



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية العلوم التطبيقية
قسم الهندسة الميكانيكية
مذكرة لنيل شهادة
ماستر أكاديمي
مجال: الهندسة الميكانيكية
تخصص: طاقة
الموضوع:



دراسة تأثير ألياف النخيل على انتاجية المقطر الشمسي

تحت اشراف الاستاذ :

✓ د. كمرشو عماد

من اعداد الطلبة :

✓ محجوبي ادريس

✓ كيند شمس الدين

نوقشت يوم : 2022/06/11

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

رئيسا

أستاذ محاضر "ب"

رحموني سمية

مناقشا

أستاذ محاضر "ب"

دريد محمد مبروك

مشرفا

أستاذ مساعد "ب"

كمرشو عماد

الموسم الجامعي : 2022/2021

الشكر والعرفان

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد ﷺ، و بعد مصداقا لقوله
تعالى : "لئن شكرتم لأزيدنكم" سورة ابراهيم من الاية 7

فالشكر والحمد لله الذي أعطانا القوة والصبر كما أعاننا ووفقنا لإتمام هذا العمل.

وكما قال نبينا ورسولنا الكريم ﷺ "من لا يشكر الناس لا يشكر الله" ولهذا
لايسعنا الا ان نخص بأسمى عبارات الشكر والتقدير والامتنان للأستاذ الفاضل
"كمرشو عماد" لقبوله الاشراف على هذا العمل، والذي كان لنا ناصحا أميناً
ولم يدخر وسعا في تقديم النصيحة والتوجيه من خلال ارشاده وتصويبه لعملنا
طيلة فترة البحث.

كما نتقدم بجزيل الشكر الى اساتذتنا الأفاضل بقسم الهندسة الميكانيكية الذين
تلقينا على ايديهم دراستنا الجامعية ولم يدخروا أي جهد في دعمنا ونصحنا،
ونشكر كل من وقف بجانبنا وقدم لنا يد العون والدعم، الى عائلاتنا وكل الزملاء
والاصدقاء طيلة سنوات دراستنا الجامعية.

كما نشكر أيضا بالخصوص لجنة المناقشة الاستاذة "رحموني سمية" رئيسة،
والأستاذ "دريد محمد ميروك" مناقشا، الذين تفضلوا بقبول مناقشة هذه المذكرة
وبذل الجهد والوقت في تصويبها وإثرائها شكلا ومضمونا، وهم اهل لذلك.

الاهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبفضله تنتزل البركات، اما بعد فقد مرت قاطرة البحث هذه بكثير من العوائق، ومع ذلك حاولت أن أتخطاها بثبات بفضل من الله ومنه.

إلى الذي علمني أن الدنيا كفاح وصمود، ولم يبخل علي بشيء طيلة حياتي

(والدي العزيز)

إلى من وضع المولى سبحانه وتعالى الجنة تحت قدميها وقرها في كتابه العزيز

(أمي الحبيبة).

إلى اخوتي وأصدقائي، فلقد كانوا بمثابة العضد والسند في سبيل استكمال البحث.

إلى كل من مد لنا يد العون وقت الحاجة ولو بكلمة طيبة.

ولا ينبغي أن أنسى أساتذتي ممن كان لهم الدور الأكبر في مساندي ومدي بالمعلومات والنصائح القيمة ولم يدخرو جهدا في ذلك.

أهدي لكم بحث تخرجنا هذا ، داعين المولى عز وجل أن يطيل في أعماركم ويرزقكم بالخيرات والبركات.

❖ الطالب: محجوبي ادريس

الإهداء الثاني

إلى روح أبي الزكية الطاهرة رحمة الله عليه

أهدي ثمرة جهدي هذا إلى أعز وأعلى إنسانة في حياتي، إلى التي أنارت دربي
بنصائحها، وكانت بحراً صافياً يجري بفيض الحب والبسمة، إلى التي منحنتني
القوة والعزيمة لمواصلة الدرب وكانت سبياً في مواصلة دراستي، إلى من
علمتني الصبر والاجتهاد، إلى التي صبرت على كل شيء، إلى التي كانت
دعواتها لي بالتوفيق تتبني خطوة بخطوة في حياتي، إلى من ارتحت كلما
تذكرت ابتسامتها في وجهي، إلى الغالية على قلبي إلى نبع الحنان أمي أعز
ملاك على القلب والعين جزاها الله عني خير الجزاء في الدارين.

كما أهدي هذا التخرج إلى أختاي العزيزتين على قلبي حفظهما الله ورعاهما،
إلى كل الأصدقاء والأحبة الذين شاركوني طعم الحياة حلوها ومرها، إلى كل

الأشخاص الذين أحمل لهم المحبة والتقدير..

❖ الطالب: كيند شمس الدين

فهرس المحتويات

.....	الشكر والعرفان
.....	الاهداء
.....	الاهداء الثاني
.....	فهرس الجداول

المقدمة عامة

1.....	المقدمة العامة :
4.....	قائمة مراجع المقدمة العامة:

الفصل الاول : عموميات حول التقطير الشمسي

6.....	1-1 مقدمة
6.....	2-1 الطاقة الشمسية
7.....	3-1 تاريخ استخدام الطاقة الشمسية
7.....	4-1 الإشعاع الشمسي
7.....	1-4-1 أنواع الاشعاع الشمسي
8.....	1-1-4-1 الاشعاع الشمسي المنتشر (D)
8.....	2-1-4-1 الاشعاع الشمسي الكلي (G)
8.....	3-1-4-1 الاشعاع الشمسي المباشر (s)
8.....	5-1 اللواقط الشمسية
9.....	1-5-1 انواع اللواقط الشمسية
9.....	1-1-5-1 اللاقط الشمسي المسطح
9.....	2-1-5-1 لاقط الانابيب الزجاجية المفرغة
10.....	6-1 الطاقة الشمسية الحرارية
10.....	5-1 استخدامات الطاقة الشمسية
11.....	6-1 دراسات سابقة حول التقطير الشمسي
11.....	1-6-1 دراسات سابقة حول الزجاج
12.....	2-6-1 دراسات سابقة حول شكل المقطر
13.....	3-6-1 دراسات سابقة حول النانو
13.....	3-6-1 دراسات سابقة حول الحوض
14.....	7-1 الخاتمة
15.....	مراجع الفصل الاول
15.....	المراجع العربية
15.....	المراجع الاجنبية

الفصل الثاني : دراسة نظرية حول التقطير الشمسي

18.....	1-2 المقدمة
18.....	2-2 تعريف ومبدأ عمل المقطر الشمسي

20	3-2 أنواع المقطرات الشمسية
20	1-3-2 المقطرات متعددة التأثيرات
20	1-1-3-2 المقطر ذو الاحواض المتعددة
21	2-1-3-2 المقطر بالانتشار
22	3-1-3-2 المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية
22	2-3-2 المقطرات الشمسية البسيطة
22	1-2-3-2 المقطر الشمسي الكروي
23	2-2-3-2 مقطر شمسي بميلين
24	3-2-3-2 المقطر الشمسي العمودي
24	4-2-3-2 المقطر الشمسي الاسطواني
25	5-2-3-2 المقطر الشمسي بميل واحد
26	4-1 العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على مردود المقطر
26	1-4-1 العوامل الخارجية
26	1-1-4-1 الرياح
26	2-1-4-1 شدة الاشعاع الشمسي
26	3-1-4-1 درجة حرارة الهواء المحيط
26	2-4-1 عوامل اخرى
26	1-2-4-1 ميل الزجاج على السطح الافقي
27	3-4-1 العوامل الداخلية
27	1-3-4-1 ارتفاع مستوى الماء المقطر
27	2-3-4-1 سطح وسمك ومكان المكثف
27	3-3-4-1 نظام تبريد المكثف
27	4-3-4-1 نظام تسخين المياه
28	5-2 خصائص المكونات
28	1-5-2 الزجاج
28	2-5-2 الصفيحة المعدنية
28	3-5-2 العازل
29	6-2 الاشعاعات الشمسية والانتقالات الحرارية على مستوى المقطر الشمسي
30	1-6-2 الاشعاعات الشمسية على المقطر
30	1-1-6-2 الاشعاع الساقط على الزجاج
30	2-1-6-2 انتقال الحرارة بالإشعاع بين الماء المالح والغطاء الزجاجي
31	3-1-6-2 الاشعاع المنعكس على مستوى الماء المالح
31	4-1-6-2 الاشعاع الممتص من طرف الماء المالح
31	5-1-6-2 انتقال الحرارة بالإشعاع بين العازل والوسط الخارجي
32	2-6-2 الانتقالات الحرارية بالحمل
32	1-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي

32	2-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين الماء المالح والغطاء الزجاجي
32	3-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والوسط الخارجي
33	4-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين الماء المالح والصفحة الماصة
33	3-6-2 الانتقالات الحرارية بالتوصيل
33	1-3-6-2 الانتقالات الحرارية بالتوصيل عبر الغطاء الزجاجي
33	2-3-6-2 الانتقالات الحرارية بالتوصيل عبر الصفحة الماصة
33	4-6-2 انتقالات حرارية اخرى
33	1-4-6- التمدد الحراري بفعل التبخر
34	2-4-6-2 الحرارة الممتصة من طرف الصفحة الماصة
34	3-4-6-2 الحرارة الممتصة من طرف العازل
34	7-2 التوازن الطاقوي في التقطير الشمسي
34	1-7-2 توازن الطاقة على مستوى الغطاء الزجاجي للمقطر
34	1-1-7-2 في الخارج
35	2-1-7-2 في الداخل
34	2-7-2 التوازن الطاقوي في الماء
35	3-7-2 التوازن الطاقوي اسفل المقطر (الصفحة الماصة)
36	4-7-2 التوازن الطاقوي في العازل
37	8-2 الخصائص الرئيسية لجهاز التقطير الشمسي
37	1-8-2 محصول المقطر الشمسي
37	2-8-2 كفاءة التقطير الشمسي
37	3-8-2 أداء المقطر
37	9-2 الخاتمة
38	مراجع الفصل الثاني
38	المراجع العربية
38	المراجع الأجنبية

الفصل الثالث دراسة تجريبية لتأثير ألياف النخيل على إنتاجية المقطر الشمسي ومناقشة النتائج

41	1-3 المقدمة
41	2-3 الأدوات والخطوات التجريبية
42	1-2-3 الأدوات
43	3-3 النتائج والمناقشة
43	1-3-3 الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط
44	2-3-3 درجة الحرارة الداخلية والخارجية للغطاء الزجاجي
45	3-3-3 تغيرات درجة حرارة الماء
46	4-3-3 ناتج الماء النقي
47	4-3 الخطوات التجريبية

48 5-3 ناتج الماء المقطر في الساعة

49 6-3 خاتمة

50 قائمة مراجع الفصل الثالث

الخاتمة العامة

53 الخاتمة العامة

فهرس الأشكال

الفصل الأول. عموميات حول التقطير الشمسي

- الشكل (1-1): مكونات الإشعاع الشمسي الكلي الواصل إلى سطح الأرض 8
- الشكل (2-1) اللاقط الشمسي المسطح 9
- الشكل (3-1) صورة فوتوغرافية للاقط الأنابيب الزجاجية المفرغة 10
- الشكل (4-1): مخطط يبين استخدامات الطاقة الشمسية 10

الفصل الثاني: دراسة نظرية حول التقطير الشمسي

- الشكل (1-2) المبدأ الأساسي للمقطر الشمسي 20
- الشكل (2-2) يوضح مقطر ذو الأحواض المتعددة 21
- الشكل (3-2) صورة فوتوغرافية للمقطر بالانتشار 21
- الشكل (4-2) مخطط المقطر بالانتشار 21
- الشكل (5-2) صورة فوتوغرافية للمقطر الشمسي بالخاصية الشعرية 22
- الشكل (6-2) المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية 22
- الشكل (7-2) صورة فوتوغرافية مقطر شمسي كروي 23
- الشكل (8-2) مخطط يوضح المقطر الشمسي الكروي 23
- الشكل (9-2) مقطر شمسي بميلين 23
- الشكل (10-2) صورة فوتوغرافية للمقطر الشمسي العمودي 24
- الشكل (11-2) مخطط يوضح مقطع جانبي للمقطر 24
- الشكل (12-2) المقطر الشمسي الاسطواني 25
- الشكل (13-2) مقطر بسيط بميل واحد 25
- الشكل (14-2) مخطط يوضح الانتقالات والتدفقات الحرارية على مستوى المقطر الشمسي 29
- الشكل (15-2) مخطط يوضح توازن الطاقة في الزجاج 34
- الشكل (16-2) توازن الطاقة في الماء 35
- الشكل (17-2) توازن الطاقة في أسفل المقطر (الصفحة الماصة) 36
- الشكل (18-2) يمثل التوازن الطاقي في العازل 36

الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاجية المقطر الشمسي ومناقشة النتائج

- الشكل (1-3) جهاز متعدد القياسات 42
- الشكل (2-3) ألياف النخيل 42
- الشكل (3-3) صورة فوتوغرافية للياف النخيل داخل المقطر 42
- الشكل (4-3) تطور الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط بدلالة الزمن 43
- الشكل (5-3) تغيرات درجة الحرارة على الجانب الداخلي للغطاء الزجاجي 44
- الشكل (6-3) تطور درجة الحرارة على الجانب الخارجي للغطاء الزجاجي 45
- الشكل (7-3) تغيرات درجة حرارة الماء 45
- الشكل (8-3) تطور إنتاج الماء المقطر بدلالة الزمن 46
- الشكل (9-3) تطور الإنتاج المتراكم للماء النقي 47

الشكل (10-3) المقطر الشمسي أثناء التجربة..... 48

الشكل(11-3) تطور الإنتاج المتراكم للماء المقطر بدلالة الزمن..... 48

فهرس الجداول

- الجدول (1-2) يمثمل مفتاح ترميز الشكل (14-2) 29
- الجدول (1-3) الظروف المناخية للتجربة 43
- الجدول (2-3) خصائص الماء 43

المقدمة عامة

المقدمة العامة

قال الله تعالى :

”أولم ير الذين كفروا أن السماوات والأرض كانتا رتقا ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون”

[الأنبياء: 30]

لقد زود الله البشر بمجموعة متنوعة من الموارد الطبيعية ومن بين هذه الموارد أساسية وأخرى ثانوية, ومن أساسيات الحياة الماء، حيث يعتبر هذا الأخير مصدر حياة كل الكائنات الحية على سطح الأرض، ومن الواضح أن إمدادات المياه الكافية وتوفير احتياجات الإنسان منها أمر بالغ الأهمية، كما أن الماء يمثل الجزء الأكبر من سطح الأرض (70% ماء) وفي نفس الوقت من جسم الإنسان الذي يحتاجه لحياته وكذلك لحياة النباتات والحيوانات، كما يحتاجه لأغراض أخرى كالإشغال المنزلية والصناعية والزراعية، على الرغم من أن المياه تغطي ما يصل إلى 70% من الكرة الأرضية، إلا أن الماء الصالح للشرب لا يمثل سوى نسبة ضئيلة جدا مقارنة بالمياه المالحة أو الملوثة، فموارد مياه الصالحة للشرب كالمياه الجوفية وغيرها في العالم قليلة وغير متوفرة في كل مناطق العالم ، و مع نمو الديمغرافي وزيادة السكان في العالم بسرعة، فإن نقص المياه أصبح مشكلة حقيقية تهدد العالم.

في الواقع ان نسبة 97.4% من هذه الكمية الهائلة من المياه هي مياه مالحة توجد في المحيطات، وملوحة مياه البحر مرتفعة للغاية وتتجاوز حد ملوحة المياه المسموح به الذي تحدده منظمة الصحة العالمية ، ومن ثم فهي غير صالحة للشرب، علاوة على ذلك فان نسبة 1.8% من مياه الأرض مجمدة في القطبين الشمالي والجنوبي، ومياه الشرب المتوفرة من الأنهار والبرك والبحيرات والمياه الجوفية و التي نستهلكها يوميا بالكاد تصل إلى 8.0% ، علاوة على ذلك وبسبب ارتفاع عدد السكان والتلوث يتفاقم أكثر وأكثر مشكل نقص مياه الشرب خاصة في المناطق النائية والمعزولة[1].

ويوجد الكثير من المياه الجوفية التي تكون عميقة وبعيدة عن سطح الأرض ويصعب الوصول إليها أو استخراجها، كما توجد العديد من الأساليب للحصول على المياه الصالحة للشرب مثل التناضح العكسي والتقطير الومضي متعدد المراحل والتقطير الرقيق، ومن ناحية أخرى إن إنشاء خطوط أنابيب المياه لمثل هذه المناطق غير اقتصادي والتسليم بالشاحنة لا يمكن الاعتماد عليه، واغلب هذه الطرق مكلفة للغاية من ناحية الأدوات المستخدمة والوقود الذي يتسبب في العديد من المخاطر الرئيسية بما في ذلك التلوث[2].

يعد نقص مياه الشرب أحد المشاكل الرئيسية التي تواجهها الدول النامية في جميع أنحاء العالم، كما غالبية المشاكل الصحية تعود إلى عدم توفر مياه الشرب النقية، و في العقود الأخيرة انتشر الجفاف ونقص الأمطار في معظم أنحاء العالم مما أدى الى نقص مياه الأنهار والبحيرات[3].

المقدمة عامة

يتزايد تلوث الموارد المائية بشكل كبير بسبب عدد من العوامل بما في ذلك النمو في عدد السكان، التصنيع، وما إلى ذلك، هذه الأنشطة أثرت على جودة المياه في المناطق الريفية والزراعية، كما أثبتت أحر الدراسات في العالم أن 3.575 مليون شخص كل عام يموت بسبب الأمراض المرتبطة بالمياه[3].

تعد تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية أحد الحلول المتاحة في المناخات القاحلة، حيث أن الطاقة الشمسية مستدامة ولا تستنزف، ولهذا عمل الباحثون على إيجاد طرق لتحلية المياه بالطاقة الشمسية ومن هذه الطرق عملية التقطير الشمسي[4].

يعتبر التقطير الشمسي كحل مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية، حيث أن إنتاج الماء النقي بتقنية التقطير الشمسي لها آفاق كبيرة في الصناعة و الاقتصاد، و ذلك لأن الطاقة المستهلكة في الإنتاج هي طاقة حرارية أصلها الإشعاع الشمسي الملتقط من سطوح سوداء، وهذه السطوح تسخن عند استقبالها لأشعة الشمس و منه يمكن الاستفادة من الحرارة في تبخير للماء المالح، فتبقى الأملاح مترسبة فوق السطح الساخن و ينتج لنا بخار ماء، نعرض البخار لسطح بارد(غطاء زجاجي) فتحدث عملية التقطير[4].

يتكون المقطر الشمسي من حوض معزول حراريا ومغلق الأطراف وله غطاء زجاجي شفاف، ويكون الغطاء الزجاجي في العادة مائلا وذلك للسماح للبخار المتكثف عليه أن ينحدر إلى مجرى طرفي تتجمع فيه المياه النقية، ويمكن بناء الحوض من المواد الرخيصة التي لا تتلف بتأثير الماء، ومن الضروري عزل قعر الحوض وجوانبه بالعوازل الحرارية لتقليل انتقال الحرارة من ماء الحوض إلى الخارج وذلك لرفع كفاءة المقطر وفي العادة يطلى قعر الحوض بالطلاء الأسود أو أي طلاء آخر ملائم للعمل على زيادة امتصاص أشعة الشمس، وفي بعض تصاميم الأحواض تطلّى أسطح الحوض العمودية الداخلية بطلاءات عاكسة للإشعاع وذلك لعكس الأشعة الساقطة عليها إلى الماء، ومن الضروري أحكام إغلاق جوانب الحوض لتقليل تسرب الهواء المشبع بالبخار من الداخل إلى الخارج ولتقليل انتقال الحرارة عبر فتحات تسرب الهواء، و يسخن الماء في الحوض نتيجة لسقوط أشعة الشمس وترتفع درجة حرارته إلى مستوى أعلى من درجة حرارة الغطاء الزجاجي وأعلى من درجة حرارة الهواء الموجود داخل الحوض بين سطح الماء والغطاء الزجاجي، وحيث أن ضغط بخار الماء يرتفع مع ارتفاع درجة الحرارة فإن ضغط بخار الماء على درجة حرارة الماء أعلى منه على درجة حرارة الهواء داخل الحوض، ونتيجة لهذا الفارق في الضغط بين طبقة البخار الملاصقة لسطح ماء الحوض والبخار الموجود في الهواء فإن ماء الحوض يأخذ في التبخر لمعادلة ضغط البخار داخل الحوض، ونتيجة لعوامل الحمل الحراري فإن الماء المشبع يتحرك إلى الأعلى ويحل محله هواء أقل تشبعا بالبخار، من الجانب الآخر ذكرنا أن درجة حرارة الغطاء الزجاجي تكون أقل من درجة حرارة ماء الحوض، ولذلك ما إن يلامس البخار المشبع سطح الزجاج حتى يبدأ جزء من البخار بالتكثف حتى يصبح ضغط البخار في الهواء المشبع مساويا للضغط عند درجة حرارة الزجاج، يتكثف البخار على سطح الزجاج وينزل بتأثير ثقله إلى المجاري الجانبية حيث يتجمع ويخرج إلى الخارج ماء نقيًا، وطالما استمرت فروق درجات الحرارة وفروق الضغوط داخل الحوض فإن عملية التبخر والتكثف تستمر.

المقدمة عامة

و هذا ما سنتناوله في هذه الأطروحة المقدمة أمامكم بالاستعانة بمقترين شمسيين بسيطين وحيدى الميل على مستوى ولاية الوادي ، ذلك لأن منطقة الوادي تتميز بمقادير جوية خاصة (إشعاع شمسي معتبر، زاوية ، طول مدة التشميس، درجة حرارة الهواء المحيط معتبرة....) حيث سنقوم باختبار مقطر شمسي عادي بدون اضافات ومقتر اخر مضاف الى حوضه الياف النخيل ونرى تأثيرها هل سيكون سلبي ام ايجابي[5].

وهذا ماستنطق اليه في هذه المذكرة التي تحتوي على ثلاثة فصول بالاضافة الى المقدمة العامة والخاتمة العامة كالتالي :

الفصل الاول : سنتطرق في هذا الفصل الى مدخل و عموميات حول الطاقة الشمسية وتاريخ استخدامها ثم لمحة تاريخية تتضمن دراسات سابقة حول التقطير الشمسي.

الفصل الثاني : سنتعرف أكثر على عملية التقطير الشمسي من خلال دراسة نظرية تتضمن مبدأ العمل المقطر وانواعه والعوامل المؤثرة عليه وأخيرا الميزان الطاقوي والمعادلات الخاصة بانتقال الحرارة والإشعاع على مستوى المقطر.

الفصل الثالث : سنقوم في هذا الفصل بدراسة تجريبية تهدف الى معرفة تأثير مادة محلية موجودة بكثرة في المناطق الصحراوية وهي ألياف النخيل على انتاجية المقطر الشمسي ثم مناقشة النتائج الخاصة بالمقترين(الشاهد والمعدل)

وأخيرا في **الخاتمة العامة** سنتطرق فيها الى اهم النتائج التي حصلنا عليها في هذا العمل والتي تتضمن الفارق في انتاجية الماء عند اضافة ألياف النخيل الى حوض المقطر الشمسي وحل لمشكلة ضعف الانتاجية في المقطر التقليدي.

- [1] Ali A K Al-Waeli¹, Kadhem H M Al-Asadi² " Enhancing the Productivity of a Single Slope Solar Water Distiller by Cooling the Transparent Cover" P(81) (2018)
- [2] A.E. Kabeel , Mohamed Abdelgaied, Amr Eis "Enhancing the performance of single basin solar still using high thermal conductivity sensible storage materials" Journal of Cleaner Production journal homepage, P(20), 2018.
- [3] K. Sampathkumar a, T.V. Arjunan b , P. Pitchandi " Contents lists available at Science Direct Renewable and Sustainable Senthilkumar c Active solar distillation" Energy review P (1505.1506)
- [4] جاسم مهدي السدي, أحمد جاسم محمد, عقيل يوسف هاشم " أنواع المقطرات الشمسية" مجلة أبحاث ميسان ، المجلد التاسع ، العدد الثامن عشر السنة 2013
- [5] <https://www.startimes.com/f.aspx?t=11585836> 22 /05/2022 19 :20

الفصل الأول : عموميات حول التقطير الشمسي

1-1 مقدمة

تغطي المياه ثلثي سطح الارض (70%) ، منها (97%) مالحة وحوالي (2.5%) متاح كمياه عذبة، واقل من (1%) من هذه الاخيرة في متناول الانسان ، بسبب النمو الديمغرافي للسكان والتطور السريع للصناعة يزداد الطلب على المياه العذبة يوم بعد يوم [1].

لتجنب هذه المشكلة وتلبية الاحتياجات المائية العالمية ، يتم استخدام تقنيات تحلية المياه بما في ذلك استخدام نواتج التقطير الشمسية التي تعتمد على الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية) لإنتاج المياه الصالحة للشرب، وتتم هذه العملية عبر جهاز يدعى المقطر الشمسي ، والذي يعتبر حل من الحلول السريعة والاقتصادية في نفس الوقت [2].

وستنظر في هذا الفصل الى التعريف بالطاقة الشمسية وتاريخ استخدامها ونبذة عن اللواظ الشمسية ثم دراسات سابقة حول التقطير الشمسي من ناحية الشكل والزجاج والنانو والحوض.

2-1 الطاقة الشمسية

تُعرّف الطاقة الشمسية بأنها الطاقة الناتجة عن تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء من خلال استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية ، وهي من أهم مصادر الطاقة المتجددة وأسرعها نموًا ، وهي تعد بمستقبل واعد في توفير الطاقة لمختلف الاستخدامات. [3]

يتلقى كل موقع على الأرض كمية من ضوء الشمس على مدار العام ، لكن كمية الإشعاع الشمسي التي تتلقاها بقعة ما تختلف من مكان إلى آخر على سطح الأرض ، وتسمى هذه الكمية بالإشعاع الشمسي ، والذي يُعرف أيضًا بالإشعاع الكهروضوئي ، حيث تنبعث من الشمس على شكل ضوء تلتقطه تقنيات الطاقة الشمسية ، وتتحول إلى أشكال مفيدة من الطاقة. [4]

تعد الطاقة الشمسية من اهم أنواع الطاقات المتجددة والتي يمكن استغلالها بصورة مستمرة اي لا ينتج عنها غازات او مخلفات ضارة بالبيئة مقارنة بمصادر أخرى، ففكرة استخدام الطاقة الشمسية في التسخين او تحريك الآلات ليست بجديد على الإطلاق، لذا أصبحت الطاقة الشمسية في الوقت الراهن "ام الطاقات" كما يطلق عليها البعض فهي طاقة نظيفة لا تنتج مادامت الشمس موجودة فجميع مصادر الطاقة الموجودة على سطح الأرض نشأت من الطاقة الشمسية، كما استخدمت الشمس قديما في تسخين المياه وتجفيف المحاصيل لحفظها من التلف، أما حاليا نجد أن التجارب تقوم على محاولة استغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء والتدفئة وغيرها، وفي الوقت الحاضر ونظرا الارتفاع اسعار الوقود وزيادة استهلاك الطاقة نجد أن طاقة الشمس تنصدر المكنة الاقوى لتحل محل البترول بعد نضوبه في إنتاج الكهرباء ومن المتوقع نجاح الألواح الشمسية في إنتاج الكهرباء.

حيث تستقبل الطبقات العليا من الفضاء المحيط بالكرة الأرضية ما يساوي 174 بيتا واط من الطاقة الشمسية، ينعكس منها بفعل الغلاف الجوي قرابة 32% تعود للفضاء ويمتص الباقي والبالغ 100 بيتا واط من قبل الغيوم والبحار والمحيطات وسطح الأرض للإشعاع الشمسي فترتفع درجة حرارتها [5].

3-1 تاريخ استخدام الطاقة الشمسية

تم استخدام الطاقة الشمسية خلال القرن العشرين حيث شهد القرن العشرين أكبر حركة تطور في تطبيقات الطاقة الشمسية ونفس العام صنعت ماكينة البخار الشمسية، وبين عامي 1920 و1928 تم بناء ماكينة شمسية في كاليفورنيا قدرتها 02 حصان، وفي عام 1911 بفيلا دلفيا تم تصميم جهاز يستخدم الطاقة الشمسية لأغراض الزراعة، وقد وضع في نطاق التشغيل بصحراء مصر على بعد 16 كلم من القاهرة حيث أنتج قوة قدرها 122 حصان تمد ما يقرب من 4022 م [6].

ثم بدا ظهور المساكن الشمسية الأولى والتي لم تكن تستند الى قيم اجمالية معينة بقدر ما كانت معينة بصفة مباشرة بتطبيقات الطاقة الشمسية نفسها، وقد كان اول مسكن شمس من تصميم مجموعة من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا عام 1939م.

وفي عام 1973 اي قبل ازمة البترول بشهور، عقد مؤتمر اليونسكو في باريس بعنوان الشمس في خدمة الإنسان حضره 822 عالم، من 62 دولة، ولقد تحولت الطاقة الشمسية فجأة في السبعينات من الفضول العلمي الى حركة ثقافية حيث اعتبرها المناضلون بديلا رمزيا للوقود [7].

4-1 الإشعاع الشمسي

يقصد بالإشعاع الشمسي الطاقة التي تطلقها الشمس الى جميع الاتجاهات ويتضمن الإشعاع المرئي وغير المرئي، بمعنى اخر الطاقة الضوئية والحرارية على الأرض ومختلف الكواكب الأخرى [8].

يتميز الإشعاع الشمسي بتوفره بصورة كبيرة ومتغير الشدة خلال ساعات النهار، اذ يصل الى قيمته العظمى عند منتصف النهار اين تكون زاوية سقوط الأشعة الشمسية عمودية على سطح الأرض، حيث التغير في زاوية السقوط وزاوية الارتفاع للإشعاع الشمسي يقلل من الحرارة المتجمعة في اي منظومة حرارية شمسية، كما أن اختلاف الموقع الجغرافي يقابله التغير في شدة الإشعاع من مكان لآخر [9] وكذلك ساعات النهار المشمسة متغيرة مع الفصول حيث تكون اطول في فصل الصيف والذي يتميز بشدة اشعاع كبيرة يقابله ارتفاع في درجات الحرارة الى درجات حرارة عالية جدا والتي يجب على الانسان أن يستغلها بشكل علمي ليسخرها لمصلحته، يمكن حساب شدة الإشعاع الشمسي عمليا باستخدام جهاز البيرانومتر الذي يربط مع جهاز المكاملة الشمسي لقياس شدة الإشعاع الشمسي [8]، فهو عبارة عن كرة زجاجية تعمل على قياس مختلف الموجات الإشعاعية.

1-4-1 أنواع الإشعاع الشمسي

تصدر الشمس الطاقة وتأتي على شكل اشعاع شمسي متدفق يخترق الغلاف الجوي الأرضي حيث ينعكس جزء منه في الفضاء خارج الغلاف الجوي، كما يتشتت جزء داخله، اما الجزء المتبقي فينفذ عبر الغلاف الجوي، وبالتالي فإن الإشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض يتكون من ثلاث أنواع:

1-1-4-1 الاشعاع الشمسي المنتشر (D)

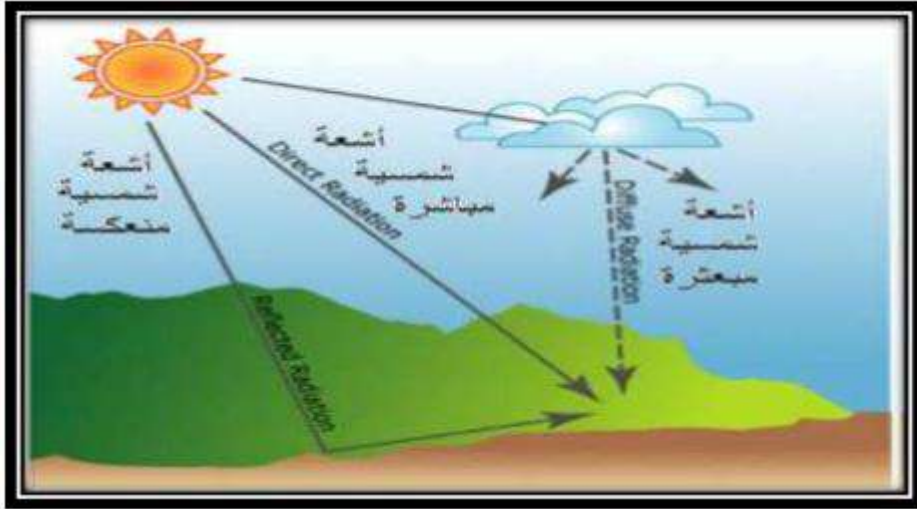
هو ذلك الجزء من الاشعاع الشمسي الذي يصل الارض بعد تعرضه لعدة عمليات منها البعثرة بواسطة الدقائق العالقة في الجو، والامتصاص بواسطة بخار الماء وبعض الغازات مثل ثاني اكسيد الكربون والانعكاسات بسبب الغيوم والعوالق الأخرى في طبقات الجو [10].

2-1-4-1 الاشعاع الشمسي الكلي (G)

هو الاشعاع الشمسي الواصل الى نقطة من سطح الأرض الناتج من مجموع الشعاعين المباشر والمنتشر [11].

3-1-4-1 الاشعاع الشمسي المباشر (s)

هو ذلك الجزء من إشعاع الشمسي الذي يعبر الغلاف الجوي دون انعكاس ولا تشتت، اي عبارة عن حزمة ضوئية مباشرة من الشمس وتبقى على حالها دون ضياع.



الشكل (1-1): الاشعاع الشمسي الكلي الواصل الي سطح الأرض [11].

5-1 اللواقط الشمسية

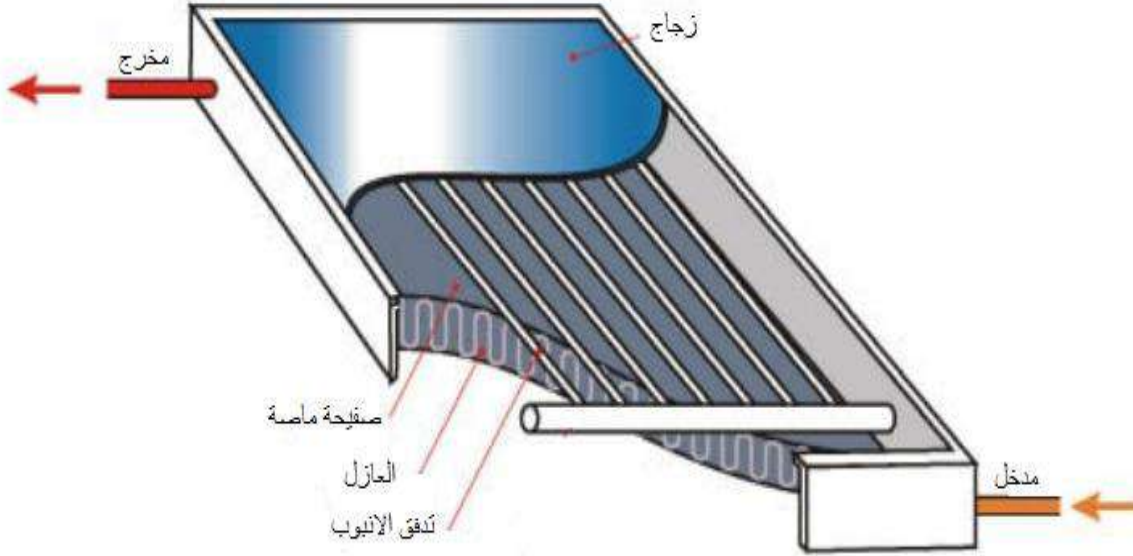
تعد اللاقطات الشمسية من اهم الوسائل الحديثة والنظيفة لاستخدام الطاقة الشمسية، وقد شهدت تطورا كبيرا في السنوات الماضية.

حيث تستطيع العمل في مختلف الطقوس والعوامل الجوية المختلفة، وستنطبق لانواع هذه اللواقط الشمسية [12].

1-5-1 انواع اللواقط الشمسية

1-1-5-1 اللاقط الشمسي المسطح

هو وحدة امتصاص وتسخين تقوم بتحويل الأشعة الشمسية الساقطة عليه الى حرارة عبر المياه التي تتحرك داخل الانابيب النحاسية المعزولة لتجنب الفقد الحراري، ترتفع درجة حرارة المياه داخل الانابيب النحاسية ويتم تخزينها في سخانات معزولة للحفاظ على حرارة المياه.



الشكل (2-1) مخطط يوضح اللاقط الشمسي المسطح [12]

يصنع السطح الماص من مواد معدنية لها امتصاصية عالية للإشعاع كالألمنيوم أو النحاس أو الحديد المجلفن ويفضل عادة الألمنيوم أو الحديد المجلفن لأنها رخيصة الثمن، وتكون مطلية بمواد عالية الامتصاصية ومنخفضة الاشعاعية مثل أكاسيد الكروم والكوبالت ولكن مازالت تعاني من عيوب ضياع الحرارة منها بواسطة الاشعاع حيث يصل معدل الفقد الحراري الى 89% [12].

2-1-5-1 لاقط الانابيب الزجاجية المفرغة

ظهرت هذه التقنية منذ فترة زمنية قريبة، وهي تعتمد على مايعرف باسم الانابيب الزجاجية المفرغة كما هو موضح في الشكل (3-1).

حيث ان هذا النوع من التقنية يمتص الأشعة الشمسية بمعدلات كفاءة عالية ويحولها الى طاقة حرارية يتم استغلالها في عمليات تسخين المياه .

يتكون كل أنبوب من هذه الانابيب المفرغة من انبوبين من الزجاج متداخلين مع بعضهما البعض ويصنعان من زجاج البوروسيليكيت الذي يتميز بالمتانة ومقاومته للكسر، يكون الأنبوب الخارجي شفافا حيث يسمح بمرور الاشعة الساقطة عليه بقليل من الانعكاس، بينما يطلى الأنبوب بطبقة داكنة من النيكل والكروم، فيعمل على امتصاص الاشعة الساقطة عليه بنسبة عالية تصل الى 98% [12].



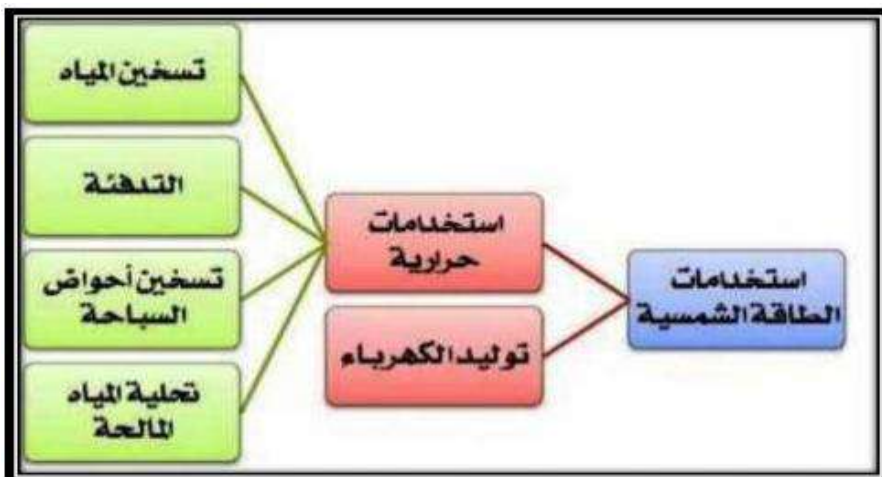
الشكل (1-3) صورة فوتوغرافية للاقط الانابيب الزجاجية المفرغة [12].

6-1 الطاقة الشمسية الحرارية

هي عملية حصاد واستغلال الطاقة الشمسية وذلك بتحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية والمواد الحرارية، فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول الى الاشعاع الشمسي فإنه يمتص الاشعاع وترتفع درجة حرارته حيث هناك ثالث انواع من المجمعات الشمسية الحرارية المستخدمة لهذا الغرض وهي: المجمعات الشمسية الحرارية المركزة، المجمعات الشمسية المفرغة، المجمعات الشمسية المسطحة، ولكل نوع من هذه الانواع استخدامات معينة [14, 13].

5-1 استخدامات الطاقة الشمسية

وتأتي اهمية الطاقة الشمسية من كونها طاقة هائلة يمكن استغلالها في اي مكان وتشكل مصدرا مجانيا لوقود لا ينضب كما تعتبر طاقة نظيفة كما يمكن استخدامها في العديد من المجالات اهمها:



الشكل (1-4): مخطط يوضح استخدامات الطاقة الشمسية [15].

6-1 دراسات سابقة حول التقطير الشمسي

منذ القدم كانت الشمس تجفف الطعام وتبخّر مياه البحر فعرف الإنسان أن للشمس طاقة هائلة وبدأ في التفكير في كيفية استغلالها.

في وقت مبكر من القرن الرابع قبل الميلاد ، وصف أرسطو طريقة لتبخير المياه غير النقية ثم تكثيفه للاستخدام الصالح للشرب ، ومع ذلك تاريخيا كان أول عمل موثق على التقطير الشمسي للكيميائيين العرب في القرن السادس عشر.

استخدم "ديلا بورتا" (1589) أواني فخارية واسعة ، حيث تتعرض للحرارة الشديدة لأشعة الشمس ثم يتبخّر الماء ويجمع المكثفات في مزهريات وضعت تحتها.

في عام 1870 تم منح أول براءة اختراع أمريكية لجهاز التقطير الشمسي إلى "نورمان ويلر" وبعد عامين في لاس سيلانس بدأ المهندس السويدي يلي تشارلز ويلسون في بناء محطة للتقطير الشمسي لتوفير مياه صالحة لشرب لعمال في منقار الملح والفضة عملت بشكل مستمر لمدة 40 عام وأنتجت ما متوسط 22700 لتر من الماء المقطر يوميا باستخدام النفايات السائلة الناتجة عن عمليات التعدين .

في الولايات المتحدة الأمريكية كانت سنة 1950 بداية التحلية الشمسية لمياه البحر والمياه الجوفية المالحة عندما اصدر الكونغرس قانون تحويل المياه المالحة ، مما أدى إلى إنشاء مكتب المياه المالحة عام 1955 [16].

"نينا ومينوزي"، 1966 . "تالبرت وآخرون" (1970) قدم مراجعة تاريخية ممتازة للتقطير الشمسي، و(ديليانيس) (1973) استعرض أهم محطات التقطير الشمسي حول العالم. وشملت هذه المراجعة أيضا عمل "Delyannis" (1965) و"Piperoglou" (1968) و "ديليانيس" (1970).

"مالك" وآخرون (1982) استعرض العمل على نظام التقطير الشمسي السلبي حتى 1982 وتم تحديثه حتى عام 1992 بواسطة "Tiwari" (1992) ، والتي تضمنت أيضًا التقطير الشمسي النشط.

"ديليانيس" (1987) أيضا استعرض حالة التحلية بمساعدة الطاقة الشمسية [16]

1-6-1 دراسات سابقة حول الزجاج

أجريت العديد من المحاولات لكشف تأثير الغطاء الزجاجي ذو السماكات المختلفة على إنتاجية المقطر.

ففي عام 1960 قام الباحث "Glof" بدراسة لتحسين أداء المقطرات الشمسية البسيطة، وذلك بتعديل الغطاء الزجاجي الشفاف بمواد كيميائية مثل سيليكات الصوديوم أو حامض الهيدروكلوريك لجعل الماء أقل تلاصقا بالزجاج فيسهل انحداره إلى مجرى تجميع الماء المقطر، فتزداد كمية الطاقة الشمسية الداخلة إلى حوض المقطر مقارنة مع غطاء ينساب عليه طبقة من الماء المقطر المتكثف ببطئ [17].

الفصل الأول: عموميات حول التقطير الشمسي

اما في عام 2008 وفي مدينة الاسكندرية المصرية قام الباحث "قبيل" بدراسة اداء مقطر شمسي ذو فتيلة تبخير على سطح حوض مقعر مع اغطية شفافة اربعة تشكل هرم فوق الحوض المقعر لزيادة دخول الاشعة الشمسية اليه وكان متوسط انتاجيته 4 لتر/متر، وكانت كفاءة النظام 38% [17].

في عام 2011 استخدمت التجربة ثلاث مقطرات شمسية متطابقة الحجم لها غطاء زجاجي بسك 4 مم و 8 مم و 12مم، وتبين ان سمك الغطاء الزجاجي 4 مم هو أحسن سماكة في هذه التجربة [18].

"قابيل وآخرون" عام 2016 قامو بتجارب على تأثير زوايا ميل سطح الغطاء الزجاجي على إنتاجية المقطر الشمسي، حيث قامو بتجريب ثلاث زوايا 30.5° و 40° و 50° ، وأظهرت النتائج ان افضل انتاجية للمقطر الشمسي تكون عند الزاوية 30.5° [19].

"Elsheikh" عام 2018 و "Benoudina" عام 2021 قامو بتبريد الغطاء الزجاجي للمقطر، وقد أظهر هذا الامر زيادة انتاجية المقطر بشكل ملحوظ لأنه يزيد من عملية التكثيف [19].

1-6-2 دراسات سابقة حول شكل المقطر

في عام 1994 وفي جامعة برونييل في مدينة اوكسبردج في بريطانيا قدم الباحثان (مهدي وسميث) تصميم مقطر شمسي من نوع ذي الفتائل باستخدام العاكسات الشمسية المركزة، ولقد تمت هذه الدراسة في فصلي الصيف والشتاء وكانت الانتاجية اكثر من انتاجية المقطر الاعتيادي انا ذاكر وكما بينت هذه الدراسة ان اهمية وجود العاكس في فصل الشتاء تكون اكثر انتاجية من فصل الصيف [17].

أجريت دراسة عملية على جهاز شمسي خامل في مدينة تكريت الواقعة في العراق عام 2016 لرفع كفاءة وإنتاجية التقطير الشمسي، تم تصميم وحدة شمسية أحادية الميل وإضافتها إليها لوحة عاكسة ومركز للطاقة الشمسية، كما أجريت الاختبارات العملية بمعدل كل نصف ساعة في الفترة تبين انه ازدادت انتاجية المقطر بنسبة (43%) [17].

في عام 2009 وتحت الظروف المناخية المختلفة لمدينة البصرة (جنوب العراق) أجريت دراسة تجريبية لتحسين أداء مقطر شمسي بسيط احادي الميل من خلال إجراء تغيير بسيط في تصميم المقطر الشمسي التقليدي يوفر زيادة في عملية تكثيف دون استخدام أي مكثف مساعد انجز ذلك من خلال تكبير أبعاد المقطر نسبة إلى حوضه، وهذا يوفر زيادة إضافية في مساحة سطح التكثيف، وكذلك إمكانية ربط ألواح عاكسة للأشعة الشمسية مع قاعدة المقطر تقوم بعكس جزء من الأشعة الشمسية الساقطة عليه والمساهمة في التسخين الإضافي لحوض التقطير [20].

تم لهذا الغرض تصنيع مقطرين شمسيين، أحدهما بالتصميم التقليدي والآخر بالتصميم المقترح، ثم فحص المقطرات خلال الفترة بين شهري فبراير وتموز 2009 أظهرت النتائج التجريبية إمكانية تحسين إنتاجية المقطر الشمسي التقليدي مزدوج الميل (18-24%) [20].

3-6-1 دراسات سابقة حول النانو

في عام 1995 قام "Cho" بدراسة حول تعزيز التوصيل الحراري للسوائل باستخدام الجسيمات النانوية [21].

وفي عام 2008 في مدينة بيهار الهندية قدم الباحثون "Kumara" وآخرون دراسة بتحليل أداء مقطر شمسي من نوع V واستخدموا فحم ماص ومرآة، وتم حساب الكفاءة لاربع حالات مختلفة حيث وجد ان الكفاءة الكلية 47% بدون وجود الفحم و30% مع الفحم ووجد الكفاءة 11% بوجود المرآة و14% بوجود المرآة والفحم [17].

في العراق في شهري كانون الثاني وشباط سنة 2013 أجريت اختبارات عملية، حيث قامو بدراسة لفحص إنتاجية المقطر الشمسي المائل بإضافة شمع البارافين على القاعدة والجوانب، ثم إضافة مسحوق الألمنيوم مع شمع البارافين لتعزيز توصيله الحراري، حيث كشفت الدراسة أن إضافة شمع البارافين تحسن إنتاجية التقطير الشمسي بنسبة 6.11% في يناير، و10.38% في فبراير مقارنة مع التقطير الشمسي البسيط، بينما إضافة مسحوق الألمنيوم إلى شمع البارافين تحسن إنتاجيتها بنسبة 21.91% في يناير و 25.51% في فبراير [22].

في عام 2015 وجد "Chen" وآخرون تحسن كفاءة التحويل الحراري الشمسي عند إضافة جسيمات الفضة النانوية البلازمية الى سائل العمل [21].

يوسفي وآخرون في سنة 2013 و "Ladjevardi" وآخرون سنة 2012 توصلوا لتحسن في أداء المقطرات الشمسية باستخدام الموائع النانوية كوسيط عمل تجريبي ونظري في سنة 2015 قدم "إيلانجو" وآخرون تحليلاً تجريبياً لأداء المقطر الشمسي احادي الميل مع وبدون سائل نانوي و قارنوا إنتاجية المقطرات التي تستخدم السوائل النانوية المائية من أكسيد الألومنيوم (Al₂O₃) وأكسيد الزنك (ZnO) وأكسيد الحديد (Fe₂O₃) وأكسيد القصدير (SnO₂) بتركيزات مختلفة وكشفوا أن جزيئات أكسيد الألومنيوم (Al₂O₃) النانوية تعطي إنتاجية أفضل مقارنة بالآخرين [21].

"لحراشه" وآخرون سنة 2018 أجرى بشكل تجريبي تأثير PCM على إنتاجية المقطر الشمسي الذي لا يزال مقترن بمجمع المياه بالطاقة الشمسية، حيث وجد أن ناتج التقطير حوالي 4300 مل في اليوم [23].

3-6-1 دراسات سابقة حول الحوض

في عام 2006 في مدينة نيودلهي الهندية درس الباحث "تيواري" تأثير عمق الماء على الحرارة والكتلة المنتقلتين في المقطر الشمسية، وقد أسفرت هذه الدراسة على ان انتاجية المقطر تقل بازدياد عمق الماء في حوض المقطر [4].

وفي عام 2007 قام الباحث العماني " بدران" في جامعة البلقاء العمانية بدراسة تجريبية اخرى حول تحسين انتاجية المقطر الشمسي البسيط، وأسفرت نتائجه أن الانتاجية تكون لها علاقة طردية مع طلي القاعدة والجوانب بالإسفلت تقليل عمق المياه(تزداد بمقدار 51%) [4].

الفصل الأول: عموميات حول التقطير الشمسي

وكما اجريت دراسة اخرى في نفس العام قدم "كاليداسا" في مدينة تاميل نادو الهندية دراسة عن تحسين فعالية المقطر الشمسي مفرد الميل، استخدم في هذه الدراسة مواد مختلفة في حوض الماء لتحسين انتاجية المقطر الشمسي عن طريق استيعاب الشعاع والحرارة وتعزيز معدل التبخر. ووجد ان المطاط هو افضل المواد للحوض الماص لتحسين الانتاج ودرس ايضا تأثير تغير عمق الماء في الحوض[4].

قام " omara وKabeel" في 2014 بعمل تجريبي بدراسة تأثير طبقة الرمل الأصفر والأسود على الأداء الحراري للمقطرات ، أظهرت النتائج تحسن الإنتاج اليوم بنسبة 42% عند استخدام طبقة الرمل الأسود و 17% عند استخدام طبقة الرمل الأصفر[23] .

في عام 2008 قام (Shanmugasundaram and Sakthivel) بدراسة تأثير الحصى الأسود على الإنتاج اليومي للمقطرات الشمسية، أظهرت النتائج زيادة في الإنتاج بنسبة 20% عند استخدام الحصى الأسود بسبك 60 مم[24].

-في عام 2015 ، أجريت تجربة في جامعة تشرين للأبحاث والدراسات أظهرت نتائج البحث التجريبي المكتمل استخدام مادة متغيرة الطور (شمع البارافين) في التقطير ، أدى الصندوق الشمسي إلى تحسن في الإنتاجية اليومية حيث وجد أنه يزداد مع زيادة كمية المادة، وأعلى قيمة للزيادة في الإنتاجية اليومية كانت 3.26% عند استخدام [5.3 كجم] من المادة غير الطور في حاويات بلاستيكية ، القيمة 74.34% عند استخدام 5.4 [كجم] من مادة تغيير الطور.

أظهرت نتائج البحث التجريبي أيضاً زيادة في فترة عمل المقطر الشمسي الذي لا يزال مزوداً بمواد تغيير الطور بالمقارنة مع نواتج التقطير بدون مبدل طور، هذا بسبب الطاقة الحرارية الكامنة المخزنة في مادة متغيرة الطور يتم تطبيقه على الماء عند انخفاض شدة الإشعاع الشمسي مما يؤدي إلى تبخر الماء واستمرار ناتج التقطير للعمل لفترة من الزمن[24].

7-1 الخاتمة

في سبيل حل مشكلة ندرة المياه العذبة في بعض المناطق النائية وإيجاد حلول عملية لها تطرقنا في بداية هذا الفصل الى الحديث عن الطاقة الشمسية وتاريخ استخدامها ثم قمنا بعمل لمحة تاريخية عامة حول المقطر الشمسي ولمحة تاريخية خاصة من ناحية الزجاج والشكل والنانو والحوض.

وستنعمق اكثر في الفصل الثاني في عملية التقطير الشمسي(دراسة نظرية) .

- [1] Mahesh Kumar¹ , Amit Malik² , Himanshu Manchanda³ , Ravinder Sahdev⁴ " European Project Experimental study on conventional and stepped solar stills coupled with evacuated tube collector solar water heater",page172, 2021
- [2] Abderrahmane Khechekhouche, Boubaker Benhaoua, Abd elnaby Kabeel, Mohammed El Hadi Attia, Wael M. El-Maghlany." Improvement of solar distiller productivity by a black metallic plate of Zinc as a thermal storage material. Journal of Testing and Evaluation", Vol 49, no 2, 2019
- [3] <https://www.electronicshub.org/solar-energy-power-generation/>
- [4] <https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work>
- [5] N.Smakdji."Impact de l'écart de température (eau-captur) sur l'efficacité Globale d'un distillateur solaire "thèse de magistère•Université de Constantine•P. 41-48•Algérie (2002)
- [6] M.H. Selami , "Utilisation de l'énergiesolaire pour la déminéralisation des eaux saumâtre dans les sud Algérien" thèse de magistère•Université de Ouargla•P. 9-13Algérie(2000).
- [7] O. Sotehi " Etude des caractéristiques de fonctionnement et de la performance d'un distillateure solaire" université Constantine thèse magister , Algérie (2009)
- [8] عقيل يوسف هاشم ، المقطر الشمسي العمودي ، أبحاث البصرة الجزء (3) العدد (38) ، (2012)
- [9] محمد تخة " دراسة مقارنة و تحسين لمختلف المقطرات الشمسية لإنتاج المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية" مذكرة ماجستير ، جامعة ورقلة ، ص 20-22 الجزائر (2004)
- [10] أ.م. د. اسعد الرحمان سعيد الحلفي، "هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية"، ط1، مكتبة الزهراء للطباعة-البصرة، العراق، 2012.
- [11] د. سهيل فاضل، د. الياس الكية، "الطاقة الشمسية وتطبيقاتها"، دار الحداثة لطباعة والنشر والتوزيع، ص ب 14/5636 لبنان.
- [12] د. عياد المخزوم محمد الواعر، علي مبروك الناض "تخفيض الأحمال الكهربائية باستبدال السخانات الكهربائية بأنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية" المؤتمر الثالث للعلوم الهندسية والتكنولوجيا 2020.
- [13] I. Al Hayek ،Omar O.Badran "The effect of using different designs of solar Stills on water distillation "Desalination 169(2004).
- [14] R.Ouahes•P.Le Goff ،Le projets-Dificap-distillateur a film capillaire•Lab. des Sciences du genie à Nancy•France (1982).
- [15] S. Karroute ،"Etude théorique et Numérique des Systèmes couples : Distillateur Plan-Captur et Distillateur Hot Box-Captur"،thèse magister université Constantine ،P 34-36•Algérie (2009)

مراجع الفصل الاول

- [16] أميده , م. صغيري "معالجة التأثير الموسمي على التقطير الشمسي في ولاية الوادي" مذكرة ماستر اكايمي جامعة [16] لوادي ص18 الجزائر(2020)
- [17] فياض محمد عبد ، دلف شاكر محمود ” دراسة تجريبية لتأثير عمق الماء على انتقال الكتلة لمقطر شمسي سلبي بإضافة محاليل كيماوية” مجلة تكريت للعلوم الهندسية قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة تكريت صالح الدين، صفحة(2.3) العراق 2017
- [18], Dr. P. K. Shah , Ahmedabad Gujarat, "Effect of different thickness of glass cover on solar drip: in a winter climate "Circumstances P (1.9) 2012
- [19] Mohammed El Hadi Attia, Mohamed Zayed, Mohamed Abdelgaied et al "Experimental Investigation On a Novel Design of Hemispherical Solar Distiller With v-Corrugated Iron Trays And Wick Materials For Improving Freshwater Production", , PREPRINT (Version 1) available at Research Square (2022)
- [20] Number 8 وسام وحيد علوي "تحسين إنتاجية المقطر الشمسي التقليدي أحادي التأثير مزدوج الميل بواسطة تعديل بسيط [20] في التصميم "Journal of Engineering" 8 Volume 21 August 2015
- [21] Sahota, Lovedeep, and G. N. Tiwari. "Effect of Al₂O₃ nanoparticles on the performance of passive double slope solar still." Solar Energy 130 P(260-272) (2016)
- [22] Miqdam Chaichan,Hussein A Kazem" Use of aluminum To promote single slope solar wate m powder with PCM" Page (6)Iraq 2014
- [23] A.E. Kabeel , Mohamed Abdelgaied, Amr Eisa " Enhancing the performance of single basin solar still using high thermal conductivity sensible storage materials" Journal of Cleaner Production vol:183 (2018)
- [24] رامي جورج ، د.ميا أحمد ، أنس بدور "تأثير استخدام مادة متغيرة الطور على إنتاجية المقطر الشمسي" مجلة جامعة [24] تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سمس للهندسة العامة المجلد (37) العدد (3) 2015

الفصل الثاني : دراسة نظرية للتقطير الشمسي

1-2 المقدمة

إن عملية تحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية هي عملية بسيطة وتعتبر احد تطبيقات أنظمة الطاقة الشمسية فهي مماثلة ما يحدث في الطبيعة، فأول من استخدم تقنية تحلية المياه المالحة بواسطة الطاقة الشمسية هم علماء الكيمياء العرب في القرن السادس عشر، ويعتبر استخدام هذه التقنية راجع لنقص وقلة المياه الذي تعاني منه معظم مناطق العالم وخاصة الصحراوية والجافة التي تعاني من قلة تساقط الامطار والتصحر والجفاف[1].

لإجراء الحسابات التصميمية النظرية للمقطر الشمسي لابد من تحديد كل المتغيرات ان كانت جوية او تشغيلية او تصميمية، وكل هذه المتغيرات مرتبطة بكمية الاشعاع الشمسي الساقط على حوض المقطر، حيث يسقط الاشعاع الشمسي الذي ينفذ عبر الغطاء الزجاجي وصولا الى قاعدة المقطر، بعدها يعكس جزءاً ويمتص الجزء الاخر من الاشعاع من قبل الغطاء الزجاجي، حيث أن الكمية الاكبر من الطاقة الشمسية الساقطة على قاعدة المقطر سوف يمتصها الماء المالح وترتفع درجة حرارته تدريجيا، وجزء قليل منها يفقد الى الخارج من قاعدة وجوانب الحوض[2].

وفي هذه الدراسة النظرية سنتطرق الى التعريف بالمقطر الشمسي و ذكر انواعه وخصائصه والفروق بينها ثم العوامل المؤثرة على مردوده ثم المعادلات الخاصة بالظواهر الفيزيائية والكيميائية التي تحدث فيه.

2-2 تعريف ومبدأ عمل المقطر الشمسي

يتكون المقطر الشمسي من حوض معزول حراريا ومغلق الاطراف وله غطاء زجاجي شفاف ، ويكون الغطاء الزجاجي في العادة مائلا وذلك للسماح للبخار المتكاثف عليه أن ينحدر الى مجرى تتجمع فيه المياه العذبة ، ومن الضروري عزل قاعدة الحوض وجوانبه بالعوازل الحرارية لتقليل انتقال الحرارة من ماء الحوض الى الخارج ، وفي العادة تطلّى قاعدة الحوض بالطلاء الأسود من اجل زيادة امتصاص أشعة الشمس ، وفي بعض تصاميم الأحواض تطلّى أسطح الحوض العمودية الداخلية بطلاءات عاكسة للإشعاع وذلك لعكس الأشعة الساقطة عليها الى الماء ، ومن الضروري احكام اغلاق جوانب الحوض لتقليل تسرب الماء المشبع بالبخار من الداخل الى الخارج ولتقليل انتقال الحرارة عبر فتحات تسرب الهواء.

يسخن الماء في الحوض نتيجة لسقوط أشعة الشمس وترتفع درجة حرارته الى مستوى أعلى من درجة حرارة الغطاء الزجاجي وأعلى من درجة حرارة الهواء الموجود داخل الحوض بين سطح الماء والغطاء الزجاجي ، وحيث إن ضغط بخار الماء يتناسب طرديا مع درجة الحرارة فان ضغط بخار الماء على درجة حرارة الماء أعلى منه على درجة حرارة الهواء داخل الحوض ، ونتيجة لهذا الفارق في الضغط بين طبقة البخار الملامسة لسطح ماء الحوض والبخار الموجود في الهواء فان ماء الحوض يأخذ في التبخر لمعادلة ضغط البخار داخل الحوض ، ونتيجة لعوامل الحمل الحراري فان الهواء المشبع يتحرك الى الأعلى ويحل محله هواء أقل تشبعا بالبخار.

من الجانب الآخر ذكرنا أن درجة حرارة الغطاء الزجاجي تكون أقل من درجة حرارة ماء الحوض ، ولذلك ما إن يلامس البخار المشبع سطح الزجاج حتى يبدأ جزء من البخار بالتكاثف حتى يصبح ضغط البخار في الهواء

الفصل الثاني: دراسة نظرية للتقطير الشمسي

المشبع مساويا للضغط عند درجة حرارة الزجاج ، يتكاثف البخار على سطح الزجاج وينزلق بتأثير ثقله الى المجاري الجانبية حيث يتجمع ويخرج الى الخارج ماء عذبا. وطالما استمرت فروق درجات الحرارة وفروق الضغوط داخل الحوض قائمة فان عملية التبخر والتكاثف تستمر.

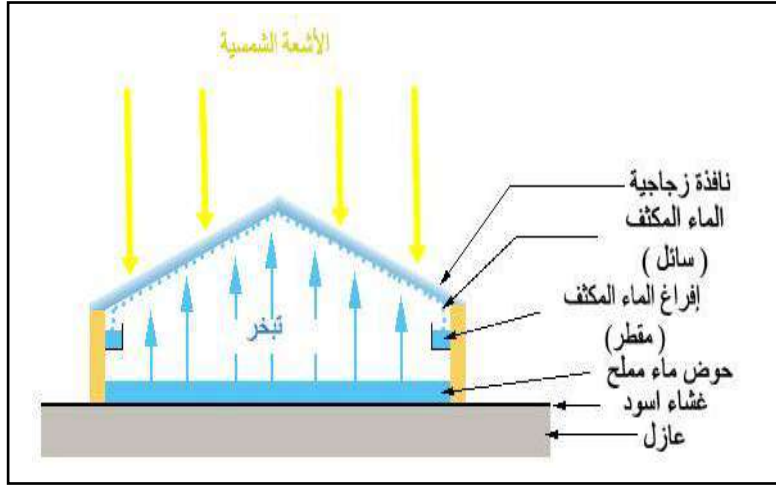
من المعلوم أن بخار الماء حين يتكاثف يفقد كمية من الحرارة تعرف باسم حرارة التكاثف ، وفي حالة المقطر الشمسي فان هذه الحرارة تنتقل الى الزجاج ومنه الى الخارج ، أي أنها حرارة مفقودة لا يستفاد منها ، وللتغلب على هذا الفقدان للحرارة تم تطوير بعض المقطرات الشمسية متعددة الأحواض حيث يتكاثف البخار من الحوض السفلي على قاعدة الحوض العلوي ، وبذلك تنتقل حرارة التكثيف الى ماء الحوض العلوي بدل أن تذهب للخارج.

تدل التجارب التي أجريت على المقطرات الشمسية أن كفاءتها تتراوح ما بين (30 – 40%) بمعنى أن كمية الطاقة المطلوبة لإنتاج ما ينتجه المقطر من ماء نقي تعادل (30 – 40%) من كمية الإشعاع الشمسي الساقط عليه، وأما الكمية الباقية من الإشعاع الشمسي فتعتبر طاقة مفقودة، وكأي نظام حراري آخر فان مدخلات الطاقة الى ال مقطر تساوي المخرجات منه ، وعليه يتخذ ميزان الطاقة للمقطر الشمسي شكل العلاقة التالية :

الإشعاع الشمسي الساقط على سطح المقطر = الإشعاع الممتص والمنعكس عن الزجاج وأجزاء الحوض الأخرى حرارة التبخر + الحرارة المفقودة من الحوض بالإشعاع والحمل والتوصيل.

ويشكل الإشعاع الممتص والمنعكس عن الزجاج وأجزاء الحوض الأخرى حوالي (20 – 30%) من مجمل الإشعاع الساقط ، وتشكل حرارة التبخر حوالي (30 – 40%) أما الحرارة المفقودة من الحوض فتشكل حوالي (30 – 40%) وهي تضم الحرارة المفقودة بالإشعاع من ماء الحوض والحرارة المفقودة عبر جوانب الحوض وقاعدته والحرارة المفقودة بالحمل عبر الزجاج ونتيجة لتسرب الماء الخارجي أو تسرب بعض بخار الماء الى الخارج.

تدل نتائج التجارب التي أجريت على المقطرات الشمسية ان بالإمكان انتاج لترين من الماء النقي كل يوم من كل متر مربع واحد من مساحة الحوض وذلك في الأيام المشرقة اثناء الشتاء[3].



الشكل (1-2) المبدأ الاساسي للمقطر الشمسي[4]

3-2 أنواع المقطرات الشمسية

يوجد العديد من المقطرات الشمسية في جميع انحاء العالم لتحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية المباشرة، وتختلف هذه المقطرات عن بعضها البعض من ناحية التصميم والمواد الداخلة في تركيبها، وفي ما يلي بعض انواع هذه المقطرات.

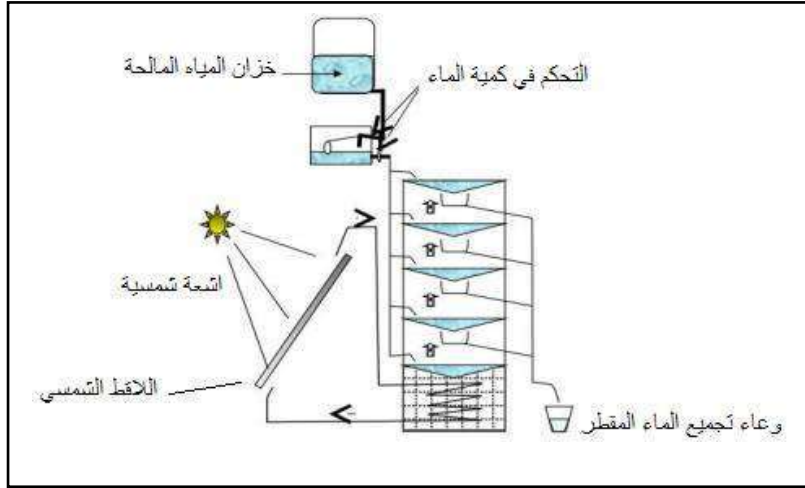
1-3-2 المقطرات متعددة التأثيرات

يتكون المقطر الشمسي المتعدد التأثيرات من عدة مبخرات موضوعة في سلسلة، تعمل على ضغط متناقص وهي عدة انواع نذكر منها :

1-1-3-2 المقطر ذو الاحواض المتعددة

يتميز هذا النوع من المقطرات الشمسية انه يتكون من ثلاثة احواض او اكثر، فيمكن مبدأ عمل الحوض الاول (الحوض الاسفل) كمسخن للمياه المالحة الموجودة فيه، بينما يعمل الحوض الثاني (الاوسط) كمكثف ومسخن في نفس الوقت، حيث يعمل على تكثيف البخار الموجود في الحوض الاول، ويستفاد من حرارته في تسخين الماء الموجود فيه، ويقوم الحوض الثالث (العلوي) بدور المسخن والمكثف في نفس الوقت، أي يعمل على تكثيف بخار الحوض الثاني ويستفاد من الحرارة الكامنة للبخار في تسخين المياه الموجودة فيه اضافة الى اشعة الشمس الساقطة على اللاقط الشمسي[5].

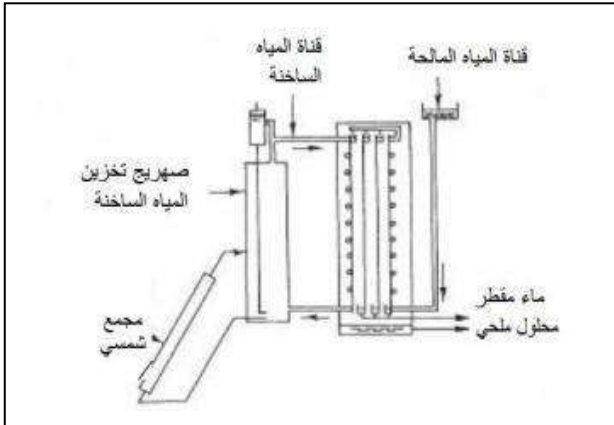
الفصل الثاني: دراسة نظرية للتقطير الشمسي



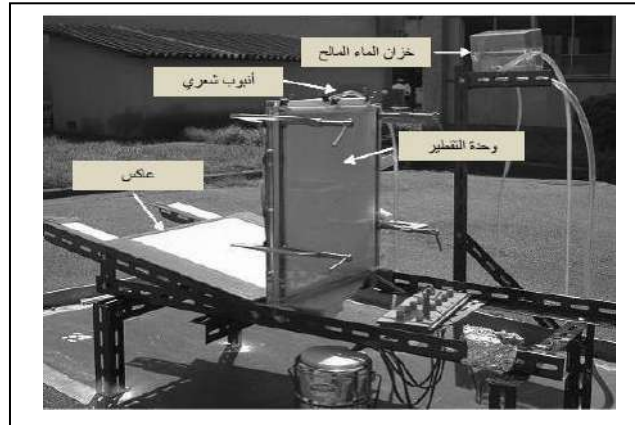
الشكل (2-2) يوضح مقطر ذو الاحواض المتعددة [6]

2-1-3-2 المقطر بالانتشار

يتكون هذا المقطر الشمسي من خزان موصول بجهاز الاستشعار وسلسلة من الصفائح المعدنية المتوازية والعمودية، حيث يتدفق الماء الساخن من الخزان ليسخن الصفحة الاولى ويسبب في تبخر الماء المتدفق على الجانب الايمن منها، ويتكثف بخار الماء على الجانب الايسر من اللوحة الثانية ، وبالنسبة للحرارة الناتجة عن التكثيف تستخدم لتبخير المياه المتدفقة على الجانب الايمن من اللوح الثاني ، وبهذا المبدأ تساهم الحرارة المنتجة من التكثيف في التسخين المسبق للمياه المالحة [6] .

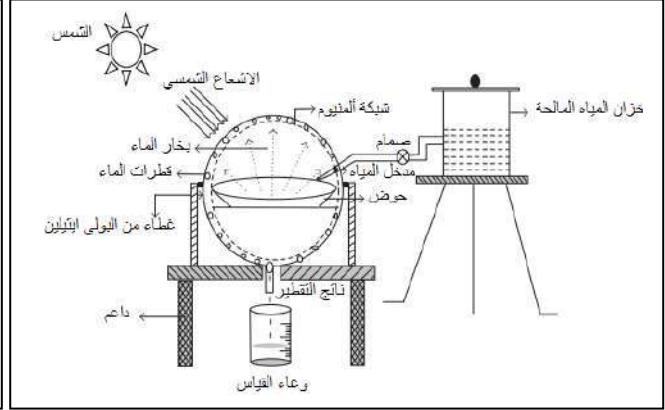


الشكل (3-2) مخطط المقطر بالانتشار [6]



الشكل (4-2) صورة فوتوغرافية للمقطر بالانتشار [7]

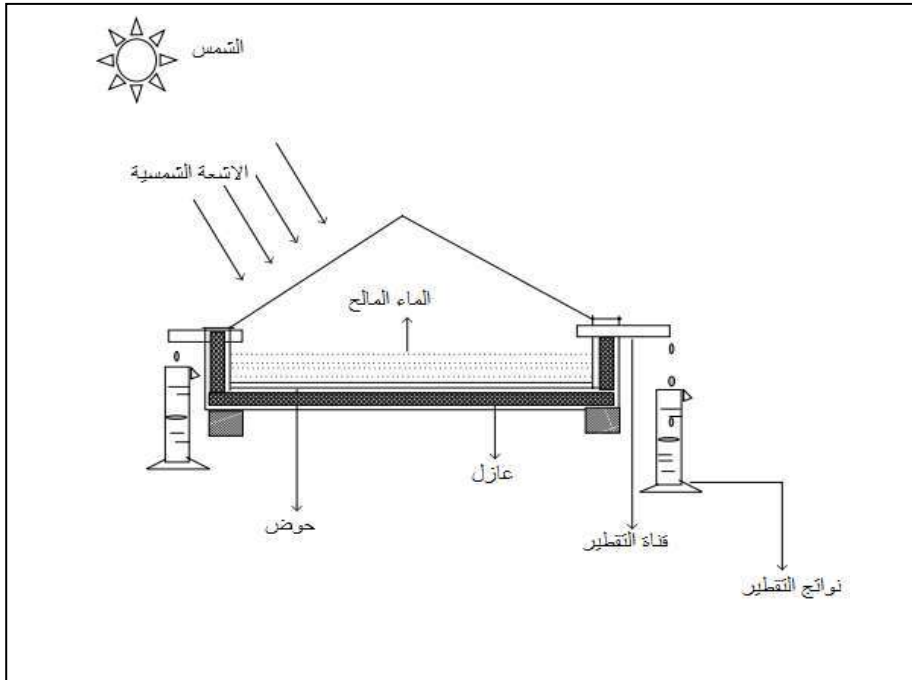
الفصل الثاني: دراسة نظرية للتقطير الشمسي



الشكل (8-2) مخطط يوضح المقطر الشمسي الكروي [9].
الشكل (9-2) صورة فوتوغرافية مقطر شمسي كروي [9].

2-2-3-2 مقطر شمسي بميلين

يسمى كذلك بمقطر بلاطين حيث كل منهما يميل بزواوية، ومن مميزاته ان احدهما يوجه للشمس والآخر للظل لتسريع عملية التكتيف [7] كما في الشكل (9-2).



الشكل (9-2) مقطر شمسي بميلين [9].

3-2-3-2 المقطر الشمسي العمودي

يتشكل المقطر الشمسي العمودي من لوح امتصاص من الالمنيوم، يغطي بقماش قطني اسود اللون، ويتم تجهيز المقطر بالماء المالح المراد تقطيره من خزان رئيسي الذي يرتبط بالمقطر عن طريق انبوب مصنوع من البلاستيك وبمعدل تدفق مسيطر عليه بواسطة صمام ، يدخل الماء المالح الى المقطر العمودي عن طريق الانبوب الموجود في القناة العلوية بعمق معين، والموجود فيها الطرف العلوي للقماش القطني الاسود لكي يتشبع بالماء، وبفعل الجاذبية ينساب الماء للأسفل وتبتل القطعة بالكامل، ويتوزع بشكل متساوي تقريبا ويتعرض لعملية التبخير بواسطة أشعة الشمس، ثم يتكثف البخار على السطح الداخلي للزجاج وينزل الماء الى قناة التجميع.

اما الماء الفائض عن التبخير يتجمع في القناة السفلية الموجود فيها الطرف السفلي من قطعة القماش ليساعد بدوره على ابتلالها من الأسفل، والفائض من ذلك يسري عبر قناة الماء المالح المربوط في الاسفل[9].



الشكل(2-10) صورة فوتوغرافية للمقطر الشمسي

الشكل(2-11) مخطط يوضح مقطع جانبي للمقطر[11]

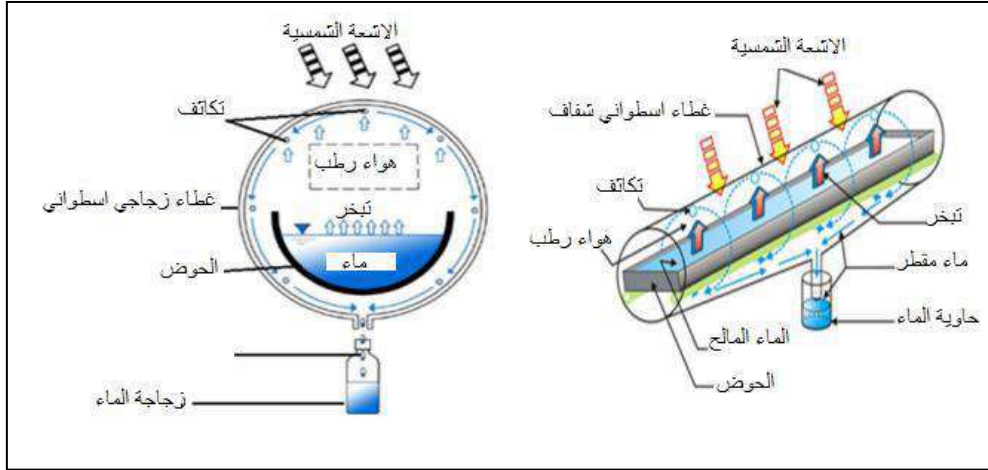
(أ) مقطر شمسي عمدي ذو جانب واحد

(ب) مقطر شمسي عمدي ذو جانبيين

4-2-3-2 المقطر الشمسي الاسطواني

هو جهاز بسيط لتحلية المياه بالطاقة الشمسية، يتم استخدامه من أجل تحويل المياه المالحة إلى مياه عذبة، يتكون من غطاء أسطواني شفاف ، وحوض اسود اللون لامتنصاص المزيد من الاشعة الشمسية، كما يحتوي على الماء المالح كما هو موضح في الشكل(2-12)، تمر أشعة الشمس من خلال الغطاء الزجاجي وترفع درجة حرارة الماء حتى يتحول إلى جزيئات البخار التي يتم حملها من سطح الماء إلى الهواء داخل المقطر بالحمل الحراري الطبيعي فيتشبع الهواء بالأبخرة، عندما يلامس هذا الهواء المشبع بالبخار السطح الداخلي للغطاء الزجاجي البارد ، يتكثف البخار ويتحول الى قطرات الماء تنزل هذا القطرات إلى الاسفل وتتراكم خارج المقطر كمياه عذبة، ويتم تجميعها في زجاجة أو حاوية[12].

الفصل الثاني: دراسة نظرية للتقطير الشمسي

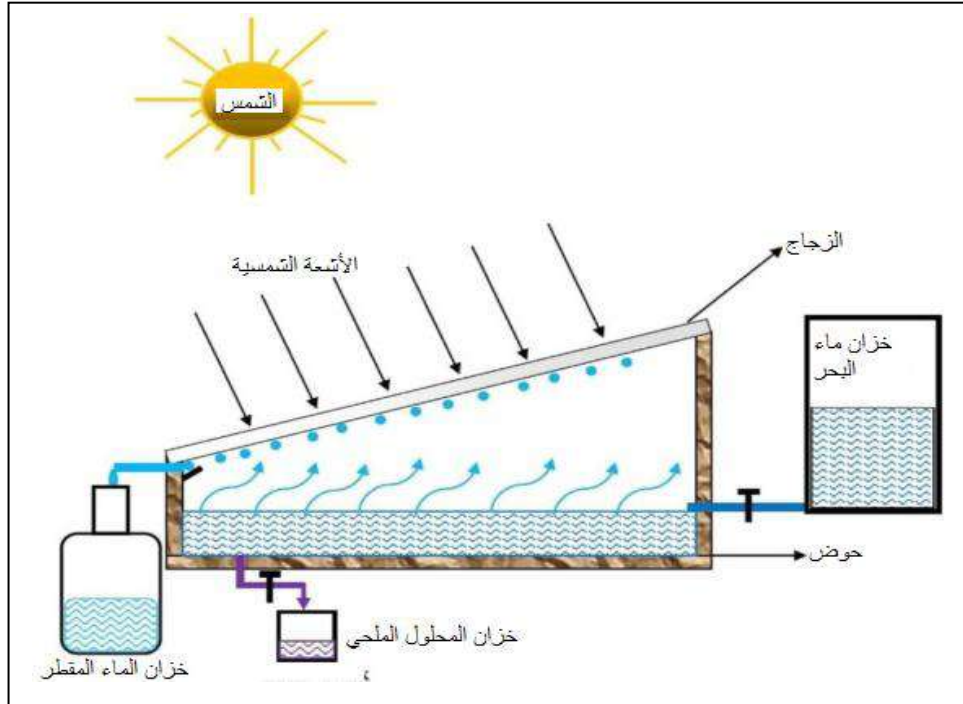


الشكل (12-2) المقطر الشمسي الاسطواني [12]

5-2-3-2 المقطر الشمسي بميل واحد

هو مقطر شمسي بلاقط واحد ويكون مائل بزاوية معينة ، وهو سهل التنظيف نظرا لبساطة تركيبه كما في

الشكل (13-2) [10] .



الشكل (13-2) مقطر بسيط بميل واحد [10]

4-1العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على مردود المقطر

1-4-1 العوامل الخارجية

1-1-4-1 الرياح

الرياح هي حركة جماعية للغاز على سطح الكوكب، تحدث الرياح بشكل عام بسبب الاحتباس الحراري الموزع بشكل غير متساوٍ من الإشعاع الشمسي (الطاقة الشمسية) ، ودوران الكوكب.

تأثر الرياح على أداء الطاقة الشمسية الساكنة بناءً على درجات حرارة سطح الغطاء الزجاجي ، يتسع الاختلاف في درجة الحرارة بين الزجاج والماء، مما يؤدي إلى تحسين الإنتاجية.

يزداد انتقال الحرارة بالحمل القسري من الغطاء إلى الغلاف الجوي مع زيادة الرياح ، مما يؤدي إلى زيادة انتقال الحرارة عن طريق التبخر والحمل الحراري لمياه الحوض[13].

2-1-4-1 شدة الإشعاع الشمسي

الإشعاع الشمسي هو مجموعة من الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس، يصل الإشعاع الى سطح الارض، حيث ينعكس منه جزء ويتم امتصاص الاجزاء الأخرى.

الإشعاع الشمسي هو الجزء الأكثر أهمية في عملية التقطير ولهذا كان موضع اهتمام العديد من الباحثين، كما أظهرت النتائج أن الزيادة في الإنتاجية تعتمد بشدة على الإشعاع الشمسي الساقط[14].

3-1-4-1 درجة حرارة الهواء المحيط

درجة الحرارة هي مقياس غير مباشر لدرجة تحريض الجسيمات المجهرية ، ويتم قياسها في عملنا بالدرجة المئوية(°C) ، درجة الحرارة هذه لها تأثير على التقطير الشمسي ، حيث درس العديد من الباحثين تأثير درجات الحرارة المحيطة المتغيرة على إنتاجية المقطر الشمسي، كما أظهرت النتائج أن زيادة درجة حرارة الهواء المحيط يحسن إنتاج الماء النقي من التقطير الشمسي، أعطت إحدى الدراسات أن قيم الزيادة في درجة الحرارة المحيطة بمقدار 10 °C، وسيتبعها تحسن الإنتاجية بنسبة 8.2% [15].

2-4-1 عوامل أخرى

هناك عوامل أخرى بالإضافة إلى الرياح ودرجة حرارة المحيط وشدة الإشعاع الشمسي لها أيضا تأثير على مردود المقطر الشمسي وهي :

1-2-4-1 ميل الزجاج على السطح الأفقي

تعتمد إنتاجية التقطير بشكل كبير على كمية الإشعاع الشمسي التي يتلقاها الغطاء الزجاجي، لذا فإن زاوية ميل المقطر الشمسي مهمة للغاية ويجب مراعاتها، وإذا أردنا تلقي إشعاع شمسي جيد ، فيجب أن تكون زاوية ميله مساوية لخط عرض المكان.

المغلاني وآخرون (2016) درس تأثير زاوية ميل الغطاء الزجاجي على التقطير الشمسي البسيط، و لقد وجدوا أن زاوية ميل الغطاء الزجاجي المناسبة يمكن أن تحسن الإنتاجية حتى 22.3%.

الصمدوني وآخرون (2016) قاموا أيضًا بدراسة تأثير زاوية ميل الغطاء الزجاجي على معدل نقل الحرارة بالإشعاع داخل التقطير الشمسي المتدرج ، ووجدوا أن أخذ عامل شكل الإشعاع في الاعتبار مهم جدًا.

تم إجراء تحليل عددي بواسطة Singh و Tiwari ووجدوا أن أقصى ناتج تقطير سنوي يحدث إذا كانت زاوية ميل الزجاج مساوية لخط عرض المكان، لذلك يجب أن تكون زاوية ميل الزجاج مساوية لخط عرض المكان، على سبيل المثال بالنسبة لمدينة دكا ، سيكون 23.7 [16] .

1-4-3 العوامل الداخلية

1-3-4-1 ارتفاع مستوى الماء المقطر

ان ارتفاع مستوى الماء المالح في الحوض مهم جدا في عملية التقطير ، لذا فان الانتاج اليومي للتقطير يزداد كلما كان ارتفاع الماء صغيرا ومحصورا بين 1 - 1,5 cm [17] .

1-4-3-2 سطح وسمك ومكان المكثف

لتلقي أقصى قدر من الإشعاع الشمسي وللحصول على أقصى إنتاجية ، يجب أن نلعب على اتجاه وسمك الغطاء الزجاجي(المكثف) ، وقد تم تأكيد هذا من خلال دراسة لمجموعة الباحثين ، كما تم التأكيد على أن الزاوية الغطاء الزجاجي يجب أن تكون مساوية لخط عرض مكان التجربة[18].

1-4-3-3 نظام تبريد المكثف

لتبريد الغطاء الزجاجي للمقطر الشمسي، أي لتوسيع الفرق في درجة الحرارة بين الماء والزجاج من اجل زيادة الإنتاجية.

قام بعض الباحثين بتكييف هذا الحل وقاموا بإنشاء تدفق ضعيف ومستمر من قطرات الماء على الغطاء أدت هذه التقنية إلى تحسينات في إنتاجية الماء النقي[19] .

1-4-3-4 نظام تسخين المياه

يمكن تسخين مياه الحوض من خلال أنظمة شمسية مدمجة في وحدة الطاقة الشمسية مثل مجمّع الطاقة الشمسية المسطح أو مجمّع الطاقة الشمسية المكافئ أو الأسطوانة المكافئة أو غيرها من الأنظمة، ناهيك عن اللعب على تباين عمق المياه في الحوض، كما تم استخدام مواد التخزين الحراري الموجود في التقطير الشمسي، تستخدم هذه التقنية على نطاق واسع لضمان استمرارية الإنتاج بعد غروب الشمس.

يعد العاكس الشمسي من أسهل الطرق لزيادة كفاءة التقطير الشمسي، حيث أعطت هذه الإضافة مزيدًا من التحسن في الإنتاجية[20].

5-2 خصائص المكونات

1-5-2 الزجاج

بالنسبة للتقطير الشمسي ، يعتبر الزجاج المادة المناسبة حيث يتمتع بنفاذية أعلى للإشعاع الشمسي من زوايا مختلفة, يملك الزجاج أيضًا عمر أطول ، ويمكنه بسهولة إحداث فرق في درجة الحرارة أعلى الغطاء وأسفله. يمكن ملاحظة أن مع زيادة سماكة الغطاء الزجاجي ، سيزداد اختلاف درجة الحرارة بين سطح الماء وغطاء الزجاج ، مما سيزيد في النهاية من إنتاجية التقطير.

أظهر Ghoneyem and Ileri 1997 في بحثهما أنه يمكن زيادة الإنتاج بنسبة 16.5% إذا تم استخدام زجاج بسمك 3 مم أكثر من سمك زجاج 6 مم. لذلك يجب أن يبقى سمك الزجاج أقل من أو يساوي 4 مم [16] .

2-5-2 الصفيحة المعدنية

لوحة الامتصاص هي المكون الرئيسي لوحدة التقطير الشمسي. الغرض من لوحة الامتصاص هو امتصاص أقصى حد ممكن من الإشعاع الشمسي من أجل نقل الحرارة المحتجزة إلى الماء، ويتم استخدام مواد مثل النحاس والألمنيوم والصلب ، ويجب طلاء سطح اللوحة بالأسود لتكون ذات امتصاصية عالية وانبعائية ضعيفة. القاع و جوانب الممتص يجب أن تكون مغطاة بالعازل لتقليل فقدان الحرارة [21].

3-5-2 العازل

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

التوصيلية الحرارية : التوصيلية الحرارية للعازل يجب ان تكون قليلة ليكون عزل حراري جيد

امثلة

Le polyuréthane: $k_1=2.25.10^{-5} \text{ kW/m.C}^\circ$

Le polystyrène: $k_2=0.364.10^{-5} \text{ kW/m.C}^\circ$

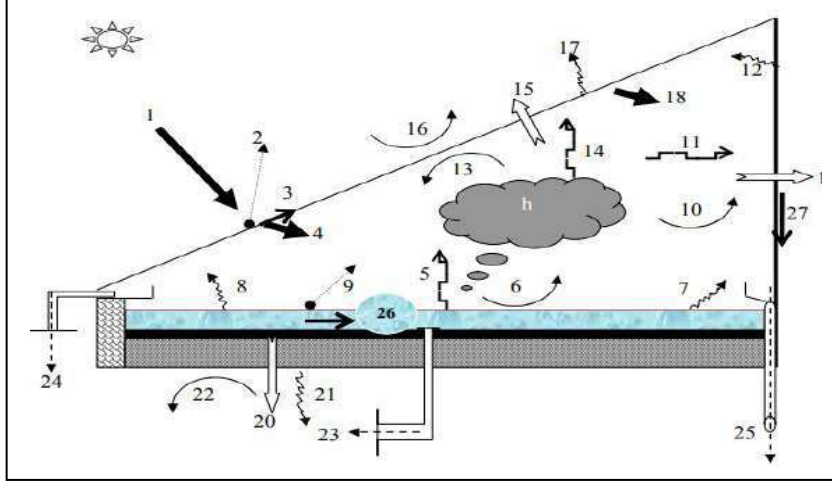
La laine de verre : $k_3=4.10^{-5} \text{ kW/m.C}^\circ$

العازل الأفضل من بين الثلاثة هو Polystyrène [22]

الفصل الثاني: دراسة نظرية للتقطير الشمسي

6-2 الاشعاعات الشمسية والانتقالات الحرارية على مستوى المقطر الشمسي

تنتقل الحرارة الى المقطر عن طريق الاشعة الشمسية او الحمل الحراري او بالتوصيل حيث سنقوم بدراسة هذه الانتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي ثم حوض الماء المالح الى ان تصل الى المستوى السفلي للمقطر (العازل) [25].



الشكل (14-2) مخطط يوضح الانتقالات والتدفقات الحرارية على مستوى المقطر الشمسي [23]

الجدول (1-2) يمثل مفتاح ترميز الشكل (14-2) [23]

الترميز	المصطلح الموافق
	الاشعاع الشمسي الوارد والعاير عبر الغطاء الزجاجي
	الاشعاع المنعكس على السطح
	المقدار المنتقل بالتوصيل عبر السطح
	المقدار الحراري الضائع من الماء الناتج وماء التغذية
	المقدار الممتص من الاشعاع
	التدفق المتبادل بالتبخير
	التدفق الحراري المتبادل بالحمل
	التدفق الحراري المتبادل بالاشعاع

1-6-2 الاشعاعات الشمسية على المقطر :

عند استقبال الغطاء الزجاجي للأشعة الشمسية فان جزء منها يمتص وجزء اخر يعبر فيما ينعكس جزء على سطح الغطاء الزجاجي.

يتم توزيع الطاقة الشمسية الساقطة على مدى طول موجي يتراوح بين 0,17 الى 4 μm .

إجمالي الطاقة الشمسية الساقطة في اليوم هو كمية الإشعاع التي يتم جمعها بواسطة سطح أفقي خلال ساعات من ضوء الشمس [24].

$$(1-2) \quad (w/m^2) \quad G = \int q_s(t)dt$$

1-1-6-2 الاشعاع الساقط على الزجاج

عند سقوط الاشعاع الشمسي على الغطاء الزجاجي فانه ينقسم الى ثلاثة أقسام :

- القسم الاول من الطاقة الكلية الساقطة ينعكس ومعامل الانعكاس $\rho = \frac{Q_\rho}{Q_i}$
- القسم الثاني يمتص من طرف الزجاج ومعامل الامتصاص $\alpha = \frac{Q_\alpha}{Q_i}$
- القسم الثالث ينفذ من خلال الزجاج ومعامل النفاذية $\tau = \frac{Q_\tau}{Q_i}$

والعلاقة بين هذه المعاملات هي :

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \quad \text{ومنه نستنتج ان} \quad Q_i = Q_\rho + Q_\alpha + Q_\tau$$

حيث أن :

Q_i : الطاقة الكلية الساقطة على الغطاء الزجاجي . (w/m^2)

Q_ρ : الطاقة المنعكسة من الزجاج.

Q_α : الطاقة الممتصة من الزجاج.

Q_τ : الطاقة النافذة خلال الزجاج [25].

2-1-6-2 انتقال الحرارة بالإشعاع بين الماء المالح والغطاء الزجاجي

الانتقال الحراري بالإشعاع المتبادل بين طبقة الماء والغطاء الزجاجي ويكتب بالعبرة التالية :

$$(2-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{r,wg} = F \cdot \sigma \cdot (T_w^4 - T_{g,i}^4)$$

F : معامل الشكل , F=0,8

σ : ثابت ستيفان بولتزمان , $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} (w/m^2k^4)$

T_w : درجة حرارة الماء المالح (k)

$T_{g,i}$: درجة حرارة سطح الداخلي للزجاج

وتعطي أيضا بالعلاقة التالية [24] :

$$(3-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{r.w_g} = h_{r.w_g} (T_w - T_{g,i})$$

وبالتالي:

$$(4-2) \quad Q_{r.w_g} = h_{r.w_g} (T_w - T_{g,i}) = 0.8 \cdot \sigma \cdot (T_w^2 - T_{g,i}^2) \cdot (T_w + T_{g,i}) \cdot (T_w - T_{g,i})$$

وبالتالي فان معامل انتقال الحرارة بالحمل يعطى بالعلاقة التالية :

$$(5-2) \quad (w/m^2 \cdot ^\circ C) \quad h_{r.w_g} = 0.8 \cdot \sigma \cdot (T_w^2 - T_{g,i}^2) \cdot (T_w + T_{g,i})$$

3-1-6-2 الاشعاع المنعكس على مستوى الماء المالح

هي كمية الاشعاع التي تخترق الزجاج ويتلقاها الماء المالح فينعكس جزء منها وتعطي بالعلاقة التالية [25] :

$$(6-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{\rho_w} = \rho_w \tau_g G$$

ρ_w : معامل انعكاس الماء

τ_g : معامل نفاذية الزجاج

4-1-6-2 الاشعاع الممتص من طرف الماء المالح

هي كمية الاشعاع التي تخترق الزجاج ويتلقاها الماء المالح فيمتص جزء منها وتعطي بالعلاقة التالية [25] :

$$(7-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{\alpha_w} = \alpha_w \tau_g G$$

α_w : معامل امتصاص الماء

5-1-6-2 انتقال الحرارة بالإشعاع بين العازل والوسط الخارجي

يتم حساب مقدار الاشعاع بين العازل والوسط الخارجي عبر العلاقة التالية [24] :

$$(8-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{r,ia} = \varepsilon_i \sigma (T_{ie}^4 - T_a^4)$$

2-6-2 الانتقالات الحرارية بالحمل

1-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي

بما ان حركة الهواء الخارجي تؤثر على التدفق الحراري بالحمل بين السطح الخارجي للزجاج والهواء المحيط فان معادلة التدفق الحراري تعطى على الشكل التالي [24]:

$$(9-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{c.g-a} = h_{c.g-a} (T_{g.e} - T_a)$$

ومنه فان معامل الانتقال الحراري

$$(10-2) \quad (w/m^2 \cdot ^\circ C) \quad h_{c.g-a} = \frac{Q_{c.g-a}}{(T_{g.e} - T_a)}$$

$T_{g.e}$: الحرارة الخارجية للغطاء $^\circ C$

2-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين الماء المالح والغطاء الزجاجي

التدفق الحراري بالحمل يكون متزامنا مع التدفق بالتبخير، وقد يرجع ذلك الى ارتفاع درجة حرارة الماء المالح داخل المقطر وتعطى بالعلاقة التالية [25]

$$(11-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{c.w-g} = h_{c.w-g} (T_w - T_g)$$

وكما يتم تعريف التدفق الحراري بين الماء المالح وسطح الزجاج بواسطة (dunkle) في حالة سطح الماء والزجاج متوازيين

$$(12-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{c.w-g} = 0.884 \left[T_w - T_{gi} + \frac{(P_w - P_{gi})(T_w + 273.15)}{268.9 \times 10^3 - P_w} \right]^{\frac{1}{3}} (T_w - T_{gi})$$

وفي حالة وجود زاوية θ بين السطح الزجاجي والماء تصبح المعادلة:

$$(13-2) \quad Q_{c.w-g} = 0.884 \left[T_w - T_{gi} + \frac{(P_w - P_{gi})(T_w + 273.15)}{268.9 \times 10^3 - P_w} \left(\frac{1 + \cos \theta}{2} \right) \right]^{\frac{1}{3}} (T_w - T_{gi})$$

ومعامل انتقال الحرارة بين سطح الماء والزجاج:

$$(14-2) \quad (w/m^2 \cdot ^\circ C) \quad h_{c.w-g} = 0.884 \left[T_w - T_{gi} + \frac{(P_w - P_{gi})(T_w + 273.15)}{268.9 \times 10^3 - P_w} \left(\frac{1 + \cos \theta}{2} \right) \right]^{\frac{1}{3}}$$

3-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والوسط الخارجي

الهواء اسفل المقطر يساهم في انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والوسط الخارجي وتعطى معادلة التدفق بالشكل التالي [26]:

$$(15-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{c.ia} = h_{c.ia} (T_{i.e} - T_a)$$

4-2-6-2 انتقال الحرارة بالحمل بين الماء المالح والصفحة الماصة

تنتقل الحرارة بين الماء والصفحة الماصة بالحمل باختلاف درجة الحرارة بينهما، وعبرة كمية الحرارة المنتقلة تكتب على الشكل التالي [25, 26]:

$$(16-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{c.wb} = h_{c.wb} (T_{ab} - T_w)$$

3-6-2 الانتقالات الحرارية بالتوصيل

1-3-6-2 الانتقالات الحرارية بالتوصيل عبر الغطاء الزجاجي

الحرارة التي يتعرض لها الغطاء الزجاجي من الداخل يمكن أن تنتقل عبره بواسطة خاصية الانتقال الحراري بالتوصيل وتكتب على شكل العبارة التالية [23]:

$$(17-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{c.d} = \frac{\lambda_g}{e_g} (T_{gi} - T_{ge})$$

e_g = سمك الزجاج (m)

λ_g = معامل التوصيل الحراري للغطاء الزجاجي ($w/m^2 k$)

T_{ge} = درجة الحرارة خارج الزجاج (k)

T_{gi} = درجة الحرارة داخل الزجاج (k)

2-3-6-2 الانتقالات الحرارية بالتوصيل عبر الصفحة الماصة

هناك كمية من الحرارة تنتقل بالتوصيل بين الصفحة الماصة والعازل وتعطى بالعبارة التالية [23]:

$$(18-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{c.b} = \frac{\lambda_b}{e_b} (T_b - T_i)$$

T_b = درجة حرارة الصفحة الماصة (k)

T_i = درجة حرارة العازل (k)

4-6-2 انتقالات حرارية اخرى

1-4-6-1 التدفق الحراري بفعل التبخر

ينتج هذا التدفق من حركة البخار المتصاعد من حوض الماء المالح فيتكثف على السطح الداخلي للغطاء الزجاجي، وتعطى عبارة التدفق الحراري كما يلي [27]:

$$(19-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{evap} = h_{evap} (T_w - T_{g.i})$$

ومعامل حرارة التبخير h_{evap} يحسب كالآتي :

$$(20-2) \quad (w/m^2 \cdot ^\circ C) \quad h_{evap} = 0.016273 \times 10^3 h_{c.w-g} \frac{(P_w - P_{g,i})}{(T_w - T_{g,i})}$$

2-4-6-2 الحرارة الممتصة من طرف الصفيحة الماصة

تمتص الصفيحة الماصة كمية قليلة من الحرارة التي تعبر الغطاء الزجاجي نحو الماء المالح في الحوض، وتعطى بالعلاقة التالية :

$$(21-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{ab} = \alpha_b \tau_g \tau_w G$$

2-4-6-3 الحرارة الممتصة من طرف العازل

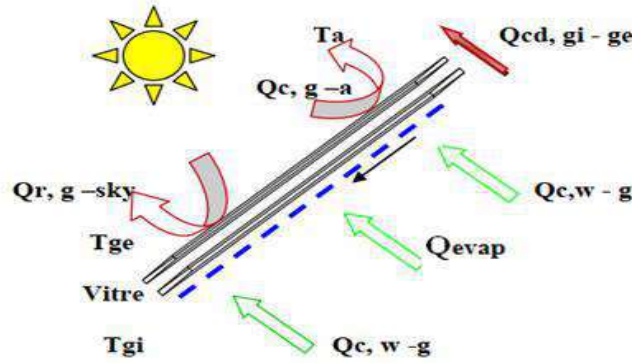
يمتص العازل كمية صغيرة من الحرارة التي تنتقل اليه عبر الصفيحة الماصة، وتكتب بالعلاقة التالية [24] :

$$(22-2) \quad (w/m^2) \quad Q_{ai} = \alpha_i \tau_b \tau_g \tau_w G$$

7-2 التوازن الطاقوي في التقطير الشمسي

1-7-2 توازن الطاقة على مستوى الغطاء الزجاجي للمقطر

تنقسم كمية الحرارة الكلية بين الزجاج والغلاف الجوي الى قسمين هما : الحمل الحراري والاشعاع .



الشكل (15-2) مخطط يوضح توازن الطاقة في الزجاج

1-1-7-2 في الخارج

يتم تفريغ كمية الحرارة التي يتلقاها الزجاج بواسطة النقل الحراري بالتوصيل من خلال المعادلة التالية:

$$(23-2) \quad (w/m^2) \quad \frac{M_g C_p g}{A_g} \frac{dT_{ge}}{dt} = \alpha_g G + Q_{c.ge-gi} - Q_{r.g.w.a} - Q_{c.g.a}$$

2-1-7-2 في الداخل:

$$(24-2) \quad (w/m^2) \quad \frac{M_g C_{p_g} dT_{gi}}{A_g dt} = Q_{r.w_{gi}} + Q_{c.w_{gi}} + Q_{evap} - Q_{c.gi_{ge}}$$

حيث:

$Q_{r.w_{gi}}$: تدفق الإشعاع الحراري بين الماء والزجاج.

$Q_{c.w_{gi}}$: التدفق الحراري بالحمل الحراري بين طبقة الماء والزجاج.

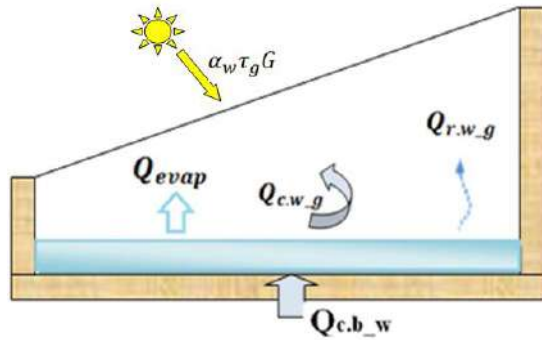
Q_{evap} : التدفق الحراري للتكثيف البخاري بين طبقة الماء والزجاج.

$Q_{c.gi_{ge}}$: تدفق الحرارة بالتوصيل عبر الزجاج إلى الخارج.

[14, 24]

2-7-2 التوازن الطاقوي في الماء

يوضح الشكل تبادل الحرارة بين الماء وداخل الزجاج, حيث توجد نفس كميات الحرارة بالحمل الحراري والإشعاع والتبخر على التوالي [14, 24]



الشكل (16-2) توازن الطاقة في الماء

$$(25-2) \quad (w/m^2) \quad \frac{M_w C_{p_w} dT_w}{A_w dt} = \alpha_w \tau_g G + Q_{c.b_w} - Q_{c.w_g} - Q_{evap} - Q_{r.w_{gi}}$$

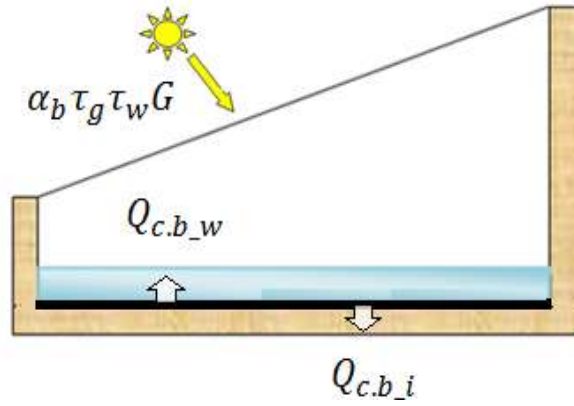
حيث:

$Q_{c.b_w}$: تدفق الحرارة بالحمل بين قاع جهاز التقطير و الماء .

3-7-2 التوازن الطاقوي اسفل المقطر (الصفیحة الماصة)

يوضح الشكل (17-2) جهاز الامتصاص المعدني الأسود أسفل جهاز التقطير [14, 24]

الفصل الثاني: دراسة نظرية للتقطير الشمسي



الشكل (17-2) توازن الطاقة في اسفل المقطر (الصفیحة الماصة)

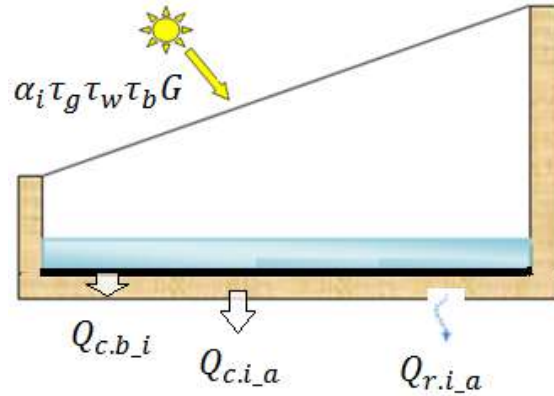
وتكتب المعادلة على الشكل التالي :

$$(26-2) \quad (w/m^2) \quad \frac{M_b C_{pb} dT_b}{A_b} = \alpha_b \tau_g \tau_w G - Q_{c.b_w} - Q_{c.b_i}$$

4-7-2 التوازن الطاقوي في العازل

نستخدم العزل الحراري لتقليل فقدان الحرارة لجهاز التقطير الشمسي [14, 24].

يوضح الشكل توازن الطاقة للعوازل



الشكل (18-2) يمثل التوازن الطاقوي في العازل

وتمثل المعادلة هذا التوازن :

$$(27-2) \quad (w/m^2) \quad \frac{M_i C_{pi} dT_i}{A_i} = \alpha_i \tau_g \tau_w \tau_b G + Q_{c.b_i} - Q_{c.i_a} - Q_{r.i_a}$$

$Q_{c.b_i}$: التدفق الحراري بالتوصيل بين الصفیحة الماصة والعازل الحراري.

8-2 الخصائص الرئيسية لجهاز التقطير الشمسي

1-8-2 محصول المقطر الشمسي

هو الإنتاجية في عملية التقطير ، والذي يمثل كمية الماء المقطر المنتج لكل (m²) من سطح التبخر [14]

يُعطى بالعلاقة التالية:

$$(28-2) \quad M = \frac{Q_{evp}}{L_{TW}}$$

حيث :

Q_{evp} : التدفق الحراري المستخدم لتبخير الماء.

L_{TW} : حرارة الكامنة لتبخير الماء عند درجة الحرارة المعتبرة

2-8-2 كفاءة التقطير الشمسي

1-2-8-2 الكفاءة العامة

الكفاءة العامة هي النسبة بين كمية الحرارة المستخدمة للتبخير وكمية الطاقة الإجمالية وتمثل النسبة مردود او

قدرة المقطر على تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية ، والتي يمكن حسابها بالصيغة التالية[14] :

$$(29-2) \quad \eta_g = \frac{Q_{evp}}{G} (\%)$$

3-8-2 أداء المقطر

بشكل عام هو النسبة بين كميات الماء المقطر التي ينتجها جهاز التقطير والطاقة التي يتلقاها جهاز التقطير.

وأنواع عوامل الأداء هي معامل الأداء الاجمالي GPF ومعامل الأداء الساعي GPH [14] .

$$(30-2) \quad GPF = \text{كمية الماء المنتجة بعد 24 ساعة} / \text{كمية الطاقة التي تم استقبالها بعد 24 ساعة}$$

$$(31-2) \quad GPH = \text{كمية الماء المنتجة بعد ساعة} / \text{كمية الطاقة التي تم استقبالها بعد ساعة}$$

9-2 الخاتمة :

من أجل التعمق في الموضوع ومعرفة معلومات اكثر حول التقطير الشمسي تم في هذا الفصل دراسة نظرية لعملية التقطير الشمسي، حيث تطرقنا الى انواع المقطرات الشمسية والعوامل المؤثرة على مردودها والمعادلات الرياضية الخاصة بالتفاعلات التي تحدث على مستواها.

وسنواصل العمل في الفصل الثالث على دراسة تجريبية من شأنها أن تحسن مردود المقطر الشمسي.

مراجع الفصل الثاني

- [1] عواريب احلام ,عواريب هدى " المساهمة في دراسة العوامل المؤثرة في مردود مقطر شمسي"مذكرة ماستر أكاديمي (12) الجزائر(2018)
- [2] فياض محمد عبد ، دلف شاكر محمود ” دراسة تجريبية لتأثير عمق الماء على انتقال الكتلة لمقطر شمسي سلبي بإضافة محاليل كيماوية” مجلة تكريت للعلوم الهندسية قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة تكريت صالح الدين، صفحة(2.3) العراق2017
- [3] د.سعود يوسف عياش"تكنولوجيا الطاقة البديلة" دار المعرفة ص 257 ،العراق 1981
- [4] N. Smakdji, "Impact de l'écart de température (eau-capteur) sur l'efficacité Globale d'un distillateur solaire" thèse de magistère, Université de Constantine, Département génie climatique, P.41-48, Algerie (2002)
- [5] جاسم مهدي الاسدي , احمد جاسم محمد ,عقيل يوسف هاشم مجلة أبحاث ميسان ، المجلد (9) العدد (18) العراق 2013
- [6] أحلام هامل "دراسة التحويل الحراري عبر زجاج المقطر الشمسي" مذكرة ماستر اكاديمي ,جامعة الوادي.ص(10,11) الجزائر(2018)
- [7] مذكرة ماجستير جامعة تشرين سوريا دراسة تجريبية لتحسين اداء المقطر الانتشاري الشمسي"" محمد سومر معين حبيب (5ص) 2016
- [8] R. Samuel Hansen a , C. Surya Narayanan b , K. Kalidasa Murugavel b, "Performance analysis on inclined solar still with different new wick materials and wire mesh" ,p(3) 2015 india
- [9] T. Arunkumar,1 K. Vinothkumar,2 Amimul Ahsan,3 R. Jayaprakash,1 and Sanjay Kumar4" Experimental Study on Various Solar Still Designs" ISRN Renewable Energy,p (2.3) india(2012)
- [10] S.W. Sharshir, Nuo Yang , Guilong Peng , A.E. Kabeel "Factors affecting solar stills productivity and improvement techniques: A detailed review " Applied Thermal Engineering, vol100 p(268) 2016
- [11] عقيل يوسف هاشم "المقتر الشمسي العمودي" مجلة ابحاث البصرة,الجزء(3) العدد(38) ص(18-19) العراق (2012)
- [12] Swellam W. Sharshir , Youssef M. Ellakany , Almoataz M. Algazzar , Ammar H. Elsheikh , M.R. Elkadeem , Elbager M.A. Edreis , Abdelrahman S. Waly , Ravishankar Sathyamurthy , Hitesh Pancha , Mahmoud S. Elashry "A mini review of techniques used to improve the tubular solar still performance for solar water desalination "p(205 ,206), (2019)
- [13] AA. El-Sebaii, "On effect of wind speed on passive solar still performance based on inner/outer surface temperatures of the glass cover". Energy, Vol 36, p 4943–9, 2011.
- [14] A. Khechekhouche, A. Boukhari, Z. Driss, N.E. Benhissen, "Seasonal effect on solar distillation in the El-Oued region of south-east Algeria", International journal of energetica, Vol 2, no 1, p 42-45, 2017.

- [15] 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, Vol 43, p 1639–50, 2002.
- [16] Md. Nazmul Islam Sarkar, Anwarul Islam Sifat, S. M. Shamim Reza & Md. Shibli Sadique "A review of optimum paramètre values of a passive solar still" (10) Bangladesh(2017).
- [17] Z.M. Omara, A.E. Kabeel, M.M. Younes, "Enhancing the stepped solar still performance using internal and external reflectors", Energy Convers. Manage, Vol 78, pp 876-881, 2014.
- [18] H. Panchal, S. Patel, "Effect of various parameters on augmentation of distillate output of solar still: a review", Technol. Econ. Smart Grids Sustain. Energy, Vol 1, pp 1–8, 2016.
- [19] P. Joshi, G.N. Tiwari, Effect of cooling condensing cover on the performance of N-identical photovoltaic thermal-compound parabolic concentrator active solar still: a comparative study, Int J Energy Environ Eng, Vol 9, no 4, pp 9: 473 ,2018
- [20] Z.M. Omara, A.E. Kabeel, M.M. Younes, "Enhancing the stepped solar still performance using internal and external reflectors", Energy Convers. Manage, Vol 78, pp 876-881 , 2014
- [21] PANKAJ KALITA , ANUPAM DEWAN, SANGEETA BORAH " A review on recent developments in solar distillation units" vol 41,p(204),india(2016)
- [22] ف. رضواني , ه. معامير "استعمال الطاقة الشمسية لتحلية المياه في المناطق الصحراوية" مذكرة ماستر أكاديمي, جامعة الوادي, ص(21.22.23) الجزائر(2017).
- [23] بالحاج مصطفى "مساهمة في تحسين التقطير الشمسي بواسطة المقطر المزدوج, بمنطقة ورقلة " مذكرة ماجستير, جامعة ورقلة ص(39) الجزائر(2008).
- [24] Djamel bechki " Etude comparative et optimisation des procédés de distillation solaire en vue de la production d'eau potable dans les zones arides sahariennes" thèse de doctorat universite batna,p :76 algerie(2011)
- [25] نوادي رشيدة " دراسة مقطر شمسي ذي مكثف مظلل جزئيا بفعل الاحتباس الحراري الشمسي في المناطق القاحلة " مذكرة ماجستير, جامعة ورقلة , ص(35,36), الجزائر(2010).
- [26] عواريب احلام , عواريب هدى " المساهمة في دراسة العوامل المؤثرة في مردود مقطر شمسي" مذكرة ماستر أكاديمي ,جامعة ورقلة الجزائر(2018)
- [27] فياض محمد عبد ، دلف شاكر محمود ” دراسة تجريبية لتأثير عمق الماء على انتقال الكتلة لمقتر شمسي سلبي بإضافة محاليل كيميائية” مجلة تكريت للعلوم الهندسية قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة تكريت صالح الدين، العراق 2017

الفصل الثالث:

دراسة تجريبية لتأثير
ألياف النخيل على إنتاجية
المقطر الشمسي ومناقشة
النتائج

1-3 المقدمة

يعتبر نقص مياه الشرب في العالم مشكلة حقيقية على الرغم من خزانات المياه الجوفية الكبيرة، ولسوء الحظ هذه المياه ليست صالحة للشرب دائمًا، فهي ملوثة أو مالحة، وهذا هو السبب في أنه من الضروري أن يكون لديك حل بسيط ومستدام يمكن أن يتكيف في المناطق المعزولة، و أحد هذه الحلول هو التقطير الشمسي، حيث تعتبر عملية التقطير الشمسي تقنية ميسورة التكلفة وفعالة للغاية في المناطق المعزولة، حيث إنه يحول المياه الملوثة إلى مياه نقية باستخدام الإشعاع الحر فقط [4] [3] [2] [1] ، ولكن لسوء الحظ يكون إنتاجها منخفضًا مقارنة بطرق التقطير الأخرى [5] ، ولهذا يحاول المجتمع العلمي بكل الوسائل الممكنة تحسين مردودها، كما حاولت دراسة أخرى [6] تبريد الغطاء الزجاجي للمقطر الشمسي من أجل تسريع التبخر والحصول على ناتج أفضل من الماء النقي ، من ناحية أخرى حاولت مجموعة أخرى [10][9] [8][7] تغيير زاوية هذا الغطاء ومعرفة تأثيره على أداء المقطرات، و في نفس السياق قامت أبحاث أخرى بتغيير سمك هذا الغطاء لفحص تأثيره على كفاءة التقطير الشمسي.

ولا يزال دمج المواد الطبيعية أو الصناعية في حوض المقطر الشمسي طريقة معروفة وقد استخدمت العديد من الدراسات [12][11] [13] [14] مواد مختلفة مثل الألومنيوم والزنك والحجر والحصى والرمل أو غيرها .

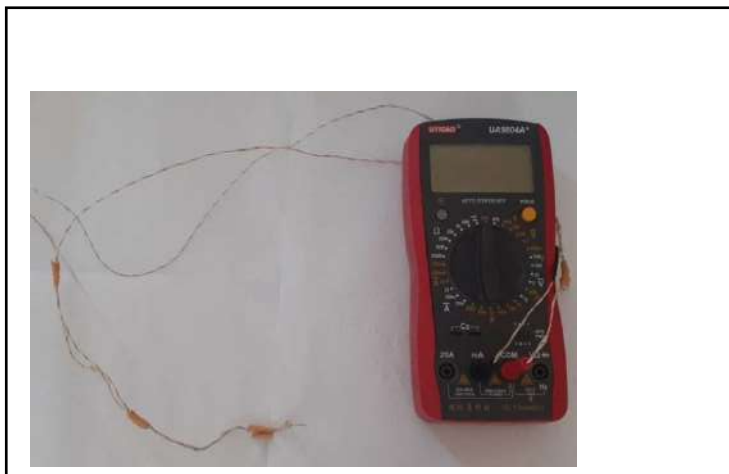
تم في هذا العمل اجراء تجربة حيث تم اختبار مقطرين شمسيين من نفس الحجم وفي نفس الظروف المناخية مع استخدام مادة طبيعية محلية متوفرة للغاية في المنطقة وهي ألياف أشجار النخيل.

2-3 الأدوات والخطوات التجريبية

تشتهر منطقة الوادي جنوب شرق الجزائر بواحات النخيل، حيث يتم حصاد أشجار النخيل وتنظيفها كل عام، وتتراكم كميات كبيرة من هذه الألياف لاستخدامها في الصناعة المحلية، تكمن الفكرة في استخدام هذه المادة في التقطير الشمسي كما هو موضح في الشكل (3-3) ، حيث تم اختيار المقطر الشمسي البسيط بميل واحد وذلك لسهولة تركيبه واستخدامه، حيث تم تعريض اثنان من المقطرات الشمسية للشمس ، أحدهما مقطر عادي بدون اضافات يؤخذ كشاهد SSR، والآخر مقطر معدل بإضافة الياف النخيل SSM

الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاج المقطر الشمسي

1-2-3 الأدوات



الشكل (1-3) جهاز متعدد القياسات



الشكل (2-3) ألياف النخيل

الشكل (3-3) صورة فوتوغرافية للياف النخيل داخل المقطر

- أبعاد الحوض :
- المساحة (50*50)سم
- الارتفاع الخلفي 14سم
- الارتفاع الامامي 9سم
- حجم الماء داخل الحوض : 2.5 لتر
- سمك الغطاء الزجاجي : 3مم

الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاج المقطر الشمسي

- زاوية مسل الزجاج 30 درجة
- وزن ألياف النخيل داخل كل حوض 120 غرام

يتم أخذ القياسات كل ساعة خلال 8 ساعات من التجربة.

3-3 النتائج والمناقشة

تم اجراء التجارب في الظروف التالية :

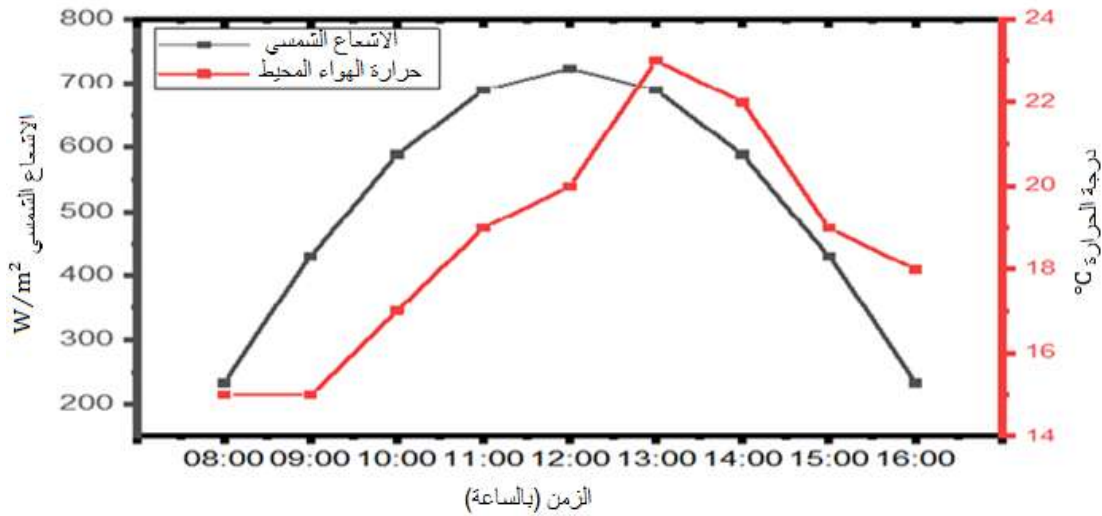
الجدول (1-3) الظروف المناخية للتجربة

اليوم	الشروق	الغروب	درجة حرارة المحيط (C°)	سرعة الرياح	الضغط الجوي
11/02/2022	07:19	18:13	23°C_14°C	8 km/h	1026.1 Pa

الجدول (2-3) خصائص الماء

المعاملات	الماء المالح	الماء المقطر
معامل الحموضة (PH)	7.92	7.05
النقلية الكهربائية ($\mu s/cm$)	10185	28

1-3-3 الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط



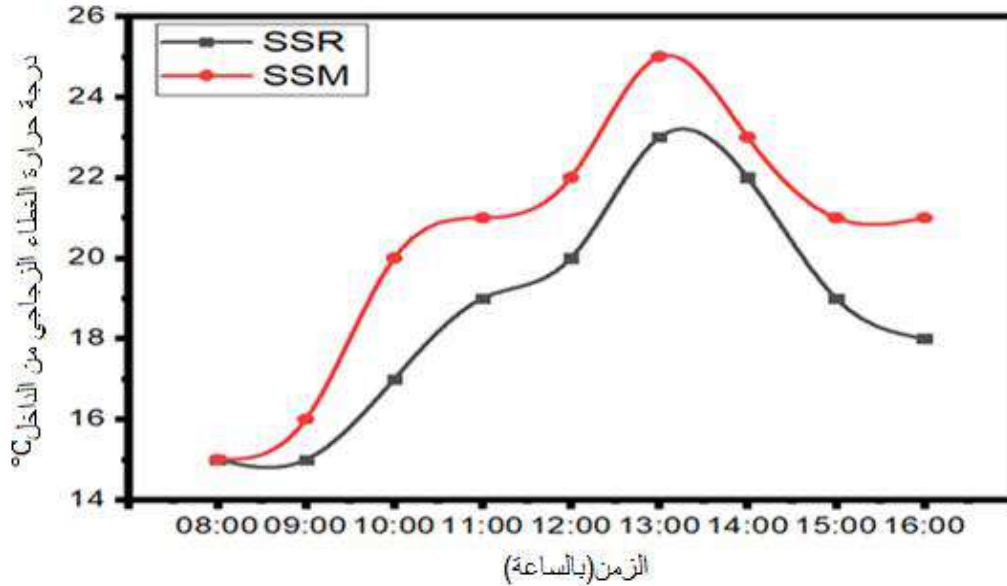
الشكل (4-3) تطور الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط بدلالة الزمن

الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاج المقطر الشمسي

الإشعاع الشمسي عامل مهم جدا في عملية التقطير الشمسي، و يمثل الشكل (3-4) تطور هذا الإشعاع بدلالة الزمن، كما يُظهر تطور درجة حرارة المحيط بمرور الزمن.

نلاحظ أن الحد الأقصى للإشعاع هو 700 W/m^2 بين الساعة 12:00 و 13:00 لأنه في منتصف اليوم تكون زاوية الإشعاع الشمسي مثالية، والحد الأدنى له هو 200 W/m^2 عند الساعة 08:00 و 16:00، وأقصى درجة حرارة للمحيط هي 23°C عند 13:00 ساعة، وأدنى درجة هي 15°C بين الساعة 08:00 و 09:00 وتعتبر درجة الحرارة منخفضة جدًا لأن التجربة أجريت في فبراير أثناء الشتاء.

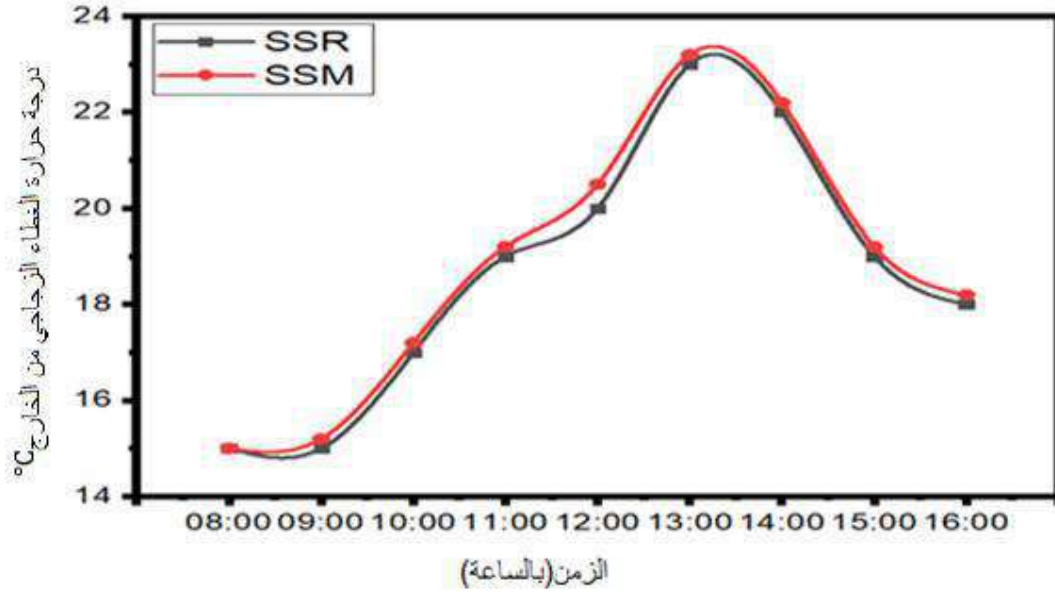
2-3-3 درجة الحرارة الداخلية والخارجية للغطاء الزجاجي



الشكل (3-5) تغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن على الجانب الداخلي للغطاء الزجاجي

يمثل الشكل (3-5) تغيرات درجة الحرارة على الجانب الداخلي للغطاء الزجاجي بدلالة الزمن، كما نلاحظ وجود فرق بين درجتي الحرارة، حيث نرى أن القيم القصوى التي تم الحصول عليها هي 23°C و 25°C للمقتر SSR و SSM على التوالي، ويرجع الاختلاف إلى وجود الألياف النخيل داخل المقطر SSM.

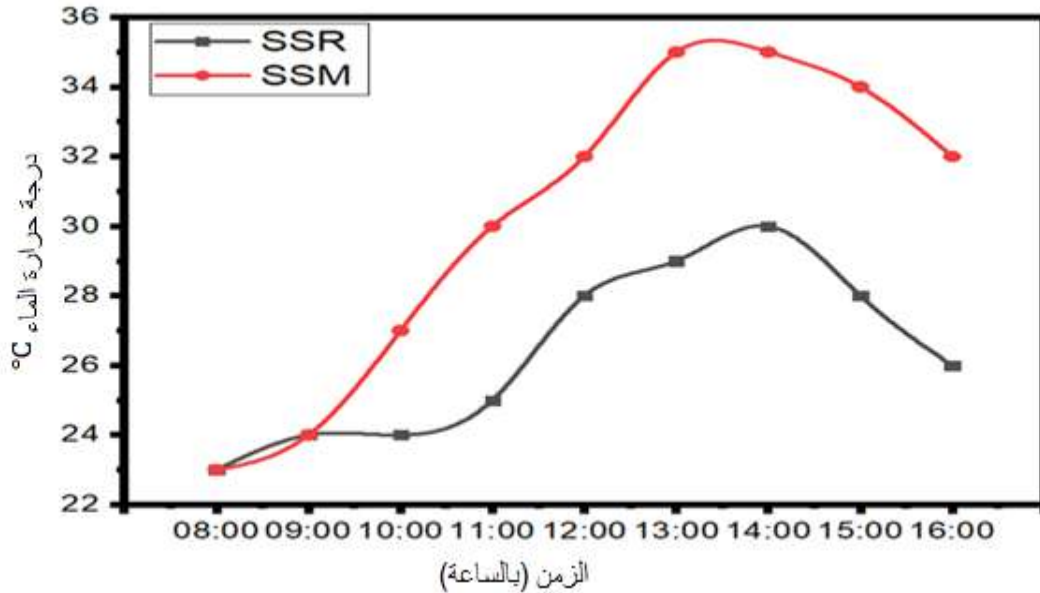
الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاج المقطر الشمسي



الشكل (3-6) تغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن على الجانب الخارجي للغطاء الزجاجي

ومن ناحية أخرى فإن درجات حرارة الوجه الخارجي للزجاج هي نفسها تقريباً (23°C) كما هو موضح في الشكل (3-6) ويرجع ذلك إلى تأثير العوامل الخارجية منها: انخفاض درجة الحرارة المحيط والرياح... الخ .

3-3-3 تغيرات درجة حرارة الماء

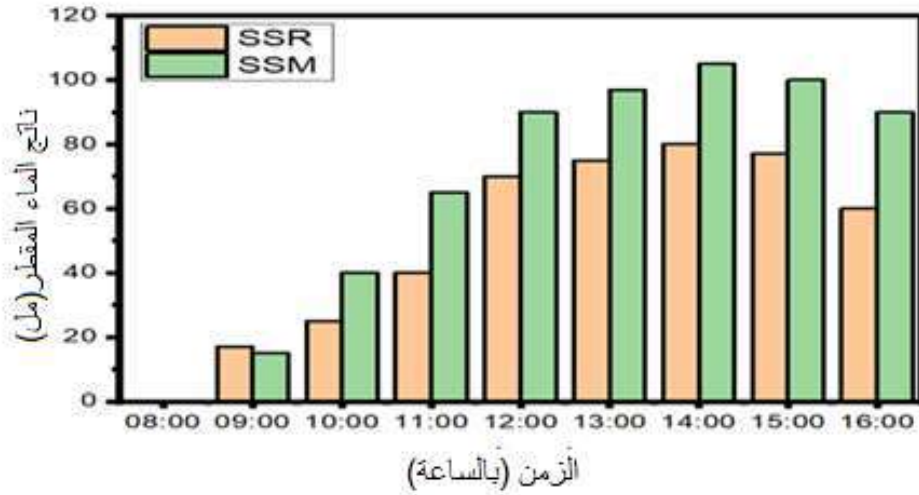


الشكل (3-7) تغيرات درجة حرارة الماء بدلالة الزمن

الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاج المقطر الشمسي

يمثل الشكل (3-7) تغير درجة حرارة الماء في المقطرين الشمسيين بدلالة الزمن، حيث نلاحظ وجود اختلاف كبير بين المقطرين SSR و SSM في درجة الحرارة، ويتم الحصول على القيمة القصوى لهذا الاختلاف بين 13:00 و 14:00 أي عند الزوال حيث تكون الأشعة الشمسية عمودية على المقطر حيث تكون درجة الحرارة 25°C و 35°C لـ SSR و SSM على التوالي، كما نرى أن الاختلاف الوحيد بين المقطرين هو وجود ألياف النخيل داخل المقطر SSM، بالإضافة إلى تغير معدل حموضة الماء (PH) من 7.92 بالنسبة للماء المالح إلى 7.05 بالنسبة للماء المقطر، بينما تغيرت الناقلية من 10185 $\mu\text{s}/\text{cm}$ بالنسبة للماء المالح إلى 28 $\mu\text{s}/\text{cm}$ بالنسبة للماء المقطر.

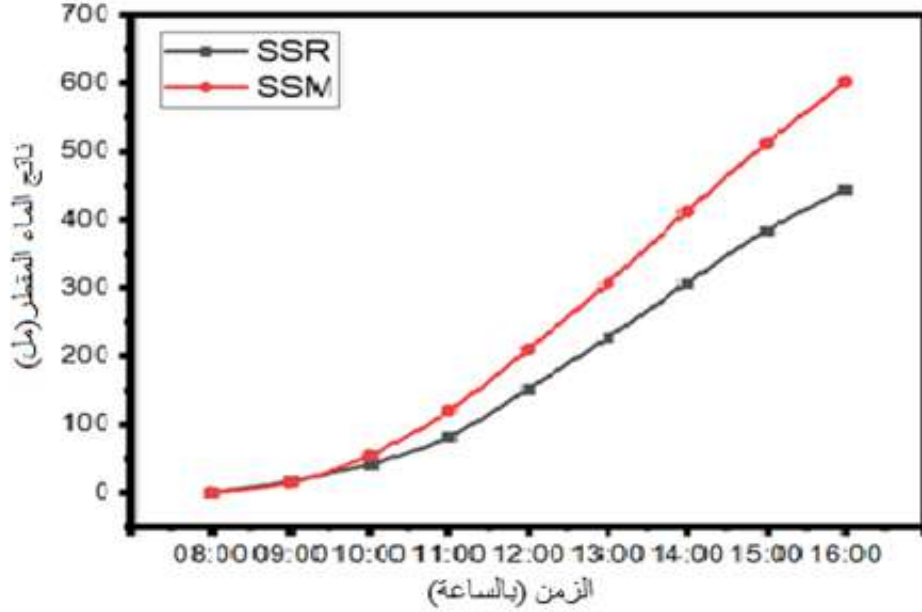
4-3-3 ناتج الماء النقي



الشكل (3-8) تطور إنتاج الماء المقطر بدلالة الزمن

يوضح الشكل (3-8) ناتج الماء النقي للمقطرين SSR و SSM بدلالة الزمن، حيث نلاحظ أن ناتج SSM أعلى من ناتج SSR وهذا في كل ساعة من ساعات القياس باستثناء الساعة 09:00، كما كانت أعلى قيمة للناتج عند الساعة 14:00 بقيمة 105 مل و 80 مل لـ SSR و SSM على التوالي.

الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاج المقطر الشمسي



الشكل (9-3) تطور الإنتاج المتراكم للماء المقطر بدلالة الزمن

كما وتبلغ قيمة التراكم الإجمالية 444 مل و 602 مل لكل من SSR و SSM على التوالي كما هو موضح في الشكل (9-3) وهذا يبين التأثير الواضح لألياف النخيل.

كما توجد دراسة أخرى [15] عملت على مقارنة أوزان مختلفة من ألياف النخيل داخل حوض المقطر.

4-3 الخطوات التجريبية

في هذه التجربة تم القيام بنفس خطوات التجربة الأولى مع بعض التغييرات حيث تم اختبار أربعة مقطرات شمسية:

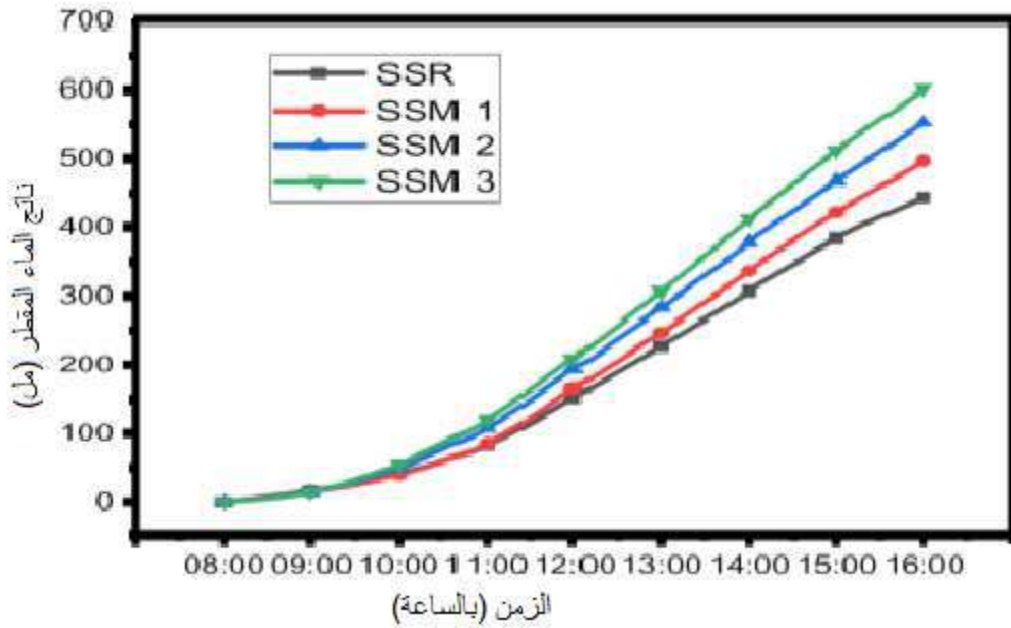
1. أول مقطر شمسي عادي بدون إضافات يستعمل كشاهد نسميه (SSR).
2. مقطر شمسي معدل يحتوي على 40 جرام من ألياف النخيل فيه نسميه (SSM1).
3. مقطر شمسي يحتوي على 80 جرام من ألياف النخيل نسميه (SSM2).
4. مقطر يحتوي على 120 جرام من الألياف نسميه (SSM3).

الفصل الثالث: دراسة تأثير ألياف النخيل على إنتاج المقطر الشمسي



الشكل (10-3) المقطر الشمسي أثناء التجربة

5-3 ناتج الماء المقطر في الساعة



الشكل (11-3) تطور الإنتاج المتراكم للماء المقطر بدلالة الزمن

يتم تمثيل تدفق المياه النقية كل ساعة بدلالة الزمن كما في الشكل (11-3) ، وقد تم أخذ ثمانية قياسات أثناء التجربة، حيث يظهر أن كفاءة المقطرات الشمسية الثلاثة المعدلة أعلى من كفاءة SSR، حيث تنتج المقطرات SSR و SSM1 و SSM2 و SSM3 و 444 و 497 و 553 و 602 مل من الماء المقطر على التوالي، كما يوضح الشكل (16-3) تراكم الماء المقطر الذي تم الحصول عليه أثناء التجربة ، مما يجعل هذه النتيجة أكثر وضوحًا.

6-3 خاتمة

تم تحقيق هدف الدراسة التجريبية في هذا الفصل من خلال الحصول على نتائج من مقطرين شمسيين من نفس الحجم، يتم أخذ أحدهما كمرجع SSR والآخر SSM المقطر المعدل الذي يحتوي على ألياف النخيل. تظهر النتائج ما يلي:

- يبلغ متوسط درجة حرارة مياه الحوض في SSM 30.2 درجة مئوية بينما تبلغ درجة حرارة SSR 20.5 درجة مئوية.
- احسن وزن للاليف داخل المقطر هو 120 غرام
- نسبة التحسن لوجود ألياف النخيل 35.6%

قائمة مراجع الفصل الثالث

- [1] M. Hemmat Esfe, D. Toghraie, "Numerical study of the effect of solar radiation intensity on the performance of desalination still with Thermoelectric Cooling System (TEC) for hot and dry areas of Semnan" Case Studies in Thermal Engineering ,(2022).
- [2] A. Khechekhouche, B. Benhaoua, MEH. Attia, Z. Driss, A. Manokar "Polluted Groundwater Treatment in Southeastern Algeria by Solar Distillation. Algerian Journal of Environmental Science and Technology", 6, (2020).
- [3] A. Kumar, A. K. Tiwari, Z. Said. "A comprehensive review analysis on advances of evacuated tube solar collector using nanofluids and PCM" Sustainable Energy Technologies and Assessments. 47, 101417, (2021).
- [4] H. Panchal, KK. Sadasivuni, C. Prajapati, M. Khalid, F.A. Essa, S. Shanmugan, N. Pandya, M. Suresh, M. Israr, S. Dharaskar, A. Khechekhouche " Productivity enhancement of solar still with thermoelectric modules from groundwater to produce potable water" A Review. Groundwater for Sustainable Development, 11, 100429(2020).
- [5] A. Khechekhouche, N. Elsharif, I. Kermerchou, A. Sadoun "Construction and performance evaluation of a conventional solar distiller", Heritage and Sustainable Development, 1, 72-77(2019).
- [6] Mohd Zaheen Khan, I. Nawaz, G.N. Tiwari, M. Meraj. "Effect of top cover cooling on the performance of hemispherical solar still", Materials Today: Proceedings. 38, 384-390, (2021).
- [7] R. Cherraye, B. Bouchekima, D. Bechki, H. Bouguettaia, A. Khechekhouche "The effect of tilt angle on solar still productivity at different seasons in arid conditions-south Algeria".International Journal of Ambient Energy(2020).
- [8] H. Panchal, "Performance Investigation on Variations of Glass Cover Thickness on Solar Still: Experimental and Theoretical Analysis" Technol Econ Smart Grids Sustain Energy. 17(2016).
- [9] A. Khechekhouche, B. Benhaoua, M. Manokar, R. Sathyamurthy, A. Kabeel, Z. Driss. "Sand dunes effect on the productivity of a single slope solar distiller". Heat and Mass Transfer Journal. 56, 1117-1126(2020).
- [10] A. Khechekhouche, B. Ben Haoua, Z. Driss. "Solar distillation between a simple and double-glazing" Revue de mécanique(2017).
- [11] Mohammed El Hadi Attia, A.E. Kabeel, Mohamed Abdelgaied, F.A. Essa, Z.M. Omara, "Enhancement of hemispherical solar still productivity using iron, zinc and copper trays" Solar Energy. 216, 295-302(2021).
- [12] A. Khechekhouche, A. Kabeel, B. Benhaoua, M. E. H. Attia, and E. M. J. D. W. T. El-Said. "Traditional solar distiller improvement by a single external refractor under the climatic conditions of the El Oued region, Algeria" ,Desalination and water treatment. 177, 23-28 (2020).
- [13] Djamel Khamaia, Ridha Boudhiaf, Abderrahmane Khechekhouche, Zied Driss. "Illizi city sand impact on the output of a conventional solar still" ASEAN Journal of Science and Engineering. 3, 267-272(2022).

- [14] A. Khechekhouche, B. Benhaoua, A. Kabeel, M. Attia, W M. El-Maghlany. Improvement of solar distiller productivity by a black metallic plate of Zinc as a thermal storage material. Journal of Testing and Evaluation. 49(2019)
- [15] Abdelmonem Miloudi, Abderrahmane Khechekhouche, Imad Kermerchou " Polluted groundwater treatment by solar stills with palm fibers" JP Journal of Heat and Mass Transfer, 2022

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

يعتبر نقص المياه الصالحة للشرب في المناطق الصحراوية من المعضلات التي تهدد حياة السكان في المنطقة, خاصة المناطق النائية والبعيدة عن محطات تحلية المياه التي تعتبر مكلفة وغير اقتصادية, ومن بين الحلول لهذه المعضلة استخدام طريقة التقطير الشمسي الذي يعتبر حل ناجح واقتصادي, الا أنه ذو انتاجية محدودة نوعا ما, ولهذا تم الاعتماد في هذه الدراسة التجريبية على اضافة مادة خارجية متوفرة بكثرة لدينا وغير مكلفة وهي ألياف النخيل داخل حوض المقطر الشمسي.

وقد أثبتت هذه الدراسة مايلي :

- الاشعاع الشمسي يتحكم في درجة حرارة جميع أجزاء المقطر من سطح الغطاء الزجاجي الداخلي والخارجي ومياه الحوض كما يتحكم في درجة حرارة المحيط .
 - ارتفاع ملحوظ في درجة الحرارة المياه عند اضافة ألياف النخيل حيث ان متوسط درجة الحرارة المياه في الحوض التقليدي(الشاهد) SSR تبلغ 20.5°C , وفي الحوض المعدل SSM تبلغ 30.2°C .
 - الحفاظ على درجة الحرارة مدة أطول داخل المقطر المعدل SSM مقارنة بالمقطر التقليدي(الشاهد) SSR.
 - تزداد انتاجية الماء المقطر بنسبة 35.6% عند اضافة ألياف النخيل.
 - كلما زاد سمك ووزن ألياف النخيل المستخدمة في حوض المقطر كلما زادت انتاجية الماء المقطر.
- إن التأثير الجيد للألياف على أداء المقطر الشمسي لتجميع المياه واضح, مما يضمن الاستدامة من خلال الاستفادة من النفايات المحلية.

الملخص

الملخص

تعاني معظم مناطق الجزائر وخاصة المناطق الصحراوية مثل مدينة ورقلة من نقص وندرة المياه الصالحة للشرب, كما يعاني سكان هذه المنطقة من تكلفة شراء هذه المياه يوميا, ولإيجاد حل لهذه المشكلة تطرقنا في هذه المذكرة الى دراسة نظرية لعملية التقطير الشمسي, حيث يعتبر أحد الحلول الناجحة والاقتصادية (غير مكلفة), إلا أنه ذو إنتاجية ضعيفة نوعا ما, ولذلك قمنا بدراسة تجريبية بهدف تحسين الإنتاجية حيث عملنا على مقترين شمسيين أحدهما مقطر تقليدي بدون إضافات(شاهد), والأخر مقطر معدل بإضافة مادة محلية متوفرة في المنطقة وغير مكلفة وهي ألياف النخيل الى الحوض, حيث بينت النتائج زيادة في الإنتاجية بنسبة 35.6% عند إضافة ألياف النخيل.

الكلمات المفتاحية: مقطر شمسي, طاقة شمسية, ألياف النخيل, الماء النقي.

Abstract

Most regions of Algeria, especially desert regions such as the city of Ouargla, suffer from a shortage and scarcity of potable water, and the residents of this region suffer from the cost of purchasing this water daily. In order to find a solution to this problem, we discussed in this dissertation a theoretical study of the process of solar distillation, as it is considered one of the most successful and economical (inexpensive) solutions. However, it has a somewhat low productivity. Therefore we conducted an experimental study on two solar stills, one of them is a conventional distiller without additives (control), and the other is distilled modified by adding a local substance available in the region and inexpensive, which is palm fibers to the basin (experimental), where the results showed an increase in productivity by 35.6% when adding fibres Palm.

Keywords: solar still, solar energy, palm fibres, pure water.