون مفتوحة أو مغلقة كي يسهل التحكم بالهواء الداخلي، وتعتبر سهلة التركيب والتنفيذ وبذلك تعتبر هذه الوحدات المتكاملة مع الواجهات متعددة الوظائف ، زاوية الميل بالنسبة لوحدات الخلايا الكهروضوئية المتكاملة مع واجهات مبنى تتراوح بين 75-105درجة

أ. الحوائط الرأسية

تغطي الوحدات الكهروضوئية واجهة المبنى بأكمله أو جزء منه وأحيانا تكون طبقة ثانية على طبقة أولى داخلية تحتوي على مواد عازلة ومانعة لتسرب المياه أو تكثفه ، كما أن الواجهات غير المعرضة للتهوية تعتمد على أنواع الخلايا التي تتحمل درجات الحرارة العالية كما هو موضح في الشكل (2-37)

الشكل (2-37) الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط الرأسية لأحد المنازل في ألمانيا

ب. الحوائط المتدرجة(المسننة)

تتميز الوحدات الكهروضوئية المتكاملة مع الحوائط المتدرجة أو المسننة بأداء الشمسي الجيد في التوجيه ناحية الأشعة الشمسية، كذلك إيجاد مجموعة من الأركان ممكن استخدامها كنوافذ يمكن فتحها كما هو موضح في الشكل (2-38)

الشكل (2-38) الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط المتدرجة(المسننة) في مبنى اتحاد الصناعات الكورية في كوريا الجنوبية

ج. الحوائط المائلة

الحوائط المائلة بالاتجاه المناسب للشمس هي الأنسب لتكامل الخلايا الكهروضوئية مع المبنى لسببين لاستقبال أكبر كمية من الإشعاع الشمسي بالإضافة إلى شكلها الجذاب الذي يعطي للمبنى أناقة ورونق، تركب الخلايا على الحوائط المائلة أو تركب بشكل مائل لو كان الحائط رأسي كما هو موضح في الشكل (2-39)

الشكل (2-39) الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط المائلة المصدر (Krawietz, 2011)

د. الحوائط المنحنية

الوحدات الكهروضوئية المتكاملة مع الحوائط المنحنية يثبت مدى التطور التقني والقدرة على مرونة تشكيلها وبذلك عدم تقيد المعماري بأشكال جامدة كما هو موضح في الشكل (2-40).

الشكل (2-40) الخلايا الشمسية واستخدامها في الحوائط المنحنية

ه. الجدران الستائرية

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 بانواع 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 كما هو موضح في الشكل (2-41)

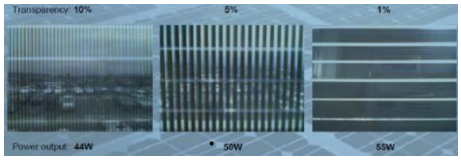
الشكل (2-41) الخلايا الشمسية واستخدامها في الجدران الستائرية المصدر (Krawietz, 2011)

3.5.5.2 الأنظمة الشمسية المتكاملة مع العناصر المعمارية الأخرى:

تكامل الوحدات الكهروضوئية لا يقتصر على الواجهات أو الأسقف والمسطحات الكبيرة بل يمكن أن تدخل في التفاصيل المعمارية مثل النوافذ وكاسرات الشمس والمظلات وفي درابزين الحماية

.أ. الأنظمة الكهروضوئية المتكاملة مع الفتحات

يمكن استخدام تقنية الزجاج الكهروضوئي بدل الزجاج التقليدي الذي يعطي نفس الخواص الفيزيائية، حيث يسمح بنفاذ الضوء باستخدام الأنواع الشفافة بالإضافة إلى توفر أنواع شبه شفافة منه أو غير شفافة حسب رغبة المعماري ولكن تتأثر كفاءة الخلايا كلما زادت درجة شفافيتها، كما يبين الشكل أدناه



الشكل (2-42) تأثير درجة شفافية الوحدات الكهروضوئية على كفاءة عملها المصدر (عبد الهادي،2012)

ب الأنظمة الكهروضوئية المتكاملة مع كاسرات الشمس

تعتبر الكاسرات أكثر العناصر المستدامة لاستخدامها في تظليل المبنى واعطاء شكل جمالي تعمل هذه الوحدات دور مزدوج في توليد الطاقة للمبنى والحماية من دخول أشعة الشمس الغير مرغوب فيها كما هو موضح في الشكل (2-43)

الشكل (2-43) استخدام الزجاج الكهروضوئي ككاسرات الشمس كما في مركز شايدجر في السويد المصدر (Pinterest, 2017)

ج. الأنظمة الكهروضوئية المتكاملة مع التراسات والبلكونات

تركب الوحدات الكهروضوئية على أطر معدنية لتشكل مظلات للتراسات أو البلكونات وتركب أيضا كدرابزين وممكن أن تحل محل مواد البناء وبذلك إعطاء منظر حديث وجمالي كما هو موضح في الشكل (2-44)

الشكل (2-44) الخلايا الشمسية واستخدامها كدرابزين البلكونات و للتراسات المصدر (Krawietz, 2011)

6.5.2 المستويات الشكلية للتكامل بين المنظومات الشمسية والناتج المعماري:

تقاس عملية التكامل الشكلي بخمسة مستويات بناء على مدى اتساع وتنامي الاندماج بينهما

1.6.5.2 إضافة الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي:

يوظف المصمم الألواح الشمسية في المبنى بشكل غير مرئي والاستفادة من التقنية فقط ويعود السبب الي رغبة المصمم في عدم تغيير الطابع المعماري وغالبا ما يحدث هذا في المباني التاريخيه.

2.6.5.2 إضافة الخلايا الشمسية إلى تصميم المبنى:

تضاف المنظومات الشمسية للمباني المشيده مسبقا أو المباني قيد الانشاء لزيادة الطاقة الداخله للمبنى،او تضاف المنظومات الشمسية كادوات للتظليل للتحكم بالإضاءة الطبيعية وتقليل تاثيرالأشعة الشمسية أو أن تتم اضافتها بدل من الزجاج كعناصر تتسم بالشفافيه لها القابليه على تزويد المبنى بالطاقة في الوقت نفسه.

3.6.5.2 إضافة الخلايا الشمسية إلى التعبير المعماري للمبنى:

هو أن توظف الوحدات الشمسية لتضيف طابع معاصر للمبنى .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.

4.6.5.2 الخلايا الشمسية تحدد الصورة المعمارية:

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

5.6.5.2 الخلايا الشمسية تؤثر في الفكرة التصميمية:

تكون فكرة التكامل مع المنظومات الشمسية مؤثرة في مجمل الأفكار المعمارية للمصمم لتحقيق كل ما تم ذكره في المستويات السابقه و الاستفادة من إمكانيات التنوع المتاحة في التقنية بالإضافة الى تطبيق المفاهيم التصميمة للمعالجات البيئية الذاتية.

7.5.2 التعدد الوظيفي للمنظومات الشمسية كمواد انهاء خارجية في الشكل المعماري:

تواجه المعماري مشكلة في تحقيق التناسق في المظهر ، فبعض الأجزاء من السطح قد تحتاج إلى عناصر صغيرة والتي لا يمكن أن تعمل بشكل اقتصادي كالواح شمسية بسبب موقعها المظلل. الحل في هذه الحالة يكون باستخدام عناصر غير فعالة تكون بنفس مظهر الألواح الشمسية تستخدم لتحقيق التناسق المعماري.وهناك طريقة أخري للحصول على سطوح متناسقة هي باضافة ألواح شمسية مع مواد إنهاء خارجية مشابهة لها.

6.2 الدراسات السابقة:

تعتبر الدراسات السابقة أساسا ينبغي توافره ليكون بمثابة نقطة البداية لأي دراسة سواء كانت نظرية أو تطبيقية وقد تمت الاستفادة من الدراسات والأبحاث المتعلقة بموضوع الدراسة ومن أهمها:

1.6.2 دراسة بعنوان " دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة (الخطيب"2015م):-

تفيد الدراسة الى التعرف على أساليب التكامل المعماري مع الخلايا الشمسية، وكيفية الاستفادة منها في تعزيز الجمال في الشكل المعماري النهائي ، والتعرض إلى دراسة أماكن وضع الخلايا الشمسية حسب نوعها وعمل موازنة بين تحقيق الجانب الشكلي للمباني مع توفير الطاقة اللازمة من الخلايا، وأخيرا دراسة مدى تقبل الناس لفكرة الخلايا الشمسية واستخدامها كحل مساعد لمشكلة الطاقة في قطاع غزة. ولتحقيق هذه الاهداف اتبع الباحث المنهج الوصفي التحليلي، وتوصل الباحث إلى عدة نتائج منها أن نظام الطاقة الشمسية يعد من أفضل الأساليب والحلول لحل مشكلة الكهرباء بشكل يتناسب مع التشكيل المعماري للمبنى في قطاع غزة لما يتميز به في نواحي عدة من الناحية الوظيفية والناحية الاقتصادية وأخيرا الجمالية، حيث تعد الخلايا الشمسية من أحد الأساليب الجديدة في التشكيل المعماري حيث تؤثر على الشكل العام للمبنى والفضاء الخارجي وتعبر عن الحداثة والرقي .وأوصت الدراسة إلى أهمية دعم الحكومة من حيث نشر الثقافة الطاقة البديلة ودعم وتفعيل الجمعيات لمساعدة المواطنين على استخدام الخلايا الشمسية، والعمل على الاستفادة من الخلايا الشمسية من ناحية الطاقة ومن ناحية أنها كمواد إنهاء بديلة عن المواد التقليدية.

يمكن الاستفادة من هذه الدراسة تبني نظام الخلايا الشمسية لحل مشكلة الانقطاع المتواصل للتيار الكهربائي، وبذلك فإن نظام الخلايا الشمسية المتكاملة مع غلاف المبنى ستفتح أفقا أوسع لمواطني القطاع لحل أزمة الكهرباء بشكل يتناسب مع التشكيل المعماري للمبني.

2.6.2 دراسة بعنوان" :نحو تشكيل معماري مستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية" (عبد الهادي،2012) :

تهدف الد راسة إلى الد راسة تفعيل دور استخدامات الطاقة الشمسية في قطاع المباني عن طريق إدخال استخدام التقنيات المتطورة من أهمها الخلايا الكيروضوئية للوصول إلى تشكيل معماري مستدا للمباني وتشكيل جمالي، بالإضافة إلى دورها الأساسي في إنتاج الطاقة الكهربائية النظيفة، مستفيدا في ذلك من الطفرة الهائلة للثورة المعلوماتية في هذا المجال، وبذلك تحقيق مباني مستدامة.

واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، حيث عنيت الد راسة النظرية بالتعرف على استخدامات الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة في المباني، ثم استدامة التشكيل المعماري من خلال استخدام الطاقة الشمسية، أما الدراسة التحليلية اهتمت بدور الخلايا الكهروضوئية في دعم استراتيجية التنمية المستدامة ودمجها في تشكيل معماري مستدام له أسس تشكيلية وليس مجرد إضافة تقنية لإنتاج الطاقة، وبالنهاية د راسة موقع مصر بالنسبة لدول الحزام الشمسي، والسياسات العامة والتوجيهات لتشجيع التنمية المستدامة باستخدام الطاقة الشمسية في مصر.

وخلصت الدراسة إلى الدور الهام الذي تلعبه الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري المستدام محققة تنمية مستدامة وانسجا مع التشكيل المعماري عند إضافتها للمباني، وبذلك ملاءمتها كعنصر تشكيلي مستدام عالميا ومحليا، وامكانية استخدامها في مصر في المباني القائمة والجديدة، وأوصت الد راسة بعدة توصيات أهمها تفعيل استخدام الخلايا الكهروضوئية في التشكيل المعماري المستدام، واتخاذ القرارات الدولية الحاسمة في نشر ثقافة الاستدامة وتقنيات الطاقة المتجددة باستخدام الخلايا الكهروضوئية، وأخيرا زيادة الوعي لدى المعماريين بالنظم الحديثة وخاصة الخلايا الكهروضوئية وكيفية تطويعيا لخدمة العمارة.

تم الاستفادة من هذه الدراسة بالتأكيد على امكانية تكامل الخلايا الكهروضوئية بجميع عناصر غلاف المبني من واجهات أو أسقف وحتى تفاصيل معمارية بشكل يزيد من وظيفة وجمال المبنى ويعزى السبب لتطور قطاع الخلايا الكيروضوئية التي تأتي بأشكال وأحجام وألوان متعددة وذات كفاءة عالية، دراسة عبد الهادي ساعدت في تطبيق نظام الخلايا الكهروضوئية المتكاملة مع غلاف المبنى من واجهات وأسقف وتفاصيل معمارية على البدائل التصميمية التيتمت دراستها في البحث.

الباب الثالث: منهجية البحث

الباب الثالث

منهجية البحث

1.3 تمهيد:

تعتبر منهجية الدراسة واجراءاتها محورا رئيسا يتم من خلاله الحصول على البيانات المطلوبة لإجراء التحليل الإحصائي للتوصل إلى النتائج التي يتم تفسيرها في ضوء الدراسة المتعلقة بموضوع الدراسة ,وبالتالي تحقق الأهداف التي تسعى إلى تحقيقها.

2.3 منطقة الدراسة : ولاية الخرطوم السودان.

1.2.3 السودان:

دولة تقع في شمال شرق أفريقيا حيث تبلغ مساحتها 1886068 كم مربع ,تحدها من جهه الشمال مصر وليبيا و من جهه الشرق اثيوبيا واريتريا ومن الغرب تشاد وجمهورية أفريقيا الوسطى ومن جهة الجنوب جنوب السودان كما في الشكل (3-1) ، يتميز مناخها بمناخ شبه صحراوي.

الشكل (3-1) ولاية الخرطوم السودان

2.2.3 ولاية الخرطوم:

وهي عاصمة السودان ، تقع في وسط السودان عند نقطة التقاء النيل الأبيض بالنيل, رتفاع 382 متر فوق سطح البحر و تبلغ مساحتها 28165 كم مربع , و يحدها من الشمال الخرطوم بحري والشرق الجريف شرق والجنوب الجزيرة و الغرب ولاية أمدرمان كما هو موضح في الشكل (3-2).

الشكل (3-2) ولاية الخرطوم

3.3 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 التي تطرح حولها والعمليات التي تتضمنها والأثار التي تحدثها.

وقد استخدم الباحث مصدرين أساسين للمعلومات:

- المصادر الأولية :الإستبانة كاداة للدراسة، صممت خصيصا لهذا الغرض.
- المصادر الثانوية :الإطار النظري للدراسة والتي تتمثل في الكتب والمراجع العربي، والدوريات والمقالات والتقارير، والأبحاث والدراسات السابقة التي تناولت موضوع الدارسة، والبحث والمطالعة في مواقع الإنترنت المختلفة.

4.3 مجتمع وعينة الدراسة:

مجتمع الدراسة يعرف بانه جميع مفردات الظاهرة التي يدرسها الباحث, وبناءا على مشكلة الدراسة وأهدافها فان المجتمع المستهدف يتكون من المهندسين المعماريين بالشركات الهندسية بمدينة الخرطوم، حيث تم عمل الاستبيان عن طريق شبكة الانترنت بخدمات قوقل وقد تم توزيع الرابط على مجتمع الدراسة وقد تم استرداد 66 استبانة بنسبة 100% .

عناصر مجتمع الدراسة

ولتحديد حجم العينة هناك طرق متعددة تحدد نسبة معينة من المجتمع الأصلي منها معادلة روبرت ماسون

$$n = \frac{M}{\left[\left(S^2 \times (M-1)\right) \div pq\right] + 1}$$

حيث أن:

M = حجم المجتمع

S= الدرجة المعيارية المقابلة لمستوى الدلالة (0.95) أي قسمة نسبة الخطأ 0.05 على 1.96

P = نسبة توافر الخاصية وهي (0.50) .

q = النسبة المتبقية من الخاصية وهي (0.50) .

N =86 / ((0.03*0.03)(85)/(0.25) +1) = 66

5.3 أداة الدراسة:

تم إعداد إستبانة حول " دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة وأثراستخدامها على التشكيل المعماري للمباني متعددة الطوابق بمدينة الخرطوم".

6.3 نوع الاستبانة:

الاستبيان المحدد أو الاستبيان المغلق:وسبب إطلاق هذا الاسم هو أنه يتكون من مجموعة من الأسئلة ذات نمط محدد من الإجابات، مثل موافق أو غير موافق، وكذلك نعم أو لا، بالإضافة إلى جميع أنواع أسئلة الاختيار من متعدد، وبتلك الطريقة يسهُل على المُستجيبين تحديد ما يرغبون فيه من إجابة، وعدم الخروج عن النطاق المرسوم من جانب الباحث العلمي، وفي الغالب يستخدم هذا النوع في حالة رغبة الباحث في الحصول على درجات محددة تسهل عليه مأمورية التحليل الإحصائي فيما بعد.

7.3 إستبانة الدارسة: تتكون من قسمين رئيسين

- القسم الأول :وهو عبارة عن البيانات الشخصية عن المستجيب (الجنس ,العمر, المؤهل العلمي , عدد سنوات الخبرة ,الوصف الوظيفي.)
- القسم الثاني :وهو عبارة عن مجالات الدراسة ,ويتكون من 20 فقرة ,موزع على مجالين:
  - المجال الأول :أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية ,ويتكون من 5 فقرة.
  - المجال الثاني :أثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري ,ويتكون من 15 فقرة.

8.3 خطوات بناء الإستبانة:

قام الباحث بإعداد أداة الد راسة لمعرفة " دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة وأثرها على التشكيل المعماري للمباني متعددة الطوابق بمدينة الخرطوم"،واتبع الباحث الخطوات التالية للإستبانة:

- الإطلاع على الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة ,والاستفادة منها في بناء الإستبانة وصياغة فقراتها.
- استشار الباحث عدداً من أساتذة الجامعات والمشرفين في تحديد مجالات الاستبانة وفقراتها.
- تحديد المجالات الرئيسة التي شملتها الاستبانة.
- تحديد الفقرات التي تقع تحت كل مجال.
- تم تصميم الاستبانة في صورتها الأولية.
- تم مراجعة وتنقيح الاستبانة مع المشرف,لتستقر الاستبانة في صورتها النهائية.

9.3 الاساليب الاحصائية المستخدمة :-

لتحقيق اهداف الدراسة والتحقق من فرضياتها ، استخدم الباحث الاساليب الاحصائية التالية:-

1/ الاشكال البيانية

2/ الجداول التكرارية والنسب المئوية

3/اختبار ألفا كرونباخ

هذا وقد استخدم الباحث البرنامج الاحصائى spss

(Statistical Package For Social Sciences).(الحزمة الاحصائية للعلوم الاجتماعية)

10.3تطبيق اداة الدراسة:-

يستخدم معامل الثبات (ألفا كرونباخ) للحكم على دقة قياس مفاهيم الدراسة، أي بمعنى أنه عند قيام باحث آخر بالدراسة نفسها سوف يتوصل إلى النتائج نفسها، وكذلك من أجل قياس مدى توافق الإجابات مع بعضها البعض بالنسبة للمتغيرات المدروسة و موثوقية النتائج.

وعند حساب معامل ألفا كرونباخ من أجل مجموعة من المتغيرات فيجب أن تكون قيمته أكبر من 0.6 حتى نستطيع القول بأنه يمكن الوثوق بالنتائج، فإذا لم يكن هنالك ثبات فى البيانات تأخذ قيمة المعامل الصفر ، ويزيد ثبات البيانات كلما اتجهت قيمة المعامل نحو الواحد الصحيح ، وفيما يلى اختبار ثبات البيانات

جدول (3-1) يوضح قيمة معامل ألفا كرونباخ لاختبار ثبات الاستبيان المصدر (الباحثة)

عدد العناصر	معامل ألفا كرونباخ
20	0.95

من خلال الجدول(2-2)نجد ان معامل ألفا كرونباخ قد بلغ 0.95 وهو مرتفع جدا، مما يدل على ثبات الاستبيان وصلاحيته للقياس.

- **مقياس ليكارت الخماسى:-**

استخدم الباحثون مقياس ليكارت الخماسى للخمسة خيارات (اوافق بشدة ، اوافق، محايد،لا اوافق،لا اوافق بشدة) حسب الاوزان التالية:

جدول (3-2) يوضح اوزان مقياس ليكارت الخماسى المصدر (الباحثة)

الوزن	الرأى
1	اوافق بشدة
2	اوافق
3	محايد
4	لا اوافق
5	لا اوافق بشدة

قام الباحثون بعد ذلك بحساب المتوسط المرجح على النحو التالى:

جدول (3-3) يوضح المتوسط المرجح المصدر (الباحثة)

المتوسط المرجح	الرأى
من 1 الى 1.79	اوافق بشدة
من 1.80 الى 2.59	اوافق
من 2.60 الى 3.39	محايد
من 3.40 الى 4.19	لا اوافق
من 4.20 الى 5	لا اوافق بشدة

ومن خلال الجدول اعلاه يلاحظ ان طول الفترة المستخدمة 5/4 ،أى حوالى 0.80 ، وقد حسبت الفترة على اساس ان الارقام 1،2،3،4،5 بينها 4 مسافات.

- **استخدام مربع كاى لجودة التطابق:-**

لاختبار هل توجد فروقات ذات دلالة احصائية بين استجابات المبحوثين استخدم الباحث اختبار مربع كاى والذى يمكن ايجاده بالمعادلة الموضحة ادناه:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{c} \sum_{i=1}^{r} \frac{(E_{ij} - O_{ij})^2}{E_{ij}}$$

حيث ان :

- Eij التكرار المتوقع
- Oij التكرار المشاهد

كما يتم الحصول على درجة الحرية وهى (عدد الاجابات فى السؤال -1) ، ولمعرفة هل هنالك فروق ذات دلالة احصائية بين الاجابات المتوقعة والمشاهدة لكل عبارة على حدة ، كما ان القيمة الاحتمالية (P value) بصورة مباشرة تحدد ما اذا كانت الفروق ذات دلالة احصائية وذلك بمقارنة القيمة الاحتمالية بمستوى معنوية 0.05 0 حيث أن القيمة الاحتمالية تمثل قيمة الخطأ المسموح به فى نتائج الاختبار بمعنى اننا نثق فى صحة اجابتنا بنسبة (95%) ، فإذا كانت القيمة الاحتمالية اقل من 0.05 فهذا يدل على وجود فروق ذات دلالة احصائية بين التكرارات المشاهدة والمتوقعة ، وفى هذه الحالة نستخدم المتوسط المرجح ليحدد اتجاه العبارة.

الباب الرابع : النتائج والمناقشة

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

1.4 تمهيد:

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 (الجنس ,العمر, المؤهل العلمي ,عدد سنوات الخبرة, الوصف الوظيفي) لذا تم إجراء المعالجات الإحصائية للبيانات المتجمعة من إستبانة الدراسة.

2.4 تحليل الاستبانة:

التحليل يقصد تحويل البيانات المجموعة إلي معلومات وتحويل هذه المعلومات إلى مؤشرات لاستخلاص النتائج منها. ويتم تحليلها بواسطة:

- Spss (Statistical Package For Social Sciences)
- EXCELLبرنامج اكسل

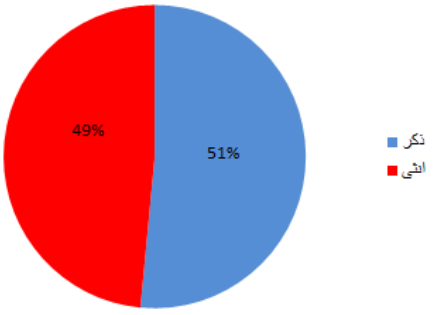
3.4 الوصف الإحصائي لعينة الد راسة وفق المعلومات العامة:

وفيما يلي عرض لخصائص عينة الد راسة وفق المعلومات العامة

توزيع عينة الد راسة حسب الجنس:

جدول (4-1) توزيع عينة الدراسة حسب الجنس المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
ذكر	34	51.5
انثي	32	48.5
المجموع	**66**	**100.0**



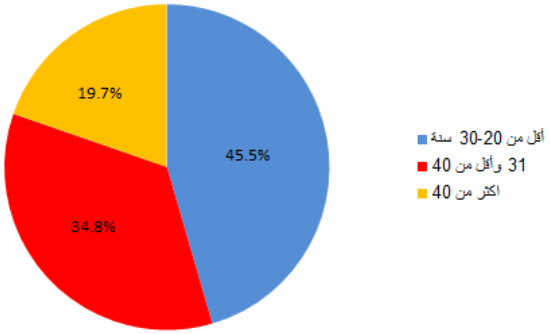
الشكل (4-1) توزيع عينة الدراسة حسب الجنس

يتضح من جدول والشكل أعلاه أن ما نسبته 51.5% من عينة الدراسة ذكور ,بينما 48.5% إناث . وهي نسب مطابقة المجتمع الذي تم التوزيع عليها.

توزيع عينة الد راسة حسب العمر:

جدول (4-2)توزيع عينة الد راسة حسب العمر المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أقل من 20-30 سنة	30	45.5
31وأقل من 40 سنة	23	34.8
اكثر من 40 سنة	13	19.7
المجموع	**66**	**100.0**



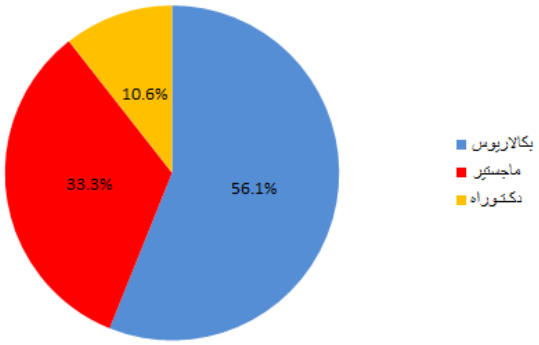
الشكل (4-2) توزيع عينة الد راسة حسب العمر

يتضح من جدول والشكل أعلاه أن ما نسبته45.5 % من عينة الدراسة تتراوح أعمارهم اقل من 20-30 سنة , 34.8% تتراوح أعمارهم من 31 وأقل من 40 سنة, بينما 19.7% أعمارهم 40 سنة فاكثر.

- **توزيع عينة الدراسة حسب المؤهل العلمي:**

جدول(4-3) توزيع عينة الدراسة حسب المؤهل العلمي المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
بكالاريوس	37	56.1
ماجستير	22	33.3
دكتوراه	7	10.6
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-3) توزيع عينة الدراسة حسب المؤهل العلمي

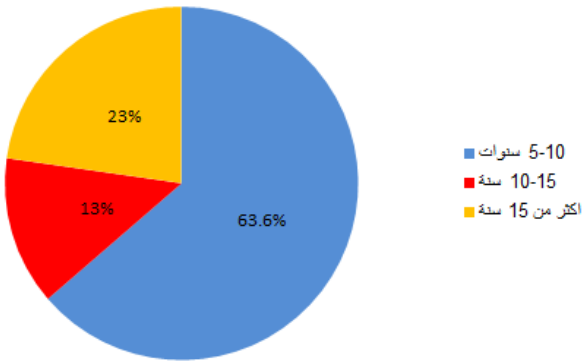
يتضح من جدول والشكل أعلاه أن ما نسبته56.1% من عينة الدراسة مؤ هلهم العلمي بكالوريوس , 33.3%مؤ هلهم العلمي ماجستير ,بينما10.6 % مؤ هلهم العلمي دكتو راه.

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

- **توزيع عينة الد راسة حسب سنوات الخبرة:**

جدول(4-4) توزيع عينة الد راسة حسب سنوات الخبرة المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
5-10سنوات	42	63.6
10-15سنة	9	13.6
اكثر من 15 سنة	15	22.7
المجموع	**66**	**100.0**



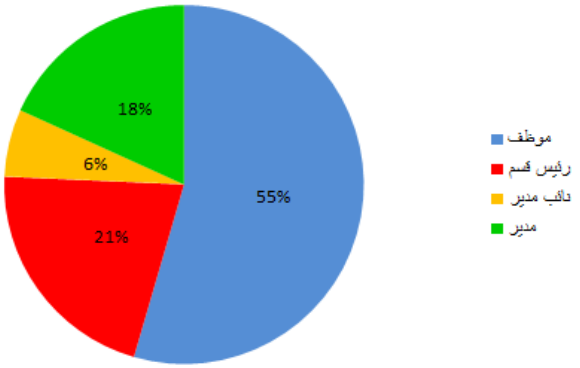
الشكل (4-4) توزيع عينة الد راسة حسب سنوات الخبرة

يتضح من جدول والشكل أعلاه أن ما نسبته 63.6 % من عينة الدراسة سنوات الخبرتهم 5-10 سنوات, 13.6% تتراوح سنوات خبرتهم 10-15سنة, بينما 22.7% سنوات خبرتهم 15 سنة فاكثر.

- **توزيع عينة الد راسة حسب الوصف الوظيفي:**

جدول(4-5) توزيع عينة الد راسة حسب الوصف الوظيفي المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
موظف	36	54.5
رئيس قسم	14	21.2
نائب مدير	4	6.1
مدير	12	18.2
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-5) توزيع عينة الد راسة حسب الوصف الوظيفي

يتضح من جدول والشكل أعلاه أن ما نسبته54.5 % من عينة الدراسة الوصف الوظيفي موظف, 21.2 الوصف الوظيفي رئيس قسم , 6.1% الوصف الوظيفي نائب مدير,بينما 18.2% الوصف الوظيفي مدير. هناك تنوع في الوصف الوظيفي وهذا يعطي الاستبانة قوة أكثر.

4.4 تحليل فقرات الاستبانة:

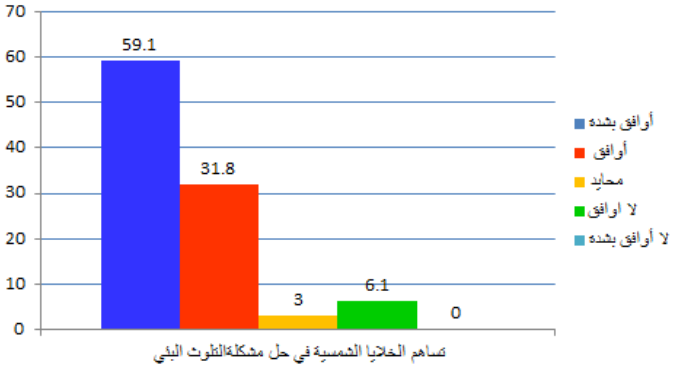
لتحليل فقرات الاستبانة" المجال الأول والثاني "تم استخدام الوسط الحسابي وذلك بتقسيم مجموعة البيانات علي عددها

1.4.4 تحليل فقرات مجال الاول "أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية":

- **تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البيئي:**

جدول (4-6) تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البيئي المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	39	59.1
أوافق	21	31.8
محايد	2	3.0
لا اوافق	4	6.1
لا أوافق بشدة	0	0.0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-6) تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البئي

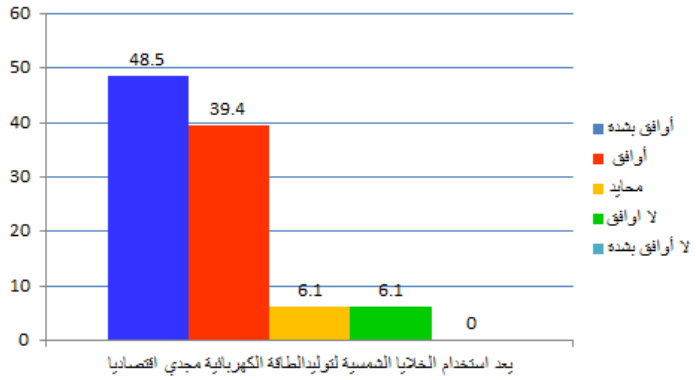
يتضح من جدول والشكل أعلاه تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البئي بنسبة 59.1% من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة , 31.8 % يوافقون , 3% محايدون , 6.1% لا يوافقون, 0% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 59.1% يوافقون بشدة لذلك تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البئي.

- **يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوفيرالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا:**

جدول (4-7) يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليدالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	32	48.5
أوافق	26	39.4
محايد	4	6.1
لا اوافق	4	6.1
لا أوافق بشدة	0	0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-7) يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليدالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا

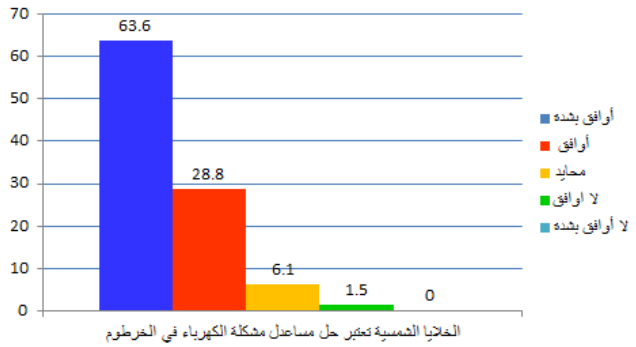
يتضح من جدول والشكل أعلاه يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليدالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا بنسبة 48.5 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة , 39.4% يوافقون , 6.1% محايدون , 6.1% لا يوافقون, 0% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 48.5% يوافقون بشدة لذلك يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوليدالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا.

- **الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم:**

جدول (4-8) الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	42	63.6
أوافق	19	28.8
محايد	4	6.1
لا اوافق	1	1.5
لا أوافق بشدة	0	0.0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-8) الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم

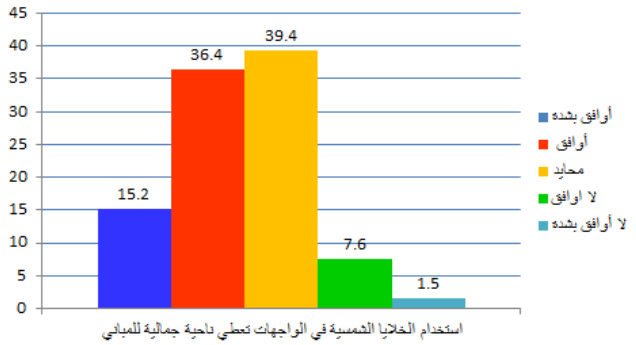
يتضح من جدول والشكل أعلاه الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم بنسبة 63.6% من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 28.8% يوافقون , 6.1% محايدون , 1.5% لا يوافقون,0 % لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 63.6% يوافقون بشدة لذلك الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم .

- **استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق:**

جدول(4-9) استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	10	15.2
أوافق	24	36.4
محايد	26	39.4
لا اوافق	5	7.6
لا أوافق بشدة	1	1.5
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-9) استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني

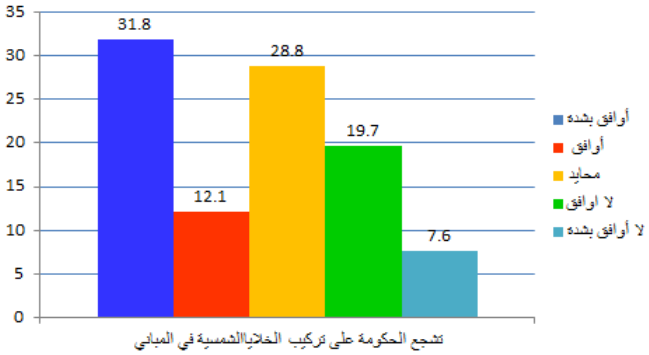
يتضح من جدول والشكل أعلاه استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق بنسبة 15.2 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 36.4% يوافقون , 39.4% محايدون , 7.6% لا يوافقون, 1.5% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 39.4% محايدون لذلك يمكن استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق.

- **تشجع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني متعددة الطوابق:**

جدول (4-10) تشجيع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني متعددة الطوابق المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	21	31.8
أوافق	8	12.1
محايد	19	28.8
لا اوافق	13	19.7
لا أوافق بشدة	5	7.6
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-10) تشجيع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني

يتضح من جدول والشكل أعلاه تشجع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني متعددة الطوابق بنسبة 31.8 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 12.1% يوافقون , 28.8% محايدون , 19.7% لا يوافقون, بينما7.6 %لا يوافقون بشدة .

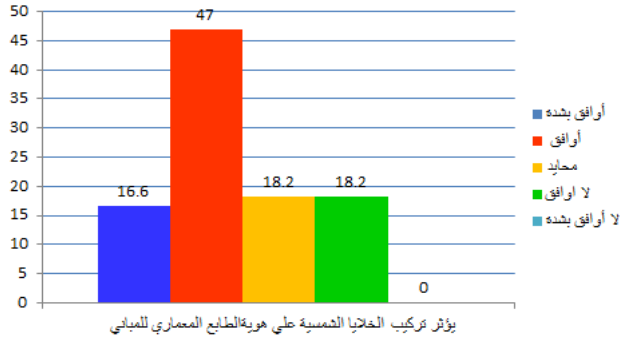
من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 31.8 % يوافقون بشدة لذلك تشجع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني متعددة الطوابق.

2.4.4 تحليل فقرات مجال الثاني" أثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري:

- **يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هوية الطابع المعماري للمباني متعددة الطوابق:**

جدول (4-11) يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هويةالطابع المعماري للمباني متعددة الطوابق المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	11	16.6
أوافق	31	47
محايد	12	18.2
لا اوافق	12	18.2
لا أوافق بشدة	0	0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-10) تشجيع الحكومة على تركيب الخلاياالشمسية في المباني

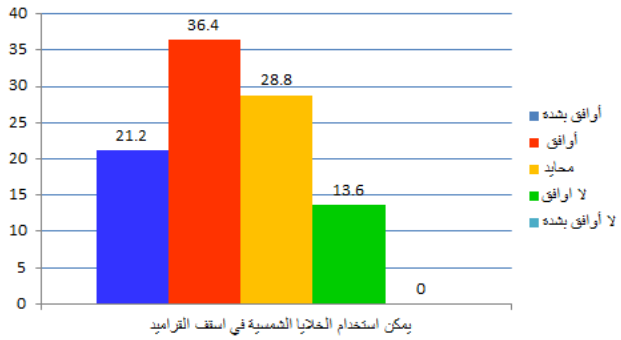
يتضح من جدول والشكل أعلاه يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هوية الطابع المعماري للمباني متعددة الطوابق بنسبة 16.6% من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 47% يوافقون , 18.2% محايدون , 18.2% لا يوافقون, 0% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 47% يوافقون لذلك يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هوية الطابع المعماري للمباني متعددة الطوابق.

- **يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد:**

جدول (4-12) يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	14	21.2
أوافق	24	36.4
محايد	19	28.8
لا اوافق	9	13.6
لا أوافق بشدة	0	0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-12) يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد

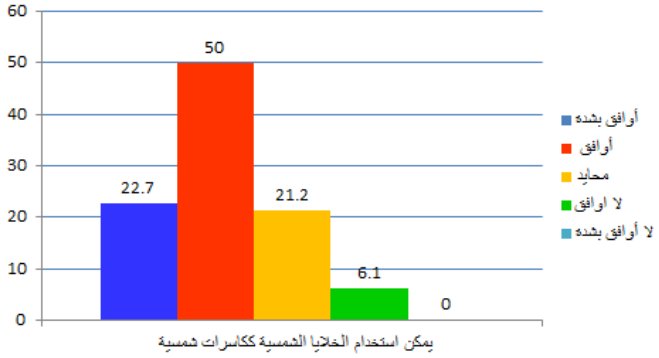
يتضح من جدول والشكل أعلاه يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد بنسبة 21.2% من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 36.4% يوافقون , 28.8% محايدون , 13.6% لا يوافقون,0 % لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 36.4% يوافقون لذلك يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد .

- **يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية:**

جدول (4-13) يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	15	22.7
أوافق	33	50.0
محايد	14	21.2
لا اوافق	4	6.1
لا أوافق بشدة	0	0.0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-13) يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية

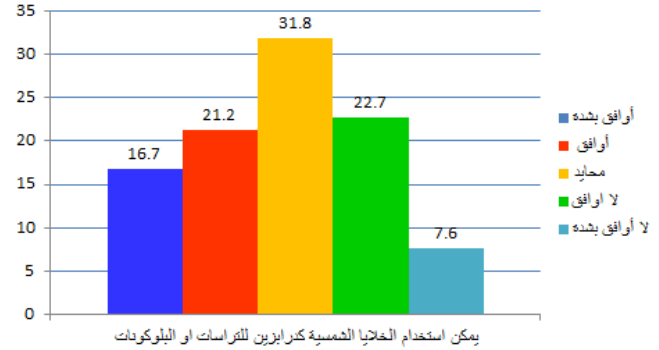
يتضح من جدول والشكل أعلاه يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية بنسبة 22.7 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 50% يوافقون , 21.2% محايدون , 6.1% لا يوافقون, 0% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 50% يوافقون لذلك يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية .

- **يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات:**

جدول (4-14) يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	11	16.7
أوافق	14	21.2
محايد	21	31.8
لا اوافق	15	22.7
لا أوافق بشدة	5	7.6
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-14) يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات

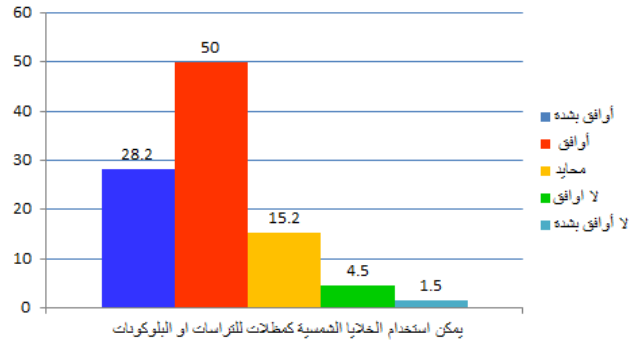
يتضح من جدول والشكل أعلاه يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات بنسبة 16.7 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 21.2% يوافقون , 31.8% محايدون , 22.7% لا يوافقون, بينما 7.6% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 31.8% محايدون لذلك يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات.

- **يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات:**

جدول (4-15) يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	19	28.8
أوافق	33	50.0
محايد	10	15.2
لا اوافق	3	4.5
لا أوافق بشدة	1	1.5
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-15) يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات

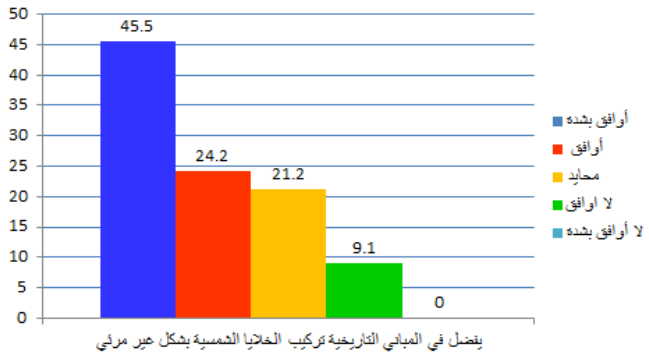
يتضح من جدول والشكل أعلاه يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات بنسبة 28.8 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 50% يوافقون , 15.2% محايدون , 4.5% لا يوافقون,بينما 1.5% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 50% يوافقون لذلك يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات .

- **يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي:**

جدول (4-16) يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	33	50.0
أوافق	22	33.3
محايد	8	12.1
لا اوافق	2	3.0
لا أوافق بشدة	1	1.5
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-16) يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي

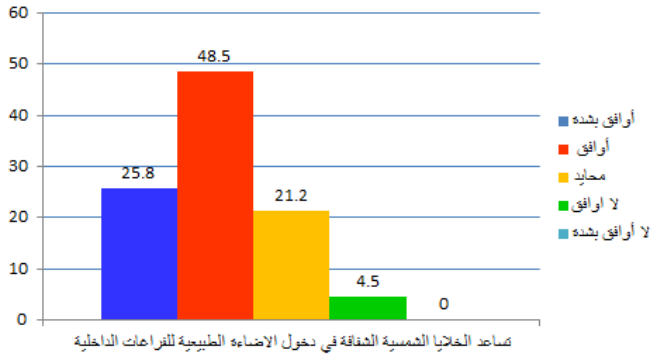
يتضح من جدول والشكل أعلاه يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غيرمرئي بنسبة 50 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 33.3% يوافقون , 12.1% محايدون , 3% لا يوافقون, بينما 1.5% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 50 % يوافقون بشدة لذلك يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي.

- **تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية:**

جدول (4-17) تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	17	25.8
أوافق	32	48.5
محايد	14	21.2
لا اوافق	3	4.5
لا أوافق بشدة	0	0.0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-17) تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية

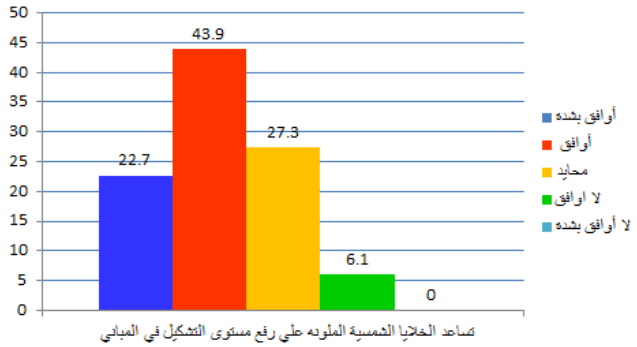
يتضح من جدول والشكل أعلاه تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية بنسبة25.8 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 48.5% يوافقون , 21.2% محايدون , 4.5% لا يوافقون, 0% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 48.5% يوافقون لذلك تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية.

- **تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة الطوابق:**

جدول (4-18) تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة الطوابق المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	15	22.7
أوافق	29	43.9
محايد	18	27.3
لا اوافق	4	6.1
لا أوافق بشدة	0	0.0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-18) تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة

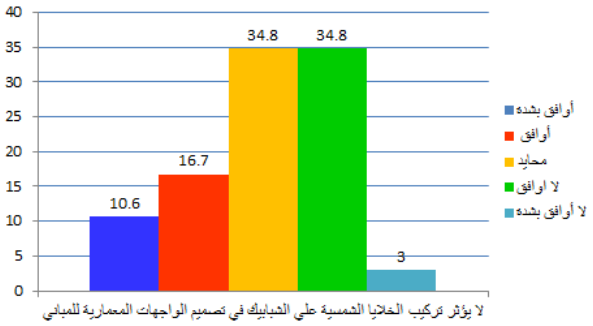
يتضح من جدول والشكل أعلاه تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة الطوابق بنسبة 22.7 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 43.9% يوافقون , 27.3% محايدون , 6.1% لا يوافقون, 0% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 43.9% يوافقون لذلك تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة الطوابق.

- **لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني متعددة الطوابق:**

جدول (4-19) لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني متعددة الطوابق المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	7	10.6
أوافق	11	16.7
محايد	23	34.8
لا اوافق	23	34.8
لا أوافق بشدة	2	3.0
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-19) لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني

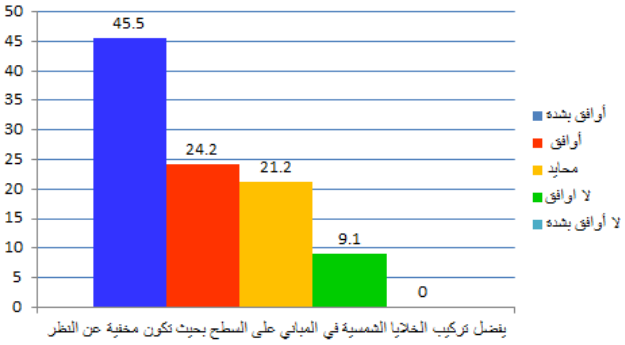
يتضح من جدول والشكل أعلاه لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني متعددة الطوابق بنسبة 10.6 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 16.7% يوافقون , 34.8% محايدون , 34.8% لا يوافقون, بينما 3% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 34.8% محايدون و لا يوافقون لذلك يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني متعددة الطوابق.

- **يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر:**

جدول (4-20) يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	30	45.5
أوافق	16	24.2
محايد	14	21.2
لا اوافق	6	9.1
لا أوافق بشدة	0	0.0
المجموع	**66**	**100.0**



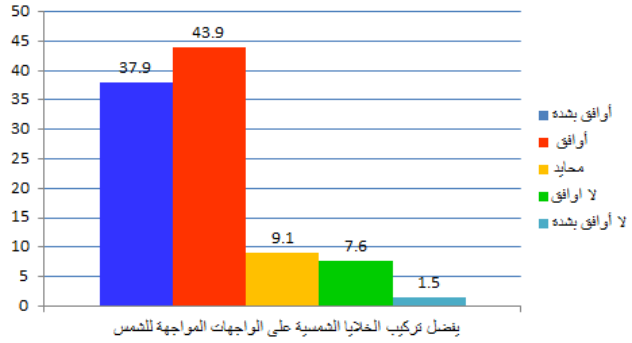
الشكل (4-20) يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر

يتضح من جدول والشكل أعلاه يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظربنسبة 45.5 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 24.2% يوافقون , 21.2% محايدون , 9.1% لا يوافقون, 0% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 45.5 % يوافقون بشدة لذلك يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر .

- **يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس:**

جدول (4-21) يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس المصدر (الباحثة)



	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	25	37.9
أوافق	29	43.9
محايد	6	9.1
لا اوافق	5	7.6
لا أوافق بشدة	1	1.5
المجموع	**66**	**100.0**

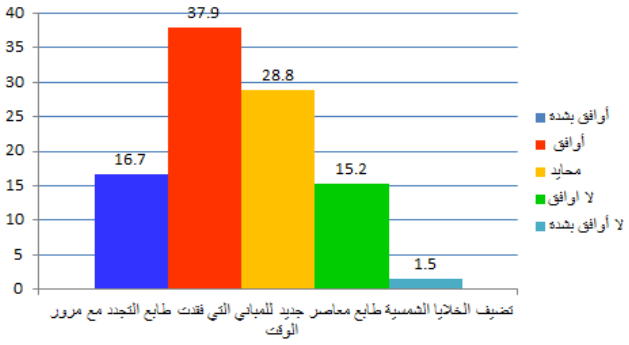
الشكل (4-21) يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس

يتضح من جدول والشكل أعلاه يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس بنسبة 37.9% من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 43.9% يوافقون , 9.1% محايدون , 7.6% لا يوافقون, بينما 1.5% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 43.9%يوافقون لذلك يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس .

- **تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت:**

جدول (4-22) تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت المصدر (الباحثة)



	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	11	16.7
أوافق	25	37.9
محايد	19	28.8
لا اوافق	10	15.2
لا أوافق بشدة	1	1.5
المجموع	**66**	**100.0**

الشكل (4-22) تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت

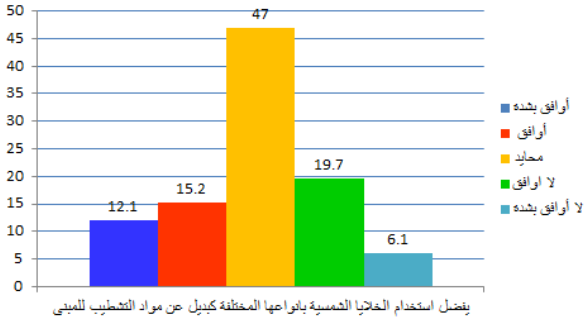
يتضح من جدول والشكل أعلاه تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت بنسبة 16.7 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 37.9% يوافقون , 28.8% محايدون , 15.2% لا يوافقون, بينما 1.5% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجوبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 37.9% يوافقون لذلك تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت .

- **يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبانى:**

جدول (4-23) يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبانى متعددة الطوابق المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	8	12.1
أوافق	10	15.2
محايد	31	47.0
لا اوافق	13	19.7
لا أوافق بشدة	4	6.1
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-23) يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبانى متعددة الطوابق

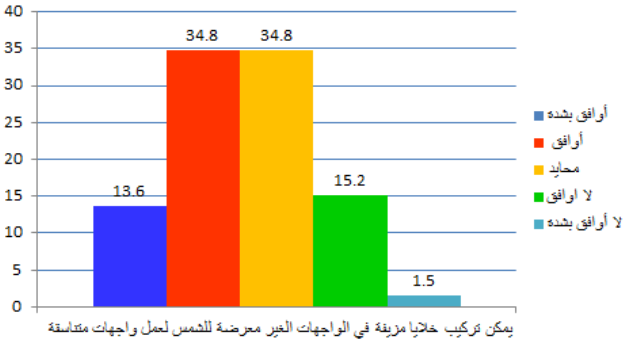
يتضح من جدول والشكل أعلاه يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمباني متعددة الطوابق بنسبة 12.1 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 15.2% يوافقون , 47% محايدون , 19.7% لا يوافقون, بينما 6.1% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجؤبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 47% محايدون لذلك يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمباني متعددة الطوابق.

- **يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة:**

جدول (4-24) يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة المصدر (الباحثة)

	العدد	النسبة المئوية %
أوافق بشدة	9	13.6
أوافق	23	34.8
محايد	23	34.8
لا اوافق	10	15.2
لا أوافق بشدة	1	1.5
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-24) يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة

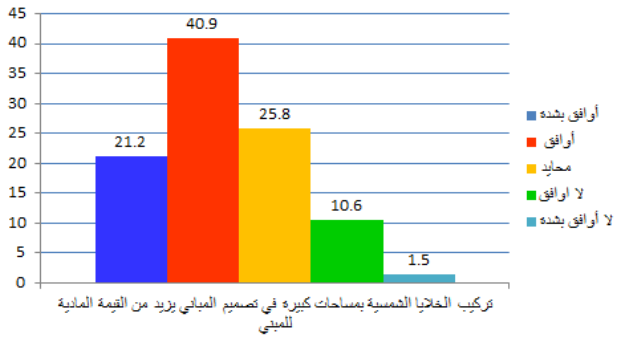
يتضح من جدول والشكل أعلاه يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة بنسبة 13.6 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 34.8% يوافقون , 34.8% محايدون, 15.2% لا يوافقون, بينما 1.5% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجؤبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 34.8% يوافقون و محايدون لذلك يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة.

- **تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمبانى متعددة الطوابق:**

جدول (4-25) تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمبانى متعددة الطوابق
المصدر (الباحثة)

		النسبة المئوية %
أوافق بشدة	14	21.2
أوافق	27	40.9
محايد	17	25.8
لا اوافق	7	10.6
لا أوافق بشدة	1	1.5
المجموع	**66**	**100.0**



الشكل (4-25) تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمبني

يتضح من جدول والشكل أعلاه تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمباني متعددة الطوابق بنسبة 21.2 % من افراد عينة الدراسة يوافقون بشدة, 40.9% يوافقون , 25.8% محايدون , 10.6% لا يوافقون, بينما 1.5% لا يوافقون بشدة .

من خلال اجؤبة افراد عينة الدراسة أعلي نسبة 40.9% يوافقون لذلك تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمباني متعددة الطوابق .

5.4 إختبار فرضيات الدراسة

1.5.4 الفرضية الأولي

- **فرض العدم:**

استخدام الخلايا الشمسية بالمباني بمدينة الخرطوم يؤدي إلي عدم توفير الطاقة الكهربائية ويعتبر بديلا غير مناسبا عند انقطاع الكهرباء وغير مجدي اقتصاديا وصديق للبئية.

- **فرض البديل:**

استخدام الخلايا الشمسية بالمباني بمدينة الخرطوم يؤدي إلي توفير الطاقة الكهربائية ويعتبر بديلا مناسبا عند انقطاع الكهرباء مجدي اقتصاديا وصديق للبئية.

2.5.4 الفرضية الثانية

- **فرض العدم:**

استخدام الخلايا الشمسية بالواجهات والاسقف والعناصر المعمارية الاخرى يعمل علي عدم انتاج واجهه جمالية لها مبرر وظيفي للمباني بمدينة الخرطوم.

- **فرض البديل:**

استخدام الخلايا الشمسية بالواجهات والاسقف والعناصر المعمارية الاخرى يعمل علي انتاج واجهه جمالية لها مبرر وظيفي للمباني بمدينة الخرطوم.

3.5.4 : الفرضية الثالثة

- **فرض العدم:**

لاتوجد علاقة تكاملية للمستوي الشكلي بين الخلايا الشمسية والناتج المعماري للمباني بمدينة الخرطوم

- **فرض البديل:**

توجد علاقة تكاملية للمستوي الشكلي بين الخلايا الشمسية والناتج المعماري للمباني بمدينة الخرطوم

4.5.4 الفرضية الرابعة

- **فرض العدم:**

لا يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمواد انهاء خارجيه في واجهات المباني بمدينة الخرطوم

- **فرض البديل:**

يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمواد انهاء خارجيه في واجهات المباني بمدينة الخرطوم

جدول (4-26) إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير استخدام الخلايا الشمسية بالمباني بمدينة الخرطوم يؤدي إلي توفير الطاقة الكهربائية ويعتبر بديلا مناسبا عند انقطاع الكهرباء ومجدي اقتصاديا وصديق للبئية.

عبارات الفرضية الأولي (استخدام الخلايا الشمسية بالمباني بمدينة الخرطوم يؤدي إلي توفير الطاقة الكهربائية ويعتبر بديلا مناسبا عند انقطاع الكهرباء ومجدي اقتصاديا وصديق للبئية).	الرأى											
	النسبة المئوية						اختبار كاي			مقياس ليكارت		
		اواقق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	قيمة كاي تربيع	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية	متوسط	انحراف معياري	اتجاه الراي
تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البئي	ك	39	21	2	4	0	5.400	3	0.00	1.56	0.825	اوافق بشدة
	ن	59.1	31.8	3	6.1	0						
يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوفيرالطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا	ك	32	26	4	4	0	0.621	3	0.00	1.70	0.841	اوافق بشدة
	ن	48.5	39.4	6.1	6.1	0						
تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمبني	ك	14	27	17	7	1	4.122	4	0.00	2.30	0.976	اوافق
	ن	21.2	40.9	25.8	10.6	1.5						
الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم	ك	42	19	4	1	0	8.672	3	0.00	1.45	0.683	اوافق بشدة
	ن	63.6	28.8	6.1	1.5	0						

جدول (4-26) نلحظ أن الوسط المرجح لإتجاهات الرأى لعبارات الفرضية الأولي (استخدام الخلايا الشمسية بالمباني بمدينة الخرطوم يؤدي إلي توفير الطاقة الكهربائية ويعتبر بديلا مناسبا عند انقطاع الكهرباء ومجدي اقتصاديا وصديق للبئية) يتراوح بين 1.45 و 2.30 مما يدل وفقا لمقياس ليكارت الخماسي علي الموافقة بشدة والموافقة من قبل المبحوثين علي صحة هذة الفرضية ، حيث جاء إتجاه الرأي بالموافقة بشدة والموافقة علي عبارات الفرضيات.

جدول (4-27) إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير استخدام الخلايا الشمسية بالواجهات والاسقف والعناصر المعمارية الاخرى يعمل علي انتاج واجهه جمالية لها مبرر وظيفي للمباني بمدينة الخرطوم.

عبارات الفرضية الثانية (استخدام الخلايا الشمسية بالواجهات والاسقف والعناصر المعمارية الاخرى يعمل علي انتاج واجهه جمالية لها مبرر وظيفي للمباني بمدينة الخرطوم).	الرأى											
	النسبة المئوية						اختبار كاي			مقياس ليكارت		
		اواقق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	قيمة كاي تربيع	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية	متوسط	انحراف معياري	اتجاه الراي
يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد	ك	14	24	19	9	0	2.632	3	0.00	2.35	0.969	اوافق
	ن	21.2	36.4	28.8	13.6	0						
يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية	ك	15	33	14	4	0	6.750	3	0.00	2.11	0.825	اوافق
	ن	22.7	50	21.2	6.1	0						
يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات	ك	11	14	21	15	5	0.360	4	0.00	2.83	1.484	محايد
	ن	16.7	21.2	31.8	22.7	7.6						
يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات	ك	19	33	10	3	1	3.769	4	0.00	2.00	0.877	اوافق
	ن	28.8	50	15.2	4.5	1.5						
تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية	ك	17	32	14	3	0	4.592	3	0.00	2.05	0.812	اوافق
	ن	25.8	48.5	21.2	4.5	0						

جدول (4-27) نلحظ أن الوسط المرجح لإتجاهات الرأى لعبارات الفرضية الثانية(لمتغير استخدام الخلايا الشمسية بالواجهات والاسقف والعناصر المعمارية الاخرى يعمل علي انتاج واجهه جمالية لها مبرر وظيفي للمباني بمدينة الخرطوم) يتراوح بين 2.00 و 2.83 مما يدل وفقا لمقياس ليكارت الخماسي علي الموافقة والمحايدة من قبل المبحوثين علي صحة هذة الفرضية ، حيث جاء إتجاه الرأي بالموافقة والمحايدة علي عبارات الفرضيات.

جدول (4-28) إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير توجد علاقة تكاملية للمستوي الشكلي بين الخلايا الشمسية والناتج المعماري للمباني بمدينة الخرطوم .

عبارات الفرضية الثالثة (توجد علاقة تكاملية للمستوي الشكلي بين الخلايا الشمسية والناتج المعماري للمباني بمدينة الخرطوم)	الرأى											
	النسبة المئوية						اختبار كاي			مقياس ليكارت		
		اواقق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	قيمة كاي تربيع	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية	متوسط	انحراف معياري	اتجاه الراي
يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هوية الطابع المعماري للمباني	ك	11	31	12	12	0	9.524	3	0.00	2.38	0.973	أوافق
	ن	16.6	47	18.2	18.2	0						
يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي	ك	33	22	8	2	1	2.200	4	0.00	1.73	0.904	اوافق بشدة
	ن	50	33.3	12.1	3	1.5						
يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر	ك	30	16	14	6	0	4.261	3	0.00	1.94	1.021	اوافق بشدة
	ن	45.5	24.2	21.2	9.1	0						
تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت	ك	11	25	19	10	1	5.444	4	0.00	2.47	0.996	اوافق
	ن	16.7	37.9	28.8	15.2	1.5						

جدول (4-28) نلحظ أن الوسط المرجح لإتجاهات الرأى لعبارات الفرضية الثالثة(توجد علاقة تكاملية للمستوي الشكلي بين الخلايا الشمسية والناتج المعماري للمباني بمدينة الخرطوم) يتراوح بين 1.73 و 2.47 مما يدل وفقا لمقياس ليكارت الخماسي علي الموافقة بشدة والموافقة من قبل المبحوثين علي صحة هذة الفرضية ، حيث جاء إتجاه الرأي بالموافقة بشدة والموافقة علي عبارات الفرضيات.

جدول (4-29) إختبار كاى تربيع العلاقة لمتغير يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمواد انهاء خارجيه في واجهات المباني بمدينة الخرطوم

عبـــارات الفرضـــية الرابعـة(يمكـن اسـتخدام الخلايـا الشمسـية كمـواد انهـاء خارجيـه فـي واجهات المباني بمدينـة الخرطوم		الرأى										
		النسبة المئوية					اختبار كاي			مقياس ليكارت		
		اواقق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	قيمة كاي تربيع	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية	متوسط	انحراف معياري	اتجاه الراي
يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمبنى	ك	8	10	31	13	4	0.222	4	0.00	2.92	1.042	محايد
	ن	12.1	15.2	47	19.7	6.1						
يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسق	ك	9	23	23	10	1	6.125	4	0.00	2.56	0.963	اوافق بشدة
	ن	13.6	34.8	34.8	15.2	1.5						

جدول (4-29) نلحظ أن الوسط المرجح لإتجاهات الرأى لعبارات الفرضية الأولي (يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمواد انهاء خارجيه في واجهات المباني بمدينة الخرطوم) يتراوح بين 2.56 و 2.92 مما يدل وفقا لمقياس ليكارت الخماسي علي الموافقة والمحايدة من قبل المبحوثين علي صحة هذة الفرضية ، حيث جاء إتجاه الرأي بالموافقة والمحايدة علي عبارات الفرضيات.

الباب الخامس : الخلاصة و التوصيات

الباب الخامس

الخلاصة و التوصيات

1.5 تمهيد:

يمثل هذا الجزء خلاصة البحث وبعد تناول موضوع الدراسة وفق المنهجية التي وضعها الباحث لإجراء الدراسة بالشكل المطلوب، حيث تمت عملية تحليل دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة وأثرها على التشكيل المعماري للمباني متعددة الطوابق بمدينة الخرطوم ، 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 متعددة الطوابق بالشكل الأنسب، وقد خلصت الدراسة إلى الخلاصة والتوصيات التالية:

2.5 الخلاصة:

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

- يعتبر استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا وحل مساعد لمشكلة الكهرباء والتلوث البيئي بمدينة الخرطوم
- استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق
- يمكن تركيب الخلايا الشمسية في اسقف القراميد ,ككاسرات شمسية او مظلات , كدرابزين للتراسات او البلوكونات.
- يفضل تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي في المباني التاريخية
- تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية
- تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني المتعددة الطوابق
- تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت
- يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمباني متعددة الطوابق
- يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة

3.5 التوصيات

لقد تعرض البحث إلى قضية استخدام نظام الخلايا الشمسية والتي يتم من خلالها التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وكيفية الاستفادة منها في تصميم الواجهات المعمارية للمبانى متعددة الطوابق ، للمساهمة في حل مشكلة الطاقة بمدينة الخرطوم مع إبراز طابع معماري حديث، من خلال ذلك توصل الباحث إلى عدة توصيات من أبرزها:

- الاهتمام بترسيخ الوعي البيئي وادراك أهمية توفير الطاقة والعمل على نشر ثقافة الطاقة البديلة وخاصة نظام الخلايا الشمسية وتوضيح أهميتها ودورها والفوائد التي تعود على المواطنين منها.
- التعريف بأنظمة الطاقة الشمسية خلال العمليات التعليمية علي مستوي المدارس اما علي مستوي الدراسة المعمارية فيجب توجيه ذهن الدارسين إلى محاولات تطبيق هذه الأنظمة مع إيجاد الحلول المعمارية التي تتكامل شكلا ومضموناً مع أنظمة الخلايا الشمسية ، ومراعاة الاعتبارات البيئية والتصميمية والتخطيطية لإستخدام هذه الخلايا مع التصميم المتوائم معها .
- القيام بإنشاء بنك المعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية لمساعدة المصمم علي وضع التصميم المناسب واختيار النوع المناسب من خلايا الشمسية.
- حث شركة الكهرباء وسلطة الطاقة على تفعيل نظام شراء الكهرباء الفائضة من الخلايا الشمسية في المباني 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.
- العمل على إيجاد الحلول الجيدة معماريا في الواجهات وعمل تشكيلات بهذه الواجهات لتخدم توجيه الخلايا الشمسية مع استغلالها في توفير النواحي الجمالية للمبنى.

4.5 توصيات خاصة بالدراسات المستقبلية

- دراسة الاثر الاقتصادي لاستخدام الخلايا الشمسية بمدينة الخرطوم.
- دراسة العلاقة التكامليه مابين عمر الخلايا الشمسية وتاثير درجة الحرارة في اختيار النظام الامثل للمباني في السودان

المراجع

- الجوخي عيسى محمد ،2006 (مصادر الطاقة)مكتبة المجمع العربي.
- الحمداني، موفق (2006): مناهج البحث العلمي، الأردن، عمان، مؤسسة الوراق للنشر.
- ميخائيل داليا سمير ، 2005 رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة بعنوان (تاثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري).
- مركز الدراسات والبحوث الغرفة الشرقية،1990 (اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية).
- الجادري إحسان علي ود .يونس محمود محمد سليم،2010 (أثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمود إنهاء خارجية في النتاج المعماري)مجلة الهندسة والتكنولوجيا العدد الحادي عشر.
- محفوظ م .محمد بن يسلم ، 1996 ،(الإشعاع الشمسي)مجلة العلوم والتقنية العدد رابع والثلاثون.
- محيسن د .أحمد سلامة ،2006 (أنظمة صديقة للبيئة استخدام الأنظمة الكهروضوية في المباني)مجلة العمران العدد الخامس
- بن دريب م.فهد بن سلطان ، 1996 ،(الطاقة الشمسية)مجلة العلوم والتقنية العدد الرابع والثلاثون.
- الصفدي د .محمد فراس مقالة بعنوان(كل شيء عن الشمس)

http://www.saaa-. sy.org/pdf/enc_sun.pdf

الملاحق

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة – قسم العمارة والتخطيط

ماجستير الدفعه الخامسه عشر

الموضوع :استبيان لبحث علمي – ماجستير هندسة معمارية

السلام عليكم ورحمه الله وبركاته ،،،،

- يهدف موضوع هذه الاستبانه الي دراسة **دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة وأثر استخدامها على التشكيل المعماري للمباني متعددة الطوابق بمدينة الخرطوم**

، تحت **إشراف : د . أدم محمد صالح** ، وذلك لنيل درجة الماجستر في الهندسة المعمارية بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

- حيث تهدف هذه الرسالة إلى معرفة مدى دراسة أثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري للمباني متعدد الطوابق ودراسة مدي اهميتها في حل مشكلة الكهرباء بمدينة الخرطوم

يرجي التكرم والإطلاع علي هذه الاستبانة والأجابة علي الاسئلة بدقة

ملاحظة -الفئة المستهدفة المهندسين المعماريين

الباحث

تنزيل مبارك ميرغني محمود

القسم الاول : البيانات الشخصية :

أرجو التكرم بوضع علامة☑

1/الجنس :

ذكر ☐ انثي ☐

2/ العمر :

أقل من 20-30 سنة ☐ 31 وأقل من 40 ☐ اكثر من 40 ☐

3/المؤهل العلمي :

بكالاريوس ☐ ماجستير ☐ دكتوراه ☐

4/عدد سنوات الخبرة :

5-10 سنوات ☐ 10-15 سنة ☐ اكثر من 15 سنة ☐

5/ الوصف الوظيفي:

موظف ☐ رئيس قسم ☐

نائب مدير ☐ مدير ☐

القسم الثاني : مجالات الدراسة :

الرجاء التكرم بوضع علامة (√) تحت مستوي الموافقة المناسب

المجال الأول:

أسئلة عامة حول استخدام الخلايا الشمسية:

الرقم	العبارة	أوافق بشدة	اوافق	محايد	لا اوافق	لا أوافق بشدة
1	تساهم الخلايا الشمسية في حل مشكلة التلوث البيئي					
2	يعد استخدام الخلايا الشمسية لتوفير الطاقة الكهربائية مجدي اقتصاديا					
3	الخلايا الشمسية تعتبر حل مساعد لمشكلة الكهرباء في الخرطوم					
4	استخدام الخلايا الشمسية في الواجهات تعطي ناحية جمالية للمباني متعددة الطوابق					
5	تشجع الحكومة على تركيب الخلايا الشمسية في المباني متعددة الطوابق					

المجال الثاني:

أثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري:

الرقم	العبارة	أوافق بشدة	اوافق	محايد	لا اوافق	لا أوافق بشدة
1	يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي هوية الطابع المعماري للمباني متعددة الطوابق					
2	يمكن استخدام الخلايا الشمسية في اسقف القراميد					
3	يمكن استخدام الخلايا الشمسية ككاسرات شمسية					
4	يمكن استخدام الخلايا الشمسية كدرابزين للتراسات او البلوكونات					
5	يمكن استخدام الخلايا الشمسية كمظلات للتراسات او البلوكونات					
6	يفضل في المباني التاريخية تركيب الخلايا الشمسية بشكل غير مرئي					
7	تساعد الخلايا الشمسية الشفافة في دخول الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية					
8	تساعد الخلايا الشمسية الملونه علي رفع مستوى التشكيل في المباني متعددة الطوابق					
9	لا يؤثر تركيب الخلايا الشمسية علي الشبابيك في تصميم الواجهات المعمارية للمباني متعددة الطوابق					
10	يفضل تركيب الخلايا الشمسية في المباني على السطح بحيث تكون مخفية عن النظر					
11	يفضل تركيب الخلايا الشمسية على الواجهات المواجهة للشمس					
12	تضيف الخلايا الشمسية طابع معاصر جديد للمباني التي فقدت طابع التجدد مع مرور الوقت					
13	يفضل استخدام الخلايا الشمسية بانواعها المختلفة كبديل عن مواد التشطيب للمباني متعددة الطوابق					
14	يمكن تركيب خلايا مزيفة في الواجهات الغير معرضة للشمس لعمل واجهات متناسقة					
15	تركيب الخلايا الشمسية بمساحات كبيرة في تصميم المباني يزيد من القيمة المادية للمباني متعددة الطوابق					