جامعة قاصدي مـــرباح ورقلة

كلية الرياضيات و علــوم المادة

قسـم الفـــــــــــــــــيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي

فرع : فيزياء

تخصص : فيزياء طاقوية

مقدمة من طرف الطالبتين: - عواريب أحلام

- عواريب هدى

بـــــــعنوان :

المساهمة في دراسة العوامل المؤثرة في مردود مقطر شمسي

نوقشت يوم .../2018/05 أمام لجنة المناقشة المكونة من :

محسن حسين	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ محاضر –أ–	رئيسا
بالحاج محمد مصطفى	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ محاضر –ب–	ممتحنا
بوقطاية حمزة	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ	مشرفا

الموسم الجامعي: 2017-2018

جامعة قاصدي مـــرباح ورقلة

كلية الرياضيات و علــوم المادة

قسـم الفـــــــــــــــــيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي

فرع : فيزياء

تخصص : فيزياء طاقوية

مقدمة من طرف الطالبتين: - عواريب أحلام

- عواريب هدى

بـــــــعنوان :

المساهمة في دراسة العوامل المؤثرة في مردود المقطر الشمسي

نوقشت يوم .../2018/05 أمام لجنة المناقشة المكونة من :

محسن حسين	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ محاضر –أ–	رئيسا
بالحاج محمد مصطفى	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ محاضر –ب–	ممتحنا
بوقطاية حمزة	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ	مشرفا

الموسم الجامعي: 2017-2018

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(قل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)

صدق الله العظيم

الهي لا يطيب الليل إلا بشكرك و لا يطيب النهار إلا بطاعتك ..ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك.. و

لا تطيب الآخرة إلا بعفوك..ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

"الله جل جلاله"

إلى من كلله الله بالوقار ..إلى من علمني العطاء بدون انتظار..أرجو ان يمد الله في عمرك لترى ثمارا قد

حان قطفها وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بها اليوم وفي الغد والى الأبد

والدي العزيز..عواريب الشيخ

إلى ملاكي في الحياة ..إلى معنى الحب والحنان ..إلى من كان دعائها سر نجاحي و حنانها بلسم جراحي

إلى أغلى الحبايب وسر الوجود

أمي الحبيبة

إلى سندي في الحياة و أجزاء روحي وذاتي إخوتي"نوال"..الغالية أماني

إلى كل الأهل و الأصدقاء والزملاء

"عواريب أحلام"

الإهداء

قال لقمان لأبنه وهو يعضه

"إن الدنيا بحر عريض، قد هلك فيه الأولون والآخرون، فإن استطعت فاجعل سفينتك تقوى الله وعدتك التوكل على الله وزادك العمل الصالح، فإن نجوت فبرحمة الله وإن هلكت فبذنوبك ....."

أهدي عملي هذا:

إلى التي كرم الله وجودها وجعل الجنة تحت أقدامها والتي أنارت دربي إلى من رافقتني دعواتها في كل خطوة من خطوات حياتي إليك

أمي الغالية

إلى من كان رمز الفخر والعطاء إلى من كان قدوة اقتدي به إلى من سعى جاهدا في تعليمي وتربيتي إلى أبي الغالي

عواريب أحمد

إلى من عشت معهم في جو عائلي ملئي بالحب والعطاء إلى جميع إخوتي وأخواتي وأولادهم

إلى جميع العائلة والأصدقاء و الأحباب

إلى من كان لقائي بهم متعة وفراقي عنهم صدفة

دفعة2017/ 2018

عواريب هدى

الشكر

"كن عالما ...فان لم تستطع فكن متعلما، فان لم تستطع فأحب العلماء ,فان لم تستطع فلا تبغضهم"

بعد رحلة بحث وجهد و اجتهاد تكللت بانجاز هذا البحث، نحمد الله عز وجل على نعمه التي منّ بها علينا فهو العلي القدير كما لا يسعنا إلا ان نخص بأسمى عبارات الشكر و التقدير للأستاذ المشرف "بوقطاية حمزة" والأستاذ "بشكي جمال" و الأستاذ "تخة محمد" على ما قدموه لنا من جهد و نصح و معرفة طيلة سنوات الدراسة الجامعية و في انجاز هذا البحث

كما نتقدم بالشكر الجزيل لكل من ساهم في إتمام هذا البحث ومد لنا يد المساعدة وزودنا بالمعلومات اللازمة لانجاز هذا البحث

كل اشكر أيضا إلى كل من وقف إلى جانبنا و قدم لنا الدعم، إلى كل الزملاء و الأصدقاء طيلة سنوات الدراسة الجامعية

إلى كل من زرعو التفاؤل في دربنا وقدمو لنا المساعدات و التسهيلات و الأفكار و المعلومات جميع أساتذتنا الكرام لهم منا كل الشكر.

فهـــــرس العناوين

إهداء I

الشكر II

فهرس العناوين IV

فهرس الجداول VII

فهرس الأشكال VIII

قائمة الرموز والمصطلحات IX

المقدمة XII

الفصل الأول :الظواهر الفيزيائية في التقطير الشمسي

I-1) مقدمة 1

I-2) الظواهر الفيزيائية الأساسية في التقطير الشمسي 1

I-2-1) تعريفات 1

I-2-2) أشكال انتقال الْحرارة 3

I-2-2-1) التوصيل الْحراري (الانتشار الْحراري) 3

I-2-2-1-1) قانون " فوريه" (1er loi de Fourier) الأول في الانتشار الحراري 3

I-2-2-2) الحِمْل الْحَرَارِي 4

I-2-2-2-1) قانون "نيوتن" 5

I-2-2-3) الإشعاع الحراري 5

I-2-2-3-1) الجسم الأسود 5

I-2-2-3-2) قانون "ستيفان- بولتزمان 6

I-2-2-3-3) استقبال الْجسم للإشعاع (الانعكاس-الامتصاص-الإمرار) 6

I-3) انتقال الكتلة 7

I-3-1) الانتشار الجزيئي بالرشح 8

I-3-1-1) قانون فيك في الانتشار الجزيئي 8

(2-3- I الحمل الكتلي 8
(4-I ظاهرة التبخير و التكثيف 9
(1-4-I ظاهرة التبخير 9
(2-4-I ظاهرة التكثيف 10

الفصل الثاني : دراسة نظرية للمقطر الشمسي

(1- II مقدمة 12
(2-II مشكلة المياه الصالحة للشرب في منطقة ورقلة 12
(3-II تقنيات تصفية المياه المالحة 12
(1-3-II تقنية التقطير البسيط 13
(2-1-3-II التقطير متعدد الخلايا 14
(3-1-3-II التقطير بتقنية التبخير اللحظي بالتمدد المتوالي للبخار 15
(4-1-3-II تقنية فصل الماء عن الأملاح بالأغشية 16
(1-4-1-3-II الأسموز العكسي 16
(2-4-1-3-II الأسموز الكهربائي 17
(4-II نبذة عن التقطير الشمسي 18
(5-II مبدأ عمل المقطر الشمسي 19
(6-II أنواع المقطرات الشمسية..... 20
(1-6-II المقطرات البسيطة 20
(1-1-6-II المقطر الشمسي ذات ميل واحد 20
(2-1-6-II المقطر الشمسي ذات ميلين 21
(2-6-II مقطرات تعمل بمبدأ التسخين بالبيت الزجاجي..... 22
(1-2-6-II المقطر الشمسي الكروي..... 22
(2-2-6-II المقطر الشمسي الاسطواني 23
(3-2-6-II المقطر الشمسي المخروطي 24

II-6-2-4) المقطر الشمسي الشلال 25
II-6-3) المقطرات التي تستعمل بمبدأ استرجاع الحرارة 25
II-6-3-1) المقطر الشمسي متعدد الطوابق 26
II-6-3-2) المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية 26

الفصل الثالث : الميزان الطاقوي في المقطر الشمسي البسيط

III-1) مقدمة 29
III-2) الانتقالات و التدفقات الحرارية في المُقَطِّرالشمسي البسيط 30
III-2-1) الانتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي 30
III-2-2) الانتقالات على مستوى وسط الحوض 34
III-2-3) الانتقالات على مستوى السفلي للمقطر 36
III-2-4) الانتقالات على مستوى العوازل جانبي المقطر 38
III-3) الموازنة الحراري للمقطر الشمسي البسيط 39

الفصل الرابع :العوامل المؤثرة و التحسينات

IV-1) مقدمة 41
IV-2) العوامل المؤثرة في عمل المقطر الشمسي 41
IV-2-1) العوامل الخارجية 41
IV-2-2) العوامل الداخلية 42
IV-3) خصائص مكونات المقطر الشمسي 43
IV-4) تأثير الظروف المناخية لمنطقة ورقلة في ملوحة الماء 45
IV-5) دراسة المردود الطاقوي 46
IV -5) الطرق المساهمة في تحسين مردود المقطر 46
محصلة عامة 50
المراجع 51

فهـرس الجــداول

الفصل الثاني : أنواع المقطرات الشمسية

جدول (1-1) المقطرات البسيطة 22

الفصل الثالث : الميزان الطاقوي

جدول (3-1) مختلف الانتقالات والتدفقات على مستوى المقطر الشمسي..... 30

الفصل الرابع: العوامل المؤثرة والتحسينات

جدول (4-1) قيم العوامل المناخية السائدة بمنطقة ورقلة لسنة (2017)..... 45

فهـــرس الأشكـــال

الفصل الأول : الظواهر الفيزيائية في المقطر الشمسي		
الشكل (1-1)	طرق انتقال الحرارة	2
الشكل (1-2)	استقبال الجسم للإشعاع الشمسي	7
الشكل (1-3)	وعاء به ماء سائل تحت تبخير في غياب الحمل الكتلي والحراري	9
الفصل الثاني : دراسة نظرية للمقطر الشمسي		
الشكل (2-1)	التقطير البسيط	14
الشكل (2-2)	المقطر متعدد الخلايا	15
الشكل (2-3)	مبدأ التقطير بالتبخير اللحظي بطريقة متعددة	16
الشكل (2-4)	تقنية تصفية المياه المالحة بواسطة تقنية الأسموز العكسي	17
الشكل (2-5)	تقنية الأسموز العكسي	18
الشكل (2-6)	مبدأ عمل المقطر الشمسي	19
الشكل (2-7)	مقطر شمسي بسيط بميل واحد	21
الشكل (2-8)	مقطر شمسي بسيط بميلين	21
الشكل (2-9)	مقطر شمسي كروي بماسح للماء	23
الشكل (2-10)	مقطر شمسي اسطواني	24
الشكل (2-11)	مقطر شمسي مخروطي	24
الشكل (2-12)	مقطر شمسي الشلال	25
الشكل (2-13)	مقطر شمسي المتعدد الطوابق	26
الشكل (2-14)	مقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية	27
الفصل الثالث : التوازن الحراري في المقطر الشمسي البسيط		
الشكل (3-1)	الانتقالات والتدفقات الحرارية لمقطر شمسي بسيط ذات ميل واحد	29

الشكل (3-2) الانتقالات الحرارية على مستوى الغطاء الزجاجي 30
الشكل (3-3) الانتقالات الحرارية على مستوى وسط الحوض 34
الشكل (3-4) الانتقالات على مستوى السفلي للمقطر 36

قائمة الرمــوز و الاصطلاحات

الرموز	الاصطلاحات (الرموز اللاتينية)	الوحدة
A	المساحة	m^2
C_p	الحرارة النوعية	$J\ /\ (Kg.℃)$
G	التدفق الإشعاعي الشمسي الساقط على السطح الزجاجي	W/m^2
h	معامل الحمل الحراري	$W/m^2.K$
K	معامل الانتقال الكتلي	m/s
L	طول الصفيحة المستوية	m
M	الانبعاثية الإشعاعية للسطح الباث	W/m^2
P_g	الضغط الجزئي للغاز	Pa
P_v	الضغط الجزئي للبخار	Pa
Q	الاستطاعة الحرارية	W
Q_s	الطاقة المشَعَّة للشمس	W
t	الزمن	s
T	درجة الحرارة	℃
ṁ	التدفق الكتلي	Kg/s
H_w	الحرارة الكامنة للتبخير	J/Kg
V	الحجم	m^3
	الرموز الإغريقية	
α	معامل الامتصاص الإشعاعي	–
ε	معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث	–
τ	معامل الإمرار الحراري	–
λ	التوصيلية الحرارية	$W/m.K$
ρ	الكتلة الحجمية	Kg/m^3

ρ	معامل الانعكاس الحراري.....	–
σ	ثابت ستيفان–بولتزمان.....	$\mathrm{W}/m^2.\mathrm{K}^4$
η	المردود الطاقوي.....	–

الدليل السفلي		
a	الوسط الخارجي (المحيط Ambiante).....	–
b	حوض الماء المالح (Bassin)	
$c, g-a$	التبادل الحراري بالحمل بين الغطاء الزجاجي و الهواء.....	–
$c, w-g$	التبادل الحراري بالحمل بين الماء و الغطاء الزجاجي.....	–
$c, w-b$	التبادل الحراري بالحمل بين الماءو الصفيحة الماصة	–
g	الغطاء الزجاجي (glass)	–
$e, w-g$	التبادل الحراري بالتبخير بين الماء و الغطاء الزجاجي.....	–
$r, g-a$	التبادل الحراري بالإشعاع بين الغطاء الزجاجي و الهواء.....	–
$r, w-g$	التبادل الحراري بالإشعاع بين الماء و الغطاء الزجاجي.....	–
sky	القبة السماوية.....	–
t	الكلي (Total)	–
w	الماء (Water)	–
cb	الضياع الحراري عبر الصفيحة الماصة	–
Cd	التبادل الحراري بالتوصيل بين السطح الخارجي والداخلي للزجاج	–
Out	الضياع الحراري مع الماء المقطر الناتج	–
In	الضياع الحراري مع ماء التغذية	–
αw	الحرارة الممتصة من طرف الماء	–
ρw	الإشعاع المنعكس على مستوى الماء المالح	–
$c, i-a$	التبادل الحراري بالحمل بين العازل والهواء	–
$r, i-a$	التبادل الحراري بالإشعاع بين العازل والهواء	–

مقدمة

مقدمة:

إن أزمة المياه الناشئة في العالم عامة وفي الوطن العربي خاصة تدفعنا للبحث عن طرق جديدة للحصول على مياه تتلاءم مع متطلبات الحياة وازدياد السكان وارتفاع مستوى المعيشة و نمو التطور الصناعي و الزراعي والسبيل الأمثل للحصول على المياه العذبة يكمن في تحلية مياه البحر والتي تعتبر من انسب الوسائل لتحقيق المتطلبات المتزايدة نظرا للازدياد المستمر في عدد السكان وارتفاع متطلباتهم اليومية من المياه.

يعتبر الماء عنصرا حيويا و قاعدة أساسية تقوم عليها الحياة فوق الأرض حيث تعادل نسبة الماء على سطح الكرة الأرضية 71% إلا أن 95% من مياه مالحة و 3% مياه عذبة ثلثي هذه المياه العذبة متجمد في القطبين الشمالي و الجنوبي في حين أن الكثير من دول العالم تعاني من نقص المياه الصالحة للشرب و مياه الأنهار ليس من السهل الوصول إليها و غير مطابقة لقواعد الصحة و تعتبر الجزائر واحدة من بين الدول التي تعاني من ندرة المياه الصالحة للشرب وذلك راجع إلى التوزيع الخاطئ للماء و عدم انتظام سقوط الأمطار فصليا و سنويا و كذلك ملئ الخزانات بالرسوبات وهذا بسبب قدم شبكات التوزيع المحلية و التلوث و نقص في الصيانة و بالنظر إلى موقعها الجغرافي في شمال الساحل الإفريقي و مساحتها الكبيرة التي تقدر ب$2381741\ km^2$ إلا أن الجزائر تتميز بقلة المياه السطحية .

بالإمكان أن نحصل على الماء الصالح للشرب بعدة طرق، غير أن معظم هذه الطرق مكلفة ماديا و بشريا و نذكر أن الماء الصالح للشرب ليس فقط ذلك الماء الذي لا يحتوي على نسبة الأملاح بشكل محسوس لكن هناك عناصر كيميائية ما أن تنقص أو تزيد تؤدي لعدم صلاحيته إلا بعد تعديله، كذلك وجود بكتيريا ضارة و فيروسات تضر بالصحة العامة.

يعتبر التقطير الشمسي كحل يطرح لحل مشكلة نقص المياه الصالحة للشرب حيث أن إنتاج الماء النقي بتقنية التقطير الشمسي لها آفاق كبيرة في الصناعة و الاقتصاد وذلك لان الطاقة المستهلكة في الإنتاج هي طاقة حرارية أصلها الإشعاع الشمسي الملتقط من سطوح سوداء، هذه السطوح تسخن عند استقبالها لأشعة الشمس و منه يمكن الاستفادة من الحرارة التي يمكن تحويلها إلى حرارة تبخير الماء المالح.

فتبقى الأملاح مترسبة فوق السطح الساخن و ينتج لنا بخار ماء نعرض البخار لسطح بارد فتحدث عملية التقطير.

العالم الآن يتجه نحو استغلال الطاقة الشمسية والتي تعتبر المصدر الأساسي لحل الطاقات المتجددة المعروفة كالطاقة الحيوية، الطاقة الكهروضوئية، طاقة الرياح في عملية التصفية والحصول على الماء الصالح للشرب، فاستعمال الطاقة الشمسية واسع جدا ولا يمكن الحديث عنه في بضعة سطور.

لكن ما يهم في هذا البحث كيفية استخدام هذه الطاقة في تحسين مردود المقطر الشمسي و السعي في زيادة الإنتاج اليومي من الماء الصالح للشرب.

نتطرق في هذه المذكرة بداية الفصل الأول التحدث عن أنواع انتقال الحرارة (بالتوصيل و بالحمل و بالإشعاع) وانتقال الكتلة (الانتشار الجزيئي و الحمل الحراري) أما في الفصل الثاني سنهتم بالدراسة النظرية للمقطر الشمسي وأنواع المقطرات الشمسية و مكوناتها وتقنيات التقطير وفي الفصل الثالث سنقوم بدراسة الميزان الطاقوي للمقطر الشمسي ثم يأتي سرد العوامل الداخلية و الخارجية المؤثرة على مردود المقطر الشمسي والتحسينات الممكنة وهذا في الفصل الرابع .

الفصل الأول

الظواهر الفيزيائية في التقطير الشمسي

I-1) مقدمة:

توجد الطاقة في حياتنا بعدة أشكال، ومن أهمها الطاقة الحرارية التي تعبر عن كيفية حركة الذرات داخل الأجسام، وتعتبر الحرارة من الخواص غير مرئية لكننا نشعر بها حولنا عند انتقالها من الجسم ذي الحرارة أعلى (الأسخن) إلى الجسم ذي الحرارة أقل، ويستمر انتقال الحرارة بين الجسمين حتى يصبح الجسمان لهما نفس درجة الحرارة أي أن تصل الجسمان إلى حالة تسمى "الاتزان الحراري" بينهما.

فعلم انتقال الحرارة هو العلم الذي يبحث في طرق انتقال الحرارة بين المواد نتيجة لاختلاف درجة حرارتها وطبيعة المواد من حيث مقاومتها للانتقال الحراري، و الحرارة هي نوع من الطاقة التي تدخل للنظام أو تنتقل منه، والدراسة النظرية للتقطير تعطي العلاقة بين المقادير الفيزيائية الداخلة في هذه العملية وتفسيرات لما يحدث بينهما، ومن تلك الظاهر الفيزيائية نجد انتقال الحرارة (التوصيل، الحمل، الإشعاع) وانتقال الكتلة (الانتشار الجزيئي، الحمل الكتلي)

المصدر الرئيسي للطاقة هو الشمس، فالأشعة القادمة على إمداد الأرض بالحرارة الضرورية لبقاء الكائنات على قيد الحياة، وتمكن الإنسان من توليد الطاقة الحرارية.

I-2) الظواهر الفيزيائية الأساسية في التقطير

I-2-1) تعريفات:

الحرارة هي شكل من أشكال الطاقة، تقاس بالجول (J) وبالوحدة التقليدية الحريرية (1cal=4,1855J) والحريرة هي الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1غرام من الماء$1°C$ونعرف الحرارة: هي الطاقة الناتجة من الوسط المادي

بفعل الطاقة الحركية للجسيمات المركبة لها (جزيئات – ذرات)، فتتبادل هذه الجسيمات الطاقة الحرارية أي تفقد أو تكتسب الطاقة الحركية[1].

و"انتقال الحرارة":هو تحرك كمية الحرارة من نقطة إلى أخرى بوجود تدرج في الحرارة، والانتقال يتم مهما كان نوع الوسط [1].

الشكل (1.1):طرق انتقال الحرارة.

يعد علم انتقال الطاقة الحرارية احد العلوم الهامة جدا في العصر الحالي، والذي يتم دراسته بأدق التفاصيل لزيادة كفاءة الطاقة التي تقوم بنقلها، مما سيسهم في زيادة كفاءة جميع الآلات الأخرى وكما أن لكل علم أساسيات معينة، واهم هذه الأساسيات هي الطرق التي تنتقل بها هذه الطاقة الحرارية والتي تنقسم إلى ثلاث أقسام ونذكر منها:

I-2-2) أشكال انتقال الحرارة:

I-2-2-1) التوصيل الحراري (الانتشار الحراري)(Conduction thermique):

تظل جزيئات المادة ثابتة وتنتقل الحرارة بينهما بالتلامس، ولذلك فإن التوصيل الحراري هو الطريقة الوحيدة لانتقال الحرارة في المواد الصلبة ويمثل نسبة ضئيلة جدا من انتقال الحرارة في السوائل و الغازات و لا يحدث في الفراغ حيث لا توجد جزيئات [2].

وانتقال الحرارة بالتوصيل يتم نتيجة لاختلاف درجات حرارة الجزيئات أي اختلاف مستويات الطاقة (طاقة الحركة لهذه الجزيئات)، المتجاورة في المادة دون انتقال هذه الجزيئات ومن الأمثلة عليها عملية تسخين قضيب من الحديد من جهة واحدة ، فسنلاحظ هنا أن الحرارة ستنتقل أيضا إلى الجهة الأخرى[2] .

I-2-2-1-1) قانون فوريه: (1^{ere} loi de Fourier) في الانتشار الحراري

نعتبر وسط غير متحرك ومتجانس محدود بصفيحتين متوازيتين لهما مساحة تساوي A ومسافة dx، وبينهما فرق في درجة الحرارة dT، يكون بينهما تيار حراري (استطاعة حرارية كمية الحركة تعطى في الوحدة الزمن) $Q = \frac{dq}{dt}$ مقاسة ب $W = {}^{J}/_{S}$ من الصفيحة الساخنة إلى الصفيحة الباردة، هذه الاستطاعة الحرارية تعطى بقانون "فوريه" الأول[2] :

$$\frac{dQ}{dt} = -\lambda . S . \frac{dT}{dX} \qquad (W) \qquad (2.1)$$

بحيث λ تسمى التوصيلية الحرارية (تقاس ب: ${}^{W}/_{m\,.\,°C}$

I-2-2-2) الحمل الحراري(Convection thermique):

تنتقل الحرارة بالحمل في الموائع (السوائل والغازات) نتيجة حركة المائع واختلاطها ببعضها البعض، عن طريق تحرك جزيئات المادة من أماكن ساخنة إلى أخرى باردة، حاملة معها الحرارة حيث تكون جزيئات المادة حرة الحركة، ومثال على ذلك في الحمل الحراري هو تسخين إناء يحتوي على سائل من أسفل، حيث يسخن أولا من أسفل الحرارة بالحمل إلى جميع أنحاء السائل وكذلك عند تبريد سطح ساخن مثلا في الهواء فالحرارة تنتقل من السطح للهواء المجاور بالحمل الحراري[3].

-يعتمد الحمل على فرق الكثافة، فالموائع الأبرد هي الأكثر كثافة والأسخن هي أقل كثافة ففي الغازات مثلا نجد الغازات الأسخن وذات الكثافة الأقل ترتفع إلى أعلى لتهبط محلها الغازات الأبرد ذات الكثافة الأكبر، ومن ثم تبرد الغازات الساخنة وتزداد كثافتها لتهبط إلى الأسفل وترتفع، وتستمر هذه العملية مكونة تيارات تسمى" تيارات الحمل "[3].

ونذكر نوعين من الحمل الحراري :

A: الحمل الطبيعي:

في الحمل الطبيعي ينتج تدرج في الحرارة والكثافة من عملية انتقال الحرارة ذاتها حيث يكون الجسم والمائع الساكن عند درجتي حرارة مختلفين.

B: الحمل القسري:

في الحمل القسري نتيجة وجود مؤثر خارجي يحرك المائع بالنسبة لسطح أعلى أو أقل منه في درجة الحرارة

I-2-2-2-1) قانون " نيوتن"(Loi de Newton):

نعتبر مائع حراري ذو درجة حرارةT_∞ في تماس مع سطح جسم صلب، مساحته A ودرجة حرارته T_s، يحدث بينهما تبادل حراري (تسخين أو تبريد)، وينتقل تيار حراري $\frac{dQ}{dT}$يعطى بقانون "نيوتن" [3]:

$$\frac{dQ}{dt} = h\,.\,A(T_\infty - T_s) \qquad (W) \qquad (2.1)$$

بحيثh يمثل معامل الحمل الحراري (وحدته $[h]=W/m^{2}°C$)

I-2-2-3) الإشعاع الحراري(Rayonnement thermique) :

هو أحد وسائل انتقال الطاقة الحرارية من مادة إلى أخرى ما يميز طريقة الإشعاع عن غيرها هو عدم حاجتها إلى تماس أو تواصل جسمين مع بعض، فالحرارة هنا تنتقل من مصدر تولدها إلى الوسط المحيط، فقد يكون صلبا أو سائلا أو غازيا أو على شكل فوتونات وموجات كهرومغناطيسية فهناك الكثير من الأجسام التي تشع طاقة حرارية بحيث تنتقل موجات كهرومغناطيسية إلى الوسط المحيط[4].

I-2-2-3-1) الجسم الأسود :

هو الجسم الذي يبث الإشعاعات الحرارية كنتيجة لدرجة حرارته أو يمتص كل الإشعاعات الواردة إليه بصرف النظر عن سمكها، درجة حرارتها، زاوية ورودها والطول الموجي للشعاع الوارد، فيسمى بذلك الماص أو الباث المثالي ويأخذ عموما كمرجع لمقارنته بالأجسام الأخرى .

الخاصية المميزة للجسم الأسود هي أن قدرة البث عنده تكون قصوى لأي جسم آخر في نفس الدرجة، فالجسم الأسود يبث بنفس الطريقة في كل الاتجاهات[5] .

I-2-2-3-2) قانون "ستيفان – بولتزمان ":

يعبر عن التدفق الحراري المنبث من السطح الباث كما يلي[4]:

$$M = \varepsilon . \sigma . T^4 \quad (3.1)$$

بحيث:

M:الانبعاثية الإشعاعية للسطح الباث ($[M]=W/m^2$)

ε :معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث

σ :ثابت "ستيفان – بولتزمان "($W/m^2.k^4$) $\sigma = 5.669.10^8$.

I-2-2-3-3) استقبال الجسم للإشعاع:(الانعكاس، الامتصاص، الإمرار)

عند استقبال جسم للإشعاع، فإن الاستطاعة الواردة له Q_{inc} تتوزع على ثلاثة أجزاء كالتالي[1]:

1.جزء يمر عبر الجسمQ_{tra}، ومعامل الإمرار يكتب

$$\tau = \frac{Q_{tra}}{Q_{inc}} \quad (4.1)$$

2.جزء يمتص عبر الجسمQ_{abs}،ومعامل الامتصاص يكتب:

$$\alpha = \frac{Q_{abs}}{Qinc} \quad (5.1)$$

3.جزء ينعكس عبر الجسم$Q_{rèf}$ ،معامل الانعكاس يكتب:

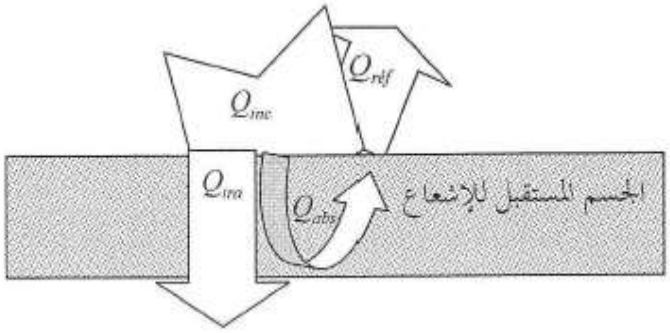
$$\rho = \frac{Q_{rèf}}{Q_{inc}} \quad (6.1)$$

من العبارات والمعاملات نجد:

$$Q_{tra} + Q_{abs} + Q_{rèf} = Q_{inc} \quad (7.1)$$

معناه

$$\tau + \alpha + \rho = 1 \quad (8.1)$$



الشكل(1. 2): استقبال الجسم للإشعاع الحراري.

I-3) انتقال الكتلة (Transfert de masse):

نستعمل كذلك في تقطير انتقال الكتلة ونعنى بهذا الأخير هو كل الإجراءات التي يكون فيها فرق في التركيز للمواد الموجودة في وسط مادي، ونتيجة الانتشار الجزيئي أو الحمل الكتلي لهذه المواد إلى غاية تساوي التركيز بين النقاط المعتبرة لظاهرة الانتقال، وأحيانا يصاحب هذا الانتقال انتقال للحرارة[5].

I-3-1) الانتشار الجزيئي (الرشح- Filtage):

انتقال الكتلة بالانتشار الجزيئي هو تشابه مباشر لانتقال الحرارة بالتوصيل أو انتقال كمية الحرارة في السريان الرقائقي، والانتشار الجزيئي يتم في مائع بحركة منتظمة في سريان رقائقي[6] .

I-3-1-1) قانون "فيك" في الانتشار الجزيئي (1ère loi de Fick) :

ينص قانون "فيك" الأول على التدرج في التركيز لمادة ذائبة بين نقطتين من الوسط المذيب يؤدي إلى انتقالها من أكثر تركيز إلى أقل تركيز، ونعتبر المسافة الفاصلة بين النقطتين، ومساحة سطح التبادل فنكتب القانون كالتالي[6,1]:

$$(\mathrm{kg/s})\frac{dm}{\mathrm{dt}} = -\mathrm{D_c}.\,\mathrm{S}.\frac{\mathrm{dC}}{\mathrm{dx}} \qquad (9.1)$$

I-3-2) الحمل الكتلي(Convection massique):

في الانتقال الكتلي بالحمل تنتقل الكتلة مباشرة بالحركة الميكروسكوبية للمائع المذاب، والحمل هو شكل من أشكال الانتقال السريع بالمقارنة بالانتشار الجزيئي، وعند ترك المائع المذاب يتحرك لوحده أو بفعل التيار الكتلي الناتج من زيادة ذوبان المادة نسمي هذا بالحمل الكتلي الطبيعي، لكن عند وجود مؤثر خارجي (مروحة،مضخة ....) يحرك المائع بالنسبة لسطح أعلى أو أقل منه في درجة الحرارة هذا نسميه بالحمل الكتلي القسري[1] .

I-4) ظاهرة التبخير والتكثيف:

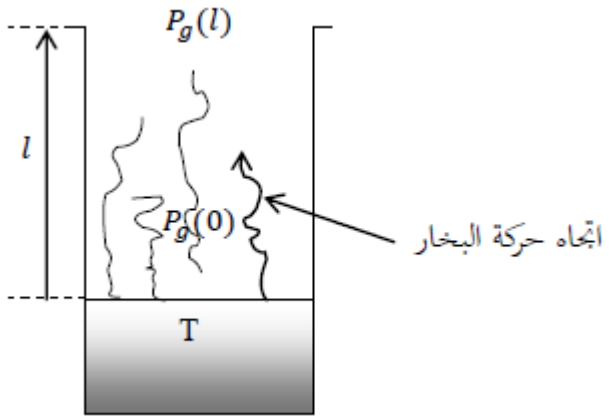
ومن أهم الظواهر في التقطير الشمسي نجد ظاهرتي التبخير والتكثيف الناتجتين من تغير طور الماء بين البخار والسائل، فالمائع في الطبيعة يكون شكل غاز أو بخار أو سائل[7].

عند تحول السائل إلى بخار هذا ما يسمى بالتبخير.

عند تحول البخار إلى سائل تسمى بالتكثيف .

I-4-1) ظاهرة التبخير (Phènomène d'évaporation):

نعتبر حدوث ظاهرة التبخير بغياب الحمل الكتلي بجوار سطح مائي، نسخن الماء ،فيحدث له تبخر (تغير في الطور من السائل إلى بخار) فوق السطح المباشر، ثم ينتقل البخار إلى الأعلى بفعل الاختلاف في الضغط في حركة بطيئة أو سريعة حسب نوعية التسخين ومنه ينقسم التبخير إلى زمنين كالتالي[7]:



الشكل (1-3) : وعاء به ماء سائل تحت التبخير في غياب الحمل الكتلي والحراري

1)الزمن الأول : حركة جزيئات البخار (بخار الماء) في الطور الغازي للهواء المحيط، بفعل التدرج في الضغط p_gوهي ظاهرة الانتشار الجزيئي في الطور الغازي

2)الزمن الثاني: التحول (السائل – غاز) على مستوى سطح السائل، ويحدث عندها توازن بين الماء السائل والبخار، يخل التوازن حركة الانتشار. وهذه الظاهرة هي ظاهرة التبخر .

I-4-2) ظاهرة التكثيف "نظرية نوسالت" (Phénomène de condensation):

تحدث ظاهرة التكثيف لبخار الماء ذو ($T_{(sa)}P_{(vap)}$)، عند ملامسة سطح بارد نسبيا يظهر على هذا السطح بعض قطرات من السائل، تتجمع هذه القطرات لتشكل ما يسمى بطبقة قشرية، وهذه هي ظاهرة التكثيف ل: "نوسالت"[7,6,1].

فرضيات: التكثيف بجوار صفيحة مستوية طولها [L].

1) نعتبر البخار بخار نقي تماما، وفي حركة مستقرة ومشبع في درجة حرارة$T_{(s)}$ وتحت ضغط P.

2) درجة حرارة T_p ثابتة على مستوى سطح الصفيحة .

3) طبقة الماء السائل تتحرك إلى أسفل بفعل قوة الجاذبية الأرضية، وتكون هذه الطبقة رقيقة

4) سريان الماء السائل المكثف ذو نمط رقائقي.

الفصل الثاني

دراسة نظرية للمقطر الشمسي

II-1) مقدمة:

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

II-2) مشكلة نقص المياه الصالحة بمنطقة ورقلة:

تقع مدينة ورقلة في الجنوب الشرقي للجزائر، كما تدعى ورقلة بالواحات وذلك لكثرة النخيل في هذه المنطقة كما تمتاز بمخزون مائي جوفي هائل، لكن المشكل في هذه المياه أنها مالحة(غير صالحة للشرب) كما تتميز بندرة أمطارها وبعد تساقطها فإنها تتبخر بسرعة بفضل ارتفاع درجات الحرارة صيفا وكذلك وجود الرمل النفوذ للماء[6].

فهذه الظروف وغيرها هي سبب نقص المياه الصالحة للشرب في منطقة ورقلة وكذا المناطق الصحراوية.

II-3) تقنيات تصفية المياه المالحة:

ومن بين التقنيات المستعملة في تحلية المياه المالحة نذكر مايلي:

1) تقنية التقطير.
2) تقنية متعدد الخلايا.
3) تقنية التبخير اللحظي بالتمدد المتوالي للبخار.

4) تقنية فصل الماء عن الأملاح الذائبة فيه:

-الأسموز العكسي.

- الأسموز الكهربائي.

II-3-1) تقنية التقطير البسيط:

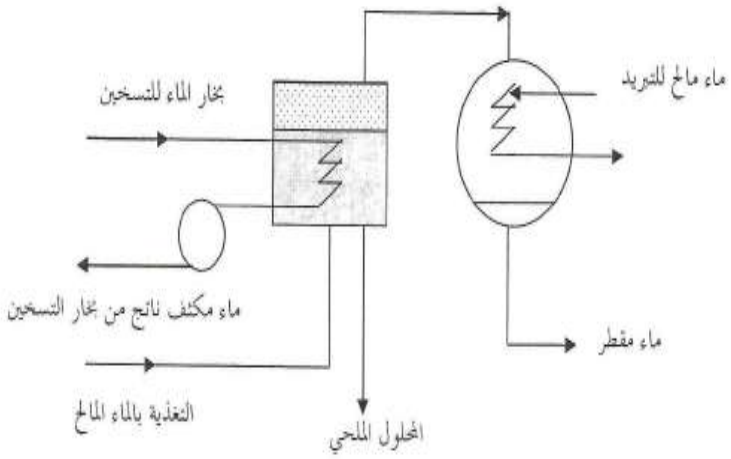
إن عملية التقطير أساسا تعتمد على عمليتين: عملية التبخير (evaporation) تتم بفعل مصدر حراري ثم تحول بخار الماء باتجاه المكثف (condenseur) له درجة حرارة منخفضة نسبيا، وتتم العملية وذلك لوجود الفرق في درجة الحرارة بين المكثف و المبخر، وكلما كان الفرق كبيرا في درجة الحرارة كانت كمية المياه النقية المنتجة كبيرة. وينتج عن هذه العملية مياه شديدة الملوحة، وعموما كل المقطرات مهما كان شكلها أو مبدأ عملها تحتاج مصدر حراري ساخن للتبخير، ومصدر حراري بارد للمكثف[6].

مبدأ عمل الجهاز الموضح في الشكل يعتمد على دخول الماء المالح إلى خلية التقطير بدرجة حرارة $(T+\Delta T)$ معΔT هو مقدار الزيادة في درجة الحرارة الناجم من التسخين الأول:

-وفي داخل الخلية نجد مبدل حراري على شكل حلزوني أو أي شكل يضمن التبادل الحراري، بين الماء المالح وبخار الماء الداخل لهذا المبدل[6].

-يفقد بخار الماء جزء من الحرارة مما يؤدي إلى تكثيفه ، ويتحول إلى ماء سائل ، ويسخن من جديد في دورة مغلقة[6].

الجزء المفقود من الحرارة يكتسبه الماء المالح من أجل تبخيره، يتجه بخار الماء الناتج إلى خلية ثانية من أجل تكثيفه. ولتكثيفه يجب وجود عنصر بارد يتمثل في مبدل حراري ثاني، يسري فيه ماء مالح بارد طبيعيا[1].



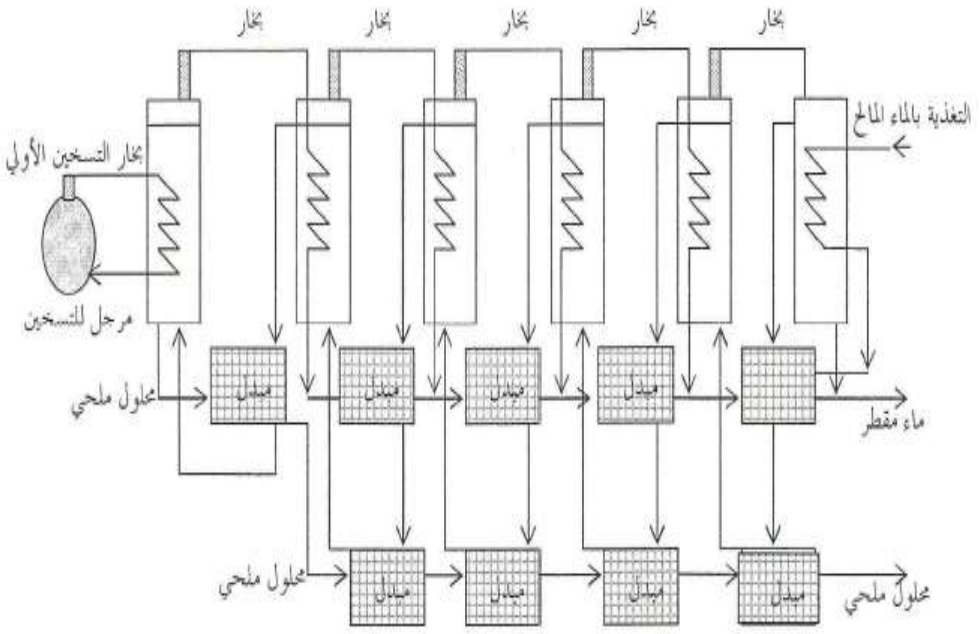
.

الشكل(2–1): التقطير البسيط[6]

II-2-3) التقطير متعدد الخلايا:

من أجل رفع مردود عملية التقطير يجب استرجاع جزء من الحرارة الضائعة عند التكثيف في الخلية الثانية لاستعمالها كحرارة تسخين أولي للخلية الموالية.

مبدأ عمل الجهاز المتمثل في الشكل والذي يتكون من عدة طوابق (خلايا) للتقطير، بحيث أن البخار المنتج من المبخر الأول يكثف في مكثف الخلية الثانية. ومنه يعطينا بخار قليل الضغط وهكذا تتم العملية مع جميع الخلايا وبنفس طريقة العمل، والحرارة المتبقية إن وجدت تستخدم لتسخين المياه المعالجة، واستخدامها لأغراض أخرى [6,1].

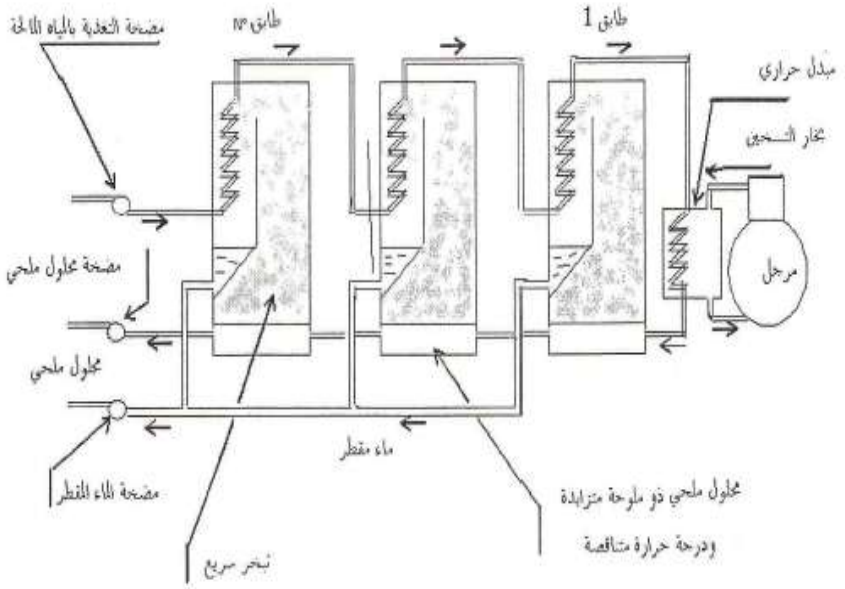


الشكل(2-2): المقطر متعدد الخلايا[1]

II-3-3) التقطير بتقنية التبخير اللحظي بالتمدد المتوالي للبخار:

تعتمد هذه الطريقة على مجموعة من الطوابق، وهي أولى الطرق المستعملة في التقطير، من أجل استرجاع الحرارة الضائعة، وقد طور هذا المبدل بفضل الأبحاث R.S.Silver في مصنع تحلية المياه المالحة بفرنسا. ويعتمد مبدأ عمل هذه التقنية في الشكل على درجة حرارة منخفضة نسبيا، واستخدام الماء المالح البارد لتكثيف البخار الناتج في كل طابق مبخر، داخل المبخر نجد الماء المالح تحت درجة حرارة معينة والضغط ينخفض تدريجيا، بحيث أن الماء والبخار في حالة توازن[1].

دوران الماء البارد في مبدل حراري يضمن انخفاض في درجة حرارة البخار، وبالتالي يؤدي إلى تكثيفه على جدران الخارجي للمبدل، وهكذا تتم العملية على جميع الطوابق[1].



الشكل(2–3): مبدأ التقطير بالتبخير اللحظي بطريقة متعددة[1]

II-3-4) تقنية فصل الماء عن الأملاح بالأغشية: (Membranes):

في هذه التقنية نعتمد على أغشية شبه نفوذة تستعمل من أجل فصل الملح عن الماء، وتتم عملية الفصل تحت درجة حرارة عادية مع استهلاك لكمية من الطاقة الكهربائية، ونميز طريقتين في هذه التقنية كما يلي[7]:

II-3-4-1) الأسموز العكسي (النضح العكسي): (Osmose inverse)

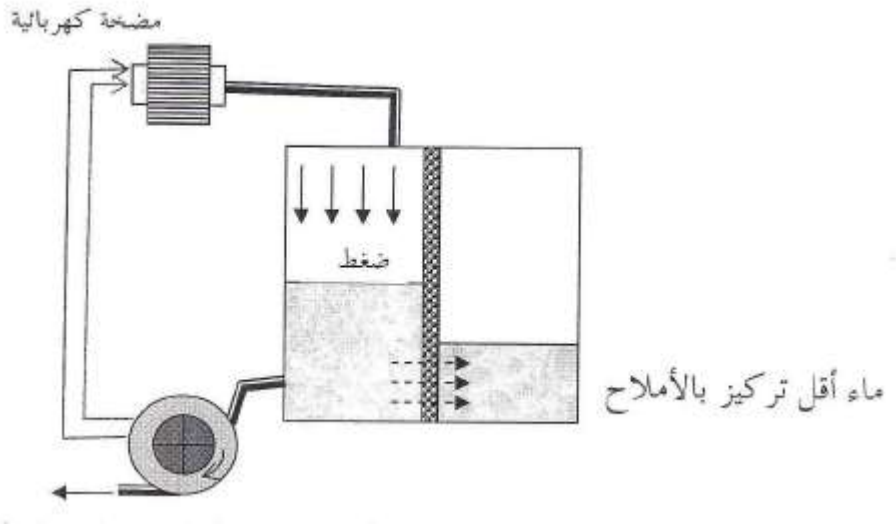
تعريف ظاهرة الأسموز الطبيعية:

تتم ظاهرة الأسموز عند وجود محلولين سائلين مختلفين في تركيز المادة المذابة فيهما.

ففي حالة الماء نفصل بين الوسطين المختلفين في تركيز الأملاح بغشاء شبه نفوذ أي يسمح للأملاح

المرور عبره. نضع الماء المالح في حوض أول يفصل بينهما وبين حوض ثاني غشاء شبه نفوذ، نطبق على الماء المالح ضغطا بواسطة جهاز ضغط خاص.

فيتسرب الماء إلى الحوض الثاني، وهكذا تتواصل العملية حتى نحصل على ماء أقل ملوحة. وبذلك قد عكسنا الظاهرة الأسموزية [7]

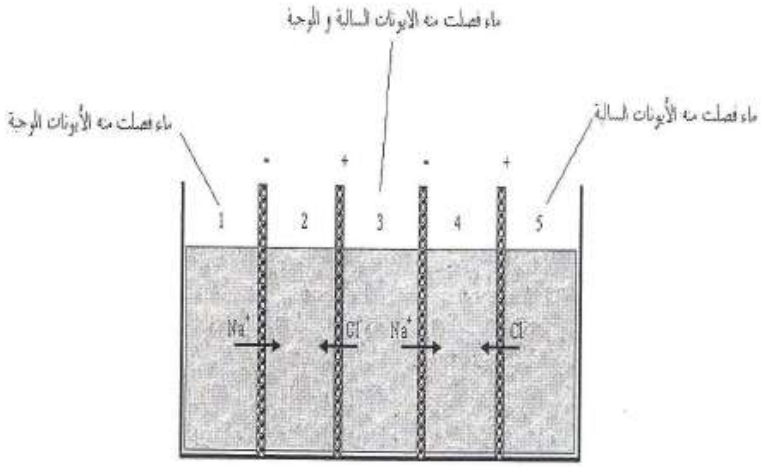


توربين يدور بفضل الطاقة الكامنة للماء المالح متصل بمولد كهربائي.

الشكل(2–4): تصفية المياه المالحة بواسطة تقنية الأسموز العكسي[7].

II-3-4-2) الأسموز الكهربائي (النضح الكهربائي): (Electrodialyse)

يتم في هذه التقنية بفصل الأيونات كيميائيا بفعل التجاذب الكهربائي، كما نسمي هذه التقنية بتقنية الأسموز الأيوني ونستعمل فيها أغشية نفاذة للماء واختيارية. تختار نوع خاص من الأيونات سالبة كانت أو موجبة حسب نوع الكهرباء المستقطبة في هذه الأغشية[7].



الشكل(2–5): تقنية الأسموز الأيوني[7].

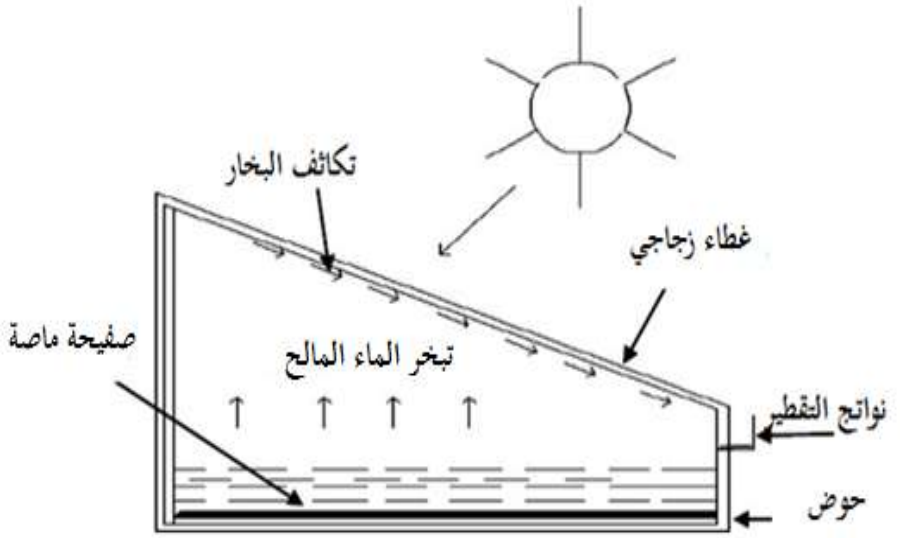
II-4) نبذة عن التقطير الشمسي:

تعتبر الشمس مصدر طاقوي مهم من خلال تحريرها طاقة شمسية كبيرة جدا، سعى الإنسان منذ القدم في تطويرها و استغلالها بشكل صحيح والاستفادة منها، ومن خلال اكتشاف مادة الزجاج ساعد ذلك في استغلال الطاقة الهائلة للشمس.وقد كان أول من استخدم الطاقة الشمسية في التقطير سنة 1872 في شمال الشيلي (Chili) في صحراء (Las salinas) وكان ذلك على شكل أحواض مغطاة بالزجاج القاعدة السوداء تستعمل كماص للأشعة الشمسية ويوضع في هذا الحوض ماء على سمك رقيق، فيعمل السطح الأسود عمل المبخر ويستقبل البخار المتصاعد من طرف السطح الداخلي للزجاج المائل مما يؤدي إلى تكاثفه مباشرة ويتجمع في قناة خاصة بالماء المقطر[8].

وتعتبر عملية التقطير من أقدم عمليات تحلية المياه في العالم، فقديما كان البحارة اليونان يستفيدون من البخار الناتج من مولدات البخار المستعملة في دفع سفنهم، تعتمد عملية التقطير على الطاقة الشمسية رغم أنها تعتبر طاقة من درجة اقل إلا أنها يمكن الاستفادة منها في تسخين المياه المالحة [10,5].

II-5) مبدأ عمل المقطر الشمسي:

التقطير الشمسي هو ظاهرة طبيعية، له نفس مبدأ الظاهرة الحقيقية التي تحدث في الطبيعة حيث أن الإشعاع الشمسي الساقط على ماء البحر (أو المحيط، بحيرة، نهر) يقوم بتسخين الماء فيتبخر و يرتفع 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[9].



الشكل(2–6):مبدأ عمل المقطر الشمسي [9]

كما هو في الشكل (2–5) يكون مبدأ عمل المقطر الشمسي كالتالي:

-دخول الإشعاع الشمسي عبر الغطاء الزجاجي نحو المقطر.

-يسخن الماء المالح الموجود في قاع المقطر عن طريق الإشعاع 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.

II-6) أنواع المقطرات الشمسية:

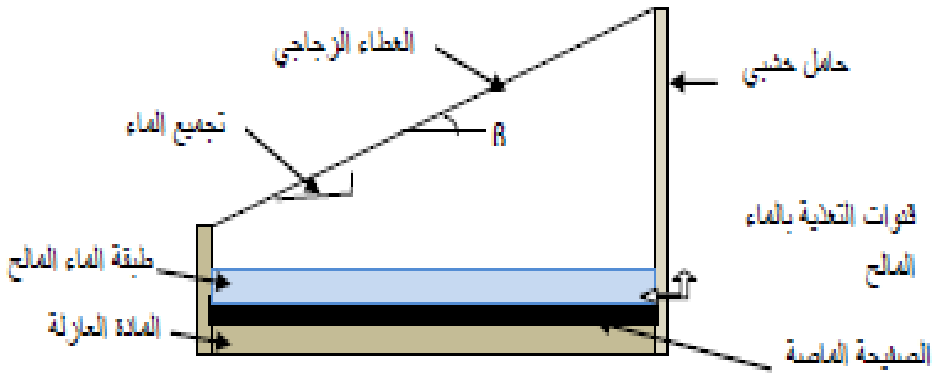
II-6-1) المقطرات البسيطة (Distillation a simple effet):

المقطر البسيط يعتبر من بين المقطرات الأكثر استعمالا في العالم، حيث يتكون المقطر الشمسي من حوض مملوء بالماء المالح يكون ملون باللون الأسود يقوم بالتقاط الإشعاع الشمسي و يغطى بالزجاج الذي يجب أن يكون مسطحا ومائلا ليتمكن البخار من التكاثف في الجزء الداخلي للغطاء الزجاجي،

ومن بين ايجابياته سهولة تحقيقه وصيانته، بالإضافة إلى ثمنه المنخفض، أما سلبياته فتتمثل في إنتاجه الضعيف جدا للماء الصالح للشرب وذلك بسبب انخفاض الفعالية، وتوجد عدة نماذج لهذا النوع منها [7]:

II-6-1-1) مقطر بميل واحد (Distillateur a pente unique):

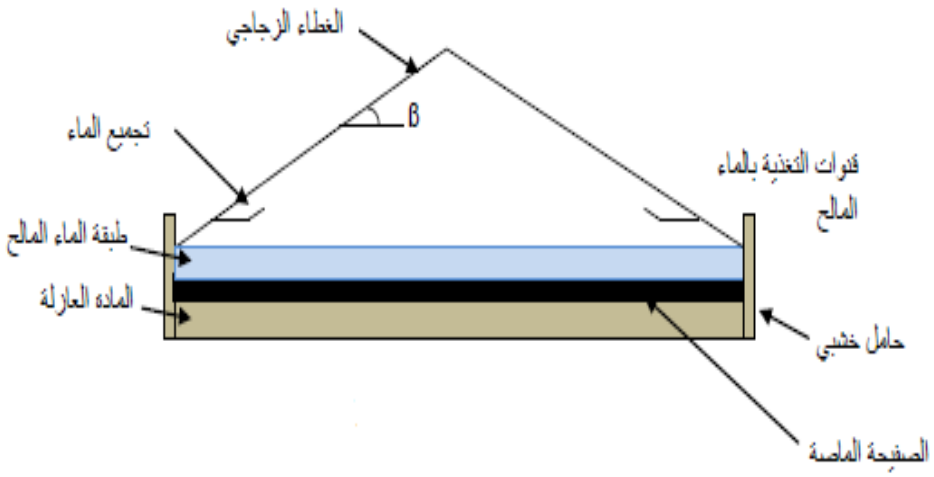
هو مقطر بلاقط واحد مائل بزاوية(β) وهو كثير الاستعمال وذلك لسهلة تركيبه وصيانته وكذا سهل التنظيف [7]كما هو مبين في الشكل التالي :



الشكل(2–7):مقطر بسيط بميل واحد [7]

2-1-6-II) مقطر بميلين (Distillateur a double pentes):

ويسمى كذلك مقطر بلاقطين ،كل واحد منهما بميل زاوية (β)، ومن بين مميزاته انه إحداهما يوجه للشمس و الآخر للظل لزيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي و لتسريع عملية التكثيف [7] كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل (2–8):المقطر البسيط بميلين [7]

الجدول(1.2): المقطرات البسيطة.**[1]**

المكان الذي تم فيه الإنجاز	تاريخ الإنجاز	الإنتاج بـ: L/m2/j	الإنتاج بـ:L/jour	الإشعاع الشمسي W/m^2	الشكل المستعمل في الإنجاز
Muresk II(Australia)	1966	4,03	2,2	246	
Coober pedy	1966	3,987	3,22	246	
Caiguna	1966	4,03	-	246	
Hamelin pool	1967	3.87	-	-	
Las Salinas(Chili)	1872	3,99	-	-	
Bhavnagar(India)	1965	-	1,5	-	
Aldabra(Ind.ocean)	1969	3,8	-	250	
Bakharden(USSR)	1969	4	1,75	-	
Shafrikan(USSR)	1970	4	1,75	-	
Natvidad(Mexico)	1969	-	0,41	400	
Chakmou(Tunisia)	1967	1,8	0,75		
Mahdia	1968	5,23	4,48		
Haiti(Caribbean)	1969	4,03	0,81		

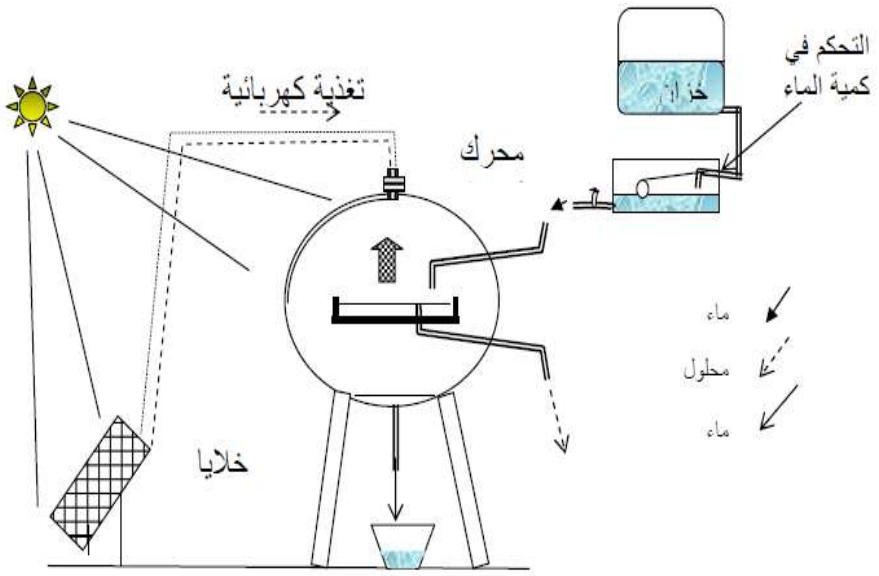
II-2-6) مقطرات شمسية تعمل بمبدأ التسخين بالبيت الزجاجي:

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

II-2-6-1) المقطر الشمسي الكروي: (Distillateur sphérique)

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 الداخلي للزجاج ثم يجمع في أسفل الشكل الكروي ولجعل الزجاج شفاف

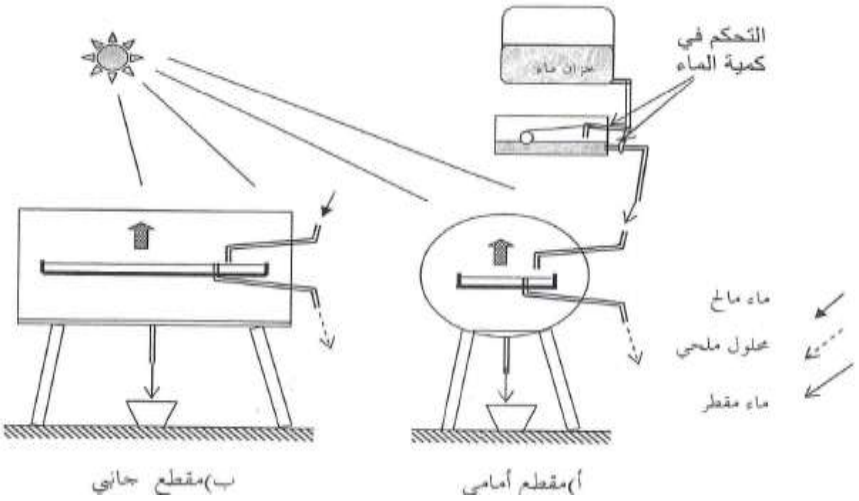
يستعمل في السطح الداخلي للزجاج ماسح يدور بواسطة محرك كهربائي في أعلى المقطر [1]كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل (2–9):مقطر شمسي كروي مزود بماسح للماء [1]

II-2-6-2) المقطر الشمسي الاسطواني (Distillateur cylindre) :

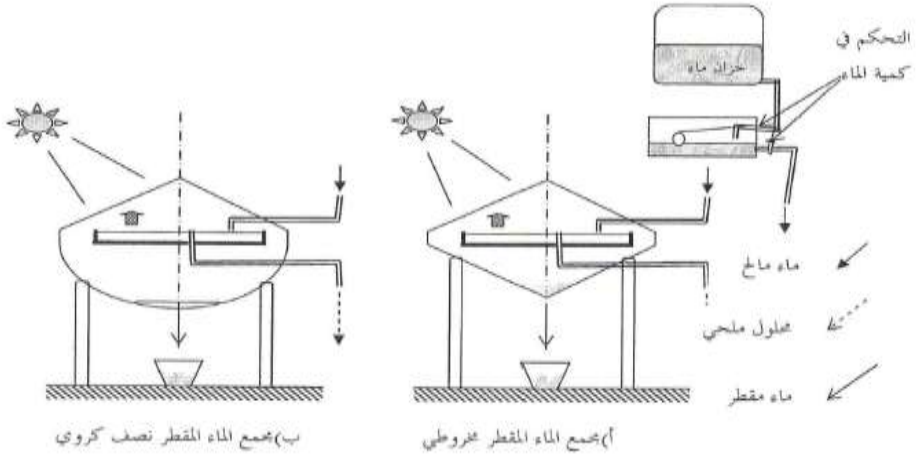
يعمل بنفس مبدأ المقطر الكروي، إلا أن نظام مسح الماء المكثف على الجدار الداخلي للزجاج غير مستعمل [1]كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل(2–10):المقطر الشمسي الاسطواني [6]

3-2-6-II) المقطر الشمسي المخروطي:(Distillateur enforme de cône)

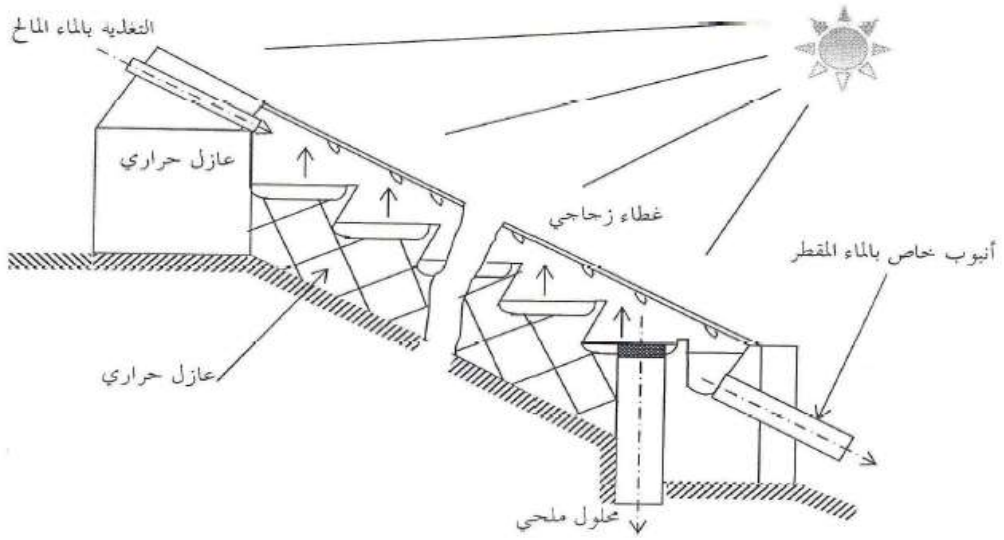
مشكل من غطاء مخروطي من الزجاج في الأعلى يسمح بمرور الإشعاع الشمسي، ومن قمع مخروطي في الأسفل لتجميع الماء المقطر[1] كما يوضحه الشكل التالي:



الشكل(2–11): المقطر الشمسي المخروطي**[6]**

II-6-2-4) المقطر الشمسي الشلال: (Distillateur solaire cascade)

يتكون من طوابق من الأحواض السوداء بها ماء مالح وكل حوض يمد للحوض الذي أسفله بالماء حتى يصل الماء للطابق السفلي[15,1] كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل(2-12):المقطر الشلال الشمسي [6]

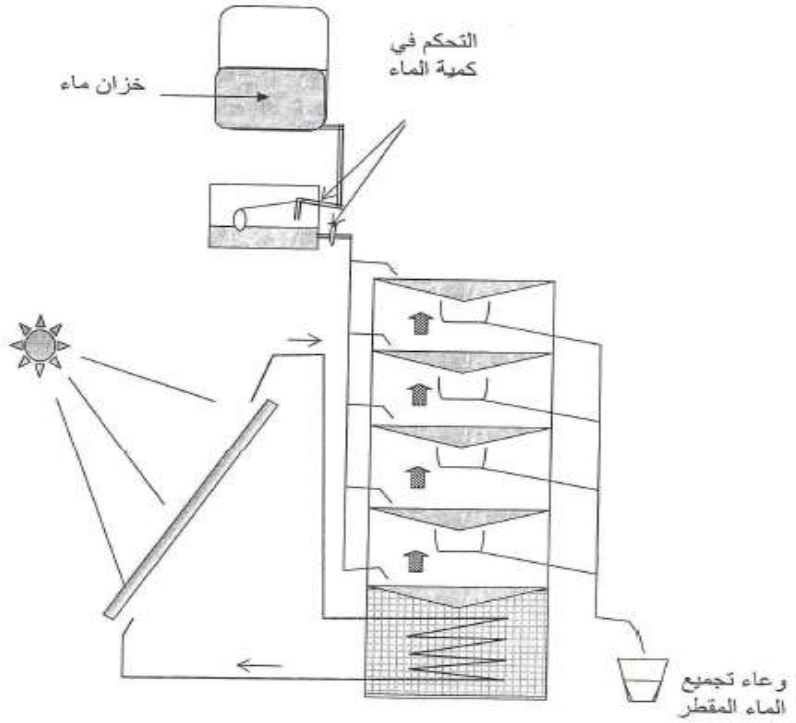
II-6-3) المقطرات التي تعمل بمبدأ استرجاع الحرارة:

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

II- 6-3-1) المقطر الشمسي المتعدد الطوابق:

يعمل المقطر الشمسي المتعدد الطوابق بالاستعمال غير المباشر لأشعة الشمس، ويتم تخزين المائع الحراري في لاقط شمسي ثم ينتقل إلى مبدل حراري، ثم تنتقل الحرارة إلى حوض به مالح، يتبخر الماء المالح ويتكاثف على السطح

السفلي للحوض الثاني يوجد فيه الماء المالح [1] كما موضح في الشكل التالي:



الشكل(2–13): المقطر الشمسي المتعدد الطوابق[6]

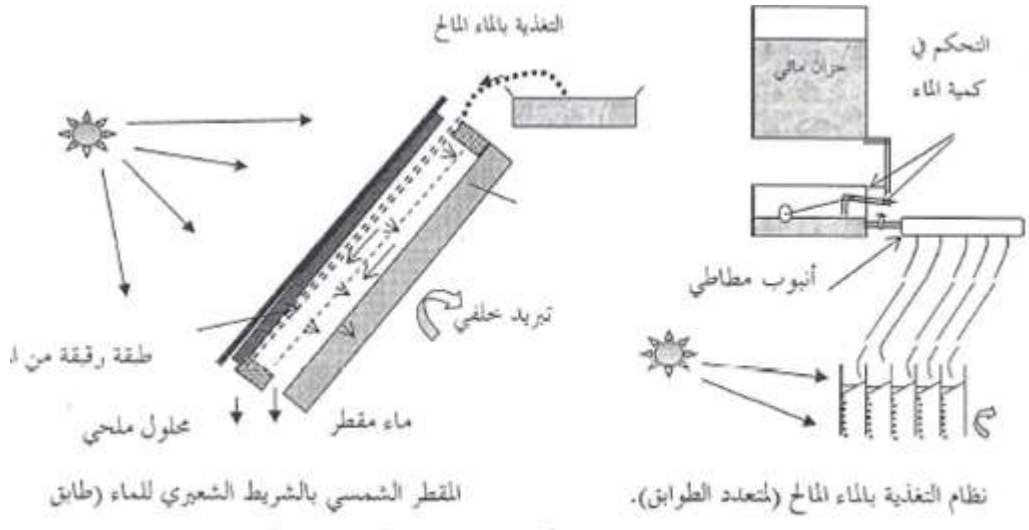
II-6-3-2) المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية (DIFICAP):

أنجز أول مرة من طرف البروفيسور "P.LEGOFF" بمخبر علوم الهندسة الكيميائية في منطقة NANCY

بفرنسا مع البروفيسور "R.OUAHES" من جامعة الجزائر وقد جرب كل من النموذجين ذو الطابق الواحد و ثلاث طوابق تحت ظروف طبيعية ،في الجزائر العاصمة شهر أوت 1983[15,1].

يتكون المقطر الشمسي الشعيري ذو الطابق الواحد من صفيحتين معدنيتين من الألمنيوم أو النحاس أو الفولاذ، احد أوجه الصفيحة التي تستقبل الإشعاع الشمسي يعتبر مبخر لرفع درجة حرارة هذه الصفيحة التي تكون مطلية باللون الأسود حتى يتمكن الماء الذي يسري من جانبها الثاني من التبخر ،ليتكاثف بعد ذلك في الصفيحة المقابلة

التي تكون ابرد من الأولى، بالإضافة إلى إطار خشبي سميك مربع من اجل تحيز البخار، و منظومة تغذية تعمل بالخاصية الشعيرية ومخرجين احدهما لتصريف الماء والآخر للماء المقطر الناتج [6]كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل(2–9):رسم تخطيطي للمقطر الشعيري (DIFICAP) [6]

الفصل الثالث

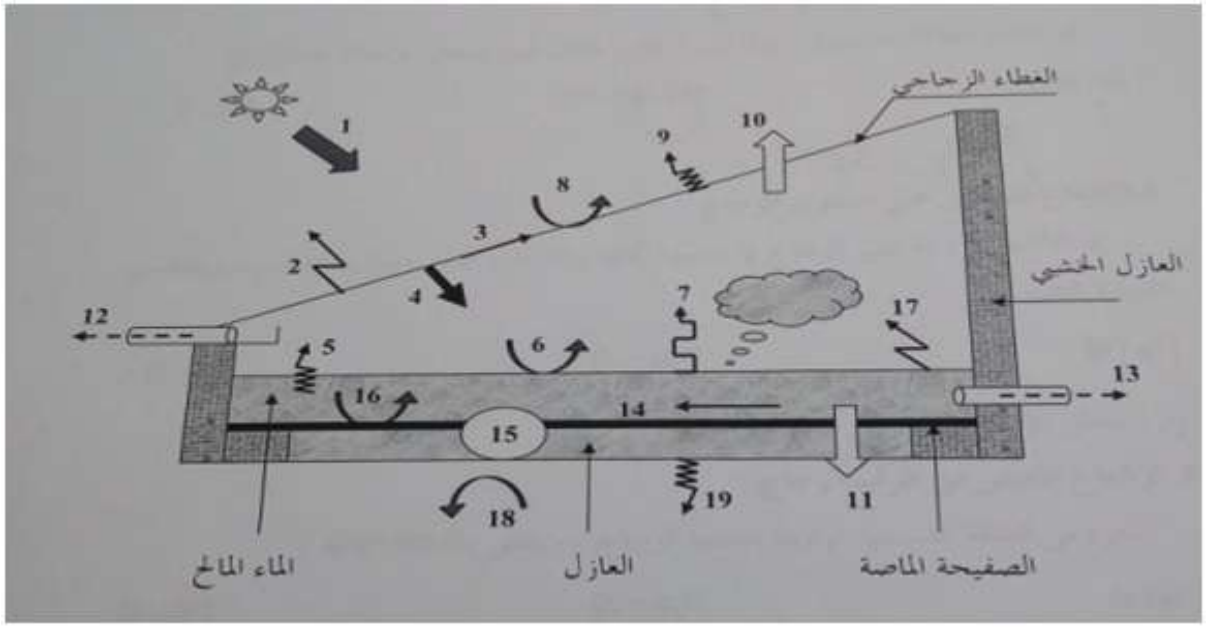
الميزان الطاقوي في المقطر الشمسي

III-1) مقدمة:

منذ القدم عرفت أن للشمس طاقة مهمة وهائلة فمن تم اكتشفت ظاهرة تسخين احواض المقطرات بهذه الطاقة، فالعلاقات التي تربط بين انتقال المادة والحرارة تعطينا فكرة عن الظواهر الفيزيائية الحادثة في المقطر الشمسي ومبدأ عمله، وتأثير العوامل الداخلية والخارجية في إنتاجه للماء المقطر. وضع تلك العلاقات يمكن الاعتماد على مايلي:

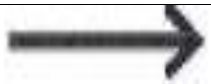
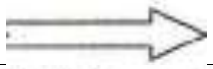
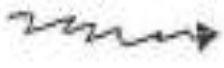
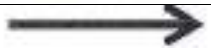
1) القوانين النظرية لانتقال الحرارة: التوصيل الحراري، الحمل الحراري، والإشعاع الحراري وذلك لوضع معادلات التوازن الحراري.

2) القوانين النظرية لانتقال المادة : الانتشار الجزيئي والحمل الحراري، وذلك لوضع معادلات التوازن الكتلي والمعادلات الممثلة لظاهرتي التبخير والتكثيف.



الشكل (1.3):أهم الانتقالات والتدفقات الحرارية في المقطر البسيط ذات الميل الواحد.

جدول (3-1): مختلف الانتقالات والتدفقات على مستوى المقطر الشمسي.

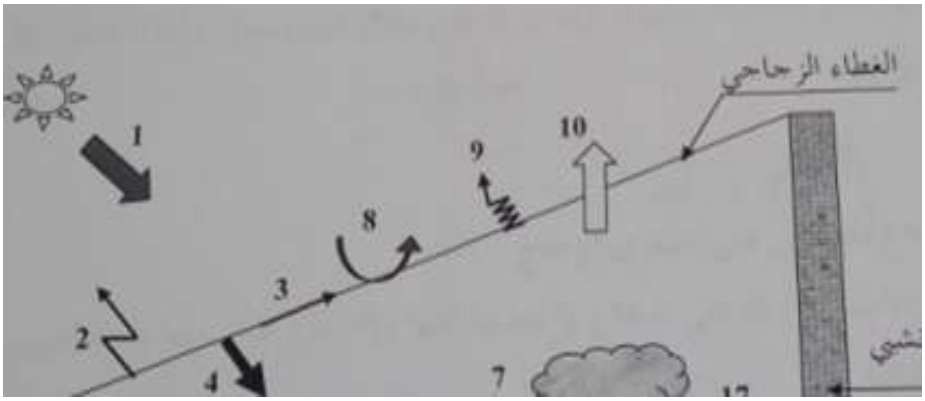
الإشعاع الشمسي الوارد والعابر للزجاج	
الانتقال الحراري بالحمل	
الانتقال الحراري بالتوصيل	
الانتقال الحراري بالإشعاع	
المقدار المنعكس	
المقدار المتبخر	
المقدار الممتص	
المقدار الضائع في الماء	

III-2) الانتقالات والتدفقات الحرارية على مستوى المقطر الشمسي:

عند تعرض المقطر إلى الإشعاع فإنه يتعرض إلى انتقالات وتدفقات حرارية سنقوم بدراسة على كل مستوى بمفرده كما يلي:

III-2-1) الانتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي:

كما هو موضح في الشكل (2.3) نذكر الانتقالات التي تحدث عبر الغطاء الزجاجي كالتالي:



الشكل (2.3): رسم يوضح انتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي

1.الإشعاع الشمسي الوارد إلى الزجاج:

هو مقدار الشعاع الذي يتعرض له الغطاء الزجاجي. الطاقة الشمسية الواردة إلى الزجاج خلال اليوم ويعطى بالعلاقة التالية[8]:

$$G = \int q_s(t)dt \qquad (\mathrm{w}/m^2) \qquad (1.3)$$

2.الإشعاع المنعكس على مستوى الزجاج:

الأشعة الواردة على الزجاج لا يمتصها كلها وإنما جزء صغير منها ينعكس والذي يعطي بالعبارة التالية[6]:

$$Q_r = \rho_g\, G \qquad (\mathrm{w}/m^2) \qquad (2.3)$$

ρ_g:معامل الانعكاس للزجاج.

3.الإشعاع الممتص من طرف الزجاج:

جزء من الطاقة الشمسية الواردة والتي يمتصها الغطاء الزجاجي. والتي تزيد من ارتفاع درجة حرارة الغطاء الزجاجي أثناء ورود الأشعة وتكتب كما يلي[8,6]:

$$Q_a = \alpha_g \, G \qquad (w/m^2) \qquad (3.3)$$

α_g :معامل الامتصاص للغطاء الزجاجي.

4.الإشعاع العابر للغطاء الزجاجي:

شفافية الزجاج التي تسمح بمرور الإشعاع الوارد للحوض ويمثل الجزء الأكبر من هذا الإشعاع، ويعطي بالعبارة التالية[6]:

$$Q_t = \tau_g \, G \qquad (w/m^2) \qquad (4.3)$$

τ_g :معامل الإمرار للغطاء الزجاجي.

8.انتقال الحرارة بالحمل بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي(هواء):

تؤثر حركة الهواء الخارجي على التدفق الحراري بالحمل المتبادل بين الغطاء الخارجي للزجاج والوسط الخارجي[8]:

$$Q_{c,ga} = h_{c,ga} \, (T_{ge} - T_a) \qquad (w/m^2) \qquad (5.3)$$

$h_{c,ga}$:معامل الحمل الحراري.

T_{ge}:درجة حرارة السطح الخارجي للغطاء الزجاجي (K).

T_a: درجة حرارة الوسط الخارجي (الهواء) (K).

9.انتقال الحرارة بالإشعاع بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي (الهواء):

للوسط الخارجي تأثير في الإشعاع المتبادل بين السطح الخارجي للغطاء الزجاجي والوسط الخارجي[14,8] :

$$Q_{r,ga} = \varepsilon_g \, \sigma(T_{g\,ext}^4 - T_{sky}^4) \qquad (\mathrm{W}/m^2.°\mathrm{C}) \qquad (6.3)$$

ε_g:معامل الانبعاثية للغطاء الزجاجي.

$T_{g\,ext}$:درجة حرارة الغطاء الزجاجي.

T_{sky} :درجة حرارة القبة السماوية وتعطى بالعبارة التالية:

$$T_{\mathrm{sky}} = \mathrm{T_a} - 12 \qquad (\mathrm{K}) \qquad (7.3)$$

10.انتقال الحراري بالتوصيل بين الوسط الخارجي والوسط الداخلي:

الحرارة التي يتعرض لها الحوض من الداخل يمكن أن تعبر هذا الزجاج بالتوصيل عبر السطح الزجاجي يعبر بالعلاقة التالية[12]:

$$\mathrm{Q_{cd}} = \frac{\lambda_g}{e_g}(\mathrm{T_{g,i}} - \mathrm{T_{g,e}}) \qquad (\mathrm{W}/m^2) \qquad (8.3)$$

$\mathrm{e_g}$:سمك الزجاج

λ_g:التوصيلية الحرارية للزجاج

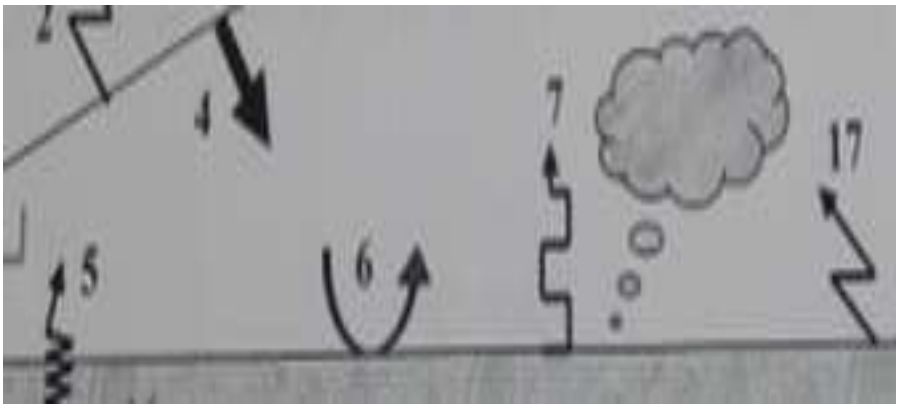
$T_{g,i}$:درجة حرارة السطح الداخلي للزجاج.

$T_{g,e}$:درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج.

III-2-2) الانتقالات على مستوى وسط الحوض:

نتحدث في هذا المستوى على عملتي التكثيف والتبخير للماء المالح

ظاهرة التبخير ويحدث على مستواها غليان وتبخر الماء المالح.أما ظاهرة التكثيف فيحدث بها عملية اماهة الماء المالح المتبخر ثم يقطر .



الشكل(3.3): رسم يوضح انتقالات على مستوى وسط الحوض.

5. انتقال الحرارة بالإشعاع بين الماء المالح والغطاء الزجاجي:

الانتقال الحراري بالإشعاع المتبادل بين طبقة الماء المالح والغطاء الزجاجي ويكتب بالعبارة التالية[8]:

$$Q_{r,w,g} = F_{w,g}\,\sigma(T_w^4 - T_{g,i}^4) \qquad (\mathrm{w}/m^2) \qquad (9.3)$$

$F_{w,g}$:معامل الشكل بين طبقة الماء المالح والغطاء الزجاجي.

T_w : درجة حرارة الماء المالح .

6. انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي داخل المقطر(ماء مالح والغطاء الزجاجي):

التدفق الحراري بالحمل يتزامن مع التدفق بالتبخير، وهذا يعود إلى ارتفاع في درجة حرارة الماء المالح داخل المقطر ويعطى بالعلاقة التالية[12]:

$$Q_{c,wg} = h_{c,wg}\,(T_w - T_{gi}) \quad (w/m^2) \qquad (10.3)$$

$h_{c,wg}$:معامل الحمل الطبيعي.

T_{gi}:درجة حرارة الغطاء الزجاجي الداخلي.

7. التدفق الحراري بفعل التبخير:

التدفق الحراري بفعل التبخير ينتج من حركة البخار المتصاعد من حوض الماء المالح والذي يتكثف على السطح الداخلي للغطاء الزجاجي ويعطى كما يلي[8,6]:

$$Q_{e.wg} = \dot{m}_w L_v \quad (W/m^2) \qquad (11.3)$$

17. الإشعاع المنعكس على مستوى الماء المالح:

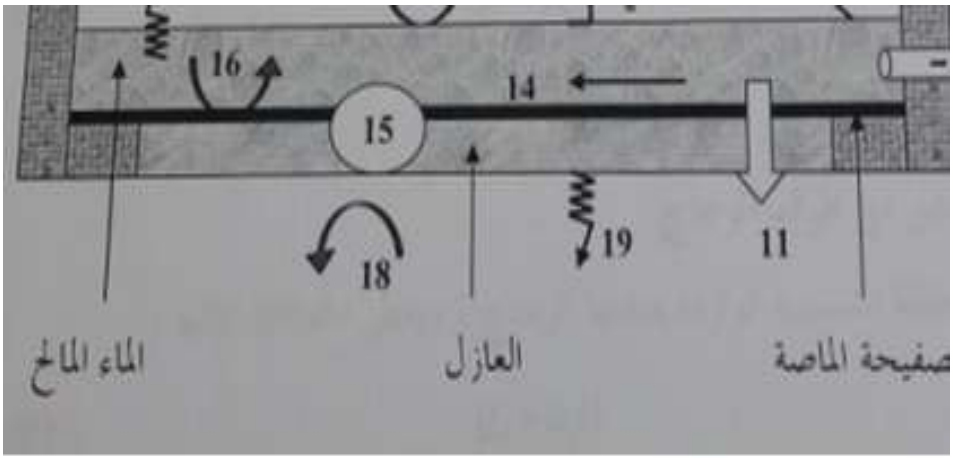
الإشعاع الذي يعبر الغطاء الزجاجي نحو الماء المالح داخل المقطر فينعكس مقدار منه ويعطى بالعبارة التالية[8]:

$$Q_{\rho w} = \rho_w \tau_g G \quad (W/m^2) \qquad (12.3)$$

ρ_w :معامل انعكاس الماء.

III -2-3) الانتقالات على المستوى السفلي للمقطر:

كما هو موضح في الشكل (4.3) نذكر الانتقالات الحادثة على المستوى السفلي للمقطر كما يلي:



الشكل (4.3): رسم يوضح انتقالات على مستوى السفلي للمقطر.

11. الضياع الحراري عبر الصفيحة الماصة:

هناك كمية من الحرارة تضيع عبر الصفيحة الماصة تنتقل عبر التوصيل وتعطى بالعبارة التالية[12,8]:

$$Q_{cb} = \frac{\lambda_b}{e_b}(T_b - T_i) \quad (W/m^2) \qquad (13.3)$$

T_b :درجة حرارة السطح الماص(K).

T_i:درجة حرارة العازل(K).

14. الحرارة الممتصة من طرف الماء المالح:

الإشعاعات الشمسية التي تعبر الغطاء الزجاجي نحو الماء المالح في الحوض، جزء منه يمتصه الماء المالح والجزء الآخر تمتصه الصفيحة الماصة ويعطى كما يلي[8,6]:

$$Q_{aw} = \alpha_w \tau_g G \quad (W/m^2) \quad (14.3)$$

α_w: معامل امتصاص الماء.

15. الحرارة الممتصة من طرف الصفيحة الماصة:

عند مرور الحرارة عبر الغطاء الزجاجي نحو الماء في الحوض فالصفيحة الماصة تمتص كمية قليلة من هذه الحرارة وتعطى عبارة هذه الحرارة كما يلي[8]:

$$Q_{ab} = \alpha_b \tau_w \tau_g G \quad (W/m^2) \quad (15.3)$$

α_b:معامل امتصاص الصفيحة الماصة.

16. انتقال الحرارة بالحمل بين الماء المالح والصفيحة الماصة:

انتقال الحرارة بالحمل بين الماء والصفيحة الماصة ناتج من الاختلاف في درجة الحرارة بينهما وعبارة كمية الحرارة المنتقلة تعطى كالتالي [12,8]:

$$Q_{c,wb} = h_{c,w}(T_{ab} - T_w) \quad (W/m^2) \quad (16.3)$$

18. انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والوسط الخارجي (المحيط):

الوسط الخارجي أسفل المقطر يساهم في التبادل الحراري بالحمل بين العازل والوسط الخارجي ويكتب كما يلي[8]:

$$Q_{c,i\,a} = h_{c,i\,a}(T_{i\,e} - T_a) \quad (W/m^2) \quad (17.3)$$

19,انتقال الحرارة بالإشعاع بين العازل والوسط الخارجي (المحيط) :

كمية الحرارة المنتقلة بالإشعاع بين العازل والمحيط الخارجي أسفل المقطر وتكتب كما يلي[12]:

$$Q_{r,i\,a} = \varepsilon_i \sigma (T_{ie}^4 - T_a^4) \qquad (W/m^2) \qquad (18.3)$$

III-2-4) الانتقالات على مستوى العوازل جانبي المقطر:

من بين الانتقالات التي يتعرض لها العوازل جانبي المقطر كما يلي:

12.الضياع الحراري مع الماء المقطر الناتج:

يحمل الماء المقطر جزء من الحرارة، ويخرج من قناة التقطير ونكتب كما يلي:

$$Q_{out} = m_w c_{pw} (T_{dist} - T_a) \qquad (W/m^2) \qquad (19.3)$$

13.الضياع الحراري مع ماء التغذية:

النسبة التي تتبخر من ماء الحوض، تعوضها كمية من ماء التغذية حتى تكتسب كمية الحرارة المناسب ة للتبخر، من حرارة الماء الساخن في الحوض وهذا ما يسمى بالضياع الحراري ونكتب كما يلي[8]:

$$Q_{in} = m_w C_{pw} (T_w - T_{fw}) \qquad (W/m^2) \qquad (20.3)$$

III-3) الموازنة الحرارية للمقطر الشمسي البسيط:

المعادلات الحرارية التي يتعرض لها المقطر الشمسي تبرهن وفق الصيغ التالية:

$$C_{pi} \frac{m_i}{S_i} \frac{dT_i}{dt} = \sum_{i=1}^{N} Q_{ij} \qquad (w/m^2) \qquad (21.3)$$

-على مستوى الوجه الخارجي للغطاء الزجاج:

$$C_{\mathrm{pg}}\frac{\mathrm{m_g}}{\mathrm{S_g}}\frac{\mathrm{dT_{ge}}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{G} + \rho_{\mathrm{g}}\mathrm{G} + \alpha_{\mathrm{g}}\mathrm{G} - \mathrm{Q_{rga}} - \mathrm{Q_{cga}} - Q_{cd}$$

(22.3) (w/m^2)

-على مستوى الوجه الداخلي للغطاء الزجاجي:

$$C_{pg}\frac{m_g}{S_g}\frac{dT_{gi}}{dt} = Q_{ewg} + Q_{cwg} + Q_{rwg} - Q_{cd}$$

(23.3) (w/m^2)

-على مستوى سطح الماء:

$$C_{pw}\frac{m_w}{S_w}\frac{dT_w}{dt} = \alpha_w\tau_{\mathrm{g}}G + Q_{cwb} - Q_{ewg} - Q_{cwg} - Q_{rwg} - Q_{in} - Q_{ou}$$

(24.3) (w/m^2)

-على مستوى السطح الماص(الصفيحة الماصة):

$$C_{\mathrm{pd}}\frac{\mathrm{m_b}}{\mathrm{S_b}}\frac{\mathrm{dT_b}}{\mathrm{dt}} = \alpha_b\tau_w\tau_g G - Q_{cb} - Q_{cwb}$$

(25.3) (w/m^2)

الفصل الرابع

العوامل المؤثرة و التحسينات

IV-1) مقدمة:

قام العديد من الباحثين في شتى أنحاء العالم بدراسات عديدة تهدف إلى تحسين عمل المقطر الشمسي وزيادة مردود التقطير من خلال تأثير بعض العوامل الهامة على أداء النظام مثل تأثير المناخ و الظروف التشغيلية و الموقع الجغرافي على إنتاجية التقطير .

IV-2) العوامل المؤثرة في عمل المقطر الشمسي:

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

IV-2-1) العوامل الخارجية :

1) شدة الإشعاع الشمسي :

تعتبر الشمس و الإشعاع 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 و تردد وطاقة)، وهذه الطاقة الكامنة في الفوتونات هي التي تسبب في إثارة الالكترونات عند اصطدامها بالخلايا الفولتوضوئية كل طاقة الفوتونات تعتبر طاقة كهرومغناطيسية تحتمل جميع الأطوال الموجية و الترددات الممكنة [11].

2) سرعة الرياح:

يلعب تأثير الحمل الحراري الذي يتعرض له الغطاء الزجاجي دورا مهما في تشغيل المقطر الشمسي في حين أن سرعة الرياح مرتبطة بالحمل الحراري القسري، الذي ينتج على مستوى الزجاج بفعل الهواء المحيط و بالتالي فهي تؤثر على درجة حرارة الزجاج [13].

3) درجة حرارة الهواء المحيط:

يكون تأثير درجة حرارة الهواء المحيط مهما في تحديد التغيرات الحرارية بين الجزء الداخلي للمقطر و الوسط الخارجي و ترتبط مباشرة بالحمل الطبيعي على مستوى الزجاج, فتأثيرها يتناسب طرديا مع درجة حرارة الزجاج[13] .

4) عوامل أخرى:

بالإضافة إلى سرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء المحيط، هناك عوامل جوية أخرى مثل رطوبة الهواء والظروف التشغيلية والموقع الجغرافي تؤثر على إنتاجية التقطير [13] .

IV-2-2) العوامل الداخلية:

يمكن دراسة تأثير العوامل التالية في فعالية نظام التقطير وهي:

مدى عزل السطوح الداخلية والخارجية للمقطر، سمك شريط الماء المالح، الخصائص الفيزيائية للجدران الداخلية [9].

1) ميل الزجاج على السطح الأفقي:

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

2) ارتفاع مستوى الماء المالح في المقطر:

لارتفاع مستوى الماء المالح في الحوض دور مهم في عملية التقطير، كلما كان عمق الماء صغير محصور بين 1 cm و 1.5 cm فانه يزداد الإنتاج اليومي للتقطير [10] .

3) المسافة التي تقسم السطح الحر إلى لاقطين:

يكون التأثير مباشرة على الضغط الداخلي للمقطر، حيث أن الزيادة في حجم المقطر تسبب نقصانا في الضغط، وهذا يؤثر على التغيرات الحرارية و يؤدي إلى نقصان في درجة الحرارة المقطر[8].

IV-3) خصائص مكونات المقطر الشمسي :

1) الزجاج:

يختلف الزجاج حسب خصائصه:

اللون:يجب أن يكون شفافا [8].

السمك:mm 4 له امرارية اكبر للإشعاع الشمسي [7].

الانعكاس:يجب أن يكون على الأقل مابين (5-10%)

الامتصاص:يجب أن يكون من 5%

العبور:أكثر من 90% [8].

2) الصفيحة المعدنية(Plaque metallique):

يوجد أنواع مختلفة من الصفائح المعدنية وفقا لخصائصها لذا يجب أن نختار صفيحة ملائمة لاستخدامها للماص وكذلك للغطاء الخارجي.

السمك: $4\ mm > e\ mm < 1mm$.

التوصيلية: يجب أن نختار صفيحة لها سعة حرارية مرتفعة.

مقاومة التآكل: يجب اختيار صفيحة تقاوم ظاهرة التآكل، لان الصفيحة المعدنية تكون في تلامس مع الماء[8].

3) العازل(Isolant):

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

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

أمثلة:

Le polyuréthane: $K=2.25 \times 10^{-5}\ {}^{KW}/_{m°C}$

Le polystyrène: $K=0.364 \times 10^{-5}\ {}^{KW}/_{m°C}$

Le laine de verre: $K= 4 \times 10^{-5}\ {}^{KW}/_{m°C}$

العازل الأحسن من بين هذه الثلاثة هو:polystyrène.

IV-4) تأثير الظروف المناخية لمنطقة ورقلة في ملوحة الماء:

منطقة ورقلة تكون حارة وجافة صيفا، وباردة جافة شتاءا، حيث أن ارتفاع درجات الحرارة في الصيف له تأثير سلبي على المسطحات المائية، بحيث تتبخر كميات كبيرة من هذه المياه و تضيع في الجو وتبقى الكميات المالحة التي لا تصلح للشرب، بالإضافة إلى تأثيرات أخرى كدرجة الحرارة و الرطوبة المتوسطة، سرعة الرياح ومدة التشميس خلال أشهر السنة كما هو مبين في الجدول:

جدول (4-1): قيم العوامل المناخية السائدة بمنطقة ورقلة لسنة (20017).

INS en heure	EVA en mm	RR en mm	Fx en m/s	Ux %en	Un en °c	Tx en°c	Tn en°c	الشهر	
263.2	110.7	0.3	8.7	72	27	17.5	3.4	جانفي	2017
204.2	172.6	0	10	58	22	23.1	8.5	فيفري	
285.1	239.2	20.7	5.9	57	18	26.1	11.5	مارس	
272.1	283.9	0.8	11.7	50	17	29.9	15.2	افريل	
283.3	264.9	Trace	11.8	37	12	37.5	22.9	ماي	
205.3	433.3	0.2	11.7	35	12	40.4	25.5	جوان	
325.3	505.1	0	9.9	27	11	43.1	27.3	جويلية	
360.1	439.3	0	10.5	32	10	42.9	27.1	أوت	
266.1	270.4	12.8	10.3	56	18	36.6	21.9	سبتمبر	
296.4	187.2	22.6	8	68	25	29.4	16.1	أكتوبر	
240.1	129.2	14.6	8.5	76	29	22.9	9.4	نوفمبر	
226	80.3	2.6	9.4	80	33	18.2	5.4	ديسمبر	

TN: متوسط الحد الأدنى لدرجة الحرارة المئوية.

TX: متوسط درجة الحرارة القصوى في درجة مئوية.

UN: الحد الأدنى للرطوبة النسبية%.

UX: الرطوبة النسبية القصوى %.

FX: الحد الأقصى للرياح بالمتر / الثانية.

RR: كمية الأمطار المتراكمة في المليمتر.

UVA: مجموع التبخر بالمليمتر.

INS: مدة التشميس في الساعات.

IV –5) دراسة المردود الطاقوي:

تعريف : يعتبر المردود الطاقوي مقدار فيزيائي لا بعدي(بدون وحدة)يعطي للدارس فكرة على كفاءة أي جهاز يعمل بالطاقة، حيث هو عبارة عن حاصل قسمة الطاقة المنتجة على الطاقة المستهلكة من طرف الجهاز. ولدينا المقطر الشمسي يستهلك طاقة إشعاعية من الشمس متمثلة في الإشعاع الشمسي الكلي G_t الوارد للجهاز في كل لحظة، وينتج طاقة حرارية على شكل تبخير Q_{ev} لها علاقة بكمية البخار المنتج التي بدورها تساوي كمية الماء المقطر عند المكثف. ومنه المردود الطاقوي يعطى بالعلاقة التالية [7]:

$$\eta_{th} = \frac{\text{الطاقة المنتجة}}{\text{الطاقة المستهلكة}} = \frac{Q_{ev}}{G_t} = \frac{\dot{m}.H_w}{G_t} = \frac{\left(\frac{m}{3600}\right).H_w}{G_t} \qquad (4.1)$$

IV–6) الطرق المساهمة في تحسين مردود المقطر الشمسي:

يتأثر مردود المقطر الشمسي بعدة عوامل مختلفة منها:

عوامل داخلية متعلقة بالمقطر كميل الزجاج وارتفاع مستوى الماء في المقطر و المسافة التي تقسم السطح الحر إلى لاقطين و عوامل خارجية كمقدار الإشعاع الشمسي الوارد و سرعة الرياح و درجة حرارة الهواء المحيط

بالمقطر، وخلال هذه الدراسة سنقوم بالاستناد إلى عدة تجارب سابقة أجريت في ظروف مناخية مختلفة، و بمختلف المعدات و الأجهزة والخصائص الفيزيائية والكيميائية ومن خلال النتائج المتحصل عليها من هذه التجارب وجدنا مجموعة من التحسينات التي تطرأ على المقطرات وهذا يهدف أساسا لرفع مردودية المقطر الشمسي نذكر منها:

- تزداد كمية الماء المقطر الناتجة من سطوح التكثيف، بازدياد شدة الإشعاع الشمسي حيث أن العلاقة بينهما علاقة تتغير في نفس الاتجاه[6].
- طلاء الحوض المعدني باللون الأسود مع وضع طبقة من الرمل يؤدي إلى زيادة امتصاص الصفيحة للإشعاع الشمسي وبالتالي زيادة إنتاج الماء المقطر بنسبة 10.98% [13].
- زيادة سرعة الهواء وذلك باستخدام مروحة في أعلى الزجاج حيث السرعات الكبيرة للهواء الجوي التي تعمل على تبريد الزجاج فيزداد الفرق في درجة الحرارة (T_{g}) و السطح الأسود (T_b) وبالتالي تكون إنتاجية كبيرة للماء المقطر و تحسين كفاءة المقطر ,بحيث عندما تكون سرعة المروحة $3.0\,{}^{m}/_{S}$تكون قيمة الكفاءة تساوي $\eta = 0.8$ [7].
- انخفاض درجة حرارة الصفيحة المكثفة عن طريق عملية التبريد بالماء، وبالتالي الرفع من الفارق في درجة
- الحرارة بين الصفيحتين المكثفة والمبخرة مما يؤدي إلى تزايد عملية التكثيف، وهذا ما يؤثر ايجابيا على المردود اليومي
- للماء المقطر، حيث قدرت نسبة التحسين تقدر ب 46.63% [5].
- إضافة حبيبات السيليسيوم يؤثر ايجابيا على المردود اليومي للماء المقطر، حيث يؤدي لارتفاع درجة حرارة الصفيحة الماصة (المبخر) التي تؤدي إلى عملية التبخير، وذلك حسب طبقات حبيبات السيليسيوم

فكلما ازداد سمك طبقة السيليسيوم ازداد امتصاص الصفيحة الماصة للإشعاع الشمسي، وبالتالي الرفع من الفارق في درجة الحرارة بين الصفيحتين المكثفة و المبخرة وزيادة التحسين يكون بنسبة 10.44% [6].

- تأثير المسافة بين الحاجز و الجهة الشمالية للزجاج، كلما ازدادت المسافة ازداد امتصاص الصفيحة الماصة للإشعاع الشمسي الوارد و ازداد التكثيف للمكثف، حيث تصل نسبة التحسين حتى 29.61% [8].
- تأثير عمليتي التبريد بالماء و التظليل على المكثف ،فكلما كانتا العمليتين معا كان تكثيف أكثر لبخار الماء تصل نسبة التحسين إلى 31.29% [8].
- تكتسب الصفيحة العمودية المطلية المشتركة بين الغطاء الزجاجي و الصفيحة الماصة (المبخرة) للمقطر الشمسي البسيط حرارة إضافية وهذا ما يؤثر على عمليتي التبخير و التكثيف و يساهم في زيادة وتحسين الإنتاج حوالي $2.034\ l/m^2$ من الماء المقطر [9].
- إذا قمنا بدمج التحسين بالإسفنج وذلك بوضع سطح اسود من الإسفنج في مكان الصفيحة الماصة مع تجربة تبريد الزجاج بالمروحة,سوف نقوم بتحسينين في نفس الوقت تسخين المبخر و تبريد المكثف وسنحصل على كمية ماء مقطر اكبر حوالي 4 لتر من الماء المقطر حيث قدرت قيمة الكفاءة بعد هذا التحسين $\eta = 0.6$ [7].
- كلما قل سمك الغطاء الزجاجي كانت امرارية اكبر للإشعاع الشمسي و كانت إنتاجية الماء المقطر أكثر حيث عندما يكون سمك الزجاج 4مم تكون إنتاجية الماء المقطر $\dot{m} = 3l/m^2\ /jour$ [7].
- واحدة من بين التقنيات المستخدمة لزيادة الإنتاج اليومي للماء المقطر والمتمثلة في تسخين الماء المالح بالطاقة الشمسية قبل استعماله في عملية التقطير , ويوصى باستخدام هذه التقنية خاصة في فصل الشتاء و

بداية فصل الربيع عندما تكون شدة الإشعاع الشمسي ضعيفة وتقدر نسبة التحسين عن طريق تسخين الماء المالح ب 82.61%[14] .

- كلما زاد التكثيف أو التبخير أو كلاهما زاد الفرق في درجة الحرارة بين المبخر و المكثف ومنه زادت كمية الماء المقطر المنتجة وبالتالي تحسين كفاءة المقطر[14].

محصلة عامة

محصلة عامة

ترتكز هذه الدراسة النظرية في الأساس على كيفية استخدام الطاقة الشمسية في تحسين المقطر الشمسي والسعي في زيادة الإنتاج اليومي من الماء الصالح للشرب.

وعلى ضوء النتائج المتحصل عليها من التجارب السابقة والتحسينات التي أجريت على المقطر الشمسي، نستخلص سلبيات وايجابيات تؤثر على عمل المقطر الشمسي التي سنذكرها تباعا:

- يكون لدرجة حرارة الوسط تأثير سلبي على عملية التقطير: فكلما ارتفعت درجة حرارة الوسط يقل معدل التبادل الحراري بالحمل بين سطوح التكثيف والهواء المحيط بالمقطر: أي يقل الفرق في درجة حرارة الغطاء الزجاجي والهواء الساخن المحيط بالتركيبة.
- إضافة حبيبات السيليسيوم يؤثر ايجابيا على المردود اليومي للماء المقطر، حيث يؤدي لارتفاع درجة حرارة الصفيحة الماصة (المبخر) التي تؤدي إلى عملية التبخير، وذلك حسب طبقات حبيبات السيليسيوم فكلما ازداد سمك طبقة السيليسيوم ازداد امتصاص الصفيحة الماصة للإشعاع الشمسي، حيث يعتبر الرمل (حبيبات السيليسيوم) وسطا مساميا يخزن كمية إضافية من طاقة الشمس، يلفظها لاحقا، مما يؤدي إلى تبخر كمية اكبر من الماء.
- للإشعاع الشمسي و سرعة الهواء تأثير ايجابي على عمل المقطر الشمسي حيث كلما زادت سرعة الهواء وشدة الإشعاع الشمسي معا زاد الإنتاج اليومي للماء المقطر.

المراجع

المراجع باللغة العربية

[1] محمد تخة ،" دراسـتة مقارنة وتـحسين لـــمختلف المقطرات الشمسية لإنتاج المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية"، مذكرة ماجستير ، جامعة ورقلة ،كلية العلوم والعلوم الهندسية، قسم الفيزياء (2004)

[2] المهندس محمد عبد الرضا الشمري،"كتاب مبادئ انتقال الحرارة "، دار صفا للنشر و التوزيع عمان، الطبعة الأولى (2006-1430)

[3] الدكتور قدري أحمد فتحي و الدكتور إبراهيم شفيع طه، دار صفا للنشر والتوزيع جدة ، الطبعة الطبعة(2006-1430) "كتاب أسس انتقال الحرارة"

[4] الأستاذ محمد الشمري "كتاب قانون انتقال الحرارة بالإشعاع " جامعة بابل

[5] دنيا جاب الله ،"تحسين فعالية المقطر الشمسي بالشريط الشعيري (ذو الطابق الواحد) المطبق في منطقة ورقلة "، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، كلية العلوم والتكنولوجيا وعلوم المادة (2010).

[6] بالحاج محمد ،" مساهمة في تحسين التقطير الشمسي بواسطة المقطر المزدوج ، بمنطقة ورقلة"، مذكرة ماجستير جامعة ورقلة، كلية العلوم والعلوم الهندسية، قسم الفيزياء (2008)

[7] جغوبي، رحماني"دراسة تجريبية وتحليلية لتحسين أداء المقطر الشمسي البسيط في منطقة ورقلة "، مذكرة ماستر، جامعة ورقلة ، كلية الرياضيات وعلوم المادة ، قسم الفيزياء (2017)

[8] ذوادي رشيدة ،"دراسة مقطر شمسي ذو مكثف مظلل جزئيا، بفعل الاحتباس الحراري الشمسي في المناطق القاحلة مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة ، كلية العلوم والتكنولوجيا وعلوم المادة ، قسم الفيزياء (2010).

[9] بوقطاية حمزة ،بشكي جمال ،ياسين معريف ، محمد بالحاج المساهمة في تحسين التقطير الشمسي في المناطق الجافة والصحراوية بواسطة المقطر الشمسي المزدوج ، جامعة ورقلة ، قسم الفيزياء (ورقلة 2007)

المراجع باللغة الانجليزية

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

[11] F.Golestench "Thermal performance of a low thermal inertia solar still" thesis Master of science, University of Texas and EL Paso(1980)

المراجع باللغة الفرنسية

[12] Bouallati yamina, "Investigations sur la performance D'un Distillateur solaire" Mémoire de magister, Université de Ouargla, dèpartement de physique (2004).

[13] Gouareh Malika," Etude de l'influence des différentes variantes d'absorbeurs sur L'efficacité d'un distillateur solaire serre", Mémoire Magistère, Université de Ouargla, Faculté des sciences et Technologie et de la matière (2010).

[14] Salami M Hassen," Etude Et Amélioration de la performance D'un distillateur solaire simple par un système de couplage (chauffage –Distillation"
thèse de magistère Université de Ouargla .

[15] Yacine Marif, "CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DU RENDEMENT D'UN DISTILLATEUR A FILM CAPILLAIRE MULTI ETAGE", Mémoire de magister, Université Ouargla, département des sciences physiques(2008).

ملخص

التقطير الشمسي باستعمال المقطر البسيط هو طريقة حديثة و اقتصادية لإنتاج الماء المقطر و الماء الصالح للشرب انطلاقا من المياه الباطنية المتوفرة بكثرة في الجنوب الجزائري.

بإتباع نموذج رياضي وباستعمال مختلف موازين الطاقة للمقطر يمكن حساب كمية الماء المنتجة يوميا ومردود العملية وذلك بدلالة العوامل التالية:

ميل الغطاء الزجاجي، سرعة الرياح، شدة الإشعاع الشمسي، عمق الماء في حوض المقطر.

ومن خلال الدراسة النظرية المنجزة يتبين أن كمية الماء المنتجة و مردود العملية يتناسبان طردا مع شدة الإشعاع الشمسي و سرعة الرياح و يتناسبان عكسيا مع عمق الماء في المقطر .

وأخيرا فان أكثر من $4L$ من الماء المقطر يمكن انتاجها يوميا بمردود يفوق 60% وعمق في الماء اقل من $2cm$ في مكان تزيد فيه سرعة الرياح عن $3\,m/s$.

الكلمات المفتاحية: المقطر الشمسي، التقطير الشمسي، الإشعاع الشمسي، سرعة الرياح.

Résumé

La distillation solaire par distillation simple est un moyen moderne et économique de produire de l'eau distillée et de l'eau potable à partir des eaux souterraines abondantes du sud de l'Algérie.

En suivant un modèle mathématique et un utilisant les différents bilans énergétiques de la pompe, on peut calculer la quantité d'eau produite par jour et la réaction du procédé en fonction des facteurs suivants :

Pente de la couverture de verre, la vitesse du vent, l'intensité du rayonnement solaire, la profondeur de l'eau dans le bassin distillé.

L'étude théorique montre que la quantité d'eau produite et le rendement du processus sont proportionnels à l'intensité du rayonnement solaire et à la vitesse du vent et inversement proportionnels à la profondeur de l'eau distillée..

Enfin, plus de 4 litres d'eau distillée peuvent être produits quotidiennement avec un rendement supérieur à 60% et une profondeur d'eau inférieure à 2 cm à un endroit où la vitesse du vent dépasse 3 m / s.

Mots clés: distillation solaire, distillation solaire, rayonnement solaire, vitesse du vent