

جامعة قاصدي مرباح - ورقلة
كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون
قسم الطاقات المتجددة



مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي

الميدان: علوم وتقنيات

الشعبة: الطاقات المتجددة الميكانيكية

التخصص: الطاقات المتجددة

بعنوان:

دراسة تجريبية لمكثف مكافئ للطاقة الشمسية

من إعداد الطالبان:

1. مصطفى القطبي
2. عبد الله عبد الله باكر محسن

نوقشت وأجيزت علينا يوم

أمام اللجنة المكونة من:

| | | |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------|
| رئيسا | (أستاذ مساعد "أ"، جامعة ورقلة) | الأستاذ / درنوني أمحمد |
| مشرفا و مقررا . | (أستاذ مساعد "أ"، جامعة ورقلة) | الأستاذ / غربي عبد الرزاق |
| مناقشا | (أستاذ محاضر "أ"، جامعة ورقلة) | الدكتور / بن منين جمال |

السنة الجامعية: 2018-2019

الإهداء

ميلاد الروح وبهجتها *** هي نبع الحنان والحب والصفاء

هي جوهرة حياتي التي أضاءت دربي و أنارت قلبي وسكن حبها فؤادي وملك ذاتي وكياني هي أجمل امرأة وأطيب قلب وأعظم أم

"أمي الغالية" حفظها الله .

هو نبراس حياتي ونور عقلي ودربي *** هو رمز الحب الهادئ والصبر الجميل

هو مصدر إلهامي ومثلي الأعلى أجمل رجل وأصدق قلب وأعظم أب

"أبي الغالي" حفظه الله

هو ضياء قلبي ونور صدري *** هو ربيع عمري أخي الغالي

"سليمان" رحمه الله وأحسن إليه و أدخله فسيح الجنان يارب

هم زهرات عمري*** فلذات أكبادي و أحبتي

"نسيمه *** خديجة *** فاطمية *** أحمد *** سليمان *** محمد *** أم

كلثوم *** عبد العالي "

هي رفيقة دربي وصديقتي الغالية

"روبة فاطمة الزهراء"

والى من بهم يشد ساعدي وتعلّى هامتي هم سندي وركائز نجاحي إخواني وأخواتي والى جميع أفراد

أسرتي الكريمة " القطبي" والى جميع الأهل والى كل صديق ورفيق درب في مختلف مراحل الدراسة

إلى كل أساتذتي من الابتدائية إلى الثانوية إلى كل دكاترتي في الجامعة الذي تعلمنا منهم الكثير ليس فقط

بالعلم بل بالأخلاق والمحبة والتسامح والتفاني والجد ورتينا من

خلالهم الحياة بمنظور أخرجنا هم شمعة إضاءة لنا الكثير من

الطرق لحياتنا

القطبي مصطفى



الإهداء

اهدي تخرجي إلى منبع الحب والحياة إلى روحك الطيبة أُمي

إلى معنى الرجولة الحقيقية إلى من علمني معاني الحياة إلى

أبي الحبيب الذي لن يأتي بمثله أبد

والى من بهم يشد ساعدي وتعلو هامتي هم سندي وركائز نجاحي

إخواني وأخواتي والى جميع أفراد أسرتي الكريمة والى جميع الأهل

والى كل صديق ورفيق درج في مختلف مراحل الدراسة

إلى كل أساتذتي من الابتدائية إلى الثانوية

إلى كل دكاترتي في الجامعة الذي تعلمنا منهم الكثير ليس فقط

بالعلم بل بالأخلاق والمحبة والتسامح والتفاني والجد وورثنا من

خلالهم الحياة بمنظور آخر، حقاً هم شمعة إضاءة لنا الكثير من

الطرق لحياتنا

إلى أرض الشهداء الأحرار التي لم نحس فيها إلا أننا في وطننا الثاني

(الجزائر الحبيبة)

عبد الله عبد الله باكر



التشكرات

تم بحمد الله تعالى إتمام هذا العمل الذي يندرج في إطار الحصول على **شهادة الماجستير** ، تخصص طاقات متجددة بكلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون **بجامعة قاصدي مرباح ورقلة** ، وبالتعاون مع مخبر **تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة** بالكلية في **القطب الثالث للجامعة** .

بداية ومن باب من لم يشكر الناس لم يشكر الله، أود أن أتوجه بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف على هذه الأطروحة، **الأستاذ غربي عبد الرزاق** الذي كان نعم الداعم والموجه في مختلف جوانب هذا العمل، وخلال مختلف مراحلها. و بالإضافة إلى ذلك، فإن النصائح التي قدمها لي كانت دائما واضحة ودقيقة، مما كان يسهل لي إيجاد الحلول المناسبة لكثير من العقبات التي اعترضت مسار البحث، وبالتالي إتمام هذا المشروع في أحسن الظروف.

كما أود أيضا، أن أشكر **الدكتورة و الأستاذة**

مكي خديجة ، فلها مني أسمى عبارات الشكر والتقدير.

كما أتقدم بالشكر الجزيل لكل أعضاء لجنة المناقشة و هم على التوالي: **الأستاذ درنوني أمحمد** ، **الدكتور الأستاذ بن منين جمال** ، **الأستاذ غربي عبد الرزاق** ، أشكرهم على قبولهم المشاركة بأوقاتهم الثمينة في تقييم هذا العمل، فلهم مني أسمى عبارات الامتنان.

كما أتقدم بالشكر الجزيل **لزملائي وزميلاتي** الذين كان لهم الفضل في تقديمي في هد العمل وقد كان لهم كامل الدعم والتحفيز وعدم اليأس و التقدم نحو الأفضل في مشروع التخرج هذا. فلهم مني فائق الاحترام و التقدير

| | |
|----|----------------|
| | الإهداء |
| | الشكر |
| II | الفهرس |
| IV | قائمة الجداول |
| V | قائمة الإشكال |
| VI | قائمة الرموز |
| 02 | المقدمة العامة |

الفصل الأول : الطاقة الشمسية

| | | |
|----|-------|---------------------------------------|
| 04 | 1-I | التمهيد |
| 04 | 1-I | تعريف الشمس |
| 04 | 2-I | تأثير الغلاف الجوي على الإشعاع الشمسي |
| 04 | 3-I | المسافة بين الأرض والشمس |
| 05 | 4-I | الثابت الشمسي |
| 05 | 5-I | أنواع الإشعاع الشمسي |
| 06 | 1-6-I | الإشعاع الشمسي المباشر |
| 06 | 1-6-I | الإشعاع الشمسي المنتشر أو المشتت |
| 07 | 1-6-I | الإشعاع الشمسي الكلي |
| 08 | 7-I | التوزيع الطيفي للإشعاع الشمسي |
| 09 | 8-I | الزوايا الشمسية |
| 09 | 1-8-I | زاوية ميل الشمس |
| 11 | 2-8-I | زاوية الارتفاع الشمسي |
| 11 | 3-8-I | زاوية دائرة العرض |
| 12 | 4-8-I | زاوية خط الطول |
| 12 | 5-8-I | زاوية سمت الشمسي |
| 13 | 6-8-I | زاوية سمت الراسي |
| 13 | 7-8-I | زاوية الساعة الشمسية |

الفصل الثاني : خطوات دراسة مركز شمسي مقعر

| | | |
|----|------|---|
| 16 | II | تمهيد |
| 16 | 1-II | نظرة تاريخية حول استغلال الطاقة الشمسية |
| 17 | 2-II | تكنولوجيا التركيز الشمسي |

| | | |
|----|--|----------|
| 17 | أنواع المركزات للإشعاع الشمسي | 3-II |
| 17 | التركيز الخطي | 1-3-II |
| 17 | المركز الشمسي الاسطواني القطع المكافئ(PTC) | 1-1-3-II |
| 18 | عدسات عاكس الفرينل الخطي | 2-1-3-II |
| 19 | التركيز النقطي | 2-3-II |
| 19 | المركز الشمسي الاسطواني القطع المكافئ ذي العاكس المزدوج(CPC) | 1-2-3-II |
| 19 | البرج المركزي الشمسي (المستقبل المركزي(CRC)) | 2-2-3-II |
| 20 | المركز الشمسي الصحن القطع المكافئ(DP) | 3-2-3-II |
| 21 | مبدأ عمل المركزات الشمسية | 4-II |
| 21 | المقارنة بين مختلف أنظمة التركيز الشمسي | 5-II |
| 22 | دراسة نظرية لمركز مكافئ (الصحن المكافئ) | 6-II |
| 22 | هندسة القطع المكافئ | 1-6-II |
| 22 | مبدأ الانعكاس | 1-1-6-II |
| 23 | هندسة المركز الشمسي ذو القطع المكافئ | 2-6-II |
| 24 | الارتفاع | 1-2-6-II |
| 26 | مكونات مركز شمسي مقعر | 3-6-II |
| 26 | العاكس | 1-3-6-II |
| 28 | المستقبل (السطح الماص) | 2-3-6-II |
| 29 | الداعم | 3-3-6-II |
| 29 | التركيز | 4-3-6-II |
| 30 | المرأة | 5-3-6-II |
| 30 | وصف و تحقيق مكونات النموذج الأولى | 7-II |
| 30 | عاكس | 1-7-II |
| 33 | المتلقي | 2-7-II |
| 35 | الداعم | 3-7-II |
| 35 | نظام التتبع اليدوي | 4-7-II |
| 36 | أجهزة القياس | 8-II |
| 36 | قياس درجة الحرارة | 1-8-II |
| 37 | درجة الحرارة المحيطية(Ta) | 1-1-8-II |
| 37 | درجة حرارة المستقبل | 2-1-8-II |
| 39 | الظروف التجريبية | 9-II |
| 39 | وضع الصحن المكافئ | 1-9-II |
| 39 | موقع المزدوجات الحرارية | 2-9-II |

الفصل الثالث : تحليل ومناقشة النتائج

| | | |
|----|--|---------|
| 43 | التمهيد | -III |
| 43 | تغير درجات الحرارة القصوى وتأثيرها بسرعة الرياح. | 1-III |
| 43 | تأثير درجات الحرارة القصوى بسرعة الرياح | 2-III |
| 43 | تأثير درجات الحرارة بسرعة الرياح خلال ستة ساعات | 1-2-III |
| 45 | تأثير درجات الحرارة بسرعة الرياح خلال نصف ساعة: | 3-III |
| 46 | صفيحة غير ملونة. | 4-III |
| 47 | اللون الأسود | 5-III |
| 48 | اللون الأبيض | 6-III |
| 49 | اللون الأزرق. | 7-III |
| 50 | تحديد زمن البؤرة: | 8-III |
| 51 | القيمة المثلى للانعكاس أو زمن البؤرة: | 9-III |
| 53 | مميزات طبق قطع مكافئ: | 10-III |
| 53 | عيوب مجمعات طبق قطع مكافئ: | 11-III |
| | الخاتمة العامة | |
| | المراجع | |
| | الملخص | |

فهرس الأشكال

| | | |
|----|--|--------|
| 05 | حركة الأرض حول الشمس | 1- I |
| 06 | أنواع الإشعاع الشمسي | 2- I |
| 08 | مخطط يوضح وصول الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض | 3- I |
| 08 | توزيع طيف الإشعاع الشمسي | 4- I |
| 09 | تأثير الغلاف الجوي على الإشعاع الشمسي | 5- I |
| 10 | حركة الأرض بالنسبة لشمس | 6- I |
| 10 | بيان تغيرات الميل الشمسي خلال أيام السنة | 7- I |
| 12 | زوايا تحديد الموقع (زاوية خط العرض D وزاوية خط الطول L) | 8- I |
| 12 | زاوية الارتفاع الشمسي و الذروة و السميت الرأسى (منظم سطح أرضى) | 9- I |
| 14 | زاوية الساعة الشمسية و دائرة العرض للمنطقة | 10- I |
| 16 | مخطط يوضح استخدام الطاقة | 1- II |
| 18 | الجمع الشمسي الاسطواني القطع المكافئ (PTC) | 2- II |
| 18 | عاكس الفرينل الخطي (LFR) | 3- II |
| 19 | الجمع الشمسي الاسطواني القطع المكافئ ذو العاكس المزدوج (CPC) | 4- II |
| 20 | البرج المركزي الشمسي (CRC) | 5- II |
| 20 | الصحن القطع المكافئ (DP) | 6- II |
| 21 | التركيز الهندسي ودرجة الحرارة اشتغالا لمركزات الشمسية | 7- II |
| 22 | بيان تغيرات المردود الحراري لأنظمة التجميع الشمسي | 8- II |
| 22 | مبدءا انعكاس الضوء | 9- II |
| 23 | الصحن الشمسي | 10- II |
| 23 | هندسة القطع المكافئ | 11- II |
| 25 | تغير البؤرة بدلالة تغير القطر | 12- II |
| 25 | المسافة البؤرية بدلالة زاوية فتح القطع المكافئ $D=1m$ | 13- II |
| 26 | دوران قطع مكافئ | 14- II |
| 27 | العنصر التفاضلي لسطح قطع مكافئ | 15- II |
| 28 | مركز شمسي مقعر | 16- II |
| 28 | صورة القطع الناقص | 17- II |
| 31 | منظر عام للعاكس | 18- II |
| 32 | رسم تعريف للعاكس | 19- II |
| 33 | أبعاد العاكس | 20- II |
| 33 | صورة المستقبل الامتصاص | 21- II |

| | | |
|----|--|--------|
| 34 | رسم مستقبل الامتصاص | 22- II |
| 35 | رسم تعريف الممتص | 23- II |
| 36 | صورة لنظام التتبع الذي يحتوي على اسطوانة ومحور دوار | 24- II |
| 38 | المقياس الحرارية (PHYWE - M*AN) | 25- II |
| 39 | موقف (موضع) المقياس الحراري | 26- II |
| 40 | موقف (موضع) المقياس الحراري (توضيح قراءة درجة الحرارة) | 27- II |
| 40 | البوصلة لتوضيح وزاوية الميل | 28- II |
| 41 | جهاز قياس لتوضيح اتجاه الشمس | 29- II |
| 45 | التغير في درجة حرارة القصى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (يوم 06 ماي 2019). | 1- III |
| 47 | التغير في درجة حرارة القصى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (يوم 13 ماي 2019). | 2- III |
| 48 | التغير في درجة حرارة القصى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (يوم 15 ماي 2019). | 3- III |
| 49 | في درجة حرارة القصى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (يوم 20 ماي 2019). | 4- III |
| 50 | التغير في درجة حرارة القصى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (يوم 22 ماي 2019). | 5- III |
| 51 | التغير في درجة حرارة القصى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح | 6- III |

قائمة الجداول

| | | |
|----|---------------------------------|--------|
| 06 | قيم الثوابت A ;B ;C | 1- I |
| 07 | قيمة ثابت التجربة E | 2- I |
| 32 | الخصائص الهندسية للعاكس | 1- II |
| 33 | الخصائص الهندسية للمستقبل. | 2- II |
| 44 | الإحصائيات أثناء التجربة | 1- III |
| 46 | نتائج الصفيحة غير ملونة | 2- III |
| 47 | نتائج اللون الأسود | 3- III |
| 48 | نتائج ألون الأبيض | 4- III |
| 49 | نتائج اللون الأزرق | 5- III |
| 52 | قياس المعدل المتوسط لزمن البؤرة | 6-III |

الرموز المستعملة

| الوحدة في النظام الدولي | الرموز | المقادير الفيزيائية |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| m | f | البعد البؤري (أخرقى) |
| w/m ² | E ₀ | الثابت الشمسي |
| | C _g | التركيز الهندسي |
| h | TSV | التوقيت الشمسي الحقيقي |
| h | TSM | التوقيت الشمسي المتوسط |
| h | TU | التوقيت العالمي |
| | Cflux | تركيز التدفق الشمسي |
| h | (TSV) _{lever} | توقيت شروق الشمس |
| h | (TSV) _{coucher} | توقيت غروب الشمس |
| Degré | Ψ | زاوية الفتحة للمجمع الشمسي |
| Degré | δ | زاوية ميل الشمس |
| Degré | ω | زاوية الساعة الشمسية |
| Degré | h | زاوية الارتفاع الشمسي |
| Degré | a | زاوية سمت الشمسي |
| Degré | λ | زاوية خط الطول |
| Degré | φ | زاوية دائرة العرض |
| w/m ² | p _r | شدة تدفق الاشعاع على المركز |
| w/m ² | p _a | شدة تدفق الاشعاع على السطح الماص |
| m | d | قطر فتحة المركز |
| m ² | A _s | مساحة سطح المركز |
| m ² | A _a | مساحة الفتحة |
| m | p | نصف قطر المركز |

المقدمة العامة

مقدمة عامة

تعتبر الطاقة الشمسية المصدر الأساسي و الرئيسي الذي يمد كوكب الأرض بالطاقة كما تعتبر المصدر الواسع الانتشار في مختلف أنحاء العالم، حيث أن الطاقة الشمسية التي تستقبلها الأرض على سطحها هي مصدر الحياة بشكل مباشر أو غير مباشر. تكون الطاقة الشمسية على أشكال مختلفة أهمها: الإشعاع الشمسي المباشر أو طاقة الرياح أو الطاقة الكتلة الحيوية بشكل غير مباشر.

ويمكن تحويل الطاقة الشمسية وفق آليتين:

1. التحويل الكهروضوئي: يتم بتحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية، وذلك باستعمال مواد كالسيليسيوم والجرمانيوم.
2. التحويل الحراري: فهو يعتمد على تحويل الإشعاع إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية. تستعمل هذه العملية في تسخين المياه لمختلف الأغراض المنزلية والصناعية، والتدفئة والتبريد وتجفيف المحاصيل الزراعية...

نهتم في دراستنا هذه بالمجمعات الشمسية المقعرة، حيث أنها تتكون عموماً من سطح عاكس على شكل قطع مكافئ مخصص لتركيز الإشعاع الشمسي على السطح الماص (الصفحة النحاسية).

في هذا العمل نقوم بتحقيق نظام به مركز مقعر لحساب معامل التضخيم على مستوى المستقبل باستعمال مجموعة من الجداول حيث نقوم بتصميمها بواسطة برنامج **ORIGIN6**، ثم نعالج النتائج بيانياً.

تحوي هذه المذكرة على ثلاث فصول كالتالي:

1. يتناول الفصل الأول دراسة عامة حول الطاقة الشمسية بما فيها المناخ، حيث نذكر العلاقات المتعلقة بالطاقة الشمسية.
2. يتناول الفصل الثاني دراسة عامة حول المركبات الشمسية بمختلف أنواعها والتعرف على مجالات استعمالها .
3. أما فيما يخص الفصل الثالث فهو يحتوي دراسة أولية لمختلف التجارب النموذجية لنوع خاص من المركبات الشمسية، حيث يتخصص في تحليل ومناقشة النتائج المحصل عليها خلال التجارب.

الفصل الأول

الطاقة الشمسية

تمهيد:

تستخدم مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية ضوء الشمس المباشر المسمى "الإشعاع المباشر المتعامد" أي أن أشعة الشمس تصل إلى الأرض كأشعة متوازية مناسبة للتركيز لغياب ما يحجب قرص الشمس كالسحب أو الأبخرة أو الأثرية في الجو. لذا المواقع النموذجية للتركيز الشمسي هي المناطق الخالية من كميات كبيرة من الرطوبة و الأبخرة و الأثرية مثل السهول و الأدغال و أشباه الصحاري و الصحاري التي تقع على خط عرض اقل من 40 درجة شمالا أو جنوبا.

I-2 تعريف الشمس :

هي أحد النجوم الصفراء الصغيرة وليست الضخمة والعملاقة كما يتخيل البعض بسبب قربها إلينا، والتي تشكل المصدر الرئيسي للضوء والحرارة على كوكب الأرض، وإشعاعها يكون في كافة الاتجاهات. تبلغ درجة حرارة داخل مركز الشمس حوالي 14 مليون درجة مئوية، وهي درجة حرارة هائلة جدا، بينما تصل إلى حوالي 6000 درجة مئوية على سطح الشمس. تتكون بشكل رئيسي من غاز الهيدروجين الذي يشكل أغلبية مكونات الشمس، حيث تصل نسبته 75 بالمائة، بينما يشكل الأكسجين والهليوم والنيتروجين بقية العناصر الأخرى. [1]

I-3 تأثير الغلاف الجوي على الإشعاع الشمسي :

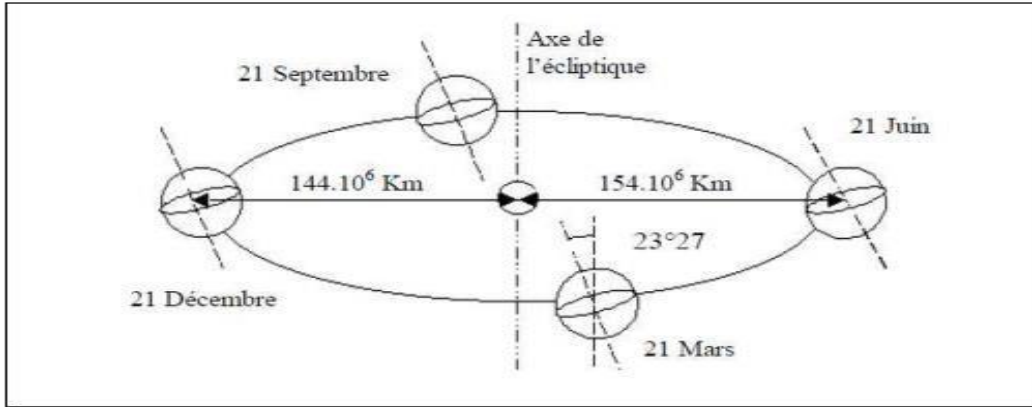
يمتص الغلاف الجوي الموجات الطويلة من أشعة الشمس مباشرة أما الموجات الأقصر فتصل إلى سطح الأرض وتسمى بالأشعة المكتسبة حيث تقدر نسبتها 66% من الإشعاع الشمسي موزعة على: 19% تمتص من قبل الغلاف الغازي و 47% تمتص من سطح الأرض. أما الأشعة المرتدة إلى الفضاء تبلغ نسبتها حوالي 34% من الإشعاع الواصل إلى جو الأرض، وهذه الأشعة موزعة 19% تنتشر في الفضاء و 2% تنعكس من الأرض إلى الفضاء و 23% تنعكس بواسطة السحب. [2]

I-4 المسافة بين الأرض والشمس :

تتغير المسافة بين مركزي الأرض والشمس حسب اليوم من السنة وذلك لكون المسار دوران الأرض حول الشمس إهليلجي ، حيث هناك انقلابين هما: انقلاب الربيعي 21 مارس وانقلاب الخريفي 23 سبتمبر. [3]

كما يوضحه الشكل (I-1) وتعطى علاقة المسافة D_{TS} بالعبارة:

$$D_{TS}=1 - 0.017 \cos\left[\frac{360}{365} (N_j - 2)\right] \quad (1 - I)$$



الشكل 1-I: حركة الأرض حول الشمس

5-I الثابت الشمسي

هو شدة تدفق الإشعاع الشمسي التي تتلقاها وحدة مساحة ($1m^2$) خارج الغلاف الجوي للأرض، بحيث تكون عمودية على أشعة الشمس و المسافة بين الأرض و الشمس عند قيمتها المتوسطة خلال السنة و المقدرة بـ 5×10^8 km وتعطى قيمة الثابت الشمسي ألمقاسه من طرف **Gueymard** في

$$[4] I_0 = 1366.1 W/m^2$$

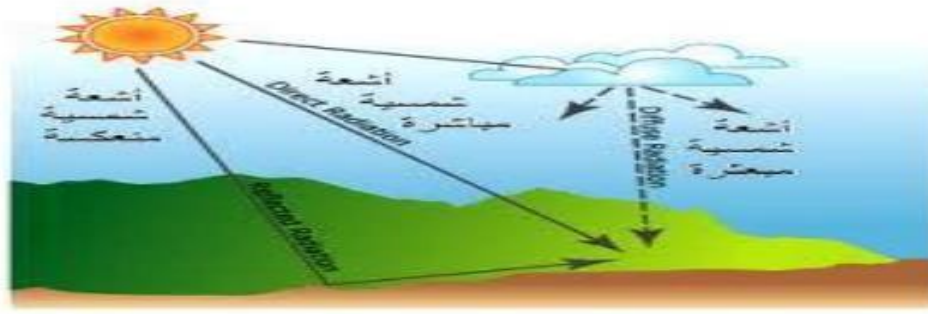
و خلال أيام السنة تعطى علاقة التصحيح للثابت الشمسي [5] :

$$I = I_0 + \left[1 + 0.034 \cos \left[(N_j - 2) \frac{360}{365} \right] \right] \quad (2 - 1)$$

حيث N_j يمثل رقم اليوم من السنة الشمسية ($N_j = 1, 2, \dots, 563$)

6-I أنواع الإشعاع الشمسي

يتبعثر بعض الإشعاع الشمسي عند مروره خلال الغلاف الجوي، كما يمتص بعضه في الغلاف الجوي وينعكس بعضه إلى الفضاء خارج الغلاف الجوي، وبالتالي يكون الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض مكون من جزأين الأول إشعاع على شكل حزمة ضوئية أو إشعاع مباشر والجزء الآخر إشعاع انتشاري أو منتشر نتيجة للجزء المبعثر من الإشعاع بواسطة الغلاف الجوي كما يوضحه الشكل (2-I) التالي :



الشكل I-2: أنواع الإشعاع الشمسي

I-6-1 الإشعاع الشمسي المباشر I_h

وهو الإشعاع الساقط على سطح ما مباشرة من الشمس, تعطى علاقة الإشعاع المباشر بالعلاقة التالية [1]:

$$I_h = A \cdot \exp \frac{-1}{B \sin(h+C)} \quad (3 - I)$$

حيث الجدول التالي يوضح قيم A, B, C التي تمثل ثوابت التجربة التي تعتمد على طبيعة السماء، والتي تأخذ القيم التالية :

| | | | |
|-------------------------|---------|---------|----------|
| سماء صافية جدا | $C=1$ | $B=6$ | $A=1210$ |
| سماء صافية قليلة الغيوم | $C=1,6$ | $B=3,8$ | $A=1230$ |
| سماء في حالة غبار وضباب | $C=3$ | $B=2,3$ | $A=1260$ |

الجدول I-1: قيم الثوابت $A ; B ; C$

I-6-2 الإشعاع الشمسي المنتشر أو المشتت D_h

وهو الإشعاع الشمسي الساقط على سطح ما بعد أن تشتت خلال مروره بطبقات الجو، أو هو الإشعاع الذي انعكس وسقط على ذلك السطح [7].
تعطى علاقة الإشعاع المنتشر بالعلاقة التالية:

$$D_h = (\sin h)^{0.4} \quad (4 - I)$$

الجدول (I-2): التالي يوضح قيمة الثابت E التي تعتمد على طبيعة السماء، والتي تأخذ القيم التالية :

| | |
|-------------------------|-----------------|
| سواء صافية جدا | $E = (3/4).125$ |
| سواء صافية الغيوم | $E = 125$ |
| سواء في حالة غبار وضباب | $E = (3/4).125$ |

الجدول 1- 2: قيمة ثابت التجربة E .

3-6-I الإشعاع الشمسي الكلي G_h :

وهو مجموع الإشعاع الشمسي المباشر والمشتت الساقطين على مستوى أفقي [6, 7, 8] كما توضحه العلاقة التالية:

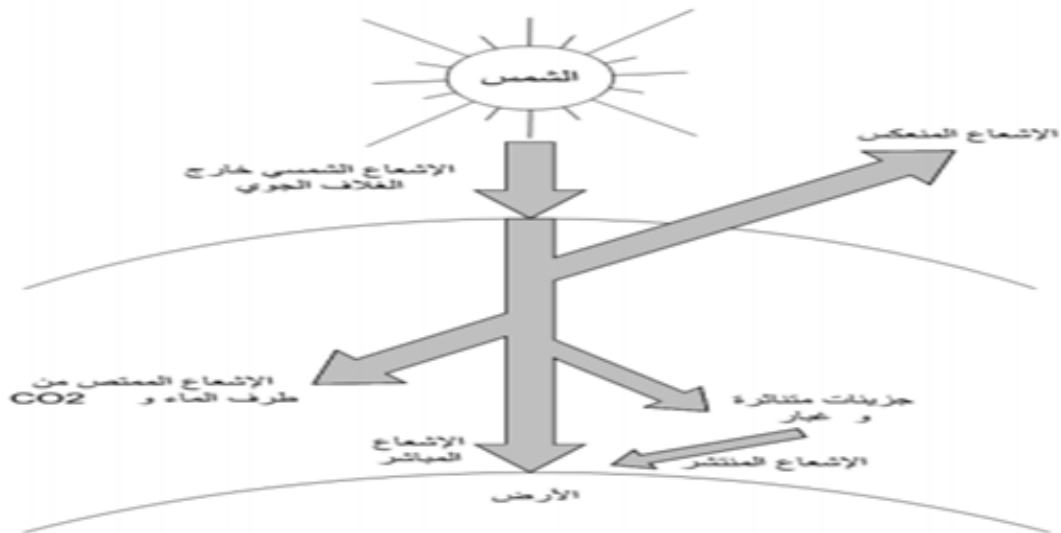
$$G_h = I_h \sin h + D_h \quad (5 - I)$$

حيث:

I_h : الإشعاع المباشر.

h : زاوية الارتفاع الشمسي.

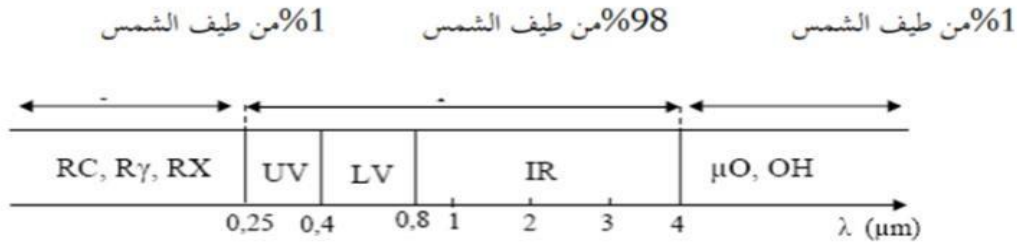
D_h : الإشعاع المنتشر في السماء .



الشكل I-3: مخطط يوضح وصول الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض

I-7 التوزيع الطيفي للإشعاع الشمسي

الإشعاع الشمسي الصادر عن الشمس هو أمواج كهرومغناطيسية، تتوزع طاقتها على طيف الإشعاع كما موضح في الشكل (I - 4) :



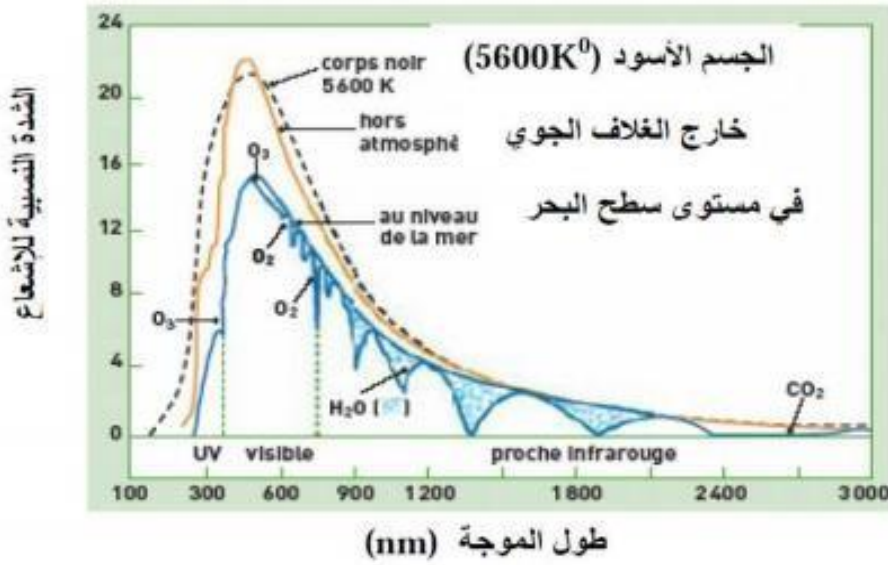
الشكل I-4: توزيع طيف الإشعاع الشمسي

يمثل توزيع الإشعاع الشمسي كما يلي:

- $\lambda \in [0,25;0,4] \mu\text{m}$ المجال فوق البنفسجي ويمثل 7% من الطاقة الكلية المنبعثة من الشمس
- $\lambda \in [0,4;0,8] \mu\text{m}$ المجال المرئي ويمثل 47, 5% من الطاقة الكلية المنبعثة من الشمس
- $\lambda \in [0,8;4] \mu\text{m}$ المجال تحت الحمراء ويمثل 45% من الطاقة الكلية المنبعثة من الشمس .
- $\lambda < 0,25 \mu\text{m}$ المجال أشعة سينية وأشعة كاملا وأشعة الراديوية .
- $\lambda > 4 \mu\text{m}$ من فهي أشعة ميكروويف .

إن طيف الإشعاع الشمسي يحاكي إشعاع الجسم الأسود في درجة حرارة $T=5600 \text{ K}$ في مجال

الطيف $\lambda \in [0,25;4] \mu\text{m}$ كما هو موضح في الشكل (I - 5). [1]



الشكل I-5: تأثير الغلاف الجوي على الإشعاع الشمسي

I-8- الزوايا الشمسية

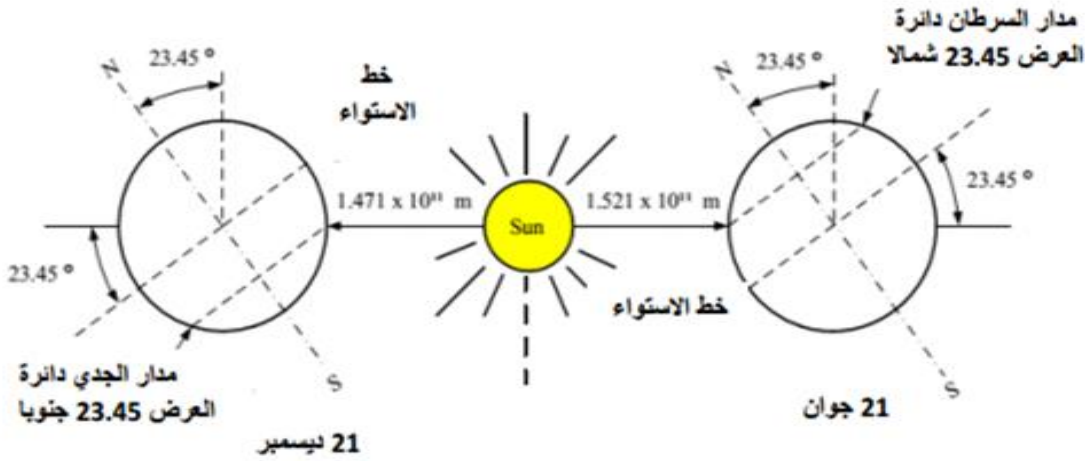
تعرف العلاقات الهندسية للزوايا الشمسية كما يلي:

حيث تتأثر شدة الإشعاع الشمسي في نقطة ما من سطح الأرض بالحركة النسبية للأرض حول الشمس و التي تحدد من خلال الزوايا الشمسية:

I-8-1 زاوية ميل الشمس

تدور الأرض حول الشمس في مسار اهليلجي حيث تكمل دورة كاملة خلال 365.25 يوم، بحيث تصل المسافة أرض - شمس أقل قيمة في 21 ديسمبر و التي تبلغ $1.74 \times 10^{11} \text{ m}$ ، كما تبلغ المسافة قيمتها العظمى $1.52 \times 10^{11} \text{ m}$ في 21 جوان [8]. الشكل (1-3).

يصنع محور دوران الأرض حول نفسها مع الناظم على المستوى الاهليلجي (مستوى دوران الأرض حول الشمس) زاوية ميل δ تتغير قيمتها بين 45.23° و- 45.23° على مدار السنة. الشكل (1-3):



الشكل I-6: حركة الأرض بالنسبة للشمس

و تعطى زاوية الميل الشمسي في كل يوم من السنة بالعلاقة:

$$\delta = 23.45^\circ \sin \frac{360}{365} (284 + N_J)(1 - 2) \quad (6 - 1)$$

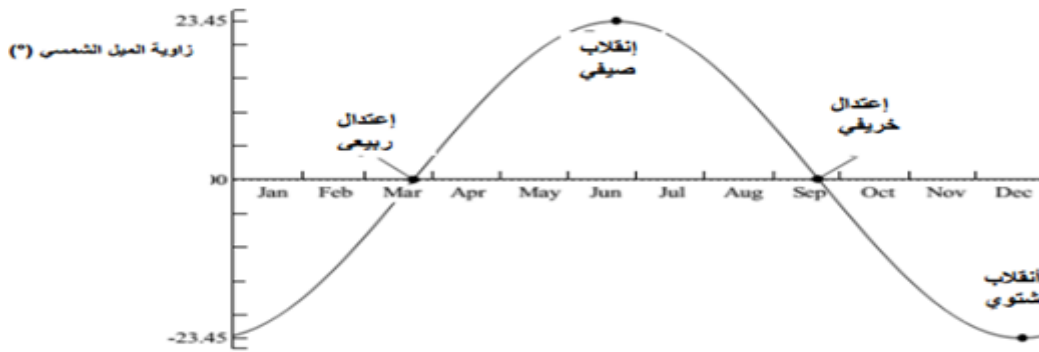
حيث نأخذ القيمة العظمى:

(+ 23.45) في 21 جوان انقلاب صيفي

(-23.45) في 21 ديسمبر انقلاب شتوي

بينما تكون معدومة ($\delta = 0$) في الاعتدالين الخريفي في 21 سبتمبر و الربيعي في 21 مارس كما يبين

الشكل (4-1)



الشكل I-7: بيان تغيرات الميل الشمسي خلال أيام السنة

يمكن تتبع حركة الشمس من الشروق إلى الغروب في نقطة ما من سطح الأرض من خلال زاويتي الارتفاع h و السمات a .

2-8-I زاوية الارتفاع الشمسي h

هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين نقطة على سطح الأرض ومركز الشمس الأفقي الذي تمر فيه النقطة على الأرض، هذه الزاوية تساوي صفر عند شروق وغروب الشمس وتأخذ القيمة العظمى عند وقت الزوال الشمسي هذه الزاوية مهمة في تحديد كمية الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض [3,4]. وتكتب بالعلاقة التالية:

$$\text{Sin} (h) = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega \quad (7 - I)$$

$h=0$: عند شروق وغروب الشمس

$h<0$: في النهار

$h>0$: في الليل

حيث:

φ : زاوية دائرة العرض

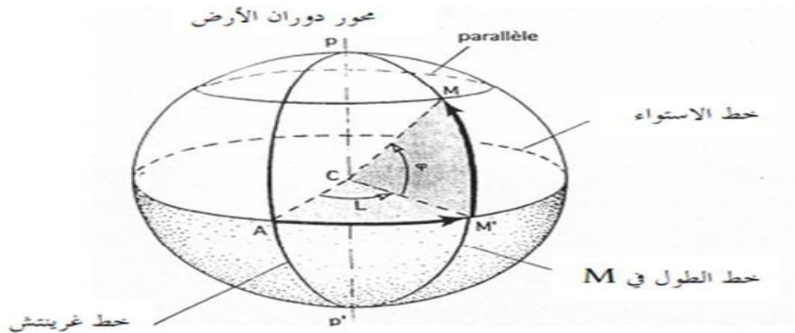
ω : زاوية الساعة الشمسية

3-8-I زاوية دائرة العرض

وهي الزاوية المحصورة بين المتجه المار بين نقطة على سطح الأرض ومركز الأرض ومسقطه على خط الاستواء وهي محصورة بين: $\varphi \in [-90, +90]$ كما هو موضح في الشكل (7- I) . حيث:

$\varphi > 0$: شمال خط الاستواء

$\varphi < 0$: جنوب خط الاستواء



الشكل 8-I: زوايا تحديد الموقع (زاوية خط العرض D وزاوية خط الطول L)

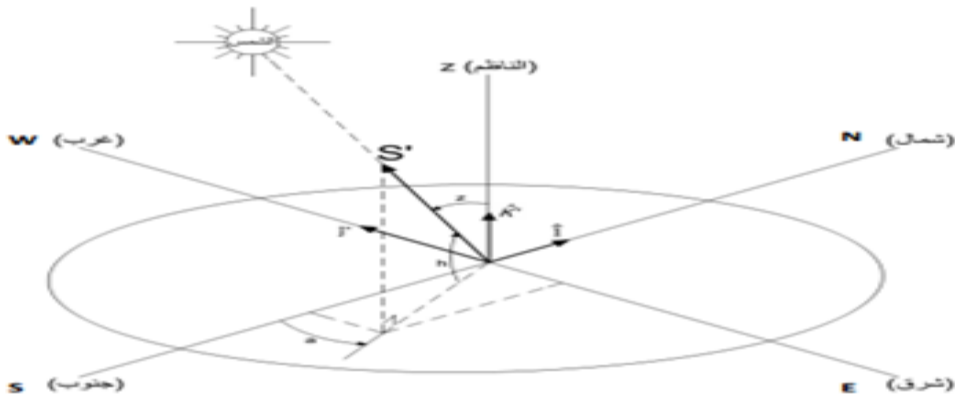
I-8-4 زاوية خط الطول

هي الزاوية التي يصنعها خط الطول المار بالمنطقة مع خط الطول المار ببلدة غرينتش البريطانية الذي نعتبره خط الصفر، وتقرأ الزاوية موجبة شرقا وسالبة غربا [10,9] وتكون قيمها محصورة [180 + , -180] L كما موضح في الشكل (I - 7) السابق.

I-8-5 زاوية السميت الشمسي

هي الزاوية التي يصنعها مسقط الشعاع الوارد للنقطة من سطح الأرض على المستوى الأفقي مع المحور المتجه للجنوب عند هذه النقطة , و تكون هذه لزاوية موجبة إذا كانت متجهة نحو الغرب و تكون سالبة إذا كانت متجهة نحو الشرق كما يبين الشكل (5-1) و تعطى بالعلاقة [11] :

$$\cos a = \frac{\sin h + \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h + \cos \varphi} \quad (8 - 1)$$



الشكل I-9: زاوية الارتفاع الشمسي و الذروة و السميت الرأسية (منظم سطح أرضي)

I-8-6 زاوية السميت الرأسية Z

هي الزاوية بين الشعاع الشمسي وسمت الأرض (الخط الشاقولي المار بالموقع) وبذلك فهي متممة زاوية الارتفاع الشمسي [10,3].

$$Z = \frac{\pi}{2} - 2 \quad (9 - 1)$$

ويمكن حسابها بالعلاقة التالية:

$$\cos \theta_z = \cos \delta \cos L \cos \omega + \sin \delta \sin L \quad (1 0 - 1)$$

7-8-I زاوية الساعة الشمسية

زاوية الساعة الشمسية تعين بالدوران المنتظم للأرض حول محورها القطبي، إذا يوجد ارتباط مباشر للتوقيت الشمسي الحقيقي يكون متغير أساسي يسمح بالحساب الصحيح للإحداثيات الزاوية للشمس [3,4].

$$\omega = \frac{360}{24} (Tvs - 12) \quad (13- I)$$

حيث:

Tvs : توقيت الشمسي الحقيقي

تعطى علاقة التوقيت الشمسي الحقيقي كما يلي:

$$Tvs = TL + Et + \frac{L}{15} + \quad (14- I)$$

حيث:

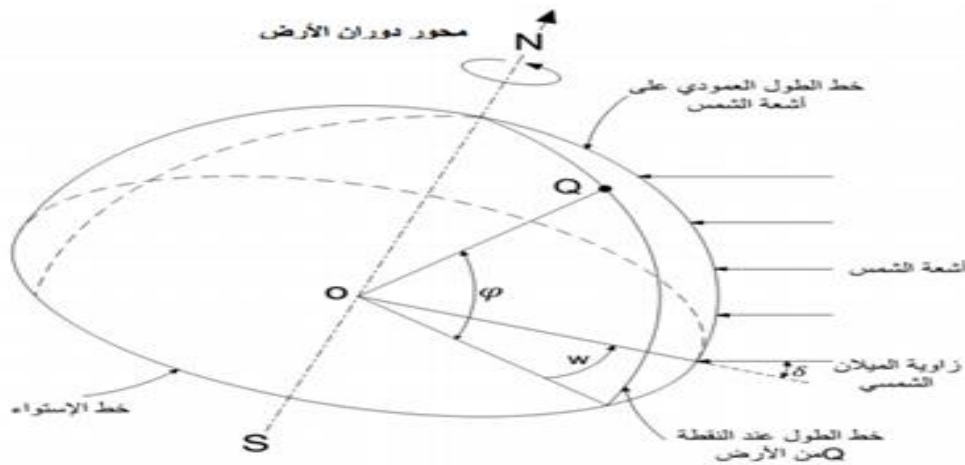
C : التصحيح الناتج عن تغير التوقيت المحلي (الصيفي ، الشتوي) مقارنة بتوقيت غرينتش الذي قيمته في الجزائر $C = -1$

TL : التوقيت المحلي.

Et : التصحيح الزمني (المعادلة الزمنية).

L : زاوية خط الطول التي تقع عليه المنطقة ، وتكون موجبة إذا كانت المنطقة شرق خط غرينتش بينما تكون سالبا غرب خط غرينتش [12].

العدد 15: هو درجة لكل ساعة عند التحرك (شرق - غرب) على نفس دائرة العرض، أي 1 درجة لـ 4 دقائق أي مسافة (111Km) (شرق - غرب) لكل عند دائرة خط الاستواء $\varphi = 0$ و (96km) عن دائرة العرض المارة عبر مدينة الوادي حيث: $\varphi = 33.5'$ وخط الطول $L = 47.6'$ [11].



الشكل I-10: زاوية الساعة الشمسية و دائرة العرض للمنطقة

الفصل الثاني

خطوات دراسة المركز

الشمسي المقعر (الصحن)

تمهيد

يعني تركيز الطاقة الشمسية إنتاج حرارة أو كهرباء باستخدام مئات من المرايا التي تركز حرارة أشعة الشمس إلى ما بين 400 و 1000 درجة مئوية. حيث تتعدد أشكال المرايا وطرق تتبعها لشمس ووسائل تحويل تلك الحرارة إلى طاقة مفيدة ولكن في النهاية تخضع جميع الوسائل لنفس القواعد الأساسية. حيث انه هذا ما سندرسه في هذا الفصل بما فيه دراسة أولية تجريبية.

II-1- نظرة تاريخية حول استغلال الطاقة الشمسية

استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية و تدفئة المنازل, كما استخدمها في مجالات أخرى, حيث احرق ارخميدس الأسطول الحربي الروماني في حرب عام 212 ق.م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء. بواسطة المئات من الدروع المعدنية. و في العصر البابلي كانت نساء الكهنة يستعملن أنية ذهبية مصقولة كالمرايا, لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار. [14]

في عام 1912 أنشأت أول محطة عالمية للري بواسطة الطاقة الشمسية, تعمل لمدة 5 ساعات في اليوم و ذلك في المعادي قرب القاهرة, و استخدمت فيها مركزات الشمسية الاسطوانية المقعرة حيث بلغ طول الوحدة الواحدة منها 62 مترا, بمساحة إجمالية قدرها 1200 متر مربع. أنتجت هذه استطاعة تراوحت بين 37 و 45 كيلو واط. وعلى الرغم من نجاح المحطة إلا أنها أغلقت عام 1915 بسبب الحرب العالمية الأولى. [15]



الشكل II-1: مخطط يوضح استخدام الطاقة.

II-2 تكنولوجيا التركيز الشمسي

نظرا لانخفاض كثافة الطاقة الشمسية على سطح الأرض يتم استخدام مساحة واسعة لتجميع تدفق الطاقة الشمسية، ثم تركيز الإشعاع الشمسي المباشر عن طريق عملية الانعكاس من قبل مجمعات الطاقة الشمسية على جهاز الاستقبال، الذي يمتص الطاقة الشمسية على شكل حرارة ثم يحولها إلى المائع الناقل للحرارة (HTF)، ليتم إنتاج البخار المضغوط إما بشكل مباشر أو غير مباشر بواسطة المبادلات الحرارية، ومن ثم يتم تدوير العنفات لتوليد الطاقة الكهربائية، وتشمل تكنولوجيات الطاقة الشمسية المركزة (CSP) المتاحة أنظمة كل من الاسطواناني القطع مكافئ (PTC) والقطع مكافئ ذو العاكس المزدوج (CPC) والأبراج الشمسية (CRS) و الصحن القطع مكافئ (DP) وعاكس فرينل الخطي (LFR)، وتستخدم موائع نقل الحرارة (HTF) في هذه الأنظمة، الزيوت الاصطناعية و الأملاح المنصهرة و البخار أو الهواء المضغوط. [15]

II-3 أنواع المركزات للإشعاع الشمسي

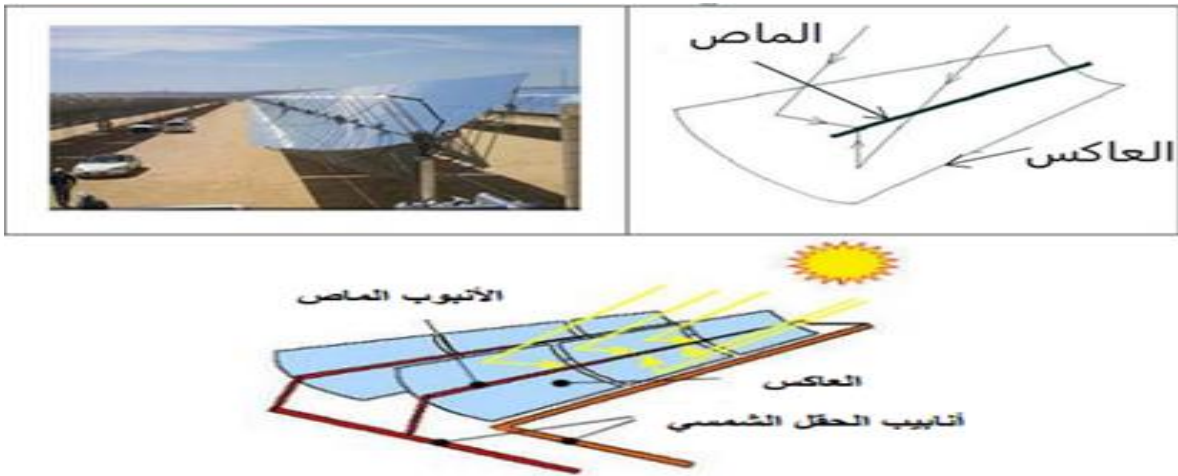
● المركزات: وهي منظومة خاصة بتركيز الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية أو كهربائية، لكونها تملك سطوح عاكسة لتركيز الإشعاع الشمسي إما بشكل خطي أو نقطي، ويمكن استخدامها لأغراض متعددة.

II-3-1 التركيز الخطي

يتم تركيز الإشعاع الشمسي المباشر خطيا بواسطة عاكس على سطح أنبوب ماص مثبت في المحور اليوري، و يتم التتبع الشمسي وفق محور دوران واحد للرفع من المردود، و من أهمها: الأسطواناني القطع مكافئ (PTC)، و عاكس فرينل الخطي (LFR). حيث تبلغ نسبة تركيز هذه الأنظمة (30-80) و تصل درجة حرارة المائع إلى $400^{\circ}C$.

II-3-1-1 المركز الشمسي الاسطواناني القطع المكافئ (PTC)

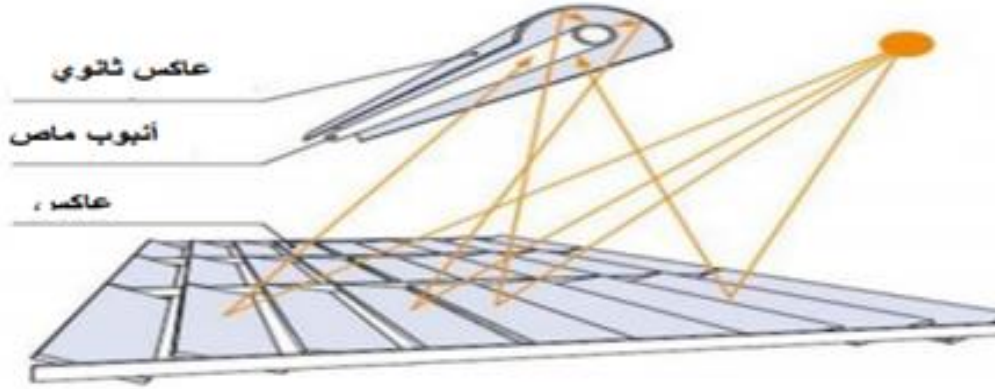
يتكون نظام (PTC) من عواكس طويلة مقطعها العرضي قطع مكافئ، تركز الإشعاع الشمسي في المحور اليوري الخطي الذي يثبت به أنبوب امتصاص (من النحاس أو الفولاذ المقاوم للصدأ) ، مطلي بطبقة انتقائية و محاط بأنبوب زجاجي يكون أحيانا مفرغ من الهواء للحد من الضياعات الحرارية، ويكون مزود بنظام تتبع شمسي على محور دوران واحد، الشكل (II-2).



الشكل II-2: المجمع الشمسي الاسطواناني القطع المكافئ (PTC)

2-1-3-II عدسات عاكس الفرينل الخطي(LFR)

يتكون من مرآيا مسطحة متوازية، تقوم بتركيز الإشعاع الشمسي نحو جهاز استقبال خطي يقع على بعد أمتار فوق حقل المرآة الأولية، وهذا يتطلب مرآة ثانوية فوق جهاز الاستقبال لإعادة تركيز الأشعة الضائعة، أو البديل عن ذلك زيادة عرض جهاز الاستقبال بجعله يتكون من عدة أنابيب متوازية كما يوضح الشكل(3-II).



الشكل 3-II: عاكس الفرينل الخطي (LFR)

2-3-I التركيز النقطي

يتم تركيز الإشعاع الشمسي المباشر الساقط على سطح عاكس في نقطة البؤرة من خلال نظام الصحن القطع مكافئ (DP)، حيث تصل نسبة تركيز الإشعاع الشمسي (4000-1000)، و يتم التتبع الشمسي وفق محوري دوران للمحافظة على تركيز الإشعاع في نقطة البؤرة. يستخدم الصحن القطع المكافئ (DP) في توليد الكهرباء مباشرة من خلال محرك ستيرلينغ، أو بواسطة توربينات الغاز الموضوعة في البؤرة، وكذلك من خلال نظام المستقبل المركزي (CRS) الذي يضم حقلا كبيرا من المرايا العاكسة (heliostats) التي تركز الإشعاع الشمسي على جهاز الاستقبال المثبت في أعلى البرج، حيث تبلغ نسبة التركيز (1500-2000) ويمر المائع عبر المستقبل ليمتص الحرارة ومن ثم إنتاج و تخزين الطاقة، حيث يستخدم المائع في نظام (CRS) الهواء، البخار، الملح المنصهر، الصوديوم السائل

1-2-3-II المركز الشمسي الاسطواني القطع المكافئ ذي العاكس المزدوج (CPC)

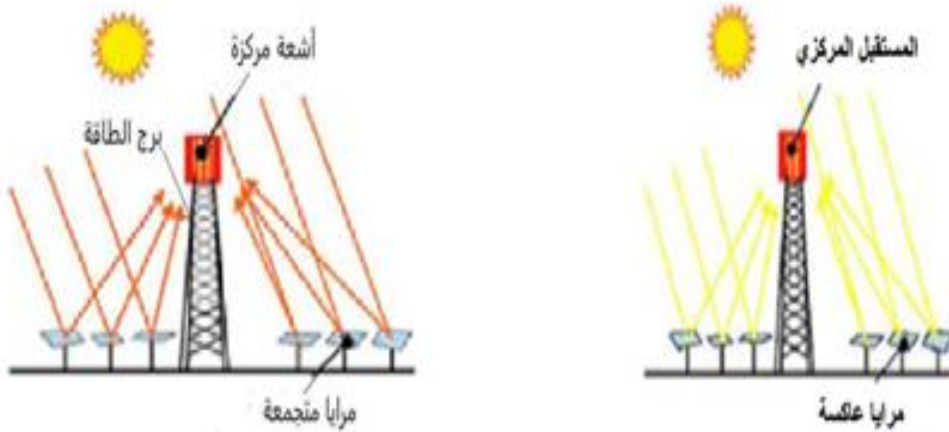
يتكون من عاكسين اسطوانيين مقطعهما قطع مكافئ لهما نفس البؤر الخطية، حيث يتم تثبيت الأنبوب الماص، وتبلغ نسبة التركيز الهندسي (3 - 10)، وتصل درجة حرارة المائع (80°C - 300°C). ويتم التتبع الشمسي وفق محور دوران واحد كما يوضح الشكل (4-II).



الشكل II-4: المجمع الشمسي الاسطواني القطع المكافئ ذو العاكس المزدوج (CPC)

II-2-3-2 أ البرج المركزي الشمسي (المستقبل المركزي) (CRC)

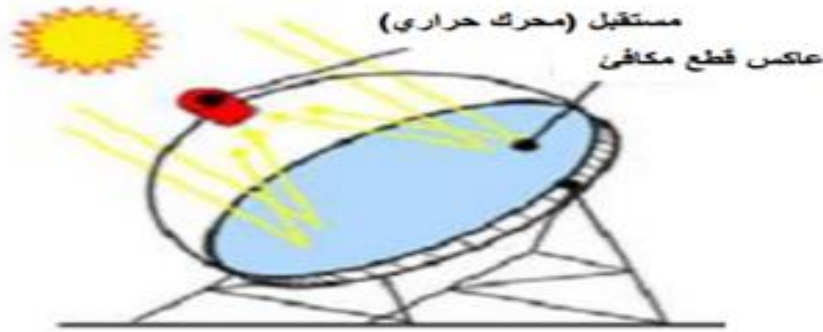
تتكون من مرايا مسطحة تغطي مساحات شاسعة، ويتم توجيهها بحيث تركز الإشعاع الشمسي المباشر على جهاز استقبال مركزي، و تكون هذه المرايا مزودة بنظام تتبع شمسي على محوري دوران. يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى حرارة بواسطة المستقبل المركزي ومن ثم تنتقل إلى المائع (HTF) الذي يكون عادة الأملاح المنصهرة، ويتم توليد البخار بواسطة المبادلات الحرارية ومن ثم إنتاج الطاقة الكهربائية عبر دورة ترم وديناميكية الشكل (II-5).



الشكل II-5: البرج المركزي الشمسي (CRC)

II-2-3-3 المركز الشمسي الصحن القطع المكافئ (DP)

يتكون من صحن عاكس ذو شكل قطع مكافئ وجهاز الاستقبال مثبت في البؤرة النقطية، ويتم التتبع الشمسي على محورين، حيث يتم امتصاص الإشعاع الشمسي على شكل حرارة من طرف جهاز الاستقبال الذي يحوي على غاز لتشغيل توربينات غازية الشكل (II-6).



الشكل II-6: الصحن القطع المكافئ (DP)

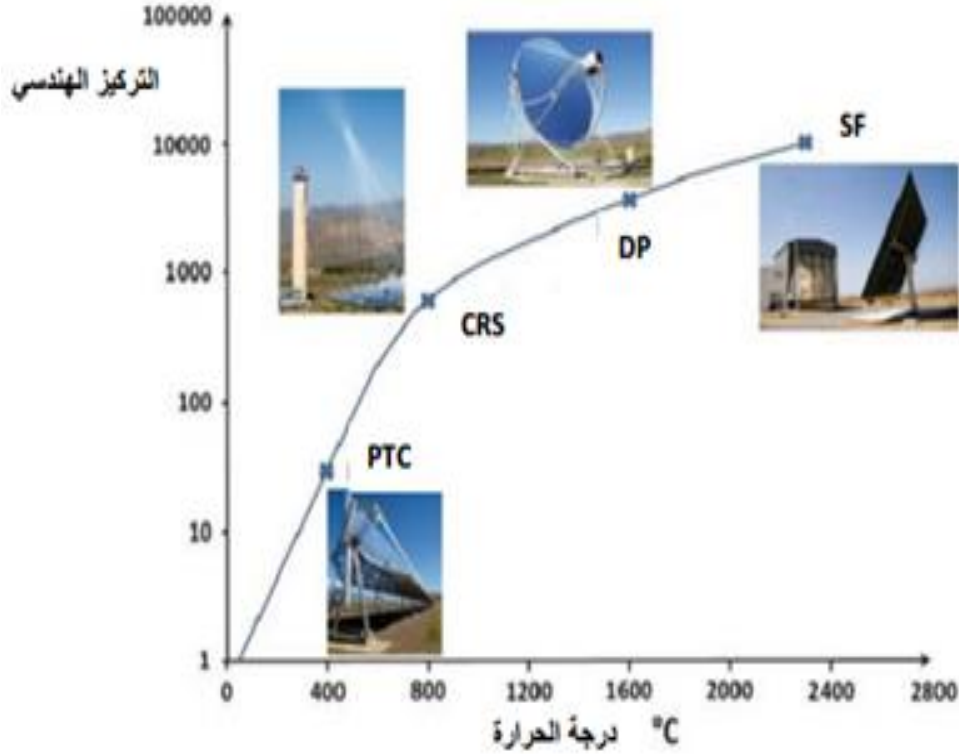
II-4 مبدأ عمل المركزات الشمسية

يتم تركيز الإشعاع الشمسي الساقط على الفتحة، بواسطة السطح العاكس نحو سطح الامتصاص (جسم أسود) الذي يمتص هذا الإشعاع على شكل حرارة و بالتالي زيادة درجة حرارته، و من ثم تنتقل هذه الحرارة إلى المائع الناقل للحرارة (HTF) بواسطة الحمل على شكل حرارة مفيدة، بينما يتم فقد جزء من هذه الحرارة إلى الهواء الجوي المحيط بواسطة (التوصيل و الحمل و الإشعاع) على شكل ضياع. و يتكون المركز الشمسي عموماً من :

- أداة تركيز للإشعاع
- أداة امتصاص للإشعاع
- أداة تتبع شمسي

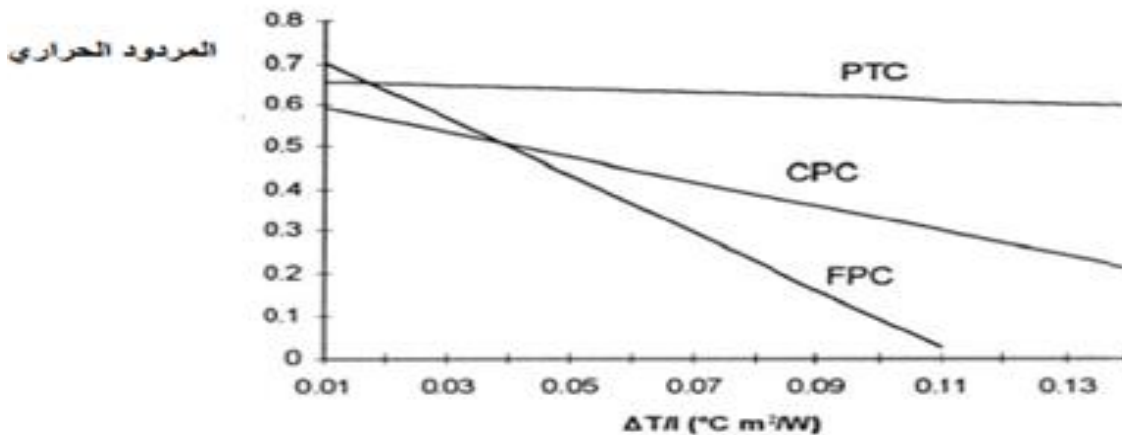
II-5 المقارنة بين مختلف أنظمة التركيز الشمسي

يوضح الشكل (II-7) حدود التركيز الهندسي ودرجات حرارة التشغيل لمختلف أنظمة التركيز الشمسي، ويعتبر مجال درجة حرارة اشتغال PTC هو الأنسب لتوليد البخار، بينما الأنظمة الأخرى تكون مناسبة في صهر المعادن والأملاح والتخزين الحراري.



الشكل II-7: التركيز الهندسي و درجة الحرارة اشتغال المركزات الشمسية

يوضح الشكل (II-8) تغيرات المردود الحراري بدلالة نسبة الفرق في درجة حرارة المائع إلى شدة تدفق الإشعاع الشمسي، ونلاحظ من البيان استقرار المردود الحراري لـ PTC مع زيادة النسبة $\frac{\Delta T}{I}$ ، بينما على العكس نلاحظ تراجع المردود الحراري مع زيادة هذه النسبة بالنسبة للمركز الخطي (CPC)، ومن أجل المجمع المسطح (FPC) الغير مركز فنلاحظ تراجع المردود الحراري إلى الانعدام.



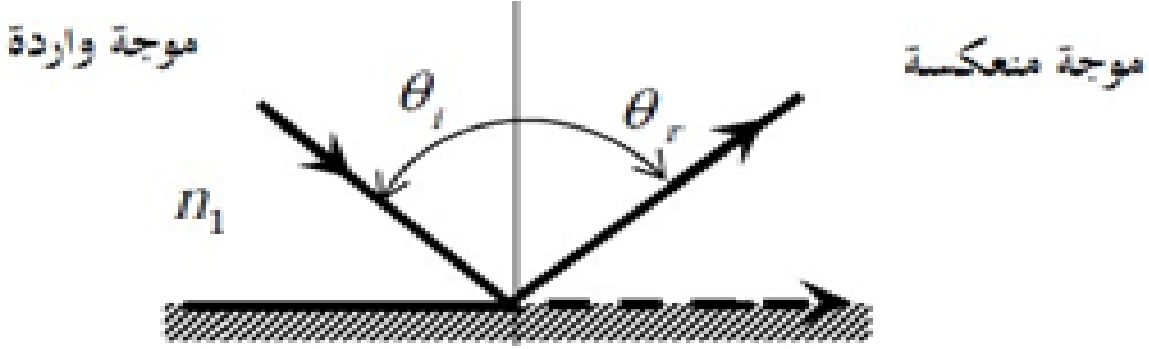
الشكل II-8: بيان تغيرات المردود الحراري لأنظمة التجميع الشمسي

5-II دراسة نظرية لمركز مكافئ (صحن مكافئ)

1-6-II هندسة القطع المكافئ

1-1-6-II مبدأ الانعكاس

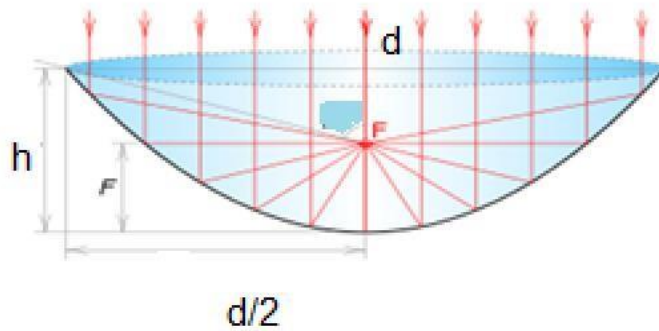
ينص مبدأ انعكاس الضوء على تساوي زاويتي السقوط والانعكاس إذا سقط الضوء على سطح عاكس مستوي حيث $\theta_i = \theta_r$ [16] كما يوضح الشكل (9-II) .



الشكل 9-II:مبدءا انعكاس الضوء

2-6-II هندسة المركز الشمسي ذو القطع المكافئ

تسقط الأشعة الشمسية متوازية على سطح عاكس للمراة، فتتجمع الأشعة الشمسية على السطح الماص في البؤرة الضوئية، حيث يلعب الشكل الهندسي لسطح المركز دورا مهما في عملية التركيز . كما يوضح الشكل(10-II):



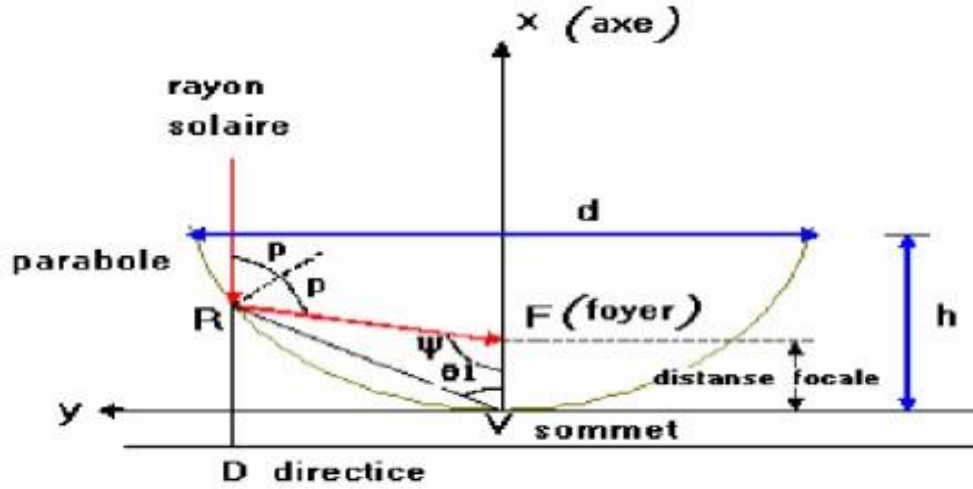
الشكل 10-II:الصحن الشمسي

يعرف القطع المكافئ بمعاملات عدة منها قطر القطع المكافئ و الارتفاع وزاوية الفتحة . بالشكل(11-II) و يعطي بالمعادلة التالية :

$$Y^2 = 4fx \quad (1- II)$$

حيث:

f: البعد البؤري للقطع المكافئ.



الشكل II-11: هندسة القطع المكافئ

II-2-6-1 ارتفاع

تعطى عبارة الارتفاع بالعلاقة التالية [17]:

$$h = \frac{d^2}{16f} \quad (2-II)$$

حيث:

h : ارتفاع القطع المكافئ.

نصف قطر القطع المكافئ p [17]:

$$p = \frac{2f}{1 + \cos \psi} \quad (3-II)$$

حيث:

ψ : زاوية بين الخط (VF) و نصف قطر القطع المكافئ p .

تعرف زاوية الفتحة بالعلاقة التالية [18]:

$$\tan \psi = \frac{f/d}{(f)^2 - \frac{1}{8}} \quad (4-II)$$

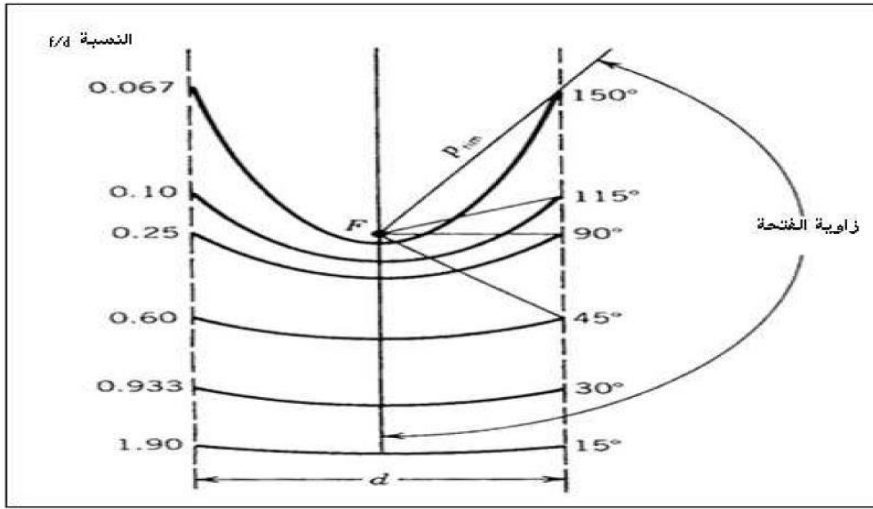
تعطى عبارة طول القوس للقطع المكافئ بالعلاقة التالية [18]:

$$s = \left[\frac{a}{2} \sqrt{\left(\frac{4h}{a}\right)^2 + 1} \right] + 2f \cdot \ln \left[\frac{4h}{a} + \sqrt{\left(\frac{4h}{a}\right)^2 + 1} \right] \quad (5-II)$$

s : وحدتها .

يتغير بعد البؤرة بتغير قطر القطع المكافئ d كلما زاد القطر زادت مساحة الفتحة للقطع المكافئ مما يؤدي إلى تغيير موقع البؤرة ونلاحظ كذلك من الشكل ان مساحة الفتحة للقطع المكافئ لها علاقة بتغير

زاوية الفتحة التي بدورها ترتبط بشكل عكسي مع تغير النسبة f/d بحيث كلما زادت هذه النسبة نقصت قيمة زاوية الفتحة كما يوضح الشكل (12-II)



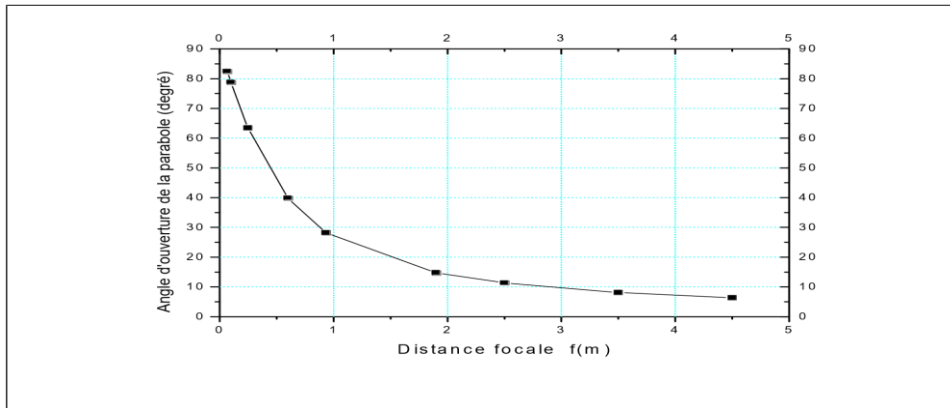
الشكل 12-II: تغير البؤرة بدلالة تغير القطر

تعطى عبارة مساحة الفتحة القطع المكافئ كما يلي [18]:

$$A_s = \int_0^{d/2} dA_s = 8\pi f^2 \left\{ \left[\left(\frac{d}{4f} \right)^2 + 1 \right]^{\frac{3}{2}} - 1 \right\} \quad (6-II)$$

نسبة تركيز الهندسي القطع المكافئ هي نتيجة لنسبة بين مساحة فتحة السطح المستقبل على مساحة فتحة السطح العاكس وتعطى بالعلاقة التالية [19]:

$$C_g = \frac{A_{abs}}{A_{ref}} \quad (8-II)$$



الشكل 13-II: المسافة البؤرية بدلالة زاوية فتح القطع المكافئ $D=1m$

6-II-3 مكونات مركز شمسي مقعر [20]

المركز الشمسي المقعر يتكون من العناصر التالية:

6-II-3-1 العاكس

يكون ذو سطح منحنى بهدف تركيز الأشعة كما يطلى بمادة لامعة كالألمنيوم و الفضة لعكس أشعة الشمس نحو المستقبل. ولا يشترط أن يكون سطح العكس قطعة واحدة, فقد يتكون من عدة شرائح مستوية إلى جانب بعضها البعض, كما هو الحال في المركز المخروطي Conical Concentrator, أو قطع مستوية

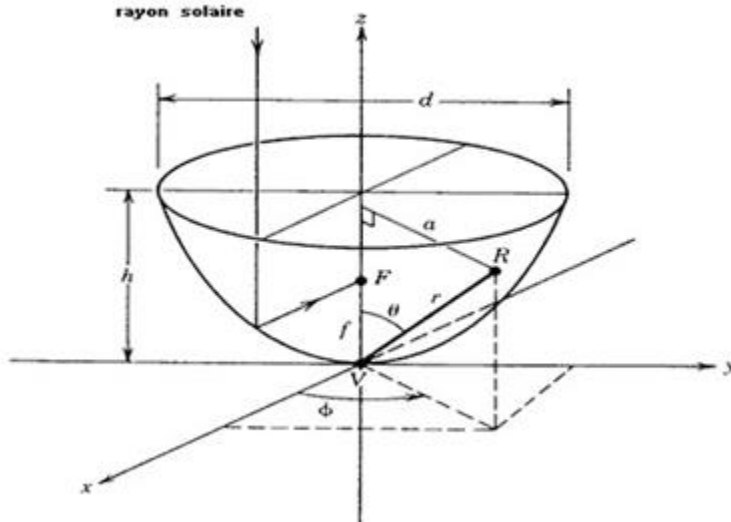
من المرايا يميل كل منها بزاوية معينة كما في Fresnel Mirrors

ليعكس الأشعة الساقطة عليه نحو مستقبل مركزي يمكنه إنتاج بخار يكفي لتشغيل توربينة بخارية.

نحصل على مجسم قطع مكافئ بدوران القطع المكافئ حول محوره. معادلة القطع المكافئ للدوران حول المحور في الإحداثيات الديكارتية مع محور التناظر (Z) تكون :

$$X^2 + Y^2 = 4. f. Z \quad (4)$$

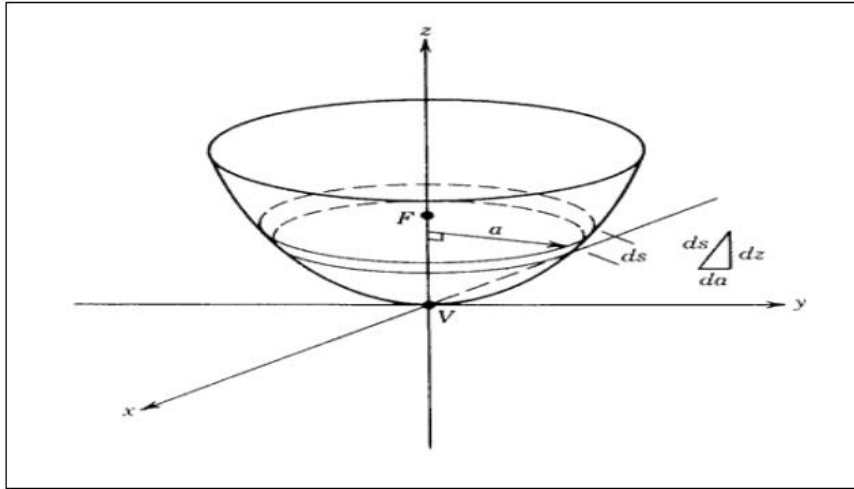
$$Z = \frac{a^2}{4.f} \quad (5)$$



الشكل II-14: دوران قطع مكافئ

سطح القطع المكافئ يمكن أن يوجد بمتكاملة المعادلة (2) :

$$dA_s = 2. \pi. a \sqrt{dZ^2 + da^2} (6)$$



الشكل II-15: العنصر التفاضلي لسطح قطع مكافئ

وبالتالي:

$$dA_s = 2. \pi. a \sqrt{\left[\frac{a}{2f}\right]^2 + 1} da \quad (7)$$

مساحة سطح القطع المكافئ تعين ب [21]:

$$A_s = \int_0^{d/2} dA_s = \frac{8}{3} \cdot \pi \cdot f^2 \left\{ \left[\left(\frac{d}{4f} \right)^2 + 1 \right]^{3/2} - 1 \right\} \quad (8)$$

مساحة الفتحة لقطع مكافئ تعطى ب:

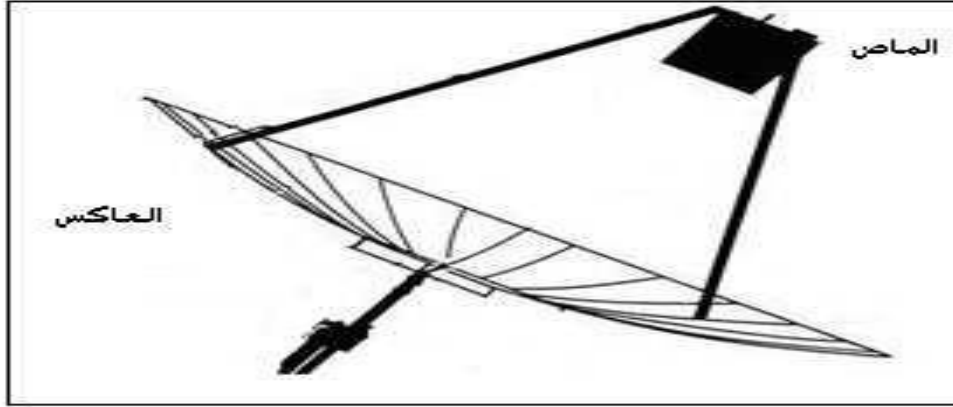
$$A_a = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (9)$$

باستعمال المعادلة (2) نجد:

$$A_a = 4. \pi. f^2 \frac{\sin^2 \Psi}{(1 + \cos \Psi)} \quad (10)$$

6-II-3-2 المستقبل (السطح الماص)

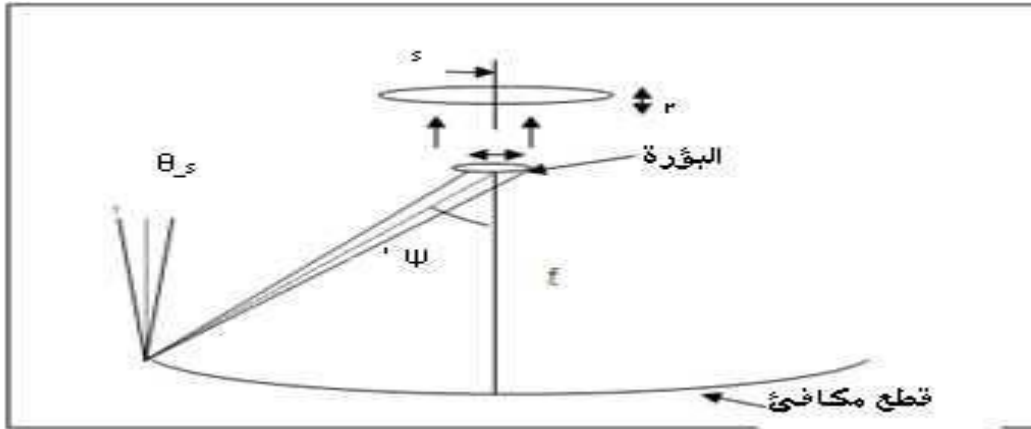
يعمل المستقبل على استقبال الأشعة القادمة من العاكس و امتصاصها و تحويلها إلى حرارة تنقل إلى المائع الذي يمر داخله, و عادة ما تكون مساحة المستقبل أقل من مساحة العاكس. المستقبل هو الذي يمتص الإشعاع الشمسي الآتي إلى البؤرة.



الشكل II-16: مركز شمسي مقعر

أبعاد المستقبل

كل الأشعة الضوئية التي تنعكس على المركز تكون موازية للنقطة البؤرية. عندما تكون زاوية الفتحة في حالة غير خطية مع الشمس فإن انعكاس الأشعة على المستقبل يشكل صورة دائرية تكون متمركزة في البؤرة.



الشكل II-17: صورة القطع الناقص

$$r = \frac{f \cdot \theta_s}{1 + \cos \psi} \quad (11)$$

$$s = \frac{f \cdot \theta_s}{(1 + \cos \psi) \cos(\psi + \theta_s)} \quad (12)$$

r: نصف القطر الأصغري.

s: نصف القطر الأعظمي.

3-3-6-II-3 الداعم

هذا هو العنصر الذي يجمع المكونات المذكورة سابقا ويسمح بدوره لمتابعة الشمس وهي تتحرك في السماء والسماح لتثبيت لوحة له في المكان الأكثر ملائمة.

6-II-3-4 التركيز

تتميز المراكز الشمسية بنسبة تركيز الإشعاع الشمسي الوارد على سطح فتحة الدخول نحو سطح المستقبل, ويعرف بطريقتين:

التركيز الهندسي

هو النسبة بين مساحة فتحة (المركز) و مساحة فتحة سطح المستقبل.

$$C_g = \frac{A_g}{A_r} (13)$$

ت التدفق الشمسي

هو النسبة بين شدة تدفق الإشعاع على فتحة الخروج (المستقبل), مع شدة تدفق الإشعاع الشمسي على فتحة الدخول.

و التي تعرف بأنها النسبة بين مساحة فتحة السطح و سطح المستقبل, و قد تزيد هذه النسبة على الواحد الصحيح في أجهزة التسخين الشمسي للمياه و المقطرات الشمسية Solar Stills و البرك الشمسية Solar Ponds.

$$C_{flux} = \frac{P_r}{P_a} (14) \quad (II-1)$$

5-3-6-II-5 المرآة

تم استخدام ثلاث أنواع من الأسطح العاكسة للأفران الشمسية:

- الاحتمال الأول، الأكثر كلاسيكية، هو إيداع الفضة أو الألمونيوم على ظهر لوحة زجاجية، وهذا هو مفهوم المرايا المحلية التقليدية.
- تحسين استخدام هذا النوع من المرآة لمكثف مكافئ على سماكة اللوحة الزجاجية. هذا هو في الواقع أقل من مم وبالتالي زيادة انعكاس المرآة وتمكينها من الانحناء للحصول على الشكل المكافئ المطلوب. يمكن لهذا النوع من السطح الوصول إلى انعكاسية حوالي 95% [22].
- والثاني يستند إلى نفس المبدأ لكننا نستبدل الألواح الزجاجية بفيلم بلاستيكي ، أكثر مرونة وأرخص. ومع ذلك ، فإن الخصائص الميكانيكية والبصرية لهذه الأفلام تتحلل تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية.
- الاحتمال الثالث يتكون من صفائح الألمنيوم المصقول. يمكن أن تكون هذه الأوراق كبيرة الحجم وغير مكلفة ولكن لها انعكاسات منخفضة (85%) وطول العمر المنخفض.

II-7 وصف وتحقيق مكونات النموذج الأولي

تم تعديل اختيار المواد للعنصر المكون للجهاز أثناء التنفيذ (وفقاً لخصائص كل عنصر). ثم انتقلنا إلى تشكيل الأجزاء المختلفة المكونة للفرن الشمسي وهي:

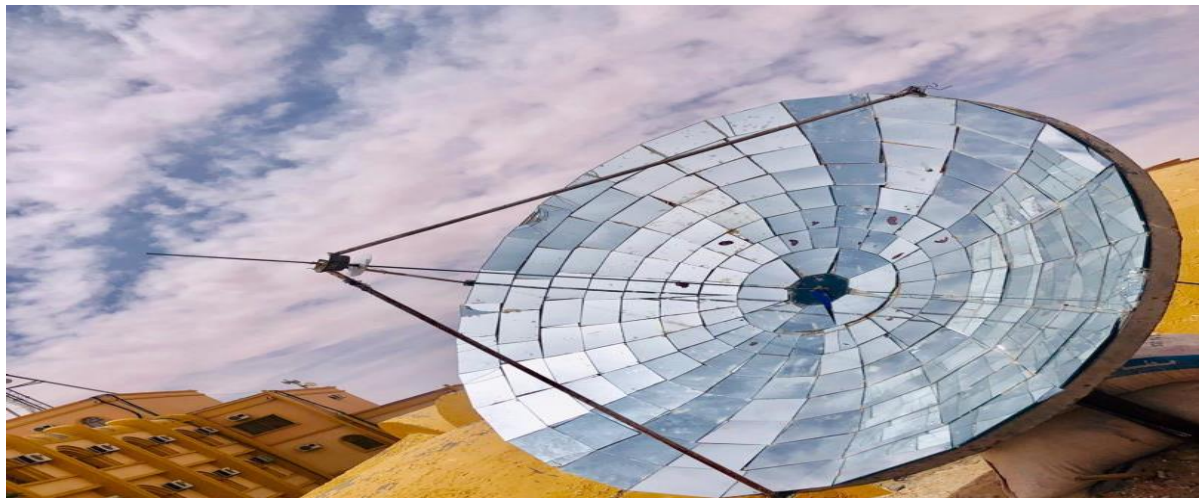
1. العاكس.
2. الداعم.
3. استقبال.

II-7-1 العاكس

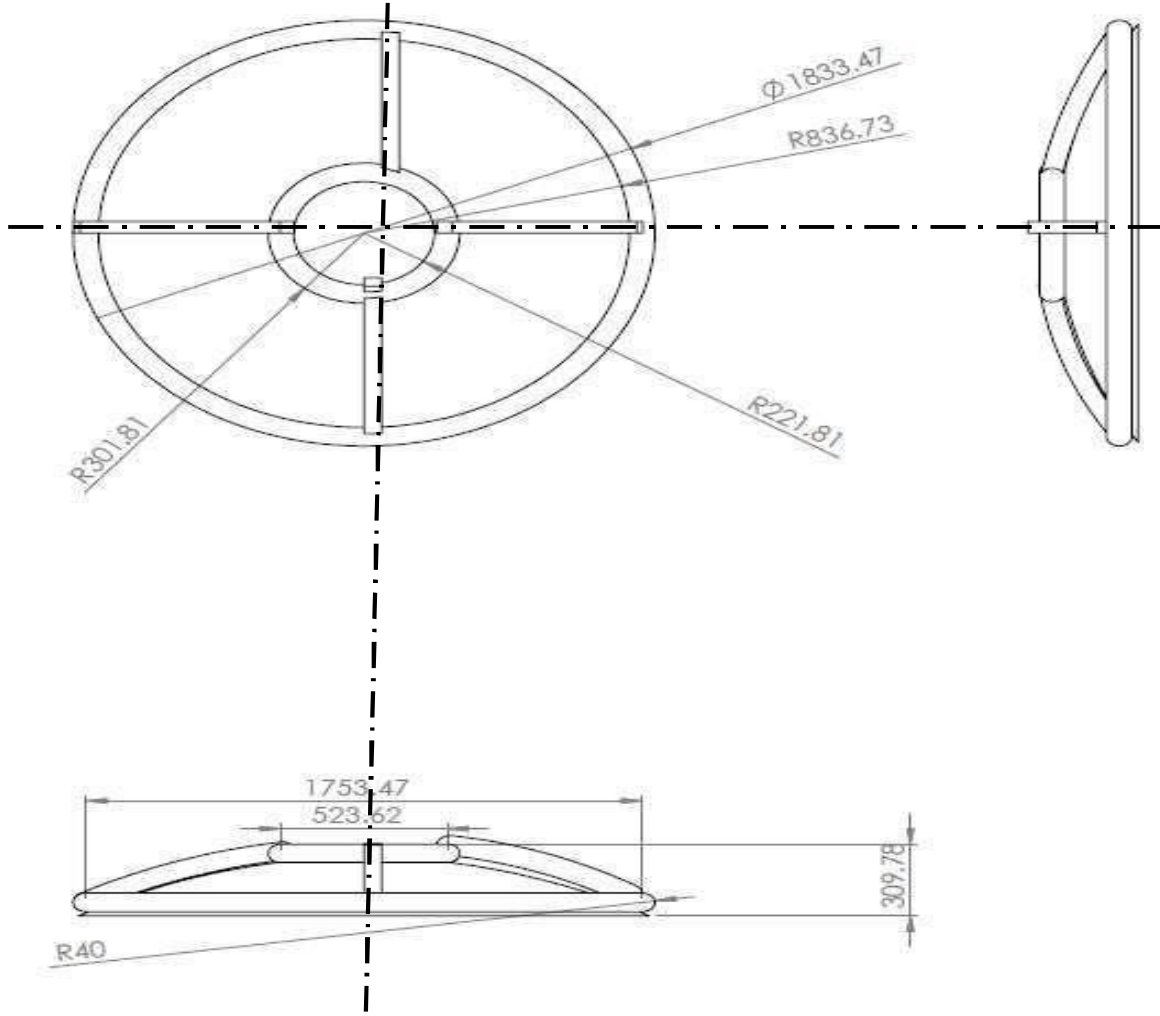
يركز هذا العنصر الطاقة الشمسية في تركيزها. يمكن تحقيقه إما:

- من ورقة مسطحة ؛
- أو عدة شرائح من الأوراق المضغوطة أو المقولبة. في هذه الدراسة ، يتكون العاكس من ورقة مسطحة.

يتكون العاكس من عدة مرايا تغطي السطح الداخلي للعاكس (الشكل II-18). يجب أن تكون المرايا جوانبها مشرقة في الشمس. يعتمد الطبق على دعم متحرك يسهل حركته بالإضافة إلى آلية التتبع التي تعمل بمحورين.



الشكل II-18: منظر عام للعاكس.

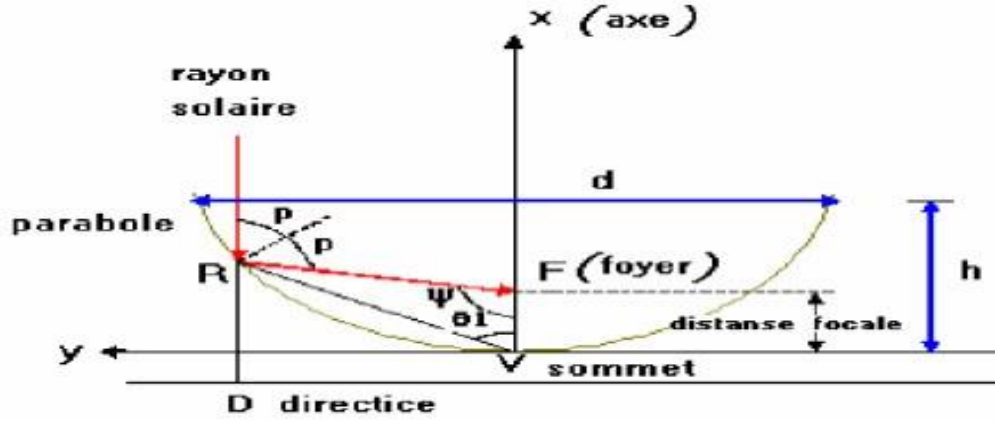


الشكل II-19: رسم تعريف للعاكس.

و تظهر الخصائص الهندسية للعاكس مكافئ بشكل تخطيطي في الشكل II.19 و الموصوفة في الجدول II.1

| | |
|-------------------------|----------------|
| $d = 1.81\text{m}$ | قطر الصحن |
| $h = 0.26\text{ m}$ | حجم المثل |
| $f_p = 59.7^\circ$ | زاوية الافتتاح |
| $f = 0.78\text{ m}$ | البعد البؤري |
| $A_a = 2.57\text{ m}^2$ | فتح المجال |

الجدول II.1. الخصائص الهندسية للعاكس.



الشكل II-20: أبعاد العاكس

II-7-2 لمتلقي

يجب أن يكون لجهاز الاستقبال المعدني موصلية جيدة ، فقد اخترنا النحاس (الموصلية الحرارية الخاصة به تصل إلى 360 واط / كيلو متر مربع). إنها صفيحة طولها 100 مم، موضوعة في البؤرة من الطبق المواجه للعاكس.
تمثلا لأشكال II.11. a و b و c الصور الفعلية للمستقبل.

| | |
|------------|-------|
| d =0.1m | القطر |
| h = 0.01 m | العمق |

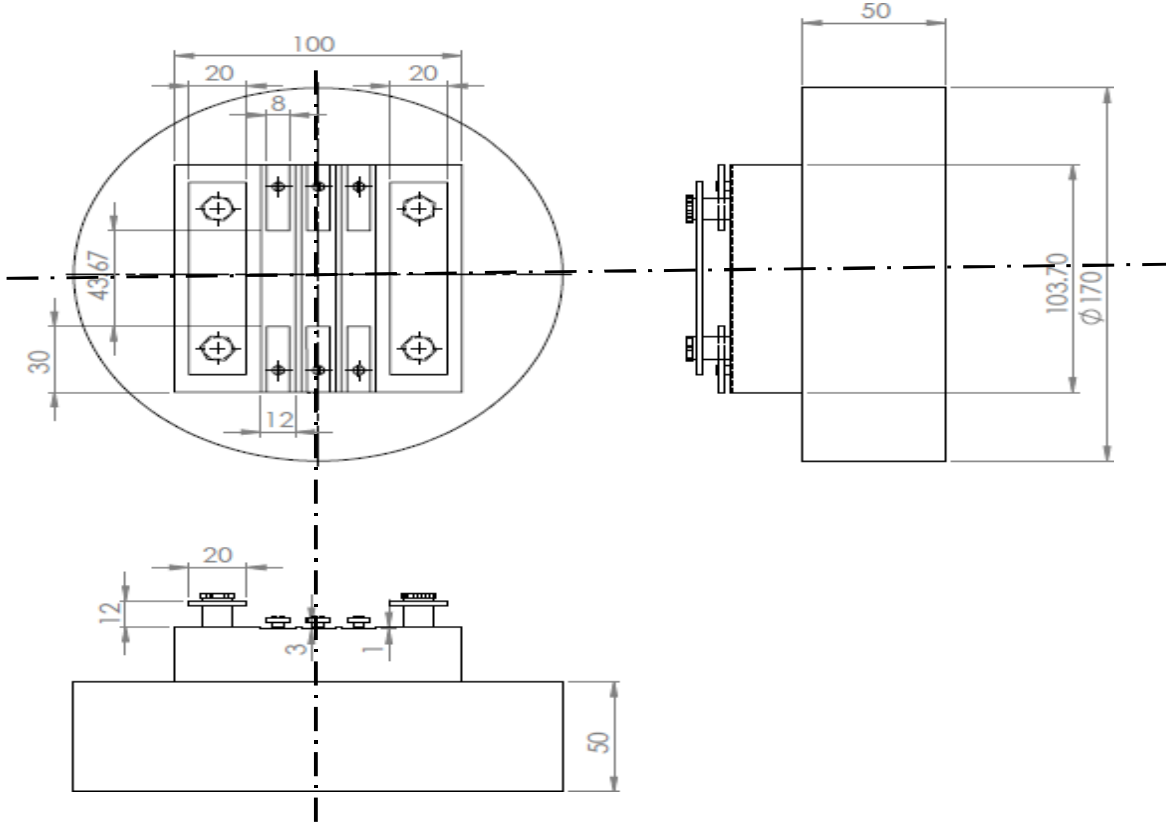
الجدول II-2: الخصائص الهندسية للمستقبل.



الشكل II-21: صورة المستقبل الامتصاص.



الشكل II-22: رسم مستقبل الامتصاص.



الشكل II-23: رسم تعريف الممتص

II-7-3 الداعم

الداعم هو العنصر الذي يحمل الجهاز. إنها مصنوعة من أنابيب مربعة ملحومة بالقوس لتقليل الوزن وتسهيل الحركة والتخزين. يلاحظ أن الدعم يحتوي على مرحلتين الأولى لحمل الملحقات والآخر لحمل الجهاز. يوضح الشكلان II-23 a و b و c صورًا حقيقية للداعم المصمم.

II-7-4 نظام التتبع اليدوي

يتطلب المكثف المكافئ نظامًا لتتبع حركة الشمس للوصول إلى أقصى تدفق شمسي. اعتمدنا آلية تتبع بسيطة للغاية تعتمد على (الاسطوانات والمحور الدوار) لتحويل الصحن المكافئ الشمسي إلى موضع الشمس في جميع الأوقات.



الشكل II-24: صورة لنظام التتبع الذي يحتوي على اسطوانة ومحور دوار

8-II أجهزة القياس

1-8-II قياس درجة الحرارة

1-1-8-II درجة الحرارة المحيطة (Ta)

استخدمنا ميزان حرارة رقمي ، خصائصه كالتالي:

- نطاق درجة الحرارة -50 درجة مئوية ~ + 70 درجة مئوية ،
- بيئة التشغيل -10 درجة مئوية ~ + 50 درجة مئوية ،
- خطأ 1 درجة مئوية ،

Lecture0.1 ° C •

• الغذاء ؛ بطاريتين (AG 13 ، 1.5 V).

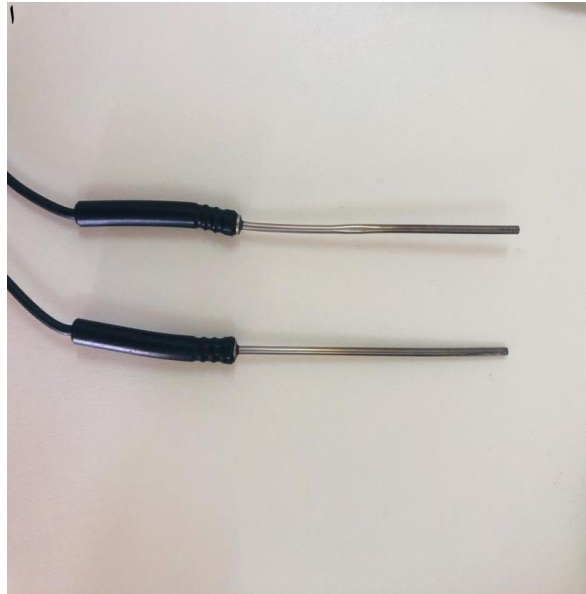
2-1-8-II درجة حرارة المستقبل

استخدمنا الحرارية (M* C100FK02 - AN

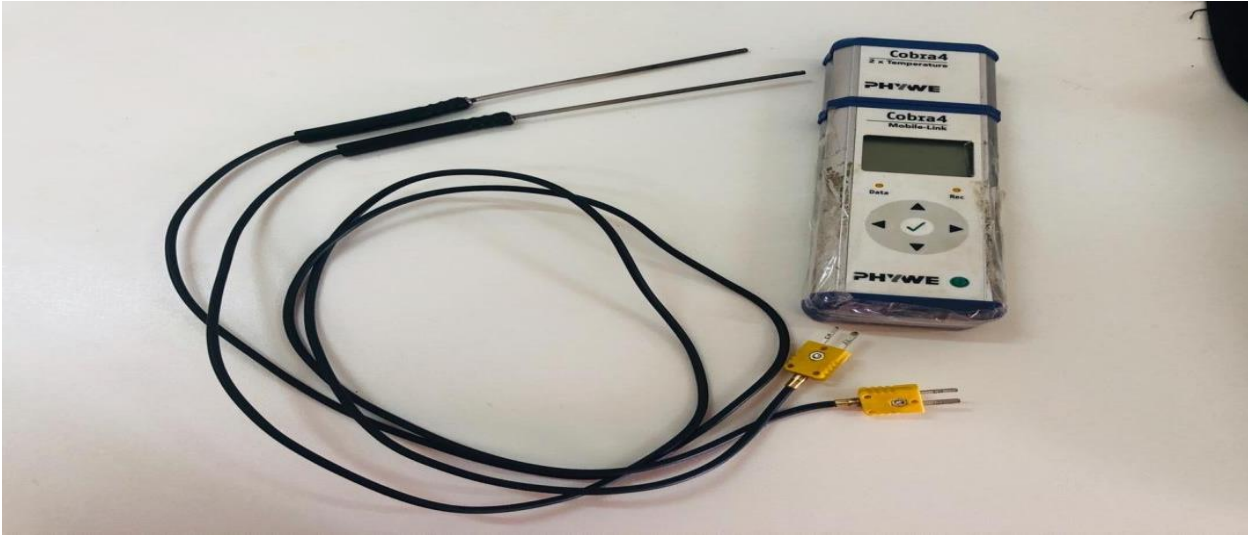
(AN) خصائصها كالتالي (الشكل II.25):

• الموديل C100FK02 - M*AN ،

• نطاق التشغيل 0 - 1300 K درجة مئوية ،



الشكل II-25: المقياس الحراري (PHYWE - M*AN).



الشكل II-25: المقياس الحراري (PHYWE - M*AN).

9-II الظروف التجريبية

عدة تجارب قمنا بها بغرض تحديد ومعرفة قيم ووضعيات درجات الحرارة القصوى بولاية ورقلة، لأجل ذلك استعملنا مركز شمسي مقعر الشكل (II-18) بقطر 1800 مم. ولقد قمنا بالصاق قطع مرآة ذات سمك 3 مم بشكل شبه منحرف وأبعاد مختلفة ليتسنى لها احتلال كامل المساحة المقعرة للمركز، مما يسمح لها بتركيز الإشعاع الشمسي على مستقبل الامتصاص وهو عبارة عن صفيحة نحاسية ذات سمك 2 مم وقطر 100 مم، هذه الأخيرة تبعد عن مركز المركز الشمسي بمسافة $x=70$ مم الشكل II-18.

العملية المثالية لصحن المكافئ هو عندما يكون الإشعاع الشمسي موازي المحور المستقبل. لدينا فترة عندما يكون الجهاز لدينا في بيئة السماء الصافية، في تأثير الظل.

1-9-II وضع الصحن المكافئ

الصحن المكافئ يواجه الشمس. باستخدام نظام تتبع يدوي للرقابة. يتم إعادة توجيهها إلى موقع الشمس منذ ظهورها. تنعكس أشعة الشمس على محور الطبق و بالتالي تشكل البقع الشمسية التي يجب أن تظهر على الوجه الأمامي للمستقبل لتسخينه.

2-9-II موقع المزدوجات الحرارية

لقياس درجة الحرارة التي تم الوصول إليها على أسطح الصحن المكافئ، يتم وضع مزدوج حراري على سطح المستقبل (الشكل II-26):

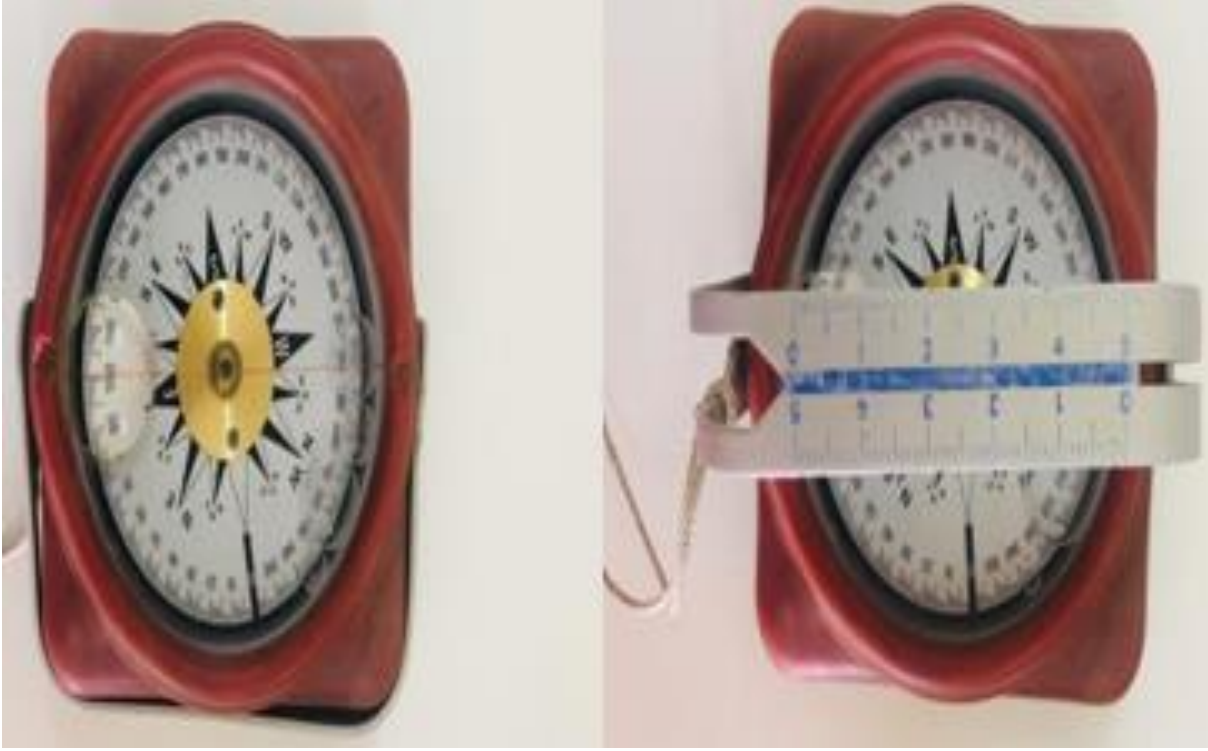


الشكل II-26: موقف (موضع) المقياس الحراري

تم قياس درجات الحرارة باستخدام المقياس الحراري مع العرض الرقمي. تتم قراءة درجة الحرارة كل 30 دقيقة.



الشكل II-27: موقف (موضع) المقياس الحراري (توضح قراءة درجة الحرارة)



الشكل II-28: البوصلة لتوضيح وزاوية الميل



الشكل II-29: صورة لتوضيح اتجاه الشمس

الفصل الثالث:

تحليل ومناقشة النتائج

التمهيد

بعد تسجيل النتائج التجريبية لشدة تدفق الإشعاع الشمسي بورقلة خلال فترة إنجاز التجارب، وكذا درجة حرارة تطرقنا إلى الدراسة الآتية :

III-1-1 تغير درجات الحرارة القصوى وتأثيرها بسرعة الرياح

بعد عدة تجارب قمنا بها عدة مراحل هي

1. قياس درجات الحرارة لمدة ستة أيام متتالية من التاسعة صباحا الى غاية الثالثة بعد الزوال، بفارق زمني مقدر بنصف ساعة.

2. قياس درجات الحرارة لمدة ثلاثة أيام متتالية (حول تواجد القيمة المثلى للانعكاس أو زمن البؤرة)

من الواحدة بعد الزوال و خمسة وأربعون دقيقة إلى غاية الثالثة و الربع، بفارق زمني مقدر بربع ساعة.

3. قياس درجات الحرارة لمدة ثلاثة أيام متتالية من الواحدة بعد الزوال و خمسة وأربعون دقيقة إلى غاية الثالثة و الربع، بفارق زمني مقدر بربع ساعة مع تغيير لون الصفيحة النحاسية إلى (الأسود ثم الأزرق ثم الأبيض).

III-2-2 تأثير سرعة الرياح على درجات الحرارة القصوى

III-2-1 تأثير سرعة الرياح على درجات الحرارة خلال ستة ساعات للمستقبل

نهتم في هاته الفقرة بدراسة درجات الحرارة القصوى اليومية و مدى تأثيرها بسرعة الرياح.

يوضح الشكل التغير في درجة حرارة الجهاز الماص (الصفيحة النحاسية) كدالة زمنية لساعات الاختبار.

في الحالة الأولية، تكون درجة حرارة الاعظمية ($T^{\circ} \max$) مساوية لدرجة الحرارة المحيطة

($T^{\circ} \text{onbionte}$)، في الوقت الذي تزيد فيه درجة الحرارة بشكل مستمر كوظيفة للإشعاع الشمسي

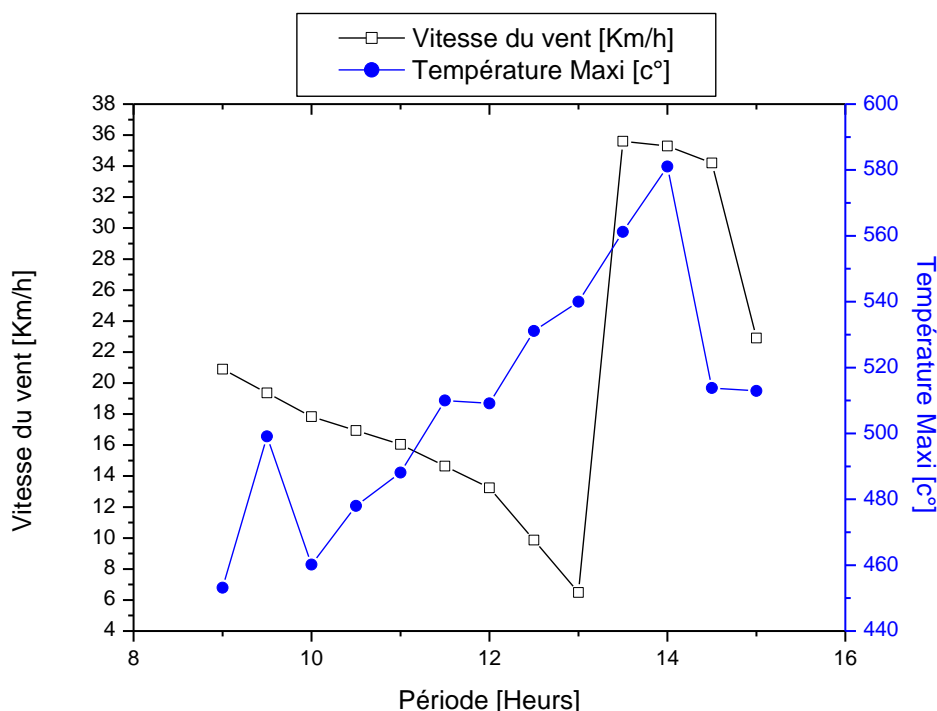
المركز على السطح البؤري للمستقبل وتنخفض في الفاصل الزمني 9:30 و 10:30 ساعة، بسبب سرعة الرياح.

حيث نلاحظ أن درجة حرارة جهاز الماص (الصفيحة النحاسية) تصل إلى درجات حرارة 608 درجة مئوية.

| Vitesse du Vent [Km/h] et T° | 9 H, 00Mn | 9 H, 30Mn | 10 H, 00Mn | 10 H, 30Mn | 11 H, 00Mn | 11 H, 30Mn | 12 H, 00Mn | 12 H, 30Mn | 13 H, 00Mn | 13 H, 30Mn | 14 H, 00Mn | |
|------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| 30/04/2019 | V | 17,2 | 16,65 | 16,1 | 17,55 | 19 | 18,15 | 17,3 | 18,55 | 19,8 | 17,55 | 15 |
| | T | 32,1 | 30 | 34,3 | 35,1 | 36,6 | 36,9 | 35,9 | 36,3 | 38,5 | 36,3 | 38 |
| | T Max | 556,2 | 58,2 | 392,3 | 475,6 | 437,2 | 206,3 | 77,9 | 130,8 | 66,3 | 130,8 | 586,2 |
| 01/05/2019 | V | 18,9 | 18,5 | 18,1 | 17,85 | 17,6 | 17,95 | 18,3 | 18,15 | 18 | 17,9 | 17 |
| | T | 21,9 | 22,2 | 23,6 | 25,5 | 25,5 | 27,1 | 24,1 | 24 | 25,4 | 20,9 | 30 |
| | T Max | 422,1 | 444,3 | 515,5 | 543,2 | 567,2 | 417,4 | 300,2 | 360,15 | 415,25 | 529 | 574,2 |
| 02/05/2019 | V | 14,69 | 14,9 | 15,11 | 19,185 | 23,26 | 24,76 | 26,26 | 24,865 | 23,47 | 25,225 | 26, |
| | T | 25,46 | 25 | 25,64 | 27,12 | 30,58 | 30,1 | 32,74 | 32,14 | 32,02 | 33,14 | 34, |
| | T Max | 438 | 455 | 530 | 550 | 490,3 | 410,01 | 467,25 | 456 | 476 | 480 | 561,2 |
| 04/05/2019 | V | 38,52 | 37,26 | 36 | 35,11 | 34,22 | 33,155 | 32,09 | 29,425 | 26,76 | 25,63 | 24 |
| | T | 22 | 22,3 | 22,2 | 24,2 | 24,25 | 21,14 | 22,14 | 28,12 | 27,15 | 28,2 | 27 |
| | T Max | 499,7 | 418,5 | 463,6 | 419,6 | 488,12 | 425,12 | 457,87 | 325,21 | 321,14 | 319,6 | 519,2 |
| 05/05/2019 | V | 12,4 | 11,65 | 10,9 | 11,7 | 12,5 | 12,3 | 12,1 | 13,05 | 14 | 14,6 | 15 |
| | T | 22 | 22 | 22,3 | 24,2 | 25,2 | 25,8 | 26,4 | 27,15 | 27,9 | 28,2 | |
| | T Max | 499,7 | 418,5 | 463,6 | 519,6 | 488,12 | 425,25 | 318,15 | 384,21 | 422,1 | 319,6 | 580,2 |
| 06/05/2019 | V | 20,9 | 19,365 | 17,83 | 16,935 | 16,04 | 14,64 | 13,24 | 9,865 | 6,49 | 35,6 | 35 |
| | T | 24,12 | 25,1 | 30,19 | 30,14 | 32,4 | 33 | 33,4 | 36,14 | 35 | 35,6 | 35 |
| | T Max | 453,14 | 499,12 | 460,15 | 478 | 488,12 | 510 | 509,12 | 531,12 | 540 | 561,2 | 581,2 |

الجدول III-1: الإحصائيات أثناء التجربة

باستعمال لبرنامج (ORIGIN6) يمكننا أن إنشاء المنحنيات التالية:



الشكل III-1: التغير في درجة حرارة القصوى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (يوم 06 ماي 2019)

III-3 تأثير سرعة الرياح على درجات الحرارة القصوى

يوضح الشكل III-1 التغير في درجة حرارة الجهاز الماص (الصفحة النحاسية) كدالة زمنية لساعات الاختبار. حيث يلاحظ جليا تأثير قوة الرياح خاصة يوم 2019/05/06 على الساعة الواحدة والنصف حيث درجة الحرارة 261,2 درجة مئوية وهي أدنى قيمة بالنسبة لسائر الأيام في نفس التوقيت وذلك بوجود قيمة قصوى لسرعة الرياح 35.6 كلم/سا مقارنة لباقي الأيام في نفس التوقيت.

نفس الملاحظة نجدها في باقي أوقات القياس (التاسعة، التاسعة والنصف، العاشرة، العاشرة والنصف، الحادية عشر، الحادية عشر والنصف، منتصف النهار، منتصف النهار والنصف، الواحدة، الثانية، الثانية والنصف) الموافقة لدرجات حرارة دنيا (409.7, 444.3, 363.6, 319.6, 408.12, 325.12, 357.87, 356, 261.2 درجة مئوية)، وسرعة الرياح (38.52, 37.26, 36, 35.11, 34.22, 32.09, 24.86, 35.6 كلم/سا) على التوالي مقارنة لباقي الأيام في نفس التوقيت.

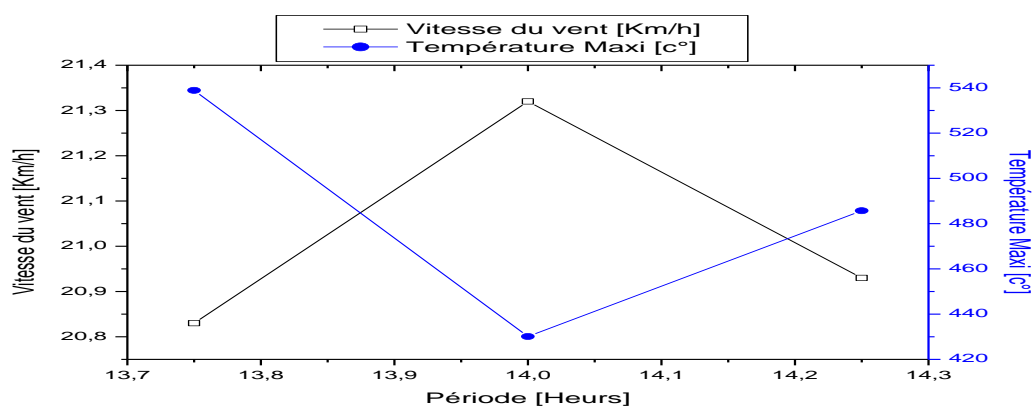
إما بالنسبة للقيمة القصوى فإنها كذلك تتأثر بزيادة سرعة الرياح، حيث أن أدناها هي 519.5 درجة مئوية بسرعة الرياح 36.5 كلم/سا وأقصاها هي 586.96 درجة مئوية بسرعة الرياح 14.6 كلم/سا.

III-4 صفيحة غير ملونة

في هاته الفقرة يمكننا ملاحظة نفس الظاهرة, باستثناء القيمة القصوى لدرجة الحرارة ليوم 13/05/2019 فان قيمتها 538.9 درجة مأوية وموافقة لسرعة الرياح 20.83 كلم/سا وهي ليست القيمة الدنيا لنفس اليوم. وكذلك زمن قياسها ليس بزمن البؤرة وهو الثانية بعد الزوال, ومنه , وحسب النتائج السابقة وكذلك النتائج القادمة فإنه يمكننا القول بأنه لا يوجد تفسير فيزيائي لهاته الظاهرة وما هي إلا نتيجة أخطاء و إرتيابات قياسية.

| Vitesse du Vent [Km/h] et T° | | 13 H,45Mn | 14 H, 00Mn | 14 H, 15Mn |
|------------------------------|-------|-----------|------------|------------|
| 12/05/2019 | V | 37,93 | 33,89 | 29,28 |
| | T | 35 | 33,8 | 34,2 |
| | T Max | 315,1 | 366,2 | 350,5 |
| 13/05/2019 | V | 20,83 | 21,32 | 20,93 |
| | T | 28 | 28,4 | 28,8 |
| | T Max | 538,9 | 430,1 | 485,7 |
| 14/05/2019 | V | 15,55 | 11,89 | 15,04 |
| | T | 25,1 | 24,9 | 25 |
| | T Max | 498,2 | 524,8 | 374 |

الجدول III-2: نتائج الصفيحة غير ملونة

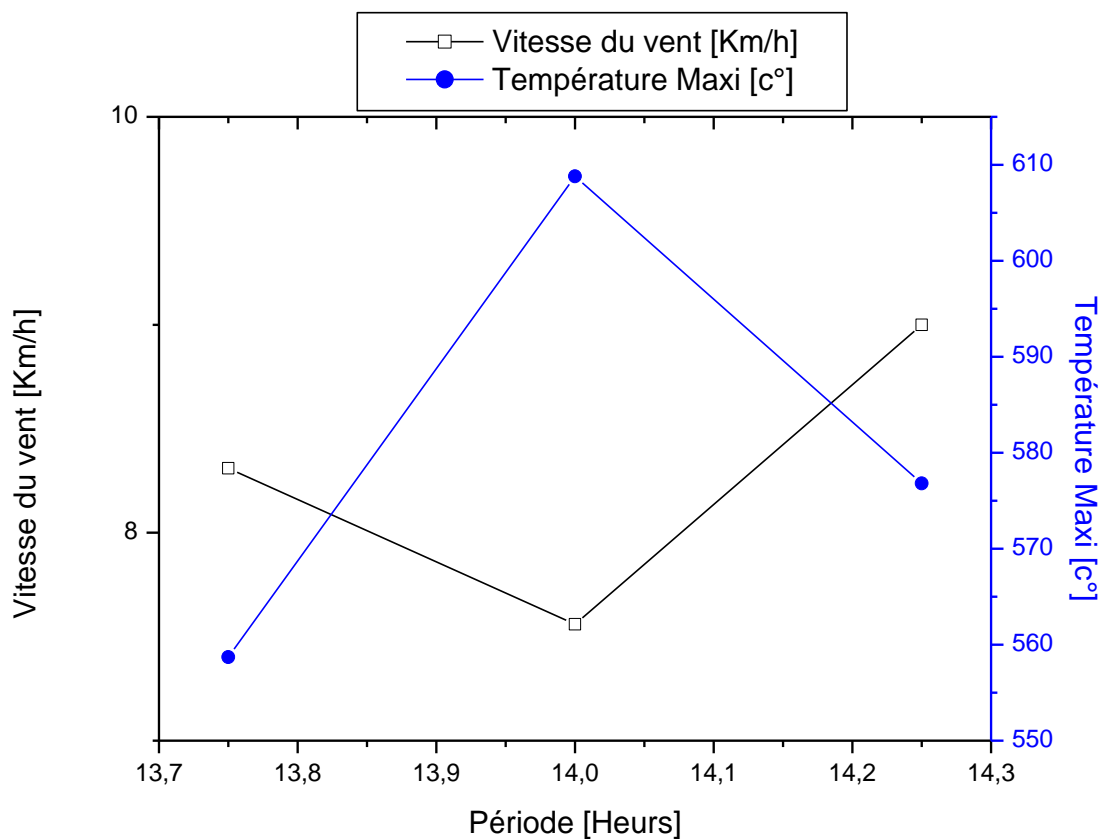


الشكل III-2: التغير في درجة الحرارة القصوى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (13Mai 2019)

III-5 اللون الأسود

| | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 15/05/2019 noir | V | 8,31 | 7,56 | 9 |
| | T | 25,8 | 26 | 26,8 |
| | T Max | 558,7 | 608,8 | 576,8 |
| 16/05/2019 noir | V | 16,52 | 14,93 | 12,22 |
| | T | 27 | 33,1 | 28,6 |
| | T Max | 599,7 | 577,6 | 432,7 |
| 17/05/2019 noir | V | 25,5 | 22,32 | 25,87 |
| | T | 26,7 | 28 | 30,9 |
| | T Max | 574,4 | 600,1 | 567,9 |

الجدول III-3: نتائج اللون الأسود

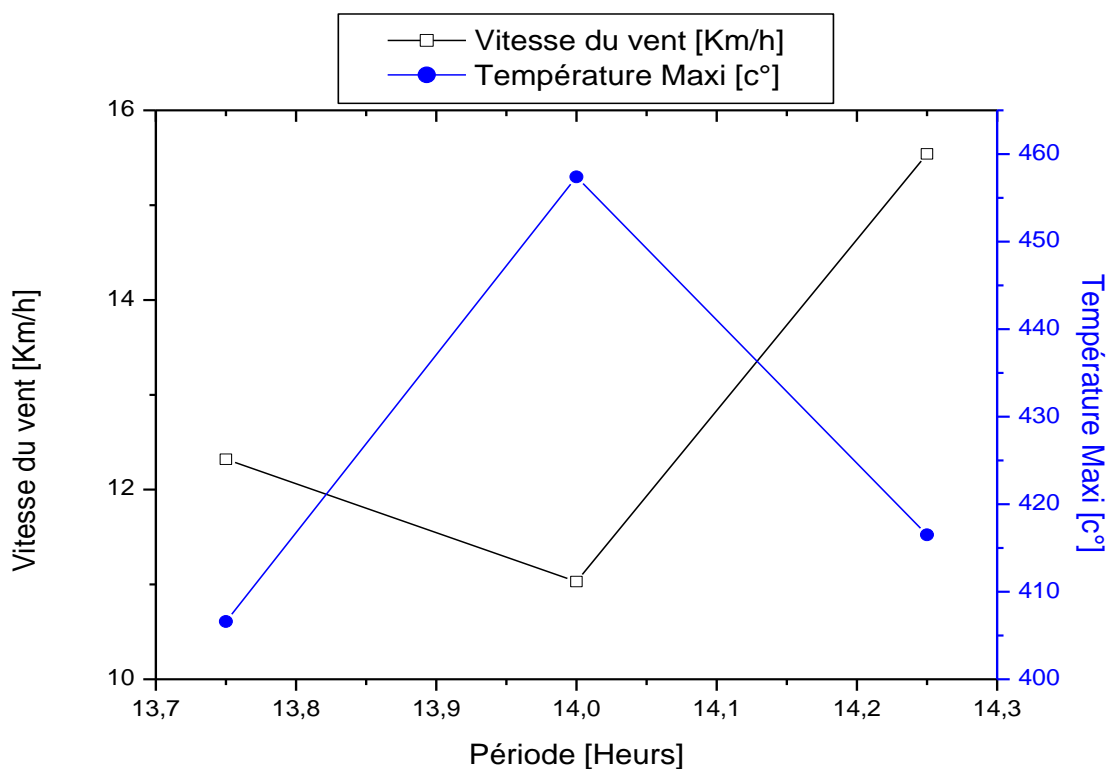


الشكل III-3: التغير في درجة الحرارة القصوى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (يوم 15 ماي 2019).

III-6 اللون الأبيض

| | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| 18/05/2019 blanc | V | 17.53 | 16.49 | 16.04 |
| | T | 30,5 | 30,8 | 31 |
| | T Max | 403,5 | 532,1 | 494,4 |
| 19/05/2019 blanc | V | 13.89 | 12.03 | 9.16 |
| | T | 30,8 | 30,9 | 31 |
| | T Max | 518,8 | 531 | 493,2 |
| 20/05/2019 blanc | V | 12.32 | 17.03 | 15.54 |
| | T | 33 | 33,2 | 33,2 |
| | T Max | 406,6 | 457,4 | 416,5 |

الجدول III -4: نتائج اللون الأبيض

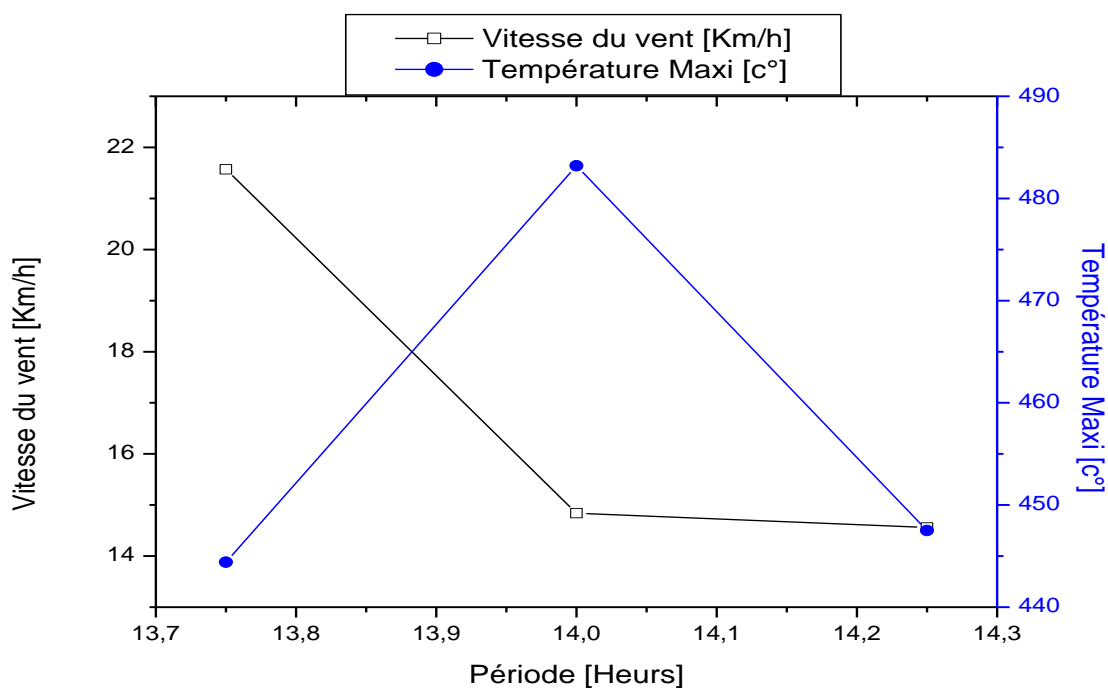


الشكل III -4: التغير في درجة الحرارة القصوى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (20Mai 2019)

III-7 اللون الأزرق

| | | | | |
|------------|-------|-------|--------|-------|
| 22/05/2019 | V | 21.57 | 14.84 | 14.56 |
| | T | 25,4 | 26,9 | 27 |
| | T Max | 444,4 | 483,2 | 447,5 |
| 23/05/2019 | V | 11,49 | 9,09 | 6,29 |
| | T | 29,7 | 29,7 | 29,8 |
| | T Max | 400,5 | 418,8 | 395,7 |
| 26/05/2019 | V | 6.48 | 8.40 | 5.99 |
| | T | 29 | 29,8 | 29,8 |
| | T Max | 406 | 418,42 | 395,7 |

الجدول III -5: نتائج اللون الأزرق

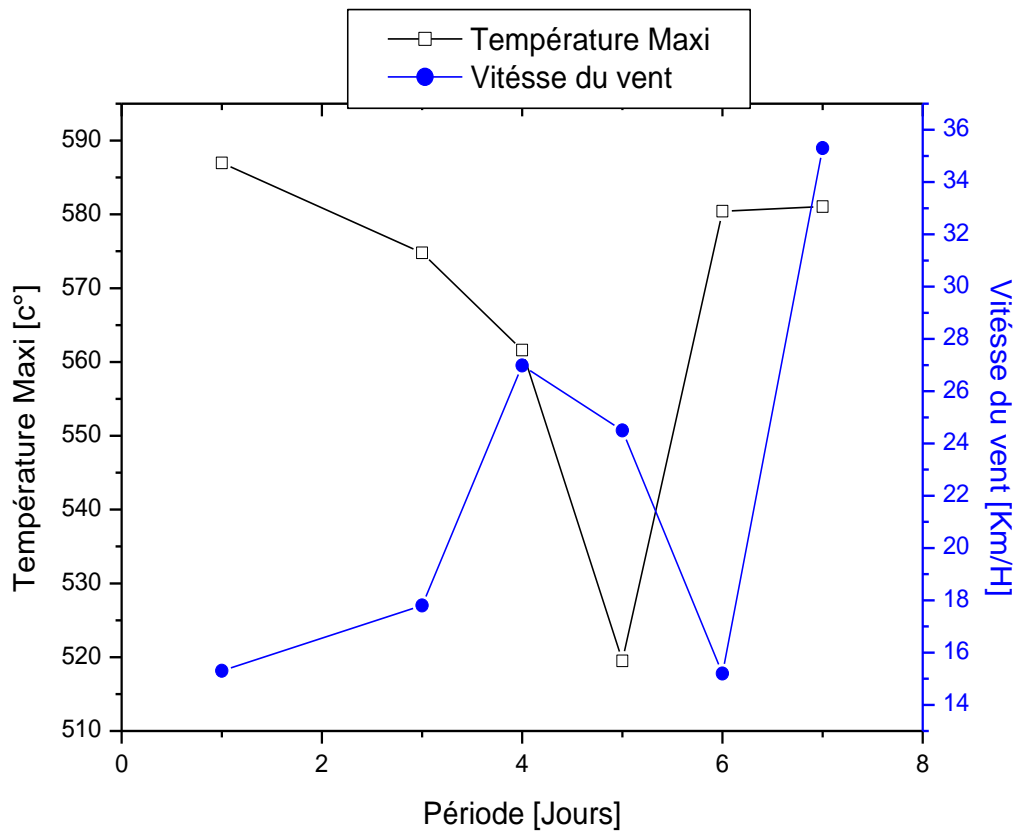


الشكل III-5: التغير في درجة الحرارة القصوى للجهاز الماص بدلالة سرعة الرياح (22Mai 2019)

في هاته الفقرة يمكننا ملاحظة التأثير المباشر لألوان للصفیحة العاكسة، حیث أن اللون الأسون مكننا من رفع درجة الحرارة إلى 608.8 درجة مأویة كقیمة قصوی للون الأسود بسرعة ریح 7.6 كلم/سا، ودرجة حرارة إلى 600.1 درجة مأویة بسرعة ریح 22.32 كلم/سا، بینما درجات الحرارة القصوی لم تتعدی 532.1 درجة مأویة بسرعة ریح 16.49 كلم/سا للون الأبيض، و درجة حرارة 483.2 درجة مأویة بسرعة ریح 14.84 كلم/سا للون الأزرق. إضافة إلى تأثير سرعة الریح بنفس مبدأ الفقرات السابقة.

III-8 تحديد زمن البورة

نهتم في هاته الفقرة بدراسة درجات الحرارة القصوی الیومیة في زمن البورة، و مدى تأثيرها بسرعة الریح دون أن ننسى تأثير درجات الحرارة القصوی الیومیة بسرعة الریح خلال أسبوع.



الشكل III-6: التغير في درجة الحرارة القصوی للجهاز الماص بدلالة سرعة الریح

من خلال النتائج السابقة وفي كل مراحل التجارب نلاحظ القيم القصوی لدرجات الحرارة كلها سجلت على الساعة الثانية بعد الزوال، (366.2, 581.05, 580.42, 519.5, 561.6, 574.8, 586.96)، 524.8, 608.8, 600.1, 532.1, 531, 457.4, 483.2, 418.8, 418.2) لأیام (30 أفریل، 01 ماي، 02 ماي، 04 ماي، 05 ماي، 06 ماي، 12 ماي، 14 ماي، 15 ماي، 17 ماي، 18 ماي، 19 ماي، 20 ماي، 22 ماي، 23 ماي، 26 ماي) على التوالي، باستثناء یومی 16/05/2019 و 13/05/2019، حیث

كانت القيمة القصوى لكل يوم على الساعة الواحدة و خمسة و أربعون دقيقة, وهذا راجع إلى بعض الارتياح خلال التجارب المنجزة.

III-9 القيمة المثلى للانعكاس أو زمن البؤرة

نهتم في هاته الفقرة بتحديد إحداثيات القيمة المثلى للانعكاس , وذلك بتحديد زاوية الميل بالنسبة للأفق و زاوية اتجاه الشمس.

| | زاوية الميل | زاوية اتجاه الشمس |
|------------|-------------|-------------------|
| 30/4/20189 | 23,9 | 17 |
| 01/05/2019 | 22,3 | 15 |
| 02/05/2019 | 22,4 | 16 |
| 04/05/2019 | 13,1 | 16 |
| 05/05/2019 | 22 | 17 |
| 06/05/2019 | 24,3 | 11 |
| 12/05/2019 | 23,5 | 13 |
| 13/05/2019 | 23,8 | 15 |
| 14/05/2019 | 24,5 | 14 |
| 15/05/2019 | 20,4 | 18 |
| 16/05/2019 | 23,3 | 18 |
| 17/05/2019 | 23,8 | 23 |
| 18/05/2019 | 23,8 | 24 |
| 19/05/2019 | 23,4 | 20 |
| 20/05/2019 | 23,6 | 20 |
| 22/05/2019 | 23,6 | 15 |
| 23/05/2019 | 23,8 | 15 |
| 26/05/2019 | 23,7 | 18 |
| Moy | 23,43 | 17,75 |

الجدول III -5: نتائج قياس زاوية البؤرة

من خلال القيم الموجودة بالجدول أعلاه نلاحظ تقارب كبير في قيم زاوية الميل خلال كل أيام التجارب حيث أنها تتراوح من 22 درجة إلى 24.5 درجة بالنسبة للأفق, باستثناء يومي 04 ماي و15 ماي حيث سجلت زوايا الميل 13.1 درجة و 20.4 درجة على التوالي. ونفس الملاحظة بالنسبة زاوية اتجاه الشمس بالنسبة للشمال حيث أننا سجلنا قيم متقاربة تتراوح من 13 درجة إلى 20 درجة, باستثناء أيام 06 مايو 17 مايو 18 ماي حيث سجلت زوايا اتجاه الشمس 11 درجة و 23 درجة و 24 درجة على التوالي.

وبذلك نستطع تحديد إحداثيات القيمة المثلى للانعكاس وهي زمن البؤرة والتمثلة في احتساب معدل زاوية الميل و معدل زاوية اتجاه الشمس وهما 23.43 درجة بالنسبة للأفق و 17.75 درجة بالنسبة للشمال.

III-10 مميزات طبق قطع مكافئ

- في اغلب الإنشاءات يستخدم تبريد الجاف, و المناسب للمناطق ذات الأحوال الجوية الجافة (بعض أنواع المركبات الشمسية الأخرى تعمل بالتبريد الجاف, ولكن التكنولوجيا القياسية موضوعة على أساس أنظمة التبريد الرطب).
- قابلية التكيف مع الميول, حيث يمكن استخدامها بسهولة في المناطق الجبلية (ليس مطلوب مستوى أرضي محدد).
- أعلى كفاءة تحويل شمسي لأنها دائما تتعرض كل فتحة الطبق لأشعة الشمس المباشرة وهذا يعمل على عدم ظهور تأثير مفقودات جيب تمام الزاوية.
- توجد أطباق صغيرة بقطر عدة سنتيمترات.
- أعلى درجة حرارة تشغيل.
- الأعلى فرص للتحسين.
- يمكن ربط النظام مع الشبكة العامة للكهرباء أو يكون منفصلا.
- قابلية المزج مع أنظمة تشغيل أخرى (مثلا شمسي _ وقودي أحفوري).
- يمكن استخدام النظام في أغراض مختلفة مثل: تسخين المياه, ضخ المياه, أو كمصدر كهرباء احتياطي.
- إنجاز الصفائح الرقيقة.
- يمكن إضافة تخزين حراري.
- ثم إثبات حسب التجربة متوسط كفاءة عند درجة حرارة تشغيل 590° مع إمكانية تشغيل عند درجات حرارة أعلى من 1000° على المدى المتوسط.
- سهولة التصليح و الإنتاج بطريقة نمطية.

III-11 عيوب مجمعات طبق قطع مكافئ

- ارتفاع تكاليف النظام و الصيانة.
- تأثير التلوث عالي.
- صعوبة التخزين الحراري.
- مازالت توقعات الأداء السنوي بحاجة إلى قدرات قائمة اكبر كي تقيم بدقة.
- صعوبة التوصيل بالشبكة.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

يعتبر المجمع الشمسي الصحن القطع مكافئ (DP) من أهم أنظمة التركيز الشمسي الحراري من حيث الفعالية في الإنتاج، حيث يستغل بشكل مركزي في استقبال كمية كبيرة من الحرارة عن طريق الماص حيث أنها يمكن أن تفوق 608.8° درجة مئوية وذلك بهدف التدفئة أو تسخين المياه ويمكن حتى إذابة قطع الألمنيوم والحديد والطبخ. حيث يتمثل هذا من خلال محطات توليد الطاقة الكهربائية الشمسية، و مختلف التطبيقات الحرارية (تسخين المياه، إنتاج البخار، التقطير....). و ذلك لمختلف الأغراض الصناعية والمنزلية.

ولقد اهتمت الدراسات السابقة بزيادة فعالية (DP) بزيادة المردود الحراري، من خلال اختيار المواد المناسبة واختيار طرق التتبع الشمسي واختيار الأبعاد (عرض الفتحة، البعد البؤري، قطر العنصر الجامع القطع المكافئ) وكذا بزيادة العزم الحراري للمستقبل الماص (الصفحة النحاسية) وكل هذا مع مراعاة التقليل من التكلفة وزيادة عمر الاستغلال.

قمنا في هذا العمل بتصميم وإنجاز نموذج لمجمع شمسي صحن قطع مكافئ مع إضافة غطاء صفيحة نحاسية عند البؤرة، من أجل زيادة العزم الحراري للمستقبل الماص من جهة والحفاظ على الخواص الضوئية للعاكس والتحسين في المرايا الزجاجية بهدف التقليل من تأثرها بالرطوبة وكذا الأتربة والغبار (الرياح) من جهة ثانية.

تم الإنجاز بمواد متوفرة في السوق المحلية وبأسعار معقولة، ثم سجلنا النتائج التجريبية المتعلقة بدرجة حرارة لعدة أيام متتالية من الشهر من أجل تدقيق في صحة النتائج بشتى الطرق المختلفة، ولمختلف أنماط التتبع الشمسي، وفقا للإشعاع الشمسي بمنطقة ورقلة ووفقا لأبعاد المجمع الشمسي الصحن القطع المكافئ المنجز.

ثم لتوسيع النتائج، قمنا بمحاكاة عددية لنموذج (DP) بفضل برنامج استطعنا الحصول على النتائج المدرجة في الجداول، ثم تسجيل النتائج النظرية وبعد التأكد من صدقيتها بمقارنتها بالنتائج التجريبية، توصلنا إلى تأثير مختلف العوامل (طول المجمع الشمسي، نمط التتبع الشمسي، قابلية الامتصاص للمستقبل) و التي تتمثل في درجة حرارة الامتصاص ومن ثم المردود الحراري.

وبعد هذه الدراسة نخلص للنتائج التالية :

- 1- الصفیحة النحاسیة المختارة بعناية فائقة أدت إلى زيادة المردود الحراري خلال ذروة تدفق الإشعاع الشمسي، وهذا إضافة لما يحققه من محافظة على الخواص الضوئية للعاكس خاصة مع الأحوال الجوية لمنطقة ورقلة (نشاط الرياح) وما تحمله من غبار وأتربة.
- 2- وجود الداعم لا يعفي عن ضرورة التتبع الشمسي، حيث هذا الأخير يزيد من فترة استقرار المردود الحراري خلال طول اليوم.
- 3- زيادة المردود الحراري بزيادة الانعكاس الإشعاع إلى غاية قيمة القصى، هذه القيمة تتعلق بقطر المستقبل الماص (الصفیحة النحاسیة).

4- التأكد من صدقية النموذج التجريبي المعتمد في الدراسة، حيث لاحظنا تطابق النتائج النظرية مع التجريبية في ذروة تدفق الإشعاع الشمسي و ارتفاع النتائج التجريبية خلال طرفي النهار ويعود هذا إلى الفرضيات التبسيطية للنموذج.

5- النتائج التجريبية مكنتنا من إمكانية اختيار أبعاد (DP) المناسبة للحصول على درجة حرارة العظمى والاتجاه المناسب مع توضيح المسار المراد الدراسة عليه والحصول على النتائج المطلوبة لمختلف الأغراض الصناعية والمنزلية .

6- التتبع الشمسي بمحوري الدوران هو الأنسب في أنظمة DP حيث يستقر المردود الحراري، كما يمكن تعويض الزيادة في المردود الناتجة عن التتبع بمحوري دوران – والذي لا يمكن تحقيقه عمليا إلا بالتجربة.

- 1- كما نسجل التوصيات والآفاق التالية لتكون محل دراسة وتحليل وبحث في مشاريع الدراسات المستقبلية: استغلال النتائج النظرية لهاته الدراسة في التحكم في أبعاد DP المناسبة لمختلف التطبيقات الحرارية (تسخين المياه، لأغراض منزلية، لأغراض الصناعية الزراعية...) وفقا للظروف الجوية لمنطقة ورقلة.
- 2- دراسة آليات تنظيف المرايا الزجاجية من الغبار والأتربة والرطوبة بشكل دوري وبتكلفة بسيطة.
- 3- دراسة اختيار المواد المناسبة (ذات الخواص الضوئية والحرارية العالية والمتانة لمقاومة حمل الرياح وكذا التكلفة المنخفضة).
- 4- إيجاد آليات عملية غير مكلفة للرفع من المردود الضوئي من خلال التقليل من الضياعات بفعل التظليل و التدقيق على البؤرة.

المراجع و المصادر

- [1]: سعود يوسف عياش ، تكنولوجيا الطاقة البديلة عالم المعرفة ، الكويت فبراير 1981.
- [2]: كتاب الطاقة الشمسية الإشعاعية .
- [5]: أ- نبيل شهيد ، تقنيات الطاقة حساب الإشعاع الشمسي الساعي بمساعدة الحاسوب الطاقة والحياة – العدد الثالث والعشرون – الصيف يونيو (2006).
- [6]: أ.بن حميدة سفيان ، أ. غوغالي مبروك ، كتاب سلسلة الطاقات المتجددة، 2009 (مطبعة مزوار)
- [10]: أولاد سالم حليلة ، تقدير الإشعاع الشمسي في منطقة ورقلة وتأثير طرق التتبع الشمسي وزوايا توجيه اللاقط على شدة الإشعاع ، مذكرة ماستر أكاديمي جامعة ورقلة.
- [13]: الطاقة الشمسية واستخداماتها – محمد أحمد سيد خليل – دار الكتب العلمية للنشر وتوزيع بالقاهرة.
- [14]: سوداني عبد البار، " دراسة نظرية لمجمع شمسي اسطواني مقعر ذي غطاء زجاجي " ، مذكرة ماجستير ، جامعة ورقلة 2009.
- [17]: بوراس ليلي ، "دراسة تأثير شبكة براغ المنتظمة على تحسين الانتقائية الطيفية في الموجات الضوئية المدمجة تطبيق: تجويف رنين لليزر مدمج، "مذكرة ماجستير ، جامعة ورقلة 2006
- [21]: خلف نور وحشيفة ليلي ، استعمال الطاقة الشمسية لتسخين المياه الصحية، مذكرة تخرج لنيل شهادة ليسانس أكاديمي بالمركز الجامعي الوادي (2012).

[3] Hamani Nadjette, " Modélisation du flux solaire incident et de température de sortie dans un capteur solaire à eau avec effet de concentration du rayonnement solaire incident", mémoire de magister, Université Mohamed Khider- Biskra, 2005

[4] Capdrou. M, 1987. Atlas Solaire de l'Algérie, Modèles Théoriques et Expérimentaux.

[7] D. A. Baharoon ,H. A. Rahman ,W. Z. W. Omar and S. O.Fadhl ,Historical development of concentrating solar power technologies to generate clean electricity efficiently - a review ,Renew Sustain Energy ,Rev. ,41 (2015) 996-1027.

[8] SAYIGH A.A, Characteristics of Solar Radiation, Solar Energy Conversion, Pergamon Press, Ontario, 1979

[9] A.ASFEIR G.GUARRACINO, ingénieur des systèmes solaires, application a l'habitat, technique et documentation, Edition paris, 1981.

- [12] ekai.Sen ‘Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques ‘ISBN 978-1-84800-1336 © 2008 Springer-Verlag London Limited
- [15] M. Bensafi, S. Zegnoun, B. Draoui," Etude Expérimentale Et Modélisation D’un Concentrateur Parabolique Solaire Dans La Région De Béchar",Laboratoire ENERGARID, Université de Béchar·Département de science et technologie BP 417, 08000 Université de Béchar. Published on 10 July 2013.
- [16] www.genuineholographics.com(28/4/2018)
- [18] I .Zeghib, R.Chenni and Kerbache, Design and construction of a Thermal Collection of High Temperature, Journal of energeneering and applied science2 (12) 1827-1833, .7002
- [19] Hamani Nadjette, Modélisation du flux solaire incident et de la température de sortie dans un capteur solaire à eau avec effet de concentration du rayonnement solaire incident, mémoire de magister, Université Mohamed Khider- Biskra, 2005.
- [20] International Journal of Engetica (IJECA)Mokhtar Ghodbane ISSIN: 2543-3717 December 2016 page [8]Gueymard ‘C. ‘2004. “The sun’s total and spectral irradiance for solar energy applications and solar radiation models”. Solar energy ‘76(4)·pp. 423–.354
- [21] Koussa ‘M. ‘Cheknane ‘A. ‘Hadji ‘S. ‘Haddadi ‘M. and Nouredine ‘S. ‘ Measured and modelled improvement in solar energy yield from flat plate photovoltaic systems utilizing different tracking systems and under a range of environmental conditions. Applied Energy1771-1756 ‘5 ‘88 ‘ (2011)

المخلص

ملخص

باستعمال مواد متوفرة في السوق المحلية وبأسعار معقولة قمنا بتصميم وإنجاز نموذج لمجمع شمسي صحن قطع مكافئ مع إضافة غطاء صفيحة نحاسية عند البؤرة ، من أجل زيادة العزم الحراري للمستقبل الماص ، حيث أننا سجلنا النتائج التجريبية المتعلقة بدرجة الحرارة لعدة أيام متتالية من الشهر من أجل التدقيق في صحة النتائج بشتى الطرق المختلفة، ولمختلف أنماط التتبع الشمسي، وفقا للإشعاع الشمسي بمنطقة ورقلة ووفقا لأبعاد المجمع الشمسي القطع المكافئ المنجز(الصحن).وبفضل مصداقية النتائج التجريبية وبعد بمقارنتها نبالنتائج النظرية، توصلنا إلى معرفة تأثير مختلف العوامل (طول المجمع الشمسي، نمط التتبع الشمسي، قابلية الامتصاص للمستقبل) و التي تتمثل في درجة حرارة الامتصاص ومن ثم المرود الحراري.إضافة إلى ذلك لقد تمكنا من تحديد القيمة المثلى للانعكاس أو زمن البؤرة والمتمثلة في تحديد زاوية الميل و زاوية اتجاه الشمس لقياس القيمة القصوى لدرجات الحرارة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، مركز شمسي، العزم الحراري، الإشعاع الشمسي، المرود الحراري.

Abstract

Using materials available in the local market at reasonable prices, we designed and completed a solar collector model of an earthenware dish with the addition of copper plate cover at the focus. We recorded the experimental temperature results for several consecutive days of the month in order to check the validity of the results in different ways and the different patterns of solar tracking according to the solar radiation in the region of Ouargla and according to the dimensions of the solar collector. Thanks to the reliability of the experimental results and after comparing them with the theoretical results, we have come to know the effect of the various factors (the length of the solar complex, the solar tracking pattern, the absorption of the receiver), the absorption temperature and then the thermal yield. In addition, we have been able to determine the optimum value of the reflection or the focus time, which is to determine the angle of inclination and angle of the direction of the sun to measure the maximum value of the temperature.

Keywords: Solar energy, solar collector, Determined thermal, Radiation solar, the thermal yield.