



# جامعة قاصدي مرباح - ورقلة -

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم المادة

تخصص: فيزياء طاقوية وطاقات متجددة

إعداد: بن عطا الله جميلة – السايح لمبارك سارة

بعنوان

الدراسة التجريبية لتحسين كفاءة مقطر شمسي

بولاية ورقلة

نوقشت علنا يوم: 2021/06/16

بحضور اللجنة المكونة من:

رئيسا	أستاذ مساعد أ	أ. بوحنان رابح
مناقشا	أستاذ محاضر أ	د. تليي صالح
مشرفا	أستاذ محاضر أ	د. بالحاج محمد مصطفى
مساعد مشرف	طالبة دكتورة	شلغام منيرة

2021/2020

# الإهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى اما بعد:  
الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا  
هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضلته تعالى مهداة الى روعي ابويننا الزكية الطاهرة.  
والى والدتينا الكريمتين حفظهما الله وأدامهما نورا لدربنا.  
لكل العائلة الكريمة التي ساندتنا ولا تزال من اخوة واخوات، الى رفيقات  
المشوار اللاتي قاسمننا اللحظة رعاهم الله ووفقهم.  
الى كل قسم الفيزياء الطاقوية والطاقات المتجددة 2021م  
الى كل من كان لهم اثر على حياتنا.  
والى كل من احبتهم قلوبنا ونسيهم اقلامنا.

سارة وجميلة



# شكر وتقدير

الهي لا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا يطيب الليل إلا بشكرك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك لا بد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد وقبل أن نمضي نقدم اسمي آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الأستاذ الفاضل محمد مصطفى بالحاج الذي لم يخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة التي كانت عوننا لنا في إتمام هذه الدراسة كما نتوجه بجزيل الشكر والامتنان إلى كل من ساعدنا من قريب او من بعيد في إتمام هذه المذكرة وفي الأخير إن أصبنا فهذا فضل من الله وتوفيقا منه و إن أخطأنا فمن أنفسنا فالكمال لله وحده نعمة المولى ونعمة النصير.

الصفحة	فهرس العناوين
I	الإهداء
II	شكر وتقدير
III	الفهرس
IV	قائمة الجداول
V	قائمة الأشكال
أ	المقدمة
<b>الفصل الأول: دراسة بحثية حول تنقية المياه</b>	
02	(1-I) مقدمة
02	(2-I) ندرة المياه الصالحة للشرب والحلول المقترحة في العالم
04	(3-I) ندرة المياه الصالحة للشرب والحلول المقترحة في الجزائر
05	(4-I) المعايير العالمية للمياه الصالحة للشرب
06	(5-I) التحليل الفيزيائي والكيميائي للمياه الجوفية بمنطقة ورقلة
06	(6-I) تنقية المياه
06	(7-I) مختلف الطرق التقنية المستعملة لتنقية المياه المالحة
06	(1-7-I) طريقة التقطير
06	(1-1-7-I) التقطير البسيط
07	(2-1-7-I) التقطير بالتبخير الومضي متعدد المراحل
08	(3-1-7-I) التقطير المتعدد
09	(4-1-7-I) التقطير بضغط البخار
10	(2-7-I) تقنية فصل أملاح الماء عن الأملاح الذائبة بالأغشية
11	(1-2-7-I) الاسموز العكسي
12	(2-2-7-I) الاسموز الكهربائي
<b>الفصل الثاني: دراسة نظرية حول المقطر الشمسي</b>	
16	(1-II) مقدمة

16	II-2) تعريف المقطر الشمسي
17	II-3) لمحة تاريخية عن التقطير الشمسي
20	II-4) أنواع المقطرات الشمسية
20	II-4-1) مقطرات متعددة
21	(a) مقطر شمسي مخروطي
21	(b) مقطر شمسي إسطوانى
21	(c) مقطر شمسي شلال
22	(d) مقطر شمسي متعدد الطوابق
23	(e) مقطر شمسي ذو مجمع مركز
24	II-4-2) مقطرات بسيطة
24	(a) مقطر شمسي كروي بماسح
25	(b) مقطر شمسي بميلين
26	(c) مقطر شمسي أرض-ماء
26	(d) مقطر شمسي بسيط بميل واحد
27	II-5) العوامل المؤثرة في التقطير الشمسي
27	II-5-1) العوامل الخارجية
27	II-5-1-1) تأثير الاشعاع الشمسي
27	II-5-1-2) تأثير سرعة الرياح
28	II-5-1-3) تأثير درجة حرارة المحيط
28	II-5-1-4) بعض العوامل الأخرى
29	II-5-2) العوامل الداخلية
29	II-5-2-1) تأثير العزل الحراري لجسم المقطر
29	II-5-2-2) تأثير عمق الماء المالح في قاعدة المقطر
29	II-5-2-3) تأثير تسرب البخار من المقطر
29	II-5-2-4) تأثير تسرب الماء المقطر الناتج

30	5-II-2-5) تأثير المسافة بين الغطاء و سطح الماء
30	6-II-2-5) تأثير تراكم الملح في قاعدة المقطر
30	7-II-2-5) تأثير زاوية ميل الغطاء الزجاجي
31	6-II) خصائص مكونات المقطرات الشمسية
31	1-II-6) الزجاج
31	2-II-6) الصفيحة المعدنية
32	3-II-6) العازل
<b>الفصل الثالث: الدراسة التجريبية</b>	
35	1-III) مقدمة
35	2-III) مبدأ عمل المقطر الشمسي
35	3-III) النماذج الأولية للأجهزة التجريبية
36	4-III) الأجهزة المستعملة في التجربة
38	5-III) الأدوات المستعملة في التجربة
38	6-III) التجربة
38	1-6-III) وصف التجربة
39	2-6-III) الظروف التي تمت فيها التجربة خلال الأيام الخمس
40	7-III) تحليل النتائج
40	1-7-III) التعريف بالرموز
40	2-7-III) تطور درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج بدلالة الزمن للمقطرين
40	1-2-7-III) تحليل منحنيات خلال أيام التجربة
45	3-7-III) تطور درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين
45	1-3-7-III) تحليل منحنيات خلال أيام التجربة
50	4-7-III) تطور شدة الاشعاع الشمسي خلال الأيام النموذجية
51	5-7-III) تطور كمية الماء اللحظية للمقطرين بدلالة الزمن
51	1-5-7-III) تحليل منحنيات خلال أيام التجربة

54	III -7-6) تطور كمية الماء المجمعة للمقطرين بدلالة الزمن
54	III -7-6-1) تحليل المنحنيات
56	III -7-7) الإستنتاج
59	خلاصة عامة
62	المراجع
	الملخص

فهرس الجداول	
الصفحة	العنوان
03	الجدول (1-I) نصيب الفرد من المياه المتوفرة عالميا
05	الجدول (2-I) المعايير العالمية لمياه الشرب ( g/L )
06	الجدول (3-I) تركيز الأملاح والشوارد الكيميائية في مياه منطقة ورقلة
19	الجدول (1-II) المسار التاريخي للمقتر الشمسي ذو الحوض
37	الجدول (1-III) الأجهزة المستعملة في التجربة
38	الجدول (2-III) الأدوات المستعملة في التجربة



فهرس الاشكال	
الصفحة	العنوان
07	الشكل (1-I) مقطر بسيط
08	الشكل (2-I) التقطير بالتبخير الومضي المتعدد المراحل
09	الشكل (3-I) التقطير المتعدد
10	الشكل (4-I) التقطير بضغط البخار
12	الشكل (5-I) تنقية المياه المالحة بتقنية الاسموز
13	الشكل (6-I) تقنية الاسموز الايوني (الكهربائي)
17	الشكل (1-II) رسم تخطيطي يوضح طريقة عمل المقطر الشمسي
20	الشكل (2-II) المقطر الشمسي المخروطي
21	الشكل (3-II) المقطر الشمسي الاسطواني
22	الشكل (4-II) المقطر الشمسي الشلال
23	الشكل (5-II) المقطر الشمسي المتعدد الطوابق
24	الشكل (6-II) المقطر الشمسي ذو مجمع مركز
25	الشكل (7-II) المقطر الشمسي الكروي بماسح
26	الشكل (8-II) مقطر شمسي بميلين
26	الشكل (9-II) رسم تخطيطي لمقطر شمسي أرض-ماء
27	الشكل (10-II) مقطر شمسي بسيط بميل واحد
39	الشكل (1-III) صورة للمقطرين الشاهد (2) والمدرس (1) أثناء التجربة
40	الشكل (2-III) منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين ليوم 5. افريل
41	الشكل (3-III) منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين ليوم 7. افريل
42	الشكل (4-III) منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين ليوم 12. افريل
43	الشكل (5-III) منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين ليوم 13. افريل
44	الشكل (6-III) منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين ليوم 14. افريل
45	الشكل (7-III) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح للمقطرين ليوم 5. افريل
46	الشكل (8-III) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح للمقطرين ليوم 7. افريل
47	الشكل (9-III) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح للمقطرين ليوم 12. افريل

48	الشكل (III-10) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح للمقطرين ليوم 13. افريل
49	الشكل (III-11) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح للمقطرين ليوم 14. افريل
50	الشكل (III-12) منحنى تغيرات شدة الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن خلال أيام التجربة
51	الشكل (III-13) منحنى كمية الماء اللحظية بدلالة الزمن ليوم 5. افريل
52	الشكل (III-14) منحنى كمية الماء اللحظية بدلالة الزمن ليوم 7. افريل
53	الشكل (III-15) منحنى كمية الماء اللحظية بدلالة الزمن ليوم 12. افريل
53	الشكل (III-16) منحنى كمية الماء اللحظية بدلالة الزمن ليوم 13. افريل
54	الشكل (III-17) منحنى كمية الماء اللحظية بدلالة الزمن ليوم 14. افريل
54	الشكل (III-18) منحنى كمية الماء المقطر التجميحي للمقطر الشاهد للأيام الدراسة
55	الشكل (III-19) منحنى كمية الماء المقطر التجميحي للمقطر للمحسن للأيام الدراسة

مقلمه

## مقدمة

نحن نسرف ونستهلك في المياه ولا نعلم بقيمتها إلا عندما نفقدها، إلا تعلم بان الماء هو سر الحياة وهو ثروة ونعمة من عند الخالق فكل الحضارات ما عاشت وازدهرت إلا بوجود المياه، الماء سائل شفاف ليس له رائحة ولا طعم ولا لون ويتكون من ذرتين هيدروجين وذرة أكسجين ويعتبر مصدر فعال وحيوي وأساسي للإنسان والكائنات الحية والنباتات لأنه يغطي ثلثي من مساحة الأرض يقدر بـ 71% إلا أن المياه المالحة تسيطر بنسبة عالية تقدر بـ 97% على عكس المياه العذبة والتي تقدر بـ 3% وهي نسبة ضئيلة جدا. فالعالم يعاني من ندرة المياه الصالحة للشرب وتعتبر الجزائر من الدول التي تعاني من نقص المياه العذبة والنقية فلهذا لجأت إلى تحلية مياه البحر لكنها غير كافية فيستلزم التفكير في طرق أخرى لضمان مستقبل مواطنيها والحصول على مياه صالحة للشرب.

الماء يتميز بعدة خصائص وذلك ما جعل له أهمية كبيرة على غرار المواد الأخرى، له القدرة على التفاعل مع المواد الكيميائية المتنوعة ويستطيع التحول من حالة إلى أخرى وله ثلاث حالات، الصلبة (كالجليد عند الدرجة  $0^{\circ}\text{C}$ ) والحالة الغازية ( كالبخار عند الدرجة  $100^{\circ}\text{C}$ ) والحالة السائلة (كجريان البحار والأنهار) ورغم غزارته بشكل كبير إلا انه مالح وغير صالح للشرب فهذا ما استدعى العلماء والباحثين الى ايجاد عدة طرق لكيفية استخراج الماء الصالح للشرب وذلك من اجل تلبية الطلب العالمي ومن ضمن هذه التقنيات هي استغلال الطاقات المتجددة مثل (الطاقة الشمسية والرياح....الخ). تعد الشمس من اكبر

مصادر الضوء والحرارة الموجودة على وجه الأرض ويقصد بالطاقة الشمسية الضوء المنبعث والحرارة الناتجة من الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة.

إن كمية الإشعاع الشمسي الواصل للأرض يبلغ  $1.36 \text{ KW m}^{-2}$  وأن 50% منها تنعكس في الفضاء و 15% منها تنعكس على سطح الأرض و 35% تمتص من قبل الهواء والماء والتربة.

رغم تعدد الطرق الحديثة لتحلية المياه المالحة فستنطرق إلى تقنية التقطير الشمسي كحل عملي واقتصادي للطلب الحالي والمستقبلي للمياه الصالحة للشرب مع توفر موارد المياه وكمية إشعاع شمسي كبير خاصة في المناطق الصحراوية والنائية.

الهدف من هذه الدراسة التجريبية هو الزيادة في مردودية المقطر الشمسي البسيط اي زيادة كمية الماء المقطر المنتجة خلال اليوم، وهذه التقنية من منافعها معالجة مشكلة شح المياه العذبة بمنطقة ورقلة، لان هذه المنطقة تتميز بالمياه الجوفية المالحة، باستعمال المقطر الشمسي البسيط يمكن توفير ماء الشروب محليا وبأقل تكلفة ممكنة، لكن نواجه مشكلة إن هذا المقطر يتميز بانخفاض المردودية، لذلك سنحاول معالجة هذه المشكلة وذلك بإضافة أنابيب من النحاس مملوءة بشحم السيارات على أمل زيادة المردودية، والسؤال المطروح هل بالفعل عند إضافة أنابيب النحاس المملوءة بشحم السيارات إلى المقطر الشمسي البسيط يعطينا نتيجة ايجابية ام سلبية؟

هذا ما سنتناوله في هذه المذكرة المقدمة أمامكم بالاستعانة بمقطرين شمسيين بسيطين وحيدى الميل على مستوى وحدة البحث بمخبر الطاقات المتجددة للمناطق الجافة والصحراوية (LENREZAS) بكلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، ذلك لان منطقة ورقلة تتميز بمقادير مناخية خاصة (إشعاع شمسي معتبر، طول مدة التشميس، درجة حرارة الهواء المحيط المعتبرة.....الخ)

في هذه مذكرة نتطرق إلى ثلاث فصول وهي:

**الفصل الأول:** ذكرنا بعض المشاكل التي يعاني منها العالم والجزائر وهي شح المياه الصالحة للشرب، مع اقتراح بعض الحلول لحل هذه المشكلة، كما تطرقنا إلى معرفة طرق تنقية المياه المالحة.

**الفصل الثاني:** سنعرف معنى المقطر الشمسي مع ذكر لمحة تاريخية عليه، كما سنتعرف على أنواع المقطرات الشمسية بالرسومات التخطيطية لكل نوع من الأنواع، كما تطرقنا لذكر العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على المقطر الشمسي.

**الفصل الثالث:** تطرقنا إلى ذكر مبدأ عمل المقطر الشمسي، وكما عرفنا إلى وصف التركيب التجريبي مع ذكر الأجهزة المستعملة للقياس والأدوات في التجربة التي أنجزت على نموذجي المقطرين الشاهد والمدرّوس المقترحين للدراسة مع المنحنيات التخطيطية والتحليل.

# الفصل الأول

دراسة بحثية

حول تنقية المياه

**1-I) المقدمة:**

رغم التطور والازدهار الذي يعيشه العالم الآن إلا أن مشكلة الماء لا تزال تعرقل تقدم بعض الدول فبدأ العلماء يبحثون عن طرق توفير المياه الصالحة للشرب ومعالجتها بتقنيات اقتصادية وغير مكلفة ومن ضمن هاته التقنيات هي الاستعانة بالطاقة الشمسية ويتم معالجة المياه الملوثة إلى مياه صالحة للشرب.

**2-I) ندرة المياه الصالحة للشرب والحلول المقترحة في العالم :**

كلنا نعلم أن الماء هو أساس الحياة، فأى شيء في الأرض بحاجة ماسة للمياه فنذرتة ناتجة من عدة أسباب نذكر منها ما يلي باختصار:

- التطور والتقدم في عدة مجالات.
- الارتفاع الكبير في نمو السكاني.
- التلوث الناتج من التطور الصناعي.
- العوامل الطبيعية مثل الجفاف والتصحر... الخ.

اذ أصبح على العلماء والباحثين في العالم التوجه لعدة أبحاث وفرضيات وذلك للتقليل من نذره المياه الصالحة للشرب وهذا لضمان مستقبل البشرية وفي ايطار هاته البحوث تم إيجاد بعض الحلول ونذكر منها ما يلي:

- تطوير الموارد المائية.
- تحليه مياه البحار وتنقية مياه الصرف.
- استغلال الطاقات المتجددة وخاصة "الشمس" لأنها طاقة لا تفتنى وتعمل على توفير ماء عذب غير ملوث.



## الجدول (I - 1): نصيب الفرد من المياه المتوفرة عالميا

كمية الماء الصالحة لشرب لكل شخص $m^3$		الدولة	كمية الماء الصالحة لشرب لكل شخص $m^3$		الدولة
1990	2025 (المتوقعة)		1990	2025 (المتوقعة)	
2660	1000	الجزائر	705	380	الجزائر
470	470	جزر القمر	2040	790	جزر القمر
1790	980	قبرص	1290	1000	قبرص
50	20	جيبوتي	750	270	جيبوتي
380	350	مصر	1070	620	مصر
160	50	إثيوبيا	2360	980	إثيوبيا
220	190	هايتي	1690	960	هايتي
1510	610	إيران	2080	960	إيران
1420	790	الأردن	260	80	الأردن
2780	900	كينيا	590	190	كينيا
190	110	الكويت	10	10	الكويت
240	80	لبنان	1600	960	لبنان
500	220	ليبيا	160	60	ليبيا
170	170	المغرب	1200	680	المغرب

**I-3) ندرة المياه الصالحة للشرب والحلول المقترحة في الجزائر:**

"تصنف الجزائر ضمن الدول الفقيرة في العالم من حيث الإمكانيات حيث ترتب تحت الحد الأدنى النظري للندرة التي تحددها البنك العالمي ب  $1000 \text{ m}^3/\text{an}$  حيث إن الراتب المائي النظري في الجزائر الذي كان في عام 62 يقدر ب  $1500 \text{ m}^3/\text{an}$ ، تراجع عام 99 الى  $1500 \text{ m}^3/\text{an}$  [2]

الجزائر رغم مساحتها الشاسعة إلا انها تتميز بنذرة المياه ونقص توفير الماء العذب الكافي للبشرية وتزداد حدة مشكلة الماء لأسباب عدة نذكر منها ما يلي:

- الخصائص المناخية (نقص المياه السطحية في المناطق الجافة و شبه جافة).
- تزايد النمو السكاني.
- تلوث المياه بسبب التطور الصناعي.
- قلة توفير مشاريع لتنقية وتحليه مياه البحار و تكلفتها الباهظة .

ولمواجهة ازمة المياه، تسعى الجزائر لترشيد استعمال المياه لتلبية حاجيات السكان والاقتصاد الوطني، خاصة وان مياه في الجزائر تكتسي طابعا استراتيجيا في مسار التنمية الشاملة للبلاد.ولذلك تسعى الى توفير بعض الحلول والتقليل من ندرة المياه ونذكر منها ما يلي:

- استثمار مشاريع التقطير.
- إنشاء سدود للتعبئة وخاصة في الشمال.
- إنشاء مشاريع لتحلية المياه وخاصة ماء البحر.
- التقليل من الضياع الناتج من شبكات توزيع المياه واستغلال المياه الجوفية.

**4-I) المعايير العالمية للمياه الصالحة للشرب:**

إن المياه الصالحة لشرب لها شروط أساسية من أجل صلاحيتها و الجدول التالي يوضح المعايير العالمية لمياه الصالحة لشرب [3,4]

**جدول (1 - 2): المعايير العالمية لمياه الشرب (g/L)**

التركيز (g/L)	المركب الكيميائي	التركيز (g/L)	المركب الكيميائي
$[NO_2^-] < 1.10^{-4}$	النترت	$[NH_4] < 0,5.10^{-3}$	الأمونيوم
$[Mn^{+2}] < 5.10^{-5}$	المنغنيز	$[Cl^-] < 0,2.10^{-3}$	الكلور
$[PO_4^{-3}] < 5.10^{-3}$	الفسفورات	$[SO_4^{2-}]$	الكبريتات
$[Al^{+3}] < 10^{-5}$	الأمنيوم	$[Zn^{+2}] < 5.10^{-3}$	الزنك
$[K^+] < 1,2.10^{-2}$	البوتاسيوم	$[Cu^{+2}] < 1.10^{-3}$	النحاس
$[Na^+] < 0,15$	الصوديوم	$[Fe^{+3}] < 0,2.10^{-3}$	الحديد

**5-I) التحليل الفيزيائي والكيميائي للمياه الجوفية بمنطقة ورقلة:**

كل الشوارد مقاسة بـ mg/L.

**جدول (1 - 3) : تركيز الأملاح الشوارد الكيميائية في مياه منطقة ورقلة [5]**

المجموع	$CO_3^{2-}$	$NO_3^-$	$Cl^-$	$K^+$	$HCO_3^-$	قساوة	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Na^+$	$SO_4^{2-}$
2961	---	38	749	19	103	106	249	107	625	965

تركيز الأملاح في مياه منطقة ورقلة يقدر بـ 2,961 g/L ، ومقدار الحموضة (PH) متوسط يقدر بـ 6.8 وأيضا تقاس القساوة للماء بحساب مجمع تراكيز كل من شوارد الصوديوم و البوتاسيوم.

**(6-I) تنقية المياه:**

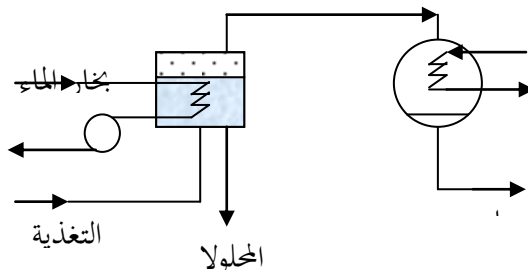
هي عملية ازالة الملوثات من المياه الخام والهدف من ذلك هو انتاج مياه لغرض محدد للاستهلاك البشري.

**(7-I) مختلف الطرق التقنية المستعملة لتنقية المياه المالحة:****(1\_7\_I) طريقة التقطير:**

هي عملية يتم فيها تسخين المياه المالحة وذلك برفع درجة غليانها الى ان تتبخر ثم تتكثف وفي الاخير نحصل على ماء مقطر، وفي العموم مبدا عمل المقطرات نحتاج الى مصدرين "مصدر حراري ساخن للتبخير ومصدر حراري بارد للتكثيف.

**(1\_1\_7\_I) التقطير البسيط: ( Simple Distillation )**

تعتمد هذه التقنية على وجود خزان يحتوي على ماء مالح تحت ضغط اقل من الضغط الجوي (منخفض جدا) وذلك بالاستعانة بمبدل حراري يسري به بخار الماء، فعندما يسخن الماء يصعد البخار الى سطح الخزان ثم يخرج عبر مسار يكون موصول بالمكثف وذلك بوجود عنصر بارد يتمثل في مبدل حراري ثاني، ثم يتكثف ذلك البخار فيتجمع على قطرات ماء خالية من الاملاح المعدنية ثم تخزن في خزان ثاني خاص بجمع الماء المقطر ويتم هذه العملية في دورة مغلقة انظر الشكل (1-I).



الشكل (1-I): مقطر شمسي بسيط

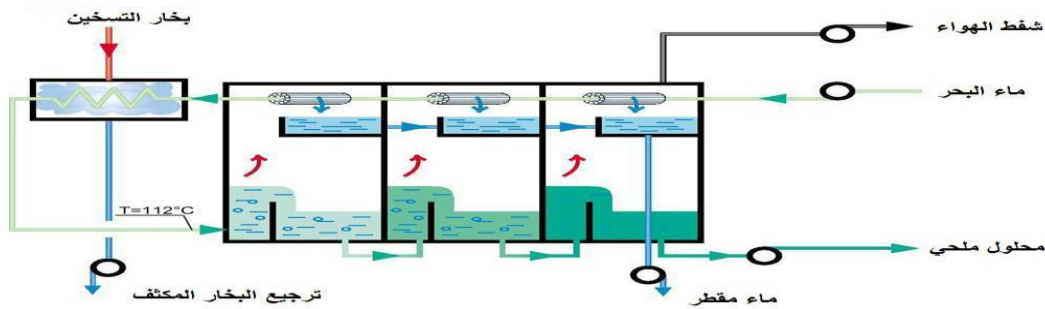
التكلفة: هذا الأسلوب يُستعمل صناعياً، لكن تكلفة الإنتاج عالية، وتقدر بـ: 84 إلى 1000  $\text{KW m}^{-3}$  [6].

## (La distillation flash: المراحل متعددة الموضي المتعدد المراحل: (2\_1\_7\_I multi effet)

هي اكثر الطرق استخداما في مجال تحلية مياه البحر تصل نسبة استخدامها الى اكثر من 70% مقارنة بالطرق الاخرى وتتم على النحو التالي:

- مياه البحر تسخن وتبخّر، وبعد ذلك يتم تكثيف البخار لإنتاج المياه المحلّات.
- بخار الماء الذي تم تكثيفه يستخدم كمصدر للطاقة الحرارية لتسخين مياه البحر الداخلة.
- يتم تقسيم التبخير والتكثيف الى العديد من المراحل التي تتكرر عدة مرات، وبالتالي يؤدي الى زيادة الكفاءة بوجه عام.
- احد الميزات الجيدة للتبخير الوميضي المتعدد المراحل هي انتاج كميات كبيرة من المياه المحلّات في وقت واحد [7].
- من ميزات هذه الطريقة ايضا استخدام درجة حرارة منخفضة وضغط بخاري منخفض كمصدر للطاقة الحرارية.
- هذه الطريقة جعلت التحلية ممكنة باستخدام الحرارة المهذرة من محطة توليد الطاقة.

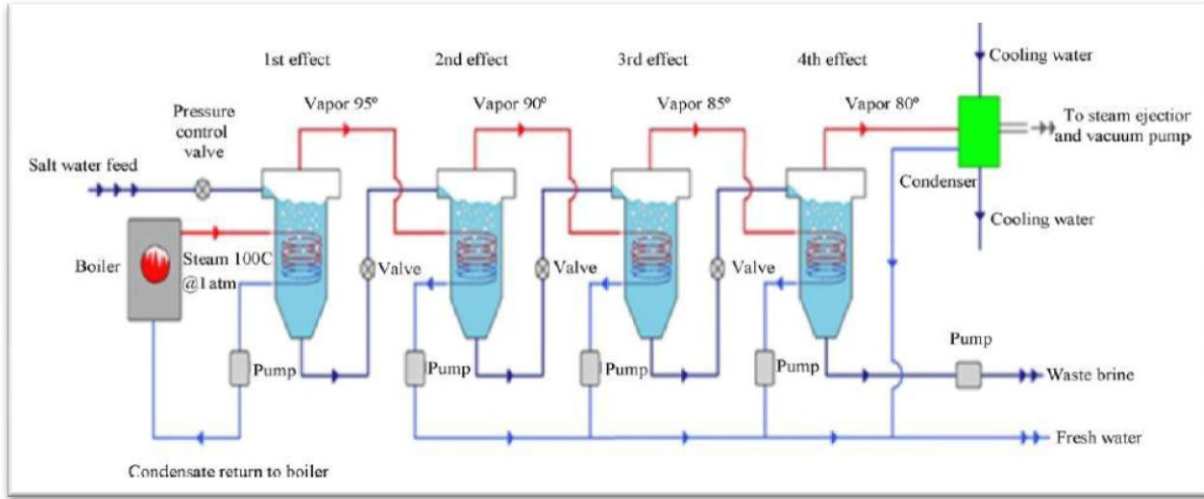
وفي الشكل (2-I) نرى كيف تمر مياه البحر بعد تسخينها الخلايا متتالية)



الشكل (2-I): التقطير بالتبخير الوميضي المتعدد المراحل

### 3\_1\_7\_I) التقطير المتعدد (distillation à ffets multiples):

تعتمد هذه الطريقة على وجود مبخر ومكثف وعادة ما يكون اكثر من واحد في محطات كبرى، فيعتمد هذا الجهاز على احتوائه على عدة خلايا لتقطير المياه المالحة وتتكون كل خلية على مفعول بسيط للتقطير فعندما تسخن المياه يتشكل بخار من الخلية الأولى فتقوم الخلية الثانية على تكثيفه فينتج بخار جديد منخفض الضغط، ومن اجل رفع كفاءة عملية التقطير يجب ان يسترجع جزء من الحرارة الضائعة عند التكثيف في الخلية الثانية لاستعمالها كحرارة لتسخين اولي، كما هو مبين في الشكل (3\_I)[8]

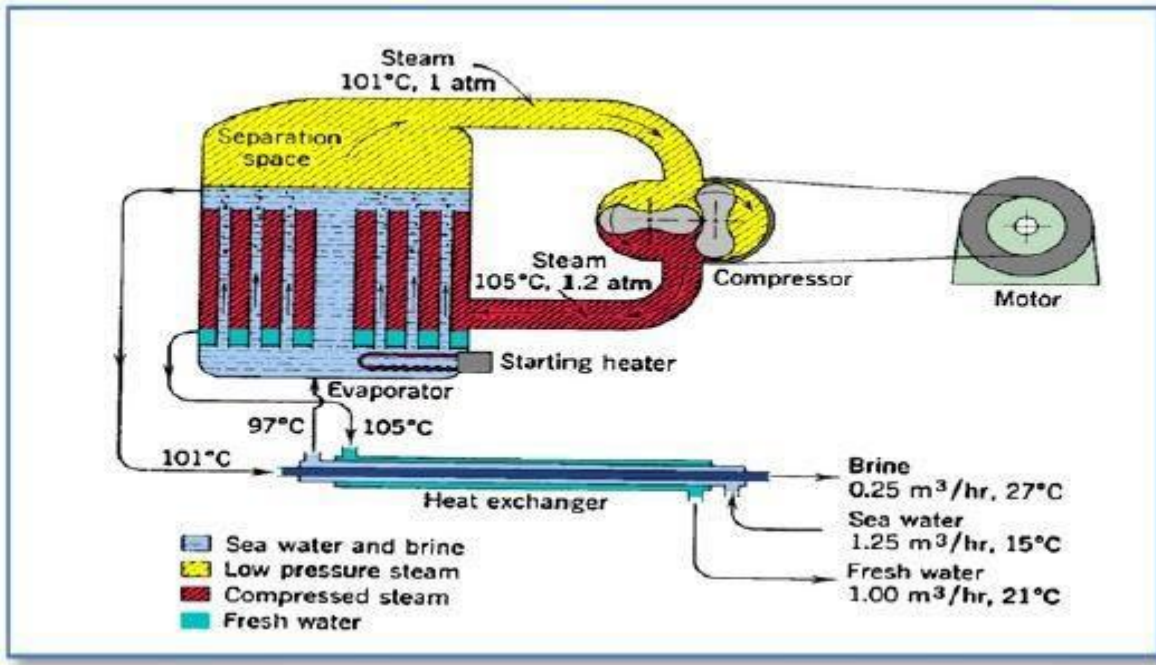


الشكل (3\_I): التقطير المتعدد

### 4\_1\_7\_I) التقطير بضغط البخار (Compression de vapeur):

تعتبر هذه الطريقة احدى الطرق المستخدمة للوحدات المتوسطة نسبيا لإنتاج الماء ( $5000m^3/jour$ )، وقد استخدمت هذه التكنولوجيا في اوربا عام 1920، وفيها يتم الاستفادة من حرارة البخار في المراحل الاخرى (التقطير المتعدد التأثير والتبخير الومضي) كمصدر بخار خارجي للتسخين بعد ضغطه مصدرا أساسا للحرارة الشكل (4\_I) في هذه

الطريقة يمكن الحصول على اقتصادية عالية للطاقة ولكن من الضروري الحصول على الطاقة الميكانيكية باستخدام ضاغط [7، 8].



الشكل (4\_1): التقطير بضغط البخار

## (2\_7\_I) تقنية فصل الاملاح الماء عن الاملاح الذائبة بالاعشية (Procedes à Membrumes)

هذه التقنية تعتمد على أعشية شبه نفّاذة ، تستعمل من أجل فصل الملح عن الماء ، وتتم عملية الفصل تحت درجة حرارة الجو العادية - بدون تسخين - مع استهلاك لكمية من الطاقة الكهربائية ، ويوجد أسلوبين في هذه التقنية وهما الأسبوز العكسي (النضح العكسي) والأسبوز الكهربائي (النضح الكهربائي) [7].

❖ خاصية الاسبوز: تتم هذه الخاصية وذلك بانتقال المذيب في محلول ما عبر غشاء شبه منفذ من المنطقة الأقل تركيز الى المنطقة الاعلى تركيز ومن ابرز المذيبات هو (الماء).

❖ **عمل الاغشية:** الاغشية هي عبارة عن مواد طبيعية او صناعية شبه نفوذة، وتتكون اغشية التناضح العكسي من مواد خاصة (مثل استنيتات السليلوز، او البندولي اميد) اما على شكل شعيرات (خيوط) مجوفة ملفوفة على شكل حرف (U). او على شكل الواح حلزونية ملفوفة .

تعمل الاغشية بما يسمى بنظرية السريان بالامتصاص الانتقائي (بالخاصية الشعيرية)، للغشاء قدرة تعمل على فصل الاملاح قطر مسامه من 1 الى 15 انقشتروم هي اقل بكثير من المرشحات الدقيقة (micro filtration) [9،8].

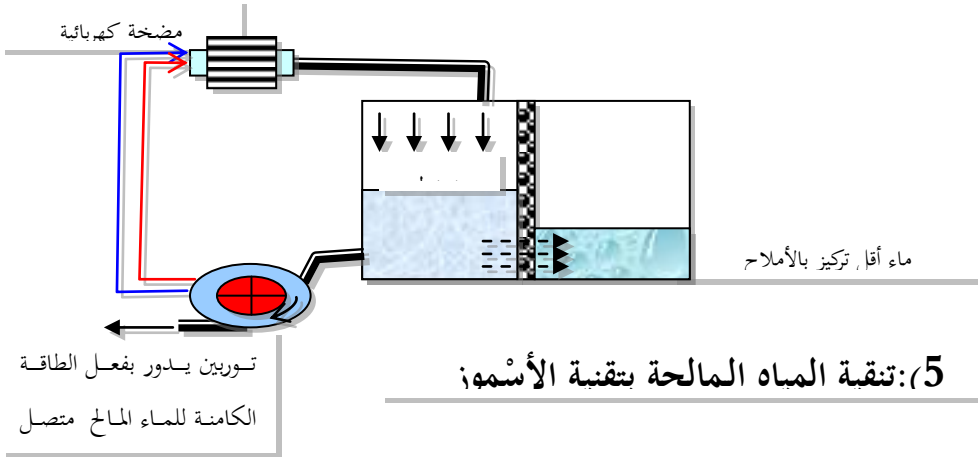
### I\_7\_2\_1) الاسموز العكسي (L'osmose inverse):

الاسموز العكسي هي عملية معاكسة للظاهرة الطبيعية المسماة بالتناضح، ففي هذه الظاهرة يتم انتقال الماء من المحلول الاعلى تركيزا الى المحلول الاقل عبر غشاء شبه نافذ باستخدام الضغط، وهي طريقة متبعة لتنقية المياه بمرورها بعدة مراحل يفصل بعدها الماء عن الاملاح والمعادن.

إنتاج هذه الأسلوب يقارب  $1 \text{ m}^3/\text{jour}/\text{m}^2$  من الغشاء، والطاقة المُستهلكة تقدر ما بين 4 إلى  $7 \text{ KWh}/\text{m}^3$  من الماء المنتج.

ومن أجل الاقتصاد في الطاقة نستعمل الطاقة الكامنة في المياه المالحة التي نُصرفها للتخلص منها، فوجودها في مكان مرتفع نسبياً، يُمكنها من تدوير ترينينات لإنتاج الطاقة الكهربائية، الشكل (I-5) يوضح هذا المبدأ [9]





الشكل (I 5): تنقية المياه المالحة بتقنية الأسموز

### I\_7\_2\_2) الاسموز الكهربائي (التناضح الكهربائي\_Electrodialiayse):

يتم فصل الأيونات كيميائياً بفعل التجاذب الكهربائي، ونستعمل في ذلك أغشية نافذة للماء واختيارية حسب نوع الكهراء المستقطبة في هذه الاغشية ونقسم الحوض الى خمس احواض مفصولة باربعة اغشية مستقطبة بالتناوب كما هو موضح في الشكل (I-6)، (+، -، +، -).

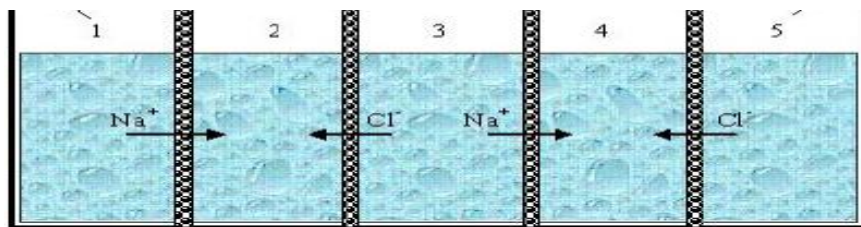
الحوض 1 به ماء فُصِلت منه الأيونات الموجبة.

الحوض 5 به ماء فُصِلت منه الأيونات السالبة.

الحوض 3 به ماء فُصِلت منه الأيونات السالبة والمُوجِبَة، وهو الماء الصالح للاستعمال.

يغذى الحوض 1 و5 بالماء المالح، أما الحوض 3 يستخلص منه الماء الصالح

ماء فصلت منه الأيونات السالبة      ماء فصلت منه الأيونات السالبة و الموجبة      ماء فصلت منه الأيونات السالبة



الشكل (I 6): تقنية الاسموز الايوني (الاسموز الكهربائي) لفصل ملح  $NaCl$

للاستعمال [4،6]

# الفصل الثاني

دراسة نظرية

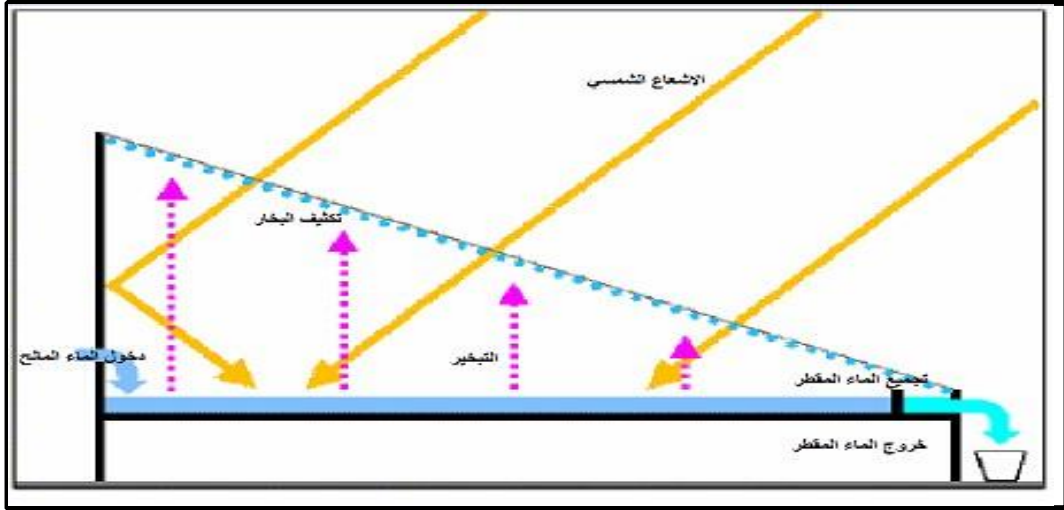
حول المقطر الشمسي

**1\_1) المقدمة :**

تعتبر الشمس مصدر هائلا للطاقة فضلا عن كونها مصدر طبيعي غير مكلف فالشمس تمدنا بالطاقة الحرارية و الضوئية المنبعثة منها حيث قام الإنسان باستغلالها وتسخيرها لمصلحته منذ عصور وذلك باستخدام مجموعة من وسائل التي تتطور باستمرار، حيث تضم تقنيات تسخير الطاقة بطرق المباشر أو غير المباشر، وفي وقتنا الحالي نجد صعوبة في التزود بالمياه الصالحة للشرب وذلك بسبب ندرة مياهها العذبة وتزايد تكلفتها ، فوجد أن طريقة التقطير بالطاقة الشمسية هو الحل الأنسب لحل مشاكل، سننترق في هذا الفصل أولا لتعريف المقطر الشمسي البسيط ولمحة تاريخية عن التقطير و أنواع المقطرات ثم نبدأ في دراسة العوامل التي تؤثر على عملية التقطير.

**2-1) تعريف المقطر الشمسي:**

هو عبارة عن جهاز يستقبل ماء مالح و ينتج ماء نقي ، حيث أن المقطر يتكون من حوض معزول حراريا ومغلق الأطراف وله غطاء زجاجي شفاف ، ويكون الغطاء الزجاجي في العادة مائل لكي يسمح للبخار المتكثف عليه، و الذي يكون على شكل قطرات حيث تتحدر ثم تسقط في القناة الخاصة بتجميع الماء المقطر ، ومن الضروري عزل قعر الحوض وجوانبه بالعوازل الحرارية لتقليل انتقال الحرارة من ماء الحوض إلى الخارج وذلك لرفع كفاءة المقطر، ومن الضروري أن يطلى قعر الحوض بالطلاء الأسود غير براق ، و كذلك إحكام غلق جوانب الحوض لتقليل تسرب الهواء المشبع بالبخار من الداخل إلى الخارج ولتقليل انتقال الحرارة عبر فتحات تسرب الهواء. [10،11]



الشكل (1-11) رسم تخطيطي يوضح طريقة عمل المقطر الشمسي

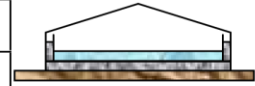
### 11-3) لمحة تاريخية عن التقطير الشمسي:

منذ القدم عرف الإنسان أن للشمس طاقة هائلة، وحاول إيجاد أساليب هذه الطاقة لاستغلالها بالشكل الذي يجعلها مفيدة له. فمن أولى لاكتشافات هو إدراك الإنسان لظاهرة تسخين مياه الأحواض المعرضة مباشرة لأشعة الشمس، وبعد ذلك اخترعت مادة الزجاج لما لديها من خواص ، بحيث من الممكن تصنيع عدسات ومرايا تساهم في استغلال هذه الأشعة. وأول استخدام لطاقة الشمس في التقطير كان سنة 1872 في شمال الشيلي (Chili) في صحراء (Lassaliens) ، 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 المُبخر ، و يُسْتَقْبَل البخار المتصاعد من طرف السطح الداخلي للزجاج المائل بزاوية 20°، ذو درجة حرارة أقل من الماص الأسود نسبياً مما يؤدي إلى تكثفه مباشرة ، ويتجمع في قناة خاصة بالماء المُقَطَّر . و يُعْتَمَد هذا المَبْدَأُ إلى حد الآن ، مع تغير بعض العوامل التي تدخل في زيادة كمية الماء المُقَطَّر ، ويسمى أيضا هذا المَبْدَأُ التقطير الشمسي ذو الحوض أو حوض التقطير، والجدول (1-11) يوضح المَرَاجِل التاريخية لهذا النوع والتحسينات التي تَمَّت عليه.

كمية الماء المُقَطَّر الناتج من المُقَطَّر الشمسي ذو الحوض تتراوح من 1 إلى 5 لترات في اليوم لكل متر مربع من الحوض، وتتغير تبعاً للعوامل الداخلية المُتعلِّقة بالجهاز والخارجية المُتعلِّقة بحالة الجو و شدة الإشعاع الساقط . وما يهمنا هنا العوامل التي قد درست من طرف الباحثين في هذا المجال كمفعول شدة الإشعاع و درجة حرارة الغطاء المستعمل (فان كان الغطاء من الزجاج -نرمز له ب:G او البلاستيك نرمز له ب:P:) والجدول (II-1) يلخص بعض القيم و النتائج لمقطرات شمسية من طرف الباحثين. [12]

### الجدول (II-1):المسار التاريخي للمقطر الشمسي ذو الحوض

المكان الذي تم فيه الإنجاز	تاريخ الإنجاز	مساحة الحوض المستعمل $m^2$	الإنتاج ب: $L/m^2/jour$	الإنتاج ب: $m^3/jour$	الإشعاع الشمسي $W/m^2$	الشكل المستعمل في الإنجاز
Muresk II (Australia)	1966	372	4,03	2,2	246	G
Cooper pedy	1966	3160	3,987	3,22	246	G
Caiguna	1966	372	4,03	-	246	G
Hamelin pool	1967	413	3.87	-	-	G



الجدول (1-11): المسار التاريخي للمقطر الشمسي ذو الحوض

Las Salinas (Chili)	1872	4460	3,99	-	-	G	
Bhavnagar (India)	1965	377	-	1,5	-	G	
Aldabra (Ind.ocean)	1969	182	3,8	-	250	G	
Bakharden (USSR)	1969	600	4	1,75	-	G	
Shafrikan (USSR)	1970	600	4	1,75	-	G	
Natvidad (Mexico)	1969	95	-	0,41	400	G	
Chakmou (Tunisia)	1967	440	1,8	0,75		G	
Mahdia	1968	1300	5,23	4,48		G	
Haiti (Caribbean)	1969	233	4,03	0,81		G	
Patmos (Greece)	1967	8600	3,95	8,08	-	G	
Kimolos	1968	2504	3,9	8,14		G	
Nisoros	1969	2005	3,99	6,51		G	
Fiskardo	1971	2400	4,0	-		G	
Megisti	1973	2528	3,99	-		G	
Gwadar I (pakistan)	1969	306	3,9	1,2	G		
Gwadar II	1972	9072	3,96	-	G		
Purta Chale (Mexico)	1974	300	3,3	1,0	-	-	
Purta Eugenia	1974	470	-	1,5		-	
Townsville (Australia)	1969	232	0,56	-		P	
Petit st.Vincent (westIndies)	1967	1709	3,97	5,29		P	
Aegina I (Greece)	1965	1490	4.02	-	-	P	

4-11) أنواع المقطرات الشمسية:

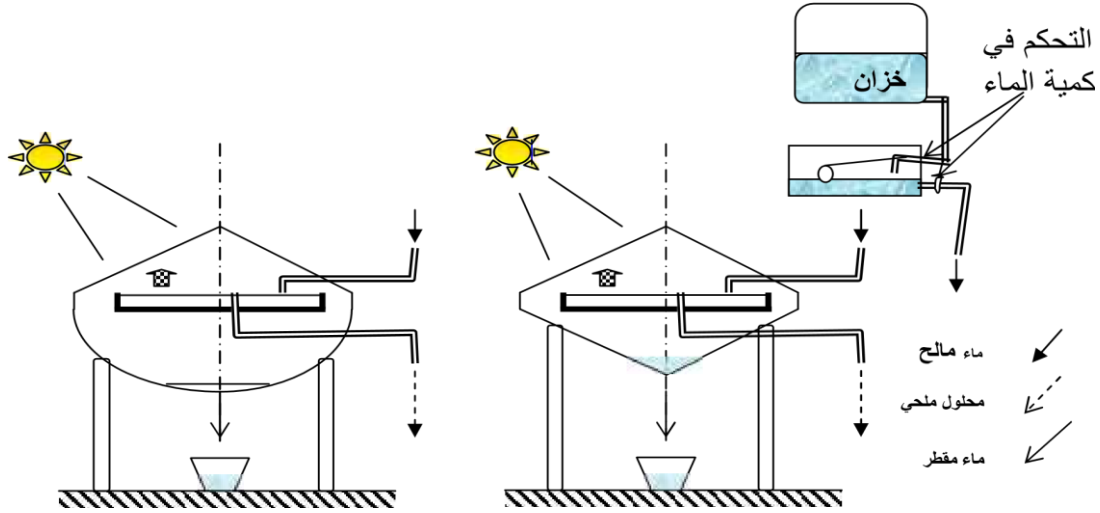
1-4-11) المقطرات المتعدد (Distillateurs a multiples effets) :

في العموم المقطر المتعدد يحتوي على عدة مبخرات وهناك عدة نماذج لهذا المقطر

وهي:

(a) المقطر الشمسي المخروطي:

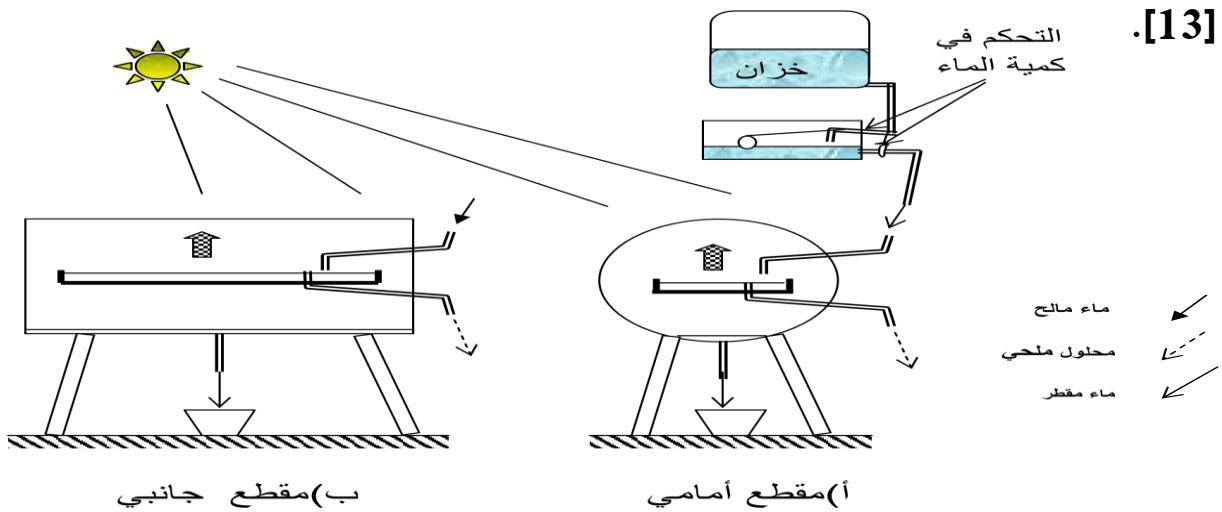
مشكل من غطاء مخروطي من الزجاج في الأعلى، يسمح بمرور الإشعاع الشمسي ومن قمع مخروطي أو نصف كروي في الأسفل لتجميع الماء المقطر حسب الشكل (II)-1 [12].



الشكل (II)-2: المقطر الشمسي المخروطي

(b) المقطر الشمسي الاسطواني:

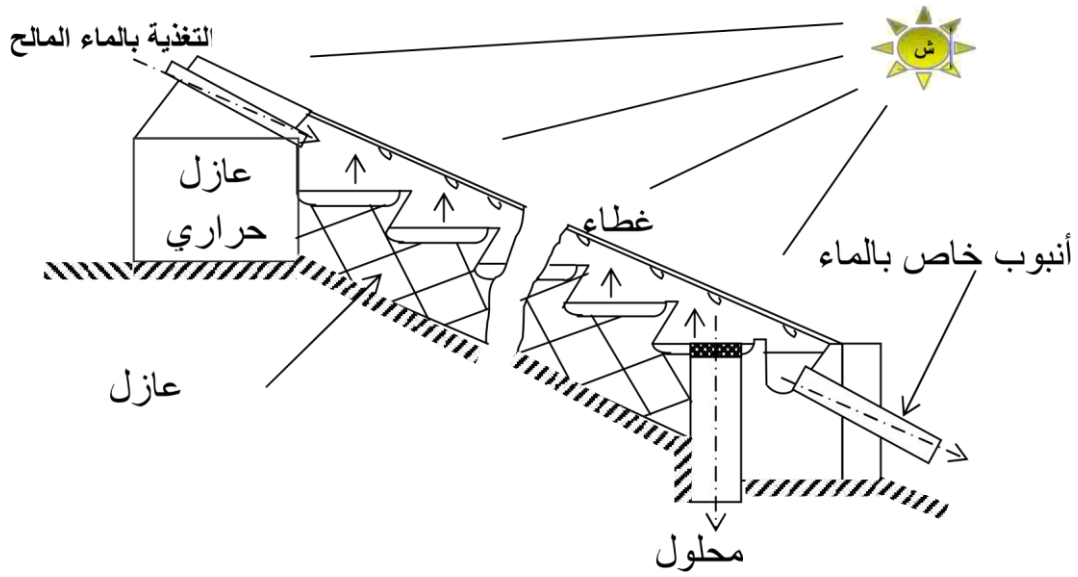
يعمل بنفس مبدأ المقطر الكروي في تجميع الماء المقطر، إلا أن نظام مسح الماء المكثف على الجدار الداخلي للزجاج غير المستعمل، كما هو موضح في الشكل (I)-2 [13].



الشكل (II)-3: المقطر الشمسي الاسطواني

## (C) المقطر الشمسي الشلال :

يعتمد مبدأ تشغيله على طوابق من الأحواض السوداء بها ماء مالح ، وكل حوض يمد للحوض الذي أسفله بالماء، حتى يصل الماء للطابق السفلي عبارة عن محلول ملحي (ماء شديد الملوحة) ، والغطاء الزجاجي يكون مستويا أو مسننا ، كما في الشكل (II-3)[13].



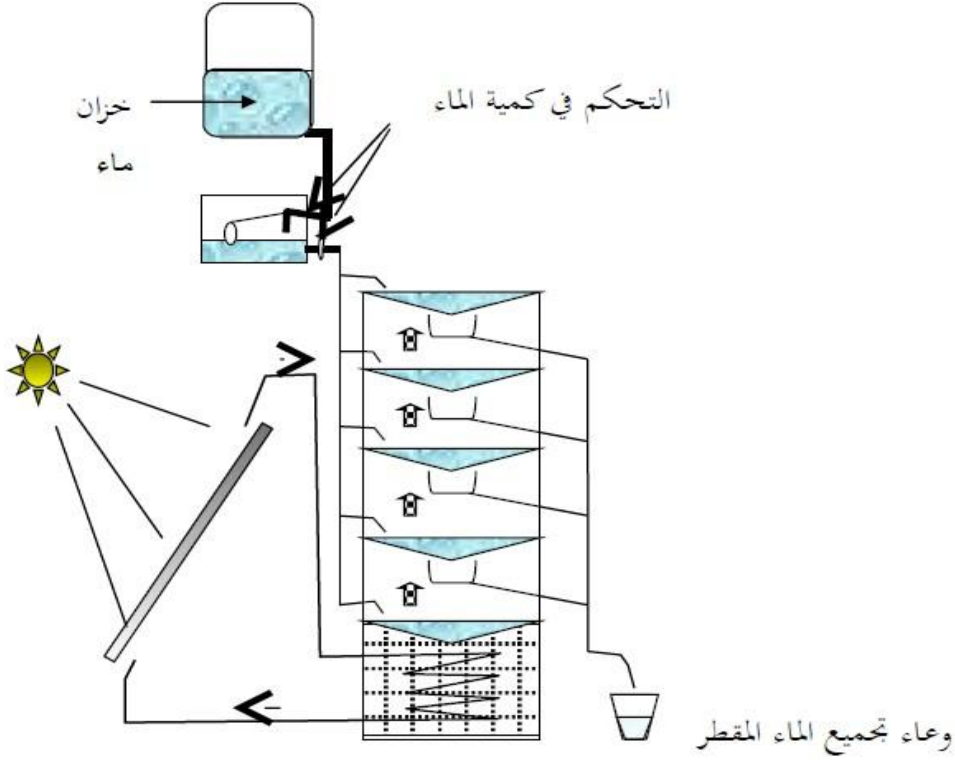
الشكل (II-4): المقطر الشمسي الشلال

## (d) المقطر الشمسي المتعدد الطوابق :

يعمل بالاستعمال غير المباشر لأشعة الشمس، ويتم تسخين مائع حراري في لاقط شمسي، ثم ينقل الى مبدل حراري ، ثم تنتقل الحرارة لحوض به ماء المالح يتبخر الماء المالح ويتكاثف على السطح السفلي لحوض ثاني به ماء مالح ، وهكذا تتم عملية استرجاع الحرارة الناتجة من تكاثف البخار في الطابق N ، لتسخين الماء المالح في الطابق N+1، حسب الشكل (II-4)[13].



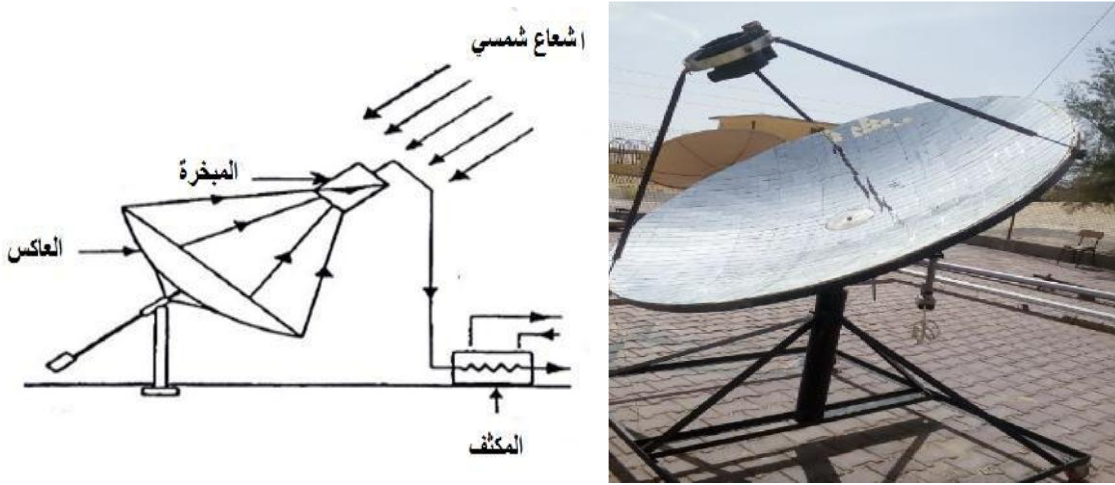
**ملاحظة:** من الممكن استعمال لاقط شمسي قطع مكافئ اسطواناني، يمر المائع الحراري في أنبوب اسود (من النحاس او من الفولاذ...) ، هذا الأنبوب مثبت على طول محرق القطع المكافئ ، ومن الممكن كذلك جعله على شكل قطع مكافئ دائري [4].



الشكل (5-11) :المقطر الشمسي المتعدد الطوابق

(e)المقطر الشمسي ذو مجمع مركز:

الشكل (5-11) يمثل مقطر شمسي ذو مجمع مركز بحيث تنعكس الأشعة الشمسية على وعاء التبخير وتؤدي إلى رفع درجة حرارة الماء الموجود بداخله بصورة كبيرة مما يؤدي إلى تبخر الماء ثم ينقل البخار إلى غرفة منفصلة لغرض تكثيفه ثم يخزن في أحواض خاصة [14].



الشكل (II-6): مقطر شمسي ذو مجمع مركز

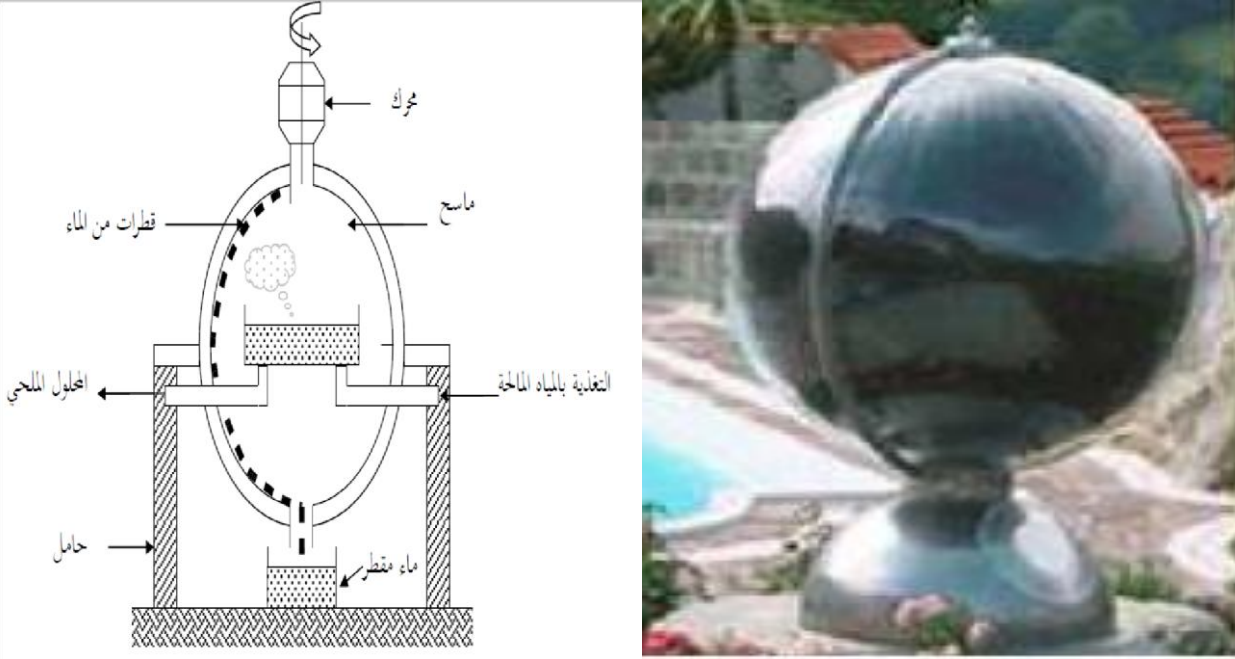
## II-4-2) المقطرات البسيطة (Distillateur a simple effet):

هذا المقطر الأكثر استعمالا في العالم ، بحيث يحتوي على حوض مملوء بالماء المالح وملون (مدهون) باللون الأسود من اجل التقاط اكبر كمية من الإشعاع الشمسي ويغطى بلوح من الزجاج ويجب ان يكون هذا الأخير مائلا ليتكثف البخار في الجزء الداخلي للغطاء ،ومن بين ايجابياته تحقيقه وصيانته بسهولة ، ثمنه نوعا ما منخفض ، وتوجد عدة نماذج لهذا النوع من بينها [7،15] :

### a) المقطر الشمسي الكروي بماسح :

أول من اقترح هذا المقطر هو Pr.Menguy بجامعة لندن ويكون على هيئة كرة شفافة مصنوعة من الزجاج او من أنواع أخرى من البلاستيك الشفاف في وسطها يوجد حوض دائري أفقي له لون اسود يعمل كماص للحرارة يوضع فيه الماء المالح لتبخيره ثم يتكثف البخار المتصاعد على السطح الداخلي للزجاج ثم يجمع في أسفل الشكل الكروي [11، 12].

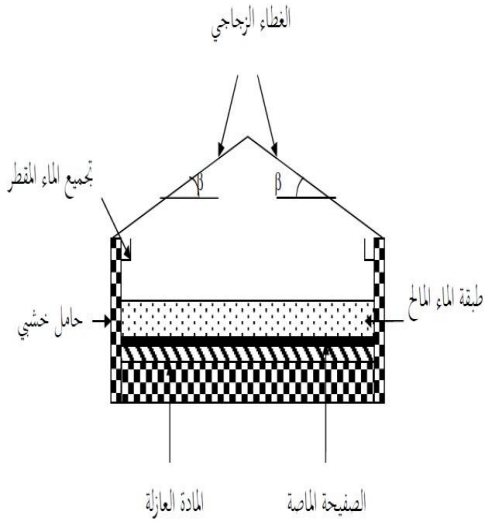
لجعل الزجاج شفاف يستعمل في السطح الداخلي ماسح يدور بواسطة محرك كهربائي في أعلى المقطر، كما يعتبر هذا النوع من المقطرات الأحسن مقارنة مع المقطر البسيط ويمثل الشكل (II-6) المقطر الشمسي الكروي بالصورة والرسم التوضيحي [16].



الشكل (II-7): المقطر الشمسي الكروي بماسح

(b) المقطر الشمسي بميلين:

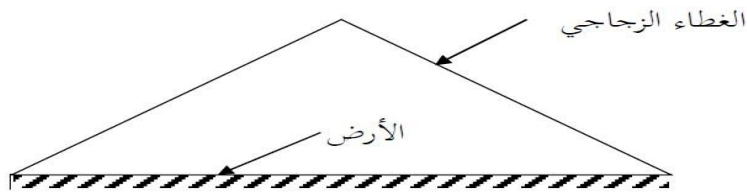
يبين الشكل (II-7) مقطر شمسي بميلين لديه نفس مبدأ عمل المقطر بميل واحد إلا أن له لاقطين بحيث يميل كل واحد منهما بزاوية ( $\beta$ ) ومن ميزاته أن أحدهما يوجه للشمس والآخرة للظل لتسريع عملية التكثيف [17].



الشكل (8-11): المقطر الشمسي بميلين

(c) مقطر شمسي ارض-ماء:

كميات كبيرة من الرطوبة تخزن (تدخر) في الأرض وفي المناطق الجافة بحيث هذه الرطوبة تعود الى الغلاف الجوي خلال الفصل الساخن لإتمام الدورة الهيدروجينية الطبيعية لهذا نستعمل المقطر (ارض-ماء) الذي يشبه المقطر ذو الميلين فقط نعوض الحوض الأسود بالأرض. انظر الشكل (8-11) [17,18].

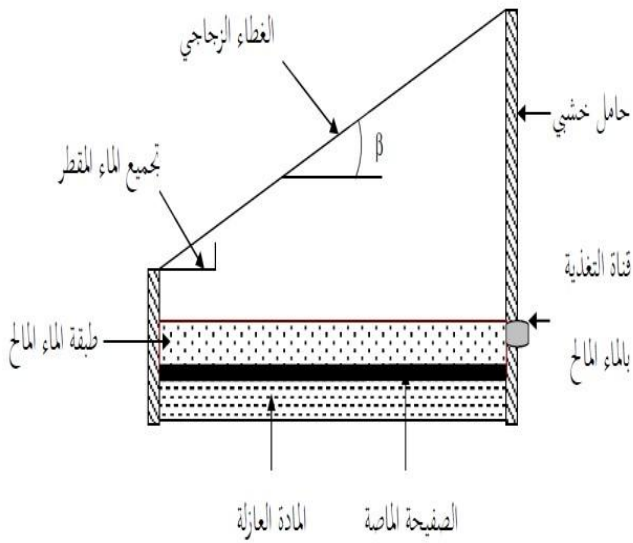


الشكل (9-11) رسم تخطيطي لمقطر شمسي ارض-ماء

(d) مقطر شمسي بسيط بميل واحد (وهو النوع المستعمل في دراستنا التجريبية):

هو مقطر بلاقط واحد مائل بزاوية  $(\beta)$  وهو سهل التنظيف نظرا لسهولة تركيبه ، انظر الشكل

[17](9-11).



الشكل (10-11): يوضح المقطر الشمسي البسيط بميل واحد

## 5-11 العوامل المؤثرة في التقطير الشمسي:

### 5-11-1 العوامل الخارجية:

#### 5-11-1-1 تأثير الاشعاع الشمسي:

يلعب الاشعاع الشمسي دورا أساسيا في عملية التقطير وعليه أنجزت عدة بحوث لدراسة حيث اثر هذا المعامل في التقطير الشمسي ، فالنتائج المتحصل عليها من طرف [19،20] تثبت دون شك الزيادة المعتمدة من الماء المقطر الناتج بزيادة شدة الاشعاع الشمسي.

#### 5-11-1-2 تأثير سرعة الرياح:

هذا ما قام بإثباته (Cooper,1969)، حيث وجد أن مردود التقطير يتزايد بمعدل %11.5 مع متوسط سرعة الرياح (0m/s – 2,15m/s)، بينما يزداد بنسبة %1,5 من أجل

قيم لسرعة الرياح في المجال من (2,15m/s – 8,8m/s) وبالتالي بصفة عامة السرعة الزائدة للرياح لها تأثير طفيف على معدل التقطير ، تسريع عملية التكثيف هذا يعني أن مردود التقطير يتزايد في حال كون سمك الماء في الحوض كبير نوعا ما ، بينما لا يظهر هذا التأثير على الناتج اليومي في حالة السمك الصغير للماء .فسرعة الرياح فوق قيمة معينة في حوالي (5m/s) ليس لها تأثير كبير على المردود اليومي .في هذه الحالة سرعة الرياح المتزايدة تؤدي إلى زيادة في الحمل الحراري بين الغطاء الزجاجي والهواء المحيط ولهذا السبب يحدث انخفاض محسوس لدرجة حرارة الزجاج ، بالتالي ارتفاع في فارق درجة حرارة بين الماء والغطاء الزجاجي وعليه زيادة معتبرة في الناتج اليومي من الماء المقطر [21].

### II-5-1-3 تأثير درجة حرارة المحيط:

عدة دراسات وبحوث أجريت لدراسة تأثير درجة حرارة المحيط على إنتاجية المقطر الشمسي ، فالنموذجي المقترح من طرف (Malik.1982) [22،19] أثبت أنه من أجل زيادة في درجة حرارة الوسط بمقدار 5°C فإنه هناك زيادة ضئيلة بمقدار 3% في فعالية المقطرات الشمسية .هذه النتيجة تتوافق مع الأعمال المنجزة من طرف (Al-Hinai,2002) [23] والذي أكد بأن ارتفاع درجة حرارة الوسط بمقدار 10°C يؤدي لتحسين مردود الجهاز بحوالي 8.3%.

### II-5-1-4 بعض العوامل الأخرى:

بالإضافة إلى سرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء المحيط هناك عوامل أخرى جوية مثل رطوبة الهواء المحيط وكمية الأمطار اللتين يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في القياس بحيث أنهما تغييران في الموازنة الحرارية للمقطر [24].

**II-5-2) العوامل الداخلية:****II-5-2-1) تأثير العزل الحراري لجسم المقطر:**

تعتمد إنتاجية المقطر الشمسي إلى حد كبير على مدى كفاءة العزل الحراري المستخدم وتعتمد هذه الكفاءة بشكل مباشر على قيمة العزل الحراري لذا يلزم الموازنة بين قيمة العزل الحراري وقيمة إنتاجية المقطر [24].

**II-5-2-2) تأثير عمق الماء المالح في قاعدة المقطر:**

سعت عدة دراسات لإثبات تأثير سمك طبقة الماء في الحوض على الإنتاج اليومي من الماء المقطر. النتائج المصرح بها تؤكد تناقص مردود المقطر كلما زاد سمك الماء في الحوض [16].

**II-5-2-3) تأثير تسرب البخار من المقطر:**

يعتبر تسرب البخار من المقطر من أهم العوامل التي تؤدي إلى إنخفاض إنتاجية المقطر بدرجة كبيرة ، لذا ينصح بإحكام وضع الغطاء على المقطر لمنع تسرب بخار الماء من المقطر إلى الجو المحيط وأفضل المواد المستخدمة لهذا الغرض مادة مطاط السيلكون مع وجود الصيانة الدائمة [24].

**II-5-2-4) تأثير تسرب الماء المقطر الناتج:**

كلما زاد تسرب الماء المقطر الناتج تقل الإنتاجية ،ومن أحد أسبابه تآكل قناة تجميع الماء المقطر ، وكسر المادة المانعة للتسرب في أي وصلة في القناة ، لذا يفضل إستعمال مواد غير قابلة للصدأ ويكون تصميم قناة تجميع الماء المقطر بدون وصلات لتقليل إحتمال التسرب [24].

**II-5-2-5 ( تأثير المسافة بين الغطاء و سطح الماء :**

دلت التجارب التي أجراها سانكونانثان وهانس (1973) إن إنتاجية المقطر البسيط تزيد كلما انخفضت المسافة الرأسية بين الغطاء و سطح الماء [24].

**II-5-2-6 ( تأثير تراكم الملح في القاعدة مقطر :**

يؤدي تراكم الملح في القاعدة إلى تكوين طبقات عاكسة لأشعة الشمس مما يؤدي إلى انخفاض في إنتاجية المقطر بشكل محسوس لذا ينصح بالتنظيف المستمر لطبقات الملح المترسب في القاعدة [24].

**7-II-2-5 ( تأثير زاوية ميل الغطاء الزجاجي :**

عموما إنتاجية المقطرات الشمسية تعتمد على زاوية ميل الغطاء الزجاجي بشكل كبير ، هذه الزاوية بدورها تعتمد على الوجهة الجغرافية للمقطر الشمسي ، بالإضافة لخط العرض لمنطقة تواجده وعلى أساس هذه الاعتبارات سيستفيد المقطر عبر أيام السنة من كمية معتبرة من الاشعاع الشمسي [16]. التجارب المنجزة من قبل (Tiwari,2005) [25] بخصوص دراسة تأثير زاوية إمالة الغطاء الزجاجي على أداء التقطير الشمسي حيث أثبتت أنه هناك زيادة معتبرة في الناتج تقارب 63% من المردود اليومي للمقطر بامالة الغطاء الزجاجي لوحده.

(Haini,2005)[23]، أنجز دراسة نظرية لاستقصاء تأثير زاوية الميل على نواتج التقطير. تبرز نتائج المحكاة العددية بأن الإنتاجية تتزايد في فصل الصيف مع تخفيض في زاوية ميل الغطاء الزجاجي لكن تنعكس النتيجة في فصل الشتاء.



**II-6 ( خصائص مكونات المقطرات الشمسية:****II-6-1 ( الزجاج: يختلف الزجاج حسب الخصائص**

✓ السمك

✓ اللون: يجب ان يكون شفافا

✓ الانعكاس: يجب ان يكون على الأقل ما بين (10%-5%)

✓ الامتصاص: يجب ان يكون من 5%

✓ الإمرارية: أكثر من 90% [26].

**II-6-2 (الصفحة المعدنية:**

توجد عدة أنواع من الصفائح المعدنية وفقا لخصائصها ،لذا يجب ان نختار الصفحة

الملائمة لاستخدامها للماص وكذلك للغطاء الخارجي:

. السمك

التوصيلية : يجب ان نختار صفحة توصيلية حرارية مرتفعة إن أمكن.

مقاومة التآكل: الصفحة المعدنية تكون في تلامس مع الماء، من اجل هذا يجب اختيار

صفحة تقاوم ظاهرة التآكل [27،28].

**II-6-3 ( العازل:**

العازل في المقطر هو العنصر الرئيسي ،ولاختيار عازل جيد يجب معرفة كل

الخصائص: التوصيلية الحرارية حيث يجب أن تكون قليلة ليكون عزل حراري جيد [27]

وأفضل عازل هو (POLYSTYRENE).

الفصل الثالث

الدراسة التجريبية

**III-1) مقدمة:**

اعتمدنا في الفصول السابقة على دراسات نظرية لمقطر شمسي أما في هذا الفصل سنتطرق الى الدراسة التجريبية التي أنجزت على مقطرين شمسيين (شاهد ومدروس)،والهدف من هذه الدراسة هو تحسين مردود انتاج الماء المقطر للمقطر الشمسي البسيط ذو الميل واحد .وتمت هذه الدراسة بمخبر الطاقات الجديدة و المتجددة للمناطق الصحراوية (LENREZA) بكلية الرياضيات و علوم المادة -جامعة قاصدي مرباح بورقلة.

**III-2) مبدأ عمل المقطر الشمسي:**

مبدأ عمل المقطر الشمسي هو نفس مبدأ الظاهرة الطبيعية للتقطير الشمسي ،فعندما تسقط الاشعة الشمسية على ماء البحر (المحيطات،البحيرات ،والانهار) فإنها تسخن هذا الماء وهذا الأخير يتبخر ويرتفع الى الأعلى ثم ينتقل البخار عبر الرياح حتى يصل الى مكان اكثر برودة فيتكاثف و تتشكل السحب وبعد ذلك يمكن ان يكون مطرا او ثلجا [29]، أما بالنسبة لمبدأ عمل المقطر الشمسي يكون على النحو التالي:

يسخن الماء الذي بالحوض بفعل أشعة الشمس ويأخذ في التبخر،ينتقل بخار الماء الناتج الى غطاء المقطر على الجانب الداخلي للغطاء عند درجة حرارة تقع بين درجة الماء المالح في القاعدة و درجة حرارة المحيط،تنساب قطرات الماء المتشكلة على الغطاء الزجاجي الداخلي بفعل ثقلها الى وعاء تجميع الماء المقطر .

**III-3)النماذج الأولية للأجهزة التجريبية:**

تم الاعتماد في انجاز هذا العمل على مقطرين شمسيين بسيطين متشابهين لكل منهما حوض وحيد الميل له الابعاد التالية:

- لون الحوض :أسود غير براق.

- سمك الزجاج: (5mm)
- ابعاد الحوض (الطول X العرض): (0,49m × 0,49m)
- ابعاد الغطاء الزجاجي: (1m × 1m)
- مساحة الحوض:  $S-b=0,8836m^2$

### III-4) الأجهزة المستعملة في التجربة:

وتم إنشاء محطة أرصاد جوية تابعة للمخبر تقوم بجميع القياسات السابقة، والأجهزة السالفة الذكر كلها متصلة بهذه المحطة. وكانت النتائج التجريبية تأخذ من 8:30 صباحا إلى غاية 16:30 مساء على مدى 8 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 ب  $W/m^2$  .

✓ جهاز قياس درجة الحرارة (المزدوجات الحراري - Thermocouples) : وهي عبارة عن زوج من المعدن على شكل سلكين ملتحمين التحاما ذاتيا، تربط كل مزدوجة حرارية بجهاز ميلي فولطمتر خاص به شاشة رقمية يحول هذا الجهاز درجة الحرارة إلى تيار كهربائي، يقرأ على إثره قيمة درجة الحرارة في المكان الموضوعه فيه المزدوجة.

✓ 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 الهواء الدوار (Anémomètre): وهو مزود بمروحة تقيس السرعة حسب عدد دورات المروحة وهو متصل بالكمبيوتر.

✓ جهاز قياس الرطوبة الجوية (Hygromètre): قياس الرطوبة النسبية للجو، والتي هي حاصل قسمة الضغط الجزئي لبخار الماء على الضغط الجزئي في حالة التشبع وفي نفس درجة الحرارة نستعمل جهاز به مسبار (sonde)، وهو متصل بجهاز حاسوب . ويسمى الجهاز أيضا المرطاب.

الجدول (III - 1): الأجهزة المستعملة في التجربة

		
<p>جهاز قياس درجة الحرارة (المزدوجات الحرارية)</p>	<p>جهاز قياس الاشعاع الشمسي</p>	<p>جهاز فوتوغرافي لجهاز قياس الموصلية الحرارية Armfield</p>

III-5) الأدوات المستعملة في التجربة:

	<p>انابيب النحاس (Tube de cuire): ذو الطول 94cm وقطر 0,8cm ويتم ملوهم بشحم السيارات</p>
	<p>الأنابيب المدرجة (Tubes Graduées): تستعمل لقياس كمية الماء في كل ساعة وبذلك نحسب التدفق الكتلي أو الحجمي للماء وكذلك حساب كمية الماء المُجمَع</p>
	<p>أنابيب بلاستيكية (Tubes plastiques): وهي أنابيب ذات قطر 5mm إلى 10mm للتوصيل بين مختلف أجزاء المقطرون نقل الماء مهما كانت نوعيته (نقي - ملح - محلول ملحي).</p>

	<p>شحم السيارات ( La Grease de voiture ) وهو شحم من نوع (SKF الأصفر) ذلون الأحمر ولزوجة عالية وقدرته على تحمل الحرارة المرتفعة.</p>
	<p>طلاء اسود غير لامع الغرض منه طلاء انابيب النحاس.</p>
	<p>سيلكون شفاف الغرض منه لصق الزجاج.</p>

الجدول (III - 2): الادوات المستعملة في التجربة

### III\_6 ( التجربة:

#### III\_6\_1 وصف التجربة:

اعتمدنا في تجربتنا على مقطرين شمسيين بسيطين (احادي الميل) وأخذنا احدهما (شاهد 2) والآخر (مدرس 1) كما هو موضح في الشكل (1-3) حيث قمنا ببعض التحسينات عليه وذلك بوضع فوق مبخره انابيب من النحاس المطلية باللون الأسود غير براق و مملوءة بشحم السيارات ،كما تمت هذه التجربة على مدى 5 ايام (5،7،12،13،14 افريل 2021) حيث

سادت هذه الأيام ظروف مختلفة والهدف من التجربة هو المقارنة بين النموذجين في إنتاج كمية الماء المقطر باعتبارنا قد ضبطنا أجهزة القياس لقياس المتغيرات والثوابت المأخوذة بعين الاعتبار في التأثير المباشر وغير المباشر على كمية الماء ثم دونت النتائج في الجدول Excel وتم رسم المنحنيات الموضحة أدناه في برنامج Origine



الشكل ( 1\_III ) يوضح المقطرين الشاهد (2) والمدرّوس (1) اثناء التجربة

### III\_6\_2) الظروف التي تمت فيها التجربة خلال الأيام الخمس:

- ❖ الاشعاع الشمسي الكلي: كان في المجال من  $328 \text{ w/m}^2$  الى  $704 \text{ w/m}^2$  وقيمة الاشعاع هذه كافية لتسخين السطوح السوداء للمقطرين.
- ❖ حركة الهواء: كانت حركة الهواء تقريبا منعدمة وكانت محصورة بين

- ❖ الضغط الجوي : كان حوالي ( $998 \text{ mbar}$ ) اي اقل من ( $1 \text{ atm}$ ) بقليل وذلك لان منطقة ورقلة مرتفعة عن سطح البحر 140متر.

- ❖ الرطوبة الجوية النسبية: بحيث ان قيمة الرطوبة النسبية للهواء في المجال من  $18,71\%$  الى  $52,61\%$ .

- ❖ درجة الحرارة الجوية: تتراوح قيمته  $21,03 \text{ }^\circ\text{C}$  الى  $36,19 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### III\_7) تحليل النتائج:

من خلال التجربة المنجزة على المقطرين الشاهد والمدروس تمكنا من تمثيل النتائج المتحصل عليها على شكل منحنيات تمثل تغيرات مختلف درجات الحرارة الخارجية للمقطرين ، وكذلك الإشعاع الشمسي وكمية الماء المقطر المنتجة بدلالة الزمن.

### III\_7\_1) التعريف بالرموز:

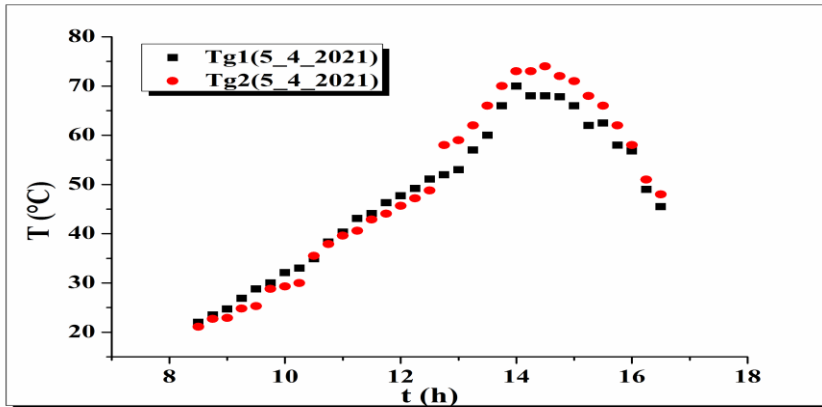
- Tb1 : درجة حرارة الحوض للمقطر (الشاهد).
- Tg1 : درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج للمقطر (الشاهد).
- Tb2 : درجة حرارة الحوض للمقطر (المدروس).
- Tg2 : درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج للمقطر (المدروس).

### III\_7\_2) تطور درجة الحرارة السطح الخارجي للزجاج بدلالة الزمن للمقطرين:

درجة حرارة الجو عامل من العوامل المؤثرة في عملية التقطير الشمسي.

### III\_7\_2\_1) تحليل منحنيات خلال أيام التجربة

- تحليل منحنى ليوم 2021\_4\_5 :



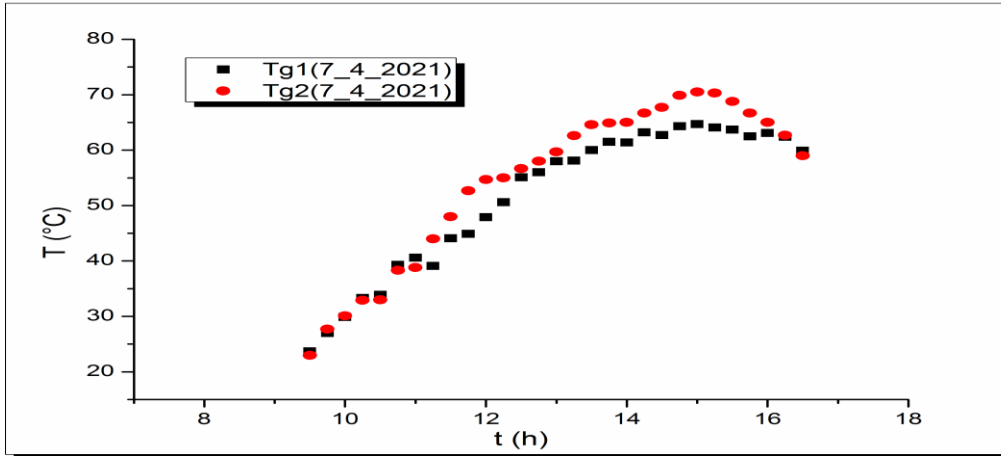
الشكل (III\_2): منحنى تغيرات درجة الحرارة للسطح الخارجي بدلالة الزمن



يمثل الشكل (III\_2) تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجية للمقطرين (شاهد\_مدروس) بدلالة الزمن، حيث نلاحظ في بداية التجربة عند الساعة 8:30 كانت درجة الحرارة  $22^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطرين، ثم تبدأ هذه القيمة في الزيادة مع مرور الزمن لتبلغ قيمة اعظمية عند الساعة 14:30 فتكون  $74^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطر المدروس و  $68^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للشاهد.

في العموم نلاحظ ان درجة حرارة الزجاج الخارجية متقاربة الى حد كبير بالنسبة للمقطرين مع تطابق درجات الحرارة عند الفترة الصباحية خاصة واختلاف طفيف عند الساعات التي تاليها.

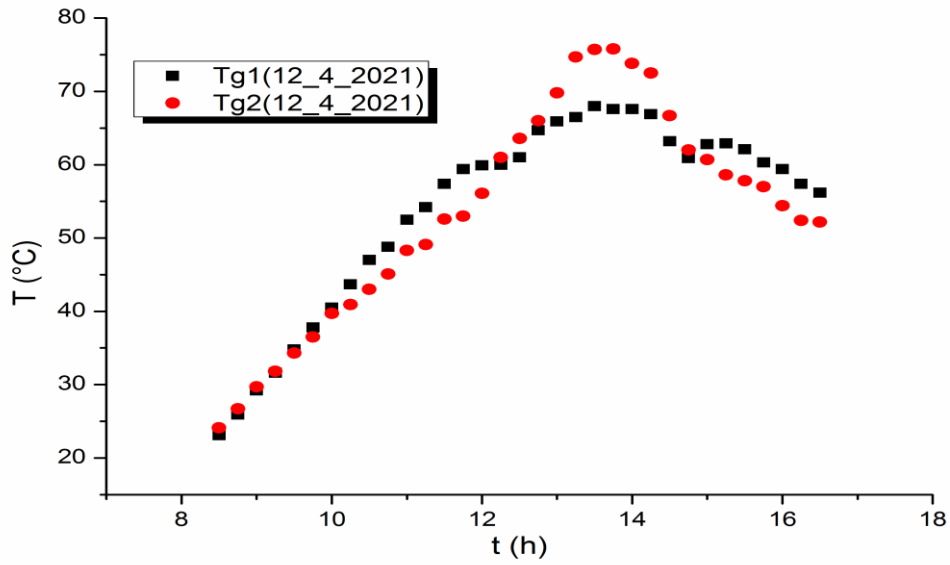
- تحليل منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي بدلالة الزمن للمقطرين في يوم 2021\_4\_7:



الشكل (III\_3): منحنى تغيرات درجات الحرارة للسطح الخارجي بدلالة الزمن

\_ نلاحظ تزايد مستمر لدرجة حرارة السطح الخارجي لكن درجة الحرارة بالنسبة للمقطر المدروس اعلى من درجة حرارة السطح الخارجي للمقطر الشاهد وصولا الى الذروة عند الساعة 15:00 ثم تناقص بالنسبة لدرجة حرارة المقطرين (شاهد\_مدروس).

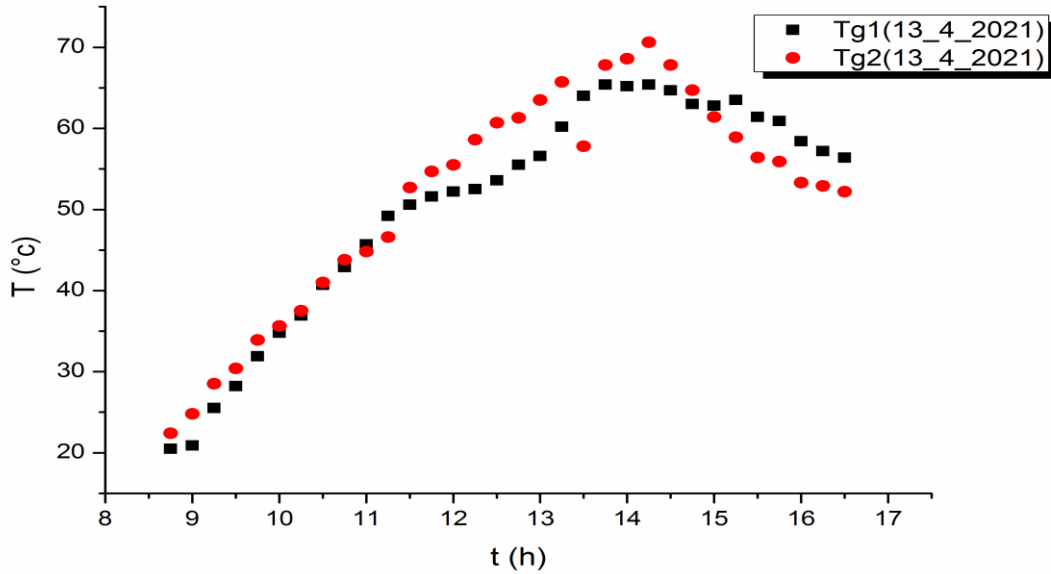
تحليل منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين بدلالة الزمن ليوم 2021\_4\_12:



الشكل (III\_4): منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي بدلالة الزمن للمقطرين

نلاحظ تزايد مستمر لدرجة حرارة المقطرين وصولاً إلى الذروة، حيث نلاحظ أن المقطر المدروس درجة حرارة الذروة لديه  $78^{\circ}\text{C}$  تقريباً والمقطر الشاهد درجة ذروته  $65^{\circ}\text{C}$ ، ثم نلاحظ تناقص درجة حرارة المقطرين (شاهد\_مدروس).

## تحليل منحنى درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين في يوم 13\_4\_2021 :



## الشكل (III\_5): منحنى تغيرات درجة حرارة السطح الخارجي للمقطرين بدلالة الزمن

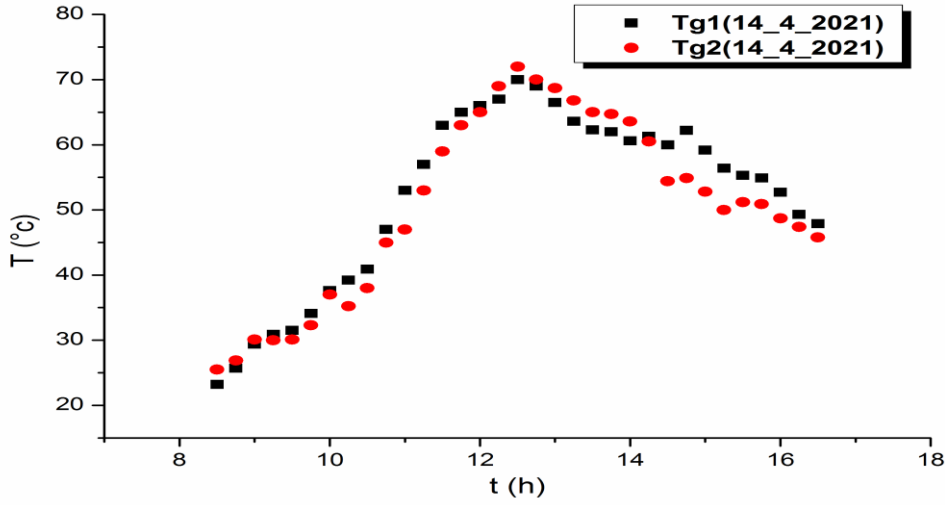
نلاحظ تزايد متطابق في درجة الحرارة للمقطرين حتى الساعة 11:30 يصبح درجة

حرارة المقطر المدروس اعلى من درجة حرارة المقطر الشاهد وصولهما الى الذروة عند

14:00 ، حيث نلاحظ ان درجة حرارة الذروة بالنسبة للمقطر المدروس اعلى من المقطر

الشاهد ثم تنخفض.

- تحليل منحني تغيرات درجة الحرارة للسطح الخارجي ليوم 2021\_4\_14:



الشكل (III\_6): منحنى تغيرات درجة الحرارة السطح الخارجي للمقطرين

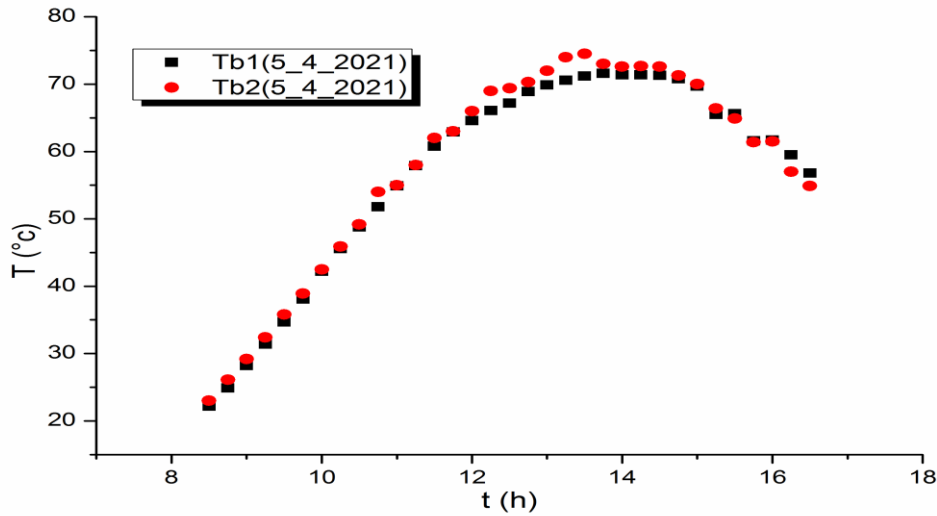
نلاحظ تزايد مستمر بالنسبة للفترة الصباحية وصولاً إلى الذروة عند الساعة 12:30 ثم تتناقص درجة حرارة السطح الخارجي للمقطر المدروس التي هي أعلى من المقطر الشاهد حتى الساعة 14:30 تتعكس تصبح درجة حرارة السطح الخارجي للمقطر الشاهد أعلى من درجة حرارة المقطر المدروس.

## III\_7\_3) تطور درجة حرارة الحوض (الماء المالح) بدلالة الزمن للمقطرين

(الشاهد\_المدرّوس):

## III-7-3-1) تحليل منحنيات خلال أيام التجربة

تحليل منحنى ليوم 2021\_4\_5:

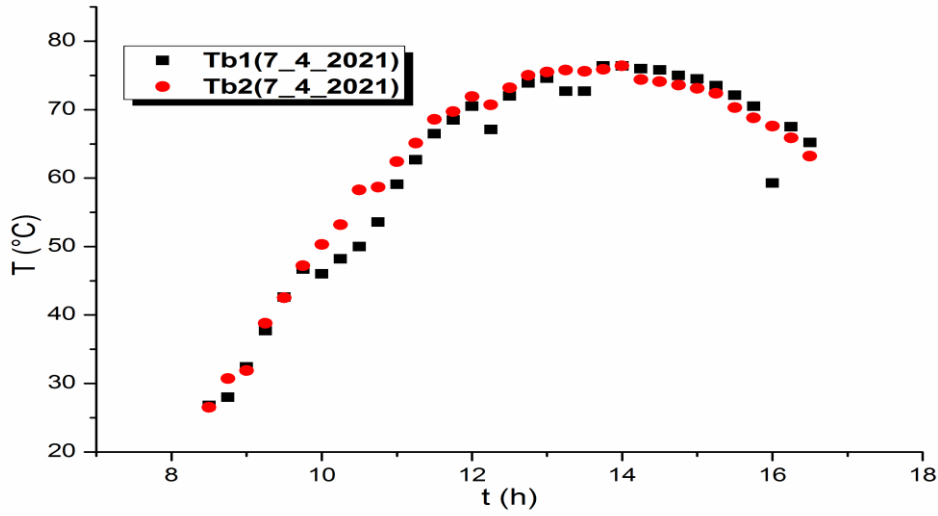


الشكل (III\_7): منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين بدلالة الزمن

يمثل الشكل (III\_7) تغيرات درجة الحرارة داخل المقطرين بدلالة الزمن حيث نلاحظ انهما انطلقا من نفس درجة الحرارة، ثم تستمر هذه الزيادة مع مرور الزمن لتبلغ قيمة اعظمية عند الساعة 13:15 فتكون  $75^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمدرّوس و  $70^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطر الشاهد ثم تتناقص.

كما نلاحظ ان درجة حرارة الماء المالح للمقطر المدرّوس اكبر منها عند المقطر الشاهد ويكمن هذا لإضافة انابيب نحاس مملوءة بشحم السيارات المثبتة على المقطر المدرّوس والتي لها مميزات في زيادة مساحة التقاط الاشعاع الشمسي من جهة ومضاعفة فترة تخزين الطاقة الحرارية من جهة اخرى، فبذلك تزداد درجة حرارة الماء المقطر المدرّوس.

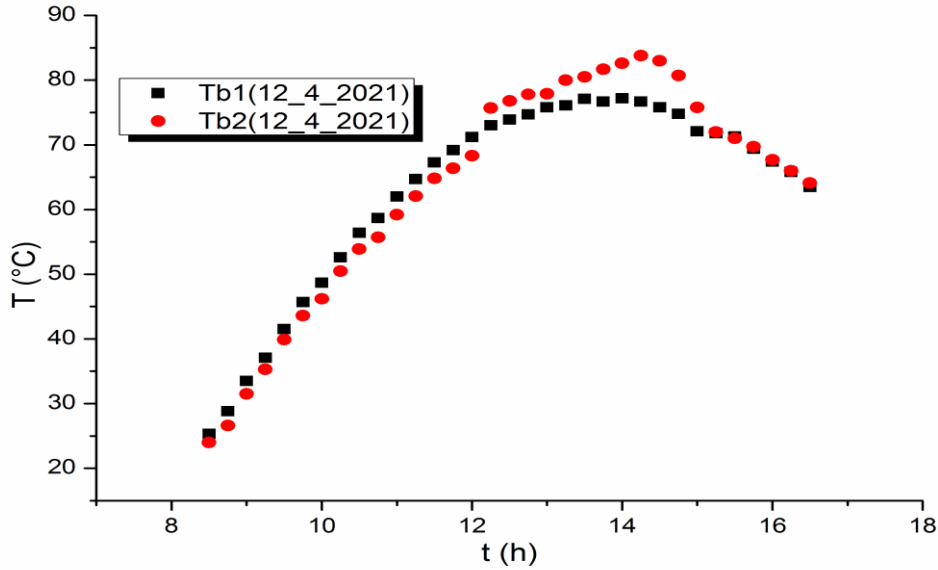
## \_تحليل منحنى ليوم 2021\_4\_7:



الشكل (8\_III): منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين بدلالة الزمن

يمثل الشكل (8\_III) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح للمقطرين بدلالة الزمن، حيث نلاحظ تزايد مستمر وتطابق في درجة الحرارة بالنسبة للمقطرين ووصولاً إلى الذروة عند الساعة 13:00 نلاحظ تزايد طفيف لدرجة حرارة المقطرين تقدر بدرجتين تقريباً ثم تتخفص.

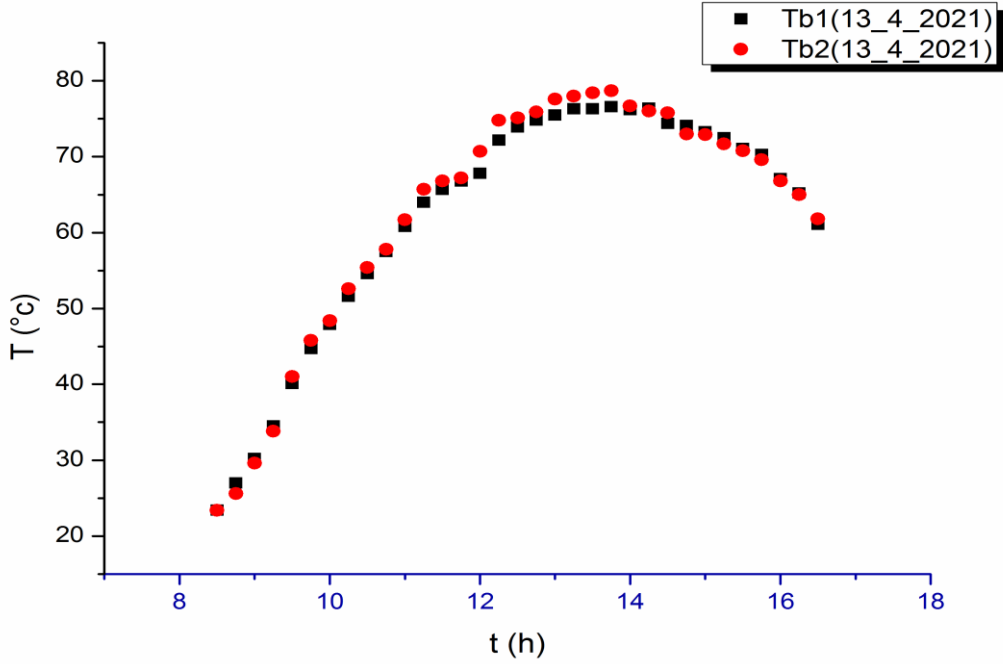
## تحليل منحنى تغيرات ليوم 12\_4\_2021:



## الشكل (9\_III) منحنى تغيرات درجة الحرارة داخل الحوض للمقطرين بدلالة الزمن

يمثل الشكل (9\_III) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين بدلالة الزمن، حيث نلاحظ تزايد طفيف في درجة حرارة المقطر الشاهد في الفترة الصباحية ثم عند الساعة 12:00 تصبح درجة حرارة المقطر المدروس أكبر وصولها إلى الذروة عند الساعة 14:15 تقريبا ثم تتناقص، الزيادة في درجة الحرارة راجع إلى الحرارة المخزنة في الأنابيب .

## تحليل منحنى ليوم 2021\_4\_13:

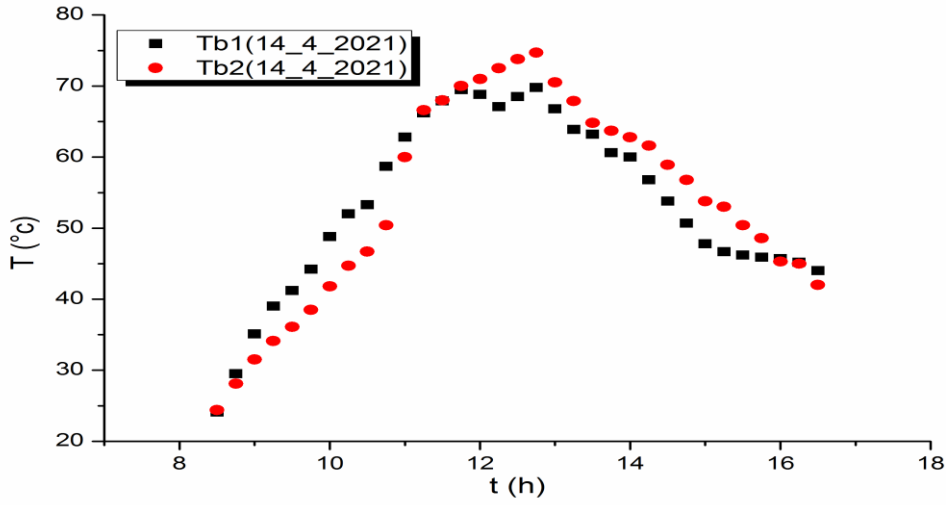


## الشكل (10\_III) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين بدلالة الزمن

نلاحظ تزايد مستمر لدرجة حرارة الماء المالح داخل الحوضين، حيث نلاحظ تطابق في درجة الحرارة للمقطرين وصولهم الى الذروة ثم تتناقص، الزيادة في درجة الحرارة راجع إلي الحرارة المخزنة في الأنابيب .



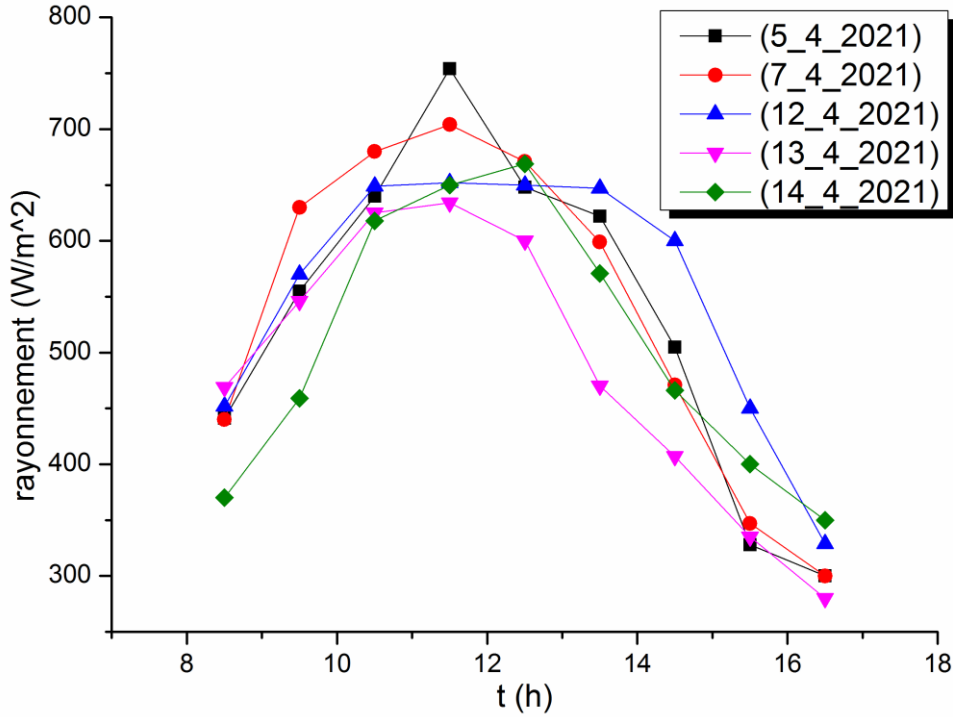
## تحليل منحنى ليوم 202\_4\_14 بدلالة الزمن:



## الشكل (11\_III) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين بدلالة الزمن

نلاحظ تزايد مستمر لدرجة حرارة الماء المالح للمقطرين (الشاهد\_المدرّوس) وصولاً إلى الذروة عند الساعة 13:00 ثم تتناقص. كما نلاحظ وجود فرق طفيف في درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين.

## III\_7\_4) تطور الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن لخمس ايام التجربة:



## الشكل (III\_12): منحنى تغيرات شدة الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن خلال ايام التجربة

يمثل الشكل (III\_12) الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن خلال ايام التجربة، حيث نلاحظ ان قيمة الاشعاع الشمسي عند الساعة 8:30 صباحا كانت بالنسبة ليوم (2021\_4\_14)  $350 \text{ W/m}^2$  اما باقي الايام فشدة الاشعاع تقريبا متطابقة عند الساعة 8:30 وتقدر ب  $450 \text{ W/m}^2$ ، ثم تبدا في الزيادة الى ان وصلت الى قيمة اعظمية عند الساعة 12:00 حيث كانت اشعة الشمس في اوجها لكن هناك في القيمة الاعمية لشدة الاشعاع بالنسبة للايام فاكبر شدة اشعاع كان في يوم (2021\_4\_5) حيث تقدر ب  $760 \text{ W/m}^2$  فيعتبر يوم مثالي وجيد ثم يليه يوم (2021\_4\_7) كما نلاحظ ان قيمته الاعظمية تقدر ب  $690 \text{ W/m}^2$  ثم يليه باقي الايام بقيمة اعظمية تقدر ب  $640 \text{ W/m}^2$ ،

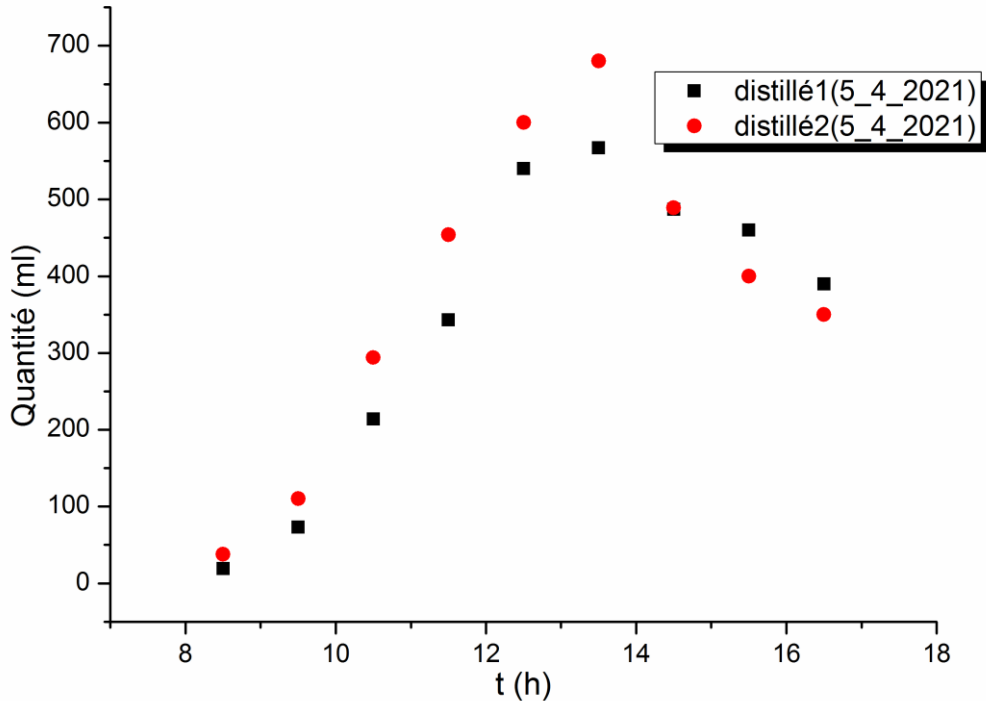
ثم تناقصت مع مرور الزمن الى بلغت  $350W/m^2$  بالنسبة ليوم (12 و14 افريل 2021) و  $300W/m^2$  بالنسبة للايام المتبقية مع مرور الزمن وذلك عند الساعة 14:30.

III\_7\_5) تطور كمية الماء اللحظية للمقطرين (شاهد\_مدروس) بدلالة الزمن:

الهدف من دراستنا هو تحسين المردود(كمية الماء المقطرة) فالسؤال المطروح الان هل اضافة انابيب نحاس المملوءة بشحم السيارات المثبتة على المقطر المدروس لها ايجابية في تحسين الكمية ام لا. هذا ما سنعرفه خلال هذه المنحنيات.

III\_7\_5\_1) تحليل المنحنيات:

\_تحليل منحنى تغيرات كمية الماء اللحظية للمقطرين بدلالة الزمن ليوم 2021\_4\_5\_

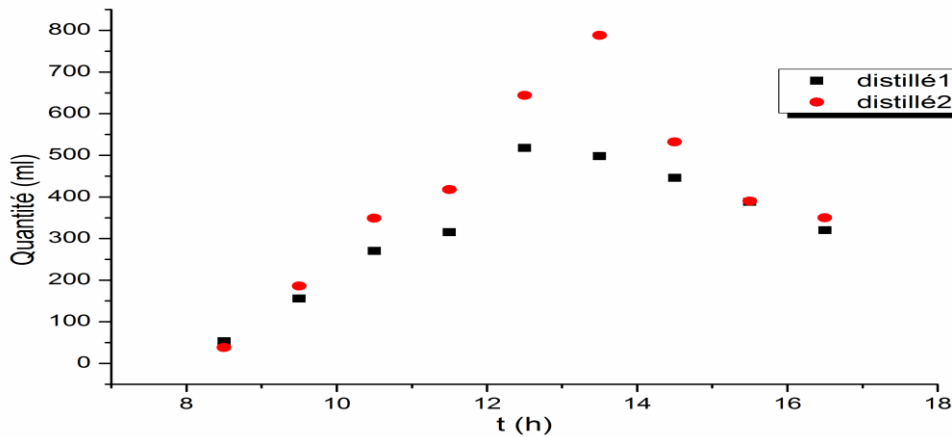


الشكل(III\_13): منحنى كمية الماء اللحظية بدلالة الزمن للمقطرين

نلاحظ تزايد في كمية الماء المقطر اللحظية مع مرور الزمن لكلا المقطرين، الى ان تبلغ قيمة عظمى تقدر بـ 680ml عند الساعة 13:30 ثم تبدأ بالتناقص مع مرور الزمن الى ان تصل الى 360ml عند الساعة 16:30 وهذا بالنسبة للمقطر المدروس، اما بالنسبة للمقطر الشاهد يصل الى قيمة اعظمية تقدر بـ 560ml وهي قيمة ضئيلة مقارنة بقيمة ماء المقطر المدروس. ثم تبدأ هذه الاخيرة في التناقص الى ان تصل 360ml وذلك عند الساعة 16:30.

كما نلاحظ ان كمية الماء المقطر المدروس اكبر من كمية الماء للمقطر الشاهد.

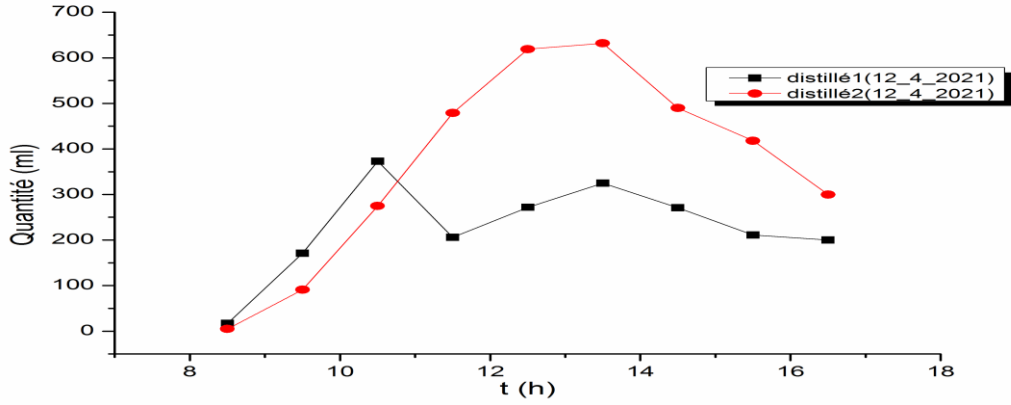
تحليل منحني كمية الماء اللحظية بدلالة الزمن في يوم 2021\_4\_7 للمقطرين:



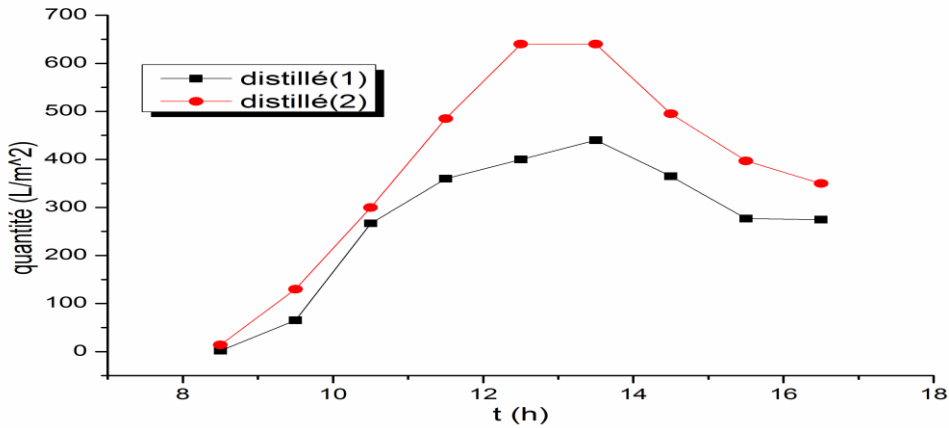
الشكل (III\_14): منحنى كمية الماء المقطر اللحظية بدلالة الزمن للمقطرين

نلاحظ تزايد في كمية الماء للمقطرين (الشاهد\_المدروس)، وصولا الى قيمة اعظمية عند الساعة 13:30 بالنسبة للمقطر المدروس تقدر بـ 780ml، اما بالنسبة للمقطر الشاهد فقيمه الاعظمية ضئيلة جدا تقدر بـ 560ml، ثم تتناقص مع مرور الزمن.

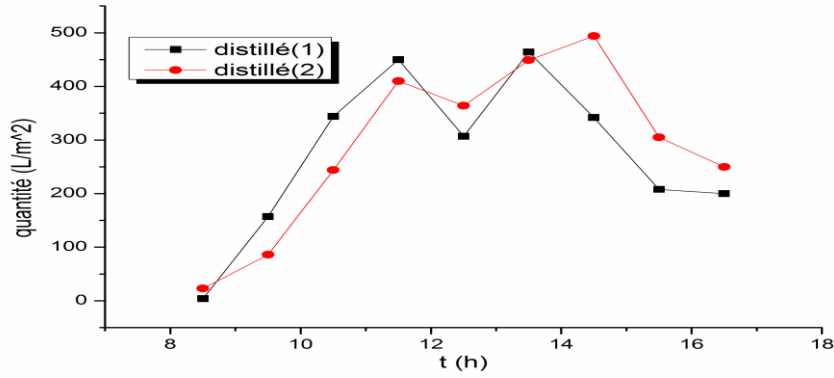
\_ تحليل باقي الأشكال (15\_III) و(16\_III) و(17\_III) :



الشكل: (15\_ III) منحنى كمية الماء المقطر الحظية للمقطرين بدلالة الزمن



الشكل(16\_ III): منحنى كمية الماء المقطر الحظية للمقطرين بدلالة الزمن

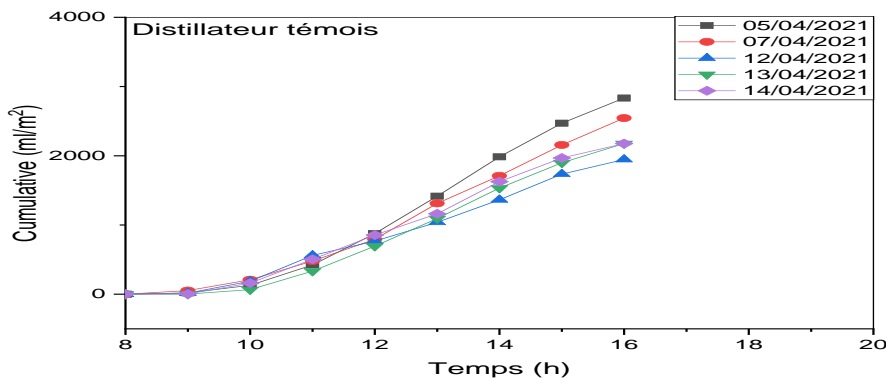


الشكل (III\_17): منحنى كمية الماء المقطر اللحظية بدلالة الزمن للمقترين

نلاحظ تزايد مستمر في كمية الماء المقطر اللحظية في الفترة الصباحية يوم (2021\_4\_12) حتى الساعة 10:00 بالنسبة للمقتر الشاهد، ثم تبدأ كمية الماء المقطر اللحظية في المقتر المدروس تتزايد بالنسبة لكل ايام (12 و13 و14 افريل 2021) وصولا الى قيمة عظمى وتكون اكبر من كمية الماء المقطر اللحظية في المقتر الشاهد ثم تتناقص مع مرور الزمن.

III تطور كمية الماء المجمعة خلال ايام التجربة (7\_6)

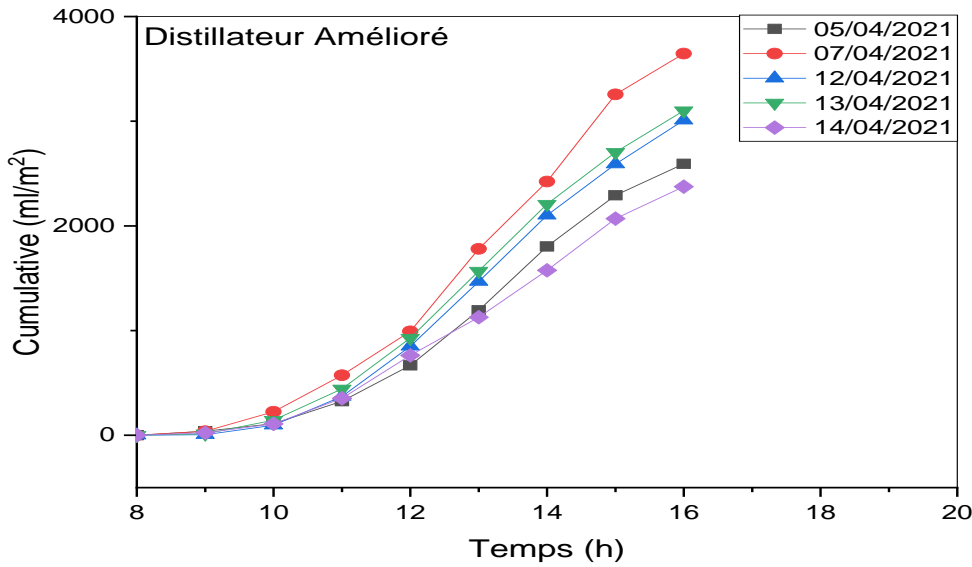
III (1-6-7- تحليل المنحنيات



الشكل (III\_18) منحنى كميات الماء المقطر التجمعي للمقتر الشاهد للأيام الدراسة

نلاحظ ان هناك تزايد طفيف بين كميات الماء المقطر المجمعة بالنسبة للشاهد في الساعات الاولى من النهار، ويستمر التزايد بوتيرة كبيرة ابتداء من الساعة 12:30 ولكن اكبر كمية ماء تم تجميعها في اليوم 5 ويليه اليوم 7 ثم اليوم 13 و 14 ويبقى اليوم 12 الذي كانت كمية الماء التي تم تجميعها اقل وهذا راجع للعوامل المناخية المضطربة.

### تحليل المنحنى بالنسبة للمحسن :



الشكل (III\_19) منحنى كميات الماء المقطر التجميعي للمقطر المحسن للأيام النموذجية

### التحليل:

نلاحظ ان هناك تزايد طفيف بين كميات الماء المقطر المجمعة بالنسبة للمدرس في الساعات الاولى من النهار، ويستمر التزايد بوتيرة كبيرة ابتداء من الساعة 12:30 ولكن اكبر كمية ماء تم تجميعها في اليوم 07 ويليه اليوم 13 ثم اليوم 12 و 05 ويبقى اليوم 14 الذي كانت كمية الماء التي تم تجميعها اقل وهذا راجع للعوامل المناخية المضطربة.

**III-7-7) استنتاج:**

السؤال المطروح في المقدمة هل اضافة انايبب نحاس مملوءة بشحم السيارات لها نتيجة ايجابية ام سلبية في تحسين كمية الماء المقطر،

الجواب: نعم لأنه بعدما تم قياس كمية الماء المجمعة خلال ايام التجربة استنتجنا ان المياه المقطرة المجمعة من طرف المقطر المدروس اكبر من المياه المجمعة من المقطر الشاهد.

**III-8) خاتمة**

بعد الدراسة التجريبية المتحصل عليها من خلال التجربة يمكن القول انه كلما زاد امتصاص الإشعاع الشمسي زادا إنتاج الماء المقطر وهذا ما توصلنا إليه من خلال تجربتنا بعد إضافة أنابيب النحاس المملوءة بشحم السيارات للمقطر، حيث ساهمت في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة تخزين الطاقة، وبالتالي نستخلص إن المقطر المدروس أفضل من المقطر الشاهد.



خالقه علمه

## خلاصة عامة:

يعتبر التقطير أحد التقنيات البسيطة المستعملة في تحلية المياه وهذا ما اعتمدها في دراستنا التجريبية وذلك باستعمال مقطر شمسي بسيط ذو الميل الواحد لكونه يعتمد على الطاقة الشمسية فقط كما يمكن الإشارة لكونه سهل التركيب والصيانة، وباعتباره حلاً ناجحاً وغير مكلف للدول التي تعاني نقص المياه الصالحة للشرب خاصة للمناطق المعزولة التي تتوفر فيها بكثرة المياه المالحة، ولذا ركزنا في هذه الدراسة على دراسة كمية الماء المقطر المنتجة من المقطرين ومن خلال التجربة المنتجة من المقطرين ومن خلال التجربة المنجزة على أرض الواقع بجامعة قاصدي مرياح ورقلة، وذلك بهدف تحسين المردود اليومي للماء المقطر.

وكان المبدأ المستعمل في هذه التجارب هو كالتالي:

استعمال مقطرين شمسين بنفس الأبعاد ونوع المواد المصنعة وتحت نفس الظروف الجوية، إلا أنه كان الاختلاف في ترك المقطر الشمسي الأول بدون إضافات والمقطر الشمسي الثاني به إضافات.

وبعد القيام بالتجربة تم استخلاص مجموعة من النتائج تكون في المستقبل مرجعاً مهماً لدراسات مستقبلية، وكان هناك بعض السلبيات والتي سندرج لها توصيات في آخر

## نتائج التجربة :

وبعد القيام بالتجربة تم استخلاص مجموعة النتائج من خلال المنحنيات:

- (1) نلاحظ أن الإشعاع الشمسي يتحكم في زيادة درجات حرارة أجزاء المقطر الشمسي.
- (2) بإضافة الأنابيب فوق مبخر المقطر الأول سمح برفع درجة حرارته مقارنة بالمقطر الثاني.

(3) من خلال النتائج ،كمية المياه المقطرة المتحصل عليها خلال 8 ساعات هي 2544ml للمقطر الشاهد و 3345ml للمقطر المحسن ومنه نلاحظ تحسن في إنتاجية الماء المقطر ويمكننا القول أن الانابيب المحشوة المضافة كان لها تأثير إيجابيا على مردود المقطر وبنسبة عالية.

### الصعوبات وبعض المشاكل :

من بين الصعوبات التي واجهتنا خلال أدائنا للعمل التجريبي :

- عدم ثبات أو استقرار المناخ طيلة أيام التجربة.
- تسريبات الماء من المقطرين مما أدى بنا إلى إعادة فتحه وصيانته أكثر من مرة .
- انقطاع الكهرباء بشكل مستمر .
- عدم توفر الأجهزة اللازمة لانجاز التجربة .

# قائمة المراجع

## المراجع:

- [1]. أحمد بخواش و زرارة بطاش "الطاقات المتجددة كبديل لقطاع النفط دراسة حالة بوحدة البحث التطبيقي في مجال الطاقة المتجددة ARAER(غرداية)"مذكرة الماستر أكاديمي جامعة ورقلة 2013.
- [2]. بلغالي، محمد. دراسات: سياسة إدارة الموارد المائية في الجزائر: تشخيص الواقع و آفاقالتطوير. Elnahda, 2010, 104.2551: 1-70.
- [3]. الشريف عدة و أحمد لبوابي "دراسة تجريبية لمقطر شمسي بمدينة ورقلة " مذكرة ماستر جامعة ورقلة2016.
- [4]. دواوي رشيدة " دراسة مقطر شمسي ذي مكثف مظل جزئيا ، بفعل الإحتباس الحراري الشمسي فيالمناطقالقاحلة "مذكرة الماجستير 2010.
- [5].A.Madhlopa,C. Johnstone, Numerical study of a passive solar still with separate condenser, Renew . Energy 34(2009) 1668- 167
- [6].J.R.VAILLANT "les problème du dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtre"-France-1975
- [7].A. K. Singh et G. N. Tiwarit, P. B. Sharma and Emran Khan "optimization of orientation for higher yield of solar still for a given location", Energy conversion and Management, Pergamon 36 (1995)175-187.
- [8].A. Maurel, "Dessalement et énergies nouvelles", Desalination 31 (1979) 489-499.
- [9]. انتاج كيميائي تحلية المياه ،المملكة السعودية - المؤسسة العامة للتعليم التقني والتدريب المهني- الادارة العامة للتصميم و تطوير المناهج .241.
- [10]. د.سهيل فاضل ،د.الياسالكبة،الطاقة الشمسية وتطبيقاتها،دار الحداثة لطباعة والنشر و التوزيع ،بيروت ،ص ب 14/5636.

[11]. Ahmed Khedim Klement Schwarzer, Christian Faber, Christoph Mtiler, "production de centralisée de l'eau potable l'énergiesolaire", desalination 168, 13-20 (2004).

[12]. تخة محمد ، " دراسة مقارنة وتحسين لمختلف المقطرات الشمسية لإنتاج المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية " ، مذكرة ماجيستر ، جامعة ورقلة (2004).

[13]. R. BOUSSAHE & A. MONTIEL (traitement des eaux géothermales ) 11<sup>e</sup> communication de séminaire EL-Oued –ALGERIA (2003) 37-40 .

[14]. د. أسعد رحمان سعيد الحلفي ، هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية ، رقم الإيداع في دار الوثائق و الكتب بغداد ، البصرة جمهورية العراق ط 1 ، 1493 (2010).

[15]. David P. Dewitt, Fundamentals of ,Heat and Mass Transfer ,5rd. Ed ,John Wiley & Sons,(1984)

[16]. بلحاج محمد مصطفى ، دراسة وتحسين أداء مقطر شمسي مقترن (احتباس حراري - فيلم شعيري) بمنطقة ورقلة ، أطروحة دكتوراه ، جامعة قاصدي مرياح ورقلة ، الجزائر ، 14-30 (2015).

[17]. M. Hassan Selami, "Utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des eaux saumâtre dans les sud Algérien", mémoire de magistère. Université de Ouargla (2000).]

[18]. S. Makdji Nafila , " Impact de l'écart de température ( eau - capteur ) sur l'efficacité globale d'un distillateur solaire " , mémoire de magistère , Université de constantine , département génie climatique ( 2002 ) .

[19]. A. Safwat Nafey, M. Abdelkader, A. Abdelmotalip, A. A. Mabrouk, " Parameters affecting solar still productivity", Energy Conversion & Management 41, 1797-1809 (2000).

[20]. N. Rahbar, JA. Esfahani, " Experimental study of a novel portable solar still by utilizing the heat pipe and thermo-electric module", Desalination 284, 55–61, 2012.

- [21]. P. i. Cooper," Digital simulation of transient solar still processes" SolarEnergy. Vol.12, 313-331(1969).
- [22]. MAS. Malik, GN. Tiware, A. Kumar, MS. Sodha," Solar distillation".  
Oxford, UK: Pergamon Press; 1982.
- [23]. H. Al-Hinai, MS. Al-Nassri, BA. Jubran, Effect of climatic, design and operational parameters on the yield of a simple solar still, Energy Convers & Manag 43,1639–1650 (2002)
- [24]. أ.د. مصطفى محمد السيد ،أ.د. قدري احمد فتحي ،د. ابراهيم السعيد مجاهد،  
النماذج الحسابية للنظم الحرارية الشمسية، مركز النشر العلمي جامعة الملك عبد العزيز -  
جدة ط1، 1994 .
- [25]. Kr. Tiwari Anil, G. N. Tiwari," Effect of the condensing cover's slope on internal heat and mass transfer in distillation: an indoorsimulation",Desalination 180,73-88 (2005).
- [26]. R.ELmadani,Etude critique et optimization d'un distillateursolaire,these de fin d 'année ,(2001).
- [27]. R.Ouahes,P.Legoff,Le Projets–Dificap-distillateur a film capillaire,Lab .des Sciences du genie à Nancy,France(1982) .
- [28]. P.I.Ayav ,G Atagunduz ,Theoreticàl and Experimental investigations on solar distillation of Iztech campus area seawater,Desalination208(2007).
- [29]. Boualati Yamina,"investigationsur la performance d'un distillateur solair",thèse de magistère,université de ouargla,Agerie (2004).

المخلص



## ملخص:

نظرا للمشكلة الكبيرة الذي تعاني منه معظم الدول وخاصة الجزائر وبالتحديد المناطق الصحراوية في مجال تحلية المياه وقلة المياه الصالحة للشرب، وكحل لهذا المشكل تقدم هذه الدراسة طريقة سهلة لإنتاج الماء الشروب حيث أعتمد على المقطر البسيط ذو الميل الواحد ذو التركيبة التجريبية السهلة والبسيطة من جهة، والذي يعمل بالطاقة الشمسية لكونها متجددة وغير مكلفة من جهة أخرى، والهدف من هذه الدراسة هو تحسين أداء المقطر الشمسي البسيط ولرفع مردودية المقطر البسيط إرتأينا الى أن نقوم بتجربة وكانت تعتمد على مقطرين الأول أضفنا عليه تحسينات والثاني (شاهد) قمنا بطلاء مبخره بطلاء أسود غير براق، حيث تمت التجربة بوضع أنابيب النحاس فوق مبخر المقطر الأول وإجراء مقارنة بين الأول والثاني وأثبتت التجربة بأن نتائج المقطر المحسن أفضل من المقطر الشاهد لأن الأنابيب كان لها تأثير جيد في تخزين الحرارة.

الكلمات الدالة: الطاقة الشمسية، المقطر الشمسي، شحم السيارات، الانتاجية اليومية

## Résumer

Au vu du gros problème dont souffrent la plupart des pays, notamment l'Algérie, notamment les zones désertiques, dans le domaine du dessalement de l'eau et du manque d'eau potable, et comme solution à ce problème, cette étude présente un moyen facile de produire L'eau potable, car elle repose sur le simple distillateur d'un mille avec une formule expérimentale facile et simple d'une part, qu'elle fonctionne à l'énergie solaire car elle est renouvelable et peu coûteuse d'autre part, et le but de cette étude est de améliorer les performances de l'alambic solaire simple et augmenter l'efficacité du distillateur simple, nous avons décidé de faire une expérience et cela dépendait de deux distillateurs, le premier nous y avons ajouté des améliorations et le second (montre) nous avons peint l'évaporateur avec un peinture noire non éblouissante, où l'expérience a été faite en plaçant des tubes de cuivre sur l'évaporateur du premier distillateur et une comparaison a été faite entre le premier et le second, et l'expérience a prouvé que les résultats de l'impro Le distillat ved était meilleur que le distillat témoin parce que les tubes avaient un bon effet sur le stockage de la chaleur.

## Summary:

In view of the big problem that most countries, especially Algeria, suffer from, especially the desert areas, in the field of water desalination and the lack of potable water, and as a solution to this problem, this study presents an easy way to produce drinking water, as it relies on the simple one-mile distiller with an easy and simple experimental formula on the one hand, which It works with solar energy because it is renewable and inexpensive on the other hand, and the aim of this study is to improve the performance of the simple solar still and to raise the efficiency of the simple distiller, we decided to do an experiment and it depended on two distillers, the first we added improvements to it and the second (watch) we painted the evaporator with a black non-glare paint, Where the experiment was done by placing copper tubes over the evaporator of the first distiller and a comparison was made between the first and the second, and the experiment proved that the results of the improved distillate were better than the control distillate because the tubes had a good effect on heat storage.