



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



رقم الترتيب :

رقم التسلسل :

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم الفيزياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

مجال : علوم المادة

تخصص : فيزياء و إشعاع

من إعداد : مشاركة ليلي و نفيدي هنية

الموضوع

استعمال مواد محلية لتحسين مردود المقطر الشمسي التقليدي في المناطق الصحراوية

نوقشت يوم : 2020/09/.....

أمام اللجنة المكونة من الأساتذة

حاج عمار محمد علي

رئيسا

أستاذ محاضر - ب -

مفتاح محمد الصالح

مناقشا

أستاذ مساعد - أ -

عطية محمد الهادي

مؤطر

أستاذ محاضر - أ -

الموسم الجامعي : 2020/2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الهدية

أهدي عملي هذا:

إلى كل من علمني حرفاً في هذه الدنيا الفانية .

أساتذتي الكرام .

إلى التي كرم الله وجودها وجعل الجنة تحت أقدامها والتي أنارت دربي إلى من مرافقتني دعواتها في كل خطوة

من خطوات حياتي ، أمي الغالية .

إلى من كان رمز الفخر والعطاء إلى من كان قدوة اقتدي به إلى من سعى جاهداً في تعليمي وتربيته ،

أبي الغالي .

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

إلى جميع العائلة والأصدقاء والأحباب .

إلى من كان لقائي بهم متعة وفراقي عنهم صدمة دفعة 2020/2019 .

مشاركة ليلى

الهدايا

أهدي ثمرة جهدي إلى صانع أحلامي أبي .

إلى مصدر شغفي ومصدر إلهامي أمي .

" إلى سندي الأكبر أخوتي "فخر الدين" و "بدر الدين

وإلى كل عائلتي الجميلة .

إلى أساتذتي الذين أحبوني في مهنة التعليم "أستاذ خيامري شمس الدين "أستاذ إبراهيم سعد الله" و

"أستاذ بومراس فتحي" .

إلى أصدقاء الطفولة والدراسة جميعا .

كما أتوجه بأسمى عبارات الشكر والامتنان لصديق القبة الذي ساعدني كثيرا للتسجيل والدراسة

" نريتوني جيلالي " .

إلى كل من سقط سهوا عن قلبي ولم يستطع قلبي .

فيلدي هنيئا

تسکرت

سبحان الله و الحمد لله له الشاء بالحسن والقول الجميل

والاله الا الله وحده لا شريك له الحمد

الله الذي وفقنا ومد لنا يد العون لإجراز هذا العمل .

وانه لمن دواعي الفخر والاعتزاز أن نقتدر بالشكر

الجزيل إلى كل من ساعدنا لإجراز هذا العمل المتواضع

من قريب ومن بعيد ونخص بالذكر الأسناذ المؤطر

" عطية محمد الهادي "

وجميع أساتذة قسم الفيزياء الذين قدموا لنا كل العون

والجهد طيلة السنوات السابقة وإلى كل من درسنا من

الطورم الابندائي إلى الجامعي . والي كل زملائنا بالمركز

الجامعي بالوادي وخاصة طلبة الفيزياء .

فهرس المحتويات

I		الإهداء
III		التشكرات
IV		فهرس المحتويات
X		فهرس الأشكال
XIII		فهرس الجداول
XIV		فهرس الرموز

الصفحة	الفصل	العنوان
--------	-------	---------

المقدمة العامة

2		المقدمة العامة
	الفصل الأول: الخصائص المناخية لمنطقة وادي سوف	
6		1-1 مقدمة
6		2-1 الموقع الإداري
7		3-1 الإطار الجغرافي
7		1-3-1 الموقع الجغرافي
8		2-3-1 أسباب اختيار المنطقة
8		4-1 الإطار الطبيعي
8		1-4-1 التضاريس
8		1-1-4-1 المنطقة الرملية
8		2-1-4-1 الهضبة الصخرية
8		3-1-4-1 إقليم الانخفاضات
9		2-4-1 المناخ
9		1-2-4-1 درجة الحرارة
11		2-2-4-1 التساقط
12		3-2-4-1 التبخر
13		4-2-4-1 الرطوبة
14		5-2-4-1 الرياح
16		5-1 الإطار الجيولوجي للمنطقة
18		6-1 الإطار الفلاحي لمنطقة وادي سوف
18		1-6-1 الغوط
19		1-1-6-1 عمارة الغوط
20		2-1-6-1 نظام غراسة النخيل
20		1-2-1-6- نظام الأسطر
20		2-2-1-6-1 نظام الفجوج
21		2-6-1 الزراعة
22		3-6-1 الأشجار المثمرة

22	.....	4-6-1 أنظمة السقي
22	.....	1-4-6-1 نظام السقي بالخطارة
23	.....	2-4-6-1 نظام الدولاب
24	.....	3-4-6-1 نظام السقي بالمحركات
25	.....	7-1 الطاقات المتجددة المستغلة في ولاية الوادي
25	.....	1-7-1 تعريف الطاقة المتجددة
25	.....	1-1-7-1 طاقة الرياح
25	.....	2-1-7-1 الطاقة الشمسية
27	.....	8-1 خاتمة
الفصل الثاني : الدراسة النظرية للمقطر الشمسي		
29	.....	1-2 مقدمة
29	.....	2-2 نبذة عن التقطير الشمسي
29	.....	3-2 مبدأ عمل المقطر الشمسي
30	.....	4-2 أنواع المقطرات الشمسية
30	.....	1-4-2 المقطرات البسيطة
30	.....	2-4-2 مقطر بميل واحد
31	.....	3-4-2 مقطر بميلين
31	.....	4-4-2 مقطرات شمسية تعمل بمبدأ التسخين بالبيت الزجاجي
31	.....	1-4-4-2 المقطر الشمسي الكروي
32	.....	2-4-4-2 المقطر الشمسي الأسطواني
32	.....	3-4-4-2 المقطر الشمسي المخروطي
33	.....	4-4-4-2 المقطر الشمسي الشلال
33	.....	5-4-2 المقطرات التي تعمل بمبدأ إسترجاع الحرارة
33	.....	1-5-4-2 المقطر الشمسي المتعدد الطوابق
34	.....	2-5-4-2 المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية
34	.....	5-2 المميزات الأساسية للمقطر الشمسي
34	.....	1-5-2 المرودية
34	.....	2-5-2 الفعالية
34	.....	1-2-5-2 الفعالية الكلية
35	.....	2-2-5-2 الفعالية الداخلية

35	.....	3-2-5-2 مقياس الفعالية
36	.....	6-2 العوامل الداخلية والخارجية
		المؤثرة على مردود المقطر
36	.....	1-6-2 العوامل الخارجية
		1-1-6-2 شدة الإشعاع الشمسي
36	.....	2-1-6-2 سرعة الرياح
36	.....	3-1-6-2 درجة حرارة المحيط
36	.....	4-1-6-2 العوامل أخرى
37	.....	2-6-2 العوامل الداخلية
37	.....	1-2-6-2 ميل الزجاج على
		السطح الأفقي
37	.....	2-2-6-2 إرتفاع مستوى كتلة
		الماء المقطر
37	.....	3-2-6-2 المسافة التي تقسم
		السطح الحر إلى لاقطين
37	.....	4-2-6-2 خصائص المكونات
37	.....	1-4-2-6-2 الزجاج
37	.....	2-4-2-6-2 الصفيحة المعدنية
38	.....	3-4-2-6-2 العازل
38	.....	7-2 الظواهر الفيزيائية المؤثرة
		في المقطرات الشمسية
38	.....	1-7-2 تعريفات
38	.....	2-7-2 أشكال إنتقال الحرارة
38	.....	1-2-7-2 التوصيل الحراري
39	.....	2-2-7-2 قانون فورييه في
		الإنتشار الحراري
39	.....	3-2-7-2 الحمل الحراري
39	.....	4-2-7-2 قانون نيوتن
40	.....	5-2-7-2 الإشعاع الحراري
40	.....	6-2-7-2 الجسم الأسود
40	.....	7-2-7-2 قانون ستيفان -
		بولتزمان
40	.....	8-2-7-2 إستقبال الجسم للإشعاع
41	.....	8-2 انتقال الكتلة
41	.....	1-8-2 الإنتشار الجزيئي
41	.....	1-1-8-2 قانون فيك في
		الإنتشار الجزيئي
42	.....	2-8-2 الحمل الكتلي
42	.....	9-2 ظاهرة التبخير والتكثيف
42	.....	1-9-2 ظاهرة التبخير
43	.....	2-9-2 ظاهرة التكثيف " نظرية

		نوسالت"
43	.....	10-2 الإنتقالات والتدفقات الحرارية على مستوى المقطر الشمسي
44	.....	1-10-2 الإنتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي
44	.....	1-1-10-2 الإشعاع الشمسي الوارد إلى الزجاج
44	.....	2-1-10-2 الإشعاع المنعكس على مستوى الزجاج
45	.....	3-1-10-2 الإشعاع الممتص من طرف الزجاج
45	.....	4-1-10-2 الإشعاع العابر للغطاء الزجاجي
45	.....	2-10-2 إنتقال الحرارة بالحمل بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي
45	.....	3-10-2 إنتقال الحرارة بالإشعاع بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي
46	.....	4-10-2 إنتقال حراري بالتوصيل بين الوسط الخارجي والوسط الداخلي
46	.....	5-10-2 الإنتقالات على مستوى الحوض
		6-10-2 انتقال الحرارة بالإشعاع بين الماء المالح و الغطاء الزجاجي
47	.....	7-10-2 إنتقال الحرارة بالحمل و الطبيعي و التبخير داخل المقطر
47	.....	8-10-2 الإشعاع المنعكس على مستوى الماء المالح
47	.....	9-10-2 الإنتقالات على المستوى السفلي للمقطر
48	.....	10-10-2 الحرارة الممتصة من طرف الماء المالح
48	.....	11-10-2 الحرارة الممتصة من طرف الصفيحة الماصة
48	.....	12-10-2 إنتقال الحرارة بالحمل بين الماء المالح والصفيحة الماصة
48	.....	13-10-2 إنتقال الحرارة بالحمل و التبخير بين والعازل والوسط

الخارجي

48	.....	14-10-2 إنتقال الحرارة بالإشعاع بين العازل والوسط الخارجي
49	.....	15-10-2 الإنتقالات على مستوى العوازل جانبي المقطر
49	.....	1-15-10-1 الضياع الحراري مع الماء المقطر الناتج
49	.....	2-15-10-2 الضياع الحراري مع ماء التغذية
49	.....	11-2 الخاتمة

الفصل الثالث: دراسة ومناقشة النتائج

51	.....	1-1 مقدمة
51	.....	2-3 المقطر الشمسي البسيط
51	.....	1-2-3 تعريف
51	.....	2-2-3 مبدأ العمل
51	.....	3-2-3 طريقة العمل
51	.....	4-2-3 مكوناته
52	.....	3-3 الدراسة النظرية للمقطر
53	.....	4-3 أجهزة وأدوات القياس المستعملة
53	.....	1-4-3 جهاز متعدد القياسات
54	.....	2-4-3 جهاز pH متر
54	.....	3-4-3 جهاز قياس الناقلية الكهربائية
54	.....	4-4-3 الأنبوب المدرج
55	.....	5-3 الخطوات التجريبية
55	.....	1-5-3 التجربة الأولى
55	.....	2-5-3 التجربة الثانية
57	.....	6-3 النتائج التجريبية
58	.....	7-3 تحليل و مناقشة النتائج

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
الفصل الأول		
7	الموقع الجغرافي لمنطقة الوادي	(1-1)
9	إقليم الانخفاضات في ولاية الوادي	(2-1)
11	التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة (1978-2018)	(3-1)
12	التغيرات الشهرية للتساقط (1978-2017)	(4-1)
13	التغيرات الشهرية للتبخر (1978-2017)	(5-1)
14	التغيرات الشهرية للرطوبة (1978-2017)	(6-1)
15	التغيرات الشهرية للرياح	(7-1)
15	وردة الرياح	(8-1)
19	صورة جوية لمجموعة من الأغواط بها نخيل	(9-1)
19	صورة داخلية لغوط به نخيل ومواقع الغراسة	(10-1)
20	صورة داخلية لغوط به نخيل مغروسة على شكل أسطر	(11-1)
20	صورة تبين نظام الفجوج	(12-1)
22	توزيع المساحة المستغلة للفلاحة في ولاية الوادي	(13-1)
23	صورة لرجل يستعمل الخطارة لرفع الماء من البئر و يضعه في الحوض ليسقي به	(14-1)
23	السقي بالساقية	(15-1)
24	نظام الدولاب	(16-1)
24	نظام السقي بالمحركات	(17-1)
26	صورة لألواح شمسية مصنوعة في ولاية الوادي	(18-1)

الفصل الثاني

- 29 مبدأ عمل المقطر الشمسي (1-2)
- 30 مقطر بسيط بميل واحد (2-2)
- 31 المقطر البسيط بميلين (3-2)
- 31 المقطر الشمسي الكروي (4-2)
- 32 المقطر الشمسي الأسطواني (5-2)
- 32 المقطر الشمسي المخروطي (6-2)
- 33 المقطر الشمسي الشلال (7-2)
- 33 المقطر الشمسي المتعدد الطوابق (8-2)
- 34 المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية (9-2)
- 41 استقبال الجسم للإشعاع الحراري (10-2)
- 42 وعاء به ماء سائل تحت التبخير في غياب الحمل الكتلي والحراري (11-2)
- 43 أهم الانتقالات والتدفقات الحرارية في المقطر البسيط ذات الميل الواحد (12-2)
- 44 رسم يوضح انتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي (13-2)
- 46 الانتقالات على مستوى وسط الحوض (14-2)
- 47 الانتقالات على مستوى السفلي للمقطر (15-2)

الفصل الثالث

- 52 رسم تخطيطي للهيكل الخارجي للمقطر الشمسي (1-3)
- 53 التوازن الطاقي للمقطر الشمسي (2-3)
- 53 جهاز تعدد القياسات (3-3)
- 54 جهاز قياس متر (4-3)

54	جهاز قياس الناقلية	(5-3)
54	أنبوب مدرج	(6-3)
55	صورة التجربة الأولى	(7-3)
55	ترتيب أكياس الفوسفات في المقطر	(8-3)
56	رسم تخطيطي لكيس الفوسفات	(9-3)
57	خطوات التجربة	(10-3)
59	منحنى تغيرات شدة الإشعاع الشمسي	(11-3)
59	منحنى تغيرات كمية الماء المنتجة بدلالة الشعاع الشمسي للمقطرين	(12-3)
60	منحنى تغيرات درجة الحرارة الجو بدلالة الزمن	(13-3)
60	منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجية للمقطرين (شاهد -مدروس)	(14-3)
61	منحنى تغيرات درجة الحرارة الداخلية للمقطرين (شاهد-مدروس)	(15-3)
62	منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين	(16-3)
63	مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر المنتجة من المقطرين	(17-3)

فهرس الخرائط

الصفحة	عنوان الخريطة	رقم الخريطة
16	مكاشف الطبقات الجيولوجية بالصحراء المنخفضة	(1-1)
18	أنواع الرمال المتواجدة في منطقة وادي سوف	(2-1)

فهرس الجدول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
الفصل الأول		
10	التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة (1978-2018)	(1-1)
11	معدل التساقط حسب الأشهر (1978-2017)	(2-1)
12	التغيرات النسبية للتبخر فترة (1978-2017)	(3-1)
13	تغيرات المئوية للرطوبة في المنطقة	(4-1)
14	معدل سرعة الرياح (m/s) حسب الأشهر (1978-2018)	(5-1)
17	مختلف التكوينات الجيولوجية	(6-1)
21	توزيع الأراضي في منطقة وادي سوف	(7-1)
الفصل الثاني		
43	مختلف الانتقالات والتدفقات على مستوى المقطر الشمسي	(1-2)
الفصل الثالث		
57	الأحوال الجوية للتجربة	(1-3)
58	نتائج تحليل الماء المستعمل	(2-3)

قائمة الرموز و المصطلحات

الرموز	الاصطلاحات (الرموز اللاتينية)	الوحدة
A	: المساحة	m^2
G	: التدفق الإشعاعي الشمسي الساقط على السطح الزجاجي	W/m^2
h	: معامل الحمل الحراري	$W/m^2 \cdot K$
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 للبخر	Pa
Q	: الاستطاعة الحرارية	W
Q_s	: الطاقة المشعة للشمس	W
t	: الزمن	s
T	: درجة الحرارة	$^{\circ}C$
\dot{m}	: التدفق الكتلي	Kg/s
H_w	: الحرارة الكامنة للتبخير	J/Kg
V	: الحجم	m^3

الرموز الاغريقية

α	: معامل الامتصاص الإشعاعي	بدون وحدة
ε	: معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث	بدون وحدة
τ	: معامل الإمرار الحراري	بدون وحدة
λ	: التوصيلية الحرارية	$W/m \cdot K$
ρ	: الكتلة الحجمية	Kg/m^3
ρ	: معامل الانعكاس الحراري	بدون وحدة
σ	: ثابت ستيفان-بولتزمان	$W/m^2 \cdot K^4$
η	: المردود الطاقوي	بدون وحدة

قائمة الرموز و المصطلحات

الدليل السفلي

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



المقدمة العامة

المقدمة العامة:

الماء هو ذلك السائل العجيب الذي أودع الله سبحانه وتعالى سرّه فيه، فهو أساس استمرار حياة الكائنات الحية، فلولاها لما كانت الحياة موجودة أصلاً، ولهذا وصفه الله جلّ وعلا في القرآن الكريم بقوله: "وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ" (الأنبياء- آية 30)، ولا عجب أن الماء هو المكون الرئيسي لأجسام الكائنات الحية، كما أنه يغطي ما يقارب ثلاثة أرباع الكرة الأرضية من بحار ومحيطات وأنهار، ويمثل الماء موطناً لملايين الكائنات الحية البحرية كالأسمك وغيرها من النباتات البحرية.

يتجه العلم الحديث الآن للبحث في إمكانية استغلال الطاقة المتجددة في كافة المجالات الصناعية ومنها تحلية المياه، حيث تعتبر الشمس المصدر الرئيسي للطاقة في الكون، من الممكن الاستفادة من الطاقة الشمسية بشكل مباشر أو غير مباشر بواسطة تحويلها إلى نوع آخر من الطاقة (حرارية أو ميكانيكية أو كهربائية أو كيميائية). وهكذا نقل اعتماد مصادر الطاقة التقليدية كالنفط والغاز والفحم الحجري والطاقة النووية، لأن استخدام مثل هذه العناصر يسبب مشاكل بيئية [1-3].

إن نقص المياه النظيفة وندرة الموارد الطبيعية الناجمة عن الجفاف والإفراط في استغلال المياه الجوفية، أصبحت مشكلة رئيسية تهدد حياة الناس، لذلك تم اللجوء لتحلية المياه المالحة أو مياه البحر عن طريق التقطير الشمسي، حيث يعتبر التقطير بالبيوت المحمية أحد تطبيقات الطاقة الحرارية المنخفضة الحرارة التي تنطوي على تحويل الطاقة الشمسية (الإشعاعية) إلى طاقة حرارية لإنتاج المياه العذبة من المياه المالحة، حيث تتكيف بشكل فردي أو جماعي مع المناطق النائية أو المعزولة التي تتطلب استهلاكاً منخفضاً من المياه [4-6].

الجزائر بلد غير مستثنى من هذا المشكل نظراً لشساعة الرقعة الجغرافية وعدد السكان المرتفع، وتمثل الصحراء ثلثي المساحة الإجمالية يتوزعها السكان في مناطق نائية ومعزولة عن المصادر الطاقوية الاعتيادية، وفكرة إنشاء محطة تحلية بهذه المناطق أمر في غاية الصعوبة كون تلك المناطق تفتقر لأدنى مستلزمات الحياة كاتصالات الشبكة الكهربائية ذات الجهد العالي وغيره.

تعتبر الجزائر من البلدان التي انتهجت هذا الخيار في توفير الماء الصالح للشرب، حيث أنجزت منذ 2005 عشر محطات بسعة إجمالية تقدر بحوالي مليوني متر مكعب في اليوم، وهي تحضر لإطلاق خمس محطات في المستقبل القريب وقد ساهمت هذه المحطات في ضمان الأمن المائي لـ 25% من الجزائريين. البديل الذي يفرض نفسه حالياً هو استخدام الطاقة الشمسية كونها طاقة متجددة ونظيفة ومتوفرة على مدار السنة بالجزائر، لقد استغل العلماء والباحثين ظاهرة التبخير باستخدام الطاقة الشمسية في اكتشاف جهاز للحصول على المياه الصالحة للشرب يسمى المقطر والذي يعتمد أساساً على عملية التقطير الشمسي [7].

التقطير الشمسي أحد العمليات التي يمكن استخدامها لتنقية المياه ويمكن استخدام أي مصدر للطاقة الشمسية للتدفئة وهو خيار التكنولوجيا المنخفضة، في هذه العملية يتبخر الماء، باستخدام الطاقة الشمسية ثم يتكاثف البخار كمياء نقية، هذه العملية تزيل الأملاح والشوائب الأخرى [8-9].

في عام 1870 تم منح أول براءة اختراع أمريكية لجهاز التقطير الشمسي إلى Norman Wheeler و Walton Evans [8-9].

ومن ثم بدأ العديد من الباحثين استعراض أنواعًا مختلفة من مواد تخزين الطاقة، ومواد تغيير الطور والزعانف لتعزيز ناتج التقطير من المقطر التقليدي [10-12]، درس "ساكتيفيل وشانموغاسوندارا تأثير حصى الجرانيت الأسود كمود تخزين للطاقة الحرارية داخل مقطرات شمسية بعمق مختلف [12] و وجد الباحثون أن إنتاج حصى الجرانيت الأسود يمثل زيادة بنسبة 17% في المحصول ويحصل على 3.9 كغ/م³ يوميًا، "السباعي وآخرون" درس تأثيرات الألواح المختلفة كمادة معلقة مثل الألمنيوم والنحاس والفولاذ المقاوم للصدأ والميكا في المقطر التقليدي، وخلصوا إلى أنه عند استخدام الألواح المعدنية (الألمنيوم والنحاس والفولاذ المقاوم للصدأ)، كانت الإنتاجية اليومية لا تزال أعلى بنسبة (15-20)% مقارنة بالمقطر التقليدي [13].

"مادو وآخرون" درس تأثير الحصى المطاطية وحصى البوليستر كمود تخزين طاقة حرارية معقولة على أداء المقطر الشمسي المائل مع الحواجز، وجد الباحثون أن المقطرات الشمسية المائلة مع مواد تخزين طاقة حرارية معقولة يحسن العائد بنسبة 57.1 و 59.5% مع حصى البوليستر وحصى مطاطية على التوالي [14] "خشخوش وآخرون" أجرى دراسات أداء على الطبقة الرملية كعامل لتحسين الكفاءة على صورة شمسية. لاحظ المؤلفون انخفاضًا بمقدار 1.46 مرة في الإنتاجية عند استخدام طبقة الرمل مقارنة بـ المقطر التقليدي [15].

إن إنتاج المياه العذبة في جنوب الجزائر أمر ضروري، لأن معظم المياه الجوفية معتدلة الملوحة وغير صالحة للاستهلاك البشري. وتتميز هذه المياه بملوحة تتجاوز 1.5 غ/ل، وفقا لمعايير منظمة الصحة العالمية، يجب أن تكون الملوحة أقل من أو تساوي 0.5 غ/ل، على نطاق صغير، لذا يجب تحلية مياه الشرب بتقطيره مثلا بالطاقة الشمسية، وقد تم صنع عدة أنواع من أجهزة التقطير بالطاقة الشمسية والأكثر شيوعا هي تلك المقطرات البسيطة وذات الخاصية الشعرية [16].

ومن المعروف أن تحلية المياه باستخدام أنظمة تعمل بالطاقة الشمسية تعتبر حل عملي لإنتاج الماء الصالح للشرب وخاصة في المناطق النائية التي تعاني من قلة في المياه الصالحة للشرب بسبب البنية التحتية وعدم اتصال الكثير منها بالشبكة الرئيسية الوطنية للماء، بالمقابل يمكن لمنظومة تقطير صغيرة أن تكون حل عملي واقتصادي للطلب الحالي والمستقبلي للمياه الصالحة للشرب مع توفر موارد المياه وكمية إشعاع شمسي كبيرة في تلك المناطق النائية، لذلك يتعين بحث العوامل المؤثرة في إنتاجية وكفاءة المقطرات الشمسية ومحاولة تحسينها وإيجاد طرق تؤدي إلى زيادة إنتاجها [17].

ومنذ عام 1950 بدأت البحوث تتجه نحو تحسين الحصول على تقنيات الحصول على مياه عذبة من المياه المالحة باستخدام الطاقة الشمسية وذلك باستخدام المقطرات الشمسية التي تعددت أنواعها ولا زالت البحوث جارية في تصميم ودراسة أنواع جديدة من المقطرات الشمسية، ويعتبر المقطر الشمسي التقليدي من أبسط الأنواع، حيث تتراوح كمية المياه المنتجة من خلاله من (1-4 ل/م²) بكفاءة حرارية تصل إلى 50% اعتمادا على عدة عوامل منها ما يتعلق بتصميم المقطر وأخرى تتعلق بالظروف المناخية مثل درجة الحرارة وكمية الإشعاع الشمسي وغيرها [18].

تهدف هذه الدراسة التجريبية إلى زيادة مردودية المقطر الشمسي البسيط أي زيادة كمية الماء المقطر المنتجة خلال اليوم، كما تهدف أيضا إلى معالجة مشكلة نقص مياه الشرب بمنطقة الوادي وذلك عن طريق استغلال مادة الفوسفات، يعمل وجود الفوسفات على تحسين مساحة السطح وقدرة تخزين الحرارة إن الطبيعة المسامية لأكياس الفوسفات تزيد من امتصاص الطاقة الحرارية، لأن الفوسفات مادة جيدة لتخزينه، تم إجراء هذه الدراسة التجريبية الجديدة في جامعة الوادي الجزائر في أبريل 2020.

والسؤال الذي يطرح نفسه هو هل بالفعل عند إضافة هذه الأكياس إلى المقطر الشمسي البسيط يعطينا زيادة في المردودية أي زيادة في كمية الماء المقطر ؟

ولهذا سنقسم المذكرة إلى ثلاثة فصول على النحو التالي:

الفصل الأول: سنتطرق إلى الخصائص المناخية لمنطقة وادي سوف حيث تطرقنا على الموقع الجغرافي للمنطقة وأصل التسمية كما تطرقنا إلى الخصائص الطبيعية والمناخية للمنطقة وكذا هيدرولوجية المنطقة... إضافة إلى الطاقات المتجددة المستعملة في المنطقة وتعريف المقطر الشمسي.

الفصل الثاني: سنتطرق إلى دراسة نظرية للمقطر الشمسي، مبدأ عمل، أنواعه، مميزاته، وأهم المعادلات التي تحكم في القطر الشمسي وأخيرا الظواهر الفيزيائية المؤثرة في المقطر الشمسي.

الفصل الثالث: سنتطرق إلى دراسة تجريبية باستعمال المقطر الشمسي وذلك باستعمال أكياس قطن المتماثلة والمملوءة بالفوسفات على أداء التقطير، حيث أعطينا لمحة تاريخية للمقطر ومبدأ عمله، كما تناولنا طريقة صنعه ومخبريا الأدوات اللازمة للتجربة المنجزة على المقطرين (شاهد - مدروس) ثم النتائج المتحصل عليها ومناقشتها.

وفي الأخير **الخاتمة العامة** والتي تحدثنا فيها عن أبرز مميزات التجربة وكذا أهمية أكياس القطن المتماثلة والمملوءة بالفوسفات وكيف ساهمت في تحسين مردودية المقطر الشمسي وإعطاء نتائج أفضل من المقطر الشاهد.

الفصل الأول

الخصائص المناخية لمنطقة وادي سوف

1-1 مقدمة:

الإطار الطبيعي لمنطقة وادي سوف له تأثير مباشر على طبيعة الاستيطان البشري في المنطقة وأيضا على الدراسة التي سوف نقوم بها، حيث تقع هذه المنطقة في صحراء الجزائر وهذا ما جعل منها منطقة تتميز بمناخ صحراوي يتماشى مع نشاطات الإنسان .

والهدف من دراسة هذه الخصائص هو محاولة الكشف عن الإمكانيات الطبيعية التي يمكن أن نستغلها والتي تؤثر على التنمية المحلية والاقتصادية ومحاولة تحسينها.

إن المتأمل إلى تسمية وادي سوف سوف يظهر أنها متكونة من كلمتين "وادي" و "سوف" فلكل كلمة دلالتها فكلمة وادي تعني الماء الجاري على السطح كما هو معلوم، أما كلمة سوف فلها أوجه من التفسير عديدة مثل : يربطها بعض الباحثين بقبيلة مسوفة التارقية البربرية، وما ذكره ابن خلدون، يفيد أن هذه القبيلة مرت بهذه الأرض فسميت بها [19] .

إن الباحث في كتب المؤرخين قديما يكشف على أنهم نصوا على أن هناك وادي كان يجري بالفعل على سطح هذه المنطقة، وبالرجوع إلى أرض الواقع نجد حقا بعض الآثار الدالة على ذلك، من أهمها الأغواط التي تميزت بها سوف عن غيرها من المناطق [19].

وأول من ذكر بهذا الجمع "وادي سوف" هو الرحالة الأغواطي في حدود 1829، وانتشر على يد الفرنسيين بعد دخولهم للمنطقة.

2-1 الموقع الإداري:

بعد الاستقلال تم المحافظة على التقسيم الذي أقامته الإدارة الفرنسية وكان في انتظار إعادة التقسيم بصفة عامة لكامل التراب الوطني تماشيا مع الوضعية الجديدة، ولكن مع تغيير رؤساء المجالس الشعبية برؤساء بعثات خاصة انطلقا من سنة 1963، السنة التي نصت فيها الجريدة الرسمية إلى تقليص عدد البلديات بالجزائر من 1950 إلى 630 بلدية [20].

ثم جاء التقسيم الإداري سنة 1974 م وفيه ارتقت بلدية الوادي إلى مقر دائرة تابعة لولاية بسكرة تضم 05 بلديات وهي: الوادي، قمار، الدبيلة، كوينين، الرباح.

وبعدها التقسيم الإداري لسنة 1984 م وفيها ارتقت دائرة الوادي إلى مقر ولاية تضم 12 دائرة و 30 بلدية وتنقسم ولاية الوادي إلى واديين مختلفين:

أ - منطقة وادي سوف وتقع وسط العرق الشرقي وتضم 22 بلدية.

ب- منطقة وادي ريغ وتقع في الأراضي المنبسطة وتضم 08 بلديات.

وبقي التقسيم ساري المفعول للوقت الحاضر دون تغيير.

إقليم سوف إداري يتبع لولاية الوادي التي تتربع على مساحة: 44586,80 كلم² منها :

11738 كلم²، تمثل مساحة الإقليم أي بنسبة (26,32% ربع المساحة تقريبا).

3-1 الإطار الجغرافي

1-3-1 الموقع الجغرافي:

تقع منطقة وادي سوف في الجنوب الشرقي الكبير، يحدها من الشمال إقليم الزاب (بسكرة والزرائب) ويمتد حتى جبال الأوراس والنامشة وإلى منطقة نقرين، ومن الشرق الحدود التونسية عبر نفطة ونفزاوة وبلدي نقرين التابعة لولاية تبسة .

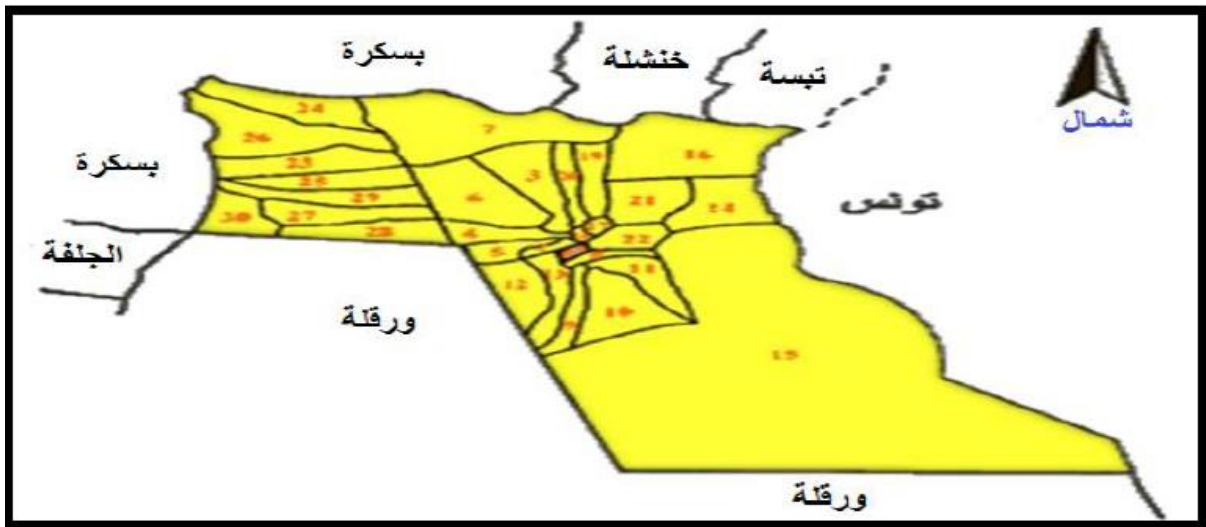
ومن الجنوب الحدود الليبية عبر واحات غدامس، ومن جهة الغرب : تقرت و تماسين بمنطقة ورقلة. تمتد الرقعة الترابية لإقليم واد سوف من الجنوب إلى الشمال بين دائري عرض (31- 34) شمالا، وبين خطي طول (6-8) شرقا.

وتقدر المسافة الرابطة بين سطيل شمالا إلى غدامس جنوبا بحوالي : 620 كم، وبين وادي ريغ غربا إلى الحدود التونسية شرقا بحوالي:160 كم، أما المساحة الإجمالية لوادي سوف تقدر بحوالي
44856,08 كم²، وهي محاطة بثلاث شطوط هي : ملغيغ، مروانة، والغرسة من جهة الشمال، وشط الجريد التونسية من الجهة الجنوبية.

وهذه الخصائص الجغرافية جعلت منطقة وادي سوف تتمتع بموقع استراتيجي متميز لأنها تجاور دولتي تونس وليبيا، كما أنها محاطة بخمس ولايات هي :

- ❖ الشمال: ولاية تبسة، خنشلة و بسكرة .
- ❖ الجنوب: ولاية ورقلة.
- ❖ الشرق: الحدود التونسية.
- ❖ الغرب: ورقلة و بسكرة .

وهذا الموقع المتميز أكسب المنطقة أهمية تجارية و تاريخية.



الشكل (1-1): الموقع الجغرافي لمنطقة الوادي [21].

1-3-2 أسباب اختيار المنطقة :

- أسباب اختيار منطقة الدراسة :لأسباب عديدة نذكر منها:
- السكن بالمنطقة والمعرفة المسبقة لها.
- محاولة إبراز مكانة المنطقة في رفع المردود المقطر الشمسي.

1-4 الإطار الطبيعي:**1-4-1 التضاريس:**

تقع منطقة وادي سوف في الطرف الشمالي من العرق الكبير ويغلب عليه الطابع الانبساط ويقدر متوسط ارتفاعها نحو 80 م، فوق سطح البحر ولا نكاد نجد فيها تضاريس متنوعة ماعدا مظهرين رئيسيين هما [22]:

الكثبان الرملية: التي تحيط بنا بكل مدن وقرى سوف وهي عموما قليلة الارتفاع ماعدا في الجهة الجنوبية على طريق القوافل المؤدي إلى غدامس الليبية حيث يزيد ارتفاعها عن 100 م أو أكثر فوق سطح البحر حيث يصل إحداهما إلى 127 م على بعد 2 كلم جنوب قرية أعميش ويعرف بالغرود [22].

الشطوط والمنخفضات : تعتبر منطقة سوف أخفض منطقة في الجزائر ويظهر ذلك في الجهة الشمالية منها حيث نجد " شطوط" ملغيع و مروانة " هذا الأخير ينخفض نحو 36 متر دون مستوى سطح البحر، كما يمكن مشاهدة بعض الهضاب الصخرية (الحمادات) في الجهة الشمالية من سوف خاصة في الطريق نحو بلاد النمامشة [22].

1-1-4-1 المنطقة الرملية:

تغطي أغلبية أرضي منطقة سوف بالإضافة إلى الأجزاء الشرقية والجنوب شرقية لواد ريغ، وتنتمي هذه المنطقة إلى العرق الشرقي الكبير وهي على العموم غير صالحة للنشاط الفلاحي إلا بعد الاستصلاح [20].

1-4-1-2 الهضبة الصخرية:

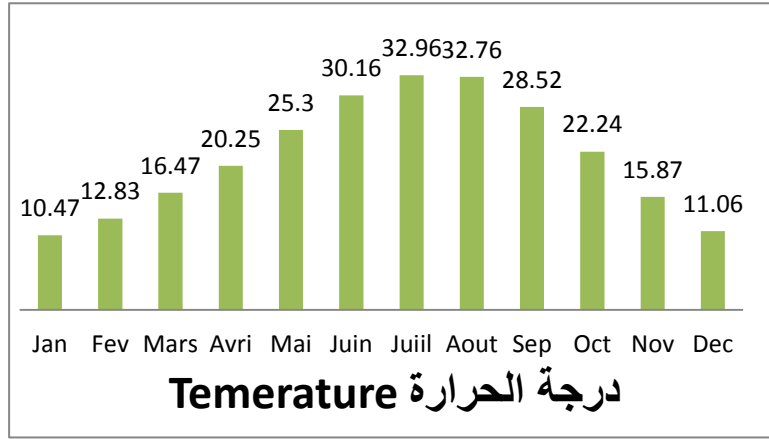
المحاذية للطريق الوطني رقم 03 غرب الولاية والتي تمتد حتى الجنوب.

1-4-1-3 إقليم الانخفاضات :

وهي منطقة الشطوط الموجودة شمال الولاية والتي تمتد نحو الشرق، ونظرا لدرجة الملوحة المرتفعة بهذه المنطقة فهي كذلك غير صالحة للزراعة، ومنه وبصفة عامة فإن تضاريس المنطقة ذات مظهرين [20] :
العرق: منطقة يتراكم بها الرمل على شكل كثبان وتحتل ثلاثة أرباع من مساحة سوف ونادرا ما يكون هذا العرق متراسا ففي غالب الأحيان تتخلله أروقة تدعى قاسي.
الصحراء: منطقة مسطحة بها انخفاضات محاطة بكثبان [20-22].

الجدول (1-1) التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة (1978-2018).

Temperature الحرارة			Paramètre العامل
الحرارة الوسطى $T_{moy} \text{ } ^\circ\text{C}$	الحرارة القصوى $T_{max} \text{ } ^\circ\text{C}$	الحرارة الدنيا $T_{min} \text{ } ^\circ\text{C}$	الأشهر Mois
10,47	13,9	8,3	جانفي
12,83	15,8	10,56	فيفري
16,47	19,23	10,14	مارس
20,25	30,01	10,85	أفريل
25,3	29,04	21,7	ماي
30,16	39,4	20,29	جوان
32,96	36,1	27,3	جويلية
32,76	34,8	30,5	أوت
28,52	32,08	26	سبتمبر
22,24	24,09	18,3	أكتوبر
15,87	25,2	12,3	نوفمبر
11,06	14,2	8,3	ديسمبر
21,56	26,22	17,04	المتوسط



الشكل (3-1): التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة (1978-2018).

2-2-4-1 التساقط :

مما يوضحه الجدول رقم (2-1) والمنحنى البياني (2-1) الممثل للتغيرات الشهرية للتساقط بين فترتي (2017-1978) تبين أن أكبر عملية للتساقط سجلت في شهر جانفي بما قيمته 12,83 مم، وأضعف قيمة سجلت شهر جويلية بما قيمته 0,86 مم.

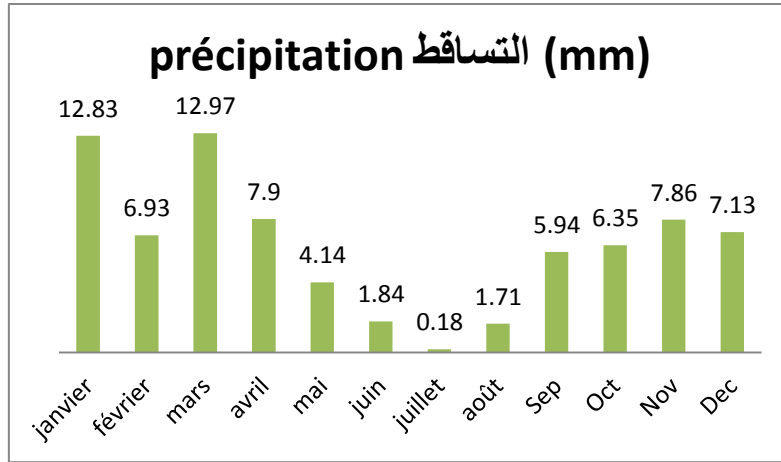
و يقدر متوسط التساقط السنوي حوالي 75,78 مم، وهي قيمة ضعيفة بمنطقة يكون فيها قيمة التبخر عالية جدا، إضافة إلى نوعية التربة الرملية ذات النفاذية العالية.

هذا ويعرف تساقط الأمطار تذبذبا كبيرا من سنة لأخرى ومن شهر لآخر، مع وجود فترات إستثنائية تكون فيها الأمطار الوابلية، مما يتسبب في خسارة مساحات زراعية كبيرة.

الجدول (2-1) معدل التساقط حسب الأشهر (1978-2017).

الأشهر	التساقط (مم)
جانفي	12,83
فيفري	6,93
مارس	12,97
أفريل	7,90
ماي	4,14
جوان	1,84
جويلية	0,18
أوت	1,71
سبتمبر	5,94
أكتوبر	6,35
نوفمبر	7,86
ديسمبر	7,13
المتوسط	75,78

المصدر: معالجة معطيات الأرصاد الجوية قمار.



الشكل (4-1): التغيرات الشهرية للتساقط (1978-2017).

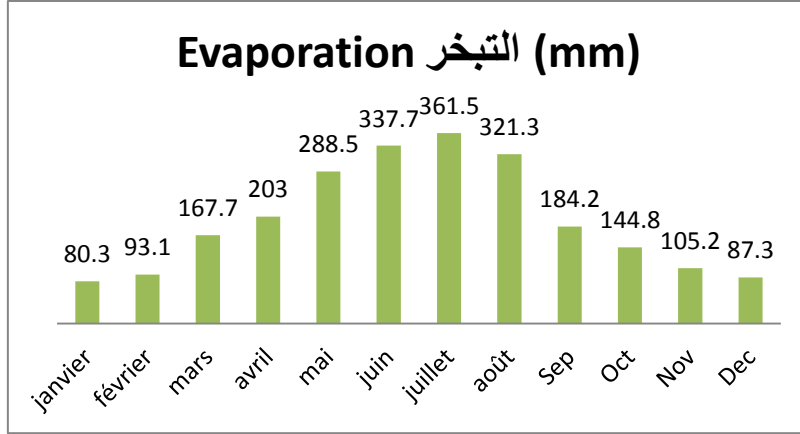
3-2-4-1 التبخر :

عامل التبخر سجل خلال السنوات الأخيرة قيم مهمة ما بين (250 - 300) مم، ويمكن تفسيرها كما يلي : شدة " الحرارة والتساقط" حيث عرف هذان العاملان زيادة هامة دون أن ننسى تأثير ذلك على الغطاء النباتي الجدول (3-1).

الجدول (3-1) يمثل التغيرات النسبية للتبخر فترة (1978-2017).

التبخر (مم)	الأشهر
80,30	جانفي
93,10	فيفري
167,70	مارس
203,00	أفريل
288,50	ماي
337,70	جوان
361,50	جويلية
321,30	أوت
184,20	سبتمبر
144,80	أكتوبر
105,20	نوفمبر
87,30	ديسمبر
2374,60	المتوسط

المصدر: معالجة معطيات الأرصاد الجوية قمار.



الشكل (5-1) : التغيرات الشهرية للتبخر (1978-2017).

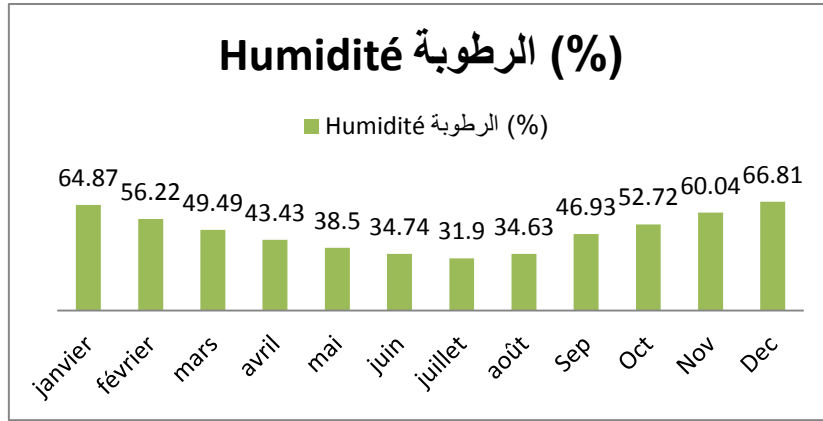
4-2-4-1 الرطوبة:

ترتبط الرطوبة بدرجة الحرارة ووجود المسطحات المائية حيث تختلف باختلاف الفصول ففي المنطقة حيث يمكن القول أن إقليم وادي سوف يعرف سنة أشهر رطبة تبدأ من شهر أكتوبر حتى شهر مارس تتعدى فيها نسبة الرطوبة 50% سجلت أقصى حد في شهر ديسمبر ب 66.81% .

الجدول (4-1) تغيرات الرطوبة السنوية للمنطقة.

الأشهر	الرطوبة (%)
جانفي	64,87
فيفري	56,22
مارس	49,49
أفريل	43,43
ماي	38,50
جوان	34,74
جويلية	31,90
أوت	34,63
سبتمبر	46,93
أكتوبر	52,72
نوفمبر	60,04
ديسمبر	66,81
المتوسط	48,36

المصدر: معالجة معطيات الأرصاد الجوية قمار.



الشكل (6-1) التغيرات الشهرية للرطوبة (1978-2017).

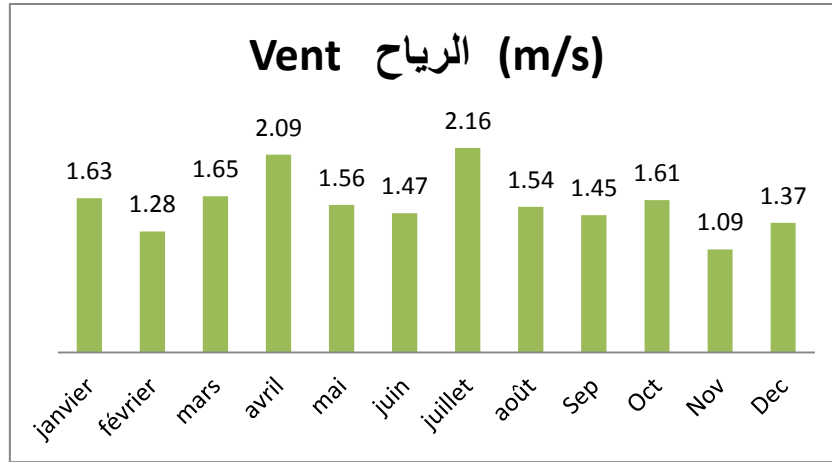
5-2-4-1 الرياح:

حسب محطة الأرصاد الجوية بقمار اتجاه شرق- شمال شرق وهي المسيطرة تليها رياح ذات درجة أقل لها اتجاه جنوب-غرب تمتاز بارتفاع درجة حرارتها تسمى محليا بالشهيلي. وفي فصل الربيع تكون الرياح قوية محملة بكميات كبيرة من الرمال تعطي لون أصفر فاقع للسماء، تستطيع أن تدوم ثلاثة أيام متتالية تصل سرعتها إلى أكثر من 50 كم/سا. نظرا لطبوغرافية الإقليم الذي تسيطر عليه الكثبان الرملية فهذه الرياح تعمل على تشكيل الكثبان الرملية وتنقلها من مكان لآخر.

الجدول (5-1) معدل سرعة الرياح (m/s) حسب الأشهر (1978-2018).

الرياح (m/s)	الأشهر (Mois)
1,63	جانفي
1,28	فيفري
1,65	مارس
2,09	أفريل
1,56	ماي
1,47	جوان
2,16	جويلية
1,54	أوت
1,45	سبتمبر
1,61	أكتوبر
1,09	نوفمبر
1,37	ديسمبر
1,55	المتوسط

المصدر: معالجة معطيات الأرصاد الجوية قمار.



الشكل (7-1) : التغيرات الشهرية للرياح.

حسب ورده الرياح الشكل (7-1) يلاحظ على الرياح ذات الاتجاه شرق - شمال شرق هي المسيطرة تليها الرياح الجنوبية الغربية وتمتاز بحرارته المرتفعة وتعرف محليا باسم "الشهيلي" ونميز في المنطقة ثلاثة أنواع من الرياح:

❖ الظهر اوي:

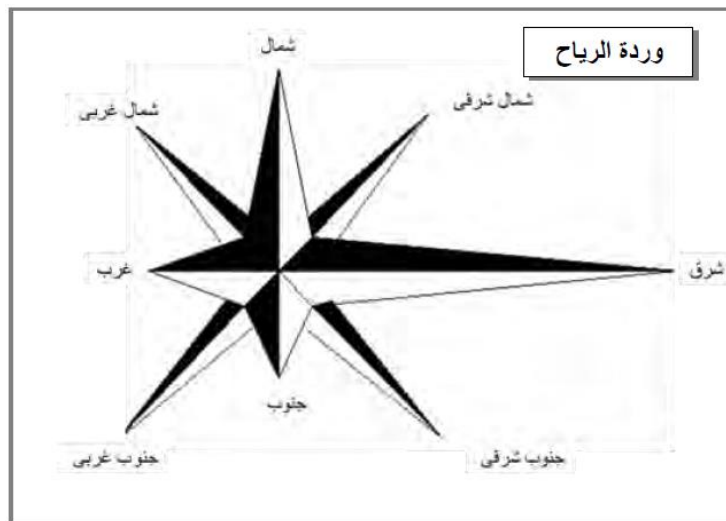
وتتراوح سرعتها بين 13-16 كلم/سا فهي ذات سرعات كبيرة تهب في فصل الربيع بالإتجاه الشمالي الغربي خطرهما يتمثل في أنها تشل حركة المرور وتعمل على دفن الغيطان بالرمال .

❖ الشهيلي:

ويهب في فصل الصيف من جهة الجنوب يكون محملا بهواء حار فيعمل على الرفع من درجة الحرارة مما يؤثر سلبا على الزراعات لكونه يسرع من عمليتي التبخر والنتح وتتراوح سرعته بين 10-17 كلم/سا.

❖ البحري:

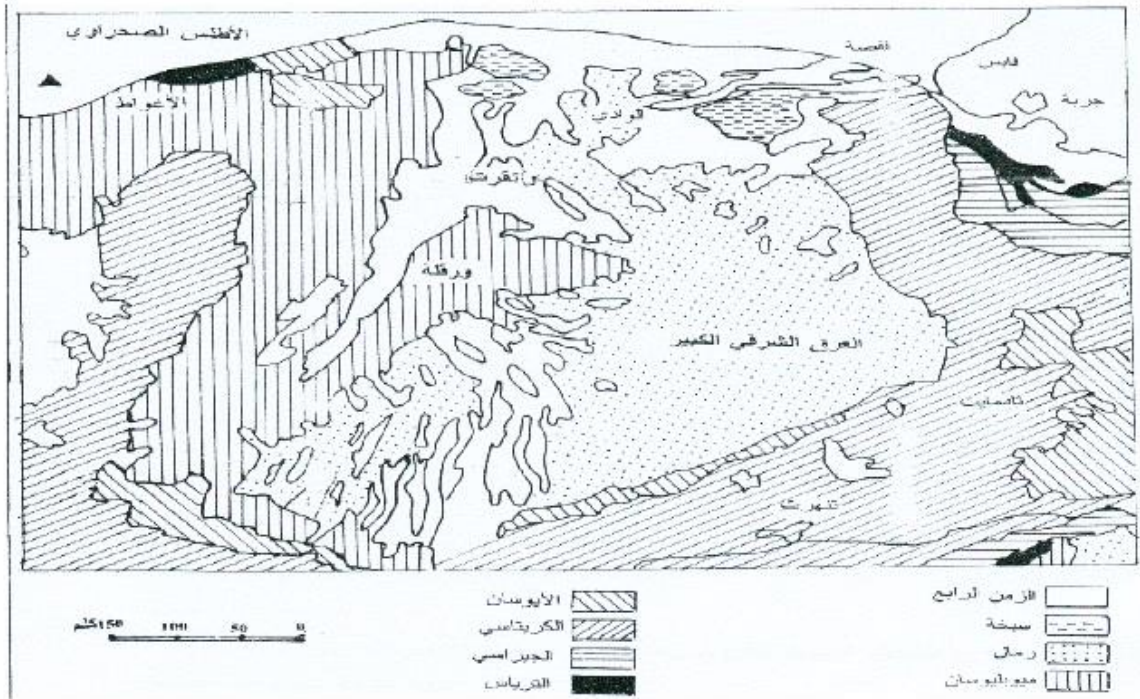
هي رياح تهب في فصل الخريف تكون محملة بدرجة معتبرة من الرطوبة ذات الاتجاه شرق - غرب ، تتراوح سرعتها بين 10-11 كلم/سا .



الشكل (8-1) ورده الرياح [22].

5-1 الإطار الجيولوجي للمنطقة :

عموما لا توجد دراسة جيولوجية حديثة شاملة ودقيقة متاحة لدينا، باستثناء أعمال التنقيب التي تعطي نظرة على مختلف التكوينات عبر مختلف الطبقات وكذا دراسة اليونسكو لعام 1972، وعموما تقع الصحراء المنخفضة ضمن حوض رسوبي شاسع يحده من الشمال مرتفعات الأطلس الصحراوي، ومن الجنوب الفالق الجنوبي تهنيرت، وشرقا نجد تكشفات الكريتاسي بجمال الظهر التونسية، وغربا مرتفعات ميزاب، وتتطور أشكال جيولوجيا من الجنوب نحو الشمال حيث تكوينات الميوليبوسان وفي الجزء الأعلى لواد ريغ نجد تكوينات الزمن الرابع القديم، المتكونة من تكوينات جبسية كلسية مغطاة بتشكيلات رملية، بينما في العمق نجد رواسب رملية مع بعض الرواسب الطينية، ويوجد في قاعدة الحوض تكوينات بحرية تجرى بداخلها مياه مالحة، تشكل السماط الملحي الذي أشرنا إليه سلف في عنصر السبخات. وطبقات الزمن الكربوني التي تعلوها تكوينات الزمن الثاني بحيث يصل ارتفاعها إلى مئات الأمتار، وتظهر على جوانب الحوض كل التكتيفات منذ الزمن الكمبري حتى الزمن الثالث، وكل هذه التكتيفات مغمورة برمال العرق الشرقي الكبير، حيث تظهر لنا المنطقة مغطاة كلها بتكوينات الزمن الرابع، ولكن هذه الرمال تختفي عند الاقتراب من الشطوط، ليحل محلها تكوينات دقيقة وقشرة جبسية، كما تتكشف تحت هذه رمال الزمن الرابع هذه مختلف الطبقات الصخرية لمختلف الأزمنة الجيولوجية [23].



الخريطة (1-1) : مكاشف الطبقات الجيولوجية بالصحراء المنخفضة [23].

من الخريطة 01 يتبين لنا تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث و الرابع بينما، تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني نسجلها من خلال التنقيبات التي أجريت في المنطقة، وذلك في مختلف الطبقات المائية العميقة و كذلك الاستفادة من عمليات استكشاف البترول والحقيقة أنه بفضل هذه التنقيبات تمكنا التعرف على التركيب الصخري للمنطقة بشكل مفصل ودقيق.

التركيب الصخري : من خلال التنقيبات المنجزة في المنطقة، نجد مختلف التكوينات الجيولوجية بداية من الزمن الجيولوجي الثاني و وصولا إلى الزمن الرابع، وهذا ما يوضحه الجدول (1-6).

الجدول (1-6) مختلف التكوينات الجيولوجية

الزمن الرابع	10m	رميل طين مبخرات رميل
الزمن الثالث	الميويلوسان	طين معسسي حجر رملي طين
		180m	طين بحري مولوميت
الزمن الثاني	280m	فلس
	500m	مبخرات أهبريتات ملح مبلور طين سارن
		1100m 1160m	فلس سارن مولوميت طين أهبريتات سارن
	1320m	طين و مولوميت
	1450m	رميل حجر رملي طين رملي
	1660m 1680m	مولوميت
	الزمن الأول	رميل و حجر رملي

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية.

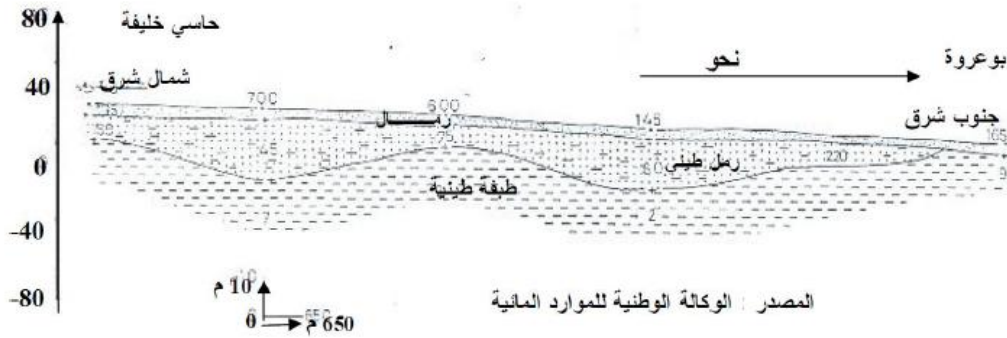
من الجدول الذي يبين الوحدة الستراتغرافية لإقليم الدراسة، يتبين لنا بوضوح مختلف التشكيلات الصخرية التي يمكن أيضا أن نستفيد منها في تحديد الطبقات التي يمكن أن تشكل أسمطة مائية، وكذلك نلاحظ من الشكل الطبقة الطينية القريبة من رمال السطح والتي سبق وأشرنا بأنها تمنع تسرب المياه، تعد شكلا من أشكال حساسية منطقة الدراسة، وكذا الصخور الكربونائية المتسببة بالملوحة، والتي يعود تكوينها إلى الفترات المطيرة من الزمن الرابع، ومن أشكال الحساسية أيضا نوعية المياه المالحة التي تتسبب فيها أيضا نوعية الصخور، ويتجلى لنا ذلك من خلال هذه الوحدة الستراتغرافية الصخور الكلسية والدولوميتية التي تضيف على المياه خصائص العدوانية للمياه.

الزمن الجيولوجي الرابع :

تكوينات الزمن الجيولوجي الرابع عموم تغطي معظم نطاق الدراسة، بل أن التشكيلات الحطامية للزمن الرابع تغطي كل المناطق الوسطى للحوض الشرقي الصحراوي باستثناء منطقة حاسي مسعود، أين نجد تربة طينية من زمن البليوسان تتكشف إلى السطح، وعموما نسجل تكوينات قارية ترسبت في الحوض الشرقي للصحراء الشرقية في الجزائر، ولقد كشفت مختلف الدراسات من قبل الوكالة الوطنية للموارد المائية ومختلف مكاتب الدراسات الأجنبية والوطنية والتي أشرنا إليها سابقا، بالإضافة إلى دراسة اليونسكو عام 1972 على التمييز بين تكوينات ونواتج الزمن الجيولوجي الرابع الحديث والزمن الجيولوجي الرابع القديم [23].

نواتج الزمن الجيولوجي الرابع القديم :

عموما توجد بها طبقة طينية غير نفوذة نجدها في العمق تحت الرمال، وهي التي تكون الآن الطبقة الكتيمية التي تشكل قاعدة السماط السطحي، ويتراوح عمقها بين 0 و 60 م تحت سطح البحر، وذلك حسب أعمال الاستكشاف في عموم المنطقة، سواء من قبل مديرية الري أو الوكالة الوطنية للموارد المائية أو شركات استكشاف البترول ... الخ، وهذي الطبقة المسؤولة عن حجز مياه السماط السطحي وعدم تسربها، والذي يشكل لنا مظهر من مظاهر الحساسية، كما نجد أيضا الرمال الصوانية أو تلك الغنية بالجبس بلون فاتح مائل إلى الصفرة مع طبقات أكثر كلسية وصلابة، وكذا الرمال الحفرية المتماسكة والمشكلة من الحصى والفلسبات والكوارتز، ولقد قامت المؤسسة الوطنية للجيوفيزياء بعدة استكشافات جيوكهربائية أكدت هذا التحليل كما توضحه الخريطة [22-23].



الخريطة (1-2): أنواع الرمال المتواجدة في منطقة وادي سوف [22].

6-1 الإطار الفلاحي لمنطقة وادي سوف :

1-6-1 الغوط :

من أهم الآثار الدالة على وجود وادي قديم كان يجري على سطح هذه المنطقة هي هذه الأغواط، حيث أنه عند غرس النخيل بها يكون الماء على مقربة من السطح، ثم إن شكل سلسلة الأغواط المتراففة اليوم واحدة تلوى الأخرى توحى بأنها تأخذ منحى جريان وادي على وجه الأرض. وقد صنف ضمن التراث العالمي من طرف المنظمة العالمية للغذاء FAO بتاريخ 2009.

1-1-6-1 عمارة الغوط :

ويذكرون أن أول عمارة النخيل بمنطقة سوف كانت في الزمن الماضي حيث كان يخرج بعض العمال المضطهدين في الجريد التونسي والذين لا يملكون إلا سواعدهم أيام عطشهم للصيد أو اللهو داخل الصحراء فيصلون إلى هذا الوادي فأكلوا مرة عنده تمرًا ورموا نواه و مرو، وهكذا وهم يترددون على هذا المكان حتى نبت ذلك النوى وصار نخيلاً، يتعهدونه بصفة رسمية كأنه صار ملكاً من أملاكهم حتى كبر [24]، و قيل كان ابتداء غرس النخيل المذكور في حدود عام 946 هـ الموافق إلى 1540 م لأنهم يذكرون أن ذلك كان بعد قفولهم من الشابي بنحو أربعة سنين وكان سيدي الهادي الذي فعل ذلك وعمر مئة وثمانية و الراجح أن ذلك التاريخ كان زمن الغرس عند عامة الناس، و أما الابتداء الحقيقي فكان في زمن سيدي مسطور الأول لا في زمن مسطور بن الهادي المذكور ذلك أن الهادي كان يسافر إلى غدامس فلما أحل بها في بعض الأحيان وجد فيه غرسات أتوا بها من فزان فأشترى منها غرستين أو ثلاثة و جاء بها فغرسها ثم أرسل مرة أخرى ابنه مسطور إلى الجريد فأتى له بغرسات من نوع آخر وهذا كله من كلام لقدماء [20-24].



الشكل (1-9) : صورة جوية لمجموعة من الأغواط بها نخيل [20].



الشكل 1-10 صورة داخلية لغوط به نخيل ومواقع الغرسة [20].

1-1-6-2 نظام غرسة النخيل:

من خلال نظام غرسة النخيل تسنى لنا معرفة مقدار التشميس داخل الغوط و طبيعة مناخه من الداخل، وعموماً نميز نظامان مشهوران في غرسة النخيل بالغوط هما :

1-2-1-6-1 نظام الأسطر:

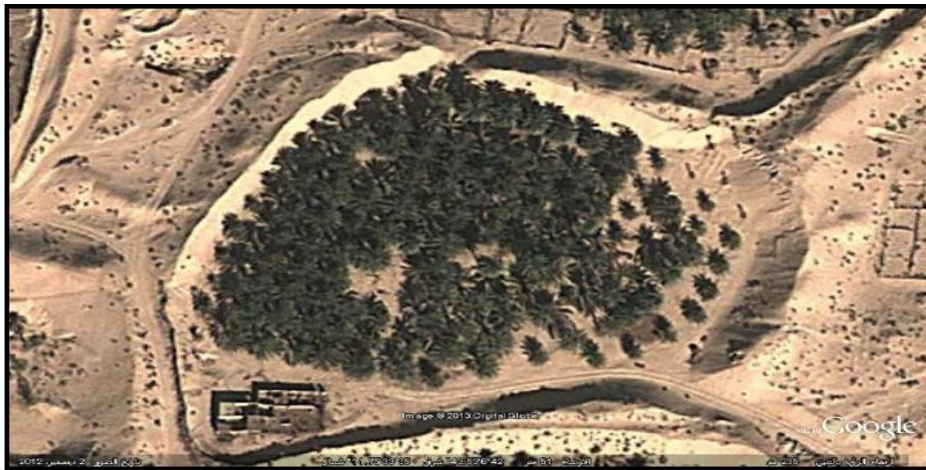
في هذا النظام تجد نخيل الغوط مغروسة أسطرا ممتدة من الشرق إلى الغرب، ومن الشمال إلى الجنوب متوازية، فنخيل الغوط عبارة عن مربع أو مستطيل موجود بين العوامي - الكثبان - وعلى هذا الأساس يجدد النخيل إن كبر أو سقط، و العبرة في مصطلح السطر للامتداد من الشمال إلى الجنوب، إذ انه المباشر للشمس طول النهار، أما من الشرق إلى الغرب فهو من تحصيل الحاصل [24].



الشكل (11-1) صورة داخلية لغوطه نخيل مغروسة على شكل أسطر [24].

1-2-1-6-2 نظام الفجوج :

وفيه تجد أن النخيل المغروس عبارة عن أسطر تنتهي إلى نخلة وسطى في الغوط تعرف اصطلاحا بالوتد، هذه النخلة تخرج منها أسطر غير متوازية مكونة دوائر واحدة داخل الأخرى، فنخيل الغوط عبارة عن قرص تجد الأسطر كلما بعدت عن النخلة الوتد تباعدت فيغرس بينها أيضا نخيل على حسب مسافة الغراسة المتفق عليها في الغوط [24].



الشكل (12-1) صورة تبين نظام الفجوج [24].

1-6-2 الزراعة:

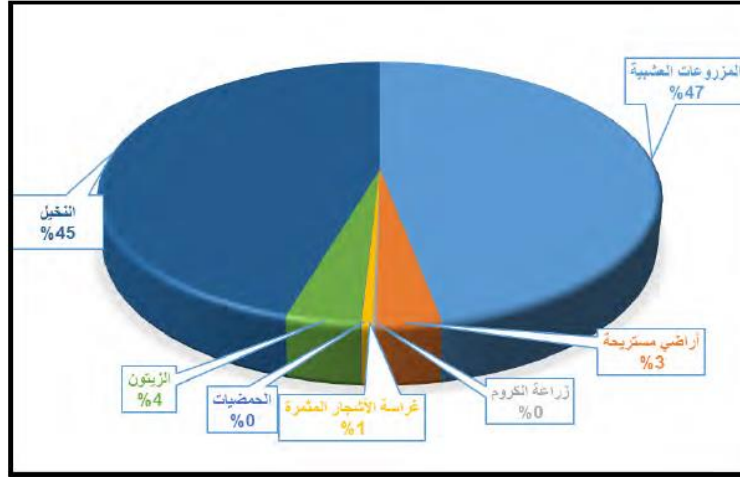
نظرة عن واقع الزراعة في الجزائر:

تشهد المنطقة ثورة زارعية مساحة وإنتاجا وتنوعا للمحاصيل وتصدرا لبعضها على المستوى الوطني بلغت مساحة الأراضي المستغلة في الفلاحة 80000 هكتار منها 75500 هكتار مسقية، تنتوع فيها المحاصيل على حسب الأهمية (أنظر الشكل والجدول أدناه).
تحتل الزراعات العشبية (الموسمية والمحمية) النسبة الأكبر من هذه المساحة، تليها زراعة النخيل وهما محصولين هامين في الحياة الغذائية لسكان المنطقة [23-24].

الجدول (1-7) توزيع الأراضي في منطقة وادي سوف.

المساحة (هكتار)	توزيع لأراضي	
37 631	المزروعات العشبية	الأراضي المحروثة
2 500	أراضي مستريحة	
140	زراعة الكروم	أراضي المزروعات الدائمة
450	غراسة الأشجار المثمرة	
31	الحمضيات	
2 931	الزيتون	
36 335	النخيل	
80 000		المجموع

المصدر : مديرية المصالح الفلاحية لولاية الوادي .



الشكل (1-13): ولاية الوادي توزيع المساحة المستغلة في الفلاحة.

2-6-1 الأشجار المثمرة:

تعتبر من الزراعات الدائمة تشغل مساحة كبيرة، تتنوع فيها المحاصيل وتتركز حسب أهمية نوع المحصول لدى سكان المنطقة [20].

3-6-1 أنظمة السقي:

بما أنه كانت تتعدم جميع الوسائل الميكانيكية المساعدة في جلب المياه فإن السقي كله كان من الطبقة السطحية و على أعماق مختلفة، ففي بداية الأمر كان السقي بالخطارة بمجهود عضلي بحت فقد نقل الأستاذ التجاني العقون في كتابه * شهداء قمار* من أحد الجرائد على لسان الكاتب السيد الطاهر بن عيشة [23].

1-4-6-1 نظام السقي بالخطارة :

كانت الحياة في وادي سوف جافة من حيث عدم تدفق المياه الجوفية فوق الأرض وكل ما يعتمد عليه الناس، من شرب و غسل و سقي الزراعة الصحراوية، كما يسحب من آبار عمقها ما بين 10 أمتار و 12 متر [23].

تسحب بواسطة رافعة تسمى (الخطارة) وفي مصر تسمى (الشادوف) ينقل بواسطتها الماء من البئر أو النهر، ويقوم بصناعتها حرفيون مختصون وهي تسهل على الساقى سحب الماء من الآبار كما عندنا، و من الأنهار كما عند المصريين، و سميت خطارة لأنها تخطر بين أعماق البئر و الحوض في السطح الذي يتجمع فيه الماء و الذي يسيل فيما بعد في السواقي، التي تنقله إلى الأرض حيث توجد الأشجار و النباتات التي يراد سقيها و هي عملية، و إن كانت مخففة بالنسبة للسحب بواسطة الخطارة، ولكنها عملية مضمّنة عندنا يستمر الساقى صباحا و مساء لمدة حوالي ثمانية شهور، وهي مدة الدورة الزراعية في منطقة وادي سوف، و باقي السنة يكرس لخدمة النخيل من العلف و التذكير و قطع للغلة، و هي أيضا أعمال مرهقة ولكن كما هو الشأن في سقي بقية الزراعة الأخرى التي تستعمل لاحتياجات الإنسان اليومية، أعمال لا مفر منها رغم صعوبتها، لأن الحياة في هذه المنطقة، و قبل اكتشاف المياه الجوفية في الخمسينات عندما كانت شركات الاستعمار الفرنسي تبحث عن البترول فوجدت المياه المتدفقة إلى سطح الأرض بكثرة، فغيرت هذه الاكتشافات نمط العمل، و غيرت مجرى الحياة الفلاحية و أسلوب العمل في هذا القطاع [23].



الشكل (14-1) : صورة رجل يستعمل الخطارة لرفع الماء من البئر و يضعه في الحوض ليسقي به [20].



الشكل (15-1) : صورة السقي بالساقية و المقسم و تظهر على الصورة (السدادة) وهي كومة من القش لغلغق منفذ الماء الى المقسم [20].

1-6-4-2 نظام الدولاب :

ثم جاء نظام الدولاب و يسمى " السقي بالدلو " أو " السانية " جاء بها إلى قمار و سوف السيد البشير بن سي أمجد لقبهم اليوم محلوس جاء به من أولاد جلال في بسكرة و عند ذهابه إلى العمل هناك شاهد هذا النظام فجلبه إلى المنطقة [24].

صفته: أن يصنع دلو كبير من مادة الباش التي تباع في الأسواق و تخاط على شكل مستطيل مجوف كأنه رجل السروال به طرف زايد من الأسفل يربط هذا الأخير بخيط متين أو حبل صغير ليشد إلى الطرف الثاني من الدلو، كما يربط الطرف من الدلو بأحد أطراف الحبل المارة إلى الجرارة، أما طرف الحبل الثاني فيكون مربوط في أداة موضوعة على ظهر حيوان ليجر هذا الدلو حتى يصعد من البئر مملوء

بالماء حوالي 75 إلى 100 لتر حسب حجم الدلو و قوة الحيوان، وهكذا يرجع الحيوان بعد إفراغ الدلو في الحوض إلى الكرة الثانية و يقوم من يساعد الفلاح بعملية سقي المحصول بنقل الماء من الحوض إلى مواضع الزرع عبر سواقي بدائية مصنوعة من الجبس المحلي [24].
و هنا تجدر الإشارة إلى أن أعماق الآبار قد زادة لأن استهلاك الماء قد زاد فقد أصبح يصل طولها حتى 15 متر.



الشكل (1-16): نظام الدولاب [20].

1-6-4-3 نظام السقي بالرش المحوري :

ثم دخلت المحركات التي تعمل بالبنزين على الفلاحة أواخر سبعينات القرن الماضي، فبدأت رقعة الأرض الفلاحية المسقية في التوسع، وذلك بجلب أنواع من المزروعات لم تكن في المنطقة كالبطاطة و غيرها [24].

ثم جاء الجيل الثاني من المحركات و هي المحركات الكهربائية و أنجز عن هذا النوع من المحركات و دخول الكهرباء، أنواع أخرى من الفلاحة بالرش و الرش المحوري و التقطير و غيرها مما سهل توسيع المساحات الفلاحية و تنوع المحاصيل في جميع المواسم فالبطاطة تزرع مرتين و الفول السوداني و الأنواع المختلفة من الخضر كالطماطم و الفلفل و غيرها [24].



الشكل (1-17): صورة توضح السقي بالمحركات الكهربائية [22].

7-1 الطاقات المتجددة المستغلة في ولاية الوادي :

تملك الجزائر أعلى إمكانات تقنية واقتصادية لاستغلال الطاقة الشمسية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا فهي تتعرض لحوالي 170 تيرا وات سنويا.

في عام 2011 شرعت في بناء أول محطة للطاقة الشمسية لها في منطقة حاسي الرمل، هذه المحطة المركبة تنتج ما يقارب من 25 ميجاوات مقترنة مع توربينات غاز تنتج ما يقارب من 130 ميجاوات. بالإضافة إلى ذلك، بدأت الجزائر في عام 2011 في العمل ببرنامج وطني لتطوير الطاقة المتجددة وخصوصا الخلايا الشمسية (PV)، أنظمة الطاقة الشمسية المركزة (CSP)، توربينات الرياح.

1-7-1 تعريف الطاقة المتجددة:

الطاقة البديلة أو كما تسمى الطاقة المتجددة هي طاقة مستمدة من مصادر طبيعية تتجدد باستمرار، تكون دائمة لا تنفذ أبداً ولكنها محدودة من حيث كمية الطاقة المتاحة، من الأمثلة الأكثر شيوعاً عنها طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية وطاقة الكتلة الحيوية والطاقة المائية، من بين الطاقات المتجددة والمستغلة في ولاية وادي سوف طاقة الرياح والطاقة الشمسية، غير أن استغلال هاتين الطاقنتين لم يحظى باهتمام واسع مما جعلهما محدودين في الاستعمال.

1-1-7-1 طاقة الرياح :

بالنسبة لطاقة الرياح، فقد وجد أن منطقة عين صالح بالصحراء هي المنطقة الأكثر تأهيلاً لإنتاج طاقة الرياح، ثم تأتي أدرار وتندوف والوادي وبعض المناطق الأخرى في الصحراء، وغيرها من المناطق الموجودة أيضاً في الهضاب، والتي سئسهم حال استغلالها في بلوغ إنتاج طاقة بديلة ونظيفة.

2-1-7-1 الطاقة الشمسية :

تعد الصحراء الجزائرية الكبرى بمثابة خزان كبير للطاقة الشمسية المستدامة، لكن هذا المصدر الطبيعي الهام ظل بعيداً عن الاهتمام الوطني سنوات طويلة بعد استقلال البلاد، حيث كان يبدو للمشرفين على شؤون الاقتصاد بأن النفط و الطاقة التقليدية قادرين على تلبية حاجيات البلاد سنوات طويلة، دون الحاجة إلى الموارد الطبيعية كالطاقة الشمسية، و الرياح و البخار، و مع مرور الزمن بدا واضحا بأن الاعتماد الكلي على النفط مغامرة كبيرة قد تنجر عنها عواقب مدمرة لاقتصاد البلاد، و ظهر الخطر جليا بعد انهيار أسعار النفط في الأسواق الدولية، و تراجع القدرة المالية للبلاد على مدى الثلاث سنوات الأخيرة، و أصبحت عمليات توليد الكهرباء التقليدية مكلفة للغاية، و مرشحة للتفاقم أكثر خلال السنوات القادمة مع ازدياد الحاجة للطاقة [25].

و قد بدأت الجزائر تشعر بخطر حقيقي تجاه الوضع الاقتصادي و البيئي الجديد، و أصبحت أمام خيارات صعبة لتجاوز الخطر، و التوجه بقوة نحو خزان الجنوب الكبير لتوليد الطاقة النظيفة، و بداية مرحلة جديدة للتخلص من التبعية للنفط و الطاقة التقليدية، من خلال بناء المزيد من محطات الطاقة الشمسية ذات القدرات العالية، لإمداد البلاد بالكهرباء، و التوجه نحو تصدير هذا المورد الطبيعي الهام إلى دول الجوار.

و بدت الحكومة الجزائرية أكثر عزمًا على خوض معركة الطاقات المتجددة، عشية تدشين محطة الطاقة الشمسية العملاقة ببلدية البرمة، جنوب شرق ورقلة على الحدود التونسية، بطاقة 10 ميغاواط على مساحة

20 هكتارا [26].

و يعد هذا الإنجاز الموجه لاستغلال آبار النفط بالجنوب بداية تحول حقيقي نحو تعميم الطاقة الشمسية المتجددة على كل القطاعات خلال السنوات القادمة، حيث اتخذت الجزائر كل التدابير اللازمة لإنجاح مشروع الطاقة البديلة من خلال تكوين الكوادر البشرية، و بناء وحدات لإنتاج صفائح الطاقة الشمسية، و وضع برنامج طويل المدى لاستغلال المساحات الواسعة من الصحراء لتأمين احتياجات البلاد من الكهرباء، و التوجه نحو التصدير باتجاه الخارج [27].



الشكل (1-18): صورة للألواح الشمسية مصنوعة في ولاية الوادي [27].

و تقود شركة سوناطراك الجزائرية معركة الانتقال إلى الطاقة المتجددة من خلال مشاريع عملاقة بالصحراء الكبرى، و ذلك بالتعاون مع شركات أجنبية، و ستكون ولايات ورقلة، أدرار و إليزي موطنًا لمحطات الطاقة الشمسية.

و تمتاز الصحراء الجزائرية بإشعاع شمسي طويل على مدار السنة تقريبًا، و هي واحدة من أهم المواقع المؤهلة لإنتاج الطاقة المتجددة عبر العالم، و يقول الخبراء بأن الصحراء الجزائرية قادرة على إنتاج كميات ضخمة من الطاقة الكهربائية تكفي لاحتياجات البلاد، و التصدير إلى دول الجوار التي تعاني من مشاكل الإمداد الكهربائي.

و تعتبر محطات الطاقة الشمسية صديقة للبيئة و الإنسان، و لا تشكل أي خطر على المناخ و التوازن الأيكولوجي للموقع الذي تتواجد فيه، على خلاف المحطات التقليدية التي أصبحت مثار قلق حماية البيئة بسبب الانبعاثات الغازية المؤثرة على كوكب الأرض و طبقات الأوزون [28].

و تعول الجزائر كثيرًا على الصحراء الكبرى لإنجاح برنامج الانتقال إلى الطاقات المتجددة، و الاقتصاد الأخضر، و الوفاء بالتزاماتها تجاه قرارات قمة المناخ، التي تهدف إلى حماية مستقبل كوكب الأرض، الذي يواجه تحديات كبيرة بسبب كثافة الانبعاثات الغازية، و درجات الحرارة التي تواصل الارتفاع منذرة بعواقب بيئية و صحية و اقتصادية وخيمة [27-28].

يمكن استغلال الطاقة الشمسية في منطقة وادي سوف باستعمال المقطر الشمسي.

7-1 خاتمة:

في هذا الفصل تم دراسة الخصائص المناخية بصفة عامة لمنطقة وادي سوف، حيث تم ملاحظة أن هذه المنطقة ذات تضاريس متكونة من الكثبان الرملية والشطوط والمنخفضات، حيث تتميز بدرجة حرارة مرتفعة وتساقط قليل نسبيا وتبخر كبير، وذات رياح قوية خاصة في فصل الربيع، كما تم أيضا دراسة الخصائص الجيولوجية والهيدرولوجية للمنطقة إضافة إلى الخصائص الفلاحية وكيفية عمارة النخيل (الغوط)، وفي الأخير تم التطرق إلى الطاقات المتجددة والمستغلة في المنطقة وكيفية استغلالها بالمقتر الشمسي الذي سنركز عليه ونقوم بدراسته في الفصل الثاني.

الفصل الثاني

الدراسة النظرية للمقعر الشمسي

1-2 مقدمة :

بالنظر الى خصوصية المنطقة الجغرافية التي نعيش بها و حيث أن نصيب الفرد في افريقيا يبلغ 609 سنويا و لوجود تغيرات مناخية حادة تؤثر بشكل مباشر و تزيد من الضغوط على هذه الحصة لذا لجأ الباحثون الى دراسة امكانية تحلية المياه المالحة و تنقية المياه الملوثة باستعمال عدد من التقنيات كل تقنية منها تعتمد الى خصائص فيزيائية محددة ،الا ان بعض هذه التقنيات يكون مقيدا نظرا لعدد من العوامل أهمها التكلفة العالية واستعمال مواد غير متوفرة في البيئة المحيطة و الاستعمال المفرط للطاقات غير المتجددة المكلفة ،ومن هنا كان الهدف من هذه الدراسة ،بحث امكانية تحلية و تنقية المياه المحلية باستعمال تقنية التقطير الشمسي و بكلفة محتملة و باستعمال مواد متوفرة و هذا ما هو الا امتداد لدراسات سابقة [29-30] .

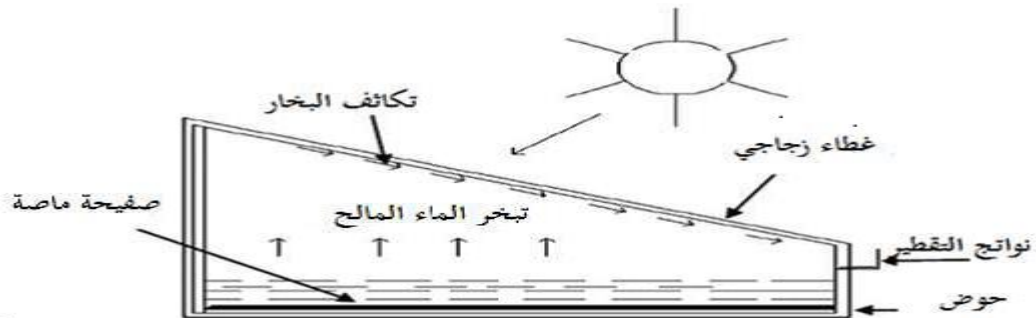
2-2 نبذة عن التقطير الشمسي :

تعتبر الشمس مصدر طاقتي 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 في صحراء لاس ساليناس 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 و يتجمع في قناة خاصة بالماء المقطر [31].

وتعتبر عملية التقطير من أقدم عمليات تحلية المياه في العالم، فقديمًا كان بحارة 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 [32-33].

2-3 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 [34].



الشكل (1-2): مبدأ عمل المقطر الشمسي [34].

كما هو في الشكل (2-1) 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 امهامة ثم الحصول على ماء مقطر والذي يعبر عبر قناة نواتج التقطير.

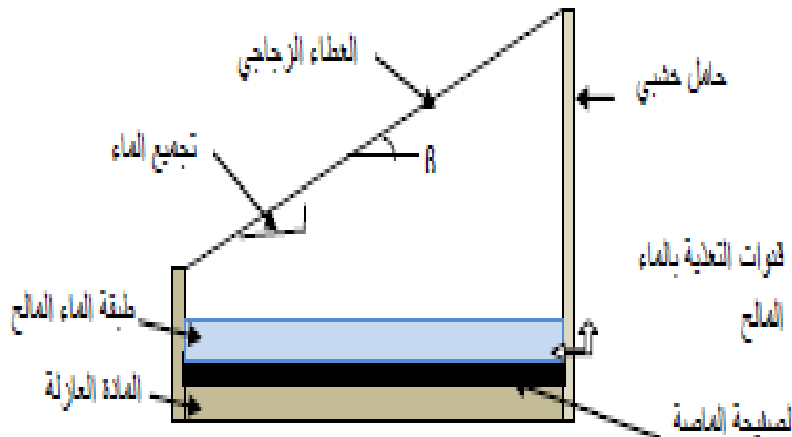
4-2 أنواع المقطرات الشمسية :

1-4-2 المقطرات البسيطة (Distillation a simple effete) :

المقطر البسيط يعتبر من بين المقطرات الأكثر استعمالاً في العالم، حيث يتكون المقطر الشمسي من حوض مملوء بالماء المالح يكون ملون باللون الأسود يقوم بالنقاط الإشعاع الشمسي و يغطي بالزجاج الذي يجب أن يكون مسطحاً ومائلاً ليتمكن البخار من التكاثف في الجزء الداخلي للغطاء الزجاجي، ومن بين إيجابياته سهولة تحقيقه وصيانته، بالإضافة إلى ثمنه المنخفض، أما سلبياته فتتمثل في إنتاجه الضعيف جداً للماء الصالح للشرب وذلك بسبب انخفاض الفعالية، وتوجد عدة نماذج لهذا النوع منه [35].

2-4-2 مقطر بميل واحد (Distillateur a pente unique) :

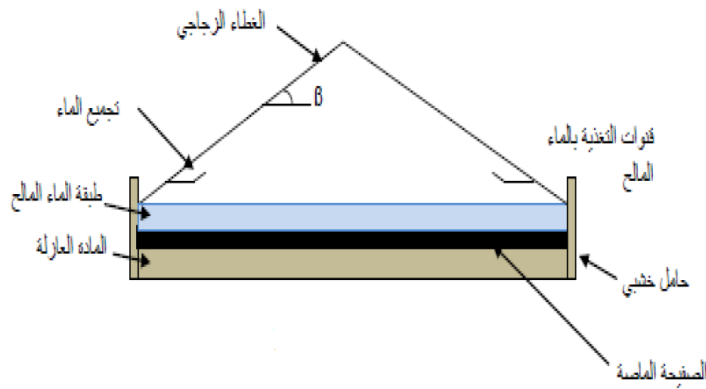
هو مقطر بلاقط واحد مائل بزاوية (β) وهو كثير الاستعمال وذلك لسهولة تركيبه وصيانته وكذا سهل التنظيف [35] كما هو مبين في الشكل التالي :



الشكل (2-2): مقطر بسيط بميل واحد [35].

3-4-2 مقطر بميلين (Distillateur a double pontes) :

ويسمى كذلك مقطر بلاطين، كل واحد منهما بميل زاوية (β) ، ومن بين مميزاته انه إحداها يوجه للشمس و الآخر للظل لزيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي و لتسريع عملية التكثيف [35] كما هو موضح في الشكل التالي:



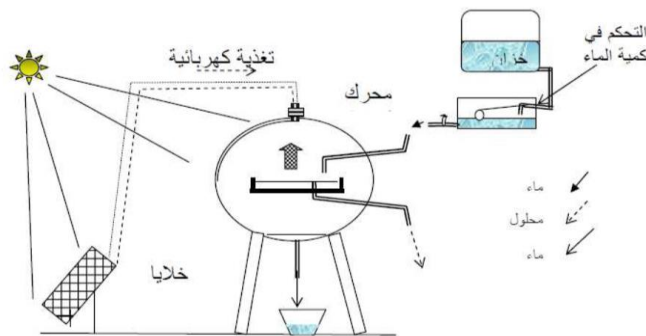
الشكل(2-3): المقطر البسيط بميلين [35].

4-4-2 مقطرات شمسية تعمل بمبدأ التسخين بالبيت الزجاجي:

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

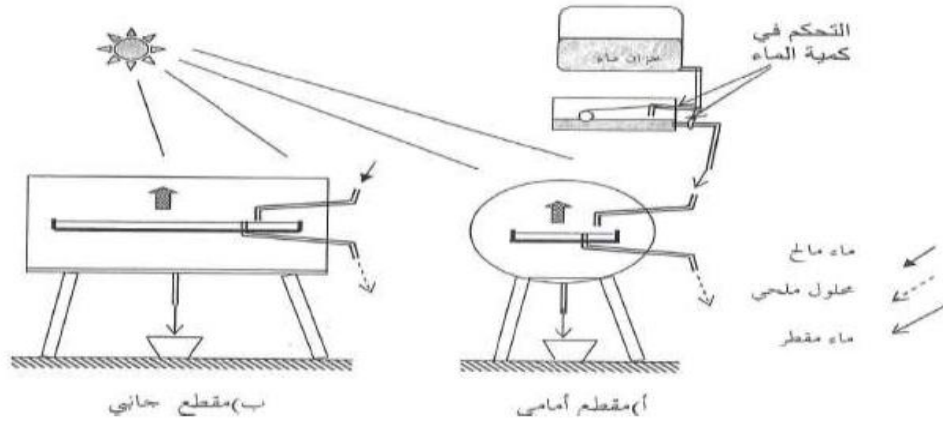
1-4-4-2 المقطر الشمسي الكروي (Distillateur sphérique) :

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 [36] كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل(2-4): المقطر الشمسي الكروي [36].

2-4-4-2 المقطر الشمسي الأسطواني :

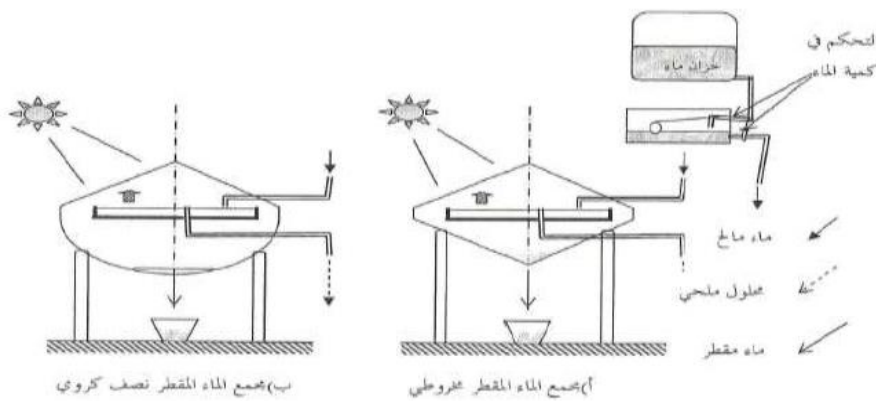


الشكل (5-2) : المقطر الشمسي الاسطواني [37].

يعمل بنفس مبدأ المقطر الكروي، إلا أن نظام مسح الماء المكثف على الجدار الداخلي للزجاج غير مستعمل [36] كما هو موضح في الشكل (5-2).

3-4-4-2 المقطر الشمسي المخروطي (Distillateur en forme de cône):

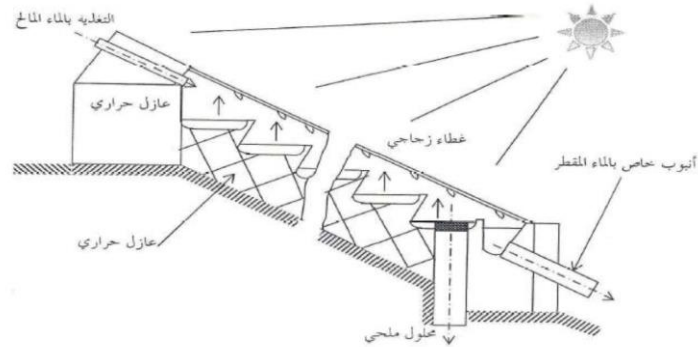
مشكل من غطاء مخروطي من الزجاج في الأعلى يسمح بمرور الإشعاع الشمسي، ومن قمع مخروطي في الأسفل لتجميع الماء المقطر [36] كما يوضحه الشكل التالي:



الشكل (6-2): المقطر الشمسي المخروطي [37].

4-4-4-2 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 [29-27] كما هو موضح في الشكل التالي:



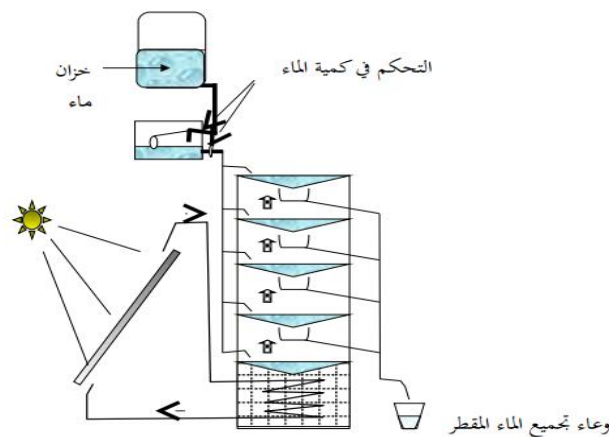
الشكل (7-2): المقطر الشلال الشمسي [37].

5-4-2 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:

1-5-4-2 المقطر الشمسي المتعدد الطوابق :

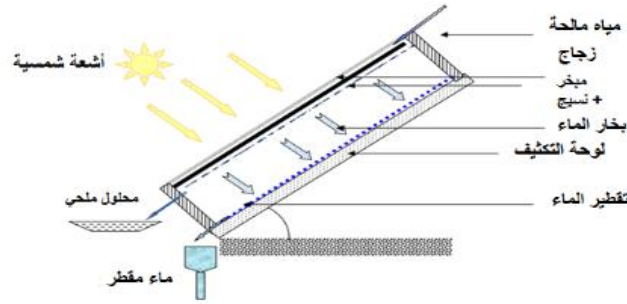
يعمل المقطر الشمسي المتعدد الطوابق بالاستعمال غير المباشر لأشعة الشمس، ويتم تخزين المائع الحراري في لاقط شمسي ثم ينتقل إلى مبدل حراري، ثم تنتقل الحرارة إلى حوض به مالح، يتبخر الماء المالح ويتكاثف على السطح السفلي للحوض الثاني يوجد فيه الماء المالح [36] كما موضح في الشكل التالي:



الشكل (8-2): المقطر الشمسي المتعدد الطوابق [37].

2-5-4-2 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 [38-36] يتكون المقطر الشمسي الشعيري ذو الطابق الواحد من صفيحتين معدنيتين من الألمنيوم أو النحاس أو الفولاذ، احد أوجه الصفيحة التي تستقبل الإشعاع الشمسي يعتبر لمخبر 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 [37] كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل (9-2): رسم تخطيطي للمقطر الشعيرية [37].

2-5-5 المميزات الأساسية للمقطر الشمسي :

هناك عدة مقادير لتحديد انتاج المقطر الشمسي ، المردودية ، الفعالية (الداخلية، الخارجية)، مقياس الفعالية، الأداء [39].

2-5-5-1 المردودية :

هو عبارة عن كمية الماء المقطر الناتجة من المقطر الشمسي لوحدة السطح لصفيحة سوداء في اليوم [39].

2-5-5-2 الفعالية :

2-5-5-1-2 الفعالية الكلية :

هي حاصل قسمة التدفق الحراري بالتبخير على الطاقة الشمسية الكلية الواردة الى السطح الافقي وفق العبارة التالية :

$$(1.2) \quad \eta_g = \frac{Q_{ev}}{G_h \cdot S} = \frac{\dot{m}_d}{G_h \cdot S} L$$

حيث:

Q_{ev} : التدفق الحراري بالتبخير (w/m^2)

G_h : الطاقة الشمسية الواردة الى السطح الافقي (w/m^2)

S : سطح الغطاء الزجاجي (m^2)

\dot{m}_d : تدفق الماء المقطر (kg/s)

L : الحرارة الكامنة لتبخير الماء (J/kg)

2-2-5-2 الفعالية الداخلية (η_i):

هي حاصل قسمة الفعالية الكلية على كمية الماء المنتج بفعل الطاقة الشمسية الساقطة على السطح الافقي.

$$(2.2) \quad \eta_i = \frac{Q_{ev}}{Q_{eau}}$$

حيث:

$$Q_{ev} = (\tau_v \cdot \alpha_e + \tau_v \cdot \tau_e \cdot \alpha_f) \cdot G_h \cdot S$$

$$(3.2) \quad Q_{eau} = (\alpha_T G_h \cdot S)$$

τ_v : معامل الامرار للزجاج.

τ_e : معامل الامرار للماء.

α_e : معامل امتصاص الماء.

α_f : معامل امتصاص لعمق المقطر.

α_t : معامل الامتصاص الفعال للمقطر.

3-2-5-2 مقياس الفعالية:

يعرف Hansen و Satcunathan أنواع عوامل الفعالية كالآتي: معامل الفعالية الاجمالي (F.P.B)، معامل الفعالية الساعية (F.P.H)، ومعامل الفعالية اللحظية (F.P) [40].

$$(4.2) \quad F.P.B = \frac{\text{Quantité d'eau produite ou bout de 24h}}{\text{Quantité d'energie entrée ou bout de 24h}}$$

$$(5.2) \quad F.P = \frac{\dot{m}}{\alpha_t \cdot G_h \cdot S}$$

2-6 العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على مردود المقتر:

2-6-1 العوامل الخارجية:

2-6-1-1 شدة الإشعاع الشمسي:

هي العامل الأهم في دراسة المقتر الشمسي، ويكون طول الموجة في الطاقة المنبعثة ما بين (0,17 - 4) μm ، حيث أعلى شدة نحصل عليها للإشعاع الشمسي عندما يكون طول الموجة $0,47 \mu\text{m}$ في المجال المرئي للطيف الكهرومغناطيسي ، تصل الشدة الكلية للإشعاع الشمسي الواردة الى السطح $1,3 \text{ kw/m}^2$ التي هي قيمة ضعيفة نظرا لامتناس الغلاف الجوي جزء من هذا الإشعاع. ويكون بمقدار أحسن عندما يكون سمك الغلاف الجوي رقيقا جدا. تقدر الاستطاعة الشمسية المتوفرة نظريا على سطح الأرض ما بين $(0,95 - 1,22) \text{ kw/m}^2$.

وعليه تعد شدة الاشعاع الشمسي من أهم العوامل التي تؤثر على أداء المقطرات الشمسية، إذ تزداد إنتاجية المقتر بارتفاع قيمة شدة الاشعاع الساقط على سطح الغطاء وتقل بانخفاض شدته [41].

2-6-1-2 سرعة الرياح:

يلعب التأثير الحلمي على الوجه الخارجي للزجاج دورا مهما في تشغيل النظام، وتقاس سرعة الرياح بمقياس الرياح anémomètre الموضوع قرب الزجاج. حيث اعتبر Duffie et Beckman بأن سرعة الرياح مرتبطة بمعامل الانتقال الحلمي بين الغطاء والوسط الخارجي بواسطة العبارة التالية [41].

$$(6.2) \quad h_{a-v} = a + bv^n \quad (\text{w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

من أجل

$$(7.2) \quad v < 5\text{m/s} \quad a = 2.8 \quad b = 3 \quad n = 1$$

$$(8.2) \quad v > 5\text{m/s} \quad a = 0 \quad b = 6.15 \quad n = 0.08$$

وهذه العوامل تستعمل من أجل نمذجة اللواقط او الضياع الحراري في العمارات.

2-6-1-3 درجة حرارة الهواء المحيط:

تدخل قيمة درجة حرارة الهواء المحيط في تحديد التغيرات الحرارية بين الجزئين الداخلي والخارجي للمقتر، وترتبط مباشرة بالحمل الطبيعي على مستوى الزجاج، فتأثيرها يتناسب طرديا مع درجة حرارة الزجاج، يساعد ارتفاع درجة حرارة المحيط في مردود المقتر الحوضي الشمسي، حيث يعتبر هذا التحسين ملموسا أكثر في حالة المقطرات رديئة العزل [41-42].

2-6-1-4 عوامل أخرى:

بالإضافة الى سرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء المحيط، هناك عوامل أخرى جوية مثل رطوبة الهواء أو المغناطيسية اللتين يجب ان تؤخذا بعين الاعتبار في القياس، بحث أنهما تغيران في الموازنة الحرارية للمقتر [41].

2-6-2 العوامل الداخلية:

سندرس تأثير هذه العوامل التالية على فعالية النظام.

- عزل الأوجه الجانبية للمقطر.
- سمك الماء الموجود في المبخر.
- الخصائص الفيزيائية للجدار الداخلي [41].

1-2-6-2 ميل الزجاج على السطح الأفقي:

إن لميل الزجاج دورا مهما 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 أن القيمة المثلى للميلان محصورة بين (10° - 50°) [43].

2-2-6-2 ارتفاع مستوى كتلة الماء المقطر:

ان ارتفاع مستوى الماء المالح في الحوض له دور مهم في عملية التقطير، فيزداد الانتاج اليومي للتقطير كلما كان عمق الماء صغيرا ومحصورا بين 1 cm و 1,5 cm [44].

3-2-6-2 المسافة التي تقسم السطح الحر الى لاقطين:

تؤثر مباشرة على الضغط الداخلي للمقطر فالزيادة في حجم المقطر تسبب نقصان في الضغط، وهذا يؤثر على التغيرات الحرارية ويؤدي الى نقصان في درجات الحرارة لمركبات المقطر [45].

4-2-6-2 خصائص المكونات:

1-4-2-6-2 الزجاج:

يختلف الزجاج حسب خصائصه:

- السمك.
- اللون: يجب أن يكون شفافا.
- الانعكاس: يجب أن يكون على الأقل ما بين (5-10%).
- الامتصاص: يجب أن يكون من 5%.
- العبور: أكثر من 90% [43].

2-4-2-6-2 الصفيحة المعدنية:

توجد عدة أنواع من الصفائح المعدنية وفقا لخصائصها؛ لذا يجب أن نختار الصفيحة الملائمة لاستخدامها للماص وكذلك للغطاء الخارجي :

- السمك.
- التوصيلية: يجب أن نختار صفيحة توصيلية حرارية مرتفعة ان أمكن.
- مقاومة التآكل: الصفيحة المعدنية تكون في تلامس مع الماء، من أجل هذا يجب اختيار صفيحة تقاوم ظاهرة التآكل [46-47].

3-4-2-6-2 العازل:

العازل في المقتر هو العنصر الرئيسي، ولاختيار عازل جيد يجب معرفة كل الخصائص التالية:
التوصيلية الحرارية: التوصيلية الحرارية للعازل يجب أن تكون قليلة ليكون عزل حراري جيد [46].
أمثلة:

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

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

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

العازل الاحسن من بين الثلاثة هو polystyrène

7-2 الظواهر الفيزيائية المؤثرة في المقتر الشمسي أحادي الميل:

1-7-2 تعريفات :

الحرارة هي شكل من أشكال الطاقة، تقاس بالجول (J) وبالوحدة التقليدية الحرارية (1cal=4,1855 J) ، والحريرة هي الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 غرام من الماء ب 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 [36].

و"انتقال الحرارة" هو تحرك كمية الحرارة من نقطة إلى أخرى بوجود تدرج في الحرارة، والانتقال يتم مهما كان نوع الوسط [36].

2-7-2 أشكال انتقال الحرارة :

1-2-7-2 التوصيل 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 [48].

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 ، فنلاحظ هنا أن الحرارة تنتقل أيضا إلى الجهة الأخرى [35].

2-2-7-2 قانون فورييه في الانتشار الحراري (Première loi de Fourier):

نعتبر وسط غير متحرك ومتجانس محدود بصفيحتين متوازيتين لهما مساحة تساوي A و مسافة dx ، وبينهما فرق في درجة الحرارة dT ، يكون بينهما تيار حراري (استطاعة حرارية كمية الحركة تعطى في وحدة الزمن)

تعطى بقانون " فورييه " الأول [48]:
 $Q = \frac{dq}{dt}$ مقاسة ب $W = J/s$ من الصفيحة الساخنة إلى الصفيحة الباردة، هذه الاستطاعة الحرارية

$$(9.2) \quad \frac{dq}{dt} = -\lambda \cdot S \cdot \frac{dT}{dx} \quad (W)$$

بحيث λ تسمى التوصيلية الحرارية تقاس ب $W/m \cdot ^\circ C$

3-2-7-2 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 [49]، 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 من تيارات تسمى "تيارات الحمل" [49].

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.

4-2-7-2 قانون " نيوتن " (Loi de Newton) :

نعتبر مائع حراري ذو درجة حرارة T_∞ 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 " [49] :

$$(10.2) \quad \frac{dQ}{dT} = h \cdot A(T_{\infty} - T_s) \text{ (W)}$$

بحيث h يمثل معامل الحمل الحراري وحدته $([h] = W/m^2 \cdot ^\circ C)$.

5-2-7-2 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 [50].

6-2-7-2 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 [32].

7-2-7-2 قانون "ستيفان – بولتزمان" :

$$(11.2) \quad M = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

حيث:

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

ε : معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث.

σ : ثابت "ستيفان – بولتزمان" $(\sigma = 5.669 \cdot 10^8 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{k}^4))$.

8-2-7-2 استقبال الجسم للإشعاع: (الانعكاس، الامتصاص، الإمرار)

عند استقبال جسم للإشعاع، فإن الاستطاعة الواردة له Q_{inc} تنوزع على ثلاثة أجزاء

كالتالي [36] :

1. جزء يمر عبر الجسم Q_{tra} ، ومعامل الإمرار يكتب :

$$(12.2) \quad \tau = \frac{Q_{tra}}{Q_{inc}}$$

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

$$(13.2) \quad \alpha = \frac{Q_{abs}}{Q_{inc}}$$

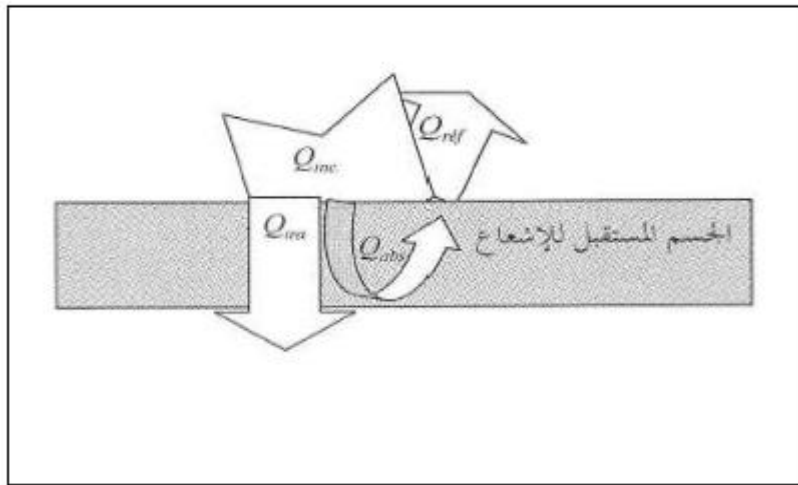
3. جزء ينعكس عبر الجسم Q_{ref} ، معامل الانعكاس يكتب:

$$(14.2) \quad \rho = \frac{Q_{ref}}{Q_{inc}}$$

من العبارات والمعاملات نجد:

$$(15.2) \quad Q_{tra} + Q_{abs} + Q_{ref} = Q_{inc}$$

$$(16.2) \quad \tau + \alpha + \rho = 1 \quad \text{معناه}$$



الشكل (2-10): استقبال الجسم للإشعاع الحراري.

8-2 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 المعبرة لظاهرة الانتقال، وأحيانا يصاحب هذا الانتقال انتقال للحرارة [32].

1-8-2 الانتشار الجزيئي (الرشح-Filtrage):

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 [37].

1-1-8-2 قانون " فيك " في الانتشار الجزيئي (1^{er} 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 [36-37] :

$$(17.2) \quad \frac{dm}{dt} = -Dc.S.\frac{dc}{dx} \text{ (Kg/s)}$$

2-8-2 الحمل الكتلتي (Convection massique):

في الانتقال الكتلتي 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 الكتلتي الناتج من زيادة ذوبان المادة نسمي هذا بالحمل الكتلتي الطبيعي، لكن عند وجود مؤثر خارجي (مروحة، مضخة).... يحرك المائع بالنسبة لسطح أعلى أو أقل منه في درجة الحرارة هذا نسميه بالحمل الكتلتي القسري [36].

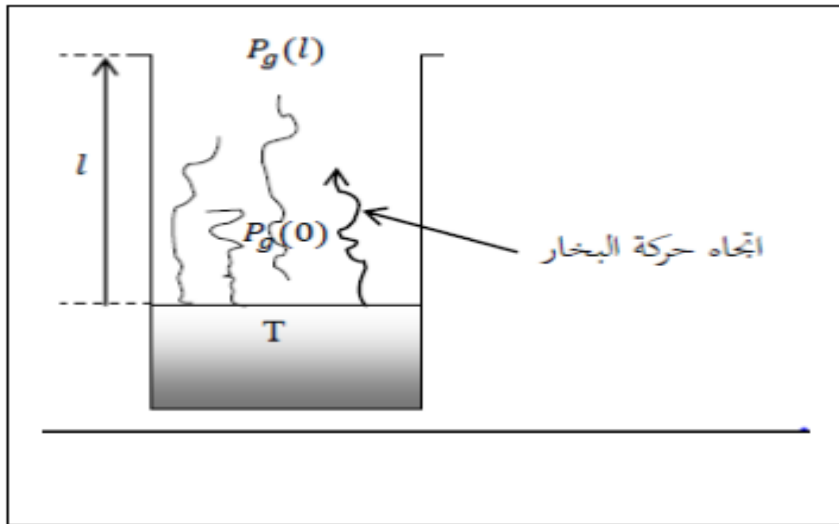
2-9 ظاهرة التبخير والتكثيف:

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 [35].

عند تحول السائل إلى بخار هذا ما يسمى بالتبخير. وعند تحول البخار إلى سائل تسمى بالتكثيف.

2-9-1 ظاهرة التبخير (Phénomène d'évaporation):

نعتبر حدوث ظاهرة التبخير بغياب الحمل الكتلتي 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:



الشكل (2-11): وعاء به ماء سائل تحت التبخير في غياب الحمل الكتلتي والحراري.

- 1) الزمن الأول : حركة جزيئات البخار (بخار الماء) في الطور الغازي للهواء المحيط، بفعل التدرج في الضغط P_g وهي 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.

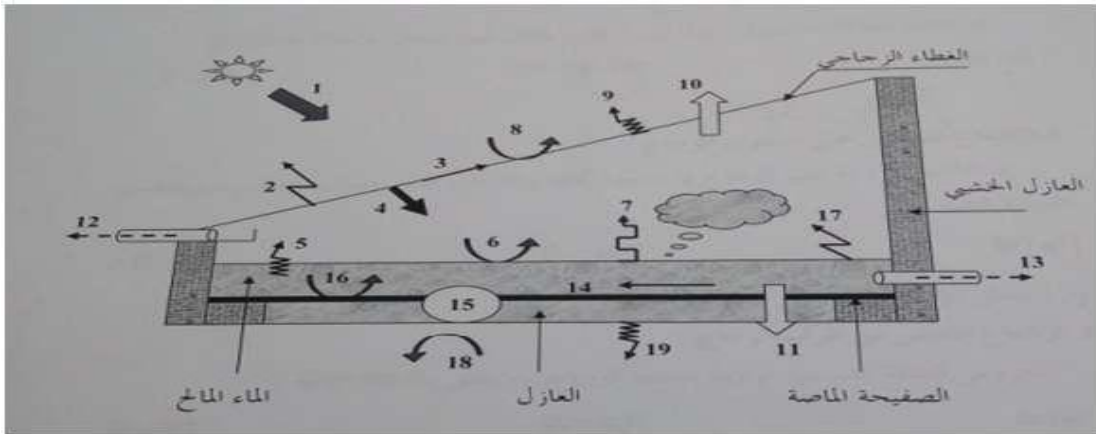
2-9-2 ظاهرة التكثيف "نظرية نوسالت" (Phénomène de condensation):

تحدث ظاهرة التكثيف لبخار الماء ذو $T(sa)$ و $P(vap)$ ، عند ملامسة سطح بارد نسبياً يظهر على هذا السطح بعض قطرات من السائل، تتجمع هذه القطرات لتشكل ما يسمى بطبقة قشرية، وهذه هي ظاهرة التكثيف ل: "نوسالت" [37-35].

فرضيات : التكثيف بجوار صفيحة مستوية طولها L .

- (1) نعتبر البخار بخار نقي تماماً، وفي حركة مستقرة ومشبع في درجة حرارة T_s و تحت 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.

10-2 الانتقالات والتدفقات الحرارية على مستوى المقتر الشمسي أحادي الميل :



الشكل (2-12): أهم الانتقالات والتدفقات الحرارية في المقتر البسيط ذات الميل الواحد.

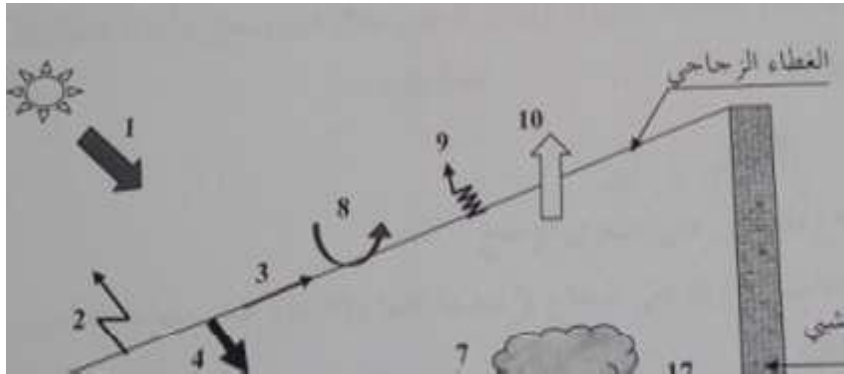
الجدول (2-1) : مختلف الانتقالات والتدفقات على مستوى المقتر الشمسي

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

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

2-10-1 الانتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي:

كما هو موضح في الشكل (2-13) نذكر الانتقالات التي تحدث عبر الغطاء الزجاجي كالتالي:



الشكل (2-13) : رسم يوضح انتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي.

2-1-10-1 الإشعاع الشمسي الوارد إلى الزجاج:

هو مقدار الشعاع الذي يتعرض له الغطاء الزجاجي. الطاقة الشمسية الواردة إلى الزجاج خلال اليوم ويعطى بالعلاقة التالية [31]:

$$(18.2) \quad G = \int qs(t)dt \text{ (w/m}^2\text{)}$$

2-1-10-2 الإشعاع المنعكس على مستوى الزجاج:

الأشعة الواردة على الزجاج لا يمتصها كلها وإنما جزء صغير منها ينعكس والذي يعطى بالعلاقة التالية [37]:

$$(19.2) \quad Qr = \rho g G \text{ (w/m}^2\text{)}$$

ρg : معامل الانعكاس للزجاج.

2-10-1-3 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 [31-37] :

$$(20.2) \quad Q_a = \alpha_g G \text{ (w/m}^2\text{)}$$

معامل الامتصاص للغطاء الزجاجي. α_g

2-10-1-4 الإشعاع العابر للغطاء الزجاجي:

شفافية الزجاج التي تسمح بمرور الإشعاع الوارد للحوض ويمثل الجزء الأكبر من هذا الإشعاع، ويعطي بالعبرة التالية [37]:

$$(21.2) \quad Q_t = \tau_g G \text{ (w/m}^2\text{)}$$

معامل الإمرار للغطاء الزجاجي. τ_g

2-10-2 انتقال الحرارة بالحمل بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي (هواء) :

تؤثر حركة الهواء الخارجي على التدفق الحراري بالحمل المتبادل بين الغطاء الخارجي للزجاج والوسط الخارجي [31] :

$$(22.2) \quad Q_{c,ga} = hc_{,ga} (T_{ge} - T_a) \text{ (w/m}^2\text{)}$$

معامل الحمل الحراري. $hc_{,ga}$
 T_{ge} : درجة حرارة السطح الخارجي للغطاء الزجاجي (K).
 T_a : درجة حرارة الوسط الخارجي (الهواء) (K).

2-10-3 انتقال الحرارة بالإشعاع بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي (الهواء):

للوسط الخارجي تأثير في الإشعاع المتبادل بين السطح الخارجي للغطاء الزجاجي والوسط الخارجي [31-51] :

$$(23.2) \quad Q_{r,ga} = \varepsilon_g \sigma (T_{g \text{ ext}}^4 - T_{sky}^4) \text{ (W / m}^2\text{.}^\circ\text{C)}$$

معامل الانبعاثية للغطاء الزجاجي. ε_g
 $T_{g \text{ ext}}$: درجة حرارة الغطاء الزجاجي.
 T_{sky} : درجة حرارة القبة السماوية وتعطى بالعبرة التالية:

$$(24.2) \quad T_{sky} = T_a - 12 \text{ (K)}$$

4-10-2 انتقال الحرارة بالتوصيل بين الوسط الخارجي والوسط الداخلي:

الحرارة التي يتعرض لها الحوض من الداخل يمكن أن تعبر هذا الزجاج بالتوصيل عبر السطح الزجاجي يعبر عنه بالعلاقة التالية [52]:

$$(25.2) \quad Q_{cd} = \frac{\lambda_g}{e_g} (T_{g,i} - T_{g,e}) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

e_g : سمك الزجاج.

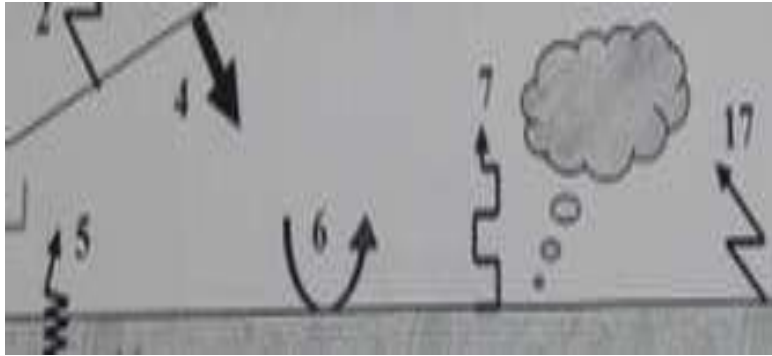
λ_g : التوصيلية الحرارية للزجاج.

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

5-10-2 الانتقالات على مستوى الحوض :

نتحدث في هذا المستوى على عمليتي التكثيف والتبخير للماء المالح.

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



الشكل(2-14) : رسم يوضح انتقالات على مستوى وسط الحوض.

6-10-2 انتقال الحرارة بالإشعاع بين الماء المالح والغطاء الزجاجي :

الانتقال الحراري بالإشعاع المتبادل بين طبقة الماء المالح والغطاء الزجاجي ويكتب بالعلاقة التالية [22]:

$$(26.2) \quad Q_{r,w,g} = F_{w,g} \sigma (T_w^4 - T_{g,i}^4) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

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

T_w : درجة حرارة الماء المالح .

7-10-2 انتقال الحرارة بالحمل و التبخير الطبيعي داخل المقطر : (الماء المالح و الغطاء الزجاجي)

التدفق الحراري بالحمل يتزامن مع التدفق بالتبخير، وهذا يعود إلى ارتفاع في درجة حرارة الماء المالح داخل المقطر ويعطى بالعلاقة التالية [52] :

$$(27.2) \quad Q_{c,wg} = h_{c,wg} (T_w - T_{gi}) \quad (w/m^2)$$

$h_{c,wg}$: معامل الحمل الطبيعي.

T_{gi} : درجة حرارة الغطاء الزجاجي الداخلي.

التدفق الحراري بفعل التبخير ينتج من حركة البخار المتصاعد من حوض الماء المالح والذي يتكثف على السطح الداخلي للغطاء الزجاجي ويعطى كما يلي [37-31] :

$$(28.2) \quad Q_{e,wg} = m'_w L_v \quad (w/m^2)$$

8-10-2 الإشعاع المنعكس على مستوى الماء المالح :

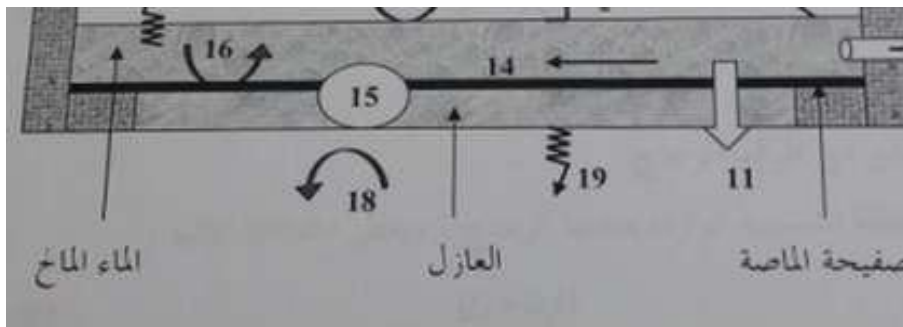
الإشعاع الذي يعبر الغطاء الزجاجي نحو الماء المالح داخل المقطر فينعكس مقدار منه ويعطى بالعلاقة التالية [22] :

$$(29.2) \quad Q_{\rho w} = \rho w \tau_g G \quad (W/m^2)$$

ρw : معامل انعكاس الماء.

9-10-2 الانتقالات على المستوى السفلي للمقتر:

كما هو موضح في الشكل (15-2) نذكر الانتقالات الحادثة على المستوى السفلي للمقتر كما يلي:



الشكل (15-2) : رسم يوضح انتقالات على مستوى السفلي للمقتر.

الضياع الحراري عبر الصفيحة الماصة: هناك كمية من الحرارة تضيع عبر الصفيحة الماصة تنتقل عبر التوصيل وتعطى بالعلاقة التالية [31-52]:

$$(30.2) \quad Q_{cb} = \frac{\lambda_b}{e_b} (T_b - T_i) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

T_b : درجة حرارة السطح الماص (K).

T_i : درجة حرارة السطح العازل (K).

2-10-10 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 [31-37]:

$$(31.2) \quad Q_{\alpha w} = \alpha w \tau_g G \text{ (W/m}^2\text{)}$$

αw : معامل امتصاص الماء.

2-10-11 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 [31]:

$$(32.2) \quad Q_{ab} = \alpha_b \tau_w \tau_g G \text{ (W/m}^2\text{)}$$

α_b : معامل امتصاص الصفيحة الماصة.

2-10-12 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 [52]:

$$(33.2) \quad Q_{c,wb} = h_{c,w} (T_{ab} - T_w) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

2-10-13 انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والوسط الخارجي (المحيط):

الوسط الخارجي أسفل المقتر يساهم في التبادل الحراري بالحمل بين العازل والوسط الخارجي ويكتب كما يلي [31]:

$$(34.2) \quad Q_{c,ia} = h_{c,ia}(T_{ie} - T_a) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

14-10-2 انتقال الحرارة بالإشعاع بين العازل والوسط الخارجي (المحيط):

كمية الحرارة المنتقلة بالإشعاع بين العازل والمحيط الخارجي أسفل المقطر وتكتب كما يلي [52]:

$$(35.2) \quad Q_{r,ia} = \varepsilon_i \sigma (T_{ia}^4 - T_a^4) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

15-10-2 الانتقالات على مستوى العوازل جانبي المقطر: من بين الانتقالات التي يتعرض لها

العازل جانبي المقطر كما يلي:

1) الضياع الحراري مع الماء المقطر الناتج: يحمل الماء المقطر جزء من الحرارة، ويخرج من قناة

التقطير ونكتب كما يلي:

$$(36.2) \quad Q_{out} = m_w c_{pw} (T_{dist} - T_a) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

2) الضياع الحراري مع ماء التغذية:

النسبة التي تتبخر من ماء الحوض، تعوضها كمية من ماء التغذية حتى تكتسب كمية الحرارة المناسبة للتبخير، من حرارة الماء الساخن في الحوض وهذا ما يسمى بالضياع الحراري ونكتب كما يلي [31]:

$$(37.2) \quad Q_{in} = m_w c_{pw} (T_w - T_{fw}) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

11-2 الخاتمة:

في هذا الفصل تطرقنا لدراسة اهم الظواهر الفيزيائية المتحكمة في عمل المقطرات الشمسية أحادية الميل حيث أن عملية تقطير المياه عبر هذا الاخير تتم وفق قوانين فيزيائية مضبوطة، كما درسنا العوامل الخارجية و الداخلية التي تؤثر سلبا و ايجابا على مردودية المقطر الشمسي . زيادة على ذلك عرشنا بشكل مفصل على الموازين الطاقوية المتحكمة في عملية التقطير الشمسي و التي تعتبر جوهر هذه الظاهرة، في الفصل الموالي سنتطرق للدراسة التجريبية لتحسين مردود المقطر الشمسي أحادي الميل باستعمال مواد محلية .



الفصل الثالث

دراسة ومناقشة النتائج

1-3 مقدمة:

سنتطرق في هذا الفصل إلى النتائج المتحصل عليها من الدراسة التجريبية التي أجريت على المقطرين الشمسيين، أحدهما شاهد والآخر أجرينا عليه بعض التحسينات، ويحتوي أيضا على البروتوكولات التجريبية وأدوات القياس، حيث سنقوم بمقارنة الزيادات في كمية الماء المقطر الناتج من المقطرين المدروس والشاهد، وذلك بعد إضافة أكياس من الفوسفات للمقطر المدروس، والهدف من هذه التجربة هو معرفة مدى تأثير هذه الأكياس على مردود المقطر الشمسي، وبناء على النتائج المتحصل عليها سنقوم بترجمتها على شكل منحنيات سنحللها ونناقشها في هذا الفصل.

2.3 المقطر الشمسي البسيط:**1.2.3 تعريفه:**

هو المقطر الأكثر استعمالا في العالم، حيث يحتوي على حوض به ماء مالح، مطلي باللون الأسود من أجل استقبال أكبر كمية من الإشعاع الشمسي، ويغطي هذا الصندوق بغطاء شفاف من الزجاج ويجب أن يكون هذا الأخير مائلا لتكثيف البخار في الجزء الداخلي للغطاء [26-53-38-54].

2.2.3 مبدأ عمله:

التقطير الشمسي هو ظاهرة تجريبية لها نفس مبدأ عمل الظواهر الطبيعية، فعندما تنبعث الأشعة الشمسية على ماء البحر أو المحيطات أو الأنهار فإنها تسخن هذا الماء وهذا الأخير يتبخر ويرتفع إلى الأعلى، ثم ينتقل البخار بالرياح حتى يصل إلى مكان أكثر برودة فيتكثف وتتشكل السحب، وبعد ذلك ينزل مطرا أو ثلجا [38].

3.2.3 طريقة عمله:

- يسخن الإشعاع الشمسي الساقط الماء المالح الموجود داخل المقطر.
- يتبخر الماء المالح.
- ينتقل البخار بالحمل الحراري نحو سقف المقطر (الزجاج).
- يتكاثف البخار على سطح الزجاج مشكلا قطرات ماء عذب تنزل بتأثير ثقلها في وعاء تجميع الماء المقطر.

4.2.3 مكوناته:

المقطر الشمسي المستعمل في هذه التجربة هو المقطر ذو الميل الواحد ويتكون مما يلي:

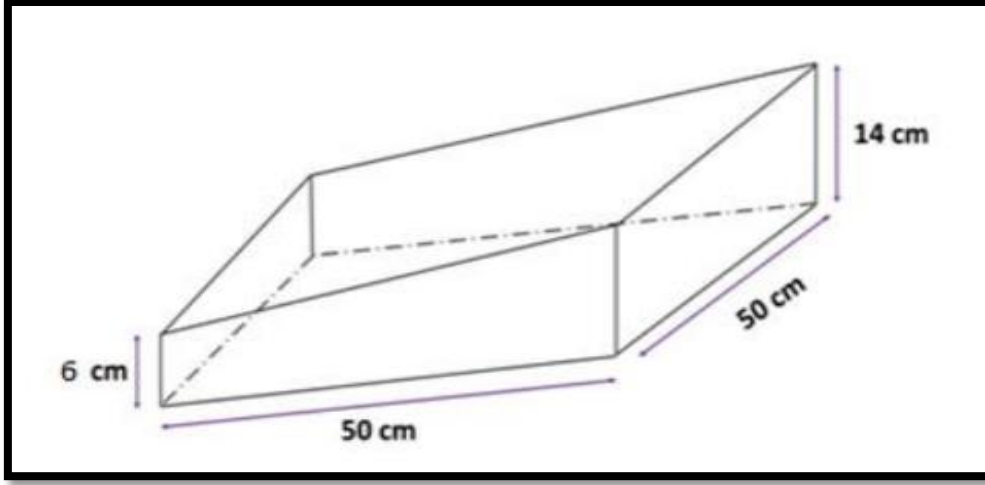
الهيكل الخارجي (الصندوق):

يكون مصنوع من مادة عازلة (الخشب)، وهو أحد أهم المكونات يتم على مستواه وضع الماء المراد تقطيره، وتطلى قاعدته وجوانبه باللون الأسود.

ويكون وفق الأبعاد التالية:

- الطول: 50cm.
- العرض: 50cm.
- مساحة الحوض: 2500cm².
- السمك: 2cm.

- الارتفاع الأمامي: 6cm.
- الارتفاع الخلفي: 14cm.
- زاوية الميل: 10° .



الشكل (3-1): رسم تخطيطي للهيكل الخارجي.

الغطاء الزجاجي:

يكون من الزجاج العادي الموجود في أسواق المنطقة، شفاف يسمح بتمرير أكبر قدر من الإشعاع الشمسي وتكون أبعاده كالتالي:

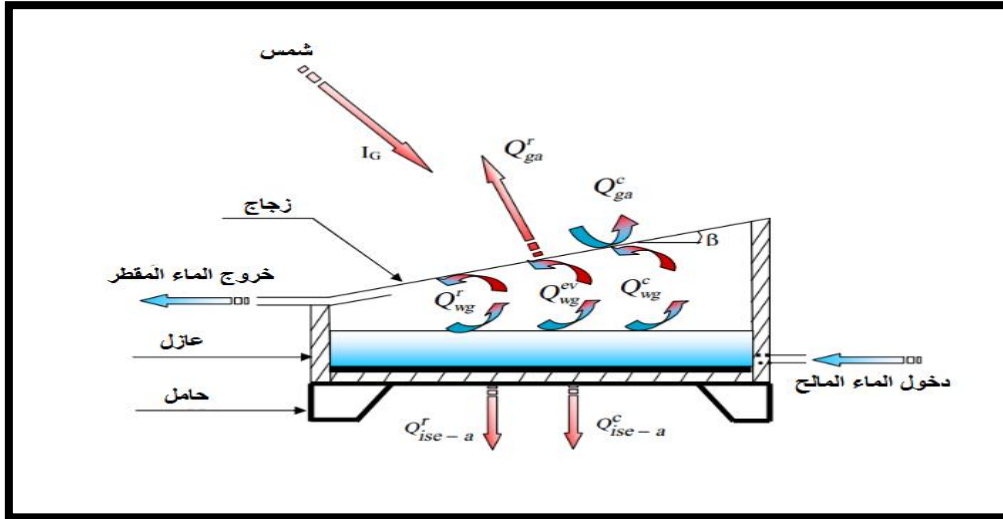
- الطول: 51cm.
- العرض: 51cm.
- السمك: 3mm.

أنبوب تجميع المياه:

هو عبارة عن أنبوب بلاستيكي قطره 2.5cm، يكون مثقوب طولياً، يسمح بدخول جزء من الزجاج لتنزل قطرات الماء المتكاثفة على مستوى الأنبوب وتتجمع فيه لتعبر إلى إناء خاص بتجميع الماء المقطر.

3.3 الدراسة النظرية للمقطر:

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



الشكل (2-3): التوازن الطاقي للمقطر الشمسي.

4.3 أجهزة وأدوات القياس المستعملة في التجربة:

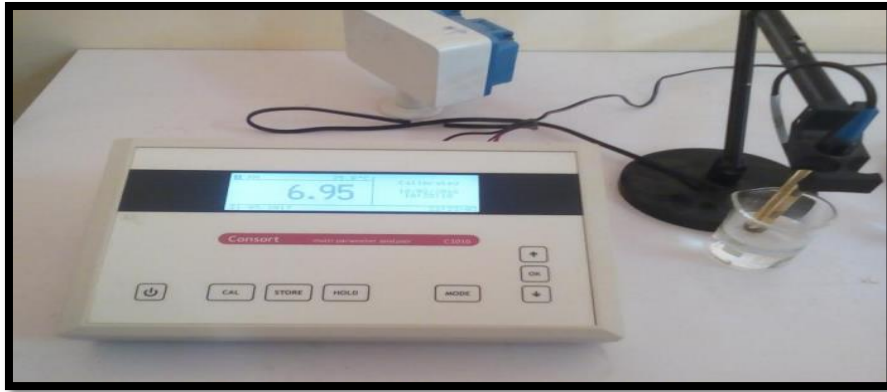
1.4.3 جهاز متعدد القياسات:

هو عبارة عن جهاز يمكن بواسطته قياس كل من التوتر، شدة التيار الكهربائي، المقاومة بالإضافة إلى وظائف أخرى تختلف من جهاز إلى آخر كتعيين درجة الحرارة، قياس التردد، تحديد نوعية الترانزيستور، كشف الصمام الثنائي... يلعب هذا الجهاز دور الفولط متر، الأمبير متر والأوم متر... كما هو موضح في الصورة التالية:



الشكل (3-3): جهاز متعدد القياسات.

2.4.3 جهاز الـ pH متر:



الشكل (3-4): جهاز قياس pH متر.

3.4.3 جهاز قياس الناقلية الكهربائية:



الشكل (3-5): جهاز قياس الناقلية الكهربائية

4.4.3 الأنبوب المدرج:

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



الشكل (3-6): أنبوب مدرج.

5.3 الخطوات التجريبية:**1.5.3 التجربة الأولى:**

لقد تم إجراء التجربة الأولى يوم 25 أبريل 2020 بجامعة الوادي وتحت نفس الظروف المناخية تم تعريض مقطرين شمسيين مسطحين لأشعة الشمس بعد أن وضعت فيهما كمية من الماء تقدر بـ 2 لتر حيث تم قياس كل من درجة الحرارة للغطاء الزجاجي الداخلي والخارجي، ودرجة حرارة الماء والجو وقيست كذلك كمية الماء المقطر المنتجة، وذلك عند كل ساعة، من الساعة 8:00 إلى 17:00، وهدف هذه التجربة هو إثبات أن المقطرين متشابهين، من خلال النتائج المتحصل عليها والمتمثلة في أن مردود المقطرين متشابهين إلى درجة كبيرة وبالتالي يمكن استعمال أحدهما كشاهد والآخر نضع به أكياس الفوسفات.



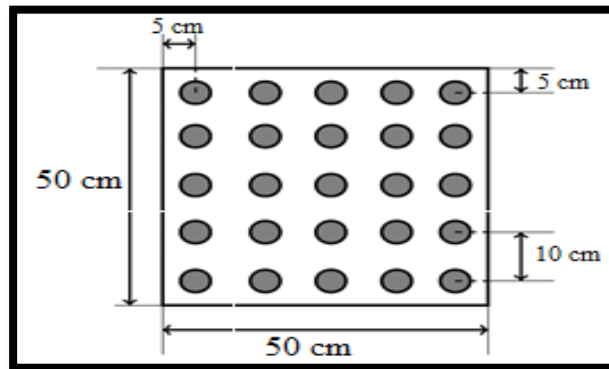
الشكل (3-7): صورة للتجربة الأولى.

2.5.3 التجربة الثانية:

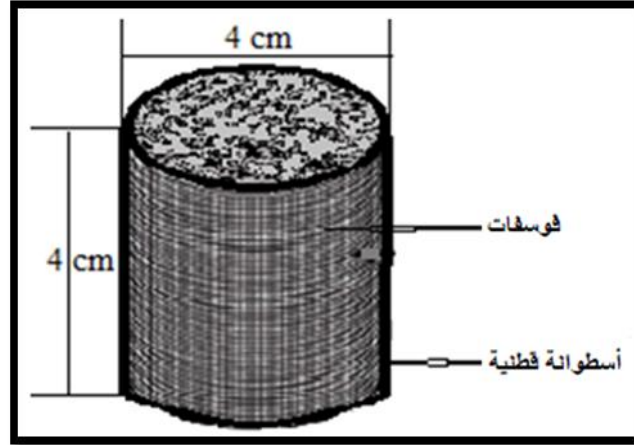
الهدف من هذه التجربة هو معرفة مدى تأثير أكياس الفوسفات في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة تخزين الطاقة الحرارية من جهة ومدى تأثيره على التحويل الحراري عبر زجاج المقطر الشمسي وعلى درجة حرارة الزجاج الداخلية والخارجية من جهة أخرى.

• أكياس الفوسفات :

تم وضع خمسة و عشرون كيسا قطنيا من القطن الأسود بانتظام داخل المقطر كما يوضحه الشكل (3-8) بارتفاع 4 سم وقطر 4 سم كما هو موضح في الشكل (3-9) تمتلئ هذه الأكياس بالفوسفات لزيادة امتصاص الإشعاع الشمسي، حيث تعتبر أكياس الفوسفات هي المحسن في هذه التجربة .



الشكل (3-8): ترتيب أكياس الفوسفات في المقطر.



الشكل (3-9): رسم تخطيطي لكيس الفوسفات.

• الأدوات التجريبية:

ماء مالح، مقطرين، أكياس فوسفات، قارورتين صغيرتين، كأس بيشر، جهاز قياس درجة الحرارة الترموكوبل، pH متر، جهاز قياس الناقلية. المدة الزمنية اللازمة للتجربة يوم واحد.

• البروتوكول التجريبي (مراحل التحضير للتجربة):

- نضع ميزان الماء على الطاولة المراد وضع المقطرين عليها، ونتحقق أنها في مستوى واحد أي على استقامة واحدة.
- نثبت أكياس الفوسفات على قاعدة المقطر.
- نغسل الغطاء الزجاجي جيدا من الغبار والأتربة.
- نضع 2 لتر من الماء المالح في كلا المقطرين.
- نضع الأنابيب في موضعها.
- نضع اللواقط الحرارية على الزجاج الداخلي والخارجي وفي الماء لكلا المقطرين، و أحد الأكياس بالنسبة للمقطر المدروس.
- نضع الغطاء الزجاجي على المقطرين.
- نسد المقطرين جيدا لمنع التسربات الحرارية.
- نقيس درجة حرارة الماء داخل المقطرين ودرجة حرارة الزجاج الداخلية والخارجية لكلا المقطرين، ودرجة حرارة الكيس، وكمية الماء الناتجة كل ساعة.
- بعد قياس كمية الماء المنتجة في كأس بيشر نضع جهاز pH متر داخل الكأس لمعرفة قيمة الـ pH ماء المقطر الناتج ومقارنته مع pH الماء المالح.
- نستخدم جهاز قياس الناقلية الكهربائية لقياس الناقلية الكهربائية للماء المقطر ومقارنتها بالمعايير المعروفة للماء النقي.



الشكل (3-10): خطوات التجربة.

6.3 النتائج التجريبية:

لقد تمت التجربة يوم 2020/04/26 بجامعة الوادي تحت الظروف الجوية المسجلة في الجدول (3-3) التالي:

الجدول (3-1): الأحوال الجوية للتجربة.

5:44	شروق الشمس
19:11	غروب الشمس
14-37°C	درجة حرارة الجو
30%	الرطوبة
18 km/h	الرياح

ولقد تم أيضا قياس pH والناقلية الكهربائية للماء المستعمل قبل وبعد التجربة بمخبر الطاقات المتجددة بجامعة الوادي ويلخص الجدول (3-4) النتائج المتحصل عليها.

الجدول (3-2): نتائج تحليل الماء المستعمل.

الماء المقطر	الماء المالح
pH=7.05	pH=7.92
$\sigma = 28 \mu\text{s/cm}$	$\sigma = 10185 \mu\text{s/cm}$

لقد مرت التجربة بكل سهولة ودون مشاكل و أعطت نتائج مقبولة، حيث لاحظنا أن هناك فارق ملحوظ في قيم pH و الناقلية الكهربائية وهذه النتائج مشجعة للغاية.

7.3 تحليل ومناقشة النتائج:

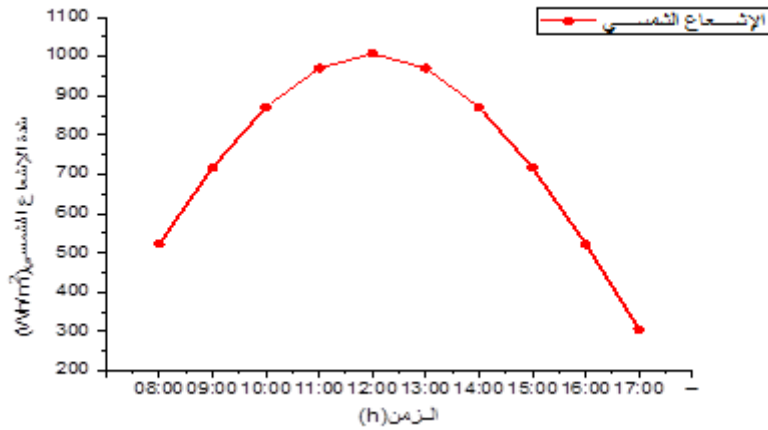
تم خلال هذه التجربة أخذ القياسات التالية وذلك خلال يوم كامل من الساعة 8:00 إلى غاية الساعة 17:00:

- الإشعاع الشمسي.
- درجات الحرارة لكل من السطحين الداخلي والخارجي للزجاج، والماء المالح في الحوض
- درجة حرارة أحد الأكياس.
- كمية الماء المقطر الناتجة.

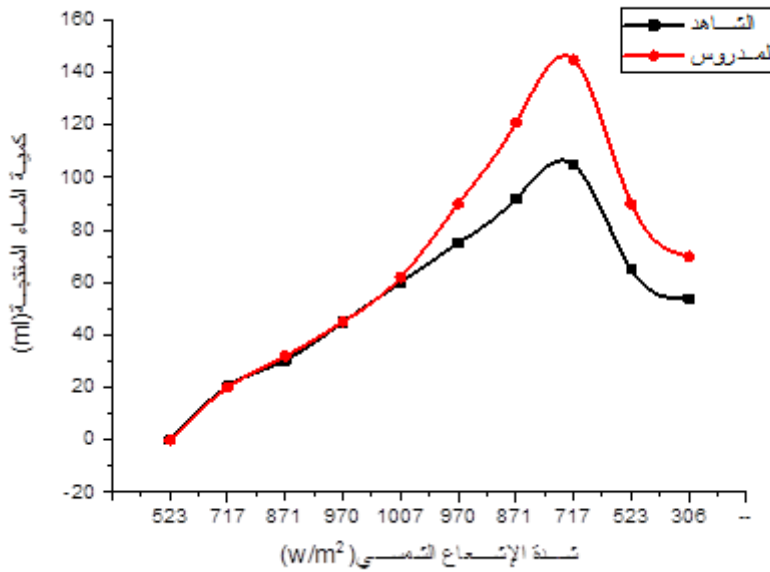
1.7.3 الإشعاع الشمسي:

يمثل الشكل (3-11) الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن يوم التجربة، حيث نلاحظ أن قيمة الإشعاع عند الساعة 8:00 صباحا كانت 523W/m^2 ثم بدأت في الزيادة إلى أن وصلت إلى قيمة أعظمية 1007W/m^2 وذلك عند الساعة 12:00 حيث كانت أشعة الشمس في أوجها ثم تناقصت مع مرور الزمن إلى أن بلغت 306W/m^2 وذلك عند الساعة 17:00.

ولقد لاحظنا أن كمية الماء المنتجة تتزايد حيث تصل إلى الذروة مع تذبذب معتبر وهذا راجع إلى عدة مؤثرات منها) فارق درجة الحرارة بين الماء والزجاج الداخلي، حرارة الزجاج الداخلية، كمية الإشعاع الساقط...). وبالنسبة للإشعاع الساقط فهو يمثل العنصر الأساسي في التجربة وفي عملية التقطير، نلاحظ أن تغييره يؤثر على جميع المؤثرات الأخرى وخاصة المردود وهذا ما يمثله الشكل (3-12).



الشكل (3-11): منحنى تغيرات شدة الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن يوم 2020/04/26.

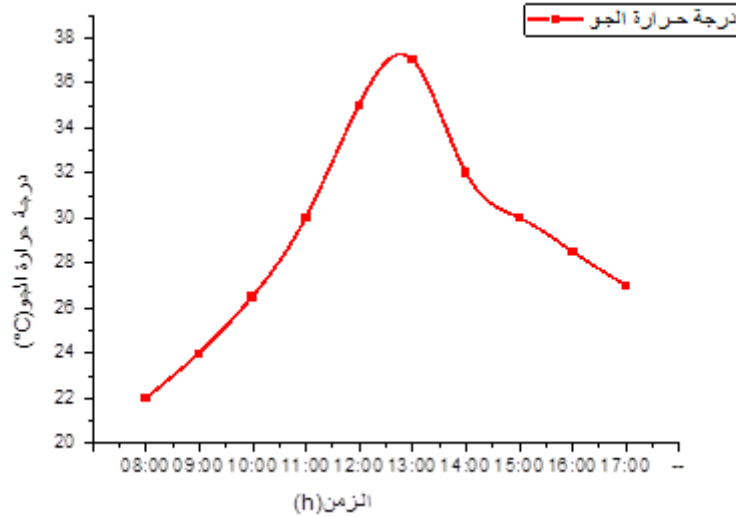


الشكل (3-12): منحنى تغيرات كمية الماء المنتجة بدلالة الإشعاع الشمسي للمقطرين (شاهد-مدروس).

2.7.3 تطور درجة حرارة الجو:

تؤثر درجة حرارة الجو على عملية التقطير، حيث يكمن تأثيرها الكبير على الزجاج الخارجي وعلى عملية الانتقال الحراري بالحمل القسري و الطبيعي أو معاً، يمثل الشكل (3-13) منحنى تغيرات درجة حرارة الجو بدلالة الزمن حيث نلاحظ أن درجة الحرارة عند الساعة 8:00 كانت 22°C ثم تزداد مع مرور الزمن إلى أن

بلغت قيمة أظمية في حدود 37°C عند الساعة 12:00 لأن أشعة الشمس كانت قوية ثم تناقصت عند الساعة 17:00 إلى 27°C .

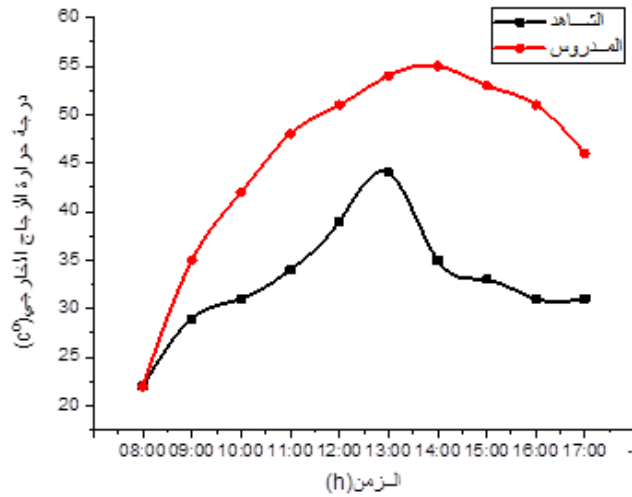


الشكل (3-13): منحنى تغيرات درجة حرارة الجو بدلالة الزمن.

3.7.3 تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج:

تعتبر درجة حرارة الجو عامل من العوامل المؤثرة في عملية التقطير الشمسي، يمثل الشكل (3-14) تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجية للمقطرين (شاهد-مدروس) بدلالة الزمن، حيث نلاحظ في بداية التجربة عند الساعة 8:00 كانت درجة الحرارة 22°C بالنسبة للمقطرين، ثم تبدأ هذه القيمة في الزيادة مع مرور الزمن لتبلغ قيمة أظمية عند الساعة 14:00 فتكون 55°C بالنسبة للمقطر المدروس و 44°C بالنسبة للمقطر الشاهد عند الساعة 13:00 ثم تناقص إلى أن تصل 46°C بالنسبة للمدروس و 31°C بالنسبة للشاهد عند الساعة 17:00.

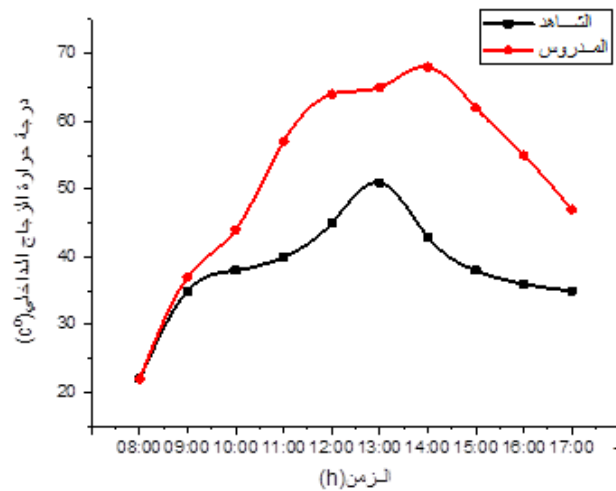
نلاحظ عموماً أن درجة حرارة الزجاج الخارجية للمقطر المدروس أكبر منها بالنسبة للمقطر الشاهد مع تطابق درجات الحرارة عند الساعة 8:00 و 9:00.



الشكل (3-14): منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجية للمقطرين (شاهد- مدروس) بدلالة الزمن.

4.7.3 تطور درجة حرارة الزجاج من الداخل:

يمثل الشكل (3-15) تغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلية للمقطرين (شاهد- مدروس) بدلالة الزمن، حيث نلاحظ في بداية التجربة عند الساعة 8:00 كانت درجة الحرارة 22°C بالنسبة للمقطرين، ثم تبدأ هذه القيمة في الزيادة مع مرور الزمن لتبلغ قيمة أعظمية عند الساعة 14:00 فتكون 68°C بالنسبة للمقطر المدروس و 51°C بالنسبة للشاهد عند الساعة 13:00 ثم تتناقص إلى أن تصل 47°C بالنسبة للمدروس و 35°C بالنسبة للشاهد، نلاحظ عموماً أن درجة حرارة الزجاج الداخلية للمقطر المدروس أكبر منها عند المقطر الشاهد، تنتقل الحرارة عبر الزجاج بالتوصيل الحراري الذي يعتمد على علاقة Fourier، تنتقل الحرارة ما بين الماء بظاهرة الحمل وفق مبدأ Newton، وقد يكون هذا الحمل طبيعي أو قسري أو معاً.

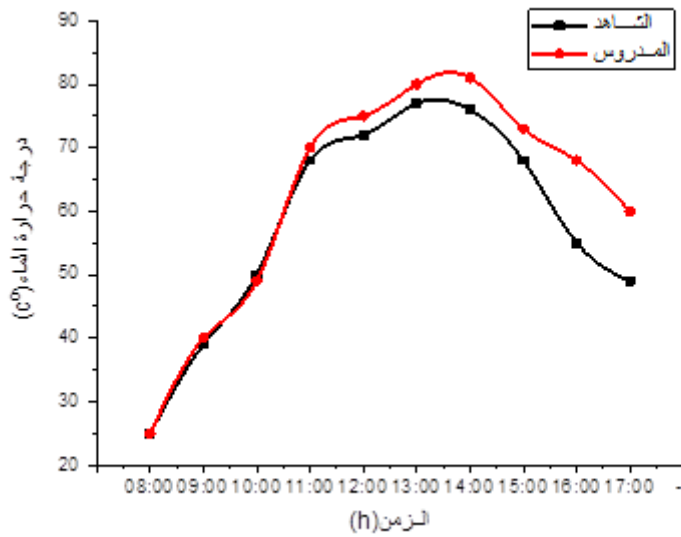


الشكل (3-15) تغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلية للمقطرين (شاهد- مدروس) بدلالة الزمن.

يجدر الإشارة إلى أن درجة حرارة الزجاج الداخلية والخارجية متعلقتان ببعضهما، حيث أن ارتفاع درجة حرارة الزجاج من الداخل يتبعه ارتفاع في درجة حرارة الزجاج من الخارج، يعود هذا الفارق بين المقطرين في درجة حرارة الزجاج لأكياس الفوسفات المثبتة على المقطر المدروس والتي لها مميزات في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي من جهة ومضاعفة فترة تخزين الطاقة الحرارية من جهة أخرى وهذا ينعكس على درجة حرارة الماء ومنه على الزجاج.

5.7.3 درجة حرارة الماء:

يمثل الشكل (3-16) تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين بدلالة الزمن حيث نلاحظ أنهما إنطلاقاً من نفس درجة الحرارة، ثم تبدأ هذه القيمة في الزيادة مع مرور الزمن لتبلغ قيمة أعظمية عند الساعة 13:00 فتكون 80°C بالنسبة للمقطر المدروس و 77°C بالنسبة للمقطر الشاهد ثم تتناقص إلى أن تصل 60°C بالنسبة للمدروس و 49°C بالنسبة للشاهد، نلاحظ عموماً أن درجة حرارة الماء المالح للمقطر المدروس أكبر منها عند المقطر الشاهد ويعود هذا لوجود أكياس الفوسفات المثبتة على المقطر المدروس والتي لها مميزات في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي من جهة ومضاعفة فترة تخزين الطاقة الحرارية من جهة أخرى، فبذلك تزداد درجة حرارة ماء المقطر المدروس.

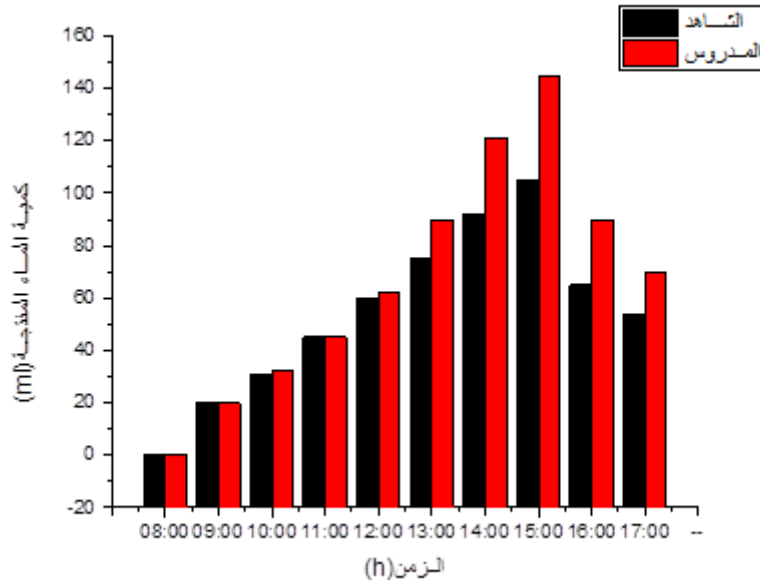


الشكل (3-16): منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرين بدلالة الزمن.

6.7.3 تطور كمية الماء المقطر:

يمثل الشكل (3-17) مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر المنتجة من المقطرين (شاهد- مدروس) بدلالة الزمن حيث نلاحظ أننا لم نسجل أي كمية منتجة من الماء المقطر بالنسبة للمقطرين وذلك عند الساعة 8:00، وعند الساعة 9:00 بدأت كمية الماء المقطر تتزايد لكلا المقطرين، إلى أن تبلغ قيمة عظمى تقدر بـ 145 مل عند

الساعة 15:00 ثم تبدأ في التناقص مع مرور الزمن إلى أن تصل إلى 70 مل عند الساعة 17:00، وهذا بالنسبة للمقطر المدروس، أما بالنسبة للمقطر الشاهد فتصل إلى قيمة عظمى تقدر بـ 105 مل وهي قيمة أقل من قيمة الماء المقطر المدروس، ثم تبدأ هذه الأخيرة في التناقص إلى أن تصل 54 مل وذلك عند الساعة 17:00، نلاحظ عموماً أن كمية الماء للمقطر المدروس أكبر من كمية الماء للمقطر الشاهد.



الشكل (3-17): مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر المنتجة من المقطرين (شاهد- مدروس) بدلالة الزمن.

8.3 خاتمة:

بعد الدراسة التجريبية للنتائج المتحصل عليها من خلال التجربة يمكن القول أنه كلما زاد امتصاص الإشعاع الشمسي كلما ارتفع الفارق بين الماء والزجاج الداخلي للمقطر، أي تسريع من عملية تكثيف بخار الماء وبالتالي يزيد من إنتاج الماء المقطر وهذا ما توصلنا إليه من خلال تجربتنا بعد إضافة أكياس الفوسفات للمقطر حيث ساهمت في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة تخزين الطاقة وبالتالي نستخلص أن المقطر المدروس أفضل من المقطر الشاهد بنسبة قدرت إلى 39.30%.



الخاتمة العامة

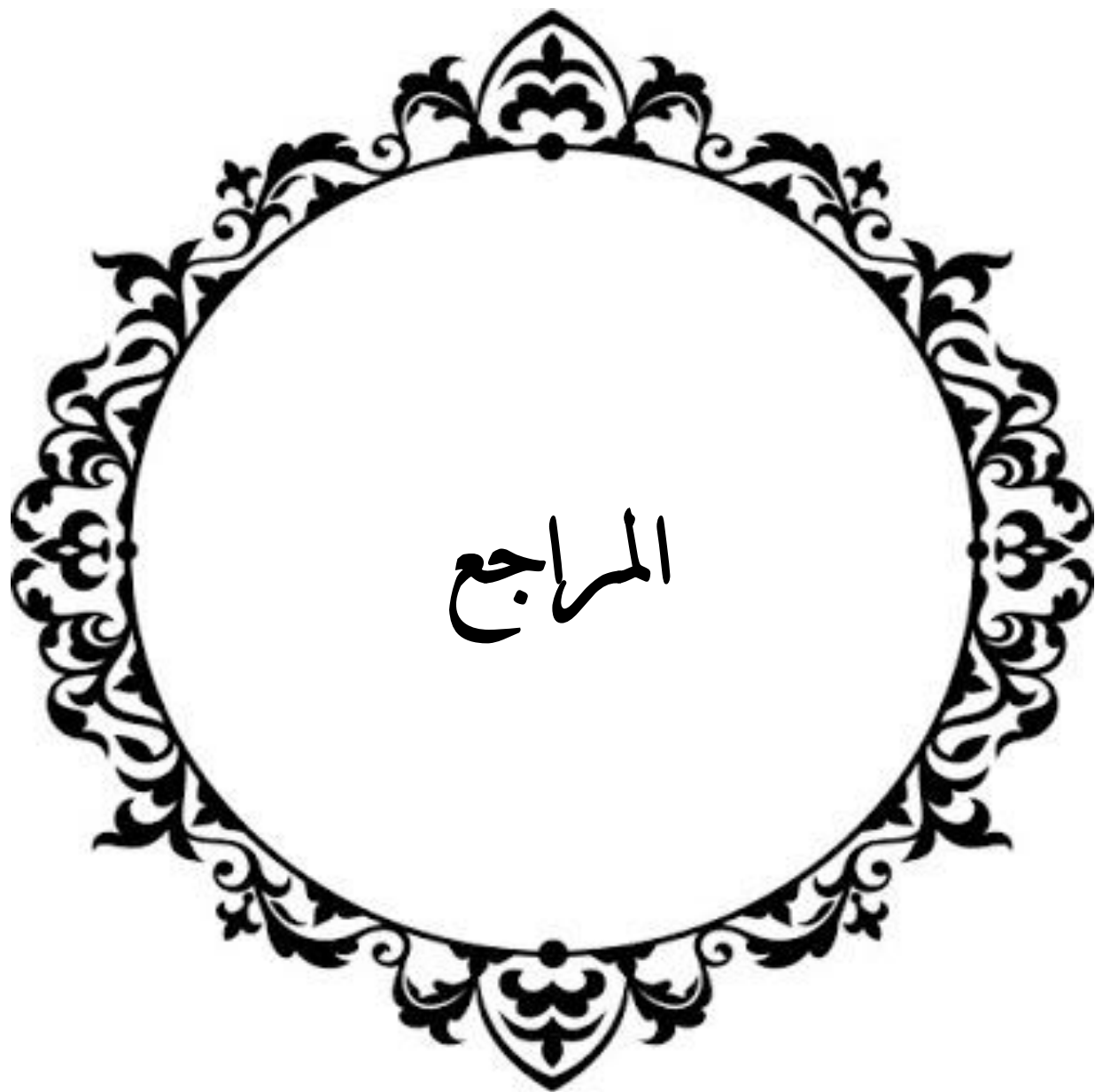
الخاتمة العامة:

يعتبر التقطير الشمسي أحد التقنيات البسيطة المستعملة في تحلية المياه، فهو حل ناجح وغير مكلف خاصة للدول التي تعاني من نقص المياه الصالحة للشرب وتتمتع بطاقة شمسية كبيرة، وهناك عدة العوامل تؤثر على مردود المقطر الشمسي منها العوامل الداخلية والخارجية، ومن أهم العوامل الخارجية نجد الإشعاع الشمسي حيث يتناسب طردياً مع المردود، بالإضافة إلى أن الرياح تؤثر كذلك على المردود حيث تزيد في عملية التقطير ذلك لأن التيارات الهوائية تعمل على تبريد الغطاء الزجاجي مما يزيد الفارق في درجة الحرارة بين الماء في الحوض والسطح الداخلي للغطاء الزجاجي من جهة ويزيد من تكثيف الماء على الزجاج الداخلي من جهة أخرى، أيضاً كمية الماء المقطر المنتجة تزداد، كما نجد أيضاً أن من أهم العوامل الداخلية التي تؤثر على المردود عمق الماء المالح حيث يتناقص المردود كلما زاد سمك الماء.

نظراً لمشكلة نقص المياه الصالحة للشرب التي تعاني منها منطقة الوادي، لأنها منطقة تتميز بالمياه الجوفية المالحة، فأغلب سكانها يدفعون أموالاً معتبرة للحصول على الماء المحلى ومن هنا يتبادر إلى أذهاننا فكرة توفير الماء الصالح للشرب محلياً بأقل تكلفة ممكنة، وذلك باستعمال المقطر الشمسي البسيط، لكن تواجهنا مشكلة أن هذا المقطر تبقى مردوديته منخفضة، لذلك قمنا بصنع مقطرين متشابهين وضعناهما تحت نفس الظروف المناخية وهذا لمقارنتهما، احدهما شاهد والثاني قمنا بإضافة بعض التحسينات عليه وذلك بنتيبت 25 كيس متماثلة مملوءة بالفوسفات قطرها 4 سم وارتفاعها 4 سم موزعة بانتظام في قاع الحوض، وهذا لزيادة مردودية التقطير.

لقد مرت التجربة بنجاح في ظروف مناخية جيدة حيث عرضنا مقطرين شمسيين مسطحين إلى أشعة الشمس لمدة 9 ساعات تحت نفس الظروف المناخية من أجل إعطاء نتائج صحيحة ودقيقة، ومن أهم النتائج التي استنتجناها :

- تم الحصول على الإنتاجية اليومية من أجل المقطر الشمسي الشاهد 2.656 كغ/م².
- تم الحصول على الإنتاجية اليومية من أجل المقطر الشمسي المدروس 3.7 كغ/م².
- كمية الماء المقطر المنتجة من المقطر المدروس أكبر منها عند المقطر الشاهد، حيث بلغت النسبة بين الماء المقطر للمقطر المدروس و الماء المقطر للمقطر الشاهد حوالي 39.30% .
- لعبت أكياس الفوسفات دوراً مهماً في زيادة إنتاجية التقطير وهذا لأن مادة الفوسفات هي مادة تخزين طاقة جيدة.
- أكياس الفوسفات امتصت الإشعاع الشمسي بشكل جيد وبالتالي ساهمت في رفع درجة حرارة الماء المالح ليتبخر بسرعة فتحصلنا على كمية كبيرة من الماء المقطر وعليه فإن أكياس الفوسفات أعطت نتيجة إيجابية.
- كدراسة مستقبلية يمكن زيادة عدد أكياس الفوسفات لزيادة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة التخزين الحرارة، للحصول على نتائج أفضل.



المراجع

- [1] S.Guemari et R. Touhir", Contribution a l'amélioration de rendement d'un distillateur solaire serre" these master Académique, Université de Ouargla, P.12-20, Algérie (2015)".
- [2] Ravishankar Sathyamurthy, A. Muthu Manokar, Swellam W. SharshirF.A. Essa, Ammar H. El shiekh, Experimental study on tubular solar still using Graphene Oxide Nano particles in Phase Change Material (NPCM's) for fresh water production. Journal of Energy Storage, 28 (2020) 101204.
- [3] A.E. Kabeel, Mohamed Abdelgaied, A. Eisa, Enhancing the performance of single basin solar still using high thermal conductivity sensible storage materials, Journal of cleaner production 183 (2018) 20-25.
- [4] N.Baba Ahmed, S.Ainad Tabet et B. Belhacen "Study on the énergétique paramètres in A photo thermique sénior with black polymérique film " revéçu Fond,N 1,2 (2010).
- [5] A.E. Kabeel, K. Harby, Mohamed Abdelgaied, A. Eisa, Augmentation of a developed tubular solar still productivity using hybrid storage medium and CPC: An experimental approach, Journal of Energy Storage 28 (2020) 101203.
- [6] A.M. Manokar, D.P. Winston, A.E. Kabeel, R. Sathyamurthy, Sustainable fresh water and power production by integrating PV panel in inclined solar still, Journal of Cleaner Production 172 (2018) 2711-2719.
- [7] S.A. Kaogirou, Seawater desalination using renewable energy sources, Progress in Energy and Combustion Science 31, (2005).
- [8] A.E. Kabeel, Mohamed Abdelgaied, Performance enhancement of a photovoltaic panel with reflectors and cooling coupled to a solar still with air injection, Journal of Cleaner Production 224 (2019) 40-49.
- [9] A.E. Kabeel, K. Harby, M. Abdelgaied, A. Eisa, Performance of the modified tubular solar still integrated with cylindrical parabolic concentrators, Solar Energy 204 (2020) 181–189.
- [10] M. Zerrouki, Y. Marif, M. Belhadj et N. Eddine Settou, Simulation et expérimentation d'un distillateur solair à film capillaire dans le sud Algérien Laboratoire de Valorisation et de Promotion des Ressources Sahariennes « LVRS, N 1,4 (2012).
- [11] Mohammed El Hadi Attia, Zied Driss, Athikeavan Muthu Manokar and Ravishankar Sathyamurthy. Effect of Aluminum Balls on the productivity of Solar Distillate. Journal of Energy Storage, 30 (2020) 101466.
- [12] Kostić, L.T, et al Optimal, Design of Orientation of PV/T Collector with Reflectors, Applied Energy,87 (2010), 10, pp. 3023-3029.

- [13] Omara, Z.M, Kabeel, A.E, The performance of different sand beds solar stills, International Journal of Green Energy, 11(3) (2014) 240–254.
- [14] Sakthivel M, Shanmugasundaram S, Effect of energy storage medium (black granite gravel) on the performance of a solar still. Energy Res 2008; 32-68–82.
- [15] El-Sebail AA, Aboul-Enein S, Ramadan MRI, El-Bialy E. Year-round performance of a modified single-basin solar still with mica plate as a suspended absorber. Energy 2000; 25:35–49.
- [16] Madhua. B, Balasubramanianb. E, Kabeelc, A. E, El-Agouzc, S. A, Manokard, A. M, Prakashe. N, & Sathyamurthyc, R. (2018). Experimental investigation on the effect of sensible heat energy storage in an inclined solar still with baffles. Desalination and water treatment, 116, 49-56.
- [17] Khechekhouche. A, Benhaoua. B, Manokar. M, Sathyamurthy. R, Kabeel. AE, & Driss. Z (2019), Sand dunes effect on the productivity of a single slope solar distiller, Heat and Mass Transfer, 1-10.
- [18] World Health Organization site <https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- [19] إبراهيم العوامر، الصروف في تاريخ الصحراء وسوف، الدار التونسية للنشر، الشركة الوطنية للنشر والتوزيع، الجزائر 1977 م، ص 183 و 184.
- [20] الأخضر مرابط، حساسية الصحراء المنخفضة وانعكاسات التدخل البشري مقارنة منطقة ريغ ومنطقة واد سوف الأسباب والنتائج، مذكرة مقدمة لنيل درجة الماجستير في التهيئة الفيزيائية ص25.
- [21] حسونة عبد العزيز، النسيج العمراني لمدينة قمار، بمنطقة سوف من القرن العاشر إلى الثالث عشر الهجري القرن السادس عشر إلى التاسع عشر ميلادي، مذكرة لنيل شهادة ماجستير، مخطوط قسم التاريخ، معهد التاريخ الجزائر العاصمة 2009-2010.
- [22] [ريان جابر، "الزراعة في إقليم وادي سوف الآليات-الواقع-الأفاق" مذكرة ماجستير، جامعة قسنطينة، ص 21-38، الجزائر (2015).
- [23] التجاني العقون، شهداء قمار، مطبعة سخري، الوادي 2011.
- [24] محمد بن محمد بن عمر العدواني، تاريخ العدواني، عالم المعرفة، الجزائر 2011 ص 144.
- [25] فريدة غربية، جريدة النصر، 1 ديسمبر 2018.
- [26] Tanaka, Hiroshi, and Yasuhito Nakatake. "A simple and highly productive solar still: a vertical multiple-effect diffusion-type solar still coupled with a flat-plate mirror Desalination" 173.3 (2005): 287-300.
- [27] M. Nia, M. Chegaar, M.F. Benatallah, M. Aillerie, Contribution to the Quantification of Solar Radiation in Algeria, Terra Green 13 International Conference 2013-Advancements in Renewable Energy and Clean Environment. Energy procedia 2013.
- [28] Manokar, A. M, Winston, D. P, Mondol, J. D, Sathyamurthy, R, Kabeel, A. E, & Panchal. H, (2018). Comparative study of an inclined solar panel basin solar still in passive and active mode. Solar Energy, 169, 206-216.

- [29] Tiwari GN, Mukherjee K, Ashok K R, Yadav Y P. Comparison of various designs of solarstills .Desalination,1986, 60(2):191–202.
- [30] Phadataré, M.K, Verma S.K. Influence of water depth on internal heat and mass transfer in a plastic solar still Desalination, 2007, 217(1–3):267–75.
- [31] ذوادي رشيدة، "دراسة المقطر الشمسي ذو مكثف مظل جزئي، بفعل الإحتباس الحراري الشمسي في المناطق القاحلة، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، كلية العلوم والتكنولوجيا وعلوم المادة، قسم الفيزياء (2010)
- [32] دنيا جاب الله، " تحسين فعالية المقطر الشمسي بالشريط الشعيري (ذو طباق واحد) منطقة ورقلة، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، كلية العلوم والتكنولوجيا وعلوم المادة المطبق في (2010).
- [33] بوقطاية حمزة، يشكي جمال، ياسين معريف، محمد بلحاج المساهمة في تحسين التقطير الشمسي في المناطق الجافة والصحراوية بواسطة المقطر الشمسي المزدوج، جامعة ورقلة، قسم الفيزياء ورقلة (2007)
- [34] جغوبي رحمانى، "دراسة تجريبية وتحليلية لتحسين أداء القطر الشمسي البسيط في منطقة ورقلة"، مذكرة ماستر، جامعة ورقلة، كلية الرياضيات وعلوم المادة، قسم الفيزياء.
- [35] 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.
- [36] بالحاج محمد، "مساهمة في تحسين التقطير الشمسي بواسطة المقطر المزدوج، بمنطقة ورقلة"، مذكرة ماجستير جامعة ورقلة، كلية العلوم والعلوم الهندسية، قسم الفيزياء (2004).
- [37] 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).
- [38] M.H. Selami "Utilisation de l'énergiesolaire pour la déminéralisation des eaux saumâtre dans les sud Algérien" thèse de magistère Université de Ouargla P. 9-13Algérie(2000).
- [39] S. Karroute, "Etude théorique et Numérique des Systèmes couples : Distillateur Plan-Capteur et Distillateur Hot Box-Capteur", thèse magister université Constantine, P 34-36،Algérie (2009).
- [40] B.Boucekima B.Gros R.Ouahes, M. Int.J.therm Etude théorique et application pratique du distillateur solaire à film capillaire 39 (2002).
- [41] B.Boucekima, a solar Desalination plant for domestic water need in arid areas of south Algeria, Desalination 153(2002).
- [42] B.Boucekima, a solar Desalination plant for domestic water need in arid areas of south Algeria, Desalination 153(2002).
- [43] E. Zayouti, L. Bouirden, A. Ahroune, M. Banouni, Distillation solaire amélioration de la condensation de la vapeur d'eau dans les distillateurs solaires, Tétouan, Maroc, (2002).
- [44] R.Elmadani, Etude critique et optimisation d'un distillateur solaire, thèse de fin d'année, (2001).

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

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

[47] P.I.Ayav, G.A tagunduz, Theoretical and Experimental investigations on solar distillation of Iztech campus area Seawater, Desalination 208 (2007).

[48] المهندس محمد عبد الرضا الشمري، " كتاب مبادئ انتقال الحرارة "دارصفا للنشر والتوزيع عمان، الطبعة الاولى (2006-1430).

[49] الدكتور قدري أحمد فتحي والدكتور إبراهيم شفيعته، دار صفا للنشر و التوزيع جدة، الطبعة (2006-1430) " كتاب أسس انتقال الحرارة".

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

[51] 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.

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

[53] دكتور سهيل فاضل، الياس الكبة، "الطاقة الشمسية وتطبيقاتها"، دار الحدائث للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت لبنان، ص ب 14/5636.

[54] M.Al-Shammiri, M. Safar, Multi-effect distillation plants : state of the art, Desalination 126 (1999).

المخلص:

في هذا العمل التجريبي، تم التحقق من تأثير أكياس القطن المملوءة بالفوسفات على أداء التقطير الشمسي، يتم في هذه الدراسة توزيع 25 كيس فوسفات بشكل منتظم (5 × 5) في صندوق خشبي مربع طول يساوي 50 سم، يسمى المقطر الشمسي المعدل (المدرّوس). تمت مقارنة هذا النظام مع المقطر الشمسي التقليدي (الشاهد) في نفس الظروف المناخية. من أجل زيادة سعة تخزين الطاقة، يتم وضع أكياس الفوسفات بشكل عمودي، من أجل زيادة مساحة سطح الماء حيث تلعب الشعيرات داخل أكياس الفوسفات دورًا مهمًا في زيادة سعة تخزين الطاقة. أجريت التجارب في جامعة الواد بالجزائر في أبريل 2020. تم إنتاج المحصول التراكمي 2.656 و 3.7 كلغ/م² من الشاهد و المدرّوس على التوالي. تم تحسين الكفاءة الإجمالية للمقطر الشمسي (المدرّوس) بنسبة 39.30% مقارنةً بالمقطر الشاهد.

الكلمات المفتاحية: المقطر الشمسي بميل واحد، حبيبات الفوسفات، أكياس قطنية، الماء المقطر، الإنتاجية، الطاقة الشمسية.

Abstract:

In this experimental work, the effect of cotton bags filled with phosphate on the performance of solar distillery has been investigated. In this study, 25 phosphate bags are distributed regularly (5×5) with a length equal to 50 cm in a wooden box called the Modified Solar Still. This system was compared with the Conventional Solar Still in the same climatic conditions. In order to increase the energy storage capacity phosphate bags are placed vertically, in order to increase the surface area of the water since the capillaries inside the phosphate bags plays an important role in increasing the energy storage capacity. Experiments were conducted at El Oued University in Algeria in April 2020. The cumulative yield of 2.656 and 3.7 Kg/m² was produced from the Conventional Solar Still in and Modified Solar Still, respectively. The overall efficiency of Modified Solar Still was enhanced by 39.30% as compared to the Conventional Solar Still.

Keywords: Single Slope; Phosphate granules; Filled Cotton Bags; Distilled Water; Productivity; Solar Still.