جـــامعة قـــــاصدي مربـــــاح – ورقـــــــــــلة

كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي

تخصص: فيزياء طاقوية و الطاقات المتجددة

بعنوان :

استغلال أعمدة الإنارة الكهروشمسية في إنارة الشوارع و الطرقات و الساحات العمومية

من إعداد الطالبتين : _ طحاش زينب

_ بن سعدية نوال

نوقشت بتاريخ :2022/06/14

أمام اللجنة المكونة من السادة :

بوغالي سليمان	(أستاذ تعليم العالي	– جامعة ورقلة)	رئيسا
بوعنان رابح	(أستاذ محاضر (أ)	– جامعة ورقلة)	مشرفا
بالحاج محمد مصطفى	(أستاذ محاضر (أ)	– جامعة ورقلة)	مناقشا

السنة الجامعية : 2022/2021

فهرس الموضوعات

الموضوع		الصفحة
	الشكر	I
	الإهداء	II
	الإهداء	III
	الفهرس	IV
	قائمة الأشكال	VII
	قائمة الجداول	IX
	قائمة الرموز	X
	مقدمة عامة	01
	الفصل الأول : الطاقة الشمسية	
I. 1	مقدمة	4
I. 2	الطاقة الشمسية	4
I . 3	الألواح الشمسية	5
I. 4	الخلية الكهروضوئية	5
I.5	أنواع الخلايا	7
I . 5 . 1	خلايا سيليكونية أحادية التبلور	7
I. 5. 2	متعددة التبلور	7
I . 5. 3	الخلايا السيليكونية ThinFilm	8
I.6	البطاريات الشمسية	9
I.6. 1	أنواع البطاريات الشمسية	9
I.7	العوامل المؤثرة على الخلية الشمسية	10
I. 8	استغلال الطاقة الشمسية	10
I.8. 1	الاستخدامات الحرارية	11
I.8. 2	الاستخدامات الكهربائية	11
I.9	الإنارة العامة والعمومية	12
	الخاتمة	13
	الفصل الثاني : الإضاءة و التركيبات الخاصة بالإنارة	
II.1	المقدمة	15
II. 2	مفهوم إضاءة المحلات و الشوارع والطرقات	15
II. 2 . 1	الضوء	15
II.2. 2	التذفق الضوئي	15
II.3	خصائص الضوء	16
III.3.1	الانعكاس	16
III.3. 2	الانكسار	16
III.3. 3	الامتصاص	17
III.3. 4	التشتت	17
III.4	الضوء و الرؤية	18
II.4. 1	الإضاءة	18
II. 4. 2	مصادر الإضاءة	18

1.2.4.II	مصادر الإضاءة الطبيعية	18
2.2 .4.II	مصادر الإضاءة الصناعية	19
5.II	تقييم الإضاءة في أماكن العمل	21
6.II	إضاءة الشوارع و الطرقات و الساحات العمومية	22
7.II	إنارة الساحات و الحدائق	22
8. II	اختيار وحدات إنارة الطرق الشوارع	23
9.II	الوحدات الفيزيائية للإضاءة و تقنيات قياس الضوء	23
10.II	تقنيات قياس الضوء	25
11.II	وحدات قياس الضوء	26
12. II	المعايير العالمية للإضاءة الأماكن العمل:	27
	الخاتمة	29
	الفصل الثالث : الإضاءة و الإنارة باستغلال الطاقة الشمسية	
1. III	المقدمة	31
2.III	مكونات نظام الإنارة بالطاقة الشمسية	31
3.III	مبدأ التشغيل الإضاءة	32
4.III	اختبار اللوح الشمسي	33
5.III	وضعية اللوح الشمسي	34
6 . III	منظم الشحن في النظام الشمسي	34
1.6.III	تركيب منظم الشحن	34
7 .III	البطارية الشمسية	35
1.7 .III	المواصفات العامة للبطارية	36
8.III	أعمدة الإنارة بالطاقة الشمسية	36
1.8.III	أشكال الأعمدة	36
2 .8. III	أسعار الأعمدة	37
9.III	خطوات تصميم أعمدة الإنارة للشوارع	38
10.III	الذراع	38
11.III	مصباح الكهروشمسي	38
11.III 1	وحدة التحكم	39
.11.III 2	الوحدة المدمجة	39
.11. III 3	تحديد أقصى قدرة لمصباح كهروشمسي	40
12 .III	أنواع الطرق	40
12.III 1.	طرق الداخلية الفردية	41
.12. III 2	طريق المزدوج	41
.12. III 3	طريق الرئيسي	42

III.13	أنواع التخطيطات للأعمدة الإنارة	43
III. 14	قياس قوة الإضاءة باللومين طبقا للمعادلة	43
III.15	خصائص تركيب عمود الإنارة الكهروشمسي	44
III. 16	أسعار النماذج الإنارة الكهروشمسية	45
III. 17	صيانة النظام الإنارة الكهروشمسية	46
III.18	المقارنة بين التكلفة العالمية	46
III.19	مقارنة بين التكلفة الطاقة الشمسية و الطاقة التقليدية	47
	الخاتمة	48
	الفصل الرابع حساب تركيب الإنارة بالطاقة الشمسية	
IV. 1	المقدمة	50
IV.2	دراسة العملية لإنارة الكهروشمسية ساحة كلية الرياضيات وعلوم المادة	51
IV.3	أماكن وضع الأعمدة الإنارة الشمسية في ساحة الكلية	54
IV.4	الخاتمة:	55
	خاتمة عامة	57
	قائمة المراجع	59
	الملخص	62

قائمة الأشكال:

ترتيب الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
الفصل الأول : الطاقة الشمسية		
الشكل (I _1)	رسم توضيحي لتركيب الخلية الشمسية	4
الشكل (I _2)	تبادل الشحنات الخلية الكهروشمسية	6
الشكل (I _3)	رسم توضيحي لمكونات الخلية الشمسية	6
الشكل (I _4)	خلية السليكونية أحادية التبلور	6
الشكل (I _5)	خلايا متعددة التبلور	7
الشكل (I _6)	خلية سليكونية **ThinFilm**	8
الفصل الثاني : الإضاءة و التركيبات الخاصة بالإنارة		
الشكل (II_1)	الطيف الكهرومغناطيسي	16
الشكل (II_2)	انعكاس الضوء	16
الشكل (II_3)	انكسار الضوء	17
الشكل (II_4)	امتصاص الضوء	17
الشكل (II_5)	تشتت الضوء	17
الشكل (II_6)	مكونات المصباح الضوئي	19
الشكل (II_7)	مكونات مصباح الفلورسنت	19
الشكل (II_8)	أنواع مصابيح الفلورسنت المدمج	20
الشكل (II_9)	أشكال مصابيح الليد	20
الشكل (II_10)	صورة توضيحية لطريق سريع	21
الشكل (II_11)	جهاز قياس شدة الإضاءة	22
الشكل (II_12)	رسم توضيحي الأنواع الإنارة حسب توزيعها لضوء	25
الفصل الثالث : الإضاءة و الإنارة بالاستغلال الطاقة الشمسية		
الشكل(III_ 1)	مكونات نظام الإنارة بالطاقة الشمسية	31
الشكل(III_ 2)	رسم تخطيطي يوضح كيفية توصيل البطارية في نموذج الانارة	32
الشكل(III_ 3)	مخطط يوضح سير عمل النظام	33
الشكل(III_ 4)	زاوية السمت والانحدار اللوح الشمسي	33
الشكل(III_ 5)	منظم الشحن	34
الشكل(III_ 6)	تركيب منظم الشحن	35
الشكل(III_ 7)	أنواع البطاريات المستخدمة الأعمدة الإنارة الشمسية	35
الشكل(III_ 8)	عمود إنارة بدون ذراع	37

الشكل(III_ 9)	عمود إنارة بذراع واحد	37
الشكل(III_ 10)	عمود إنارة بذراعين	37
الشكل(III_ 11)	أعمدة خاصة حسب التصميم المطلوب	37
الشكل(III_ 12)	مصباح الليد الكهرو شمسي	39
الشكل(III_ 13)	وحدة إنارة شمسية مدمجة	40
الشكل(III_ 14)	طريق الفردي واللوح الشمسي الخاص به	41
الشكل(III_ 15)	طريق الفردي واللوح الشمسي الخاص يه	41
الشكل(III_ 16)	الطريق المزدوج واللوح الشمسي الخاص يه	42
الشكل(III_ 17)	طريق رئيسي	42
الشكل(III_ 18)	تخطيطات وضع الأعمدة بالطرق	43
الشكل(III_ 19)	نموذج الأعمدة الإنارة الكهروشمسية	44
الشكل(III_ 20)	أشكال نماذج الإنارة الكهروشمسية	45

قائمة الجداول

ترتيب الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
الفصل الأول : الطاقة الشمسية		
الجدول(I_1)	أنواع البطاريات الشمسية	9
الفصل الثاني : الإضاءة و التركيبات الخاصة بالإنارة		
الجدول (II_1)	جدول يلخص جميع القيم الخاصة بالإضاءة و وحداتها و علاقاتها الرياضية	24
الجدول (II_2)	يوضح مستويات نصوع المصادر الطبيعية بال(LUX)	24
الجدول (II_3)	عرض الطريق وشدة الإضاءة	25
الجدول (II_4)	متوسط الإضاءة والحد الأدنى المقاس لأنواع مختلفة من العمل	28
الفصل الثالث : الإضاءة و الإنارة بالاستغلال الطاقة الشمسية		
الجدول (III_1)	أسعار الأعمدة الموجودة في الأسواق	37
الجدول (III_2)	ارتفاعات الأعمدة حسب نوع طريق	38
الجدول (III_3)	نوع الطريق وسرعة السيارة وقيمة LUX	42
الجدول (III_4)	مميزات و أسعار نماذج المصابيح الكهروشمسية	45
الجدول (III_5)	أسعار الكهرباء في الجزائر	46
الجدول (III_6)	جدول يلخص المقارنة	47

قائمة الرموز

المقادير الفيزيائية	الرمز	الوحدة
طاقة الضوئية	Qv	Lm.s
الفيض الضوئي	$\emptyset v$	Lm
شدة الاضاءة	Iv	Cd
الإضاءة	Lv	Cd/m^2
نصوع	Ev	Lm/m^2
تدفق الضوئي	$\emptyset$	/
طاقة الضوئية	Qv	Lm.s
المساحة	S	m^2
خط العرض	φ	درجة
الزاوية المجسمة	Ω	درجة
اتجاه معلوم	$\emptyset$	درجة
قوة الإضاءة	El	Lm
المسافة بين الأعمدة	D	M
قيمة الضوء	L	LUX
عرض الطريق المضاء	W	M
ارتفاع العمود	H	M
الكفاءة المتوسطة للمصباح	n	Lm/W
معامل صيانة	MF	/
معامل الاستخدام	UF	/
أقصى ساعات الإضاءة	$H\max$	H
قدرة المصباح	U	W
عدد الخلايا الشمسية	∩	/
قدرة اللوح الشمسي	U pv	W
أقصى قدرة للمصباح	U max	W
ساعات سطوع الشمس	ht	H

المقدمة العامة

المقدمة:

تعتبر الطاقة المستدامة هي أهم ما يحتاجه الإنسان في حياته سواء من الناحية الفردية أو الاقتصادية، فبالتزامن مع الانفجار الديموغرافي الحاصل الذي شهده العالم مؤخر اتجهت اغلب دول العالم لاستخدام الطاقة الشمسية كالطاقة مستدامة متجددة بديلة لطاقة الأحفورية، لتعويض نقص الطاقة في الشبكة الكهربائية حيث بدأت العديد من الدول منها ألمانيا والصين والولايات المتحدة في البحث على مصدر مستدام لطاقة للحد من الاعتماد علي الوقود الأحفورية لذا كانت الألواح الكهروشمسية أهم ما تم تصنيعه عام 1941م على يد العالم "راسل أول" لإنتاج الكهرباء واستغلاله في لأماكن العامة والعمومية وهذا بالاعتماد على كمية الإشعاع الشمسي المنبعث ، لذا تمتص هذه الخلايا الإشعاع فنهار وتحوله إلي طاقة كهربائية يتم استغلالها في العديد من مجالات الحياة.

من أهم استغلال الألواح الشمسية لإنتاج الكهرباء استعمالها في إنارة الشوارع والطرقات وحتى الساحات العمومية، حيث عرفت وسائل الإنارة تطورا كبيرا منذ ظهورها عام 1000م في قرطبة (الأندلس) وذلك من مصابيح الزيت المستخدمة في القرن الثامن عشر إلى مصابيح LED الجديدة المستخدمة اليوم في حياتنا اليومية، كما شهدت الأجهزة المستخدمة في الإضاءة تطورا ملحوظا.

توجد مصادر مختلفة مستعملة لتشغيل المصابيح للإنارة العامة والعمومية كالوقود (الزيت، الغاز والبترول) والمصابيح الكهربائية، وهذا الأخير هو أكثر استخداما هذه الأيام مع ذلك فإن استخدام الإضاءة التقليدية (أعمدة الإنارة، الأسلاك ومصباح قديمة)، يكون مصحوبا بمشاكل ناجمة عن صرف طاقة كبيرة أثناء النقل وضعف الأداء. ويضاف إلى ذلك أخطار على البيئة ولذلك يجب البحث عن حل بديل يمكننا من تقليل من التلوث البيئي ومساعدا لاقتصاد البلاد، بالتالي يظهر استخدام أنظمة الإنارة الكهروشمسي المستقلة كحل أساسي.

من أجل الوصول إلى الإنارة العامة بالطاقة الشمسية تطرقنا في هذا العمل إلى دراسة الطاقة الشمسية وكيفية استغلالها في مختلف مجالات الحياة و تعرفنا على كيفية إنارة في الأماكن الخاصة والمغلقة وكذلك في الأماكن العامة كالساحات والطرقات والشوارع ومن ثم تطرقنا في تعرف على أعمدة الإنارة الكهروشمسية وأنواعها وكيفية صيانتها وكلفتها الاقتصادية ومدة صلاحيتها لأخذ بعين الاعتبار راحة المارين و السائقين.

لأجل ذلك قمنا بتقسيم المذكرة إلى أربع فصول:

حيث تناولنا في الفصل الأول مفهوم الطاقة الشمسية، ودراسة الألواح الشمسية، واستغلال الطاقة الشمسية في الحياة اليومية.

كما تعرفنا في الفصل الثاني على الإضاءة والتركيبات الخاصة بالإنارة ة دراسة مفهوم الضوء وتعرف على وحداته.

وتطرقنا في الفصل الثالث إلى الإنارة العامة باستغلال الطاقة الشمسية وتعرف على أنواع الأعمدة المستعملة حاليا وأسعارها في السوق، وكذلك أسعار النماذج الإنارة وتكلفة الكلية للإنارة شارع بالطاقة الشمسية وصيانتها.

وفي الفصل الرابع والأخير قمنا بحساب متطلبات الإنارة كنموذج عملي الإنارة ساحة الكلية الرياضيات وعلوم مادة بجامعة قاصدي مرباح ورقلة.

الفصل الأول

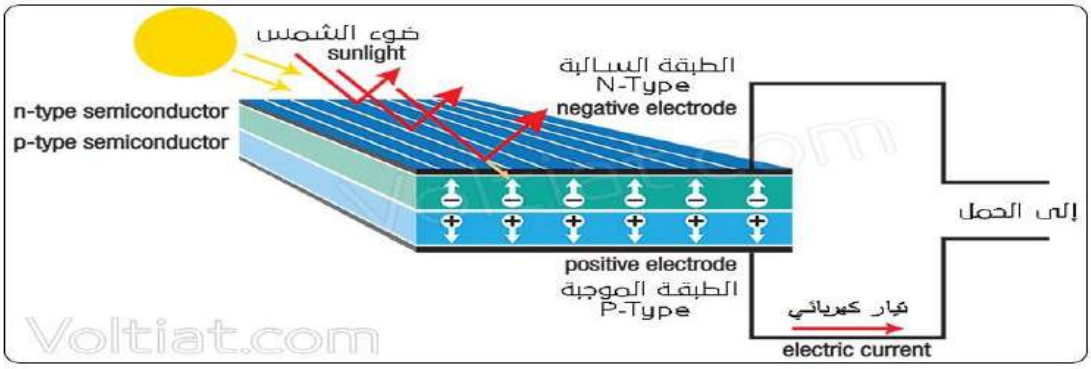
الطاقة الشمسية

I .1 مقدمة:

يعد مشكل إنتاج الطاقة من المشاكل التي تشغل تفكير العاملين في المجال الاقتصادي والتي تواجه البشرية في القرن 21 حيث كان يعتبر إنتاج الطاقة معتمدا على النفط والفحم والغاز الطبيعي وهذا كان مع بداية الثورة الصناعية لكن مع التقدم الحاصل في العلم والتطور الاكتشافات تم التعرف على مصادر أخرى لطاقات متجددة منها الطاقة الشمسية التي أصبحت معتمدة وبديلة كالطاقة مستمرة لأنها الأكثر وفره في العالم حيث أنها لا تنفذ ولا تبلى والشمس عبارة عن إشعاع يمكن لأي إنسان أن يقوم بالاستفادة به في مختلف حياته وهذا عن طريق تفاعلات كيميائية أو توليد الطاقة إذا رجع إلى أن حرارة الشمس منتشرة في جميع أنحاء العالم فهي تعتبر من الطاقات نظيفة التي لا تلوث البيئة.[1]

I .2 الطاقة الشمسية:

الطاقة الشمسية هي الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس اللذان قام الإنسان باستغلالهما منذ القدم لتبيت ولو القليل من حاجياتهم وذلك باستخدام مجموعة من الوسائل التكنولوجيا التي لازالت في تطور مستمر والتي بدورها تضم مجموعة من التقنيات التي تعمل بالطاقة الشمسية كاستخدام الطاقة الحرارية لشمس في التسخين المباشر مثلا أو ضمن تحويل ميكانيكي لحركة ما أو بتوليد الكهرباء عبر الخلايا الضوئية الجهدية والتي تسمى الألواح الشمسية .[2].



الشكل (I_1): رسم توضيحي تركيب الخلية الشمسية

I . 3 الألواح الشمسية:

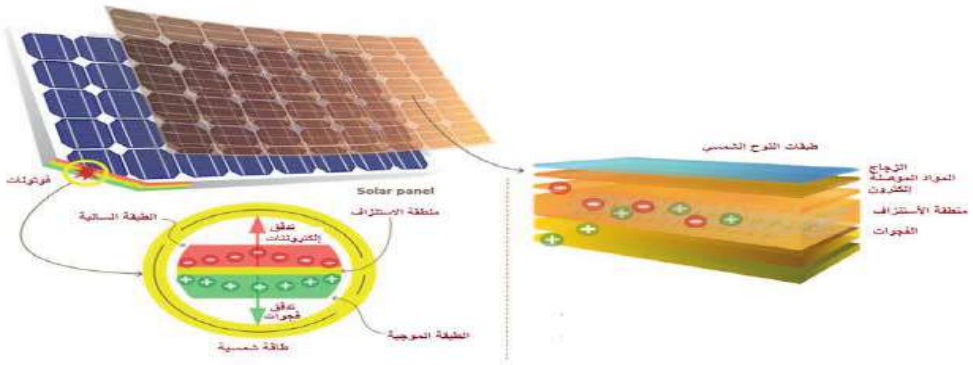
عناصر الكترونية تقوم بامتصاص الفوتونات الساقطة من أشعة الشمس وتحويلها إلى تيار كهربائي مستمر وهذا ناتج من تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء باستخدام مواد سيليكونية مستخرجة من الرمل وهي أساس تركيب الخلايا الشمسية حيث تعتمد في تركيبها علي طبقات تبدأ بغطاء غير عاكس لضوء وأشباه موصلات ذات شحنات موجبة (p) وسالبة (n) يتخللها نقاط توصيل لذا عند سقوط الأشعة الضوئية على المادة الفعالة أي على ذرات السليكون تتحرك الذرات الموجبة نحو السالبة والسالبة نحو الموجبة بين طبقتي السليكون فينتج فرق جهد كهربائي علي طرفي الخلية ينتج عنه تيار كهربائي [3]

I. 4 الخلية الكهروضوئية:

ويطلق عليها أيضا "الخلية الفوتوضوئية" وهي أصغر عنصر في نظام الكهروضوئي، تتكون من مواد أشباه موصلات تتحسس بالضوء محاطة بغلاف أمامي وغلاف خلفي موصل للكهرباء، حيث تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية مباشرة.

- طبقة شبه موصلة سالبة (n) نتحصل عليها من تطعيم مادة السيليكون بكميات معلومة بإحدى المواد الشائبة كالفسفور (P) أو الزرنيخ (As) أو الانتيمون (Sb) حيث تشترك هذه الشوائب في خاصية احتوائها على خمس الكترونات تكافؤ وتسمى بالعناصر المانحة، كل أربع الكترونات تكافؤ من الشائبة (الفسفور) ترتبط مع ذرات سيليكون ليكتمل المدار الخارجي للسيليسكون ويبقى إلكترون واحد فقط يتسبب إلى زيادة حركة الالكترونات السالبة، و تتحول المادة إلى بلورة سالبة ويرمز لها بالرمز (n) .

- طبقة شبه موصلة موجبة (p) نتحصل عليها بإضافة مادة شائبة إلى سيليكون لكن هنا المادة الشائبة ثلاثية التكافؤ مثل البورن (B)، الألمينيوم (Al) أو الانديوم (In) ليتم تطعيم مادة السيليكون بأحد هذه الذرات ليتم التكافؤ بثلاث روابط تساهمية و يبقى السيليكون بنقصان إلكترون واحد حتى يكتمل بناء لذا نتحصل على فجوة (Hole) تمثل الشحنة الموجبة (p) [4]



الشكل (I_2) : يوضح انتقال الالكتروني في طبقتي اللوح الشمسي.

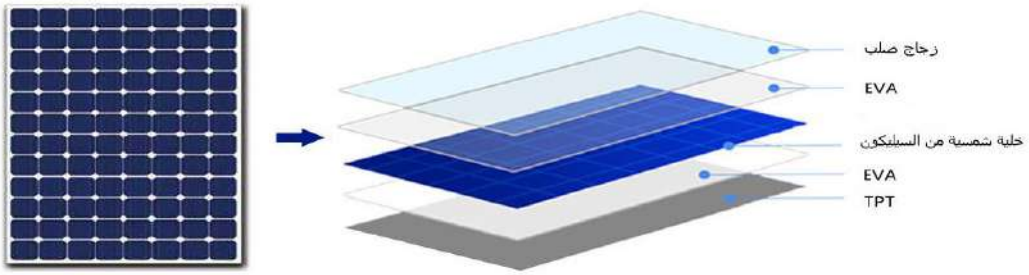
تتكون الخلية الكهروضوئية من:

– طبقتان حساستان لضوء عبارة عن أشباه موصلات غالبيتها مادة السيليكون مضافة إليها بعض الشوائب لتكوين طبقتين مختلفتين وهما طبقة سالبة (n) وطبقة موجبة (p).

– طبقتان من الأسلاك وهي عبارة عن شبكة من الأسلاك النحاسية إحداهما في الأعلى وتسمى كاثود (الغلاف الأمامي) والأخرى في الأسفل وتسمى انود (الغلاف الخلفي).

– طبقة من الزجاج تغطي الخلايا الشمسية لحمايتها من أي خدش، كما انها تسمح بمرور الضوء.

– طبقة مضادة للانعكاس لا تسمح لضوء بالارتداد. [4]



الشكل (I-3): مخطط توضيحي لمكونات الخلية الشمسية

5.I أنواع الخلايا:

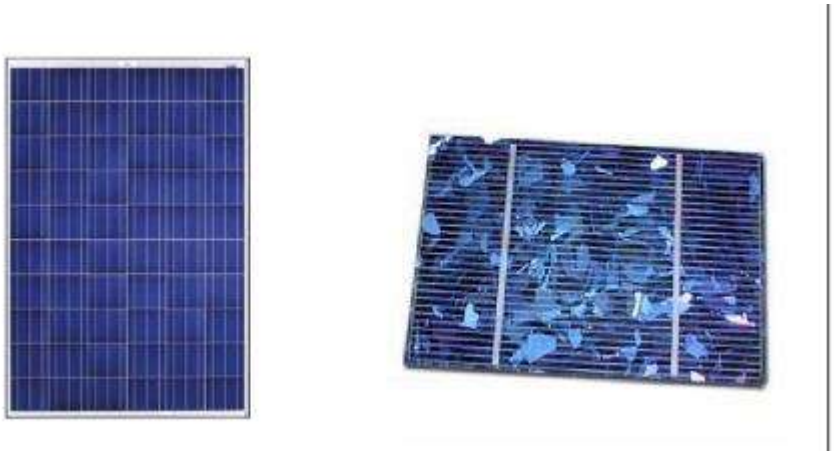
I . 5. 1 خلايا سيليكونية أحادية التبلور:

السيليكونية الخلايا تتميز ببلورة سيليكونية مفردة وكفاءة هذه الخلية تتراوح بين 11% و16 % 2 [3]

الشكل (I-4): خلايا سيليكونية أحادية التبلور

2.5.I متعددة التبلور:

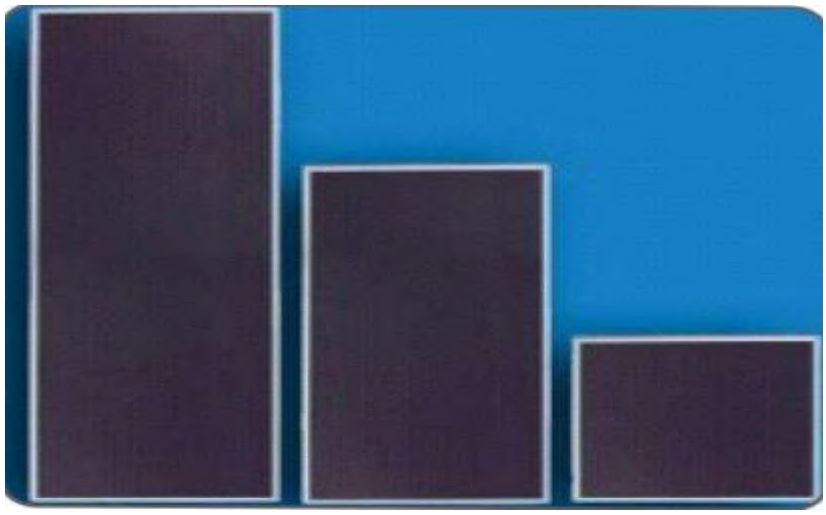
تتكون من رقائق سليكون اسطوانية معالجة كيميائيا في أفران خاصة وسطحها يكون مغطي بمواد مضادة للانعكاس لكي يمتص أشعة الشمس بكفاءة عالية من 9 %الى13 % . [3]



الشكل (I-5) : خلايا متعددة التبلور

I . 5. 3 الخلايا السيليكونيةThinFilm:

تتصنع من تسريب مادة السليكون على طبقات الرقيقة أسطح من الزجاج والبلاستيك تتراوح كفاءتها من 3 % إلى 6 % [3]



الشكل (I-6): خلية السيليكونيةThinFilm

تعرفنا هنا أن كل من هذه الألواح الشمسية تنتج لنا طاقة كهربائية لكن هذه الطاقة هي الأخرى تحتاج إلى وسيلة تخزين وهي البطاريات الشمسية.

I-6- البطاريات الشمسية:

تقوم أنظمة الطاقة الشمسية على أنواعها بتوليد الطاقة الكهربائية أثناء توفر الإشعاع الشمسي وبنسب مختلفة تتعلق بشده الإشعاع والعوامل المناخية وغيرها وتستطيع هذه الأنظمة تغذيه العناصر المرتبطة معها بشكل لحظي ولكن في حال احتجنا للكهرباء في أوقات غياب الإشعاع الشمسي كالليل مثلا أو في الظروف المناخية السيئة أو عندما انقطاع التيار الكهربائي من الشبكة فإننا نحتاج إلى وسيله لتخزين الطاقة في أوقات توليد و استخدامها لاحقا وهنا تأتي أهميه البطاريات الشمسية .[5]

1.6.I. أنواع البطاريات الشمسية:

الجدول (I-1): توضيحي لأنواع البطاريات الشمسية.

نوع البطارية	بطاريات الرصاص			بطاريات الليثيوم ايون	البطاريات الصلبة
	بطارية الرصاص المغمورة	بطارية الجيل	البطارية ذات طبقة الزجاج الماصة		
عمر البطارية	4 –8 سنوات	سنوات 3 – 5	6 – 10 سنوات	سنة 15	سنوات10أكثر
عمق البطارية	دورة 500_300	دورة 1100	700_100 0 دورة	3000_500 0 دورة	4000 دورة
نسبة	50_30	90_190	40	125_170	432

الطاقة للوزن wh/kg					
التكلفة	ارخص أنواع البطاريات المستخدمة في أنظمة الطاقة الشمسية	أغلى أنواع بطاريات الرصاص	أغلى من بطارية الرصاص المغمورة وارخص من بطارية الجيل	غالية الثمن مقارنة لبطاريات الرصاص على أنواعها	غالية الثمن الوقت الحالي
قابلية الصيانة	بحاجة لصيانة دائمة	غير قابلة لصيانة	غير قابلة لصيانة	غير قابلة لصيانة	غير قابلة لصيانة

I.7. العوامل المؤثرة على الخلية الشمسية:

تأثير التظليل: إن تظليل الخلايا الفوتوضوئية يجعل الخلية سيئ التوصيل الكهربائي، حيث يقلل من قدرة الخلية و قد يؤدي إلى تلفها.[6]

تأثير درجة الحرارة: كلما ارتفعت درجة الحرارة قلة قدرة التيار الكهربائي فارتفاع درجة الحرارة يقلل الفولط بقيمة 0.04إلى0.10(V/°C) إلى 5%، لذلك فيجب ترك مسافة خلف الخلية لتقوم بعمل تهوية جيدة. [6]

تأثير المقاومة: عند تفاد شحنتها يكون الفولط الخاصة بالبطارية في أدنى مستوى له، فتقوم الخلية بشحن منخفض لذا يسحب الفولط من الخلية للبطارية ومنه يؤذي إلى انخفاض التيار، لذا يجب اختيار اللوح موافق مع قدرة تخزين النظام .[6]

I.8. استغلال الطاقة الشمسية:

تقوم الخلايا الكهروضوئية بالعديد من الخدمات للمجتمعات وخاصة في المناطق الريفية والأماكن النائية التي لا يوجد بها شبكات كهربائية عمومية ومن هذه الاستغلالات: ضخ المياه، تجفيف المحاصيل، الكهرباء والإضاءة، الأعمال والمباني الفنية كإنذارات الخطر وأنظمة التحكم في إنارة الشوارع و في مجال النقل و أهم استخدام أنها مصدر متجدد لإنتاج الطاقة . [6]

I.8. 1 الاستخدامات الحرارية:

تشمل منظومات التدفئة وتسخين المياه للأغراض المنزلية والصناعية، حيث تعد من الاستخدامات الأكثر عملية لأنظمة الطاقة الشمسية في الأبنية السكنية. والمنظومات تحليل المياه، ومنظومات تجفيف المحاصيل الزراعية، والطباخات الشمسية، ومنظومة التبريد حيث تعد الطاقة الشمسية أفضل وسيلة لتبريد فكلما زاد الإشعاع الشمسي حصلنا على تبريد أفضل، و كانت أجهزة التبريد الشمسي أكثر كفاءة. [7]

I.8. 2 الاستخدامات الكهربائية:

تعد التحويل بالخلية الشمسية من أهم وسائل تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، ومن مميزات هذه المنظومة سهولة النصب والتشغيل والموثوقية في الإنتاج وعدم الاحتياج إلى الصيانة المستمرة وعدم تلوث البيئة وعمرها التشغيلي أكثر من 25 سنة.[7]

يمكن تقسيمها إلى ثلاث أقسام حسبة قدرة الكهربائية:

أ- تطبيقات ذات قدرة منخفضة تشمل الأجهزة ومنظومات التالية:

- الحسابات و الألعاب الالكترونية و الساعات
- أجهزة الإذاعة المسموعة وشاحنات ووسائط القدرة المنخفضة.

ب – تطبيقات ذات قدرة متوسطة وتشمل المنظومات التالية:

- الإنارة.
- أجهزة الإذاعة المرئية.
- ثلاجات اللقاح و الأمصال.
- إشارات المرور و الإنذار.
- مراوح الأسقف (التهوية).
- هواتف الطوارئ.
- شاحنات السياج الكهربي (يشحن سياج المحاط بالمزارع وأماكن تربية الحيوانات لمنعها من الاقتراب منها).[7]

ج- تطبيقات ذات قدرة متوسطة وعالية وتشمل المنظومات التالية:

_ ضخ المياه.

_ محطات الاتصالات السنتيمترية.

_ محطات الأقمار الصناعية الأرضية.

_ الوقاية المهبطية لحماية أنابيب النفط و الغاز و المنشات المعدنية من التآكل.

_ تغذية شبكة الكهرباء العامة. [7]

I. 9 الإنارة العامة والعمومية:

الإنارة مفهوم يستخدم على نطاق واسع في الفيزياء حيث يعبر عن شدة الإضاءة لكل وحدة مساحة من الضوء التي تنتقل في اتجاه معين ، كما تعرف بأنها أجمال لتدفق النصوع على سطح معين و تنقسم إلى الإنارة العامة والعمومية الإنارة العمومية وتشمل إنارة المراكز العمومية المغلقة كإنارة المستشفيات والمحلات التجارية ،أما الإنارة العامة فتشمل إنارة المراكز العامة المفتوحة كإنارة الساحات العامة والحدائق مثلا . [8]

خاتمة الفصل:

تطرقنا في هذا الفصل بإيجاز بعض المفاهيم حول الطاقة الشمسية واستخداماتها في حياتنا اليومية كما حاولنا إعطاء لمحة حول إنارة شوارع والأماكن العامة وإمكانية إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية.

الفصل الثاني

الإضاءة والتركيبات الخاصة بالإنارة

1.II المقدمة:

دائما ونحن في مجال العلم ندرس في هذا الفصل الضوء الذي يعتبر من أساسيات حياة الإنسان حيث بعد أن اهتدي الإنسان عبر التاريخ إلي حرق الحطب ومن ثم إلي الشعلة المشكلة من عيدان الخشب المبللة بشحم ثم أزاد الفكر البشري إلى طرق أخرى منها الشموع والسراج والفانوس والغاز كوسيلة لإضاءة في غياب ضوء الشمس ليلا لكن هذه الوسائل غير دائمة حيث بقيت الأبحاث قائمة إلى أن اكتشف المصباح الكهربائي عام 1879على يد العالم توماس ألفا إديسون حيث يعتبر حتى الآن من أحسن لاكتشافات العلمية الإضاءة الأماكن الخاصة والعامة والعمومية كإضاءة الساحات والشوارع والطرقات وهنا سنتطرق إليه في هذا الفصل.

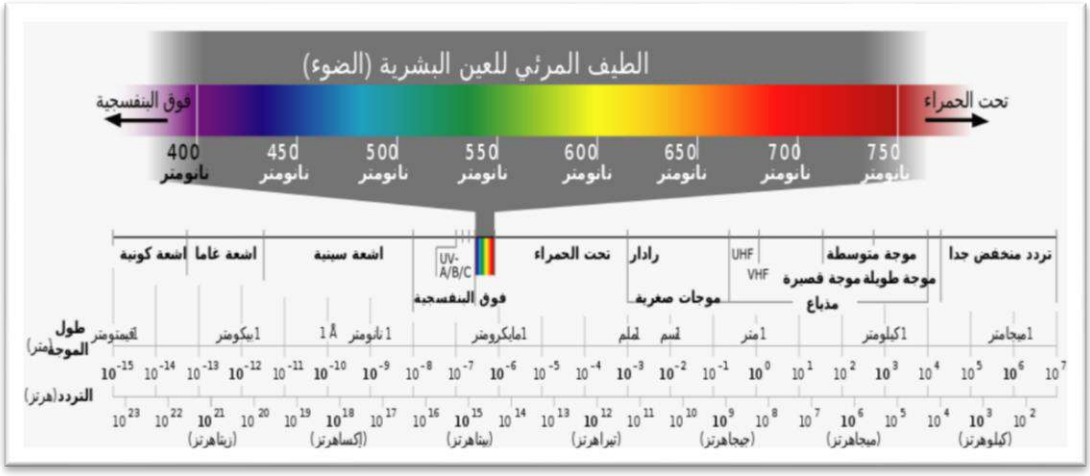
II . 2 مفهوم إضاءة المحلات والشوارع والطرقات:

1.2.II. الضوء:

الضوء هو إشعاع والموجات الكهرومغناطيسية المرئية للعين البشرية له طول موجي من 0,38 إلى 0,78 (μm) سرعة الضوء في الفراغ تساوي $3.10^8 m/s$ [9].

II. 2. 2 التدفق الضوئي:

هو الكمية المميز التدفق الإشعاع الذي يعبر عن قدرته بإنتاج إحساس ضوئي انتقائي كما يعرف انه كمية الطاقة المضيئة منبعثة من مصدر ضوئي في ثانية في جميع الاتجاهات . [9]



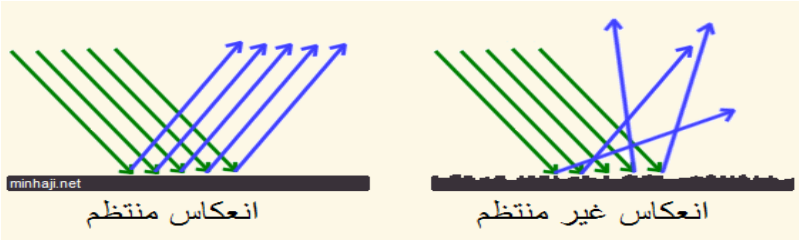
شكلَ (II-1): الطيفَ الكهرومغناطيسي

3.II خصائص الضوء:

للضوء ثلاث خصائص يتميز بها، تتكون من خصائص هندسية، خصائص موجية وخصائص كمية. تذكر ابرز خصائص الهندسية التي تتعلق بالدراسة:

3.III. 1 الانعكاس:

هو الخاصية الأساسية لرؤية فهو ارتداد للأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحا عاكسا، فكل ما زادة خشونة السطح العاكس قلت قوة الانعكاس [9]



الشكل (II-2): انعكاس الضوء

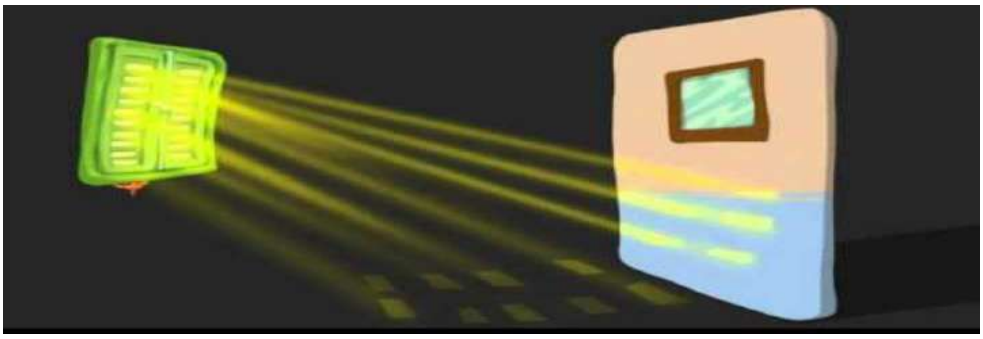
3.III. 2 الانكسار:

هو انثناء لأشعة ضوئية بمرورها بوسط قادر على امتصاص الضوء، مما يغير في سرعته فيسبب تغير في الاتجاه من وسط إلى أخر. [9]

الشكل (II-3): مثال على انكسار الضوء

III.3. 3 الامتصاص:

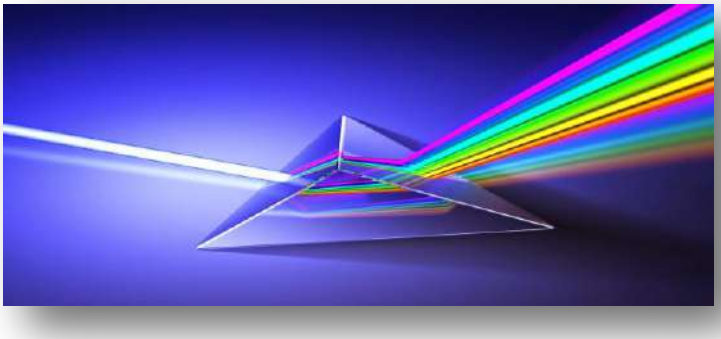
يمكن للضوء أن يمتص بواسطة السطح، وغالبا ما يتحول إلى حرارة، ونسبة الضوء الممتص عن طريق السطح يعتمد على كال من زاوية السقوط والطيف الضوئي حيث يعتمد على قيمة اختلاف الكثافة بين الوسطين.[9]



الشكل (II-4): مثال عن كيفية امتصاص الضوء

III.3. 4 التشتت:

هو فصل الضوء إلى ألوانه، فتشتت الضوء الأبيض يفصل إلى ألوان الطيف المرئي الكامل وذلك عن طريق إرسال الضوء الأبيض خلال منشور[9]



الشكل (II-5): رسم توضيحي لتشتت ضوء وألوانه

4.II الضوء والرؤية:

البصر هو أهم حاسة عند الإنسان حيث 80% من معلوماتنا نتيجة حاسة البصر فمن غير الضوء فالعين تكون غير فعالة لأنه الوسط الذي يجعل عالم الرؤية فعال. فسقوط الأشعة الضوئية المنعكسة على العين يحفز المستقبلات الإلكتروكيميائية لترسل الإشارة إلى الدماغ وتسبب الشعور بالرؤية . [9]

4.II. 1 الإضاءة:

هي إسقاط ضوء على سطوح الأشياء يمكّن من رؤيتها بالعين المجردة أو من تبيّن شكلها وتسجيل وجودها بوسائل أخرى تتحسس بالضوء. والضوء المرئي إشعاع طاقة حرارية على شكل موجات كهرومغناطيسية، تنتشر في الفراغ بسرعة ثابتة قدره $3.10^8(\frac{m}{s})$. وبتواتر محدد (Hz) $4X10^{14}$ و$7.5X10^{14}$ أي ان أطوال تلك الموجات تتراوح بين 750 nm (الضوء الأحمر) و400nm (الضوء البنفسجي) في مجال الطيف الكهرومغناطيسي الذي يتألف من الألوان: البنفسجي فالأزرق فالنيلي فالأخضر فالأصفر فالبرتقالي فالأحمر.

II .4 .2. مصادر الإضاءة

II . 1.2.4 مصادر الإضاءة الطبيعية

- الأشعة القادمة من الشمس.
- النجوم.
- ضوء القمر. [9]

II .4. 2.2 مصادر الإضاءة الصناعية:

هي المصادر التي ابتكرها الإنسان، وهي متعددة، ويمكن تطويرها بشكلٍ مستمر ودائم، وسيتم سرد أهم تصنيفات المصابيح والمنابع الضوئية الحقا .[10]

تصنف التكنولوجيا المستخدمة لإنتاج الضوء الاصطناعي والتي القليل منها شائع في الاستعمالات المنزلية وفيما يلي مصادر الضوء 5 الأكثر شيوعا:

أ- مصباح متوهج:

المصباح المتوهج هو مصباح كهربائي مشع حراريا يصدر ضوء ساطع ناتج عن توهج فتيل التنجستين طويل العمر وقليل الكفاءة يتميز بجهد من (12-120)(W). [10]

الشكل (II-6): مكونات المصباح المتوهج

ب- أنبوب الفلورسنت

تنتج مصابيح الفلورسنت الضوء عندما يمر التيار الكهربائي بين الدوائر السالبة الإثارة الغازات الزئبقية المنتجة لطاقة، فتبعث أشعة فوق بنفسجية باعثة للضوء.[10]

الشكل (II-6) : مكونات أنبوب الفلورسنت

ج- مصباح الفلورسنت المدمج:

تتميز بنفس خصائص مصابيح الفلورسنت إلا أنها تمتاز بصغر حجمها، مما يوفر استخدامها في أجهزة الإنارة ذات العواكس مدمجة الموفرة للطاقة.[10]

الشكل (II-7): أنواع مصابيح الفلورسنت المدمج

د- مصابيح التفريغ:

تعمل مصابيح التفريغ عن طريق مرور قطاع كهربائي بين اثنين من الأقطاب، حيث يمكن للغاز المعبأ أن ينبعث منه الضوء. وتوفر مصابيح التفريغ مخرج إضاءة عالي بالاقتران مع خدمة مدى العمر، مما يؤدي إلى مصدر ضوء فعال من حيث التكلفة.[10]

الشكل (II-8): أشكال مصابيح التفريغ

ولها ثلاث أنواع:

أ- **مصباح تفريغ الغازي منخفض الضغط:** تتميز بضغط أقل بكثير من الضغط الجوي أي تعمل عند ضغط 0.3 % من ضغط الجوي.

ب- **مصابيح الصوديوم منخفض الضغط:** هي أكثر مصابيح تفريغ كفاءة تصل إلى 200 (Lm) لكل (W) تتميز بلون أصفر أحادي اللون.

ج- مصابيح التفريغ بضغط عالي: تتميز بزيادة ملحوظة للضغط نتج عنها زيادة في ضوء الطيف المرئي، فهنا بدلا من اللون الأصفر يكون اللون أصفر ضاري إلى الأبيض الدافئ. [10]

و- الصمام الثنائي الباعث لضوء (LED):

وتدعي إنصاف النواقل المشعة والتي لا يتجاوز طولها عدة مليمترات فهي ذات فوائد تكنولوجيا هائلة تجعلها البديل الحقيقي للمصابيح التقليدية حيث تعتمد على أنصاف النواقل التي تسمح لتيار بالتدفق باتجاه واحد فقط و تحويل التيار الكهربائي إلى ضوء.[10]

الشكل (II-9): أشكال مصابيح LED

5.I. تقييم الإضاءة في أماكن العمل:

- ينبغي لأي تقييم للإضاءة في مكان العمل أن يأخذ في الاعتبار الجوانب التالية: كفاية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية،خصوصا في حالة استخدام معدات العمل.

  إجراءات قياس مستويات الإضاءة كل فترة زمنية لضمان المستوى المطلوب من الإضاءة الكاف.
- وجود إنارة في أشكال مختلفة.
- كفاءة توزيع الضوء.
- ترتيبات صيانة وتنظيف الإضاءة.
- ترتيبات الإضاءة في حالات الطوارئ .[10]

6.II. إضاءة الشوارع والطرقات والساحات العمومية:

إنارة الشوارع من التطبيقات الهامة الإنارة الخارجية حيث تهدف أساسا إلى تجنب حوادث السير أثناء الليل ورؤية العلامات التحذيرية والإرشادية الخاصة بالطريق، مما يحقق السلامة والأمان لمستخدمها وذلك وفقا لأحدث الطرق ولوسائل المتبعة في عملية الإنارة.

وحداة إنارة الشوارع والطرقات:

- الفانوس: ويصنع من مادة البوليستر.
- العاكس: وهو عبارة عن سطح عاكس مصقول من الالومنيوم.
- الناشر: ويصنع من البوليكربونايت القاسي.
- العناصر الكهربائية: بحسب نوعية المصابيح المستخدمة.
- قواعد التثبيت: وهي قواعد فولاذية خاصة لتثبيت علي الحوامل والأعمدة.
- المصباح: وتكون إحدى أنواع مصابيح التفريغ. [12]

الشكل (II-10): صورة توضح إنارة طريق سريع

7.II إنارة الساحات والحدائق:

إنارة الحدائق العامة هي من التطبيقات الهامة للإنارة الخارجية حيث تهدف إضافة إلى إنارة المكان أبراز معالمه الجمالية والترفيهية والخدمية وإعطاء شعور بالراحة والاسترخاء لمرتاديها وفقا لأحدث الطرق والوسائل المتبعة في عملية الإنارة. [12]

8.II اختيار وحدات إنارة الطرق الشوارع:

تم اختيار وحدات إنارة الطرق وفقًا للعوامل التالية:

- ✓ كفاءة وحدة الإنارة وهي نسبة الفيض الضوئي إلى الطاقة المستهلكة وتختلف كفاءة مصادر الضوء حسب نوع المصابيح المستخدمة.
- ✓ درجة تمييز الألوان.
- ✓ عمر اللمبة.
- ✓ تناقص الفيض الضوئي المعطى من قبل الشركة المصنعة لوحدة الإنارة.
- ✓ لوقت اللازم لبدء التشغيل.

تعتبر مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالي من أكثر المصابيح انتشاراً واستخداماً في إنارة الشوارع نظراً لكفاءتها العالية في إصدار الضوء واستهلاك الطاقة. [13]

9.II الوحدات الفيزيائية للإضاءة و تقنيات قياس الضوء:

تعريف بوحدات قياس الفيض الضوئي وشدة الضوء والتحويل بينها.

- ✓ سنتعرف بداية على أهم المقادير المستخدمة في علم الإضاءة رموزها ووحداتها وتعريفاتها وذلك حسب جملة من الوحدات الدولية (SI).

الجدول (II-1): جدول يلخص جميع القيم الخاصة بالإضاءة ووحداتها وعلاقاتها الرياضية

المقادير الضوئية	الرمز	الوحدة	العلاقة الرياضية
طاقة الضوئية	Qv	Lm.s	/
الفيض الضوئي	Øv	Lm	/
شدة الاضاءة	Iv	Cd	$Iv = {\emptyset}/{\Omega}$
الإضاءة	Lv	Cd/m2	$Lv = {Iv}/{S}$
نصوع	Ev	Lm/m2	$Ev = {\emptyset}/{S}$

تدفق الضوئي	Ø	/	$Ø = {Ev \times S}/{UF \times MF}$

[14]

ثم يجب أن نتعرف على علاقات التحويل فيما بينها على الشكل التالي:

1 Lux = $1Lm/m^2$ =0.0929 شمعة لكل قدم.

وكمثال على قيمة مستويات النصوص مقدرة باللوكس لمصادر ضوئية طبيعية نذكر ما يلي: [15]

الجدول (II-2): جدول يوضح مستويات نصوع المصادر الطبيعية بالـــ(LUX)

مصدر الضوئي الطبيعي	مستوى نصوع (LUX)
الشمس	107527
النهار الصافي	10752
النهار الغائم	1075
النهار بغيوم قاتمة	107
الشفق	10.8
الشفق العميق	1.08
القمر المكتمل	0.108
ربع القمر	0.0108
ضوء النجوم	0.0011
الليلة الغائمة	0.0001

10.II تقنيات قياس الضوء:

جهاز قياس شدة الإضاءة (LUX Meter) جهاز من الفئة(FT3424) صنع ياباني عيار عن مقياس إضاءة يتميز بخصائص الإنارة العالية الدقة حيت يساعد في الحكم على كمية الضوء المناسبة كقياس شدة إضاءة مصباح الليد يتميز بخصائص الحساسة الطيفية لذا يضمن مستوى عالي من الموثوقية قياسه لكونه جهاز عالي الدقة درجة لقياس من 0,01الي 200000 lux. [16]

الشكل (II -11): جهاز قياس شدة الإضاءة.

جدول (II-3): عرض الطريق وشدة الإضاءة

عرض الطريق (m)	شدة الإضاءة (LUX)
3-5	10
4-6	13
5-7	15
6-8	17
7-9	19
8-10	21
9-11	23
10-12	24

[15]

11.II وحدات قياس الضوء:

وتصنف وحدات إنارة الشوارع حسب طريقة توزيعها للضوء إلى أربعة أنواع رئيسية وهي:

أ. الوحدة الغير قاطعة لضوء: وهي التي تسمح لضوء بالانتشار في كل الاتجاهات وغالبا تستخدم لإغراض تجميلية حيث تعتبر لأقل كفاءة في نشر الضوء علي الشارع.

ب. الوحـــــدات شـــــبه قاطعـــــة للضـــــوء: وهي التي تسمح بالانتشار تحت زاوية 90 ° ولكنها تسمح لجزء من الضوء بالانتشار بزاوية أكثر من 90 ° وبكمية لا تتجاوز 5%.

ج. الوحـــــدات القاطعـــــة للضـــــوء: وهي التي لها إمكانية اكبر بتحكم بانتشار الضوء من سابقاتها حيث تسمح لأقل من 2.5% من الضوء بالانتشار فوق 90 ° زاوية.

الوحدات القاطعة كليا لضوء: وهي التي لا تسمح لأي ضوء بالانتشار فوق زاوية 90 ° حيث توجه الضوء مباشرة تحت الوحدة. [14]

الشكل (II-12): رسم توضيحي لأنواع الإنارة حسب طريقة توزيعها لضوء

12.II. المعايير العالمية للإضاءة الأماكن العمل:

تتلخص معايير الإضاءة الدولية في مكان العمل في النقاط التالية:

- يجب أن تكون الإضاءة ملائمة لتمكين الناس من العمل، واستخدام المرافق، والتحرك من مكان إلى آخر بأمان ودون التعرض للإجهاد في المكان.
- يجب تجنب الأضواء المبهرة والوهج المزعج يجب أن تكون الأضواء والتجهيزات المختفية من النوع المعتدل.
- يجب عدم السماح للضوء أن يكون محجوب ومشوش على سبيل المثال عبور البضائع المكدسة.
- تطبيق الاحتياط العادي في مكان العمل الذي تحدده اللوائح سبيل على، المثال بشأن الوقاية من السقوط والحواجز للأجزاء الخطرة من الآلات.

- يجب أن تكون إضاءة الطوارئ مدعومة بمصدر مستقل عن مصدر الإضاءة العادية. [11]

جدول (4.II): متوسط الإضاءة والحد الأدنى المقاس لأنواع مختلفة من العمل

النشاط العام	المواقع / أنواع العمل	متوسط الإضاءة (Lux)	الحد الأدنى للإضاءة (Lux)
حركة الناس والآلات والمركبات	مواقف اللوري والممرات وطرق التداول	20	5
حركة الناس والآلات والمركبات في المناطق الخطرة، والعمل لا يتطلب أي تصور للتفاصيل	مواقع الحفر والتخليص وأعمال التربة،الأحواض،أماكن التحميل، ومصانع التعبئة والتعليب	50	20
العمل الذي يتطلب تصور محدود للتفاصيل	مطابخ، مصانع، تجميع الأجزاء الكبيرة، وصناعة الأواني الفخارية	100	50
العمل المطلوب منه إدراك التفاصيل	المكاتب، أعمال الصفائح المعدنية، تجليد الكتب	200	100
العمل المطلوب منه إدراك التفاصيل الدقيقة	مكاتب الرسم، مصانع تجميع المكونات الإلكترونية، إنتاج المنسوجات	500	200

الخاتمة:

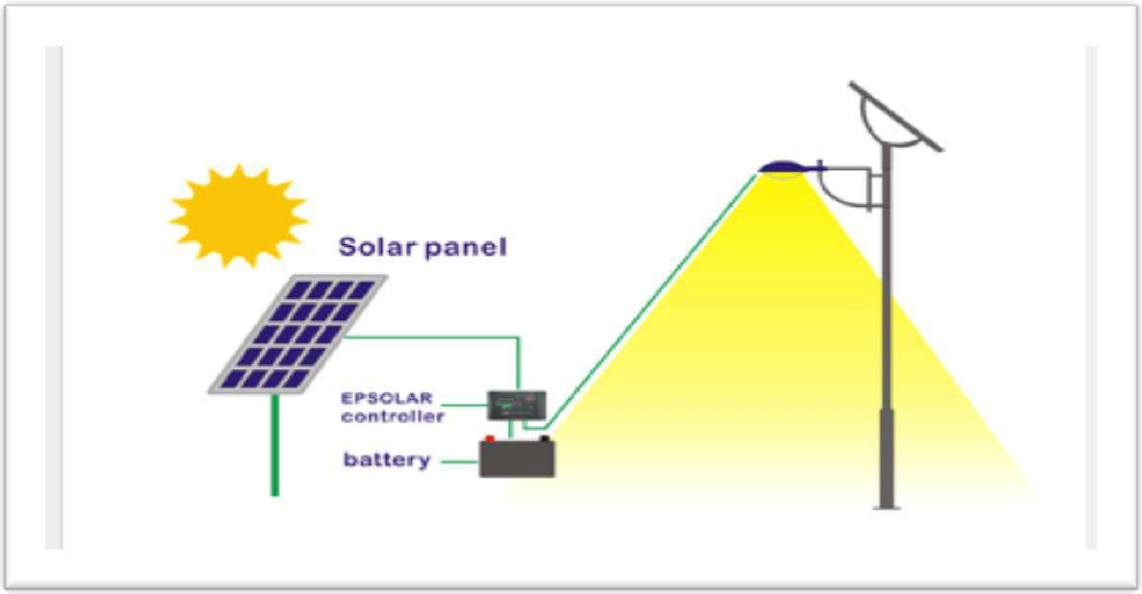
في هذا الفصل تم التطرق إلى دراسة الضوء وأهم خصائصه ومعرفة جهاز قياس الضوء ووحدات الدولية والمحلية لضوء، كما قمنا بدراسة كيفية إضاءة الأماكن الخاصة و العامة باستعمال مصادر الضوء وتحديدها بمختلف أنواعها. وفي الأخير تناولنا المعايير العالمية لإنارة أماكن العمل و شدة إضاءة المناسبة لكل حالة.

الفصل الثالث

الإضاءة والإنارة بالاستغلال الطاقة الشمسية

1.III. المقدمة:

تعتبر أعمدة الإنارة بالطاقة الشمسية هي وسيلة مهمة للحصول علي الإنارة بدون تكلفة حيث أن تكلفة أعمدة الإنارة بطاقة الشمسية مساوية تقريبا لتكلفة العمود العادي مع الأخذ في عين الاعتبار تكلفة عمل شبكة الربط ونظام التحكم بين الأعمدة التقليدية والتي لا نحتاج إليها في الأعمدة التي تعمل بطاقة الشمسية بالإضافة إلي أن عمر عمود الطاقة الشمسية أضعاف عمر العمود العادي بالاستخدام مصباح LED حيث إن استخدام الطاقة الشمسية يتم خصوصا في المناطق التي لم يتم ربطها بشبكة كهرباء أو في حالة الانقطاع المتكرر لشبكة الكهرباء العامة نتيجة العجز في الشبكة، لتتفوق الطاقة الشمسية فيها علي الطاقة الكهربائية من جهة الإنارة بشكل أفضل إما عن كيفية الحصول علي هذه الطاقة لإنارة الشوارع والطرقات والأماكن الخاصة فسوف نتعرف عليها في هذا الفصل.



الشكل (III-1): يوضح مكونات نظام الإنارة بطاقة الشمسية

III .2. مكونات نظام الإنارة بالطاقة الشمسية:

1- اللوح الشمسي

2- منظم الشحن

3- البطارية

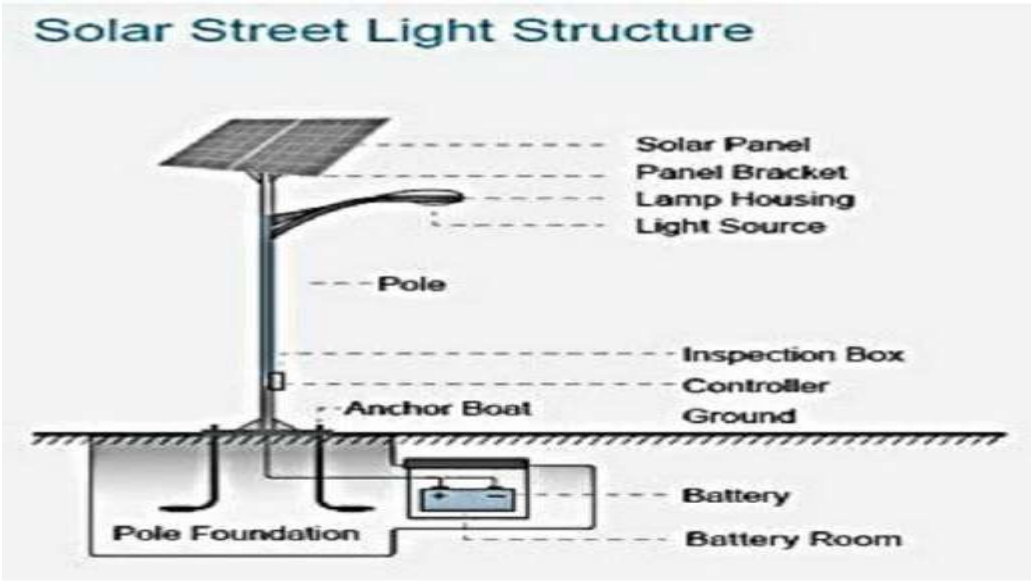
4- LED

5- الأعمدة الإنارة الشمسية[17]

III.3. مبدأ التشغيل الإضاءة:

تستقبل الألواح الشمسية الإشعاع الشمسي خلال ساعات النهار ثم تقوم بتحويله y للطاقة كهربائية من خلال عملية الشحن والتي يتم تخزينها في البطارية، توفر البطارية الطاقة لمصباح LED لتشغيله كي ينبعث منه الضوء المرئي في اتجاه محدد.

تتفرغ البطارية بعد مرور وقت معين لذا سوف تعمل وحدة تحكم التفريغ مرة أخري الإنهاء تفريغ النهائي للبطارية وتحضرها لشحن التالي. [17]



الشكل (III_2): رسم تخطيطي يوضح كيفية توصيل البطارية في نموذج الّإنارة

الشكل (III-1): سير عمل النظام

4.III. اختبار اللوح الشمسي:

الخلية الشمسية هي العنصر الأساسي في أي نضام خاص بالإنارة سواء الداخلية أو الخارجية كإضاءة الشوارع والطرقات لأنها مصدر لطاقة كما ذكرنا سابقا فاختيار نوع الخلية أمر أساسي في النظام أن كانت أحادية التبلور أو متعددة التبلور من حيث توفير المساحة لا فرق بينهما لكن يبقي الاختلاف في كمية الطاقة المنتجة لكل خلية معا مراعاة كثافة الإشعاع المتوسط وساعات السطوع اليومي وقوة المصباح في الإضاءة.[17]

لحساب الطاقة المنتجة من اللوح نحسب قدرة اللوح الشمسي:

$$U_{pv} = U \times \mathbf{Hmax}/\mathbf{ht} \quad \text{(III.2)} \quad [17]$$

5.III. وضعية اللوح الشمسي الخاص الإنارة:

يوضع اللوح الشمسي فوق عمود الإنارة، يكون موجه نحو الجنوب بزاوية تقدر بـ(27°).

الشكل (III-3): وضعية اللوح الشمسي الخاص بالإنارة.

6.III. منظم الشحن في النظام الشمسي:

منظم الشحن أو بما يعرف بـــ (Solar Charge Controller) هو جهاز الكتروني يقوم بتنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الخلايا الشمسية قبل مروره إلى البطارية، وكذلك الصادر من البطارية إلى الحمل الكهربائي، وذلك للمحافظة على البطاريات المستخدمة والتأكد من شحنها واستخدامها بصورة أمثل. تكمن وظيفة منظم الشحن ليس فقط منع الشحن الزائد عن التراكم، وإنما له عدة مهام أخرى مهمة جدا للحفاظ على مجموع أجهزة النظام الشمسي، و يحتوي على قاطع داخلي (fuse) يقوم بحماية الخلية الشمسية من التلف في حال تلامس أطرافها معا وحدوث قصر في الدارة الكهربائية بحيث يقوم بالفصل ومنع الضرر الكبير من الحدوث على الخلايا الشمسية. [18]

الشكل (III-4): منظم الشحن الشمسي

1.6.III تركيب منظم الشحن:

منظم الشحن جزء مهم وأساسي لأي منظومة شمسية، ويجب عدم الاستغناء عنه في أي حال من الأحوال، وقبل تركيب المنظم الشحن يجب أن نقوم بخطوات التالية:

- تحديد موقع التركيب بوضع علامة على موقع التركيب.

- وضع ملصق على الكبلات الموجبة والسالبة التي سيتم وصلها بالمنظم.
- التأكد من إعداد المنظم وضبطه للعمل.

يركب منظم الشحن عادة بين الألواح الشمسية والبطارية باستخدام مفتاح أو مصر يثبت بين الخلايا الكهروضوئية وعند تركيبه يجب تقيد بالمخطط الكهربائي للنظام الشمسي التالي:[18]

الشكل (III-5): تركيب منظم الشحن

7.III. البطارية الشمسية:

تعد البطارية هي اغلي عنصر من مكونات أعمدة الإنارة حيث كان الاعتماد في النظم التقليدية علي لبطارية من نوع Deep cycle Battery أما حليا في النظم الحديثة الإضاءة الصغيرة والمتوسطة فتعتمد علي بطارية الليثيوم lithium حيث يتم تركيبها داخل وحدة الإضاءة نفسها، يتم تصميم حجم وحدة البطارية علي أساس سعة تخزينها لطاقة الكهربائية تكفي 10ساعات علي الأقل.

الشكل (III-6): أنواع البطاريات المستخدمة لأعمدة الإنارة الشمسية

III. 1.7 المواصفات العامة للبطارية:

- أن تكون عميقة الشحن وتفريغ.
- لا يقل عدد مرات التفريغ و الشحن عن 450 دورة عند تفريغ 100%.
- أن يتم تركيب البطاريات داخل صندوق حراريا ومحمي ويتحمل ظروف العمل حيث يتم تركيبه أعلى العمود الكهربائي أو تحت الأرض، ولا يقل العمر الافتراضي للبطارية عن 5 سنة. [17]

III.8 أعمدة الإنارة بالطاقة الشمسية:

تصمم أعمدة الإنارة بأشكال انسيابية متناسقة نضفي نواحي جمالية عند تركيبها في شوارع العامة أو في طرقات أو في أماكن الخاصة، هذه أعمدة تصنف تبعا لطريقة التصنيع

كما يلي:

- أعمدة متعددة الأقطار.
- أعمدة مخروطية.
- أعمدة ذات مواصفات خاصة.
- أبراج الإنارة. [19]

III.8.1 أشكال الأعمدة:

يمكن تقسيم أعمدة الإنارة من حيث الشكل العام إلى:

- عمود إنارة بدون ذراع.
- عمود إنارة بذراع واحد.
- عمود إنارة بذارعين.
- أعمدة خاصة حسب التصميم المطلوب. [19]

الشكل(III-7): عمود إنارة بدون ذراع

الشكل (III-8): عمود إنارة بذراع واحد

شكل (III-9):عمود إنارة بذراعين

شكل (III-10): أعمدة خاص حسب تصميم المطلوب

III.8. 2 أسعار الأعمدة:

الجدول (III-1): جدول أسعار الأعمدة الموجودة في الأسواق

نموذج	اطار شركة زركون	اطار شركة بيانكا
الارتفاع (m)	3_2	4_3
القطر (mm)	1.39_0.9	
عدد الأذرع	1 أو2	
تكلفة العمود بذراعين (دج)	21800.00	35000.00
تكلفة العمود بذراع (دج)	18900.00	31100.00

9.III خطوات تصميم أعمدة الإنارة للشوارع:

هناك برامج هندسية متطورة خاصة للقيام بالتصميم إنارة شوارع ويعتمد على نوع طريق، شدة الإضاءة المطلوبة وسرعة السيارات.

يمكن إتباع الخطوات البسيطة التالية: عند تصميم الإنارة من حيث ارتفاع وتوزيع أعمدة إنارة شمسية عن طريق الجدول التالي: [17]

جدول (III-2) : ارتفاعات الأعمدة حسب نوع طريق

عرض الطريق (m)	ارتفاع العمود (m)	وضعية العمود
اقل من 6	3	جانب واحد من الطريق
من 6_12	6.5	جانب واحد من الطريق
من 13_24	9	على جانبي الطريق
من 25_48	10.5	على جانبي الطريق

10.III الذراع:

وهو الجزء الواصل بين العمود ووحدة الإنارة ويصنع من نفس مادة تصنيع العمود وبتصاميم هندسية و زخرفية مكملة للمنظر الجمالي، حيث يركب الحامل في جسم العمود بطريقة محكمة ومقاومة لعزم الدوران والاهتزازات والانفكاك ويزود الحامل بطرف مناسب لتثبيت الفانوس أو المصباح ويكون بطول 1.20 (m) تقريبا. [11]

11.III مصباح الكهروشمسي LED:

هو نوع من مصابيح شوارع التي تعمل بالطاقة الشمسية و التي تكون مجهزة بوحدة أو أكثر من الوحدات الكهروضوئية التي تحول ضوء النهار إلى كهرباء، وبالتالي يتم تخزين طاقة الناتجة في بطارية كهروكميائية . [20]

الشكل (III_11): مصباحLED كهروشمسي

III .11. 1 وحدة التحكم :

تقوم وحدة التحكم بشحن البطارية لذا يجب أن تكون مناسبة لتحكم بالفتح والغلق ضوئيا الشروق والغروب أو حسب برمجة المستخدم للوقت وكذلك التحكم في شدة الإضاءة لعدة مراحل بعد الغلق ضوئيا سهولة البرمجة وكذالك الكفاءة العالية لشحن والتفريغ.

III .11. 2 لوحدة المدمجة :

أعمدة الإنارة الشمسية المدمجة هي أخر المعروضات في الأسواق العالية وتستخدم الوحدات الصغيرة فقط حيث أن التصميم متكامل بدون أي كابلات ويمكن توضيح خصائصها في ما يلي:

تتم دمج العناصر السابقة في وحدة واحدة تأتي جاهزة من المصنع.

تضم الوحدة بطارية الليثيوم يصل عمرها 5سنوات بدلا من سنتين فقط عمر افتراضي للبطارية التقليدية.

سهولة التركيب خلال دقائق دون الحاجة إلي عمل تصميمات للنظام.

يمكن تركيب الوحدة خلال على أي عمود أو قطب مثل الحديد أو الخشب أو الخيزران أو البلاستيك.

تغيير البطارية سهل خلال دقائق، ولا تحتاج إلى صيانة عكس البطارية التقليدية

متوفرة بمقاسات من 4 (W) لإضاءة الحدائق الصغيرة إلى 30 (W).[17]

الشكل(III_12): وحدة إنارة شمسية مدمجة

III . 11 . 3 تحديد أقصى قدرة لمصباح كهروشمسي LED

المناطق الواقعة بين 25° و50° لخط العرض

$$U\ max = 175 - (\varphi \times 3) \quad \text{.....(III.3)} \quad [17]$$

إما بالنسبة إلى المناطق الواقعة فوق خط عرض 50 ° لخط العرض

$$U\ max = 35 - (\varphi \times 3) \quad \text{.....(III .4)}$$

لحساب قدرة المصباح المطلوبة يجب معرفة عرض الطريق الذي سوف يقع في دائرة الإضاءة الخاصة بالكشاف فمثلا عرض طريق 40 (m) تكون أعمدة على جانبي طريق تحت مجال إضاءة 20 (m) يتم حساب أدنى إضاءة مسموح بها طبقا لنوع طريق وتسمى هذه القيمة بال(LUX) . [17]

III .12 أنواع الطرق:

III.12 .1- طرق الداخلية الفردية:

أ- طريق الفردي (6-10 m):

هنا يكون طول العمود الشمسي 6.5 (m) والمسافة بين كل عمودين هي طول العمود في 2 وبذلك تكون المسافة تساوي 13 (m) ومنه نستطيع معرفة عدد الأعمدة بدلالة المسافة بين الأعمدة وطول الطريق المدروس، أبعاد اللوح الشمسي الذي يمكن استخدامه لهذا النوع هو 60 ×45 (cm) تضم 12 خلية شمسية بمساحة 15 × 15 (cm) بالاستطاعة 4.2 (W) . [17]

الشكل (III_13): طريق الفردي ولوح الشمسي الخاص به

ب_طريق الفردي (10_m18):

طول العمود 9 (m) والمسافة بين الأعمدة 18 (m)، عدد الأعمدة يتعلق بطول الطريق. نحتاج في هذا طريق لوح شمسي من الحجم الكبير أبعاده 60 ×60(cm) أي 16 خلية شمسية. [17]

الشكل (III_14): طريق الفردي واللوح الشمسي الخاص بيه .

III . 2.12 طريق المزدوج (12 _20 m):

أقصى عرض لطريق 10 (m) توزيع الأعمدة يمكن في منتصف الطريق والعمود المستخدم يكون بذراعين ولوح شمسي واحد و مصباحين بنفس المواصفات، ومنه عدد الأعمدة بحسب طول الطريق. بطارية المستخدمة تكفي (2_3 أيام) دون الحاجة إلى شحنها، والمساحة اللوح الشمسي لهذا طريق هي 75 × 40 (cm) أي 15 خلية ويمكن استخدام لوح شمسي 60 × 60 (cm) حسب المتوفر في الأسواق. [17]

الشكل (III_15): طريق المزدوج و اللوح الشمسي المستعمل بيه

III .12. 3 طريق الرئيسي (أكثر من 20 m):

ارتفاع العمود يكون 10.5 (m) عرض الطريق يكون 15 (m) إذا المسافة بين الأعمدة 21 (m) عدد الأعمدة حسب طول الطريق المدروس وتركب على منتصف الطريق وبذراعين ولوح شمسي واحد. أبعاد اللوح الشمسي المستخدم 120 × 120 (cm) نحتاج 31 خلية . [17]

الشكل (III_17): طريق الرئيسي

الجدول (III_3): نوع الطريق وسرعة السيارة وقيمة LUX

نوع طريق	سرعة السيارة (Km/h)	قيمة (LUX)
طرق الرئيسية	أكثر من 50	10
طرق المزدوجة	اقل من 50	6
طرق داخلية فرعية	اقل من 30	4

III_13 أنواع التخطيط للأعمدة الإنارة:

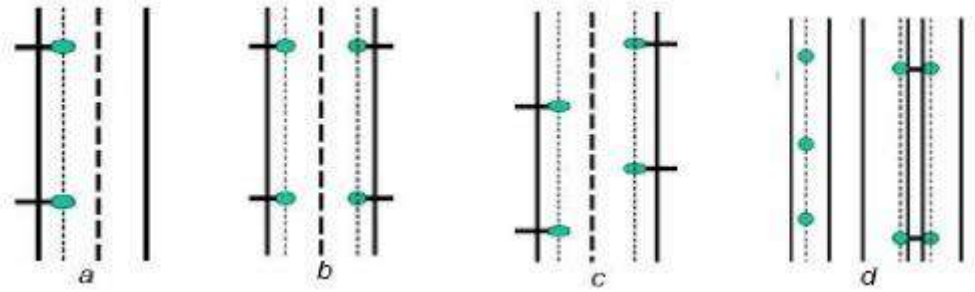
يتم الاعتماد في طريقة التثبيت على الطرق والأماكن العامة ونوعية الشارع على أربع تخطيط هندسية معتمدة:

1 _ تخطيط احدي الجانب: وهذا نظرا للاستثمار المحدود والحجم المحدود لرصيف واحد ومناسب لطرق ذات العرض المحدد (طرق حضارية، ممرات مشاة).

2 _ تخطيط ثنائي متقابل: يتكون من صفين متقابلين من المصابيح على جانبي الطريق يتميز بتكيفه مع الطرق ذات العرض الكبير.

3 _ تخطيط ثنائي متداخل: يتكون من صفين على جانبي طريق غير متقابلين تتمتع باستثمار اكبر وتوحيد للإضاءة الأكثر تعقيدا، تستخدم لخدمة طرق والمتنزهات والحدائق.

4 _ التخطيط المحوري: يتكون هذا النوع من صفين في منتصف الطريق مفيد من خلال استثماره المحدود، يستخدم في الطرق المختلطة وبصعب صيانته. [21]



الشكل (III_18): تخطيطات وضع الأعمدة في الطرق

III. 14 قياس قوة الإضاءة باللومين طبقا للمعادلة:

$$El = {}^{W \times L \times D}/_{MF \times UF} \quad \text{.....(III.5)} \quad [17]$$

$$D = h \times 2 \quad \text{.....(III.6)} \quad [17]$$

W: عرض الطرق الذي يقع تحت مجال إضاءة الكشاف.

D: المسافة بين الأعمدة.

h: ارتفاع العمود.

L: قيمة الإضاءة LUX.

UF= 0.9 : معامل الاستخدام.

MF = 0.84 : معامل صيانة .

$$\cup = {}^{Iv}/_{n} \quad \text{.....(III.7)} \quad [17]$$

n=100 : متوسط كفاءة الإضاءة السائدة حاليا في الأسواق وحدتها (lm/W)

نستطيع أن نحسب مساحة اللوح الشمسي المناسب من عدد الخلايا المكونة لهذا اللوح حيث إن أبعاد القياسية للخلية شمسية هي 15 × 15 (cm) و تنتج كل خلية 4.2 (W)تقريبا . [17]

$$\cap = {}^{\cup\, pv}/_{4.2} \quad \text{... ... ...} \quad \text{(III. 8)} \quad [17]$$

III. 15 خصائص تركيب عمود الإنارة الكهروشمسي مخروطية الشكل :

- ارتفاع العمود : من 3 إلى 7 م
- ارتفاع العمود + اللوح الشمسي : من 5 إلى 10 م
- قطر العمود : 0.2 إلى 0.3 م
- وزن العمود : من 83.6 إلى 196.1 كلغ
- أقصى حد لوزن الإنارة : 16 كلغ
- الحد الأقصى لأبعاد اللوح الشمسي : 1 × 1.6 م
- أقصى وزن للوح الشمسي + الدعامة : 50 كلغ [22]

الشكل (III_19): نموذج الأعمدة الإنارة الكهروشمسية

III.16 أسعار النماذج الإنارة الكهروشمسية:

الجدول (III_4): مميزات و أسعار نماذج المصابيح الكهروشمسية.

شكل	رمز المنتج	أبعاده	عمره (سنة)	استطاعته (w)	بطارية	مادة الصنع	سعره بالدينار
1	_SJTC S02	L132*W36*H 5 Cm	7	100	2500 مللي أمبير في ساعة متعددة التبلور	المنيوم / زجاج	00870 ,00 DZD
2	_TA ST150	1000*320*52 Mm	2	150	2500	سبائك المنيوم	4600 0,00 DZD
3	_NSL_YC W150	L900*W250* H 50mm	3	150	2500	سبائك المنيوم	33000 ,00 DZD

1

2

3

الشكل (III_20) : أشكال نماذج الإنارة الكهروشمسية .

17.III صيانة النظام الإنارة الكهروشمسية:

في الأغلب لا تتطلب الألواح الشمسية فعليا أي شي ولكن يجب الحفاظ على معدات المرتبطة بها مثل بطاريات و وحدة التحكم في الشحن حالة جيدة.

- يجب مسح الألواح الشمسية مرة واحدة في شهر، والمسح يكون بقطعة قماش مبللة لإزالة الغبار و الأوراق المتساقطة و جلوس الطيور وما إلى ذلك.
- يجب مسح سطح تركيبات الإضاءة مرة واحدة في شهر بقطعة قماش مبللة لإزالة الغبار وإلى ذلك.
- يجب إجراء صيانة دورية عامة للبطارية الرصاص الحمضية المعتادة ووفقا لتعليمات الصيانة الخاصة بصانع البطاريات. يعد البطارية بالماء المقطر يشكل خاص حسب المتطلبات أمرا ضروريا . [23]

18.III المقارنة بين التكلفة العالمية :

أسعار الكهرباء في الجزائر، الجدول المقابل يوضح أسعار الكهرباء في الجزائر :

الجدول (III_5): أسعار الكهرباء في الجزائر

الجزائر أسعار الكهرباء	منزلي KWh	أعمال KWh
الدينار الجزائري (DZD)	5.340	4.578

سعر 0,037 دولارا أمريكيا لكل KWh أما متوسط السعر في العالم هو 0.136 دولار أمريكي لساعة. وسعر أعمال 0.031 دولار أمريكي لكل KWh، ومتوسط السعر في العالم هو 0.127 دولار أمريكيKWh.[24]

III_19 مقارنة بين التكلفة الطاقة الشمسية والطاقة التقليدية:

الجدول (III_6): جدول يلخص المقارنة

	الطاقة الشمسية	الطاقة التقليدية
الاستثمار الأولى (دج)	9117173.83	8666651.00
الاستهلاك خلال السنوات الثلاث الأولى (كيلو واط ساعي)	44518.32	74197.2
معامل الاستهلاك (DZD)	0	459280.2
تكلفة ثلاث سنوات (DZD)	9117173.81	9171859.73

معامل الاستهلاك و هي فاتورة

الخاتمة:

وفي الفصل الثالث والأخير تطرقنا إلى التعرف على مكونات النظام الإنارة بالطاقة الشمسية ودراسة خصائصها ومميزاتها، كما يجب إتباع مبدأ تشغيل مناسب لهذا النوع من الإنارة. تعرفنا على أنواع الطرق والأعمدة المستعملة لكل طريق وإنارة المناسبة له وكذلك طول العمود وشكله وكيفية صيانتها وفي الأخير درسنا الكلفة الاقتصادية وتكاليف الأزمة لانجاز الإنارة بالطلقة الشمسية.

الفصل الرابع

حساب تركيب الإنارة بالطاقة الشمسية

IV. 1 المقدمة:

هذا الفصل عبارة عن دراسة تحليلية لوضع الأعمدة الإنارة الكهروشمسية فكلية الرياضيات وعلوم المادة، وذلك بتطبيق قوانين ودراسات الفصل السابق.

2.IV دراسة العملية لإنارة الكهروشمسية ساحة كلية الرياضيات وعلوم المادة:

باعتبار أبعاد ساحة كلية (100×50م) وأن ساحة على شكل طريقين كل طريف هو طريق رئيسي.

الشكل (IV_1): أبعاد ساحة كلية الرياضيات وعلوم مادة .

من الجدول(III_2) من الفصل الثالث الذي يوضح ارتفاعات الأعمدة حسب نوع طريق لدينا:

عندما يكون عرض الطريق (25_48) (m) يكون ارتفاع العمود 10.5 (m) فيكون تركيب الأعمدة على جانبي الطريق.

تخطيط الهندسي الخاص بيه يكون 1 المذكور في الفصل السابق .

- المسافة بين الأعمدة :

ارتفاع العمود h=8m و ذلك نظرا لأقصى ارتفاع للأعمدة الإنارة الكهروشمسية في ولاية ورقلة .

$$D = h \times 2$$
$$D = 8 \times 2$$
$$D = 16\ m$$

نأخذها 16متر ليصبحا لدينا 7 أعمدة في كل طرف من جانبي الساحة و مجموع أعمدة هو 14 عمود لإنارة الساحة بأكملها .

- قوة الإضاءة المطلوبة :

$$El = {W \times L \times D}/{MF \times UF}$$

W=25

D=20

L=10 LUX

9.UF=0

84.MF=0

$$El = 79.1113\ [Lm]$$

- حساب قدرة المصباح :

خط عرض منطقة ورقلة هو : $31.9629°$

ورقلة محصورة بين خطي العرض($25°_50°$) نستعمل العلاقة ($III.\ 3$) :

$$U\ max = 175 - (\varphi \times 3)$$

$$U\ max = 175 - (31.9629 \times 3)$$

$$U\ max = 79.1113\ LUX$$

- حساب قدرة اللوح الشمسي :

$$U\ pv = {U \times H max}/{h t}$$

$$H max = 12H$$

$$h t = 12H$$

$$U_{pv} = {79.1113 \times 12}/{12}$$

$$U_{pv} = 79.1113\ W$$

ومنه حسب النتائج النموذج المناسب لإنارة الساحة هو الموضح في الجدول المقابل:

الجدول (IV_1): جدول مميزات النموذج المصباح الشمسي

المصباح الشمسي	استطاعته	رمز المنتج	شكله	عمره	سعره
1	100	_SJTC S02		7 سنوات	00870 ,00 DZD

- التكلفة المادية لانجاز الإنارة في ساحة الكلية :

الجدول (IV_2): جدول يعطي تكلفة النهائية لإنجاز المشروع الإنارة في ساحة الكلية

	عدده	سعره الواحد (DZD)	المجموع (DZD)
العمود	14	40000,00	560000,00
المصباح الكهروشمسي	14	87000,00	12180000,00
الذراع	14	15000,00	2100000,00
التكلفة	/	/	14840000,00

3.IV أماكن وضع أعمدة الإنارة الشمسية في ساحة الكلية :

الشكل (IV_2) : موقع وضع الأعمدة الإنارة الخاصة بالمشروع

4.IV الخاتمة:

في هذا الفصل الرابع والأخير قمنا بدراسة نظرية لتحديد متطلبات الإنارة الشمسية من أعمدة ومصابيح كهروشمسي وحساب القياسات المطلوبة وتحديد تكلفة لمشروع جاهز لإضاءة ساحة كلية الرياضيات وعلوم المادة بطاقة متجددة واقتصادية لمدة 7 سنوات.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة:

تعتبر الأنظمة الكهروضوئية أنظمة جيدة الاستخدام في العديد من التقنيات التي تعتمد عليها التكنولوجيا اليوم،كونها متعددة الاستعمالات، من بين استعمالاتها إنتاج الطاقة الشمسية التي تعتمد علي شدة الإشعاع الشمسي فبزيادة قيمته تزداد قيمة التيار الكهربائي الناتج الذي يستخدم في عملية الإنارة الشمسية لطرقات والشوارع وحتى الأماكن الخاصة والعامة اعتمادا علي مصباح LED الكهروشمسي، لتميزه بمدة حياة طويلة موفر لطاقة.

وفي نهاية بحثنا قمنا بحساب نظري لأماكن أعمدة الإنارة الكهروشمسية في ساحة كلية الرياضيات وعلوم المادة وقارنا بين تكلفة انجاز إنارة بالطاقة الشمسية والإنارة التقليدية، حيث وجدنا أن الإنارة بالطاقة الشمسية قليلة التكلفة على مدى طويل وغير نفوذة ومستقلة بالإضافة إلى سهولة تركيبها وصيانتها وعدم وجود فواتير كهربائية شهرية، هذا ما يرفع من كفاءة الأداء في إنارة الطرقات والساحات.

قائمة المراجع

رقم المرجع	المرجع
[1]	سي جوليان تشن، فيزياء الطاقة الشمسية، ترجمة مصطفى محمد فؤاد، مراجعة محمد فتحي خضر، الناشر مؤسسة هنداوي، بتاريخ 2017
[2]	ورشات يوم ويكيبيديا العربية الثامن عشر ، 2022
[3]	إعداد م اميل عاصي مقطش، سلسلة الوحدات التدريبية المبنية على أساس الكافيات، المهنية، قرار لجنة الاعتماد رقم (2016/35) الطبعة التجريبية الأولى في 2017 عمان الأردن، تاريخ 2017
[4]	مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي، إعداد (جعرون فاطمة و جوغي إكرام)، بعنوان " تغدية منزل عن طريق لوح شمسي فوتوضوئي "، أستاذ المشرف (بوغالي سليمان)، بتاريخ 2018
[5]	شركة النصر سولر، موقع النصر للطاقة الشمسية ، 2015 .
[6]	إعداد المهندسة مها عيد عبد الستار سيد احمد، الطاقة الجديدة و المتجددة و دورها في التنمية المستدامة للمناطق الريفية، كلية الهندسة _ جامعة القاهرة، بتاريخ 2013
[7]	إعداد فريق : مؤسسة حضرموت للاختراع، دورة الطاقة الشمسية، مؤسسة حضرموت للاختراع، أكاديمية الاختراع للتقنية و الإبداع .
[8]	إعداد الباحث فيصل خليل إبراهيم الغرباوي، مذكرة دور الإضاءة الصناعية في إبراز القيم الوظيفية و الجمالية للفراغ الداخلي (حالة دراسية : المراكز التجارية في مدينة غزة)، الجامعة الإسلامية بغزة عمادة البحث العلمي و الدراسات العليا ماجستير الهندسة المعمارية، بتاريخ 2019 م .
[9]	فيصل خليل إبراهيم الغرباوي، دور الإضاءة الصناعية لإبراز القيم الوظيفية و الجمالية للفراغ الداخلي (حالة دراسية المراكز التجارية في مدينة غزة)، بتاريخ 2019 م
[10]	د/محمد شهدى أحمد، تصنيف مصادر الإضاءة والملائمة لأنواع وحدات الإضاءة، مدرس، قسم المنتجات المعدنية و الحلى –كلية الفنون التطبيقية–جامعة حلوان، مصر، بتاريخ 2015
[11]	د/ محمد شهدى احمد، تحديات تصميم الإضاءة في أماكن العمل التي تواجه المصمم المصري مدرس كلية الفنون التطبيقية، قسم المنتجات المعدنية، جامعة حلوان، مصر، بتاريخ 2016.
[12]	م/ سعيد عبدوه حسان الخليدي، سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة لمجموعة مهن : كهرباء الاستعمال، مصر، بتاريخ 2010

[13]	كتاب دليل إنارة الشوارع و الميادين، السعودية، بتاريخ 2019 م
[14]	الدكتور محمد توفيق لازم الزهري ، كتاب التمديدات الكهربائية للأبنية و المنشأت الفصل الثالث المصباح الكهربائية و الإنارة ، جامعة فلادالفيا الأردن 2016 .
[15]	اكتفاء ذاتي من الطاقة، دراسة عن أحدث تقنيات إنارة الطرقات بواسطة اللواقط الكهروشمسية، سوريا www.facebook.com/Electrical.engineering.community2050
[16]	Makio Kitazawa ; Lux Meter FT3424; Engineering Division 5 ; 2015
[17]	عبد الباري إمحمد ابو القاسم المريمي و إبراهيم عبد الله البوعيشي، المؤتمر الهندسي الثاني لنقابة المهن الهندسية بالزاوية، إنارة الشوارع بالاستخدام الطاقة الشمسية، كلية الهندسية، بلدية الزاوية، 2019 م
[18]	اميل عاصي مقطش، سلسلة الوحدات التدريبية المبنية على اساس الكفاية المهنية، عمان الأردن، 2017.
[19]	المهندس علي عبد الله الحسون، المواصفات الفنية المبنية والشروط العامة لانارة الشوارع والطرق والميادين، المملكة الأردنية الهاشمية، 2017 .
[20]	Y. AIT BEN ADDI et H . AMHID , éclairage photovoltaique , dans la cadre de projet professionnel , faculté polydisciplinaire OUARZAZATE , 2015 .
[21]	CETE formation « eclairage public » , DIR centre Est , France , 2007.
[22]	D .BLANCHON , Fobricant de mats d eclairage public, France , 2002
[23]	HANDBOOK ON SOLAR LIGHT SYSTEM , 2015 .
[24]	WWW.GlobalPetrolPrices.com

الملخص

الملخص :

تعتبر النظام الكهروشمسي من التقنيات الحديثة المستعملة في مختلفة مجالات حيتنا اليومية، هي عبارة عن أنصاف نواقل يتم استخدامها في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وتحويل التيار الكهربائي إلى ضوء وهو ما سنتطرق في دراسته في هذا العمل حيث قمنا بدراسة حول الإنارة العامة والعمومية وخاصة إنارة الشوارع والطرقات للتغذية عمود الإنارة الكهروشمسي وهذا ما قمنا بإعطاء أسعار المصابيح ولوازم الإضاءة لإنارة و قمنا بحسابات لإنارة ساحة كلية الرياضيات وعلوم المادة وحسبنا تكلفة لهذا المشروع.

الكلمات المفتاحية : اللوح الشمسي ، الإنارة ، المصباح الشمسي ، أعمدة الكهروشمسية .

Summary :

The solar electric system is one of the modern technologies used in various areas of our daily life. It is a semi-conductor that is used in converting solar energy into electrical energy and converting electric current into light, which is what we will discuss in this work, where we have studied public and public lighting Especially street and road lighting to supply the electro-solar lighting pole, and this is what we have given the prices of lamps and lighting supplies for lighting.

Key words : solar panel , luminescent , solar lamp , solar poles .