جـــامـــعة قـــاصدي مـــرباح ورقـــلة

كـــلية الريـــاضـــيات وعـــلوم الـــمـــادة

قـــســـم الفـــيزيـــاء

الرقم التسلسلي:.....

مـــــذكـــرة مـــاستر أكـــاديمي

ميدان: علوم المادة

فرع: فيزياء

تخصص: فيزياء طاقوية والطاقات المتجددة

من اعداد الطـــالبتان: صندالي مليكة ــ السايس رقية

التحقيق التجريبي للتقليل من التسريبات الحرارية الخارجية جوار النموذج للمقطر الشمسي البسيط

نوقشت يوم: 13/06 /2022

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

بوعنان رابح	أستاذ مساعد "أ"	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	رئيسا
الزين عبد الله	أستاذ مساعد "أ"	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	مناقشا
بالحاج محمد مصطفى	أستاذ محاضر "أ"	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	مشرفا
شلغام منيرة	طالبة دكتوراه	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	مساعد مشرف

السنة الجامعية: 2022/2021

الشكر و العرفان

قبل كل شيء نحمد الله عز و جل الذي انعم علينا العلم و العقل و فضلنا على سائر مخلوقاته و وفقنا إلى انجاز هذا العمل المتواضع و نقول " اللهم لك الحمد حتى ترضى و لك الحمد إذا رضيت و لك الحمد بعد الرضا "

نتقدم بجزيل الشكر و التقدير إلى الأستاذ الذي كان لنا عونا و سندا في إعداد تقريرنا هذا

المشرف بالحاج محمد مصطفى

الذي نقول له بشراك

و نخص بالذكر الأستاذ بوعنان رابح و الزين عبد الله اللذين قبلا على تقييم هذا العمل

و الشكر الموصول الى كل من بذل جهد ووفر لنا وقت و قدم لنا يد العون و المساعدة في انجاز عملنا و زودنا بالمعلومات اللازمة لاتمام هذا البحث الى كل مسؤلي المخبر و العاملين به

فلهم منا كل الشكـــــر و التقديـــر

الإهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

" قل اعلمو فسيرى الله علمكم و رسوله و المؤمنون "

الهي لا يطيب الليل الا بشكرك و لا يطيب النهار الا بطاعتك و لا تطيب اللحظات الا بذكرك و لا تطيب الاخرة الا بعفوك و لا تطيب الجنة الا برؤيتك الله عز و جل

من هذا المنطق نهذي هذا العمل المتواضع الى من بلغ الرسالة و ادى الامانة و نصح الامة الى نبي الرحمة و نور العالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

الى كل من في الوجود بعد الله و رسوله الى الوالدي الكريمين

أمي و أبي

و إلى كل عائلتي (السايس)

و نخص بهذا الاهداء الاستاذ الفاضل بالحاج محمد مصطفى الذي صبر معنا و اعننا بكل ما يستطيع على قيام بهذه المذكرة جزيل الشكر و العرفان إلى كل الإخوة و الأخوات و إلى كل الزميلات و الصديقات إلى كل الأساتذة الكرام.

رقية

الإهداء

إلى صاحب الفضل الأول والأخير إلى الهادي سواء السبيل....الله عز وجل

إلى من علمني أن الدنيا كفاح ، إلى من سعى لأجل راحتي ونجاحي ،

الشمعة التي تحترق لتنير لنا الطريق...أبي الغالي عمار أطال الله في عمره

إلى أملي في الحياة وقرة عيني وسر نجاحي ، إلى بهجة القلب والنجمة

التي تلمع في ليلي...حبيبتي أمي الغالية مباركة حفظها الله ورعاها

إلى من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب إخوتي:

محمد ، أحمد ، عبدالقادر ، الحسن ، يوسف ، نورالدين

إلى المحبة التي لاتنضب...والخير بلا حدود...إلى من شاركتهم كل

حياتي أخواتي:مبروكة ، الزهرة ، حنان ، خضرة

إلى من هم أقرب إلى روحي ...إلى الوجوه المفعمة بالبراءة...إلى شمعات

متقدة تنير ظلمات الحياة أحفاد العائلة

إلى أعمامي وعماتي ، أخوالي وخالاتي وبالأخص جدتي أطال الله في عمرها

إلى كل من ذكرهم قلبي ولم يذكرهم قلمي.

مليكة

الفهرس

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الاهداء	**I**
الشكر و العرفان	**II**
فهرس المحتويات	**III**
فهرس الاشكال	**VI**
فهرس الجداول	**VII**
المقدمة العامة	
مقدمة	**12**
الفصل الاول: الدراسة النظرية للمقطر الشمسي البسيط	
1.1 .المقدمة	**15**
2.1 .مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب و الحلول المقترحة في العالم	**15**
3.1. مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب و الحلول المقترحة في الجزائر	15
4.1. التقطير الشمسي	**16**
1.4.1. نبذة تاريخية عن المقطر الشمسي	**16**
2.4.1. المقطر الشمسي	**16**
3.4.1. مبدأ عمل التقطير الشمسي	**16**
5.1. أنواع المقطرات الشمسية	**17**
1.5.1. المقطرات الشمسية البسيطة	**17**
1.1.5.1 المقطر الشمسي بميل واحد	**18**
2.1.5.1. المقطر الشمسي بميلين	**19**
3.1.5.1 . المقطر الشمسي أرض ـ ماء	**19**
4.1.5.1 . المقطر الكروي بماسح	**19**
5.1.5.1 . المقطر الشمسي العمودي	**20**
6.1.5.1. المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية	**21**
2.5.1 . المقطرات الشمسية المركبة	**22**
1.2.5.1. مقطر مربوط بلاقط شمسي ذو صفيحة مسطحة	**22**
2.2.5.1. مقطر مربوط بلاقط سطحي متعدد الأنابيب	**23**

3.2.5.1. مقطر مربوط بلاقط شمسي نصف دائري	**23**
6.1 . تقنيات استغلال الحرارة الضائعة (الطاقة الاحفورية و الطاقة الشمسية)	**24**
1.6.1 . استغلال الحرارة الضائعة من مصدر حراري (تدفق الغاز)	**24**
2.6.1. استغلال الحرارة الضائعة من مصدر حراري (ديزل)	**25**
3.6.1. مقطر شمسي متعدد الطوابق	**25**
7.1 .العوامل الخارجية و الداخلية المؤثرة على مردود المقطر الشمسي	**26**
1.7.1.العوامل الخارجية	**26**
1.1.7.1. شدة الإشعاع الشمسي	**26**
2.1.7.1 . سرعة الرياح	**26**
3.1.7.1. درجة حرارة الهواء المحيط	**26**
4.1.7.1. عوامل اخرى	**26**
2.7.1. العوامل الداخلية	**26**
1.2.7.1. ميل الزجاج على السطح الافقي	**26**
2.2.7.1 .ارتفاع مستوى كتلة الماء المقطر	**27**
3.2.7.1. المسافة التي تقسم السطح الحر الى لاقطين	**27**
4.2.7.1. خصائص المكونات	**27**
1.4.2.7.1. الزجاج	**27**
2.4.2.7.1. الصفيحة المعدنية	**28**
3.4.2.7.1. العازل	**28**
8.1. الخاتمة	**28**
الفصل الثاني: الدراسة التجريبية للمقطر الشمسي البسيط	
1.2 . مقدمة	**30**
2.2 . النماذج الاولية للأجهزة التجريبية	**30**
3.2. الاجهزة المستعملة في التجارب	**31**
4.2. الادوات المستعملة في التجارب	**33**
5.2 . التجارب	**33**
1.5.2. التجربة الاولى	**33**
1.1.5.2 .وصف التجربة الأولى	**33**

2.1.5.2. الظروف الجوية الخاصة بالايام التي تمت فيها التجربة الاولى	**35**
2.5.2. التجربة الثانية	**35**
1.2.5.2. وصف التجربة الثانية	**35**
2.2.5.2. الظروف الجوية الخاصة بالايام التي تمت فيها التجربة الثانية	**36**
6.2. الخاتمة	**36**
الفصل الثالث: تحليل النتائج و مناقشتها	
1.3.مقدمة	**38**
2.3. منحنيات التجربة 1	**38**
1.2.3. التجربة 1: اللاقط الشمسي مفتوح	**38**
1.1.2.3. مقارنة الاشعاع الشمسي و درجة حرارة المحيط و سرعة الرياح خلال ايام التجربة	**38**
2.1.2.3. مقارنة درجات الحرارة بين المقطر(1) والمقطر(2) شمسيين	**39**
3.1.2.3. مقارنة درجة حرارة الحوض مع اللاقط الشمسي الهوائي للمقطر المحسن	**41**
4.1.2.3. مقارنة الانتاجية اليومية للمقطر في حالة اللاقط الشمسي المفتوح	**42**
2.2.3. التجربة 2: اللاقط الشمسي مغلق	**43**
1.2.2.3. مقارنة الاشعاع الشمسي و درجة حرارة المحيط و سرعة الرياح خلال ايام التجربة	**43**
2.2.2.3. مقارنة درجات الحرارة بين المقطر(1) والمقطر(2) شمسيين	**45**
3.2.2.3. مقارنة درجة حرارة الحوض مع اللاقط الشمسي الهوائي للمقطر المحسن	**47**
4.2.2.3. مقارنة الانتاجية اليومية للمقطرين في حالة اللاقط الشمسي المغلق	**48**
5.2.2.3. مقارنة الانتاجية اليومية في حالة اللاقط الشمسي المغلق واللاقط الشمسي المفتوح	**50**
3.3.الخاتمة	**51**
الخاتمة العامة	
الخاتمة العامة	**54**
قائمة المراجع	
قائمة المراجع	**56**
الملخص	

فهرس الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1.1	رسم تخطيطي لمقطر الشمسي البسيط	18
2.1	مقطر بسيط بميل واحد	18
3.1	المقطر البسيط بميلين	19
4.1	المقطر الشمس ارض ـ ماء	19
5.1	مقطركروي بماسح	20
6.1	المقطر شمسي العمودي	21
7.1	المقطر الشمسي بالشريط الشعيري للماء	22
8.1	مقطر مربوط بلاقط مسطح	22
9.1	مقطر مربوط بلاقط متعدد الأنابيب	23
10.1	مقطر مربوط بلاقط نصف دائري	23
11.1	استغلال الحرارة الضائعة في دورة برايتون	24
12.1	مخطط دورة برايتون الحرارية	24
13.1	استغلال الحرارة الضائعة في محرك ديزل	25
14.1	المقطر الشمسي المتعدد الطوابق	25
1.2	رسم تخطيطي يوضح كيفية تجهيز التجربة الأولى(لاقط شمسي مفتوح)	34
2.2	صورة توضح كيفية تجهيز التجربة الأولى (لاقط شمسي مفتوح)	34
3.2	رسم تخطيطي يوضح كيفية تجهيز التجربة الثاني(لاقط شمسي مغلق)	35
4.2	صورة توضح كيفية تجهيز التجربة الثاني (لاقط شمسي مغلق)	36

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	صفحة
2.1	أجهزة القياس المستعملة في التجربة	32
2.2	الأدوات المستعملة في التجربة	33

المقدمة العامة

مقدمـــــــــــــة :

لقد أنعم الله سبحانه وتعالى على الإنسان بنعمة الماء ونعم الله لا تعد ولا تحصى ، فالماء هو أصل الحياة وأساس استمرارها وازدهارها ، ويعتبر مصدرا حيويا وأساسيا لابد من الحفاظ عليه ، فهو مصدر نماء كل شيء لقد وصفه الله تعالى في كتابه الكريم بقوله تعالى" وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون " [الأنبياء الآية 30]،كما أنه أحد أهم العناصر الأساسية التي يقوم عليها كوكب الأرض ، حيث أنه يشكل ما نسبته 71% من مساحة الأرض لذا يسمى كوكب الأرض بالكوكب الأزرق .

بالرغم من أن نسبة الماء كبيرة على سطح الأرض إلا أن % 97 منها مياه مالحة و3% فقط مياه عذبة ، وهذا ما أدى إلى أن الكثير من دول العالم تعاني نقص في المياه الصالحة للشرب ،وتعتبر الجزائر واحدة من بين الدول التي تعاني ندرة المياه الصالحة للشرب [1]، لهذا لجأت إلى تحلية ماء البحر ، بالرغم من أنه يتواجد به مصادر لمياه الشرب ، لكنها محدودة جدا ، ولا تكفي لسد الحاجيات الضرورية التي تتزايد بشكل سريع جدا فمن الطبيعي والمنطقي البحث عن طرق أخرى لحل هذا العجز لاستخراج الملح من ماء البحر والمياه الجوفية بهدف الحصول على ماء صالح للشرب ، حيث أنه هناك عدة طرق لإنتاج المياه العذبة منها طرق حرارية وغير حرارية تعتمد معظمها بالدرجة الأولى على مصادر الطاقة التقليدية إلا أن هذه المصادر تسبب مشاكل بيئية ، ولقد حفزت ندرة المياه الصالحة للشرب في العالم جهود الباحثين لإيجاد تقنيات تحلية المياه المالحة [3,2]، وخاصة في المناطق الصحراوية ومع ذلك لا تخلو هذه التقنيات من مزايا وعيوب ، ومن بين هذه التقنيات تقنية التقطير الشمسي التي استخدمت في المناطق الصحراوية المعزولة ، حيث تعتبر الشمس المحرك الأساسي لهذه العملية مما جعله الأكثر اقتصادا ، رغم ما فيها من عيوب والتي من أبرزها انخفاض إنتاجية مياه الشرب مقارنة بالتقنيات الأخرى إذ حرص العديد من الباحثين على تحسين التقطير الشمسي بعدة طرق [5,4]، حيث أضاف بعضهم إلى الجهاز التقليدي حوض امتصاص أسود وركبوا فيه مرآة لزيادة الإنتاجية ، كما استخدم آخرون الماء الساخن وذلك لأن لديهم منحدر زجاجي مستثمر بشكل جيد في تحسين الأداء ، كما درس Elango و آخرون تأثير إضافة المواد النانوية على إنتاجية التقطير[8,7,6].

يعتبر التقطير الشمسي كحل يطرح لحل مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية ، وهذا ما سنتناوله في هذه المذكرة بالاستعانة بمقطرين شمسيين بسيطين أحاديي الميل على مستوى وحدة البحث بكلية الرياضيات والعلوم المادة (LENREZAS)بمخبر الطاقات المتجددة للمناطق الجافة والصحراوية ، ذلك لأن منطقة ورقلة تتميز بمقادير جوية خاصة (إشعاع شمسي معتبر ، طول * بجامعة قاصدي مرباح * ورقلة حيث تتضمن هذه المذكرة ثلاثة فصول: مدة التشميس ، درجة الهواء المحيط المعتبر)،

الفصل الأول: عموميات حول المقطر الشمسي البسيط حيث تطرقنا إلى مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب (العالم .الجزائر)والحلول المقترحة كما أننا في الفصل ذاته نسرد نبذة تاريخية عن التقطير الشمسي وأنواع المقطرات والعوامل الداخليه والخارجية المؤثرة عليه وفي الأخير نذكر تقنيات استغلال الحرارة الضائعة .

الفصل الثاني: تطرقنا إلى الدراسة التجريبية للمقطر الشمسي البسيط والذي يتضمن تجربتين الأولى في حالة اللاقط الشمسي مفتوح والثانية في حالة اللاقط الشمسي المغلق والتي تكمن في النماذج الأولية للأجهزة التجريبية ،الأدوات والأجهزة المستعملة في التجربة والظروف الجوية التي تمت فيها التجربة .

. **الفصل الثالث**: تطرقنا في هذا الفصل إلى تحليل النتائج ومناقشتها و في الأخير خلاصة عامة حول الموضوع.

الفصل الأول

الدراسة النظرية للمقطر الشمسي البسيط

سنتطرق في هذا الفصل الى بعض تعريفات المقطر الشمسي ومبدأ عمله وأنواعه بالإضافة الى :

- ✓ مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب (عالميا– دوليا –محليا).
- ✓ التقطير الشمسي (تعريفه – أنواعه (بدون تحسين –بالتحسين)).
- ✓ استغلال الحرارة الضائعة.
- ✓ العوامل المؤثرة على مردود المقطر الشمسي (الخارجية – الداخلية).

1.1) مقدمة :

يعتبر الماء مصدرا حيويا وأساسا لكل الكائنات الحية وحاجتنا الماسة إلى المياه الصالحة للشرب تزداد يوما بعد يوم فنجد أن ندرة المياه الصالحة للشرب مشكل مطروح بشكل واضح بسبب التزايد الهائل في عدد السكان وارتفاع المستوى المعيشي والتطور الصناعي و الزراعي في العالم ، لذا أجريت العديد من الدراسات والبحوث لمحاولة حل هذه المشكلة .[1] ويبقى السؤال المطروح. هل بالفعل نستطيع بإمكانيات سهلة وبسيطة أن نحل مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب ؟.

1.2) مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب والحلول المقترحة في العالم:

إن ارتفاع المستوي المعيشي والتطور في جميع المجالات نجم عنه تزايد كبير في عدد السكان نتج عنها نقص في مصادر الماء الصالح للشرب وزيادة تلوثه الناتج من التطور الصناعي ، حيث بلغ عدد سكان العالم حوالي 2.5 مليار شخص في عام 1950 ،وتجاوز 6.0 مليار شخص في عام 1999 ومن المتوقع أن يتجاوز 8.3 مليار شخص في عام 2025 و 10.0 مليار شخص في عام 2060 [2]. وفقًا لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية حيث هناك حوالي 340 مليون شخص في 28 دولة يواجه في جميع أنحاء العالم حاليًا صعوبة في الحصول على ما يكفي من المياه العذبة،ومن المتوقع أن يصل هذا الرقم إلى حوالي 3 مليار شخص في 52 دولة بحلول عام 2025، هناك اتفاق قوي على أن الناس في المناطق النامية يفتقرون إلى إمكانية الحصول على إمدادات المياه الموثوقة (منظمة الصحة العالمية 2020) ، وعلى الصعيد العالمي يفتقر 2.1 مليار شخص إلى المياه النظيفة والآمنة ، فهم يستخدمون إما مصدر مياه غير آمن (منظمة الصحة العالمية 2016). وفقًا لليونيسيف ومنظمة الصحة العالمية (2019) .

و نتيجة لهذه الظاهرة تحاول دول كثيرة في العالم توفير الماء الصالح للشرب من خلال تطوير الموارد المائية و تحلية مياه البحر و تصفية مياه الصرف الصحي و الصناعي ، حيث تعتبر الطاقات المتجددة من أكثر الحلول المقترحة في العالم لحل هذه الأزمة ، فالطاقات المتجددة بأنواعها كالطاقة الشمسية و طاقة الرياح و الطاقة الكهرومائية و غيرها من الطاقات الطبيعية ، تعتبر الأمل في توفير الطاقة و المياه الصالحة للشرب بشكل مستمر في المستقبل من ناحية لأنها طاقة لا تفنى و غير ملوثة .

3.1) مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب والحلول المقترحة في الجزائر:

إن أزمة نقص المياه الصالحة للشرب في الجزائر نفسها الموجودة في العالم حيث تنقسم الموارد المائية الطبيعية في الجزائر إلى قسمين ، هما مياه السدود و المياه الجوفية،إلا أن الحاجة لإيجاد مصادر للمياه الصالحة للشرب في الجزائر في تزايد مستمر وذلك راجع لنقص المياه السطحية وخاصة في المناطق الجافة والمناطق شبه الجافة ، ونجده

في المناطق الحضارية مطروحا بشكل واضح وذلك راجع لأسلوب الحياة فيها و تزايد عدد السكان في هذه المناطق ، هذا الوضع يؤدي للبحث عن مصادر مياه جديدة لا تنفذ حتى وإن كانت مالحة مثل المياه الجوفية ومياه البحر والتفكير في الطرق التي تجعل المياه المالحة أو الملوثة صالحة للشرب ، وللتغلب على مشكلة نقص المياه كان لابد من إنشاء على مستوى التراب الجزائري عدد كافي من السدود في الشمال وإنشاء محطات تصفية
المياه الملوثة أو تدعيم القاعدة الصناعية بمصانع لتصفية المياه الملوثة أو تحلية مياه البحر، وعلى مستوى الجنوب إنشاء محطات تحليه
المياه الجوفية [10].

4.1) التقطير الشمسي :

1.4.1) نبذة تاريخية عن التقطير الشمسي:

استخدمت البشرية طرق التقطير الشمسي منذ القدم لإنتاج المياه العذبة ، وظهرت أول فكرة للتقطير الشمسي في القرن 16م من قبل العالم الكيميائي العربي المسلم جابر بن حيان و المتمثل بالإنبيق [13]، ففي عام 1870 تم منح أول براءة اختراع أمريكية لجهاز التقطير الشمسي إلى نورمان ويلر و التون ايفانز ، وتجسدت هذه الفكرة بشكل تصميم للطاقة الشمس في التقطير كان سنة 1872 في صحراء شمال الشيلي من قبل المهندس السويدي يلي تشارلز ويلسون ،وكان على شكل أحواض سوداء مغطاة بالزجاج ،فالقاعدة السوداء تستعمل كماص (Absorbant) لأشعة الشمس ويوضع في هذا الحوض الساخن ماء على سُمْك رقيق ، فيعمل السطح الأسود عمل الْمُبَخِّر ويُسْتَقْبَل البخار الْمتصاعد من طرف السطح الداخلي للزجاج الْمَائل بزاوية 20° ذو درجة حرارة أقل من الْمَاص الأسود نسبيا مِمَّا يؤدي إلى تكاثفه مباشرة ويتجمع في قناة خاصة بالْمَاء الْمُقَطَّر [14].

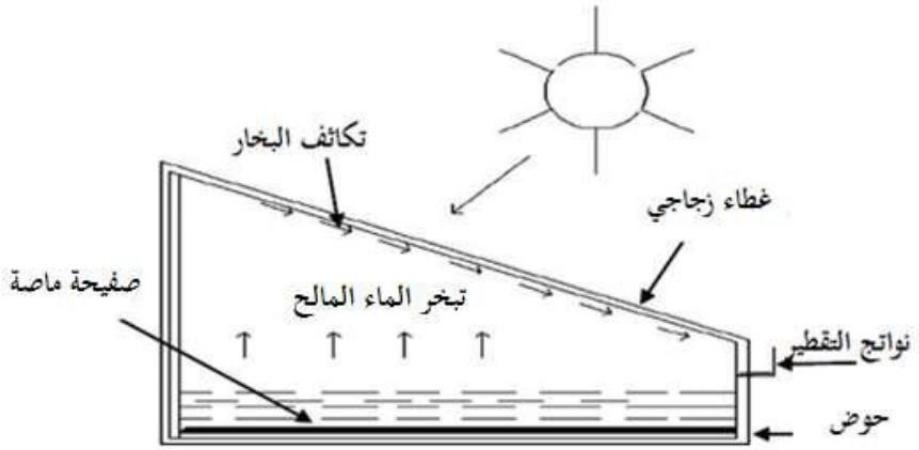
أول مبادرة في استغلال مياه البحر والمياه الجوفية المالحة تمتد من أوائل 1950 في الولايات المتحدة الأمريكية عندما أصدر الكونغرس قانون تحويل المياه المالحة ، مما أدى إلى إنشاء مكتب المياه المالحة عام 1955 وكانت المهمة الرئيسية البحث و التطور في مشاريع المياه المالحة وحل قضايا ندرة المياه في المجتمعات النائية و الصحراوية ، و في الستينات والسبعينات تم بناء العديد من محطات التقطير الشمسي الحديثة على الجزر اليونانية مع قدرات تتراوح ما بين 2000 إلى $8500m^3/jour$ ، وفي 1984 تم بناء مصنع في أبوظبي بسعة $120m^3$ في اليوم ولا يزال قيد التشغيل [15].

2.4.1) المقطر الشمسي:

المقطر الشمسي هو عبارة عن صندوق خشبي ذو غطاء زجاجي شفاف يسمح بنقل الإشعاع الشمسي يحوي هذا الصندوق على كمية من الماء المالح فوق قاعدة سوداء ، لامتصاص أكبر قدر من الإشعاع ، و بتأثير حرارة الإشعاع تصبح درجة حرارة الماء داخل الصندوق أعلى مما يحيط به ، الأمر الذي يساعد على تبخير الماء ليتصاعد البخار و يتكثف على السطح الداخلي للزجاج ، ثم يتجمع في القناة الخاصة بالماء المقطر.[3]
من الضروري عزل قعر الحوض و جوانبه بالعوازل الحرارية لتقليل انتقال الحرارة من ماء الحوض إلى الخارج و ذلك لرفع كفاءة المقطر ، وأن يطلى قعر الحوض بطلاء أسود غير براق ، و كذلك إحكام غلق جوانب الحوض لتقليل تسرب الهواء المشبع بالبخار من الداخل إلى الخارج و لتقليل انتقال الحرارة عبر فتحات تسرب الهواء ، وهنالك أنواع مختلفة من المقطرات الشمسية الشكل (1-1).

3.4.1) مبدأ عمل المقطر الشمسي :

تنبعث أشعة الشمس على الماء فإنها تسخن الماء الموجود في الحوض نتيجة لسقوط أشعة الشمس و ترتفع درجة حرارته إلى مستوى أعلى من درجة حرارة الغطاء الزجاجي و أعلى من درجة حرارة الهواء الموجود داخل الحوض بين سطح الماء و الغطاء الزجاجي و نتيجة لفارق الضغط الموجود بين طبقة البخار الملامسة لسطح ماء الحوض و البخار الموجود في الهواء فإن الماء يبدأ في التبخر[11] ، و من جانب آخر ذكرنا أن درجة حرارة الغطاء الزجاجي تكون اقل من درجة حرارة ماء الحوض و ما أن يلامس البخار المشبع سطح الزجاج الداخلي حتى يبدأ جزء من البخار بالتحول إلى سائل على شكل قطرات ، و حتى يصبح ضغط البخار في الهواء المشبع مساويا للضغط عند درجة حرارة سطح الزجاجي الداخلي ، يتكاثف هذا البخار على سطح الزجاجي الداخلي و ينزلق بتأثير ثقله إلى قناة تجميع الماء المقطر . و هناك نظامين لتغذية المقطرات الشمسية البسيطة ، ففي النظام الأول تتم التغذية على شكل دفعات حيث يغذى الماء المالح إلى المقطر على فترات زمنية مختلفة ، أما في النظام الثاني فتكون تغذية مستمرة و بمقدار معين إلى المقطر [12] .



الشكل (1–1) : رسم تخطيطي لمقطر شمسي بسيط

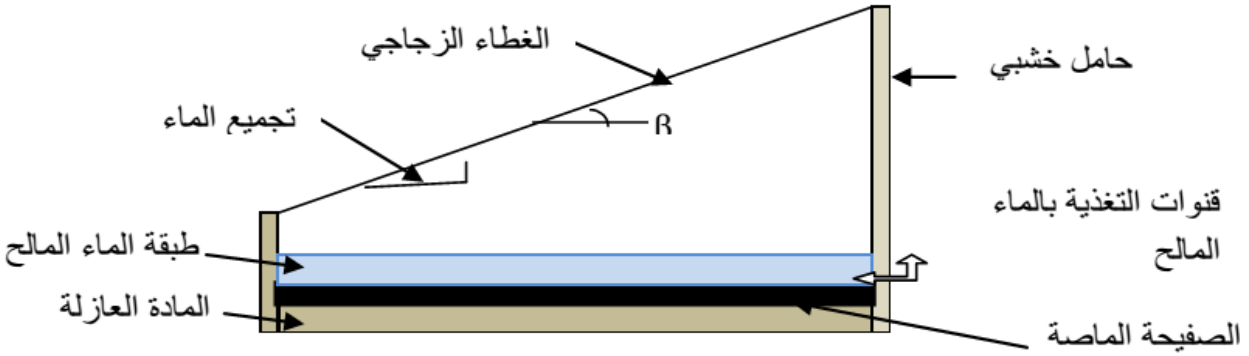
5.1) أنواع المقطرات الشمسية:

بالرغم من وجود أنواع مختلفة من المقطرات الشمسية إلا أنها تعتمد على نفس المبدأ منها:

1.5.1) المقطرات الشمسية البسيطة:

هي مقطرات لها صدى جيد في بعض دول العالم ، تحتوي على حوض مملوء بالماء المالح وملون بالأسود من أجل التقاط أكبر كمية من الإشعاع الشمسي ويغطى بقطعة زجاجية شفافة ، يجب أن يكون هذا الأخير مائلا ليتكاثف البخار في الجزء الداخلي للغطاء ، ومن إيجابياته إنشاؤه وصيانته بسهولة ، ثمنه نوعا ما منخفض ، أما سلبياته فتتمثل في إنتاجه الضعيف للماء الصالح للشرب بسبب انخفاض الفعالية.[17 16]

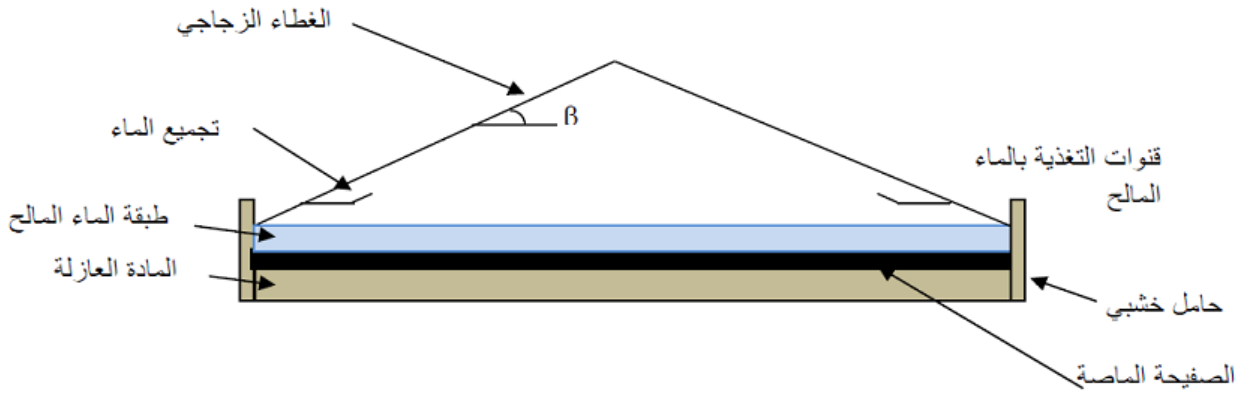
1.1.5.1) المقطر الشمسي بميل واحد: (Distillateur a pente unique):هو مقطر بلاقط واحد مائل بزاوية (β) ، وهو سهل التنظيف نظرا لسهولة تركيبه[18] موضح في الشكل (1-2).



الشكل(1–2): المقطر البسيط بميل واحد

2.1.5.1) المقطر الشمسي بميلين: (Distillateur a double pentes)

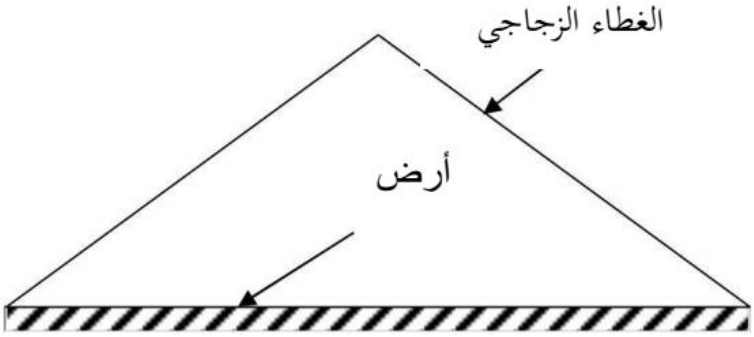
يسمى مقطر بلاقطين حيث كل منهما يميل بزاوية (β) ، ومن مميزاته أن أحدهما يوجه للشمس والآخر للظل لتسريع عملية التكثيف [18]موضح في الشكل (1-3).



الشكل (1-3):المقطر البسيط بميلين

3.1.5.1) المقطر الشمسي أرض – ماء:(Distillateur solaire terre-eau)

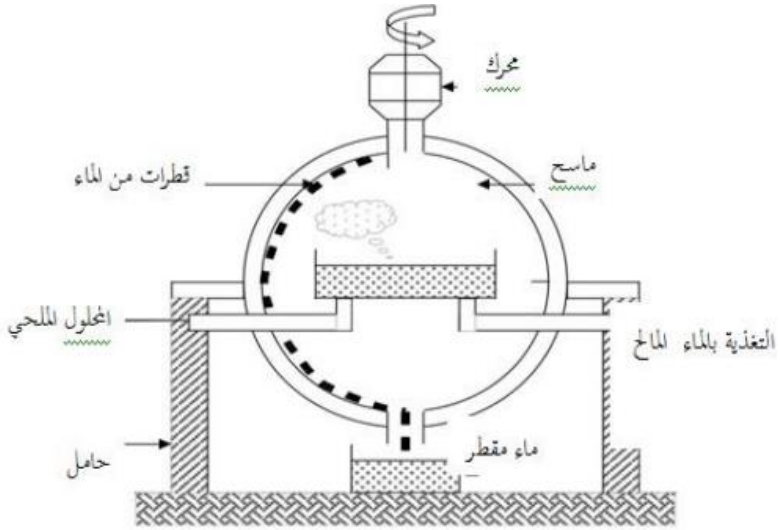
كميات كبيرة من الرطوبة تخزن (تدخر) في الأرض لتعود للغلاف الجوي في المناطق الجافة خلال الفصل الساخن لإتمام الدورة الهيدروجينية الطبيعية ، لهذا نستعمل المقطر الشمسي (أرض . ماء) الذي يشبه المقطر ذو ميلين فقط نعوض الحوض الأسود بالأرض [17]موضح في الشكل (1-4).



الشكل (1-4): مقطر شمسي أرض- ماء

4.1.5.1) المقطر الكروي بماسح :(**Distillateur sphérique a balayage**)

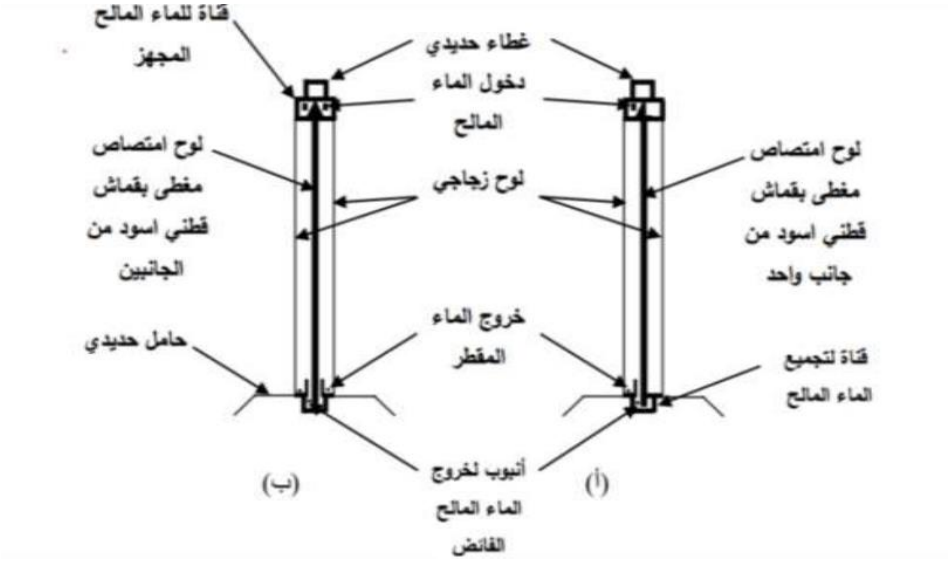
هذا النوع من المقطرات أول من اقترحه هو Pr .Menguy بجامعة لندن ، ويكون على هيئة كرة شفافة مصنوعة من الزجاج في وسطها حوض دائري أفقي ، له لون أسود يعمل كماص للإشعاع الحراري ، يوضع فيه الماء المالح لتبخيره ، ثم يتكثف هذا البخار المتصاعد إلى أن يمس السطح الداخلي للزجاج ، ثم يجمع في أسفل الشكل الكروي ، ولجعل الزجاج شفافا يستعمل في السطح الداخلي ماسح يدور بواسطة محرك كهربائي في أعلى المقطر[20 4 19] موضح في الشكل (1-5).



الشكل(1-5):مقطر كروي بماسح

5.1.5.1) المقطر الشمسي العمودي :(**Distillateur solaire a multipies etages**)

يتكون هذا النوع من لوح امتصاص مصنوع من الألمنيوم يغطى بقماش قطني أسود اللون ، يتم تجهيز المقطر بالماء المالح المراد تقطيره من خزان رئيسي الذي يرتبط بالمقطر عن طريق أنبوب بلاستيكي ، وبمعدل تدفق مسيطر عليه بواسطة صمام ، يدخل الماء المالح إلى المقطر العمودي عن طريق الأنبوب الموجود في القناة العليا بعمق محدد والموجود فيها الطرف العلوي للقماش القطني الأسود لكي يتشبع بالماء وبفعل الجاذبية وامتصاصية القماش للماء تبلل كامل القطعة بالماء ، ويتوزع بشكل شبه متساوي ويتعرض لعملية التبخير ثم يتكاثف البخار على السطح الداخلي للزجاج ويتم نزول الماء إلى قناة تجميع الماء.أما الماء الفائض عن التبخير يتجمع في القناة السفلى الموجود فيها الطرف السفلي من قطعة القماش ليساعد أيضا على ابتلال قطعة القماش من الأسفل وصعوده بخاصية الأنابيب الشعيرية وما فاض عن ذلك يخرج من أنبوب خروج الماء المالح المربوط في القناة السفلى)[21].موضح في الشكل (1-6)



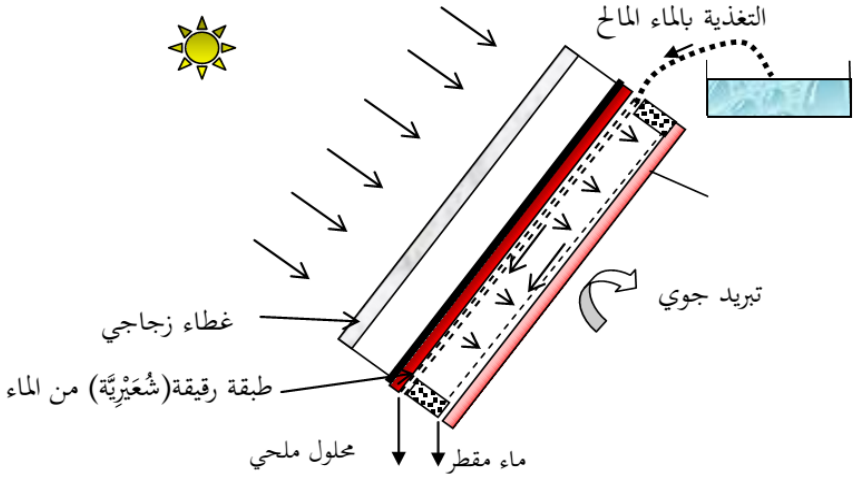
الشكل(1–6): المقطر الشمسي العمودي

(أ):مقطر شمسي عمودي ذو جانب واحد.

(ب):مقطر شمسي عمودي ذو جانبين.

6.1.5.1) المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية :

أول من اقترح هذا النوع من المقطر هو Pr.P.Legofe بمخبر العلوم و الهندسة الكيميائية ب Nancy بالتعاون مع Pr.Ouahes بجامعة الجزائر ، و هو عبارة عن مجموعة من الطوابق المعدنية (من الألمنيوم مثلا) متقابلة و متوازية عموديا، مركبة داخل إطار خشبي معزول عزلا حراريا جيدا من الجهات الجانبية ، كما يوجد غطاء زجاجي في الجهة العليا، إن الطابق الأول مطلي باللون الأسود لامتصاص أكبر قدر من الطاقة الشمسية الساقطة عليه ، و جميع الطوابق مغطاة من الخلف بقماش من نوع الشاش للامتصاص و للاحتفاظ بالماء المراد تحليته ، و الذي بدوره يمتص الحرارة من الطابق الأول (L'absorbeur) فيتبخر الماء بفعل الحرارة المكتسبة من الإشعاع الحراري ، و يتكثف على السطح المقابل البارد ، كما أن الحرارة المكتسبة من التكثيف تقوم بتسخين الماء السائل على الشاش الملتصق خلف سطح التكثيف ، و هكذا تتكرر العملية حتى الطابق الأخير موضح في الشكل (–71).[22 23 24]



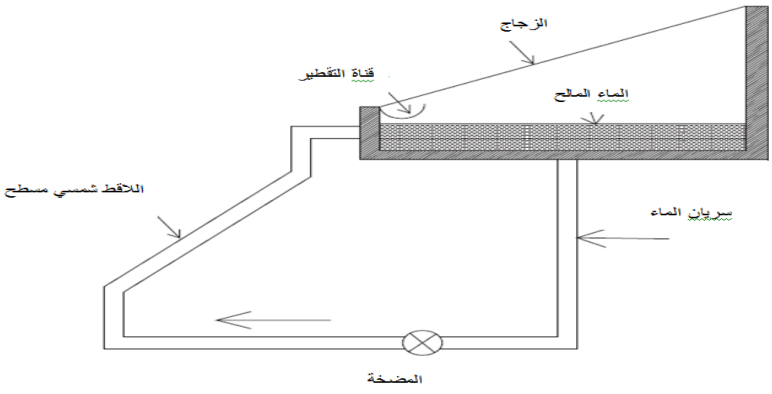
الشكل(1–7): المقطر الشمسي بالشريط الشعيري للماء

2.5.1) المقطرات الشمسية المركبة:

وهي عبارة عن المقطرات الشمسية البسيطة التي يتم ربطها بالأجهزة الملاحقة من أجل المساعدة في زيادة الإنتاجية اليومية للمياه (لاقط شمسي – مضخة حرارية – مبدل حراري – أجهزة أخرى) .

1.2.5.1) مقطر مربوط بلاقط شمسي ذو صفيحة مسطحة:

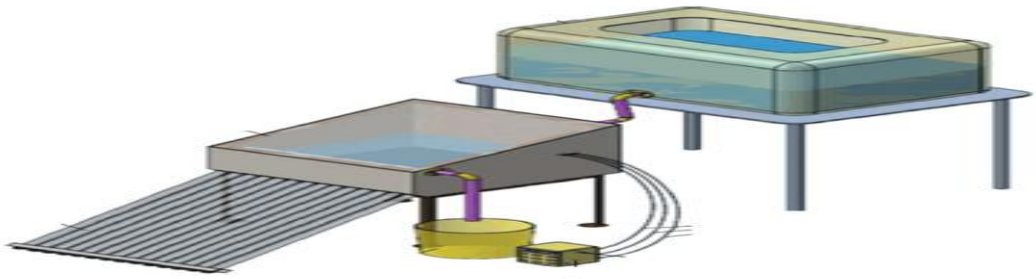
ويتم فيها ربط مقطر شمسي أحادي الميل أو بميلين بلاقط شمسي ذو صفيحة مسطحة، و يحدث فيها دوران الماء من المقطر الشمسي إلى اللاقط الشمسي بمساعدة مضخة حرارية لضخ الماء لزيادة درجات حرارة الحوض للمساهمة في زيادة عملية التبخير في المقطر الشمسي و في الأخير زيادة الإنتاجية اليومية للماء المقطر موضح في الشكل (1–8) .[25].



الشكل(1–8): مقطر مربوط بلاقط مسطح

2.2.5.1) مقطر مربوط بلاقط شمسي وبلاقط سطحي متعدد الأنابيب:

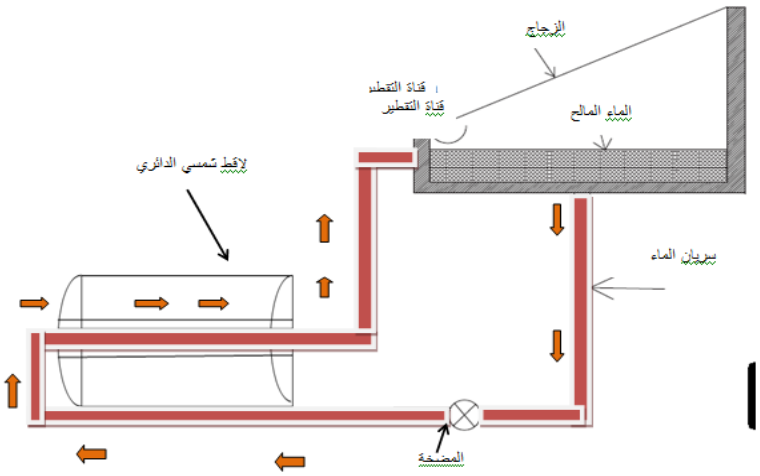
هو عبارة عن مجموعة من الأنابيب كل أنبوب يحتوي على الماء المالح ، يسخن الأنابيب التي تستقبل الحرارة عن طريق الإشعاع الشمسي فيسخن الماء المالح ويصعد إلى الحوض وينزل الماء البارد في الحوض حسب مبدأ دافعة أرخميدس وهذا مما يساهم في زيادة درجة حرارة الحوض ومنه الزيادة في المردود اليومي للماء المقطر والموضحة في الشكل (1-9).[26]



الشكل(1-9): مقطر مربوط بلاقط متعدد الأنابيب

3.2.5.1) مقطر مربوط بلاقط شمسي نصف دائري :

يعتبر نفس مبدأ عمل المقطر الشمسي مع اللاقط ذو صفيحة مسطحة لكن استبدال اللاقط ذو الصفيحة المسطحة بلاقط دائري للزيادة في استقبال الأشعة الشمسية ،ويتم فيه ربط مقطر شمسي أحادي الميل أو بميلين بلاقط شمسي دائري ،حيث فيها يتم دوران الماء من المقطر الشمسي إلى اللاقط بالاعتماد على مبدأ دافعة أرخميدس متمثلة في الشكل (1-10)[27]



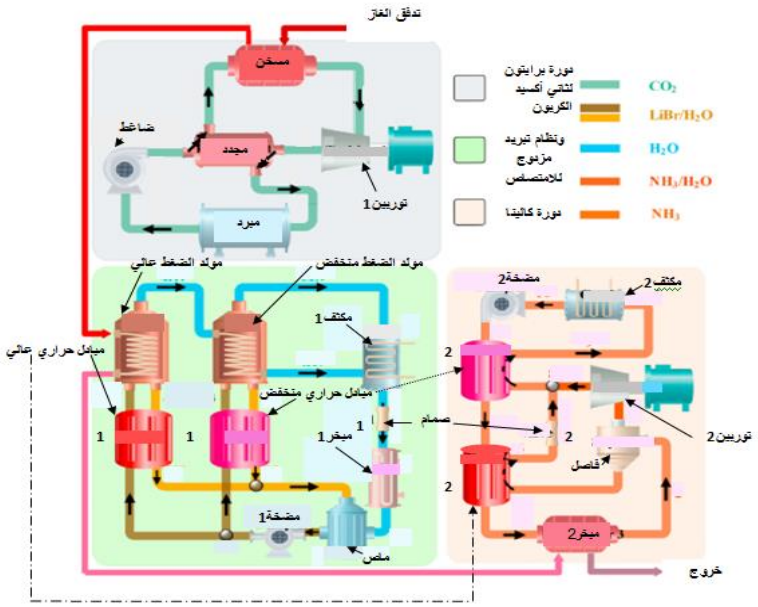
الشكل(1-10):مقطر مربوط بلاقط نصف دائري

6.1) تقنيات استغلال الحرارة الضائعة (الطاقة الأحفورية و الطاقة الشمسية):

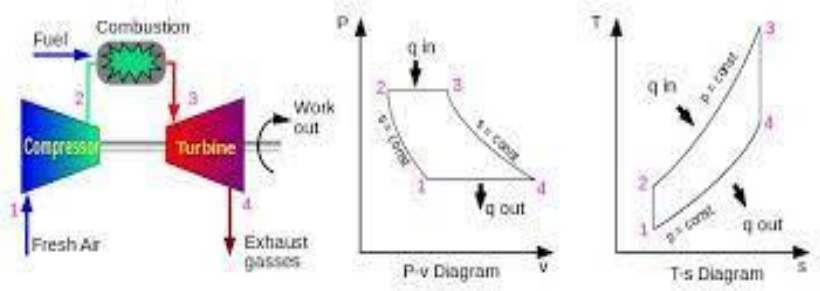
من أجل رَفْع مرْدُود المقطر الشمسي ، كان لابد من تحسين الأجهزة الحرارية عبر اسْتِرْجاَع الْحَرَارَة الْضائِعَة منهم لأنها تعتبر سبب من أسباب ضعف في الإنتاجية اليومية.

1.6.1 استغلال الحرارة الضائعة من مصدر حراري (تدفق الغاز):

هو عبارة عن جهاز يعمل تبعا لنظام متكامل يتألف من دورة برايتون لثاني أكسيد الكربون(مسخن –توربين1–مبرد –ضاغط –مجدد) ، ونظام تبريد مزدوج للامتصاص (مولد الضغط عالي – مولد ضغط منخفض – مبادل حراري عالي1 – مبادل حراري منخفض2 – مبخر 1 – مكثف 1–ماص – مضخة 1– صمام)، ودورة كالينا (مبخر 2–مكثف 2 – صمام – فاصل– توربين 2 – مبادل حراري عالي 2– مبادل حراري منخفض2 – مضخة 2) و الهدف الأساسي منه هو استعادة الحرارة الضائعة باستخدام الغاز الأحفوري الطبيعي كمصدر للحرارة[28] موضح في الشكل (1–11).



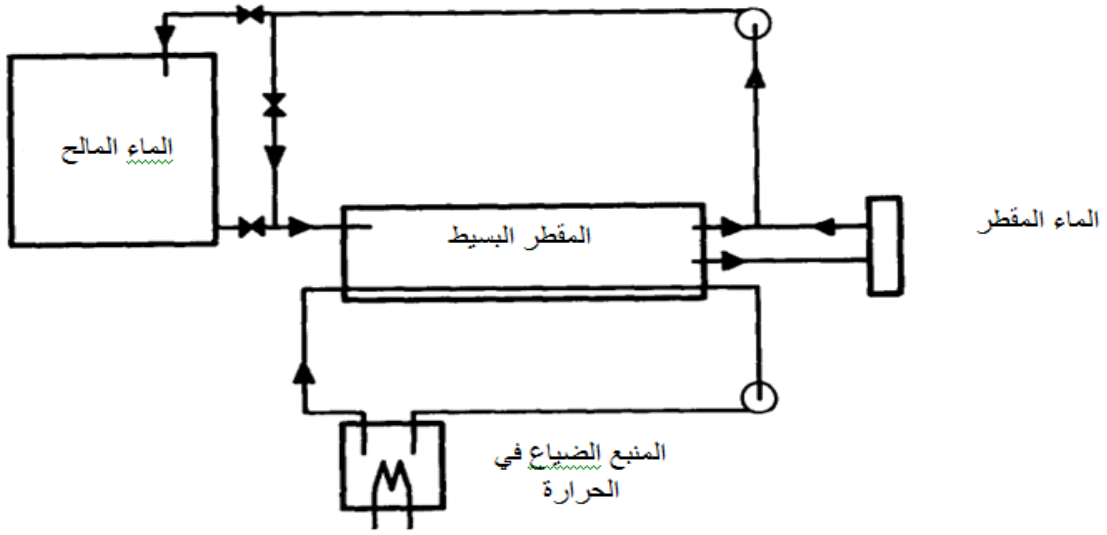
الشكل(1–11):استغلال الحرارة الضائعة من دورة برايتون



الشكل (1.12) مخطط دورة برايتون الحرارية

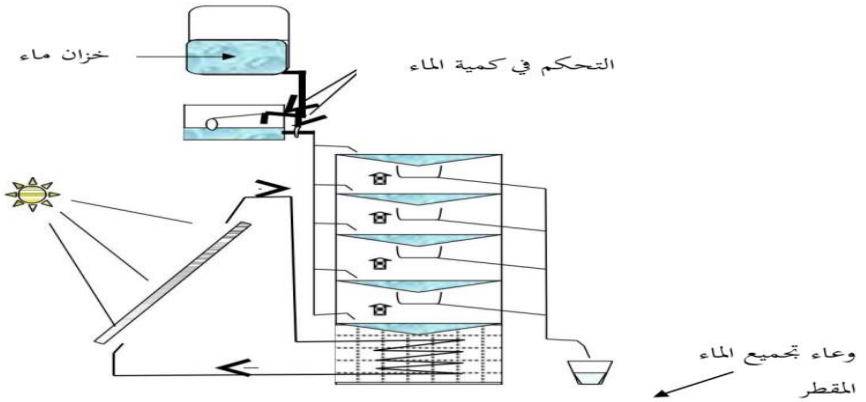
2.6.1) استغلال الحرارة الضائعة من مصدر حراري (ديزل) :

هو عبارة عن مقطر شمسي بسيط يحتوي على الماء المالح ، يسخن حوض المقطر عن طريق المبدل الحراري(منبع حراري)، الذي عند ارتفاع حرارته يفقد حرارة فيستقبل الماء المالح الحرارة ويرفع درجة حرارته فيتبخر الماء المالح ويتكاثف على السطح البارد للمكثف موضح في الشكل (1-13) .[29].



الشكل(1-13):استغلال الحرارة الضائعة من محرك ديزل

3.6.1) المقطر الشمسي متعدد الطوابق: هو عبارة عن مجموعة من الطوابق كل طابق يحتوي على الماء المالح ، يسخن الطابق الأول عن طريق المبدل الحراري الذي يستقبل الحرارة من الماء المسخن باللاقط الشمسي ، فيتبخر الماء المالح ويتكثف على السطح البارد المقابل وحرارة التكثيف بدورها تقوم باسترجاع البخار لتسخين الماء الموجود فوق سطح التكثيف وهكذا تتكرر العملية حتى الطابق الأخير[30]، موضح في الشكل(1-14) .



الشكل (1-14): المقطر الشمسي المتعدد الطوابق

7.1) العوامل الخارجية و الداخلية المؤثرة على مردود المقطر الشمسي :

1.7.1) العوامل الخارجية :

1.1.7.1) شدة الإشعاع الشمسي (HS) :

أهم عامل في دراسة المقطر الشمسي ، و يكون طول موجة الطاقة المنبعثة ما بين ($0.17\ \mu m$ ـ 4) و أعلى شدة نحصل عليها للإشعاع الشمسي عندما يكون طول الموجة $0.7\ \mu m$ في المجال المرئي و تصل الشدة الكلية للإشعاع الوارد إلى السطح $1.3Kw/m^2$ وهي قيمة ضعيفة و هذا نظرا لامتصاص الغلاف جزء من هذا الإشعاع ، و يكون بمقدار أحسن عندما يكون سمك الغلاف الجوي رقيق جدا و تقدر الاستطاعة الشمسية المتوفرة نظريا على سطح الأرض مابين ($0.95\ Kw/m^2$ ـ1.225)،إذ تزداد إنتاجية المقطر بارتفاع قيمة شدة الإشعاع الساقط على سطح الغطاء و تقل الإنتاجية بانخفاض قيمة شدته [31].

2.1.7.1) سرعة الرياح (V m/s) :

يلعب تأثير الحمل على الوجه الخارجي للزجاج دورا مهما في تشغيل النظام، وتقاس سرعة الرياح بمقياس الرياح anémometreالموضوع بالقرب من الزجاج، و قد اعتبر Duffie et Beckmanبأن سرعة الرياح تتعلق بمعامل الانتقال بالحمل بين الغطاء و الوسط الخارجي [31].

3.1.7.1) درجة حرارة الهواء المحيط (Ta):

تدخل قيمة درجة حرارة الهواء المحيط في تحديد التغيرات الحرارية بين الجزء الداخلي للمقطر و الوسط الخارجي ، و ترتبط مباشرة بالحمل الطبيعي على مستوى الزجاج ، فتأثيرها يتناسب تناسبا طرديا مع درجة حرارة الزجاج .[31 33]

يساعد ارتفاع درجة حرارة المحيط على تحسين مردود المقطر الحوضي الشمسي ، حيث يعتبر هذا التحسين ملموسا أكثر في حالة المقطرات رديئة العزل .

4.1.7.1) عوامل أخرى :

هناك عوامل اخرى جوية بالإضافة إلى العوامل السابقة ، مثل رطوبة الهواء أو المغياثية اللذان يجب أن تؤخذان بعين الاعتبار في القياس ، بحيث أنهما تغيران في الموازنة الحرارية للمقطر .[31]

2.7.1) العوامل الداخلية :

سندرس تأثير العوامل التالية على فعالية النظام :

- عزل الأوجه الجانبية للمقطر
- سمك الماء الموجود في المبخر
- الخصائص الفيزيائية للجدار الداخلي[31]

1.2.7.1) ميل الزجاج على السطح الأفقي :

إن لميل الزجاج دورا مهما في عمل المقطر الشمسي ، لذا فإنه من المهم اختيار ميلان أدنى للزجاج بدون إحداث تسرب (نزول) قطرات الماء إلى حوض الماء المالح ، و تقدر القيمة التقريبية لهذا الميلان بعد دراسة أجريت لعدة قيم (زوايا) أن تصميم الغطاء بزاوية بين (10° ـ50°[32]) ، إذا عند الانحدار الأمثل للغطاء تصل إنتاجية المقطرات الشمسية إلى أقصى قيمة لها ، و كذلك يعتمد الانحدار الأمثل للغطاء على الموقع الجغرافي للمقطر و على الظروف الجوية المحيطة بالإضافة إلى زاوية الارتفاع الشمسي

2.2.7.1) ارتفاع مستوى كتلة الماء المقطر :

إن ارتفاع مستوى الماء المالح في الحوض له دورا مهما في عملية التقطير ، فيزداد الإنتاج اليومي للتقطير كلما كان عمق الماء صغيرا و محصورا بين 1cm و 1.5cm.[34]

3.2.7.1) المسافة التي تقسم السطح الحر إلى لاقطين :

تؤثر مباشرة على الضغط الداخلي للمقطر ، فالزيادة في حجم المقطر تسبب نقصانا في الضغط ، و هذا يؤثر على التغيرات الحرارية و يؤدي إلى نقصان في درجات الحرارة لمركبات المقطر .[35]

4.2.7.1) خصائص مكونات المقطر الشمسي

1.4.2.7.1) الزجاج:

يختلف الزجاج حسب خصائصه :

- ✓ السمك
- ✓ اللون : يجب أن يكون شفافا
- ✓ الانعكاس : يجب أن يكون على الأقل ما بين(5 ـ10 %)
- ✓ الامتصاص : يجب أن يكون من 5 %
- ✓ العبور : أكثر من 90 % [34]

2.4.2.7.1) الصفيحة المعدنية :

توجد عدة أنواع من الصفائح المعدنية وفقا لخصائصها ، لذا يجب أن نختار الصفيحة الملائمة لاستخدامها للماص و كذلك للغطاء الزجاجي.

- ✓ السمك
- ✓ التوصيلية : يجب أن نختار صفيحة لها توصيلية حرارية مرتفعة .
- ✓ مقاومة التآكل : الصفيحة المعدنية تكون في تلامس مع الماء ، من أجل هذا يجب اختيار صفيحة تقاوم ظاهرة التآكل .[36 37]

3.4.2.7.1) العازل :

العازل في المقطر هو العنصر الرئيسي ، و لاختيار عازل جيد يجب معرفة كل الخصائص التالية التوصيلية الحرارية : التوصيلية الحرارية للعازل يجب أن تكون قليلة ليكون عزل حراري جيد .[38]

8.1) الخاتمة:

من أجل تحسين منظومة التقطير الشمسي و السعي في زيادة الإنتاج من الماء المقطر تم في هذا الفصل دراسة أحد أنواع المقطرات الشمسية الأكثر استخداما ألا و هو المقطر الشمسي البسيط أحادي الميل و الذي يرتكز مبدؤه أساسا على تسخين ماء الحوض عن طريق الأشعة الشمسية المباشرة، كما أننا تطرقنا في الدراسة النظرية إلى أنواع المقطرات الشمسية بالإضافة إلى العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على مردود المقطر ،ستتم الدراسة التجريبية في الفصل الموالي

الفصل الثاني

الدراسة التجريبية للمقطر الشمسي البسيط

يحتوي هذا الفصل على التجارب المنجزة و الظروف الجوية والمتمثلة في :

- ✓ النماذج الأولية.
- ✓ الظروف الجوية.
- ✓ الأدوات المستعملة.
- ✓ التجارب (التجربة 1 و التجربة 2).

1.2) مقدمة:

تم التطرق في الفصل السابق إلى الدراسة النظرية للمقطر الشمسي أحادي الميل ، أما في هذا الفصل سنتطرق إلى الجانب التجريبي والمتمثل في تحسين المقطر الشمسي باستعمال اللاقط الشمسي الهوائي بالاستعانة بالتجارب التي تمت في مخابر الطاقات المتجددة للمناطق الصحراوية (LENREZAS)- قسم الفيزياء ـ بكلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة ورقلة(الجنوب الشرقي) ، واعتمدت هذه التجارب لتصحيح الفرضيات النظرية ولوضع أسس صحيحة ونماذج شبه تجريبية يمكن الاستفادة منها ، وتمت هذه التجارب على مدى الأشهر من فيفري إلى مارس .2022

2.2)النماذج الأولية للأجهزة التجريبية:

تم الاعتماد في إنجاز هذا العمل على مقطرين الأول عبارة عن مقطر شمسي بسيط ذو حوض وحيد الميل (1) له الأبعاد التالية:

- لون الحوض : أسود غير براق.
- سمك الزجاج :(4mm).
- أبعاد الحوض : (الطول xالعرض):(33.5cm × 55.5cm).
- أبعاد الغطاء الزجاجي :(35cm × 65cm).
- عمق الماء 1.5cm

و الثاني و هو المقطر الشمسي المحسن له نفس أبعاد المقطر(1) لكن متواجد داخل مغلف خشبي مرتبط بلاقط شمسي هوائي له الأبعاد التالية:

- المغلف الخشبي:من خشب.
- سمك الخشب :(12mm).
- أبعاد المغلف الخشبي : (الطول xالعرض):(54cm × 78cm).
- لون السطح : أسود غير براق.
- سمك الزجاج :(4mm).
- أبعاد اللاقط الشمسي الهوائي: الجزء الرئيسي (الطول xالعرض):(58cm × 90cm).
- و الجزء المضاف:(58cm × 20cm).
- أبعاد الغطاء الزجاجي :(57cm × 78.5cm)

3.2)الأجهزة المستعملة في التجارب:

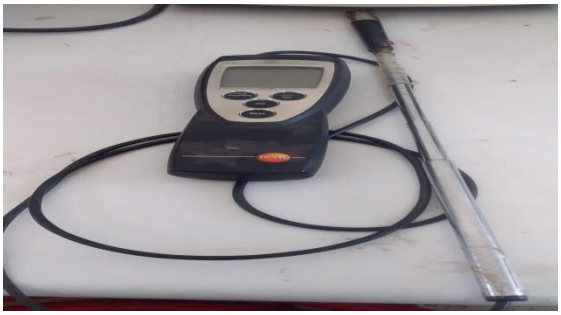
وتم إنشاء محطة أرصاد جوية تابعة للمخبر تقوم بجميع القياسات السابقة ، والأجهزة السالفة الذكر كلها متصلة بهذه المحطة. وكانت النتائج التجريبية تأخذ من 8:00 صباحا إلى غاية 17:00 مساء على مدى 9 ساعات من المراقبة وتدوين النتائج التجريبية كل ربع ساعة، أما قيم الماء المقطر المنتج فكانت تأخذ كل ساعة.

- جهاز قياس الإشعاع الشمسي(Solari-mètre): يتركب من جزء يوضع على الغطاء الزجاجي ، وجهاز إلكتروني يحول الإشعاع إلى قراءة مباشرة على شاشة صغيرة رقمية ، تعطي القيمة الحقيقية للإشعاع الساقط على الغطاء الزجاجي بw/m^2.

- جهاز قياس درجة الحرارة(المزدوجات الحرارية-Thermocouples) : وهي عبارة عن زوج من المعدن على شكل سلكين ملتحمين التحاما ذاتيا ، تربط كل مزدوجة حرارية بجهاز ملي فولطمتر خاص ، به شاشة رقمية يحول هذا الجهاز الفرق في درجة الحرارة إلى تيار كهربائي ، يقرأ على إثره قيمة درجة الحرارة في المكان الموضوعة فيه المزدوجة. وكان عدد المزدوجات كافيا لكي نقيس درجة الحرارة في كل السطوح والمواضع في النماذج الأولية.

- ونستعمل في هذه التجارب جهاز متعدد القياس مصنع من طرف شركة KEITHLEY يقيس فرق الكمون الناتج من المزدوجات الحرارية مدعم ببرنامج Excel-link في حاسوب به واجهة إلكترونية USB ، يعطينا قيم درجة الحرارة كل 15min.
- جهاز قياس درجة حرارة الجو(المحرار-Thermomètre) : يوضع مقياس درجة حرارة الجو على ارتفاع واحد متر من سطح التربة في مكان به ظل ، والجهاز متصل بالكمبيوتر.
- جهاز قياس الضغط الجوي(البارومتر-Baromètre): لقياس الضغط الجوي نستخدم البارومتر وهو يقيس الضغط المطلق في المنطقة التي تمت فيها التجربة و هو متصل بالكمبيوتر.
- جهاز قياس سرعة حركة الهواءالدوار(Anémomètre) : وهو مزود بمروحة تقيس السرعة حسب عدد دورات المروحة وهو متصل بالكمبيوتر.

الجدول(2-1): أجهزة القياس المستعملة في التجربة

جهاز قياس شدة الاشعاع الشمسي	جهاز قياس الاشعاع الشمسي
جهاز فوتوغرافي لقياس الموصلية الحرارية (Armfield)	جهاز قياس درجة الحرارة (المزدوجات الحرارية)
	
محطة الأرصاد الجوية	جهاز قياس سرعة الرياح

4.2) الأدوات المستعملة في التجارب:

- الأنابيب المدرجة(Tubes Graduées) : تستعمل لقياس كمية الماء في كل مدة زمنية(60 دقيقة)، وبذلك نحسب التدفق الكتلي أوالحجمي للماء وكذلك حساب كمية الماء المُجَمَّع.
- حوض التغذية بالماء(Basin d'Alimentation d'Eau) : وهو مزود بتركيبة تضمن بقاء مستوى الماء ثابتاً، ويستعمل هذا التجهيز في كل أنواع المقطرات.
- أنابيب بلاستيكية(Tubes plastiques) : وهي أنابيب ذات قطر 5mm إلى 10mm للتوصيل بين مختلف أجزاء المقطر ونقل الماء مهما كانت نوعيته(نقي-مالح-محلول ملحي).وأيضا تستعمل في تجميع الماء المقطر.

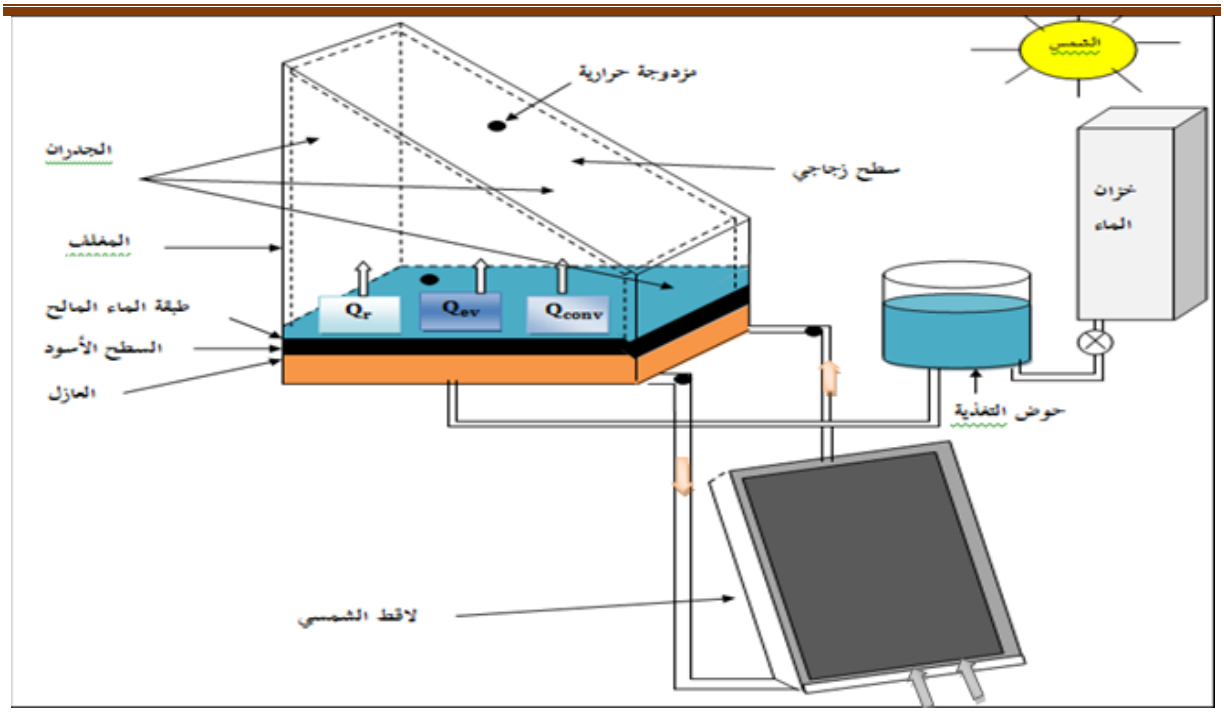
الجدول (2-2): الادوات المستعملة في التجربة

الانابيب المدرجة	أنابيب بلاستيكية

5.2)التجارب:

1.5.2)التجربة الأولى:في حالة اللاقط الشمسي مفتوح

1.1.5.2)وصف التجربة الأولى:لدنيا في هذه التجربة مقطرين شمسيين (1) و(2)حيث يتم فيها ربط اللاقط الشمسي الهوائي بالمقطر المتواجد داخل المغلف الخشبي مع ترك مدخل اللاقط مفتوح ، كما هو موضح في الشكل(**2-1**)،وتمت التجربة على النموذجين على مدى 3 أيام كاملة (09 14 15 فيفري 2022) للمقارنة بين المقطرين الشمسيين، والظروف الجوية التي سادت هذه الأيام ظروف مختلفة ، وتم ضبط أجهزة القياس لقياس المتغيرات والثوابت المأخوذة بعين الاعتبار في التأثير المباشر وغير المباشر في كمية الماء المقطر والتدفقات الحرارية الداخلية والخارجية والضائعة بالنسبة لكل نموذج، ثم دونت هذه النتائج في جدول Excel وتم رسم المنحنيات الموضحة أدناه ببرنامج Origine08.



الشكل (2-1):رسم تخطيطي يوضح كيفية تجهيز التجربة الأولى(اللاقط الشمسي مفتوح)

الشكل(2-2): صورة توضح كيفية تجهيز التجربة الأولى (اللاقط الشمسي مفتوح)

2.1.5.2) الظروف الجوية الخاصة بالأيام التي تمت فيها التجربةالأولى :

- الإشعاع الشمسي الكلي: كان في المجال من $400W/m^2$إلى $500\ W/m^2$ وقيمة الإشعاع هذه كافية لتسخين السطوح السوداء في النماذج الأولية للمقطرين.

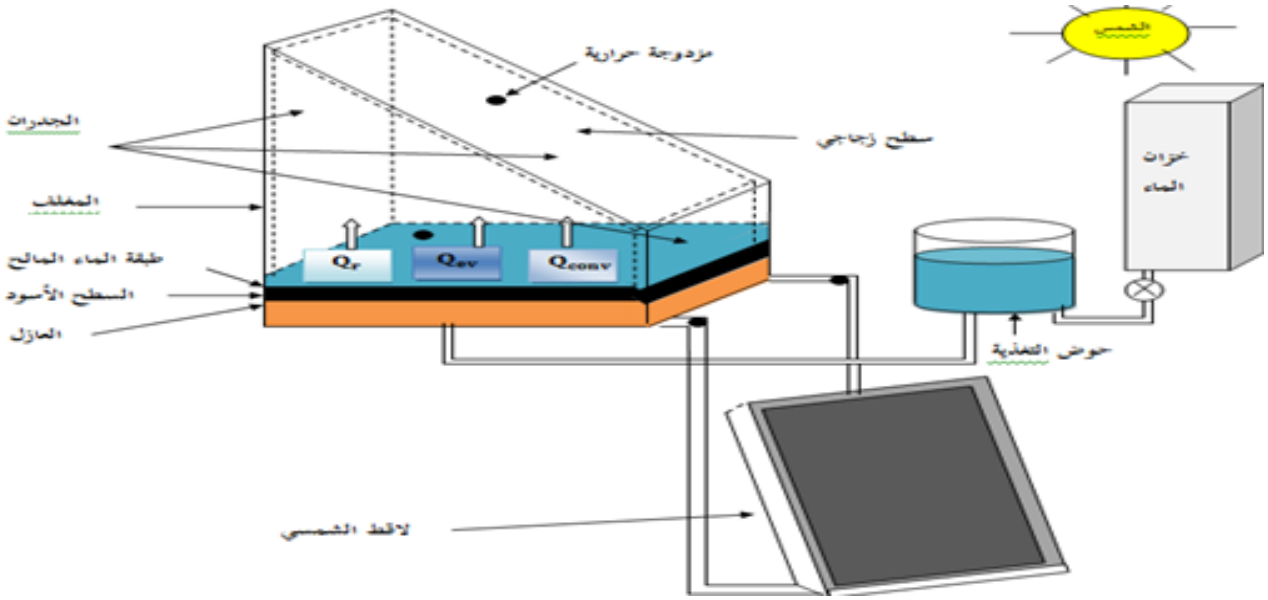
- حركة الهواء: كانت حركة الهواء تقريبا، من $0m/s$ إلى $4.5\ m/s$

- الضغط الجوي: إن الضغط الجوي كان أقل من $1atm$بقليل وذلك لأن منطقة ورقلة مرتفعة عن سطح البحر بـ 140 متر.

- درجة الحرارة الجوية : تتراوح قيمتها$15°c - 20°c$

2.5.2)التجربة الثانية:في حالة اللاقط الشمسي مغلق

1.2.5.2)وصف التجربة الثانية:لدنيا في هذه التجربة مقطرين شمسيين (1) و(2)حيث يتم فيها ربط اللاقط الشمسي الهوائي بالمقطر المتواجد داخل المغلف الخشبي مع غلق مدخل اللاقط الشمسي كما هو موضح في الشكل(2-3)،وتمت التجربة على النموذجين على مدى 5 أيام كاملة(16 فيفري و 01 ، 02 ،07 ، 08 مارس 2022)للمقارنة بين المقطرين الشمسيين .



الشكل(2-3): رسم تخطيطي يوضح كيفية تجهيز التجربة الثانية (اللاقط الشمسي مغلق)

الشكل (2–4): صورة توضح كيفية تجهيز التجربة الثانية(اللاقط الشمسي مغلق)

2.2.5.2) الظروف الجوية الخاصة بالأيام التي تمت فيها التجربة الثانية :

– الإشعاع الشمسي الكلي:كان في المجال، من $400w/m^2$إلى $500w/m^2$وقيمة الإشعاع هذه كافية لتسخين السطوح السوداء في النماذج الأولية للمقطرين.

– حركة الهواء: كانت حركة الهواء تقريبا، من $0\ m/s$إلى$5.5\ m/s$.

– الضغط الجوي:إن الضغط الجوي كان أقل من $1atm$بقليل وذلك لأن منطقة ورقلة مرتفعة عن سطح البحر بـ 140 متر.

– درجة الحرارة الجوية : تتراوح قيمتها$15°c - 20°c$.

6.2)الخاتمة:

في تجربتنا هذه قمنا بتعريض مقطرين شمسيين لهما نفس الابعاد وفي نفس الظروف الجوية في فصل الشتاء (فيفري ـ مارس) حيث أحدهما شاهد والأخر محسن (أجريت عليه بعض التحسينات) ومقارنة النتائج المتحصل عليها ومناقشتها في الفصل الموالي.

الفصل الثالث

النتائج التجريبية ومناقشتها

سنتطرق في هذا الفصل إلى النتائج التجريبية ومناقشتها للمقطر الشمسي البسيط والمتمثلة في:

- ✓ التجربة 1: مقارنة بين مقطرين شمسيين (الشاهد والمحسن) في حالة اللاقط الشمسي مفتوح.
- ✓ التجربة 2: مقارنة بين مقطرين شمسيين (الشاهد والمحسن) في حالة اللاقط الشمسي مغلق.

1.3) مقدمة:

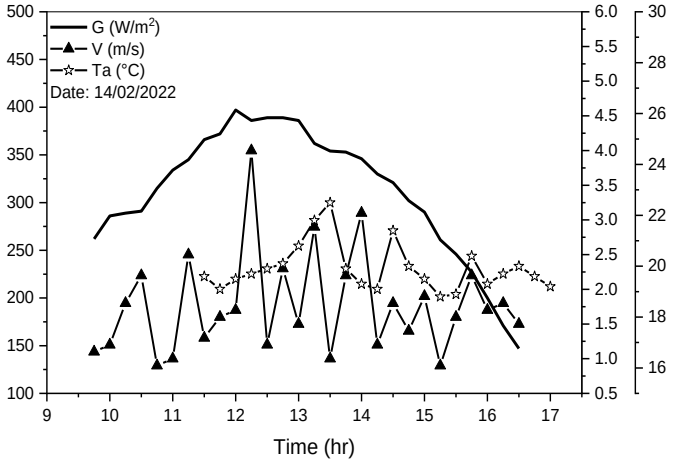
من خلال التجربتين التي أجريت على المقطرين الشاهد والمحسن تمكنا من تمثيل النتائج المتحصل عليها على شكل منحنيات تمثل تغيرات مختلفة من درجات حرارة أجزاء المقطر لكلا المقطرين، وكذا شدة الإشعاع الشمسي و سرعة الرياح و كمية الماء المنتجة بدلالة الزمن خلال الأيام التي تمت فيهاكل تجربة.

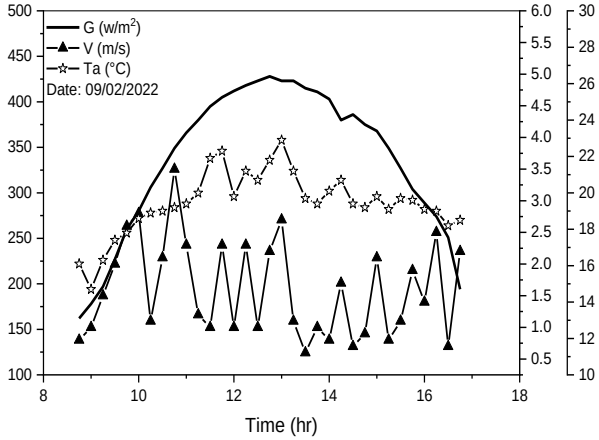
2.3) منحنيات التجربة 1:

1.2.3) التجربة 1: (حالة اللاقط الشمسي مفتوح)

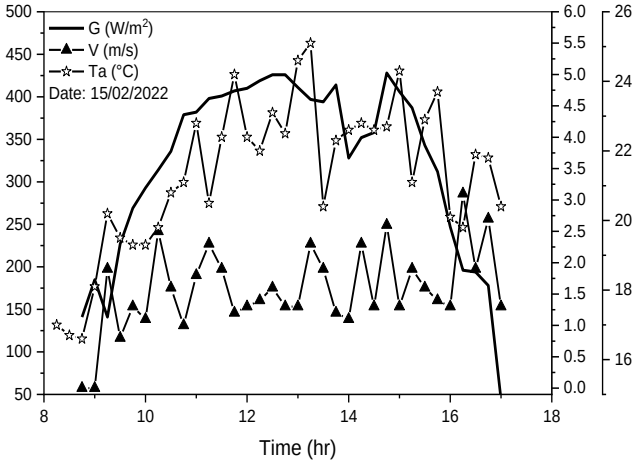
1.1.2.3)مقارنة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط وسرعة الرياح خلال أيام التجربة

2 1





3



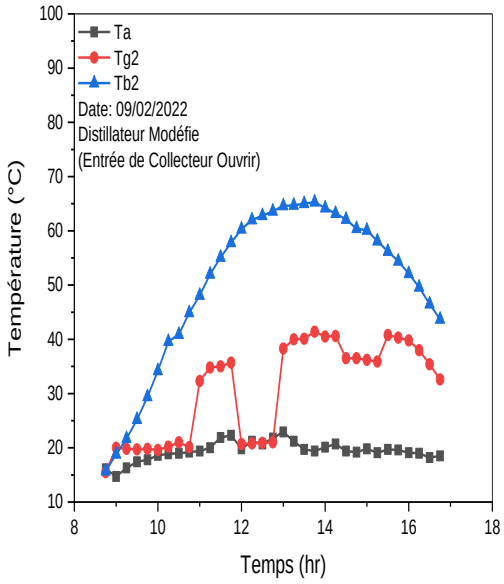
الشكل (3–1): يوضح منحنيات تغيرات شدة الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح و درجة حرارة المحيط بدلالة الزمن

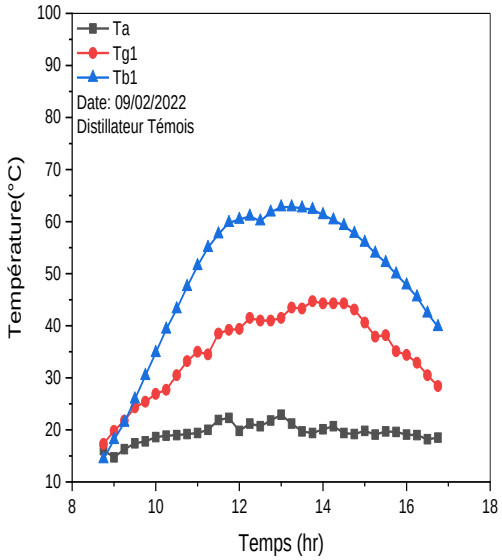
تحليل المنحنيات :

تمثل المنحنيات تغيرات شدة الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح ودرجة حرارة المحيط بدلالة الزمن المحلي لمنطقة ورقلة على مدى 3 أيام (09 14 15 فيفري 2022) ، حيث نلاحظ أن متوسط الاشعاع الشمسي يبلغ ذروته القيمة $328w/m^2$ ، أما بالنسبة لمتوسط حركة سرعة الرياح فيبلغ 1.7m/s، أما متوسط درجة حرارة المحيط فيقدرب 20.5°C .هذه العوامل تدخل في ظروف تشغيل الجهاز تأثيرها قد يكون مباشر وغير مباشر.

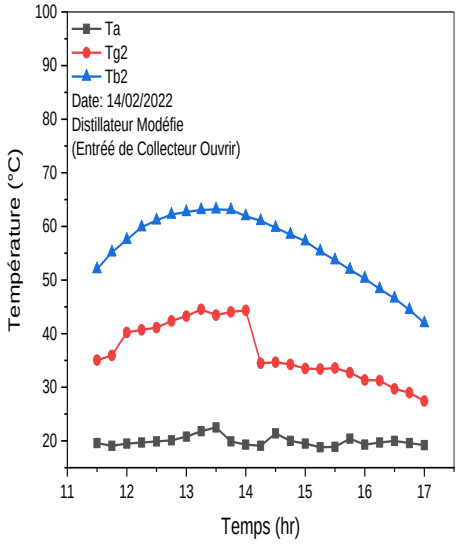
2.1.2.3) مقارنة درجات حرارة بين المقطر (1) والمقطر (2) شمسيين:

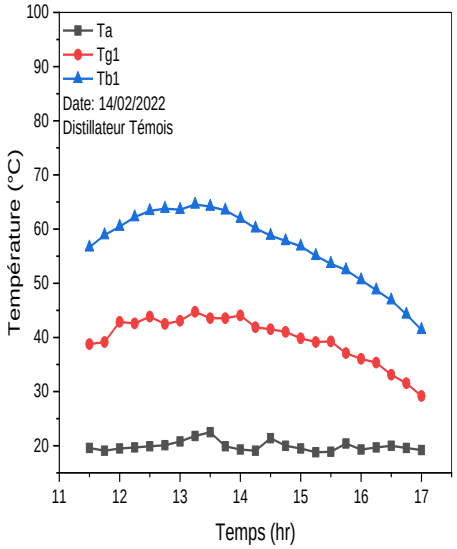
2 **1**



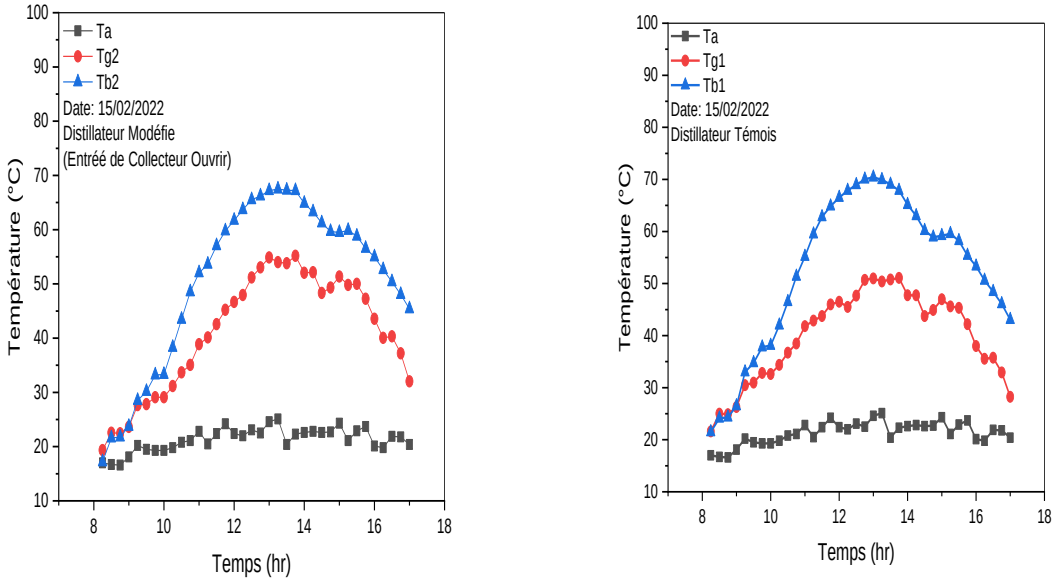


4 **3**





6 **5**



الشكل (3-2): يوضح منحنيات تغيرات درجات حرارة الحوض والزجاج والحيط بالنسبة للشاهد والمحسن بدلالة الزمن في حالة اللاقط الشمسي مفتوح

تحليل المنحنيات:

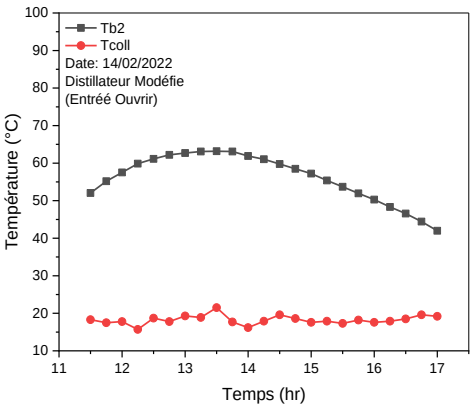
تمثل المنحنيات تغيرات درجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الحوض ودرجة حرارة الزجاج بدلالة **الزمن** المحلي لمنطقة ورقلة لكلا المقطرين (الشاهد والمحسن)،حيث نلاحظ أن درجات حرارة أجزاء المقطر الشمسي الشاهد (درجة حرارة الحوض T_b ودرجة حرارة الزجاج T_g) تكون متزايدة خلال الفترة الصباحية ، حيث يبلغ متوسط درجة حرارة الحوض 50.69°C ودرجة حرارة الزجاج 37.14°C ودرجة حرارة المحيط 20.5 °C في يوم 09 فيفري. ومتوسط درجة حرارة الحوض58.37°C ودرجة حرارة الزجاج 39.59°C ودرجة حرارة المحيط 19.94 °C في يوم 14 فيفري. ومتوسط درجة حرارة الحوض 52.6°C ودرجة حرارة الزجاج 39.9°C ودرجة حرارة المحيط21.3°C في يوم 15 فيفري.

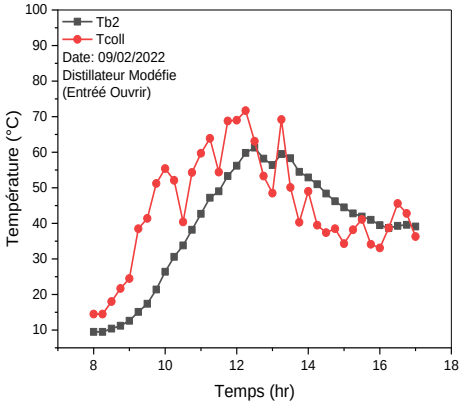
أما بالنسبة للمقطر المحسن يكون متوسط درجة حرارة الحوض 51.92 °C و درجة حرارة الزجاج 33.63°C ودرجة حرارة المحيط 20.5 °C في 09 فيفري .ومتوسط درجة حرارة الحوض56.14°C ودرجة حرارة الزجاج 39.54 °C ودرجة حرارة المحيط 19.94°C في يوم 14 فيفري .ومتوسط درجة حرارة الحوض 50.7 °C ودرجة حرارة الزجاج 41.1°C و درجة حرارة المحيط 21.3°C في يوم 15 فيفري. ثم تبدأ في التناقص خلال الفترة المسائية ،حيث يعود انخفاض درجة حرارة الحوض خلال الفترة المسائية ببطئ بالنسبة للمقطر

المحسن لأن الحوض يقوم بتخزين حرارة خلال الفترة الصباحية لوجود المغلف الخشبي الذي يمنع التسريبات الحرارية أما الشاهد فيتناقص مباشرة خلال الفترة المسائية .

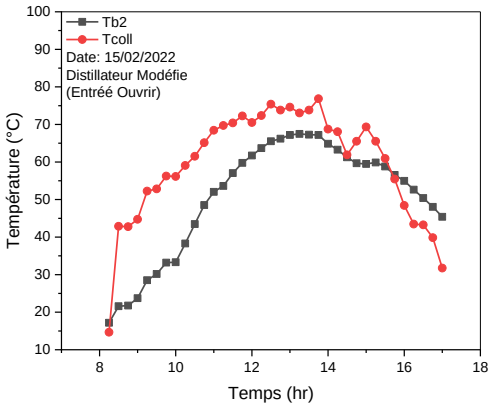
3.1.2.3) مقارنة درجة حرارة الحوض مع اللاقط الشمسي الهوائي المحسن :

1 **2**





3



الشكل(3-3): يوضح منحنيات تغيرات درجة حرارة الحوض و درجة حرارة اللاقط الشمسي بدلالة الزمن في حالة اللاقط الشمسي مفتوح

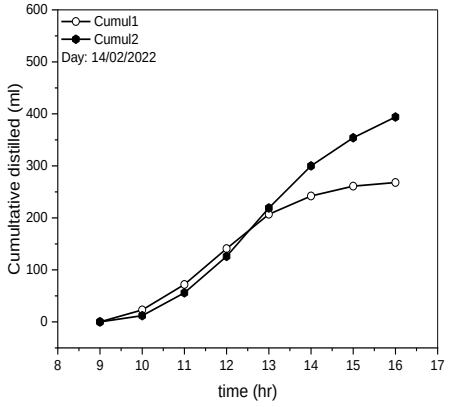
تحليل المنحنيات:

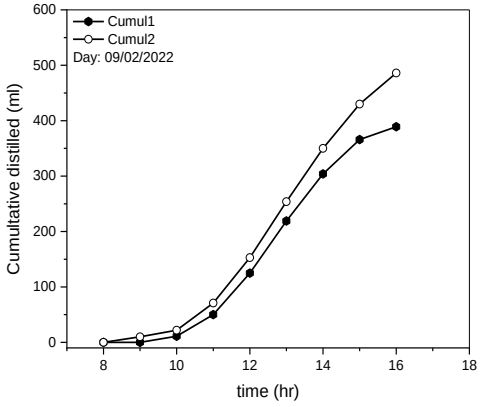
تمثل المنحنيات تغيرات درجة حرارة الحوض و درجة حرارة اللاقط بدلالة الزمن المحلي لمنطقة ورقلة بالنسبة للمقطر المحسن، حيث نلاحظ أن درجة حرارة اللاقط الشمسي مرتفعة عن درجة حرارة الحوض في الفترة الصباحية ، حيث أنه في يوم 09 فيفري يكون متوسط درجة حرارة الحوض 51.92°C و درجة حرارة اللاقط الشمسي60.42°C ، وفي يوم 14 فيفري متوسط درجة حرارة الحوض 56.14°C و درجة حرارة اللاقط الشمسي20.37°C ، أما يوم 15 فيفري فيكون متوسط درجة حرارة الحوض 50.7°C ودرجة حرارة اللاقط

الشمسي59.5°C .ولكن في فترة المسائية نلاحظ انخفاض في قيمة درجة حرارة اللاقط الشمسي مقارنة بالحوض حيث يعود ارتفاع درجة حرارة اللاقط الشمسي خلال الفترة الصباحية مقارنة مع الحوض لأن الهواء الذي يمر عبر اللاقط الشمسي ترتفع درجة حرارته خلال عبوره الحواجز الموجودة فيه ويقوم بامتصاص جزء من حرارة المقطر ذو درجة حرارة أقل، أما في الفترة المسائية فيكون العكس أي درجة حرارة الحوض مرتفعة على درجة حرارة اللاقط الشمسي .

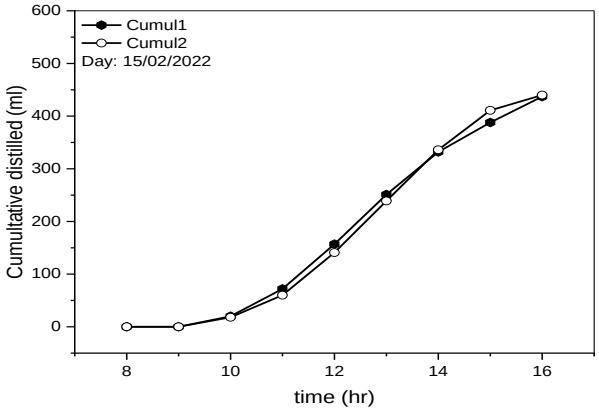
..4.1.2.3) مقارنة الإنتاجية اليومية للمقطر في حالة اللاقط الشمسي مفتوح

2 **1**





3



الشكل(3_4): يوضح منحيات الإنتاجية اليومية للمقطرين الشمسيين بدلالة الزمن في حالة اللاقط الشمسي مفتوح

تحليل المنحنيات:

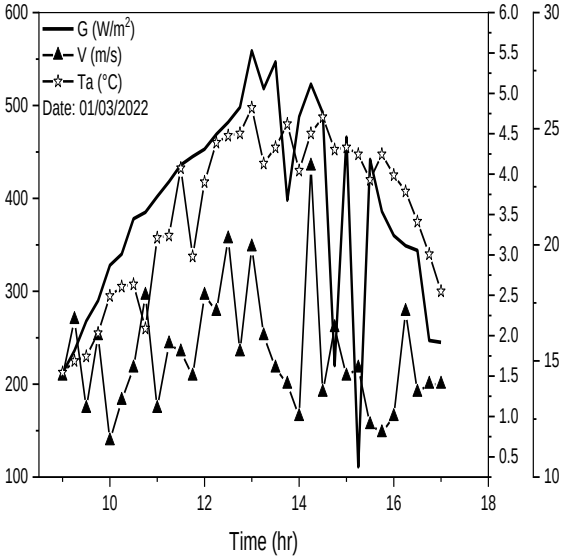
تمثل المنحنيات الإنتاجية اليومية للمقطر الشاهد و المحسن بدلالة الزمن المحلي لمنطقة ورقلة ، حيث نلاحظ أن إنتاجية الماء بالنسبة للمقطر الشاهد تكون أفضل من المقطر المحسن خلال الفترة الصباحية أما الفترة المسائية فيكون العكس إنتاجية المقطر المحسن أفضل من المقطر الشاهد، حيث كانت الإنتاجية بالنسبة لكل من الشاهد والمحسن على الترتيب في يوم 9 فيفري ، (389 l/m^2،486l/m^2) وفي اليوم 14 فيفري كانت، (394l/m^2 , 286l/m^2)، أما يوم 15 فيفري(440l/m^2 , 437l/m^2).

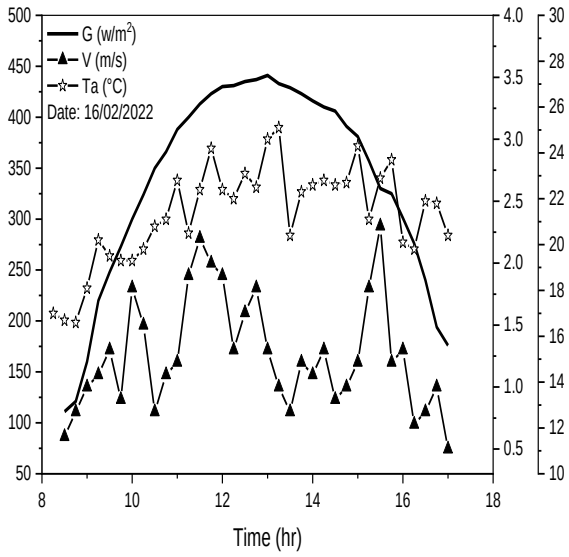
وذلك يعود لوجود اللاقط الشمسي والمغلف الخشبي الذي يمنع التسريبات الحرارية مما ساهم في محافظة على الحرارة وزيادة الانتاجية اليومية .

2.2.3) التجربة الثانية في حالة اللاقط الشمسي مغلق:

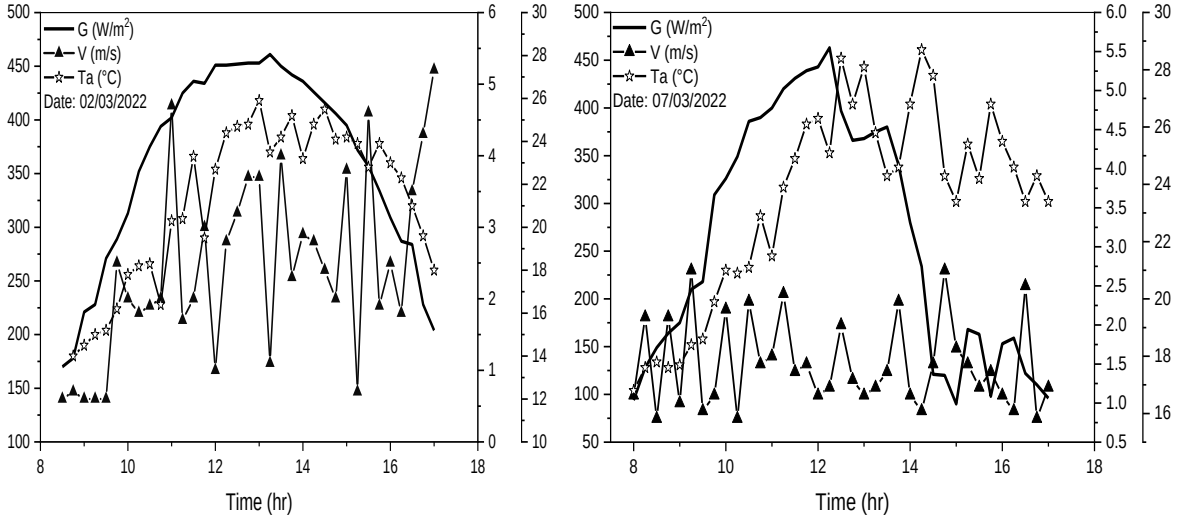
2.2.3 . 1 مقارنة الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط وسرعة الرياح خلال أيام التجربة:

2 **1**

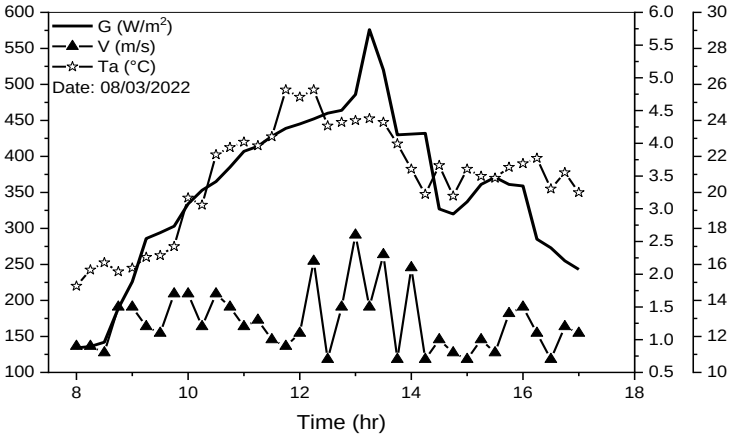




4 **3**



5



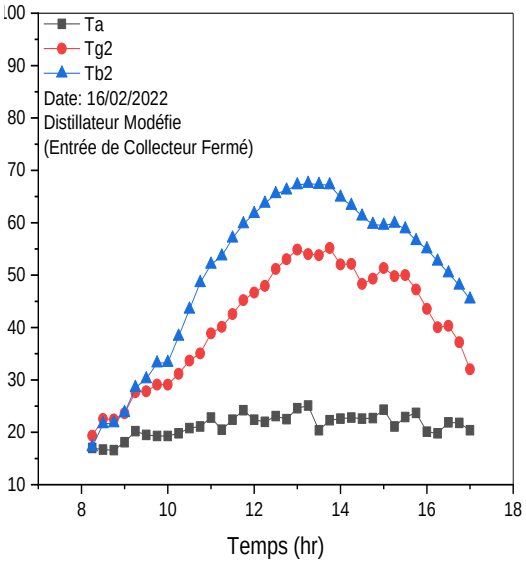
الشكل (3–5): يوضح منحنيات تغيرات شدة الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح و درجة حرارة المحيط بدلالة الزمن

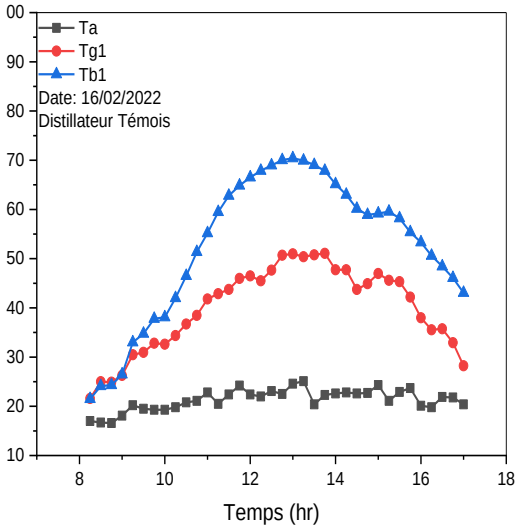
1..2.3) تحليل المنحنيات:

تمثل المنحنيات تغيرات شدة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط وسرعة الرياح بدلالة الزمن المحلي لمنطقة ورقلة خلال الأيام (16 فيفري و1،2،7،8 مارس 2022) ، حيث نلاحظ أن متوسط الإشعاع الشمسي يبلغ ذروته 338 w/m² ، أما بالنسبة لمتوسط حركة سرعة الرياح يبلغ 1.7 m/s، أما درجة حرارة المحيط فتقدر بـ 21.7°C.

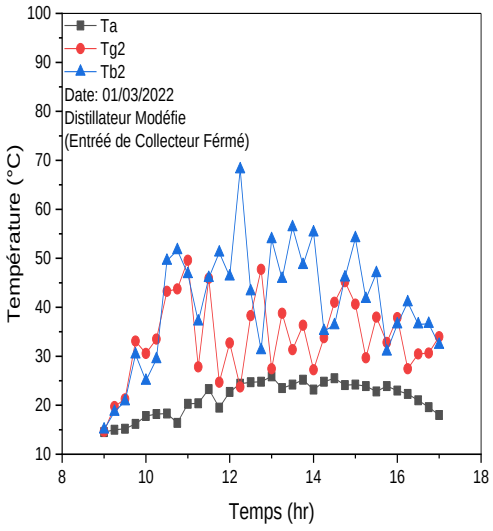
2.2.2.3) مقارنة درجات الحرارة بين المقطر (1) والمقطر (2) الشمسيين

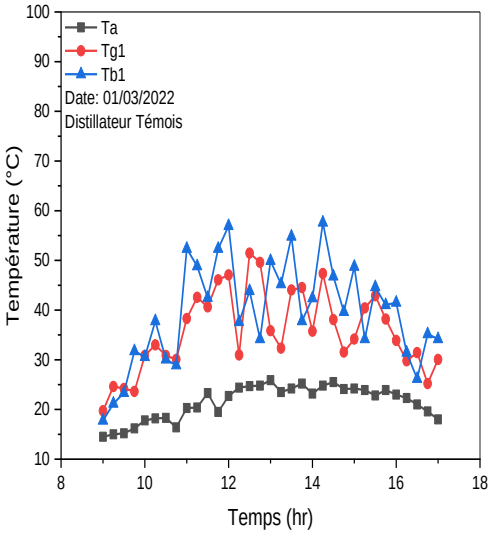
2 **1**



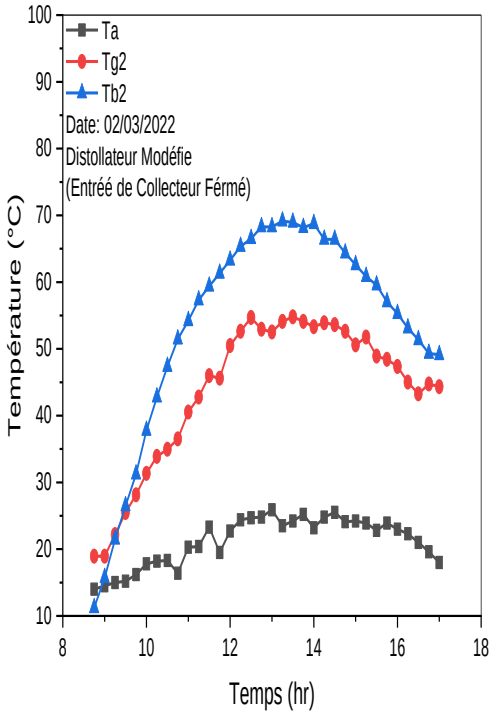


4 **3**

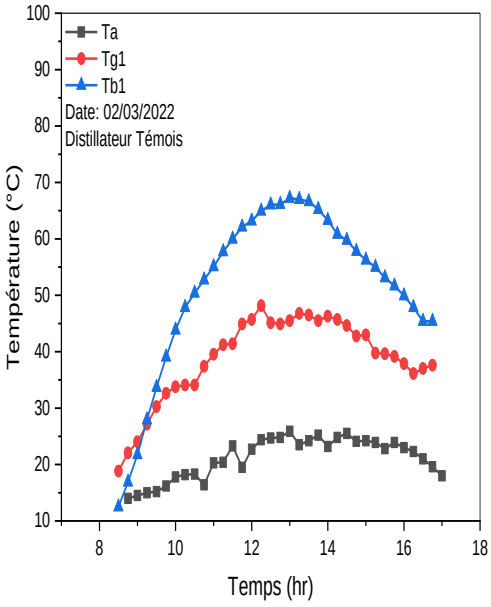




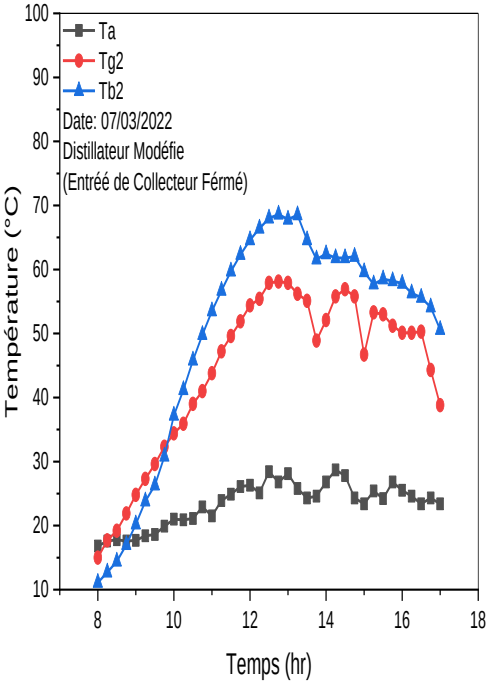
6 **5**


Ta
Tg2
Tb2
Date: 02/03/2022
Distollateur Modéfie
(Entréé de Collecteur Férmé)
Température (°C)
Temps (hr)

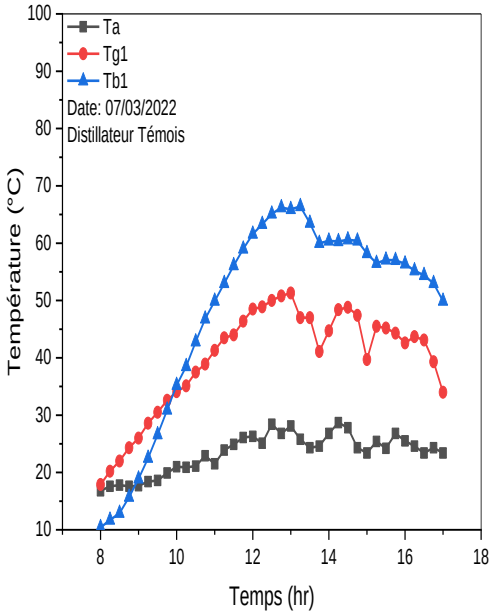
8


Ta
Tg1
Tb1
Date: 02/03/2022
Distillateur Témois
Température (°C)
Temps (hr)

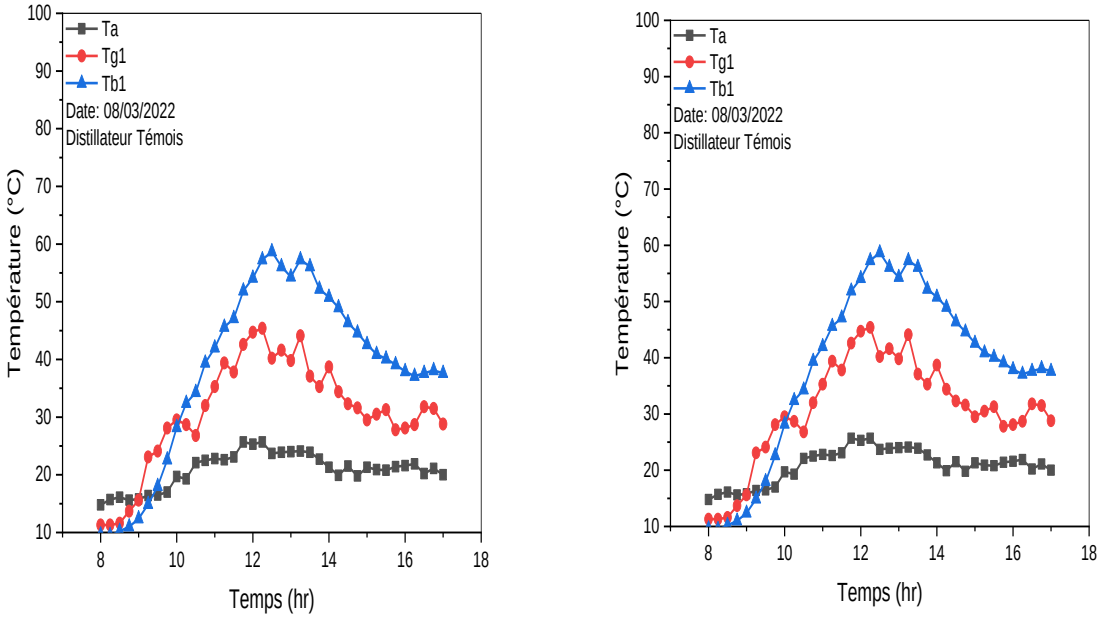
7


Ta
Tg2
Tb2
Date: 07/03/2022
Distillateur Modéfie
(Entréé de Collecteur Férmé)
Température (°C)
Temps (hr)

10


Ta
Tg1
Tb1
Date: 07/03/2022
Distillateur Témois
Température (°C)
Temps (hr)

9

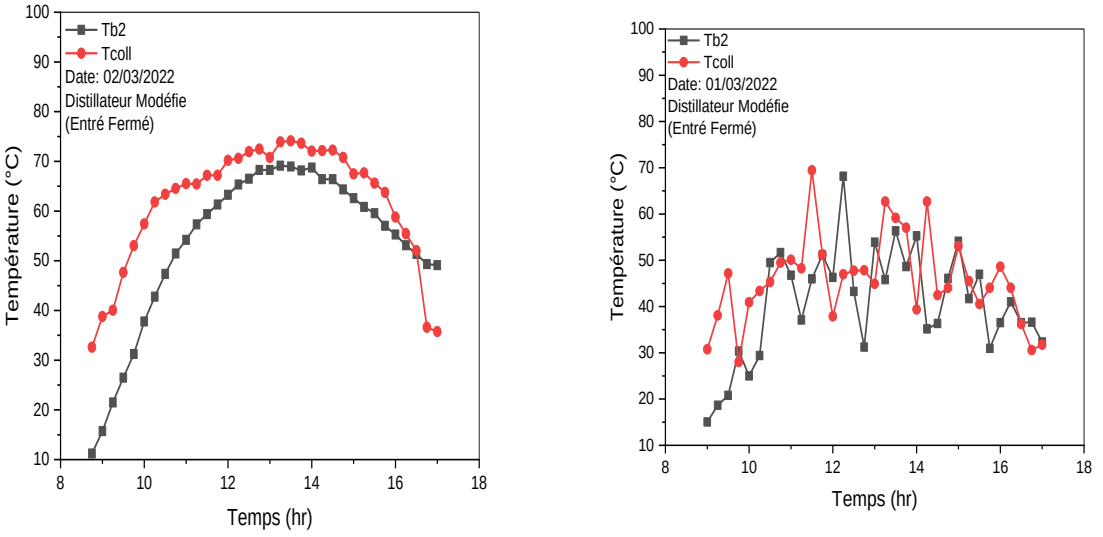


الشكل (3–6): يوضح منحنيات تغيرات درجات حرارة الشاهد والمحسن و شدة الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن في حالة اللاقط الشمسي مغلق

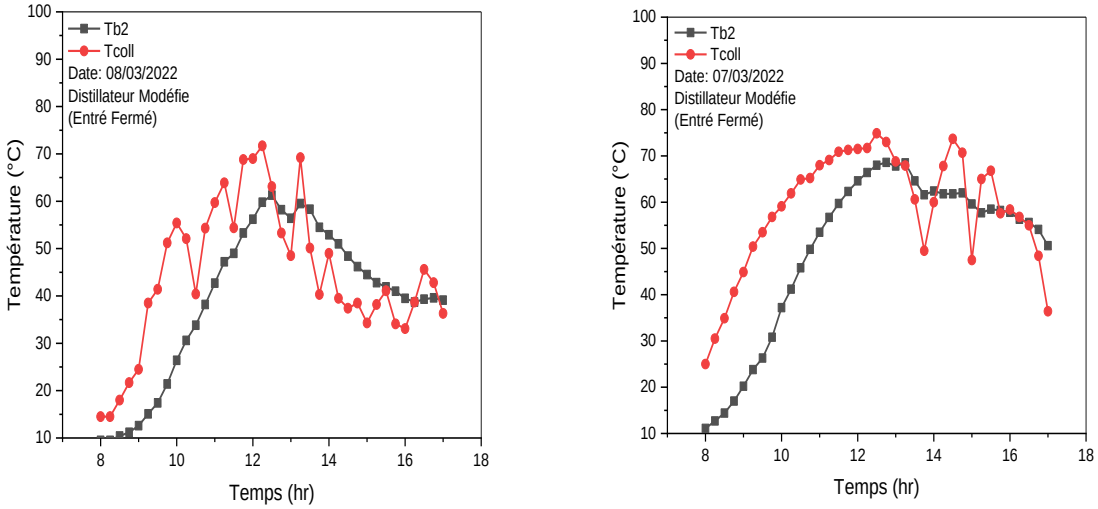
تحليل المنحنيات:

3.2.2.3) مقارنة درجة حرارة الحوض مع اللاقط الشمسي الهوائي للمقطر المحسن:

2 **1**



4 **3**



الشكل(3–7): يوضح منحنيات تغيرات درجة حرارة الحوض و درجة حرارة اللاقط بدلالة الزمن في حالة اللاقط الشمسي المغلق

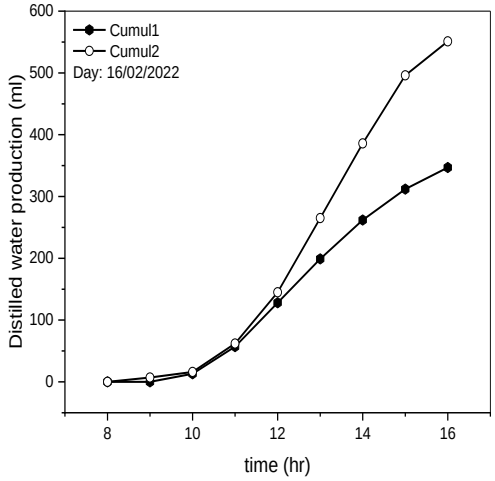
تحليل المنحنيات :

تمثل المنحنيات تغيرات درجة حرارة الحوض و درجة حرارة اللاقط بدلالة الزمن المحلي لمنطقة ورقلة بالنسبة للمقطر المحسن، حيث نلاحظ أن درجة حرارة اللاقط الشمسي مرتفعة عن درجة حرارة الحوض في الفترة الصباحية ، حيث يكون في يوم 16 فيفري متوسط درجة حرارة الحوض 42.8°Cودرجة حرارة اللاقط الشمسي60.4°C.وفي يوم 01مارس متوسط درجة حرارة الحوض 41.2°C ودرجة حرارة اللاقط الشمسي59.1°C.وفي يوم 02 مارس متوسط درجة حرارة الحوض 53.53°C درجة حرارة اللاقط الشمسي61.56°C.وفي يوم 7 مارس متوسط درجة حرارة الحوض 49.97°C ودرجة حرارة اللاقط 49.97°C. وفي يوم 8 مارس متوسط درجة حرارة الحوض 39.38°C ودرجة حرارة اللاقط الشمسي 24.71°C.ولكن في الفترة المسائية نلاحظ انخفاض في قيمة درجة حرارة اللاقط الشمسي مقارنة بالحوض .

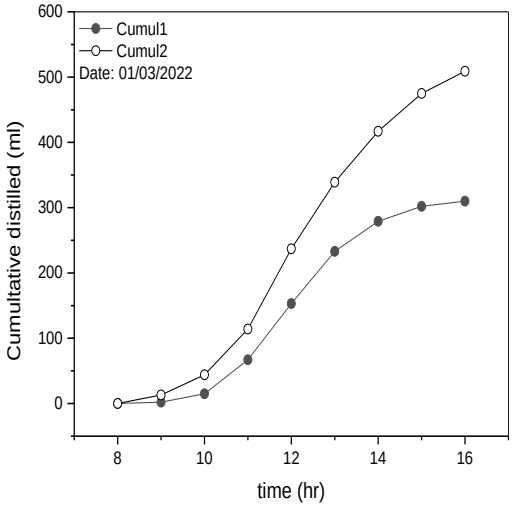
تكون درجة حرارة اللاقط الشمسي مرتفعة خلال الفترة الصباحية مقارنة مع الحوض لأن الهواء الموجود داخل اللاقط الشمسي تكون درجة حرارته مرتفعة لإمتصاصه الإشعاع بشكل كلي وبالتالي يرفع درجة حرارة الحوض فيخرج الهواء البارد من الحوض ويعود إلى اللاقط الشمسي، بينما في الفترة المسائية نفسر الثبات النسبي في درجة حرارة الحوض مقارنة بدرجة حرارة اللاقط الشمسي ، إلى أن الحوض حافظ على عدم ضياع الحرارة بسبب تواجد المقطر المحسن داخل المغلف الخشبي المربوط باللاقط الشمسي أي التقليل في الضياع الحراري وتستمر الدورة المغلقة.

4.2.2.3)مقارنة الانتاجية اليومية للمقطرين في حالة اللاقط الشمسي مغلق:

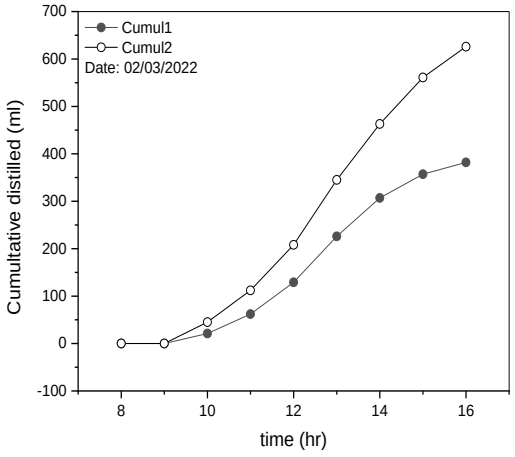
1


Cumul1
Cumul2
Day: 16/02/2022
Distilled water production (ml)
time (hr)

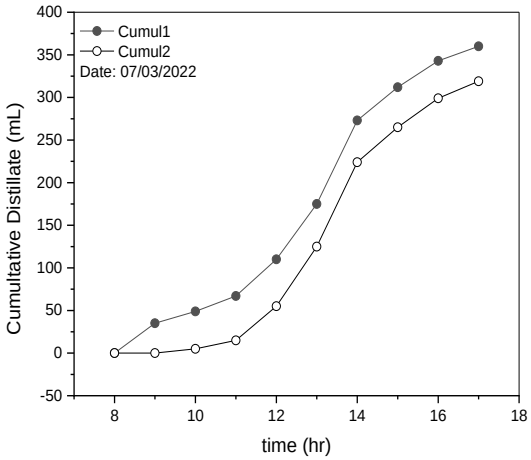
2


Cumul1
Cumul2
Date: 01/03/2022
Cumultative distilled (ml)
time (hr)

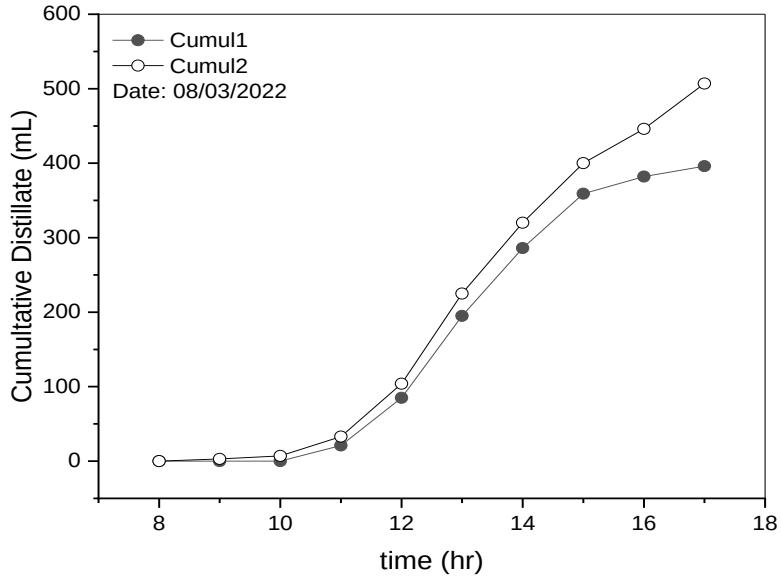
3


Cumul1
Cumul2
Date: 02/03/2022
Cumultative distilled (ml)
time (hr)

4


Cumul1
Cumul2
Date: 07/03/2022
Cumultative Distillate (mL)
time (hr)

5



الشكل(3–8): يوضح منحنيات الانتاجية اليومية للمقطرين الشمسيين بدلالة الزمن في حالة اللاقط الشمسي مغلق

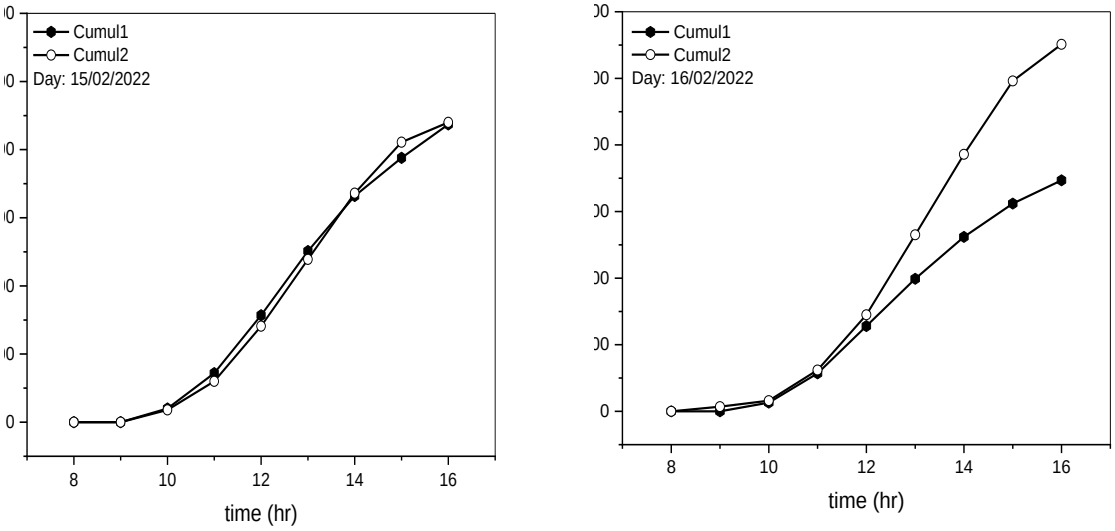
تحليل المنحنيات :

تمثل المنحنيات الإنتاجية اليومية للمقطر الشاهد و المحسن بدلالة الزمن المحلي لمنطقة ورقلة، حيث نلاحظ أن إنتاجية الماء بالنسبة للمقطر المحسن أفضل من إنتاجية المقطر الشاهد وذلك على الترتيب خلال أيام التجربة ، في يوم 16 فيفري(2.97l/m²و11.87l/m²)،وفي يوم 01 مارس(2.75l/m²و1.67l/m²) ، وفي يوم 02 مارس(3.38l/m²و 1.77l/m²)، وفي يوم 08 مارس2.74l/m²l و 2.14 l/m²)أما يوم 07 مارس فكانت العكس إنتاجية المقطر الشاهد أحسن من المقطر المحسن(2.19l/m² و2.14l/m²l).

ويعود ذلك لوجود اللاقط الشمسي المغلق والمغلف الخشبي الذي يمنع التسريبات الحرارية .

5.2.2.3) مقارنة الإنتاجية اليومية للمقطر في حالة اللاقط الشمسي مغلف و اللاقط الشمسي المفتوح .

2 1



الشكل(3–9): يوضح منحيات الانتاجية اليومية للمقطرين الشمسيين بدلالة الزمن في حالة اللاقط الشمسي مغلق ومفتوح

تحليل المنحنيات

تمثل المنحيات الانتاجية اليومية للمقطرين الشمسيين بدلالة الزمن لمنطقة ورقلة في حالة اللاقط الشمسي المفتوح والمغلق ، حيث نلاحظ أن انتاجية المقطر المحسن في حالة اللاقط الشمسي المغلق كانت $3.081kg/m^2$ أحسن من انتاجية اللاقط الشمسي المفتوح كانت $2.432kg/m^2$ بسبب أن اللاقط الشمسي في حالته المغلقة لا يتأثر بالعوامل الخارجية مثل سرعة الرياح بينما المفتوح يتأثر بها (الهواء الداخل إلى اللاقط الشمسي المغلق له درجة حرارة دنيا ثابتة عكس المفتوح الذي تتغير درجة حرارته بتغير درجة حرارة الهواء الداخل من المحيط الخارجي)

3.3)خاتمة :

تعتبر عملية التقطير الشمسي عملية بسيطة وغير مكلفة لحل مشكلة ندرة المياه في الجزائر وبالأخص في المناطق الصحراوية التي تتميز بارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف وانخفاضها في فصل الشتاء الأمر الذي يؤدي الى انخفاض الانتاجية في هذا الفصل . قمنا في هذا العمل التجريبي بتعريض مقطرين شمسيين لهما نفس الابعاد وفي نفس المكان لأشعة الشمس في فصل الشتاء مع اضافة بعض التحسينات لأحد المقطرين (المغلف الخشبي و اللاقط الشمسي) ومقارنة النتائج المتحصل عليها بين المقطرين ،الشاهد والمحسن

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة :

يعتبر موضوع التقطير الشمسي من المواضيع الهامة التي تم التطرق اليها من قبل العديد من الباحثين والسعي الى تطوير هذه التقنية (تقنية التقطير الشمسي) وذلك باستخدام الطاقة الشمسية ، حيث تم الاعتماد في دراستنا على المقطر الشمسي البسيط أحادي الميل الغير مكلف ، لتحسين اداء المقطر الشمسي باستعمال اللاقط الشمسي والمغلف الخشبي من خلال تجربتين تختلف كل منهما عن الاخرى بطريقة ربط اللاقط الشمسي بنظام التقطير ، وكان المبدأ المستعمل في التجربتين كالتالي .

استعمال مقطرين شمسيين متماثلين وتحت نفس الظروف الجوية ، إلا أن الاختلاف يكمن في إضافة بعض التحسينات لأحد المقطرين والمتمثلة في طريقة توصيل اللاقط الشمسي في حالتين مغلق ومفتوح بالمقطر الشمسي وبعد القيام بالتجارب تم التوصل إلى النتائج التالية :

- -الاشعاع الشمسي يتحكم في زيادة درجات حرارة أجزاء المقطر.
- -بالرغم من نسبة الاضاءة الإشعاعية الكبيرة في فصل الشتاء إلا أن الانتاجية اليومية للمقطر الشمسي ضعيفة ، لتحسينها يجب توفير الظروف متواجدة في فصل الصيف لرفع نسبة الانتاجية .
- -تم رفع نسبة التحسين للمقطر الشمسي البسيط حوالي 92% بإدماج لاقط شمسي مستوي لرفع درجة حرارة الأجزاء الخارجية للمقطر.
- -الانتاجية اليومية للمقطر المحسن تعدت $3kg/m^2$ مقارنة بالمقطر الشاهد الذي لم يتعدى $1.5kg/m^2$ في كل الأحوال .
- -العوامل المناخية لها دور مباشر في الانتاجية اليومية للمقطرات الشمسية.
- -الانتاجية اليومية في حالة اللاقط الشمسي المغلق أفضل من الانتاجية في حالة اللاقط الشمسي المفتوح

.

- -تكتسب الصفيحة المطلية حرارة إضافية لوجود اللون الأسود غير البراق ، وهذا يساهم في عملية التبخير بالنسبة للمقطر الشمسي .

قائمة المراجع

قائمة المراجع:

[1] فروحات حدة ، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب ، الكبير بالجزائر ، مجلة الباحث ، العدد11 ، سنة 2012.

[2] الشريف عدة و أحمد لبوابي "دراسة تجريبية لمقطر شمسي بمدينة ورقلة " مذكرة ماستر جامعة ورقلة 2016.

[3] د. سهيل فاضل ، الياس الكبة ، " الطاقة الشمسية و تطبيقاتها " دار الحداثة للطباعة و النشر ، بيروت لبنان ، ص ب 14- 5636

[4] محمد تخة ،"دراسة مقارنة وتحسين لمختلف القطرات الشمسية لإنتاج المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية"، مذكرة ماجيستير، جامعة ورقلة، كلية العلوم والعلوم الهندسية، قسم الفيزياء (2004).

[5] A.H Khedim, K. Schawrzer, C. Faber, "Nouveau systéme de dessalement de l'eau de mer à l'énergie solaire". Ginstereg Julich (Allemange)

[6] Omara Z.M. Hamed M.H.,Kabeel A.E., Perormance of finned and Corrugated absorbers solar stills under Egyptian condition. Desalination, 227 (2011) 281-287. https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.04.042.

[7] Kabeel A.E., Abdelgaied M., Eisa A., Enhancing the performance of single basin solar stillusing high thermal conductivity sensible storage materials. Journal of cleaner production, 183 (2018) 20-25. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.144.

[8] Dumka, P.Sharma, A. Kushwah, Y. Singh, Raghav A., Mishra D.R., Performance evaluation of single slope solar still augmented with sand-Filled cotton bags, Journal of Energy Storage. 25 (2019) 100888. https://doi.org/10.1016/j.est.2019.100888.

[9] Mousa H., and Naser J., The effet of phase change material on the water temperature in a solar basin: Theoretical and experimental investigation, Journal of Energy Storage, 25 (2019) 100871, https://doi.org/10.1016/j.est.2019.100871.

[10] P. I. COOPER . THE MAXIMUM EFFICIENCY OF SINGLE-EFFECT SOLAR STILLS . Solar Energy, Vo|. 15, pp. 205-217. Pergamon Press, 1973.

[11] F. Livet: Besoins et Procèdes pour lr dessalement de l'eau de Simp, UmrCnrs 5266, Inpg-Ujf, mer 24,38402-St Martin d'Heres, France,(2007).

[12]E- Dejaet al, Investigatur of the Effect of Angle of cover Inclinations on the eyield of , A single Basin Solar still , Under Makurdi climate , the International Journal of En gineering and Science (IJES), Vol 2,2012 ^ pp131 138 .

[13] Malik MAS, Tiwari GN, Kumar A, Sodha MS. Solar distillation. UK: Pregamon Press Ltd.; 1982.

[14] Harding J. Apparatus for solar distillation. Proc Inst Civil Eng 1983;43:284.

[15] European Project Supporting the use of renevenable energy for Powering desalination.10

[16] M.El Haimer-M.Barkaui-A.Irhzo-H.Legofl ,"Distillateur solaire rustique a film capilaire et a multiples effets .essais experimentaux a casablanca

[17] S.Makdji Nafila ,"Impact de l'écart de température(eua-capteur)sur l'efficacité globale d'un distillateur solaire thùése de magistér, Université de Constantine.département génie climatique,2002.

[18] Eaux saumatredans les sud Algérien"thése de magistére (200) Université de Ourgla.

[19] Ahmed Khedim , KIemens Schwarzer ,Christian Faber, Christoph Mtiller "Production decentralisée l'eau potable l'énergie",Dezalination 168(2004) 13-20.

Alain Maurel (desalement solaire) CEA-Cadarche(1986) . [20]

[21] Sahota L.Tiwari G.Effect of AL2O3 nanoparticles on the performance of passive double slope still. Solar Energy , 130 (2016) 260-272.

[22] B.Bouchekima "a solaire Deslination plant for domestic water need in arid areas of south Algeria". Desalination 153 (2002) 65-69.

[23] Bachir .Bouchkima-Bennard. Gros-Ramdane .Ouahes-Mostefa Int.J.therm , "Etude théorique et application pratique du distillateur solaire a film capilaire". Sci (2002) 39-442-459.

[24] R.Ouahes, P.Legoff,Ouahes(Le projets-Dificap-distillateur a film capillaire)Lab.des sciences du genie à Nancy,France(1982).

[25] Aayush Kaushal , varun, solar stills: A review, No. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 446-453 .

[26] H.N.Panchal, and H, Theoretical and Experimental validation of evacuated Tubes directly Coupled with solar still , ISSN 0040-6015, Thermal Engineering, 2016, vol . 63, No. 11, pp. 825-831.

[27] Mohamed Fathy, Hamdy Hassan, M.SalemAhmed , Experimental study on the effect of coupling parabolic trough collector with double slope solar still on its performance ,solar Energy 163 (2018) 54-61.

Dattatraya G.Subhedar , Kamlesh V. Chauhan , Krunal patel , Bharat M. Ramani , Performance improvement of a conventional single slope single basin passive solar still by integrating with nanofluid-based parabolic trough collection :An experimental study , Materials Today:Proceeding xxx (xxxx) xxx.

[28] Tiancheng Ouyang , Zhiping Wang , Geng Wang , Zhongkai Zhao , Shutao Xie , XiaoqingLi, Advanced thermo-economic scheme and multi-objective optimization for exploiting the waste heat potentiality of marine natural gas energy , Energy 236 (2021) 121440.

[29] D , PROCTOR, THE USE OF WASTE HEAT IN A SOLAR STILL , Solar Energy. 1973. Vol. 14, pp. 433.-449.

[30] Ahmed Khedim, Klemens Schwarzer, Christian Faber, Christoph Mtiller "Production de centralisée de l'eau potable l'énergie solaire", Desalination 168(2004) 13-20. JOSf L.FERNANDEZ and NORBERTO CHARGOY ,MULTI-STAGE, INDIRECTLY HEATED SOLAR STILL , Solar Energy Vol. 4,1 ,Nc, 4,pp.215-223, 1990.

[31] B.Bouchekima, B. Gross, R. OUAHES, M. Int.J. therm, Etude théorique et application pratique du distillateur solaire a film capillaire, 39(2002).

[32] B.Bouchekima, a solar desalination plant for domestic water need in arid areas of south Algerhia, Desalination 153(2002).

[33] E. Zayouti, L. Bouirden, A. Ahroune, M. Banouni,Destillation solaire amélioration de la condensation de la vapeur d'eau dans les distillateurs solaire,Tétouan, Maroc,(2002).

[34] Y. Boualati, "Investigation sur la performance d'un distillateur solaire", thése Magister,Université de Ouargla, p .38-44, Algérie(2004).

[35] R.Elmadani, (2001) Etude critique et optimisation d'un distillateur solaire, thèse de fin d'année.

[36] I. Al Hayek Omar, O. Badran, "The effect of using different desings of solar stills on water distillation "Desalination 169 (2004) .

[37] R.Ouahes, P.Legoff, Le projets –Difistillateur a film capillaire, Lab. Des Sciences du genieà Nancy, France (1982).

[38] P.I.Ayav,G.Atagunduz, Theoretical and Experimental investigations on solar distillation of Iztech campus area seawater,Desalination 208(2007)

ملخص:

تم الاعتماد في هذه الدراسة على المقطر الشمسي البسيط أحادي الميل ذو التركيبة التجريبية البسيطة والذي يعمل بالطاقة الشمسية المتجددة .والهدف من دراستنا هذه هو تحسين إنتاجية المقطر الشمسي البسيط من خلال التقليل من التسريبات الحرارية باستعمال بعض التحسينات ، وكانت التجارب تعتمد على مقطرين شمسيين، الأول شاهد والثاني أضيفت عليه بعض التحسينات بإضافة مغلف خشبي ولاقط شمسي ، حيث التجربة الأولى تم فيها ربط اللاقط الشمسي بالمقطر المحسن مع ترك مدخل اللاقط مفتوح ، أما التجربة الثانية فتم غلق مدخل اللاقط الشمسي ، تم إجراء مقارنة بين التجربتين حيث بينت النتائج أن التجربة الأولى لم تأتي بتحسين معتبر لكفاءة المقطر أما التجربة الثانية فكان لها تحسين جيد لأنه كان لها تأثير في الحفاظ على درجة الحرارة داخل المقطر المحسن حيث بلغت الإنتاجية اليومية للمقطر المحسن $3kg/m^2$ مقارنة بالمقطر الشاهد الذي لم يتعدى $1kg/m^2$ في كل الأحوال و ذلك بدمج اللاقط الشمسي الذي يرفع نسبة التحسين للمقطر الشمسي البسيط بحوالي92% .

الكلمات المفتاحية : الطاقة الشمسية، التقطير الشمسي ، المناطق الصحراوية، اللاقط الشمسي، المغلف الخشبي.

Abstract:

This study relied on a simple single-mile solar distiller with a simple experimental composition powered by renewable solar energy. The aim of this study is to improve the productivity of a simple solar distiller by reducing thermal leaks using some improvements. and experiments were based on two solar distills, the first witnessed and the second improved by adding a wooden envelope and a Solar collector The first experiment in which the solar picker was linked to the improved distiller while leaving the picker's entrance open, The second experiment, which closed the solar picker entrance, drew a comparison between the two experiments. The results showed that the first experiment did not bring a significant improvement in the efficiency of the distiller. The second experiment had a good improvement because it had an effect on maintaining the temperature within the improved distillation, where the daily productivity of the improved distiller was 3 kg/m^2 compared to the witness distiller that did not exceed 1kg/m^2. In any case, by incorporating the solar collector, which raises the improvement rate of the simple solar distiller by about 92%.

Keywords: solar energy, solar distillation, desert areas, Solar collector, wooden envelope.