الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة الميكانيكية

مذكرة تخرج مقدّمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة الماستر الأكاديمي في

تخصص: هندسة ميكانيكية طاقوية

دراسة مدي تأثير سمك المطاط على إنتاجية المقطر الشمسي التقليدي

إعداد الطلبة :

- معمري أحمد علاء الدين
- قبي فاطمة

نوقشت وأجرت علنا بتاريخ: 2023/06/12

د. مزوج مراد	**أستاذ تعليم عالي**	**جامعة قاصدي مرباح ورقلة**	**رئيـــــــسا**
د. رسيوي بخته	**أستاذة محاضر ب**	**جامعة قاصدي مرباح ورقلة**	**منـــــاقشا**
د. كمرشو عماد	**أستـــاذ محاضر ب**	**جامعة قاصدي مرباح ورقلة**	**مقـــــــررا**

الموسم الجامعي :

2023/2022

الإهداء

أهدي تخرجي هذا إلى من علمني العطاء وإلى من أحمل اسمه بكل افتخار وأرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار "والدي العزيز" وإلى ملاكي في الحياة وإلى معنى الحب والحنان والتفاني وإلى بسمة الحياة وسر الوجود وإلى من كان دعائها سر نجاحي أغلى الحبايب "امي الحبيبة" وإلى من له الفضل الكبير في تشجيعي وتحفيزي ومن مسة تعلمت المثابرة والاجتهاد وإلى من بهم أكبر وعليهم أعتمد وإلى من بوجودهم أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها وإلى من عرفت معهم معنى الحياة "إخوتي وأخواتي" وإلى من تحلوا بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء وإلى من برفقتهم في دروب الحياة السعيدة والحزينة سرت وإلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير "أصدقائي الأعزاء" بتوفيق من الله، وبدُعاء من الام لم يبق سوى خطوات قليلة لإنهاء مسيرتي الدراسية، شكرًا لكل من مد لي يد العون واسأل الله التوفيق لي ولكم

الشكر والعرفان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمَّد وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، وبعد فإني أشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله، فله الحمد أولاً وآخراً. ثم أشكر أولئك الأخيار الذين مدوا لي يدَ المساعدة، خلال هذه الفترة، وفي مقدمتهم أستاذي المشرف على الرسالة فضيلة الأستاذ الدكتور: كمرشو عماد الذي لم يدَّخر جهداً في مساعدتي، كما هي عادته مع كل طلبة العلم، وكنت أجلس معه الساعات الطوال أقرأ عليه ولا يجد في ذلك حرجاً، وكان يحثّني على البحث، ويرغِّبني فيه، ويقوّي عزيمتي عليه فله من الله الأجر ومني كل تقدير حفظه الله ومتّعه بالصحة والعافية ونفع بعلومه. كما أشكر القائمين على قسم الهندسة الميكانيكية وعلى رأسهم معالي الدكتور/ قرميط طاهر،و رئيسة القسم سعادة الدكتورة: ضامن جميلة و الى لجنة المناقشة على تقبل مذكرتنا ووفقهما لكل خير لما يبذلانه من اهتمام بطلاب قسم الهندسة الميكانيكية .

فهرس المحتويات

الشكر والعرفان II
فهرس المحتويات III
قائمة الجداول VI
قائمة الأشكال..... VII
المقدمة العامة: 1

الفصل الأول: دراسات سابقة ولمحة تاريخية حول المقطرات الشمسية

I-1. مقدمة:..... 4
I-2. لمحة تاريخية حول المقطرات الشمسية:..... 5
I.3 دراسات سابقة:..... 6
- حول الزعانف: 11
- حول المواد النانوية: 16
- حول الغطاء الزجاجي: 18
I-4. الظواهر الفيزيائية في التقطير الشمسي: 18
- التوصيل الحراري (الانتشار الحراري) (Conduction thermique):..... 19
- الحمل الحراري (convection thermique):..... 19
- الاشعاع الحراري (Rayonnement thermique):..... 20
I-5. العوامل المؤثرة والتحسينات: 20
- العوامل الخارجية:..... 20
- شدة الإشعاع الشمسي:..... 20
- سرعة الرياح: 20
- درجة حرارة الهواء المحيط:..... 21
I-6. الميزان الطاقوي للمقطر:..... 22
- مبدأ عمل المقطرات الشمسية: 22

- أنواع المقطرات الشمسية: 24
- المقطرات الشمسية البسيطة: 24
- المقطر الشمسي الاسطواني: 25
- المقطر الشمسي المخروطي: 26
- المقطر الشمسي الشلال: 26
- المقطرات التي تعمل بمبدأ استرجاع الحرارة: 27

خاتمة 29

الفصل الثاني: عموميات حول الطاقات المتجددة

مقدمة 31

تمهيد 32

II-1. مفهوم الطاقات المتجددة 32

II-2. أهمية وأهداف الطاقات المتجددة يتم التطرق في هذا المطلب الى أهمية وأهداف الطاقات المتجددة 34

أولا: أهمية الطاقات المتجددة: 34

ثانيا: أهداف الطاقات المتجددة: 35

II-3. مصادر الطاقات المتجددة وخصائصها. 36

أولا: الطاقة الشمسية 36

ثانيا: طاقة الرياح 37

ثالثا: الطاقة الحيوية 38

رابعا: طاقة الهيدروجين 40

خامسا: طاقة حرارة باطن الأرض: 41

سادسا: الطاقة المائية: 42

II-4-3. الطاقة المتجددة والأبعاد الاقتصادية والإجتماعية للتنمية المستدامة 48

II-4-3-1. الطاقة المتجددة والتنمية البشرية 49

II-4-3-2. تغير أنماط والاستهلاك الغير مستدامة 50

خاتمة 51

الفصل الثالث: دراسة التجريبية على تأثير سمك المطاط

III-1 مقدمة: 53

III-2 المقطر الشمسي البسيط 54

III-3 أجهزة وأدوات القياس المستعملة في التجربة: 56

III-4 خطوات التجربة 58

III-5 النتائج التجريبية: 60

III-6. تحليل النتائج: 60

الخاتمة 66

الخاتمة العامة 67

نتائج وآفاق الدراسة 68

المراجع 69

قائمة الجداول

الجدول (III- 1): يمثل خصائص المقطرات الشمسية.....58
الجدول (III- 2): الأحوال الجوية لأيام التجربة.....60
الجدول (III- 3): نتائج تحليل الماء المستعمل.....60

قائمة الأشكال

الشكل (I- 1): إعداد نظام القياس 6
الشكل (I- 2): Experimental setup 7
الشكل (I- 3): Experimental setup 8
الشكل (I- 4): صورة لمنصة الاختبار التجريبية HSD-BSW وHSD-Stand RM وHSD-CT and RM. 10
الشكل (I- 5): صورة تشكيل أحواض الأربعة نصفي- المقطرات الكروية. 11
الشكل (I- 6): منظر فوتوغرافي للحوض مع أو بدون زعانف لثلاث مقطرات نصف كروية. 12
الشكل (I- 7): عرض فوتوغرافي لمقطرات نصف كروية 13
الشكل (I- 8): صورة حصى بأحجام مختلفة. 14
الشكل (I- 9): منظر لحوض مقطرات نصف كروية بالحصى الأسود. 15
الشكل (I-10): عرض تخطيطي للقطارات الشمسية نصف الكروية. 16
الشكل (I- 11): صورة من الإعداد التجريبي. 16
الشكل (I- 12): مقارنة الطاقة الشمسية الساكنة بالمواد النانوية وبدونها 17
الشكل (I- 13): طرق انتقال الحرارة. 19
الشكل (I- 14): الميزان الطاقوي للمقطر الشمسي 22
الشكل (I- 15): فمبدأ عمل المقطر الشمسي. 23
الشكل (I- 16): مقطر بسيط بميلين. 24
الشكل (I- 17): المقطر الشمسي الكروي. 25
الشكل (I- 18): المقطر الشمسي الاسطواني. 25
الشكل (I- 19): المقطر الشمسي المخروطي. 26
الشكل (I- 20): المقطر الشمسي الشلال 26
الشكل (I- 21): المقطر الشمسي المتعدد الطوابق. 27
الشكل (I- 22): المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية. 28
الشكل (I- 23): المقطر الشمسي أرض-ماء. 28

الشكل (II-1): مصادر الطاقة المتجددة. 36
الشكل (II- 2): دورة إنتاج الوقود الحيوي. 39

الشكل (III- 1): المقطر الشمسي البسيط. 54
الشكل (III- 2): رسم توضيحي للشكل الخارجي للمقطر. 56
الشكل (III- 3): جهاز متعدد القياسات. 57
الشكل (III- 4): جهاز قياس ال PH متر. 57
الشكل (III- 5): جهاز قياس الكهربائية. 57
الشكل (III- 6): أنبوب مدرج. 58
الشكل (III- 7): صورة حقيقة عن أربعة المقطرات الشمسية. 59
الشكل (III- 8): تطور درجة الحرارة لسطح الداخلي لكل سمك بدلالة الزمن. 61
الشكل (III- 9): تطور درجة حرارة الماء بدلالة الزمن. 62

الشكل (III- 10): مخطط أعمدة بيانية لكمية الماء المقطر الناتج من المقطرات الشمسية بالنسبة لكل زاوية مختلفة بدلالة الزمن.....63
الشكل (III- 11): منحني تغيرات كمية الماء المقطر المنتج بالنسبة لكل سمك من المطاط بدلالة الزمن.
.....64

المقدمة العامة:

المياه هي عنصر حيوي وأساسي للحياة على كوكب الأرض. إليك أهمية المياه:

الحياة البشرية: تعتبر المياه ضرورية لبقاء البشر على قيد الحياة. نحتاج المياه للشرب والطهي والنظافة الشخصية بدون الماء، لا يمكن للبشر البقاء لفترة طويلة.

الزراعة يعتمد القطاع الزراعي على المياه لري النباتات تُستخدم المياه لزراعة المحاصيل وتربية الحيوانات، وهي ضرورية لزيادة الإنتاج الزراعي وتلبية احتياجات الغذاء المتزايدة للسكان.

الصناعة تعتبر المياه جزءًا أساسيًا في عمليات الصناعة، تستخدم في التبريد والتنظيف وعمليات التصنيع في مجموعة متنوعة من الصناعات مثل الطاقة والصناعات الكيميائية والمعادن والمنتجات الغذائية.

البيئة الطبيعية تعتبر المياه جزءًا مهمًا من البيئة الطبيعية وتساهم في صون التنوع البيولوجي والنظم البيئية، توفر المياه الحيوية للنباتات والحيوانات وتساعد في تشكيل المواطن الحيوية المختلفة مثل البحيرات والأنهار والمستنقعات.

الموارد الطبيعية تعتبر المياه مصدرًا هامًا للموارد الطبيعية مثل الأسماك والمحار والطحالب، تلعب المياه دورًا حاسمًا في الحفاظ على التنوع البيولوجي والحيوية البحرية.

ومع ذلك، تواجه المياه تحديات هائلة في الوقت الحاضر مثل نقص المياه العذبة وتلوث المياه وتغير المناخ.

تحظى المقطرات الشمسية بشعبية متزايدة مستدامة وفعالة لتحلية المياه، تعتمد هذه التقنية على استخدام الطاقة الشمسية لتحويل المياه الملوثة أو المالحة إلى ماء نقي وصالح للشرب أو الاستخدام الزراعي، تعتبر المقطرات الشمسية جزءًا من مجموعة واسعة من تقنيات تحلية المياه المستدامة، وتعتبر بديلاً مثيرًا للاهتمام التي تعتمد على الطاقة الكهربائية أو الوقود.

تعمل المقطرات الشمسية عن طريق تجميع وتوجيه أشعة الشمس لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار، يتم تجميع الطاقة الشمسية عن طريق المرايا أو الألواح الشمسية المركزة لزيادة درجة حرارة المياه وتسريع عملية التبخر، يتم تكثيف البخار الناتج من هذه العملية وتحويله إلى ماء نقي عن طريق تبريد

البخار وتجميده مرة أخرى. يتم فصل الماء النقي الناتج عن البخار المكثف عن طريق طرق مثل التقطير المباشر أو التقطير المتعدد المؤثرات.

تتميز المقطرات الشمسية بأنها تقنية صديقة للبيئة، حيث لا تتطلب استخدام منتجات كيميائية ضارة في عملية التحلية.

أصبحت المقطرات الشمسية رائجة بشكل جديد في استخدام الطاقة الشمسية للشرب أو الزراعة، ومقطرات الطاقة الشمسية من مجموعة واسعة من الطاقة الكهربائية. وتحويلها إلى بخار، ويتم تجميع الطاقة الشمسية بواسطة المرايا أو الطاقة الشمسية درجة حرارة الماء وتسريع التبخر، تكثيف البخار في الصورة. تعمل تجميع المقطرات الشمسية عن طريق وتوجيه الشمس لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار، ويتم تجميع الطاقة الشمسية بواسطة المرايا أو الطاقة الشمسية لزيادة حرارة الماء والبخار، تكثيف وتحويله العملية إلى ماء نقي، البخار وتجميده مرة عودة الماء.

وهدفنا الأساسي من هذه الدراسة هو معريفة أي سمك مناسب لاستقطاب الحرارة الكبيرة لا نتاج أكبر كمية من الماء النقي صالح لشرب بواسطة المقطر الشمسي التقليدي.

بشكل عام، تحتوي المذكرة على ثلاثة فصول. في بداية هذا الفصل، استعرضنا لمحة تاريخية عن اللقطات الشمسية التقليدية لمعرفة طريقة التقطير الأكثر كفاءة لإنتاج المزيد من المياه النقية لتلبية احتياجات الإنسان. بالنسبة للفصل الثاني، نركز على لمحة عامة عن مصادر الطاقة المتجددة (الشمس، والرياح، والمياه، والحرارة من باطن الأرض)، وأين وكيف يتم استخدام الطاقة المتجددة، ووجودها ودوراتها، ودراسة معادلة انتقال الحرارة. الزجاج والماء والمطاط) بعد ذلك تفسير للمنحنيات التجريبية والنتائج التي تم الحصول عليها من البحث، وتنتهي بملخص عام للموضوع.

الفصل الأول:

دراسات سابقة ولمحة تاريخية
حول المقطرات الشمسية

I-1. مقدمة:

منذ القدم يعتبر الماء مصدر للحياة، ومما شك فيه أن الماء كان ولا يزال أساسيا لبقاء البشرية وصلح الأراضي الزراعية والمواشي فكل الحضارات القديمة أو الحديثة نشأت حول منابع الماء، تطرقنا في دراستنا الى أنواع المقطرات الشمسية عبر التاريخ وأي المقطرات الشمسية أثبت ناجعتها في إنتاج الماء المقطر.

تحسين كفاءة التبخير يتم استخدام المقطرات الشمسية لتحويل الماء الملوث أو المالح إلى بخار ماء نقي عن طريق تعريضه للحرارة الشمسية، تمت دراسة التقنيات المختلفة لتحسين كفاءة عملية التبخير، مثل استخدام أفلام تغشى سطح الماء لتقليل فقدان الحرارة وتكثيف البخار.

تحسين عملية التكثيف بعد تبخير الماء، يتم تكثيف البخار للحصول على المياه المنقاة، تمت دراسة تقنيات التكثيف المختلفة، مثل تصميم المبادلات الحرارية والأفلام التكثيفية، لزيادة كفاءة عملية التكثيف واستخلاص المياه بكفاءة عالية.

معالجة التلوث والأملاح تمت دراسة التقنيات المختلفة لمعالجة التلوث وإزالة الشوائب والأملاح من المياه الملوثة أو المالحة، وقد تضمنت هذه التقنيات استخدام أفلام مرشحة لإزالة الشوائب واستخدام غشاء عكسي لإزالة الأملاح.

تحسين تكلفة واعتمادية النظام تمت دراسة تقنيات التصنيع والتشغيل لتحسين تكلفة وأداء المقطرات الشمسية في إنتاج المياه الصالحة للشرب، تضمنت هذه الدراسات استخدام مواد ذات تكلفة منخفضة وتطوير تقنيات صيانة بسيطة وفعالة.

إن الدراسات السابقة للمقطرات الشمسية في إنتاج المياه الصالحة للشرب تهدف إلى تحقيق أنظمة فعالة ومستدامة لتلبية احتياجات المياه العالمية وحل مشكلة نقص المياه النظيفة في العديد من المناطق، ومع استمرار التطورات التكنولوجية، يتوقع أن تزيد فاعلية واقتصادية المقطرات الشمسية في المستقبل وتسهم في حلول المياه النظيفة.

I-2. لمحة تاريخية حول المقطرات الشمسية:

منذ القدم عرف الانسان إن للشمس طاقة هائلة وحاول إيجاد أساليب لاستغلال هذه الطاقة بالشكل الذي يفيد، فأولى الاكتشافات لما وضع العالم Archimede أول نقطة في مجال الطاقة الشمسية باختراعه مادة الزجاج لما لديها من خصائص، بحيث من الممكن تصنيع عدسات ومرايا تساهم في استغلال هذه الاشعة.

في القرن18 اخترع العالم الفيزيائي saussure المقطرات الشمسية بغرض أهداف علمية، وفي نفس العصر قام العالم كيميائي الفرنسي Lavoisier بصنع موقد للإذابة الذهب الابيض، وهذا الموقد يسخن حتى C°1755 في سنة 1839 اكتشاف العالم الفيزيائي الفرنسي Edmond Becquerel التأثير الحراري-الكهربائي، وكذلك أول استخدام لطاقة الشمس في التقطير كان من طرف الإنجليزي Harding في سنة 1972 في الشمال الشيلي في والصحراء وكان على شكل احواض سوداء تستعمل كماص لأشعة الشمس، ويوضع في هذا الحوض الساخن ماء على السمك رقيق فيعمل السطح الاسود عمل المبخر، ويستقبل البخار المتصاعد من الطرف السطح الداخلي للزجاج المائل بزاوية 20°، ذو درجة الحرارة الاقل من الصفيحة الماصة السوداء نسبيا ويتجمع في قناة خاصية بالماء المقطرء وينتج هذا المقطر اكثر من 20 m من الماء الصالح للشرب في اليوم 9.

أما في سنة 1878 فقد انشاء الفرنسيMouchot Augusta آلة ذات بخار الشمسي قابلة لقيادة الة الطبع وطور اول نظام لإنتاج الماء الساخن بكاليفورنيا سنة 1891.

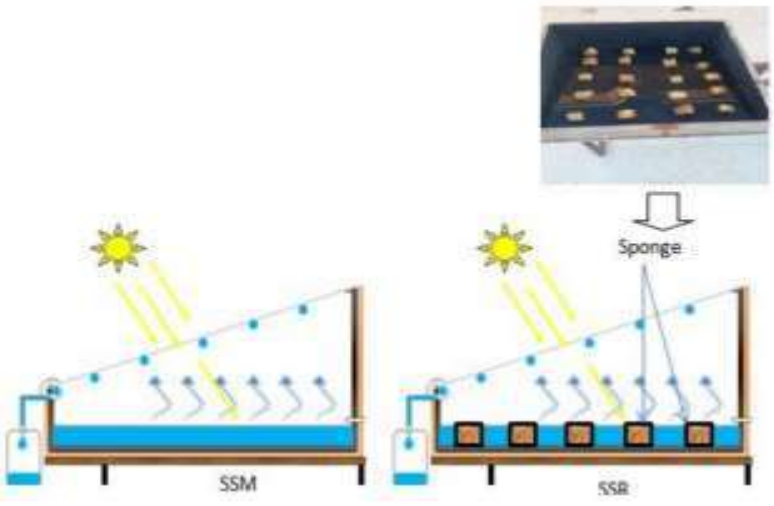
3.I دراسات سابقة:

❖ حول القطع الاسفنجية:

في جامعة الواد التي تقع في الجنوب شرق الجزائر وفي مارس 2022 تم إجراء تجربة اختبار اثنتين من المقطرات الشمسية من نفس الحجم (05*05) في نفس الظروف المناخية أول SSR لايزال يؤخذ كعنصر تحكم أو مرجع والثاني لايزال SSM يحتوي على قطع من الاسفنج.[1]

تم اختبار قطعتين شمسيتين من نفس الحجم واحد مأخوذ كمرجع SSR والاخر يحتوي على اسفنجة قطع SSM حيث ظهرت النتيجة بعد 8 ساعات من التجربة:

- التدرج في درجة حرارة SSM لا يزال وأكبر من SSR؛
- كمية المياه المنتجة من SSM هي 446 مل بينما بالنسبة SSR هي 422 مل؛
- معدل التحسن 10%.[1]



الشكل (I- 1): إعداد نظام القياس.**[1]**

❖ **حول ألياف النخيل:**

تشتهر منطقة الواد جنوب شرق الجزائر بمزارع النخيل، كل عام يتم حصاد أشجار النخيل وتنظيفها، يتم تجميع كميات كبيرة من هذه الألياف من أجل استخدامها في الصناعة المحلية.[2]

الفكرة هي استخدام هذه المادة في التقطير الشمسي ثم وضع مقطران شمسيان تعرضتا للشمس، يتم أخذ أحدهما كمرجع للطاقة الشمسية SSR والآخر يؤخذ على أنه يقوم المقطر بتعديل SSM أي مع تعديل واحد فقط وهو موجود في راحة اليد وقطع الألياف يتم اخذ القياسات كل ساعة خلال 8 ساعات من التجربة.[2]

تم تحقيق هدف البحث، والحصول على النتائج من اثنتين من المقطرات الشمسية التقليدية نفس الحجم واحد يؤخذ كمرجع SSR والآخر SSM المعدل الذي يحتوي على التقطيرة ألياف النخيل، تظهر النتائج ما يلي:

1. يبلغ متوسط درجة حرارة مياه الحوض في SSM درجة مئوية30.2° بينما يبلغ متوسط درجة حرارة SSR درجة مئوية 20.5°.[2]؛
2. معدل التحسن لوجود ألياف النخيل هو 35.6°؛
3. التأثير الجيد للألياف على أداء جهاز تجميع المياه هو واضح، مما يضمن الاستدامة من خلال الاستفادة من النفايات المحلية

الشكل (I- 2): [2]. Experimental setup

❖ **حول بقايا الالمنيوم:**

أجريت التجربة في منطقة الواد (الجزائر) حيث تم استخدام بقايا الألمنيوم لتحسين إنتاج التقطير الشمسي، منهم اثنتين من الطاقة الشمسية قابلة للمقارنة تم تعريض الصور الثابتة للشمس، والتي تم تحديد إحداها على أنها ساكنة SSR شمسية مرجعية والآخر مثل SSM المعدل، والذي يحتوي على بقايا الألومنيوم خلال اليوم التجربة، يتم الحصول على القياسات كل ساعة.[3]

تم إجراء التجربة باستخدام مقطعين شمسيين تقليديين متطابقي الحجم واحد هوSSR يستخدم كمرجع، بينما الآخرSSM عبارة عن آلة تقطير معدلة مع نفايات الألومنيوم.[3]

تظهر النتائج ما يلي:

- متوسط درجة حرارة مياه حوض المتوسط هو 29.8° درجة مئوية، في حين أن SSR هو 25.8° درجة مئوية؛
- بلغ معدل التحسن لوجود مخلفات الألمنيوم 33.72°.[3].

الشكل (I- 3): Experimental setup **[3].**

❖ **حول المعادن:**

هدفت الدراسة الشاملة الحالية إلى حل لمشكلة انخفاض إنتاجية مياه الشرب من نصفي- المقطرات الشمسية الكروية، ثم تم تحقيق هذا الهدف من خلال استخدام صواني معدنية عالية الموصلية الحرارية المدمجة مع مرآة عاكسة داخلية، للحصول على الاختيار الأمثل للمعادن أدمجت الصواني مع المرآة المعكوسة التي تحقق أعلى أداء للتقطير الشمسي نصف كروي ثلاث صواني معدنية عالية التوصيل الحراري (الفولاذ والزنك، والنحاس) المدمجة مع المرايا الانكسارية كانت قد تم اختباره في نفس الظروف المناخية ومقارنته بالحالة المرجعية.

لتحقيق هذه الفكرة، نضع أربعة مقطرات نصف كروية تم تصنيع واختبار المقطرات في نفس المناخ وهي:

مقطر شمسي نصف كروي مع Sili أسود الجدران المخروطية (HSD-BSW) التي تمثل الحالة المرجعية، مقطر شمسي نصف كروي مع صواني فولاذية وRefec- مرايا تيف (RM & HSD-ST)، مقطر شمسي نصف كروي مع صواني الزنك والمرايا العاكسة (RM & HSD-ZT)، والتقطير الشمسي نصف كروي مع صواني نحاسية والمرايا العاكسة (RM & HSD-CT).

يمكن الاستنتاجات تكتب على النحو التالي:

- استخدام صواني معدنية عالية التوصيل الحراري مدمجة مع المرآة المعكوسة يعطي الأعلى ناتج التقطير التراكمي الذي يصل إلى 7600 و8550 و9500 مل/م^2 يوم RM & HSD-ST و RM & HSD-ZT و HSD-CT & RM على التوالي، بينما يعطي HSD-BSW 4650 مل/م^2 يوم؛

- التحسن في ناتج التقطير التراكمي للاستخدام صواني معدنية عالية التوصيل الحراري تم تصنيفها مع المرآة المعكوسة وصلت إلى 63.4% و83.9% و104.3% لـ RM & HSD–ST و HSD–ZT & RM و HSD– RM & CT، على التوالي، مقارنة بـ HSD–BSW؛
- أظهرت الدراسة الاقتصادية الشاملة أن التكلفة الإجمالية لكل لتر من الماء المقطر المنتج من HSD– تم تقليل RM&ST و RM & HSD-ZT و RM & HSD-CT بمقدار 33.9% و39% و44.1% على التوالي مقارنة بـ HSD– BSW؛
- استخدم الصواني النحاسية المدمجة مع المرجع تعمل المرآة (RM & HSD–CT) على تحسين الحرارة اليومية الكفاءة والفاعلية اليومية بنسبة 102.4% و194.9%، على التوالي، مقارنة بـ–HSD BSW.[4].

عرضت النتائج أن استخدام مدمج تمثل الصواني النحاسية ذات المرآة المعكوسة أن الخيار الأكثر فعالية لتحقيق أعلى أداء المقطر الشمسي نصف كروي، لذلك فمن المستحسن يتم إصلاحها لاستخدامها في مثل هذه التطبيقات.[4]

الشكل (I- 4): صورة لمنصة الاختبار التجريبية HSD-BSW و HSD-Stand RM و HSD-CT و RM and **[4]**.

الشكل (I- 5): صورة تشكيل أحواض الأربعة نصفي- المقطرات الكروية.**[4]**

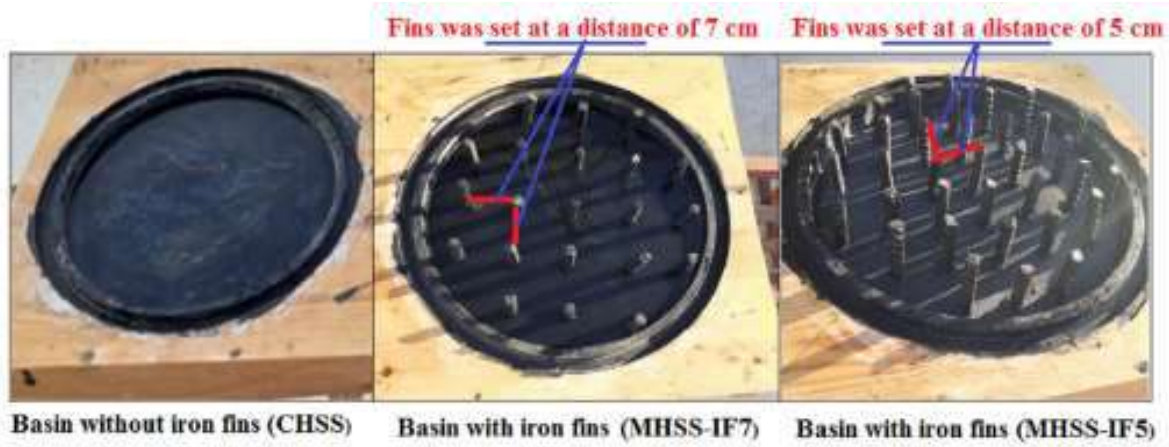
❖ **حول الزعانف:**

هدف الدراسة التجريبية الحالية إلى تحقيق أعلى نسبة شكل في المقطرات نصف كروية، لتحقيق هذا الهدف الزعانف الحديدية يتم تركيبها في حوض التقطير نصف كروي لزيادة الامتصاص حيث أن النسبة بين مساحة السطح الكبيرة وحجم جهاز التقطير الشمسي يتم درس تحسين الأداء من خلال تمديد السطح باستخدام الزعانف، وكذلك يتم اختبار ثلاثة ترتيبات في نفس البيئة المحيطة وتحت نفس الاختلاف الزمني لشدة الطاقة الشمسية على النحو التالي:

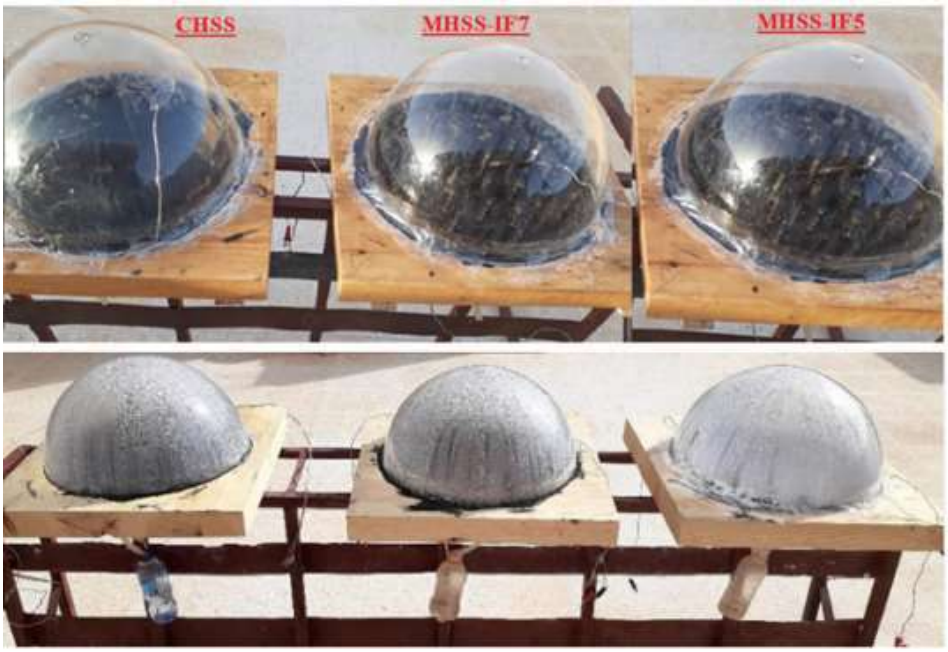
– تقليدي لعلبة بدون زعانف (CHSS)، مقطر نصف كروي معدل مع زعانف على مسافة 5 سم (MHSS-IF5)، ونصف كروي معدل جهاز تقطير مع زعانف على مسافة 7 سم (MHSS-IF5).

– قطر الزعانف هو ثابت عند 1.2 سم بطول اختبار يتراوح من 1 سم إلى 3 سم، وهو ما يعادل المستوى الثابت للمياه المالحة في الحوض.[5] اختتم أدناه:

1. يعزز استخدام الزعانف C إنتاجية الطاقة الشمسية الكروية؛
2. يحسن استخدام الزعانف إنتاجية التقطير بنسبة تصل إلى 56.73% بأفضل تكوين ل-MHSS IF7 بطول زعنفة 2 سم وتباعد 7سم؛
3. لتجنب تأثير التظليل، والعلاقة بين طول الزعنفة يجب تحسين العدد الإجمالي للزعنفة وفقًا نتائج الاختبار المسجلة؛
4. العائد الجماعي المناسب لكل من CHSS وMHSS-IF5 وMHSS-IF7 8 4.0 و 5.65 و6.22 لتر/م^2/يوم بطول الزعنفة 3 سم؛ 4.08، 5.8 و6.38 لتر/م^2 يوم بطول الزعنفة 2 سم؛ و4.08 و5.9 و5.68 لتر /م^2/ يوم بطول زعنفة 1 سم.[5].



الشكل (I- 6): منظر فوتوغرافي للحوض مع أو بدون زعانف لثلاث مقطرات نصف كروية.**[5]**



الشكل (I- 7): عرض فوتوغرافي لمقطرات نصف كروية.**[5]**

❖ **حول الحصى:**

تم تصميم المخطط التخطيطي للصورة الشمسية ذات الحوض النصف كروي، والذي تم تعديله بتوفير الحصى الأسود كوسط التخزين في حوض نصف كروي، نصف التقليدي لا تزال الطاقة الشمسية الكروية تتكون من المكونات التالية: (أ) نص حوض كروي؛ (ب) صندوق خشبي دائري؛ (ج) غطاء شفاف؛ و(د) قناة لتجميع قطرات الماء المتكثف، لا يزال حوض دائري بمساحة 0.1 م2 مصنوع من الخشب بسمك 35 مم المقطرات الشمسية نصف كروية.[6]

تهدف الدراسة التجريبية إلى تحقيق أعلى عائد تراكمي قدره المقطرات الشمسية نصف كروية والحصى متوفرة على نطاق واسع والمواد بدون تكلفة خاصة باللون الأسود في الجزائر، والتي يمكن أن تستخدم في هذه التقنية لزيادة شدة امتصاص الأشعة الشمسية وكوسيط تخزين الطاقة لتحقيق هذه الفكرة، التأثيرات تمت دراسة أربعة أحجام مختلفة من الحصى الأسود (4، 8، 11، 16ملم) للحصول على الأحجام المثلى التي تحقق أعلى عائد تراكمي يبلغ المقطرات الشمسية نصف كروية، من البيانات التي تم جمعها والمناقشات صنع في هذه التجارب الاستنتاجات التالية يمكن استخلاصها:

- العائد التراكمي من المقطرات الشمسية نصف كروية لاستخدام بلغ الحصى الأسود 5.7 و6.45 و6.9 و7.7 كجم/م2 لحجم الحصى و8 و11 و16 ملم، على التوالي، مقارنة بـ 4.9 كجم/م2-ach تم الحصول عليها بواسطة المقطر المرجعي؛
- تحسن العائد التراكمي لاستخدام الحصى الأسود على التوالي بلغت 16.3 و31.6 و40.8 57.1% على التوالي؛
- متوسط الكفاءة الحرارية للمقطرات الشمسية نصف كروي بلغ استخدام الحصى الأسود 48.9% و55.26% و59% و65.68%. لحجم الحصى 4 و8 و11 و16 ملم، على التوالي، مقارنة بـ 42.1% تم تحقيقه بواسطة جهاز التقطير المرجعي؛
- التحسن في متوسط الكفاءة الحرارية لاستخدام بلغ الحصى الأسود 16.2% و31.2% و40.1% و56% على التوالي، بالمقارنة مع المقطر المرجعي؛
- تقليل استخدام الحصى السوداء بحجم 16 مم (HSS-BG16) فترة الاسترداد المطلوبة لاسترداد التكلفة الإجمالية بنسبة 38.7% بالمقارنة مع المقطر المرجعي(HSS-BSR) ؛
- لخصت النتائج إلى أن 16 مم تمثل اللون الأسود الأمثل لحجم الحصى الذي يحقق أعلى أداء لنصفي المقطرات الشمسية الكروية.[6].

الشكل (I- 8): صورة حصى بأحجام مختلفة.**[6]**

الشكل (I- 9): منظر لحوض مقطرات نصف كروية بالحصى الأسود.**[6]**

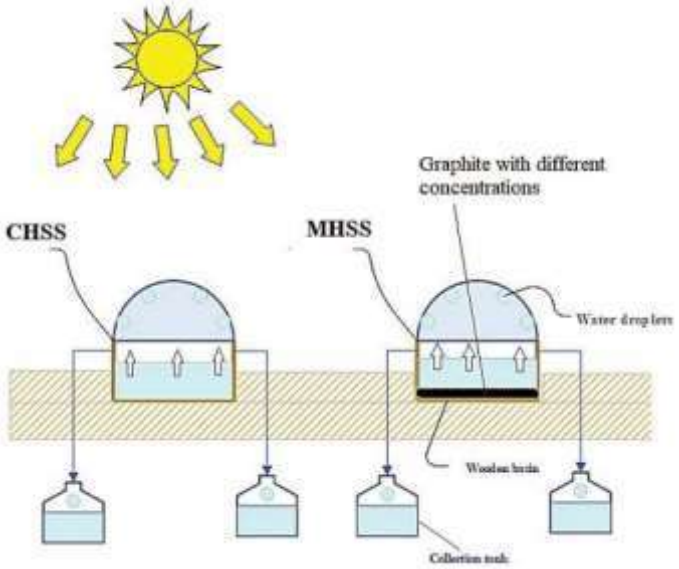
❖ **حول الغرافيت:**

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تأثير التركيز من مواد تخزين حساسة للتوصيل الحراري العالي (الجرافيت) وللحصول على التركيز الأمثل ذلك يحقق أعلى أداء للطاقة الشمسية نصف الكروية المقطر من أجل تحديد أفضل تركيز، تختلف تركيزات عالية من الجرافيت 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35.**[7]**

تمت دراسة 40 و45 و50 و140 جم/لتر. كانت التجارب أجريت لمدة 10 ساعات على مدى 6 أيام متتالية في أكتوبر 2020. اختتمت النتائج التالية في أساس النتائج التجريبية:

- مواد تخزين حساسة (جرافيت) ذات حرارة عالية الموصلية تعزز فعالية نصف كروي المقطرات الشمسية.
- الإنتاجية المتراكمة 3.80، 5.25، 5.62، 5.92 و6.75 و7.02 و7.37 و7.35 و7.35 و7.34 و7.39 لتر/م 6.352،/د CHSS، MHSS-5، MHSS-10، MHSS-15، MHSS-20، 25-MHSS و30-MHSS و35-MHSS و40-MHSS و45-MHSS و50MHSS و140-MHSS على التوالي؛
- يمثل تركيز 35 جم/لتر من الجرافيت الأمثل تركيز الطاقة الشمسية نصف كروية لتحقيق أعلى أداء؛

- باستخدام 35 جم / لتر (MHSS-35) تركيز الجرافيت يعطي العائد التراكمي 7.37لتر/م^2 مع تحسن نسبة 93.94% مقارنة بالمقطر المرجعي (CHSS).[7]



الشكل (I-10): عرض تخطيطي للقطارات الشمسية نصف الكروية. [7]

الشكل (I- 11): صورة من الإعداد التجريبي. [7]

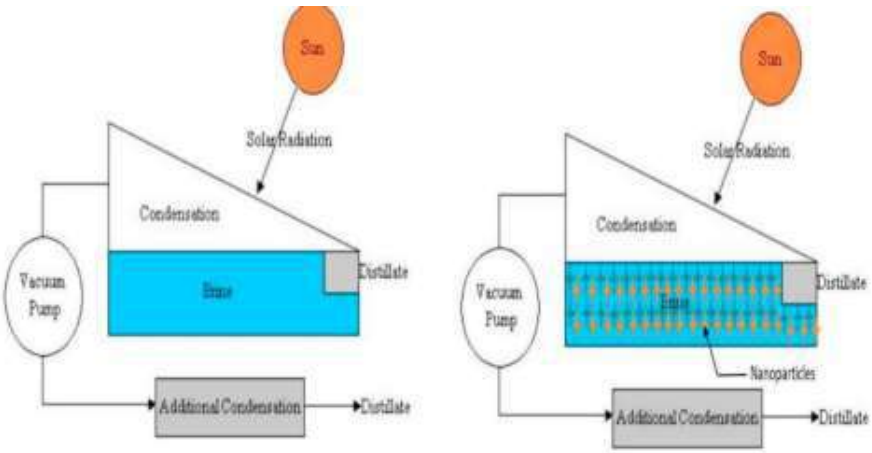
❖ **حول المواد النانوية:**

أبدت العديد من الشريكات اهتمامًا بالزيادة الحرارية للسوائل بسبب الجسيمات النانوية الحرارية الفائقة الخصائص. تجد الموائع النانوية الكثير من التطبيقات في مختلف الأنظمة الحرارية.[8]

تشير كلمة نانو للجسيمات التي يتراوح أبعادها بين مائة نانو متر كانت الجسيمات النانوية مهمة أيضا في البحوث الطبية (إدارة الأدوية) من خلال المساعدة في تحديد الخلايا المريضة، مع العالمين زيادة

عدد السكان، وخطر ندرة المياه يلوح في الأفق، أنظمة التحلية الشمسية التي تستخدم تقنية النانو قد تعزز كمية مياه الشرب المتولدة وفقًا للبحث الحالي، يمكن تحسين أنظمة تحلية المياه بالطاقة الشمسية عن طريق تضمين السوائل النانوية. حتى ومع ذلك، فإن التقدم الذي تم إحرازه حتى الآن لا يرقى إلى مستوى السماح بالإنتاج على المدى الطويل على نطاق واسع، الباحثون لديهم أظهر أن استخدام الموائع النانوية لتعزيز إنتاج الطاقة الشمسية الساكنة هو نهج محتمل.

الطاقة الشمسية لا تزال توظف مجموعة متنوعة من السوائل النانوية، بما في ذلك ثاني أكسيد المنجنيز، وأكسيد النحاس، وأكسيد الحديد، وأكسيد الألومنيوم، وأكسيد الجرافين، والتيتانيوم ثاني أكسيد والأنابيب النانوية الكربونية على سبيل المثال لا الحصر من هذا الاستعراض، استنتج أنه كترك الجسيمات النانوية في السائل النانوي ترتفع، كما تزداد الموصلية الحرارية للسائل بعد العتبة، فإن ملف تنخفض الموصلية الحرارية مع زيادة تركيز الجسيمات النانوية في نفس حجم التركيز، أصغر الجسيمات النانوية لها موصلية حرارية أعلى في السوائل النانوية أكسيد الألومنيوم وأكاسيد النحاس هي الأفضل الموائع النانوية لاستخدامها في اللقطات الشمسية نظرًا لتوصيلها الحراري الممتاز.[9]



الشكل (I- 12): مقارنة الطاقة الشمسية الساكنة بالمواد النانوية وبدونها.[9]

❖ **حول الغطاء الزجاجي:**

قدمت الدراسة الحالية طريقة فعالة نحو تقوية المقطر نصف كروي عبر غطاء زجاجي وذلك بالتوزيع الجيد لمياه التبريد على الغطاء الزجاج.[10]

تم تحقيقه بسبب هندسة سطح الكرة. ثمانية معدلات تدفق مياه مختلفة بخطوات تدفق جماعي 0.5 لتر/ساعة من 0.5 إلى 4 لتر/ساعة من أجل التحقق من fnest معدل تدفق المياه لتحقيق الأداء العالي، التجارب أكتوبر 2020 ولمدة 10 ساعات، للانتائج التجريبية النهائية هي:

- أدى تبريد الغطاء إلى تحسين آلة التقطير نصف الكروية الكفاءة.
- يمثل معدل تدفق المياه 2.5 لتر/ساعة المعدل الأمثل معدل تدفق المياه لتبريد الغطاء الزجاجي لتحقيق أعلى أداء.[10]

I-4. الظواهر الفيزيائية في التقطير الشمسي:

❖ **تعريفات:**

الحرارة هي شكل من أشكال الطاقة تقاس بالجول (J) وبالوحدة التقليدية الحرايرية والحريرة هي الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1غرام من الماء 1° C ونعرف الحرارة: هي الطاقة الناتجة من الوسط المادي.[11]

بفعل الطاقة الحركية للجسيمات المركبة لها (جزيئات–ذرات) فتتبادل هذه الجسيمات الطاقة الحرارية أي تفقد أو تكتسب الطاقة الحركية.[11]

و"انتقال الحرارة": هو تحرك كمية الحرارة من نقطة إلى أخرى بوجود تدرج في الحرارة والانتقال يتم مهما كان نوع الوسط.[11]

الشكل (I- 13): طرق انتقال الحرارة.

يعد علم انتقال الطاقة الحرارية أحد العلوم الهامة جدا في العصر الحالي» والذي يتم دراسته بأدق التفاصيل لزيادة كفاءة الطاقة التي تقوم بنقلها ما سيساهم في زيادة كفاءة جميع الآلات الأخرى وكما أن لكل علم أساسيات معينة» وأهم هذه الأساسيات هي الطرق التي تنتقل هذه الطاقة الحرارية والتي تنقسم إلى ثلاث أقسام ونذكر منها:

❖ **اشكال انتقال الحرارة :**

- التوصيل الحراري (الانتشار الحراري) (Conduction thermique):

يعبّر مفهوم انتقال الحرارة بالتوصيل عن عمليّة انتقال الطّاقة بشكل مباشر من جسمٍ إلى آخر بالاتصال بين الجسيمات، كما تعبّر هذه الطريقة عن انتقال وتوزيع الطّاقة الحراريّة من ذرّةٍ إلى أخرى ضمن المادّة الواحدة. وتعد طريقة التوصيل فعّالة بشكلٍ كبيرٍ في المواد الصلبة، ولكن يمكن أن تحدث بالسوائل أيضاً، ومن الأمثلة العمليّة على طريقة التوصيل تسخين ملعقة عند وضعها في وعاء يحتوي على حساء ساخن؛ حيث إنّ الحرارة ستنتقل من الحساء إلى الملعقة.[12]

- الحمل الحراري (convection thermique):

يعّبر مفهوم طريقة انتقال الحرارة بالحمل الحراريّ هي انتقال الطّاقة الداخليّة من وإلى الجسم عن طريق الحركة الفيزيائيّة الناتجة من المائع المحيط بالجسم والذي ينقل الطّاقة الداخليّة عبر كتلته، وعلى الرّغم من أنّ عمليّة انتقال الحرارة تبدأ بطريقة التوصيل بين الجسم والسائل؛ إلّا أنّ الكميّة الأكبر لانتقال

الطّاقة يحدث نتيجةً لحركة المائع. ويمكن أن تحدث طريقة الحمل الحراريّ تلقائيّاً أو طبيعياً، أو بشكلٍ حرٍ عن طريق تكوين خلايا الحمل، أو يتم إنشاؤها عن طريق دفع المائع عبر الجسم، أو عن طريق دفع الجسم عبر المائع.[12]

- الاشعاع الحراري (Rayonnement thermique):

لا يحتاج انتقال الحرارة بالإشعاع إلى وجود أي رابط بين مصدر الحرارة وبين الجسم، الذي تُنقل إليه الحرارة على عكس طرق الحمل والتوصيل التي تتطلّب وجود مادّة لنقل الحرارة، ففي هذه الطريقة يمكن نقل الحرارة عبر الفراغ عن طريق الإشعاع الحراريّ، فعلى سبيل المثال انتقال الحرارة من الشّمس إلى الإنسان دون الحاجة للمسها مباشرةً. الإشعاع هو أحد أشكال الطّاقة المنتقلة، ويتكوّن من موجات كهرومغناطيسيّة المنتقلة بسرعة الضوء، ولا تحتاج عمليّة انتقال الإشعاع إلى تبادل بين الكتل، أو وسط بين الأجسام.[13]

I-5. العوامل المؤثرة والتحسينات:

توجد عوامل مختلفة تؤثر في عمل المقطر الشمسي يمكن تصنيفها إلى نوعين: عوامل خارجية وأخرى داخلية:

❖ **العوامل الخارجية:**

- شدة الإشعاع الشمسي:

تعتبر الشمس والإشعاع الشمسي من بين أهم العوامل التي تؤثر في عمل المقطر الشمسي وهذه الطاقة الإشعاعية تأتي إلينا بواسطة جسيمات متناهية الصغر وعديمة الوزن تسمى الفوتونات فالفوتونات تتصرف كالموجات الكهرومغناطيسية حيث أن لها نفس الخصائص من (طول موجي وتردد وطاقة) وهذه الطاقة الكامنة في الفوتونات هي التي تسبب في إثارة الالكترونات عند اصطدامها بالخلايا الفوتوضوئية كل طاقة الفوتونات تعتبر طاقة كهرومغناطيسية تحتمل جميع الأطوال الموجية والترددات الممكنة.[14]

- سرعة الرياح:

يلعب تأثير الحمل الحراري الذي يتعرض له الغطاء الزجاجي دورا مهما في تشغيل المقطر الشمسي في

حين سرعة الرياح مرتبطة بالحمل الحراري القسريء الذي ينتج على مستوى الزجاج بفعل الهواء المحيط وبالتالي فهي تؤثر على درجة حرارة الزجاج.[14]

- درجة حرارة الهواء المحيط:

يكون تأثير درجة حرارة الهواء المحيط مهما في تحديد التغيرات الحرارية بين الجزء الداخلي للمقطر والوسط الخارجي وترتبط مباشرة بالحمل الطبيعي على مستوى الزجاج فتأثيرها يتناسب طرديا مع درجة حرارة الزجاج.[14]

- عوامل أخرى:

بالإضافة الى سرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء المحيط، هناك عوامل أخرى جوية مثل رطوبة الهواء أو اللذان يجب ان تؤخذان بعين الاعتبار في القياس، بحث أنهما تتغيران في الموازنة الحرارية للمقطر.

❖ **العوامل الداخلية:**

- **ميل الزجاج على السطح الأفقي:**

ميل الزجاج له دورا مهم في عمل المقطر الشمسي، لذا فانه من المهم اختيار ميلان أدنى للزجاج بدون إحداث تسرب الماء إلى حوض الماء المالح، تقدر القيمة التقريبية لهذا الميلان بعد دراسة أجريت لعدة قيم أن القيمة المثلى للميلان محصورة بين $(10°-50°)$.[15]

- **ارتفاع مستوى الماء المالح في المقطر:**

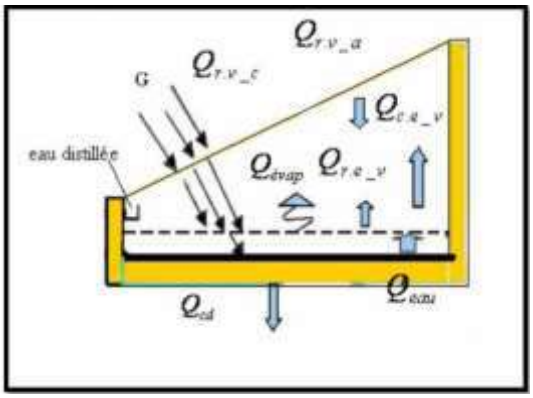
إن ارتفاع مستوى الماء المالح في الحوض له دور مهم في عملية التقطير، فيزداد الانتاج اليومي للتقطير كلما كان عمق الماء صغيرا ومحصورا بين 1cm و5cm فانه يزداد الانتاج اليومي للتقطير.[15]

❖ **المسافة التي تقسم السطح الحر إلى لاقطين:**

يكون التأثير مباشرة على الضغط الداخلي للمقطر حيث أن الزيادة في حجم المقطر تسبب نقصان في الضغط، وهذا يؤثر على التغيرات الحرارية ويؤدي إلى نقصان في درجات الحرارة لمركبات المقطر. [15]

I-6. الميزان الطاقوي للمقطر:

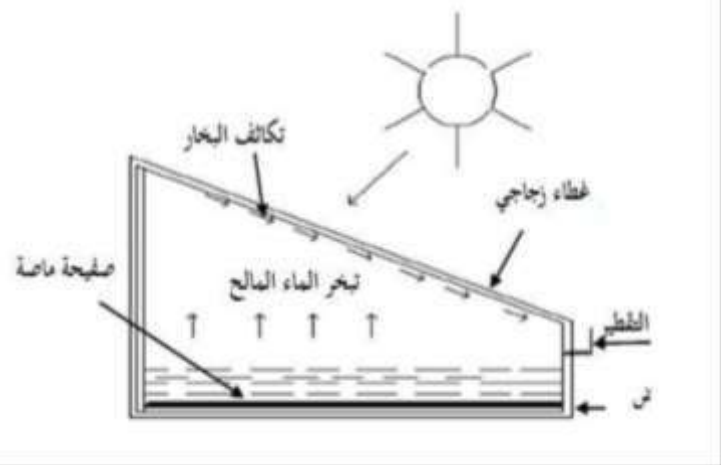
إن مختلف التبادلات الحرارية المنتجة في المقطر الشمسي البسيط تقوم على أربعة نقاط وهي: الميزان الحراري بين الزجاج والهواء الميزان الماء والزجاج الميزان بين العازل والخارج وتدفق الماء المقطر.



الشكل (I- 14): الميزان الطاقوي للمقطر الشمسي [15].

❖ مبدأ عمل المقطرات الشمسية:

التقطير الشمسي هو ظاهرة طبيعية؛ لها نفس مبدأ الظاهرة الحقيقية التي تحدث في الطبيعة حيث أن الإشعاع الشمسي الساقط على ماء البحر (أو المحيط، بحيرة، نهر) يقوم بتسخين الماء فيتبخر ويرتفع البخار إلى السطح ثم يتم نقله عبر الرياح حتى انه يذهب إلى مكان أكثر برودة ثم يتكاثف وتتشكل الغيوم وبعد ذلك يمكن أن يكون مطر أو ثلوج.[16]



الشكل (I- 15): فمبدأ عمل المقطر الشمسي. [16]

فمبدأ عمل المقطر الشمسي ينحصر في الخطوات التالية:

- دخول الإشعاع الشمسي عبر الغطاء الزجاجي نحو المقطر؛
- يسخن الماء المالح الموجود في قاع المقطر عن طريق الإشعاع الشمسي الوارد (تسخن الصفيحة الماصة)؛
- يتبخر الماء المالح (ظاهرة التبخير)؛
- هذا البخار يتم نقله عن طريق الحمل الحراري الطبيعي إلى سقف المقطر(الزجاج)؛
- يتكثف البخار على الزجاج حيث يكون هناك محيط أكثر برودة ويسري على وفق تدفقات رقيقة (ظاهرة التكثيف)؛
- بعد التكثيف يحدث اماهة ثم الحصول على ماء مقطر والذي يعبر عبر قناة نواتج التقطير.[17]

❖ **أنواع المقطرات الشمسية:**

- **المقطرات الشمسية البسيطة:**

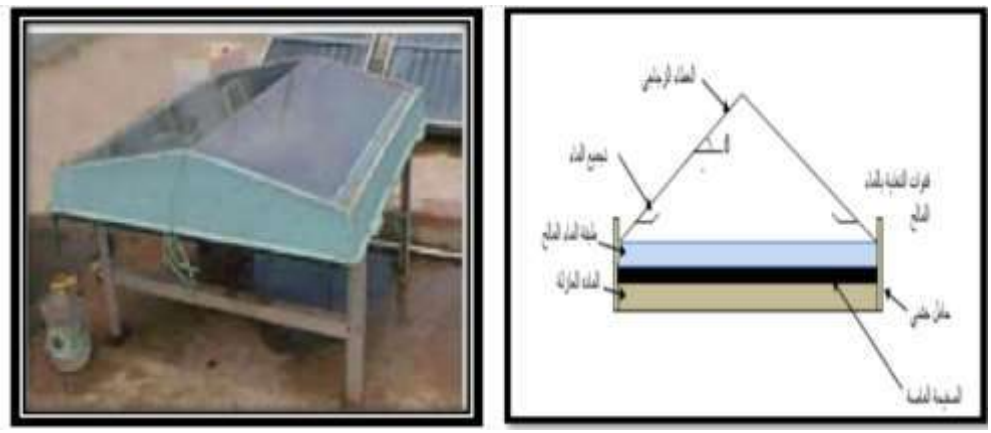
هو "الأكثر استعمالا في العالم" بحيث يحتوي على حوض به ماء مالح مطلي (مدهون) باللون الاسود من أجل الالتقاط أكبر كمية من الاشعاع الشمسي ويغطي بغطاء شفاف من الزجاج ويجب أن يكون هذا الاخير مائلا لتكثيف البخار في الجزء الداخلي للغطاء وتوجد عدة أنواع:[18]

- مقطر بميل واحد :Distillateur a pente unique

هو مقطر بمكثف واحد مائل بزاوية (8) وتقدر من (200-107) وهو سهل الصناعة، الصيانة والتنظيف مع توفر مواد التصنيع في الاسواق الداخلية.[19]

- مقطر ب ميلين (Distillateur a Doublé):

يسمى كذلك مقطر بلاقطين، كل واحد منها مائل بزاوية °8، ومن بين مميزاته أنه أحداهما يوجه للشمس والآخر للظل لزيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ولتسريع عملية التكثيف[19] كما هو مبين في الشكل(16) التالي:



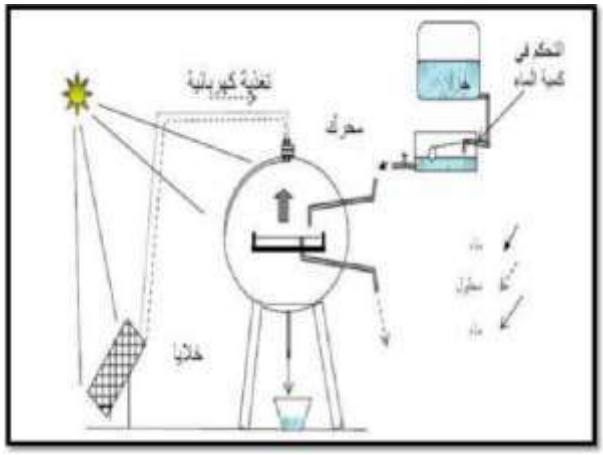
الشكل (I- 16): مقطر بسيط بميلين. [20]

❖ **مقطرات شمسية تعمل بمدأ التسخين بالبيت الزجاجي**

معظم المقطرات تعمل بهذا المبدأ مع بعض الاختلاف في الشكل ومن بينها:

- **المقطر الشمسي الكروي:**

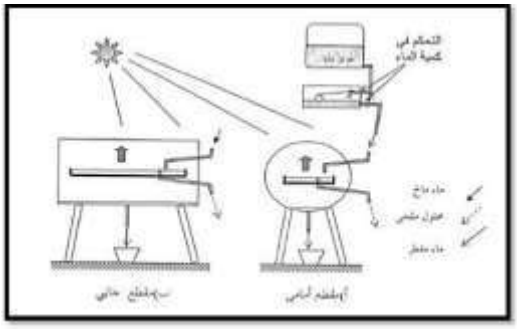
يكون على شكل كرة شفافة من الزجاج، ويوجد داخلها حوض دائري له لون اسود يعمل كماص للإشعاع الحراري، يوضع فيه الماء المالح لتبخيره ثم يتكاثف البخار المتصاعد إلى أن يمس السطح الداخلى للزجاج ثم يجمع في أسفل الشكل الكروي ولجعل الزجاج شفاف يستعمل في السطح الداخلي للزجاج ماسح يدور بواسطة محرك كهربائي في أعلى المقطر[20] كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل (I- 17): المقطر الشمسي الكروي. [21]

- **المقطر الشمسي الاسطواني:**

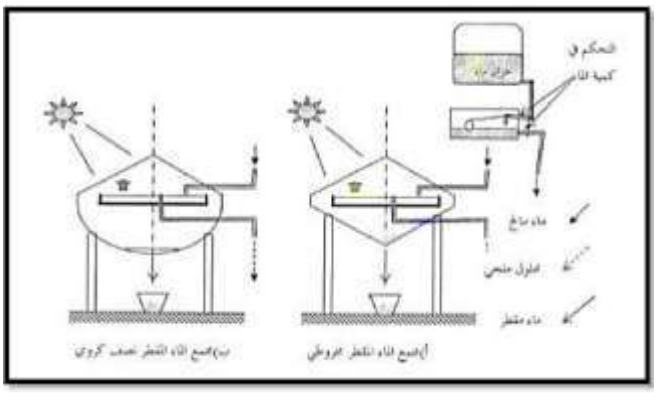
يعمل بنفس مبدأ المقطر الكروي إلا أن نظام مسح الماء المكثف على الجدار الداخلي للزجاج غير المستعمل[21] كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل (I- 18): المقطر الشمسي الاسطواني. [22]

- **المقطر الشمسي المخروطي:**

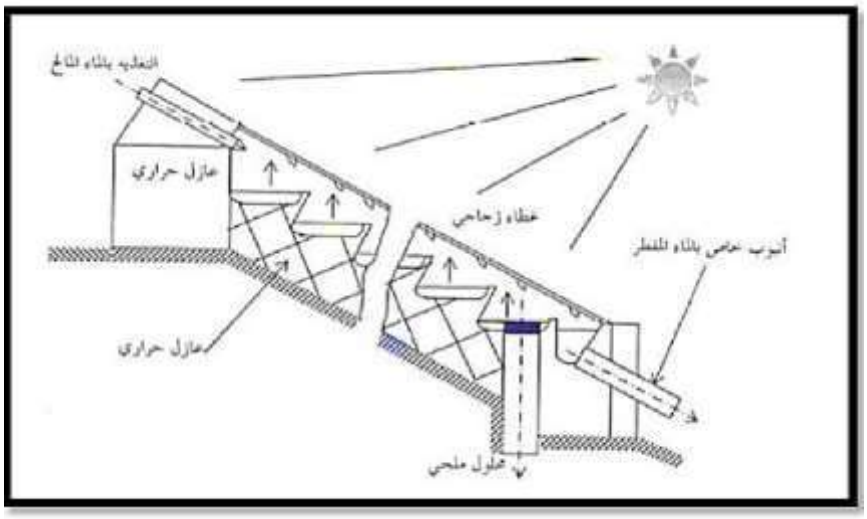
مشكل من غطاء مخروطي من الزجاج في الأعلى يسمح بمرور الإشعاع الشمسي؛ ومن قمع مخروطي في الأسفل لتجميع الماء المقطر[22] كما يوضحه الشكل التالي:



الشكل (I- 19): المقطر الشمسي المخروطي. [22]

- **المقطر الشمسي الشلال:**

يتكون من طوابق من الأحواض السوداء بها ماء مالح وكل حوض يمد للحوض الذي أسفله بالماء حتى يصل الماء للطابق السفلي كما هو موضح في الشكل التالي:



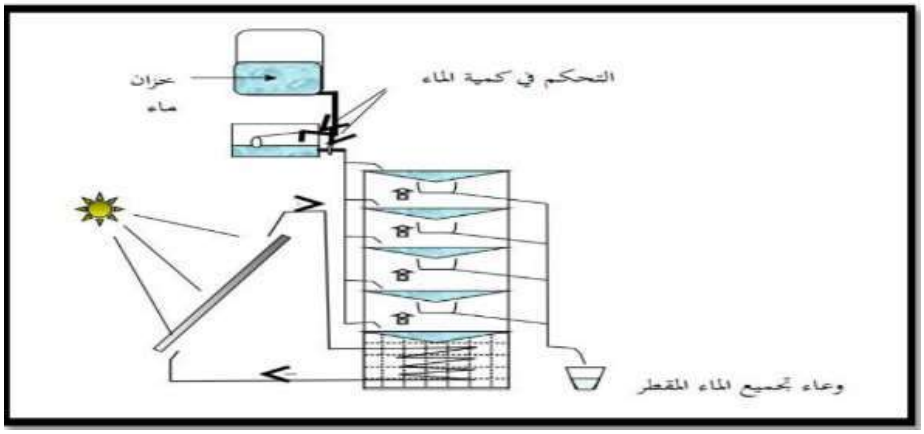
الشكل (I- 20): المقطر الشمسي الشلال [22].

❖ **المقطرات التي تعمل بمبدأ استرجاع الحرارة:**

يوجد في كل المقطرات ضياع على مستوى أجزاء الجهاز مهما كان نوع المقطر، ومقدار هذا الضياع يحدد مدى فعالية التقطير، واستغلال الحرارة الضائعة نستخدم تركيبات تضمن استرجاع الحرارة ومن بينها نجد مايلي:

- **المقطر الشمسي المتعدد الطوابق:**

يعمل المقطر الشمسي المتعدد الطوابق باستعمال غير مباشر لأشعة الشمس، ويتم تخزين المائع الحراري في لاقط شمسي ثم ينتقل الى مبدل حراري، ثم تنتقل الحرارة إلى حوض به مالح، يتبخر الماء المالح ويتكاثف على السطح السفلي للحوض الثاني يوجد فيه الماء المالح[21] كما هو موضح في الشكل:

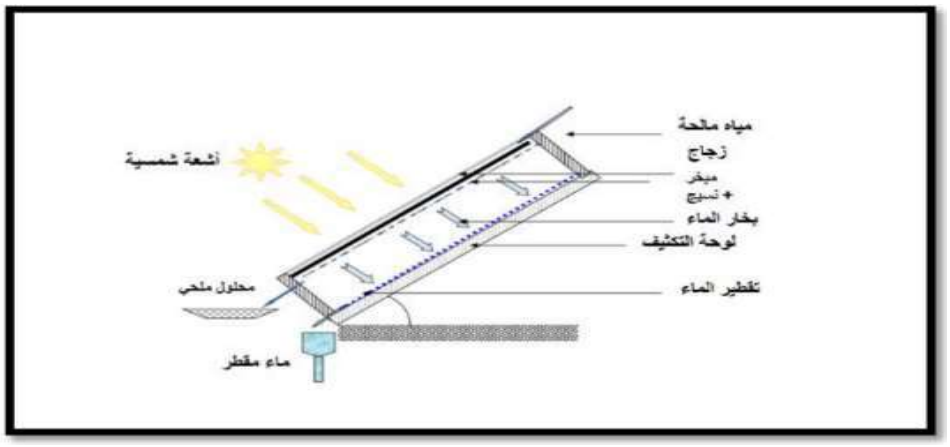


الشكل (I- 21): المقطر الشمسي المتعدد الطوابق. [22]

- **المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية (DIFICAP)**

بحيث تم انجازه أول مرة من طرف البروفيسور «P.LECOFF» بمخبر علوم الهندسة الكيميائية في منطقة NANCY بفرنسا مع البروفيسور «R.OUAHES» من جامعة الجزائر وقد جرب كل من النموذجين ذو الطابق الواحد وثلاث طوابق تحت ضروف طبيعية، في الجزائر العاصمة شهر أوت 1983.[23]

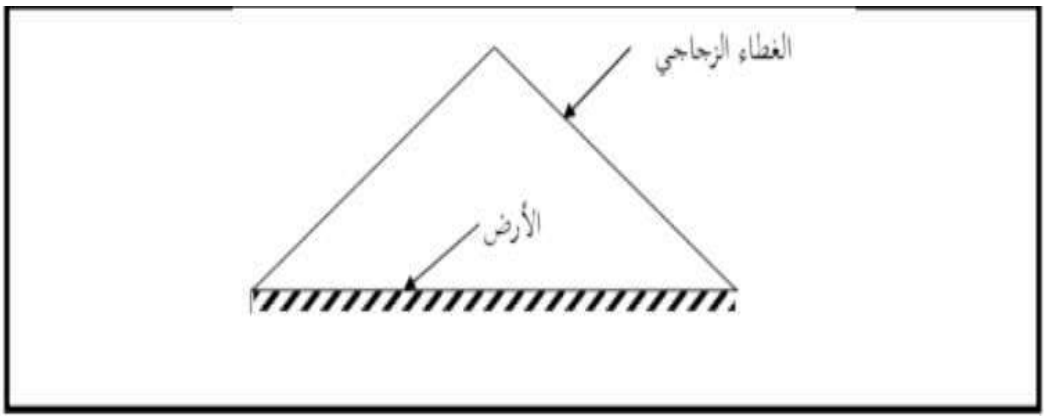
يتكون المقطر الشمسي الشعيري ذو الطابق الواحد من صفيحتين معدنيتين من الألمنيوم أو النحاس أو الفولاذ أحد أوجه الصفيحة التي تستقبل الإشعاع الشمسي يعتبر مبخر لرفع درجة حرارة هذه الصفيحة المقابلة التي تكون أبرد من الأولى، بالإضافة إلى إطار خشبي سميك مربع من أجل تحيز البخار، ومنظومة تغذية تعمل بالخاصية الشعرية ومخرجين احداهما لتصريف الماء والأخر للماء المقطر الناتج كما هو موضح في الشكل (I.22)



الشكل (I- 22): المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية. [22]

❖ **المقطر الشمسي أرض–ماء :**

كميات كبيرة من الرطوبة تخزن في الأرض وفي المناطق الجافة بحيث هذه الرطوبة تعود الى الغلاف الجوي خلال الفصل الساخن لإتمام الدورة الهيدروجينية الطبيعية لهذا نستعمل المقطر الشمسي) ارض–ماء) الذي يشبه المقطر ذو ميلين فقط نعوض الحوض الأسود بالأرض[24] كم يوضحه الشكل:



الشكل (I- 23): المقطر الشمسي أرض-ماء. [19]

خاتمة

في الختام، يمكن القول أن الأبحاث السابقة حول اللقطات الشمسية التقليدية في إنتاج مياه الشرب قد ساهمت في تطوير تقنية مهمة لمعالجة نقص المياه النظيفة في العالم. تم التركيز على تحسين كفاءة عملية التبخير والتكثيف، والتعامل مع التلوث وإزالة الملح، وتحسين تكلفة وأداء النظام، بفضل هذه الدراسات، توفر اللقطات الشمسية فرصة لاستخدام الطاقة الشمسية المتجددة بكفاءة لتحلية المياه وتنقيتها، مما يتيح لنا توفير مصادر مياه نظيفة ومستدامة للشرب واستخدامات أخرى. ومن المتوقع أن تستمر هذه الدراسات في التطور والتحسين في المستقبل، مما سيساعد على تحسين الأداء وتوسيع استخدام اللقطات الشمسية، مع التطوير المستمر للتكنولوجيا وزيادة التركيز على التنمية المستدامة، تعد اللقطات الشمسية حلاً واعدًا لتلبية الطلب على المياه في المناطق التي تعاني من ندرة المياه. من خلال الجمع بين التقنيات المبتكرة والبحث المستمر وجهود التطوير، يمكن أن تصبح اللقطات الشمسية بديلاً فعالاً ومستدامًا والمصدر المستقبلي لمياه الشرب.

الفصل الثاني:

عموميات حول الطاقات المتجددة

مقدمة

تعتبر الطاقات المتجددة مصادر طاقة تتجدد بشكل طبيعي ومتكرر، وتعتمد على مصادر طاقة متجددة في الطبيعة مثل الشمس والرياح والماء والحرارة الأرضية والكتلة الحيوية. تمتاز الطاقات المتجددة بأنها غير محدودة في الإمدادات، وهي أكثر استدامة وأقل تلوثاً بالمقارنة مع الطاقات التقليدية المستندة إلى الوقود الأحفوري وتشمل الطاقات المتجددة مجموعة واسعة من التقنيات والمصادر، بما في ذلك الطاقة الشمسية تستخدم الألواح الشمسية لتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الشمسية طاقة الرياح تستخدم محطات الطاقة الرياح لاستغلال قوة الرياح وتحويلها إلى طاقة كهربائية باستخدام الأجنحة الرياحية طاقة الماء تستخدم محطات الطاقة المائية التدفق المائي لتحويل الحركة الكينوتيكية للماء إلى طاقة كهربائية طاقة الحرارة الأرضية تستخدم مضخات الحرارة الأرضية لاستغلال حرارة الأرض وتحويلها إلى طاقة حرارية للتدفئة أو التبريد طاقة الكتلة الحيوية تستخدم النباتات والمواد العضوية القابلة للتحلل لإنتاج الوقود الحيوي وتوليد الطاقة تعد الطاقات المتجددة حلاً مهمًا للتحديات البيئية والاقتصادية التي تواجه العالم، حيث تقدم فرصًا لتوليد طاقة نظيفة ومستدامة وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة والتلوث البيئي، وتشهد هذه الصناعة تطورًا مستمرًا في التكنولوجيا وتوسعًا في استخدامها على نطاق واسع في العديد من البلدان حول العالم.من أجل توضيح كل هذا تطرقنا إلى المبحثين التاليين:

أولا: ماهية الطاقات المتجددة.

ثانيا: استخدامات وأسباب ومميزات وعوائق وعيوب الطاقات المتجددة.

تمهيد

في هذا الفصل ، نناقش أولاً تعريف الطاقة المتجددة. هي الطاقة التي تنتجها الموارد الطبيعية التي تتجدد بشكل أسرع من الطاقة المستهلكة ، مثل ضوء الشمس والرياح والمياه وحرارة الأرض. الطاقة المتجددة وفيرة وموجودة في كل مكان حولنا. الطاقة المتجددة حاليا أرخص في معظم البلدان..

II-1. مفهوم الطاقات المتجددة.

ويتم التطرق في هذا المطلب إلى مفهوم الطاقات المتجددة.

أولا: تعريف الطاقات المتجددة.

تعريف :01

هي الطاقات التي تحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي بذلك على عكس الطاقات غير المتجددة الموجودة غالبا في مخزون جامد في الأرض، لا يمكن الافادة منها إلا بعد تدخل الانسان لإخراجها.[25]

تعريف 02

تعرف الطاقة المتجددة بأنها المصادر الأولية الموجودة بالطبيعة ومتوفرة باستمرار وتشمل على الطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، طاقة الحرارة الجوفية، طاقة الكتلة الحيوية، بالإضافة إلى طاقة المد والجزر والمحيطات.[26]

تعريف 03:

هي الطاقة المولدة لمصدر طبيعي غير تقليدي، لا ينضب إلى يوم قيام الساعة، خلقها الله متجدد باستمرار، ملكا لجميع دول العالم غنيها وفقيرها لا يحتاج إلا إلى تحويلها من طاقة طبيعية إلى طاقة يسهل استخدامها بواسطة تكنولوجيا العصر.[27]

كما تعرفها أيضا وكالة الطاقة العالمية (IEA):

تتشكل الطاقة المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة تلقائية كأشعة الشمس والرياح والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها.[28]

كما يعرفها أيضا برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة (UNEP):

الطاقة المتجددة عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية، طاقة المد والجزر والمحيطات.[29]

مما سبق يمكن تعريف الطاقة المتجددة بأنها تلك الطاقات المستمدة من موارد طبيعية في الغالب غير استخراجية وغير قابلة للنفاذ وغير مضرة بالبيئة، وتسمح بالتقليل من الاعتماد على الموارد الغير المتجددة.

II-2. أهمية وأهداف الطاقات المتجددة يتم التطرق في هذا المطلب الى أهمية وأهداف الطاقات المتجددة

أولا: أهمية الطاقات المتجددة:

تتمثل أهمية الطاقات المتجددة في:

– في إطار الحفاظ على البيئة وحمايتها تكتسي الطاقات المتجددة أهمية كبرى على اعتبار دورها في الحفاظ على بقاء الموارد كما أنها لا تؤدي إلى حدوث أي اختلالات؛

– الطاقات المتجددة مرشحة بقوة لتخفيف الضغط على الطلب على الطاقات التقليدية الناضبة؛ حيث تعتبر مصادر مستدامة للطاقة؛

– من بين الأهمية التي تكتسبها الطاقات المتجددة أنها تعمل على تحقيق الوفرة المالية، فضلا عن المساهمة في خلق مناصب عمل إضافية وجديدة؛

– توفير امدادات الطاقة إلى المناطق النائية؛

– تكمن أهمية الطاقات المتجددة كذلك في دورها المحوري في خلق وضمان توليفة طاقوية، بمعنى آخر دورها في خلق تنوع اقتصادي يمكنه أن يساهم في بناء اقتصاد مستدام، كما يساعد الدول خاصة الربعية على ضمان أمنها الاقتصادي، حتى لو كان قطاع المحروقات يعاني من بعض الاختلالات في الأسعار في أسواق البورصات العالمية؛

– تضمن الطاقة المتجددة طائفة غير متجانسة من التكنولوجيات حيث تستطيع أنواع متعددة من الطاقة المتجددة توفير الكهرباء والطاقة الحرارية، والطاقة الميكانيكية، وكذلك إنتاج وقود قادر على الوفاء باحتياجات خدمات الطاقة المتعددة.[30]

ثانيا: أهداف الطاقات المتجددة:

تكمن هذه الأهداف في:

– تحسين وحماية البيئة والغلاف الجوي والحد من التأثيرات السلبية لقطاع الطاقة في مختلف النشاطات الاقتصادية وفي قطاعي الصناعة والنقل على وجه الخصوص، وتعتبر مصادر الطاقة المتجددة مصادر نظيفة لا تؤثر على البيئة؛

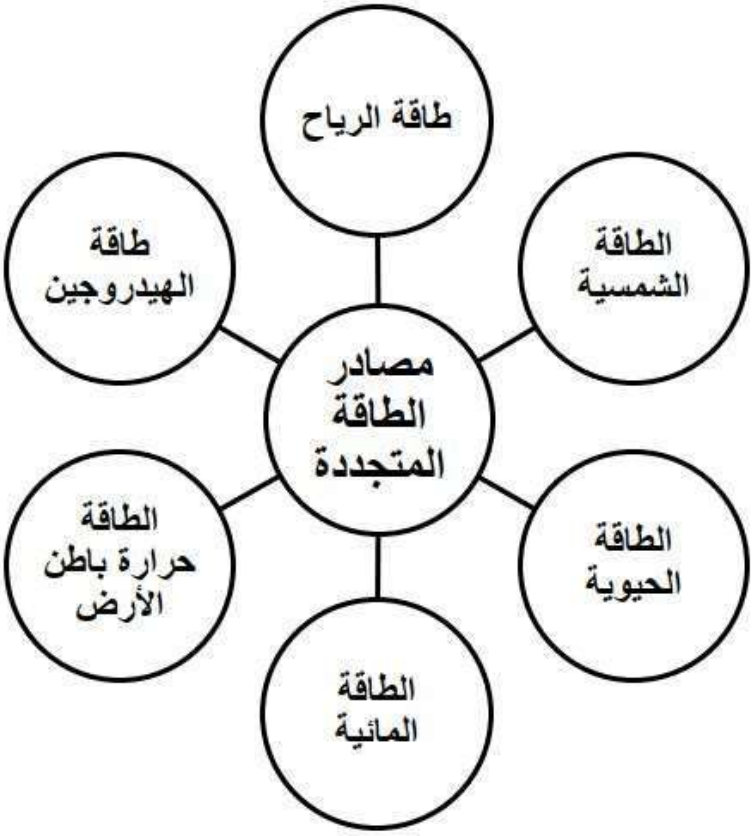
– الاستغلال العقلاني للموارد المتاحة حيث أصبحت البيئة عنصرا هاما من عناصر الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة ومتغيرا أساسيا من متغيرات التنمية المستدامة ولكون الكثير من الموارد الطبيعية غير متجددة مما يحتم استغلالها وفق قواعد تحافظ على البقاء ولا تؤدي إلى الاختلال أو كبح النمو إسنادا إلى التقديرات التي نشرتها منظمة الأغذية والزراعة، أن هناك نحو ملياري شخص في الدول النامية يسدون احتياجاتهم من الطاقة في الوقت الحاضر؛

– تحقيق التنمية البشرية ورفع مستوى المعيشة، إذ تتضح العلاقة بين التنمية البشرية والطاقة من خلال الارتباط القوي بين متوسط استهلاك الفرد من الطاقة ومؤشر التنمية البشرية وخاصة في الدول النامية يؤدي إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة دورا هاما في تحسن مؤشرات التنمية البشرية عن طريق تأثيرها في تحسين الخدمات التعليمية والصحية وبالتالي تحسين نوعية الحياة؛

– تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدام، يمثل قطاع الطاقة واحد من القطاعات التي تتنوع بها أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدامة، وفي ظل الزيادة في الاستهلاك نتيجة للنمو السكاني فإن الأمر يتطلب ضرورة الاستغلال المستدام للموارد الطبيعية وتنمية موارد الطاقة المتجددة خلق فرص العمل بحيث توفر أنظمة الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة ونظيفة ومتطورة تكنولوجيا.[31] .

II-3. مصادر الطاقات المتجددة وخصائصها.

تتعدد مصادر الطاقات المتجددة وهو ما نبينه في الشكل التالي:



الشكل (II-1): مصادر الطاقة المتجددة.

أولا: الطاقة الشمسية

1 –مفهوم الطاقة الشمسية (SOLAR ENERGY).

الطاقة الشمسية هي طاقة يتم الحصول عليها من ضوء الشمس، حيث تستعمل لتوليد الطاقة الكهربائية، وتزويد البنايات بالتدفئة والتبريد ولتسخين الماء، وقد استعملت الطاقة الشمسية لآلاف السنين ويطرق أخرى أيضا معظم الحياة على الأرض لا يمكن أن توجد بدون الشمس، ومعظم النباتات تنتج غذائها عن طريق عملية كيميائية تدعى التركيب الضوئي والتي تبدأ بضوء الشمس، والعديد من الحيوانات تضمن

النباتات كجزء من طعامها جاعلة الطاقة الشمسية كمصدر غير مباشر لغذائها وتغذية الناس على النباتات والحيوانات في سلسلة غذائها توفر أحد الأمثلة على أهمية طاقة الشمس بطرية مباشرة أو غير مباشرة فإن الشمس مسؤولة تقريبا عن كل مصادر الطاقة الموجودة على الأرض.**[32]**

2 –خصائص الطاقة الشمسية:

للطاقة الشمسية العديد من الخصائص من بينها نجد:

الطاقة الشمسية طاقة نظيفة لا ينتج عن انتاجها أو استهلاكها تلوث وهو ما يكسبها وضعا خاصا في هذا المجال، وخاصة في ظل تزايد خطورة المشاكل البيئية التي يعرفها العالم تعتبر مصدرا متجددا غير قابل للنضوب وبلا مقابل مما يسهل امكانية انشاء المشاريع المستدامة التي تعتمد في تلبية احتياجاتها من الطاقة على الطاقة الشمسية عدم خضوع الطاقة الشمسية لسيطرة النظم السياسية والدولية والمحلية التي قد تحد من التوسع في استغلال أي كمية منها توافر الطاقة الشمسية في جميع الأماكن، وكذا عدم اعتماد تحويلها على أشكال الطاقة المختلفة بل على شدة الاشعاع الشمسي الوارد الى الأرض بساطة التقنية المعتمدة في تحويل الطاقة الشمسية إلى أشكال الطاقة المختلفة، اضافة إلى توفر عامل الامان بالنسبة للعاملين في مجال انتاج الطاقة من الشمس مقارنة بالعاملين في مجال استغلال الطاقات التقليدية.[33]

ثانيا: طاقة الرياح

1–مفهوم طاقة الرياح (WIND ENERGY):

تعتبر طاقة الرياح أحد مظاهر الطاقة الشمسية، فالشمس ترفع درجة حرارة طبقات الفضاء وهي ليست على درجة حرارة واحدة في كل الأماكن وفي الطبقات المختلفة الارتفاع، بل تتحكم في تلك الزاوية التي تسقط بها الاشعة الشمسية على هذه الطبقة وينتقل الهواء البارد ليحل محل الهواء الساخن، وكذلك

يرتفع الهواء الساخن بدوره الى أعلى ليحل مكانه الهواء البارد هذه التحركات هي التي تسبب الرياح فتختلف من وضع إلى آخر، من فصل الى فصل، وإن كان المتوسط في أي شهر من العام يكاد يكون مماثلا للمتوسط في الشهر نفسه من الأعوام الأخرى.

وطاقة الرياح طاقة هائلة يمكن الحصول منها على ملايين الكيلوات، فتغنينا عن اضعاف ما يستهلك اليوم من منتجات وقود البترول والفحم وبالتقريب فإن 2% من اشعة الشمس التي تسقط على سطح الأرض تتحول الى طاقة حركة الرياح، ويزيد مقدار هذه الطاقة على كمية الطاقة الكلية المستخدمة فعليا في العالم كله على مدار العام.**[34]**

2-خصائص طاقة الرياح:

لطاقة الرياح العديد من الخصائص من بينها نجد:[35]

- هي طاقة مجانية ولا تحتاج الى صيانة مستمرة؛
- أنها طاقة نظيفة ولا تنتج عنها مواد ملوثة ولا ضارة بالبيئة؛
- تستخدم في ضخ المياه وفي طحن الحبوب؛
- تستخدم الطاقة الهوائية في تسيير المراكب والسفن الشراعية كما انها تستخدم بقوة في توليد الكهرباء حديثا.

ثالثا: الطاقة الحيوية

1-مفهوم الطاقة الحيوية (Biomass ENERGY):

الطاقة الحيوية هي طاقة متجددة تنتج من الأشياء الحية كالمواد النباتية أو الفضلات التي تنتجها الكائنات الحية مثل السماد الحيواني، ويمكن استخدامها في تدفئة البنايات وانتاج الكهرباء؛ وتشكل طاقة

الكتلة الحيوية ما نسبته 14% من احتياجات الطاقة في العالم، وتزداد أهمية هذه الطاقة في الدول النامية حيث ترتفع تلك النسبة الى حوالي 35% من احتياجات الطاقة في تلك الدول، وخاصة في المناطق الريفية.

تعمل الطاقة الحيوية أو ما يسمى بالوقود الحيوي بالاحتراق، إما مباشرة مثل وضع الخشب على النار، أو بشكل غير مباشر مثل تشغيل المحرك، وهي تستعمل كوقود بديل مباشر أو متمم للوقود التقليدي[36]. "والشكل التالي يمثل دورة انتاج الوقود الحيوي:

الشكل (II- 2): دورة إنتاج الوقود الحيوي. [37]

2-خصائص الطاقة الحيوية:

للطاقة الحيوية العديد من الخصائص من بينها نجد:[34]

- إمكانية تخزين الطاقة الحيوية، وهو ما يعطي قدرا من المرونة في توفيرها، حيث يمكن توفيرها في أي وقت للوفاء بمختلف الاحتياجات، وينطبق ذلك على الخامات الأساسية كالأخشاب، وعلى المنتجات الواسطة أو النهائية كالغاز الحيوي؛

– امتلاك كل دول العالم كتلة حيوية صلبة يمكن استخدامها في توفير امدادات الطاقة؛

– يساعد استخدام الكتلة الحيوية على التخفيف من مشكلات التخلص من النفايات البلدية أثناء توفير مجالي الزراعة والعمل بالغابات وفي عملية تحويل الطاقة الحيوية بأكملها من جهة، ومن جهة أخرى تفتح زراعة المحاصيل المنتجة للطاقة مجالا جديدا للأعمال التجارية أمام المزارعين؛

– يعمل استخدام الطاقة الحيوية على نزع مركزية انتاج الطاقة ويخلق دورة للمادة والطاقة. تأثير الطاقة الحيوية على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، فلا تنبعث منها الا كمية ثاني أكسيد الكربون التي امتصتها النباتات من قبل أثناء نموها؛

– عدم الانتفاع المزدوج للمناطق الزراعية من استخدام الطاقة الحيوية، إذ يتم تأمين واستحداث وظائف في الطاقة التي تعد الدول في أمس الحاجة اليها.

رابعا: طاقة الهيدروجين

1-مفهوم طاقة الهيدروجين (HYDROGEN Energy)

تعتبر خلايا الوقود تكنولوجيا واعدة للعمل كمصدر للحرارة والكهرباء في المباني والسيارات، لذا تعمل شركات تصنيع السيارات على تصنيع وسائل نقل تعمل بخلايا الوقود والتي تحتوي على جهاز كهرو كيميائي بفضل الهيدروجين والأكسجين لإنتاج كهرباء يمكنها إدارة محرك كهربائي يتولى تسيير العربة، إلا أن المشكل هنا يكمن في استهلاك قدر كبير من الطاقة اللازمة لإعداد بنية تحتية تشمل إنشاء محطات التزود به وغيرها من التجهيزات الضرورية لهذه المحطات.[38]

2-خصائص طاقة الهيدروجين

لطاقة الهيدروجين العديد من الخصائص من بينها نجد:[34]

– الهيدروجين عنصر قابل للاحتراق ذو محتوى حراري عالى ولا ينتج عن احتراقه أي غازات ملوثة للبيئة؛

– انه مصدر متوفر بكميات كبيرة في الطبيعة، وخصوصا في مياه البحار والمحيطات وهو دائم ومتجدد إذ أن احتراقه يولد الماء النقي الذي يمكن أن نستخلص منه الهيدروجين مرات متتالية وغير محدودة؛

– سهولة نقله وتخزينه فالهيدروجين يمكن نقله بشكل سائل أو غاز سواء في صهاريج أو عبر شبكات الأنابيب وهو ما يجعله وقودا مقبولا للاستهلاك؛

– إمكانية تخزينه لفترات طويلة واستعماله عند الحاجة دون أن يؤثر ذلك في خصائصه؛

– يمكن استخدام الهيدروجين في البيوت السكنية بدلا من الغاز الطبيعي وبصورة خاصة لأغراض الطبخ والتسخين والتدفئة؛

– إمكانية استعماله كوقود لمختلف وسائل النقل دون اجراء تغييرات كبيرة في أجهزة المحركات المعمول بها حاليا.

خامسا: طاقة حرارة باطن الأرض:

1-مفهوم طاقة حرارة باطن الأرض (GEOTHERMAL ENERGY):

توصف طاقة حرارة باطن الأرض بأنها أحد أهم مصادر الطاقة، أنها تكفي لتوليد كميات ضخمة من الكهرباء في المستقبل. فمنذ آلاف السنين استمد منها الإنسان الحرارة، كما أنتج منها الكهرباء على مدار التسعين عاما الماضية، ويذكر دونالد اتكين أن طاقة حرارة باطن الأرض تعد مصدرا أساسيا للطاقة المتجددة لنحو 58 دولة، منها 39 دولة يمكن امدادها بالكامل بنسبة 100% من هذه الطاقة.**[39]**

2-خصائص طاقة حرارة باطن الأرض:

الطاقة حرارة باطن الأرض خصائص منها:

- طاقة نظيفة وغير ملوثة للجو، تمتاز محطات الطاقة الكهربائية للحرارة الأرضية بالكفاءة، ويمكن أن ننتج قدرة أكثر من المحطات التي تعمل على إحراق الوقود الأحفوري، كما أنها لا تأخذ مساحات كبيرة. يمكن للمحطات العمل بدون توقف، وهي ليست عرضة لتقلبات الطقس أو الكوارث الطبيعية أو الاضطرابات السياسية مثل المحطات التقليدية. لا تتطلب استهلاك الوقود الأحفوري، فهي تخفض الاعتماد على المحروقات، وتخفض من الاشعاعات الضارة.[34]

سادسا: الطاقة المائية:

1-مفهوم الطاقة المائية (Hydropower energy):

يعود تاريخ الاعتماد على المياه كمصدر للطاقة إلى ما قبل اكتشاف الطاقة البخارية في القرن الثامن عشر، حيث استخدم الإنسان مياه الآبار في تشغيل بعض النواعير التي كانت تستعمل لإدارة مطاحن الدقيق وآلات النسيج ونشر الأخشاب أما اليوم وبعد أن دخل الإنسان عصر الكهرباء بدأ استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية، كما تشهد في دول عديدة مثل النرويج والسويد وكندا والبرازيل، ومن أجل هذه الغاية تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الأمطار، وتبنى السدود الاصطناعية لتوفير كميات كبيرة من الماء تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة.[40]

2 -خصائص الطاقة المانية:

للطاقة المائية خصائص متعددة من بينها نجد:[35]

- تعتبر الطاقة المائية طاقة مجانية ومتوفرة بكثرة؛

- تعتبر من أرخص أنواع توليد الكهرباء؛

- طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة؛

- تستعمل في توليد الكهرباء لجميع أنواع الصناعات.

معادلات التبادل الحراري

هناك عدة معادلات تستخدم لتحليل وحساب معدلات التبادل الحراري في العديد من الحالات. وفيما يلي بعض المعادلات الشائعة:

1 .معادلة انتقال الحرارة الهاوند:

تُستخدم لحساب معدل انتقال الحرارة بين سطحين بدرجات حرارة مختلفة ومن خلال وسيط مادي متوسط، مثل الهواء أو الماء.

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

حيث:

Qهو معدل انتقال الحرارة (بوحدة واط) ؛

Uهو معامل الانتقال الحراري (بوحدة واط/متر مربع درجة حرارة) ؛

Aهي مساحة سطح الاتصال (بوحدة متر مربع) ؛

ΔTهو فرق درجة الحرارة بين السطحين (بوحدة درجة حرارة).

2 .معادلة قانون التوصيل الحراري (قانون فوريه):

تُستخدم لحساب معدل انتقال الحرارة عبر مادة موصلة، مثل جدران الحاويات أو المواسير.

$$Q = -k \times A \times (dT/dx)$$

حيث:

Qهو معدل انتقال الحرارة (بوحدة واط) ؛

kهو معامل التوصيل الحراري للمادة (بوحدة واط/متر درجة حرارة)؛

Aهي مساحة سطح الاتصال (بوحدة متر مربع) ؛

DT/dxهو معدل التغير في درجة الحرارة بالنسبة للمسافة (بوحدة درجة حرارة/متر).

3 .معادلة قانون الاشعاع (قانون ستيفان–بولتزمان):

تُستخدم لحساب معدل انتقال الحرارة عبر الإشعاع الحراري بين سطحين.

$$Q = \varepsilon \times \sigma \times A \times (T_1^4 - T_2^4)$$

حيث:

Qهو معدل انتقال الحرارة (بوحدة واط) ؛

εهو الاستقطاب الإشعاعي للسطح (بدون وحدة)؛

σ هو ثابت ستيفان بولتزمان (بقيمة 5).

معادلات التبخر الحراري

يمكن استخدام معادلة البخار المشبع (معادلة كلابيرون–كلاوسيوس) لحساب معدل التبخر الحراري. هذه المعادلة تعتبر تقريبية وتستخدم في حالة وجود سطح مائي مفتوح.

4.معادلة كلابيرون–كلاوسيوس:

$$E = C \times A \times (P - Pw)$$

حيث:

Eهو معدل التبخر الحراري (بوحدة واط) ؛

Cهو معامل التبخر (يعتمد على الظروف وقيمه يتراوح من 0.5 إلى 1.0) ؛

Aهي مساحة سطح الماء المفتوح (بوحدة متر مربع) ؛

Pهو ضغط البخار الجوي (بوحدة بسكال) ؛

Pwهو ضغط البخار المشبع للماء عند درجة الحرارة السطحية (بوحدة بسكال) ؛

قد تحتاج إلى معادلات إضافية لحساب ضغط البخار المشبع للماء (Pw) في درجة حرارة السطح. يمكن استخدام معادلة كلابيرون كلاوسيوس أو طرق قياسية أخرى لتحقيق ذلك.

4-II. التنمية المستدامة:

هي مفهوم يهدف إلى تلبية احتياجات الجيل الحالي دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها ومن بين أهم التحديات التي تواجه العالم في الوقت الحالي هي تلبية احتياجات الطاقة المتزايدة

والحفاظ على البيئة والتنوع البيولوجي، تشير الإحصائيات إلى أن الطاقة المتجددة تشكل نحو 18% من الاستهلاك العالمي للطاقة، ويتوقع أن يزداد الاعتماد عليها في المستقبل.[41] .

تشمل الطاقات المتجددة الشمسية والرياح والمياه والحرارية مصادر الوقود، والتي تتميز بأنها نظيفة وغير ملوثة للبيئة يعتبر الاستثمار في الطاقة المتجددة مفيدًا بشكل كبير، حيث يقدم فرص عمل جديدة ويساعد في تحسين البيئة والاستدامة الاقتصادية.

تشير الإحصائيات إلى أن الطاقة الشمسية تشكل أكبر حصة من الطاقة المتجددة المستخدمة في العالم، تليها طاقة الرياح ومن بين الدول الرائدة في استخدام الطاقة المتجددة هي الصين والولايات المتحدة والهند واليابان والمملكة المتحدة وألمانيا.[42] .

تعد التكنولوجيا والابتكار أدوات مهمة لدعم التنمية المستدامة في مجال الطاقة المتجددة فعلى سبيل المثال، تتضمن التكنولوجيا الجديدة في مجال الخلايا الشمسية تحسين كفاءة استخدام الطاقة الشمسية وتقليل تكلفة الإنتاج كما يتم تطوير التكنولوجيا في مجال الرياح لتحسين كفاءة الطاقة.[42]

II.4-1. دور الطاقات في تحقيق التنمية المستدامة

تلعب الطاقة دورًا حاسمًا في تحقيق التنمية المستدامة على مستوى العالم إليك بعض الأدوار الرئيسية التي تلعبها الطاقة في هذا السياق:

- **النمو الاقتصادي المستدام:** تعتبر الطاقة محركًا أساسيًا للنمو الاقتصادي، وتدعم الإنتاج والتصنيع والخدمات في جميع القطاعات بدون توفر الطاقة الكافية والمستدامة، يصعب تحقيق النمو الاقتصادي طويل الأمد؛

- **التحسينات الاجتماعية:** يؤدي توفر الطاقة النظيفة والمستدامة إلى تحسين جودة الحياة وظروف المعيشة للأفراد فمن خلال توفير الكهرباء والوقود للمنازل والمجتمعات، يتم تمكين الأشخاص من الحصول على إضاءة، وتدفئة، وتبريد، ووسائل الاتصال، والترفيه، والنقل العام، والخدمات الصحية والتعليمية؛
- **حماية البيئة:** تساهم استخدامات الطاقة المستدامة في تقليل تأثيرات التلوث البيئي وتغير المناخ على سبيل المثال، تنتج مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح والماء أقل كميات من الانبعاثات الضارة بالمقارنة مع الوقود الأحفوري التقليدي؛
- **تعزيز الأمن الغذائي:** يعتمد القطاع الزراعي بشكل كبير على الطاقة في عمليات الري والتشغيل والتصنيع والتوزيع الغذائي. توفير الطاقة الكافية والمستدامة يسهم في زيادة إنتاجية الزراعة وتحسين الأمن الغذائي.

II-4-2. الطاقة المتجددة والابعاد البيئية للتنمية المستدامة

الطاقة المتجددة تلعب دورًا حيويًا في تحقيق التنمية المستدامة من الناحية البيئية إليك بعض الأبعاد البيئية للتنمية المستدامة المرتبطة بالطاقة المتجددة[43] :

1. **الحد من الانبعاثات الضارة:** تعتبر مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح والمائية خيارات نظيفة لتوليد الكهرباء وتلبية الاحتياجات الطاقوية تعمل هذه المصادر بطرق تقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتلوث الهواء الناجم عن الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط وبالتالي، تساهم الطاقة المتجددة في تخفيض الآثار السلبية على التغير المناخي وتلوث الهواء.
2. **حماية الموارد الطبيعية:** تعتمد العديد من مصادر الطاقة الأحفورية على استخراج الموارد الطبيعية مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي وهذا يؤدي إلى استنزاف هذه الموارد الغير متجددة وتأثيرات سلبية على البيئة، بما في ذلك تدهور البيئات الطبيعية والتلوث بالمقابل، تعتمد الطاقة المتجددة على مصادر

طبيعية متجددة مثل أشعة الشمس والرياح والماء، مما يحافظ على استدامة الموارد الطبيعية ويحمي التنوع البيولوجي.

3. **تقليل التأثيرات البيئية السلبية:** تقلل الطاقة المتجددة من التأثيرات السلبية على البيئة والنظم الإيكولوجية على سبيل المثال، مشاريع الطاقة الشمسية والرياح لا تحتاج إلى تجريف الأراضي أو إلى إنشاء سدود.

II-4-3. الطاقة المتجددة والأبعاد الاقتصادية والإجتماعية للتنمية المستدامة

الطاقة المتجددة تلعب أيضًا دورًا هامًا في التنمية المستدامة من النواحي الاقتصادية والاجتماعية. إليك بعض الأبعاد المهمة في هذا السياق[44] :

- **الأبعاد الاقتصادية:**

1. **تعزيز الاستدامة المالية:** يمكن أن تسهم الطاقة المتجددة في تحقيق الاستدامة المالية من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والتكاليف المرتبطة به على المدى الطويل، يمكن أن تكون الطاقة المتجددة أكثر تكلفة فعالية واقتصادية، حيث تكون مصادر الطاقة المتجددة غير قابلة للنفاد وتحتاج إلى تكاليف صيانة وتشغيل أقل.
2. **توفير فرص العمل:** يمكن أن تخلق صناعة الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة ومستدامة في مجالات مثل تصميم وتطوير التكنولوجيا الجديدة، وبناء وتركيب المشاريع، وصيانة وإدارة المنشآت تزيد هذه الوظائف من التشغيل والدخل وتعزز النمو الاقتصادي في المجتمعات المحلية والوطنية.

- **الأبعاد الاجتماعية:**

1. **الوصول إلى الطاقة:** يمكن للطاقة المتجددة تعزيز الوصول المستدام للطاقة في المجتمعات النائية والمناطق الريفية الفقيرة باستخدام تقنيات مثل الطاقة الشمسية القابلة للتنقل والأنظمة الشبكية المستقلة، يمكن توفير الكهرباء والطاقة للمجتمعات التي لا تتوفر فيها شبكات توزيع الكهرباء التقليدية.
2. **تعزيز التنمية المجتمعية:** تسهم الطاقة المتجددة في تعزيز التنمية المستدامة للمجتمعات المحلية.

II-4-3-1. الطاقة المتجددة والتنمية البشرية

الطاقة المتجددة تلعب دورًا هامًا في التنمية البشرية وتحقيقها بطرق عدة، وفيما يلي بعض النقاط التي توضح العلاقة بين الطاقة المتجددة والتنمية البشرية[44] :

1. **تحسين جودة الحياة:** توفر الطاقة المتجددة وصولًا مستدامًا إلى الخدمات الأساسية مثل الكهرباء والتدفئة والتبريد والإضاءة هذا يؤدي إلى تحسين جودة الحياة للأفراد ويساهم في تلبية احتياجاتهم الأساسية، مما يؤثر إيجابًا على صحتهم وراحتهم العامة.
2. **تعليم وتمكين:** يعزز توفر الطاقة المتجددة الوصول إلى التعليم والمعرفة يتيح الإنترنت والتكنولوجيا المعتمدة على الطاقة المتجددة الفرص التعليمية والتدريبية للأفراد في المجتمعات التي لا تتوفر فيها الكهرباء التقليدية كما يمكن استخدام الطاقة المتجددة في تشغيل مرافق تعليمية مثل المدارس والجامعات والمراكز الثقافية.
3. **التنمية الاقتصادية:** تشجع الطاقة المتجددة على تنمية القطاعات الاقتصادية وتعزز الفرص الاقتصادية والتوظيف. توفر صناعة الطاقة المتجددة فرصًا للاستثمار والابتكار وتعزز نشاطات الأعمال المحلية وتخلق وظائف جديدة في مجالات مثل التصميم والتصنيع والتركيب والصيانة.

4. **الاستدامة البيئية:** يعتبر الاعتماد على الطاقة المتجددة خطوة هامة نحو الاستدامة البيئية تعزز المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح والمائية.

II-4-3-2. تغير أنماط والاستهلاك الغير مستدامة

تغير أنماط الاستهلاك الغير مستدام هو جزء أساسي من التحول نحو التنمية المستدامة، إليك بعض الجوانب المهمة لهذا التغيير:

1. **الحد من الاستهلاك المفرط:** ينبغي أن يتغير نمط الاستهلاك الذي يعتمد على الاستهلاك المفرط للموارد الطبيعية غير المتجددة يجب التحول نحو استهلاك مستدام يراعي الحفاظ على الموارد وتقليل النفايات والتلوث.
2. **التوجه نحو المنتجات المستدامة:** يجب تشجيع الاستهلاك المستدام من خلال دعم المنتجات والخدمات التي تحقق التوازن بين الاحتياجات البشرية والآثار البيئية السلبية المحتملة ينبغي تشجيع الابتكار والتطوير في تصميم المنتجات لتحسين كفاءة الاستهلاك وتقليل التأثيرات البيئية السلبية.
3. **الاستثمار في التكنولوجيا المستدامة:** ينبغي دعم التكنولوجيا المستدامة التي تساعد في تحقيق استهلاك أكثر فعالية للطاقة والموارد، مثل توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة الطاقة في المباني والصناعات.
4. **تعزيز الوعي والتثقيف:** ينبغي توعية الناس بأهمية تغيير أنماط الاستهلاك غير المستدامة وتعزيز الثقافة البيئية والمسؤولية في اتخاذ القرارات الاستهلاكية يمكن تحقيق ذلك من خلال حملات التوعية والتثقيف والتعليم العام حول التأثيرات البيئية للاستهلاك غير المستدام وفوائد التحول نحو الاستهلاك المستدامة.

خاتمة

في الختام ، تعد الطاقة المتجددة مفتاحًا مهمًا لمستقبل طاقة نظيفة ومستدامة. تعد مصادر الطاقة البديلة هذه حلولًا واعدة لتحديات مثل تغير المناخ والتلوث البيئي واستنفاد موارد الوقود الأحفوري. شهدت الطاقة المتجددة نموًا كبيرًا في جميع أنحاء العالم بسبب التطور التكنولوجي المستمر وزيادة التركيز على الاستدامة. توفر مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية فرصًا كبيرة لتحقيق الاعتماد على الطاقة النظيفة وتلبية احتياجات الطاقة الاجتماعية ، بالإضافة إلى الفوائد البيئية ، تعمل الطاقة المتجددة على تعزيز استقلال الدول في مجال الطاقة ، وتعزز التنمية المستدامة ، وتوفر وظائف جديدة في مجال الطاقة النظيفة،من خلال الاستثمار في البحث والابتكار وتوسيع البنية التحتية ، يمكننا تعزيز استخدام الطاقة المتجددة وتمكين انتقال الطاقة العالمي نحو مستقبل أكثر استدامة وأكثر اخضرارًا. من خلال تبني مصادر الطاقة النظيفة هذه ، نحمي البيئة ونضمن إمدادات الطاقة للأجيال القادمة.

الفصل الثالث:

دراسة التجريبية على تأثير سمك المطاط

III-1 مقدمة:

تجربة المقطرات الشمسية التقليدية في عدة أزمنة في اليوم تعتبر أحد الأساليب الشائعة لاستخدام الطاقة الشمسية لإنتاج المياه الصالحة للشرب، تعتمد هذه التقنية على تحويل طاقة الشمس إلى حرارة لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار مائي، ثم تكثيف هذا البخار للحصول على الماء الصالح للشرب.

في أوقات النهار، تكون الأشعة الشمسية قوية ومتاحة بكمية كبيرة، مما يجعل استخدام المقطرات الشمسية في تلك الأوقات أكثر فعالية، وتعمل المقطرات الشمسية عند هذه الأوقات على طاقتها القصوى لتسخين المياه وإنتاج الماء النقي.

أما في أوقات الليل وفي الفترات الغير مشمسة، فإن الطاقة الشمسية غير متاحة بنفس الكمية، وبالتالي، يمكن استخدام أنظمة تخزين الحرارة أو الطاقة المتجددة الأخرى لتزويد المقطرة بالطاقة اللازمة المياه وإنتاج الماء في تلك الفترات.

تجربة المقطرات الشمسية في عدة أزمنة في اليوم تسمح بتحقيق استخدام مستدام للطاقة الشمسية وإنتاج المياه النقية على مدار الساعة، ومع تطور التكنولوجيا، تم تحسين كفاءة وأداء المقطرات الشمسية لضمان استفادة قصوى من الطاقة الشمسية المتاحة في جميع الأوقات.

تجربة المقطرات الشمسية في عدة أزمنة في اليوم تعد خطوة هامة نحو توفير مصادر مستدامة وموثوقة للمياه الصالحة للشرب، خاصة في المناطق التي تعاني من نقص المياه أو تعتمد على مصادر المياه المحدودة.

تطرقنا في الفصول السابقة إلى دراسة لمحة تاريخية للمقطرات والطاقات المتجددة أما في هذا الفصل سوف نتطرق إلى الجانب التجريبي والمتمثل في تحسين المقطر الشمسي التقليدي في زيادة سمك المطاط،

واعتمدت هذه التجربة في تحسين المردود المقطر الشمسي باستعمال المطاط وتمت هذه التجربة في 2023/05/06.

III-2 المقطر الشمسي البسيط

الشكل (III- 1): المقطر الشمسي البسيط

❖ **تعريفه:**

هو المقطر الأكثر استعمال في العالم، حيث يحتوي على حوض به ماء مالح، مطلي باللون الأسود من اجل امتصاص كمية أكبر من الاشعاع الشمسي، ويغطى هذا الحوض بغطاء شفاف من الزجاج يكون مائلا بزاوية معينة لتكثيف البخار في الجزء الداخلي للغطاء.

❖ **مبدأ عمله:**

التقطير الشمسي هو ظاهرة تجريبية لها نفس مبدا عمل الظواهر الطبيعية، فعندما تنبعث الأشعة الشمسية على ماء البحر أو المحيطات أو الأنهار فإنها تسخن هذه المياه فتتبخر وترتفع الى الأعلى، ثم ينتقل البخار بالرياح حتى يصل الى مكان أكثر برودة فيتكثف وتتشكل السحب لينزل المطر بعد ذلك.

❖ **طريقة عمله:**

- يسخن الاشعاع الشمسي المنبعث الماء المالح الموجود في المقطر؛
- يتبخر الماء المالح؛
- ينتقل البخار نحو سقف المقطر (الزجاج) عن طريق الحمل الحراري؛
- يتكثف البخار على السطح الداخلي للزجاج مشكل قطرات ماء عذب تنزلق في وعاء تجميع الماء.

❖ **تركيبته:**

استعملنا في هذه التجربة المقطر الشمسي ذو الميل الواحد ويتكون من:

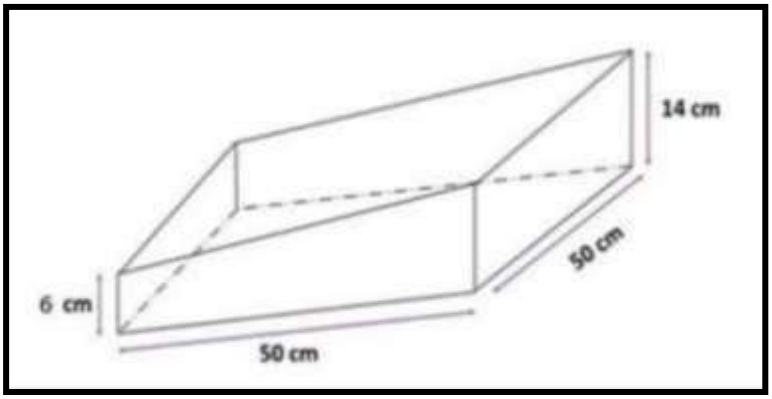
الهيكل الخارجي (الصندوق):

يكون مصنوع من مادة عازلة (الخشب)، وهو من أهم مكونات المقطر حيث يوضع فيه الماء المراد تقطيره وتطلي قاعدته وجوانبه باللون الاسود.

وتكون أبعاد المقطر الشمسي :

- الطول:50 cm؛
- العرض: 50 cm؛
- مساحة الحوض: $2500\ cm^2$؛
- السمك: 5cm؛
- الارتفاع الأمامي: 6 cm؛
- الارتفاع الخلفي: 14 cm؛

- زاوية الميل: (10°،).



الشكل (III- 2): رسم توضيحي للشكل الخارجي للمقطر.

➢ **الغطاء الزجاجي:**

يتكون من الزجاج العادي الموجود في أسواق المنطقة، شفاف يسمح بمرور أكبر قدر من الاشعاع الشمسي وتكون أبعاده كتالي:

- الطول:51 cm؛
- العرض: 50 cm؛
- السمك: 3 mm.

➢ **أنبوب تجميع المياه:**

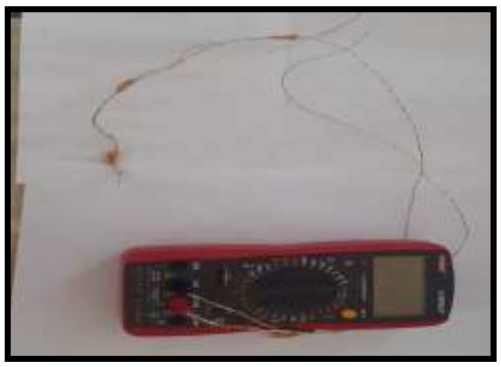
هو عبارة عن انبوب بلاستيكي قطره 2.5 cm يكون مثقوب طوليا، يسمح بدخول جزء من الزجاج لتنزل قطرات الماء المتكاثفة على مستوى الأنبوب وتتجمع فيه لتعبر الى اناء خاص بتجميع الماء المقطر.

III-3 أجهزة وأدوات القياس المستعملة في التجربة:

❖ **جهاز متعدد القياسات:**

هو عبارة عن جهاز يمكن بواسطته قياس كل من التوتر، شدة التيار الكهربائي، المقاومة بالإضافة الى وظائف اخرى تختلف من جهاز الى اخر كتعيين درجة الحرارة، قياس التردد، تحديد نوعية الترانستور،

كشف الصمام الثنائي يلعب هذا الجهاز دور الفولط متر، الامبير متر والاوم متر كما هو موضح في الصورة التالية:



الشكل (III- 3): جهاز متعدد القياسات.

❖ **بيرانومتر:**

هو عبارة عن جهاز يستعمل لقياس شدة الاشعاع الشمسي.

❖ **جهاز قياس PH متر:**

الشكل (III- 4): جهاز قياس ال PH متر.

❖ **جهاز قياس الناقلية الكهربائية:**

الشكل (III- 5): جهاز قياس الكهربائية.

❖ **الانبوب المدرج**

نستعمل الانبوب المدرج لقياس كمية الماء المقطر الناتج عند كل ساعة.

الشكل (III- 6): أنبوب مدرج.

III-4 خطوات التجربة

تم إجراء التجربة يوم السبت 06/05/2023 وتحت نفس الظروف المناخية ونفس الابعاد الهندسية باستثناء الغطاء الزجاجي حيث يوجد اختلاف في سمك المطاط (1cm, 2cm, 3cm)، تم تعريض أربع مقطرات شمسية بسيطة لي أشعة الشمس بعد ان وضعت فيهما كمية من الماء المالح تقدر بـ 3 لتر، حيث تم قياس كل من درجة الحرارة للغطاء الزجاجي الداخلي والخارجي، ودرجة حرارة الماء والجو وتم قياس كمية الماء المقطر المنتج عند كل ساعة، من الساعة 8:00 صباحا إلى الساعة 18:00 مساء.

الجدول (III-1): يمثل خصائص المقطرات الشمسية

المرجع	المقطر 1	المقطر 2	المقطر 3	المقطر 4
مساحة الحوض	$25m^2$	$25m^2$	$25m^2$	$25m^2$
سمك الزجاج	3mm	3mm	3mm	3mm
سمك المطاط	عدم وجود المطاط	0.75cm	1.5cm	2.25cm

الشكل (III- 7): صورة حقيقة عن أربعة المقطرات الشمسية.

❖ **الأدوات التجريبية:**

ماء مالح، أربع مقطرات، اربعة قارورات صغيرة، كأس بيشر، جهاز قياس درجة الحرارة، جهاز ال pH متر، جهاز قياس الناقلية الكهربائية، بيرانومتر.

➢ **مراحل تحضير التجربة:**

في تجربتنا هذي قومنا بوضع ميزان الماء على الطاولة التي سوف نضع المقطرات الشمسية 4 عليها ثم نتحقق ان المقطرات في نفس الاستقامة واحدة ونقوم بوضع الأنابيب في موضعها ونضع كذلك القرورات ونأخذ3 لتر من كمية الماء ونضعها في كل المقطرات ونقوم بغسل الغطاء الزجاجي جيدا من الشوائب والأوساخ كي يصبح نظيفا ونقيا ويسمح بتسهيل حركة وإنزيلق الماء المنتج، ونضع الزجاج على مستوى المقطرات ونتحقق من مستوى المقطرات بواسطة ميزان الماء الذي يحدد وضعية المقطرات الشمسية وبعدها نقوم بوضع اللواقط الحرارية على زجاج الداخلي والخارجي ونقوم بوضع اللواقط في الماء وثم نسد المقطرات جيدا لمنع التسربات الحرارية ثم تأتي مرحلة قياس ونقوم بقياس درجة حرارة الماء داخل الحوض في كل المقطرات المختلفة من سمك المطاط والشاهد الذي لا يوجد فيه المطاط ونقيس درجة حرارة الزجاج الداخلي والخارجي لجميع المقطرات ونقيس أيضا كمية الماء الناتجة كل ساعة عن طريق الأنبوب المدرج، وتكون ملاحظة عن طريق القراءة على الأنبوب المدرج بشكل عمودي وفي كاس بيشر نضع الجهاز PH

متر داخل الكاس لمعرفة قيمة PHمتر للماء المقطر الناتج ومقارنتها مع PH الماء المالح ونستخدم جهاز الناقلية للكهرباء لقياس ناقلية الماء المقطر ومقارنتها بالمعايير المعروفة للماء النقي وقيمة الماء .

III-5 النتائج التجربية:

لقد انجزت التجارب تحت الظروف الجوية المسجلة في الجدول (III-2):

الجدول (III-2): الأحوال الجوية لأيام التجربة.

درجة حرارة الجو (C°)	غروب الشمس	شروق الشمس	اليوم
19°C- 34°C	19:20	05:40	06/05/2023

كما قمنا ايضا بقياس الPH والناقلية الكهربائية للماء المستعمل قبل وبعد التجربة بمخبر الطاقات المتجددة في جامعة الوادي ولخصنا النتائج المتحصل عليها في الجدول **(III-3)** التالي:

الجدول (III-3): نتائج تحليل الماء المستعمل

الماء المقطر	الماء المالح	الثوابت
7.05	7.9	pH
28	10185	الناقلية الكهربائية (µs/cm)

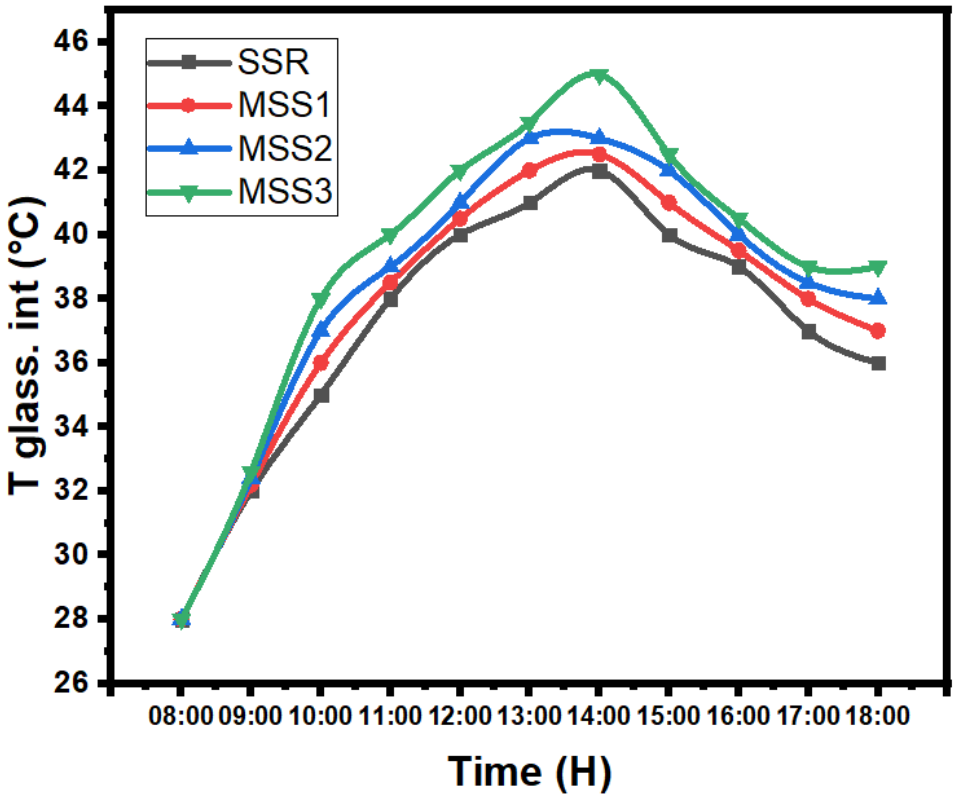
لقد مرت التجربة بنجاح وأعطت نتائج مقبولة، حيث لاحظنا أ، القيم الPH والناقلية الكهربائية مختلفة في المياه وهذه النتائج مشجعة.

III-6. تحليل النتائج:

من خلال هذه التجربة تم اخذ القياسات التالية وذلك خلال يوم كامل من الساعة 08:00 صباحا الى غاية 18:00 مساء

- شدة الاشعاع الشمسي؛
- درجة حرارة المحيط؛
- درجة حرارة الزجاج الداخلي؛
- درجة حرارة الزجاج الخارجي؛
- كمية الماء المقطر الناتج.

❖ **تطور درجة حرارة الزجاج الداخلي:**

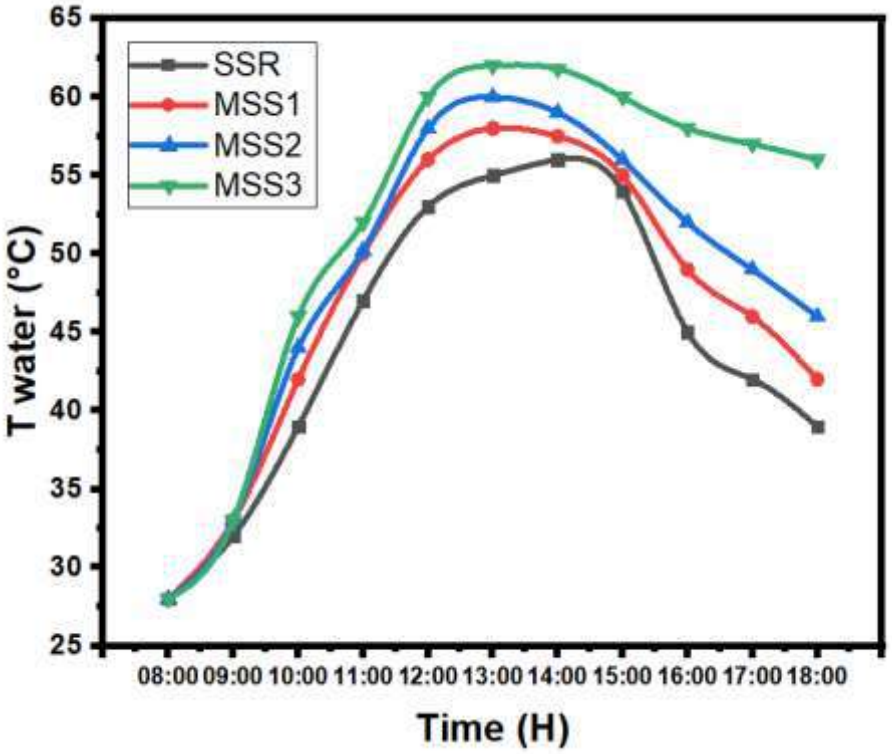


الشكل (III- 8): تطور درجة الحرارة لسطح الداخلي لكل سمك بدلالة الزمن.

حيث نلاحظ أنه عند بداية التجربة عند الساعة 8:00 كانت درجة الحرارة (28°) لكل الغطاء الزجاجي للمقطرات الشمسية وتزداد حتى تصل إلى قيمتها العظمى 45° عند ساعة 13:00 في المقطر الشمسي الذي يوجد فيه اكبر سمك المطاط وما بين الفترة 13:00 و18:00 نلاحظ تناقص في درجة حرارة جميع المفطرات الشمسية وعند ساعة 18:00 تكون درجة الحرارة في المقطر الذي سمكه(2.25cm)

تساوي 39°، وحيث نلاحظ بوضوح تأثير فارق اختلاف السمك المطاط حيث كلما كان قيمة السمك المطاط اكبر كانت حصلنا على درجة حرارة أكثر في داخل الحوض ،يتبعها مباشرة زيادة في كمية الماء المقطر.

❖ **تطور درجة حرارة الماء:**



الشكل (III- 9): تطور درجة حرارة الماء بدلالة الزمن.

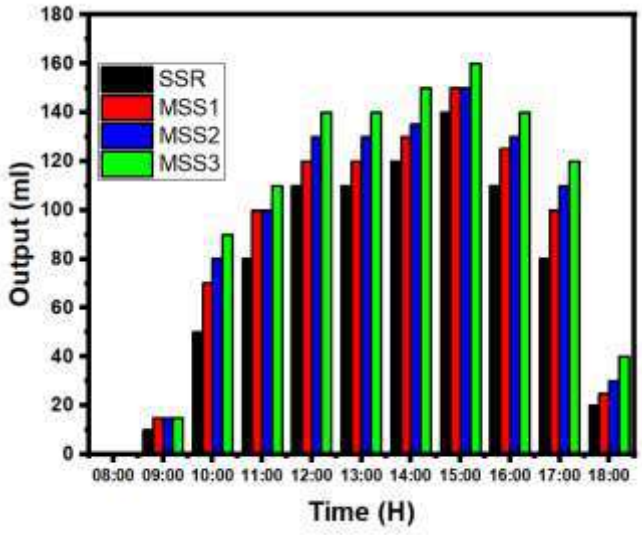
يمثل الشكل (III–9) منحي التغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرات الشمسية مع تغير سمك المطاط بدلالة الزمن.

حيث نلاحظ أن المقطرات الشمسية تنطلق من نفس درجة الحرارة التساوي 27.5° ثم تزداد درجة الحرارة بين ساعة 8:00 و12:00، ونلاحظ من ساعة 12:00 إلى 14:00 زولا تبقى جميع المقطرات الشمسية في قيمتها الأعظمية ونلاحظ أيضا أن أكبر درجة حرارة التي تساوي 62.5° يأخذها المقطر الشمسي الذي سمك المطاط فيه (2.25 cm) ونلاحظ بين ساعة 14:00 و18:00 تناقص في درجة الحرارة عند جميع المقطرات الشمسية التي تختلف في سمك المطاط..

❖ **تطور كمية الماء المقطر المنتج:**

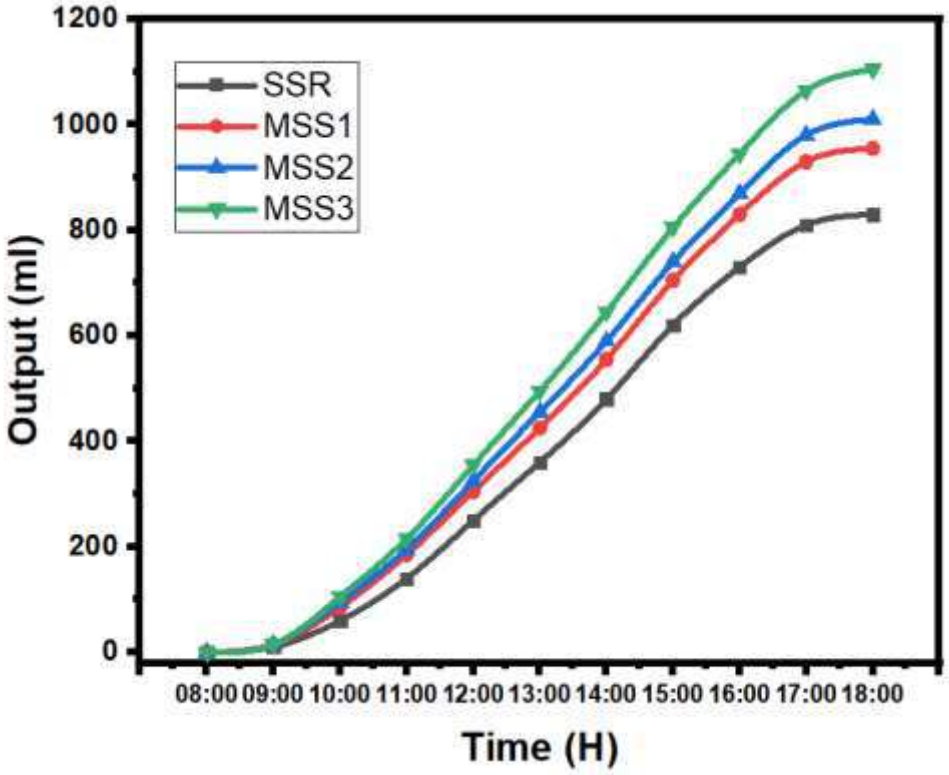
يمثل الشكل (III–10) مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر الناتج من المقطرات الشمسية بوجود المطاط بدلالة الزمن.

نلاحظ أن المقطرات الشمسية لا تنتج الماء المقطر عند ساعة 08:00 أما عند ساعة 9:00 بدأنا في تسجيل في كمية الماء المقطر متقاربة ما بين المقطرات الشمسية قيمة(15 ml) وتبدأ تتزايد كمية الماء المقطر ما بين الفترة 09:00 و13:00 حتى تصلى إلى قيمة 62 عند ساعة 13:00 والتي ينتجها المقطر الشمسي الذي سمك المطاط فيه (2.25cm) وما بين الفترة 13:00 و15:00 تبدأ كمية الماء المقطر المنتج تتزايد وعند ساعة 15:00 في مقطر الشمسي الذي سمكه (2.25 cm) تكون فيه كمية الماء المقطر تساوي (160ml)، وتبدأ كمية الماء المقطر في تناقص في كل من مقطرات الشمسية من ساعة 15:00 إلى 18:00 حتى تصل إلى قيمة (40ml) عند المقطر الشمسي الذي سمك المطاط في هو (2.25 cm) عند ساعة 18:00 وهذا دليل على العموم انا السمك مطاط يأثر على كمية الماء المقطر فكلما كان سمك المطاط أكبر تزداد كمية الماء المقطر.



الشكل (III- 10): مخطط أعمدة بيانية لكمية الماء المقطر الناتج من المقطرات الشمسية بالنسبة لكل زاوية مختلفة بدلالة الزمن.

❖ **تطور كمية الماء المنتج الكلي**



الشكل (III- 11): منحني تغيرات كمية الماء المقطر المنتج بالنسبة لكل سمك من المطاط بدلالة الزمن.

يمثل الشكل منحنى التغيرات كمية الماء المقطر المنتج بالنسبة لكل سمك من المطاط بدلالة الزمن حيث نلاحظ أن كمية الماء المنتجة تزداد في وقت الظهيرة ويرجع هذا إلى بعض المؤثرات منها (فارق درجة الحرارة بين الماء وزجاج الداخلي وحرارة الزجاج الداخلي وسمك المطاط وكمية الإشعاع الشمسي الساقط) بالنسبة إلى سمك المطاط فهو يمثل العنصر الأساسي في التجربة وهي تجربة عملية التقطير الشمسي نلاحظ أن تغير السمك المطاط يؤثر على جميع المؤثرات الأخرى ويتحكم السمك في مردودية الماء المقطر ،نلاحظ تقارب كمية في الماء المقطر بواسطة المقطرات الشمسية الأربعة ما بين ساعة 08:00 و12:00 ،حيث يعود التزايد المستمر لكمية الماء المقطر المنتج إلى اختلاف في السمك المطاط للمقطرات أربعة، أما ما بين الساعة 12:00 و18:00 وتزداد كمية الماء المقطر عند أربعة المقطرات الشمسية وتكون اكبر كمية للماء المقطر الكلية تساوي (8.5ml) في المقطر الشمسي الذي يوجد فيه اكبر سمك المطاط عند ساعة 15:00، هذا راجع إلى سمك المطاط ووصول الشمس إلى أعلى مركز في السماء

حيث يصبح الإشعاع عموديا على سطح الأرض حينها يحصل المقطر الشمسي ذو السمك اكبر للمطاط على درجة حرارة اكبر بفضل سمكه، أما الفترة المسائية تبلغ كمية الماء المقطر المنتج قيمتها العظمى لجميع المقطرات الشمسية واكبر قيمة للمقطر يأخذها ونلاحظ وجود علاقة طردية فكلما زاد سمك زادت كمية الماء المنتج.

الخاتمة

تعد تجربة اللقطات الشمسية التقليدية عدة مرات في اليوم إحدى الطرق الشائعة لاستخدام الطاقة الشمسية لإنتاج مياه الشرب. تعتمد التقنية على تحويل الطاقة الشمسية إلى حرارة لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار ماء يتم تكثيفه بعد ذلك للحصول على مياه الشرب خلال النهار ، يكون الإشعاع الشمسي قويًا ومتوفرًا بكثرة ، مما يجعل استخدام اللقطات الشمسية أكثر كفاءة خلال هذا الوقت ، وتعمل المقطورات الشمسية بأقصى طاقتها خلال هذه الأوقات لتسخين المياه وإنتاج المياه النقية أما في أوقات الليل وفي الفترات الغير مشمسة، فإن الطاقة الشمسية غير متاحة بنفس الكمية، وبالتالي، يمكن استخدام أنظمة تخزين الحرارة أو الطاقة المتجددة الأخرى لتزويد المقطرة بالطاقة اللازمة لتسخين المياه وإنتاج الماء في تلك الفترات تجربة المقطرات الشمسية في عدة أزمنة في اليوم تسمح بتحقيق استخدام مستدام للطاقة الشمسية وإنتاج المياه النقية على مدار الساعة، ومع تطور التكنولوجيا، تم تحسين كفاءة وأداء المقطرات الشمسية لضمان استفادة قصوى من الطاقة الشمسية المتاحة في جميع الأوقات تجربة المقطرات الشمسية في عدة أزمنة في اليوم تعد خطوة هامة نحو توفير مصادر مستدامة وموثوقة للمياه الصالحة للشرب، خاصة في المناطق التي تعاني من نقص المياه أو تعتمد على مصادر المياه المحدودة.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

عملية التقطير هي عملية بسيطة وغير مكلفة وتعتبر حل لمشكلة نقص المياه الشروب في الجزائر وبالتحديد في الصحراء التي تكون فيها درجة الحرارة مرتفعة في فصل الصيف وانخفاضها في فصل الشتاء وهذا الأمر يؤدي إلى انخفاض إنتاجية في هذا الفصل، في تجربتنا هذه قمنا بتعريض أربعة مقطرات الشمسية يوجد ثلاثة مقطرات شمسي مادة المطاط بثلاثة انوع يختلفوا في سمك المطاط ويبقى مقطر شمسي واحد بدون مادة المطاط ولكل أبعاد في مقطرات شمسية متشابهة وفي نفس المكان وفي فصل الصيف ومقارنة النتائج المتحصل عليها، فلاحظنا وجود فارق ملحوظ في إنتاجية الماء ما بين المقطرات الشمسية، واستنتجنا المقطر الشمسي الذي سمك المطاط فيه (2.25cm) وهو افضل مقطر بالنسبة المقطرات الشمسية الآخر وهذا راجع انا مادة المطاط عندم يكون سمكها اكبر تزيد من درجة حرارة الحوض وهذا ينتج عنه زيادة في كمية الماء المقطر الشمسي بمرور الزمن.

تستخدم المقطرات الشمسية في تحلية المياه كوسيلة فعالة ومستدامة لتحويل المياه المالحة أو الملوثة إلى مياه صالحة للشرب أو الاستخدام الزراعي. تعتمد هذه التقنية على استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار، ثم تكثيف هذا البخار للحصول على ماء نقي.

نتائج وآفاق الدراسة

تعد المقطرات الشمسية مفيدة في المناطق التي تفتقر إلى مصادر مياه نظيفة وتعاني من نقص الموارد المائية. وفيما يلي بعض الأفاق والنتائج المهمة لاستخدام المقطرات الشمسية في تحلية المياه:

- **توفر مياه نقية:** تعمل المقطرات الشمسية على إزالة الشوائب والأملاح والمواد الملوثة من المياه، مما يؤدي إلى حصول على مياه نقية وصالحة للشرب. تعتبر هذه التقنية فعالة في إزالة الملوثات العضوية والمعدنية والبكتيريا والفيروسات من المياه.

- **استدامة بيئية:** تستخدم المقطرات الشمسية الطاقة الشمسية كمصدر رئيسي للتسخين، مما يجعلها عملية صديقة للبيئة وغير ملوثة. بالإضافة إلى ذلك، فإنها لا تحتاج إلى استخدام منتجات كيميائية ضارة لتحلية المياه، مما يقلل من تأثيرها البيئي.

- **توافر الموارد:** تعد الشمس مصدرًا وفيرًا للطاقة في معظم المناطق العالمية، وبالتالي فإن المقطرات الشمسية توفر طريقة مستدامة ومتجددة لتحلية المياه بتكلفة منخفضة. يمكن للمقطرات الشمسية أن تكون خيارًا جيدًا في المناطق النائية.

المراجع

المراجع :

[1] Abdelkader Bellila 1. Imad Kemerchou 2. Ali sadoun 3. Zied Driss .Effect of using sponge pieces in a solae still (2022) Energy.

[2] Imad kermerchou1.Idris Mahdjoubi1.Chamseddine Kined1.Abderrahmane Khechekhouche 2. AbdelkaderBellila 3. German Eduardo Devora Isiordia 4. Palm Fibers Effect on the Performance of a Conventional Solar Still (2022) energy 29-36.

[3] Abdelkader Bellila 1. Abderrahmane Khechekhouche1. Imad Kemerchou2. Ali sadoun 3. Antonio Marcos de Oliveira4 . Nafila Smakdji5 Aluminum Wastes Effect on Solar Distillation.(2022)

[4] Mohammed El hadi, Attia. abd Elnaby kabeel. 3.Mohamed Abdelgaied2.Abdelkader bellila4. Optimization of the hemispherical solar distiller performance assisted by high thermal conductivity metal trays incorpated with relective mirrors Environmental scince and pollution Research (12 january 2022).

[5] Mohammed El hadi Attia, A.E. Kabeel, Mohamed Abdelgaied2. Wael M.El-Maghlany, Abdelkader Bellila Comparative study of hemispherical solar distillers iron-fins journal of cleaner production 292 .(2022)

[6] Mohammed El hadi Attia, A.E.Kabeel, Mohamed Abdelgaied, Moataz M. Abdel-aziz. Abdelkader Bellila, Abdelkader Abdullah. Optima size of black gravel as energy storage materials for performance improvement of hemispherical distillers Journal of Energy storage 43 (2021) 103196.

[7] Mohammed El hadi Attia abd Elnaby kabeel2, Mohamed Abdelgaied, Abdelkader Bellila, Moataz M. Abdel-Aziz Optimal concentration of high thermal conductivity sensible storage materials(graphite) for performance enhancement of hemispherical distillers 27-05-2021

[8] JEsam I.A Faizan.J Bashar, Effect of Mixing Nano-Additive with Engine Oil on the Heat Transfer performance ،international petroleum Technology Conference.(2020)

[9] Faizan Ahmed ،F eroz shaik Balakrishnan Deepanraj ،and Lakkimsetty Naeswara rao.Nano Materials Employed in Solar Distillation Device :Amini Review AIP Conference proceedings 2690،020024(2023)

[10] M.E.H.Attia.WmEl-Maghlany . AeKabeel.Mabdelgaied.A. Bellila technically and economically optimal water flow rate glass film cooling for hemispherical drinking water distillers international journal of Environmental science and technology(2021)

[11] المساهمة في دراسة العوامل المؤثرة في مردود المقطرالشمسي" مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، كلية الرياضيات وعلـوم المادة، فيزياء، 2017.

استعمال الطاقة الشمسية لتحلية المياه المالحة في المناطق الصحراوية، مذكرة ماجستير، جامعة الوادي، العلوم الدقيقة، فيزياء، 2016.[12]

[13] Convection, Conduction and Radiation", www.mansfieldct.org, Retrieved 14-5-2018.

[14] Radiation Heat Transfer", ScienceDirect, Retrieved 7-7-2022.

[15] معالجة نقص انتاجية التقطير الشمسي التقليدي باستعمال المبادل الحراري في المناطق الجافة، مذكرة ماجستير، جامعة الوادي، كلية العلوم الدقيقة، فيزياء، 2021.

[16] Water ARTICLE "INCI solar _ solar water Heather PV Manufacture company.

[17] قطاية حمزة بشكر جمال؛ ياسين معريف محمد بالحاج، المساهمة في تحسين التقطير الشمسي في المناطق الجافة01 والصحراوية بواسطة المقطر الشمسي المزدوج "جامعة ورقلة" قسم الفيزياء، ورقلة، 2007.

[18] H.Boudjerir, "Etude de l'impact de l'écart de température Ambiance-Eau.

[19] S.Makdji Nafila, "Impact de l'écart de température (eau capteur) sur l'efficacité globale d'un distillateur solaire", thèse de magistère, université de Constantine, 2002.

[20] M. Hassan, Selami, "utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des eaux saumâtre dans les sud.

[21] جغوبي ورحماني " دراسة تجريبية وتحليلية لتحسين أداء المقطر الشمسي البسيط في منطقة ورقلة مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، كلية الرياضيات وعلـوم المادة، فيزياء، 2017.

[22] محمد تخة " دراسة مقارنة وتحسين لمختلف المقطرات الشمسية لإنتاج المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية "مذكرة ماجستير جامعة ورقلة كلية العلوم والعلوم الهندسية؛ قسم الفيزياء (2004).

[23] بالحاج محمد: "مساهمة في تحسين التقطير الشمسي بواسطة المقطر المزدوج، بمنطقة ورقلة"، مذكرة ماجستيرء جامعة ورقلة، كلية العلوم والعلوم الهندسية؛ قسم الفيزياء. (2008).

[24] YacinMarif "Contribution à l'amélioration du rendement d'un distillateur a film capillaire multiétage" mémoire de magister ،Université ouargla Département des sciences physique. (2008).

[25] S.Makdji Nafila, "Impact de l'écart de température (eau capteur) sur l'efficacité globale d'un distillateur solaire", thèse de magistère, université de Constantine, 2002.

[26] قدي عبد المجيد وآخرون، الاقتصاد البيني، دار الخلدونية للنشر والتوزيع، ط1، 2010، ص 133.

[27] علي لطفي، الطاقة والتمية في الدول العربية، دار النشر المنظمة العربية للتنمية الادارية، القاهرة – مصر، 2008، ص 149.

[28] إلهام موساوي، محمد البشير مبروك، الاستثمار في العلاقات المتجددة كمدخل استراتيجى حديث لتفعيل ابعاد المسؤولية المجتمعية للمؤسسة الطاقوية – عرض وتقييم تجربة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز مجمع سونلغاز مجلة الحقوق والعلوم الانسانية، العدد 33(02) 2018، جامعة زيان عاشور بالجلفة – الجزائر، من 271.

[29] زواوية حلام، دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية دراسة مقارنة بين الجزائر المغرب تونس، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، تخصص اقتصاد دولي والتنمية المستدامة، جامعة فرحات عباس سطيف 2012–2013، ص 59.

[30] حضير عقبة عادل مسلماني، التجربة الجزائرية في مجال الطاقة المتجددة بديل للبترول، مجلة العلوم الادارية والمالية، المجلد 101، العدد 01 ديسمبر 2017 جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي الجزائر، ص 501.

[31] صبرينة مرياني، مكانة الموارد الطاقوية المتجددة في الاستراتيجية الاقتصادية الجديدة المتبعة من طرف الحكومة الجزائرية للخروج من التبعية لقطاع المحروقات، مجلة المنتدى الدراسات والأبحاث الاقتصادية العدد 02 ديسمبر ،2017، جامعة زيان عاشور الجلفة الجزائر، ص 296.

[32] يونيه سفيان، محمد عيسى محمد محمود، آليات تطوير وتنمية استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر، مجلة المالية والأسواق، المجلد 03، العدد 06، مارس 2018 جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم – الجزائر، من 120–121.

[33] اسمير سعدون مصطفي واخرون، الطاقة البديلة: مصادرها واستخداماتها، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، طاء الاردن – عمان – 2011، ص 135.

[34] محمد رأفت اسماعيل رمضان وعلي جمعان، الشكيل الطاقة المتجددة، دار الشروق، طاء القاهرة – مصر، 1986، ص 99.

[35] توات نصر الدين، أثر الاستثمار في الطاقات المتجددة على الاقتصاد الوطني، مذكرة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد كلي ومالية دولية، جامعة البليدة 02 الجزائر – 2017–2018، ص 68–69.

[36] مريم يوسف ونعيمة بحياري، الطاقات المتجددة بين الواقع والتطبيق، مجلة المنتدى للدراسات والابحاث الاقتصادية، العددة، جوان 2018، جامعة زبان عاشور الجلفة – الجزائر، ص 294.

[37] بوبحة سعاد وبوجعدار حالك، دور الطاقات المتجددة في توفير الوظائف والمساهمة في الحد من البطالة، دراسة تحليلية، مجلة دراسات اقتصادية، المجلد 05، العدد 02 ديسمبر 2018، جامعة عبد الحميد المهري قسنطينة 02، ص 56–57.

[38] https://www.arageek.com/2015/09/19/the-biofuels new energy.html: 28/02/2019:20:00.

[39] اسعيدي زهير وخالدي عادل: الطاقات المتجددة بديلاً عن النفط واستراتيجية لدعم التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الافاق للدراسات الاقتصادية، العدد 01 2018، جامعة العربي التبسي تبسة، ص 93.

[40] مهري عبد المالك وناصر يوسف: واقع استغلال الطاقات البديلة في الجزائر – نحو مفهوم متجدد للنمو، مجلة الاقتصاد الجديد، المجك 10، العدد 01، 2019، جامعة خميس مليانة الجزائر، ص 30.

[41] موساوي رفيقة وموساوي زهية: دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المسكامة، مجلة المالية والأسواق، المجلد 03، العدد 06، 2018، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم – الجزائر، ص 397.

[42] أحمد عبد الفتاح ناجي، التنمية المستدامة في المجتمع النامي في ضوء المتغيرات العالمية والمحلية الحديثة، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية، 2013.

[43] دوجلاس موسشيت ، مبادئ التنمية المستدامة، ترجمة بهاء شهين، الدار الدولية لإشارات الثقافة، القاهرة، 2000.

[44] عبد الرحمان سيف سردار، التنمية المستدامة، دار الراية للنشر والتوزيع، الأردن عمان، 2015.

[45] مدحت أبو النصر، ياسمين مدحت محمد، التنمية المستدامة، المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، مصر، 2000.

Résumé

الملخص

صحراء الجزائرية تعاني من ندرة مياه الشرب، الامر الذي ادي الي تحفيز العلماء الي البحث عن تقنيات جديدة لتحلية المياه، من بين هذه التقنيات تقنية التقطير الشمسي الذي يعتبر من أبسط التقنيات لحل هذه المشكلة، غير أن مشكلة أخري تظهر وهي تدني الإنتاجية بسبب في فصل الشتاء لأن المناطق الصحراوية تتميز بالحرارة الشديدة صيفا والبرودة في الشتاء او الإعدادات الخاطئة للمقطر الشمسي. تهدف درستنا هذه الي التغلب على هذه الصعوبة من خلال تعديل الإعداد التجريبي في المقطر ودلك بتغير سمك المطاط وإيجاد أفضل سمك لطول العام انطلاق من دارسات سابقة قمنا بدراسة إنتاجية التقطير الشمسي في كل سمك اقترحناه لي منطقتنا. حيث تؤكد النتائج التجريبية أن إنتاجية المقطر الشمسي تتأثر بالإشعاع الشمسي المستقبل ويكون استقباله علي حسب سماكة المطاط التي تستقطب الحرارة، وتظهر النتائج التي تم الحصول عليها بوضوح فارق في إنتاجية الماء المقطر بين السمكين المطاط الكبير والصغير. لهذا يوصي بتعديل سمك المطاط في المقطر وإيجاد أفضل زاوية في كل منطقة.

.الكلمات المفتاحية: تحلية المياه، ماء الشروب، الاشعاع الشمسي، سمك المطاط

Résumé

ABSTRACT

The Algerian desert suffers from a scarcity of drinking water, which led to motivating scientists to search for new technologies for desalination of water, among these technologies is the solar distillation technology, which is one of the simplest techniques to solve this problem, but another problem appears is low productivity due to the winter because desert areas are characterized by extreme heat in summer and cold in winter or the wrong settings of the solar distiller. Our study aims to overcome this difficulty by adjusting the experimental setup in the distiller and kneading by changing the thickness of the rubber and finding the best thickness for the length of the year, starting from previous studies, we studied the productivity of solar distillation in each thickness we proposed to our region. The experimental results confirm that the productivity of the solar distillate is affected by the received solar radiation and its reception is according to the thickness of the rubber that attracts heat, and the results obtained clearly show a difference in the productivity of distilled water between the large and small rubber thickness. For this he recommends adjusting the thickness of the rubber in the distiller and finding the best angle in each area.

Keywords: desalination, drinking water, solar radiation, rubber thickness

Résumé

Le désert algérien souffre d'une pénurie d'eau potable, ce qui a conduit à motiver les scientifiques à rechercher de nouvelles technologies de dessalement de l'eau, parmi ces technologies se trouve la technologie de distillation solaire, qui est l'une des techniques les plus simples pour résoudre ce problème, mais un autre problème apparaît est la faible productivité due à l'hiver car les zones désertiques sont caractérisées par une chaleur extrême en été et un froid en hiver ou les mauvais réglages du distillateur solaire. Notre étude vise à surmonter cette difficulté en ajustant la configuration expérimentale dans le distillateur et le pétrissage en modifiant l'épaisseur du caoutchouc et en trouvant la meilleure épaisseur pour la durée de l'année, à partir d'études antérieures, nous avons étudié la productivité de la distillation solaire dans chaque épaisseur que nous avons proposée à notre région. Les résultats expérimentaux confirment que la productivité du distillat solaire est affectée par le rayonnement solaire reçu et que sa réception est fonction de l'épaisseur du caoutchouc qui attire la chaleur, et les résultats obtenus montrent clairement une différence de productivité de l'eau distillée entre la grande et la petite épaisseur de caoutchouc. Pour cela, il recommande d'ajuster l'épaisseur du caoutchouc dans le distillateur et de trouver le meilleur angle dans chaque zone.

Mots clés: dessalement, eau potable, rayonnement solaire, épaisseur du caoutchouc