جامـــعة قاصـــدي مربـــاح ورقلـــة
كلية الرياضيات و علوم المادة
قسم الفيزيـاء

مذكـرة ماستر أكاديمـي

فـرع : فيزيـاء

تخصص : فيزيـــاء طـاقوية و الطاقـات المتجـددة

من إعداد الطالبتين : مخلوفي حنان – زروقي حياة

الموضوع :

دراسة نظرية و تجريبية لتغذية مكيف هوائي بالطاقة الشمسية في منطقة ورقلة

نوقشت علنا بتاريخ: ..../ ..../ ..../

أمام اللجنة المكونة من الأساتذة:

الزين عبد الله	**أستاذ مساعد أ**	**رئيسا**
سوداني محمد البار	**أستاذ محاضر أ**	**مناقشا**
محسن حسين	**أستاذ محاضر أ**	**مشرفا**

2021/2022

إهداء

إلى كل من علمني علما نافعا و لو حرفا

إلى كل من أنار لي الطريق إلى النجاح

إلى من تحملوا تعب الأيام و السنين من أجل أن يروني في مثل هذه المرتبة والداي - أمي و أبي -

أطال الله بقاءهم و ألبسهم ثوب الصحة و العافية ، و متعني ببرهم ورد جميلهم

إلى من أرشدني و علمني من علمه في إعداد هذا البحث الأستاذ - محسن حسين -

إلى من لا تحلوا الحياة و الأفراح من دونهم أخواتي الأعزاء حنان ، أحلام ، كريمة ، نورة و أخي الوحيد المشري و إبنتي - هناء - و إبني - محمد صلاح -

إلى كل من أرشدنا و ساعدنا و لو بدعاء

أساتذتي ، أصدقائي ، أقاربي .....

زروقي حياة

إهداء

الحمد لله و الشكر له دائما و أبدا و الصلاة و

السلام على الحبيب المصطفى و أله و صحبه أجمعين ،

أما بعد :

أهدي ثمرة جهدي و خلاصة عملي إلى من لم تدخر نفسا

في تربيتي - أمي الغالية - حفظها الله و أطال في عمرها

إلى من تشققت يداه في سبيل

رعايتي - أبي الغالي - حفظه الله و أطال في عمره

إلى من أرشدني و علمني من علمه في

إعداد هذا البحث

الأستاذ - محسن حسين -

إلى من عشت معهم و تقاسمنا أحلى الأيام و أمرها إخوتي (محمد عبد الوهاب ، حسين ، ميلود)

و أخواتي (نجاة ، رقية ، مسعودة)

إلى كل الأقارب و الأصدقاء من بعيد أو قريب

إلى كل من علمني حرفا أساتذتي الكرام طوال مسيرتي الدراسية

مخلوفي حنان

شكر و عرفان

نشكر الله سبحانه و تعالى الذي وفقنا لإتمام هذا العمل

ما كان لهذا البحث أن يستقيم على هذا الحال و أن يكتمل لولى المساعدة و التوجيهات المقدمة من قبل مؤطري الأستاذ ـ محسن حسين ـ فما يسعنا إلا أن نتقدم له بأسمى عبارات الشكر و التقدير على كل جهد بذله معنا و العون الذي قدمه لنا ،

جزاه الله عني خير جزاء

كما نتوجه بالشكر الخاص إلى اللجنة المناقشة الرئيس الزين عبد الله و المناقش سوداني محمد البار على قبولهم مناقشة مذكرتنا

كما نشكر رئيس قسم الطاقات المتجددة لكلية المحروقات و الطاقات المتجددة و علوم الأرض و الكون و بالإضافة إلى

المسؤول عن مخبر الفيزياء مزار جمال الدين

و المسؤول عن مخبر الفيزياء لكلية الرياضيات

و علوم المادة حوتي أحمد

كما نتقدم بجزيل الشكر لكل من الأستاذ ـ تليلي صالــح ـ و مدير إبتدائية الإمام غزالي زروقي صالح ، حميد مالكي ، بوخريــص علي ، عباسي فطيمة ، لمساعدتنا في إتمام هذا العمل و إلى جميع صديقاتنا الذين شجعوننا و وقفوا بجانبنا ولا ننسى كل من قدم لنا يد العون من بعيد أو قريب جزاهم الله

الفهـــرس

الصفحة

إهداء I

شكر و عرفان III

الفهـــرس IV

قائمة الأشكال VIII

قائمة الجداول X

قائمة الملاحق XI

المقدمة العامة 01

الفصل الأول

الطاقـــة الشمسيـــة

I-1 تمهيد 04

I-2 الشمـــس 04

I-3 الإشعاع الشمسي 05

I-3-1 أنواع الإشعاع الشمسي 05

I-3-2 العوامل المؤثرة على شدة الإشعاع الشمسي 06

I-4 مفهوم اللوح الشمسي 07

I-4-1 أنواع الخلايا الشمسية 07

I-4-2 أنواع الخلايا الشمسية المصنوعة من مادة السليكون المتبلور 08

I-4-3 أهم خصائص اللوح الشمسي 08

I-4-4 الزوايا الشمسية 09

I-4-5 زوايا توجيه اللوح الشمسي 10

I-5 الطاقـــة 11

I-5-1 مفهوم الطاقـــة 11

I-5-2 وحدة قياس الطاقـــة 11

I-5-3 بعض مصادر الطاقـــة 11

I-5-4 أشكال الطاقـــة 11

I-5-5 طرق توليد الطاقة الكهربائية 12

I-6 تحويل الطاقة الشمسيـة إلى كهرباء 12

I-7 مفهوم المجمعات (المركزات) الشمسية 13

I-8 كفاءة تحويل الطاقة 14

I-9 مميزات وعيوب الطاقة الشمسية 15

I-9-1 مميزات الطاقة الشمسية 15

I-9-2 عيوب الطاقة الشمسية 15

I-10 واقع الطاقات الشمسية في الجزائر 16

I-10-1 مشاريع الطاقة الكهربائية المنجزة في الجزائر 16

الفصل الثاني

مكيفـــــــات الهواء

II-1 مقدمـــــــة 17

II-2 نبذة تاريخية حول المكيفات 17

II-3 التعريفات المستخدمة في أنظمة التكيف 18

II-3-1 مكيف الهواء 19

II-3-2 تحديد قدرة مكيف الهواء 19

II-3-3 أنواع أجهزة التكييف 19

II-3-4 المبادئ العامة للتبريد و تكييف الهواء 21

II-3-5 تصنيف أجهزة تكييف الهواء 22

II-4 المكيف الصحراوي 23

II-4-1 تعريف المكيف الصحراوي 23

II-4-2 مميزات المكيف الصحراوي 23

II-4-3 مبدأ عمل المكيف الصحراوي 24

II-4-4 دورة الماء في التكييف الصحراوي 24

II-4-5 أهم خصائص المكيف الصحراوي 26

II-5 مكيف الطاقة الشمسية 26

II-5-1 تعريف تكييف الهواء بالطاقة الشمسية 26

II-5-2 أنواع تكييف الهواء بالطاقة الشمسية 26

II-5-3 ميزات مكيفات الهواء الشمسية 28

II-5-4 عيوب المكيفات الشمسية 29

II-5-5 أنظمة تكييف الهواء تعمل بالطاقة الشمسية 29

II-6 حسابات خاصة بالمنظومة الشمسية 30

الفصل الثالث

خطوات الجانب التجريبي

III-1 مقدمـــــــة 33

III-2 وصف منطقة التجربة 33

III-2-1 الموقع الجغرافي 33

III-2-2 المناخ 33

III-2-3 درجة الحرارة 33

III-2-4 الرطوبة النسبية 33

III-3 تحديد قيم الحساب 34

III-4 المقادير المقاسة خلال التجربة 34

III-5 الأجهزة المستعملة في أخذ القياسات 35

III-5-1 جهاز قياس شدة الإشعاع الشمسي 35

III-5-2 ألواح شمسية من نوع (Poly-crystalline) 35

III-5-3 منظم الشحن (Solar charge controller) 35
III-5- 4 البطارية أو المدخرة الكهربائية (La batterie) 37
III-5-5 محول كهرباء عاكس تيار (Onduleur) 37
III-5-6 العداد الكهربائي 37
III-5-7 جهاز الأمبيرمتر 39
III-5-8 جهاز الفولطمتر 39
III-5-9 جهاز الترمومتر 39
III-5-10 مكيف الهواء الصحراوي: 41

الفصل الرابع

عرض و تحليل نتائج العمل التجريبي

IV-1 مقدمـــــــة 44
IV-2 عرض و تحليل النتائج الخاصة بالإشعاع الشمسي 44
IV-3 عرض و تحليل النتائج الخاصة بدرجات الحرارة 46
IV-4 عرض و تحليل النتائج الخاصة بالخلايا الشمسية 49
IV-5 عرض و تحليل النتائج الخاصة بالبطارية 51
IV-6 عرض و تحليل النتائج الخاصة بالمكيف 53

الخلاصة 58

المراجع 59

الملخص

قائمة الأشكال

الأشكال:

الصفحة

الشكل(I-1): أبعاد و موضع الشمس و الأرض	02
الشكل (I-2): أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض	03
الشكل (I-3): أنواع الألواح الشمسية الشائعة	05
الشكل (ا–4) : خصائص اللوح الشمسي	06
الشكل (I-6) : تقنية القطع الناقص	11
الشكل (I-7) : تقنية برج القوي	11
الشكل (I.8) : تقنية الأطباق	11
الشكل (I-9) : تقنية فرنل المسطحة	11
الشكل(I-10) : استخدامات الطاقة الشمسية	12
الشكل(II-1): مخطط لدورة التبريد العاديّة	21
الشكل(II-2) المكيف الصحراوي	23
الشكل(II-3) يمثل مبدأ عمل المكيف الصحراوي	25
شكل (II-4) دورة الماء في المكيف الصحراوي	25
الشكل(II-5) نموذج لأهم خصائص المكيف الصحراوي	26
الشكل(II-6) المكيف الهواء الهجين	28
الشكل(II-7): المنحنى التقريبي فصل الصيف	29
الشكل(II-8): موجة التيار المتردد و موجة التيار المستمر	30
الشكل (III-1): جهاز قياس شدة الإشعاع الشمسي	36
الشكل (III-2): لوح شمسي	36
الشكل (III-3): منظم الشحن	37
الشكل (III-4): بطارية 12 فولط	38

الشكل (III-5): محول كهرباء عاكس تيار	38
الشكل (III-6) : عداد كهربائي	39
الشكل (III-7) : جهاز أمبير متر	40
الشكل (III-8): جهاز فولط متر	40
الشكل (III-9): جهاز ترمومتر	41
الشكل (III-10) : مكيف الهواء الصحراوي	42
الشكل (III-11): مبدأ عمل الدراسة التجريبية	43
الشكل(IV-1): تغيرات شدة التيار خلال الزمن للبطارية في (يوم مغيم- مشمس)	44
الشكل(IV-2): يمثل تغيرات درجة حرارة الجو و درجة حرارة الغرفة خلال اليوم المغيم.	47
الشكل(IV-3): يمثل تغيرات درجة حرارة الجو و درجة حرارة الغرفة خلال اليوم المشمس.	47
الشكل(IV-4): يمثل تغيرات درجة درجة حرارة الغرفة خلال (يوم مغيم- مشمس)	48
الشكل(IV-5): يمثل تغيرات درجة حرارة الجو خلال اليومين (مغيم – مشمس).	48
الشكل(IV-6): يمثل تغيرات شدة تيار للخلايا الشمسية بدلالة الزمن خلال اليومين.	50
الشكل(IV-7): يمثل تغيرات جهد للخلايا الشمسية بدلالة الزمن خلال اليومين.	50
الشكل(IV-8): تغيرات شدة التيار خلال الزمن للبطارية في (يوم مغيم- مشمس)	52
الشكل(IV-9): تغيرات جهد البطارية خلال الزمن للبطارية في (يوم مغيم- مشمس)	52
الشكل(IV-10): يمثل تغيرات شدة تيار المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين .	54
الشكل(IV-11): يمثل تغيرات جهد المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين.	54
الشكل(IV-12): تغيرات استطاعة المكيف خلال الزمن في (يوم مغيم- مشمس)	55
الشكل(IV-13): تغيرات مردود المكيف اللحظي خلال الزمن في (يوم مغيم- مشمس)	57

قائمة الجـــــــداول

الجداول:

الصفحة

الجدول (I-1): تطور إنتاج الطاقة الشمسية بالجزائر للفترة 2011 – 2018 (الوحدة : جيغاواط) 14

الجدول (III-1): يحدد قيم حساب عدد الألواح و عدد البطاريات اللازمة للقيام بالدراسة 34

الجدول (IV-1): يمثل شدة الإشعاع الشمسي الساقطة على اللوح الشمسي خلال اليومين (المغيم – المشمس). 45

الجدول (IV-2): يمثل تغيرات درجة حرارة الغرفة و درجة حرارة الجو بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس). 46

الجدول (IV-3): يمثل تغيرات شدة التيار و جهد الألواح الشمسية بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس). 49

الجدول (IV-4): يمثل تغيرات شدة التيار و جهد الألواح الشمسية بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس). 51

الجدول (IV-5): يمثل شدة تيار و جهد المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس). 55

الجدول (IV-6): يمثل تغيرات استطاعة المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس). 56

الجدول (IV-7): يمثل تغيرات مردود المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس). 57

قائمة الملاحق:

$$G = S + D \ (W/m^2) \ \ldots\ldots\ldots (1\text{-}I)$$

$$\delta = 25.43 \sin\left[\frac{360}{365}(284 + n)\right] \ldots\ldots\ldots (2\text{-}I)$$

$$\omega = 15\,(TSV - 12) \ \ldots\ldots\ldots (3\text{-}I)$$

$$\lambda \in [-180°, +180°] \ \ldots\ldots\ldots (4\text{-}I)$$

$$\varphi = [-90, +90]. \ \ldots\ldots\ldots (5\text{-}I)$$

$$\sin(h) = \cos(\varphi).\cos(\delta).\cos(\omega) + \sin(\varphi).\sin(\delta) \ \ldots\ldots\ldots (6\text{-}I)$$

$$\sin(a) = \frac{\cos(\delta).\sin(\omega)}{\cos(h)} \ \ldots\ldots\ldots (7\text{-}I)$$

$$\alpha \in [-90^{\circ}, +90^{\circ}] \ \ldots\ldots\ldots (8\text{-}I)$$

$$\gamma = \varphi + 15^{\circ} \ \ldots\ldots\ldots (9\text{-}I)$$

$$\gamma = \varphi - 15^{\circ} \ \ldots\ldots\ldots (10\text{-}I)$$

$$E_C = P_i * t_i \qquad (1 - II)$$

$$P_C = \frac{E_C * P_i * F_S}{I_r} \qquad (2 - II)$$

$$N_p = \frac{P_C}{P_p} \qquad (3 - II)$$

$$C_T = \frac{E_C * N}{U * D * E_B} \qquad (4 - II)$$

$$N_B = \frac{C_T}{C_B} \qquad (5 - II)$$

$$P_{ond} > 1.3 * P_i \qquad (6 - II)$$

$$\eta = \frac{P_i}{P_{i-c}} \qquad (7 - II)$$

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{n} \eta_i}{n} \qquad (8 - II)$$

المقدمـــة العامـــة:

بلغ الاستهلاك العالمي للطاقة في عام 2008 نحو 478 إكسا جول، حيث وصل نصيب إنتاج الطاقة بنسبة 80% إلى 90% من الوقود الأحفوري. هذا ما يعادل معدل استهلاك للطاقة بمقدار15% ، و لا تستفيد كل البلاد بنفس النسبة من استغلال الطاقة و بنفس الكفاءة. كما تختلف كمية الطاقة المخزونة في برميل نفط مثلا بحسب نوعه، و كذلك تعتمد الطاقة المستفادة من 01 طن من الفحم الحجري بحسب نوعه، حيث معظم الطاقات الموجودة على الأرض عبارة عن طاقات متجددة[27] .

تعتبر الشمس منذ القدم مصدرا أساسيا للطاقة على سطح الأرض، فقد تطور استخدامها خلال العصور بتطور العلوم والتكنولوجيا، فاستخدمت للتدفئة والتجفيف وتسخين الماء. ثم لإنتاج الطاقة الكهربائية. حيث تمثل الطاقة الكهربائية المحرك الأساسي للحضارة والتقدم في جميع مناحي الحياة الاجتماعية والصحية والصناعية وغيرها، لذلك من المهم التحول إلى إنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة تكنولوجيات نظيفة تعتمد على قوى الطبيعة أي على الطاقات المتجددة.

وتمتاز الطاقات المتجددة(الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة كتلة حيوية وطاقة حرارية أرضية وطاقة المد والجزر)المتوافرة في معظم دول العالم بأنها غير ملوثة للبيئة، وتحافظ على الصحة العامة للكائنات الحية، وتستخدم تكنولوجيات بسيطة غير معقدة، واقتصادية في كثير من الاستخدامات[11] .

إن محطات الطاقة القائمة على الوقود الأحفوري، على الرغم من أنها عنصر مهم في الأمن القومي للطاقة والنمو الاقتصادي، إلا أن لها آثاراً سلبية كبيرة مرتبطة بها من حيث البيئة المحلية والصحة العامة وكذلك المساهمة في الاحتباس الحراري العالمي الناتج عن الأنشطة البشرية .لذا كان من الحكمة التحرك نحو حلول الطاقة المتجددة[11] .

لتلبية هذه المطالب .وأحد حلول الطاقة هو تكييفات الهواء بالطاقة الشمسية، والتي يمكنها تلبية الطلب المتزايد على التبريد ، بطريقة مستدامة من الناحية البيئية.

حيث يعتمد الأشخاص على مكيفات الهواء عند ارتفاع درجة الحرارة للتخفيف من حدتها، حتى يمكن مباشرة الحياة و الأعمال بشكل طبيعي و لكنها تستهلك كم كبير من الكهرباء و لذلك يبحث الكثير عن طرق تمكنهم من خفض معدلات استهلاكها. تمتاز مكيفات الطاقة الشمسية بأنها توفر حوالي 50% من معدل الاستهلاك الشهري للكهرباء[11] .

- **كيف يمكننا استغلال الطاقة الشمسية في تشغيل المكيفات لتقليل استهلاك الكهرباء و تكلفتها؟**

من الواضح هنا أنّ الحاجة لغرض التبريد والتكييف يكثر ويزداد الطلب عليه في الوقت الذي تزداد فيه حرارة الجوّ الذي تكون فيه هذه الطاقة متوفرة ، فلما لا يتم استغلالها للتقليل من الاستهلاك الكبير للكهرباء، ولا يخفى أن هذه الأسباب كفيلة بأن تجعل التبريد الشمسي يحظى بأهميّة خاصة وذلك للحفاظ على الطاقة التقليدية ونظافة الجو للأجيال المقبلة.

تهدف هذه الدراسة إلى تخفيض تكلفة استهلاك الكهرباء بواسطة الطاقة الاحفورية التي تسبب في التلوث البيئي و بالتالي الضرر بالصحة العامة، إضافة إلى توفير الراحة الحرارية في الغرف ،

خاصة مع الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة في المناطق الصحراوية ، و تأمين نضام تكييف شمسي للمناطق المعزولة عن شبكة الكهرباء والذين يعانون من عدم توفر أساليب الراحة .

رأينا من المناسب في بحثنا هذا تقسيم العمل لأربعة فصول، حيث سيتم تخصيص :

الفصل الأول : لدراسة الطاقة الشمسية و التطرق إلى كل ما يخص الإشعاع الشمسي ، الألواح الشمسية و الطاقة من حيث (تعريف ، الأنواع ، المميزات ، العيوب ...) .

الفصل الثاني : سيتم التعرف على مكيفات الهواء (تعريفها ، أنواعها ، عيوبها ، مبدأ عملها) من بينها المكيف الصحراوي الذي سنتناول مبدأ عمله و خصائصه . في نهاية هذا الفصل سوف نتطرق إلى أهم القوانين الحسابية التي تخص الدراسة التجريبية .

وفي **الفصل الثالث :** سيتم تحقيق الدراسة التجريبية للمكيف الصحراوي الشمسي وذلك من خلال توصيل المكيف بالمنظومة الشمسية و أخذ القياسات خلال يوم مشمس و يوم مغيم في وقت زمني مثالي.

الفصل الرابع: نقوم بوضع جداول النتائج التجريبية وترجمتها إلى تمثيل بياني بواسطة برنامج الأوريجين بعدها نحلل و نفسر المنحنيات .

– لنصل في الأخير للخاتمة العامة التي نعرض خلالها أهم الاستنتاجات من التجربة التي حققناها.

الفصل الأول:

الطاقــة الشمسيــة

I-1 مقدمـــــة:

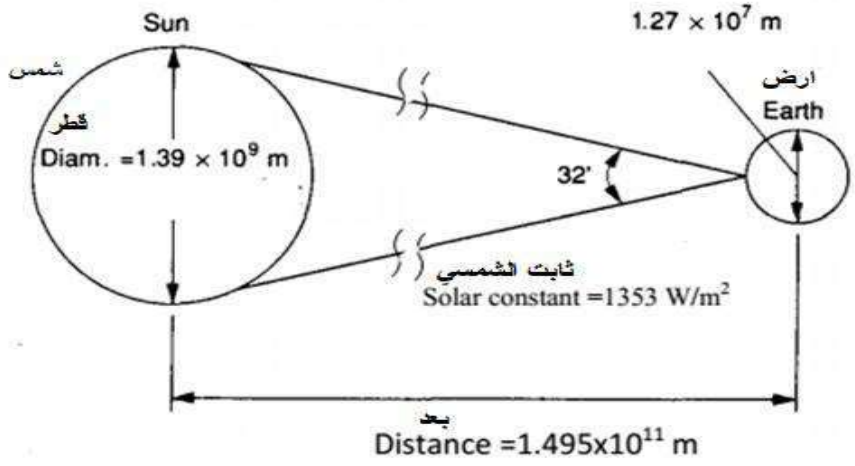
تعرف الطاقة الشمسية بأنّها الطاقة الناتجة عن تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء عن طريق استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية، وتُعدّ إحدى أهم مصادر الطاقة المتجددة، والأسرع نمواً من بينها؛ حيث تَعِد بمستقبل واعد في توفير الطاقة للاستعمالات المختلف[1].

وقد تنبّه الإنسان في العصر الحديث إلى إمكانية الاستفادة من أشعة الشمس والتي تتصف بأنها طاقة متجدّدة ودائمة لا تنضب وأدرك جليّا الخطر الكبير الذي يسببّه استخدام مصادر الطاقة الأخرى والمتمثلة في الوقود الاحفوري والطاقة النووية في تلوّث البيئة وتدميرها كالتّلوث الجوّي الناتج عن انبعاث الغازات السامة، الأمر الذي ساهم في تغيير مناخ الأرض ممّا يجعل الطاقة الشمسية الخيار الأفضل على الإطلاق ولهذا أضحت الطاقة الشمسية في عصرنا الحالي دخلا قوميّا لبعض البلدان حتى انّه في دول الخليج العربي والتي تعتبر من أكثر بلدان العالم غني بالنفط وتستخدم الطاقة الشمسيّة بشكل فعّال، ذلك لاستحواذها على تفكير العديد من المهندسين والمعماريين لتكثيف جهود البحث العلمي حول هذه الطاقة للوصول إلى أفضل الطرق الممكنة للإستفادة منها.والتي نحن بصدد دراستها و السؤال المطروح هنا، لماذا الطاقة الشمسية ؟ وكيف يمكن الإستفادة منها واستخدامها في مجالات حياتنا اليومية ؟ حيث في هذا الفصل سنتطرق بالتفصيل إلى الطاقة الشمسية ومعرفة كيفية وصولها إلى سطح الأرض وطرق استعمالها واستخداماتها الحياتية. [27].

I-2 الشمـس:

هي النجم المركزي للمجموعة الشمسية تعد في التصنيف النجمي نجما من نوع القزم الأصفر و تدور حولها الأرض وسبع كواكب أخرى وخمس كواكب قزمة على الأقل، و العديد من الكويكبات و المذنبات و السدم . تعد الشمس أقرب النجوم إلى الأرض، و هي عبارة عن كرة غازية ملتهبة بدلا من أن تكون جسما صلبا . هذا النوع من النجوم يقوم بتحويل الهيدروجين إلى هليوم عن طريق الإندماج النووي الذي يتكون في لب الشمس [2]، حيث يبلغ قطرها 000 391 1 كم و تفصلها عن الأرض مسافة يبلغ معدلها 000 598 149 كم.

و يمكن اعتبار الشمس كجسم أسود مشع حيث تصل درجة حرارة سطحها حوالي 800 5 كلفن و تتراوح درجة حرارة مركزها ما بين ($8 * 10^6$ – $40 * 10^6$) [3]، [4].



الشكل(I-1): أبعاد و موضع الشمس و الأرض [4]

I-3 الإشعاع الشمسي:

الإشعاع الشمسي هو الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الشمس، يتوزع ضمن أطوال الموجات [0.28µm – 4µm] $\lambda \in$ [5].

I-3-1 أنواع الإشعاع الشمسي:

- الإشعاع المباشر (S):

هي الأشعة الساقطة مباشرة من الشمس إلى سطح الأرض دون انتشارها في الجو و يمكن قياسه بواسطة جهاز قياس البيرومتر.

- الإشعاع المنتشر (المبعثر) (D):

هو الإشعاع الذي ينتج عن انعكاس الإشعاع المباشر بسبب وجود سحب أو ألواح شمسية و غيرها.

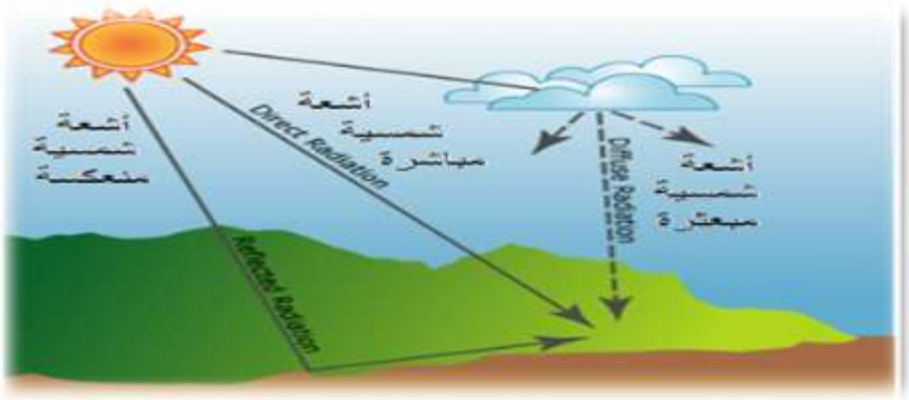
- الإشعاع المنعكس (الألبيدو) (A):

هو الإشعاع الذي ينتج من انعكاس الشعاع المباشر أو المتشتت عن سطح الأرض [6].

- الإشعاع الشمسي الكلي (G):

هو الإشعاع الشمسي الواصل إلى نقطة من سطح الأرض الناتج من مجموع الشعاع المباشر، المنتشر. كما في المعادلة التالية [7]:

$$G = S + D \ (W/m^2) \ldots\ldots\ldots (1\text{-}I)$$



الشكل (I-2): أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض [8]

I-3-2 العوامل المؤثرة على شدة الإشعاع الشمسي:

في الكثير من التطبيقات الخاصة بالطاقة الشمسية مثل توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الخلايا الشمسية فإن حساب أو تقدير كمية الطاقة الشمسية الساقطة على وحدة المساحة المربعة على سطح الأرض، يعتبر ذو أهمية بالغة لذلك فمن الطبيعي تحديد العوامل المؤثرة على كمية الإشعاع الشمسي و هذه العوامل تتلخص كالتالي؛ طبيعة الإشعاع، الموقع الجغرافي، مكونات الغلاف الجوي، الزمن حيث يشمل اليوم و الشهر و السنة و الظروف الجوية [9].

I-4 مفهوم اللوح الشمسي:

تعتبر الخلية الشمسية المصنعة من مواد شبة موصلة، كالسليكون المكون الأساسي في اللوح الشمسي. كما هو موضح بالشكل (I-3) أدناه، حيث يتم توصيل العديد من الخلايا الشمسية بخطوط توصيل معدنية لتشكل مصفوفة من الخلايا تعرف باللوح الشمسي [10].

I-4-1 أنواع الخلايا الشمسية :

تتمثل بتصنيف الخلايا الشمسية إلى ثلاثة أجيال رئيسية:

أ- الجيل الأول: يمثل خلايا شرائح السليكون الشائعة الاستخدام بشكلها التقليدي و تحتل القطاع الأكبر في عالم صناعة الخلايا الكهروضوئية، و تتوفر بنوعين أحادي التبلور(مونو) و متعددة التبلور (بولي) و تتميز الخلية الأحادية التبلور بأنها أعلى كفاءة من الخلية المتعددة التبلور حيث تبلغ كفاءة الخلية أحادية التبلور حوالي 18% بينما الخلية متعددة التبلور حوالي 15%.

ب- الجيل الثاني: يدعى بشرائح الأغشية الرقيقة وتتضمن السليكون الغير متبلور و تريليد الكادميوم (CdTe) و خلايا الكوبرانديوم ديسلنايد (CIS) و تتراوح كفاءتهما ما بين 10% إلى 2%، و

تعتبر الأكثر فعالية من سابقتها في استخدامات مشاريع الطاقة الكبيرة وأنظمة المباني المتكاملة أو الأنظمة الصغيرة المستقلة.

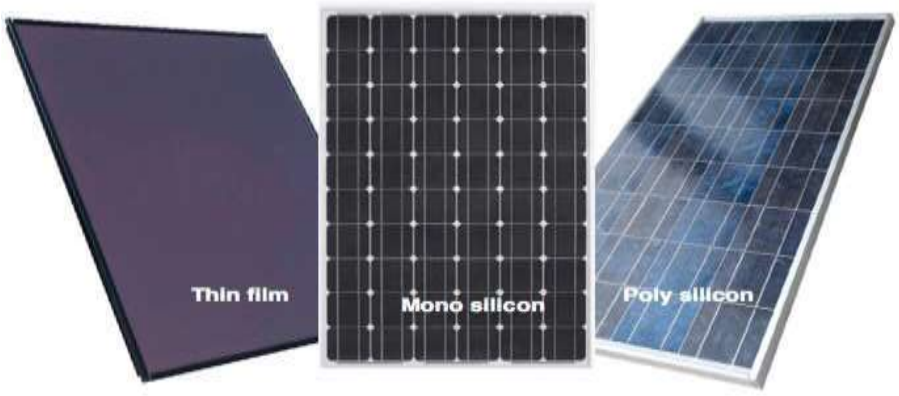
ت- الجيل الثالث: يتضمن العديد من تقنية الأغشية الرقيقة (متعدد الوصلات)حديثة الظهور و لازالت في مرحلة البحث و التطوير و لم يتم إنتاجها بصورة تجارية.

I-4-2 أنواع الخلايا الشمسية المصنوعة من مادة السليكون المتبلور:

تنقسم الألواح الشمسية المصنوعة من خلايا السليكون المتبلور إلى نوعين رئيسين هما [10]:

أ- أحادية التبلور (Mono - crystalline): تتكون من خلايا أحادية التبلور (تحتوي على بلورات متماثلة في الشكل و الأبعاد و تمتلك نفس الخصائص البصرية و الفيزيائية).

ب- متعددة التبلور (Poly - crystalline): تتكون من خلايا متعددة التبلور (تحتوي على بلورات مختلفة في الشكل و الأبعاد و تتفاوت في الخصائص البصرية و الفيزيائية) .



الشكل (I-3): أنواع الألواح الشمسية الشائعة

I -4-3 أهم خصائص اللوح الشمسي:

لكل لوح شمسي خصائص تميزه عن غيره، بغض النظر عن مادة صنعه. و بدون التطرق لشروح متعمقة، نذكر ما يمكن معرفته لكل من يتقن التعامل معها ببساطة. و هو ما تحمله البطاقة التقنية، الموجودة خلف اللوح و الممثلة في الشكل(I-4).

الشكل (I–4) : خصائص اللوح الشمسي [11]

I-4-4 الـزوايا الشـمسية:

بما أن شدة الإشعاع الشمسي الساقطة على سطح الأرض تتأثر بموقع الأرض بالنسبة للشمس، فمن الضروري معرفة بعض الزوايا الهندسية وفق الإحداثيات التالية:

✓ **<u>الإحداثيـات الـزمنية</u>** :

- <u>زاويـة الانـحراف الشمسي (δ)</u> : هي زاوية ميل أو انحراف الشمس عن خط الاستواء عند الظهر ،وتتراوح قيمة هذه الزاوية بين (23.5+) درجة في الانقلاب الصيفي، و (23.5–) درجة في الانقلاب الشتوي و تحسب بالعلاقة [12]:

$$= 25.43 \sin\left[\frac{360}{365}(284 + n)\right]\delta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-I})$$

حيث: **n** هو رقم اليوم في السنة .

- الزاوية الساعية (ω): هي عدد الدرجات التي تتحركها الشمس في مسارها اليومي عبر السماء و تكون صفر عند الظهيرة و تحسب بالعلاقة التالية [13]:

$$\omega = 15\,(TSV - 12) \quad \ldots\ldots\ldots (3\text{-I})$$

TSV: الوقت الشمسي الحقيقي.

✓ **الإحداثيات الأرضية:**

- خط الطول (λ): هي الزاوية التي يصنعها خط الطول المار بالمنطقة مع خط الطول المار ببلدة غرينتش البريطانية يعتبر خط الصفر و تقرا الزاوية موجبة شرقا و سالبة غربا.

$$\lambda\,[-180°, +180°] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4\text{-I})\epsilon$$

- دائرة العرض (φ): هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين مركز الأرض وموضع نقطة على سطح الأرض و يتم قياسه في المستوى الشمال والجنوب باتجاه خط الاستواء و تعتبر أكبر دوائر العرض الممكنة هي 90° شمالا و 90° جنوبا [14] .

$$\varphi = [-90, +90] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5\text{-I})$$

✓ **الإحداثيات الأفقية:**

- زاوية الارتفاع الشمسي (h): عبارة عن الزاوية المحصورة بين الأشعة الشمسية الساقطة و المستوى الأفقي لسطح الأرض ، قيمتها متغيرة أثناء ساعات النهار و يمكن تحديد وحساب قيمة هذه الزاوية بدلالة زاوية دائرة العرض و زاوية الانحراف الشمسي وتحسب بالعلاقة التالية [15]:

$$\sin(h) = \cos(\varphi).\cos(\delta).\cos(\omega) + \sin(\varphi).\sin(\delta) \quad \ldots\ldots\ldots (6\text{-I})$$

- زاويـة السمت الشمسي (a): عبارة عن الزاوية الأفقية المحصورة بين خط مسقط الأشعة الشمسية على المستوى الأفقي و الخط المتطابق مع اتجاه الجنوب الجغرافي ويمكن تحديدها بدلالة زاوية الانحراف و زاوية الوقت الشمسي و زاوية الارتفاع الشمسي [04] .

$$\sin(a) = \frac{\cos(\delta).\sin(\omega)}{\cos(h)} \quad \text{..... (7-I)}$$

I-4-5 زوايا توجيه اللوح الشمسي:

يعرف كل لاقط شمسي بزاويتين هما زاوية ارتفاعه β و زاوية السمت α.

- زاويـة ارتفاع اللوح الشمسي β : و هي الزاوية التي يصنعها الناظم على سطح المجمع مع مسقطه على المستوي الشاقولي. أين:

– $\beta = 0^{\circ}$: اللوح في مستوي أفقي.

– $\beta = 90^{\circ}$: اللوح في مستوي شاقولي موجه نحو الجنوب.

– $\beta = -90^{\circ}$: اللوح في مستوي شاقولي موجه نحو الشمال.

- زاويـة سمت اللوح الشمسي α : و هي الزاوية التي يصنعها مسقط الناظم على مستوي أفقي و المحور الموجه نحو الجنوب.

$$\alpha \in [-90^{\circ}, +90^{\circ}] \text{ .....(8-I)}$$

حيث:

$\alpha = 0^{\circ}$: اللوح موجه نحو الجنوب.

$\alpha > 0^{\circ}$: اللوح منحرف عن محور الجنوب غربا.

$\alpha < 0^{\circ}$: اللوح منحرف عن محور الجنوب شرقا.

I-4-6 زاوية ميل اللوح الشمسي:

و لتثبيت اللوح بزاوية ميل موافقة للموقع لاستقبال أفضل إشعاع شمسي في فترة الشتاء فيكون ضبط الزاوية (زاوية ميل اللوح الشمسي) هي متوسط القيمة لشهور الشتاء من السنة و تقدر وفق العلاقة التالية:

$$\gamma = \varphi + 15^{\circ} \quad \text{.....(9-I)}$$

أما في فصل الصيف فإننا نلاحظ ارتفاع الشمس أثناء حركتها بالمقارنة مع فترة الشتاء مما يعني الحاجة إلى خفض زاوية الميل لاستقبال أفضل أشعة بحيث تقدر قيمتها بالعلاقة التالية [16]:

$$\gamma = \varphi - 15^{\circ} \quad \text{..... (10-I)}$$

I-5 الطاقـــــة:

I-5-1 مفهوم الطاقـــــة:

هي القدرة على بذل شغل أو إحداث تغيير.

I-5-2 وحدة قياس الطاقـــــة:

تقاس الطاقة بنفس وحدة قياس الشغل و هي الجول.

I-5-3 بعض مصادر الطاقـــــة:

هنالك العديد من صور الطاقة منها:

- الفحم بديل مؤقت للبترول.
- الطاقة النووية في توليد الكهرباء.
- المد والجذر لمياه البحر في توليد الكهرباء.
- حركة الرياح لتشغيل المراوح الضخمة لتشغيل مولدات الكهرباء.
- الطاقة الشمسية.

I-5-4 أشكال الطاقـــــة:

هنالك العديد من الأشكال للطاقة منها:

- طـاقة الحركـة: هي الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته.

- طـاقة الوضـع : هي الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة وقوعه تحت تأثير جاذبية مثل الجاذبية الأرضية ، أو مجال ما مثل المجال الكهربائي أو المجال المغناطيسي .

- الطـاقة الميكـانيكية : هو مجموع طاقة الحركة وطاقة الوضع لجسم ما.

- الطـاقة الكيميـائية و التي تحدث داخل الجزيئات.

- الطـاقة الكهربـائية و التي تحدث نتيجة المجالات الكهربائية.

- الطـاقة المغنـاطيسية و التي تحدث نتيجة المجالات المغناطيسية.

- الطـاقة الإشعـاعية: هو شكل خاص من الحقل الكهرومغناطيسي تنتجه الشحنات المتحركة.

- الطـاقة النـووية: هي طاقة الارتباط والتي تربط بين جسيمات النواة في الذرة.

- طـاقة التـأين: هي الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من الذرة.

- طـاقة الوضـع المرنة: طاقة وضع يحتملها الجسم المادي المرن عند تغيير وضعه في الأصل بضغطه أو تمديده.

- الطـاقة الحراريـة: هي التي يتم انتقالها عن طريق التوصيل أو الإشعاع [17].

I-5-5 طرق توليد الطاقة الكهربائية:

يتم توليد الطاقة الكهربائية بعدة طرق ويمكن إيجازها فيما يلي:

- محطات التوليد البخارية.

- محطات التوليد الغازية.

- محطات التوليد المائية.

- محطات التوليد بطاقة الرياح.

– محطات التوليد بالطاقة الشمسية [18].

I-6 تحويل الطاقة الشمسيـة إلى كهرباء :

يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، بطريقتين و هما:

– الطريقة المباشرة أو التحويل الكهروضوئي: و يقصد به تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية).

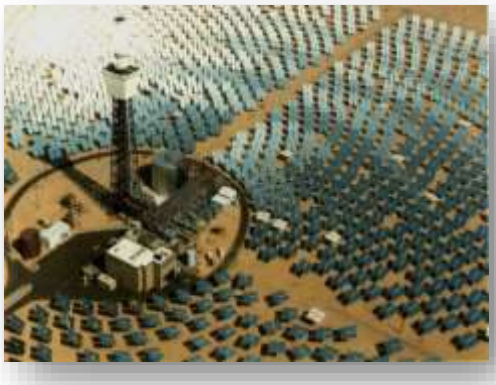
– الطريقة غير المباشرة: و غالبا يتم فيها تحويل الإشعاع إلى حرارة، و منها إلى كهرباء مرورا بالطاقة الميكانيكية. يكون ذلك عن طريق المجمعات الشمسية و المواد الحرارية، فإذا تعرض جسم داكن اللون و معزول إلى الإشعاع الشمسي، فإنه يمتص الإشعاع و ترتفع درجة حرارته. كما يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة، تسخين المياه و توليد الكهرباء و غيرها [19].

I-7 مفهوم المجمعات (المركزات) الشمسية:

تعتبر المجمعات الشمسية أحد أنواع الأجهزة التي تستخدم الإشعاع الشمسي وتحوله إلى طاقة حرارية ومن ثم إلى طاقة كهربائية لإنتاج الطاقة الكهربائية [20].

يمكن تصنيف المركزات الشمسية الحرارية إلى أربعة أنواع [21]، و الممثلة في الإشكال التالية:

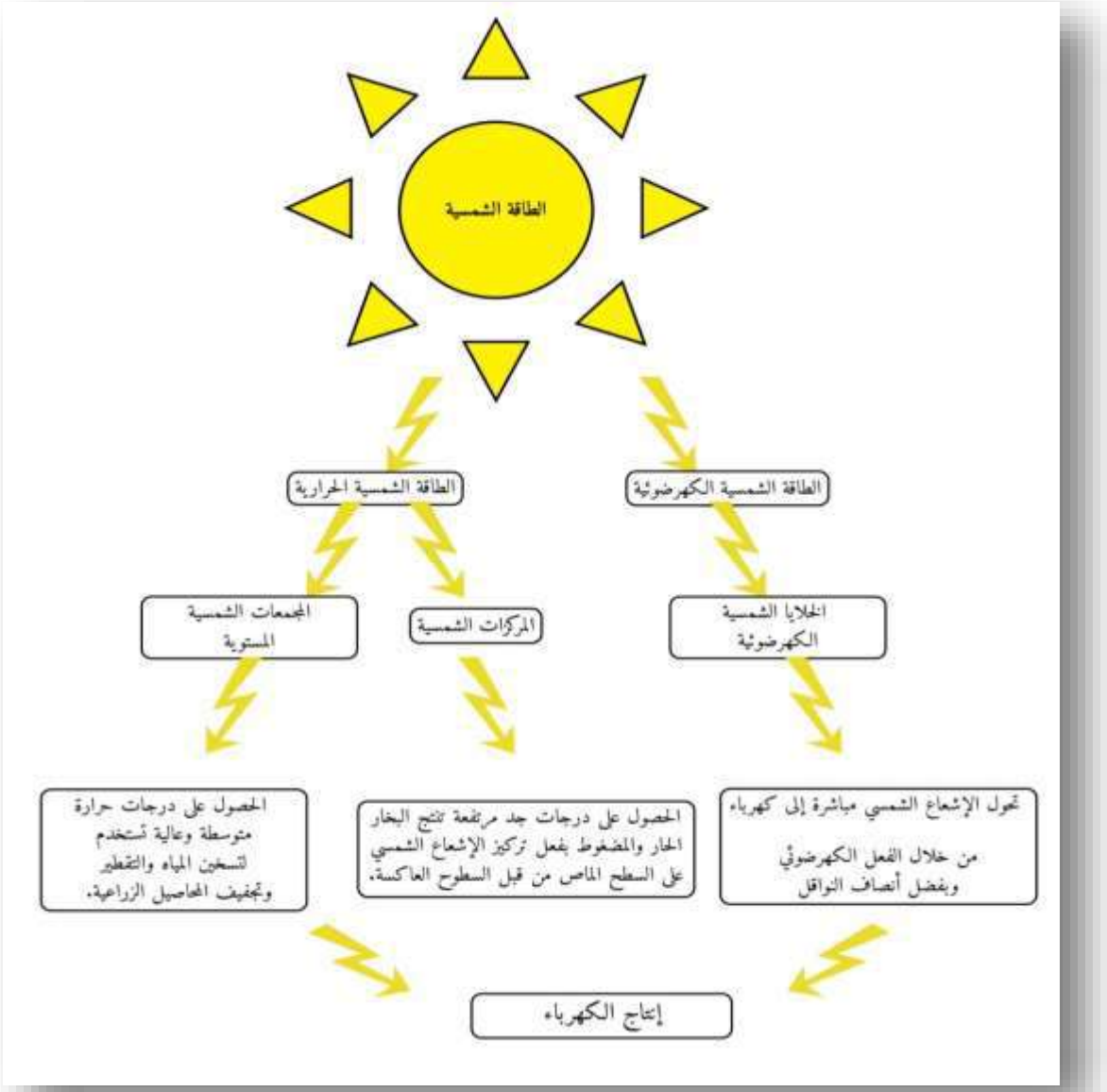
الشكل (I.6) : تقنية القطع الناقص



الشكل (I.7) : تقنية برج القوي

الشكل (I.8) : تقنية الأطباق

الشكل (I.9) : تقنية فرنل المسطحة



الشكل(I-10): استخدامات الطاقة الشمسية [08]

I-8 كفاءة تحويل الطاقة:

عندما يتم تحويل الطاقة من شكل لآخر لسبب ما فإن الطاقة الناتجة بعد التحويل لن تكون مساوية للطاقة المتوفرة قبل التحويل، والنسبة بين الطاقة بعد وقبل التحويل تدعي الكفاءة . و تختلف قيمة الكفاءة بحسب طريقة تحويلها ، فقد تصل إلي 90 % كما هو الحال في التوربينات المائية أو الموتو الكهربائي، أو تكون أقل من ذلك بكثير فتتراوح بين 10– 20 % في معدات الطاقة الشمسية و تحديدا

الخلايا الشمسية، أو تتراوح بين 35– 40 % في محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستخدم الوقود الاحفوري أو طاقة الرياح كمصدر للطاقة [07].

I-9 مميزات وعيوب الطاقة الشمسية:

I-9-1 مميزات الطاقة الشمسية:

تتميز الطاقة الشمسية بالعديد من الأمور كما يلي:

– طاقة متجددة وغير ناضبة وصديقة للبيئة.

– ليس لها ضوضاء عند العمل.

– يمكن أن تستعمل في أي مكان به ضوء الشمس.

– تدوم لفترات طويلة حيث تبقى فعاليتها لمدة 20 إلى 30 سنة [22].

I-9-2 عيوب الطاقة الشمسية:

بالرغم من الإيجابيات العديدة للطاقة الشمسية . إلا أن هناك العديد من العيوب الرئيسية لها، و منها ما يلي:

– تكلفة شراء مكونات النظام الشمسي مكلف إلى حد ما.

– كفاءة الخلايا الشمسية المنخفضة ، حيث تقدر بحوالي 20 % فقط.

– تعتمد على حالة تقلبات الجو على مدار الساعة لليوم ، مما يجعلها غير ثابت.

– تحتاج الألواح الشمسية إلى مساحة واسعة للتركيب ، حيث تعتمد المساحة المطلوبة على عدد الألواح واستطاعة الطاقة المراد توليدها.

– ارتفاع تكلفة البطاريات التي تستخدم لتخزين الطاقة الكهربائية لكي نستفيد منها ليلاً في تشغيل أجهزة كهربائية [23].

I-10 واقع الطاقات الشمسية في الجزائر:

تمتلك الجزائر أهم فدرة شمسية في منطقة حوض البحر امتوسط، بقدرة 169440 ت.و.سا/السنة، تمثل 5000 مرة استهلاك الجزائر من الكهرباء و تمثل 60 مرة من استهلاك بلدان الاتحاد الأوربي و المقدرة بـ 3000 ت.و.سا/السنة[24].

الجدول (I-1): تطور إنتاج الطاقة الشمسية بالجزائر للفترة 2011 – 2018 (**الوحدة** : جيغاواط)

السنوات	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
الإنتاج	103	193	193	198	162	393	560	507

1.10.I مشاريع الطاقة الكهربائية المنجزة في الجزائر:

أ- **محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بورقلة:** اعتزم المجمع النفطي الجزائري سوناطراك و نظيره الإيطالي إيني إنجاز محطة توليد الكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية الكهروضوئية بورقلة، يتمثل المشروع في انجاز محطة كهروضوئية بطاقة 10 ميغاواط على مستوى حقل بئر رباع شمال ورقلة.

ب- **مشروع محطة مختلطة شمسية – غاز في حاسي الرمل:** يعتبر مشروع المحطة الهجينة بحاسي الرمل أول مشروع محطة توليد كهرباء متكاملة تعمل بالطاقة الشمسية (ISCC) في الجزائر، حيث تجمع بين مكافئ 25 ميغاوات من خلال مجموعة الطاقة الشمسية المركزة، بالتزامن مع محطة توربينات الغاز ذات الدورة المركبة 125 ميغاوات وتبلغ القدرة الإنتاجية الكلية للمحطة 150 ميغاوات.

ج- **مشروع للطاقة النظيفة في بوقزول:** تعتزم الجزائر جعل المدينة مثالا للطاقة النظيفة بعد إسقاطها من حساباتها كعاصمة سياسية بديلة للعاصمة الجزائر، يهدف هذا المشروع الجزائري الذي يشكل أحد محاور برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتكلفة إجمالية تقدر ب 30.2 مليون دولار، تقدر حصة الجزائر ها ب 22 مليون دولار في حين يمول الباقي من طرف الصندوق العالمي للبيئة 8.2 مليون دولار، إلى نشاء أول مدينة نموذجية تستعمل الطاقة النظيفة بشكليها الشمسي والهوائي والتي ستمتد على مراحل.

د- **مشروع الإنارة بالطاقة الشمسية:** بقوة 6 كيلو وات كالوري لتزويد 20 قرية نائية بالطاقة الشمسية في الجنوب الكبير و سخان مائي للتوزيع العمومي لتزويد السكان بالماء الصحي.

هـ- **مشروع المحطة المختلطة ريحي- ديزل** : الذي ترعاه نيو إينارجي ألجيريا (NEAL) بقدرة 10 ميغاواط.

و- **اختتام إنجاز 22 محطة للطاقة الشمسية الكهروضوئية ووحدة لنظام خاص يدعى أوراس سولار بولاية باتنة** [18].

الفصل الثاني:

مكيفـــــــات الهواء

II-1 مقدمـــــة:

لقد سعى الإنسان منذ بداية حياته في البحث عن أسباب الراحة وتأمين أفضل الشروط للعيش المثالي ,لذلك أصبحت عمليات التبريد والتكييف مطلباً من متطلبات حياته اليومية لاسيما وأنها متعلقة بحاجته الشخصية في زمن بات فيه استعمال دارات التبريد الميكانيكية يشكل خطرًا على حياتنا وأصبح يهدد بتلوث وشيك سواء من ناحية وسائط عمله الضارة بالبيئة أو نواتج طاقة تشغيل [24].

لوحظ من الإحصائيات العالمية و التي قدرها الباحثون لعام 2005 أنه يوجد ارتفاع واضح في الطلب على استخدام عمليات التبريد والتكييف ,حيث تبين أن 25 % من الطاقة المستخدمة في العالم تستخدم لأغراض التكييف و التبريد [25].

مع دخول فصل الصيف و ارتفاع درجات الحرارة يبدأ الكثير من الأشخاص في البحث عن وسائل للتخفيف من درجة الحرارة ، مثل استخدام المراوح و استخدام مكيفات الهواء، و قد يؤدي الاستخدام الزائد للكهرباء بسبب تشغيل مكيفات الهواء أي زيادة فواتير الكهرباء بصورة كبيرة، مما يؤدي إلى إنفاق الكثير من الأموال من أجل تخفيف درجات الحرارة بالمنازل، و لذلك بدأ الكثير من الأشخاص في استخدام مكيفات الهواء التي تعمل بالطاقة الشمسية [26].

II-2 نبذة تاريخية حول المكيفات:

– في عام 1834 اخترع العالم جاكوب بيركنز (Jacob Perkin) أول آلة تصنيع ثلج و التي أدت إلى الوصول لأنظمة الضغط الحديثة.

– في عام 1902 ابتكر وليم كارير (Willis Havilland Carrier) مهندس ومخترع و الذي ولد في أنغولا، أول مكيف هواء للتحكم في درجة الحرارة و الرطوبة لشركة الطباعة، ومن هنا بدأ تاريخ تكييف الهواء.

– في عام 1906 أستخدم ستيوارت دبليو كرامر (Stuart W. Cramer) مهندس أمريكي تعبير (تكييف الهواء) الذي اعتمد في وقت لاحق من قبل العالم (كارير).

– في عام 1913 أقيم أول معرض دولي للتبريد في شيكاغو.

– في عام 1928 اكتشف المبرد الفريوني (الكلوروفلوروكربون) من قبل توماس ميدجلي جونيور (Thomas Midgley, Jr) مهندس أمريكي ميكانيكا / كيمياء.

– في عام 1953تجاوز بيع مكيف الهواء الشباك مليون وحدة، هذا هو المؤشر الرئيسي الآخر في تاريخ مكيف الهواء.

– في عام 1957 تم تطوير أول ضاغط دوار مما يجعل وحدات تكييف الهواء أصغر وأكثر كفاءة مقارنة بنوع الضاغط الترددي.

– في عام 1977 تم تطوير معدات المضخات الحرارية التي تتيح دورتي التبريد والتدفئة في جهاز واحد ، وذلك للتبريد خلال فصل الصيف والتدفئة خلال فصل الشتاء.

– في عام 1990 استخدمت أنظمة التحكم بالميكروبروسيسور في جميع مجالات التبريد وتكييف الهواء لتوافر تكنولوجيا أشباه الموصلات.

– في عام 1998 سجلت أجهزة تكييف الهواء والمضخات الحرارية بيع لأكثر من 6 ملايين وحدة.

– منذ عام 2007 عملت أغلب الدول على توجيهات تفيد بأن تضبط درجة حرارة تكييف الهواء في المباني العامة عند 26 درجة مئوية 78 (درجة فهرنهايت) أو أعلى خلال فصل الصيف و 20 درجة مئوية 68 (درجة فهرنهايت) وأقل خلال فصل الشتاء [11].

II-3 التعريفات المستخدمة في أنظمة التكيف:

* **أنواع الحرارة في المحيط** :هناك نوعين من الحرارة في المحيط الجوي، وهما (الحرارة الكامنة / الحرارة المحسوسة).

– الحرارة المحسوسة: من اسمها كما موضح أنها الحرارة التي تشعر بها ويعلن عنها في تطبيقات درجة الحرارة ونشرات الأخبار.

– الحرارة الكامنة: تتمثل في بخار الماء في الجو المحيط بنا.

عندما تقل الحرارة الكامنة تشعر تلقائيًا بانخفاض حرارة الجو المحيط بك، وهذه هي الفكرة الرئيسية للتكييف.[31]

* **التكييف**: التكييف عبارة عن عملية تتم فيها معالجة للهواء صناعياً, وذلك من حيث:

– التخلص أولاً من نسبة الرطوبة الزائدة.

– تنقية الهواء, وتغييره, ثم توزيعه.

* **التبريد**:هو سحب كمية حرارة من مكان غير مرغوب تواجد هذه الحرارة فيه إلي مكان مرغوب تواجد الحرارة فيه.

* **وسيط التبريد (Réfrigérant)**: أي مادة تقوم بدور عامل التبريد عن طريق امتصاص الحرارة من جسم آخر ، الفريوني كمثال لوسيط التبريد :هو غاز التبريد .وهو مركب كيميائي من عدة مركبات .يوجد على عدة أنواع منها ما يستخدم لأغراض التكييف ومنها ما يستخدم للتجميد ومنها ما يستخدم للاثنين [11].

* **الارتياح الحراري:** هي حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرد أو الحر ، أو يشعر بأي مضايقة نتيجة خلل في البيئة الحرارية [11].

II-3-1 مكيف الهواء:

مكيف الهواء هو جهاز مصمم للوصول لتحقيق الاستقرار في درجة حرارة الجو والرطوبة داخل منطقة محددة ويستخدم في التبريد والتدفئة حسب صفة الهواء في وقت معين [11].

II-3-2 تحديد قدرة مكيف الهواء:

يتم تحديد قدرة مكيفات الهواء بثلاثة وحدات و هي [28]:

1-القدرة بالوحدات الحرارية البريطانية (BTU): هي مقدار الحرارة اللازمة لرفع رطل واحد من الماء درجة مؤوية واحدة 0.6°م.

2- القدرة بالكيلووات (KW): وهي وحدة مستعملة لقياس سعة المكيف الهواء في النظام المتري.

3-القدرة بالطن تبريد (RT): يستطيع طن واحد من التبريد التخلص من الحرارة الكافية لصهر 0.9 طن متري من الثلج خلال 24 ساعة.

-التحويل بين الوحدات: 1TON=12000BTU/h=3.5KW، و 1 حصان=8000BTU.

II-3-3 أنواع أجهزة التكييف [29,11]:

في الوثيقة أدناه نقدم تعريف، مميزات و عيوب كل نوع من أهم أنواع مكيفات الهواء:

الجهاز	تعريف/مميزات/عيوب
المكيف المنفصل	- هو جهاز تكييف مكون من وحدتين متصلتين من خلال مواسير. - أكثر كفاءة من حيث توزيع الهواء وسرعة التبريد. - خيار أفضل للمنازل - صعب التركيب و الأغلى سعر - استهلاك كبير للطاقة

المكيف شباك

- هو جهاز تكييف يتم تركيبه وتثبيته في فتح من الحائط
- يتطلب تخصيص مساحة مناسبة له في الحائط
- استهلاك عالي جدا للكهرباء
- سهل التركيب ورخيص الثمن نسبياً
- يصدر صوت مرتفع
- ضعف المقدرة على توزيع الهواء بانتظام وعدم دعمها للتدفئة في معظم الأحيان يجعلها أقل انتشارا من الأنواع الأخرى

المكيف المركزي

وهو جهاز يقوم بتكييف عدة أماكن أو أدوار في وقت واحد

- الحل الأفضل للاستخدام في الغرف الكبيرة
- يوفر هذا النوع درجة تبريد قوية
- يتم تثبيتها كما هي في السقف
- تساعد على توفير المساحات
- تتطلب جهداً كبيرا لتثبيتها في السقف
- أكثر تكلفة من باقي الأنواع

المكيف الصحراوي

- سهولة نقله وعدم الحاجة لإجراءات معقدة للتركيب
- صغير الحجم و سهول التحريك و النقل من مكان لأخر
- يستلزم تزويده بالمياه بشكل دوري والتخلص من الشوائب
- تبريد اقل مقارنة بالمكيفات الأخرى
- استهلاك اقل للكهرباء
- يزيد الرطوبة في الجو الجاف

فتحات خروج الهواء من الخلف فتحات خروج الهواء من الامام

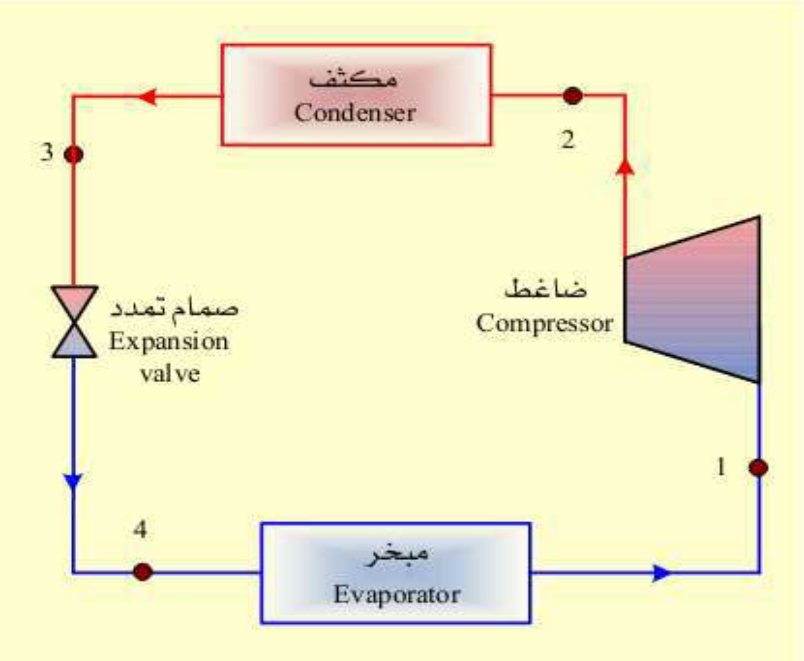
تكييف السيارة

- هو جهاز خاص بالسيارات
- يخلف نوع تكييف السيارة حسب نوع و موديل السيارة

II-3-4 المبادئ العامة للتبريد و تكييف الهواء:

ينتج مكيف الهواء التقليدي برودة عن طريق ضغط سائل يسمى المبرد، الذي يمتلك القدرة على امتصاص كمية كبيرة من الحرارة عندما يتحول من سائل إلى غاز عند مستوى المبخر [30].

حيث تتكون دارات أنظمة التبريد هذه" الميكانيكية "من أربعة أجزاء رئيسية كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل(II-1): مخطط لدورة التبريد العاديّة [27]

- ✓ الضاغط : وظيفته زيادة ضغط وسيط التبريد من الضغط التبخير إلى الضغط التكثيف.
- ✓ المكثف : و هو عبارة عن مبادل حراري الغرض منه التخلص من كمية الحرارة من وسيط التبريد إلى الجو المحيط به.
- ✓ **صمام التمدد** : يعمل على خفض ضغط المكثف إلى ضغط المبخر ويتحكم في معدل سريان وسيط التبريد إلى المبخر.

- ✓ **المبخر** :وظيفته يزود وحدة التبريد بسطح انتقال حرارة يمكن أن تمر خلاله من الحيز المبرد أو المنتج المبرد إلى وسيط التبريد.

نظرا لكمية الكهرباء الضخمة التي يستهلكها الضاغط إضافة إلى التأثيرات التي تسببها وسائط التبريد أدى إلى ظهور اتفاقيات بين الدول تنص على التخلص تدريجيا من تصنيع وسائط التبريد هذه و تصنيع وسائط تبريد بديلة صديقة بالبيئة، و كل هذا أدى إلى اللجوء لاستخدام الطاقة الشمسية في نظم التبريد [27].

II-3-5 تصنيف أجهزة تكييف الهواء :

يمكن تصنيف أجهزة تكييف الهواء إلى:

أ- **معدات مركزية:** يتكون نظام تكييف هواء مركزي(المبردات) Chillers من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- جهاز تبريد المياه و الذى يتكون من ضاغط هواء واحد أو أكثر يقوم بتبريد المياه لدرجة حرارة معينة(مثلا 45 درجة فهرنهايت).

- مضخات لضخ المياه الباردة من المبنى وسحب المياه الراجع.

- وحدة معالجة الهواء و الذي يثبت داخل المبنى لاستقبال المياه الباردة القادمة من المبرد وعمل معالجة للحصول على هواء بارد يتم توزيعه على المبنى.

يمتاز هذا النظام بالكفاءة العملية و الاقتصادية خاصة للمباني الضخمة.

ب- **معدات متكاملة:** من أمثلتها تكييف الهواء شباك و منفصل.

ج- **معدات صحراوية:** من أهمها المكيف الصحراوي.

II-4 المكيف الصحراوي:

II-4-1 تعريف المكيف الصحراوي:

هو جهاز بسيط لا يستعمل أي غاز و لكن يعتمد على تبريد الهواء بالماء فقط.

II-4-2 مميزات المكيف الصحراوي:

يتميز بـ:

– جودة هواء جيدة :المكيفات الصحراوية لها أداء ثابت في توفير الطاقة وانخفاض درجة الحرارة و القضاء على الغبار والرائحة ويمكنها أيضًا زيادة مستويات الأكسجين لتحسين كفاءة العمل.

– ضبط الرطوبة :يمكن لوحدة مبرد الهواء بالماء ضبط رطوبة مكان العمل.

– سهولة الصيانة :مبردات الهواء تحظى بشعبية كبيرة من حيث كفاءتها وبساطتها

– و قدرتها على التحمل و الصيانة المنخفضة، معظم إجراءات الصيانة يدوية [11].

1/6حصان 220 فولت **1.5حصان 220 / فولت**

الشكل(II-2) المكيف الصحراوي [11]

II-4-3 مبدأ عمل المكيف الصحراوي:

أن طريقة عمل التكييف الصحراوي عبارة عن تبريد المياه بداخله. و من خلال مروحة قوية يتم نشر رذاذ الماء البارد/الثلج مما يساعد على ترطيب الجو في المكان و تقليل درجة الحرارة .أي أنه أحد أنواع أجهزة تكييف الهواء و الذي يعتمد مبدأ عمله على نظرية التبريد التبخير، أي رش المياه لإحداث تلامس بين الهواء الجاف و المياه مما ينتج عنه تبادل حراري يؤدى إلى انخفاض درجة حرارة الهواء و زيادة رطوبته نتيجة تبخر المياه .كما يوجد نوع من التكييف الصحراوي يعمل بالفر يون بدلا من المياه من فئة التكييف المتنقل ولكن سعره مرتفع [11].

تعتمد المكيفات الصحراوية على تبخر الماء لتبريد الهواء، فإن الرطوبة المتدنية والمناخ الصحراوي مناسب تماماً لها فالهواء الجاف يستوعب الرطوبة، وبالتالي يتم تبريده بشكل فعال أكثر ،بالمقابل فالمناخ الساحلي عالي الرطوبة يجعل مهمة المكيف أصعب بكثير. حيث تقل فاعليته لتبخير الماء، أي أن المناطق التي تتخطى 50 % من الرطوبة غير مناسبة لاستخدام المكيفات الصحراوية.

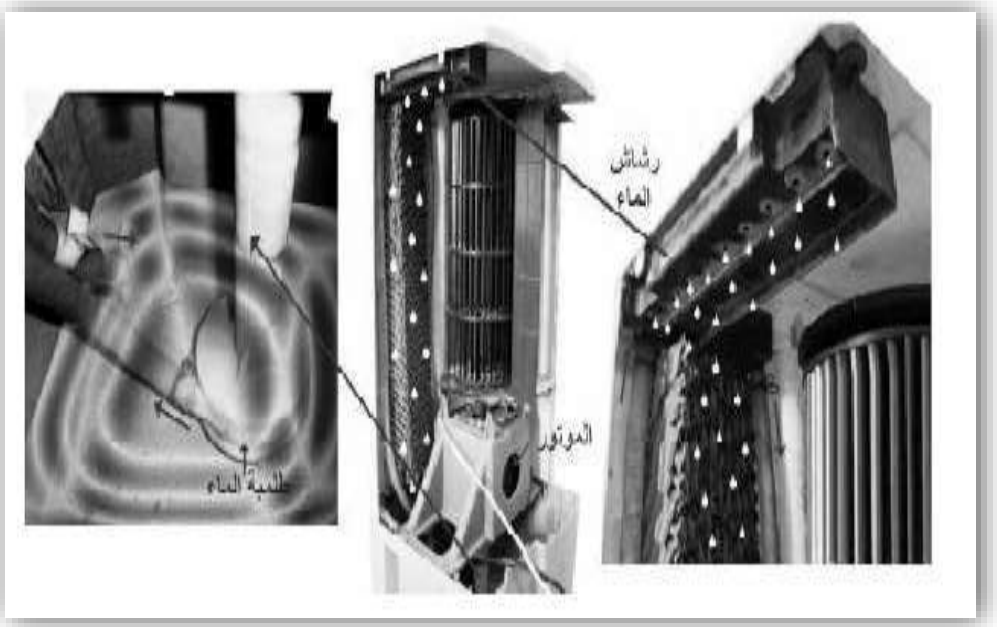
تخرج المكيفات الصحراوية هواء عالي الرطوبة بسبب اعتمادها على تبخر المياه، فمن الضروري فتح النوافذ قليلاً عند استخدامها، للسماح للرطوبة الزائدة بالخروج، فاستخدامها دون فتح النوافذ قد يسبب بعض الضيق في التنفس، بالإضافة لضرر كبير للمفروشات الخشبية، التي قد تتمدد بسبب امتصاصها للماء من الهواء و مع الاستخدام المطول يؤدي ذلك إلى تلفها [11].

II-4-4 دورة الماء في التكييف الصحراوي:

تعتمد فكرة التكييف الصحراوي على تبخر الماء كما سبق لذلك يوجد بداخله طلمبة تسحب الماء من الحوض، و يطرد بخرطوم حتى رشاشات تكون مثبتة بأعلى ألواح القش. بحيث تتساقط المياه على ألواح القش و تسقط مرة أخرى على الحوض و يوجد خرطوم في علبة الرشاشات، بحيث أن الماء يسقط من الرشاشات و الباقي يعود من الخرطوم للحوض كما في الشكل. و يوجد غطاء لفتحة حوض الماء يتم

فتحه و إضافة الماء من هذه الفتحة للحوض (طلمبة المياه أي water pump أو مضخة أي آلة لرفع الماء) [29].

الشكل(II-3) يمثل مبدأ عمل المكيف الصحراوي [11]



شكل (II-4) دورة الماء في المكيف الصحراوي [29]

II-4-5 أهم خصائص المكيف الصحراوي:

قي الشكل أدناه نقدم أهم خصائص المكيف الصحراوي، و هي الوثيقة التي ترافق إي مكيف من الخلف.

الشكل(II-5) نموذج لأهم خصائص المكيف الصحراوي

II-5 مكيف الطاقة الشمسية:

II-5-1 تعريف تكييف الهواء بالطاقة الشمسية:

هو أي نظام تكييف (تبريد) يستخدم الطاقة الشمسية [29]، مكيف الطاقة الشمسية في الأساس يحصل على طاقة كهربائية من خلال أخذ طاقة حرارية و ضوئية من الشمس باستخدام الألواح الشمسية، و تحقيق أقصى استفادة من هذه الطريقة لتوفير استهلاك الكهرباء [11].

II-5-2 أنواع تكييف الهواء بالطاقة الشمسية:

- **تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارية:**

هنالك ثلاثة طرق : الأولى استخدام الطاقة الحرارية الشمسية و تحويلها إلى طاقة ميكانيكية إلى جانب مكيف الهواء المضغوط .والطريقة الثانية استخدام الطاقة الشمسية الحرارية لتشغيل آلة التبريد و تسمى إشتراب (إمتصاص أو إمتزاز)، و الثالثة باستخدام الطاقة الحرارية الشمسية لتشغيل نظام تكييف الهواء ألتبخيري (أي نظام التبريد عن طريق التجفيف). و يحظى حاليا المساران الأخيران باهتمام متزايد لأنهما الأكثر نجاحا [30].

- **تكييف الهواء بالطاقة الشمسية(الكهروشمسية):**

يتكون هذا النظام من مجموعة من الخلايا الكهروضوئية الشمسية ، والتي تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية .تتكون الخلايا الكهروضوئية من مواد أشباه الموصلات التي تسمح بالتغيير المباشر للطاقة الشمسية إلى تيار مستمرDC. ثم من خلال عاكس يتم تحويل مخرج التيار المستمر من خلايا الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى التيار المتردد لتشغيل المكيف.[11].

- **مكيفات هجينة:**

تجمع بين اعتمادها على الطاقة الشمسية والكهرباء وتعمل بنظام الانفرتر أي التحويل من التيار المستمر لتيار متردد من أجل تشغيل المكيف على الطاقة الشمسية وتسمى بمكيفات الأنفرتر [31].

- **مكيفات تعمل بالتوصيل المباشر:**

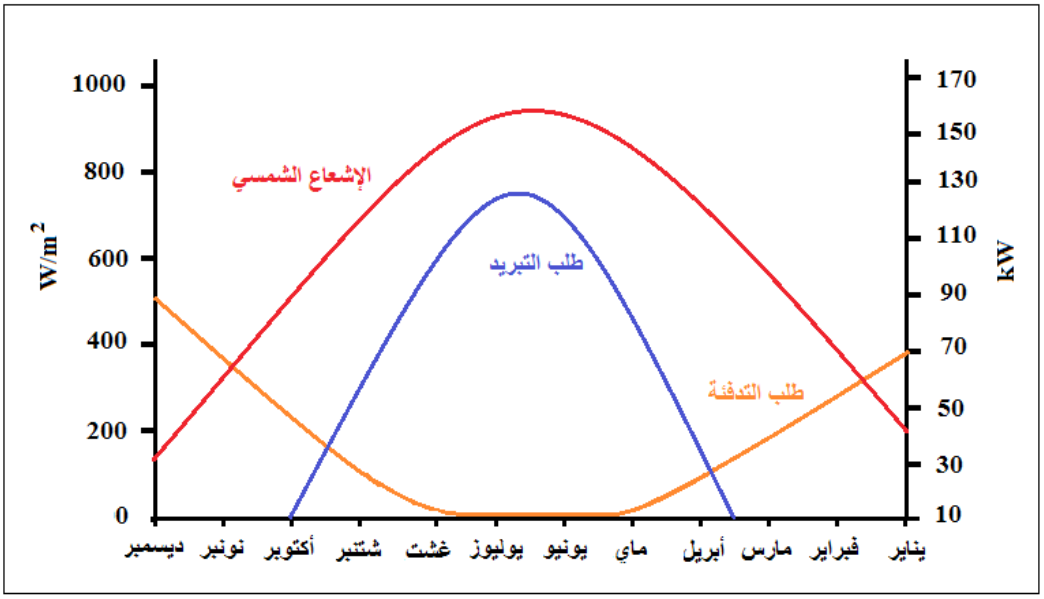
صممت للعمل على التيار أو الجهد المستمر بقيمة 48 فولت، ويمكن توصيلها على الألواح الشمسية من خرج منظم الشحن. و كل نوع له مزاياه بمعنى أن المكيف الهجين يمكن ربطه مع شبكة الكهرباء و الألواح الشمسية للتبديل بينهما لتوفير تشغيل كامل للمكيف على مدار 24 ساعة، بينما تشغيل مكيف على الطاقة الشمسية بنظام جهد 48 فولت يقلل من عدد الألواح ولا يحتاج إلى انفرتر ما يقلل من تكاليف بناء منظومة الطاقة الشمسية لكنه يحتاج إلى أربع بطاريات على الأقل لتوصلهما على التوالي من أجل الحصول على خرج جهد 48 فولت [31].

الشكل(II-6) المكيف الهواء الهجين [31]

II-5-3 ميزات مكيفات الهواء الشمسية:

تتميز اهذه المكيفات بمايلي:

- تستغل طاقة نظيفة مجانية مضمونة لسنوات طولية.
- سهولة الفك و التركيب.
- العمل على وضعي التبريد و التدفئة.
- تعمل على توفير نسبة 50% من قيمة الاستهلاك الشهري لفاتورة الكهرباء.
- من الخصائص المثيرة جدا للاهتمام و من المزايا الرئيسية لتكييف الهواء الشمسي هي التزامن بين الحاجة للتبريد ولتكييف الهواء والوفرة الشمسية وخاصة في فصل الصيف .وكما يتبين من المنحنى التقريبي فصل الصيف المنحنى التقريب (الشكل): فإن التطابق السنوي و كذلك اليومي يكاد يكون مثاليا [30].



الشكل(II-7): المنحنى التقريبي فصل الصيف

II-5-4 عيوب المكيفات الشمسية:

لهذه المكيفات عيوب، اهمها:

- مكلفة المصاريف.
- استهلاك مساحة كبير لوضع الألواح الشمسية حسب استطاعة المكيف المراد تشغيله.
- الحاجة المستمرة للتنظيف للألواح الشمسية.

II-5-5 أنظمة تكييف الهواء تعمل بالطاقة الشمسية:

- نظام تكييف الهواء بالتيار المستمر (DC).
- نظام تكييف الهواء بالتيار المتردد (AC).
- نظام تكييف الهواء باستخدام عاكسInverter.

1- نظام تكييف الهواء بالتيار المستمر(DC):

هذا النوع تعمل فيه جميع مكونات التكييف (الضاغط – المراوح – الصمامات) بالتيار المستمر. و لأن الخلايا الشمسية تنتج تيار مستمر، فإن التكييف يغذي مباشرة بالتيار المستمر، و لا يحتاج النظام إلى عاكس و بالتالي تنخفض التكاليف و ترتفع الكفاءة [4].

2-نظام تكييف هواء شمسي يعمل بالتيار المتردد AC:

أكثر الأنواع انتشاراً والأرخص تكلفة ولكن له بعض العيوب .حيث يستخدم فقط التيار المتردد AC كمصدر تغذية ، و يحتاج إلى تيار بداية عالي جدا يمكن أن يصل إلى من3 إلى 8 مرات ضعف تيار التشغيل. هذا العيب يمثل مشكلة عند تصميم نظام شمسي لتشغيل هذا النوع .حيث يحتاج لتوصيف العاكس بقدرة أعلى بكثير والتي تؤدي إلى انخفاض الكفاءة، و ارتفاع التكاليف فإذا كان النظام بدون بطاريات لتخزين الطاقة، عندئذ يجب توصيف اللوحات الشمسية بقدرة كبيرة حتى توفي طلب الأحمال [11].

الشكل(II-8): موجة التيار المتردد و موجة التيار المستمر [11]

II-6 حسابات خاصة بالمنظومة الشمسية:

إن أهم المقادير التي يجب حسابها هي:

1- حساب الطاقة المستهلكة E_C:

$$\boldsymbol{E_C = P_i * t_i} \qquad (\mathbf{1 - II})$$

حيث؛ P_i استطاعت المكيف و t_i زمن التشغيل.

2- حساب الاستطاعة الحدية (الحرجة) P_C:

$$\boldsymbol{P_C = \frac{E_C * P_i * F_S}{I_r}} \qquad (\mathbf{2 - II})$$

حيث؛ I_r شدة الإشعاع الشمسي، F_S معامل الأمان.

3- حساب عدد الألواح الشمسية اللازمة لتشغيل المكيف N_p:

$$\boldsymbol{N_p = \frac{P_C}{P_p}} \qquad (\mathbf{3 - II})$$

حيث؛ P_p استطاعت الخلايا الشمسية.

4- اختيار جهد النظام:

- إذا كان: $\boldsymbol{P_C < 1200\ W}$ فإن: $U = 12v$
- إذا كان: $1200 < P_C < 2400\ W$ فإن: $U = 24v$
- إذا كان: $\boldsymbol{P_C > 2400\ W}$ فإن: $U = 48v$

5- حساب سعة البطارية:

$$\boldsymbol{C_T = \frac{E_C * N}{U * D * E_B}} \qquad (\mathbf{4 - II})$$

حيث؛ N عدد الأيام المستهلكة، U جهد البطارية، D عمق البطارية و E_B فعالية البطارية.

6- حساب عدد البطاريات N_B:

$$\boldsymbol{N_B = \frac{C_T}{C_B}} \qquad (\mathbf{5 - II})$$

حيث؛ C_B سعة البطارية المختارة.

7- اختيار العاكس:

$$P_{ond} > 1.3 * P_i \qquad (6 - II)$$

8- حساب مردود المكيف اللحظي η:

$$\eta = \frac{P_i}{P_{i-c}} \qquad (7 - II)$$

حيث؛ P_{i-c} استطاعة المكيف المستهلكة.

9- حساب مردود المكيف المتوسط η_{moy} :

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{n} \eta_i}{n} \qquad (8 - II)$$

حيث؛ η_i مردود المكيف اللحظي.

الفصل الثالث:

خطـوات الجـانب التجريبـي

III-1 مقدمـــــة:

يتضمن هذا الفصل الخطوات المنجزة لتحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء باستعمال الألواح الكهروضوئية لاستخدامها في تغذية المكيف الهوائي الصحراوي مع مناقشة و تحليل النتائج المتحصل عليها بالإضافة إلى ذلك معرفة مدى كفاءة توصيل المكيف مع الألواح الشمسية.

III-2 وصف منطقة التجربة:

أجريت الدراسة التجريبية على مستوى مخبر الفيزياء بقسم الطاقات المتجددة – كلية المحروقات و الطاقات المتجددة و علوم الأرض و الكون – جامعة قاصدي مرباح ورقلة على مدار يومين (25–26)من شهر ماي سنة 2022 وكانت هذه الدراسة خلال فترة الظهيرة . حيث تقع منطقة ورقلة في الجنوب الشرقي للجزائر فهي تتميز بالمواصفات التالية:

III-2-1 الموقع الجغرافي:

تقع منطقة ورقلة بين خط طول 5.19° شرقا و دائرة عرض 31.57° شمالا.

III-2-2 المناخ:

تتميز منطقة ورقلة بالطابع الصحراوي حيث يكون جاف و حار صيفا و بارد شتاءا.

III-2-3 درجة الحرارة:

تتراوح درجة الحرارة بين 05 c° و 46 c° في السنة.

III-2-4 الرطوبة النسبية:

تتراوح بين % 24 و % 62 في السنة. كما أنها تتميز بندرة سقوط الأمطار لذلك فإن أغلب أيام السنة تكون مشمسة و هذا ما يجعلها منطقة غنية بالطاقة الشمسية [32].

III-3 تحديد قيم الحساب:

من خلال قوانين الحساب التي تم ذكرها سابقا في الجانب النظري و بأخذ المعطيات التجريبية، فإننا نحصل على القيم المجدول أدناه في الجدول رقم (III-1).

الجدول (III-1): يحدد قيم حساب عدد الألواح و عدد البطاريات اللازمة للقيام بالدراسة التجريبية مع تحديد العاكس.

الطاقة المستهلكة E_C	الاستطاعة القصوى P_C	عدد الألواح N_P	جهد النظام	سعة البطارية C_T	عدد البطاريات N_B	العاكس
1050 W	210 W	1	12 V	65,78 Ah	1	$P_{ond} > 273$ w

III-4 المقادير المقاسة خلال التجربة:

تم أخذ القياسات المتعلقة بكل لوح شمسي و البطارية و المكيف الهوائي و ذلك خلال كل 20 دقيقة و كمية الماء المستهلكة خلال الدراسة حيث تم قياس:

- الزمن (h).
- شدة الإشعاع الشمسي الساقط على كل لوح بوحدة (w/m^2).
- شدة التيار المنتجة من طرف كل لوح بوحدة (الأمبير A).
- الجهد المنتج من طرف كل لوح بوحدة (الفولط V).

- ❖ شدة التيار عند مدخل البطارية بوحدة (الأمبير A) .
- ❖ الجهد عند مدخل البطارية بوحدة (الفولط V) .
- ❖ شدة تيار المكيف بوحدة (الأمبير A) .
- ❖ جهد المكيف بوحدة (الفولط V) .
- ❖ درجة حرارة الجو بوحدة (°C) .
- ❖ درجة حرارة الغرفة بوحدة (°C) .
- ❖ كمية الماء المستهلكة بـ (L) .

III-5 الأجهزة المستعملة في أخذ القياسات:

III-5-1 جهاز قياس شدة الإشعاع الشمسي:

الجهاز الموضح في الشكل(III-1) هو جهاز يتركب من جزئين جزء يستقبل الإشعاع الشمسي المباشر و جزء عبارة عن شاشة إلكترونية تترجم الإشعاع الشمسي إلى قراءة مباشرة حيث يوضع فوق اللوح الكهروشمسي و تسجل قيمة شدة الإشعاع بوحدة (w/m^2).

III-5-2 ألواح شمسية من نوع (Poly-crystalline):

أبعاد اللوح هي الطول 1.96 m و العرض 1 m ، كما أن استطاعة اللوح كانت 300 وات و بزاوية ميل ° 45 . و هو الموضح في الشكل (III-2).

III-5-3 منظم الشحن (Solar charge controller):

الجهاز الموضح في الشكل(III-3) هو جهاز يقوم بتنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الخلايا قبل مروره للبطارية و الصادر من البطارية إلى الحمل الكهربائي وهذا للمحافظة على البطاريات المستخدمة و التأكد من شحنها و استخدامها بصورة أمثل.

الشكل (III-1): جهاز قياس شدة الإشعاع الشمسي

الشكل (III-2): لوح شمسي

الشكل (III-3): منظم الشحن

III-5- 4 البطارية أو المدخرة الكهربائية (La batterie):

الجهاز الموضح في الشكل (III-4) هو جهاز يتكون من خلية كهروكيميائية واحدة أو أكثر مع توصيلات خارجية لتشغيل الأجهزة الكهربائية، فهي ذات جهد 12 فولط و 100 أمبير.

III-5-5 محول كهرباء عاكس تيار (Onduleur):

الجهاز الموضح في الشكل (III-5) هو جهاز يقوم بتحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب استطاعته 800W.

III-5-6 العداد الكهربائي:

الجهاز الموضح في الشكل (III-6) هو الجهاز عبارة عن عداد كهربائي يقيس استطاعة المكيف خلال الزمن بوحدة (KWH).

الشكل (III-4): بطارية 12 فولط

الشكل (III-5): محول كهرباء عاكس تيار

الشكل (III-6) : عداد كهربائي

III-5-7 جهاز الأمبيرمتر:

الجهاز الموضح في الشكل (III-7) هو جهاز يقيس شدة تيار المكيف بوحدة الأمبير (A).

III-5-8 جهاز الفولطمتر:

لقياس جهد أو التوتر الكهربائي لكل من الألواح و البطارية و المكيف بوحدة الفولط (V) انظر الشكل(III-8).

III-5-9 جهاز الترمومتر:

الجهاز الموضح في الشكل (III-9) هو جهاز يقيس درجة الحرارة بوحدة (°C).

الشكل (III-7) : جهاز أمبير متر

الشكل (III-8) : جهاز فولط متر

الشكل (III-9): جهاز ترمومتر

III-5-10 مكيف الهواء الصحراوي:

الجهاز عبارة عن آلة تبريد الهواء باستطاعة 210 w ، كما أنه يستهلك من 3 إلى 4L من الماء في الساعة .

ملاحظة : يجب إضافة العداد الزمني المتمثل في ساعة الهاتف بالدقائق و أسلاك من نوع خاص.

الشكل (III-10) : مكيف الهواء الصحراوي

III-6 خطوات الدراسة التجريبية :

الخطوة 01 : توصيل العاكس مع منظم الشحن باستخدام كابل مناسب .

الخطوة 02 : توصيل البطارية بمنظم الشحن .

الخطوة 03 : تثبيت الألواح الشمسية في اتجاه الجنوب و بزاوية ميل 45° ثم نقوم بتوصيلها بمنظم الشحن قبل تشغيل الدارة .

الخطوة 04 : توصيل مدخل العداد الكهربائي مع القاطعة و المخرج مع المكيف لقياس استطاعة المكيف.

الخطوة 05 : توصيل الأمبير متر مع المكيف و العداد الكهربائي لقياس شدة تيار المكيف .

الخطوة 06 : تشغيل العاكس ثم تشغيل الدارة ثم تشغيل المكيف .

الخطوة 07 : توصيل جهاز الفولط متر و جهاز الأمبير متر في كل مرة عند مخرج الألواح الشمسية ثم عند مخرج البطارية لقياس كل من شدة التيار و الجهد .

الخطوة 08 : قياس الجهد للمكيف بواسطة جهاز الفولط متر عند مخرج العداد الكهربائي (أي عند مدخل المكيف) .

الشكل (III-11): مبدأ عمل الدراسة التجريبية

تحذير: الألواح الشمسية تولد الكهرباء دائما عند تعرضها لأشعة الشمس لذلك يجب التعامل مع هذه الآلية بعناية حتى عند انقطاع الاتصال، فإذا اكتمل الاتصال عن طريق الخطأ قد ينتج عنه الصدمات الكهربائية التي تسبب إصابات خطيرة و كما تؤدي إلى نشوب حريق. لذلك يوصى بتغطية الجزء الأمامي من اللوح الشمسي أثناء التثبيت بقطعة قماش ناعمة لمنع مرور أشعة الشمس لتجنب توليد التيار.

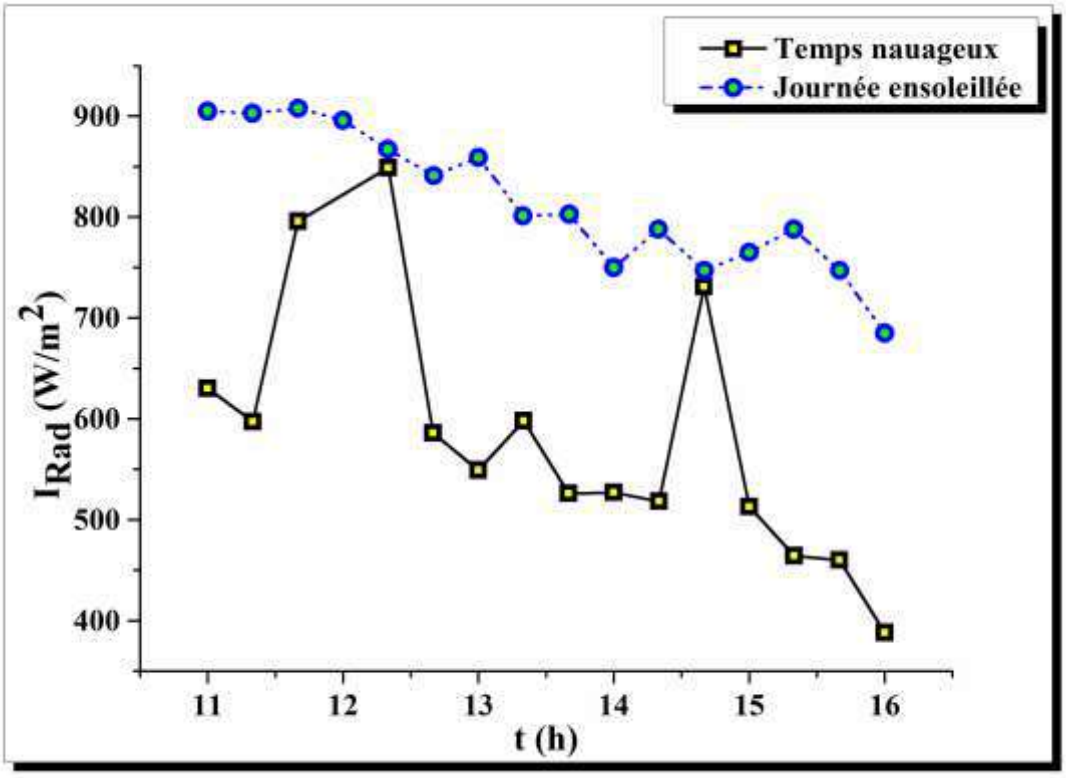
الفصل الرابع:

عرض و تحليل نتائج العمل التجريبي

IV-1مقدمـــــة:

في هذا الفصل نقوم بعرض نتائج العمل التجريبي، و التي تم الاطلاع على كل خطواته في الفصل السابق.لنذكر فقط أن كمية الماء المستهلكة خلال زمن الدراسة المتمثل في 5 ساعات هي 26L.

IV-2عرض و تحليل النتائج الخاصة بالإشعاع الشمسي:



الشكل (IV-1): تغيرات شدة الإشعاع الشمسي في يوم (مغيم– مشمس)

نلاحظ من خلال الشكل(4-IV) أن شدة الإشعاع خلال اليوم المشمس اكبر من اليوم الاخر حيث اكبر قيمة مسجلة في اليوم المشمس(W/m²)908عند الزمن 12:40 ثم تبدأ في التناقص عبر الزمن ، بينما في اليوم المغيم اكبر قيمة سجلات عند الزمن 12:40 هي (W/m²)885.

نفسر هذا بان الغيوم تشكل حاجب لأشعة الشمس فتمنع الإشعاع الشمسي من الوصول إلىالأرض.

الجدول (1-IV) : يمثل شدة الإشعاع الشمسي الساقطة على اللوح الشمسي خلال اليومين (المغيم – المشمس).

الزمن (t)	شدة الإشعاع الشمسي (w/m²)	
	يوم مغيم	يوم مشمس
11:00	630	821
11:20	597	835
11:40	796	873
12:00	401	905
12:20	849	903
12:40	586	908
13:00	549	896
13:20	598	867
13:40	526	841
14:00	527	859
14:20	518	801
14:40	731	803
15:00	513	750
15:20	464	788
15:40	460	747
16:00	380	765

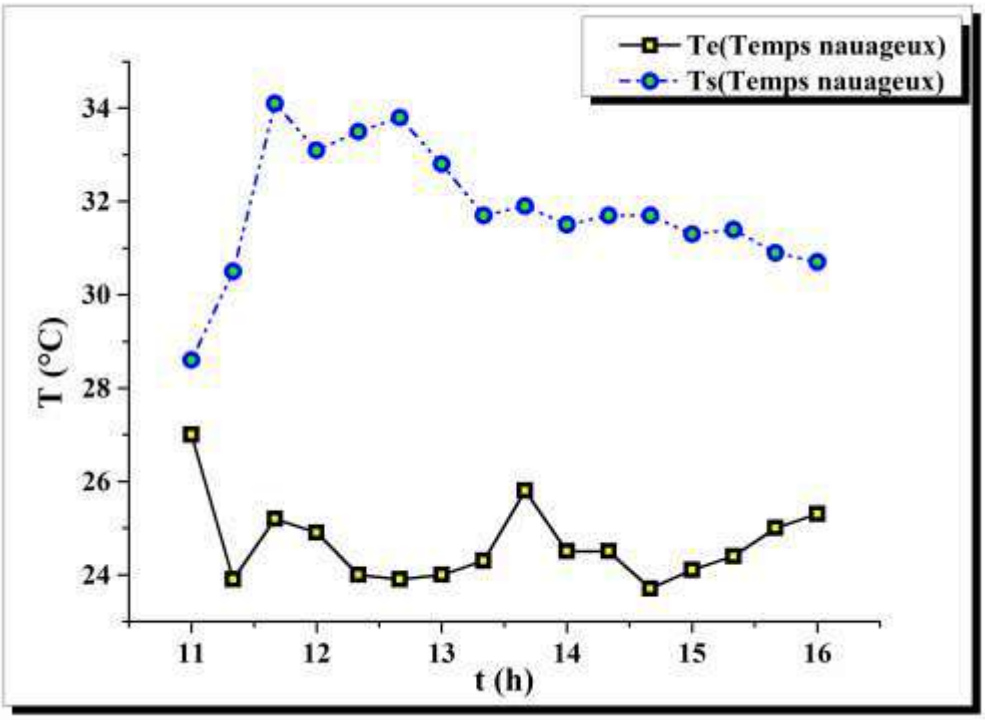
IV-3عرض و تحليل النتائج الخاصة بدرجات الحرارة:

نلاحظ من خلال الأشكال(IV-2،3، 4 و5)،أن درجة الحرارة الداخلية و الخارجية في اليومين متعاكسة حيث أن درجة الحرارة الخارجية تتزايد لتصل القيمة عظمى ثم تتناقص خلال الزمن بينما درجة الحرارة الداخلية تتناقص لتصل 24 °C ثم تبدأ في التذبذب بين24 °C و 26 °C، ونلاحظ أن درجات الحرارة في اليوم المشمس اكبر من اليوم المغيم.

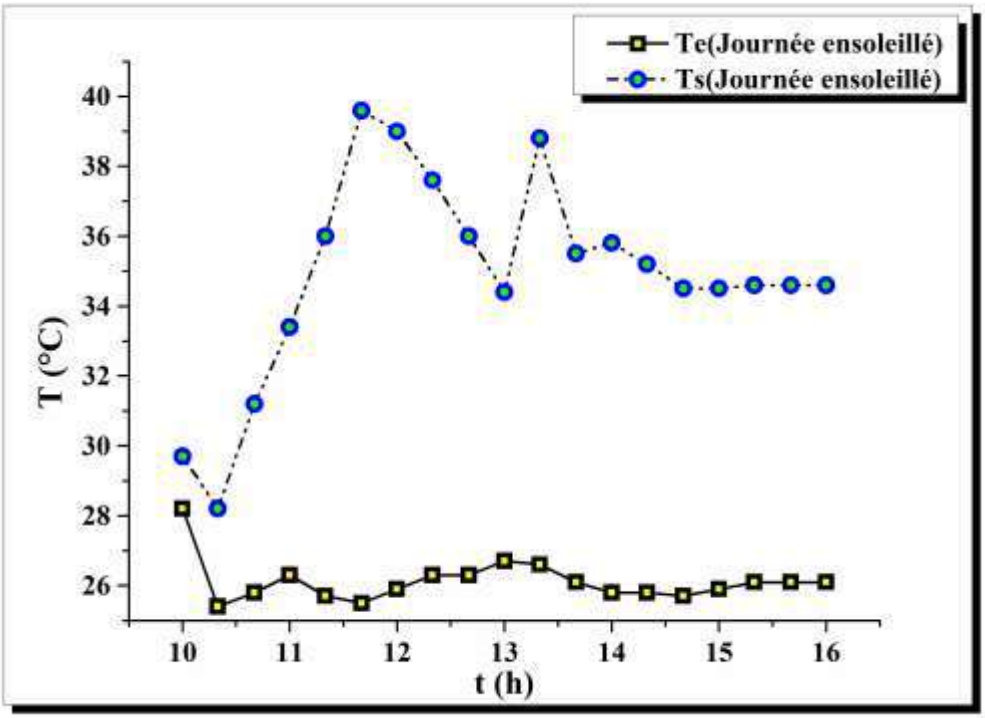
التفسير السبب لهذا الاختلاف هو أن المكيف يقوم بتبريد الغرفة و تقليل درجة الحرارة بفارق كبيرخاصة في اليوم المغيم يكون أداء المكيف أحسن لان درجة الحرارة الخارجية منخفضة.

الجدول (IV-2): يمثل تغيرات درجة حرارة الغرفة و درجة حرارة الجو بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس).

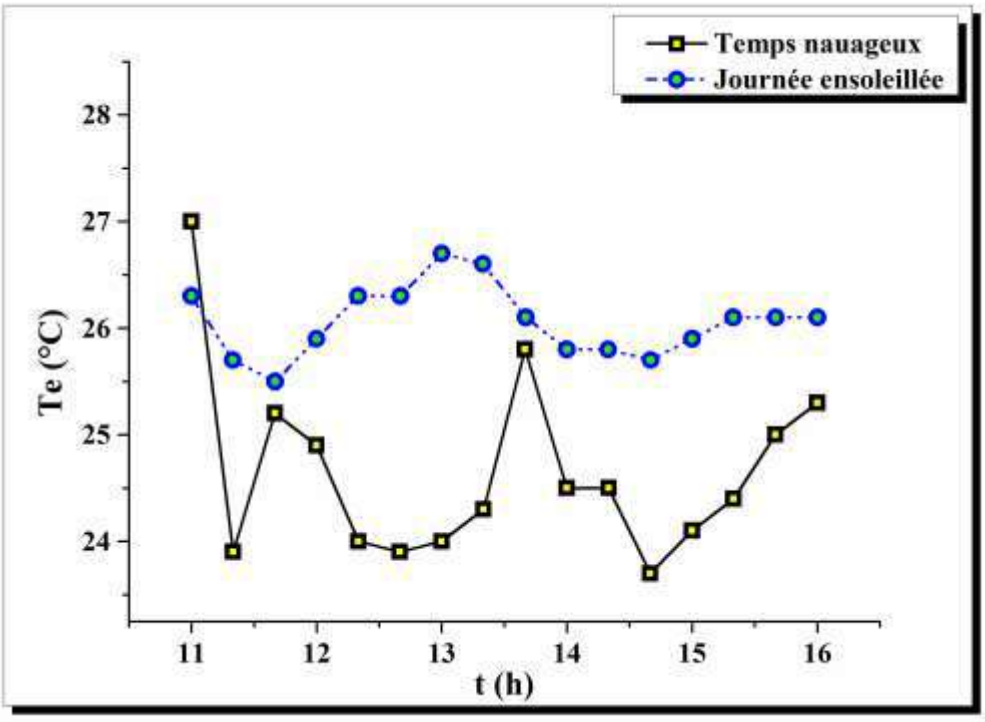
الزمن (t)	درجة الحرارة (°C)			
	يوم مشمس		يوم مغيم	
	حرارة الغرفة	حرارة الجو	حرارة الغرفة	حرارة الجو
11:00	27	28.6	26.3	33.4
11:20	23.9	30.5	25.7	36.0
11:40	25.2	34.1	25.5	39.6
12:00	24.9	33.1	25.9	39.0
12:20	24.0	33.5	26.3	37.6
12:40	23.9	33.8	26.3	36.0
13:00	24.0	32.8	26.7	34.4
13:20	24.3	31.7	26.6	38.8
13:40	25.8	31.9	26.1	35.5
14:00	24.5	31.5	25.8	35.8
14:20	24.5	31.7	25.8	35.2
14:40	23.7	31.7	25.7	34.5
15:00	24.1	31.3	25.9	34.5
15:20	24.4	31.4	26.1	34.6
15:40	25.0	30.9	26.1	34.6
16:00	25.3	30.7	26.1	34.6



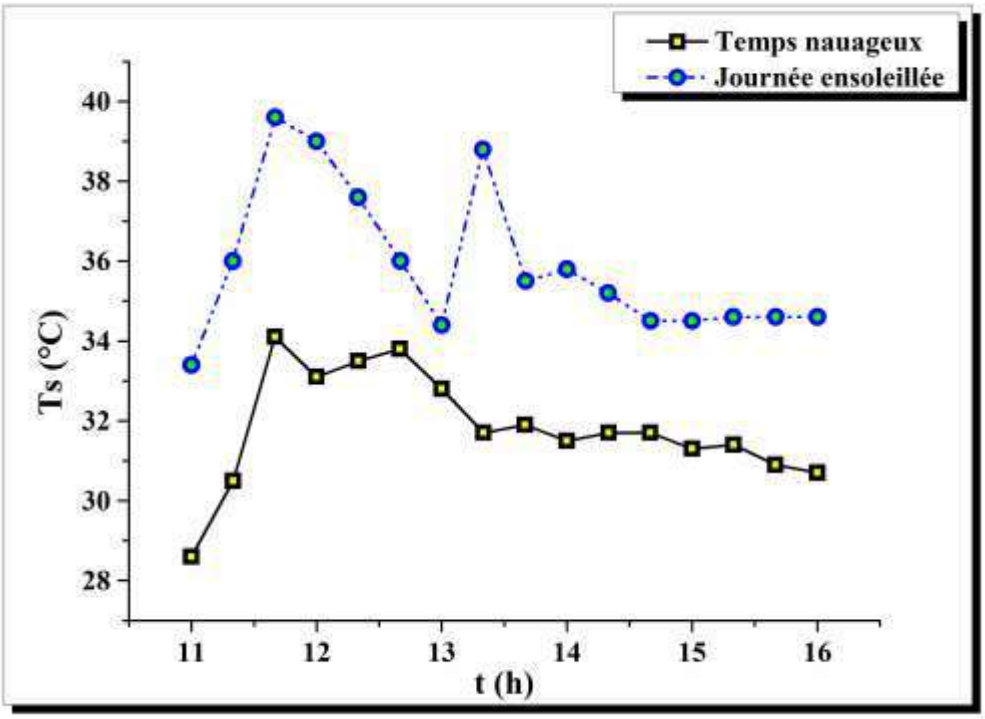
الشكل(IV-2): يمثل تغيرات درجة حرارة الجو و درجة حرارة الغرفة خلال اليوم المغيم.



الشكل(IV-3): يمثل تغيرات درجة حرارة الجو و درجة حرارة الغرفة خلال اليوم المشمس.



الشكل(IV-4): يمثل تغيرات درجة درجة حرارة الغرفة خلال (يوم مغيم- مشمس)



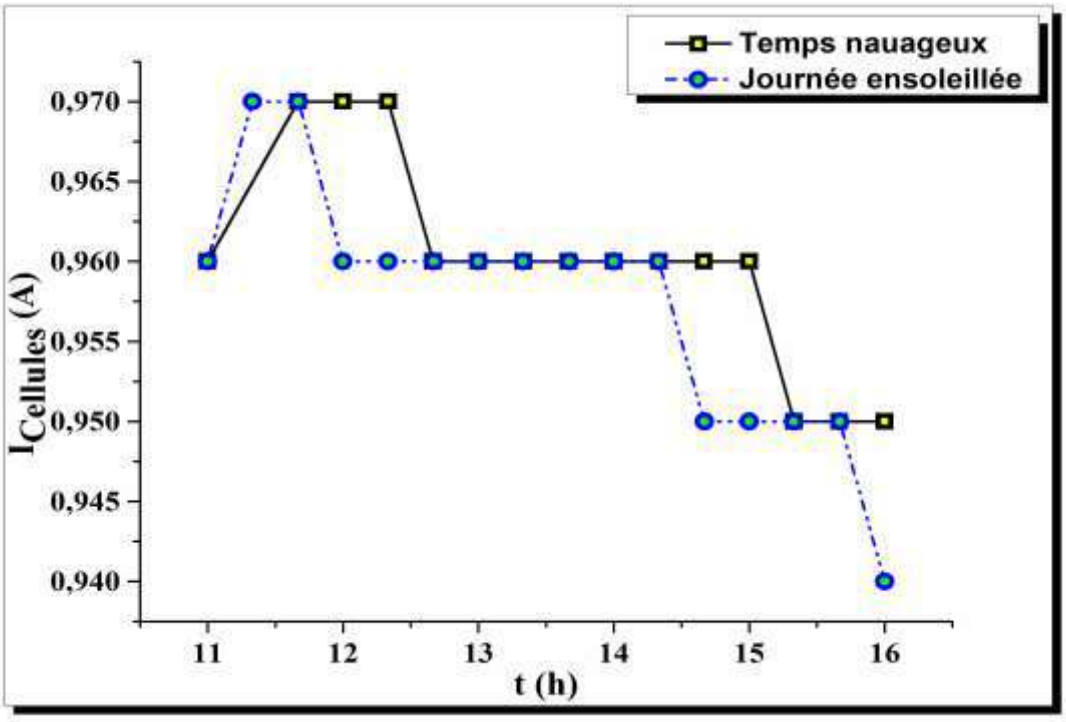
الشكل(IV-5): يمثل تغيرات درجة حرارة الجو خلال اليومين (مغيم – مشمس).

IV-4عرض و تحليل النتائج الخاصة بالخلايا الشمسية:

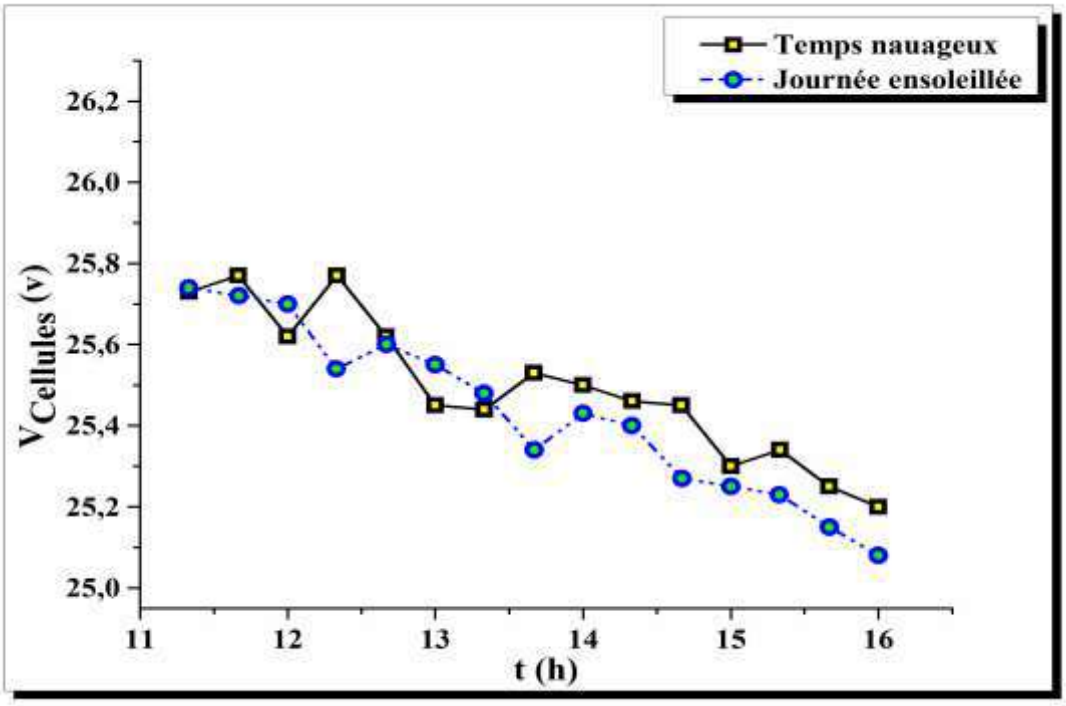
نلاحظ من خلال الشكل(IV-6) إن شدة التيار للألواح الشمسية في اليومين بدأت من القيمة 0.955Aثم زدت هذه القيمة خلال اليومين لتصل إلى (0.970A) لكن يختلفان في مدة الزيادة ففي اليوم المشمس استغرقت دقائق قليلة لتصل إلى هذه القيمة، ثم سجلنا في اليوم المغيم ثبوت في شدة التيار عند القيمة العظمى ثم تتناقص لتصل إلى القيمة 0.960A لتثبت عندها بمرور الزمن إلى غاية الزمن15:20،بينما في اليوم المشمس تنازل شدة التيار تتنازل سريعا لتثبت خلال الزمن من 12:00 إلى 14:20 ثم تتناقص سريعا لتثبت مجددا ثم تنزل سريعا عند 16:00 لتصل 0.940A.

الجدول (IV-3) : يمثل تغيرات شدة التيار و جهد الألواح الشمسية بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس).

الزمن (t)	شدة التيار(A)		الجهد (V)	
	يوم مشمس	يوم مغيم	يوم مشمس	يوم مغيم
11:00	0.96	0.96	25.48	39
11:20	0.97	0.92	25.74	25.73
11:40	0.97	0.97	25.72	25.77
12:00	0.96	0.97	25.70	25.62
12:20	0.96	0.97	25.54	25.77
12:40	0.96	0.96	25.60	25.62
13:00	0.96	0.96	25.55	25.45
13:20	0.96	0.96	25.48	25.44
13:40	0.96	0.96	25.34	25.53
14:00	0.96	0.96	25.43	25.50
14:20	0.96	0.96	25.40	25.46
14:40	0.95	0.96	25.27	25.45
15:00	0.95	0.96	25.25	25.30
15:20	0.95	0.95	25.23	25.34
15:40	0.95	0.95	25.15	25.25
16:00	0.94	0.95	25.08	25.20



الشكل (IV-6): يمثل تغيرات شدة تيار للخلايا الشمسية بدلالة الزمن خلال اليومين.



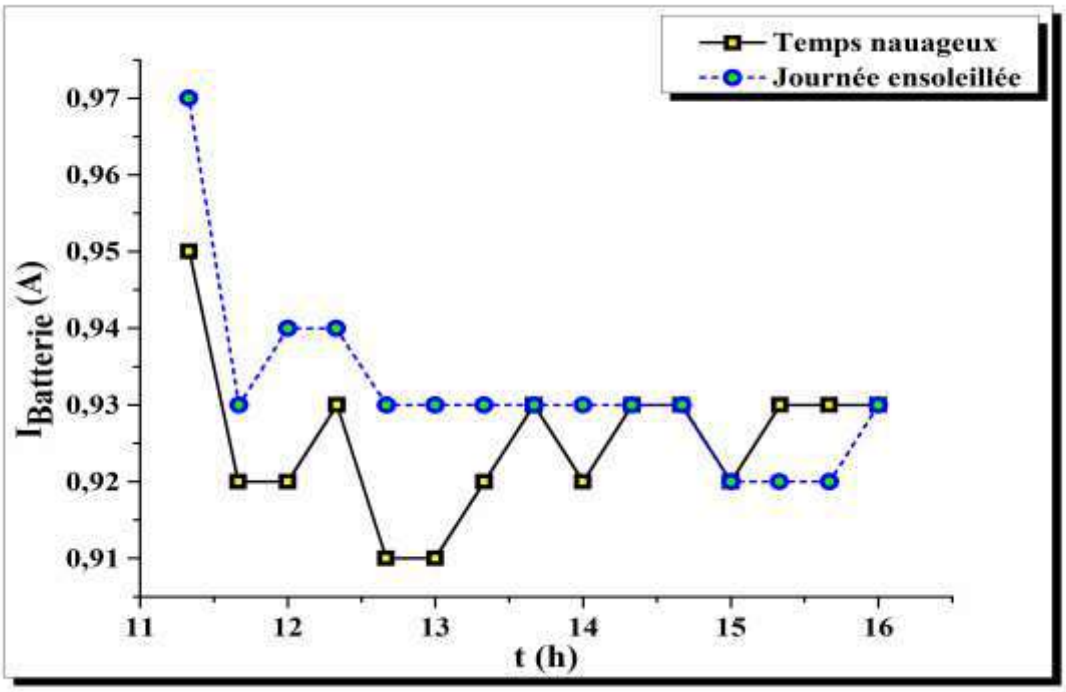
الشكل(IV-7) : يمثل تغيرات جهد للخلايا الشمسية بدلالة الزمن خلال اليومين.

و نلاحظ من خلال الشكل (IV-7) أن قيمة الجهد في تناقص خلال الزمن وهذا راجع لتغير شدة الإشعاع الشمسي الساقط على اللوح الشمسي وتزايد درجة حرارة الجو التي تأثر سلبا على مردود اللوح الشمسي .

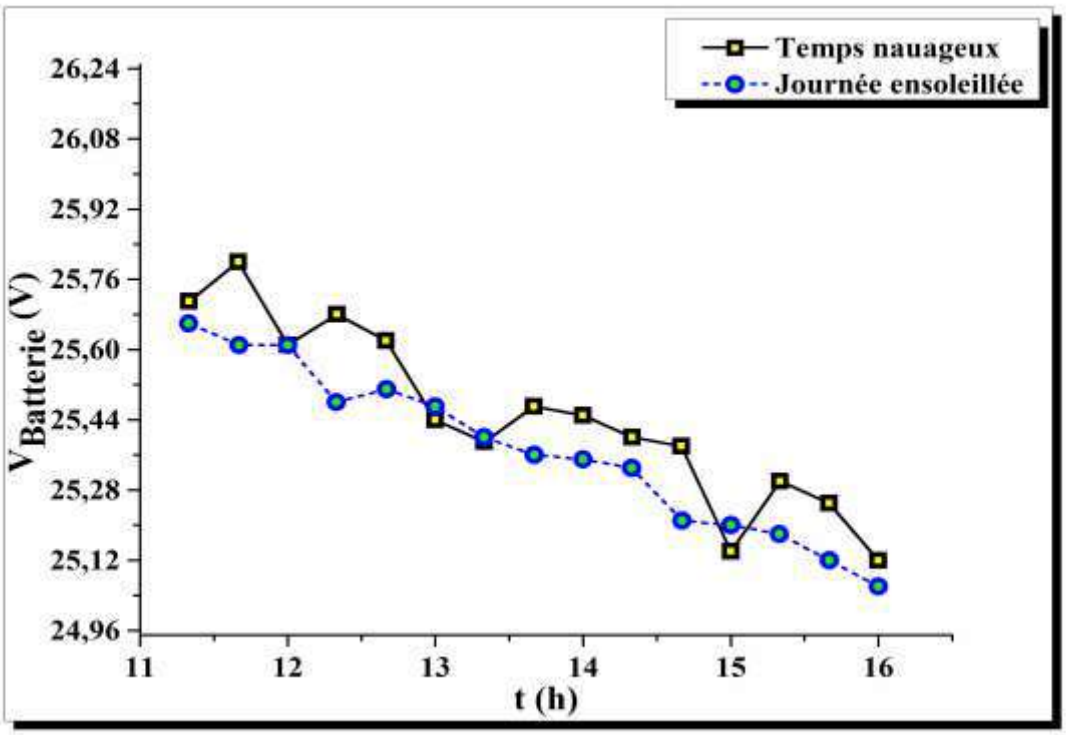
IV-5 عرض و تحليل النتائج الخاصة بالبطارية:

الجدول (IV-4) : يمثل تغيرات شدة التيار و جهد البطارية بدلالة الزمن خلال اليومين(مغيم – مشمس).

الزمن (t)	شدة التيار(A)		الجهد (V)	
	يوم مشمس	يوم مغيم	يوم مشمس	يوم مغيم
11:00	0.96	0.96	25.48	39
11:20	0.97	0.92	25.74	25.73
11:40	0.97	0.97	25.72	25.77
12:00	0.96	0.97	25.70	25.62
12:20	0.96	0.97	25.54	25.77
12:40	0.96	0.96	25.60	25.62
13:00	0.96	0.96	25.55	25.45
13:20	0.96	0.96	25.48	25.44
13:40	0.96	0.96	25.34	25.53
14:00	0.96	0.96	25.43	25.50
14:20	0.96	0.96	25.40	25.46
14:40	0.95	0.96	25.27	25.45
15:00	0.95	0.96	25.25	25.30
15:20	0.95	0.95	25.23	25.34
15:40	0.95	0.95	25.15	25.25
16:00	0.94	0.95	25.08	25.20



الشكل(IV-8): تغيرات شدة التيار للبطارية خلال الزمن في يوم (مغيم- مشمس)



الشكل(IV-9): تغيرات جهد البطارية خلال الزمن في يوم (مغيم- مشمس)

من خلال الشكل(IV-8) نلاحظ عند الزمن 11Hتكون شدة التيار أعظمية في بداية التجربة خلال اليومين حيث في اليوم المشمس تكون أكبر من اليوم مغيم ثم تنخفض في كلا اليومين بنفس الوتيرة ثم تعود لترتفع قليلا ثم تثبت في الزمن(12:40 إلى 2:40) خلال اليوم المغيم ،ثم تنزل إلى0.92A لتثبت عندها، بينما في اليوم الصاحي بعدما ترتفع قليلا تعود تنخفض حتى تصل إلى القيمةَ 0.91A، ثم ترتفع مجددا فتبقى في تذبذب إلى أن تثبت في القيمة 0.93Aً.

نلاحظ من خلال الشكل(IV-9) أن قيم الجهد تكون أعظمية ثم تتناقص على شكل شبه خطي بمرور الزمن خلال اليومين ، حيث تكون قيم الجهد من اليوم المغيمأكبر من اليوم الآخر.

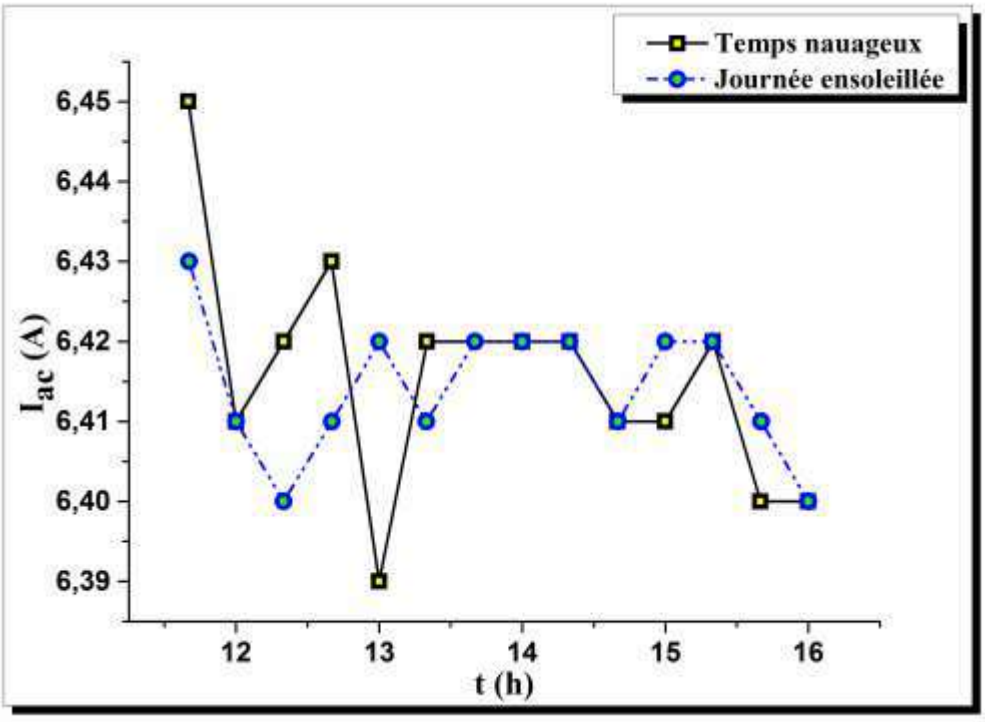
تفسير: البطارية تكون مشحونة كليا ثم بمرور الزمن مع استهلاك المكيف للاستطاعة ينخفض الجهد.

IV-6عرض و تحليل النتائج الخاصة بالمكيف:

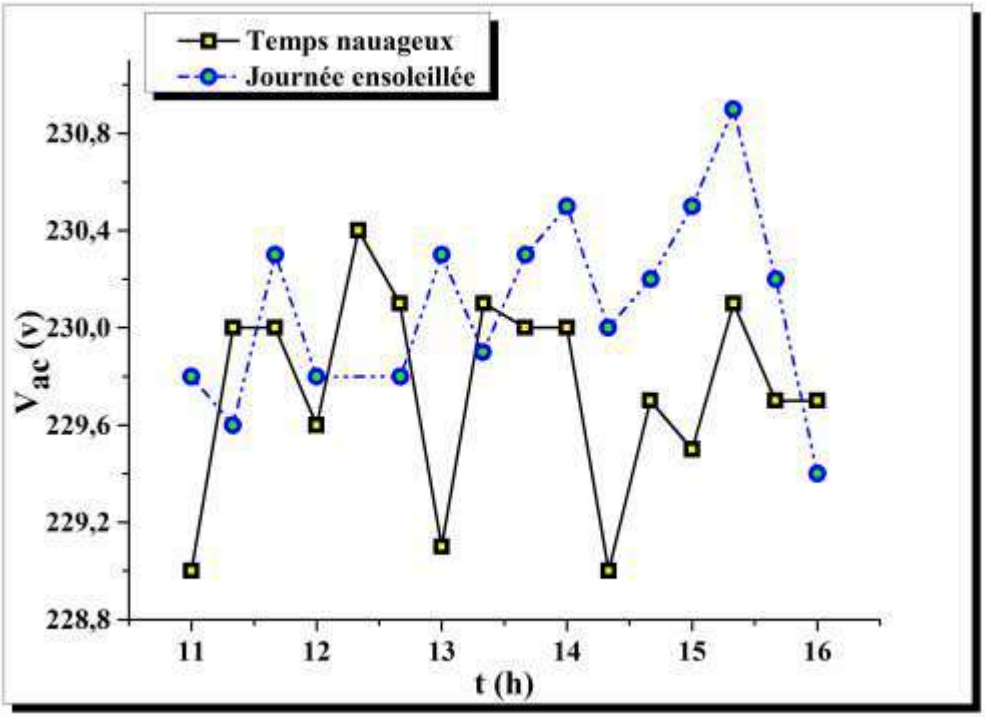
نلاحظ من خلال الشكل (IV-11) أن شدة تيار المكيف تكون مرتفعة لان البطارية مشحونة ثم تتناقص في كلا اليومين حيث في اليوم الصاحي شدة التيار أقل من اليوم المغيم لغاية الزمن 12:00 ثم تتزايد تزايد خطي بسبب تزايد شدة الإشعاع خلال هذا الوقت ثم تبدأ في الثبوت عند الزمن 13:20 الى غاية الزمن 15:20 ثم تتناقص بسبب تناقص شدة الإشعاعو الحرارة في هذا الوقت.

نلاحظ من خلال الشكل(IV-12) أن في اليوم المغيم تكون قيم الجهد اقل من اليوم الصاحي و في تذبذب لان في اليوم الصاحي تكون شدة الإشعاع كبير و بالتالي المكيف يستهلك جهد أكبر خاصة في فترة الظهيرة.

نلاحظ من خلال الشكل (IV-13) أن استطاعة المكيف في تزا يد خلال الزمن بتزايد شبه خطي ثم تثبت عند الزمن 15:40 إلى الزمن 16:00 خلال اليومين في حين تكون قيم الاستطاعة كبيرة في اليوم المشمس مقارنة باليوم المغيم.



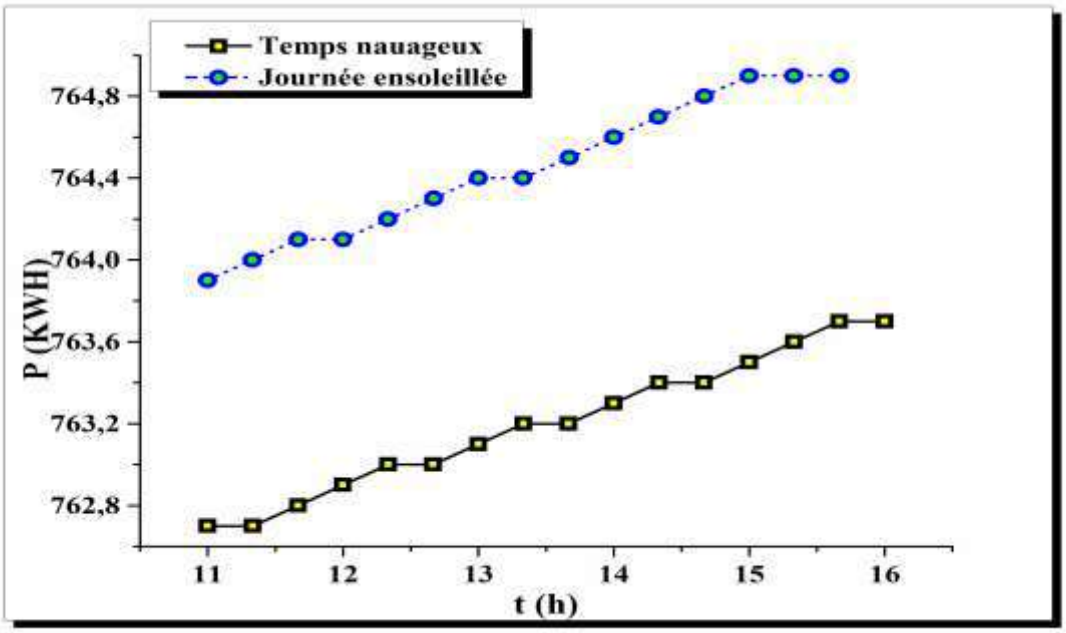
الشكل (IV-10) : يمثل تغيرات شدة تيار المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين .



الشكل(IV-11) : يمثل تغيرات جهد المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين.

الجدول (IV-5) : يمثل شدة تيار و جهد المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس).

الزمن (t)	شدة التيار(A)		الجهد (V)	
	يوم مشمس	يوم مغيم	يوم مشمس	يوم مغيم
11:00	6.38	6.62	229.8	229
11:20	6.4	6.60	229.6	230
11:40	6.43	6.45	230.3	230
12:00	6.41	6.41	229.8	229.6
12:20	6.4	6.42	229.8	230.4
12:40	6.41	6.43	229.8	230.1
13:00	6.42	6.39	230.3	229.1
13:20	6.41	6.42	229.9	230.1
13:40	6.42	6.48	230.3	230
14:00	6.42	6.42	230.5	230
14:20	6.42	6.42	230	229
14:40	6.41	6.41	230.2	229.7
15:00	6.42	6.41	230.5	229.5
15:20	6.42	6.42	230.9	230.1
15:40	6.41	6.4	230.2	229.7
16:00	6.4	6.4	229.4	229.7



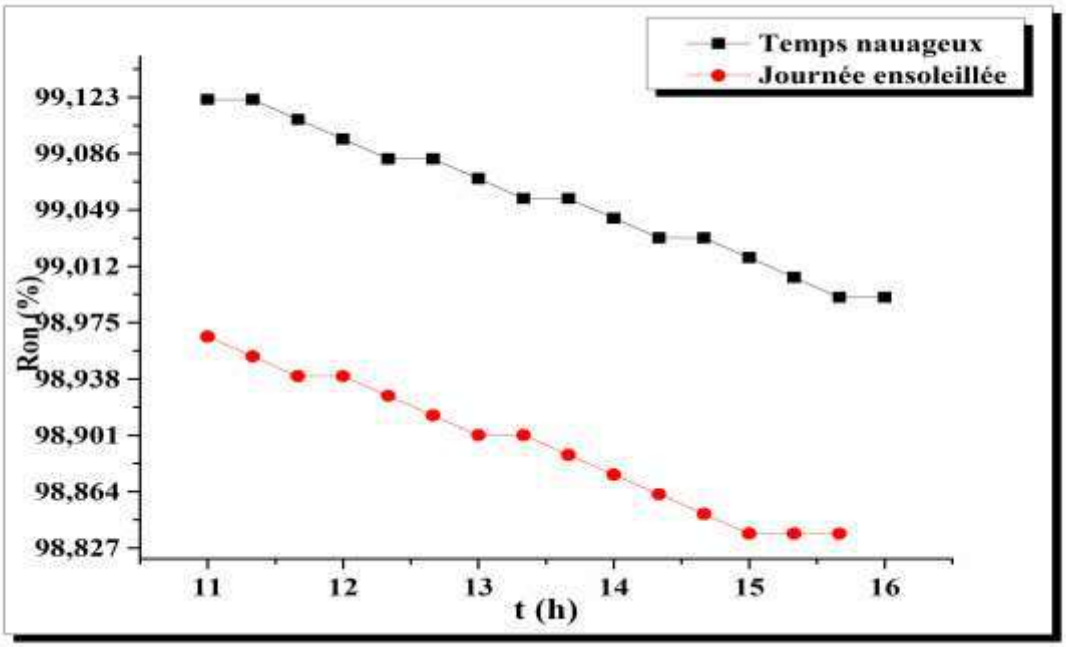
الشكل(IV-12): تغيرات استطاعة المكيف خلال الزمن في يوم (مغيم– مشمس)

من خلال علاقة حسابه فان المردود اللحظي للمكيف يتغير عكس تغير الاستطاعة، كما تفرض ذات العلاقة إن مردود في اليوم المشمس يكون اقل مما هو عليه في اليوم الأخر (أنظر الشكل IV-13). هذا ما يؤكده فعليا قيمة المردود المتوسط إذ تكون قيمته على التوالي % 98.90 و 99.06%.

تفسير:هذا بسبب شدة الإشعاع الشمسي التي تكون مرتفعة في اليوم المشمس و بالتالي تكون قدرة الألواح الشمسية المنتجة كبيرة لتغذية المكيف، و بسبب أيضا ارتفاع درجة الحرارة الخارجية في اليوم المشمس و بالتالي المكيف يستهلك استطاعة أكبر لتخفيض درجة الحرارة.

الجدول (IV-6) : يمثل تغيرات استطاعة المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس).

الزمن (t)	استطاعة المكيف (kwh)	
	يوم مغيم	يوم مشمس
11:00	762.7	763.9
11:20	762.7	764.0
11:40	762.8	764.1
12:00	762.9	764.1
12:20	763.0	764.2
12:40	763.0	764.3
13:00	763.1	764.4
13:20	763.2	764.4
13:40	763.2	764.5
14:00	763.3	764.6
14:20	763.4	764.7
14:40	763.4	764.8
15:00	763.5	764.9
15:20	763.6	764.9
15:40	763.7	764.9
16:00	763.7	765.8



الشكل (IV–13) : تغيرات مردود المكيف اللحظيخلال الزمن في(يوم مغيم– مشمس)

الجدول (IV-7) : يمثل تغيرات مردود المكيف بدلالة الزمن خلال اليومين (مغيم – مشمس).

الزمن (t)	المردود المكيف اللحظي(%)	
	يوم مغيم	يوم مشمس
11:00	99.12	98.97
11:20	99.12	98.95
11:40	99.11	98.94
12:00	99.10	98.94
12:20	99.08	98.93
12:40	99.08	98.91
13:00	99.07	98.90
13:20	99.06	98.90
13:40	99.06	98.89
14:00	99.04	98.88
14:20	99.03	98.86
14:40	99.03	98.85
15:00	99.02	98.84
15:20	99.00	98.84
15:40	98.99	98.84
16:00	98.99	98.97

الخلاصـــة العامـــة:

من خلال الدراسة النظرية و التجريبية التي قمنا بها توصلنا في الأخير إلى أنه يمكن استغلال الطاقة الشمسية في تشغيل المكيفات الهوائية، باستخدام الخلايا الكهروضوئية الشمسية، و التي تقوم بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية مع توفير عاكس يحول التيار المستمر الناتج من مخرج الخلايا الشمسية الكهروضوئية إلى تيار متردد و هذا لتشغيل المكيف، و باستعمال البطارية التي تُخزِّن الطاقة في النهار ليتم الاستفادة منها مساءًا و ليلا، ثم يتم إعادة شحنها مع توصيل منظم الشحن للمحافظة على عمر البطارية.

و من النتائج المتحصل عليها نستخلص أن المكيف الهوائي الصحراوي يمكن تشغيله بواسطة هذا النظام سواء في يوم مشمس أو يوم مغيم، بدون أن يستهلك طاقة كبيرة مع توفير برودة جيدة لا بأس بها مقارنة بدرجة حرارة الجو المرتفعة، و بتكاليف منخفضة على عكس المكيفات الأخرى التقليدية التي تعتمد على استعمال الطاقة الاحفورية الملوثة للبيئة و مرتفعة التكاليف.

المراجـــع:

المراجع العربية:

[1] هايل الجازي – (الطاقة الشمسية) – مجلة الموضوع – 31 ماي 2022.

[2]– امي جورج ، " الطاقات المتجددة ومحطاتها " ، 2017 .

[4]– سوداني محمد البار، " تحقيق عملي لمركز شمسي أسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي " مذكرة لنيل درجة الدكتوراه في العلوم ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، 2018 .

[7]– محمد مصطفى محمد الخياط، " الطاقة مصادرها – أنواعها – استخداماتها "، وزارة الكهرباء و الطاقة، القاهرة – مصر، البريد الالكتروني:(ت0020128090810)، 2006.

[8]– د . سعود يوسف عياش ، تكنولوجيا الطاقة البديلة ، تأليف المجلس الوطني للثقافة والعلوم الكويت 1990.

[9]– رسول رمضان عتاب – حساب وتحليل كمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي لمدينة الناصرية – مجلة علوم ذي قار– العدد 2 ، 2010.

[10]– دليل المتدرب – برنامج تعزيز القدرة على الصمود في الري اليمني (ERRY) ، اليمن ، 4332

[11] كاميليا يوسف محمد – محمد موسى عمران ، مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية .2020/2021.

[14]– الدكتور هيثم بجيلي – تصميم جهاز لقياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر – مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية الأساسية المجلد (3) العدد (2) 2009.

[15]– محمد احمد سيد خليل – الطاقة الشمسية و استخدمتها – دار الكتاب العلمية لنشر و التوزيع القاهرة.

[17]– محمد الشرعبي – تعريف الطاقة في الفيزياء ، تحولاتها ، أشكالها ، أنواعها ، مصادرها ، صورها – موقع الفريد في الفيزياء – 05 مارس 2017 .

[18]– ط . د. مومن سميرة ، أ. د . الوافي الطيب – دور مشروعات الطاقات المتجددة في تعزيز إنتاج الطاقة الكهربائية بالجزائر ، 6 جوان 2021 .

[19]– محمد يحيى رمضان الخطيب – دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة – مذكرة ماجستير في الهندسة المعمارية – الجامعة الإسلامية غزة عمادة الدراسات العليا كلية الهندسة – 1436/2015 .

[20]– م.د.جابر عمر دحلوس – كلية التربية للعلوم الصرفة – قسم الفيزياء – المركزات الشمسية و استخداماتها المنزلية ، 23 ديسمبر 2020 .

[21]– د.م.محمد مصطفى محمد الخياط – محطات مركزات الطاقة الشمسية – يناير 2010 .

[22]– د : سمير سعدون – د : مصطفى – د : بلاد عبد الله ناصر – احمد خضر سليمان الطاقة البديلة – مصادرها و استخداماتها – دار اليازوريا العلمية للنشر و التوزيع الأردن 2011 م .

[23]– فريق تحرير موقع فولتيات – مميزات وعيوب الطاقة الشمسية – 19/04/2021 .

[26] ابتسام مهران. (2020/11/24). ما هي عدد الالواح الشمسية لتشغيل مكيف. *المرسال*

[27]علجية حسونة.(دراسة وتحليل ألة التبريد الشمسية بالإمتزاز).مذكرة ماستر. جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي (كلية العلوم الدقيقة).2018/2019.

[28] Alaa Hammadi. (8أفريل2020).اختيار قدرة التكييف المناسبة للغرفة.موسوعة الكهرباء.

[29]إميل فتح الله. (2008).أفكار التبريد و التكييف.الجزء الأول (الدوائر الميكانيكية). معهد السيليزيان الإيطالي(دون بوسكو)في القاهرة.

[30] بن شريفة رشيد. (2020). تبريد و تكييف الهواء بالطاقة الشمسية.الطاقات المتجددة في تنمية المجتمعات الريفية و الصحراوية و تطويرها (التجربة المغربية نموذجا).

[31] صلاح أحمد. (2021/07/14)تشغيل مكيف على الطاقة الشمسية. مجلة فولتيات

[32] دراسة و تركيب معدات الطاقة الشمسية و إنارة اللاد– ورقلة –2022

[33] – قوارح مليكة – دراسة تأثير الصفيحة الماصة على فعالية المقطر الشمسي البسيط ذو الميل الواحد في منطقة ورقلة – مذكرة ماجستير – جامعة ورقلة (2010) .

المراجع الأجنبية:

[3]– Missoum Mohammed, " Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie", mémoire de Magistère en énergie renouvlables, Université de Chlef, 2011.

[5]- Touilla Nacre Eddine et Ghenbazi Slimane « Modélisation et Simulation d'un Système Photovoltaïque » - Mémoire de MASTER -Université Echahid Hama Lakhder d'El-Oued 2015.

[6]- IDIR Zahir - ADRAR Amazigh - « Etude et simulation du comportement d'un générateur photovoltaïque en présence de problème de désadaptation » - Mémoire de MASTER –Université A.MIRA-BEJAIA Année universitaire 2015 – 2016.

[12]– Matallah Soraya Dinentiannenet - « simulation d'un système photo voltaïque pour a alimenter un habitat do ns la wilaya d'Ouargla » mémoire de master - u.k.M. OUARGLA 2015.

[13]- Bendjellouli Zakaria - « CONTRIB 2015 UTIONALAMODELISATION D'UNE CELLULE SOLAIRE » - Mémoire Pour l'Obtention du Diplôme de Magistère- UNIVERSITE DE BECHAR2008 – 2009.

[16]- Spectre solaire, courbe téléchargée : http://rredc.nrel.gov/solar /spectra /am0/ .

[24] STEPHAN,K.; KRAUSS,R.Regulated CFCs and theiralternatives. In: Meunier F, editor. Proceedings: Solid RefrigerationSymposium. Ministe're de la Rechercheet de L'Espace, Paris,(1992), 32–43.

[25] PRIDASAWAS, W. Solar-Driven Refrigeration Systems with Focus on the Ejector Cycle,Doctoral Thesis, Royal Institute ofTechnology, KTH, Denmark, 2006.

الملخص:

من أفضل مصادر الطاقة المتجددة ، الطاقة الشمسية التي أصبحت تستغل كثيرا في شتى المجالات ، لأنها طاقة نظيفة و متوفرة ، خاصة في منطقة ورقلة التي تسخر بمناخ صحراوي و شدة إشعاع كبيرة كما تتميز بارتفاع درجة الحرارة صيفا ، و بالتالي الزيادة في استهلاك الكهرباء لتحقيق الارتياح الحراري ، مما أدى إلى البحث عن حلول تضع حد لهذه المشكلة و تحل محل الأنظمة التقليدية ، من بينها استغلال الطاقة الشمسية في تشغيل المكيفات الهوائية . بهدف التعرف على مبدأ عملها و مميزاتها ، العوامل المؤثرة على أدائها .

الكلمات المفتاحية : التبريد الشمسي ، التكييف ، الطاقة الشمسية .

Abstract:

One of the best sources of renewable energy, solar energy, which has become widely exploited in various fields, because it is clean and avialable energy, especially that the region of Ouargla harnesses a desert climate and great radiation intensity and is characterized by high temperature in summer, thus the increase in electricity consumption to achieve thermal comfort, which ledTo serch for solutions that put an end to this problem and replace the traditional systems, including theuse of solar energy to operate air conditioners, In order to identify the principle of its work, its advantages and the factors affecting its performance .

Keywords : solar cooling, air conditioning, solar energy .