



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم الفيزياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

مجال: علوم المادة

تخصص: طاقة واشعاع

من إعداد: حرزالله كريمة وميلودي حليلة

الموضوع

دراسة مقارنة بين تأثير الزعانف المخروطية  
والأسطوانية على أداء المقطر الشمسي

نوقشت يوم: 2022/06/14

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

رئيسا  
مناقشا  
مؤطرا

أستاذ محاضر - أ -  
أستاذ مساعد - أ -  
أستاذ محاضر - أ -

الربي عبد القادر  
مفتاح محمد الصالح  
عطية محمد الهادي

الموسم الجامعي : 2022/2021

# التهنئة

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على أشرف المرسلين

أهدي ثمرة هذا البحث:

إلى والديا اللذين فارقاني بجسديهما ولكن روحيهما مازالتا ترفرفان في سماء حياتي.

إلى أفراد أسرتي الأعزاء: زوجي الذي أكن له كل التقدير والاحترام وأبنائي مصابيح حياتي.

إلى من أشدد بهم أزري إخوتي وأبنائهم وزوجاتهم.

إلى مؤنساتي أخواتي وأبنائهم وأزواجهم.

إلى عزوتي كل أفراد عائلة زوجي.

إلى رفيقة المشوار ميلودي حليلة.

إلى كل زميلات وزملاء دفعة 2022 المميزة.

إلى كل من يعرفني من بعيد أو قريب.



# الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي أنار لي طريق العلم والمعرفة

أهدي ثمرة جهدي هذا:

إلى نبع المحبة والحنان والوفاء، إلى أعلى ما في الوجود إلى من كان دعائها  
الحيبية والغالية أطال الله في عمرها. سر نجاحي أمي

إلى جدي وجدتي العزيزين أسأل الله العليّ العظيم أن يحفظهما ويطيل عمرهما  
في طاعته وأن يرزقني برهما.

إلى رفيق دربي وسندي في الحياة زوجي العزيز حفظه الله ورعاه وبارك  
لي فيه.

إلى حمائي وحماتي العزيزين أسأل الله العليّ العظيم أن يحفظهما ويطيل  
عمرهما.

إلى ابني العزيز "عبد الكريم" وابنتي العزيزة "ريماس".

إلى إخوتي وإخواتي وكل الأهل والأقارب خاصة خالاتي وأخوالي.

إلى جميع أفراد عائلة زوجي.

إلى زميلتي "حرز الله كريمة" التي شاركتني في إعداد هذه المذكرة.

إلى رفيقة دربي "مارية".

إلى كل من يعرفني من بعيد أو قريب.



## شكر و عرفان

حمدا لله على إتمام هذا العمل

خالص الشكر والتقدير للأستاذ المؤطر الدكتور عطية محمد الهادي الذي تعد موافقته للإشراف على بحثنا شرفا كبيرا لنا، كما نشكره على كل ما قدمه لنا من نصائح وتوجيهات أثرت البحث ليظهر بالصورة الحالية.

جزيل الشكر والعرفان للأستاذ بليلة عبد القادر على مساعدته لنا في انجاز التجارب.

نتوجه بالشكر الجزيل إلى جميع الأساتذة الأفاضل في قسم الفيزياء بكلية العلوم الدقيقة لما قدموه لنا طيلة فترة الدراسة.

كل الشكر والتقدير إلى السادة الأساتذة أعضاء اللجنة المناقشة.

لكل من ساعدنا من قريب أو بعيد في انجاز هذا العمل جزيل الشكر والامتنان.



فهرس المحتويات

I	الإهداء .....
II	الإهداء .....
III	شكر و عرفان .....
IV	فهرس المحتويات .....
IX	فهرس الأشكال .....
XII	فهرس الجداول .....
XIII	قائمة الرموز .....

المقدمة العامة

2	المقدمة العامة .....
---	----------------------

الفصل الأول: الطاقات المتجددة

7	1.1 - مقدمة .....
7	2.1 - مفهوم الطاقة المتجددة .....
7	3.1 - مصادر الطاقة المتجددة .....
8	1.3.1 - الطاقة الشمسية .....
8	1.1.3.1 - تعريف الطاقة الشمسية .....
8	2.1.3.1 - تاريخ استخدام الطاقة الشمسية .....
8	3.1.3.1 - استخدامات الطاقة الشمسية .....
8	1.3.1.3.1 - توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية .....
10	2.3.1.3.1 - تجفيف المحاصيل .....
10	3.3.1.3.1 - تحلية المياه .....
11	4.3.1.3.1 - تسخين المياه .....
11	5.3.1.3.1 - التدفئة والتبريد .....
12	6.3.1.3.1 - الطهي .....
12	2.3.1 - طاقة الرياح .....

12	..... تعريف طاقة الرياح 1.2.3.1
12	..... تاريخ استخدام طاقة الرياح 2.2.3.1
13	..... استخدامات طاقة الرياح 3.2.3.1
13	..... تعريف التوربينات 4.2.3.1
14	..... الطاقة المائية 3.3.1
14	..... تعريف الطاقة المائية 1.3.3.1
14	..... تاريخ استخدام الطاقة المائية 2.3.3.1
14	..... استخدامات الطاقة المائية 3.3.3.1
15	..... الطاقة الجيوحرارية 4.3.1
15	..... تعريف الطاقة الجيوحرارية 1.4.3.1
15	..... تاريخ استخدام الطاقة الجيوحرارية 2.4.3.1
15	..... استخدامات الطاقة الجيوحرارية 3.4.3.1
16	..... طاقة الكتلة الحية 5.3.1
16	..... تعريف طاقة الكتلة الحية 1.5.3.1
16	..... استخدامات طاقة الكتلة الحية 2.5.3.1
17	..... طاقة الهيدروجين 6.3.1
17	..... تعريف طاقة الهيدروجين 1.6.3.1
17	..... استخدامات طاقة الهيدروجين 2.6.3.1
17	..... مميزات الطاقة المتجددة 4.1
18	..... عيوب الطاقة المتجددة 5.1
18	..... الخاتمة 6.1

### الفصل الثاني: الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة وادي سوف

20	..... مقدمة 1.2
20	..... الموقع الفلكي 2.2

20	..... 3.2 - الموقع الجغرافي
21	..... 4.2 - التقسيم الإداري
22	..... 5.2 - الخصائص الطبيعية لمنطقة الوادي
22	..... 1.5.2 - التضاريس
22	..... 2.5.2 - الكثبان الرملية
22	..... 3.5.2 - الشطوط والمنخفضات
23	..... 6.2 - المناخ
23	..... 1.6.2 - درجة الحرارة
24	..... 2.6.2 - التساقط
25	..... 3.6.2 - التبخر
25	..... 4.6.2 - الرطوبة
26	..... 5.6.2 - الرياح
27	..... 7.2 - هيدرولوجية المنطقة
27	..... 1.7.2 - طبقة المتداخل القاري CI Continentale Intercalaire
28	..... 1.1.7.2 - السماط الأول CI 1
28	..... 2.1.7.2 - السماط الثاني CI 2
28	..... 3.1.7.2 - السماط الثالث CI 3
29	..... 2.7.2 - طبقة المركب النهائي Complexe Terminal CT
29	..... 1.2.7.2 - السماط الأول CT1
29	..... 2.2.7.2 - السماط الثاني CT2
29	..... 3.2.7.2 - السماط الثالث CT 3
30	..... 3.7.2 - الطبقة السطحية nappe phréatique
32	..... 8.2 - التحليل الفيزيائي والكيميائي لمياه المنطقة
36	..... 9.2 - تحلية المياه

36 ..... 10.2 - الخاتمة

**الفصل الثالث: الدراسة التجريبية وتحليل النتائج**

38 ..... 1.3 - مقدمة

38 ..... 2.3 - المقطر الشمسي البسيط

38 ..... 1.2.3 - تعريفه

38 ..... 2.2.3 - مبدأ العمل

38 ..... 3.2.3 - طريقة العمل

40 ..... 3.3 - الأجهزة المستعملة في التجربة

41 ..... 4.3 - الخطوات التجريبية

41 ..... 1.4.3 - التجربة الأولى

42 ..... 2.4.3 - التجربة الثانية

45 ..... 5.3 - النتائج التجريبية

45 ..... 6.3 - تحليل ومناقشة النتائج

45 ..... 1.6.3 - تطور درجة الحرارة المحيطة

46 ..... 2.6.3 - تطور شدة الإشعاع الشمسي

3.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل وماء الحوض للمقطر

47 ..... الشمسي الشاهد

4.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل وماء الحوض للمقطر

48 ..... المحسن بالزعانف الأسطوانية

5.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل وماء الحوض للمقطر

49 ..... المحسن بالزعانف المخروطية

6.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج وماء الحوض للمقطرات

49 ..... الثلاثة

51 ..... 7.6.3 - تطور كمية الماء المقطر الناتج

52	..... مناقشة النتائج	7.3 -
52	..... درجة حرارة الزجاج الداخلية والخارجية	1.7.3 -
53	..... درجة حرارة الماء داخل المقطر	2.7.3 -
53	..... الإشعاع الشمسي	3.7.3 -
54	..... درجة الحرارة المحيطة	4.7.3 -
54	..... الخاتمة	8.3 -

### الخاتمة العامة

55	..... الخاتمة العامة	
56	..... قائمة المراجع	

## فهرس الأشكال

## الفصل الأول

- (1-1) مصادر الطاقة المتجددة ..... 7
- (2-1) أنظمة الخلايا الكهروضوئية ..... 9
- (3-1) أنظمة الطاقة الشمسية المركزة ..... 9
- (4-1) استعمال الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية ..... 10
- (5-1) رسم تخطيطي مبسط للمقطرات الشمسية الحرارية ..... 10
- (6-1) استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه ..... 11
- (7-1) نظام التدفئة الشمسية في المنازل ..... 11
- (8-1) استعمال الطاقة الشمسية للطبخ ..... 12
- (9-1) رسم توضيحي لتوربينات الرياح أفقية المحور ..... 13
- (10-1) رسم توضيحي لتوربينات الرياح عمودية المحور ..... 13
- (11-1) الطاقة المائية ..... 14
- (12-1) الينابيع الساخنة ..... 15
- (13-1) أنظمة التدفئة المركزية ..... 16
- (14-1) طاقة الكتلة الحية ..... 17

## الفصل الثاني

- (1-2) الموقع الجغرافي لولاية الوادي ..... 21
- (2-2) التقسيم الإداري لولاية الوادي ..... 21
- (3-2) الكثبان الرملية في ضواحي الوادي ..... 22
- (4-2) شط ملغيغ في شمال ولاية الوادي ..... 23
- (5-2) التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة (1978-2017) ..... 24
- (6-2) التغيرات الشهرية للتساقط (1978-2017) ..... 24

25	التغيرات الشهرية للتبخر (2017-1978)	(7-2)
26	التغيرات الشهرية للرطوبة (2017-1978)	(8-2)
26	التغيرات الشهرية للرياح (2017-1978)	(9-2)
27	حدود الطبقات المائية داخل الحوض الهيدروجيولوجي في الصحراء الشمالية	(10-2)
28	الضغط الكبير للماء في الطبقة CI	(11-2)
29	ضغط الماء في الطبقة CT	(12-2)
30	مقطع هيدروجيولوجي في الصحراء الشرقية	(13-2)
31	مقطع هيدروجيولوجي في إقليم سوف باتجاه جنوب شرق – شمال غرب	(14-2)
31	ظاهرة صعود المياه في الطبقة السطحية	(15-2)
32	تركيز $K^+$	(16-2)
33	تركيز $Na^+$	(17-2)
33	تركيز $Ca^{2+}$	(18-2)
34	تركيز $Cl^-$	(19-2)
34	تركيز $Mg^{2+}$	(20-2)
35	تركيز $NH_4^+$	(21-2)
35	تركيز $HCO_3^-$	(22-2)

### الفصل الثالث

39	رسم تخطيطي للهيكل الخارجي للمقتر الشمسي البسيط	(1-3)
39	رسم تخطيطي لمقتر شمسي أحادي الميل	(2-3)
41	صورة للتجربة الأولى	(3-3)
41	صورة لزعفة أسطوانية وزعفة مخروطية من الإسمنت	(4-3)
42	أبعاد زعفة اسطوانية	(5-3)
42	أبعاد زعفة مخروطية	(6-3)

- 43 (7-3) رسم تخطيطي يوضح مواضع الزعانف في حوض المقطر الشمسي المحسن
- 43 (8-3) رسم تخطيطي يوضح ظل الزعانف الأسطوانية .....
- 44 (9-3) رسم تخطيطي يوضح ظل الزعانف المخروطية .....
- 44 (10-3) صورة للمقطرات الشمسية (الشاهد - المحسن بالزعانف الأسطوانية - المحسن بالزعانف المخروطية) .....
- 46 (11-3) منحنى تغيرات درجة الحرارة المحيطة بدلالة الزمن يوم التجربة .....
- 46 (12-3) منحنى شدة الإشعاع الشمسي خلال يوم التجربة 2022/03/05 .....
- 47 (13-3) منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج وماء الحوض للمقطر الشمسي الشاهد .....
- 48 (14-3) منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج وماء الحوض للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية .....
- 49 (15-3) تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل و ماء الحوض للمقطر المحسن بإستخدام الزعانف المخروطية .....
- 50 (16-3) منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج ودرجة حرارة ماء الحوض للمقطرات (الشاهد - المحسن بالزعانف الأسطوانية - المحسن بالزعانف المخروطية) .....
- 51 (17-3) مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر المنتجة للمقطرات (الشاهد - المحسن بالزعانف الأسطوانية - المحسن بالزعانف المخروطية) .....
- 52 (18-3) منحنى تغيرات كمية الماء المقطر المنتجة بدلالة الزمن للمقطرات (الشاهد - المحسن بالزعانف المخروطية - المحسن بالزعانف الأسطوانية) .....

## فهرس الجداول

### الفصل الثاني

24	..... المعدل الشهري لدرجة الحرارة (2017-1978)	(1-2)
24	..... المعدل الشهري للتساقط (2017-1978)	(2-2)
25	..... المعدل الشهري للتبخر (2017-1978)	(3-2)
25	..... المعدل الشهري للرطوبة (2017-1978)	(4-2)
26	..... المعدل الشهري للرياح (2017-1978)	(5-2)
32	..... قيم $\sigma$ و الـ PH لعينات من مياه الوادي	(6-2)

### الفصل الثالث

40	..... أجهزة القياس المستعملة	(1-3)
45	..... الظروف الجوية يوم التجربة	(2-3)
45	..... نتائج تحليل الماء المستعمل	(3-3)
53	..... قيم شدة الاشعاع الشمسي وكمية الماء المقطر المنتجة	(4-3)
54	..... قيم درجة الحرارة المحيطة وكمية الماء المقطر المنتجة	(5-3)

قائمة الرموز

الرموز	الاصطلاحات	الوحدة
T	درجة الحرارة	$^{\circ}\text{C}$
P	التساقط	mm
$\sigma$	الناقلية الكهربائية	$\mu\text{s}/\text{cm}$
$T_a$	درجة الحرارة المحيطة	$^{\circ}\text{C}$
$T_{go}$	درجة حرارة الزجاج من الخارج	$^{\circ}\text{C}$
$T_{gi}$	درجة حرارة الزجاج من الداخل	$^{\circ}\text{C}$
$T_{wb}$	درجة حرارة الماء المالح	$^{\circ}\text{C}$
	سرعة الرياح	km/h
	شدة الاشعاع الشمسي	$\text{w}/\text{m}^2$
	كمية الماء المقطر المنتجة	$\text{ml}/\text{m}^2/\text{day}$
	سمك الزجاج	mm
	الطول	m
	المساحة	$\text{cm}^2$
	المساحة	$\text{m}^2$
	المساحة	$\text{km}^2$
	زاوية الميل	$\beta^{\circ}$
PH	درجة الحموضة	-
	تركيز الشوارد	mg/l
	الضغط	bar
	صبيب الماء	l/s

# المقدمة العامة

## المقدمة العامة:

الطاقة من المواضيع الهامة التي جذبت اهتمام الباحثين لتعدد وتنوع مجالات استخدامها لأن التقدم الصناعي والنمو السكاني السريع أدى إلى زيادة الطلب العالمي على الطاقة حيث زاد متوسط استهلاك الفرد للطاقة من عام لآخر، أيضا يعتبر استغلال مصادر الطاقة التقليدية خاصة الوقود الأحفوري (النفط، الغاز... إلخ) في المصانع والمنازل ووسائل النقل سببا رئيسيا لتلوث البيئة وإلحاق الضرر بها.

أزمة الطاقة الأولى سنة 1973 أدت إلى زيادة أسعار الطاقة وتسببت في غلق العديد من المصانع وتعطيل الكثير من وسائل النقل في العالم. هذا ما جعل الحكومات تتجه إلى زيادة الاهتمام بمصادر الطاقة البديلة والتي تعتبر متجددة نظيفة غير ملوثة وآمنة بالإضافة إلى أثمانها المنخفضة ومن بين هذه الطاقة طاقة الرياح، الطاقة المائية، الطاقة الشمسية، والتي تعتبر أصل بقية الطاقات وهذه الأخيرة تستخدم في عدة مجالات نذكر منها تحلية المياه المالحة والتي هي موضوع بحثنا.

المياه عصب الحياة وأساس الخضرة وانتشار المزروعات "وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُبَارَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ (٩٠)" -سورة ق- فعلى المياه قامت أولى الحضارات البشرية وحيث ما وجد الماء وجدت الحضارة، فهي ركيزة أساسية في استمرار حياة الإنسان والحيوان والنبات وفي عجلة التطور والتقدم فلا يمكن للزراعة والصناعة وغيرها من المشاريع أن تزدهر وتنمو إلا بوجود المياه.

يقدر 0.014% فقط من إجمالي المياه الموجودة على سطح الأرض صالحة للشرب ويمكن الوصول إليها بسهولة، وأقل بقليل من 3% يصعب الوصول إليها، 97% من المياه المتبقية مالحة [1]، من الناحية الفنية هناك كمية كافية من المياه العذبة على الصعيد العالمي كي تدبر بها البشرية احتياجاتها ومع ذلك وبسبب عدم التكافؤ في التوزيع بالإضافة إلى الارتفاع الحاد في الطلب العالمي على المياه العذبة في العقود الأخيرة بفعل الصناعة والتزايد السكاني تواجه البشرية أزمة مائية.

ندرة المياه هي عجز موارد المياه العذبة عن تلبية الطلب على المياه ويؤثر ذلك على قارات العالم كافة، الجزائر من الدول التي تعاني من ندرة المياه العذبة ويعود ذلك إلى عدم التكافؤ في التوزيع بحسب التغيرات المناخية وكثرة عدد السكان وشساعة الرقعة الجغرافية حيث يعتبر ثلثي مساحتها صحراء والتي تضم مدينة الوادي.

يعد الماء في المنطقة الصحراوية العامل الأساسي لتهيئة السكان وتطوير جميع أنشطتهم الاجتماعية والاقتصادية في ظل ظروف مناخية جد صعبة، حيث يعاني السكان من نقص كبير في المياه العذبة.

انتهجت الجزائر طرق تحلية المياه المالحة للقضاء على هذا المشكل المؤرق حيث أنجزت منذ 2005 محطات للتحلية بسعة إجمالية تقدر بحوالي مليوني متر مكعب في اليوم وهي في طور إنجاز خمس محطات أخرى وقد ساهمت هذه المحطات في سد حاجة 25% من الجزائريين فقط للماء [2].

الجزائر تمتلك أكبر إيداع للطاقة الشمسية في حوض البحر الأبيض المتوسط بسبب موقعها المتميز [3]. هذا ما شجع على استغلال هذه الطاقة المتجددة والنظيفة في تحلية المياه المالحة في المناطق النائية والمناطق الصحراوية وذلك باستخدام المقطر الشمسي الذي يعتمد على الطاقة الشمسية بشكل مباشر حيث يتم في هذه العملية تبخر الماء ثم يتكاثف البخار منتجا مياه نقية.

أجريت على المقطر الشمسي ذو الميل الواحد والذي يعتبر أكثر المقطرات استعمالاً في العالم عدة أبحاث نظرية وتجريبية هدفها تحسين المرود نذكر منها.

**Manokar & Winston (2017) [4]** قارنوا بين حوض أحادي الميل مصنوع من الأكريليك مع زعانف ألنيوم ، وحوض أحادي الميل مصنوع من الحديد المجلفن. تظهر النتائج أن الإنتاجية اليومية لحوض أكريليك أحادي الميل مع زعانف ألنيوم تبلغ 2640 مل<sup>2</sup>/يوم، والحديد المجلفن أحادي الميل هو 2340 مل<sup>2</sup>/يوم.

لزيادة محصول المقطر نصف كروي، **Attia et al. (2021) [5]** استخدموا زعانف حديدية بأطوال مختلفة (1 و 2 و 3 سم) وتباعداً في صفيحة الامتصاص 5 و 7 سم. أظهرت النتائج أن استخدام زعانف بطول 2 سم ومسافة 7 سم في لوحة الامتصاص يحسن الأداء بنسبة 56.73 بالمائة.

**Vaithilingam et al. (2022) [6]** درسوا مقارنة بين أكريليك أحادي الميل بزعانف نحاسية و أكريليك أحادي الميل بدون زعانف نحاسية. أظهرت النتائج أن أحادي الميل الأكريليك ذات الزعانف النحاسية أنتجت أقصى إنتاج يومي يبلغ 5.08 كجم. أنتج الأكريليك أحادي الميل بدون زعانف نحاسية أقصى إنتاج يومي يبلغ 3.75 كجم.

**Rajaseenivasan and Srithar (2016) [7]** تحققوا نظرياً وتجريبياً في أداء أحادي الميل مدمج مع زعانف مجوفة دائرية ومربعة مغطاة بفتيل على عمق ماء مختلف (1 ، 2 ، 3 ، 4 سم). بينت النتائج أن التحليل التجريبي يتفق مع القيم النظرية. لا تزال تنتج 4.55 و 4.25 كجم / م<sup>2</sup> في اليوم في الزعانف المربعة التي لا تزال تستخدم بغطاء فتيل وبدون فتيل ، والعائد الثابت يبلغ 4.27 و 3.99 كجم / م<sup>2</sup> في الزعانف الدائرية التي لا تزال تستخدم مع أو بدون غطاء فتيل ، مقارنة بـ 3.16 كجم / م<sup>2</sup> في الصورة التقليدية. في حالة تغطية الزعانف المربعة والفتيل ، فإن إجمالي التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون يتراوح من 5.6 إلى 36.6 طنًا ، مع عمر افتراضي يتراوح من 5 إلى 30 عامًا.

**Bataineh and Abbas (2020) [8]** درسوا بشكل تجريبي تأثير الزعانف والعاكسات الداخلية على أداء أحادي الميل المنحدر الفردي. أظهرت العاكسات الداخلية كفاءة أفضل خلال فصل الشتاء على أساس أنها عالية. لوحظ أن 3.6428 و 3.6445 و 4.0965 و 4.6085 لتر/يوم/م<sup>2</sup> كان متوسط الزيادة اليومية في الإنتاجية على آلة التقطير التقليدية، لا تزال مع الزعانف، ولا تزال مع العاكس الداخلي، ولا تزال مع الزعانف وعاكس داخلي، على التوالي.

تم تقييم اللاقطات التقليدية المعدلة لحالات (الزعانف، PCM، المكثف الخارجي والمواد الفتيل) بواسطة **Tuly et al. (2021) [9]** لوحظ أن الطاقة الشمسية الساكنة مع مكثف خارجي هي الإنتاجية القصوى (3.07 لتر/م<sup>2</sup>) مقارنة مع اللاقطات الأخرى. كانت لا تزال معدلة مع المكثف الخارجي 24.79% إنتاجية أكثر من الزعانف و 9.76% إنتاجية أكثر من اللاقطات التقليدية.

**Sathyamurthy et al. (2020) [10]** بحثوا تجريبياً في تأثير الزعانف على إنتاجية اللقطات الشمسية الأنبوبية. أظهرت الزعانف إنتاجية أفضل، وقد لوحظ أن متوسط الإنتاجية بالساعة بإضافة الزعانف هو 0.65 لتر/م<sup>2</sup>، ومتوسط زيادة الإنتاجية بالساعة هو 0.55 لتر/م<sup>2</sup> للقطارات الشمسية الأنبوبية التقليدية.

**Mohaisen et al. (2021) [11]** فحصوا استخدام الزعانف الخارجية على التقطير الشمسي المنفعل. ووجدوا أن الزعانف الخارجية تحسن نواتج التقطير بنسبة 92.3%. كشفت دراستها أن هذه اللاقطات اقتصادية، وتبلغ تكلفة اللتر 0.007 دولار/لتر/م<sup>2</sup> للقطرات التي تستخدم الزعانف الخارجية، لأن ما زالت بدون زعانف هي 0.0117 دولار/لتر/م<sup>2</sup>.

**Panchal et al. (2020) [12]** بحثوا في تأثير الزعانف (الرأسية والمائلة (30 درجة)) على إنتاجية الطاقة الشمسية التقليدية. صنعت الزعانف من نفايات أنابيب تتناغم معها الرياح. أشارت نتائج التجربة إلى أن إنتاجية الزعانف المائلة بلغت (2.322 لتر/م<sup>2</sup>) ، وبلغت إنتاجية الزعانف الرأسية (2.375 لتر/م<sup>2</sup>) ، بينما بلغت إنتاجية الزعانف التقليدية (1.873 لتر/م<sup>2</sup>).

**Kabeel et al. (2020) [13]** وجدوا أن المقطر على شكل هرم مع زعانف نحاسية مجوفة و PCM أنتج طاقة أكثر من مقطر على شكل هرم مع وبدون زعانف مجوفة. تبلغ إنتاجية المقطر هرمي الشكل المزودة بزعانف نحاسية مجوفة و PCM 8.1 لتر/م<sup>2</sup>، واللاقطات ذات الزعانف المجوفة بدون PCM تبلغ 5.75 لتر/م<sup>2</sup>، واللاقطات الهرمية العادية بدون أي تعديلات تنتج 4.02 لتر/م<sup>2</sup>.

**Shmroukh and Ookawara (2020) [14]** لاحظوا تحسناً في إنتاجية المقطر المتدرج معزز بزعانف و عاكسات داخلية وخارجية مقارنة مع مقطر متدرج بدون أي تعديلات. أظهر الأول إنتاجية قدرها 8.285 كجم/م<sup>2</sup> كانت إنتاجية عالية بنسبة 129 % من اللاقطات المتدرجة العادية دون أي تعديلات (3.615 كجم/م<sup>2</sup>).

**Attia et al. (2021) [15]** درسوا تحليل كفاءة الطاقة الحرارية للزعانف في الأكريليك الشمسي على أعماق مختلفة من المياه المالحة (1 ، 2 ، 3 سم). وفقاً للنتائج ، فإن كفاءة الطاقة للمقطر الأكريليك بالزعانف عند 1 و 2 و 3 سم هي 3.83 ، 3.22 ، 2.7% على التوالي .

**Attia et al. (2021) [16]** استخدموا حبيبات الفوسفات بتركيزين 1 و 2% ، لتحسين أداء آلة التقطير نصف الكروية. وفقاً للنتائج ، فإن استخدام كريات الفوسفات كوسيط تخزين أدى إلى تحسين أداء جهاز التقطير نصف كروي. ارتفعت إنتاجية جهاز التقطير بنسبة 33.7 و 47.9% لكل من 1 و 2% من حبيبات الفوسفات ، على التوالي ، عند مقارنتها بآلة التقطير التقليدية نصف الكروية.

**Attia et al. (2021) [17]** أجروا تجارب على مقطر الشمسي ذو الميل الواحد بإضافة كرات من الألمنيوم. أثبتت النتائج انه كرات الألمنيوم امتصت الإشعاع الشمسي بشكل جيد وبالتالي ساهمت في رفع درجة حرارة الماء المالح داخل حوض المقطر. وعليه فان كرات الألمنيوم أعطت نتيجة ايجابية.

تهدف الدراسة التجريبية إلى تحسين مردود المقطر الشمسي البسيط أي زيادة كمية الماء المقطر المنتجة وذلك بإضافة زعانف من الإسمنت (مادة لتخزين الطاقة جيدة) ذات شكل أسطواني ومخروطي. تعمل تكوينات الزعانف على تحسين إنتاجية المقطرات الشمسية. لكن ومن أجل تقليل تأثير التظليل الناتج عن الزعانف. تم إجراء مقارنة إنتاجية المقطرات الشمسية بطبقة ماصة من الإسمنت (1 سم) وبتثبيت 100 زعنفة أسطوانية ومخروطية، والتي تم تصنيعها بنفس مادة الصنع الماصة (الإسمنت) بقطر

1.5 سم وبارتفاع 3 سم موزعة على تباعد ثابت و بانتظام في قاعي حوضي مقطرين ومقارنتهما بالمقطر التقليدي.

تضم الدراسة ثلاثة فصول هي:

الفصل الأول: التعريف بالطاقات المتجددة ومزاياها خاصة الطاقة الشمسية ودورها الأساسي في عملية التقطير الشمسي.

الفصل الثاني: يتضمن الدراسة المناخية والهيدرولوجية لمنطقة الوادي وتحديد مناطق تواجد الماء فيها وخصائصه، وطرق التحلية.

الفصل الثالث: خصص للدراسة التجريبية حيث تم التعريف بالمقطر الشمسي البسيط ثم التعرف على مراحل إنجاز المقطر الشمسي ذي الزعانف المخروطية والمقطر الشمسي ذي الزعانف الأسطوانية مع ذكر المكونات والأجهزة المستعملة في أخذ القياسات ثم عرض أهم النتائج المتحصل عليها مع مناقشتها. تختم المذكرة بخاتمة عامة تضم أهم ما تم التوصل إليه من خلال هذه الدراسة التجريبية.

# الفصل الأول

الطاقات المتجددة

**1.1 - مقدمة:**

إن قلة الاحتياطات من الطاقات التقليدية وعدم توفرها في العديد من الدول وكذلك المشاكل التي تترتبت عليها من تلوث البيئة، تآكل طبقة الأوزون، تذبذب الأسعار في الأسواق الدولية، حدوث أزمة الطاقة سنة 1973 م وانعكاسات ذلك على اقتصاديات الدول المتقدمة جعل البحث عن بديل لها أمراً ملحاً، ولعل أهم تلك البدائل نجد الطاقات المتجددة.

من خلال هذا الفصل نحاول التعريف بالطاقات المتجددة واهم مصادرها بالإضافة الى مزاياها وعيوبها.

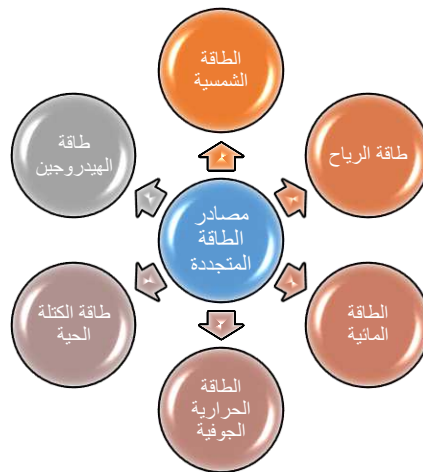
**2.1- مفهوم الطاقة المتجددة:**

الطاقة المتجددة هي الطاقة المستمدة من المصادر الطبيعية التي تتجدد باستمرار وغير القابلة للنضوب، وليس لها عمر افتراضي من الناحية العملية، وهي قائمة ومتوفرة دائماً، بخلاف مصادر الطاقة الأحفورية [18]. تعتبر الطاقة المتجددة طاقة صديقة للبيئة بحيث لا تنشأ عنها في العادة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة ولا تعمل على زيادة الاحتباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري.

تحتل الطاقة المتجددة مكانة داخل الطاقات النظيفة، نظراً للإمكانيات العالمية الكبيرة وتنوع مصادر الحصول عليها، من طاقة شمسية ورياح وطاقة حيوية وحرارة جوفية، بالإضافة الى الطاقة الكهرومائية. هذه المصادر أصبحت طاقة للعديد من الدول، التي جعلت منها خياراً طاقوياً مستداماً ونظيفاً، خاصة مع التذبذبات في أسعار الطاقة العالمية وبالإضافة إلى زيادة الوعي بالمشكلات المرتبطة بالطاقات التقليدية [19].

**3.1- مصادر الطاقة المتجددة:**

تعتبر الطاقة المتجددة الخيار الأمثل للطاقة العالمية مستقبلاً، نظراً لتعدد مصادرها، والتي تمثل موارد طبيعية متجددة كالطاقة الشمسية والرياح وكذا الطاقة المائية والجيولوجية، طاقة الكتلة الحية، طاقة الهيدروجين، التي تنتج كميات هائلة من الطاقة سواء باستعمالها المباشر أو من خلال تحويلها. والشكل التالي يوضح أهم هذه الطاقات:



الشكل (1-1): مصادر الطاقة المتجددة [20].

**1.3.1- الطاقة الشمسية:****1.1.3.1 - تعريف الطاقة الشمسية:**

يقصد بالطاقة الشمسية الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عن الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة، باستخدام مجموعة من الوسائل التي تتطور باستمرار [20].

تبعد الشمس عن الأرض مسافة 150 مليون كلم. وتنبعث منها طاقة حرارية وضوئية ضخمة جداً بسبب التفاعلات النووية داخل الشمس، تساوي هذه الطاقة مقدار  $3.66 \times 10^{26} \text{ w}$  تقدر الطاقة المستقبلية على سطح الأرض مقدار  $170 \text{ w/m}^2$  [21].

الطاقة الشمسية هي المصدر الرئيسي لوجود كل الطاقات وتعتبر أكثر مورد طاقتي موزع ومنتشر على نحو واسع ويمكن استغلالها في أغلب المناطق، لها استخدامات واسعة من بينها الطهي وتسخين المياه في المنازل، كما يمكن تحويلها إلى كهرباء [22]

**2.1.3.1 - تاريخ استخدام الطاقة الشمسية:**

الطاقة الشمسية طاقة قديمة الاستعمال ترجع إلى ما قبل الميلاد حينما استخدم أرخميدس المرايا لتركيز أشعة الشمس على الأسطول الروماني وإحراقه قرب مدينة سيراكوس في عام 212 ق.م [23].

كما استخدمت الطاقة الشمسية خلال القرن العشرين حيث شهد هذا القرن أكبر حركة تطور في تطبيقات الطاقة الشمسية وصنعت خلاله ماكينة البخار الشمسية. ففي عام 1912 جرت أولى محاولات بناء محطة شمسية بالقاهرة بالاعتماد على مئات المرايا القابلة للتحرك وذلك لتركيز أشعة الشمس وإنتاج قوة قدرها 100 حصان، وقد فتحت هذه التجربة آفاق جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية [24].

في العام 1954 أعلنت شركة بيل للهواتف عن إنتاجها للخلايا الشمسية التي تصنع من السيلكون وتقوم بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية بشكل مباشر [23].

**3.1.3.1 - استخدامات الطاقة الشمسية:**

يمكن تقسيم الاستفادة من الطاقة الشمسية إلى قسمين هما: توليد الطاقة الكهربائية وتوليد الطاقة الحرارية كما يمكن استخدامها في العديد من المجالات أهمها:

**1.3.1.3.1 - توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية:**

هناك طريقتان لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقة الشمسية، وهما:

**الطريقة الأولى:** هي الطريقة المباشرة وذلك باستخدام الخلايا الشمسية وهي توليد الكهرباء مباشرة من أشعة الشمس عن طريق ظاهرة التأثير الضوئي والتي تعتمد على وجود أشباه موصلات مربعة الشكل، مكونة من طبقات رقيقة من السيلكون ومواد أخرى، وعندما تصلها أشعة الشمس تبدأ التفاعلات الكيميائية داخل الخلية بتحرير إلكترونات تولد تياراً كهربائياً [8]. الشكل (1-2) يوضح أنظمة الخلايا الكهروضوئية..



الشكل (2-1): أنظمة الخلايا الكهروضوئية.

**الطريقة الثانية:** هي الطريقة غير المباشرة وذلك عن طريق المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية المبنية في الشكل (3-1). وهي عبارة عن تحويل الطاقة الشمسية الي حرارة عن طريق اللواقط أو العاكسات الشمسية، لتوليد البخار ومن ثم تدوير المراوح البخارية والتي بدورها تدير المولد الكهربائي [8].



الشكل (3-1): أنظمة الطاقة الشمسية المركزة.

## 2.3.1.3.1 - تجفيف المحاصيل:

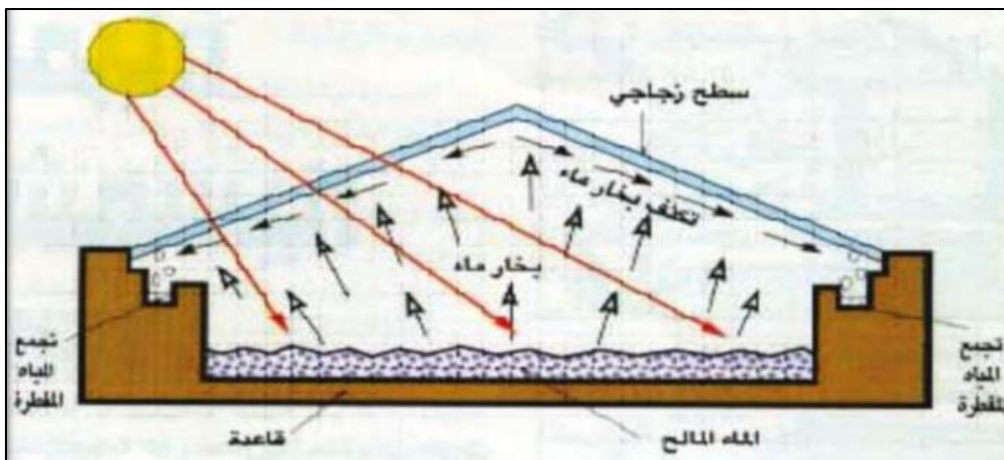
إن تجفيف المحاصيل مسألة قديمة في التاريخ البشري استعملها الإنسان لتخليص المحاصيل من السوائل الموجودة فيها (الماء) وذلك لمنعها من التلف وجعلها صالحة للتخزين لفترات طويلة، هناك طريقتين للتجفيف وهما: الطريقة التقليدية وذلك بتعرض المواد الزراعية للشمس مباشرة، بالإضافة الى طريقة التجفيف الشمسي الحديثة وذلك باستخدام المواد والأدوات المساعدة والتي تعرف بالمجفف الشمسي [10].



الشكل (4-1): استعمال الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية [25].

## 3.3.1.3.1 - تحلية المياه:

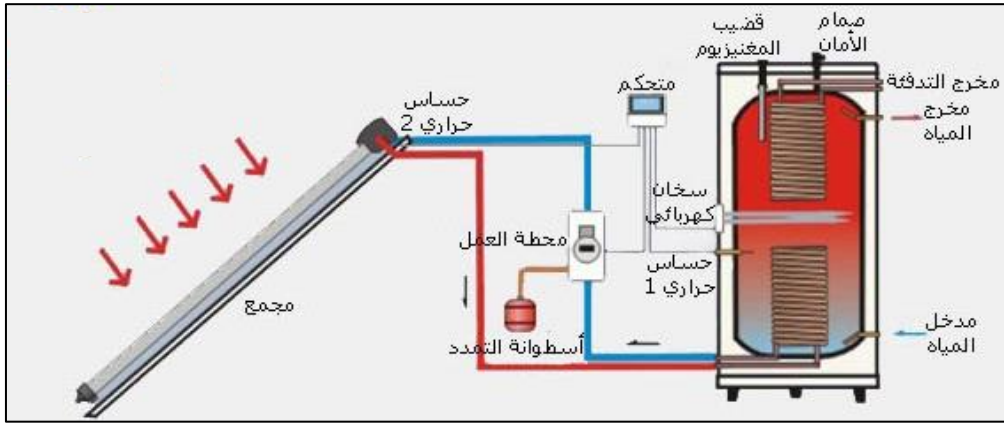
استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج المياه النقية الصالحة للاستعمال هو أحد الحلول المطروحة لحل أزمة المياه في العالم وخاصة المناطق القاحلة والتي تتمتع بإشعاع شمسي وفير ومياه مالحة، والمقطرات الشمسية هي أكثر الطرق شيوعا لتحلية المياه، حيث تستخدم الإشعاع الشمسي لتبخير جزء من المحلول الملحي ثم تكثيفه وتحويله إلى مياه نقية [23]. والمقطرات الشمسية غالبا ما تكون على غرار المخطط المبين في الشكل (5-1).



الشكل (5-1): رسم تخطيطي مبسط للمقطرات الشمسية الحرارية [25].

### 4.3.1.3.1 - تسخين المياه:

تسخين المياه بالطاقة الشمسية أكثر تطبيقات الطاقة شيوعاً وأكثرها ملاءمة من الناحية التكنولوجية والاقتصادية في ذات الوقت. وذلك باستخدام نظام تسخين (الشكل (1-6)) مكون من مجموعة المجمعات الشمسية المسطحة وخزان مياه والأنابيب التي تصل بين المجمعات والخزان، فالمجمعات تمتص الحرارة من ضوء الشمس وتنقلها إلى المياه حتى ترتفع درجة حرارتها ثم تعود إلى الخزان. كما تستعمل الأشعة الشمسية أيضاً لتسخين المياه مباشرة [23].



الشكل (1-6): استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه [25].

### 5.3.1.3.1 - التدفئة والتبريد:

التدفئة بالطاقة الشمسية هي ضخ الحرارة المكتسبة في المجمعات الشمسية إلى الحيز المراد تدفئته، لتحقيق هذا الغرض تستعمل بعض المعدات والأجهزة لنقل التأثير الحراري من المجمع الشمسي إلى داخل الحيز. هناك نظامين للتدفئة بحيث يستخدم أحدهما الهواء بينما يستخدم الآخر الماء. أما عملية التبريد فهي نقيض عملية التدفئة بحيث يتم ضخ الحرارة من داخل الحيز إلى الخارج وذلك باستعمال أداة ميكانيكية تقوم بضخ الحرارة إلى الخارج [23].



الشكل (1-7): نظام التدفئة الشمسية في المنازل.

**6.3.1.3.1 - الطهي:**

الطباخ الشمسي هو جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهو وتنقسم أنواعه إلى ثلاثة فئات وهي صناديق تحبس الحرارة ومواقد مكثفات منحنية ومواقد مسطحة على شكل ألواح. أبسط الأنواع هو الصناديق الحابسة للحرارة والتي تتكون من وعاء معزول وغطاء شفاف، حيث ترتفع درجة حرارتها بشكل كبير لتصل إلى ما يتراوح بين 90 و150 درجة مئوية. الشكل (8-1).



الشكل (8-1): استعمال الطاقة الشمسية للطبخ.

**2.3.1 - طاقة الرياح:****1.2.3.1 - تعريف طاقة الرياح:**

تعد الرياح أحد مصادر الطاقة القديمة والحديثة فقد استخدمت منذ أقدم العصور في دفع السفن الشراعية، وإدارة الطواحين.

يمكن تعريف طاقة الرياح على أنها شكل من أشكال الطاقة الشمسية، ذلك لأن الأرض تمتص كمية هائلة من الطاقة الشمسية بشكل غير منتظم، هذا ما يسبب في تشكيل تيارات هوائية وهي ما تعرف بالرياح فيتم تحويل حركتها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة سهلة الاستخدام غالباً ما تكون كهربائية وذلك باستعمال المراوح والعنفات [23].

**2.2.3.1 - تاريخ استخدام طاقة الرياح:**

لقد استخدمت طاقة الرياح منذ آلاف السنين في طحن الحبوب والري وبعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى، كما أن هنالك مؤشرات تفيد بأن طواحين الهواء قد استخدمت من قبل البابليين في العراق، وفي الصين القديمة في الفترة التي تتراوح ما بين 1700 إلى 2000 قبل الميلاد. انتشرت طواحين الهواء في أوروبا منذ القرن الثاني عشر حيث وصل عددها في عام 1750 إلى أكثر من 8000 طاحونة في هولندا وأكثر من 10 آلاف طاحونة في إنجلترا [26].

بعد ارتفاع أسعار النفط وظهور مشاكل بيئية ناتجة عن استخدام مصادر الطاقة التقليدية زاد الاهتمام بطاقة الرياح، وصلت تكنولوجيا تصنيع طواحين الهواء في عقد الثمانينات من هذا القرن إلى درجة عالية من النضج بحيث يمكن حاليا تصنيع منظومات توليد الطاقة الكهربائية بكفاءة ممتازة وأسعار مناسبة [26].

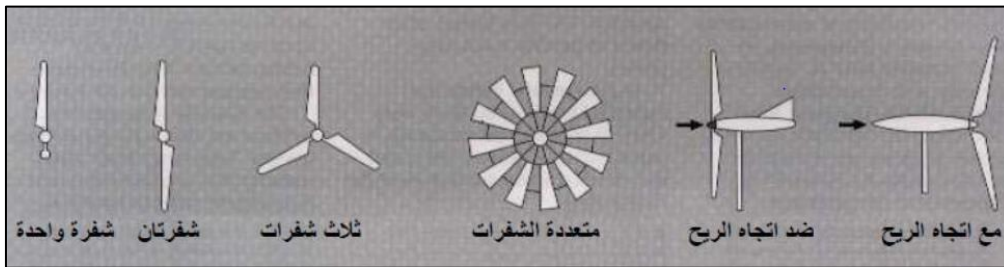
### 3.2.3.1 - استخدامات طاقة الرياح:

تعد طاقة الرياح في الوقت الراهن تكنولوجيا ناضجة، ففي المواقع ذات سرعة الرياح المرتفعة تكون تكلفتها الاقتصادية تنافس تكنولوجيات توليد الطاقة التقليدية وخاصة عند أخذ التأثيرات البيئية بعين الاعتبار [27]. لقد استخدم الإنسان طاقة الرياح منذ فترة طويلة، حيث استعملها في تسيير السفن الشراعية وطحن الحبوب، ضخ المياه من مصادر مختلفة إلى أماكن الحاجة لهذه المياه وتتم هذه العملية باستخدام توربينات الرياح ومضخات المياه.

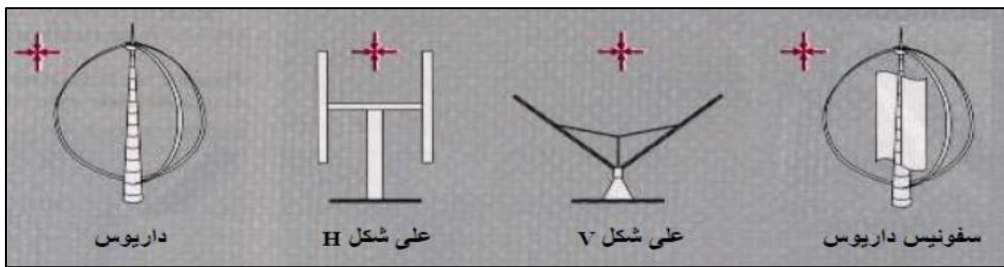
كما تستخدم طاقة الرياح في توليد الكهرباء عن طريق تحويل الطاقة المحركة الموجودة في الرياح طاقة كهربائية وتسمى الماكينات التي تعمل في توليد الكهرباء بتوربينات الرياح بخلاف تلك المستخدمة في طحن الحبوب يطلق عليها طواحين الرياح [27].

### 4.2.3.1 - تعريف التوربينات:

توربين الرياح هو نظام لتحويل الطاقة الحركية في الرياح إلى طاقة ميكانيكية أو كهربائية، وتصنف توربينات الرياح حسب محور دورانها إلى نوعين وهما: توربينات الرياح أفقية المحور وتوربينات عمودية المحور [28] كما يوضحه الشكلين (9-1) و(10-1).



الشكل (9-1): رسم توضيحي لتوربينات الرياح أفقية المحور [27].



الشكل (10-1): رسم توضيحي لتوربينات الرياح عمودية المحور [26].

## 3.3.1 - الطاقة المائية:

## 1.3.3.1 - تعريف الطاقة المائية:

الطاقة المائية هي الطاقة المستمدة من حركة المياه المستمرة والتي لا يمكن أن تنفذ، وهي من أهم مصادر الطاقة المتجددة، وبمعنى آخر هي الاستفادة من حركة المياه لأغراض مفيدة. فقد كان استخدام الطاقة المائية قبل انتشار توفر الطاقة الكهربائية التجارية، وذلك في ري وطحن الحبوب وصناعة النسيج [20].



الشكل (11-1): الطاقة المائية.

## 2.3.3.1 - تاريخ استخدام الطاقة المائية:

كانت طاقة المياه من أول أنواع الطاقة التي تعلم الإنسان استخدامها منذ حوالي 2000 سنة حيث اخترع الإنسان الساقية (الناعورة) وهي عبارة عن عجلة ذات أرياش حول إطارها وعندما يرتطم الماء المتحرك بالأرياش فإنه يدير العجلة، تستخدم العجلة الدوارة في تسيير آلة، بهذه الطريقة تتحول طاقة المياه إل طاقة ميكانيكية [29].

مع التطور الصناعي تجلت أهمية الماء في انتشار الطاقة مما أدى إلى اختراع مختلف الوسائل لاستغلال هذه الطاقة، في تلك الفترة وبالضبط حوالي سنة 750 بدأ التفكير في استغلال الماء لإنتاج الطاقة وخدمات الصناعة وكانت أولى المنشآت الصناعية التي تستعمل مجاري المياه كالأنهار الصغيرة لتشغيل الآلات، وظهرت أولى التوربينات كما أنشأت أولى المحطات الكهربائية، خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر اعتبرت الطاقة الحركية للماء مصدرا أساسيا لإنتاج الطاقة الكهربائية [29].

## 3.3.3.1 - استخدامات الطاقة المائية:

منذ القدم كان الإنسان يستخدم مياه الأنهار في تشغيل بعض النواير التي كانت تستعمل لإدارة مطاحن الدقيق وآلات النسيج ونشر الأخشاب، أما اليوم، وبعد أن دخل الإنسان عصر الكهرباء بدأ استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية في العديد من الدول مثل النرويج، السويد، كندا والبرازيل، من أجل هذه الغاية تقام محطات توليد الطاقة على متساقط الأنهار وتبنى السدود والبحيرات الاصطناعية لتوفير كميات كبيرة من الماء تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة [30].

## 4.3.1 - الطاقة الجيوحرارية:

## 1.4.3.1 - تعريف الطاقة الجيوحرارية:

يرجع تاريخ وجود طاقة حرارة باطن الأرض إلى زمن نشأة الأرض، حيث أن اسمها مشتق من كلمة Geo وتعني الأرض، أما Thermal فتعني حرارة، وبالتالي كلمة Geothermal تعني حرارة الأرض، فالطاقة الحرارية المخزنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشتقة في القشرة الأرضية والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة الناتجة عن تحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغيرها من المواد المشعة [27].

## 2.4.3.1 - تاريخ استخدام الطاقة الجيوحرارية:

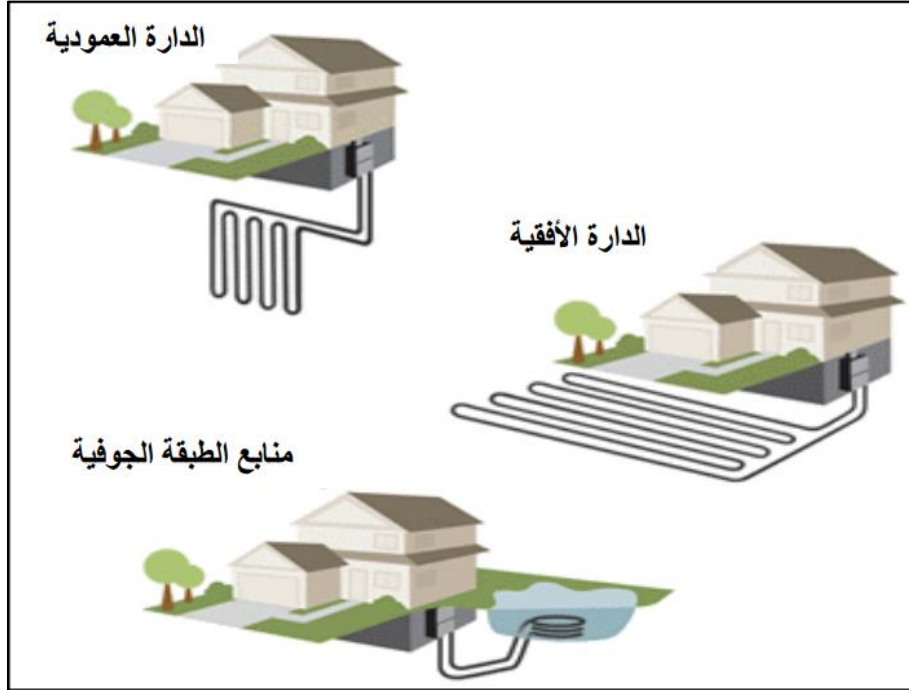
تم استخدام الحرارة الجوفية منذ آلاف السنين عندما استخدمت القبائل الينابيع الساخنة للاستحمام والطبخ. تعتبر إيطاليا من أوائل الدول التي استخدمت هذا المصدر عام 1904 حيث تم بناء محطة تستخدم البخار المندفح من باطن الأرض لتوليد الكهرباء، وبعد ذلك شاع استخدام هذا المصدر في العديد من الدول مثل الولايات المتحدة وروسيا وألمانيا، اليابان، المكسيك وتركيا، نظرا لأنها طاقة متجددة ونظيفة وغير ملوثة للبيئة [31].

## 3.4.3.1 - استخدامات الطاقة الجيوحرارية:

يعتبر استخدام الطاقة الجيوحرارية عمليا أكثر في الأماكن التي تكون فيها درجة حرارة الأرض عالية قريبا من السطح، ويكون هذا غالبا في الأماكن القريبة من المناطق النشطة جيولوجيا. وقد تم استغلال هذا المصدر من الطاقة بواسطة الإنسان قديما، عادة ما يكون على شكل حمامات حرارية طبيعية (الشكل (1-11))، لكن البحث عن بدائل للوقود الأحفوري قاد إلى اهتمامات متجددة في النشاط الجيوحراري، حيث تستخدم الطاقة الحرارية الجوفية مباشرة لتوفير الحرارة للأبنية والعمليات الصناعية وذلك باستخدام أنظمة التدفئة المركزية [32] (الشكل (1-12)).



الشكل (1-12): الينابيع الساخنة.



الشكل (1-13): أنظمة التدفئة المركزية.

إن أهم المشاريع والتطبيقات المستخدمة في حالة الطاقة الحرارية الأرضية هي محطات الطاقة الجوفية الحرارية وهي تشبه المحطات التقليدية، عدا أنها لا تستخدم وقود في تسخين المياه بغرض تحويلها إلى بخار، فالبخار أو الماء الساخن الصادرين من باطن الأرض يوجهان نحو توربينة تنتج الطاقة الكهربائية مباشرة [33].

### 5.3.1 - طاقة الكتلة الحية:

#### 1.5.3.1 - تعريف طاقة الكتلة الحية:

هي الطاقة الناتجة من المخلفات العضوية، الحيوانية، النباتية، البشرية، الزراعية والصناعية... الخ، كل هذه المواد تستخدم في إنتاج الطاقة سواء كانت هذه المخلفات صلبة أو كانت ماء صناعيا فائضا، أو مخلفات زراعية فهي قابلة للمعالجة باستخدام عدة طرق أهمها: "التخمير البكتيري" أو "الاحتراق الحراري". ويعطي كل أسلوب منتجاته الخاصة به من الإيثانول الذي يعد واحدا من أفضل أنواع الوقود الحيوي المستخلصة من الكتلة الحية، وهو يستخلص من محاصيل الذرة أو السكر، وتجري التجارب باستمرار لإيجاد وسائل اقتصادية لاستخدام الكتلة الحية في توليد الكهرباء [20].

#### 2.5.3.1 - استخدامات طاقة الكتلة الحية:

تحتل طاقة الكتلة البيولوجية منزلة خاصة نظرا لأهميتها القصوى لحاضر ومستقبل الطاقة في الدول النامية فيعتمد حوالي سبعون في المائة من السكان على الكتلة البيولوجية كالخشب وبقايا المحاصيل وروث البهائم للاستخدامات المنزلية وخصوصا كوقود للطهي بالإضافة إلى ذلك فإن الكتلة البيولوجية مصدر طاقة متعدد الجوانب من الممكن تحويلها إلى وقود صلب وسائل وغاز، وتعتمد التقنيات التي تستخدم مصادر الكتلة البيولوجية لإنتاج الحرارة للعمليات الصناعية ولإنتاج الكهرباء على الاحتراق المباشر لواحد أو أكثر من أشكال الكتلة البيولوجية محل الوقود التقليدي مباشرة في محركات الاحتراق الداخلي [34].



الشكل (14-1): طاقة الكتلة الحية.

### 6.3.1 - طاقة الهيدروجين:

#### 1.6.3.1 - تعريف طاقة الهيدروجين:

يعتبر الهيدروجين من المصادر الطاقوية غير الملوثة للبيئة وهو مصدر دائم ومتجدد حيث يستخرج من الماء الذي يحتوي كل جزئ منه على ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأوكسجين، وعندما يحترق يتحد مع الأوكسجين مكونا بخار الماء، وقد نجحت تجارب نقله على شكل غاز أو سائل وبالتالي يسهل خزنه في خزانات كبيرة لفترة طويلة واستخدامه عند الحاجة، وقد توصل فريق من العلماء الأمريكيين إلى استخدام الهيدروجين السائل كوقود للسيارات بدلا من البنزين [31].

#### 2.6.3.1 - استخدامات طاقة الهيدروجين:

يمكن استخدام الهيدروجين في البيوت السكنية بدلا من الغاز الطبيعي وبصورة خاصة لأغراض الطبخ والتسخين والتدفئة، كما يمكن استعماله وقودا مستقبليا لمختلف وسائل النقل دون إجراء تغييرات جذرية في أجهزة المحركات المعمول بها حاليا، بالإضافة إلى استعماله في صناعة الأسمدة الكيميائية وتوليد الطاقة الكهربائية [35].

### 4.1 - مميزات الطاقة المتجددة:

الطاقة المتجددة لها عدة مزايا أهمها:

- الطاقة المتجددة لا تنضب، وتعطي طاقة نظيفة خالية من النفايات.
- طاقة محافظة على البيئة حيث إنها لا تطلق الملوثات في الجو وتوفر بيئة أنظف وأكثر صحة ولا تسبب لها أي أضرار.
- توفر فرص عمل جديدة.
- تقي الاقتصاديات من الأزمات التي تحدثها التقلبات في أسعار الوقود التقليدية [36].
- انخفاض عدد وشدة الكوارث الطبيعية الناتجة عن الاحتباس الحراري.
- عدم تشكل الأمطار الحمضية التي تلحق الضرر بكافة المحاصيل الزراعية [37].

- توفر الطاقة الكهربائية للمناطق النائية.

### 5.1 - عيوب الطاقة المتجددة:

وتتمثل في:

- مصادر متقطعة أي أن هذه الطاقة لا تتوفر لمدة 24 ساعة.
- تكون موزعة أي أنها لا تكون متركزة في منطقة صغيرة أو كبيرة ويجب تجميعها.
- صعوبة تخزينها ونقلها [36].

### 6.1 - الخاتمة:

يتضح من خلال هذا الفصل أن مصادر الطاقة المتجددة متعددة ومتنوعة الاستعمال، ولها أهمية بالغة في تحقيق الأمن الطاقوي وحماية البيئة، باعتبارها مصدرا غير ناضب وغير ملوث للبيئة، وأن التوسع في إنتاجها يؤدي إلى تقليص استغلال مصادر الطاقة التقليدية المعروفة بأثرها السيئ على البيئة؛ كما أظهرت مصادر الطاقة المتجددة قدرتها على تلبية الاحتياجات من الطاقة ونجحت في أن تكون أحد الحلول الأكثر فعالية من حيث التكلفة في المناطق غير المربوطة بشبكة الكهرباء (النائية والريفية)، كما ان لها دور كبير في حل أزمة المياه في العالم وخاصة في المناطق الصحراوية التي تحتوي على مياه جوفية مالحة غير صالحة للشرب مثل ولاية الوادي والتي سنركز عليها ونقوم بدراستها في الفصل الثاني.

# الفصل الثاني

الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة

وادي سوف

## 1.2- مقدمة

وادي سوف تتواجد في العرق الشرقي الكبير الذي تشترك فيه الجزائر مع دولتي تونس وليبيا وهي تمثل حلقة وصل بين هذه الدول، هذا الموقع المتميز أكسب المنطقة أهمية تجارية وتاريخية [38].

تقع وادي سوف ضمن النطاق الصحراوي المعروف بقساوة مناخه وطول فترات الحر والجفاف إضافة الى الرياح على مدار السنة غير أن هذه الظروف لم تمنع الإنسان من الاستيطان في هذه المنطقة حيث أن العامل الذي ساعده على الاستقرار فيها كونها تزخر بمخزون جوفي كبير للمياه فهي بهذا تعتبر وحدة للموارد المائية في الجنوب الشرقي الجزائري.

التركيز الكبير لبعض الشوارد المعدنية في مياه هذه المنطقة والذي يتجاوز الحد المسموح به من طرف المنظمة العالمية للصحة (OMS) يجعلها غير صالحة للاستهلاك الأمر الذي يستوجب تحليتها قبل استهلاكها.

هذا الفصل يشمل موقع وادي سوف وأهم الخصائص الطبيعية والمناخية وكذا طبيعة مياه المنطقة.

## 2.2- الموقع الفلكي:

تقع ولاية الوادي ضمن الإحداثيات التالية:

بين خطي طول:  $6^{\circ}20'$  و  $7^{\circ}50'$  شرقا.

بين دائرتي عرض:  $32^{\circ}50'$  و  $34^{\circ}30'$  شمالا.

## 3.2- الموقع الجغرافي:

تقع منطقة وادي سوف في الجنوب الشرقي من الجزائر، وهي محاطة بستة ولايات هي (خريطة 01):

- الشمال: ولايات تبسة و خنشلة وبسكرة.
- الجنوب: ولاية ورقلة.
- الشرق: الحدود التونسية.
- الغرب: ولايتي المغرب وتقرت.

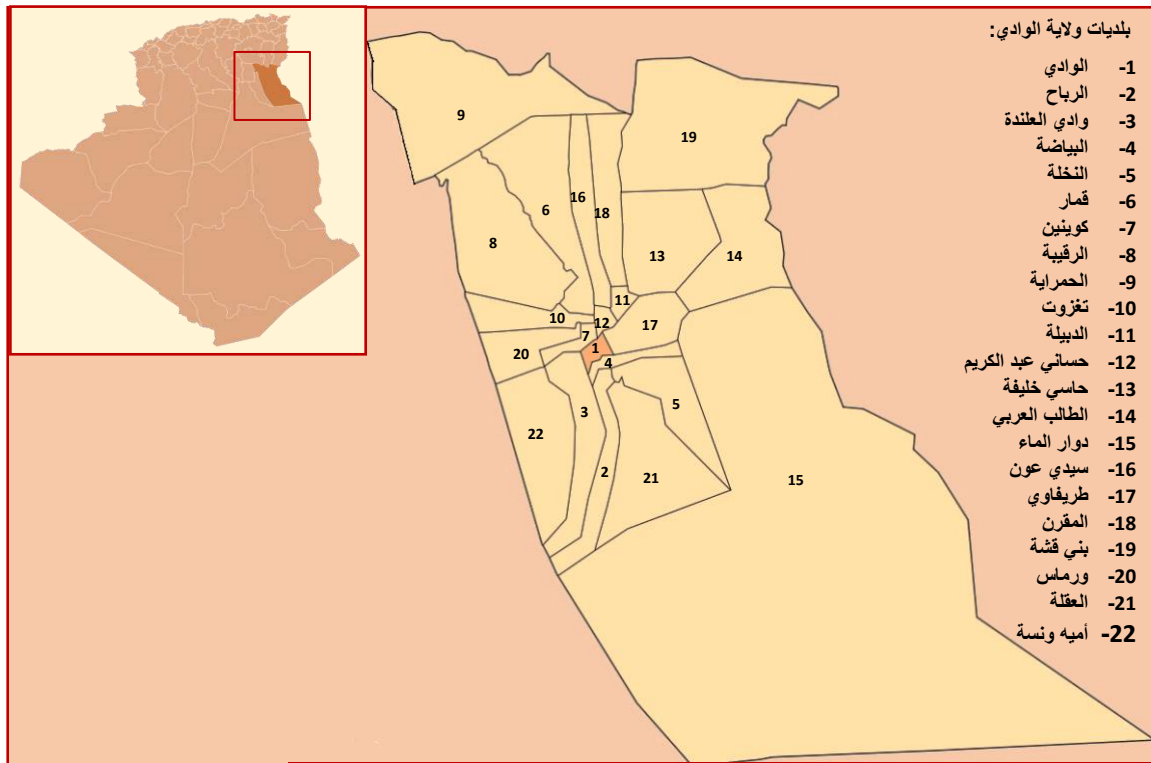
تمتاز وادي سوف عن بقية ولايات الجنوب ببنائياتها المميزة التي تعلوها القباب فهي تعرف بمدينة الالف قبة. كما تمتاز بواحات النخيل الخضراء.



الشكل (1-2): الموقع الجغرافي لولاية الوادي

#### 4.2- التقسيم الإداري:

انبتقت ولاية الوادي عن التقسيم الإداري لسنة 1984م وهي إحدى ولايات الجنوب تضم حاليا 22 بلدية موضحة في الخريطة الشكل (2-2).



الشكل (2-2): التقسيم الإداري لولاية الوادي

## 5.2 - الخصائص الطبيعية لمنطقة الوادي

## 1.5.2- التضاريس:

تقع منطقة وادي سوف في الطرف الشمالي من العرق الشرقي الكبير ويغلب عليه طابع الانبساط ويقدر متوسط ارتفاعها نحو 80م فوق سطح البحر ولا نكاد نجد فيها تضاريس متنوعة ماعدا مظهرين رئيسيين هما [39]:

## 2.5.2- الكثبان الرملية:

تغطي أغلبية أراضي منطقة سوف التي تنتمي إلى العرق الشرقي الكبير حيث تحيط بكل بلديات سوف وهي عموما قليلة الارتفاع ماعدا في الجهة الجنوبية على طريق القوافل المؤدي إلى غدامس الليبية حيث يزيد ارتفاعها عن 100م أو أكثر فوق سطح البحر حيث يصل إحداهما إلى 127م على بعد 2كلم جنوب قرية أعميش ويعرف بالغرود [39-40]، وهي على العموم غير صالحة للنشاط الفلاحي إلا بعد الاستصلاح.



الشكل (2-3): الكثبان الرملية في ضواحي الوادي

## 3.5.2 - الشطوط والمنخفضات:

تعتبر منطقة سوف أخفض منطقة في الجزائر ويظهر ذلك في الجهة الشمالية منها حيث نجد "شطوط" ملغيغ ومروانه" 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 والزيبان [41]. وهذه المنطقة غير صالحة للزراعة نظرا لملوحة تربتها.



الشكل (2-4): شط ملغيغ في شمال ولاية الوادي

## 6.2 - المناخ:

معرفة الخصائص المناخية له أهمية بالغة في الدراسات الهيدرولوجية لأن لها تأثير مباشر على هيدروديناميكية الطبقات المائية وكذا على الحوصلة المائية لهذه الأخيرة.

يسود منطقة الوادي المناخ الصحراوي القاري الذي يتميز بشدة الحرارة صيفا، وشدة البرودة شتاء والجفاف، ففي بعض أيام الصيف قد تتعدى درجة الحرارة  $50^{\circ}\text{C}$  وفي بعض ليالي الشتاء تنخفض الى ما دون الصفر.

الرياح تعرف بحسب مصدرها واتجاهاتها، وتأثيرها على الطقس، ومنها: "الشهيلي" الذي يأتي من جهة الجنوب ويتميز بشدة حرارته وجفافه. أما "البحري" فهو ريح رطب يغشى الإقليم ببرودة منعشة ويهب من الجهة الشرقية وبالتحديد من خليج قابس بتونس. [42].

هناك أنواع أخرى من الرياح "كالغربي" و "الظهر اوي" وهي رياح قوية تثير في الغالب زوابع رملية مزعجة [43].

أما الامطار في إقليم سوف، فهي بشكل عام نادرة بسبب بعد المنطقة عن الساحل، فقد تهطل شتاء في بعض الجهات دون غيرها، وقد تهطل فيها جميعا ولكن ذلك نادر. وقد يكون هطولها في الخريف أو أوائل الربيع [44].

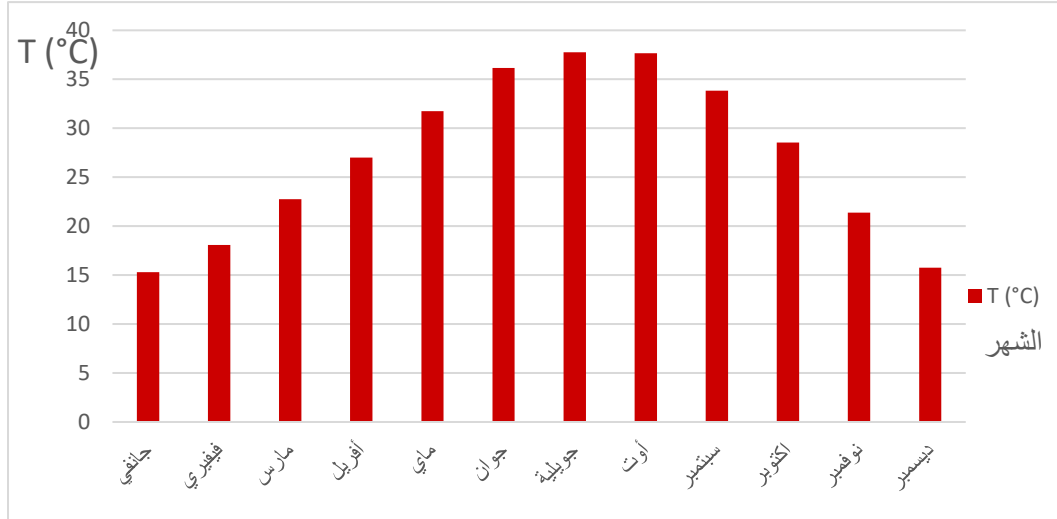
كل المعطيات المتعلقة بالمناخ (درجة الحرارة، الأمطار، التبخر، الرطوبة...) تحصلنا عليها من محطة الأرصاد الجوية بمطار قمار وهي ملخصة كما يلي [45]:

### 1.6.2 - درجة الحرارة

الجدول (2-1) والشكل (2-5) يوضحان تغيرات درجة الحرارة خلال عدة سنوات والملاحظ من خلال القيم أن منطقة الوادي تمتاز بدرجة حرارة مرتفعة

الجدول (1-2): المعدل الشهري لدرجة الحرارة (1978-2017)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	يون	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
T (°C)	15,31	18,08	22,76	27,02	31,76	36,16	37,77	37,67	33,85	28,53	21,38	15,76



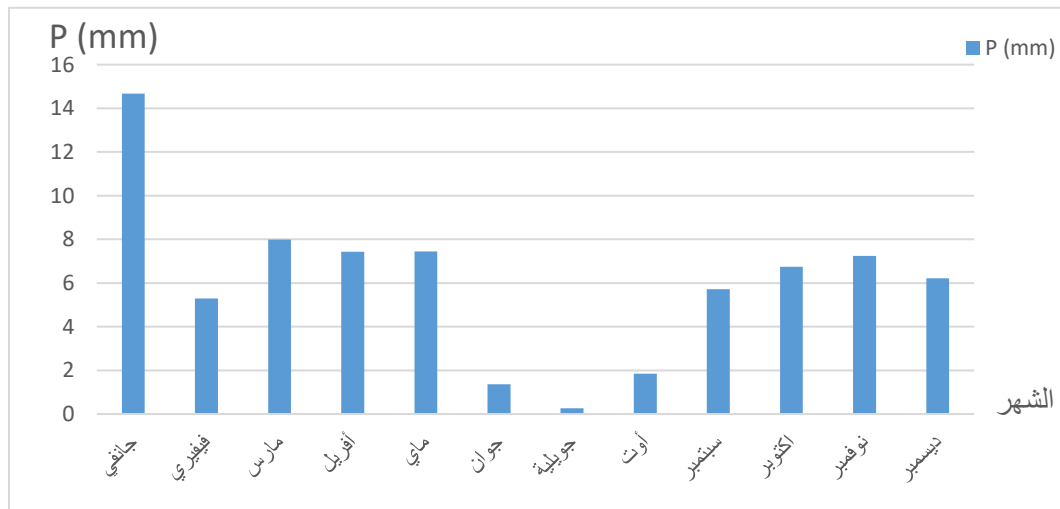
الشكل (2-5): التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة (1978-2017)

## 2.6.2 - التساقط

تغيرات التساقط خلال عدة سنوات موضحة في الجدول (2-2) والشكل (2-6)، القيم المسجلة توضح أن كمية التساقط ضعيفة جدا

الجدول (2-2): المعدل الشهري للتساقط (1978-2017)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	يون	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
التساقط (mm)	14,67	5,29	7,99	7,43	7,44	1,36	0,26	1,84	5,72	6,75	7,24	6,21



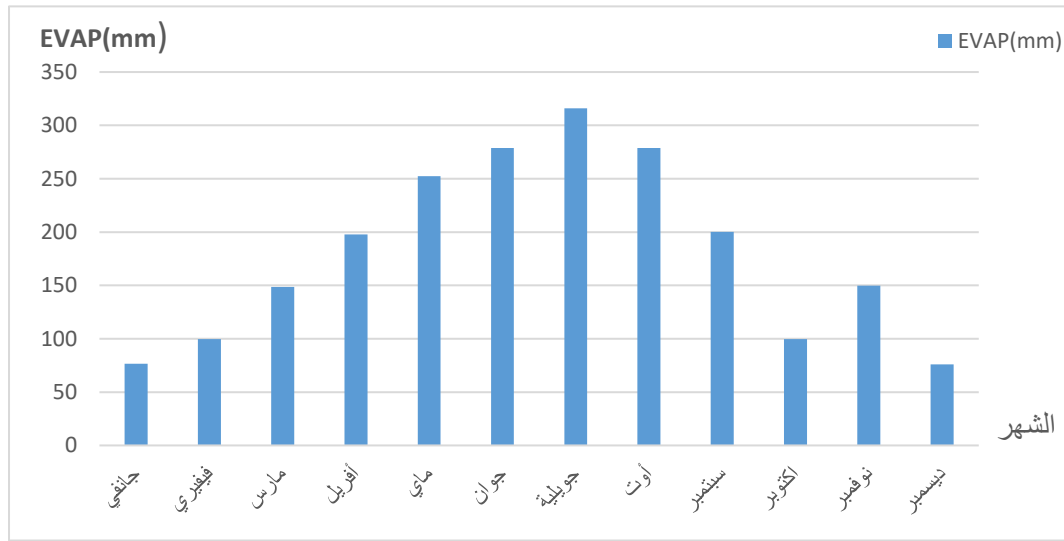
الشكل (2-6): التغيرات الشهرية للتساقط (1978-2017)

3.6.2 - التبخر

الجدول (3-2) والشكل (7-2) هو منحنى لتغيرات التبخر خلال عدة سنوات ومن الواضح أن التبخر كبيراً نتيجة لارتفاع درجة الحرارة.

الجدول (3-2): المعدل الشهري للتبخر (2017-1978)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	يون	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
التبخر (mm)	76,4	99,5	148,6	197,6	252,3	278,7	316,1	278,8	200,0	99,6	149,6	76



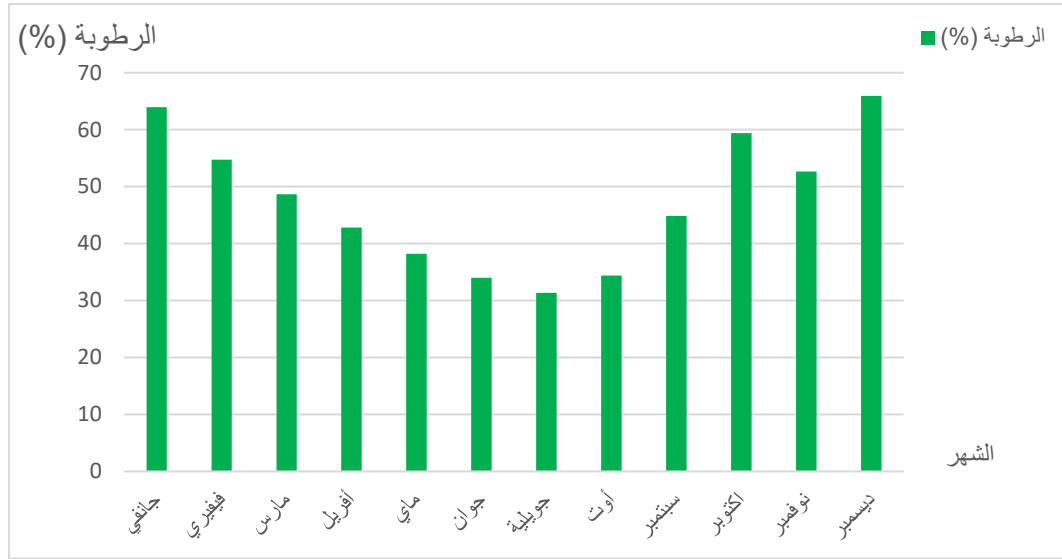
الشكل (7-2): التغيرات الشهرية للتبخر (2017-1978)

4.6.2 - الرطوبة

نسبتها ضعيفة وهو ما توضحه قيمها في الجدول (4-2) والشكل (8-2)

الجدول (4-2): المعدل الشهري للرطوبة (2017-1978)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	يون	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرطوبة (%)	63,95	54,76	48,68	42,84	38,21	34,03	31,34	34,39	44,87	59,39	52,66	65,95



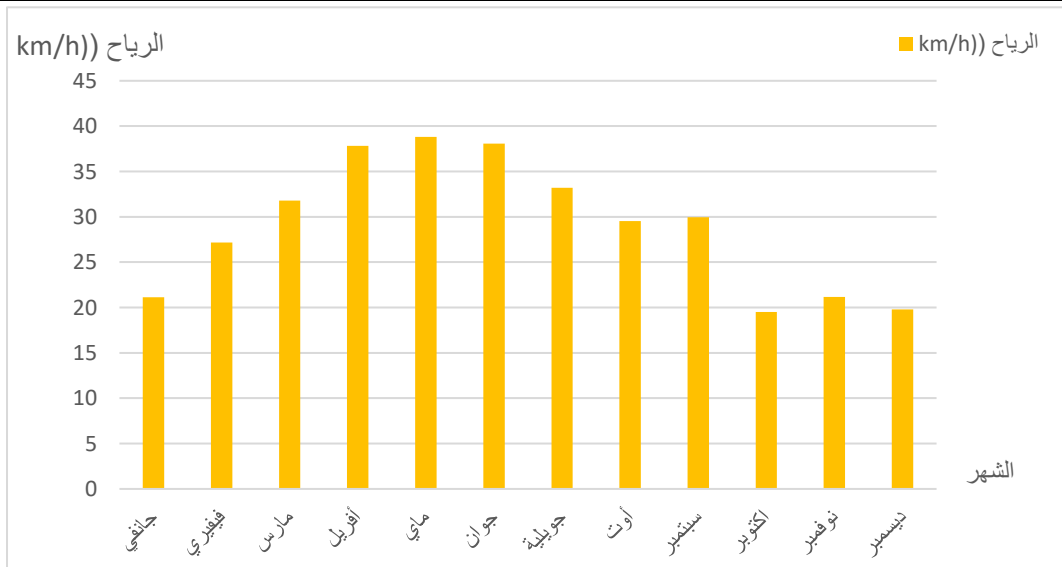
الشكل (8-2): التغيرات الشهرية للرطوبة (1978-2017)

### 5.6.2 - الرياح

القيم المدونة في الجدول (5-2) والشكل (9-2) تبين أن الرياح في منطقة الوادي بصفة عامة قوية خاصة في فصل الربيع.

الجدول (5-2): المعدل الشهري للرياح (1978-2017)

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	يون	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرياح (km/h)	21,13	27,17	31,78	37,83	38,83	38,09	33,22	29,52	29,96	19,52	21,17	19,78

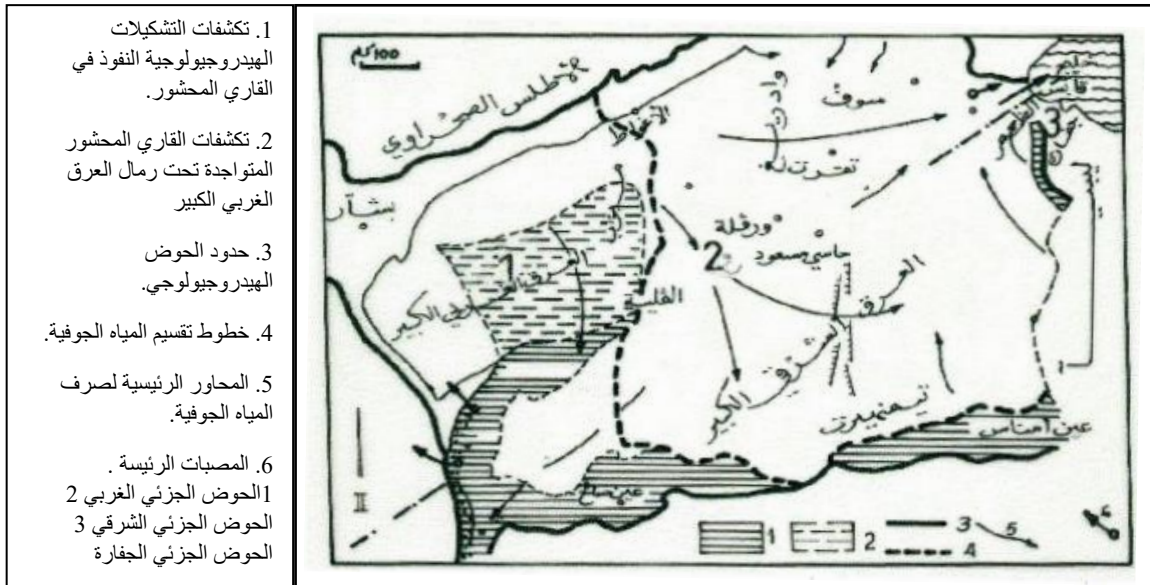


الشكل (9-2): التغيرات الشهرية للرياح (1978-2017)

## 7.2 - هيدرولوجية المنطقة:

الدراسة الهيدرولوجية للمنطقة تهدف إلى معرفة هيكل الطبقات المائية المكونة لمنطقة وادي سوف ونوعية المياه التي تتمتع بها المنطقة [41].

إن هيدروجيولوجية المنطقة معروفة بشكل جيد، بحكم الدراسات التي قامت بها منظمة اليونسكو سنة 1972، وبالإضافة إلى ذلك التنقيبات العديدة المنجزة، سواء من قبل مديريات الري، أو الوكالة الوطنية للموارد المائية، أو مؤسسة حفر الآبار بتقرت "سونا رياح" سابقا، أو مؤسسة سوناطراك، أو مختلف الشركات البترولية الوطنية والأجنبية. عموما تقع منطقة الصحراء المنخفضة ضمن حوض رسوبي كبير جدا، تقدر مساحته بـ  $780,000 \text{ km}^2$  و يتراوح سمكها بين  $4000 \text{ m}$  و  $6000 \text{ m}$ ، حسب دراسة لمنظمة اليونسكو سنة 1972، يستوعب هذا الحوض أحد أكبر الثروات المائية الجوفية في العالم، يحدها سلسلة الأطلس الصحراوي شمالا، حيث تتميز هذه الحدود بكثير من التصدعات، بينما نجد من جهة الغرب الخط الهاجري و واد الساورة رقان و من الجنوب نجد هضاب تهنيرت و تادميت، الممتدة باتجاه شرق غرب، بينما في الشمال الشرقي للحوض نجد منطقة قابس والتضاريس الطباشيرية في منطقة الظهر التونسية بينما من جهة الشرق نجد الحدود السياسية الليبية كما توضحه الخريطة في الشكل (10-2) [46].



الشكل (10-2): حدود الطبقات المائية داخل الحوض الهيدروجيولوجي في الصحراء [46]

## 1.7.2 - طبقة المتداخل القاري CI Continentale Intercalaire:

تسمى كذلك طبقة القاري المحشور وهي الطبقة المائية الأكبر في الصحراء المنخفضة، تتجاوز مساحتها  $600,000 \text{ km}^2$ ، وهي محصورة بين سلسلة الأطلس الصحراوي شمالا، ومن الجنوب هضبة تهنيرت، ومن الشمال الشرقي جبال الظهر التونسية والحدود الليبية شرقا بينما من الغرب نجد الساورة. وعموما يقع هذا الحوض في التكوينات القارية للكريتاسي السفلي، يتكون من الحجر الرملي والطين والرمل الخشن، يتغير عمقه من منطقة إلى أخرى، حيث تتميز بمائها البارد، في حين أن التنقيبات في الأعماق البعيدة تصل درجة حرارة مياه الطبقة (CI) حتى  $60^\circ\text{C}$  وضغطها يتراوح عند السطح بين

16bar و 24 bar ، يعد هذا الضغط الكبير من إيجابيات الطبقة (CI)، إذ يمكن تموين مدينة كبيرة بواسطة ضغط المياه هذا ، دون اللجوء إلى خزان الماء الذي يوفر في أحسن الأحوال ضغط قدره 2 bar، لكن ما يحول دون استعمال هذا الضغط مباشرة هو محاولة تصفية هذه المياه التي تتم جزئياً على مستوى الخزان لتصبح صالحة للشرب ، أيضا يمكن استغلال هذا الضغط في عمليات سقي المساحات الواسعة جدا ، الشكل (2-11) صورة توضح الضغط الكبير لهذه الطبقة المائية.



الشكل (2-11): الضغط الكبير للماء في الطبقة CI

يتشكل نظام الطبقة المائية للمتداخل القاري من ثلاثة أسمطة رئيسية هي:

#### 1.1.7.2 - السماط الأول (CI 1):

يتكون من طبقة الطين الأحمر يتراوح سمكها بين 100 m و 200 m وعمقها بين 1000 m و 2000 m، يصطلح عليها بالسماط الألبني (L'albien) ، مياه هذه الطبقة تستعمل في تزويد الشبكات بالمياه الصالحة للشرب.

التحليل الفيزيوكيميائية التي أجريت على مياه السماط الألبني تبين أن الشوارد الغالبة في مياه هذا السماط هي الشوارد الكبريتية ( $SO_4^{2-}$ ) ، وأهم مصادر شوارد الكبريتات هو انحلال الجبس  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  ، تليها شوارد الكلور (Cl-) الناتجة عن ذوبان أملاح الكلور، تليها شوارد المغنيزيوم ( $Mg^{2+}$ ) الناتجة عن انحلال الصخور المشكلة لحوض ومجرى المياه ، ثم شوارد الصوديوم ( $Na^+$ ) التي تتسم بدرجة انحلالية عالية ، ثم شوارد الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) بالإضافة إلى عدة شوارد أخرى.

#### 2.1.7.2 - السماط الثاني CI 2:

يتكون من الطين والكلس والطين الدولومتي، وهذا السماط يصطلح عليه بالابنتيان، سمك هذه الطبقة يتراوح بين 20m و 30m ، عمقها يتجاوز الـ 2000m وهو غير مستغل إلا من بعض الشركات البترولية في عمليات حقن الآبار البترولية بالمياه، تمتاز مياه هذه الطبقة بالملوحة.

#### 3.1.7.2 - السماط الثالث CI 3:

مكون من طبقة من الطين والرمل والحجر الرملي، تعود إلى الكريتاسي الأسفل سمكها يتراوح بين 100m و 150m، وهي التي يصطلح عليها بالبرميان ولا نسجل على مستوى هذا السماط إلا بئرين في منطقة وادي سوف تستعمل للشرب والسقي كما تستعمل أيضا من قبل الشركات البترولية. على خلاف نظام الطبقة المائية المركب النهائي.

**2.7.2 - طبقة المركب النهائي CT Complexe Terminal:**

يغطي هذا النظام مساحة شاسعة أيضا تقدر بحوالي 350000 كلم<sup>2</sup>، ويتميز هذا النظام بثلاث طبقات جزئية وهي: طبقة السينونيان، الايوسان الكربوني، وطبقة الميوليبوسان، وكذا السطحي، يتشكل نظام الطبقة المائية للمركب النهائي من ثلاثة أسمطة رئيسية وهي:

**1.2.7.2 - السماط الأول CT1:**

يتكون من الرمل والطين، ويتميز بمياه مالحة نسبيا، يتراوح عمقها بين 70 m و 110 m، ويعود تكونه إلى عصر البليوسين، وفي المدة الأخيرة قلت كثيرا التنقيبات في هذا السماط، حيث أشرفت مديرية الري على سد العديد من الآبار في هذا السماط بسبب زيادة معدلات صرف الاستهلاك، حتى هبط المستوى البيزومتري لهذا السماط بعدة أمتار حسب ANRH.

**2.2.7.2 - السماط الثاني CT2:**

هذا السماط هو الأكثر استغلالا في منطقة وادي سوف حيث يستعمل في السقي على وجه الخصوص، و يتميز بصيبه الكبير فهو في حدود 30l/s، ولكن هذا الصبيب يكون بواسطة المضخة الكهربائية، حيث أن الصبيب الارتوازي لهذا السماط لا يتجاوز 2l/s، ويتغير عمق هذا السماط من 140 m إلى 280 m، و يعود زمن تشكله إلى الميوسان [47].

الشكل (12-2) هو لصورة توضح صبيب الضخ عن طريق المضخة الكهربائية،

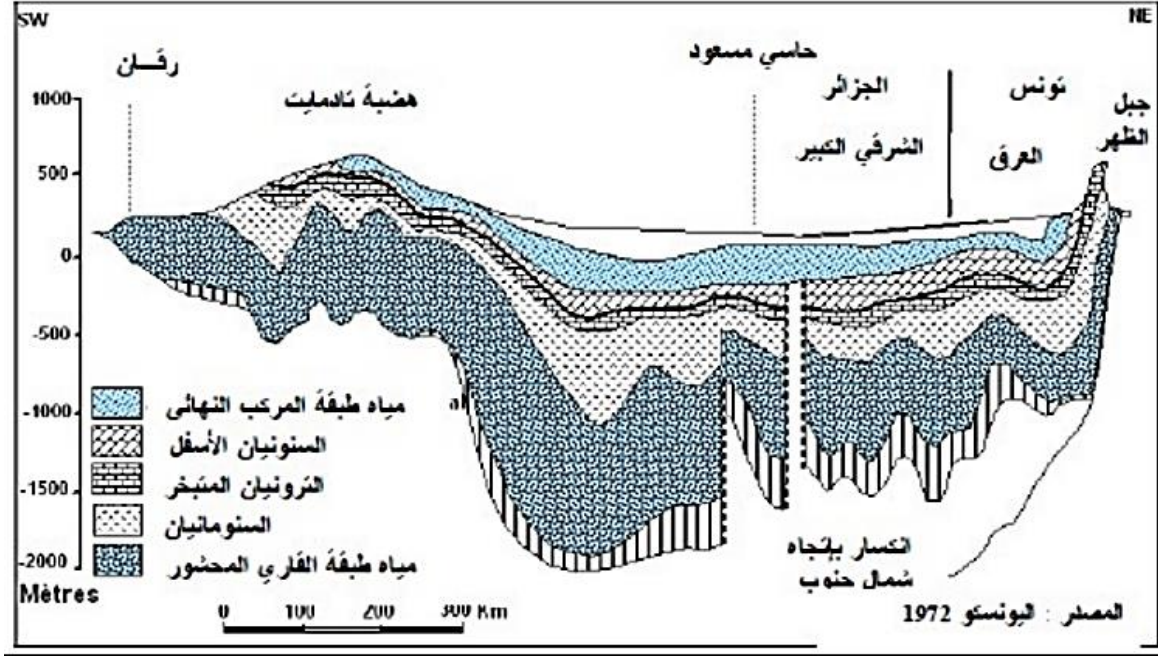


الشكل (12-2): ضغط الماء في الطبقة CT

**3.2.7.2 - السماط الثالث CT 3:**

يتكون هذا السماط من الكلس والكارست. ويعود تشكله إلى الأيوسين الأسفل، وهو ذو مياه مالحة نوعا ما وغير مستغل في منطقة وادي سوف [47]. المياه المستخرجة من هذه الأسمطة والمستعملة سواء في السقي أو الشرب، هي مياه مالحة وإن كان وزن الراسب الجاف للملوحة يختلف من سماط إلى آخر.

الشكل (2-13) يوضح مختلف الأسمطة عبر مختلف الطبقات، حيث يمكن من أخذ نظرة على مختلف مناطق التغذية، وكذا مختلف الطبقات [47].

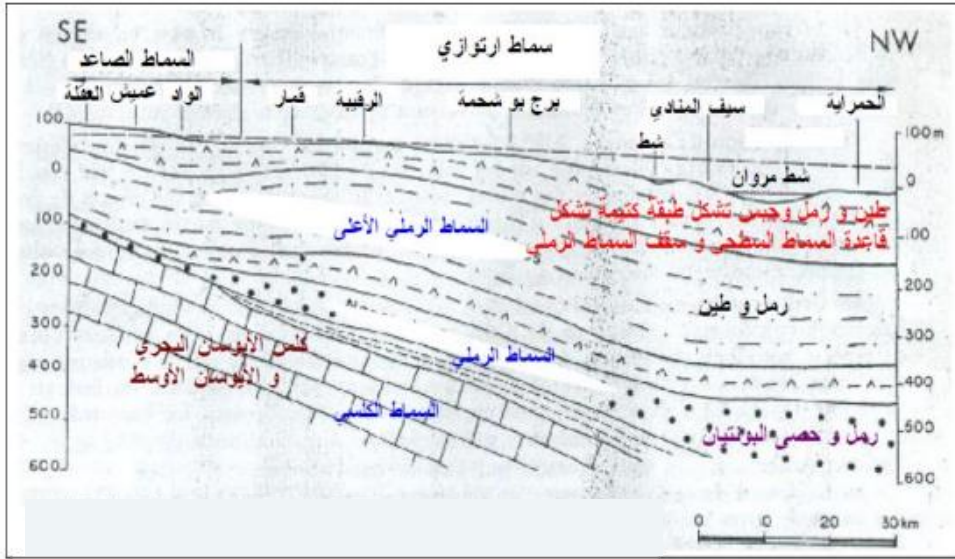


الشكل (2-13): مقطع هيدروجيولوجي في الصحراء الشرقية [46]

التحليل الفيزيوكيميائية لأسمطة المركب النهائي تبين أن نسبة الأملاح تتحكم فيها عدة عوامل من بينها درجة الحرارة، حيث يوجد مجموعة من العناصر تزداد قابلية ذوبانها عند ارتفاع درجة حرارة المياه، مثل كبريتات الصوديوم و كلوريد الكالسيوم كما يتأثر ذوبان الأملاح بنسبة غاز ثاني أكسيد الكربون إذ يتناسب تناسباً طردياً مع  $CO_2$  ، أيضاً يؤثر الأس الهيدروجيني على ذوبان الأملاح حيث يتناسب ذوبان الأملاح عكساً مع الـ PH وكلما مال PH المحلول إلى الحمضية كلما زادت ذوبانية الكالسيوم، عند تزايد تراكم هذه الأملاح ووصولها إلى حد الإشباع فإنها تترسب في شكل بلورات ملحية في التربة [47]

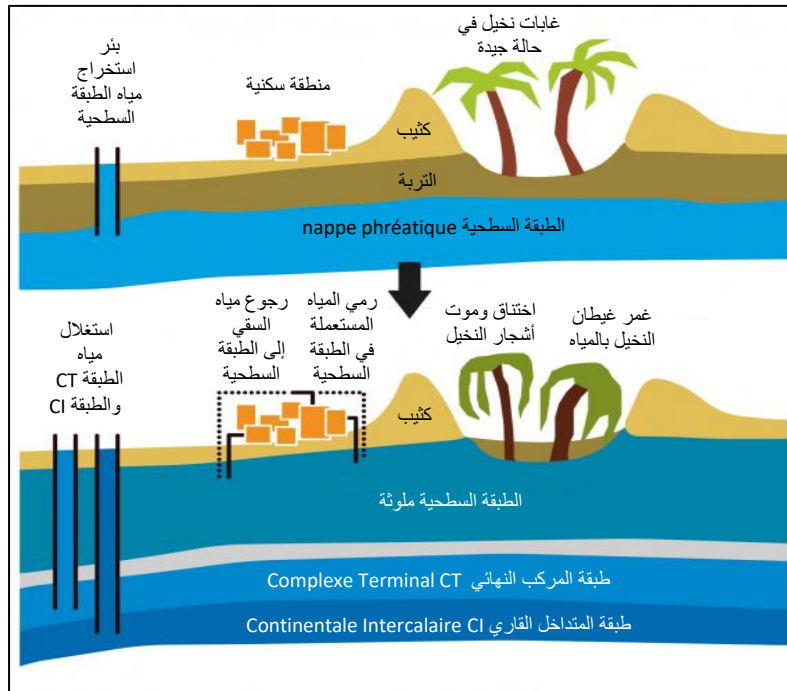
### 3.7.2 - الطبقة السطحية (nappe phrétique):

وتسمى كذلك بالسماط السطحي الحر. يشكل هذا السماط القسم العلوي للتكوينات القارية للزمن الرابع، ويتراوح عمقها من 10m إلى 40m، واتجاه صرفه الجوفي العام من الجنوب الشرقي نحو الشمال أين نجد الشطوط، وأهم مصادرها هي مياه السقي والصرف الصحي، وبنسبة أقل الأمطار الغزيرة، الشكل (2-14) يوضح تكوين هذا السماط [39-47].



الشكل (14-2): مقطع هيدرولوجي في إقليم سوف باتجاه جنوب شرق - شمال غرب [46]

هذه الطبقة تمثل المصدر الأساسي لسقي أعداد معتبرة من النخيل عن طريق الغيطان (sub-irrigation)، حركة مياه هذه الطبقة سريعة نسبياً في منطقة وادي سوف لأن معامل النفاذية كبير نسبياً، وإذا كان السمام السطحي يشهد اليوم كل هذا التشعب وصعود المياه، فإنه قد شهد في تاريخه هبوط للمستوى الحر للمياه، مما تتسبب في هجرة قرى بأسرها، وأدى ذلك إلى هلاك النخيل التي كانت تسقى مباشرة من هذه المياه بطريقة الطلوع، هذا الانخفاض كان نتيجة الضخ الكثيف عبر كل المنطقة ليعود هذا المستوى ويرتفع ثانياً بعد استنزاف مياه CT و CI الشكل (15-2). ويتقهقر الوسط الفيزيائي، وخاصة بسبب الملوحة سواء بالنسبة للتربة أو بالنسبة للأسمطة المائية، ويتلوث السمام السطحي الحر.



الشكل (15-2): ظاهرة صعود المياه في الطبقة السطحية [49]

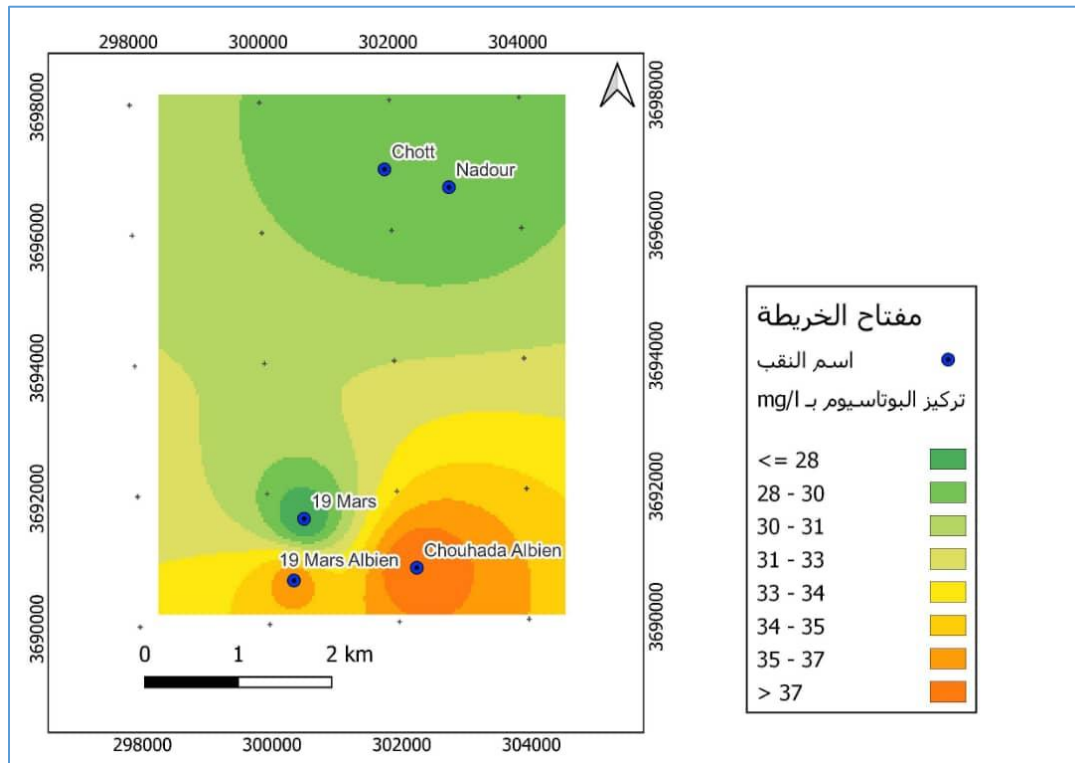
8.2 - التحليل الفيزيائي والكيميائي لمياه المنطقة:

التحليل الفيزيوكيميائي لعدة عينات من مياه المنطقة نتائجها ملخصة في الجدول (6-2) [48] والأشكال (16-2)، (17-2)، (18-2)، (19-2)، (20-2).

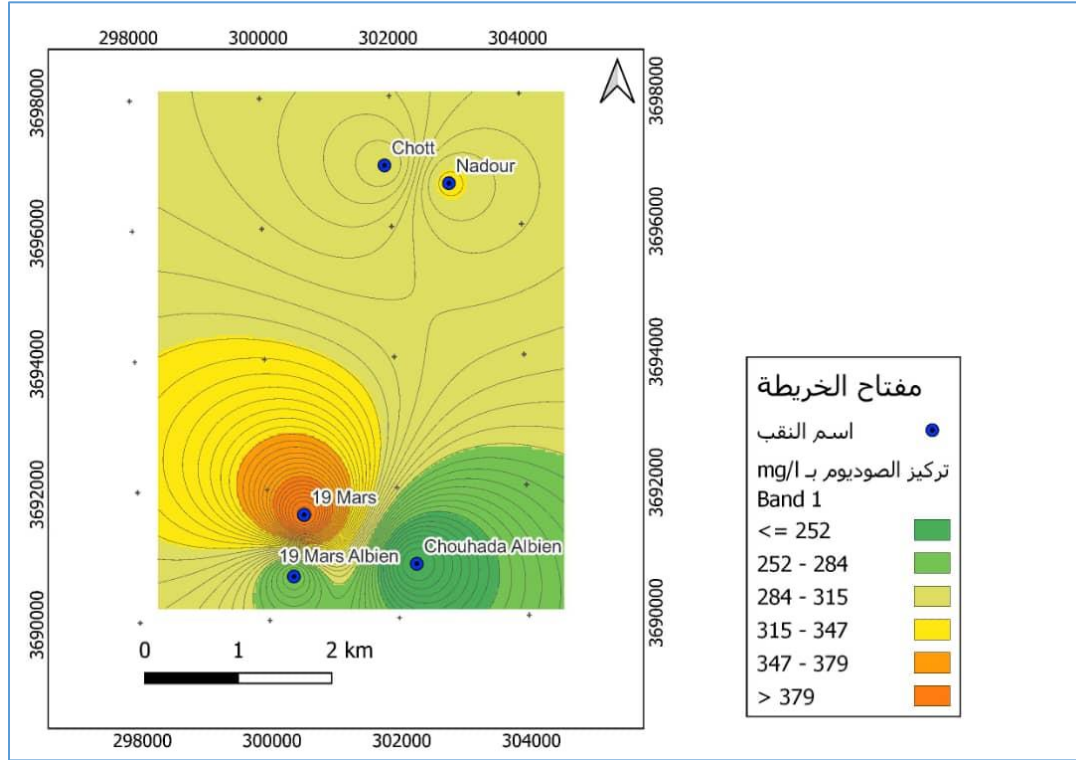
الجدول (6-2): قيم  $\sigma$  و الـ PH لعينات من مياه الوادي

الموقع(الحي)	الناظور	الشهداء	19 مارس	المجاهدين	الشط
PH	7.38	7.74	8.08	7.68	7.41
$\sigma$ ( $\mu\text{s/cm}$ )	3800	2630	2670	641	3800

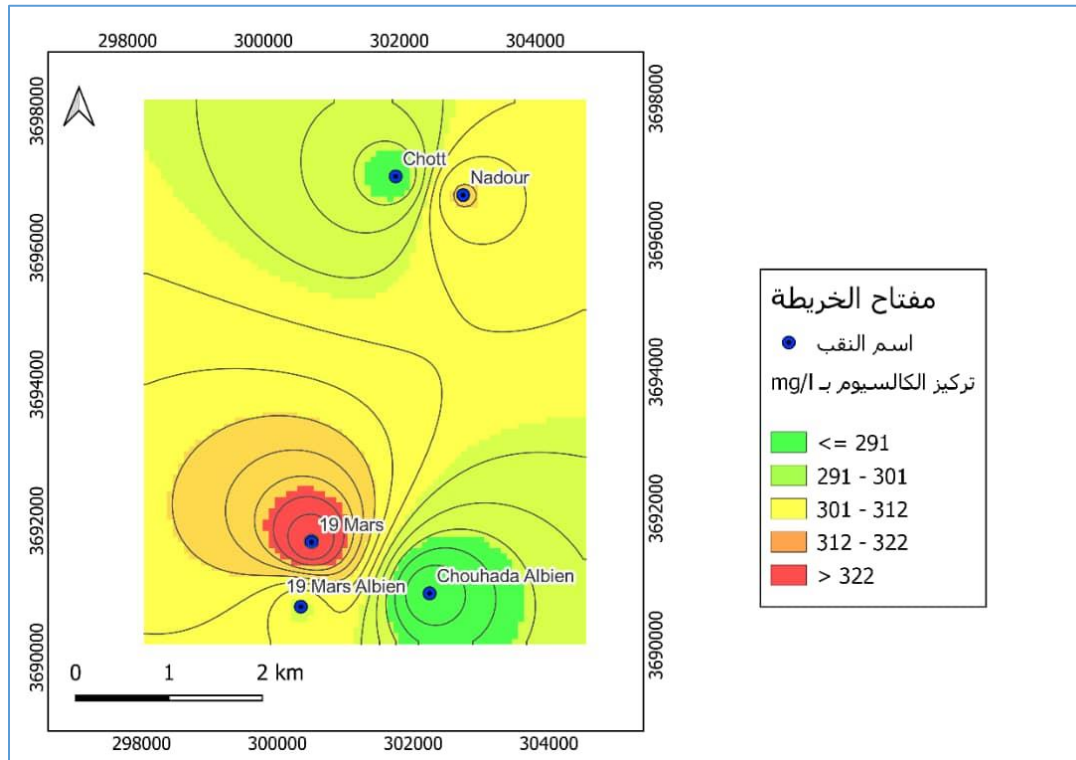
الملاحظ من خلال الجدول (6-2) أن قيم الـ PH لمختلف العينات أكبر من القيمة 7 وهو ما يدل على أن مياه منطقة الوادي تميل إلى القلوية، أما بالنسبة لقيم الناقلية الكهربائية فهي كبيرة وهذا دليل على احتواء الماء على كميات كبيرة من الشوارد.



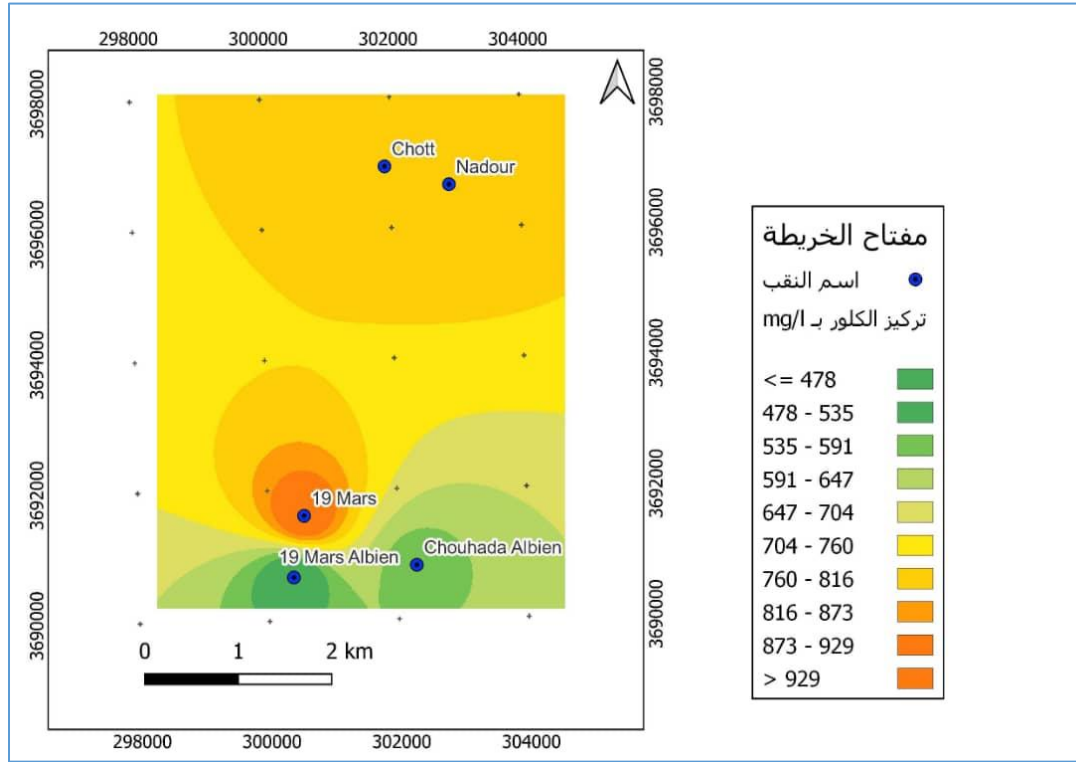
الشكل (16-2): تركيز  $K^+$



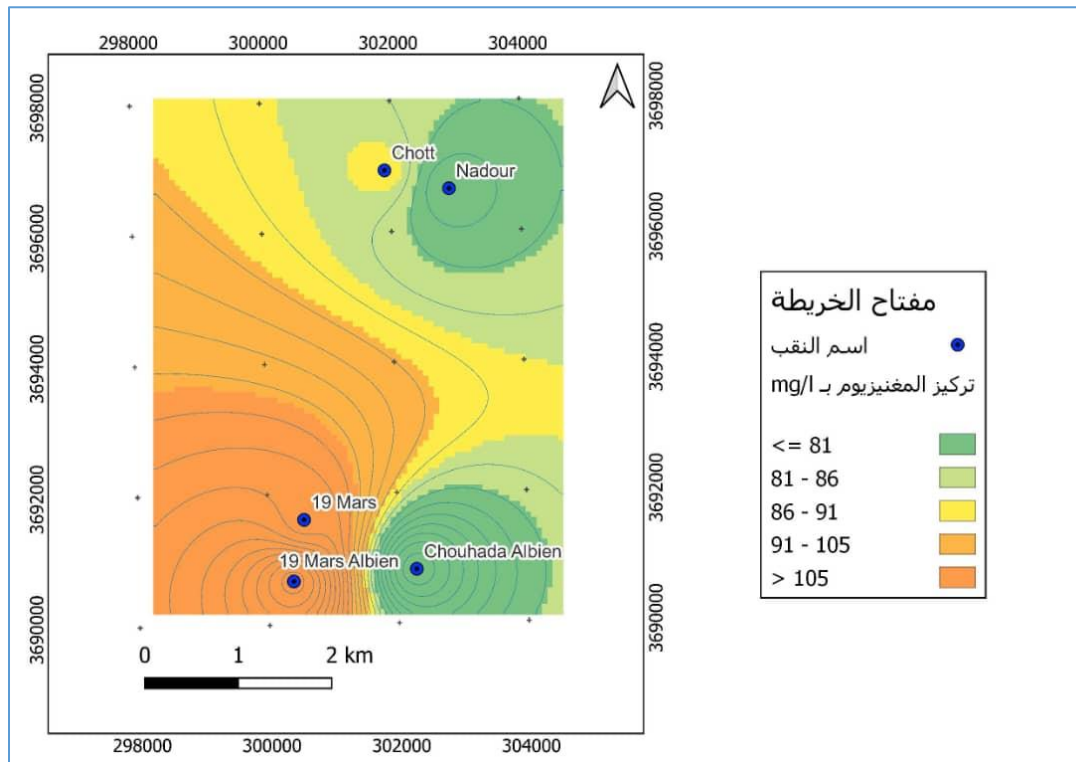
الشكل (17-2): تركيز  $Na^+$



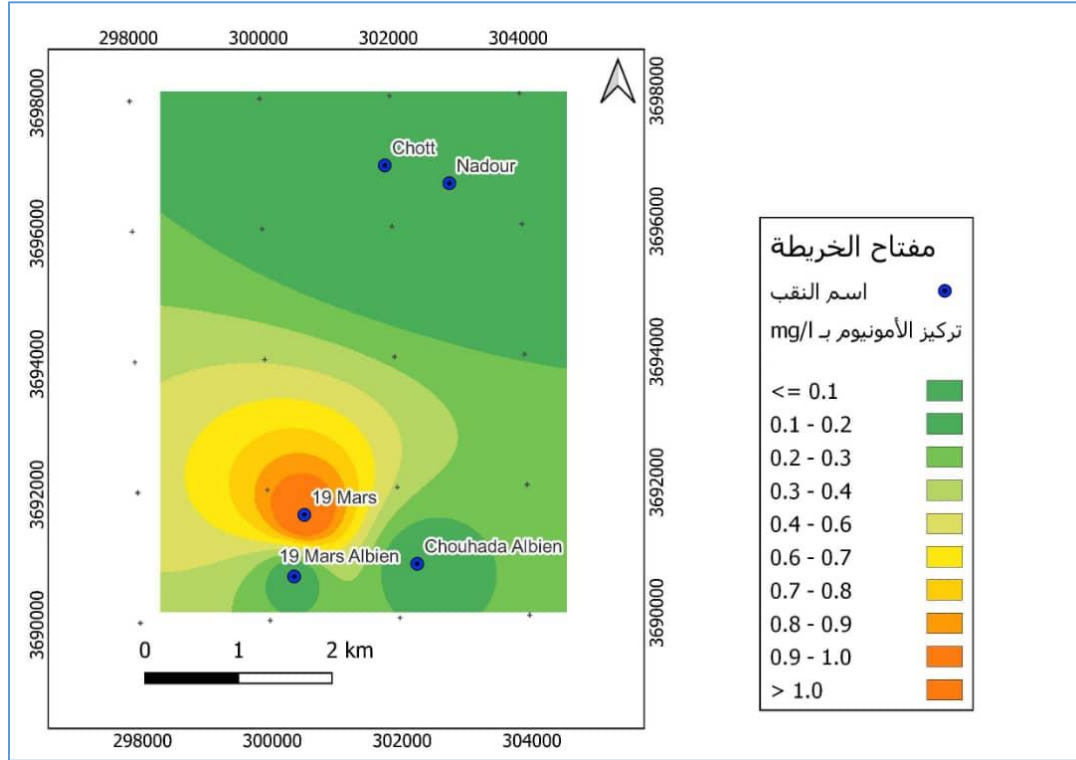
الشكل (18-2): تركيز  $Ca^{2+}$



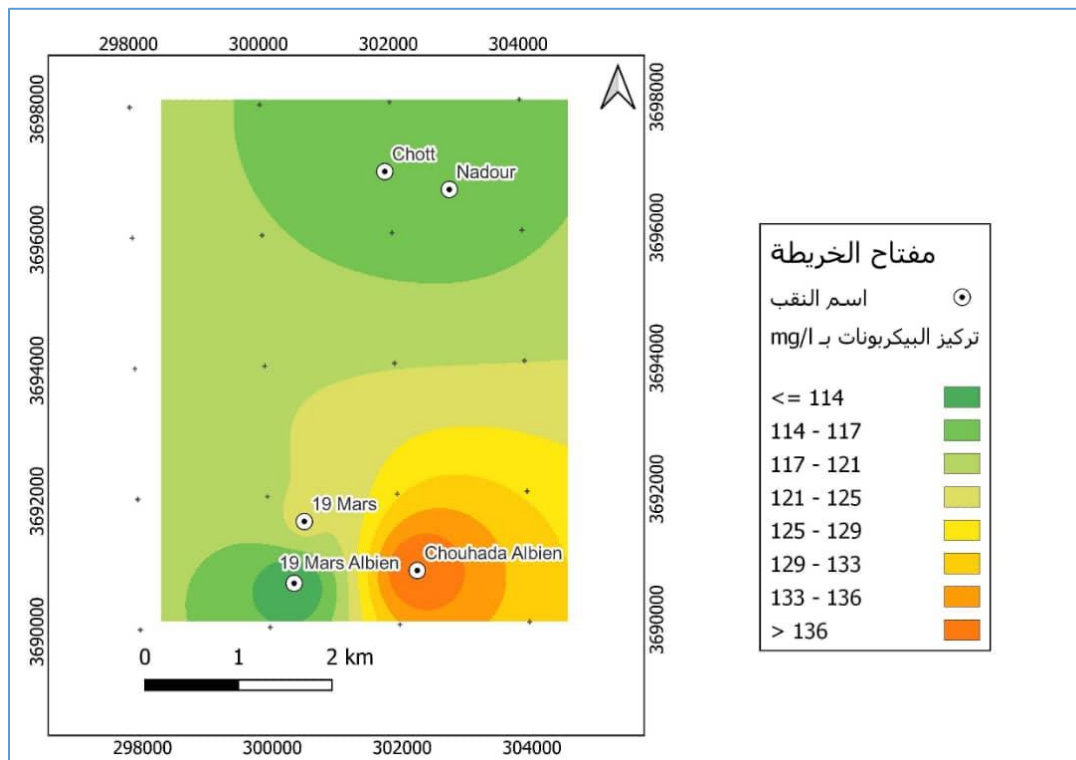
الشكل (2-19): تركيز Cl<sup>-</sup>



الشكل (2-20): تركيز Mg<sup>2+</sup>



الشكل (21-2): تركيز  $NH_4^+$



الشكل (22-2): تركيز  $HCO_3^-$

الملاحظ أن تراكيز مختلف الشوارد تتجاوز الحد المسموح به في المياه الصالحة للشرب حسب منظمة الصحة العالمية، هذا يدل على أن مياه منطقة الوادي غير صالحة للاستهلاك المباشر ولاستهلاكها يجب تحليتها

### 9.2 - تحلية المياه:

لحل أزمة نقص المياه العذبة تستخدم طريقة تحلية المياه المالحة والتي هي عبارة عن سلسلة من العمليات الصناعية يجري فيها إزالة كل أو جزء من الأملاح الزائدة والشوارد المعدنية من المياه. تتم هذه العمليات باستعمال طرق متعددة بعضها معروفة منذ القدم وبعضها حديثة و الطريقة الأكثر شيوعا و التي ضلت مستخدمة طيلة هذه القرون هي تبخير المياه وتكثيفها على أسطح باردة باستخدام الطاقة الشمسية.

### 10.2 - الخاتمة

تم التطرق في هذا الفصل إلى الخصائص الطبيعية والمناخية والهيدرولوجية لمنطقة الوادي، حيث أن الطابع الغالب على تضاريسها هو الكثبان الرملية، الشطوط والمنخفضات، أما مناخها فيمتاز بدرجات حرارة مرتفعة وتساقط قليل ورطوبة منخفضة، كما تم التطرق إلى هيدرولوجية المنطقة ومختلف طبقات المياه الجوفية والتمثلة في المتداخل القاري، المركب النهائي، الطبقة السطحية. التحاليل التي أجريت على مياه المنطقة أثبتت أنها غير صالحة للشرب وهو ما يستدعي تحليتها، ومن الطرق المستعملة لتحلية المياه والتي تعتبر أقل الطرق تكلفة طريقة التقطير الشمسي، استخدام المقطر الشمسي للحصول على مياه عذبة هو ما سيتم التطرق إليه في الدراسة التجريبية في الفصل الثالث.

# الفصل الثالث

الدراسة التجريبية وتحليل النتائج

**1.3 - مقدمة**

التجارب التي أجريت على المقطرات الشمسية الثلاثة، المقطر الشمسي الشاهد والمقطر الشمسي بالزعانف المخروطية والمقطر الشمسي بالزعانف الأسطوانية، بالإضافة إلى البروتوكولات التجريبية بما فيها من أدوات وأجهزة مستعملة كلها يتضمنها هذا الفصل، كما يتضمن النتائج المتحصل عليها وكمية الماء المقطر الناتج عن المقطرات الشمسية الثلاثة.

الهدف من هذه الدراسة هو المقارنة بين دور الزعانف الأسطوانية والزعانف المخروطية على مردود المقطر الشمسي، وتحسين ورفع مردودية إنتاج الماء المقطر للمقطر الشمسي البسيط.

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

هو المقطر الأكثر استعمالاً في العالم، حيث يحتوي على حوض به ماء مالح، مطلي باللون الأسود من أجل امتصاص كمية أكبر من الإشعاع الشمسي، ويغطي هذا الحوض بغطاء شفاف من الزجاج يكون مائل بزاوية معينة لتكثيف البخار في الجزء الداخلي للغطاء [50-52].

**2.2.3 - مبدأ العمل:**

التقطير الشمسي هو ظاهرة تجريبية لها نفس مبدأ عمل الظواهر الطبيعية، فعندما تسقط الأشعة الشمسية على مياه البحار أو المحيطات أو الأنهار فإنها تسخن هذه المياه فتتبخر وترتفع إلى الأعلى، ثم ينتقل البخار بالرياح حتى يصل إلى أماكن أكثر برودة، فيتكثف وتتشكل السحب لينزل المطر بعد ذلك [53].

**3.2.3 - طريقة العمل:**

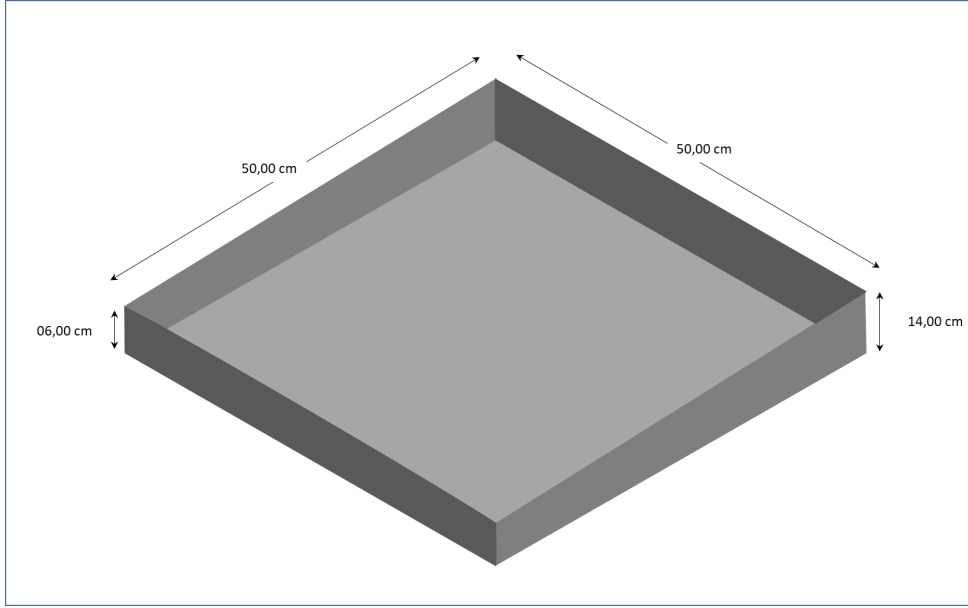
- يسخن الإشعاع الشمسي الماء المالح الموجود في المقطر.
  - يتبخر الماء المالح.
  - ينتقل البخار نحو سقف المقطر (الزجاج) عن طريق الحمل الحراري. [54]
  - يتكثف البخار على السطح الداخلي للزجاج مشكلاً قطرات ماء عذب تنزل في وعاء تجميع الماء.
- تركيبته:**

استعملنا في هذه التجربة المقطر الشمسي أحادي الميل ويتكون من:

**• الهيكل الخارجي (الصندوق):**

يكون مصنوع من مادة عازلة (الخشب)، وهو من أهم مكونات المقطر حيث يوضع فيه الماء المراد تقطيره وتطلى قاعدته وجوانبه باللون الأسود، وتكون أبعاده:

- الطول: 50 cm
- العرض: 50 cm
- مساحة الحوض: 2500 cm<sup>2</sup>
- السمك: 2 cm
- الارتفاع الأمامي: 6 cm
- الارتفاع الخلفي: 14 cm
- زاوية الميل 10°



الشكل (3-1): رسم تخطيطي للهيكل الخارجي للمقطر الشمسي البسيط

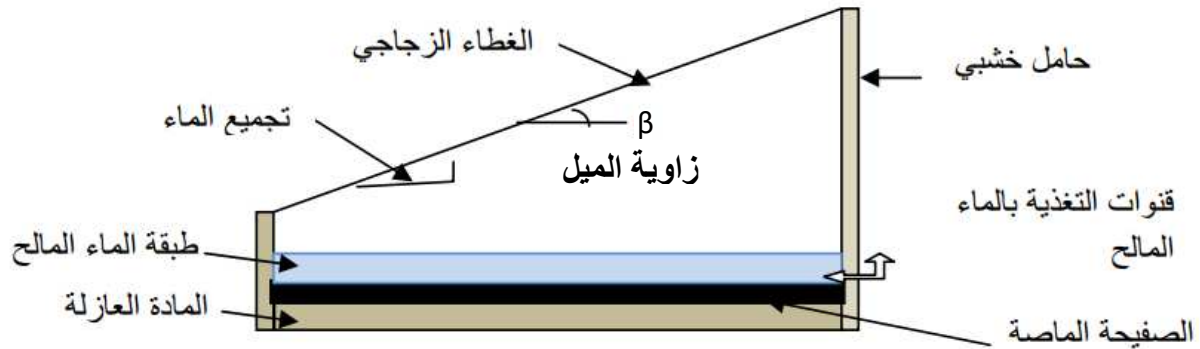
#### الغطاء الزجاجي:

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

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

#### أنبوب تجميع المياه:

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




الشكل (3-2): رسم تخطيطي لمقطر شمسي أحادي الميل

### 3.3 - الأجهزة المستعملة في التجربة

أخذت النتائج التجريبية ابتداء من الساعة 08:00 صباحا إلى غاية الساعة 18:00 مساء على مدى 10 ساعات من المراقبة تم تدوين النتائج التجريبية كل ساعة، استعملت من أجل ذلك الأجهزة التالية والموضحة في الجدول (1-3):

- جهاز متعدد القياسات.
- جهاز قياس الناقلية.
- الـ PH متر.
- مخبار مدرّج.

الجدول (1-3): أجهزة القياس المستعملة

	
<p>PH متر</p>	<p>جهاز متعدد القياسات</p>
	
<p>مخبار مدرّج</p>	<p>جهاز قياس الناقلية</p>

## 4.3 - الخطوات التجريبية:

## 1.4.3 - التجربة الأولى:

أجريت التجربة يوم 2022/03/03 بكلية العلوم الدقيقة بجامعة الوادي وتحت نفس الظروف المناخية، تم تعريض ثلاث مقطرات شمسية بسيطة لأشعة الشمس بعد أن وضعنا في كل مقطر كمية من الماء المالح تقرباً 2.5، حيث تم قياس درجة الحرارة للغطاء الزجاجي الداخلية والخارجية، ودرجة حرارة الماء ودرجة الحرارة المحيطة، وتم قياس كمية الماء المقطر المنتج عند كل ساعة، ابتداء من الساعة 08:00 صباحاً إلى غاية الساعة 18:00 مساءً والهدف من هذه التجربة هو اثبات أن المقطرات الثلاثة متشابهة إلى حد كبير.

الملاحظ من خلال النتائج المتحصل عليها أن مردود المقطرات الثلاثة متشابه بدرجة كبيرة، وبالتالي يمكن استعمال أحد هذه المقطرات كشاهد، أما المقطرين الآخرين فتم تثبيت في قاع حوض أحدهما زعانف اسطوانية من الإسمنت وتثبيت في قاع حوض المقطر الآخر زعانف مخروطية من الإسمنت أيضاً.



الشكل (3-3): صورة للتجربة الأولى



الشكل (3-4): صورة لزعانف أسطوانية وزعانف مخروطية من الإسمنت

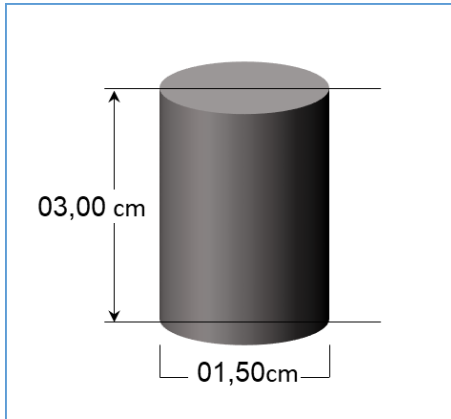
### 2.4.3 - التجربة الثانية:

الهدف من هذه التجربة هو معرفة مدى تأثير الزعانف الأسطوانية والزعانف المخروطية في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة تخزين الطاقة الحرارية ومدى تأثيرها على درجة حرارة الزجاج الداخلية والخارجية من جهة، وعلى مردود المقطر الشمسي من جهة أخرى.

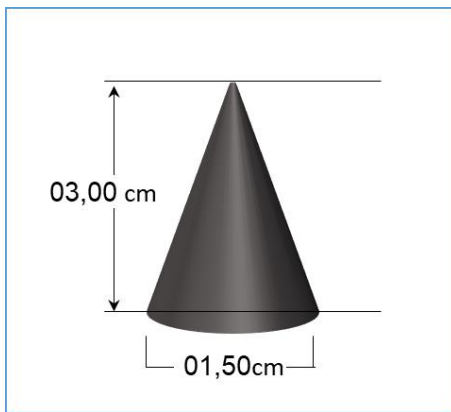
#### الأدوات التجريبية:

- ✓ ماء مالح
- ✓ ثلاث مقطرات
- ✓ زعانف أسطوانية (أسطوانات من الإسمنت) ذات قطر 1.5 cm وارتفاع 3 cm
- ✓ زعانف مخروطية (مخروطات من الإسمنت) ذات قاعدة قطرها 1.5 cm وارتفاع 3cm
- ✓ ثلاث قوارير صغيرة
- ✓ مخبر مدرّج
- ✓ جهاز قياس الناقلية
- ✓ جهاز قياس درجة الحرارة
- ✓ PH متر

#### البروتوكول التجريبي:

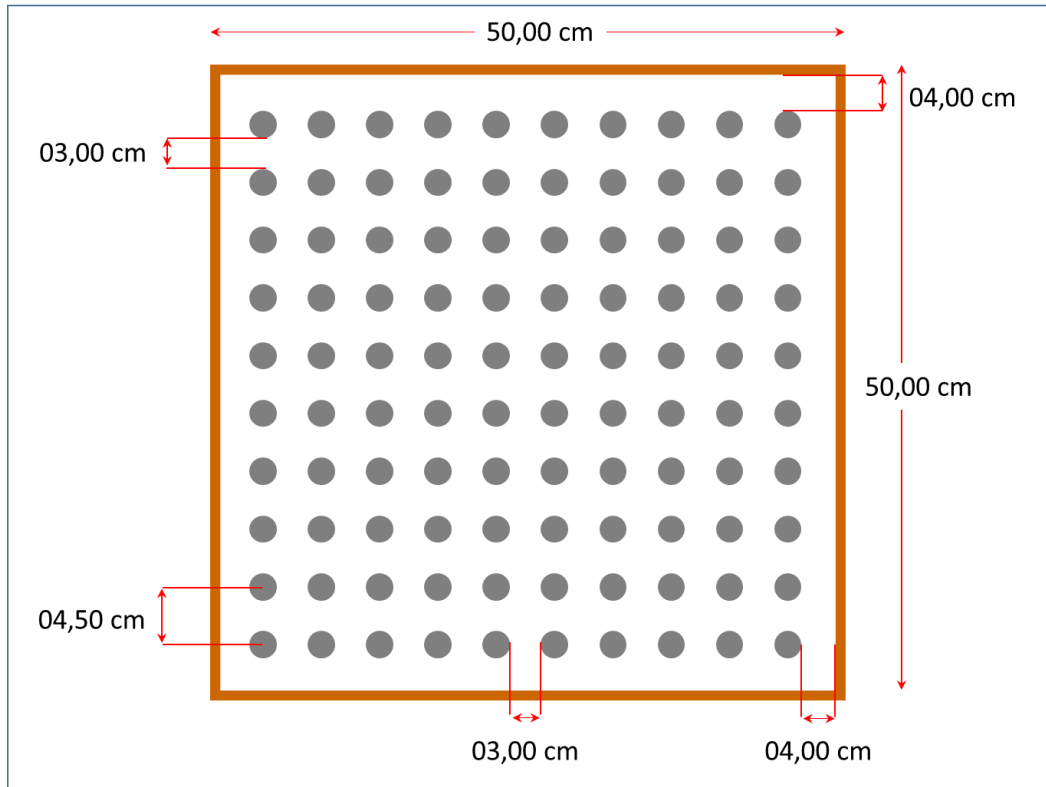


الشكل (3-5): أبعاد زعنف أسطوانية

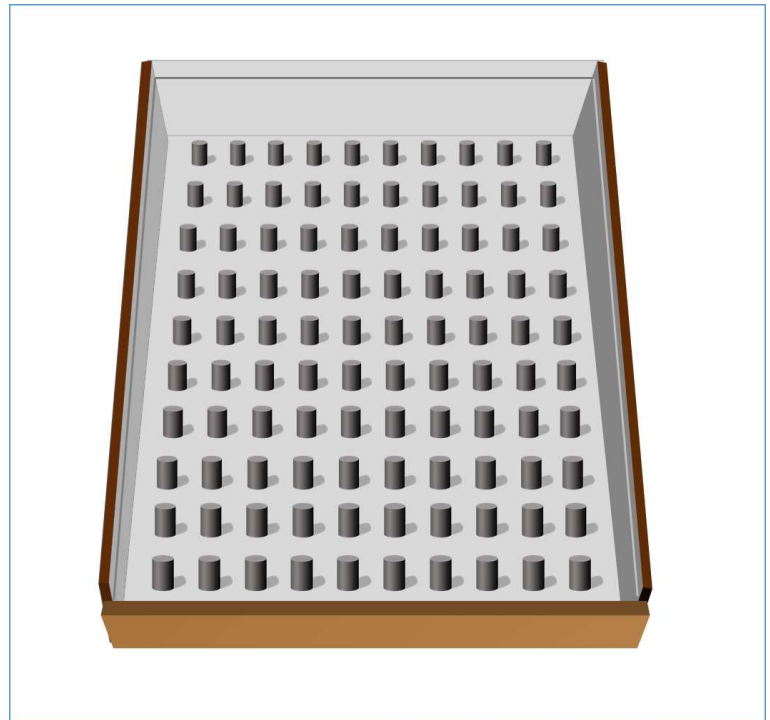
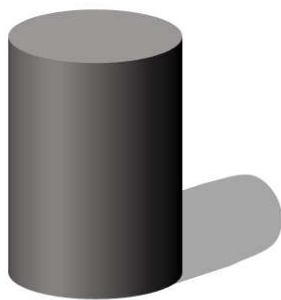


الشكل (3-6): أبعاد زعنف مخروطية

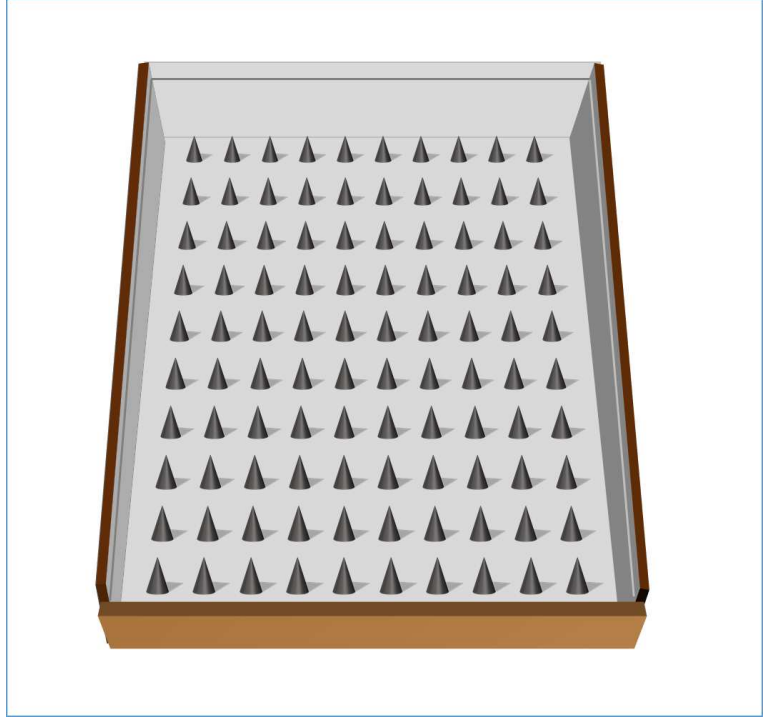
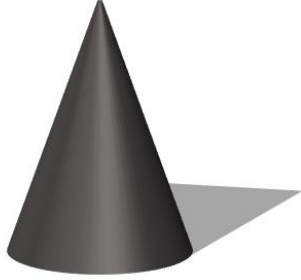
- نضع ميزان الماء على الطاولة المراد وضع المقطرات عليها، ونتحقق أنها على استقامة واحدة.
- نثبت الزعانف الأسطوانية على قاع حوض أحد المقطرات.
- نثبت الزعانف المخروطية على قاع حوض مقطر آخر.
- نضع الأنابيب في مواضعها وكذلك القارورات.
- نضع 2.5 l من الماء المالح في حوض كل مقطر.
- نغسل الغطاء الزجاجي جيدا من الشوائب كي يصبح نظيا يسمح بانزلاق الماء.
- نضع الغطاء الزجاجي على كل مقطر.
- نضع اللواقط الحرارية على الزجاج الداخلي والخارجي وفي الماء لكل المقطرات.
- نسد المقطرات جيدا لمنع التسربات الحرارية.
- نقيس درجة حرارة الماء داخل المقطرات ودرجة حرارة الزجاج الداخلية والخارجية لكل المقطرات وكمية الماء الناتجة كل ساعة عن طريق الانبوب المدرج وتكون القراءة بشكل عمودي.
- نضع كمية الماء الناتجة في كأس بيشر و ندخل مسبار جهاز الـ PH متر داخل الكأس لمعرفة قيمة الـ PH للماء المقطر الناتج ومقارنته مع الـ PH الماء المالح.
- نقيس الناقلية الكهربائية للماء المقطر الناتج ثم نقارنها بالمعايير المعروفة للماء النقي.



الشكل (3-7): رسم تخطيطي يوضح مواضع الزعانف في حوض المقطر الشمسي المحسن



الشكل (3-8): رسم تخطيطي يوضح ظل الزعانف الأسطوانية



الشكل (9-3): رسم تخطيطي يوضح ظل الزعانف المخروطية



الشكل (10-3): صورة للمقطرات الشمسية (الشاهد- المحسن بالزعانف الأسطوانية- المحسن بالزعانف المخروطية)

**5.3 - النتائج التجريبية:**

أنجزت التجربة يوم 2022/03/05 على مستوى كلية العلوم الدقيقة بجامعة الوادي وذلك تحت الظروف الجوية المدونة في الجدول أدناه:

**الجدول (2-3): الظروف الجوية يوم التجربة**

06:56	شروق الشمس
18:33	غروب الشمس
15°C – 27°C	درجة حرارة الجو
34 %	الرطوبة
08 km/h	سرعة الرياح

قياس قيمة الـPH والناقلية الكهربائية للماء المالح والمقطر (قبل وبعد التجربة) بمخبر الطاقات المتجددة بجامعة الوادي أعطى النتائج المسجلة في الجدول التالي:

**الجدول (3-3): نتائج تحليل الماء المستعمل**

[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] mg/l	[Cl <sup>-</sup> ] mg/l	[Mg <sup>2+</sup> ] mg/l	[Ca <sup>2+</sup> ] mg/l	$\sigma$ ( $\mu\text{s/cm}$ )	PH	المقدار نوع الماء
0.105	822.509	104.514	270.536	4170	7.917	الماء المالح
0.00	18.271	4.51	8.032	57.9	7.04	الماء المقطر الناتج

النتائج المتحصل عليها من التجربة التي أنجزت مقبولة ومشجعة للغاية نظرا للفارق الملحوظ في قيم الـPH والناقلية الكهربائية.

**6.3 - تحليل ومناقشة النتائج:**

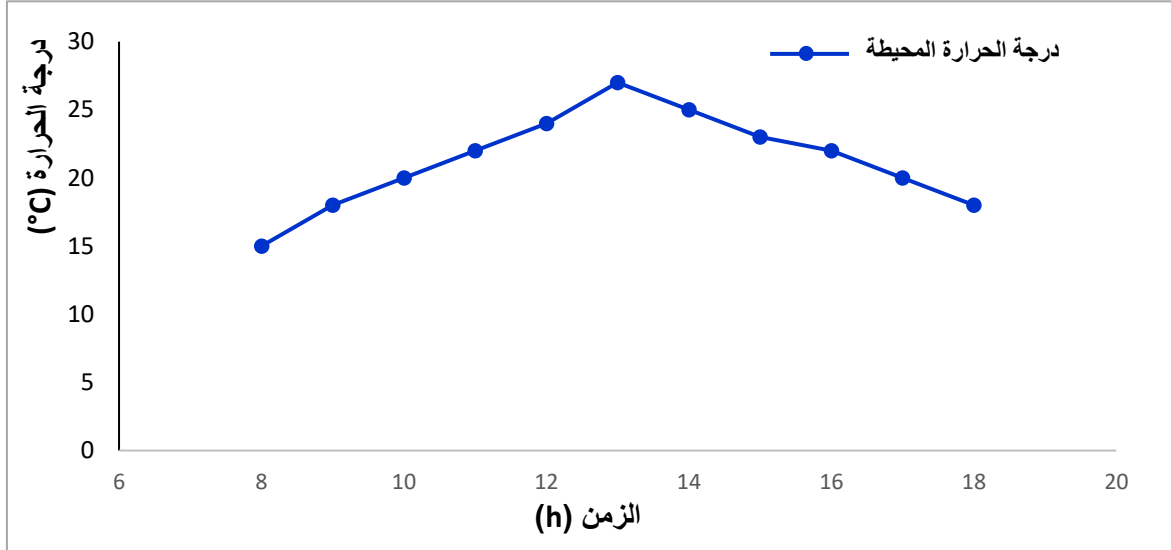
القياسات المأخوذة خلال يوم كامل من الساعة 08:00 صباحا الى غاية 18:00 مساء هي لـ:

- 1- درجة الحرارة المحيطة
- 2- شدة الإشعاع الشمسي
- 3- درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج
- 4- درجة حرارة الماء المالح
- 5- كمية الماء المقطر الناتجة

**1.6.3 - تطور درجة الحرارة المحيطة:**

درجة الحرارة المحيطة من أهم العوامل المؤثرة على عملية التقطير الشمسي، تأثيرها يكون بشكل مباشر على الزجاج من الخارج مما يؤدي الى التأثير على عملية الانتقال الحراري بالحمل

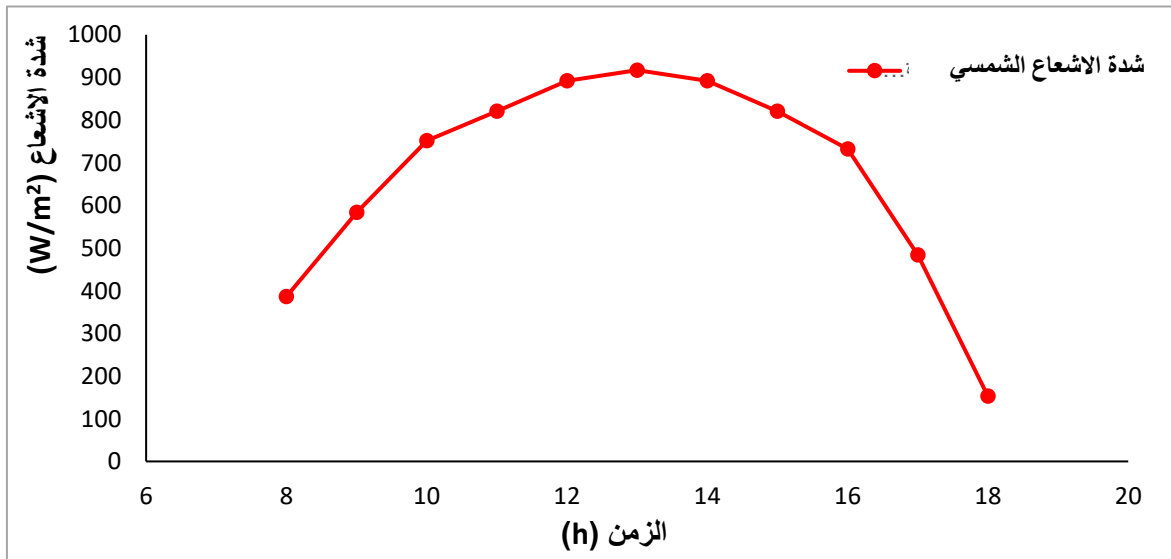
الطبيعي والقسري معا. الشكل (3-11) يمثل منحنى تغيرات درجة الحرارة المحيطة ( $T_a$ ) بدلالة الزمن، الملاحظ أن درجة الحرارة على الساعة 08:00 كانت قيمتها  $15^\circ\text{C}$  ثم تزايدت مع مرور الزمن إلى أن بلغت القيمة العظمى وهي  $27^\circ\text{C}$  وذلك على الساعة 14:00 ثم تناقصت تدريجيا إلى أن أخذت القيمة  $18^\circ\text{C}$  على الساعة 18:00.



الشكل (3-11): منحنى تغيرات درجة الحرارة المحيطة بدلالة الزمن يوم التجربة 2022/03/05

### 2.6.3 - تطور شدة الإشعاع الشمسي:

الشكل (3-12) يوضح تغيرات شدة الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن ليوم التجربة والموافق ليوم 2022/03/5، الملاحظ من خلال المنحنى أن شدة الإشعاع الشمسي أخذت القيمة  $386\text{ w/m}^2$  على الساعة 08:00 ثم ازدادت إلى أن بلغت قيمة عظمى وهي  $917\text{ w/m}^2$  على الساعة 13:00 وهذا لأن الشمس انتصفت السماء في هذا الوقت و بالتالي كان الإشعاع في أقصى قيمه، ثم تناقصت قيمة الإشعاع الشمسي تدريجيا مع مرور الزمن إلى أن وصلت القيمة  $153\text{ w/m}^2$  على الساعة 18:00.



الشكل (3-12): منحنى شدة الإشعاع الشمسي خلال يوم التجربة 2022/03/05

## 3.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل وماء الحوض للمقطر الشمسي الشاهد:

منحنى تغيرات كل من درجة حرارة الزجاج من الداخل ودرجة حرارة الزجاج من الخارج ودرجة حرارة الماء المالح للمقطر الشمسي الشاهد ممثلة في الشكل (13-3)

- درجة حرارة الزجاج من الخارج (Tgo) :

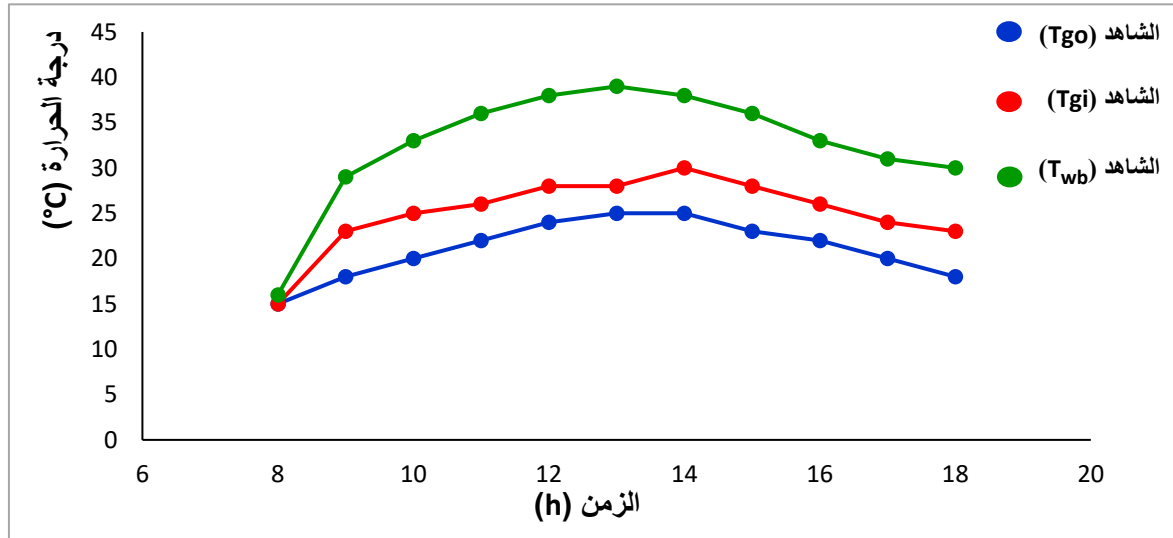
تأخذ القيمة  $15^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $25^{\circ}\text{C}$  على الساعة 13:00 ثم تتناقص إلى أن تصل إلى القيمة  $18^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.

- درجة حرارة الزجاج من الداخل (Tgi) :

تأخذ القيمة  $15^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $30^{\circ}\text{C}$  على الساعة 14:00 ثم تتناقص تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة  $23^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.

- درجة حرارة الماء المالح (Twb) :

تأخذ القيمة  $16^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $39^{\circ}\text{C}$  على الساعة 13:00 ثم تتناقص إلى أن تصل إلى القيمة  $30^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.



الشكل (13-3): منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج وماء الحوض للمقطر الشمسي الشاهد

### 4.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل وماء الحوض للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية:

يمثل الشكل (3-14) منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل ودرجة حرارة الماء المالح للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية الملاحظ ان تغيرات هذه المقادير تكون كما يلي:

- درجة حرارة الزجاج من الخارج ( $T_{go}$ ):

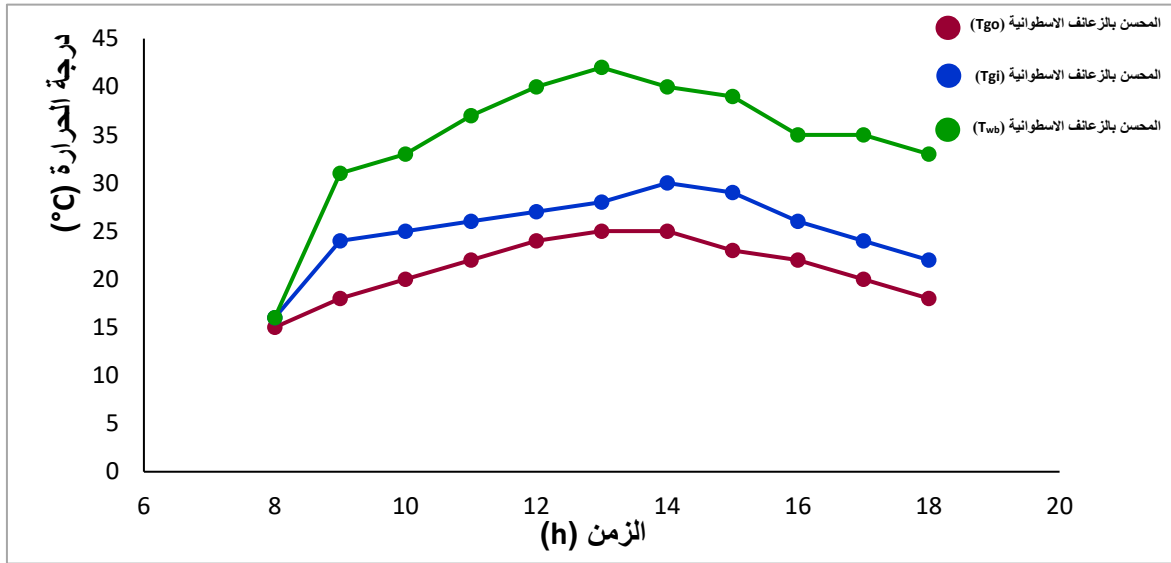
تأخذ القيمة  $15^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجيا إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $25^{\circ}\text{C}$  على الساعة 13:00 ثم تتناقص إلى أن تصل إلى القيمة  $18^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.

- درجة حرارة الزجاج من الداخل ( $T_{gi}$ ):

تأخذ القيمة  $16^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجيا إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $30^{\circ}\text{C}$  على الساعة 14:00 ثم تتناقص تدريجيا إلى أن تصل إلى القيمة  $22^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.

- درجة حرارة الماء المالح ( $T_{wb}$ ):

تأخذ القيمة  $16^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجيا إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $42^{\circ}\text{C}$  على الساعة 13:00 ثم تتناقص إلى أن تصل إلى القيمة  $33^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.



الشكل (3-14): منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج وماء الحوض للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية

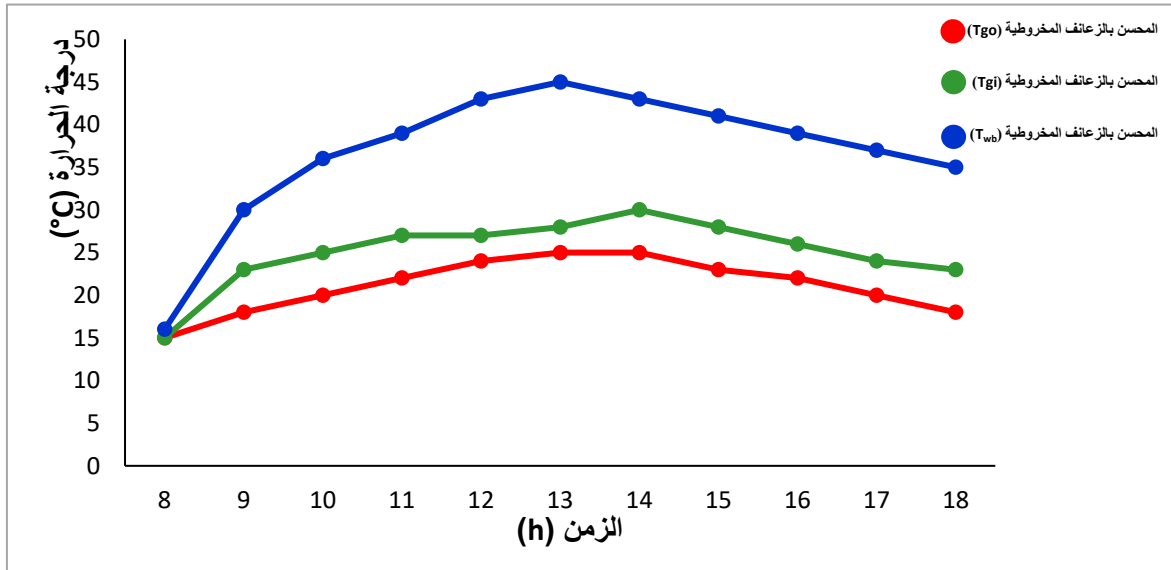
### 5.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل وماء الحوض للمقطر المحسن بالزئاعف المخروطية:

يمثل الشكل (3-15) منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج والماء المالح للمقطر المحسن بالزئاعف المخروطية، تطور هذه المقادير يكون بالشكل التالي:

- درجة الحرارة للزجاج من الخارج ( $T_{go}$ ):  
تأخذ القيمة  $15^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $25^{\circ}\text{C}$  على الساعة 13:00 ثم تتناقص إلى أن تصل إلى القيمة  $18^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.

- درجة حرارة الزجاج من الداخل ( $T_{gi}$ ):  
تأخذ القيمة  $15^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $30^{\circ}\text{C}$  على الساعة 14:00 ثم تتناقص تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة  $23^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.

- درجة حرارة الماء المالح ( $T_{wb}$ ):  
تأخذ القيمة  $16^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تتزايد تدريجياً إلى أن تصل إلى القيمة العظمى  $45^{\circ}\text{C}$  على الساعة 13:00 ثم تتناقص إلى أن تصل إلى القيمة  $35^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00.



الشكل (3-15): تطور درجة حرارة الزجاج من الخارج ومن الداخل وماء الحوض للمقطر المحسن بالزئاعف المخروطية

### 6.6.3 - تطور درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج وماء الحوض للمقطرات الثلاثة:

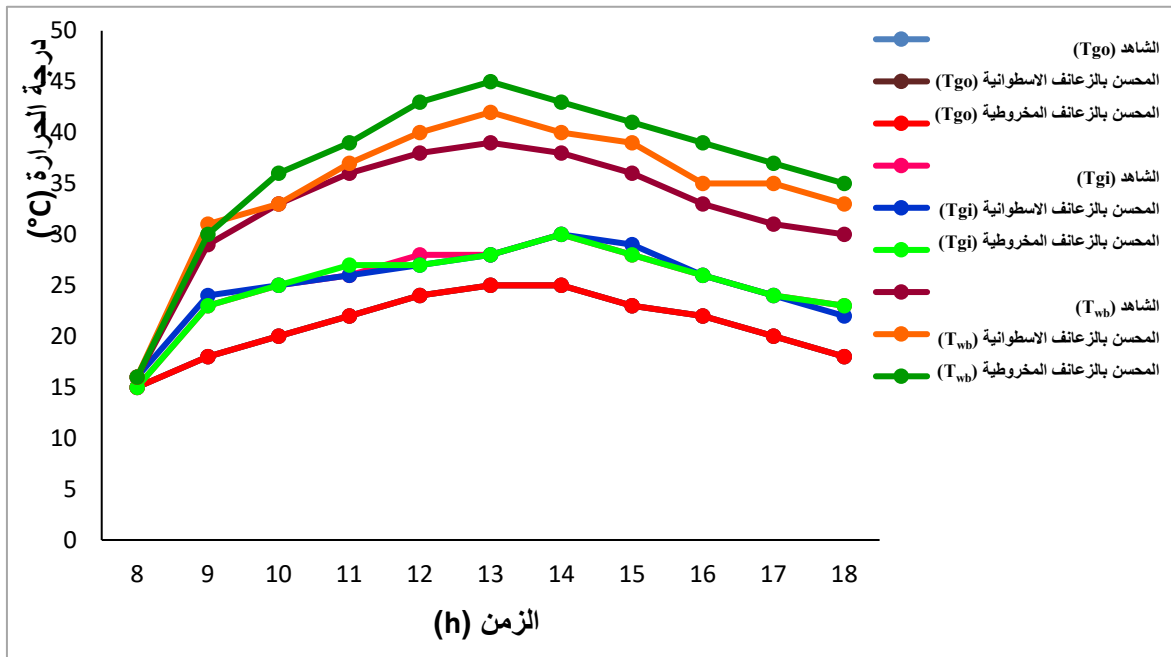
الملاحظ في الشكل (3-16) أن درجة الحرارة للزجاج من الخارج أخذت القيمة  $15^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 ثم تزايدت إلى أن بلغت القيمة  $25^{\circ}\text{C}$  على الساعة 13:00 ثم تناقصت لتصل إلى القيمة  $18^{\circ}\text{C}$  على الساعة 18:00 وهذا بالنسبة للمقطرات الثلاثة الشاهد والمحسنين.

من الملاحظ عموماً أن درجات الحرارة متطابقة عند كل الأوقات للمقطرات الثلاثة.

بالنسبة لتغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلية للمقطرات الثلاثة بدلالة الزمن، الملاحظ عند بداية التجربة على الساعة 08:00 كانت درجة الحرارة  $15^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطرين الشاهد و المحسن باستخدام الزعانف المخروطية و  $16^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطر المحسن باستخدام الزعانف الأسطوانية، ثم تزايدت مع مرور الزمن لتبلغ القيمة  $30^{\circ}\text{C}$  وهي قيمة أعظمية للمقطرات الثلاثة عند الساعة 14:00 ثم تناقصت إلى أن وصلت على الساعة 18:00 إلى القيمة  $22^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطر المحسن باستخدام الزعانف الأسطوانية والقيمة  $23^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للشاهد والمحسن باستخدام الزعانف المخروطية.

الملاحظ عموماً أن درجة حرارة الزجاج الداخلية متقاربة إلى حد كبير بالنسبة للمقطرات الثلاثة.

بالنسبة لدرجة حرارة ماء الحوض تتغير بداية من الدرجة  $16^{\circ}\text{C}$  على الساعة 08:00 بالنسبة للمقطرات الثلاثة كما بالشكل (3-16)، حيث أن البيانات انطلقت من نفس درجة الحرارة وهي الدرجة  $16^{\circ}\text{C}$  عند الساعة 08:00 ثم تزايدت مع مرور الزمن لتبلغ قيم أعظمية عند الساعة 13:00 وتكون  $39^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطر الشاهد و  $42^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية و  $45^{\circ}\text{C}$  بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية، عموماً درجة حرارة ماء الحوض للمقطرين المحسنين أكبر منها عند المقطر الشاهد وهذا راجع لوجود زعانف أسطوانية وزعانف مخروطية مثبتة على حوضي المقطرين المحسنين، والتي من ميزاتهما زيادة مساحة النطاق الإشعاع الشمسي من جهة ومضاعفة فترة تخزين الطاقة الحرارية من جهة أخرى. لكن عند المقارنة بين المقطرين المحسنين فمن الملاحظ أن درجة حرارة ماء الحوض للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية أكبر منها عند المقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية، وهذا راجع لمساحة الظل التي تشكلها الزعانف، حيث إن مساحة ظل الزعانف المخروطية أقل من مساحة ظل الزعانف الأسطوانية.

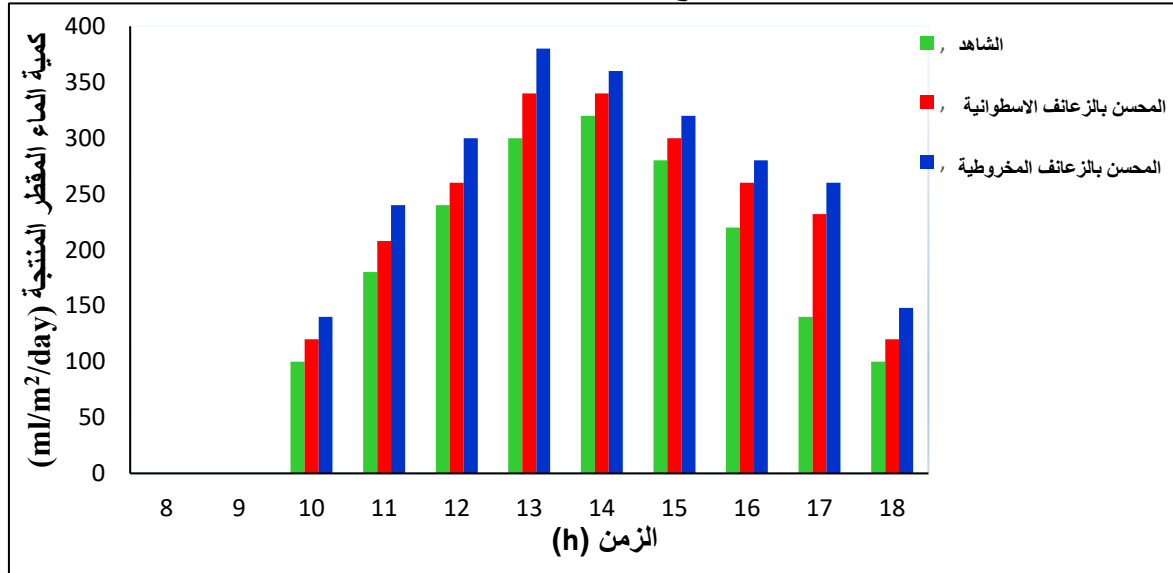


الشكل (3-16): منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج من الداخل ومن الخارج ودرجة حرارة ماء الحوض للمقطرات (الشاهد- المحسن بالزعانف الأسطوانية- المحسن بالزعانف المخروطية)

### 7.6.3 - تطور كمية الماء المقطر الناتج:

الشكل (3-17) هو مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر الناتج من المقطرات الشمسية بدلالة الزمن يتبين من الشكل أنه لم يتم تسجيل أي كمية ماء عند الساعتين 08:00 و 09:00، وعند الساعة 10:00 قدرت كمية الماء المنتجة بـ 100ml بالنسبة للمقطر الشاهد و 120ml بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية و 140ml بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية، ثم تزايدت كمية الماء المقطر الناتج إلى أن بلغت قيم عظمى تقدر بـ 320ml بالنسبة للمقطر الشاهد و 340ml بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية و 360ml بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية وذلك عند الساعة 14:00، ثم تناقصت كمية الماء المقطر الناتج مع مرور الزمن إلى أن وصلت إلى القيمة 100ml بالنسبة للمقطر الشاهد و 120ml بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية و 148ml بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية وذلك على الساعة 18:00.

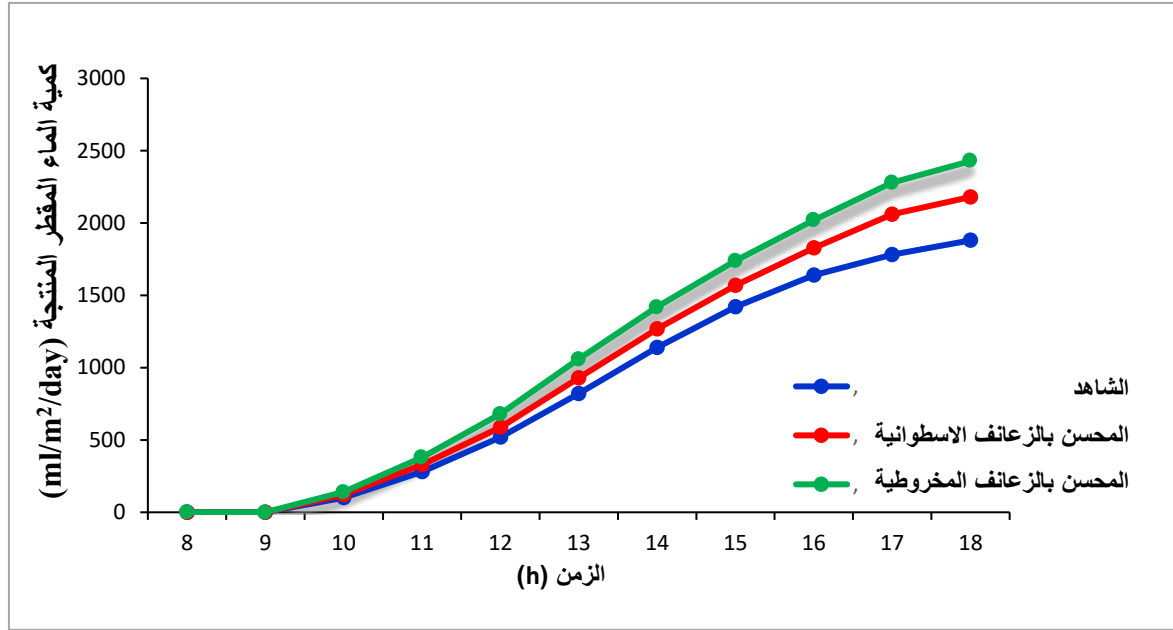
الملاحظ عموماً أن كمية الماء المقطر الناتج من المقطر المحسن بالزعانف المخروطية أكبر منها من كمية الماء المقطر الناتج من المقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية وكمية الماء الناتجة من هذا الأخير أكبر من كمية الماء المقطر الناتج من المقطر الشاهد.



الشكل (3-17): مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر المنتجة للمقطرات (الشاهد- المحسن بالزعانف الأسطوانية- المحسن بالزعانف المخروطية)

الشكل (3-18) يمثل منحنى تغيرات كمية الماء المقطر المنتجة بالنسبة للمقطرات (الشاهد- المحسن بالزعانف المخروطية-المحسن بالزعانف الأسطوانية) بدلالة الزمن، الملاحظ من خلال المنحنى أنه لم يتم تسجيل أي كمية من الماء المقطر بالنسبة للمقطرات الثلاث وذلك عند الساعتين 08:00 و 09:00 ثم تزايدت الكمية مع مرور الزمن، حيث كانت هذه الزيادة بكميات كبيرة في الفترة ما بين الساعة 11:00 والساعة 14:00، أما في الفترة ما بين الساعة 14:00 والساعة 18:00 استمرت الزيادة في كمية الماء المقطر المنتجة لكن بكميات أقل. وقد بلغت انتاجية الماء المقطر الناتجة عن المقطر الشاهد 1880 ml/m²/day و 2180 ml/m²/day عن المقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية و 2428 ml/m²/day عن المقطر المحسن بالزعانف المخروطية.

عموما من الملاحظ أن كمية الماء المقطر الناتجة تتزايد مع مرور الزمن في كل المقطرات لكنها كانت أفضل بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية.



الشكل (3-18): منحنى تغيرات كمية الماء المقطر المنتجة بدلالة الزمن للمقطرات (الشاهد- المحسن بالزعانف المخروطية-المحسن بالزعانف الأسطوانية)

### 7.3 - مناقشة النتائج:

#### 1.7.3 - درجة حرارة الزجاج الداخلية والخارجية:

تتعلق درجة الحرارة الداخلية للزجاج بدرجة الحرارة الخارجية له، وهذا واضح في الأشكال (3-13)، (3-14)، (3-15)، (3-16)، حيث أن ارتفاع درجة حرارة الزجاج من الداخل يصحبه ارتفاع درجة حرارة الزجاج من الخارج، والملاحظ أيضا وجود فارق في درجة حرارة الزجاج بين المقطرات ويعود هذا الفارق للزعانف الإسمنتية الأسطوانية والمخروطية المثبتة في قاعي حوضي المقطرين المحسنين، وهو ما أدى إلى زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي من جهة ومضاعفة فترة تخزين الطاقة الحرارية من جهة أخرى، وهذا ينعكس على درجة حرارة ماء الحوض ومنه على الزجاج. هناك عامل آخر وهو ظل الزعانف الذي يغطي مساحات من الحوض حيث تكون المساحات المغطاة بواسطة الظل صغيرة بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية مقارنة بالمساحات المغطاة في المقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية مما يجعل مساحة التقاط الإشعاع الشمسي أكبر في المقطر المحسن بالزعانف المخروطية.

كما تجدر الإشارة إلى عامل الرياح، والتي يؤدي هبوبها إلى خفض درجة حرارة الزجاج من الخارج، فتنتقل الحرارة بالتوصيل وتبرّد الزجاج من الداخل وهذا ما يؤدي إلى تكثيف الماء المقطر بسرعة، وهو ما ينعكس إيجابا على مردود المقطر، فكلما انخفضت درجة الحرارة الخارجية للزجاج زاد المردود.

### 2.7.3 - درجة حرارة الماء داخل المقطر

الملاحظ من خلال الشكل (3-11) أن كمية الماء المنتجة من المقطرين المحسنين أكبر من كمية الماء المنتجة من المقطر الشاهد، ويعود هذا إلى درجة حرارة الماء داخل المقطرات فكلما ارتفعت درجة حرارة الماء المالح كلما زادت كمية الماء المقطر المنتجة والسبب يعود للتحسينات التي أضيفت إلى المقطرين، و المتمثلة في زعانف إسمنتية ذات أشكال أسطوانية و مخروطية والتي لها خاصية الامتصاص للإشعاع الشمسي بشكل أفضل وتخزين الطاقة الحرارية، هذا ما رفع من درجة حرارة الماء المالح في المقطرين المحسنين أكثر منها في المقطر الشاهد وأعطى نتائج أفضل من نتائج المقطر الشاهد.

عند مقارنة نتائج المقطرين المحسنين كانت نتائج المقطر المحسن بالزعانف المخروطية هي الأفضل، ويعود هذا لصغر مساحة الظل المتشكل عن الزعانف المخروطية والذي يغطي مناطق من الحوض، مقارنة بالظل المتشكل عن الزعانف الأسطوانية والتي تغطي مناطق أكبر من الحوض، هذا ما يجعل درجة حرارة ماء الحوض في المقطر المحسن بالزعانف المخروطية أكبر، فكلما زادت درجة حرارة الماء زاد الفارق بينه وبين درجة الحرارة الداخلية للزجاج، وهو الشيء الذي يزيد من كمية الماء المتبخر وبالتالي يزداد المرود.

### 3.7.3 - الإشعاع الشمسي:

يعتبر الإشعاع الشمسي الساقط العامل الأساسي في عملية التقطير. الجدول (3-4) يضم مختلف القيم التي أخذها الإشعاع الشمسي خلال يوم التجربة وكمية الماء المنتجة للمقطرات خلال ساعات مختلفة.

الجدول (3-4): قيم شدة الإشعاع الشمسي وكمية الماء المقطر المنتجة

الساعة h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
شدة الإشعاع الشمسي w/m <sup>2</sup>	386	584	752	821	892	917	892	821	732	484	153
كمية الماء المقطر الناتج	0	0	100	180	240	300	320	280	220	140	100
اسطوانية	0	0	120	208	260	340	340	300	260	232	120
مخروطية ml/m <sup>2</sup> /day	0	0	140	240	300	380	360	320	280	260	148

الملاحظ أن كمية الماء الناتج تتزايد مع تزايد شدة الإشعاع الشمسي إلى أن تصل إلى الذروة عند الساعة 13:00، التزايد المستمر للإشعاع الشمسي راجع إلى خلو الجو من السحب في الفترة الصباحية، ويبلغ ذروته عند الزوال وهذا راجع للسقوط العمودي للإشعاع على سطح الأرض، أما في الفترة المسائية فإن الإشعاع الشمسي ينخفض تدريجياً ويعود هذا لغروب الشمس.

ما يجدر الإشارة إليه أن المقطر المحسن بالزعانف المخروطية أعطى أفضل النتائج، ويعود هذا إلى الزعانف المخروطية المثبتة على قاع حوض المقطر، فمن مميزات زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي والتقليل من مساحة ظل الزعانف من جهة، ومضاعفة فترة تخزين الطاقة الحرارية من جهة أخرى، هذه الزيادة في امتصاص الإشعاع الشمسي تعمل على رفع درجة حرارة الماء داخل المقطر وتبخيره بكميات كبيرة مما يزيد في المرود.

## 4.7.3 - درجة الحرارة المحيطة:

قيم درجة الحرارة المحيطة المأخوذة خلال كل ساعة ابتداء من 08:00 صباحا إلى غاية 18:00 مساء في يوم التجربة وكميات الماء المقطر الناتجة مدونة في الجدول (3-5) الموالي:

الجدول (3-5): قيم درجة الحرارة المحيطة وكمية الماء المقطر المنتجة

الساعة h											
18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	درجة حرارة المحيط Ta (°C)
18	20	22	23	25	27	24	22	20	18	15	كمية الماء المقطر الناتج ml/m <sup>2</sup> /day
100	140	220	280	320	300	240	180	100	0	0	شاهد
120	232	260	300	340	340	260	208	120	0	0	اسطوانية
148	260	280	320	360	380	300	240	140	0	0	مخروطية

الملاحظ من خلال القيم المسجلة في الجدول (3-5) أن كمية الماء المقطر المنتجة تزداد بزيادة درجة الحرارة المحيطة (الجو)، وتنخفض بانخفاضها، حيث تم تسجيل أكبر كمية ماء مقطر ناتج عندما بلغت درجة الحرارة 27°C وذلك عند الساعة 13:00، فبالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية بلغت كمية الماء المقطر المنتجة 340 ml/m<sup>2</sup>/day أما بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية فقد بلغت 380 ml/m<sup>2</sup>/day بينما المقطر الشاهد فقد بلغت كمية الماء 320ml/m<sup>2</sup>/day على الساعة 14:00.

ويعود هذا للانتقال الحراري بالحمل بين المحيط والزعانف الخارجي ثم يحدث انتقال حراري بالتوصيل بين الزعانف من الخارج ومن الداخل وهذا ما يعمل على احداث فرق بين درجة حرارة الزعانف من الداخل ومن الخارج، مما يؤدي إلى تكثيف الماء المتبخر فكلما زادت درجة الحرارة المحيطة كلما سرعت من عملية تكثيف الماء وهو ما يؤثر إيجابا على المردود.

## 8.3 - الخاتمة

النتائج المتحصل عليها من الدراسة التجريبية التي أجريت أثبتت أن إضافة الزعانف للمقطر الشمسي يزيد من مردوده، حيث ساهمت في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة تخزين الطاقة، وبالتالي نستخلص أن المقطر المحسن بالزعانف الاسطوانية أفضل من المقطر الشاهد بنسبة قدرت بـ (15.95%)، والمقطر المحسن بالزعانف المخروطية أفضل من المقطر الشاهد بنسبة قدرت بـ (29.15%).

لكن عند مقارنة المقطرين المحسنين ببعضهما فقد سجلت أفضل النتائج بالنسبة للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية، ويعود ذلك لمساحة ظل الزعانف المخروطية والتي هي أقل من مساحة ظل الزعانف الأسطوانية وهذا ما زاد في مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة تخزين الطاقة في المقطر المحسن بالزعانف المخروطية ومنه نستخلص أن شكل الزعانف يؤثر على مردود المقطر.

الخاتمة العامة

## الخاتمة العامة:

نظرا لندرة المياه العذبة فإن توفيرها هدف تسعى لتحقيقه كل دول العالم، الجزائر من الدول التي تعاني من نقص المياه الصالحة للشرب هذا ما جعلها تلجأ إلى تحلية المياه المالحة بعدة طرق، التقطير الشمسي يعتبر من أبسط التقنيات المستعملة لهذا الغرض فتقنية التقطير الشمسي غير مكلفة لأنها تعتمد على الطاقة الشمسية التي تتوفر عليها الجزائر بشكل كبير وعلى مدار السنة. كما أن منطقة الوادي تزخر بمخزون كبير من المياه الجوفية، لكنها غير صالحة للشرب وهو ما اضطر سكان المنطقة للبحث على مصادر للمياه العذبة، يعتبر التقطير الشمسي أحد الحلول التي يمكن الاعتماد عليها للحصول على مياه الشرب.

تم استخدام المقطر الشمسي ذو الميل الواحد في العمل التجريبي المنجز حيث يعتبر سهل التركيب وغير مكلف، انصب التركيز في الدراسة التجريبية على مقارنة كمية الماء المقطر المنتجة من ثلاث مقطرات شمسية أحدها شاهد والآخران محسنان، أنجزت التجربة بجامعة حمه لخضر بالوادي والهدف من ذلك هو تحسين المرودية اليومية للمقطر الشمسي.

الهدف من الدراسة التي أجريت هو معالجة مشكلة نقص مياه الشرب في المناطق النائية والمعزولة (كمنطقة الوادي) وذلك باستخدام التقطير الشمسي، لكن تبقى إنتاجية المقطر الشمسي قليلة، لذا يسعى العديد من الباحثين لتحسين إنتاجية التقطير الشمسي وذلك بإدخال تحسينات على المقطر الشمسي البسيط، التجربة التي أجريت استخدم فيها ثلاثة مقطرات شمسية متماثلة، أخذ أحد هذه المقطرات كشاهد أما المقطرين الآخرين فتم تثبيت في قاع حوض أحدهما 100 زعنفة أسطوانية من الإسمنت (قطرها 1.5cm وارتفاعها 3cm) وثبت في قاع حوض المقطر الآخر 100 زعنفة مخروطية (قطر قاعدتها 1.5cm وارتفاعها 3cm) الزعانف موزعة بانتظام على مساحة كل حوض (10×10).

التجربة أجريت في ظروف مناخية جيدة ومرت بنجاح، تم تعريض المقطرات الشمسية إلى أشعة الشمس من الساعة 08:00 صباحا الى غاية الساعة 18:00 مساء تحت نفس الظروف المناخية من أجل الحصول على نتائج دقيقة. نلخص نتائج التجربة في النقاط التالية:

- إضافة الزعانف الإسمنتية (الأسطوانية، المخروطية) ساهمت في زيادة مساحة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة تخزين الطاقة وزيادة المرود.

- بلغت إنتاجية الماء المقطر الناتجة عن المقطر الشاهد  $1880 \text{ ml/m}^2/\text{day}$ .
- بلغت إنتاجية الماء المقطر الناتجة عن المقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية  $2180 \text{ ml/m}^2/\text{day}$ .
- بلغت إنتاجية الماء المقطر الناتجة عن المقطر المحسن بالزعانف المخروطية  $2428 \text{ ml/m}^2/\text{day}$ .
- المقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية أفضل من المقطر الشاهد بنسبة قدرت بـ (15.95 %).
- المقطر المحسن بالزعانف المخروطية أفضل من المقطر الشاهد بنسبة قدرت بـ (29.15 %).
- المقطر المحسن بالزعانف المخروطية أفضل من المقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية، ويعود ذلك لمساحة ظل الزعانف المخروطية والتي هي أقل من مساحة ظل الزعانف الأسطوانية.

أظهرت الدراسة أن استخدام الزعانف، وخاصة المخروطية، يعزز أداء المقطرات الشمسية، كما كان ذلك أفضل لتقليل التظليل.

كدراسة مستقبلية يمكن زيادة عدد الزعانف الإسمنتية مخروطية الشكل لزيادة التقاط الإشعاع الشمسي ومضاعفة فترة تخزين الطاقة، للحصول على نتائج أفضل.

# قائمة المراجع

## قائمة المصادر والمراجع

- [1] VS Chandrika, MEH Attia, AM Manokar, FPG Marquez, Z Driss (2021). Performance enhancements of conventional solar still using reflective aluminium foil sheet and reflective glass mirrors: energy and exergy analysis. *Environmental Science and Pollution Research* 28 (25), 32508-32516.
- [2] MEH Attia, AE Kabeel, A Bellila, AM Manokar, R Sathyamurthy, Z Driss. (2021). A comparative energy and exergy efficiency study of hemispherical and single-slope solar stills. *Environmental Science and Pollution Research* 28 (27), 35649-35659.
- [3] MEH Attia, Z Driss, AE Kabeel, K Alagar, MM Athikesavan. (2021). Phosphate bags as energy storage materials for enhancement of solar still performance. *Environmental Science and Pollution Research* 28 (17), 21540-21552.
- [4] Manokar, A. M., & Winston, D. P. (2017), Comparative study of finned acrylic solar still and galvanised iron solar still. *Materials Today: Proceedings*, 4(8), 8323-8327.
- [5] Mohammed El Hadi Attia, Abd Elnaby Kabeel, Mohamed Abdelgaied, Wael M. El-Maghlany and Abdelkader Bellila. (10 April 2021), Comparative study of Hemispherical Solar Distillers Iron-fins. *Journal of Cleaner Production*. Volume 292, 126071.
- [6] Vaithilingam S, Muthu V, Athikesavan MM, Afzal A, Sathyamurthy R. (2022), Energy and exergy analysis of conventional acrylic solar still with and without copper fins. *Environ Sci Pollut Res Int*. 29:6194–6204
- [7] T. Rajaseenivasan, K. Srithar. (2016), Performance investigation on solar still with circular and square fins in basin with CO<sub>2</sub> mitigation and economic analysis, *Desalination*, 380 ;66-74.
- [8] Bataineh KM, Abbas MA. (2020), Performance analysis of solar still integrated with internal reflectors and fins. *Sol Energy* 205:22–36.
- [9] Tuly SS, Rahman MS, Sarker MRI, Beg RA. (2021), Combined influence of fin, phase change material, wick, and external condenser on the thermal performance of a double slope solar still. *J Clean Prod* 287:125458.
- [10] Sathyamurthy R, Mageshbabu D, Madhu B, Manokar AM, Prasad AR, & Sudhakar M. (2020), Influence of fins on the absorber plate of tubular solar still-An experimental study. *Materials Today: Proceedings*.

[11] Mohaisen HS, Esfahani JA, Ayani MB. (2021), Improvement in the performance and cost of passive solar stills using a finned-wall/built-in condenser: An experimental study. *Renew Energy* 168:170–180.

[12] Panchal H, Mevada D, Sadasivuni KK, Essa FA, Shanmugan S, Khalid M. (2020), Experimental and water quality analysis of solar stills with vertical and inclined fins. *Groundw Sustain Dev* 11:100410.

[13] Kabeel AE, El-Maghlany WM, Abdelgaied M, Abdel-Aziz MM. (2020), Performance enhancement of pyramid-shaped solar stills using low circular fins and phase change materials. *J Energy Storage* 31: 101610.

[14] Shmroukh AN, Ookawara S. (2020), Evaluation of transparent acrylic stepped solar still equipped with internal and external reflectors and copper fins. *Therm Sci Eng Prog* 18:100518

[15] Mohammed El Hadi Attia, Saravanan Kaliyaperumal, Gunasekar Thangamuthu, Ilango Rengaraju, Suman Mann, Santhakumar Jayakumar and Suma Christal Mary Sundararajan. (2021), Impact of water depth on thermal efficiency, exergy efficiency and exergy losses of finned acrylic solar still: An experimental study. *Environmental Science and Pollution Research*.

[16] Mohammed El Hadi Attia, Abd Elnaby Kabeel, Mohamed Abdelgaied, Wael M. El-Maghlany and Zied Driss. (2021), Enhancement the performance of hemispherical distiller via phosphate pellets as energy storage medium. *Environmental Science and Pollution Research*, 28:32386–32395.

[17] Mohammed El Hadi Attia, Zied Driss, Athikesavan Muthu Manokar and Ravishankar Sathyamurthy. (2020), Effect of Aluminum Balls on the productivity of Solar Distillate. *Journal of Energy Storage*, 30 101466.

[18] هيثم عبد الله سلمان. (2016)، اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق، الطبعة الأولى، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، لبنان، ص 40.

[19] وليد، حماش. (2021)، التكنولوجيات النظيفة كآلية للحد من التلوث الصناعي لتجسيد التنمية الصناعية المستدامة- دراسة حالة الطاقة النظيفة في الجزائر-، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، جامعة فرحات عباس سطيف 1، ص أ.

[20] نصري ذياب خاطر. (2011)، جغرافية الطاقة، الجندرية للنشر والتوزيع، الأردن، ص 22.

[21] إيمان بابكر الحسين. (2015)، مستقبل الطاقة الشمسية وإمكانية استخدامها كمصدر طاقة بديلة في السودان، بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الفيزياء، جامعة السودان، ص 4.

[22] توات نصر الدين. (2020)، الاستثمار في الطاقات المتجددة -الواقع والأفاق-، الطبعة الأولى، دار أسامة للنشر والتوزيع، الأردن، ص 43-44.

- [23] د. سعود يوسف العياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، صدرت في يناير 1978 بإشراف احمد مشاري العدوانى - 1923 فيفري 1990-1981، ص 150.
- [24] عمر الشريف. (2007)، استخدامات الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة - دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر-، أطروحة دكتوراه، جامعة باتنة، ص 251.
- [25] ميده أسماء، صغيري منال. (2020)، معالجة التأثير الموسمي على التقطير الشمسي في ولاية الوادي، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، ص 10.
- [26] حقيبى تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، سلسلة الحفائب التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكو)، تونس، 2000 ص 84-85.
- [27] الخياط محمد مصطفى محمد. (2006)، ترجمة الخياط محمد مصطفى محمد، طاقة الرياح والية التنمية النظيفة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وزارة الكهرباء والطاقة، مصر، ص 21.
- [28] فؤاد قاسم الأمير. (2005)، حل مشكلة الطاقة هو التحدي الأكبر للبشرية في القرن الحادي والعشرون، مؤسسة الغد للدراسات والنشر، ص 147.
- [29] ياسين عيسى محمد. (2006)، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، ص 22-23.
- [30] حافظ برجاس ومحمد المجذوب. (2000)، الصراع الدولي على النفط العربي، بيسان للنشر والتوزيع، لبنان، ص 57.
- [31] عبد الله الدبوبي وآخرون. (2012)، الإنسان والبيئة، دار المأمون للنشر والتوزيع، الطبعة الثالثة، الأردن، ص 153.
- [32] زواوية أحلام. (2014)، دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول العربية، مكتبة الوفاء القانونية، الإسكندرية، الطبعة الأولى، ص 133-134.
- [33] حمزة جعفر. (2018)، آليات تمويل وتنمية مشاريع الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، جامعة سطيف، ص 85.
- [34] رمضان محمد رأفت إسماعيل وعلي جمعان الشكيل. (1988)، الطاقة المتجددة، الطبعة الثانية، دار الشروق، القاهرة. بيروت، ص 89.
- [35] أمينة مخلفي. (2011)، النفط والطاقة البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، العدد (09)، ورقلة، الجزائر، ص 229-230.
- [36] ياسمينه مرزوق. (2018)، دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر- دراسة حالة الطاقة الشمسية-، جامعة المسيلة، ص 19.
- [37] سليمان كعوان وأحمد جابة. (2015)، "تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح"، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد 14، ص 58.

- [38] كمال بن عمر. (2007)، "الألغاز الشعبية في منطقة وادي سوف (جمع وتصنيف ودراسة)"، مكرة ماجستير، جامعة باتنة، ص16-18، الجزائر.
- [39] ريان جابر. (2015)، "الزراعة في إقليم وادي سوف الآليات- الواقع- الآفاق"، مذكرة ماجستير، جامعة قسنطينة، ص21-38، الجزائر.
- [40] البشير الوصيف. (2015)، أيوب حني، "دراسة الطبقات المائية و مجرى وادي سوف القديم"، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، ص3-18، الجزائر.
- [41] الأخضر مرابط. (2005)، "حساسية الصحراء المنخفضة وانعكاسات التدخل البشري مقارنة منطقتي واد ريغ و واد سوف الأسباب والنتائج"، مذكرة ماجستير، جامعة قسنطينة، ص25، الجزائر.
- [42] علي غنابزية. (2001)، "مجتمع وادي سوف من خلال الوثائق المحلية في القرن الثالث عشر(هـ) التاسع عشر (م)"، مذكرة ماجستير، جامعة الجزائر، ص7، الجزائر.
- [43] إبراهيم العوامر. (1977)، "الصروف في تاريخ الصحراء وسوف"، الدرا التونسية للنشر، تونس، الشركة الوطنية للنشر والتوزيع، ص3-183.
- [44] إبراهيم مياسي. (2014)، "الصحراء الجزائرية في ظلال وادي سوف"، دار هومة للطباعة والنشر والتوزيع، ص111، الجزائر.
- [45] O.N.M. El Oued Guemar. 2013, Office national de météorologie.
- [46] الوكالة الوطنية للموارد المائية ANRH.
- [47] جيهان ريم عبداوي. (2006)، "مشكلة صعود المياه وآثارها على البيئة بإقليم وادي سوف"، مذكرة ماجستير، جامعة قسنطينة، ص15-25، الجزائر.
- [48] مخبر مؤسسة الجزائرية للمياه ADE.
- [49] D'après B. Remini, 2006.
- [50] S. Guemari et R. Touahri. (2015), « Contribution à l'amélioration de rendement d'un distillateur solaire serre », thèse master Académique, Université de Ouargla, P. 12-20, Algérie.
- [51] M.H. Selami. (2000), « Utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des eaux saumâtre dans les sud Algérien », thèse de magistère, Université de Ouargla, P 9-13, Algérie.
- [52] M. AL-Shammiri, M. Safar. (1999), Multi-effect distillation plants: state of the art, desalination 126.
- [53] Y. Boualati. (2004), "Investigation sur la performance d'un distillateur solaire" thèse magister, Université de Ouargla, P 33-44, Algérie.

[54] Z.A Benarima. (2012), Amélioration de la capacité de l'absorbeur d'un distillateur solaire simple par l'ajout d'une couche de sable, thèse master Académique, Université de Ouargla, P 7-12 Algérie.

**المخلص:** إن تأثير الزعانف على جهاز الامتصاص المسطح لحوض المقطر الشمسي سيحسن الأداء الحراري ومردود نواتج التقطير بسبب زيادة مساحة سطح الماء المعرضة لأشعة الشمس، ولكن بسبب مشكلة التظليل التي تسببها الزعانف، والتي تقلل من إنتاجية التقطير، يسعى العديد من الباحثين لحل المشكل. في هذه المذكرة، تم إجراء مقارنة أداء المقطرات الشمسية أحادية الميل بطبقة ماصة من الإسمنت (1 سم) وساعدتها الزعانف الأسطوانية والمخروطية، والتي تم تصنيعها بنفس مادة الصنع الماصة (الإسمنت) بقطر 1.5 سم وبارتفاع 3 سم، لحل مشكلة التظليل. كشفت البيانات التجريبية أن قيم الإنتاجية للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية هي  $2180 \text{ ml/m}^2/\text{day}$ ، بينما إنتاجية المقطر المحسن بالزعانف المخروطية بلغت  $2428 \text{ ml/m}^2/\text{day}$ ، في حين أنتج المقطر الشاهد (بدون زعانف) إنتاجاً أقصى قدره  $1800 \text{ ml/m}^2/\text{day}$ . تم تحسين قيم الإنتاجية للمقطر المحسن بالزعانف المخروطية بنسبة 29.15% مقارنة بالمقطر الشاهد. كما تم تحسين قيم الإنتاجية للمقطر المحسن بالزعانف الأسطوانية بنسبة 15.95% مقارنة بالمقطر الشاهد. أظهرت الدراسة أن استخدام الزعانف، وخاصة المخروطية، يعزز أداء المقطرات الشمسية، كما كان ذلك أفضل لتقليل التظليل.

**الكلمات المفتاحية:** تخزين الطاقة، مقطر أحادي الميل، زعانف أسطوانية، زعانف مخروطية، مادة الإسمنت، إنتاجية الماء المقطر.

**Abstract:** the effect of the fins on the flat absorber of the solar still basin will improve the thermal performance and production of the distillate due to the increase in the surface area of the water exposed to sunlight. However due to the problem of shading caused by the fins, which reduces the productivity of the distillation, many researchers seek to solve the problem. In this thesis, the performance comparison of single slope solar stills was made with an absorbent layer of cement (1 cm) and assisted by cylindrical and conical fins, which were made with the same absorbent material (cement) with a diameter of 1.5 cm and a height of 3 cm, to solve the shading problem. Experimental data revealed that the yield values of the cylindrical fin-improved distiller are  $2180 \text{ mL/m}^2$ , while the yield of the conical fin-improved distiller was  $2428 \text{ mL/m}^2$ . The conventional distiller (without fins) produced a maximum yield of  $1800 \text{ mL/m}^2$ . The yield values of the improved distillate with conical fins were improved and increased by 29.15% compared to the conventional distiller. The productivity values of the improved distillate with cylindrical fins were also improved by 15.95% compared to the conventional distiller. The study found that the use of fins, especially conical, enhances the performance of solar distillers, the better for reducing shading.

**Key words:** Energy storage, single slope solar distiller, cylindrical fins, conical fins, cement, distilled water productivity.