الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون

مذكرة تخرج لنيل شهادة :

ماستـــــــــر أكاديمي

تخصص: طاقات متجددة في الهندسة الميكانيكية

عنوان

مساهمة وتطبيق تركيز الطاقة الشمسية في التخزين الحراري في الرمال

من تقديم الطلبة:

حديدي عاطف

بن السايح محمد يحيى

أمام اللجنة

درنوني محمد	**مشرف**	**جامعة قاصدي مرباح**
نصيب هشام	**رئيس**	**جامعة قاصدي مرباح**
عبادة زهور	**مناقش**	**جامعة قاصدي مرباح**

بتاريخ:

2023/06/11

2022/2023

شكر وتقدير

أحمد الله تعالى أولًا

وأخيرًا على الفضل العظيم الذي منحني إياه، ثم أتقدم بالشكر لمن فضلهما لا ينقطع عليَّ والدي الحبيبين على كل جهودهم منذ لحظة ولادتي إلى هذه اللحظات المباركة، أنتم يا أبي وأمي نجاحي وفرحتي وكل شيء جميل في حياتي، ويسرني أن أوجه الشكر الجزيل لكل من نصحني أو أرشدني أو ساهم لو بشيء قليل أو وجهني في إعداد هذا البحث وإيصالي للمراجع والمصادر المطلوبة في أي مرحلة من المراحل التي مررت بها، وأشكر على وجه الخصوص الأستاذ الفاضل الدكتور: "محمد درنوني"، على مساعدتي ومساندتي وإرشادي بالنصح والتعليم والتصحيح وعلى كل ما بذله معي، كما يسرني أن أشكر اللجنة الموقرة و كذلك إدارة الكلية : "كلية المحروقات و الطاقات المتجددة و علوم الأرض و الكون و بالتحديد قسم الطاقات المتجددة"، وأسأل الله أن يكون بحث الماستر هذا في صحيفة أعمالهم جميعًا، وأن يجزيهم تعالى خير الجزاء والحمد لله رب العالمين .

الإهداء

إلى من لا يضاهيهما أحد في الكون

إلى من أمرنا الله ببرّهما

إلى من بذلا الكثير، وقدّما ما لا يمكن أن يرد

إليكما تلك الكلمات أمي وأبي الغاليان

أهدي لكما هذا البحث؛ فقد كنتما خير داعم لي طوال

مسيرتي الدراسية

عاطف

الإهداء

إليكما أهدي هذا الجهد، وهذا البحث،

فقد كنتما على الدّوام ملهميَّ، فعلى خطاكما أسير،

وبعلمكما أقتدي، أمّي وأبي، أشكركما الشكر الجزيل

على ما قدّمتماه لي طوال فترة دراستي،

وإنجازي لهذا البحث

محمد يحي

الفهرس

الصفحة

شكر و تقدير /

الإهداء /

الفهرس /

قائمة الاشكال و الجداول /

المقدمة العامة /

الفصل الأول

معلومات عامة عن الرمال وأنواع المركزات الشمسية

I-1المقدمة.....1

I-2الرمال المستخدمة 1

I-3إستدامة الرمال 1

I-4طرق تسخين الرمال.....2

I-4.1 الطرق التقليدية لتسخين الرمال 2

I-4.2 الطرق الحديثة لتسخين الرمال.....3

I-5أهمية واستخدامات الرمال الساخنة.....3

I-6المركزات الشمسية.....4

I-7 مبدأ عمل المحطة الشمسية المركزة.....4

I-8 أنواع المركزات الشمسية 5
1.8نظام المجمع الاسطواني القطع المكافئ 5
2.8نظام عاكس فرينل الخطي 6
3.8 نظام المستقبل المركزي 7
4.8نظام الصحن القطع المكافئ 8
I-9المقارنة بين مختلف أنظمة التركيز الشمسي 9
الخاتمة

الفصل الثاني

تسخين الرمال باستخدام المركزات الشمسية

IIمقدمة 11
II-1 الخطوات المستخدمة لتسخين الرمال 11
II-2الإشعاع الشمسي 11
II-3 تركيز الإشعاع بواسطة القطع المكافئ النقطي 13
II-4هندسة المجمع القطع المكافئ((PTC 14
II-5تحويل طاقة الإشعاع المركز إلى حرارة 15
II-6نقل الحرارة الناتجة الى خزان الرمال 16
II-7أنظمة تخزين الحرارة 17
II-8معايير تصنيف أنظمة التخزين 17
II-9أنواع التخزين الحراري 18
الخاتمة 19

الفصل الثالث

الجانب التطبيقي

III المقدمة 20
III 1 خطوات العمل التجريبي : 20
III 1 1 تصميم نموذج مجمع الصحن القطع المكافئ : 20
III 1 2 تصميم قاعدة تثبيت المجمع الشمسي و آلية توجيه : 21
III 1 3 تصميم العنصر البلاستيكي الناقل للحرارة 22
III 1 4 تصميم خزان الرمال 22
III 2 العمل التجريبي 23
III 3 الأدوات المستعملة في القياس 23
III 4 نتائج العمل التجريبي 28
الخاتمة 32

الفصل الرابع

تحليل ومناقشة النتائج

IIII المقدمة 33
IIII 1 قياسات قبل عزل خزان الرمال 33
IIII 2 قياسات بعد عزل خزان الرمال 38
IIII 2 1 خزان الرمال المعزول 38
IIII 2 2 ادوات العزل 38
IIII 2 3 قياسات بعد العزل 39
IIII 3 اهمية تخزين الحرارة في الرمال 42
الخاتمة 43
الخاتمة النهائية 44

قائمة الأشكال

الاشكال

الشكل (1-1) : المجمع الشمسي الاسطواني القطع مكافئ **07**
الشكل (1-2) : نظام عاكس فرينل الخطي **08**
الشكل (1-3) : نظام المستقبل المركزي **09**
الشكل (1-4) : نظام الصحن القطع المكافئ **10**
الشكل (1-5) : التركيز الهندسي و درجة حرارة اشتعال لمختلف المركزات الشمسية **11**
الشكل (2-1) : مثال لتفصيل لمجمع الصحن المكافئ النقطي **16**
الشكل (2-2) : بؤرة السطح القطع مكافئ **17**
الشكل (2-3) : كيفية تحول الإشعاع إلى حرارة عند اصطدامه بالأجسام الصلبة **18**
الشكل (2-4) : معايير تصنيف أنظمة التخزين الحراري **20**
الشكل (3-1) :صورة لمجمع الصحن القطع المكافئ المنجز 23
الشكل (3-2) : قاعدة تثبيت المجمع الشمسي. **24**
الشكل (3-3) : شكل يوضح العنصر البلاستيكي الناقل للحرارة **25**
الشكل (3-4) : شكل يوضح تصميم خزان الرمال بمخرجين علوي و سفلي **26**
الشكل (3-5) : أداة قياس الحرارة **27**
الشكل (3-6) : السلك المستعمل في القياس **28**
الشكل (3-7) : أداة قياس الرطوبة **29**

الشكل (3-8) : أداة قياس أشعة الشمس 30
الشكل (3-9) : أداة قياس سرعة الرياح 31
الشكل (4-5) : خزان الرمال المعزول 41
الشكل (4-6) : البوليسترين – polystyrene 42
الشكل (4-7) : الألومنيوم (aluminium) 42

قائمة المنحنيات

المنحنى (3-10) : منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة 32
المنحنى (3-11) : منحنى يوضح تغيرات الإشعاع الشمسي المباشر 33
المنحنى (3-12) : منحنى تغيرات سرعة الرياح طوال فترة القياس 34
المنحنى (3-13) : منحنيين يوضحان تغيرات في كمية الرطوبة 35
المنحنى (4-1) : منحنى يوضح تغيرات درجة حرارة الرمال بدلالة الزمن 37
المنحنى (4-2) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن 38
المنحنى (4-3) : منحنى يوضح ارتفاع درجة حرارة الرمال بدلالة الزمن 39
المنحنى (4-4) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن 40
المنحنى (4-8) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن بعد العزل في الفترة الليلية 43
المنحنى (4-9) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن بعد العزل في الفترة الصباحية 44

المقدمة العامة :

يعتبر المجال الطاقوي هو المجال الأبرز والأهم للحياة البشرية فلو تعمقنا في النظر قليلا لوجدنا أن لا شيء يمكنه الحراك من دون طاقة و ذلك يشمل كل من انسان وآلات سيارات وغيرها من المكينات و المصانع أيضا، فلولا الطاقة لتوقف كل شيء عن العمل كما تعتبر أيضا الصراع الأزلي القائم بين الدول حيث يسعى الإنسان دائما لتلبيلة حاجياته من هذا المجال وتوفير الفائض للإستفادة منه في التصدير والمبادلات التجارية المختلفة .

بعد الإستخدام الكبير والمجهد على مر هذه السنوات للطاقة الغير المتجددة أي ما تسمى بالوقود الأحفوري اتضح أنه بالرغم من أنها منتهية وغير متجددة الا أنها أيضا تشكل خطرا بيئيا وبشريا. هذا ما جعل الدول المتقدمة تفكر في حل بديل و وصلت أخيرا الى الطاقة المتجددة فأبرز ايجابياتها أنها غير منتهية و دائمة التجديد .

وبعد التعمق أكثر في البحث وصلوا أخيرا ان طاقة الرياح والمياه والطاقة الشمسية هم الطاقات الأبرز لتغطية هذا المجال .

ان كبر مساحة الجزائر خلق اختلاف كبير في طبيعة المناخ بين الولايات الساحلية و بقية الولايات حيث تتميز الولايات الداخلية و الجنوبية بشتاء قصير و بارد و صيف طويل و ساخن كما تكون جل أيامهم مشمسة و حارة طوال اليوم و باردة جدا ليلا .

فبعد تفكير معمق وتجارب على مواد مختلفة في كيفية تخزين حرارة النهار والاستفادة منها PCM(Phase Change Material)ليلا كان التركيز كله على مواد التخزين الحراري

لكن رغم كفاءتها الا أنها ملوثة للبيئة وكذلك مسببة للأمراض الخطيرة كالسرطان و هذا راجع الى البخار الذي تطرحه هذه المواد أثناء تحولها من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة و من بين هذه المواد الزفت.

فتواصلت الأبحاث للبحث عن مواد بديلة و غير ملوثة و كانت النتيجة الرمال حيث يعتبر الرمل مادة ممتازة لتخزين الحرارة بالإضافة الى أنها غير ملوثة و متوفرة بشكل كبير في هذه المناطق (المناطق الداخلية و الجنوبية للبلاد) .

_فكيف يتم تخزين الحرارة في الرمال ؟ ، وكم هي الفترة التي يمكن بقاء فيها هذه الرمال ساخنة ؟

هذا ما سنتطرق اليه في بحثنا حيث سندرس كيفية تخزين الحرارة في الرمل للاستفادة منها في التسخين و ما مدة بقاءها ساخنة وذلك في أربعة فصول.

الفصل الأول : من خلا له نقوم بحوصلة مرجعية عن كيفية تسخين الرمل بالطاقة الشمسية

الفصل الثاني :من خلا له نقوم بفهم الجانب النظري لهذا العمل بصفة مفصلة

الفصل الثالث من خلا له نقوم بدارسة العمل التجربي من خطوات و غيرها و الإشارة الى كيفية الحساب مع اهم التغيرات

الفصل الرابع :عرض نتائج التجربة و مناقشتهم عند المقارنة

و أخيرا خلاصة تختصر طريقة العمل و أهم النتائج المتحصل عليها

الفصل الأول

تسخين الرمال بالطاقة الشمسية

I-1المقدمة

غالبا ما أستخدم الوقود الاحفوري كالغاز و غيره في حاجيات الانسان اليومية من تدفئة و طهي و غيرها وقد اعتبر انه الاستخدام العصري و الحديث . فلو تعمقنا قليلا لوجدنا أن الغاز هو المادة الأولية في عمليات التدفئة فبعد ارتفاع سعره في السوق الدولية بات البحث عن وسيلة حرارية بديلة أمرا واجبا عند الدول التي لا تملك هذه الثروة في بلدها .

بعد أبحاث مستمرة وصلنا أخيرا أن مجال الطاقات المتجددة هو المجال البديل والأبرز لتغطية حاجيات الانسان من مجال الطاقة ومن بينها طاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية و كذلك الطاقة الشمسية وهذه الأخيرة تعد الأكثر شهرة من بين مجالات الطاقة المتجددة .

في هذا الفصل سنتعرف عن أنواع الرمال الأكثر فعالية في تخزين الحرارة و عن المركزات الشمسية المستخدمة في إنتاج الطاقة الحرارية .

I-2 الرمال المستخدمة

بعد أن انتقلت فكرة البطارية الرملية من مجرد فكرة الى مشروع حقيقي انتقل الدور الى نوعية الرمال المستخدمة في البطارية وبعد أبحاث وتجارب على أنواع الأتربة المختلفة وصل الباحثون أن الرمال الجافة هي الأكثر فعالية مهما كانت نوعيتها.

I-3 إستدامة الرمال

يعتبر الرمل مادة مستدامة كما هو معروف لكن السؤال الواجب طرحه والذي يحتاج الى إجابة هوهل يمكن تنفيذ هذه البطارية في جميع أنحاء العالم ؟ وهل استخراج كميات هائلة من الرمال يضر بالبيئة الطبيعية ؟

على الرغم من أن الرمال يمكن العثور عليها في جميع أنحاء العالم ، إلا أنها مادة مطلوبة بشدة ، خاصة لاستخدامها في مشاريع البناء فمن المقرر أن ينمو الطلب على الرمال بنسبة 45 في المائة في العقود الأربعة المقبلة.

فعادة ما يتم إزالة الرمال المستخدمة في البناء من الأنهار والبحيرات ، والتي يمكن أن تكون ضارة بالبيئة. لكن الباحثون الفنلنديون يقولون إنه بالنسبة للبطاريات الرملية حيث لا يهم مصدرها بشكل خاص فإن أي رمال ذات كثافة عالية و أن تتضمن معايير ديناميكية حرارية معينة أي أنها خالية من أي حطام قابل للاحتراق فإنها حتما ستعمل على تخزين الحرارة للحصول على طاقة نظيفة .

فبعد التأكد من استدامة المادة الأولية وهي الرمال أصبح مستقبل تخزين الطاقة النظيفة أكثر إشراقًا .

I-4 طرق تسخين الرمال

كان ولازال لتوليد الحرارة استخدام الرمال أمرا ضروريا اذ اختلفت الأساليب والطرق والمواد المستخدمة في ذلك حيث يمكن تصنيفها الى قسمين نذكر منها الطرق القديمة والحديثة .

I-1.4 الطرق التقليدية لتسخين الرمال

هناك عدة طرق تقليدية لتسخين الرمال، ومن بين هذه الطرق :

أ-استخدام الفحم

يتم وضع الفحم المشتعل تحت الرمال المراد تسخينها وبمرور الوقت تتسخن الرمال بسبب الحرارة المنبعثة من الفحم. [1]

ب- استخدام الحطب:

يتم استخدام الحطب بنفس الطريقة المستخدمة في استخدام الفحم لتسخين الرمال .

ج- استخدام الطاقة الشمسية:

يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتسخين الرمال، عن طريق تعريض الرمال لأشعة الشمس لفترة من الوقت. [2]

د- الأفران:

يمكن استخدام الأفران الكهربائية أو الأفران التقليدية لتسخين الرمال، حيث يتم وضع الرمال داخل الفرن وتسخينها عن طريق الحرارة المنبعثة من الفرن .

ه- المدافئ:

يمكن استخدام المدافئ لتسخين الرمال، حيث يتم وضع الرمال داخل حوض تحت المدفأة وتسخينها بالحرارة المنبعثة من المدفأة . [3]

يجب الانتباه إلى أن هذه الطرق التقليدية لتسخين الرمال يمكن أن تكون ضارة بالبيئة وتسبب تلوثاً، ولا تكون دائمًا كفيلة بتسخين الرمال بطريقة متساوية وفعالة. ولهذا السبب، فإن استخدام أنظمة تخزين الحرارة الحديثة مثل البطارية الرملية يمكن أن يكون أكثر فعالية. [4]

I-2.4 الطرق الحديثة لتسخين الرمال

هناك العديد من الطرق الحديثة لتسخين الرمال، وتشمل بعض هذه الطرق:

أ-الطاقة الشمسية:

يمكن استخدام الألواح الشمسية لجمع الطاقة الشمسية وتحويلها إلى حرارة لتسخين الرمال. توجد أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية التي تستخدم الشمس لتسخين المياه أو الموائع الحرارية، ويمكن استخدام هذه الأنظمة لتسخين الرمال. [5]

ب- الطاقة الكهربائية:

يمكن استخدام الطاقة الكهربائية لتسخين الرمال، ويمكن استخدام المقاومات الحرارية الكهربائية لتوليد الحرارة [6]

ج- البطارية الرملية:

تقوم البطارية الرملية بتخزين الحرارة في الرمال الموجودة داخل البطارية وإطلاقها عند الحاجة
يجب الانتباه إلى أن هذه الطرق الحديثة لتسخين الرمال غالبًا ما تكون أكثر فعالية وأقل تلوثًا للبيئة من الطرق التقليدية، وتعتبر بعضها مستدامة وتعتمد على مصادر الطاقة المتجددة ، مما يجعلها خيارًا جيدًا لتسخين الرمال . [7]

I_5أهمية واستخدامات الرمال الساخنة

تعتبر الرمال الساخنة من الموارد الطبيعية الهامة والتي تتواجد بشكل واسع في بعض المناطق حول العالم، ولها عدة استخدامات وأهميات من بينها :

_**توليد الطاقة الحرارية:** حيث يتم استخدام الرمال الساخنة في بعض المناطق لتوليد الطاقة الحرارية، حيث يتم تسخين الماء باستخدام الحرارة الناتجة عن الرمال الساخنة لإنتاج البخار وتوليد الكهرباء.[8]

_**العلاج الطبيعي:** حيث تستخدم الرمال الساخنة في بعض الأماكن كعلاج طبيعي للعديد من الأمراض والحالات الصحية المختلفة، حيث يتم وضع الجسم في الرمال الساخنة لتحسين الدورة الدموية والتخلص من الشحوم الزائدة في الجسم. [9]

_**الزراعة:** يتم استخدام الرمال الساخنة في بعض المناطق في الزراعة وذلك لتسخين التربة وتحسين نمو النباتات ، كما أنها تساعد في تحسين مستوى التصريف والتهوية في التربة.[10]

_**السياحة:** يتوافد الكثير من الزوار إلى المناطق التي تحتوي على الرمال الساخنة للاستمتاع بالاستحمام في الأماكن التي تحتوي على برك طبيعية ساخنة والتي يتم تدفئتها بواسطة الرمال الساخنة .[11]

_**الصناعات المختلفة:** يستخدم الرمال الساخنة في العديد من الصناعات المختلفة مثل صناعة الزجاج والمعادن والسيراميك، حيث تستخدم الحرارة الناتجة عن الرمال الساخنة في تسخين وصهر المواد الخام الختلفة المستخدمة في هذه الصناعات .[12]

I _6المركزات الشمسية

تعتبر المركزات الشمسية احد انواع الاجهزة التي تستخدم الاشعاع الشمسي و تحوله الى طاقة حرارية و من ثم الى طاقة كهربائية لإنتاج الطاقة الكهربائية .
يمكن تصنيف المركزات الحرارية الى ثلاثة انواع مركزات قليلة الحرارة و مركزات متوسطة الحرارة و مركزات عالية الحرارة و لكل نوع من هذه الانواع الثلاثة استخدامات معينة .
غالبا ما تكون مشاريع الطاقة الشمسية مبنية على تقنية تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهروضوئية و التي تعمل على مبدأ تحويل الضوء الى كهرباء مباشرة .
لكن بالنسبة الى تقنية المركزات الشمسية فان مبدأ عملها يختلف نوعا ما عن الخلايا الشمسية اذ يتم تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية او كهربائية بشكل غير مباشر و تدعى هذه التقنية
بالطاقة الشمسية المركزة (solar power concentrator) .[13]

I_7 مبدأ عمل المحطة الشمسية المركزة

لنسهل الامر علينا بمثال بسيط يبين مبدأ عمل محطة الطاقة الشمسية المركزة، بإختصار استخدم أغلبنا المكبرة لإشعال قطعة من الورق بتركيز الإشعاع الشمسي عليها، وهذا بكل بساطة هو مبدأ عمل محطة الطاقة الشمسية المركزة حيث تقوم هذه المحطات بتركيز الطاقة الحرارية الشمسية باستخدام المرايا و تسخير هذه الطاقة لتوليد الكهرباء بشكل عام. [14]

تتألف محطة الطاقة الشمسية المركزة على اختلاف أنواعها من العناصر التالية :[15]

أ_ مجموعة المرايا العاكسة

مجموعة من المرايا توضع بترتيب معين بحيث تتمكن من عكس أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي نحو نقطة واحدة وهي تمثل مستقبل الطاقة الحرارية للإشعاع الشمسي .

ب_ المستقبل الإشعاعي

قد يكون المستقبل برجاً أو أنبوباً حسب نوع المحطة. ووظيفة المستقبل تكمن في استقبال الإشعاع الشمسي المركز المنعكس عن المرايا وتخزين طاقة هذا الإشعاع على شكل حرارة عن طريق سائل ما، و قد يكون هذا السائل ماء أو زيتاً ليحتفظ بالحرارة لتستخدم في توليد البخار لاحقا.

ج_ خزان البخار

عندما يقوم السائل المُسخن بتحويل المياه إلى بخار، يتم تجميعه وضغطه في خزان ليتم توجيهه بضغط وسرعة معينين نحو العنفة (التوربين) .

د_ التوربين

عبارة عن عنفة بخارية تدور عندما يصلها البخار ويربط معها مولد كهربائي يدور بدوران العنفة مولداً الطاقة الكهربائية .

ه_ المولد الكهربائي

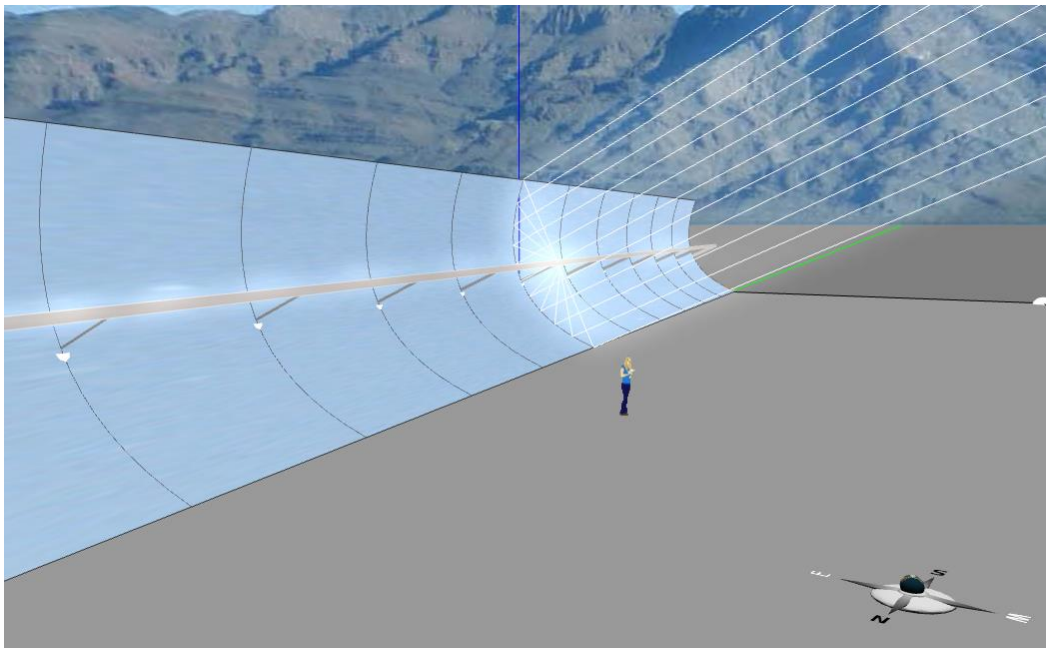
مولد ثلاثي الطور موصول بشكل مباشر مع الشبكة الكهربائية ليتم تغذية الشبكة من الطاقة الناتجة بشكل مباشر.

I_8 أنواع المركزات الشمسية

يوجد أربع أنواع مركزات شمسية [16]

I_8_1 نظام المجمع الاسطواني القطع المكافئ

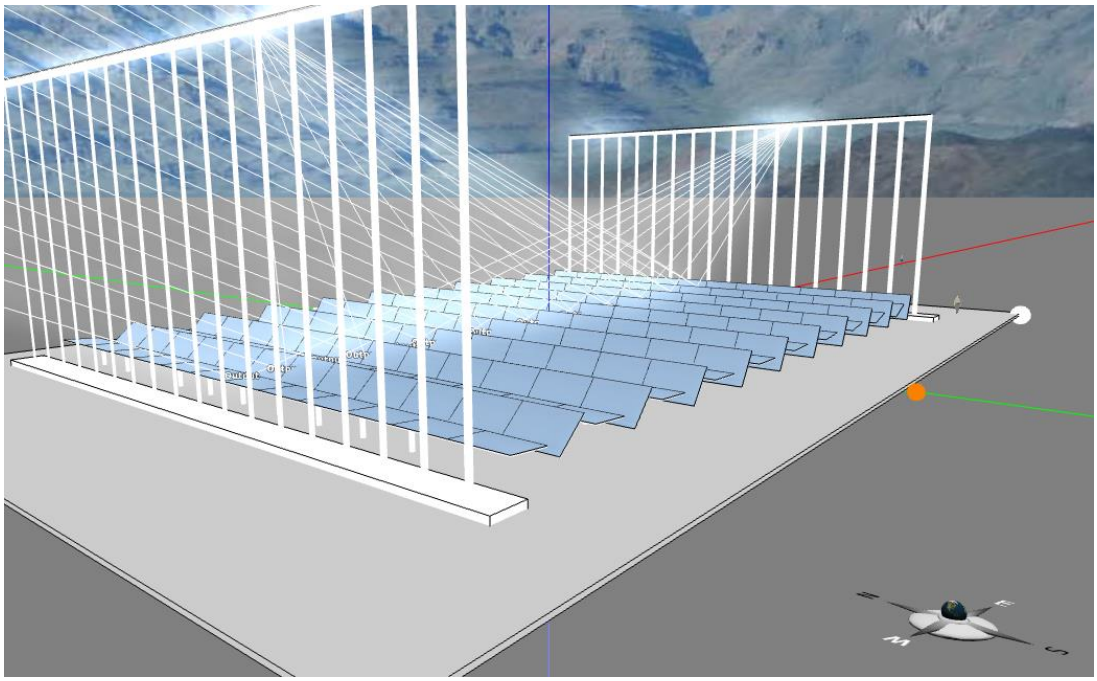
نظام المجمع الشمسي الحراري القطعي يتكون من عواكس طويلة ذات مقطع عرضي حيث تكون على شكل قطع متساوية تمكنها من تجميع أشعة الشمس في المحور البؤري الخطي. يتم تثبيت أنبوب الامتصاص في هذا المحور، وهو عبارة عن أنبوب مصنوع من المعدن الدائم مثل النحاس أو الفولاذ المقاوم للصدأ. يمر السائل الحامل للحرارة، سواء كان ماء مالح، زيت أو غيره، داخل هذا الأنبوب المغطى بطبقة انتقائية، ويتم إحاطته بأنبوب زجاجي شفاف يتميز بخصائص اللزوجة والانتقائية الحرارية المناسبة. يتم تركيب النظام على منظومة تتبع شمسي، ويتحرك حول محور دوران واحد. ترتفع درجة حرارة السائل بسبب الطاقة الحرارية المستقبلة من الشمس بمقدار 70 إلى 100 مرة، وتتراوح درجة الحرارة المولدة بين 350 و550 درجة مئوية. يتحول السائل في النهاية إلى بخار يكفي لتشغيل توربينات البخار.



الشكل (1-1) :المجمع الشمسي الاسطواني القطع مكافئ

I_8_2 نظام عاكس فرينل الخطي

مثل أنظمة الحوض المكافئ، هذه أيضًا نوع من نظام التركيز الخطي انها تعمل بنفس الطريقة إلى حد كبير حيث يتألف هذا النظام من مجموعة من المرايا المسطحة المتوازية التي تقوم بتركيز الإشعاع الشمسي على جهاز استقبال خطي يقع على بعد عدة أمتار فوق الألواح الشمسية. ويحتاج هذا النظام إلى وجود مرآة ثانوية فوق جهاز الاستقبال لإعادة تركيز الأشعة الضائعة. ويمكن أيضًا زيادة عرض جهاز الاستقبال من خلال جعله يتكون من عدة أنابيب متوازية، كما هو موضح في الشكل.

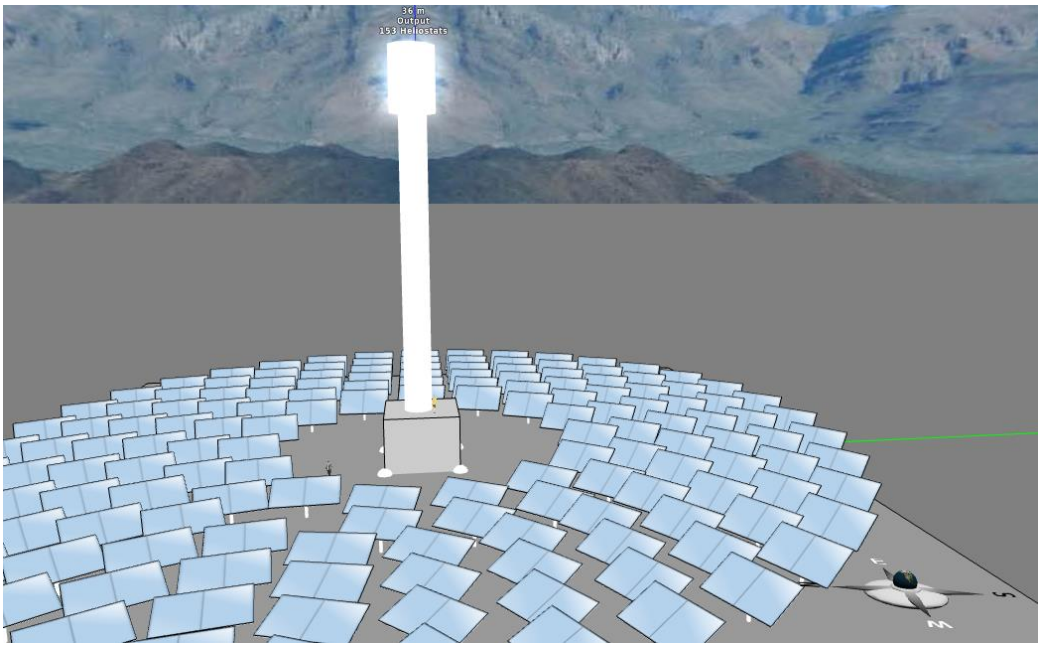


الشكل (1-2) : نظام عاكس فرينل الخطي

I_8_3 نظام المستقبل المركزي

في محطات الطاقة الشمسية لبرج الطاقة، يحيط برج مركزي طويل بالآلاف أو حتى عشرات الآلاف من العاكسات المسطحة الخاصة المعروفة باسم الهليوستات. تقوم الهليوستات بضبط موضعها مع حركة الشمس من أجل تركيز الإشعاع الشمسي نحو نقطة محورية مركزية، تُعرف باسم المستقبل يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى حرارة باستخدام جهاز استقبال مركزي يتم تثبيته فوق برج يعمل كغلاية لتوليد البخار. يتم تركيز الأشعة الشمسية بمقدار يتراوح بين 800 إلى 1000 مرة، مما يتيح الوصول إلى درجات حرارة عالية تصل إلى حوالي 1000 درجة مئوية. يتم نقل هذه الحرارة إلى المائع الذي يكون عادة الأملاح المنصهرة

يتم إنتاج البخار باستخدام المبادل الحراري، ويتم توجيه البخار إلى توربينات بخارية لتوليد الطاقة الكهربائية. يتم إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام دورة ترموديناميكية. يتم تكييف هذه الطاقة الكهربائية للاستخدامات المختلفة، مثل توفير الكهرباء للمنازل والمباني وتشغيل المعدات الصناعية .

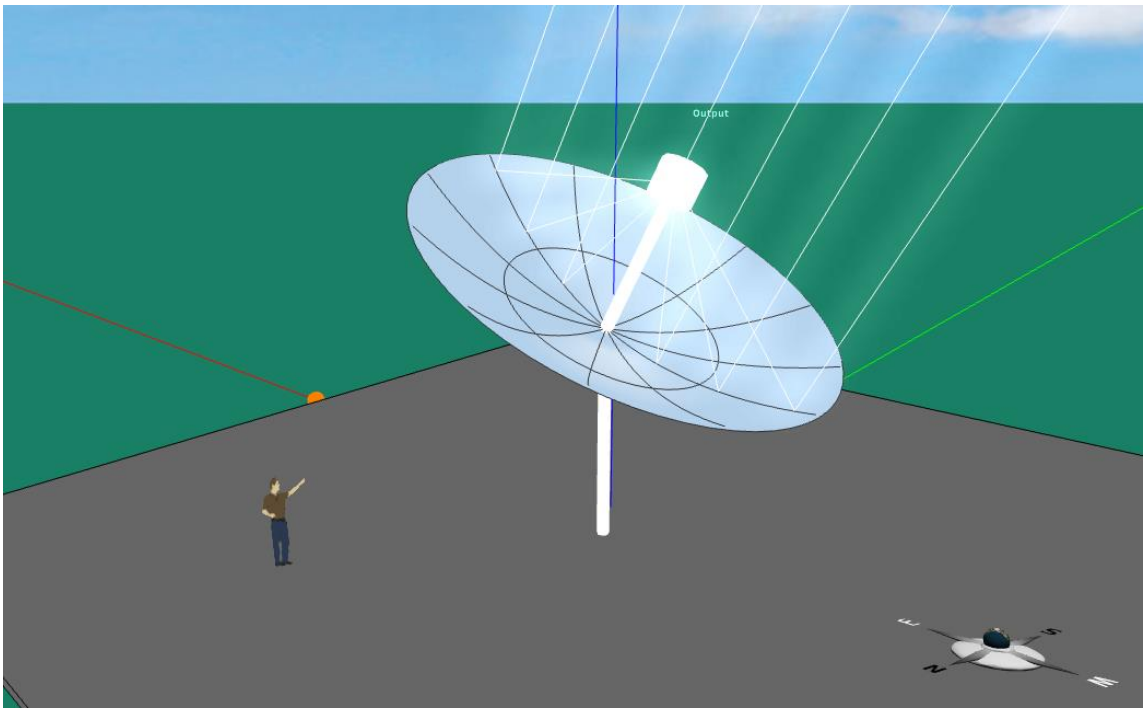


الشكل (1-3) : نظام المستقبل المركزي

I_8_4 نظام الصحن القطع المكافئ

نظام توليد الطاقة الشمسية بالصحن العاكس يتألف من صحن عاكس ذو شكل قطع مكافئ وجهاز استقبال مثبت في البؤرة النقطية، ويتم تتبع الشمس على محورين لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة. يتم امتصاص الإشعاع الشمسي على شكل حرارة من خلال جهاز الاستقبال، الذي يحتوي على غاز يستخدم لتشغيل توربينات غازية .

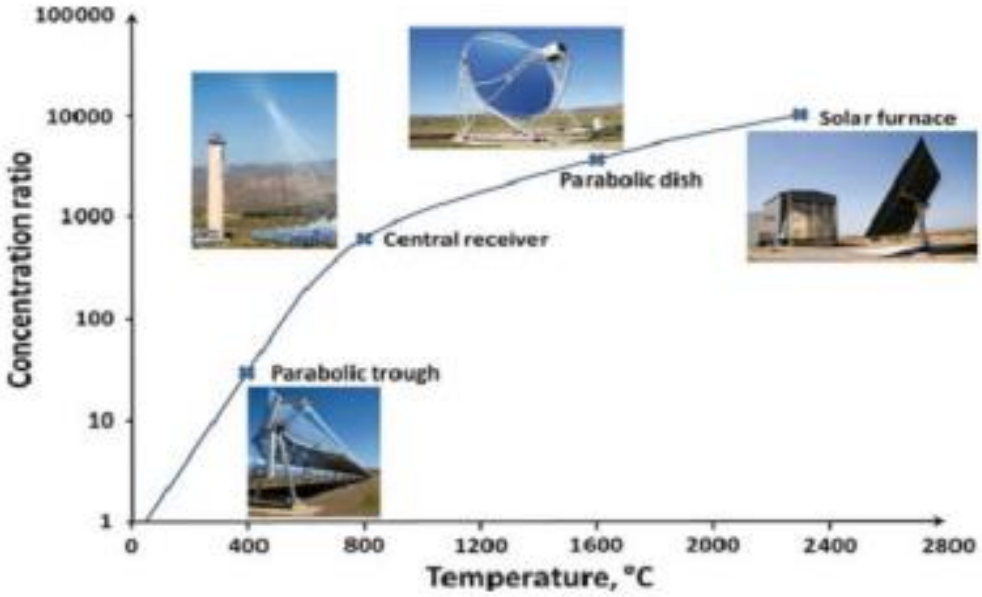
تصل درجات الحرارة في هذا النوع من أنظمة توليد الطاقة الشمسية إلى حوالي 750 درجة مئوية، مما يتيح إنتاج كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية باستخدام دورة تيرموديناميكية.



الشكل (1-4) : نظام الصحن القطع المكافئ

I_9 المقارنة بين مختلف أنظمة التركيز الشمسي

يوضح الشكل حدود التركيز الهندسي ودرجات حرارة التشغيل لمختلف أنظمة التركيز الشمسي, ويعتبر مجال المجمع الشمسي الاسطواني القطع مكافئ الأنسب لتوليد البخار, بينما الأنظمة الاخرى تكون مناسبة في صهر المعادن و الأملاح و التخزين الحراري. [17]



الشكل (1-5) : التركيز الهندسي و درجة حرارة اشتغال لمختلف المركزات الشمسية

الخاتمة

بعد التعرف على نوعية التربة اللازمة في عملية التخزين الحراري و كذلك طرق تسخينها و ذلك يشمل كل من الطرق التقليدية و الحديثة , بالإضافة إلى أنواع المركزات الشمسية يمكننا الأن التعرف على كيفية تسخين الرمال بإستعمال المركزات الشمسية و هذا ما سنطرحه في الفصل القادم .

الفصل الثاني

تسخين الرمال باستخدام المركزات الشمسية

IIمقدمة

تعتبر المركزات الشمسية إحدى الطرق الفعالة في عملية تسخين الرمال , سنتطرق في هذا الفصل الى كيفية تسخين الرمال بإستخدام المركزات الشمسية وأهم الخطوات اللازمة.

II _1 الخطوات المستخدمة لتسخين الرمال

نبدأ أولا بتقدير الاشعاع الشمسي، تركيز الاشعاع بواسطة القطع المكافئ النقطي، تحويل طاقة الاشعاع المركز الى حرارة بواسطة سخان الهواء الكهربائي ، و اخير نقل الهواء الساخن عبر الأنابيب المتمركزة على محور الصومعة الفولاذية وذلك لتسخين الرمال .

- سنقوم بشرح الخطوات تدريجيا للتوضيح أكثر

II_2الإشعاع الشمسي

تختفي الشمس خلف الغيوم في أوقات النهار أحياناً أو تكون في الجهة المقابلة من الأرض في الليل لكنها دائماً موجودة، وكون الشمس عبارة عن نجم ملتهب تجري فيه العديد من الانفجارات النووية بشكل مستمر فهذه الانفجارات تستمر بنشر الطاقة لتصل إلى الأرض على شكل إشعاع شمسي.

يتفاعل هذا الإشعاع مع الأرض بأشكال مختلفة بدءاً من الغلاف الجوي حيث قسم من هذا الإشعاع ينتشر في الغلاف الجوي ولا يصل إلى الأرض وقسم يصل بشكل حرارة تساهم في التدفئة والحياة على سطح الأرض وقسم ينتشر في الغيوم وآخر يصل إلى سطح الأرض كطاقة وهو الذي يهم الباحثين في قضايا الطاقة الشمسية.

تعتبر الشمس جسم أسود بدرجة حرارة فعالة مقدرة ب 5777 kعلى سطحها و تزداد كلما اقتربنا من مركزها لتصل في المناطق الداخلية الى درجة حرارة تتراوح بين 15.7 k مليون

تتولد هذه الحرارة نتيجة للتفاعلات النووية التي تحدث في قلب الشمس، التي يتحول فيها غاز الهيدروجين إلى هليوم و ينتج عن ذلك تحرر كميات كبيرة من الطاقة ترسل على شكل طاقة إشعاعية إلى الفضاء الخارجي، أي على شكل إشعاعات كهرومغناطيسية بطيف يتراوح بين0.2 نانومتر فوق البنفسجية 4 نانومتر تحت الحمراء لذلك تعتبر الشمس مصدر طاقة يمكن اعتباره كمصدر بديل للطاقات الاخرى[18]

يقدر تدفق الاشعاع الشمسي على السطح العمودي ب6.33x107 W/m2 , كما تعتبر هذه القيمة 1.496x1011 m هي القيمة المتوسطة بين الشمس و سطح الأرض , إن الثابت الشمسي لتدفق الإشعاع الوارد على الحدود العليا للغلاف الجوي تقدر قيمته ب$1367\ W/m^2$ كما تعتبر هذه نفس قيمة الإضاءة الطاقية تقريبا الذي يعطيها الإشعاع الحراري المنتشر في كل الموجات الكهروميغناطيسية خارج الغلاف الجوي للأرض المسمى بالإشعاع الشمسي و الذي له أنواع متعددة و هي [19]

II_2_1 الإشعاع الطبيعي المباشر

هو كمية الإشعاع الساقط على واحدة المساحة لسطح مثبت دائماً بحيث يكون متعامدا مع الأشعة القادمة بشكل مباشر من اتجاه الشمس في موقعها الحالي في السماء و يعرف على أنه الإشعاع المنبعث من القرص الشمسي فقط و يتم قياسه بجهاز البيريليومتر أو أجهزة أخرى تحملها الأقمار الصناعية، و هو يساوي الصفر عندما تحجب الشمس بالسحب. [20]

II_2_2الأشعة المنتشرة

عندما تمر الأشعة الشمسية عبر الغلاف الجوي، يحدث لها تشتت حيث تنتشر في كل الاتجاهات بواسطة جزيئات الهواء والجسيمات العالقة فيه. يحدث هذا التشتت بسبب تفاعل الأشعة الشمسية مع الجزيئات والجسيمات المختلفة في الغلاف الجوي، وهو ما يؤدي إلى تغير اتجاه حركتها وانتشارها في جميع الاتجاهات. وتسمى هذه الظاهرة بانعكاس الضوء أو تشتت الضوء.

II_2_3الإشعاع الكلي

صحيح، يتكون الإشعاع الكلي من مجموع الإشعاع المباشر الذي يأتي مباشرة من الشمس والإشعاع المنتشر الذي ينتشر في الغلاف الجوي ويصل إلى سطح الأرض. وفي المناطق الجافة، يكون مقدار الإشعاع المنتشر قليلًا بسبب انعدام الغيوم والجسيمات العالقة في الهواء التي تساهم في تشتيت الضوء. وبالتالي، يتطابق مقدار الإشعاع الكلي بالمباشر في هذه المناطق.[21]

أ –الإحداثيات الجغرافية

كل نقطة من سطح الأرض تحدد بإحداثيات جغرافية؛ هي خط الطول، خط العرض والارتفاع عن سطح البحر، منطقة الدراسة هنا هي منطقة ورقلة والتي تقع في 5.24 خط الطول و 31.57 خط العرض و إرتفاع 141 متر

هذا الموقع الممتاز يجعل منها مكانا جيدا لاستغلال و تثمين الطاقة الشمسية الهائلة، حيث يصل تدفق الإشعاع الشمسي الى $2650\ Kw\ h/an/m^2$ مع حوالي 3500 ساعة من التشميس في السنة

ب-الفترة الزمنية

تتمثل المعطيات الزمنية في كل من؛ الشهر من السنة، اليوم من الشهر والتوقيت من النهار. حيث تحدد كل من هذه المعطيات المسافة الفعلية بين الشمس و الأرض، التوقيت المحلي ... الخ. حيث يتحدد الشهر من السنة و اليوم منه حسب المتطلب من الدراسة، كأن تكون أيام الانقلاب الفصلية، أو كأن تكون في يوم محدد من السنة وذلك من خلال قياسات درجات الحرارة اليومية بمحطات الرصد الجوي المتواجدة في منطقة ورقلة و على مدار عشر سنوات (2006-1996) و بعد حساب المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العليا و الدنيا، تبين أن شهر جانفي هو الأكثر برودة (5.1-18.6°C)

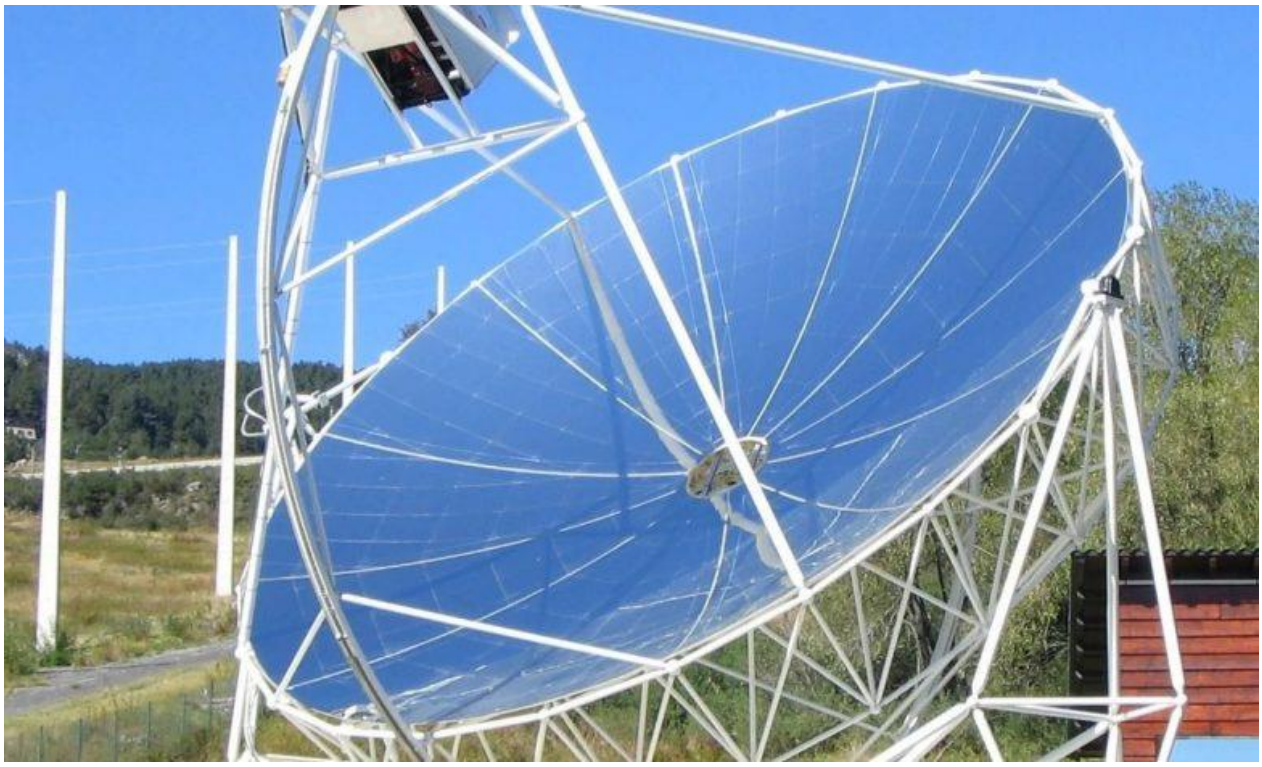
التحديد الدقيق لشدة الإشعاع الشمسي المباشر خاصة، يكون باستخدام كل تلك المعطيات و هي طريقة طويلة و معتمدة في الكثير من المراجع.

II_3 تركيز الإشعاع بواسطة القطع المكافئ النقطي

العديد من أنواع المركزات يمكنها زيادة تدفق الإشعاع الشمسي على سطح المستقبل. يمكن أن تكون المجمعات عاكسة أو كاسرة، و يمكن أن تكون أسطوانية الشكل لتركز الأشعة الشمسية على خط أو دائرية لتركزها في نقطة. مستقبلاتها يمكن أن تكون مقعرة أو محدبة على العموم المركزات ذات المستقبلات الأصغر من الفتحة (السطح الذي تعكس من خلاله الأشعة الشمسية) فعالة فقط من أجل الإشعاع المباشر. يعتبر كل من زاوية ورود الإشعاع الشمسي على المركز و تعقبه (المركز) للشمس من أهم العوامل التي تتحكم فيه، حيث يتم وضع مجموعة مختلفة من الآليات لتوجيه تحرك المجمعات بحيث يتم دوما انعكاس الإشعاع الوارد على المستقبل. تتنوع الحركات اللازمة حتى يتم تعقب الشمس و ذلك حسب تصميم النظام المجمع. حيث هناك العديد من التصاميم للمجمعات المركزة، تتمثل في:

1_أنظمة أطباق القطع المكافئ (PARABOLIC TROUGH SYSTEMS)
2 _ مجمع الصحن المكافئ(PARABOLIC DISH)
3_أبراج الطاقة الشمسية (SOLAR POWER TOWER)
4_عاكسات فرينل الخطية (LINEAR FRESNEL REFLECTORS)

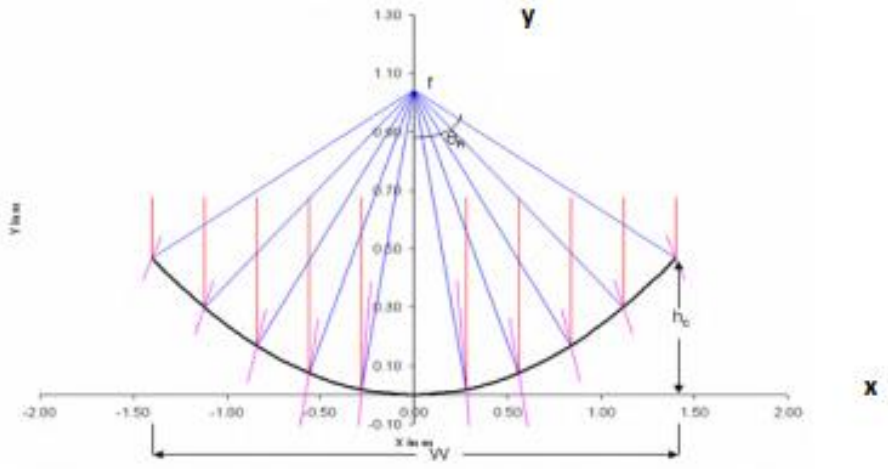
يتميز المجمع الصحن المكافئ المبين في الشكل بقدرته على تركيز أشعة الشمس في نقطة واحدة وهو ما يجعله معروفاً باسم مجمع نقطة التركيز. يتم تحويل هذه الأشعة إلى طاقة حرارية عند النقطة المحورية للصحن العاكس، حيث يمكن استخدام هذه الطاقة لتوليد طاقة كهربائية عبر مولد يرتبط بالمستقبل مباشرة، أو يمكن نقل الطاقة الحرارية عبر أنابيب إلى نظام مركزي لتحويلها إلى طاقة كهربائية. [22]



الشكل (2-1) : مثال لتفصيل لمجمع الصحن المكافئ النقطي

II_4هندسة المجمع القطع المكافئ(PTC)

المجمع الصحن المكافئ يتكون من عاكس أسطواني يتميز بقطع مكافئ في مقطعه العرضي، ويتم تصميمه بحيث تنعكس الأشعة الساقطة عليه على المحور الخطي البؤري. [23]



الشكل (2-2) : بؤرة السطح القطع مكافئ

تتميز هذه المجمعات بعدة مزايا منها

أ_ لأنها موجهة إلى الشمس دوما فهي أكثر كفاءة من كل المجمعات

ب_ لها عادة نسب تركيز في حدود 611 الى 2111 و بالتالي كفاءة عالية في امتصاص الطاقة الحرارية

ج_ يمكن أن تعمل بشكل مستقل أو كجزء من نظام واسع من هذا النوع من المجمعات

II_5تحويل طاقة الإشعاع المركز إلى حرارة

كما جاء أعلاه الإشعاع الشمسي هو أشعة كهرومغناطيسية، اذن فهي تملك طاقة فوتونات تقدر طاقة كل منها ب [24]

$$E_{photon} = h\upsilon = hc/\lambda$$

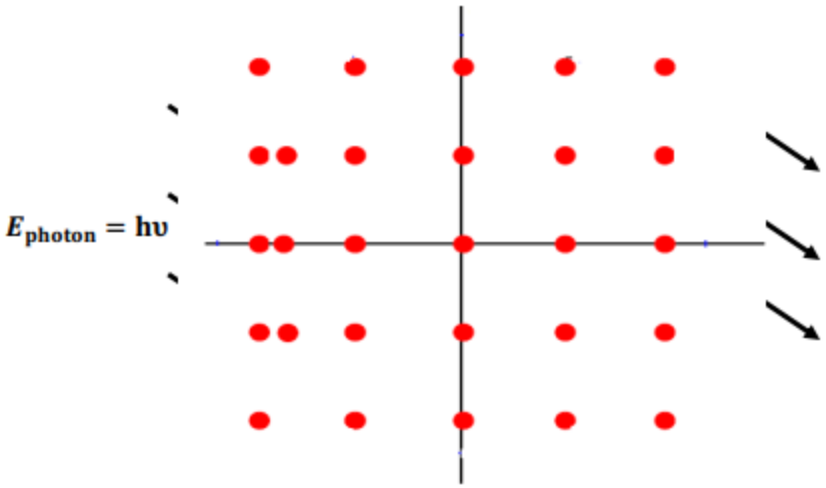
حيث

h هي ثابت بلانك ،λهي طول موجة الإشعاع، cهو سرعة الضوء في الخلاء

عند اصطدامها بالمواد بالأخص المواد الصلبة، فإنها تمتص من طرف ذرات المادة التي تنزاح من مواضع توازنها. لان كل ذرة تكون متموضعة على موضعها الشبكي تماما، و لكن الحقيقة أن الذرة

(أيون الذرة) في الشبكة ليست ساكنة في مكانها حتى في الصفر المطلق كما تشير دراسات ميكانيكا الكم، فالذرات (أيونات الذرات) تهتز حول وضع توازنها تحت تأثير قوى مرونة (قانون هوك) تحاول أن تعيدها إلى وضع التوازن، مما يؤدي إلى اهتزازات الشبكة البلورية بسبب التفاعل بين الذرات هذا يعني أن طاقة الفوتون تتحول إلى حرارة بأثر اهتزاز الشبكة

$$E_{photon} = h\upsilon = = \frac{hc}{\lambda} = E_{phonon} = kT$$



الشكل (2-3) : كيفية تحول الإشعاع إلى حرارة عند اصطدامه بالأجسام الصلبة

II _6 نقل الحرارة الناتجة الى خزان الرمال

يمكن استخدام عدة طرق لنقل الحرارة الى الرمال وذلك بغرض تسخينها وتتمثل هذه الطرق في:

_**الهواء المسخن:** يتم تسخين الهواء في مبادلات حرارية خاصة، ثم يتم نقله بواسطة مراوح إلى الصومعة الفولاذية، حيث يتم توزيعه على الرمال. ويتم استخدام مجموعة من الأنابيب الصغيرة داخل الصومعة، والتي يتم توصيلها بشكل متوازٍ لتحقيق تدفق الهواء المسخن بالتساوي على الرمال.

_**الأنابيب الساخنة:** تتمثل هذه الطريقة في استخدام أنابيب ساخنة لنقل الحرارة مباشرة إلى الرمال داخل الصومعة الفولاذية. وتستخدم هذه الأنابيب الحرارة الناتجة عن محركات الديزل أو الغاز أو البخار، وتتمثل في أنابيب خاصة مليئة بالماء الساخن، والتي يتم تمريرها عبر الصومعة الفولاذية لنقل الحرارة بشكل مباشر إلى الرمال.

_ **الأشعة تحت الحمراء**: تعد الأشعة تحت الحمراء طريقة فعالة لنقل الحرارة بشكل مباشر إلى الرمال داخل الصومعة الفولاذية. ويتم ذلك باستخدام أنابيب خاصة مصممة لإصدار الأشعة تحت الحمراء، وتتمركز هذه

الأنابيب على الحائط الداخلي للصومعة الفولاذية، وتعمل على إطلاق الأشعة التي تساعد على تسخين الرمال بشكل فعال ودقيق.

يتم استخدام هذه الطرق بشكل فعال لنقل الحرارة إلى الرمال داخل الصومعة الفولاذية.

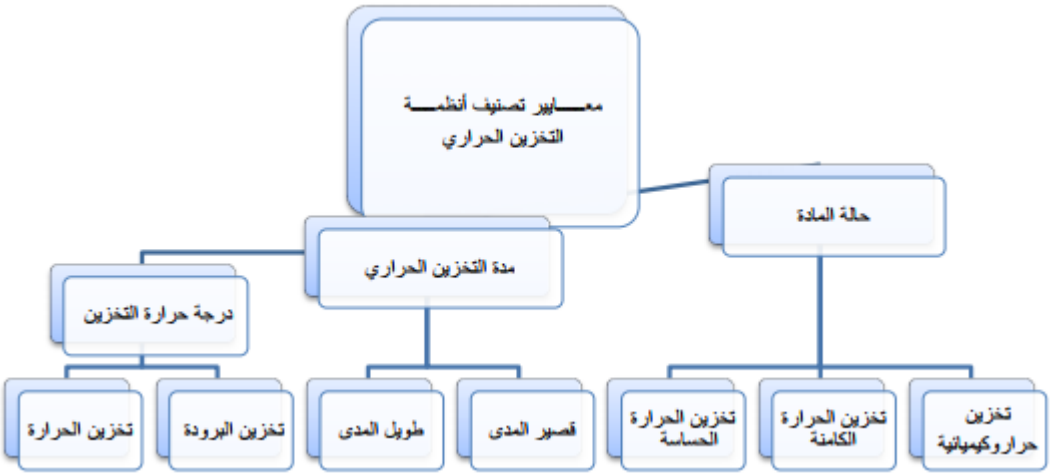
II_7أنظمة تخزين الحرارة

توجد عدة طرق لتخزين الطاقة الشمسية، ومن بينها التخزين الحراري للطاقة، وهذا النوع من التخزين يسمح بتخزين الطاقة لفترات طويلة أو قصيرة حسب حاجة المستخدمين. يتم تخزين الطاقة الحرارية باستخدام آليات مختلفة ويتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية وتخزينها للاستخدام المستقبلي. يمكن تحديد مدة التخزين حسب الحاجة، وتختلف آليات التخزين والتفريغ حسب المرحلة التي يتم فيها استخدام الطاقة الحرارية لتوليد الكهرباء. وبالتالي يتم تصميم نظام التخزين بناءً على عدة متغيرات وعوامل مثل:

_ شدة الاشعاع الشمسي , نوع وسط التخزين المستخدم , مقدار الفقد في الحرارة أثناء التخزين ,تكلفة معدات التخزين ، تكلفة المبادل الحراري , كثافة الطاقة العالية ,الاستقرار الميكانيكي و الكيميائي .[25]

II_8معايير تصنيف أنظمة التخزين

يمكن تقسيم تقنيات تخزين الطاقة الحرارية الى عدة أقسام حسب معايير مختلفة متمثلة في المخطط التالي :[26]



الشكل (2-4) : معايير تصنيف أنظمة التخزين الحراري

II_9أنواع التخزين الحراري

يوجد عدة أنواع للتخزين الحراري في مجال الطاقة الشمسية، ومن أبرزها

[27]

التخزين الحراري الكيميائي

التخزين الحراري الكيميائي هو عملية تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كيميائية باستخدام مواد كيميائية معينة، وذلك عندما تتعرض هذه المواد للتسخين بفعل الطاقة الحرارية القادمة من الشمس. يتم في هذه العملية تحويل المواد الكيميائية إلى شكل مستقر، ويتم تخزين هذه الطاقة الكيميائية في المادة الكيميائية نفسها.

ويمكن فيما بعد استخدام هذه المادة الكيميائية لإنتاج الكهرباء عند الحاجة إليها، حيث تتم عملية تحليل المادة الكيميائية لاستعادة الطاقة الحرارية الكيميائية المخزنة فيها، والتي يتم تحويلها إلى طاقة حرارية، ومن ثم تحويل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية باستخدام مولد كهربائي .

وتعد عملية التخزين الحراري الكيميائي من أهم الطرق المستخدمة في تخزين الطاقة الشمسية لفترات طويلة، نظراً لقدرتها على تحمل درجات الحرارة العالية، وكذلك لإمكانية استخدامها لإنتاج الكهرباء عند الحاجة إليها، وهي تستخدم في العديد من التطبيقات مثل الطاقة الشمسية المركزة والتي تستخدم في توليد الكهرباء .

التخزين الحراري في الماء

وتتمثل فكرة هذه العملية في تخزين الطاقة الحرارية الناتجة عن الشمس في الماء الموجود في حوض تخزين، وذلك بفعل تسخينها من قبل أشعة الشمس .

وتتم عملية التخزين الحراري في الماء عن طريق وضع أنابيب أو لوحات تحتوي على ماء في حوض تخزين. يتم تسخين هذا الماء باستخدام الطاقة الحرارية الناتجة عن الشمس، وتبقى الطاقة الحرارية المخزنة في الماء لفترة طويلة من الوقت، مما يتيح استخدامها في وقت لاحق لإنتاج الكهرباء أو لتدفئة المباني .

-ويعتبر التخزين الحراري في الماء من الأنظمة الأكثر فعالية وأقل تكلفة لتخزين الطاقة الحرارية المنتجة من الشمس، كما أنها تتميز بسهولة التركيب والصيانة، وقد تم استخدامها بنجاح في العديد من المشاريع الضخمة، مثل التدفئة الكبيرة للمباني والسباحة المدفأة وتوليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية المخزنة في الماء .

التخزين الحراري في الملح

تحتوي الأملاح المنصهرة على نقاط غليان عالية ، ولزوجة منخفضة ، وضغط بخار منخفض ، وقدرات حرارية حجمية عالية. تتوافق السعة الحرارية الأعلى مع حجم خزان تخزين أصغر. عند اختيار الخليط الكيميائي ، من المفيد أن يكون لديك أقل نقطة انصهار ممكنة وأعلى نقطة غليان .

يتم تسخين الأملاح وتخزينها في حاوية عازلة خلال ساعات الذروة. عند الحاجة إلى الطاقة ، يُضخ الملح في مولد بخار يغلي الماء ويدور التوربين ويولد الكهرباء. يمكن أن يستمر تحويل الطاقة الحرارية إلى كهرباء من خلال دورات مختلفة مثل دورات رانكين وبرايتون وإير برايتون. تتضمن دورة غاز برايتون ، على سبيل المثال ، (1) تمدد ثابت الحرارة للغاز عالي الضغط ودرجة الحرارة العالية عبر التوربين للقيام بالعمل ، (2) التبريد متساوي الضغط ، (3) ضغط ثابت الحرارة إلى الضغط العالي ، و (4)) التسخين متساوي الضغط حيث تتكرر الدورة. تشمل التطبيقات الأخرى استخدام الحرارة المخزنة مباشرة لعمليات درجات الحرارة العالية مثل إنتاج H2 وتحويل الفحم إلى سائل، مما يتجنب التكلفة الديناميكية الحرارية المتكبدة من التحويل إلى كهرباء يُضخ الملح المبرد مرة أخرى في خزان التخزين ليتم تسخينه وإعادة استخدامه. هناك نوعان من التكوينات المختلفة لنظام تخزين طاقة الملح المصهور: خزانان مباشر وخط حراري. يتكون النظام المباشر ذو الخزانين ، باستخدام الملح المصهور كسائل نقل الحرارة (يمتص الحرارة من المفاعل أو المبادل الحراري) وسائل تخزين الحرارة ، من خزان تخزين ساخن وبارد. يستخدم نظام الخط الحراري خزانًا واحدًا بحيث يتم فصل الملح الساخن والبارد عن طريق التدرج الرأسي لدرجة الحرارة (بسبب قوة الطفو) لمنع الاختلاط. هناك دورتان في نظام الخط الحراري: الشحن والتفريغ. للشحن ، يتدفق الملح من الجانب البارد ، ويتم تسخينه بواسطة المبادل الحراري (المفاعل) ، ويتدفق إلى الجانب الساخن للخزان. للتصريف ، يتدفق الملح من الجانب الساخن ، وينقل الحرارة لتوليد الطاقة (التوربينات) ، ويتدفق إلى الجانب البارد للخزان. يقلل نظام الخط الحراري من التكاليف من خلال خزان واحد ومواد حشو رخيصة في الخزان لتعمل كمخزن حراري ؛ التكلفة التقديرية لنظام الخزان المباشر حوالي 35٪ .

PCM التخزين الحراري

تخزين الحرارة باستخدام المواد الحرارية المتغيرة بالطور (PCM) هو نوع من أنواع تخزين الطاقة الحرارية. تستخدم هذه التقنية في تطبيقات التدفئة والتبريد المنزلية والصناعية. تتميز المواد الحرارية المتغيرة بالطور بأنها تتغير في درجة حرارتها دون تغيير حالتها الفيزيائية، مما يجعلها مثالية لتخزين الحرارة. يتم تخزين الحرارة في PCM عندما يتم تسخينه، وتحرير الحرارة المخزنة عندما يتم تمرير السائل البارد عبرها، مما يسمح بتحويل السائل البارد إلى سائل ساخن. يتم استخدام PCM في العديد من التطبيقات، مثل العزل الحراري والتدفئة الشمسية والتبريد الكهربائي.

الخاتمة

وفي النهاية تعتبر هذه أهم الخطوات اللازمة للقيام بعملية تسخين الرمال حيث تشمل أيضا دراسة طبيعة المناخ ..، و بعد معرفة الخطوات اللازمة سنتطرق للقيام بالعمل التجربي في الفصل القادم .

الفصل الثالث

الجانب التطبيقي

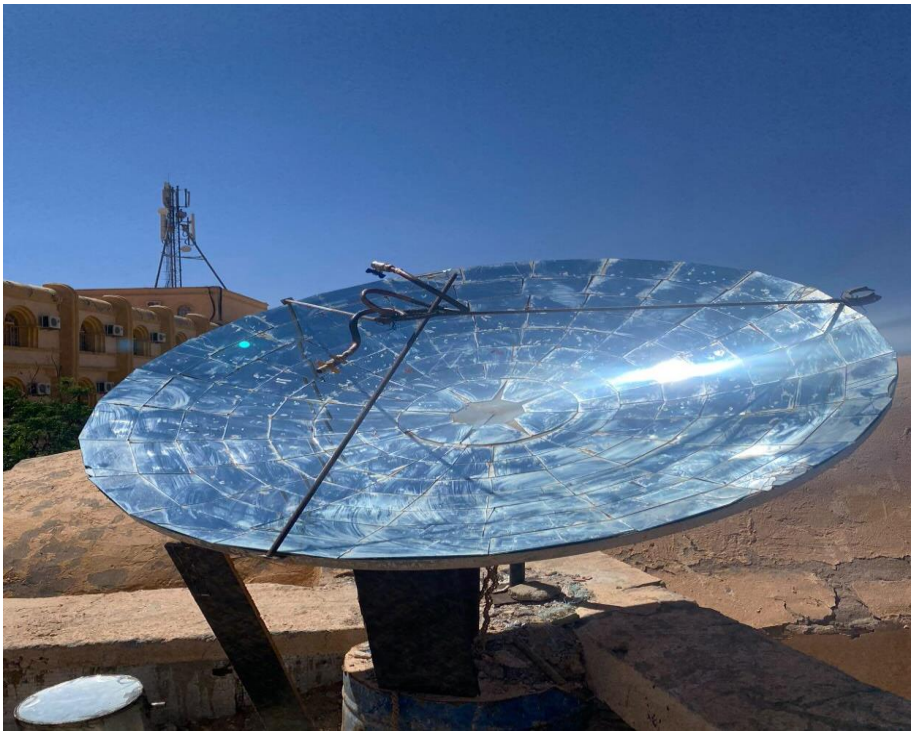
III المقدمة

انطلاقا مما تعرفنا عليه في الجانب النظري الذي تطرقنا إليه في الفصل السابق ، سنقوم في هذا الفصل بعرض أهم الخطوات العمل التجريبي الذي قمنا به .

III_1خطوات العمل التجريبي :

III_1_1تصميم نموذج مجمع الصحن القطع المكافئ :

يتكون من صحن ،حيث يتم تثبيت قطع زجاجية عليه بالكامل كسطح عاكس، كما هو موضح في الشكل :



الشكل (3-1) :صورة لمجمع الصحن القطع المكافئ المنجز

III _1_2تصميم قاعدة تثبيت المجمع الشمسي و آلية توجيه :

هي عبارة عن قاعدة ثابتة مكونة من أنبوب معدني ذات(قطر6cm وارتفاع90cm) تسمح بحمل مجمع (الصحن)المكافئ النقطي .يثبت في أعلى الأنبوب المعدني منظومة ميكانيكية تسمح له بالدوران شاقوليا ،لتتبع ارتفاع الشمس ،وتوجيهه يدويا حسب موقع الشمس .كما هو موضح في الشكل :

الشكل (3-2) : قاعدة تثبيت المجمع الشمسي.

III _1_3تصميم العنصر البلاستيكي الناقل للحرارة

يتمثل في قضيب بلاستيكي مطوي على كامل محيط العازل ' هو قضيب مقاوم للحرارة وظيفته تسخين الرمال الموجودة داخل الخزان ' و تتمثل أبعاد القضيب في (طوله cm200 و قطره cm1.4) ' جزء منه موضح في الشكل :

الشكل (3-3) : شكل يوضح العنصر البلاستيكي الناقل للحرارة

III _1_4تصميم خزان الرمال

هو عبارة عن خزان أسطواني بقطر(30cm) و طول (35cm) و سعته (25kg) معزول بمادة الجبس بسمك (2cm) محاط على كامل الجدار الداخلي للخزان و مزود بمدخل علوي و مخرج سفلي كما هو موضح في الشكل :

الشكل (3-4) : شكل يوضح تصميم خزان الرمال بمخرجين علوي و سفلي

III_2 العمل التجريبي

يتم ملأ الخزان المستعمل بالرمال و يتمركز داخل الخزان الأنبوب البلاستيكي على الشكل الحلزوني من المخرج السفلي الى المدخل العلوي على كامل الخزان ' نثبت مستقبل الأشعة في بؤرة مجمع الصحن المكافئ و نعرضها لأشعة الشمس حيث نتبع مسار الشمس يدويا .

III_3 الأدوات المستعملة في القياس

تتمثل هذه الأدوات في :

أداة قياس الحرارةresistance thermometer(OMEGA)

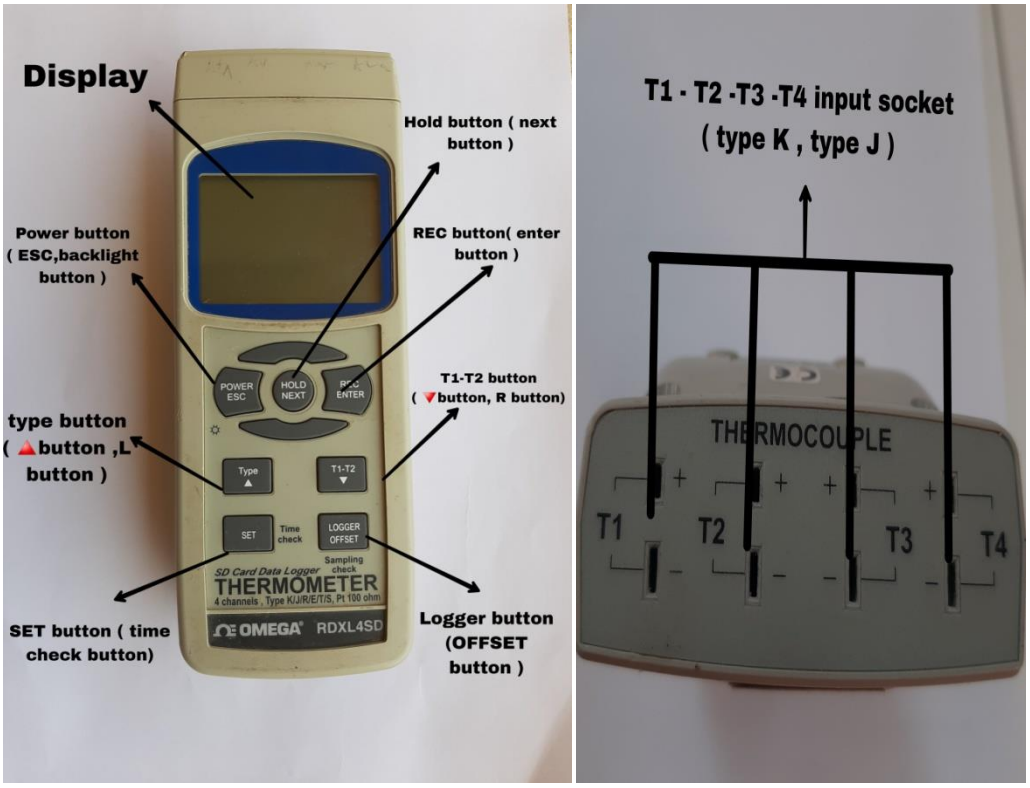
Resistance thermometer (to measure inlet and outlet DEC air temperatures)

Brand : OMEGA

Model : RDXL 4SD

Resistance : 100 (Ω)

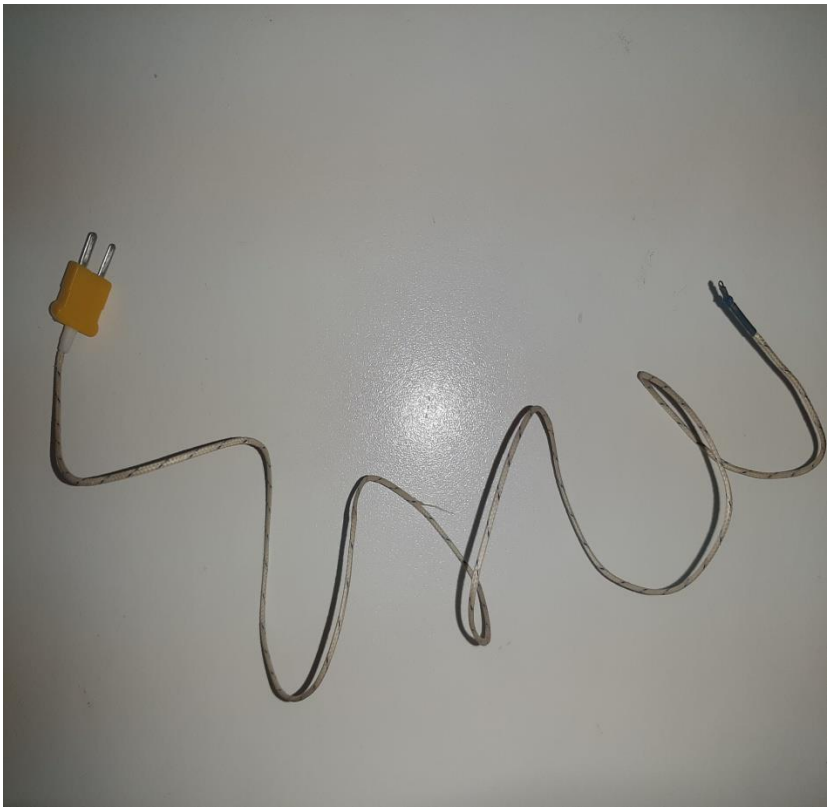
Temperature range : −200 ~850 (°C)



الشكل (3−5) : أداة قياس الحرارة

السلك المستعمل في القياس

Type K thermocouple : Temperature range : −200 ~1260(°C)



الشكل (3−6) : السلك المستعمل في القياس

أداة قياس الرطوبة (ELENXS) digital thermometer

Brand : Elenxs

Model: GJ0596−01B−XY−5.3.

Temperature range: 10% RH~ 95% RH.

Humidity accuracy: ± **2.5 %**

الشكل (3-7) : **أداة قياس الرطوبة**

أداة قياس الإشعاع الشمسي

Brand: Frederiksen

Mode :4890.20

Measuring range :0- 1999 W/m2

Resolution : 1W/m2

Precision: ±5%

Dimensions: 185*108*56 mm

الشكل (3-8) : **أداة قياس أشعة الشمس**

أدة قياس سرعة الرياح

Brand :UNI-T

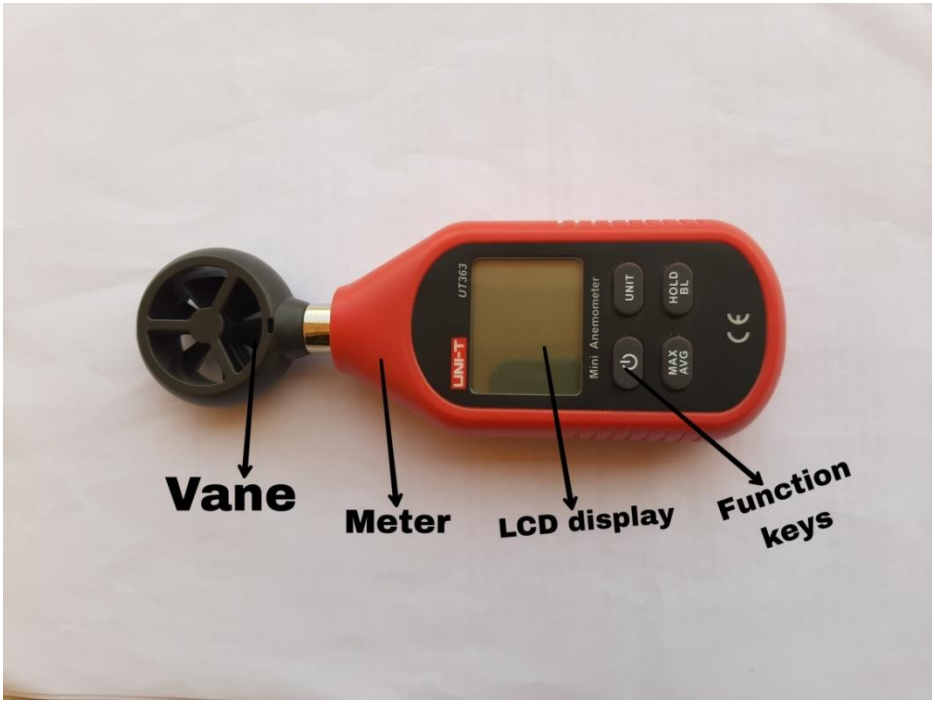
Model : UT363

Wind speed : 0 -30 m/s

Accuracy : ±(5%rdg0.5)

Resolution:0.1m/s

Dimensions:160*50*28mm

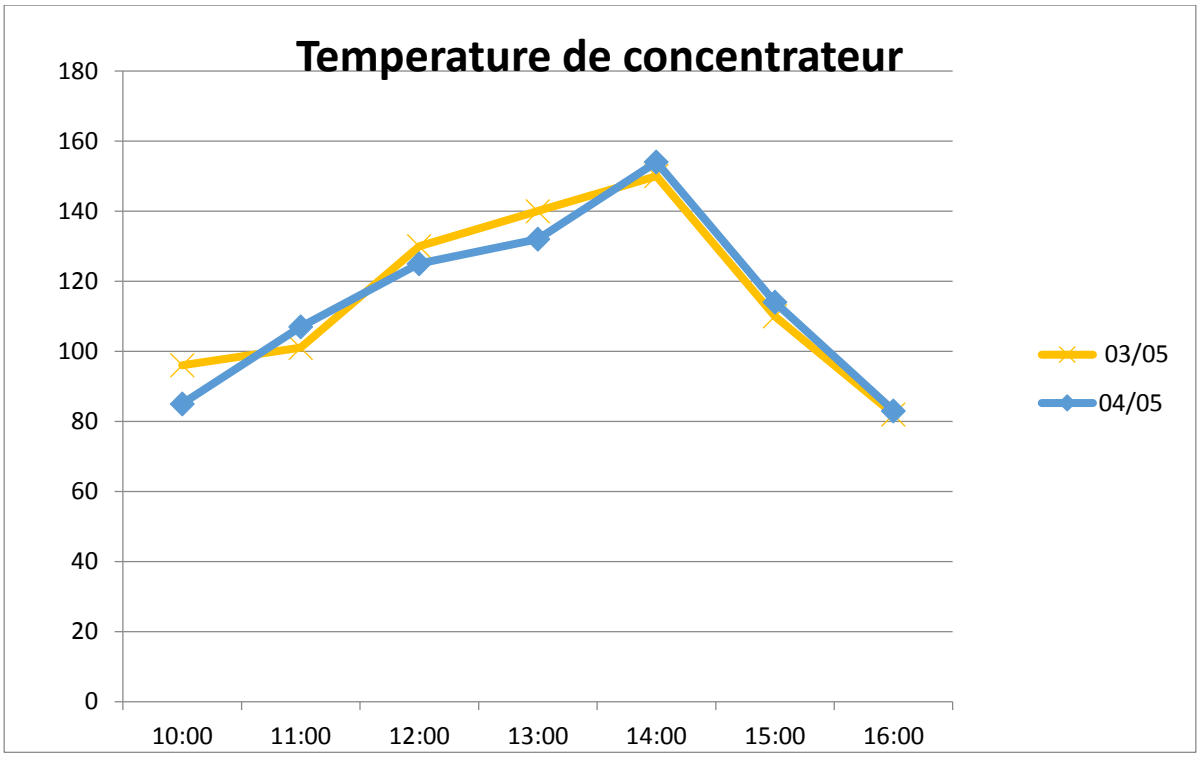


الشكل (3-9) : **أداة قياس سرعة الرياح**

III_4نتائج العمل التجريبي

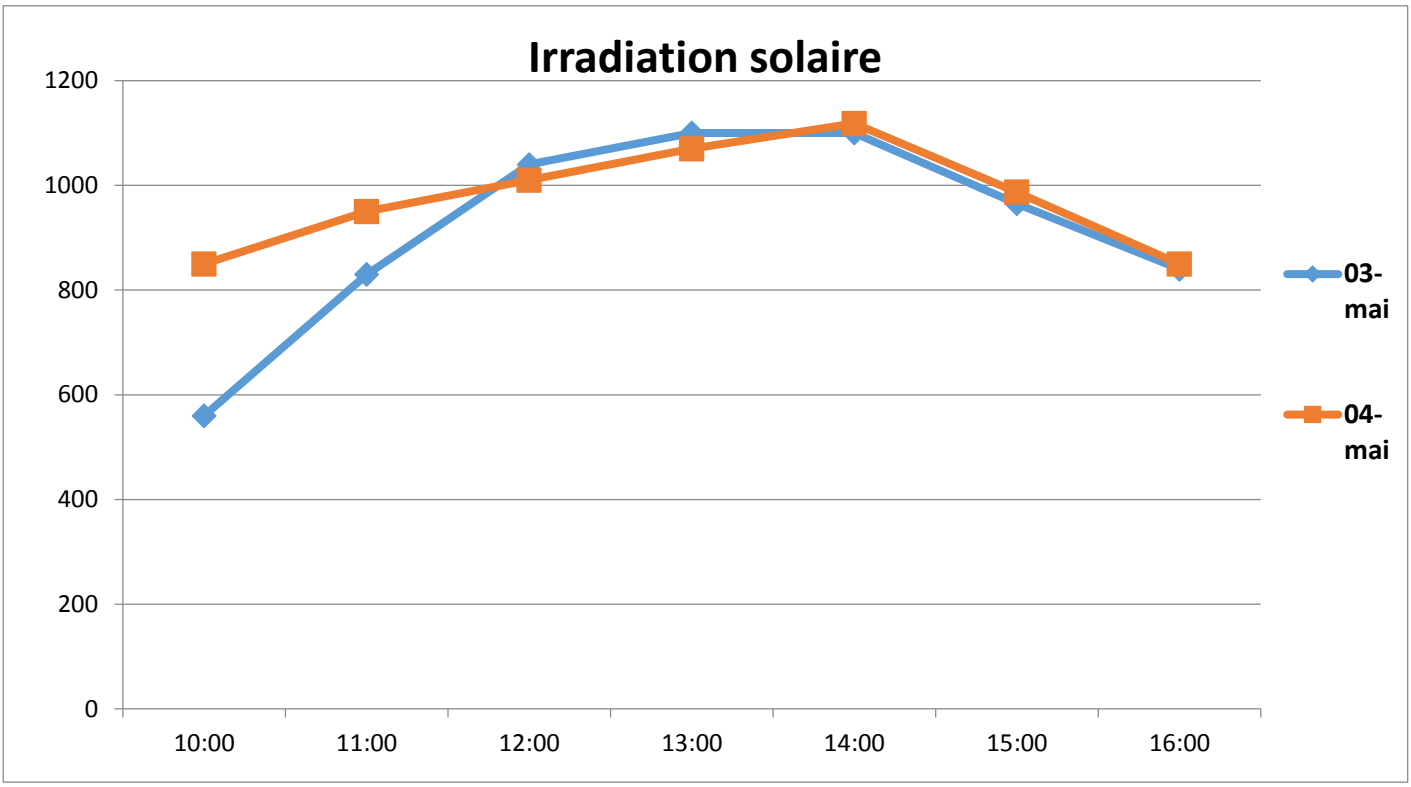
جدول يوضح نتائج العمل التجريبي

Date	Time	Solar irradiation (W/m2)	Relative humidity (%)	wind speed (m/s)	concetrator Temperature (°C)
05/03/2023	**10 :00**	560	25,3	0,6	96
	11 :00	830	21,1	0,8	101
	12 :00	1040	20,3	1,2	130
	13 :00	1100	15,8	0,7	140
	14 :00	1100	14,5	1,8	150
	15 :00	965	14	1,8	110
	16 :00	840	18,6	1,2	82
05/04/2023	**10 :00**	850	18,2	1	85
	11 :00	950	15,4	1	107
	12 :00	1010	12,1	2,2	125
	13 :00	1070	11,1	1,2	132
	14 :00	1118	10,2	0,5	154
	15 :00	987	11,1	0,5	114
	16 :00	850	10,7	1,2	83



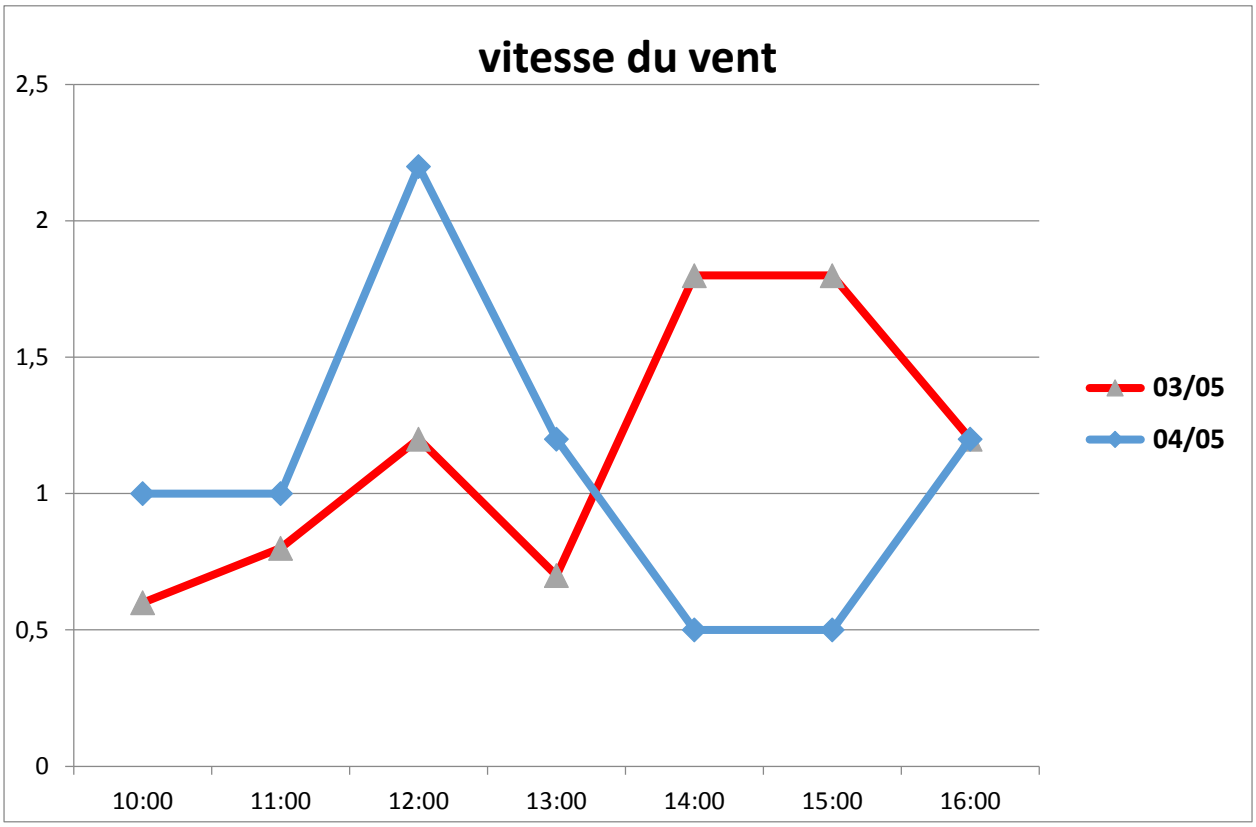
منحنى (3-10) : **منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة**

نلاحظ تغير في درجة الحرارة بمرور الزمن حيث تبلغ ذروتها في الفترة 11.00 /14.00 زوالا ومن ثم نلاحظ تناقصها لتصل الى ادنى درجة .



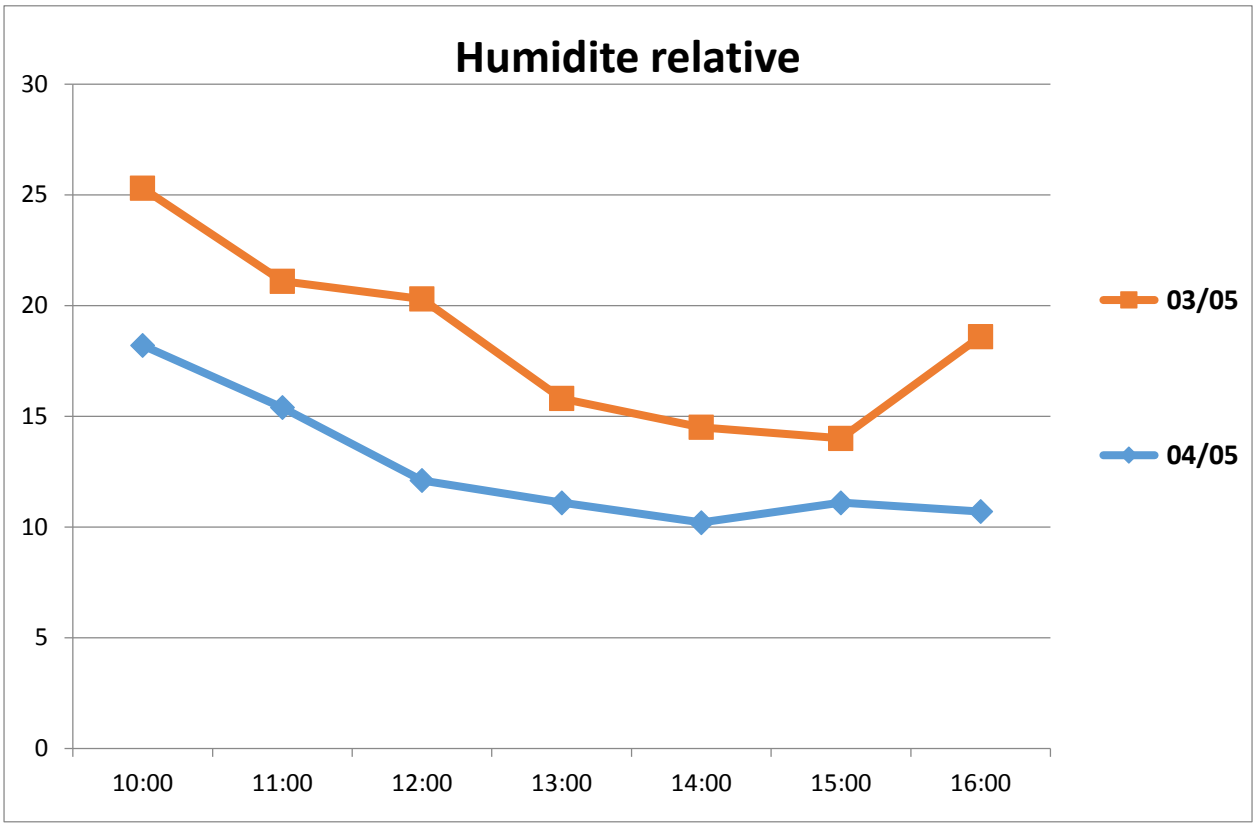
منحنى (3-11) : منحنى يوضح تغيرات الإشعاع الشمسي المباشر

نلاحظ تغير في اشعة الشمس بمرور الزمن حيث تبلغ ذروتها في الفترة 11.00 /14.00 زوالا ومن ثم نلاحظ تناقصها لتصل الى ادنى اشعاع .



منحنى (3-12) : تغيرات سرعة الرياح طوال فترة القياس

نلاحظ تغير في سرعة الرياح بمرور الزمن حيث تبلغ اقصى سرعة في الفترة11.00 /12.00 زوالا في يوم 04 ماي و تبلغ اقصى سرعة في الفترة الزمنية 13.00 / 14.00 في يوم 05 .



منحنى (3-13) : منحنيين يوضحان تغيرات في كمية الرطوبة

منحنيين يوضحان انخفاض في كمية الرطوبة كلما ارتفعت درجة الحرارة حيث تكون ذروتيهما على الساعة العاشرة صباحا .

الخاتمة

وهذه أهم خطوات العمل التجربي بالإضافة الى معرفة الأدوات المستخدمة في القياسات وذلك يشمل كل من الرياح ، الرطوبة ، الإشعاع الشمسي و الحرارة .

الفصل الرابع

تحليل و مناقشة النتائج

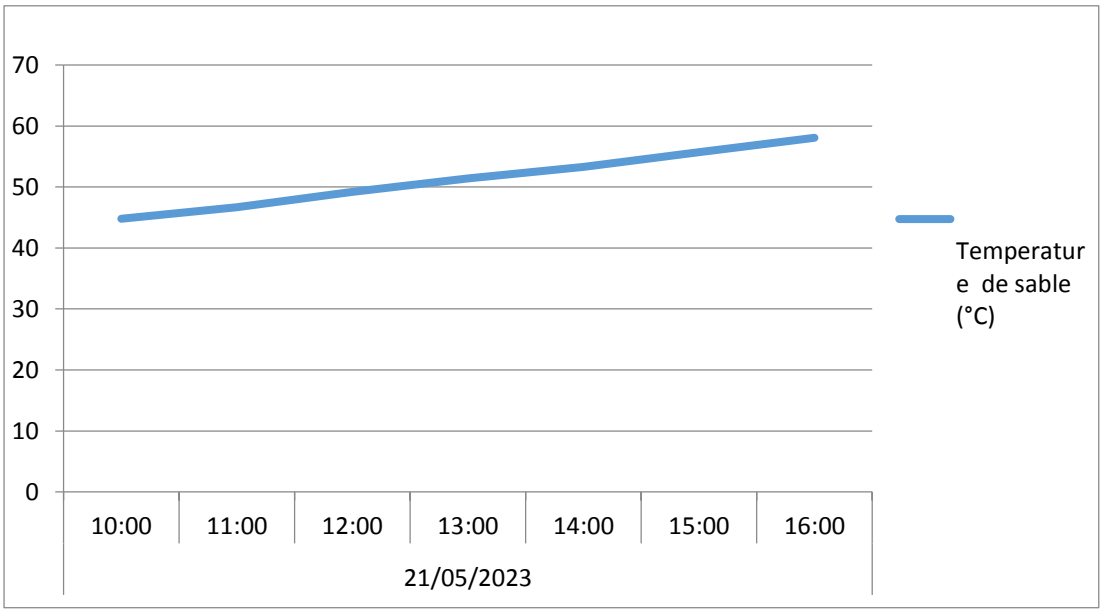
IIII المقدمة

في هذا الفصل سنقوم بتقديم النتائج المتحصل عليها من خلال القيام بتجربة تخزين الطاقة عن طريق تسخين الرمال باستخدام صحن النقطي مكافئ وقابيلية المال في تخزين الطاقة .

IIII_1 قياسات قبل عزل خزان الرمال

جدول يوضح تغيرات درجة الحرارة المخزنة في الرمال يوم 21 ماي 2023

Date	Time	Temperature de sable (°C)
21/05/2023	**10 :00**	44,8
	11 :00	46,7
	12 :00	49,2
	13 :00	51,4
	14 :00	53,3
	15 :00	55,7
	16 :00	58,1

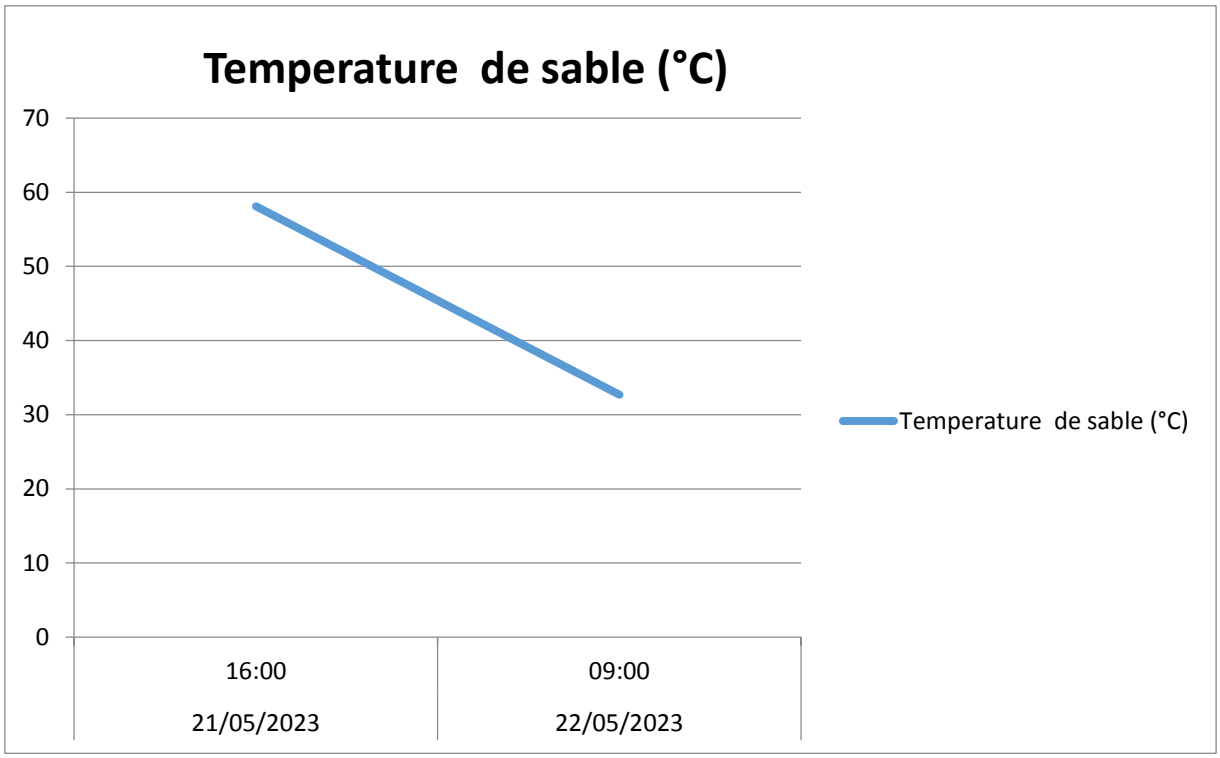


منحنى (4-1) : منحنى يوضح تغيرات درجة حرارة الرمال بدلالة الزمن

بعد عرض النتائج المتحصل عليها في الجدول و قمنا بتجسيدها على المنحنى لاحظنا أنه في يوم 2023/05/21 كان ارتفاع درجة حرارة الرمال بطيء وذلك راجع الى وجود بعض الرياح و كذلك درجة الحرارة التي لم تكن عالية كثيرا فأثّرا على الصحن النقطي المكافئ فلم يقوم بتسخين الماء بالشكل الكافي و الذي بدوره يقوم بتسخين الرمال فبالتالي لم نحصل على درجة حرارة عالية .

جدول يوضح تفريغ الحرارة المخزنة في الرمال يوم 21 /22 ماي 2023

Date	Time	Temperature de sable (°C)
21/05/2023	16 :00	58,1
22/05/2023	09 :00	32,7



منحنى (4-2) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن

بعد ان وصلنا الى اعلى درجة حرارة و المقدرة ب 58.1 في يوم 2023/05/21 تركنا خزان الرمال معرض للهواء ودرجة الحرارة المنخفضة طوال الليل لنعرف كمية الحرارة المفقودة طوال هذه الفترة ,وفي صباح اليوم التالي و بالضبط على الساعة التاسعة قمنا بقياس درجة حرارة الرمال فكانت 32.7 درجة و بعملية بسيطة قمنا بحساب النسبة المئوية للحرارة المفقودة بين الفترة الزمنية (16:00 الى 9:00) .

58.1 = 100 %

32.7 = X %

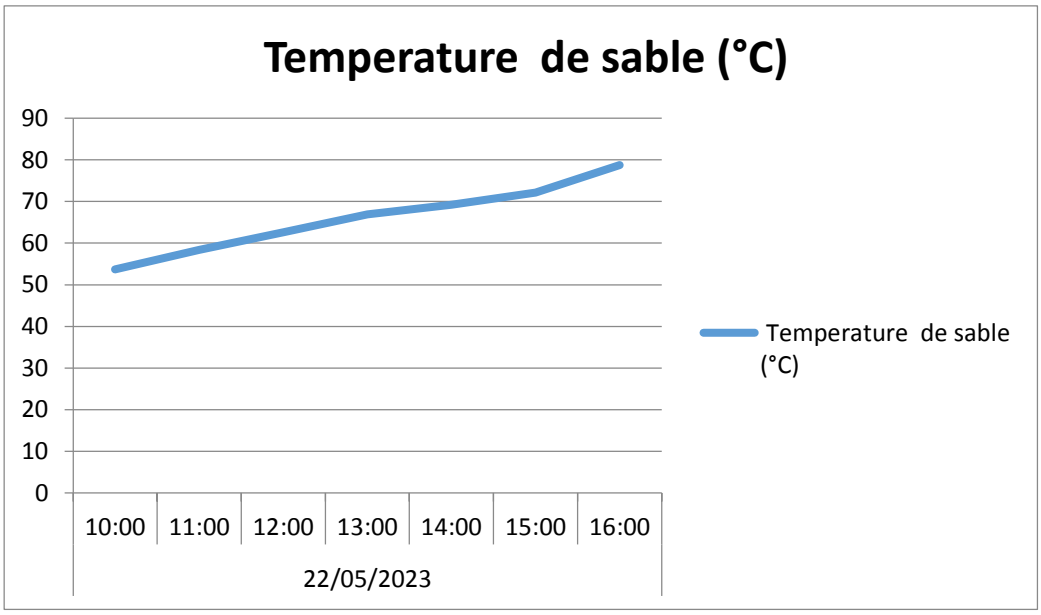
X= 32.7 *100 /58.1 = 56.2 %

وعليه فإن نسبة الحرارة المفقودة هي :

= 100-56.2 = 43.8 %

جدول يوضح ارتفاع درجة الحرارة المخزنة في الرمال يوم 22 ماي 2023

Date	Time	Temperature de sable (°C)
22/05/2023	**10 :00**	53,7
	11 :00	58,4
	12 :00	62,6
	13 :00	66,9
	14 :00	69,2
	15 :00	72,1
	16 :00	78,7

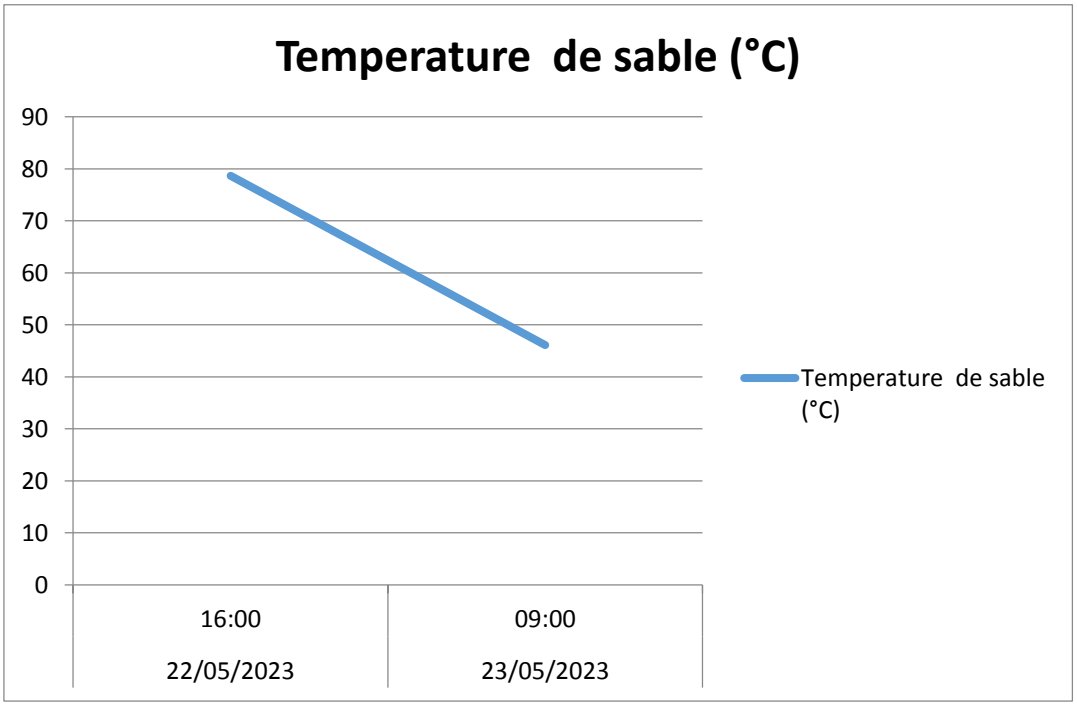


منحنى (4-3) : منحنى يوضح ارتفاع درجة حرارة الرمال بدلالة الزمن

بعد عرض النتائج المتحصل عليها في الجدول و قمنا بتجسيدها على المنحنى لاحظنا أنه في يوم 2023/05/22 كان ارتفاع درجة حرارة الرمال ممتاز مقارنة باليوم السابق وذلك راجع الى استقرار الجو مع ارتفاع كبير في درجة الحرارة و التي كانت كافية بشكل جيد ليقوم الصحن النقطي المكافئ بتسخين الماء حيث وصلت ذروة الحرارة في هذا اليوم الى 78.7 درجة .

جدول يوضح تفريغ الحرارة المخزنة في الرمال يوم 22 /23 ماي 2023

Date	Time	Temperature de sable (°C)
22/05/2023	16 :00	78,7
23/05/2023	09 :00	46,1



منحنى (4-4) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن

بعد ان وصلنا الى اعلى درجة حرارة و المقدرة ب 78.7 في يوم 2023/05/22 تركنا خزان الرمال معرض للهواء ودرجة الحرارة المنخفضة طوال الليل لنعرف كمية الحرارة المفقودة طوال هذه الفترة ,وفي صباح اليوم التالي و بالضبط على الساعة التاسعة قمنا بقياس درجة حرارة الرمال فكانت 46.1 درجة و بعملية بسيطة قمنا بحساب النسبة المئوية للحرارة المفقودة بين الفترة الزمنية (16:00 الى 9:00) .

78.7 = 100 %

46.1 = X %

X= 46.1*100 /78.7 = 58.57 %

وعليه فإن نسبة الحرارة المفقودة هي :

= 100−58.57 = 41.43 %

III_2 قياسات بعد عزل خزان الرمال

III_2_1 خزان الرمال المعزول

الشكل (4−5) : خزان الرمال المعزول

III_2_2 ادوات العزل

III_2_2_1 البوليسترين (polystyrène)

الشكل (4-6) : البوليسترين – polystyrene

IIII_2_2_2 الألومنيوم (aluminium)

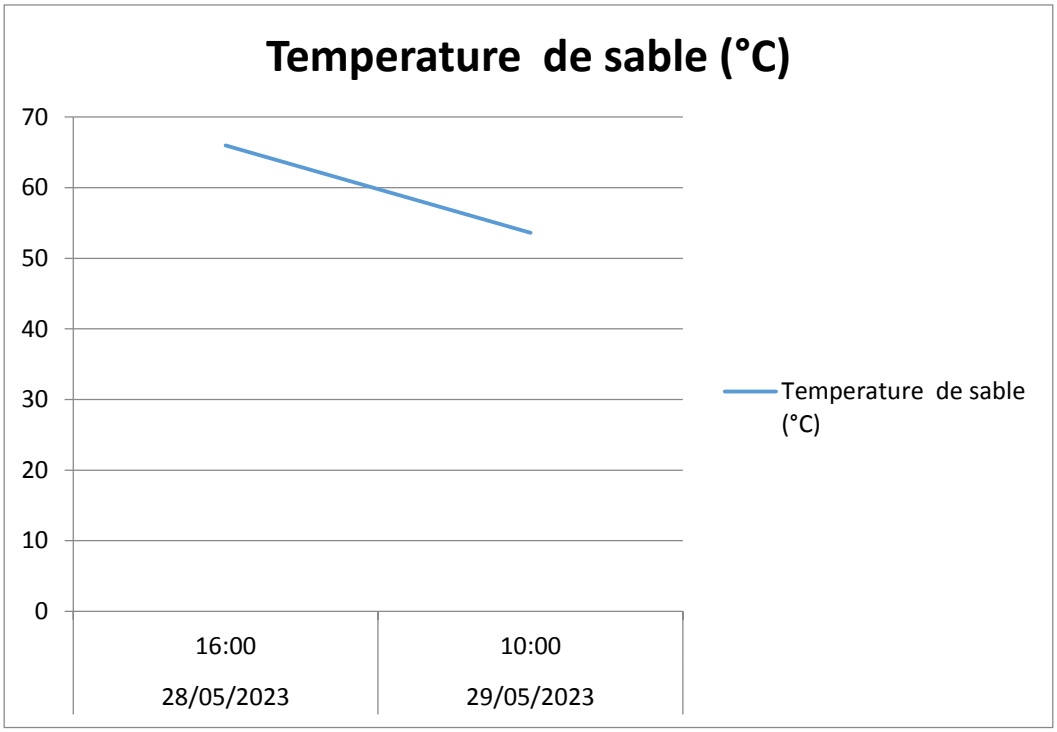
الشكل (4-7) : **الألومنيوم (aluminium)**

IIII_2_3 قياسات بعد العزل

الفترة الليلية

جدول يوضح تفريغ الحرارة المخزنة في الرمال يوم 29/28 ماي 2023 بعد العزل

Date	Time	Temperature de sable (°C)
28/05/2023	16 :00	66
29/05/2023	10 :00	53,6

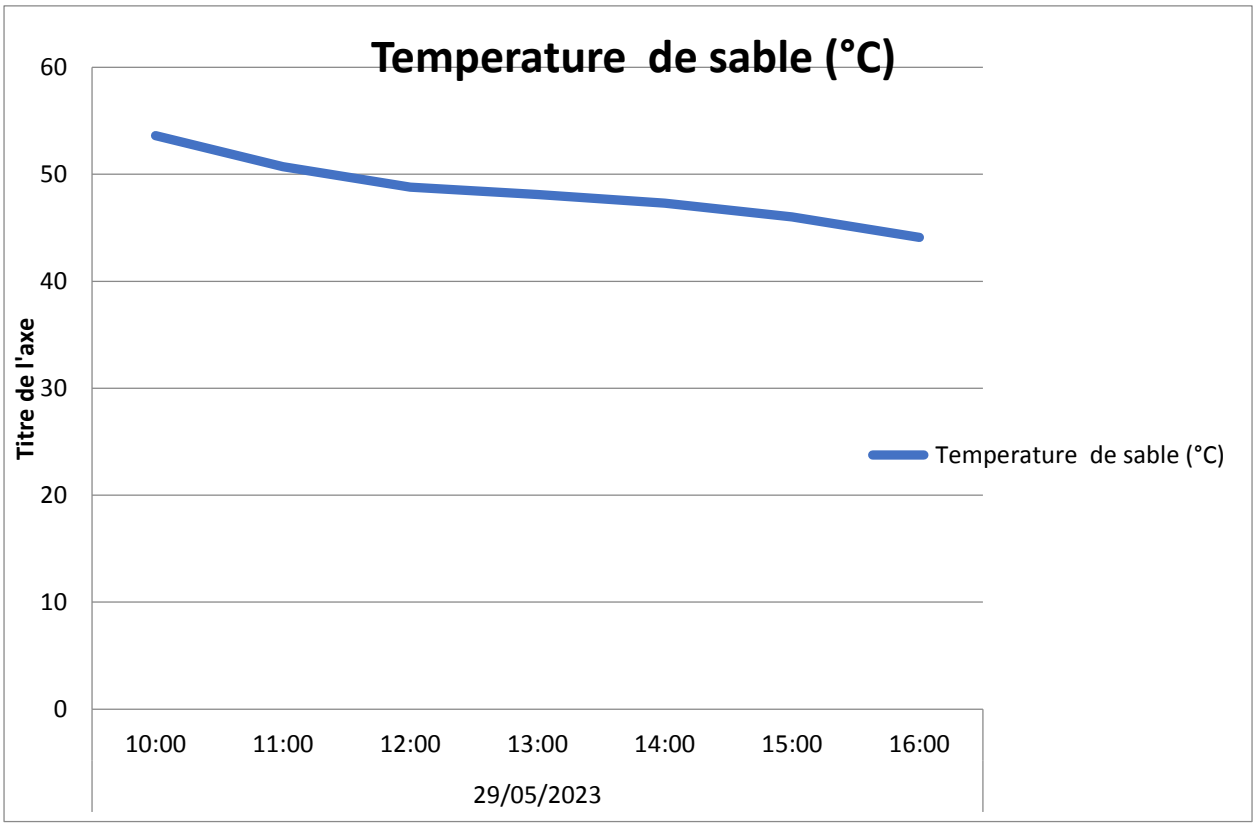


منحنى (4-8) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن بعد العزل في الفترة الليلية

الفترة الصباحية

جدول يوضح تفريغ الحرارة المخزنة في الرمال يوم 29 ماي 2023 بعد العزل

Date	Time	Temperature de sable (°C)
29/05/2023	**10 :00**	53,6
	11 :00	50,7
	12 :00	48,8
	13 :00	48,1
	14 :00	47,3
	15 :00	46
	16 :00	44,1



منحنى (4-9) : منحنى يوضح تفريغ حرارة الرمال بدلالة الزمن بعد العزل في الفترة الصباحية

يوضح المنحنى التالي التفريغ الحراري بالشكل البطيء و هذا راجع إلى العزل الذي تم على مستوى خزان الرمال حيث يمكننا معرفة النسبة المئوية لتناقص الحرارة كل ساعة و المقدرة ب 17.72% و التي تعتبر نسبة ممتازة مقارنة بالقيم المتحصل عليها قبل العزل .

الطاقة المخزنة في الرمل

$$E = m\ cp\ \Delta T$$

حيث:

E هي الطاقة المخزنة في الرمال

m هي كتلة الرمال بوحدة الكيلو غرام

cp هو السعة الحرارية النوعية للرمال

ΔT هو تغير درجة حرارة الرمال

إذا

$$E = m\ cp\ \Delta T$$

$$E= 25*835*(78.7-53.7)$$

$$E=521,875\ J$$

IIII_3اهمية تخزين الحرارة في الرمال

التخزين الحراري في الرمال يلعب دورًا هامًا في توفير التدفئة المستدامة للمباني. يتم ذلك عن طريق تسخين الرمال باستخدام الطاقة الشمسية خلال فترات النهار، ومن ثم يتم تخزين الحرارة في الرمال للاستفادة منها في تدفئة المبنى خلال الليل أو في الأيام الغائمة .

يتم تحقيق ذلك من خلال استخدام نظام تخزين حراري يتألف عادةً من حجرات أو خزانات تحتوي على رمال مسخنة. عندما يكون هناك توافر للطاقة الشمسية في فترات النهار، يتم استخدامها لتسخين الرمال في هذه الحجرات. ومع تسخين الرمال، يتم تخزين الحرارة فيها واحتجازها بفضل قدرتها على الاحتفاظ بالحرارة لفترات طويلة .

عندما يكون هناك حاجة للتدفئة في المبنى في أوقات لا يكون فيها توفر كافٍ للطاقة الشمسية، يتم استخدام الحرارة المخزنة في الرمال لتسخين الهواء أو الماء المار بجوار الرمال. يتم توجيه هذا الهواء أو الماء المسخن لتوزيع الحرارة داخل المبنى، مما يوفر تدفئة فعالة ومستدامة .

يعد استخدام تخزين الحرارة في الرمال للتدفئة مثالًا جيدًا لتطبيق التكنولوجيا النظيفة والمستدامة. إذ يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري الذي يسبب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتلوث الهواء. كما يحافظ على الموارد الطبيعية المحدودة ويعزز استدامة النظام البيئي .

الخاتمة

وفي النهاية هذه هي النتائج المتحصل عليها بعد القيام بتجربتين قبل العزل و بعده، حيث تحصلنا على نتائج جد مقبولة عند العزل و تحصلنا على درجة حرارة كافية تمكننا من إستخدامها في التسخين المباشر .

الخاتمة النهائية

تُعد تقنية تخزين الحرارة في الرمال واحدة من الحلول الواعدة في مجال توليد الطاقة المتجددة وتخفيف التأثيرات السلبية لتغير المناخ. تتيح هذه التقنية تخزين الحرارة الشمسية وتحويلها إلى طاقة يمكن استخدامها في الأوقات اللاحقة، مما يساهم في تحقيق استدامة النظام الطاقوي .

توفر مذكرة تخزين الحرارة في الرمال العديد من المزايا. فمواد الرمل واسعة الانتشار وغير مكلفة، وتتمتع بقدرة على الاحتفاظ بالحرارة لفترات طويلة وتحمل تغيرات درجة الحرارة بشكل جيد. يُمكن استخدام هذه التقنية في محطات توليد الطاقة الشمسية المركزة لتخزين الطاقة الحرارية التي تم جمعها خلال ساعات الضوء القوي، وبالتالي توفير طاقة متواصلة حتى في الفترات التي لا تتوفر فيها أشعة الشمس بكثافة عالية .

بالإضافة إلى ذلك، تُساهم تقنية تخزين الحرارة في الرمال في تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وهذا يسهم في حماية البيئة وتقليل التأثيرات السلبية لتغير المناخ .

ومع ذلك، يجب أن نلاحظ أن تقنية تخزين الحرارة في الرمال لا تزال تحتاج إلى مزيد من البحث والتطوير لتحسين كفاءتها وتقليل تكاليفها. قد تواجه هذه التقنية تحديات فيما يتعلق بعمليات تخزين الحرارة واستخلاصها بكفاءة عالية. يجب تعزيز الجهود في مجال البحث والتطوير لاستكشاف تقنيات تخزين أكثر.

المراجع

[1]. “Thermal Processing of Sandstone for the Manufacture of High-Grade Glass” Rona Wood and J. H. Darken

[2]. "Traditional Heaters in the Arabian Gulf" بقلم P. V. Madhusoodanan

Applied Energy, Volume 34, Issue 2, 1989.

[3]. "The Traditional Heating of Sand Baths in Southwestern Morocco: Techniques and Environmental Issues" ecrire par Ilham Chraibi و El Mustapha Benchrifa

International Journal of Thermal & Environmental Engineering, Volume 9, No. 1, 2015.

[4]. “Solar Thermal Treatment of Sand for Industrial Applications”

[5]. "Innovative Techniques for Sand Heating in Industrial Applications" بقلم Michael Johnson و John Smith. Heat Transfer Engineering, Volume 37, Issue 8, 2016.

[6]. "Design and Performance Analysis of a Solar Sand Heating System" بقلم Sanjib Kumar Panda و Vinay Sharma. International Journal of Renewable Energy Research, Volume 5, No. 1, 2015.

[7]. "Electrical Resistance Heating of Oil Sand Formations: Experimental and Numerical Studies" بقلم Esam Abdulkareem و Mashhour Ghoneim. Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 184, 2020.

[8] “. https://dalilataqah.com/ ./الطاقة-الشمسية-المركزة”

[9] . "Concentrated Solar Power Technology: Principles, Developments and Applications" بقلم Keith Lovegrove و Wes Stein .Woodhead ublishing, 2012.

[10]. "Concentrated Solar Thermal Energy: Technologies, Materials and Applications" بقلم Ibrahim Dincer و Marc A. Rosen. CRC Press, 2012.

[11]. "Concentrated Solar Power Plants: Technology, Design and Operation" بقلم Francesco Olivieri و Piero Romano. Woodhead Publishing, 2016.

[12] .SOLARPACES , ENERGY SAGE

[13] . "Concentrating Solar Power and Desalination Plants: Engineering and Economics of Coupling Multieffect Distillation and Solar Plants" بقلم Patricia Palenzuela و Diego-César Alarcón-Padilla. Academic Press, 2015.

[14] . "Concentrating Solar Power Systems: Engineering and Technology" بقلم Keith Lovegrove و Wes Stein. Woodhead Publishing, 2012.

[15]. "Hot Sand as a Low-Cost Thermal Energy Storage Medium for Concentrated Solar Power Plants"

[16]. "The Use of Hot Sand for Energy Storage in Solar Power Plants" بقلم Mark Johnson و Emily Davis. Renewable Energy, Volume 98, 2016.

[17]. "Hot Sands: An Investigation into the Use of Hot Sand in Modern Construction Techniques" بقلم James Anderson و Sarah Johnson. Construction and Building Materials, Volume 172, 2018.

[18]. روبرت ل إيفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة باستخدام الطاقة المستدامة، ترجمة د. فيصل حردان، مدينة الملك فيصل للعلوم و التقنيات، السعودية .2011

[19]. "Solar Radiation: Practical Modeling for Renewable Energy Applications" بقلم Daryl R. Myers. Wiley, 2013.

[20]. "Solar Radiation: Practical Aspects and Simulations" بقلم Hiroshi Motoyama و Mariko Sugi. Springer, 2016.

[21]. سوداني محمد البار، تحقيق عملي لمركز شمسي أسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي، رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في العلوم جامعة ورقلة .2018

[22].سعود بن حميد اللحياني، فيزياء الجوامد، جامعة أم القرى، كلية العلوم التطبيقية شعبة الفيزياء الطبية

[23]. "Concentrated Solar Thermal Energy: Technologies, Materials and Applications" بقلم Ibrahim Dincer و Marc A. Rosen. CRC Press, 2012.

[24]. "Concentrated Solar Power Technology: Principles, Developments and Applications" بقلم Keith Lovegrove و Wes Stein. Woodhead Publishing, 2012.

[25] دكتور سيد محمود حسين و الدكتور محمد الصالح سميعي تحت عنوان تخزين الطاقة الشمسية مقال من مجلة العلوم و التقنية ربيع الاول 1416ه العدد الرابع و الثلاثون

[26]."Thermal Energy Storage: Systems and Applications"

[27]. "Thermal Energy Storage for Sustainable Energy Consumption: Fundamentals, Case Studies and Design" بقلم Jorge E. González و Luisa F. Cabeza. Springer, 2017

الملخص

بإستخدام نموذج لمجمع الشمسي الصحن القطع المكافئ من أجل إستعماله كوسيلة في تسخين المياه و ذلك بواسطة أنبوب نحاسي متمركز في بؤرة الصحن و الموصول في مخرجيه أنبوب بلاستيكي معزول حراريا , يتم توصيل طرفي هذا الأنبوب مباشرة بالخزان واحد في مدخله و الثاني في مخرجه بحيث يكون هذا الأنبوب متمركز بشكل حلزوني على مستوى مركز الخزان , بعد إصطدام الإشعاعات بمرايا الصحن تتحول مباشرة إلى حرارة والتي بدورها تقوم بتسخين الأنبوب النحاسي , يتم تمرير الماء عبر الأنبوب حيث يبدأ مساره من مدخل الخزان و يمر عبر الأنبوب المتمركز في محوره حتى يصل إلى المخرج و من ثم يمر عبر الأنبوب النحاسي و عند ملامسة الماء للأنوب يكتسب الحرار منه و هذا الماء الساخن يعود الى الخزان بشكل تلقائي ليقوم بتسخين الرمال ,نقوم بإتباع مسار الإشعاعات الشمسية لمدينة ورقلة يدويا , و من أهم النتائج المتحصل عليها من هذه التجربة أنه يمكننا الإستفادة من الحرارة المخزنة في الرمال في التسخين المباشر للمباني أو إنتاج الكهرباء .

الكلمات المفتاحية : الطاقة الشمسية , الإشعاع الشمسي , مجمع الشمسي الصحن القطع المكافئ ,تسخين المياه .

Summary

By using a parabolic dish solar collector model in order to use it as a means of heating water, by means of a copper tube stationed at the center of the dish and connected at its two outlets by a thermally insulated plastic tube, the two ends of this tube are connected directly to the tank, one at its entrance and the second at its outlet, so that this tube is Centered in a spiral at the level of the center of the tank, after the radiation collides with the mirrors of the dish, it turns directly into heat, which in turn heats the copper tube. Through the copper tube, and when the water touches the pipe, heat is gained from it, and this hot water returns to the reservoir automatically to heat the sand. We follow the path of the solar radiation of the city of Ouargla manually, and one of the most important results obtained from this experiment is that we can take advantage of the heat stored in the sand In direct heating of buildings or electricity production.

Keywords: solar energy, solar radiation, solar collector, parabolic dish, water

Résumé

En utilisant un modèle de capteur solaire à antenne parabolique afin de l'utiliser comme moyen de chauffage de l'eau, au moyen d'un tube en cuivre placé au centre de l'antenne et relié à ses deux sorties par un tube en plastique isolé thermiquement, les deux extrémités de ce tube sont reliés directement au réservoir, un à son entrée et le second à sa sortie, de sorte que ce tube est centré en spirale au niveau du centre du réservoir, après que le rayonnement heurte les miroirs de la parabole, il se transforme directement en chaleur, qui à son tour chauffe le tube de cuivre. À travers le tube de cuivre, et lorsque l'eau touche le tuyau, de la chaleur en est extraite, et cette eau chaude retourne automatiquement au réservoir pour chauffer le sable. Nous suivons le chemin du rayonnement solaire de la ville de Ouargla manuellement, et l'un des résultats les plus importants obtenus de cette expérience est que l'on peut profiter de la chaleur stockée dans le sable pour le chauffage direct des bâtiments ou la production d'électricité.

Mots-clés : énergie solaire, rayonnement solaire, capteur solaire, parabole, chauffage de l'eau.