

المسيلة في: 2024/06/12

الرقم /

محضر مناقشة مشروع نهاية الدراسة

المعد بغرض إنشاء مؤسسة ناشئة أو الحصول على براءة اختراع

(طبقاً لأحكام المنشور رقم 001 المؤرخ في 18 ماي 2023)

عنوان المشروع وميدانه:

تصميم، بناء وتشغيل نموذج المدخنة الشمسية

الميدان	الشعبة	التخصص
سم	الفيزياء	طاقة وطاقات متجددة

بيانات الطالب/ الطالبة صاحب / أصحاب المشروع:

الإسم واللقب	تاريخ الميلاد ومكانه	الكلية	المؤسسة
بواسمال	01.04.2000	العلوم	جامعة المسيلة

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الرتبة	الصفة	المؤسسة	الإمضاء
بوراس عي الكريش	أ.م.أ	رئيس اللجنة	جامعة المسيلة	
مهدي خالد	أ.م.أ	مشرف	جامعة المسيلة	
		مشرف مساعد		
تعلوب جديد	أ.م.أ	ممتحن	جامعة المسيلة	
يحيى يامنة		ممثل الحاضنة / دار المقاولاتية	جامعة المسيلة	
علي صوئنة سليم		ممثل للشريك الاقتصادي	مديرية الصناعة	
		مسؤول مركز دعم التكنولوجيا والابتكار		

كان العرض جيداً وكانت اللغة مفهومة
ومواضعة، حيث أجابت الطالبة على معظم
الأسئلة

نتيجة المناقشة:

العلامة الممنوحة للطالب	العلامة بالأحرف	التقدير
19/20	تسعة عشر	ممتاز

رئيس القسم



ملاحظة: تبلغ نسخة عن هذا المحضر، وجوبا، للطالب صاحب المشروع.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف - المسيلة



كلية: العلوم.

قسم: الفيزياء.

رقم: PH/ENR/13/2024

ميدان: علوم المادة

فرع: الفيزياء.

تخصص: الفيزياء الطاقوية

والطاقات المتجددة

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي

إعداد الطالبة: بوراس أمال

تحت عنوان

تصميم، بناء وتشغيل نموذج للمدخنة الشمسية

تمت المناقشة يوم 2024/05/12 أمام اللجنة المكونة من:

رئيسا	جامعة محمد بوضياف المسيلة	أستاذ محاضراً	بوراس عبد الكريم
مشرفا	جامعة محمد بوضياف المسيلة	أستاذ محاضراً	مهدي خالد
مناقشا	جامعة محمد بوضياف المسيلة	أستاذ محاضراً	ثعلوب جديد
CATI	جامعة محمد بوضياف المسيلة	أستاذ	بريك يوسف

السنة الجامعية: 2023/2024

التشكرات

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله، بداية
نشكر الله تعالى أن وفقنا لإعداد هذه المذكرة
كما نتقدم بالشكر إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد
في إنجاز هذا العمل وتذليل الصعوبات، وأخص
بالذكر الاستاذ المشرف مهدي خالد على العمل الذي قدمه، وفائق الشكر للجنة
المناقشة وكل
أساتذة كلية العلوم قسم الفيزياء

الإهداء

أهدي عملي المتواضع هذا إلى
أمي وأبي حفظهم الله وأطال في عمرهما
إلى إخوتي حفظهم الله أيضا ورعاهم
إلى جميع عائلتي إلى كل أصدقائي
والى كل من ساهم وقدم لي يد العون والمساعدة خلال مشواري الدراسي سواء
من بعيد أو قريب وما وصلت إليه الآن

بوراس أمال

الفهرس المحتويات

I	التشكرات
II	الإهداء
III	فهرس المحتويات
IV	فهرس الاشكال
V	فهرس الجداول
1	مقدمة عامة

الفصل الأول: مفاهيم أساسية حول الطاقات المتجددة

5	1.1 تمهيد
5	2.1 تعريف الطاقات المتجددة
6	3.1 مزايا وفوائد الطاقات المتجددة
6	4.1 الطاقة الشمسية
7	1.4.1 الإشعاع الشمسي
7	2.4.1 مصادر الطاقة الشمسية في العالم
9	3.4.1 الطاقة الشمسية الحرارية
10	4.4.1 التحويل الحراري لدرجة حرارة منخفضة
10	1.4.4.1 الطبخ وتجفيف المحاصيل
10	2.4.4.1 التدفئة وتسخين المياه
11	5.4.1 التحويل الحراري لدرجة حرارة عالية
11	1.5.4.1 الفرن الشمسي
12	2.5.4.1 محطة الطاقة الحرارية
12	6.4.1 المجمع الشمسي الحراري
13	1.6.4.1 أنواع المجمعات الحرارية الشمسية
14	2.6.4.1 محطات الطاقة الشمسية لديناميكية الحرارية
15	7.4.1 التحويل الكهروضوئي

16	1.7.4.1 الخلية الكهرو ضوئية أو الخلية الشمسية
17	9.4.1 إمكانيات الطاقة الشمسية في الجزائر
17	5.1 طاقة الرياح
18	2.5.1 تشغيل توربينات الرياح.....
18	3.5.1 إمكانيات طاقة الرياح في الجزائر
19	6.1 الطاقة الهيدروليكية: (الطاقة المائية)
20	1.6.1 مبدأ تشغيل الطاقة الهيدروليكية
20	2.6.1 إمكانيات الطاقة الهيدروليكية في الجزائر.....
20	7.1 طاقة الكتلة الحيوية.....
21	1.7.1 مصادر الكتلة الحيوية:
21	2.7.1 كيف تعمل محطة توليد الطاقة الحيوية:
22	3.7.1 إمكانيات الجزائر من طاقة الكتلة الحيوية:
22	8.1 الطاقة الحرارية الأرضية
23	1.8.1 كيف تعمل الطاقة الحرارية الأرضية.....
23	2.8.1 إمكانيات الجزائر من الطاقة الحرارية الأرضية:
23	خاتمة.....

الفصل الثاني: مبحث عام عن المداخن الشمسية

25	1.2 تمهيد
26	2.2 وصف المدخنة الشمسية
26	3.2 تاريخها
27	4.2 مبدأ عمل المدخنة الشمسية
28	5.2 مكونات المدخنة الشمسية
28	1.5.2 المجمع
29	2.5.2 المدخنة

30	3.5.2 التوربينات
31	6.2 الظواهر المتحركة في المدخنة الشمسية
31	7.2 تخزين الطاقة في المجمع
32	8.2 أهم مشاريع المدخنة الشمسية العملاقة
32	1.8.2 نموذج مانزاناريس
34	2.8.2 المشروع الأسترالي
35	3.8.2 المشروع الإسباني
36	4.8.2 مشروع ناميبيا
37	9.2 مزايا وعيوب المدخنة الشمسية
39	خاتمة

الفصل الثالث: التجربة ومناقشة نتائج

41	1.3 تمهيد
41	2.3 النموذج الرياضي للمدخنة الشمسية
41	3.3 الشكل المناسب للسقف
43	1.3.3 السقف المتسارع
44	2.3.3 سرعة الرياح عندما يكون ارتفاع السقف ثابت
44	4.3 النموذج النظري
45	1.4.3 المجمع الشمسي
46	2.4.3 المدخنة الشمسية
46	3.4.3 النموذج الرياضي لتوربين
50	5.3 النظر في نتائج القياس
50	6.3 النظر في النماذج الكبيرة
51	7.3 خلاصة
51	8.3 التجربة ونتائجها
51	1.8.3 الشروط المناخية

52	2.8.3 وصف النموذج المصغر التجريبي
54	3.8.3 أداة القياس المستعملة.....
55	4.8.3 النتائج التجريبية والمناقشة
58	5.8.3 المناقشة.....
59	خاتمة عامة.....
60	قائمة المراجع

ملخص الدراسة

قائمة الأشكال

الفصل الأول: معلومات عامة عن الطاقات المتجددة

- الشكل (1.1): صورة توضيحية للطاقات المتجددة..... 5
- الشكل (2.1): الطاقة الساقطة على سطح الأرض kwh/m^2 في السنة..... 8
- الشكل (3.1): مخطط توضيحي لتحولات الطاقة..... 9
- الشكل (4.1): التجفيف بالطاقة الشمسية..... 10
- الشكل (5.1): جهاز الطبخ الشمسي..... 10
- الشكل (6.1): تدفئة المنزل بالطاقة الشمسية..... 11
- الشكل (7.1): فرن أوديلي الشمسي..... 12
- الشكل (8.1): محطة الطاقة الشمسية الحرارية المركزة..... 12
- الشكل (9.1): المجمع الحراري الشمسي المسطح..... 13
- الشكل (10.1): مجمع شمسي مفرغ..... 14
- الشكل (11.1): المجمع الحراري المكافئ المركز..... 14
- الشكل (12.1): تقنيات التركيز المختلفة..... 15
- الشكل (13.1): أنظمة الخلايا الشمسية..... 16
- الشكل (14.1): آلية عمل لخلية الكهروضوئية..... 17
- الشكل (15.1): حقل طاقة الرياح..... 18
- الشكل (16.1): الطاقة الهيدروليكية..... 19
- الشكل (17.1): رسم تخطيطي لمحطة توليد الهيدروليكية..... 20
- الشكل (18.1): صورة لأهم مصادر الكتلة الحيوية..... 21
- الشكل (19.1): مبدأ تشغيل محطة طاقة الكتلة الحيوية..... 22
- الشكل (20.1): مثال عن الطاقة الحرارية الأرضية..... 23

الفصل الثاني: مبحث عام عن المداخن الشمسية

- الشكل (1.2): محطة الطاقة الشمسية للمداخن الشمسية..... 25
- الشكل (2.2): تمثيل تخطيطي لمحطة توليد الطاقة الشمسية بالمدخنة..... 27

الشكل (3.2): المداخل الشمسية في مانزاناريس الذي تم إنشاؤه في 1982 في إسبانيا	28
الشكل (4.2): مجمع الطاقة الشمسية في مانزاناريس ومنظره الداخلي	29
الشكل (2.5): تقنيات المدخنة المختلفة.....	30
الشكل (6.2): توربينات المدخنة الشمسية ذات قطر كبير	30
الشكل (7.2): مبدأ تخزين الحرارة في المجمع بواسطة أنابيب مملوءة بالماء	31
الشكل (8.2): مبدأ تخزين الحرارة خلال النهار في الدفينة باستخدام الحصى	32
الشكل (9.2): نظرة عامة على المصنع التجريبي في مانزاناريس إسبانيا (a) المجمع (b) توربين (c)	33
الشكل (10.2): المشروع الإسباني	34
الشكل (11.2): المشروع الإسباني	36
الشكل (12.2): المدخنة الشمسية النامية	37
الشكل (13.2): مقارنة لأحجام مشاريع المدخنة الشمسية.....	37

الفصل الثالث: التجربة ومناقشة النتائج

الشكل (1.3): شكل وارتفاع السقف	41
الشكل (2.3): شكل السقف مع سرعة الرياح ثابت.....	43
الشكل (3.3): مسافة من المركز وارتفاع السقف عند تلك النقطة ($v_0 = 0.1\text{m/s}$ ، $h_0 = 0.01\text{m}$ ، $R=1\text{ m}$) ..	44
الشكل (4.3): التوربينات	47
الشكل (5.3): مخطط مودي.....	49
الشكل (6.3): تقريب التدفق في قسم استقبال الضوء من خلال التدفق في أنبوب مستطيل	50
الشكل (7.3): درجة الحرارة المحيطة والإشعاع الشمسي في أوقات القياس في نظام المدخنة الشمسية.....	51
الشكل (8.3): النموذج المبدئي لمدخنة الشمسية	53
الشكل (9.3): المدخنة الشمسية.....	53
الشكل (10.3): نقاط قياس درجة حرارة الهواء في نظام المدخنة الشمسية	54
الشكل (11.3): مقياس شدة الرياح.....	55
الشكل (12.3): قياس درجة الحرارة خلال النهار للجامع	56

الشكل (13.3): توزيع سرعة الهواء المتوسطة في مركز المدخنة عند نقاط و ارتفاعات معينة لنظام المدخنة الشمسية

56

الشكل (14-3): توزيع درجة حرارة الهواء المتوسطة في مركز المدخنة عند نقاط و ارتفاعات معينة لنظام المدخنة

الشمسية..... 57

الشكل (15-3): التغير اللحظي في سرعة الهواء لنقطة تبعد 10 سم و 200 سم عن المدخنة..... 57

الشكل (16-3): التغير اللحظي لدرجة حرارة الهواء في النقطة 10 سم و 200 سم من المدخنة..... 58.....

قائمة الجداول

الجدول (1.2):	موصفات مشروع منزلة اناريس	33
الجدول (2.2):	موصفات المشروع الاسترالي	34
الجدول (3.2):	موصفات المشروع الاسباني	36
الجدول (1.3):	البيانات الفنية لتصميم المدخنة الشمسية المصغر	52

مقدمة عامة

تتزايد الحاجة العالمية للطاقة يوماً بعد يوم اعتماداً على عدد السكان وفي الآونة الأخيرة أدى الاستغلال المستمر والإفراط في استخدام الطاقة الأحفورية بسبب الطلب المتزايد على الطاقة إلى التلوث الشديد للبيئة وأزمات الطاقة لذلك أصبح تطبيق الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية موضوعاً بالغ الأهمية. نحن نعتقد إن الطاقة التي نولدها تأتي من كل هذه الأنواع المختلفة من المصادر النفط الغاز والفحم والطاقة النووية وطاقة الرياح..... متنوعة جداً ومع ذلك فإنهم جميعاً يقومون بتحريك الغاز عبر التوربينات لتشغيل مولد الكهرباء وإنتاج بعض الطاقة، يتم إنتاج معظم الكهرباء المستهلكة اليوم من الموارد الأحفورية [1]. تلبى مصادر الطاقة التقليدية (النفط والغاز الطبيعي والفحم) الآن احتياجات العالم من الطاقة إلا أن هذا الوقود الأحفوري ليس من مصادر الطاقة المتجددة وبالتالي فهو مهدد بالاستنزاف ناهيك عن طبيعته الملوثة للغلاف الجوي، وفي هذا الصياغ تقدم الطاقات المتجددة نفسها كحل تكميلي في قطاع الطاقة من أجل التقليل الحصري للوقود الأحفوري. بعد زيادة الطلب على الطاقة في كافة دول العالم، وأزمة النفط المتعاقبة عام 1973 ومحدودية كمية هذه الاحتياطيات. وكل هذا مع الاعتماد الكامل على الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز) أو اليورانيوم، الذي تراكم على مر العصور والتطور الجيولوجي، دفع البلدان الصناعية إلى البحث عن مصادر جديدة للإمدادات وتطويرها. لقد تم إطلاق القطاع النووي بالفعل، ولكن اختياره على نطاق واسع يمكن أن يؤدي إلى عواقب وخيمة، خاصة على البيئة، بسبب التلوث وأيضاً بسبب الحوادث النووية، بحيث أن هذه الطاقة غير مناسبة ويجب إيجاد مصدر بديل. لحل هذه القضايا، وهذه الطاقة هي طاقة متجددة [2]، وبالتالي فإن الطاقة هي أساس أساسي للتنمية الاجتماعية والاقتصادية. يجب على الدول أن تضمن لسكان بلادها إمدادات الطاقة بكمية كافية مع ضمان استدامة هذا العرض، أي بأقل التكاليف وتقليل الآثار على البيئة. بفضل الطاقات المتجددة، لدينا مصادر طاقة يمكن استخدامها دون انبعاث مواد سامة، والتي تتجدد باستمرار من خلال العمليات الطبيعية، بحيث تكون متاحة بلا حدود، إذا قيست على نطاق الحياة البشرية. فالبلدان التي تبدأ هذا التحول إلى الطاقة المتجددة في وقت مبكر ستحقق مكاسب أكبر مقارنة بالدول المتخلفة في مجال الطاقة المتجددة. لذلك، في يوم من الأيام، سيكون استخدام الطاقات المتجددة أمراً ضرورياً، وسيكون ذلك بسبب المشاكل البيئية أكثر من نزوب النفط الخام. يستمر الطلب العالمي على الطاقة في التزايد، جالباً معه مخاطر بيئية كبيرة مرتبطة بالاستخدام غير الرشيد للوقود الأحفوري (النفط والغاز والفحم). لاحظ أن هذه الأشكال الأخيرة من الطاقة كانت تعاني من استنزاف لا مفر منه لمواردها لعدة سنوات [1]. في مواجهة هذه الملاحظة، يصبح من الضروري البحث عن مصادر طاقة أخرى أو طاقات بديلة، في عالم يعتمد منذ عدة سنوات على نفس أشكال الطاقة تقريباً، فإن الطاقة الشمسية من جانبها تظهر غيابها [3]. الغرض من هذا البحث هو اعتبار المداخل الشمسية ضمن قانون الفيزياء الأساسية، وتوضيح مبادئ وظروف تشغيل المداخل الشمسية أثناء بناء نموذج. علاوة على ذلك، واستناداً إلى النتائج، سوف ندرس ما إذا كان من الممكن إنشاء جهاز لتوليد الطاقة من مدخنة شمسية صغير بما يكفي ليتم تثبيته في ساحة، على سبيل المثال، بمساحة 1 متر مربع يزيد الاحتباس الحراري من الحاجة إلى مصادر الطاقة النظيفة يوماً بعد يوم. وفي غضون ذلك، أصبح استخدام مصادر الطاقة البديلة اتجاهاً جديداً نتيجة لتأثير أزمة الطاقة العالمية. واحدة من مصادر الطاقة البديلة هذه هي الطاقة الشمسية. الطاقة الشمسية آمنة وصديقة للبيئة وفعالة من حيث التكلفة الكهرباء 74% يتم إنتاجها من الطاقة الشمسية بعدة طرق مختلفة. هناك طريقتان لإنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام الطاقة الشمسية. الطريقة الأولى هي تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية عن طريق البطاريات الكهروضوئية [1]. الطريقة الثانية لإنتاج الطاقة الكهربائية هو استخدام الطاقة الشمسية لتسخين الماء أو الهواء لاستعادة الطاقة من البخار أو الهواء الساخن (محطة المدخنة الشمسية). الهواء الساخن له كثافة أقل من الهواء البارد. ولذلك يصعد. والعكس صحيح أيضاً بالنسبة للهواء البارد. تستخدم تطبيقات محطات المدخنة الشمسية هذه الظاهرة الفيزيائية وتوجه الهواء الصاعد من خلال تجويف برج. كما يعمل البرج المجوف على تسريع الهواء. يتم التقاط الطاقة المحصورة من الهواء الصاعد بواسطة توربينات الرياح أو التوربينات المائية

المألوفة أكثر. [3] لإنشاء تدفق هواء تصاعدي، يتم تغطية مساحة كبيرة من إطارات الزجاج أو البلاستيك. يمر إشعاع الشمس قصير الموجة عبر الإطارات ويصل إلى السطح ويتحول إلى إشعاع حراري طويل الموجة لا يمكنه تجاوز الإطارات. من خلال بناء الإطارات مع ميل طفيف في المجال، يضطر الهواء الساخن إلى التحرك في اتجاه البرج. البرج العالي الذي يعمل على تسريع الهواء الساخن يخلق تياراً قوياً. ومن خلال وضع توربينة الرياح في بداية البرج، يمكن حصد الطاقة الموجودة في الهواء. نموذج مدخنة صغير الحجم مع تم بناء نصف قطرها 3.5 سم وارتفاعها 2 متر ومساحة 9 متر مربع في ازमित [4]. وصف العملية وقدم شلايش نتائج النموذج الأولي لمحطة توليد الطاقة الشمسية للمدخنة التي تم بناؤها في مانزاناريس بإسبانيا في عام 1982 [5] [6]. مدخنة شمسية لتوليد الطاقة الحرارية فناء المنشأة بقدره خرج 10 واط تم بناؤه في أمريكا ويبلغ قطره 6 أمتار. وكان ارتفاع جامعها والمدخنة 10 أمتار [7]. تم بناء وتعديل نموذج توضيحي لتوليد الطاقة الحرارية للمدخنة الشمسية في حرم جامعة فلوريدا وتم إجراء تحقيق نظري وتجريبي على أدائهم. [8] دراسة حالة لمحطات الطاقة SC في المناطق الشمالية الغربية من الصين، خلص إلى أن محطة كهرباء SC قادرة على إنتاج 110190 كيلوواط من الطاقة الكهربائية بارتفاع مدخنة 200 م وقطر 10 م، وبغطاء مجمع 196270 m^2 من خلال استخدام حقول المجمع المائل في النماذج الرياضية والكود [9] MATLAB. قامت هذه الدراسة بتطوير تحليل للمداخل الشمسية يهدف بشكل خاص إلى نموذج تحليلي وعددي شامل لتقدير إنتاج الطاقة للمداخل الشمسية بالإضافة إلى دراسة تأثير الظروف المحيطة المختلفة على الطاقة الأبعاد الإخراجية والهيكلية وأظهرت دراسة أخرى أن ارتفاع المدخنة، وعامل انخفاض الضغط في التوربين، والقطر والخصائص البصرية للمجمع هي عوامل مهمة لتصميم المداخل الشمسية. [10]. طوروا نموذجاً رقمياً يحاكي أداء دراستهم، وهو مرجع لمحطة توليد الطاقة الشمسية على نطاق واسع للمداخل، مما يشير إلى إمكانية إنتاج المزيد من الطاقة من خلال تحسين شكل سقف المجمع وارتفاعه [11]. جيد تم تقديم نظرة عامة على التكنولوجيا والمبادئ النظرية بما في ذلك القواعد الحاكمة لتصميمها بواسطة Schlaich et al. لأجزاء الرئيسية للمحطة هي سقف المجمع والمدخنة الشمسية ومساحة الآلات، والتي تشمل التوربينات والمولدات لإنتاج الطاقة الكهربائية [12] إن إمكانات العمل لمصدر الطاقة هي الهواء الساخن، كما تم تعريفها وتحليلها في دراسة [13]. يتم تحديد اعتماد إمكانات العمل على الهواء المتدفق إلى مجمع الهواء من الحرارة المكتسبة داخل المجمع ورطوبة الهواء والضغط الجوي كدالة للارتفاع [14]. تمت دراسة التطبيقات المحتملة لمحطة توليد الطاقة SC في المناطق الريفية ودراسة مدى ملائمة المدخنة الشمسية في القرى الريفية وتسهيل الضوء على بعض ميزات محطة توليد الطاقة هذه. حسابات نسبة درجة الحرارة للفرق بين درجة حرارة سطح المجمع عند التوربين ودرجة الحرارة والفرق الكتلي بين درجة حرارة الهواء تحت السقف ودرجة حرارة سطح المجمع [2]. يقيم بريتوريوس وكروجر تأثير معادلة نقل الحرارة العملية التي تم تطويرها مؤخراً، ومعامل فقدان مدخل التوربين الأكثر دقة، وجودة زجاج سقف المجمع وأنواع مختلفة من التربة على أداء محطة طاقة مدخنة شمسية واسعة النطاق [15]. أجريت دراسة محاكاة للتحقيق في أداء نظام توليد الطاقة بناءً على النماذج الرياضية المطورة. تمت محاكاة مخرجات الطاقة في الحالة المستقرة في الإشعاع الشمسي العالمي الذي تم الحصول عليه لشدة مختلفة، ومساحة المجمع وارتفاع المدخنة [16]. قارنوا بين الأساليب المستخدمة لحساب تدفقات الحرارة في المجمع، وتأثيراتها على أداء المدخنة الشمسية. تم تقديم أسباب التناقضات بين تنبؤات النموذجين [17]. تم بناء مدخنة شمسية بقطر 10 أمتار وارتفاع 8 أمتار لتوزيع درجة الحرارة المقاسة. وجدوا اختلافاً بين مخرج المجمع ودرجة الحرارة 24.1 درجة مئوية مع المحيط عادةً، مما يولد القوة الدافعة لتدفق الهواء في الإعداد. [17]. هدفت الدراسة إلى غسل نماذج التشابه الديناميكية للنموذج الأولي باستخدام نفس تدفق الحرارة الشمسية [19]. تهدف الدراسة إلى التحقيق في تأثير أقطار المجمع على معدل تدفق الهواء ودرجة الحرارة في المدخنة باستخدام النظريات الرياضية. لهذا الغرض في أوقات معينة من اليوم، يتم قياس معدل تدفق الهواء ودرجة الحرارة في المدخنة ودرجة الحرارة المحيطة وسرعة الهواء

المحيط ودرجة حرارة سطح المجمع وقيم الإشعاع الشمسي في أديمان وتقييمها للمجمعات ذات الأقطار المختلفة. ونتيجة لذلك، فإن المجمع ذو القطر الكبير يعني المزيد من الطاقة الشمسية. ومع نمو مساحة المجمع، ترتفع درجة حرارة الأرض بنسبة 35-55% بالنسبة لدرجة الحرارة المحيطة، وفي دراسات أخرى، لوحظ أن درجة الحرارة ومعدل تدفق الهواء عند نقطة وضع التوربين (C 2) تزداد بسرعة مع زيادة قطر المجمع [19]. يحتوي نظام محطة المدخنة الشمسية على العديد من المعايير التي تؤثر على الكفاءة. أحدها درجة الحرارة 75 درجة مئوية تحت المجمع. وهذا أحد الأسباب لتثبيت النظام في منطقة الحضنة بجامعة المسيلة في شرق الجزائر حيث مستويات الإشعاع الشمسي عالية.

هدفنا من هذه الدراسة هو تحسين مستوى أداء المدخنة الشمسية التي تتأثر بعوامل خارجية مناخية بحتة مثل درجة الحرارة المحيط، الرياح والإشعاع. وتتكون هذه المذكرة من الفصول الثلاث التالية:

- قدمنا في الفصل الأول معلومات عامة عن الطاقات المتجددة وخصصنا بالذكر الطاقة الشمسية وكيفية تخزينها وتحويلها ومجالات استخدامها
- الفصل الثاني تناولنا المفاهيم الأساسية حول المداخل الشمسية.
- الفصل الثالث قمنا بإنجاز المدخنة الشمسية بالوسائل ذات سعر منخفض ومحلية الصنع، قمنا كذلك بعدة قياسات قياسات على مستوى المدخنة لمعرفة كيف تتأثر بالمناخ المحلي.
- وأخيراً ننهي المذكرة بخاتمة عامة وملخص.

الفصل الأول:

مفاهيم أساسية حول الطاقات
المتجددة

1 تمهيد

لقد طور الإنسان في العصر الحديث إمكانيات للاستفادة من الطاقات المتجددة التي تتصف بأنها طاقات دائمة، تعرف الطاقات المتجددة هي تلك التي تأتي من الطبيعة لهذا السبب، فهي لا تنضب من الناحية الفنية لأنها تتجدد باستمرار، في هذه المجموعة من الطاقات الشاملة مع البيئة يمكننا تضمين الرياح، الطاقات الحرارية الأرضية، الطاقة الكهرومائية، المد والجزر، الطاقة الشمسية الكهروضوئية، الطاقة الشمسية الحرارية، الكتلة الحيوية، الطاقة الشمسية كلهم يمثلون بديل لمصادر الطاقة التقليدية، مع ميزة أخرى أنهم يولدان غازات أقل تلويثاً التي تؤثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون، مما يقلل من تأثير الاحتباس الحراري. [20]

تعتبر طاقة الشمس من أهم مصادر الطاقة، لكونها طاقة متجددة نظيفة (صديقة للبيئة)، دائمة غير قابلة للنفاذ وواسعة الانتشار غير محتكرة) حيث تنبه الإنسان في العصر الحديث إلى إمكانية الاستفادة من أشعة حرارتها واستغلالها في جميع مجالات حياته. [21]

من هنا نتساءل: ماهية هذه الطاقات وماذا يترتب عنها؟

2.1 تعريف الطاقات المتجددة

هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ (الطاقة المستدامة)، ولا ينشأ عن استعمالها مخلفات كثنائي كسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الاحتباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري أو المخلفات الناتجة عن التفاعلات النووية وتوجد أنواع كثيرة من مصادر الطاقة المتجددة التي يتم الحصول عليها بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر من الشمس أو من الحرارة المتولدة من أعماق الأرض، وهي تتضمن الطاقة المتولدة من الشمس والرياح والمواد الحيوية وحرارة الأرض والطاقة المائية وموارد المحيطات والغاز الحيوي والوقود الحيوي السائل. [22]

وهي أيضاً كل الطاقات المتأتية من المصادر الهيدروليكية والطاقة الشمسية الحرارية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الشمسية المشعة والكتلة الحيوية وكذا استرجاع النفايات [23]



الشكل (1.1): صورة توضيحية للطاقات المتجددة [20]

3.1 مزايا وفوائد الطاقات المتجددة

إن للطاقة المتجددة العديد من الفوائد والمزايا، من أهمها نجد: [22]

- إمكانية الاستخدام المحلي لمصادر الطاقة المتجددة ما يضمن الأمن الطاقوي.
- مصدر الطاقة المتجددة، لا يمكن أن ينضب أو يدمر البيئة المحلية أو الإقليمية أو العالمية.
- إمكانية الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في نظم توليد الكهرباء غير المركزية، باعتبار أنها منظومة طاقوية فعالة أقل عرضة لانقطاع التيار من الأنظمة المركزية.
- لا تتسبب في تلويث الجو أو الأرض أو البحار، في حين أن تلوث الهواء الناجم عن قطاعات النقل والطاقة جعل من المدن أماكن خطر على الصحة العامة.
- التخفيف عن الاقتصاديات مصاعب تذبذب أسعار الوقود التقليدي، فالاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة المحلية يحمي الاقتصاديات المحلية من الصدمات الناتجة عن تأرجح أسعار مشتقات المضاربة في أسواق السلع العالمية.
- نظام توزيع منظومات توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة أكثر أمناً في حال استهدافها، وإن حدث ذلك ستكون الأضرار البيئية محدودة جداً.
- تؤمن نظم الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة للعاملين المؤهلين على نحو متسارع.
- تعتبر عامل رئيس في تخفيف الفقر في المجتمعات النائية، حيث تمثل حلاً نموذجي للحاجات الطاقية الأساسية.

الأنواع المختلفة للطاقة المتجددة

للطاقات المتجددة أشكال وأنواع كثيرة

- الطاقة الشمسية
- طاقة الرياح
- طاقة الكتلة الحيوية
- الطاقة الكهرومائية
- الطاقة الحرارية الأرضية

4.1 الطاقة الشمسية

نعرف الشمس على أنها كرة هائلة من الغازات الساخنة، وبنسب الوزن نجد أن الهيدروجين يمثل 70% والهيليوم 25% والكربون والنيتروجين والأكسجين 1.5% لكل منهم، وتمثل باقي العناصر 0.5%، تصل درجة الحرارة إلى 5000 درجة مئوية على السطح وحوالي 15000 درجة مئوية في اللب (المركز) ومتوسط المسافة بينها وبين الأرض 150 مليون كيلو متر أما قطرها فيبلغ 1.4 مليون كيلو متر أي أنها أكبر من الأرض 109 مرة مما يعني أن

الشمس تتسع إلى حوالي مليون كوكب في حجم الأرض. [24]

تعد الطاقة الشمسية هي أحد مصادر الطاقة على الأرض وأكثرها وفرة، والشمس من أكبر مصادر الضوء والحرارة الموجودة على سطح الأرض إذ تعتبر مصدر الطاقة اللازمة للحياة على الأرض، فتتمثل في الضوء المنبعث من الشمس وفي الحرارة الناتجة عنها، وتقدر كمية الإشعاع الشمسي الواصلة إلينا بنحو 36.1 كيلوات/م²، فالطاقة الشمسية إذن هي تلك الطاقة التي يتم الحصول عليها من ضوء الشمس، وتهبط طاقة الشمس على هيئة إشعاعات كهرومغناطيسية، حيث يكون حوالي 47% منها أشعة تحت الحمراء ونحو 8% أشعة فوق البنفسجية، وتتبعث طاقة الشمس بمعدل ثابت تقريباً يسمى بالثابت الشمسي، ولا يصل من هذه الطاقة إلا 70% منها وينعكس الباقي، أي 30% إلى الفضاء مرة أخرى على هيئة إشعاعات موجات. [22]

على الرغم من تعدد الطاقات المستخدمة في العصر الحاضر تبقى الشمس المصدر الرئيسي للطاقة في البيئة فبدونها لا تتحرك الرياح ولا تتم دورة الماء وهي مصدر طاقة الغذاء حيث يتم اختزان الطاقة الشمسية بواسطة النباتات. [25] كما أن استغلال الطاقة الشمسية على أكمل وجه يمكنه توفير كم هائل من الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية عن طريق استعمال وسائل التحويل الحراري والتحويل الإشعاعي الضوئي إلى طاقة كهربائية باستعمال الخلايا الشمسية كما أن التقنية المستخدمة في الطاقة الشمسية بسيطة ونسبية بالإضافة إلى الجانب الإيجابي المتمثل في سلامة البيئة والمحافظة عليها. [28]

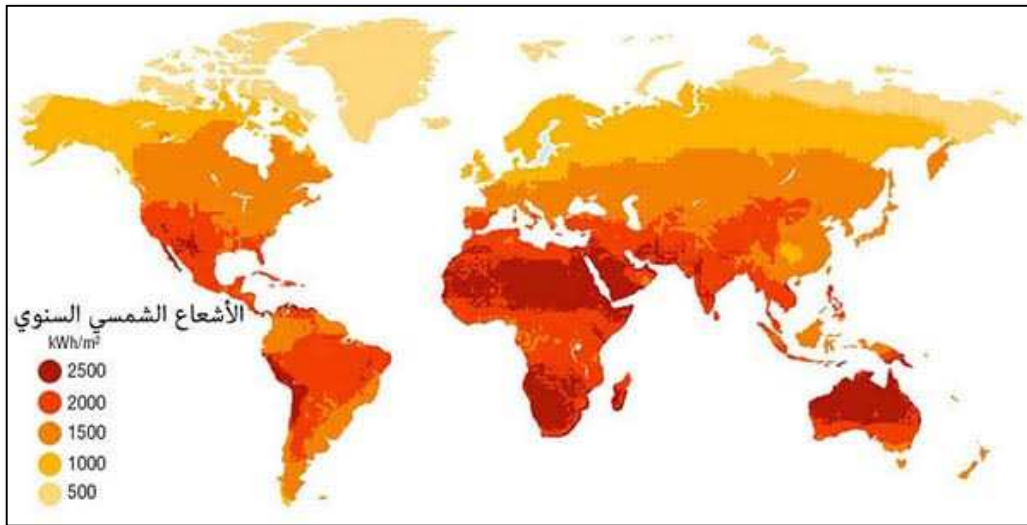
1.4.1 الإشعاع الشمسي

يستقبل كل موضع من سطح الأرض الإشعاع الشمسي من شروق الشمس إلى غايه غروبها بزاوية ورود تتأثر بمختلف الزوايا الشمسية الناتجة عن حركة الشمس والأرض، كما تتغير شدة الإشعاع الشمسي المباشر مكانا حسب الموضع من سطح الأرض، وزمانا على مدار اليوم (من الشروق إلى الغروب) وعلى مدار السنة، ولتقدير شدة الإشعاع الشمسي التي تصل سطح الأرض فإننا بحاجة في هذا المبحث إلى التعرف على مختلف الزوايا الشمسية، وكذا عبارات تقدير شدة الإشعاع الشمسي للاستفادة منها خلال التحويل الحراري أو الكهروضوئي لمختلف تطبيقات الطاقة الشمسية. [25]

الإشعاع الشمسي هو مقدار الأشعة الشمسية الساقطة على مساحة معينة والقادرة على توليد قدرة كهربائية، حيث لا يصيب الأرض إلا حوالي جزء من ألفي مليون جزء من أشعة الشمس التي تقدر بنحو 131 ميجاوات لكل مرت مربع من سطح الشمس وهذا القدر الضئيل هو المسؤول عن كل الطاقة الحرارية لسطح الأرض وغلافها الجوي. [25]

2.4.1 مصادر الطاقة الشمسية في العالم

تتطلب الطاقة الشمسية المركزة أشعة الشمس المباشرة العالية والرطوبة المنخفضة؛ وهي مناسبة بشكل خاص لجنوب غرب أمريكا والشرق الأوسط وشمال أفريقيا ومنطقة البحر الأبيض المتوسط وصحاري أستراليا أو تشيلي. تعد الولايات المتحدة وإسبانيا حاليًا أكبر الأسواق وأكثرها جاذبية. تم إجراء المحاولات الأخيرة لرسم خريطة لموارد DNI في العالم بناءً على بيانات الأقمار الصناعية. المناطق الصحراوية في العالم (الصحراء الكبرى وجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا وجنوب أفريقيا) التي تستقبل ما يصل إلى 2900 كيلووات ساعة/م²/السنة من الإشعاع المباشر توفر إلى حد كبير المساحة السطحية اللازمة لإنتاج كميات كبيرة من الطاقة من خلال التركيز التقنيات. يمكننا توضيح توزيع موارد الطاقة الشمسية العالمية في الشكل [26]

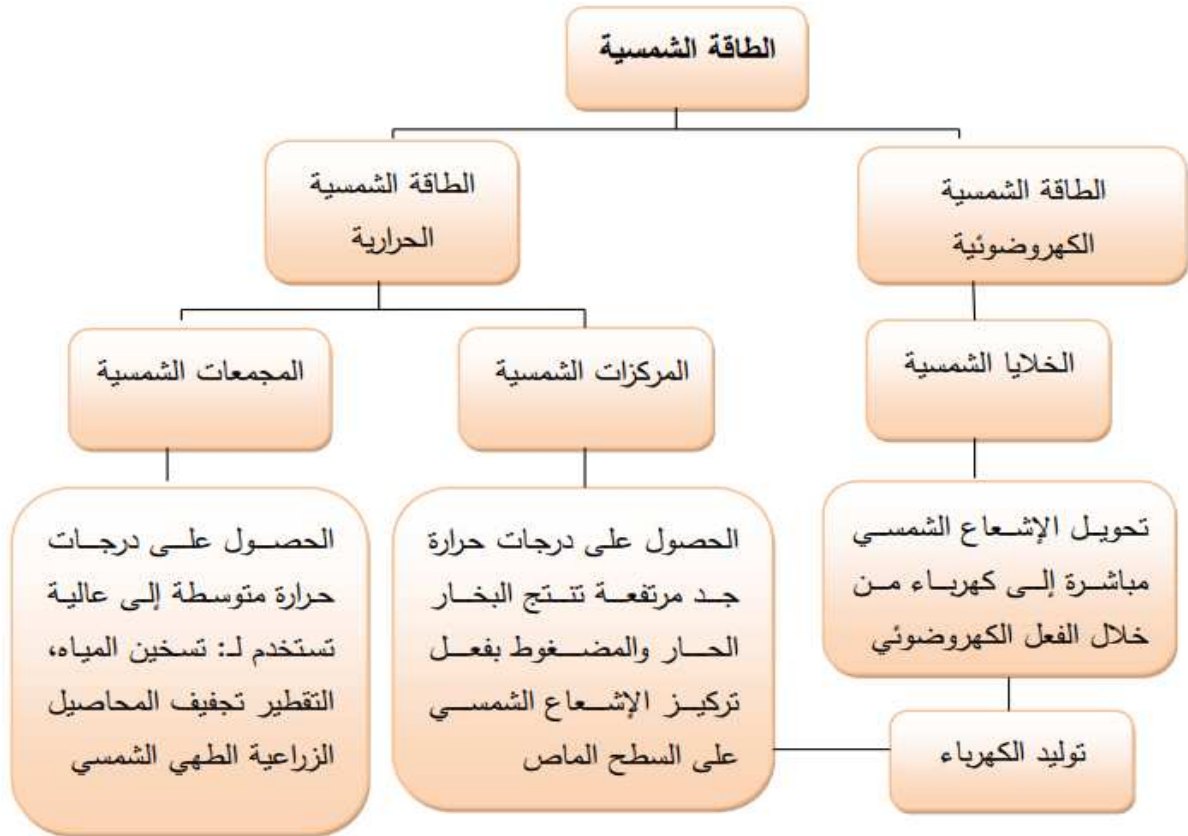


الشكل (2.1): الطاقة الساقطة على سطح الأرض kWh/m² في السنة

تتمتع بلدان المغرب العربي بإمكانيات شمسية عالية. تظهر معدلات الإشعاع الشمسي التي أجرتها الأقمار الصناعية لوكالة الفضاء الألمانية (DLR) مستويات استثنائية من أشعة الشمس تبلغ حوالي 1200 كيلووات ساعة / م / سنة في شمال الصحراء الكبرى. من ناحية أخرى، فإن أفضل معدلات الإشعاع الشمسي في أوروبا تبلغ حوالي 800 كيلووات ساعة/م في السنة وتقتصر على الجزء الجنوبي من أوروبا. بعد تقييم الأقمار الصناعية، خلصت وكالة الفضاء الألمانية (ASA) إلى أن الجزائر تمثل أهم إمكانات الطاقة الشمسية في حوض البحر الأبيض المتوسط بأكمله. [26]

يتم إنتاج الطاقة الشمسية واستخدامها من خلال عدة عمليات

- الطاقة الحرارية الشمسية والتي تتكون ببساطة من إنتاج الحرارة باستخدام الألواح المظلمة. يمكننا أيضًا إنتاج البخار باستخدام حرارة الشمس ومن ثم تحويل البخار إلى كهرباء.
- الطاقة الشمسية الكهروضوئية، والتي تتكون من إنتاج الكهرباء مباشرة من الضوء باستخدام الألواح الشمسية. وهذا النوع من الطاقة مستغل بالفعل في العديد من البلدان، وخاصة في البلدان أو المناطق التي لا تمتلك موارد طاقة تقليدية مثل الهيدروكربونات أو الفحم.



الشكل (3.1): مخطط توضيحي لتحويلات الطاقة [21]

3.4.1 الطاقة الشمسية الحرارية

تعتبر الطاقة الشمسية الديناميكية الحرارية إحدى طرق استغلال الإشعاع الشمسي المباشر. تتكون هذه التقنية من تركيز الإشعاع الشمسي باستخدام المجمعات لتسخين السائل إلى درجة حرارة عالية وبالتالي إنتاج الكهرباء أو توفير الطاقة للعمليات الصناعية، طاقة لا تتضرب ولا تنتج أي نفايات أو غازات دفيئة، والطاقة الشمسية الديناميكية الحرارية مناسبة

بشكل خاص للبلدان ذات أشعة الشمس المباشرة الشديدة. هذه الطاقة تؤدي إلى التطور بشكل كبير خلال السنوات المقبلة. [27]

الطاقة الحرارية الشمسية هي التحول اللحظي لطاقة الأشعة الشمسية إلى طاقة حرارية. يمكن استخدام هذا التحويل بشكل مباشر، على سبيل المثال تسخين المياه المنزلية باستخدام مجمعات الطاقة الشمسية، أو بشكل غير مباشر في حالة إنتاج الكهرباء في محطة الطاقة الشمسية الحرارية. تعتمد الطاقة الشمسية الحرارية على استخدام الحرارة المنقولة عن طريق الإشعاع والتي تختلف عن تلك الخاصة بالخلايا الكهروضوئية حيث يتم توليد الكهرباء عن طريق طاقة الفوتونات. وبمساعدة التقدم التكنولوجي، تم تحسين تقنيات الالتقاط المباشر لجزء من الطاقة الشمسية بشكل كبير من أجل جعل الأنظمة الشمسية أكثر موثوقية وكفاءة وربحية. [29]

4.4.1 التحويل الحراري لدرجة حرارة منخفضة

1.4.4.1 الطبخ وتجفيف المحاصيل

الإشعاع الشمسي وهو الشكل الوحيد للطاقة التي تنتقل عبر مسافات طويلة على شكل موجات كهرومغناطيسية، يتم امتصاصه (بشكل غير متساو) من قبل الأجسام المعرضة له ويتحول إلى حرارة. إذا قمنا أيضًا بتعريض الأشياء للإشعاع الشمسي من خلال جدار زجاجي [29]، إن استخدام الطاقة الشمسية للطهي هي أحد حلول المهمة لتخلص من استخدام الخشب والغاز وللتقليل من انبعاث الغازات الدفيئة، خصوصاً أن كلفتها قليلة والحصول عليها يسير جداً، ويمكن كذلك استعمال الطباخ الشمسي في تجفيف المحاصيل والبسترة. والتجفيف بالطاقة الشمسية هي عملية تخلص المحاصيل من كل السوائل الموجودة فيها وذلك لمنعها من التلف وجعلها صالحة للتخزين لفترات طويلة. [21]

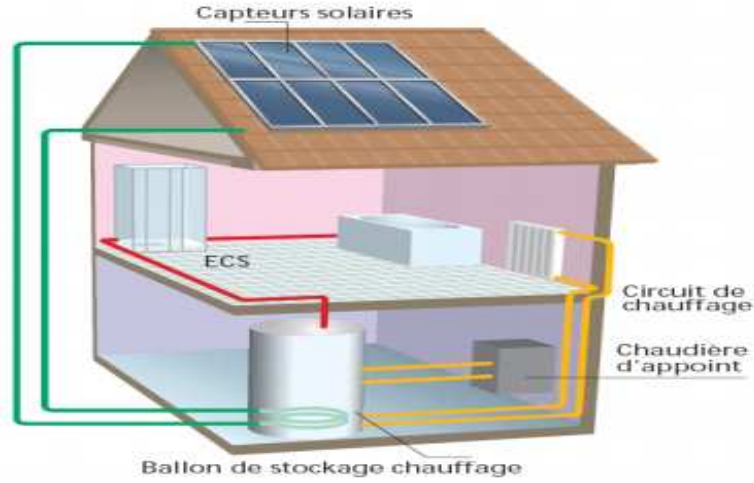


الشكل (5.1): جهاز الطبخ الشمسي [21]

الشكل (4.1): التجفيف بالطاقة الشمسية [21]

2.4.4.1 التدفئة وتسخين المياه

يمكن أيضاً استخدام الإشعاع الشمسي لتدفئة المباني السكنية مباشرة. تم اختبار بيوت الطاقة الشمسية في مواقع مختلفة، وأفضلها تلك التي تتوافق مع الحد الأقصى لأشعة الشمس السنوية. يجب أن يكون البناء مغلقاً من الشمال ومفتوحاً من الجنوب ويتم تجميع الطاقة من خلال الجدران والألواح الشمسية وربما عن طريق الدفيئة. ويجب توفير نظام تدفئة مساعد. وتنشأ الصعوبات من عدم انتظام الإشعاع، حسب خط عرض المكان، والفصل، والوقت من اليوم، وحالة الغلاف الجوي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الشمس تغيب بشكل أساسي عندما نكون في أمس الحاجة إليها، من الخريف إلى الربيع. لذلك يعد تخزين الحرارة أمراً ضرورياً، ويفضل أن يكون على مدى فترة طويلة، من أجل استخدام الحرارة التي يتم التقاطها وتخزينها خلال فصل الصيف في الشتاء. [30]



الشكل (6.1): تدفئة المنزل بالطاقة الشمسية [29]

يستخدم السخان الشمسي في تجميع الأشعة الشمسية الساقطة على المجموعات الشمسية وتحويلها إلى طاقة حرارية وذلك للاستفادة منها في تسخين المياه، حيث تخزين المياه في خزان حراري قد يكون من الزجاج أو الزجاج الليفي للاحتفاظ بحرارة الماء. [21]

5.4.1 التحويل الحراري لدرجة حرارة عالية

1.5.4.1 الفرن الشمسي

المبدأ المطبق هو تركيز الإشعاع، ولكن مع عامل مضاعف أكبر بكثير مما كان عليه في الحالة السابقة. وأفضل مثال على ذلك هو فرن أوديلو الشمسي، الذي تم إنشاؤه عام 1968 في سيرداني خلفا لفرن لافوازييه، بعد أفران مودون (1946) ومونتلويس (1949). في أوديلو، يتم التقاط الإشعاع الشمسي بواسطة "حقل" مكون من 63 مرآة مستوية قابلة للتعديل بمساحة 45 متراً مربعاً لكل منها، ثم ينعكس على مرآة مكافئة مكونة من 9500 مرآة أولية بطول 0.45 متر منحنية بقيود ميكانيكية. إن الشعاع المتقارب الذي تم الحصول عليه يجعل من الممكن تحقيق طاقة تبلغ 1 ميغاوات، أو 1000 مرة من الطاقة المستلمة على الأرض؛ يمكن تسخين المواد المعرضة لهذا الإشعاع إلى درجات حرارة تتراوح بين 1500 إلى 3800 درجة مئوية. تركز الأبحاث على التفاعلات عند درجات الحرارة المرتفعة، والخواص الميكانيكية والكهربائية للمواد، وتحضير أكاسيد حرارية عالية النقاء. [30]



الشكل (7.1): فرن أوديلي الشمسي

2.5.4.1 محطة الطاقة الحرارية

أتاحت محطة الطاقة الحرارية ثيميس، التي بنيت عام 1976 في تارجاسون، في جبال البيرينيه الشرقية، دراسة المشاكل المرتبطة بتحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء، تم الحصول على تركيز الطاقة عن طريق مرايا مستوية قابلة للتعديل على غلاية موضوعة في أعلى البرج. مع تسخين الأملاح المنصهرة إلى 450 درجة مئوية كسائل نقل الحرارة ونظام تخزين أساسي، بلغت الطاقة الكهربائية 2.5 ميغاوات. تم إيقاف تشغيل ثيميس في عام 1986 (كان سعر التكلفة لكل كيلووات في الساعة حينها 10 فهرنهايت مقارنة بـ 0.23 فهرنهايت للكيلووات في الساعة النووية)، ولكن تم استخدام المنشآت في تجارب الفيزياء الفلكية. في كاليفورنيا، هناك ثماني محطات لتوليد الطاقة بقدرة إجمالية تبلغ 275 ميغاوات تنتج الكهرباء في وقت من اليوم يتوافق مع الاستخدام العالي لمكيفات الهواء، ويتم نقلها بواسطة محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بالغاز. [31]



الشكل (8.1): محطة الطاقة الشمسية الحرارية المركزة

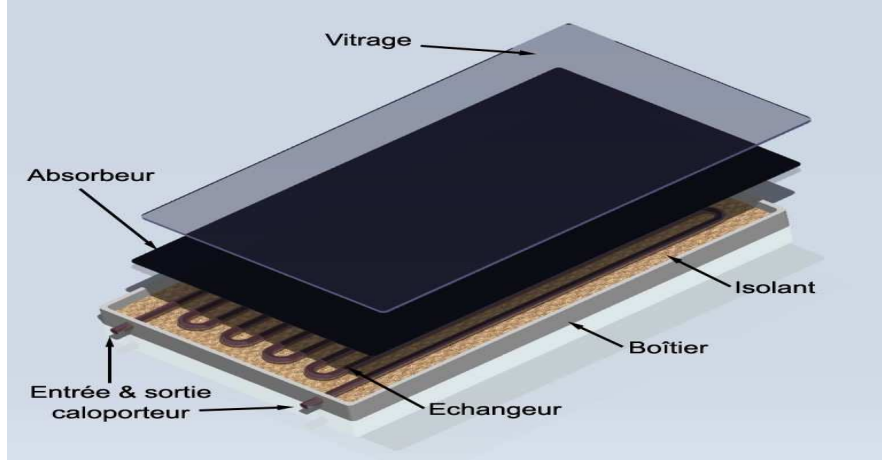
6.4.1 المجمع الشمسي الحراري

هي عملية حصاد واستغلال الطاقة الشمسية وذلك بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية والمواد الحرارية، فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته حيث هناك ثالث أنواع من المجمعات الشمسية الحرارية المستخدمة لهذا الغرض وهي: المجمعات الشمسية الحرارية المركزة، المجمعات الشمسية المفرغة، المجمعات الشمسية المسطحة، ولكل نوع من هذه الأنواع استخدامات معينة يتم استخدام الطاقة الشمسية الحرارية في تجفيف المحاصيل، الطبخ الشمسي، تحلية المياه، تسخين المياه، التدفئة. [24]

1.6.4.1 أنواع المجمعات الحرارية الشمسية

➤ المجمعات المسطحة

تكون المجمعات الشمسية المسطحة من صندوق مغلق بغطاء زجاجي، ويحيط به أنبوب يمر من خلاله الماء (سائل نقل الحرارة). تم طلاء الجزء الداخلي بالكامل باللون الأسود لامتصاص أقصى قدر من الإشعاع. تتجاوز كفاءة المستشعر الجيد الصنع 50% ويمكنه إنتاج الماء الساخن المنزلي للمنزل. درجة الحرارة التي تم الوصول إليها عمليا لا تتجاوز 80 درجة مئوية .



الشكل (9.1): المجمع الحراري الشمسي المسطح

➤ المجمعات المفرغة

تعتمد هذه النظم أساسا على ما يعرف باسم الأنابيب المفرغة والتي تمتص الطاقة الشمسية بكفاءة عالية بدسبة قد تصل إلى 98% وتحولها إلى طاقة حرارية لتسخين المياه، وهي عبارة عن أنابيب زجاجية شفافة مفرغة من الهواء و بداخلها أنابيب أخرى مغطاة بمادة خاصة هذه المادة تساعد على زيادة امتصاص الإشعاع الشمسي الساقط عليها عبر الأنابيب الزجاجية والفراغ الموجود داخل الأنبوب ووظيفته أنه عازل جيد للحرارة وتعطي هذه المجموعات درجة حرارة مرتفعة، وتمر بها المياه لتسخين نتيجة لتلامسها للأنابيب المفرغة ثم تخزن المياه في الخزان. [21]



الشكل (10.1): مجمع شمسي مفرغ

➤ المجمعات المركزة

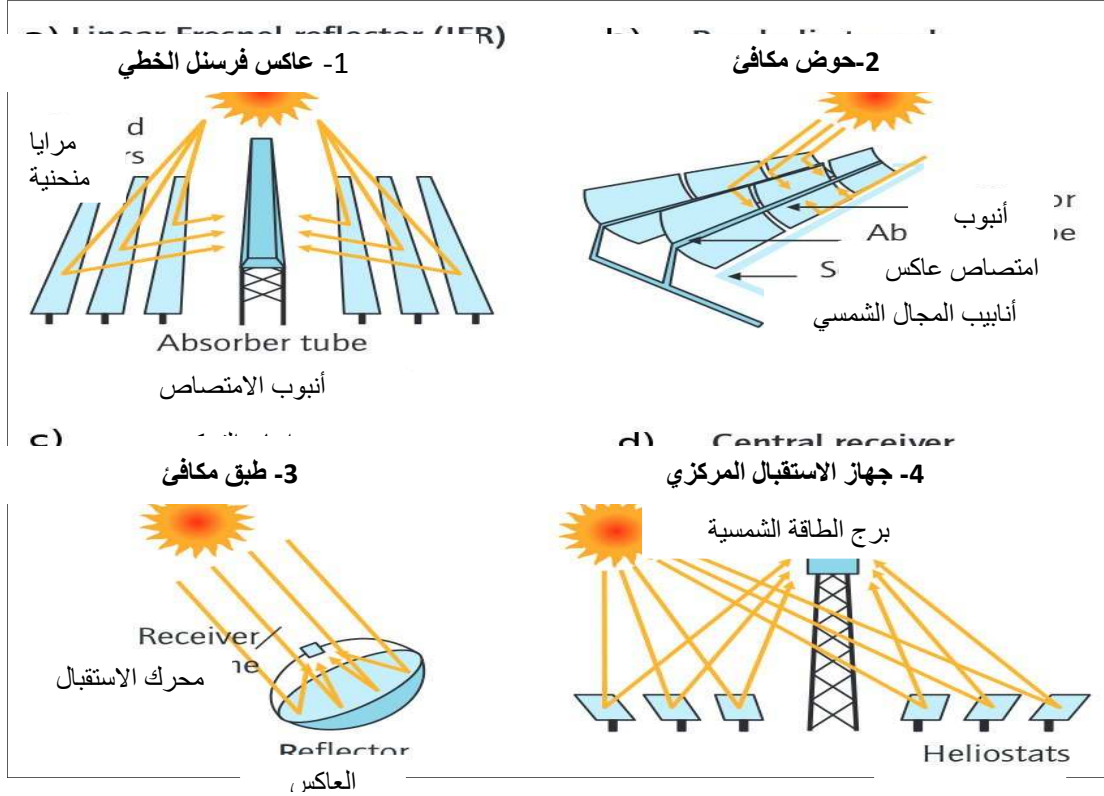
تتيح مستشعرات التركيز الوصول إلى درجات حرارة أعلى من 150 درجة مئوية يقوم سطح عاكس أسطواني بتركيز الإشعاع الشمسي على جهاز استقبال يمر من خلاله سائل نقل الحرارة، يمكن استخدام الماء الساخن المنتج مباشرة لتدفئة المباني والدفئ الزراعية وحمامات السباحة أو للأغراض الصناعية. ويمكن أيضًا تحويلها إلى أعمال ميكانيكية أو كهربائية بطريقة تقليدية جدًا، ولكن بكفاءة منخفضة بسبب درجة حرارة المصدر الساخن المنخفضة جدًا. [29]



الشكل (11.1): المجمع الحراري المكافئ المركز

2.6.4.1 محطات الطاقة الشمسية لديناميكية الحرارية

ان تركيز الإشعاع الشمسي على بؤرة واحدة يجعل من الممكن الوصول إلى درجات حرارة عالية. يستخدم هذا المبدأ، المعروف منذ العصور القديمة، مجمعات مكافئة أو أسطوانية مكافئة أو ما يسمى بمحطات البرج، حيث يقوم عدد كبير من المروحيات القابلة للتعديل بتركيز الطاقة الشمسية على غلاية واحدة تقع على برج. فهو يسمح بتسخين سوائل نقل الحرارة، بشكل عام الزيت أو الأملاح المنصهرة، في نطاق درجة حرارة يتراوح من 250 إلى 800 درجة مئوية، اعتمادًا على التقنيات المستخدمة. تقوم هذه السوائل بعد ذلك بتسخين بخار الماء، الذي يقوم بتشغيل المحرك التوربيني. [27]



الشكل (12.1): تقنيات التركيز المختلفة

7.4.1 التحويل الكهروضوئي

هو عملية التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى كهرباء بواسطة ألواح الخلايا الفولطية والتي تصنع من بعض المواد التي لها القدرة على القيام بعملية التحويل الكهروضوئي (تعتمد هذه العملية على ظاهرة تحرر الإلكترونات من سطح بعض المعادن) وتدعى بأشباه الموصلات مثل الجرمانيوم والسليكون.

هو التحويل المباشر للإشعاع الشمسي إلى كهرباء في الخلية الكهروضوئية. يتم إنتاج التأثير الكهروضوئي الذي اكتشفه أنطوان بيكريل عام 1839 بشكل عام في أقراص رقيقة جدًا من السليكون أحادي البلورية والتي تكون مناطقها المترابطة مخدرة بذرات البورون والفسفور ويظهر بين هذه المناطق جهد 0.6 فولت. تصطدم الفوتونات الساقطة بذرات الخلية

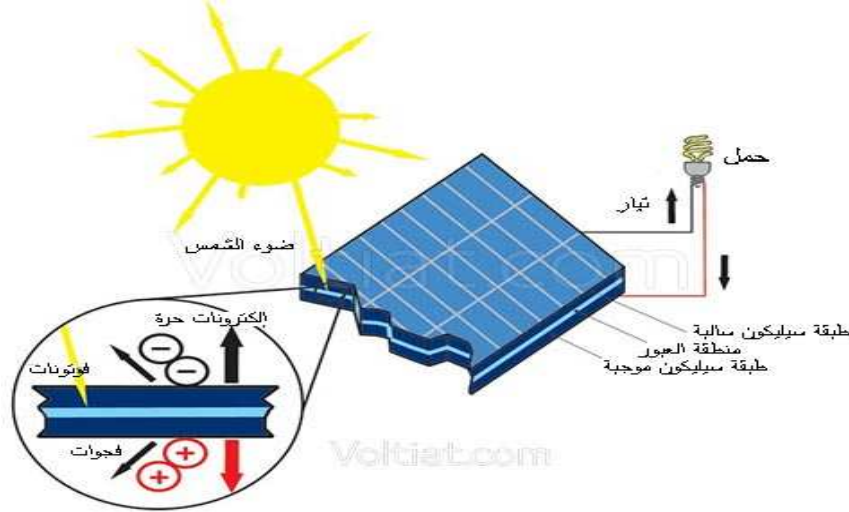
وتسبب حركة الشحنات (الإلكترونات) بين المنطقتين. تبلغ شدة التيار المباشر المتوفر 0.03 أمبير/سم² من الخلية. [31] مع سعر تكلفة يبلغ حوالي خمسة (5) يورو لكل واط مثبت، وكفاءة تبلغ حوالي 15% للخلايا الشمسية الصناعية، وعمر افتراضي يتراوح من 15 إلى 20 عامًا، وحساسية كبيرة للرطوبة، يعد هذا النوع من محولات الطاقة مثيلاً للاهتمام بشكل أساسي للمنشآت التي يصعب توصيلها بشبكة توزيع الكهرباء. إشارات الطرق الجوية أو البحرية، ومرحلات الراديو، وأنظمة الضخ، والمنازل المعزولة. يتطلب تطوير الخلايا الشمسية تحسين كفاءة التحويل وخفضًا كبيرًا في سعر التكلفة. المواد الأخرى غير السيليكون البلوري هي موضوع بحث و/أو تطوير، مثل السيليكون غير المتبلور وهو الأقل تكلفة (يستخدم في الآلات الحاسبة والساعات وأجهزة الكشف وأجهزة الاستشعار) والسيليكون.



الشكل (13.1): أنظمة الخلايا الشمسية [ويكيبيديا]

1.7.4.1 الخلية الكهروضوئية أو الخلية الشمسية

تم اكتشاف التأثير الكهروضوئي في عام 1839 من قبل ألكسندر إدموند بيكريل، وهو يتوافق مع قدرة مواد معينة، تسمى أشباه الموصلات، على تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. هو عملية التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى كهرباء بواسطة ألواح الخلايا الفولطية والتي تصنع من بعض المواد التي لها القدرة على القيام بعملية التحويل الكهروضوئي (تعتمد هذه العملية على ظاهرة تحرر الإلكترونات من سطح بعض المعادن) وتدعى بأشباه الموصلات مثل الجرمانيوم والسليكون. ويتكون الجهاز بعد ذلك من وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وهي الألواح الشمسية الشهيرة، التي تحول الإشعاع الشمسي إلى كهرباء؛ المراكم، التي تخزن الكهرباء (مثل البطاريات) في موقع معزول؛ وإذا لزم الأمر، عاكس لتحويل التيار المباشر إلى تيار متردد منخفض الجهد (230 فولت، تردد 50 هرتز)، أي إلى تيار يمكن استخدامه مباشرة للأجهزة الكهربائية في المنزل ومقبول على الشبكة. من ناحية أخرى، بمجرد تركيب الألواح الشمسية الكهروضوئية، على السطح على سبيل المثال، يجب توصيلها ببقية النظام الكهربائي الموجود داخل المنزل. ويتكون الأخير بعد ذلك من منظم وبطارية وعاكس. ومع ذلك، إذا قمت ببيع الكهرباء المتبقية لديك، فسيتم توصيل العاكس الخاص بك بجهاز قياس يقوم بقياس كمية الكهرباء التي تصل إلى الشبكة العامة. يتيح لك هذا التثبيت بعد ذلك إنتاج كهرباء طبيعية وغير ملوثة. تتمتع الطاقة الكهروضوئية أيضًا بالعديد من المزايا. له تأثير منخفض للغاية على البيئة ويظل مصدرًا مجانيًا للطاقة. بالإضافة إلى ذلك، فإن طول عمرها الافتراضي استثنائي، مع تغييرات قليلة في الأداء ومخاطر محدودة للعطل، وهو ما يمكن تفسيره بغياب الأجزاء الميكانيكية. وأخيرًا، يمكن استخدامه حتى في المناطق التي تستفيد من القليل من أشعة الشمس. لتحقيق الاستخدام الأمثل للكهرباء.



الشكل (14.1): آلية عمل لخلية الكهروضوئية

8.4.1 إمكانات الطاقة الشمسية في الجزائر

الجدير بالذكر أن الجزائر صنفت على أنها من بين أكبر وأحسن حقول الطاقة الشمسية في العالم تحوز الجزائر نظرا لموقعها الجغرافي على أعلى الحقول والمناخ الشمسية في العالم، فمدة التشمس في كامل التراب الوطني تقريبا تفوق 2000 ساعة في السنة ويمكنها أن تصل إلى 3900 ساعة في الهضاب العليا والصحراء، والطاقة 2 المتوفرة يوميا على مساحة عرضية قدرها 1م تصل إلى 5 كيلواط في الساعة على معظم أجزاء التراب الوطني أي نحو 1700 كيلواط في الساعة / م² في السنة في شمال البلاد و2263 كيلواط / م² في السنة في جنوب البلاد

5.1 ثانيا طاقة الرياح

هي الطاقة المتولدة من التحريك الألواح كبيرة مثبتة بأماكن مرتفعة بفعل الهواء ويتم إنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح بواسطة محركات أو (التوربينات) ذات ثلاثة أزرع دوارة تحمل على عمود تعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية فهي طاقة مستخرجة من الطاقة الحركية للرياح بواسطة استخدام عنفات الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية، وهي تعتبر من أنواع الطاقة الكهروميكانيكية. وهي طاقة وفيرة قابلة للتجدد وتوجد بعموم المناطق، فهي طاقة نظيفة متجددة لا ينتج عنها انبعاثات مثل الغازات الدفينة (غازات الاحتباس) الحراري أثناء التشغيل. [32]

تعد الرياح أحد أهم مصادر الطاقات المتجددة، فطاقة الرياح هي الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح، فهي طاقة هائلة يمكن الحصول على ملايين الكيلواط من الطاقة، وتتم عملية إنتاج الطاقة الريحية عن طريق استعمال مراوح هوائية تحول قوة الرياح إلى طاقة حركية، يتم تحويلها هي الأخرى باستعمال مولدات إلى طاقة كهربائية وتستخدم حالياً المراوح ذات ثلاث شفرات بالكفاءة العالية، وبشكل واسع في إنشاء حقول طاقة الرياح. [22] طاقة الرياح هي الطاقة التي تنتجها الرياح. كلمة "توربينات الرياح" تأتي من الكلمة اليونانية عولس التي كانت تعني إله الريح. لقد تم تسخير الرياح واستخدامها كقوة دافعة لعدة قرون، ويمكننا أن نأخذ مثال المراكب الشراعية وطواحين الهواء. تعمل توربينات الرياح (أو مولد الرياح أيضاً) على تحويل طاقة الرياح إلى كهرباء. في الواقع، تقوم الرياح بتحريك المراوح المثبتة في أعلى الأبراج، ومن ثم تنتج هذه الحركة الميكانيكية الكهرباء [32].



الشكل (15.1): حقل طاقة الرياح

1.5.1 تشغيل توربينات الرياح

الغرض من توربينات الرياح لمولد الرياح بسيط للغاية، وهو تحويل الطاقة الحركية التي تنتجها الرياح إلى طاقة ميكانيكية للترجمة من أجل إنتاج الكهرباء. هناك نوعان من توربينات الرياح. توربينات الرياح ذات المحور الأفقي وتوربينات الرياح ذات المحور الرأسي ولكن الأخيرة أكثر شيوعاً، وسوف نركز عليها فقط. [32]

2.5.1 إمكانات طاقة الرياح في الجزائر

تمتلك الجزائر رصيداً معتدلاً من هذه الطاقة حيث تقدر ب 2 إلى 5 متر/ثا، كما تتميز المناطق الجنوبية للجزائر بسرعة رياح أكثر من المناطق الشمالية وخاصة في الجنوب الغربي الذي يقدر فيه معدل سرعة الرياح ب: 8 متر/ثا وتصل إلى 15 متر/ثا في منطقة أدرار.

وعلى هذا الأساس فقد سمحت الدراسات المعدة من قبل وزارة الطاقة على تحديد ثماني مناطق شديدة الرياح قابلة لاحتضان تجهيزات توليد الطاقة من الرياح تتوزع منطقتان منها 2 على الشريط الساحلي وثلاث أخرى في الهضاب العليا وثلاث مناطق في الصحراء، حيث تعتبر مناطق تنذوف، عين صالح وادرار الأكثر ملائمة لإنشاء مزارع الرياح.

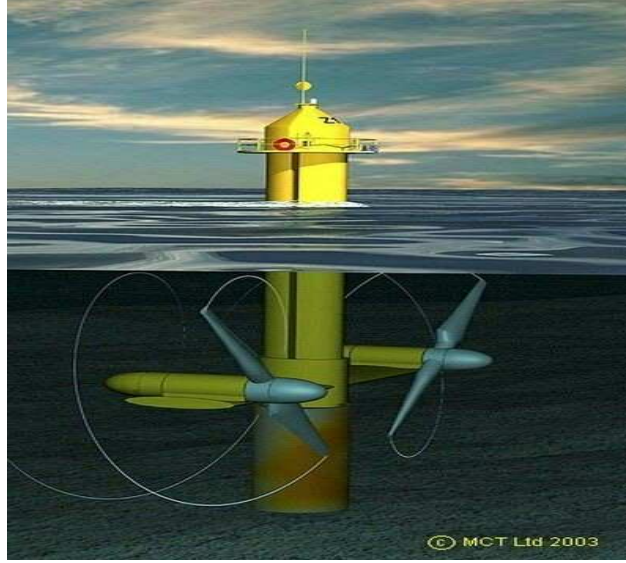
6.1 الطاقة الهيدروليكية (الطاقة المائية) يعد الماء من أعظم نعم الله عز وجل على خلقه، فالماء ضروري للحياة ولا غنى للإنسان والكائنات الأخرى عنه، وهذا مصداقاً لقوله تعالى: (وجعلنا من الماء كل شيء حي)، كما تلعب طاقة المياه دوراً أساسياً حيث أن إجمالي الطاقة المنتجة منها فاقت إنتاج الطاقة النووية، ووصلت حوالي سدس الإنتاج العالمي للكهرباء في سنة 2007.

الطاقة الهيدروليكية هي طاقة متجددة تستخدم الطاقة الحركية للمياه (النهر، الشلال) لإنتاج الطاقة الميكانيكية وخاصة الكهرباء. ثم نتحدث عن الطاقة الكهرومائية، يتم الحصول على الطاقة الكهرومائية عن طريق تحويل الطاقة الميكانيكية لتدفقات المياه (التيارات النهرية والتيارات البحرية والتضخم) إلى طاقة كهربائية. ويسمى أيضاً "الفحم الأبيض". هناك نوعان من محطات الطاقة الهيدروليكية:

تستخدم محطات توليد الطاقة المتدفقة من النهر قوة التيار التوربينية المياه المتدفقة أسفل الأنهار بشكل مستمر.

محطات توليد الطاقة التخزينية

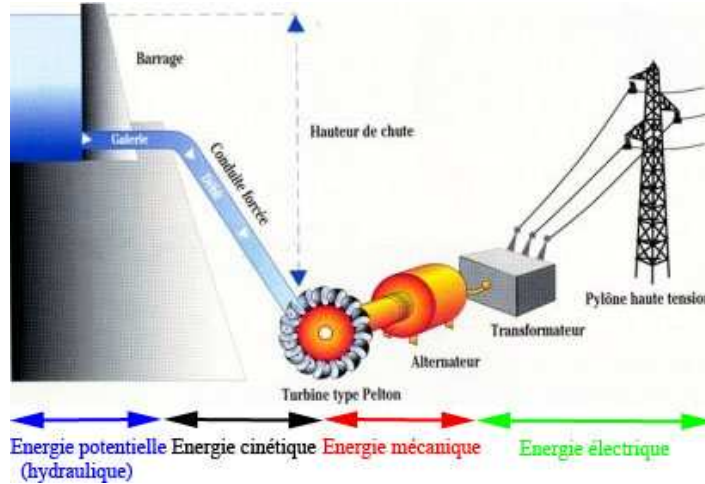
يتم تخزين المياه في بحيرة محصورة بسد. عندما تكون هناك حاجة للكهرباء، نقوم بفتح الصمامات من خلال اختلاف الارتفاع، يتدفق الماء ويتم توجيهه عبر التوربينات. تتيح هذه الطريقة ضبط إنتاج الكهرباء حسب طلب المستهلك.



الشكل (16.1): الطاقة الهيدروليكية

1.6.1 مبدأ تشغيل الطاقة الهيدروليكية

هذا ينطوي على تسخير القوة الدافعة للمياه لإنتاج الكهرباء تشكل المياه المتراكمة في السدود أو المحولة بواسطة مآخذ المياه طاقة محتملة متاحة لتدوير توربين المولد. ثم تتحول الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة حركية ومن ثم إلى طاقة ميكانيكية. هذا التوربين، المقترن ميكانيكياً بمولد كهربائي، يدفعه في الدوران لتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. [32]



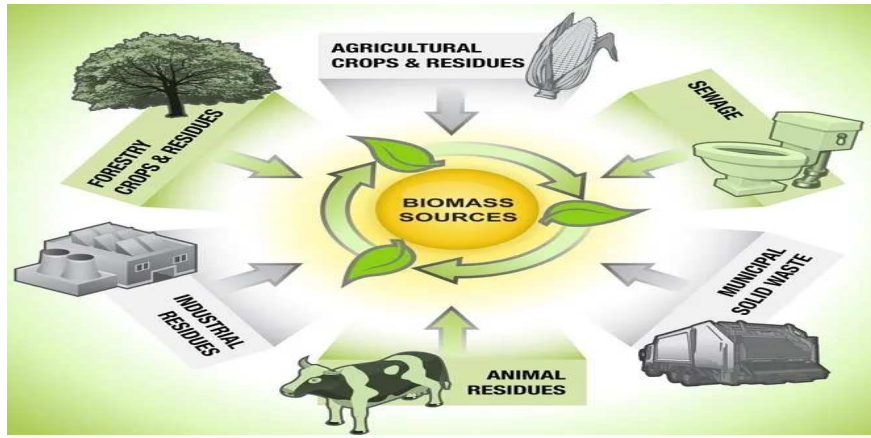
الشكل (17.1): رسم تخطيطي لمحطة توليد الطاقة الهيدروليكية [33]

2.6.1 إمكانيات الطاقة الهيدروليكية في الجزائر

ضم القطاع الهيدروليكي 103 مواقع للسدود تم تحديدها. ويوجد أكثر من 50 سداً قيد التشغيل حالياً. الكميات الإجمالية التي تسقط على الأراضي الجزائرية كبيرة وتقدر بـ 65 مليار متر مكعب، لكنها في النهاية لا تفيد البلاد إلا قليلاً: تركز في مساحات محدودة، تبخر عالي، إخلاء سريع إلى البحر. ومن الناحية التخطيطية، تتناقص الموارد السطحية من الشمال إلى الجنوب، نقوم حالياً بتطوير موارد مفيدة ومتجددة تبلغ حوالي 25 مليار متر مكعب، منها حوالي 3/2 موارد سطحية، و103 مواقع سدود قيد التشغيل حالياً. [32]

7.1 طاقة الكتلة الحيوية

يشمل مصطلح الكتلة الحيوية على كل المواد ذات الأصل النباتي، مثل الأشجار والنباتات والمخلفات الزراعية، وذات الأصل الحيواني، مثل: الروث بجانب المخلفات الصلبة والصناعية والبشرية التي يمكن إطلاق طاقتها الكامنة عن طريق الحرق المباشر أو بالتخمير وغيرها من الطرق.... الخ. وتتشكل الكتلة الحيوية من 85% من الحطب و 13% مخلفات حيوانية، 2% مخلفات زراعية، ويذهب الجزء الأكبر منها للاستهلاك المنزلي في الأرياف كالحطب والتدفئة [21] والتسخين وبالتالي يمكن القول إن طاقة الكتلة الحيوية هي الطاقة الناتجة من المخلفات العضوية والحيوانية والنباتية والأدمية، سواء كانت هذه المخلفات صلبة أم كانت صناعية أو زراعية، فهي بالإمكان معالجة الكثير منها باستخدام التخمير البكتيري، أو الإحراق الحراري، أو تحلل الكائنات 32 الحية المجهرية، ويعطي كل نوع منتجاته الخاصة به مثل الميثان، وهو مركب رئيسي لغاز الطهي [21] والكحول والبخار والأسمدة الكيميائية السائلة



الشكل (18.1): صورة لأهم مصادر الكتلة الحيوية [ويكيبيديا]

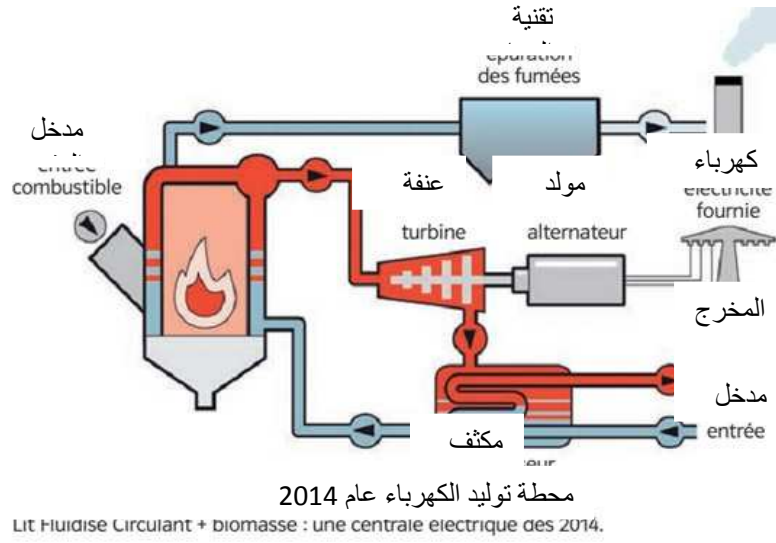
1.7.1 مصادر الكتلة الحيوية

الكتلة الحيوية المستخدمة كوقود يتم تصنيفها إلى عدة أنواع مثل النفايات الحيوانية، الخشبية والعشبية منها الذرة، فول الصويا، اللفت، قصب السكر وزيت النخيل. أيضا يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها، مثل القش والخشب والسماد وقشور الرز وتحلل نفايات المنازل ونفايات الورشات والمصانع ومخلفات الأغذية التي يمكن تحويلها إلى غاز حيوي عن طريق ميكروبات ذات الهضم اللاهوائي.

2.7.1 كيف تعمل محطة توليد الطاقة الحيوية

تنتج محطة طاقة الكتلة الحيوية الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية المنبعثة من احتراق مخلفات النباتات والنفايات المنزلية والغاز الحيوي. يوفر الوقود طاقة كيميائية، ويتم إحضاره إلى الغلاية، ويتم إدخاله إلى غرفة الاحتراق، حيث يتم إطلاق الحرارة عند احتراقه. يتم نقل الحرارة إلى الأنابيب المملوءة بالماء والتي تبطن الغلاية. يذهب الماء الساخن إلى الخزان حيث يتحول إلى بخار. يعمل البخار على تشغيل التوربين الذي يدير مولداً كهربائياً ينتج تياراً كهربائياً. ويقوم محول برفع جهد هذا التيار إلى 225.000 أو 400.000 فولت، بحيث يمكن نقله على خطوط الجهد العالي جداً للشبكة. يمكن استخدام البخار لتدفئة المنازل، وهذا ما يسمى التوليد المشترك للطاقة، ويمكن لمحطات طاقة الكتلة الحيوية أن تعمل في أي وقت وبشكل مستمر. تتم تصفية الأبخرة المنبعثة من محطة الكتلة الحيوية قبل تفريغها.

أنها تنتج طاقة منتظمة وتتبعث منها القليل من ثاني أكسيد الكربون. تنتج الكتلة الحيوية 7.6% من الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة في فرنسا. ولذلك فهو مفيد جداً للمستقبل. ولكنها لن تحل محل الطاقة النووية على الفور. [21]



الشكل (19.1): مبدأ تشغيل محطة طاقة الكتلة الحيوية

3.7.1 إمكانيات الجزائر من طاقة الكتلة الحيوية

تبقى إمكانيات الجزائر قليلة من هذه الطاقة إذا ما قارناها بالأنواع الأخرى، لأن المساحة الغابية لا تمثل سوى 10% من المساحة الإجمالية للوطن، أما المصادر الطاقوية من النفايات الحضرية والزراعية فتقدر بحوالي 5 مليون طن مكافئ نفط، وتقدر الطاقة الإجمالية للمورد الغابي في الجزائر بحوالي 37 ميغا طن مكافئ. [23]

8.1 الطاقة الحرارية الأرضية

الطاقة الحرارية الأرضية هي الطاقة المتجددة بامتياز، ومصدرها حرارة الأرض. عملها بسيط وسريع وغير مكلف مقارنة بالطاقات الأخرى. تكلفة صيانة محطة الطاقة الحرارية الأرضية منخفضة، والطاقة الحرارية الأرضية، يحتوي قلب الأرض على عناصر مشعة مثل اليورانيوم، الذي ينتج عن اضمحلاله حرارة (نشاط إشعاعي). وبصرف النظر عن المظاهر الطبيعية العنيفة أحياناً للبراكين، فإن هذه الحرارة تنتشر نحو السطح، وتسخن طبقات المياه الجوفية الواقعة على عمق يتراوح بين 500 و2000 متر. وهي أعمق الطبقات التي تصل إلى أعلى درجة حرارة؛ يمكن أن يصل التدرج الحراري الأرضي، الذي يبلغ حوالي 3 درجات مئوية لكل 100 متر، إلى 100 درجة مئوية لكل 100 متر في مناطق حدود الصفائح. اعتماداً على عمق منسوب المياه ودرجة حرارة المياه المتوفرة، نميز بين الطاقة الحرارية الأرضية المنخفضة جداً والمنخفضة والمتوسطة والعالية الطاقة. [31]



الشكل (20.1): مثال عن الطاقة الحرارية الأرضية

1.8.1 كيف تعمل الطاقة الحرارية الأرضية

ويتكون المبدأ من استخراج الطاقة الحرارية الأرضية الموجودة في الأرض لاستخدامها في شكل تدفئة أو تحويلها إلى كهرباء. وفي الطبقات العميقة تنتج حرارة الأرض عن طريق النشاط الإشعاعي الطبيعي للصخور التي تشكل القشرة الأرضية؛ وهي الطاقة النووية الناتجة عن تفكك اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم. ويمكن استخدام هذه الطاقة إما على شكل كهرباء أو على شكل حرارة ولكل نوع تقنياته الخاصة وتطبيقاته المتعددة.

2.8.1 إمكانات الجزائر من الطاقة الحرارية الأرضية

وقد أكد تجميع البيانات الجيولوجية والجيوكيميائية والجيوفيزيائية أنه تم حصر أكثر من 200 من الينابيع الساخنة في الجزء الشمالي من البلاد، حوالي 33% منها تتمتع بدرجات حرارة تزيد عن 45 درجة مئوية. كما توجد ينابيع في بسكرة. مكنت دراسات التدرج الحراري من تحصين ثلاث مناطق يزيد انحدارها عن 5 درجات مئوية/100 م:

➤ منطقة غليزان ومعسكر.

➤ منطقة عين بوسيف وسيدي عيسى.

➤ منطقة قالمة وجبل العنق.

خاتمة

قدمنا في هذا الفصل عرضاً تفصيلياً لمصادر الطاقة المتجددة المختلفة الموجودة، مثل الطاقة الهيدروليكية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح والكتلة الحيوية والطاقة الحرارية الأرضية.

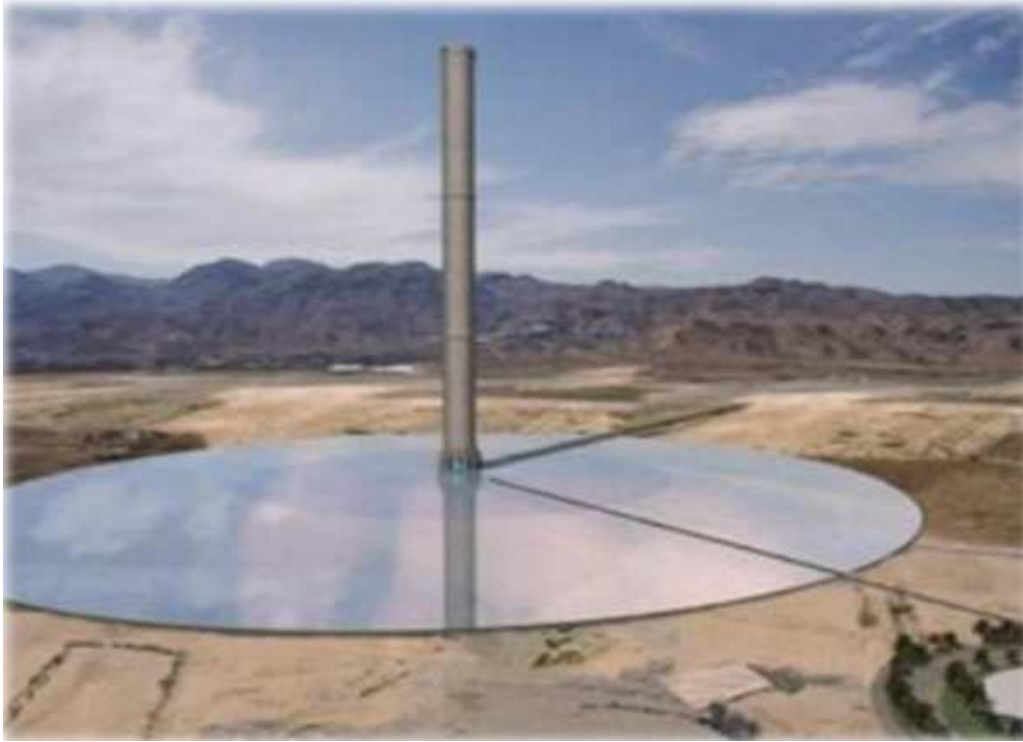
تعتبر الجزائر من الدول المميزة التي يمكنها استخدام الطاقة الشمسية كحل مستقبلي لتحل محل الطاقة الأحفورية، ولهذا من الضروري أن يوجه جميع فنيي الكهرباء وجهات نظرهم نحو الطاقة الخضراء والشمسية بالتحديد في الجزائر لأنها غير ملوثة ومتجددة.

الفصل الثاني

مبحث عام عن المداخن الشمسية

1.2 تمهيد

يتم إنتاج معظم الكهرباء المستهلكة في العالم اليوم من الموارد الأحفورية ومع ذلك تشير العديد من التقديرات إلى أنه في ظل الاستهلاك الحالي سيتم استنفاد احتياطات النفط والغاز الطبيعي والفحم في القرن المقبل ، لذا حان الوقت لإيجاد طرق أخرى لإنتاج الكهرباء، إن الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الحيوية وطاقة الرياح هي تكنولوجيات ناضجة وجاهزة لمواجهة التحدي وفي السياق التالي تعد الطاقة الشمسية البديل الأكثر إثارة للاهتمام والمفيد، ويأتي تحويل الطاقة الشمسية إلى شكل كهربائي، وما إلى ذلك المدخنة الشمسية أو كما تعرف ببرج التيار الصاعد تستمر احتياجات الطاقة العالمية في الزيادة وتعد المدخنة الشمسية هي مولد طاقة طبيعي يستخدم الإشعاع الشمسي لزيادة الطاقة الداخلية للهواء المتداول في النظام مما يسمح بتحويل المكسب المفيد للمجمع الشمسي إلى طاقة حركية متدفقة يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية عن طريق التوربينات المناسبة لذلك فان دراسة تأثير شكل المدخنة على انتقال الحرارة تعتبر مثيرة للاهتمام لأنها تجعل من الممكن فهم الظاهرة وتحسين أداء هذه الأنظمة الشمسية. وفي هذا الفصل سوف نتطرق إلى شرح وتعرف على المدخنة الشمسية مكوناتها ومبدأ عملها. [34] واهتمنا بشكل كبير التركيز على المداخل الشمسية المخصصة لإنتاج الكهرباء [29].



الشكل (1.2): محطة الطاقة الشمسية للمداخل الشمسية [35]

2.2 وصف المدخنة الشمسية

المدخنة الشمسية (نظام التسخين الشمسي الإشعاعي) هي محطة للطاقة، وتحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء اعتمادا على تأثير الاحتباس الحراري والاستفادة من عمل كل من المجمع والمدخنة (الأبراج) وتوربينات، وتعد المحطة الشمسية من أكثر المشاريع طموحا على هذا الكوكب لإنتاج الطاقة البديلة (الطاقة المتجددة)، ويمكنها توفير طاقة كهربائية كبيرة (200 ميغاواط) مع كونها آمنة ونظيفة، ميزته الرئيسية هي أنه يمكن أن يعمل بشكل متقطع باستخدام إشعاع الشمس في النهار والحرارة القادمة من القشرة الأرضية ليلا. [36]



3.2 تاريخ المداخل الشمسية لإنتاج الكهرباء

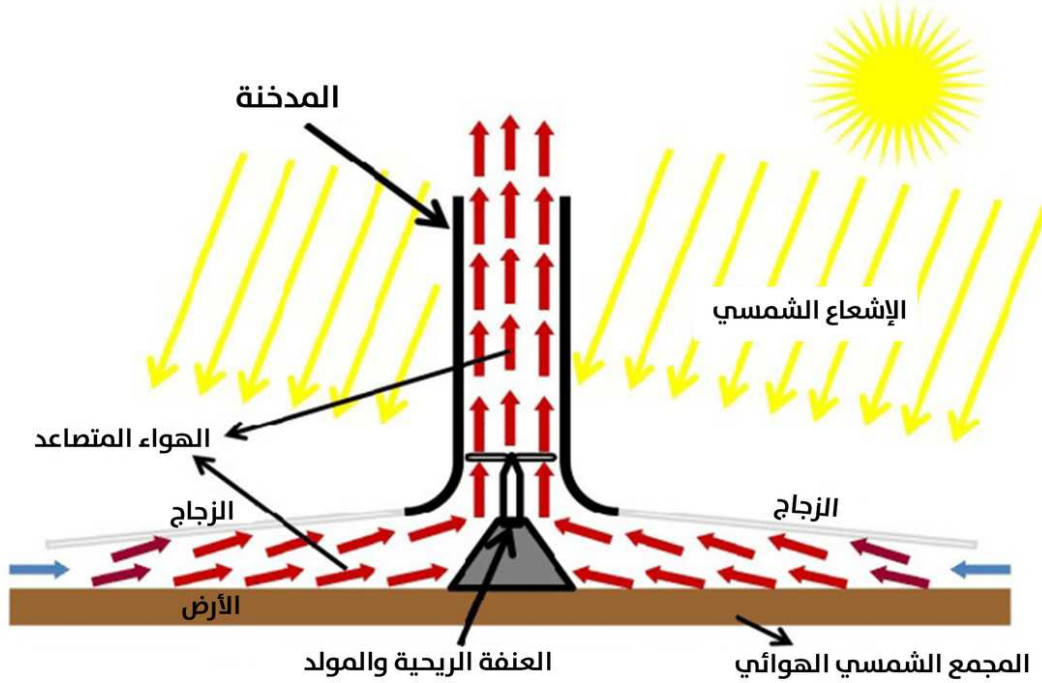
فكرة توليد الكهرباء من المداخل الشمسية تم طرحها لأول مرة من قبل المهندس الاسباني إيسيدورو كابانييس في عام 1903 من خلال النظر في التعريف الحالي لأنظمة المداخل الشمسية صمم البروفيسور برنارد دوبوس فكرة المحطات توليد الطاقة من المداخل الشمسية في عام 1926 ليتم بناءها على منحدر جبلي في شمال إفريقيا [37] وفي عام 1931 قدم غونتر تحسينا لهذا المفهوم في منشور مستقبلي ، بين عامي 1940 و 1960 المرجع 15 تم اقتراح وتصنيع أول نموذج أولي لمحطة توليد الطاقة الشمسية بالمدخنة الشمسية من قبل شلايخ وزملاءه في عام 1981 في مانزاناريس على بعد 150 كم جنوب مدريد اسبانيا [38] عملت هذه المحطة لمدة ثماني سنوات تقريبا تعطلت أسلاك البرج التي لم تكن محمية ضد التآكل بسبب الصدأ وتكسرت أثناء العاصفة مما أدى إلى سقوط البرج ، وتم إيقاف تشغيل المصنع في عام 1989.

تم بناء أول محطة تجريبية تشغيلية لمحطة توليد الطاقة الشمسية بالمدخنة الشمسية في مانزاناريس باسبانيا في أوائل الثمانينيات وتضمنت أبعاد المصنع ارتفاع المدخنة 195 متر ونصف قطر 5،08 متر إلى جانب المجمع نصف قطره 122م وارتفاع 1،85م تم تحقيق ارتفاع في درجة الحرارة يصل إلى 17 درجة مئوية ومتوسط سرعة التيار تصل إلى 12م/ث مما أدى إلى الحصول على طاقة مقدرة تبلغ 50 كيلو وات فقد حقق النموذج الأولي لمانزاناريس نتائج مهمة مما أدى إلى العديد من الدراسات وتسريع وتطوير المدخنة الشمسية فقد أصبح تخزين الطاقة الحرارية مجالا بالغ الأهمية حيث أجريت أحد التقنيات لتخزين الطاقة الحرارية في محطة توليد الطاقة الشمسية بالمدخنة [39]، وبشكل مباشر بمعلومات هندسية مختلفة يتأثر أداء مثل مدخل المجمع وقطر المجمع ارتفاع المدخنة وعرضها وقد بذل الباحثون جهودا كبيرة عدديا وتجريبيا، لفهم الية النظام والحصول على أبعاد مثلى. [40]

4.2 وصف مبدأ عمل المدخنة الشمسية (برج الطاقة الشمسية)

البرج في الواقع مجرد مدخنة يعتمد تشغيله على مبدأ بسيط تتكون محطة توليد الطاقة الكهربائية بالمدخنة الشمسية أو برج التيار الصاعد من مظلة أو سقف دائري أو شفاف يرتفع بارتفاع معين عن الأرض يسمى المجمع مفتوح عند الأطراف والهواء النقي يتدفق من خلال هذه الفتحة سيتم تسخينه بواسطة الأشعة الشمسية تحت تأثير الاحتباس الحراري حيث يكون هناك فرق في درجة الحرارة بين الداخل والخارج [34] وتتوسطه مدخنة أو برج دائري تحتوي المدخنة على واحد أو أكثر من المولدات التوربينية الموجودة في قاعدتها ، يخترق إشعاع الشمس سقف المجمع ويضرب سطح الأرض تحته،

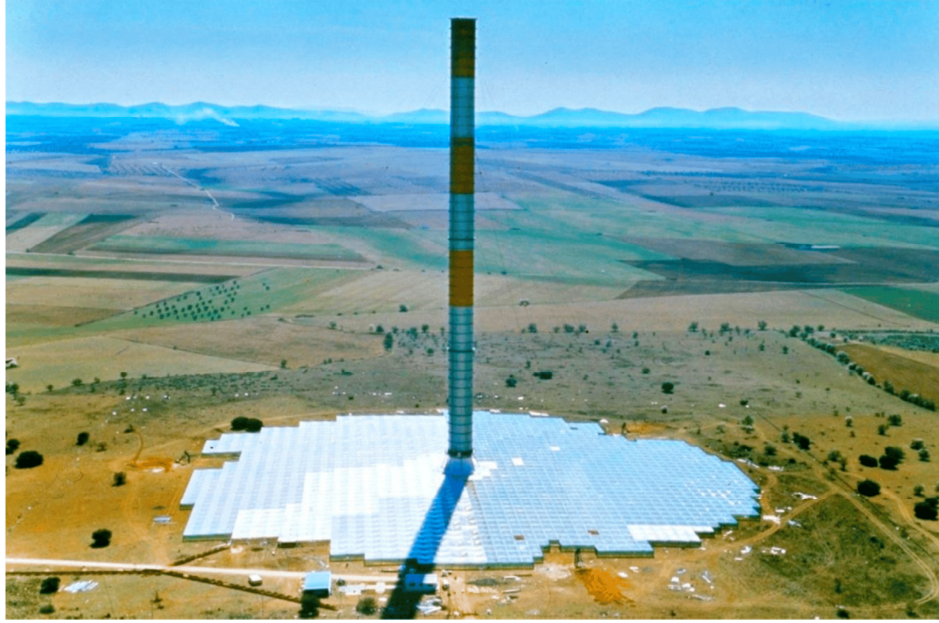
يتدفق الهواء الدافئ الموجود أسفل المجمع نحو المدخنة المركزية ويوصل إليها لتشغيل المولدات التوربينية [41] وتقوم بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة ميكانيكية. يمكن تجهيز المجمع بنظام تخزين (المياه) لضمان عمل وإنتاج الطاقة خلال فترات الليل. [29]



الشكل (2.2): تمثيل تخطيطي لمحطة توليد الطاقة الكهربائية بالمدخنة [36]

5.2 مكونات الأساسية للمدخنة الشمسية

على الرغم من أن محطات توليد الطاقة الكهربائية بالمداخن هي هياكل واسعة النطاق إلا أنها تتكون من ثلاث أجزاء رئيسية وهي المجمع الذي يتم فيه نقل الإشعاع الشمسي إلى النظام والمدخنة أو البرج العالي الذي يسبب فرق الضغط، والتوربين الذي يوفر مخرجات الطاقة حيث يتم وضع الأنابيب الأسطوانية الذي يسمى البرج أو المدخنة في مركز المجمع [37]، تصف الأقسام التالية المكونات المهمة ودورها في البرج ومواد بنائها. [42]



الشكل (3.2): المداخل الشمسية في مانزاناريس الذي تم إنشاؤه في 1982 في إسبانيا [34]

1.5.2 المجمع

هو المكون الرئيسي لمحطة طاقة المدخنة الشمسية حيث هو جزء من المدخنة الذي ينتج الهواء الساخن عن طريق ظاهرة الاحتباس الحراري لها سقف مصنوع من فيلم بلاستيكي أو زجاجي [43] و الغرض من سطح المجمع هو التقاط الإشعاع الشمسي لتسخين الهواء داخل المجمع وفي وسط المجمع يتم وضع مدخنة عمودية. [42] يتراوح ارتفاعه بشكل عام من 2 إلى 6 أمتار ويغطي مساحة واسعة تصل إلى عدة آلاف من الأمتار المربعة [44] علاوة على ذلك ليس هناك حدود لمساحة سطح المجمع ، كلما زادت مساحة السطح زادت كمية الطاقة التي ينتجها برج الطاقة الشمسية [45] وبما إن الزجاج يزيد من كتلة السقف يتم دعم المجمعات بواسطة هيكل قضيب قوي [44]، وبما أن الهواء الأكثر سخونة أخف من الهواء البارد فإنه يرتفع إلى أعلى المدخنة التي تقع وسط المجمع [47] يبدو أن الأكثر كفاءة ذلك مع الرعاية والصيانة المناسبة يمكن أن يصل عمره بسهولة إلى 60 عاما أو أكثر [29] يتكون المجمع من أعمدة داعمة مصفوفة إطارية وسقف شفاف مصنوع من الزجاج أو البلاستيك أو مواد شفافة أخرى ، يتم مجمع محطة توليد الطاقة الشمسية في مانزاناريس هو مجمع الزجاج، حيث أن كفاءته في تحويل الطاقة الشمسية إلى حرارة يمكن أن تصل إلى 70% .



الشكل (4.2): مجمع الطاقة الشمسية في مانزاناريس ومنظره الداخلي [42]

2.5.2 المدخنة الشمسية

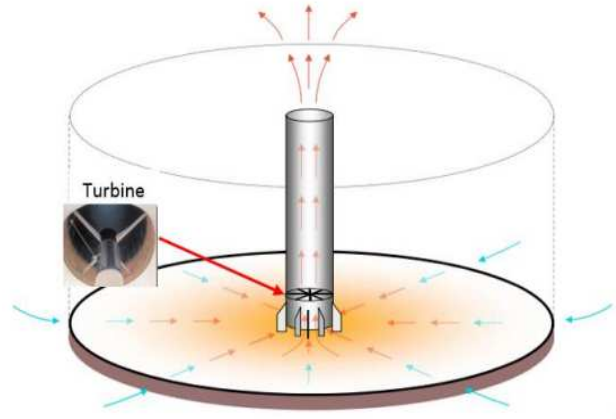
المدخنة تشكل الجزء الرئيسي من محطة توليد الطاقة الشمسية فهي عبارة عن هيكل كبير بسبب ارتفاعها وقطرها على الرغم من أن ارتفاع المدخنة يسبب بعض الصعوبات الهيكلية إلا أنه يمكن أن يكون خطيرا بسبب العوامل البيئية وعلى الرغم من أن هذا بدا وكأنه مشكلة إلا أن التطورات التكنولوجية سمحت ببناء هياكل شاهقة أكثر أمانا [46]، وظيفة المدخنة هي تحويل الطاقة الحرارية المنتجة في المجمع إلى طاقة حركية [43] يجب أن يكون ارتفاع المدخنة أعلى لتحقيق مستوى ضغط منخفض مقارنة بمستوى القاعدة، (كلما ارتفعت المدخنة كلما زادت كمية الطاقة التي ينتجها برج الطاقة الشمسية حيث إن فرق الضغط الساكن يتناسب مع الارتفاع بين قاعدة البرج وقمته التي تمثل مخرج الهواء لذلك فإن [29]، لذلك فإن ضغط الهواء عند مخرج المدخنة يكون أقل منه عند المدخل مما يزيد من سرعة الارتفاع الرأسي للهواء الساخن في المدخنة، يتم تثبيت القاعدة على الأرض بواسطة دعائم تفصل بين مدخل الهواء مما يسمح بزيادة سرعة التدفق يتم بناء المدخنة بشكل عام من الخرسانة المسلحة أو أنابيب من صفائح فولاذية مدعومة بأسلاك شد. [45]



الشكل (5.2): تقنيات المدخنة المختلفة [29]

3.5.2 التوربينات

يتم وضع التوربينات دائما في قاعدة المدخنة [43] حيث يتم استخدام لتوربينات لتحويل الطاقة الحركية للهواء المتدفق إلى طاقة ميكانيكية ويقوم لمولد الذي يحركه التوربين بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية [47] يؤثر اختبار هذه التوربينات بشكل كبير على كفاءة المدخنة الشمسية، تشبه مواصفات توربينات المداخل الشمسية في كثير من النواحي مواصفات توربينات الرياح الكبيرة. [29]



الشكل (6.2): توربينات المدخنة الشمسية ذات قطر كبير [48]

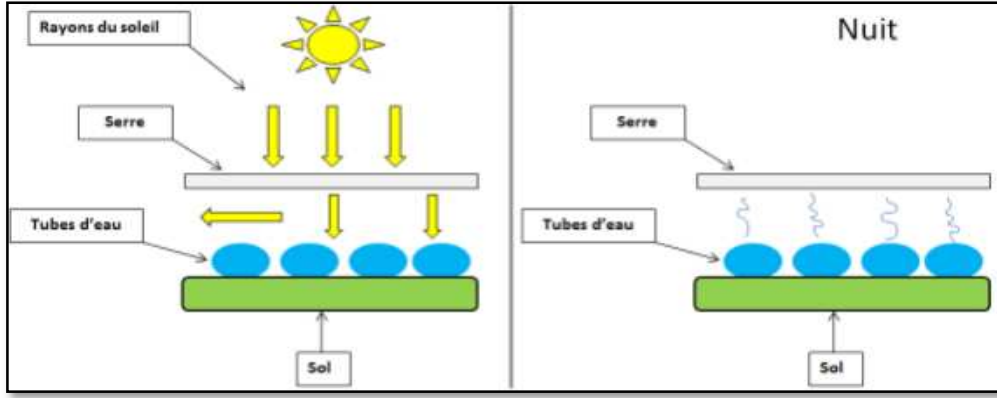
6.2 الظواهر المتحكممة في المدخنة الشمسية

- ✓ تأثير الدفينة: الغطاء البلاستيكي أو الغطاء الزجاجي المكون للمدخنة الشمسية يكون نافذ لطول موجي القصير ولكنه معتم لطول موجي الطويل مما يسمح بتحقيق الاحتباس الحراري
- ✓ تأثير الحمل الحراري الطبيعي: هي أمر ضروري لتشغيل المدخنة الذي يتميز بتنوع الكثافة وبما أن هواء الساخن وبارد مختلفان في الكثافة وهواء الساخن أخف من البارد يتم دفع الساخن إلى المدخنة عن طريق الهواء البارد
- ✓ تأثير فينتوري: وتحدث لما يحصل تضيق منطقة الدوران فان الجسيمات الهواء تتسارع. [28]

7.2 تخزين الطاقة في المجمع (نظام تخزين)

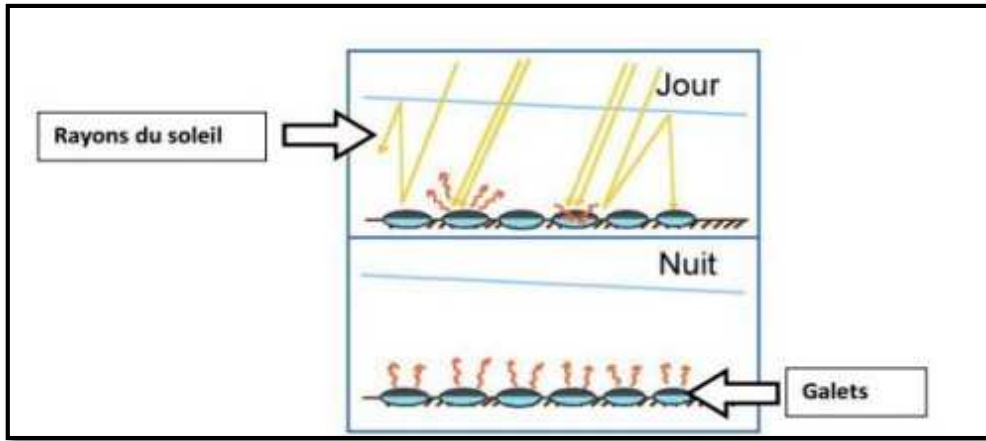
علما أن المدخنة الشمسية تعمل في وجود الإشعاع الشمسي أي أنها تعمل في النهار، إن غياب الإشعاع ليلا يؤدي إلى توقف المدخنة ولهذا السبب يتم استخدام الإشعاع النهاري لتشغيل المدخنة ليلا باستخدام [29] طريقة تخزين الطاقة تعمل الأرض الموجودة أسفل سقف المجمع كوسيط لتخزين ويمكنها أيضا تسخين الهواء لفترة طويلة بعد غروب الشمس [43]، هناك عدة طرق لتخزين الطاقة أثناء الليل وحاليا يتم استخدام الطرق التالية:

- عن طريق تسخين الرمال: تسخن الرمال وتمتص حرارة الشمس أثناء النهار ويتم تخزين الطاقة ثم يتم إطلاق الحرارة أثناء الليل ويستمر تشغيل التوربينات وبهذه الطريقة يمكن للنظام أن يعمل 24 على مدار الساعة.
- عن طريق تسخين المياه: بما أن المجمعات تنتج الهواء الساخن من خلال ظاهرة الدفينة لإنتاج الكهرباء أثناء الليل يتم وضع خزانات أنبوبية سوداء مملوءة بالماء تحت الدفينة كما هو موضح في الشكل [29]، يتم ملؤها بالماء مرة واحدة فقط ثم تبقى مغلقة حتى لا يحدث تبخر [42] ولا حاجة للمزيد من الماء حيث يتم إغلاق الأنابيب بإحكام بعد ملئها يتم حساب حجم الماء في الأنابيب ليتوافق مع ارتفاع الماء من 5 إلى 20 سم حسب قوة الإنتاج الليلية المطلوبة.



الشكل (7.2): مبدأ تخزين الحرارة في المجمع بواسطة أنابيب مملوءة بالماء [35]

➤ عن طريق تسخين الحصى: من أجل تحسين الإنتاج خلال الليل يمكننا وضع حصى تحت الدفيئة التي تتمتع بقدرة كبيرة على التخزين [29] في الواقع أثناء النهار تتعرض هذه الحصى لأشعة الشمس باستمرار وبالتالي تخزن هذه الحرارة من أجل إطلاقها أثناء الليل. [49]



الشكل (8.2): مبدأ تخزين الحرارة خلال النهار في الدفيئة باستخدام الحصى [29]

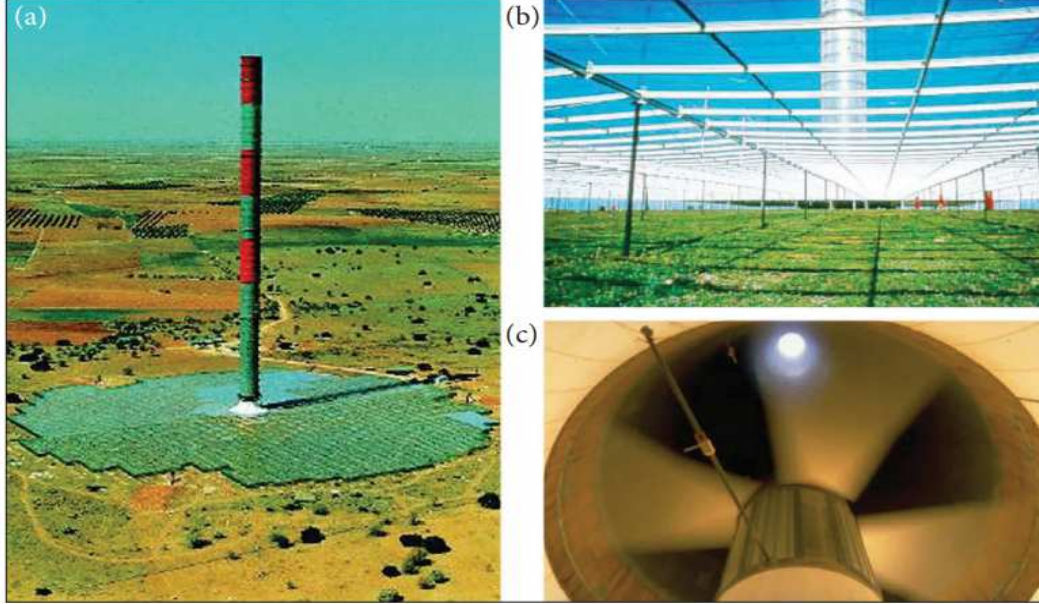
8.2 أهم مشاريع المدخنة الشمسية العملاقة

1.8.2 نموذج مانزاناريس

تم بناء النموذج الأولي الأول لمحطة توليد الطاقة الشمسية على نطاق واسع في مانزاناريس في إسبانيا، على بعد 150 كم من مدريد. تم تشغيل النموذج الأولي من عام 1982 إلى عام 1989 تحت رعاية وزارة الأبحاث والتكنولوجيا الألمانية، ومكتب التصميم *Schlaich Bergermann Partner* من شتوتغارت لإنشاء النموذج الأولي. تم إنتاج هذا النموذج بهدف التحقق التجريبي من النتائج التي تم الحصول عليها من الحسابات النظرية التي تم إجراؤها سابقاً، وفحص تأثير كل مكون على الكفاءة والقوة التي يوفرها هذا التثبيت في ظل الظروف التكنولوجية والمترولوجية الحقيقية المدخنة على شكل برج أسطواني بارتفاع 195 متراً وقطر 10 أمتار، مبنية من أنابيب توجيهية مغطاة بألواح شبه منحرفة مموجة سمكها 125 ملم. يرتكز البرج الأسطواني على قاعدة دائرية مدعمة بـ 8 عوارض رفيعة للغاية حتى لا تعيق تدفق الهواء، ويتم الحفاظ على الهيكل على 3 مستويات وفي 3 اتجاهات، مع كابلات متصلة بالأرض.

تبلغ مساحة المجمع 45000 متر مربع، وكان السقف مصنوعاً من أنواع مختلفة من البلاستيك والزجاج من أجل تحديد المواد الأكثر موثوقية والأرخص. لقد أظهرت التجربة أن الزجاج يتمتع بمقاومة أفضل للعواصف، وعمر افتراضي طويل،

بالإضافة إلى أن المطر العرضي يضمن تنظيفه، على عكس البلاستيك الذي له تكلفة أولية منخفضة نسبياً ولكنه يتمزق ويتوسع بعد فترة. يحتوي التوربين المستخدم على محور رأسي مزود بـ 4 شفرات قابلة للتعديل حسب السرعة العادلة، كما أن تعديل الشفرات يجعل من الممكن ضبط انخفاض الضغط عبر التوربين، من أجل الحصول على الطاقة الكهربائية المثلى. تم وضعه على الهيكل، يوضح الشكل نظرة عامة عن المدخنة الشمسية في مانزاناريس.



الشكل (9.2): نظرة عامة على المصنع التجريبي في مانزاناريس اسبانيا (a)، المجمع (b)، توربين (c) [49]

الجدول (1.2): موصفات مشروع منزاناريس

موصفات مشروع منزاناريس	
ارتفاع البرج	ارتفاعه 194.6 م
نصف قطر البرج	5.08 م
قطر المجمع	244 م
متوسط ارتفاع السقف	1.85 م
سرعة الهواء في المدخنة	12 م/ث (43 كم/ساعة)
التوربين	1
الطاقة الكهربائية المنتجة	50 كيلووات
درجة حرارة الهواء الساخن في المدخنة	50 درجة مئوية
المجمع المغطى بالأغشية البلاستيكية	40.000 متر مربع
المجمع المغطى بالزجاج	6000 متر مربع

- وبعد النتائج الواعدة التي قدمها نموذج مانزاناريس، شرعت العديد من البلدان في تنفيذ مشاريع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، ولكن للأسف لم يؤت أي من هذه المشاريع بثماره. وفيما يلي، سنعرض بعض مشاريع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه حول العالم.

2.8.2 المشروع الأسترالي

ويجري تطوير مشروع برج للطاقة الشمسية، يسمى مشروع بورونجا، المخطط له في عام 2010، في أستراليا من قبل شركة Enviromission. يبلغ ارتفاع المدخنة 990 مترًا وقطرها 70 مترًا. ومن المقرر أن توفر المحطة 200 ميغاوات من الطاقة الكهربائية، وهو ما يكفي لتزويد حوالي 200 ألف منزل بالكهرباء. يعد هذا أحد أكثر المشاريع طموحًا على هذا الكوكب لإنتاج طاقة متجددة آمنة ونظيفة، وتبلغ قدرة محطات الطاقة الشمسية الحالية أو المخطط لها حوالي 10 ميغاوات، أو أقل 20 مرة. وتبقى الطاقة المنتجة أقل بكثير من تلك التي ينتجها مفاعل نووي حديث (1500 ميغاوات لكل مفاعل، وهي لا تزال أكثر — 7 مرات [31]، لمواجهة التأثير البيضاوي للبرج (الذي من شأنه أن يطويه على نفسه بسهولة مثل أسطوانة من الورق المبلى الموضوعة على طاولة نظرًا لخفته المذهلة)، كان لدى الشركة الهندسية SBP، المسؤولة عن المشروع، فكرة وضعه عقد هياكل تشبه مكابح عجلة الدراجة على فترات منتظمة في البرج. إنها تقلل سرعة الهواء بنسبة 2% فقط. تبلغ تكلفة الاستثمار حوالي 400 مليون يورو، مما يعني تكلفة استثمار قدرها 2 يورو/وات. وبالمقارنة، يكلف النظام الكهروضوئي من عام 2008 حوالي ثلاثة أضعاف ذلك، في حين أن محطة الطاقة الشمسية الديناميكية الحرارية PS10 الأخيرة (11 ميغاوات) تكلف 3.2 يورو لكل واط، أو 1.6 مرة أكثر. ومع ذلك فإن أربعة ملايين كيلوات في الساعة ستظل أكثر تكلفة بخمس مرات من الكهرباء المنتجة بالفحم، والتي تمثل 95% من الإنتاج في أستراليا. ولذلك يظل المشروع غير مربح بالسعر الحالي للموارد الأحفورية، مما يدفع القائمين على المشروع إلى توفير مصادر دخل إضافية أخرى: الزيارات السياحية، زراعة الدفيئات 24 إلخ. ويبين الشكل منظرًا لمدخنة شمسية من أستراليا.



الشكل (10.2): المشروع الإسباني [27]

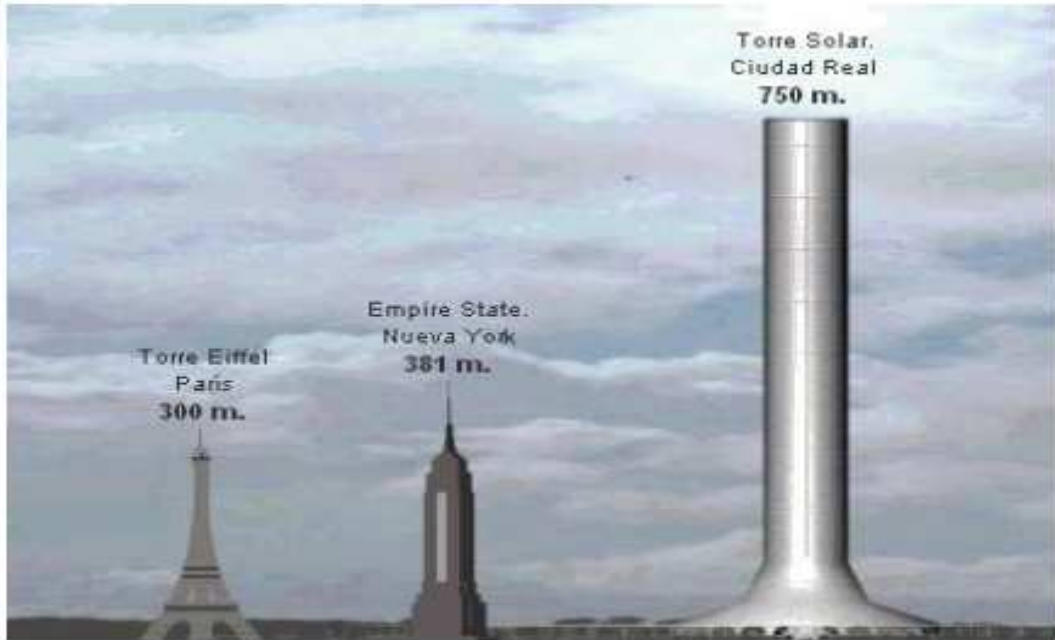
الجدول (2.2): موصفات مشروع الأسترالي

موصفات المشروع الأسترالي	
ارتفاع المدخنة	ارتفاعها 990 م
نصف قطر المجمع	7 كم
مساحة المجمع من زجاج وبلاستيك	38,5 كم ²
سرعة الهواء في المدخنة	15 م/ث (54 كم/ساعة)؛
التوربين	32
الطاقة الكهربائية المنتجة	200 كيلوات
درجة حرارة الهواء الساخن في المدخن	70 درجة مئوية

قد يبدو هذا المشروع مذهلاً لكن مصمميهِ يقولون إنه واقعي. وقد شارفت دراسات الجدوى التي أجرتها شركة الهندسة الألمانية SBP ، ومقرها في شتوتغارت، على الانتهاء. وبالتالي سيتم بناء هذا البرج الشمسي من قبل شركة Enviro-Mission في صحراء نيوساوث ويلز، في مقاطعة وينتسورث. وبسبب مشكلة التمويل شرعت شركة Enviro-Mission في تطوير نسخة أولى أصغر حجماً وأقل تكلفة (50 ميجاوات) مزودة بمدخنة خرسانية مسبقة الإجهاد عالية القوة. ما زلنا نشعر بالقلق إزاء بطء وتيرة المشروع نظراً للمبالغ المعنية والاستثمارات التي تمت بالفعل.

3.8.2 المشروع الإسباني

وهناك مشروع آخر لبرج الطاقة الشمسية، من المقرر أن يؤتي ثماره قبل عام 2010، إذا تم العثور على التمويل، ويجري تطويره حالياً في إسبانيا في محلية فوينتي إل فريسنو، وهي قرية في مقاطعة سيوداد ريال. وينبغي أن يتم تنفيذ العمل بالتعاون مع الشركتين الإسبانييتين Imasa و Campo 3، والشركة الألمانية Bergermann Schlaich وبالتالي فإن هذا البرج الذي يبلغ ارتفاعه 750 متراً سيكون الأطول في أوروبا [31].



الشكل (11.2): المشروع الإسباني

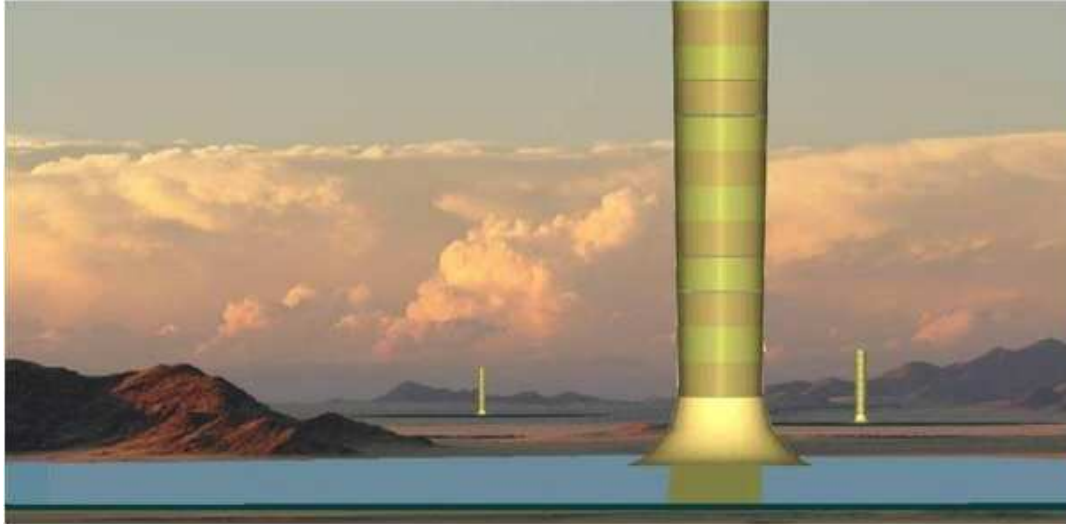
الجدول (3.2): موصفات مشروع الاسباني

موصفات مشروع الاسباني	
ارتفاع المدخنة	ارتفاعها 750 م
قطر المجمع	3 كم
مساحة المجمع	350 هكتارا
سرعة الهواء في المدخنة	(43 كم/ساعة)
التوربين	32
الطاقة الكهربائية المنتجة	40 ميغاوات
درجة حرارة الهواء الساخن في المدخنة	70 درجة مئوية

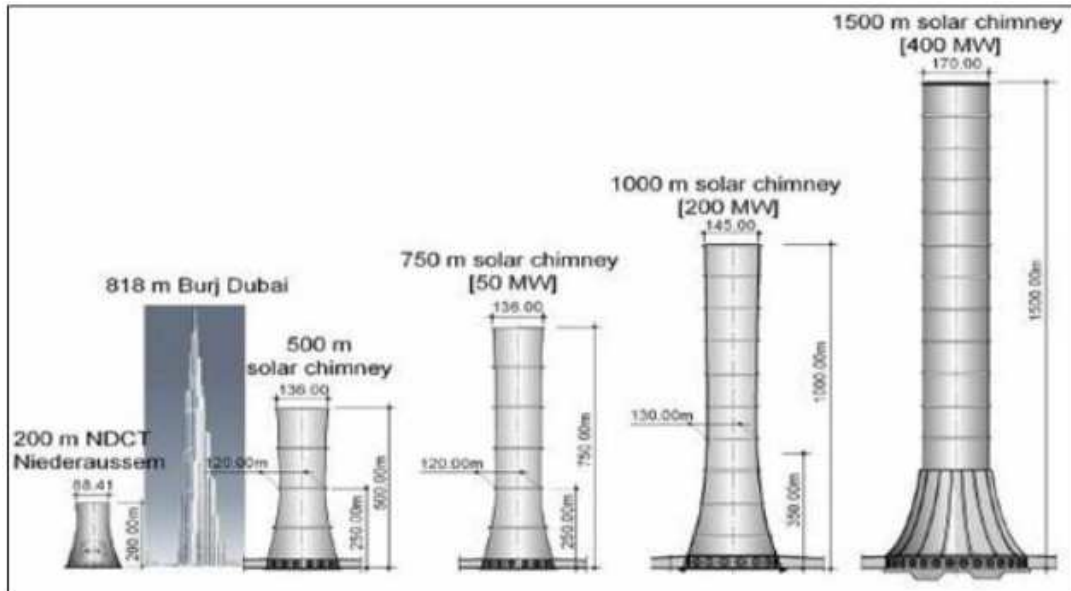
قوة المنشأة 40 ميغاوات، أو ما يحتاجه حوالي 120 ألف شخص من الكهرباء. تبلغ تكلفة المشروع 240 مليون يورو، والتي كان الشركاء يأملون في جمعها في عام 2007. مثل كل المشاريع الأخرى، ينتج هذا المشروع كيلوواط ساعة وهو مكلف للغاية لجعل المشروع مربحاً بدون مصدر دخل إضافي في هذه الحالة، تركيب معدات الاتصالات ومراقبة الحرائق والسياحة. [31]

4.8.2 مشروع ناميبيا

وفي هذا المشروع يبلغ ارتفاع برج الطاقة الشمسية المسمى "البرج الأخضر" 1.5 كيلومتر وقطره 280 متراً، وسيعمل عن طريق توليد تيار هوائي صاعد، وبالتالي إنتاج 400 ميغاوات من الكهرباء. تبلغ مساحة الدفيئة 38.5 كيلومتر مربع (قطرها 7 كيلومتر) حيث يمكن زراعة المحاصيل النقدية. وتقدر التكلفة الاستثمارية لهذا البرج الشمسي بمليار دولار [50]. يوضح الشكل منظرًا للمدخنة الشمسية الناميبية. [51]



الشكل (12.2): المدخنة الشمسية الناميبية [35]



(13.2): مقارنة لأحجام مشاريع المدخنة الشمسية [35]

9.2 مزايا وعيوب المدخنة الشمسية

➤ **المزايا:** بغض النظر عن العمل على مبدأ بسيط للغاية، فإن المداخل الشمسية لها العديد من الميزات

- تشغيلها لا يتطلب أي طاقة أخرى
- لا تحتاج إلى ماء تبريد كباقي محطات توليد الكهرباء.
- يمكن بناء المدخنة في جميع البلدان حتى البلدان ذات الموارد الطبيعية
- يمكن استخدام مجمع المدخنة الشمسية للزراعة
- تعتبر المداخل الشمسية مناسبة بشكل خاص لتوليد الكهرباء في الصحاري والأراضي الجافة التي لا قيمة لها لكنها غنية بالأشعة الشمسية. [34]
- يستمر إنتاج الطاقة الكهربائية ليلاً نهاراً (الأسطوانات المملوءة بالماء وغير شفافة اللون تلتقط الحرارة أثناء النهار وتلتقطها ليلاً). [34]
- المواد اللازمة لبناء المدخنة الشمسية هي الخرسانة والزجاج والفولاذ متوفر بكميات كافية في جميع أنحاء العالم.

- مزيد من الأمان مقارنة بالطاقة النووية خاصة في الوقت الحاضر. [52]
 - يمكن الآن بناء المداخل الشمسية حتى في البلدان الأقل تقدماً صناعياً، الصناعة المتاحة بالفعل في معظم البلدان كافية تماماً لمتطلبات المداخل الشمسية ليشتت بحاجة إلى المصانع ذات التقنية العالية، حتى البلدان الفقيرة من الممكن بناء محطة كبيرة دون إنفاق مبالغ كبيرة مما يخلق فرص عمل.
 - لا يشكل أي خطر على تلوث البيئة في حالة العطل أو التفتيك. [29]
 - لا يصدر البرج أي ملوثات أثناء تشغيله. [35]
 - الزراعة.
- **العيوب:** ومع ذلك تتمتع المداخل الشمسية أيضاً بمميزات تجعلها أقل ملائمة لبعض المواقع.
- يتطلب بنائها كميات كبيرة من المعدات. [47]
 - يحتل المجمع مساحات كبيرة. [53]
 - تكلفة الاستثمار. [47]
 - الإنتاج غير ثابت طوال اليوم أو السنة. [34]
 - الهيكل نفسه ضخم ويتطلب الكثير من الخبرة الهندسية والمواد اللازمة لبنائه. [34]
 - عدم اليقين بشأن صلابة المبنى واحتمالية انهياره خلال العمر المتوقع. [29]
 - المداخل الشمسية ليست كافية في المناطق المعرضة للزلازل والمناطق التي تكثر فيها العواصف الرملية حيث أن تكاليف الصيانة ستكون كبيرة. [44]

خاتمة

في الختام المدخنة الشمسية هي وسيلة مثيرة للاهتمام لإنتاج الطاقة الكهربائية المتجددة حيث التفاعلات الفيزيائية التي تحدث معروفة ويستطيع التحكم فيها الإنسان والمواد اللازمة لبنائها (الخرسانة الزجاج الفولاذ) متوفرة وبكميات كبيرة. من الناحية المالية تعتبر المدخنة الشمسية أقل تكلفة من محطة الطاقة النووية بالإضافة إلى ذلك يستمر الإنتاج ليلاً ونهاراً، وبالتالي فإن البرج الواحد سينتج طاقة كهربائية تكفي نحو 200 ألف منزل لكن هذه المزايا لا تخفي معوقات كبيرة تحول دون تطوير مشروع المدخنة الشمسية على النطاق العالمي.

أبراج الطاقة الشمسية مهمة جداً للمستقبل لأن مواردها محدودة ولكي تعمل المدفئة بشكل جيد يجب بناؤها في منطقة مشمسة جداً وبها العديد من المساحات المؤهلة، لذلك تعد الصحراء الجزائرية من بين الأماكن الأكثر صلاحاً في العالم حيث تصل أشعة الشمس السنوية إلى حد أقصى.

تم في هذا الفصل عرض أهم الظواهر الفيزيائية المتحركة في عمل المدخن الشمسية ومبدأ تشغيلها ومكوناتها وكذلك الانجازات السابقة والحالية من مختلف مناطق العالم والأشخاص الذين قاموا بدراسات حول هذه التقنية وأهم النتائج التي توصلوا إليها في جدوى توليد الكهرباء.

الفصل الثالث:

التجربة ومناقشة النتائج

3 تمهيد

إن زيادة كفاءة الإنتاجية للمدخنة الشمسية هو موضوع العديد من الدراسات، ومن بين العوامل المؤثرة على كفاءة المدخنة الشمسية الأبعاد وهي: ارتفاع وقطر المدخنة ونوعية السقف المجمع وارتفاع سطحها وبالأخص تأثير أنواع الأرضيات على كفاءة الإنتاج واستمرار الإنتاج حتى في الليل وغياب الشمس وبهدف دراسة تأثير العوامل الهندسية على الكفاءة الإنتاجية للمدخنة الشمسية. لقد قمنا بإنشاء نموذج أولي لمدخنة شمسية بأبعاد مصغرة وتم تصميمها وبناءها بجامعة محمد بوضياف مسيلة تم قياس وتقييم توزيع درجة الحرارة وسرعة الهواء، إن دراسة هذه التأثيرات له أهمية لتحسين أداء المدخنة الشمسية ولمزيد من إنتاج الطاقة.

2.3 النموذج الرياضي للمدخنة الشمسية

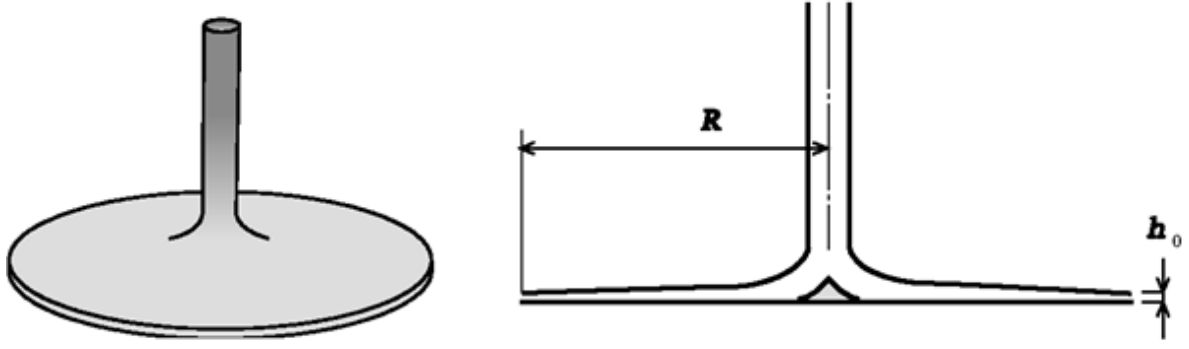
عند محاولة فهم مبادئ تشغيل المرافق في إسبانيا والمرافق المخطط لها في أستراليا بناءً على المخططات الهيكلية البسيطة المنشورة على الإنترنت، نشأت العديد من الأسئلة. هذه هي نقاط البداية للبحث

طريقة البحث

لا توجد كتب مكتوبة عن نظرية أو تصميم المداخل الشمسية، والمعلومات الوحيدة المتاحة على الإنترنت هي حول منشأة محطة تجريبية عملت لمدة سبع سنوات في إسبانيا ابتداءً من عام 1982. ولذلك ارتأينا أن نستنتج المبدأ من منظور الفيزياء الثانوية [54] نواصل البحث مع التأكد منه من خلال التجارب والقياسات.

3.3 الشكل المناسب للسقف

كان الفهم الأصلي لمبدأ العمل هو أنه لكي يكون للهواء الساخن قوة موجهة نحو المركز، يجب أن يرتفع تدريجياً نحو المركز، بدلاً من أن يكون له سقف مسطح. ثم فكرنا في نوع المنحنى الذي يجب أن يتغير ارتفاع السقف للسماح للهواء بالتدفق بسلاسة. من أجل التبسيط، قررنا عدم إدراج تغيرات الحجم بسبب التمدد الحراري للهواء في الحسابات. وذلك كان من المتوقع أن تكون درجة حرارة الهواء 30 درجة مئوية عند المدخل المحيط و 70 درجة مئوية عند قاعدة البرج، وبالتالي يكون التغير في درجة الحرارة $303\text{ K} - 343\text{ K} = 1,13$ مرة في درجة الحرارة المطلقة، بمعنى آخر، يبلغ التمدد الحراري حوالي 10% فقط. ولذلك، عند النظر في شكل السقف، اعتقدنا أنه لن تكون هناك مشكلة دون النظر في التمدد الحراري.



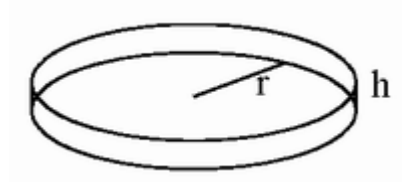
الشكل (1.3): شكل وارتفاع السقف

سقف يجعل سرعة الرياح موحدة

أولاً، إذا كان ارتفاع السقف عند الموضع r من المركز هو h وسرعة الرياح v ، فإن معدل تدفق الهواء لكل وحدة زمنية يمر عبر سطح أسطواني نصف قطره r والارتفاع h هو $2\pi h v$ ، إذا كان نصف القطر هو R ، وارتفاع السطح الذي تدفق عنده الهواء العالي بسرعة ثابتة هو h_0 ، وسرعة الرياح هي v_0 ، فإن معدل التدفق لكل وحدة زمنية يساوي كمية التدفق في المحيط (التخزين الشامل)، العلاقة التالية تحمل.

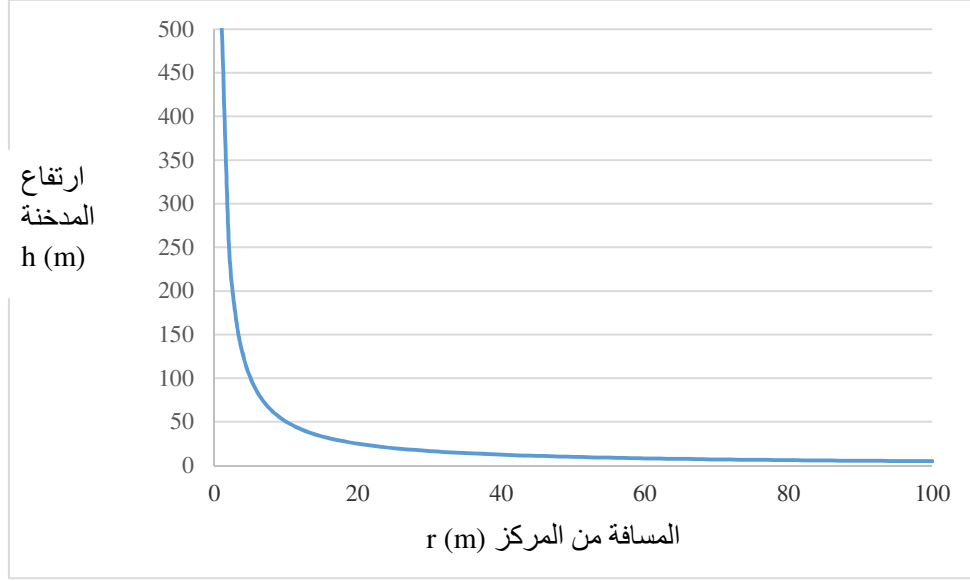
$$2\pi r h v = 2\pi R h_0 v_0 \quad (3.1)$$

$$h = \frac{R v_0 h_0}{r v} \quad (3.2)$$



$$h = \frac{R h_0}{r} \quad (3.3)$$

إذا كانت سرعة الرياح ثابتة في كل مكان $v = v_0$



الشكل (2.3): شكل السقف مع سرعة رياح ثابتة

نظرًا لأن الرسم البياني للدالة في المعادلة 3-3 عبارة عن دالة متناقصة لـ r ، فإن الهواء الصاعد الذي يضرب السقف سيكون له دائمًا قوة موجهة نحو المركز، وهو أمر منطقي ويبدو بسيطًا ومثاليًا ومع ذلك، بما أن سرعة الرياح ثابتة فمن الواضح أن هذا لا يتطابق مع المدخنة الشمسية الفعلية.

1.3.3 السقف المتسارع

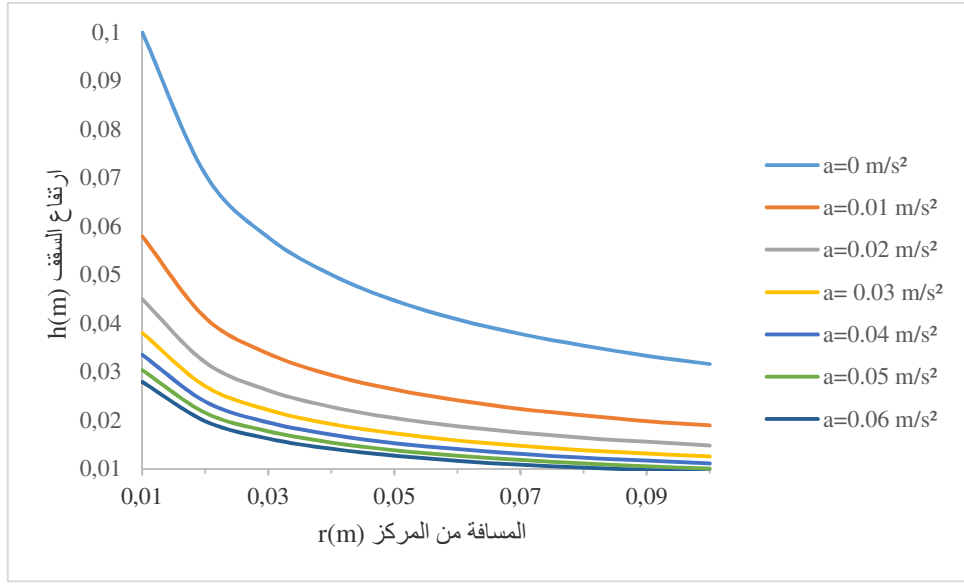
لذلك فكر في الحالة التي يحصل فيها تدفق الهواء على تسارع ثابت أثناء تحركه نحو المركز. من معادلة السرعة والمسافة المقطوعة في حركة خطية بتسارع منتظم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a(R - r) \quad (4.3)$$

ومع ذلك، هو التسارع. بتعويض المعادلة (3.4) في المعادلة (3.2) نحصل على:

$$h = \frac{Rh v_0}{r \sqrt{v_0^2 + 2a(R - r)}} \quad (5.3)$$

رسم بياني للوظيفة باستخدام برنامج جداول البيانات للحالة حيث $R=1$ m و $h_0 = 0,01$ m و $v_0 = 0,1$ m/s و $a = 0$ إلى $a = 0.03$ m/s²



شكل (3.3): المسافة من المركز وارتفاع السقف عند تلك النقطة ($v_0 = 0.1 \text{ m/s}$ ، $h_0 = 0.01 \text{ m}$ ، $R = 1 \text{ m}$)

$a=0$ هو سقف ذو سرعة ثابتة وبالمقارنة عندما يكون هناك تسارع، فإن ارتفاع السقف يزداد بشكل أقل. عندما يكون $a=0.02$ إلى 0.06 ، لا يزيد الارتفاع حتى $r=0.5$ إذا كان التسارع أعلى من ذلك، فسوف يتدلى السقف في المنتصف

2.3.3 سرعة الرياح عندما يكون ارتفاع السقف ثابت

ماذا يحدث للتغير في سرعة التدفق إذا كان ارتفاع السقف ثابتاً؟ في المعادلة 1، بالتعويض $h = h_0$ نحصل على

$$v = \frac{Rv_0}{r} \quad (6.3)$$

بالنسبة لسقف ذو ارتفاع ثابت، فإن سرعة التدفق تتناسب عكسياً مع المسافة من المركز.

4.3 النموذج النظري

يمكن أن يؤثر ارتفاع المدخنة الشمسية أو المجمعات الشمسية أو المواد الحجرية مثل التربة الموجودة أسفل هيكل برج الطاقة الشمسية على الأداء. ويمكن تقييم التغيرات في درجات الحرارة وتدفق الهواء داخل المدخنة الشمسية باستخدام برامج ديناميكيات الموائع الحسابية. [55] [56] [57]

1.4.3 المجمع الشمسي

التربة المغطاة بالزجاج أو مادة شفافة أخرى هي طبقة من مادة تمتص الحرارة ذاتياً. الارتفاع (المحيط) حول المجمع ومعادلة توازن الطاقة للمدخنة في منتصف المجمع. [55]

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p \Delta T = (\tau\alpha) A_{coll} G - \beta \Delta T_a A_{coll} = \eta_{coll} A_{coll} G \quad (1) \quad (7.3)$$

حيث $\dot{m}$ معدل كتلة الهواء الساخن والتدفق عبر المدخنة الشمسية ويمكن حسابه بالمعادلة أدناه

$$\dot{m} = \rho_{coll} A_c V_c \quad (8.3)$$

يتم التعبير عن سرعة الهواء عند مخرج المجمع الشمسي بواسطة.

$$V_c = \frac{(\tau\alpha)A_{coll}G - \beta\Delta T_a A_{coll}}{\rho_{coll}A_c C_p \Delta T} \quad (9.3)$$

ويتم توضيح كفاءة المجمع الشمسي أدناه.

$$\eta_{coll} = (\tau\alpha) - \frac{\beta\Delta T_a}{G} \quad (10.3)$$

حيث ΔT_a هو الفرق بين طبقة امتصاص الحرارة ودرجة حرارة الهواء المحيط (تم اعتبار درجة حرارة طبقة امتصاص الحرارة مساوية لدرجة حرارة الهواء المتوسطة)، ρ هي كثافة الهواء عند مخرج المجمع الشمسي، β معامل فقدان الحرارة للمجمع الشمسي، A_c هي مساحة المقطع العرضي للمجمع الشمسي المدخنة، مساحة مجال الإشعاع الشمسي G ، A_{coll} الإشعاع الشمسي القياسي، $\tau\alpha$ هو الامتصاص والنفاذية للمادة التي صنع منها المجمع الشمسي. ΔT هو الفرق بين مخرج المجمع ودرجة حرارة الهواء المحيط. إذا ارتفعت درجة حرارة الهواء في المجمع، يتدفق الهواء في اتجاه خطي على طول المجمع. يمكن تقدير ΔT كما هو مقترح في المرجع. [55] [57]

$$\Delta T = \frac{2Q}{A_{coll}\beta F_R} (1 - F') \quad (11.3)$$

حيث يمكن تقدير عامل إزالة الحرارة F_R ، تقريباً بواسطة:

$$F_R = \frac{1}{\frac{1}{F' + \frac{A_{coll}\beta}{2mC_p}}} \quad (12.3)$$

F' هو عامل كفاءة المجمع الشمسي، F'' هو عامل التدفق ويعطى على النحو التالي:

$$F' = \frac{F_R}{F''} \quad (13.3)$$

علاوة على ذلك، يمكن التعبير عن ΔT_a أدناه بموجب الافتراضات المذكورة أعلاه.

$$\Delta T_a = \frac{1}{2} \Delta T \quad (14.3)$$

2.4.3 المدخنة الشمسية

المدخنة نفسها عبارة عن محرك حراري حقيقي، وهي عبارة عن أنبوب ضغط به خسائر احتكاك صغيرة. وتعتمد كفاءة المدخنة على تحويل درجة حرارة الهواء الصاعدة تحت المجمع إلى طاقة حركية، وفي الواقع تحدد درجة حرارة الهواء عند مستوى الأرض وارتفاع المدخنة الكفاءة. يتم التعبير عن كفاءة المدخنة [1,4] على النحو التالي:

$$\eta_{sc} = \frac{T_{tot}}{Q} = \frac{gH_{sc}}{C_p T_0} \quad (15.3)$$

حيث، H_{sc} هو ارتفاع المدخنة، و P_{tot} هي القدرة الموجودة في التدفق والتي يمكن كتابتها على النحو التالي:

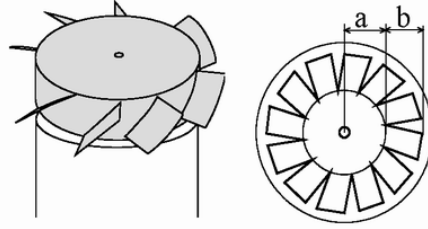
$$P_{tot} = \eta_{sc} Q = \frac{gH_{sc}}{T_0} \rho_{coll} V_c \Delta T A_c \quad (16.3)$$

يتم حساب فرق الضغط، ΔP_{tot} ، الذي يتم إنتاجه بين قاعدة المدخنة والمناطق المحيطة بها بواسطة:

$$\Delta P_{tot} = \rho_{coll} g H_{sc} \frac{\Delta T}{T_0} \quad (17.3)$$

3.4.3 نموذج رياضي التوربين

نفترض أن القطر الداخلي للأنبوب في قسم التوربين هو b ، ونصف قطر العمود المركزي (نصف قطر القسم عديم الرياح) هو a ، ونصف قطر أنبوب المدخنة هو D ، وأن هناك شفرات توربينية مستوية بين نصف القطر اوب.



الشكل (3.4): شفرة التوربينات

ميل الجناح يكون θ ، سرعة تدفق الهواء هي u ، وسرعة دوران التوربين هي f للتبسيط، لنفترض أن قوة الرياح المؤثرة على كل ريشة تؤثر على نقطة P تقع $(a+b)/2$ من المركز، ولنفترض أن السرعة المحيطة لتلك النقطة P تكون v أثناء الدوران الثابت، يجب أن تتوافق سرعة الهواء بالنسبة لسرعة النقطة P مع اتجاه ميل الجناح، لذلك

$$u = v \tan \theta \quad (18.3)$$

بالإضافة إلى ذلك، فإن العلاقة بين السرعة المحيطة وسرعة الدوران هي كما يلي:

$$v = r \omega = r 2 \pi f = \left(a + \frac{b}{2}\right) 2 \pi f \quad (19.3)$$

من هذه:

$$u = \left(a + \frac{b}{2}\right) 2 \pi f \tan \theta \quad (20.3)$$

باستخدام هذه الصيغة، أصبح من الممكن قياس سرعة التدفق داخل الاسطوانة من زاوية الميل وسرعة دوران ريش التوربين.

حساب فرق الضغط الناتج عن الاسطوانة المركزية

إذا كان طول الأسطوانة المركزية h ، ومساحة المقطع العرضي S ، وكثافة الغلاف الجوي هي ρ_0 ، وكثافة الهواء داخل

$$F = \rho_0 S h g \quad \text{الأسطوانة هي}$$

فإن قوة الطفو على عمود الهواء تكون قوة الجاذبية القوة المؤثرة على عمود الهواء هي

$$W = \rho S h g$$

،

لذلك يتم حساب فرق الضغط الناتج عن ذلك باستخدام الصيغة التالية.

$$\Delta P = \frac{F - W}{S} = (\rho_0 - \rho) h g \quad (21.3)$$

بالتطبيق على الشرط، إذا زاد ارتفاع الأسطوانة المركزية بمقدار 0.55 م وزادت درجة الحرارة المطلقة داخل الأسطوانة المركزية بمقدار 13 كلفن تقريباً، ستتناقص الكثافة بمقدار $0.04 = 300/12$ ، أو 4%. تقدير فرق الضغط

$$\Delta P = 1.2 \times 0.04 \times 0.55 \times 9.8 \sim 0.26 [Pa]$$

فرق الضغط هذا هو قيمة صغيرة. دعونا نقدر مقدار فرق الضغط هذا الذي يسرع الهواء. على الرغم من أنه خشن بعض الشيء، إلا أنه من أجل التبسيط، نعتبر الهواء الموجود داخل السطح المستقبل للضوء أسطوانياً، ونحسب تسارع الهواء عندما يؤثر فرق الضغط أعلاه على كتلة هوائية أسطوانية لها نفس التقاطع. منطقة مقطعية من المدخل إلى الخروج. دع مساحة المقطع العرضي للنفق تكون S ، والطول L ، ويكون التسارع a ، وإذا لم يتم تطبيق قوة احتكاك وما إلى ذلك. ثم من معادلة الحركة

$$\rho S L a = \Delta P S \quad (21.3)$$

$$a = \frac{\Delta P}{\rho L}$$

بالإضافة إلى فرق الضغط هذا، فإن القوة المؤثرة على الهواء في مسار التدفق تشمل قوة الاحتكاك المتولدة في المسار. وبما أنه يُعتقد أن فقدان الضغط الناتج عن قوة الاحتكاك يزداد مع زيادة السرعة، فمن الضروري أيضاً حساب فقدان الضغط.

فقدان الضغط في الاسطوانة المركزية

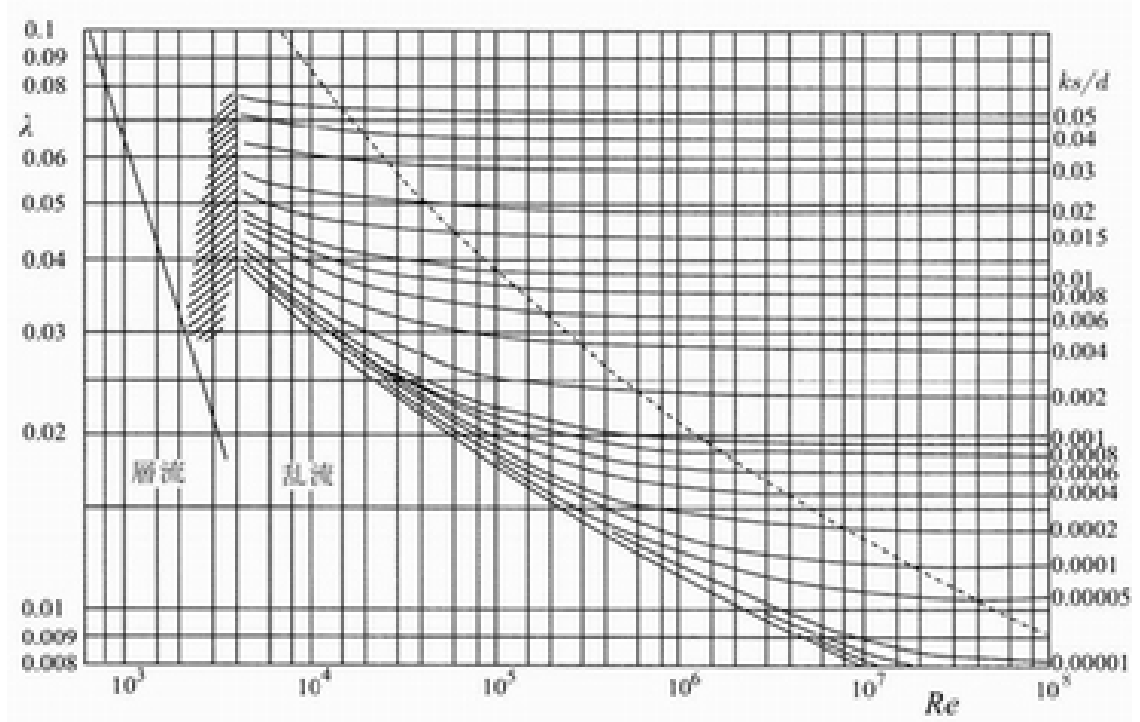
في هذا القسم نقوم بحساب فقدان الضغط الواقع على الهواء المتدفق داخل النموذج. ، فإن تعريف معامل احتكاك الأنابيب λ هو كما يلي:.

$$\lambda = \frac{\frac{\Delta P}{L} D}{\frac{1}{2} \rho v^2} \quad (22.3)$$

علاوة على ذلك، فإن عدد رينولدز Re وهو المحور الأفقي في الشكل هو رقم بلا أبعاد يمثل (قوة القصور الذاتي/قوة اللزوجة) ويعطى بالمعادلة التالية:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (23.3)$$

حيث μ هو معامل لزوجة السائل.



الشكل (3.5): مخطط مودي

كما هو موضح في الشكل (6-3) يتم تحديد معامل احتكاك الأنابيب بواسطة رقم رينولدز وخشونة الجدار k_s عندما يكون التدفق مضطرباً وبواسطة رقم رينولدز عندما يكون التدفق صفحياً. إذا كان رقم رينولدز أصغر من رقم رينولدز الحرج 2300 يكون التدفق صفحياً، ويتم إعطاء معامل احتكاك الأنابيب α بالمعادلة التالية:

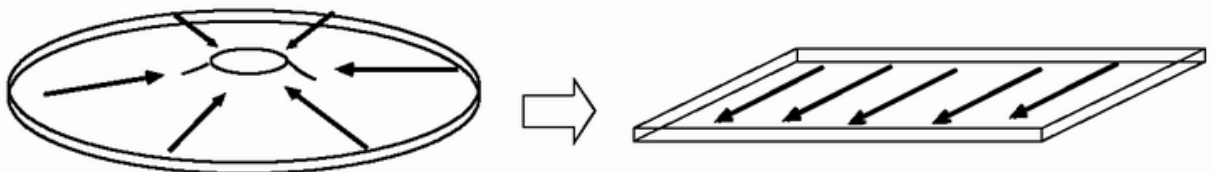
$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (24.3)$$

يمكن الحصول على خسارة الضغط ΔP من المعادلة التالية، وهي تعديل للمعادلة

$$\Delta P = \lambda \frac{\rho v^2}{2} \frac{L}{D} = \frac{64 \mu}{\rho v D} \frac{\rho v^2}{2} \frac{L}{D} = 32 \frac{\mu v L}{D^2}$$

فقدان الضغط في قسم استقبال الضوء التقريب بأنبوب مستطيل

مساحة قسم استقبال الضوء لها شكل معقد ويصعب حسابها، لذلك من أجل التبسيط سنفترض أنها قريبة من أنبوب مستطيل ونحسب فقدان الضغط.



الشكل (6-3): تقريب التدفق في قسم استقبال الضوء من خلال التدفق في أنبوب مستطيل

يمكن إيجاد معامل احتكاك الأنابيب للأنبوب المستطيل عن طريق استبدال k في المعادلة التالية بأنبوب دائري قطره المكافئ هو:

$$D_k = \frac{4S}{L_w} \quad (25.3)$$

5.3 النظر في نتائج القياس

- حقيقة أنه كلما زاد طول الاسطوانة المركزية زادت سرعة التدفق، يتوافق أيضًا مع الحساب الذي ينص على إنشاء فرق ضغط متناسب مع الطول. ومع ذلك عندما يكون طول الأنبوب المركزي أطول من قطر السقف فإن معدل الزيادة في سرعة التدفق يتناقص بسرعة، وكان التنبؤ بأن الهواء قد يبرد أثناء صعوده عبر الأنبوب المركزي، ولكن في الواقع لم يلاحظ أي تبريد داخل الأنبوب. لذلك، يُعتقد أن زيادة معدل تدفق الهواء يؤدي إلى تسخين غير كافٍ للهواء في منطقة السطح.

- إذا كانت الاسطوانة المركزية طويلة فإن درجة الحرارة لا ترتفع ولا يصبح فرق الضغط كبيراً إلى هذا الحد، ولكن فقدان الضغط الناتج عن الاحتكاك يجب أن يزيد بما يتناسب مع سرعة التدفق، فهذا ما يضع المكابح على سرعة التدفق يجب أن يكون التأثير كبيراً أيضًا.

- إذا كانت الاسطوانة المركزية قصيرة بناءً على قطر السقف، فإن الهواء سيكون ساخنًا، ولكن بما أن الطول ليس هو نفسه، فإن مجموع هذه الأشياء سيكون فقدان الضغط بسبب الاحتكاك، مما سيؤثر على التدفق السرعة أثناء عملية ثابتة سوف يحدث. ويزداد معدل التدفق حتى يساوي انخفاض الضغط فرق الضغط الناتج عن الطفو، ويتم الوصول إلى حالة الاستقرار.

6.3 النظر في النماذج الكبيرة

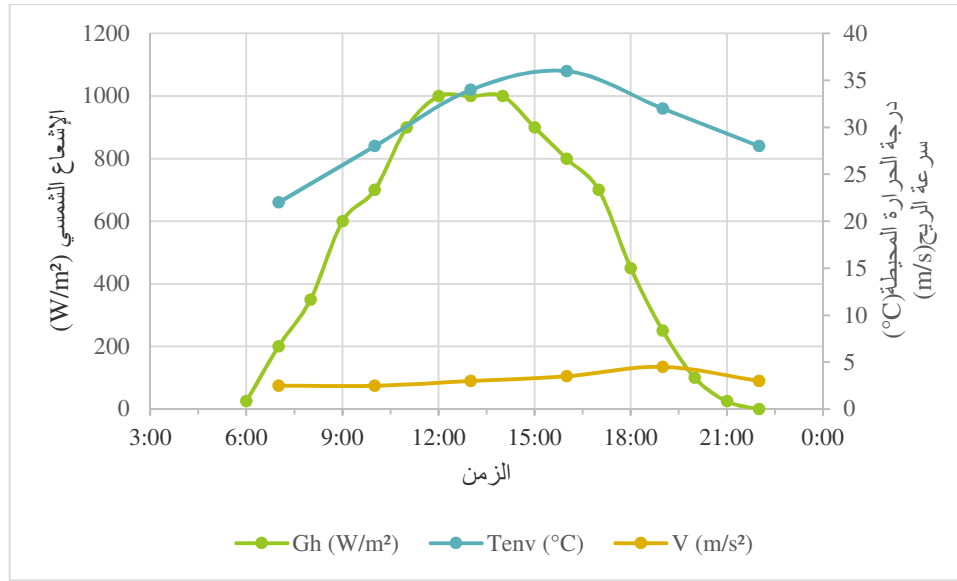
إذا تم تكبير النموذج الذي أُنشأه هذه المرة، على سبيل المثال إلى قطر عدة أمتار فإن القطر D وسرعة التدفق v سيصبح كل منهما حوالي 10 مرات، وبالتالي فإن رقم رينولدز سيصبح حوالي 100 مرة وكلا التدفق في سوف يصل الأنبوب والسقف إلى رقم رينولدز الحرج الذي يتجاوز الرقم. لذلك قد يصبح التدفق مضطربًا وقد يزداد فقدان الضغط بسرعة. على العكس من ذلك إذا أخذنا بعين الاعتبار الحجم الذي يحافظ على التدفق الصفحي أقل بقليل من رقم رينولدز الحرج، فقد يكون من الممكن إنشاء نموذج توليد طاقة عالي الأداء نسبيًا مع فقدان قليل للضغط، وفي الأجهزة الأكبر حجمًا يكون التدفق مضطربًا كما هو موضح في مخطط مودي، ولكن عندما يصبح الجهاز أكبر ويزيد عدد رينولدز، يصبح معامل الاحتكاك أصغر. كلما كانت المدخنة الشمسية الكبيرة أكبر والتي تعتبر بمثابة منشأة لتوليد الطاقة، كلما انخفض فقدان الضغط، ونتيجة لذلك يُعتقد أن كفاءة توليد الطاقة ستكون أعلى.

7.3 الخلاصة

- يتم التدفق في المدخنة الشمسية بواسطة فرق الضغط بين الهواء والهواء الخارجي بسبب التدفق التصاعدي للحرارة داخل الاسطوانة المركزية. تم تأكيد ذلك من خلال بناء النموذج والقياسات.
- من المعتقد أن تعزيز نقل الحرارة وتقليل فقدان الضغط عند الجزء المستقبل للضوء يزيد من سرعة التدفق.
- كلما زاد طول الأنبوب المركزي، زاد فرق الضغط، ولكن هناك حد لنقل الحرارة عند قسم استقبال الضوء. في النموذج، يعتبر قطر سقف منطقة استقبال الضوء بمثابة دليل تقريبي.
- يعتبر التدفق داخل نموذج يبلغ قطره عدة عشرات من السنتيمترات صفحيًا، لكن التدفق في نموذج منشأة توليد الطاقة يكون مضطربًا. كلما زاد الحجم، انخفض فقدان الضغط، لذلك يُعتقد أنه كلما زاد الحجم، زادت فائدة كفاءة توليد الطاقة.

8.3 التجربة ونتائجها

1.8.3 الشروط المناخية



شكل (3.7): درجة الحرارة المحيطة والإشعاع الشمسي في أوقات القياس في نظام المدخنة الشمسية.

2.8.3 وصف النموذج المصغر التجريبي

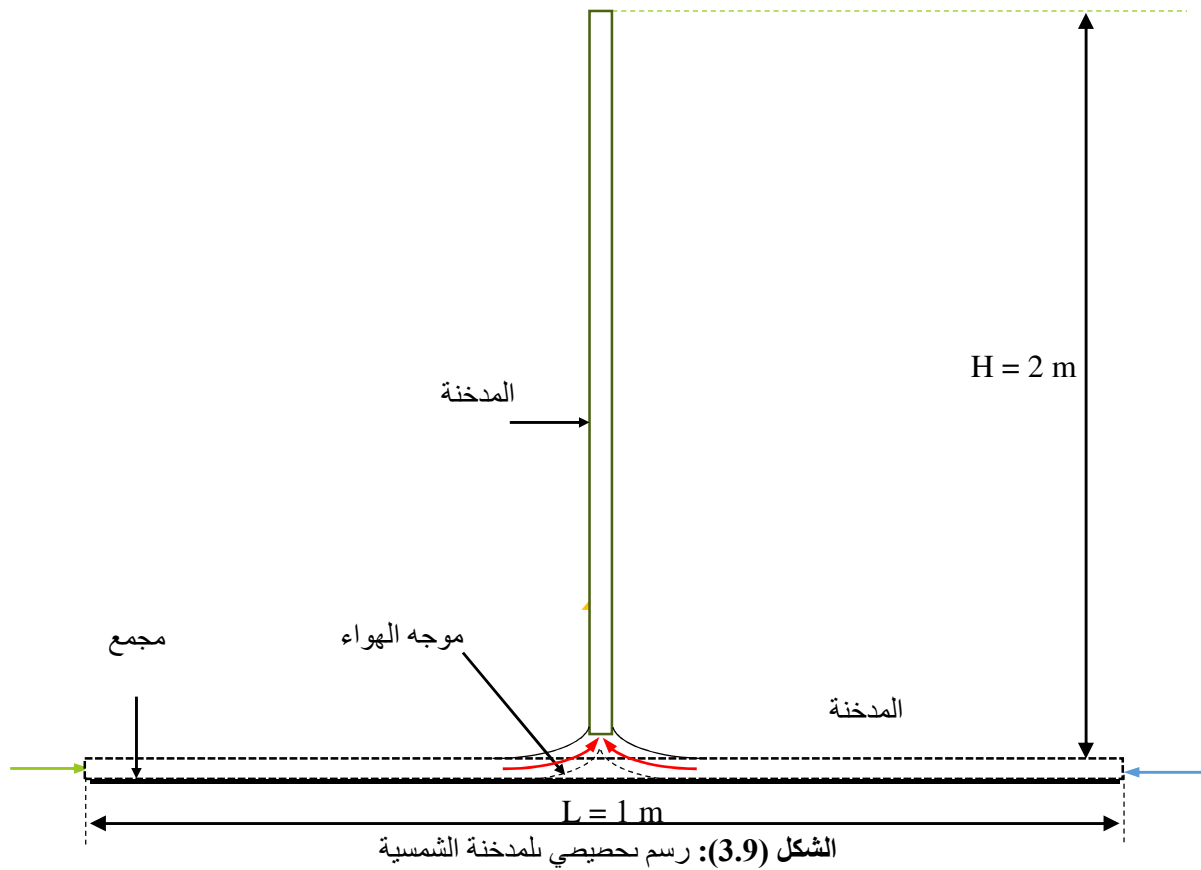
تم تصنيع مجمع من صفيحة معدنية بسمك 0.002 متر مغطى بزجاج بسمك 0.003 متر وله ميل 7 درجات على شكل مربع ضلعه واحد متر، تحت أشعة الشمس طوال ساعات اليوم في حرم جامعة المسيلة للعلوم والتكنولوجيا. تم إنتاج مدخنة بارتفاع 2 مترًا. تم وضع المدخنة المصنوعة من مادة PVC بسمك 0.05 متر وصوف زجاجي في منتصف الأرضية للحفاظ على درجات الحرارة الداخلية.

البيانات الفنية لتصميم المدخنة الشمسية المصغر	
ارتفاع البرج	2متر
قطر البرج	8مم
ضلع المجمع	1متر
زاوية المنحدر الجامع	7
مادة البرج	Pvc
مادة المجمع	زجاج البلاستيكي
شكل المجمع	شكله مربع

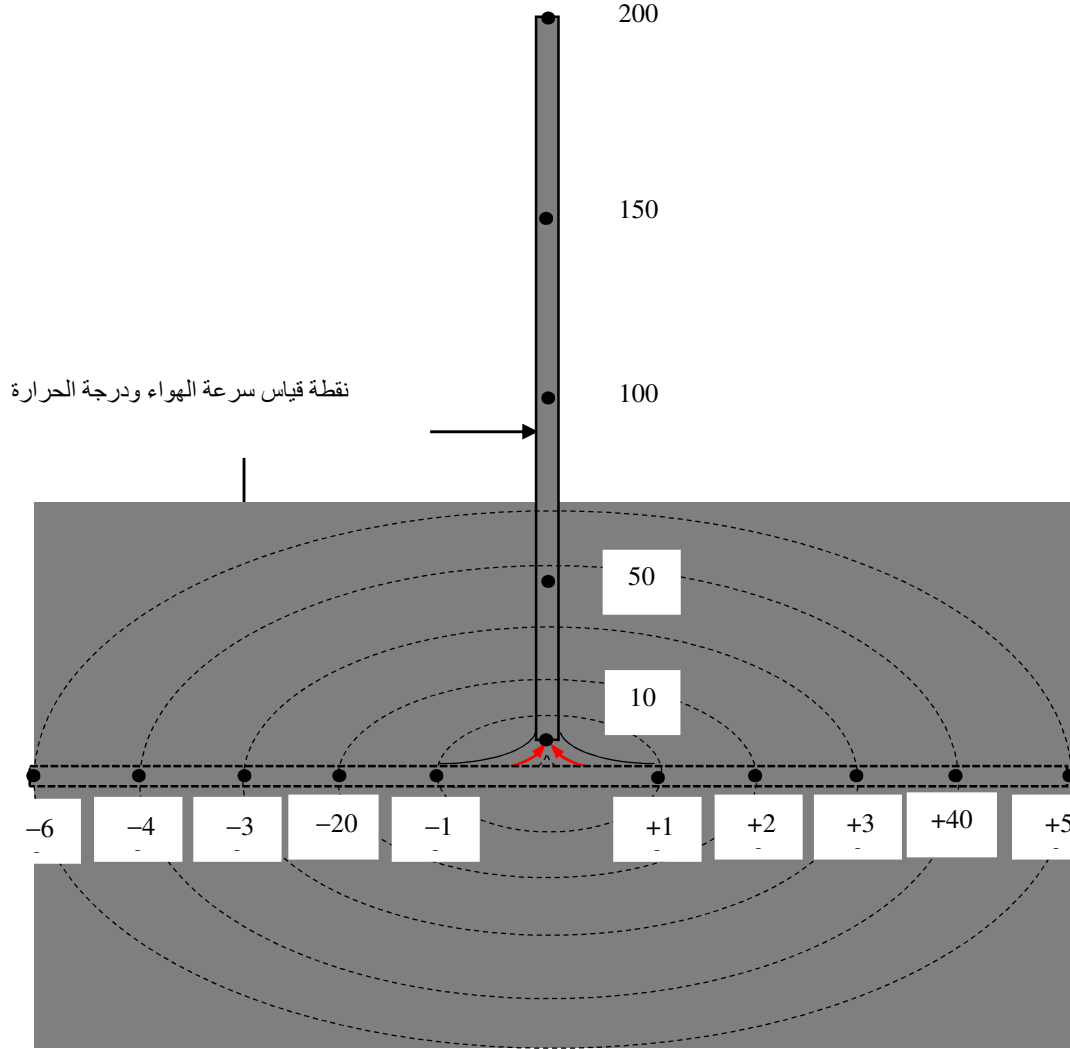
الجدول (1.3): البيانات الفنية لتصميم المدخنة الشمسية المصغر



الشكل (8.3): النموذج المبدئي لمدخنة الشمسية



قياس النقاط على الأرض،
قياس النقاط من مركز المدخنة وارتفاعاتها
3.8.3 الجهاز المستعملة في القياس



الشكل (10.3): نقاط قياس درجة حرارة الهواء في نظام المدخنة الشمسية

مقياس شدة الريح VOLCRAFT PL-HAN135

لا يحتوي مقياس شدة الريح الحراري على أجزاء ميكانيكية لقياس الهواء. الميزة الكبرى هي أنه يسجل حتى أصغر تيارات الهواء ويحتوي على مستشعر صغير جدًا. يسمح الجمع بين المستشعر الحراري والمزدوجة الحرارية بقياس سريع للظروف المناخية في وقت واحد. وهذا يجعله جهازًا مثاليًا لقياس منشآت التدفئة وتكييف الهواء والتهوية.

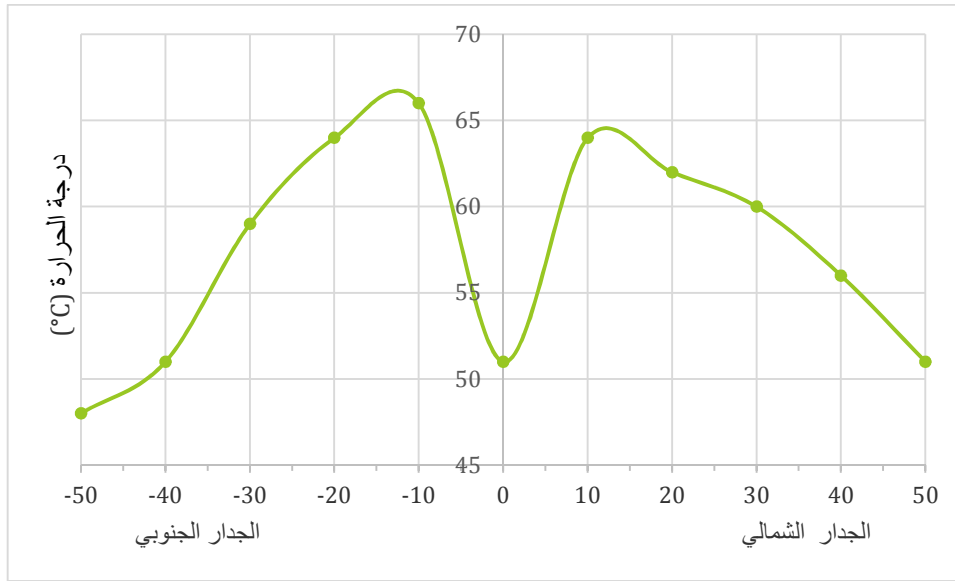


الشكل (11.3): مقياس شدة الريح VOLCRAFT PL-HAN135

مواصفات المنتج

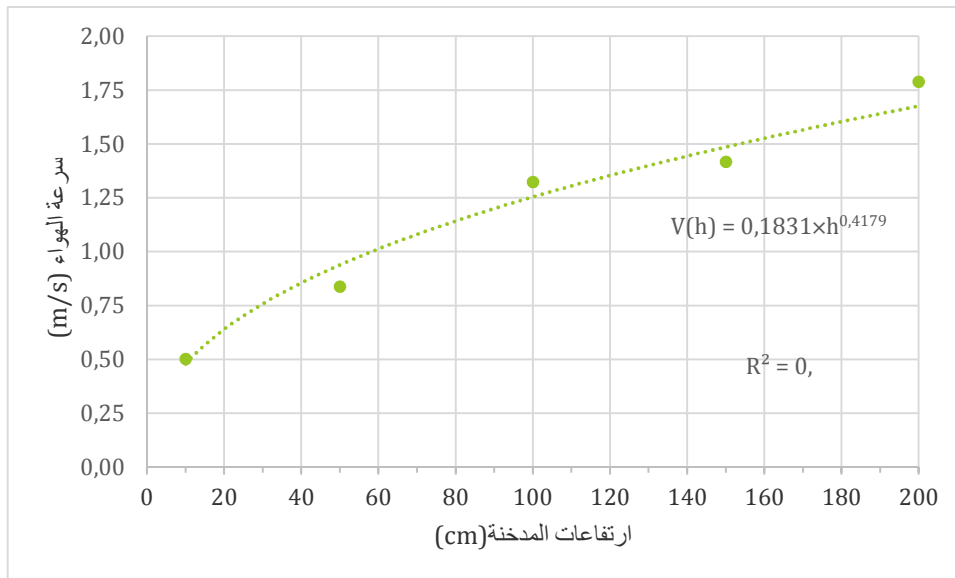
- حساس الحرارة الخارجي
 - قياس درجة حرارة الهواء وسرعة وحجم تيار الهواء
 - التبديل بين وحدات القياس (م/ث، قدم/دقيقة، كم/ساعة، عقدة، ميل/ساعة)
 - حساس حرارة تلسكوبي مع كابل توصيل بطول 1.75 متر
 - إمدادات الطاقة عبر التيار الكهربائي ممكن
 - نطاق قياس تدفق الحجم: 0-99999 م³/دقيقة
 - نطاق قياس درجة حرارة الهواء: من 0.0 إلى 50.0 درجة مئوية
 - طول التلسكوب 32-115 سم
 - طول المنتج 160 ملم
 - أقصى نطاق لقياس سرعة الرياح 25 م/ث
 - الحد الأقصى لنطاق قياس درجة الحرارة 50 درجة مئوية
 - الحد الأدنى لنطاق قياس سرعة الرياح 0.1 م/ث - مقياس قياس سرعة الرياح 0.01 م/ث
 - نطاق قياس درجة الحرارة الدنيا 0 درجة مئوية
 - نطاق قياس سرعة الرياح 0.1-25.0 م/ث
- تعيين مقاسات الجهاز: عرض المنتج 58 ملم - الميزان 280 جرام - ارتفاع المنتج 27 ملم - مزود الطاقة بطارية لي بو، USB/3.7 فولت،
- تعيين المحتويات مستشعر حرارة تلسكوبي - حقبة سفر - كابل USB - بطارية ليثيوم بوليمر - القرص المضغوط الخاص بالبرمجيات - شاحن دليل الاستخدام.

4.8.3 النتائج والمناقشة



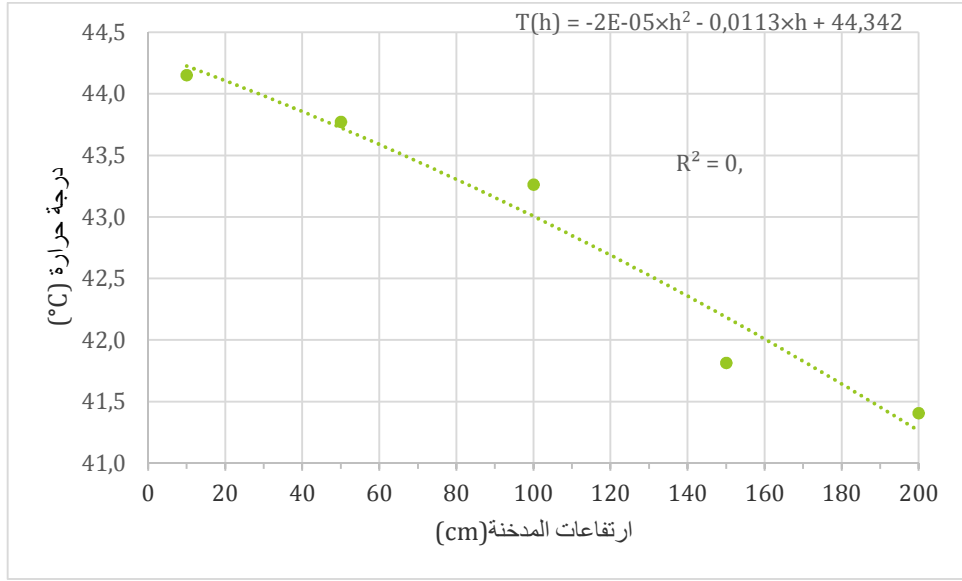
الشكل (12.3): قياس درجة الحرارة خلال النهار للجامع

وأظهر قياس درجة الحرارة خلال النهار أن توزيع درجة الحرارة في الجدار الجنوبي كان أعلى قليلاً من الجدار الشمالي.

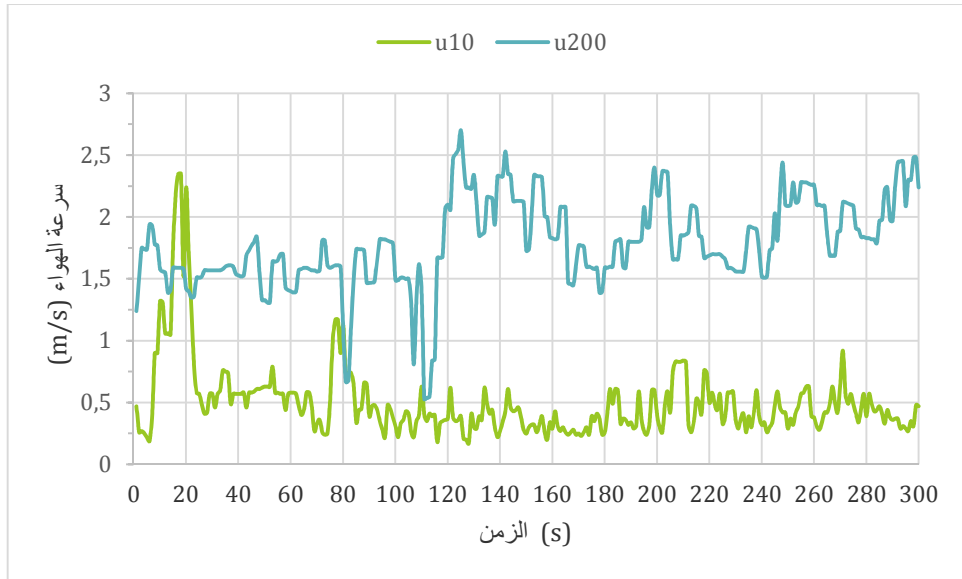


الشكل (13.3): توزيع سرعة الهواء المتوسطة في مركز المدخنة عند نقاط وارتفاعات معينة لنظام المدخنة الشمسية

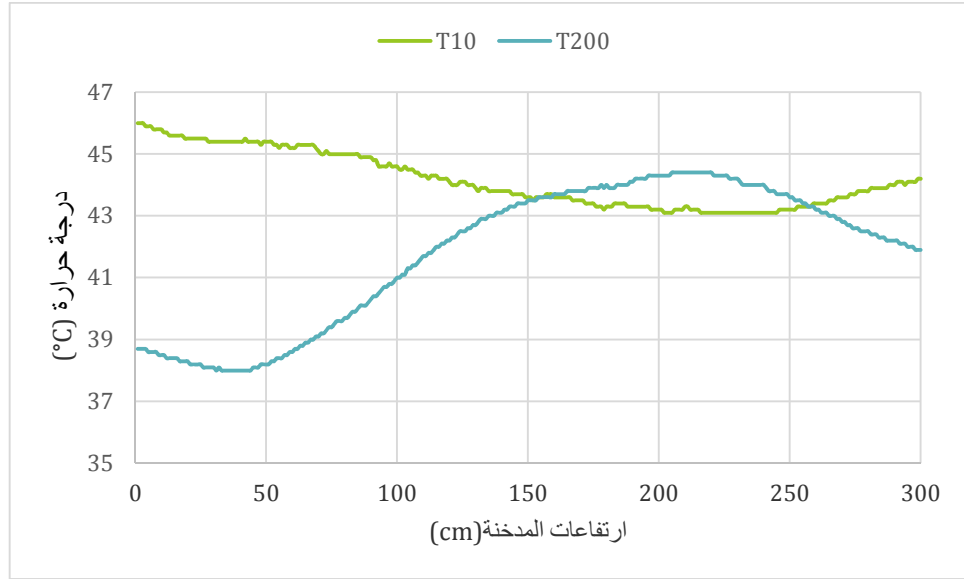
(في الساعة 13:00، درجة الحرارة ال محيطه 35°C، سرعة الهواء المحيط 8m/s، الإشعاع الشمسي 990W/m²)



الشكل (14.3): توزيع درجة حرارة الهواء المتوسطة في مركز المدخنة عند نقاط وارتفاعات معينة لنظام المدخنة الشمسية (في الساعة 13:00، درجة الحرارة المحيطة 35°C ، سرعة الهواء المحيط $2,8\text{m/s}$ ، الإشعاع الشمسي 990W/m^2)



الشكل (15.3): التغير اللحظي في سرعة الهواء لنقطة تبعد 10 سم و200 سم عن المدخنة
نلاحظ في الشكل أن السرعة في المستوى 10 أقل أهمية من المستوى 200 وتزداد سرعة الهواء مع زيادة في ارتفاع المدخنة



الشكل (16.3): التغير اللحظي لدرجة حرارة الهواء في النقطة 10 سم و 200 سم من المدخنة ونلاحظ من المنحنى أن درجة حرارة الهواء في المستوى 10 أكثر استقراراً من المستوى 200،

5.8.3 المناقشة

تم التوصل إلى النتائج التالية من نظام المدخنة الشمسية الذي تم إنشاؤه في محيط جامعة المسيلة مع الأخذ في الاعتبار الإشعاع الشمسي للمسيلة، ودرجة الحرارة المحيطة، وظروف سرعة الهواء المحيط، في نقاط معينة وارتفاعات المجمع والمدخنة.

- ✓ درجة الحرارة المحيطة هي عامل مهم يؤثر على أداء نظام المدخنة الشمسية.
- ✓ من حيث نفاذية الإشعاع الشمسي، يمكن أن يكون الزجاج بسمك 0.003 متر وطلاء جيداً للمجمع.
- ✓ وصلت الأرض المعدة خصيصاً في نظام المدخنة الشمسية إلى أقصى درجة حرارة 83 درجة مئوية.
- ✓ تزداد الحرارة تحت المجمع باتجاه المدخنة وتنخفض لأعلى في المدخنة.
- ✓ في نظام المدخنة الشمسية، يكون تدفق الهواء عند مدخل المجمع أعلى قليلاً من أسفل المجمع، وينخفض إلى قيمة دنيا، ويرتفع بسرعة في مدخل المدخنة.
- ✓ لم تؤثر سرعة الهواء البيئي في المدخنة الشمسية.
- ✓ والأهم من ذلك، أن أداء المدخنة الشمسية منخفض في ساعات الصباح والمساء، وساعات الظهيرة مرتفع جداً في الأداء.
- ✓ أظهر قياس درجة الحرارة أثناء النهار أن توزيع درجة الحرارة في الجدار الجنوبي كان أعلى قليلاً من الجدار الشمالي.
- ✓ في هذه الدراسة، يمكن أن يصل الفرق في درجة الحرارة بين مخرج المجمع والمحيط عادةً إلى 21-26 درجة مئوية، مما يولد القوة الدافعة لتدفق الهواء في التركيب. هذا هو تأثير الاحتباس الحراري الناتج في المجمع الشمسي. وجد من تحليلات توزيع درجة الحرارة في المدخنة الشمسية أن انعكاس درجة حرارة الهواء يظهر في المدخنة الأخيرة بعد شروق الشمس.

خاتمة

من الواضح أن الطاقات المتجددة ستكون موجودة أكثر فأكثر في المستقبل القريب، وذلك بفضل خصائصها المتعددة من حيث التكلفة والبساطة والمتانة التي ستتغلب على الطاقات التقليدية. مع العديد من المصادر المستدامة التي لا تنضب مثل الرياح والطاقة الحرارية الأرضية والكتلة الحيوية وطاقة المحيطات وخاصة الشمس؛ وقد شهدت الأخيرة ولادة عدة تقنيات لتزويدها بالطاقة ومن بينها المدخنة الشمسية. تشكل هذه المدخنة أولاً وسيلة مثيرة للاهتمام لإنتاج الطاقة الكهربائية المتجددة باستخدام تفاعلات فيزيائية مختلفة عرفها الإنسان وأتقنها منذ عدة عقود (تأثير السيفون الحراري، الحمل الحراري، تأثير الاحتباس الحراري). الاستثمارات الأولية كبيرة ولكن يمكن التنبؤ بها، كما أن المواد اللازمة لبنائها (الخرسانة والزجاج والصلب) متوفرة بكميات كبيرة، ومن الناحية المالية فإن برج الطاقة الشمسية أقل تكلفة من محطة الطاقة النووية. بالإضافة إلى ذلك، يستمر الإنتاج ليلاً ونهاراً، ومن شأن البرج الواحد أن ينتج طاقة كهربائية تكفي لحوالي 200 ألف منزل، لكن هذه المزايا لا تخفي المعوقات الرئيسية التي تحول دون تطوير مشروع برج الطاقة الشمسية على نطاق عالمي. لكي تعمل المدفأة الشمسية بشكل أفضل، يجب بناءها في منطقة مشمسة جداً بها العديد من المساحات غير المأهولة؛ الأماكن الأكثر ملائمة هي في شمال أفريقيا وخاصة في الصحراء وجنوب الهند ووسط أستراليا والولايات المتحدة. لذلك تعد الصحراء الجزائرية من بين الأماكن الأكثر روعة في العالم حيث تصل أشعة الشمس السنوية إلى الحد الأقصى وحيث لا يوجد نقص في المناطق غير المأهولة. كان الهدف الرئيسي من دراستنا هو تحقيق أعلى سرعة تدفق ممكنة عبر المدخنة من أجل استخدام هذه السرعة لتشغيل التوربين. تم تركيب النموذج الأولي للمدخنة الشمسية الذي صممناه ولكنه مستوحى من نماذج أولية أخرى من على مستوى الكلية بإمكانيات بسيطة لنموذج مصغر في ولاية المسيلة ذو الأبعاد التالية:

طول ضلع المجمع 1 وارتفاع المدخنة 2 متر وارتفاع مدخل المجمع 5 cm وقطر المدخنة 8 cm ودراسة درجة حرارة البيئة وتوزيع درجة الحرارة ودرجة حرارة الأرض وسرعة الهواء المحددة في النقاط والارتفاعات المحددة في نظام المدخنة الشمسية. المدخنة الشمسية هي نظام بسيط للغاية ولا يتطلب تكنولوجيا كبيرة لبنائها، كل هذه العناصر المكونة له بسيطة للغاية ولا تكلف الكثير. تعتبر محطات توليد الطاقة الشمسية بالمدخن من الطرق الحديثة لإنتاج الطاقة الكهربائية دون التسبب في الإضرار بالبيئة ودون ربط العملية بالطاقة الأحفورية أو غير المتجددة.

قائمة المراجع

- [1] Selbaş R., Yakut A.K., Şencan A., An Application for Electrical Production with Solar Tower System, Pamukkale University Engineering College, Journal of Engineering Sciences, 9, 179-184, 2003.
- [2] Frederick N.O., Reccab M.O.J., The Potential Of Solar Chimney For Application In Rural Areas Of Developing Countries, Fuel, 85, 2561–6, 2006.
- [3] Zaslavsky D., Solar Energy Without a Collector for Electricity and Water in The 21th Century. The 8th Sedeboqer Symposium On Solar Electricity Generation, Technion- Israel Institute of Technology, 3-5 November Haifa 1997.
- [4] Kulunk H., A Prototype Solar Convection Chimney Operated Under Izmit Conditions, Proceedings of Seventh Micaes, 162, 1985.
- [5] Haaf W., Friedrich K., Mayr G. And Schlaich J., Solar Chimneys, Part I: Principle And Construction Of The Pilot Plant In Manzanares, Int. J. Sol .Energy, 2, 3–20, 1983.
- [6] Schlaich J., The Solar Chimney: Electricity from The Sun, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart. 1994.
- [7] Krisst R.J.K., Energy Transfer System, Alternative Sources of Energy, 63, 8–11, 1983.
- [8] Pasurmarthi N. And Sherif S.A., Performance of A Demonstration Solar Chimney Model for Power Generation, Proceeding of The 35th Heat Transfer and Fluid, Sacramento, Ca, Usa, 203–40, 1997.
- [9] Dai Y.J., Huang H.B. And Wang N.R.Z., Case Study of Solar Chimney Power Plants In North-Western Regions Of China, Renewable Energy, 28, 1295–304, 2003.
- [10] Pretorius J.P., Kröger D.G., Critical Evaluation of Solar Chimney Power Plant Performance, Solar Energy, 80, 535–544, 2006.
- [11] Pretorius J.P., Kröger D.G., Buys J.D. And Vonbackström T.W., Solar Tower Power Plant Performance characteristics, Proceedings of The Ises Euros uninternational Sonnenforum 1, Freiburg, Germany, 870–879, 2004.
- [12] Schlaich J., Bergermann R., Schiel W., Weinrebe G., Design Of Commercial Solar Updraft Tower System –Utilization Of Solar Induced Convective Flows For power Generation, Asme J. Solar Energy Eng., 127, 1, 117-124, 2005.
- [13] Nine, N, Available Energy of the Air In Solar Chimneys And The Possibility Of Its Ground-Level Concentration. Solar Energy 80, 804–811, 2006.

- [14] Haaf W., Friedrich K., Mayr G. And Schlaich J., Solar Chimneys, Part I: Principle And Construction Of The Pilot Plant In Manzanares, Int. J. Sol. Energy, 2, 3–20, 1983.
- [15] Bernardes M.A.S., Symmetric Sink Flow and Heat Transfer Between Two Parallel Disks. Asme Summer Heat Transfer Conference – Heat Transfer, ASME, Las Vegas, Nevada, Usa. 2003.
- [16] Xinping Z., Jiakuan Y., Xiao B., Guoxiang H., Simulation of A Pilot Solar Chimney Thermal Power Generating Equipment, Renewable Energy, 32, 1637–1644, 2007.
- [17] Bernardes M.A.S., Von Backström T.W., Kröger D.G., Analysis of Some Available Heat Transfer Coefficients Applicable to Solar Chimney Power Plant Collectors, Solar Energy, 83, 264–275, 2009.
- [18] Atit K., Tawit C., Partial Geometric Similarity for Solar Chimney Power Plant Modeling, Solar Energy, 83, 1611–1618, 2009
- [19] Bugutekin A., Effect of The Collector Diameter On Solar chimney Power Plants, Energy Education Science And technology, Part A 27, 155-168, 2011
- [20] مذكرة التخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي، Binary Systems، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2022.
- [21] مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي، دراسة تحليلية أنظمة التبريد الشمسي بالامتزاز والامتصاص، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2021
- [22] دور الطاقات المتجددة في تحقيق متطلبات التنمية المستدامة -دراسة برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية بالجزائر، أ توات نصرالدين قسم العلوم الاقتصادية البلدية 2022
- [23] عبدو علي الطاهر كلية الحقوق سعيد حمدين جامعة الجزائر، دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة أفاق للدراسات والبحث العدد الاول جانفي 2018
- [24] مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي، دراسة التجريبية لتأثير تغير زاوية المقطر الشمسي على إنتاجية الماء النقي، جامعة قاصدي مرباح كلية العلوم التطبيقية 2022
- [25] مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي تخصص فيزياء طاقوية، مساهمة لدراسة تأثير تغير المناخ على الطاقة الشمسية وإيجاد حلول للتخفيف منها في منطقة ورقلة، جامعة قاصدي مرباح – ورقلة 2021
- [26] Département de Génie Mécanique، 'Production de L'électricité A Partir D'une Cheminée Solaire 2016 . جامعة البويرة ألكلي محند لحاج

- [27] Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme De Master, Etude De L'effet Des Matériaux Utilisé Comme Collecteur Sur Le Rendement D'une Station Solaire A Effet De Cheminée, Université Ibn-Khaldoun De Tiaret 2017
- [28] مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي، انتاج الطاقة الكهربائية باستعمال المدخنة الشمسية، جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي 2019
- [29] Mémoire Présenté En Vue De L'obtention Du Diplôme De Master, Etude Numérique D'une Cheminée Solaire université De Ghardaïa 2019
- [30] Historic And Recent Progress In Solar Chimney Power Plant Enhancing Technologies Hussain H. Al-Kayiem A, N. Ogboo Chikere Aja
- [31] Mémoire Présenté Pour L'Obtention Du Diplôme De Master, Réalisation Et Expérimentation D'une Cheminée Solaire, Université Kasdi Merbah Ouargla 2014
- [32] Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme De Master, Étude Comparative De Différents Matériaux Utilisés Comme Absorbeur Dans Une Station Solaire À Effet Cheminée. و Université Ibn-Khaldoun – Tiaret 2017
- [33] L'énergie Hydraulique Document 1 : Principe De fonctionnement (Source http://Enrj.Renouvelables.Free.Fr/Energie_Hydraulique.Html)
- [34] Mehiri Ahmed Yacine Et Ben Mazouzia Mohamed Farés, Présenté Pour L'obtention Du Diplôme de Master Académique, Expérimentation De L'effet Des Différents Paramètres Dimensionnels Sur Les Paramètres Energétiques D'une Cheminée Solaire, Université Kasdimerbah D'ouargla 2017
- [35] Mémoire Présenté Pour L'obtention Du Diplôme De Master Académique , Etude Et Réalisation D'une Cheminée Solaire université Mohamed Boudiaf - M'sila, 2019
- [36] Mémoire De Master En Génie Mécanique, Analyse De L'aspect Technico-Economique Des Centrales A Cheminée Solaires, Enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique Ecole Nationale Polytechnique 2016
- [37] Solar Chimney Power Plants: A Review Of The Concepts, Designs And Performances
- [38] <https://Www.Frontiersin.Org/Articles/10.3389/Fenrg.2023.1283818/Full> (ماي 2024)

- [39] Renewable And Sustainable Energy Reviews Journal Homepage www.Elsevier.Com/Locate/Rser, A Comprehensive Analysis of Time-Dependent Performance of A Solar Chimney Power Plant Equipped With A Thermal Energy Storage System:
- [40] Applied Thermal Engineering, 5 June 2023, Novel Stair-Shaped Ground Absorber For Performance Enhancement Of Solar Chimney Power Plant
- [41] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092x0500140>
(ماي 2024)
- [42] Département D'automatique Laboratoire De Commande Des Processus Mémoire Pour L'obtention Du Diplôme De Master En Automatique, L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique Ecole Nationale Polytechnique, Etude Comparative Des Techniques Mppt Pour Une Centrale Solaire A Effet De Cheminée2016
- [43] Experimental Studies On Small Scale Of Solar Updraft Power Plant, Faculty Of Mechanical Engineering, University Technology Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, Journal Of Advanced Research Design2016
- [44] Thesis Summited To The School Of Graduate Studies Addis Abeba Institute Of Technology, Modeling And Simulation Of Solar Chimney Power Plant With And Without The Effect Of Thermal Energy Storage Systems, Masters Of Science In Mechanical Engineering (With Specialization In Thermal Engineering)« September 2011
- [45] Département De Physique Mémoire De Master Académique, Etude Théorique De La Contribution Des Cheminées Solaires Au Confort Thermique Des Bâtiments En Zone Saharienne, Université Kasdi Merbah Ouargla Faculté des Mathématiques et Science De La Matière ,2021
- [46] Applied Energy, 15 September 2015, Experimental Investigations On Solar Chimney For Optimal Heat Collection To Be Utilized In Organic Rankine Cycle
- [47] Mémoire De Master «Simulation Numérique D'une Cheminée Solaire «Centre Universitaire «Salhi Ahmed » De Naâma 2017
- [48] Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme De Master, Etude De L'effet Des Matériaux Utilisé Comme Collecteur Sur Le Rendement D'une Station Solaire A Effet De Cheminée, Université Ibn-Khaldoun de Tiaret ,2016/2017

- [49] Lietuvos Mokslų Akademija, 2022, Collector Factor In A Solar Chimney Power Plant: Cfd Analysis For The Pilot Plant In Manzanares, Recep Tayyip Erdogan University Department Of Mechanical Engineering, Rize.
- [50] <https://Hackaday.Com/2024/01/15/Solar-Chimneys-Viable-Energy-Solution-Or-A-Lot-Of-Hot-Air/> (2024 ماي)
- [51] Le Stockage Thermique De L'énergie Solaire, Boulemtafes Boukadoum Amel, Maître De Recherche B Division Thermique Et Thermodynamique Solaire Et Géothermie - Cder E-Mail : A.Boulemtafes@Cder.Dz
- [52] Design Of Commercial Solar Updraft Tower Systems – Utilization Of Solar Induced Convective Flows For Power Generation Jörg Schlaich, Rudolf Bergermann, Wolfgang Schiel, Gerhard Weinrebe
- [53] Le Guide De L'énergie Solaire Panneaux Thermiques Et Photovoltaïques, Chauffage
- [54] Gannon A.J., Backstrom T.W.V., Solar Chimney Cycle Analysis with System Loss and Solar Collector Performance, ASME, Journal of Solar Energy Engineering, 122-133,7, 2000.
- [55] Dai Y.J., Huang H.B. And Wang N.R.Z., Case Study of Solar chimney Power Plants in North-Western Regions of China, Renewable Energy, 28, 1295–304, 2003.
- [56] Backstrom T.W.V., Gannon A.J., Compressible Flow Through Solar Power Plant Chimneys, Asme, Journal of Solar Energy Engineering, 122, 138–45, 2000.
- [57] Zhang H.F., Solar Thermal Energy Utilization and Computer Simulation, Xi'an, China, Northwestern Polytechnic University Press, 1992

تصميم، بناء وتشغيل نموذج للمدخنة الشمسية

المدخنة الشمسية هي مصدر للطاقة المتجددة وتتكون من ثلاثة مكونات رئيسية وهي المجمع الشمسي والمدخنة والتوربينة. يتم تسخين الهواء بواسطة ظاهرة الاحتباس الحراري تحت المجمع الزجاجي. وهذا الهواء الساخن، الأقل كثافة من المناطق المحيطة، يرتفع إلى أعلى المدخنة الموجودة في وسط المجمع. وفي قاعدة المدخنة يتم تشغيل توربينة توليد الكهرباء بواسطة الهواء الصاعد. تبحث هذه الدراسة في مجال درجة الحرارة في محطة المدخنة الشمسية. ويستخدم النظام التجريبي، الذي تم تصميمه وإنشاؤه في كلية العلوم بجامعة المسيلة، لدراسة درجة حرارة البيئة وتوزيع درجة الحرارة ودرجة حرارة الأرض وسرعة الهواء المحددة في النقاط والارتفاعات المحددة في نظام المدخنة الشمسية. لقد وجد أن الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة البيئة لهما قدر كبير التأثير على النظام واختلاف درجة حرارة درجة حرارة البيئة ودرجة حرارة الهواء الناتج للمجمع حوالي 32 و 36 درجة مئوية. علاوة على ذلك، فقد تبين أن سرعة الهواء البيئية تؤثر على النظام بتأثير حساس. أيضاً، يتم قياس درجة الحرارة وسرعة الهواء عند النقطة التي سيتم فيها تجميع التوربين كقيمة قصوى للنظام. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت القياسات أن توزيع درجات الحرارة في الجزء الجنوبي من المدخنة الشمسية يزيد قليلاً عن الجزء الشمالي.

Conception, construire et mise en marche de la cheminée solaire

La cheminée solaire est une source d'énergie renouvelable et se compose de trois éléments principaux : le capteur solaire, l'entrée et la turbine. L'air est chauffé par effet de serre sous le capteur en verre. C'est de l'air chaud. Moins dense que les alentours, elle s'élève jusqu'au sommet de la cheminée au centre de l'ensemble. A la base de la cheminée, la turbine de production d'électricité est actionnée par de l'air ascendant. Cette étude examine le champ de température dans la station d'entrée solaire. Le système expérimental, conçu et créé à la Faculté des Sciences de l'Université de M'sila, est utilisé pour étudier la température ambiante, la distribution de la température, la température du sol et la vitesse spécifique de l'air à des points et des hauteurs spécifiques du système de cheminée solaire. Il s'avère que le rayonnement solaire et la température ambiante ont une grande influence sur le système et que la différence de température entre la température ambiante et la température de l'air de sortie du collecteur est d'environ 32 et 36 degrés Celsius. De plus, il a été démontré que la vitesse de l'air ambiant affecte le système de manière sensible. De plus, la température et la vitesse de l'air au point où la turbine sera assemblée sont mesurées comme valeur maximale du système. De plus, les mesures ont montré que la répartition de la température dans la partie sud de l'apport solaire est légèrement supérieure à celle du Partie nord.

Design, construction and commissioning of the solar chimney

The solar chimney is a source of renewable energy and consists of three main components: the solar collector, the chimney and the turbine. The air is heated by the greenhouse effect under the glass collector and this hot air, less dense than the surroundings, rises to the top of the chimney located in the center of the collector and at the base of the chimney a turbine is operated. Electricity generation by rising air This study investigates the temperature field in the solar chimney station. The experimental system, which was designed and created at the Faculty of Science at the University of M'sila, is used to study the environmental temperature, temperature distribution, ground temperature, and specific air speed at the specific points and heights in the solar chimney system. It has been found that solar radiation and environmental temperature have a great influence on the system and vary Temperature Environment temperature. The output air temperature of the collector is about 32 and 36 degrees Celsius. Moreover, it has been shown that the environmental air velocity affects the system with a sensitive effect as well. The temperature and air velocity at the point where the turbine will be assembled is measured as the maximum value of the system in addition. Measurements showed that the temperature distribution in the southern part of the solar chimney is slightly greater than in the northern part.