

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

رقم الترتيب:

رقم التسلسل:



مذكرة ماستر أكاديمي

مجال: علوم المادة

شعبة: فيزياء

تخصص: فيزياء طاوقية وطاقات متجددة

مقدمة من طرف الطالبين: خنفر سارة - صالحى سارة

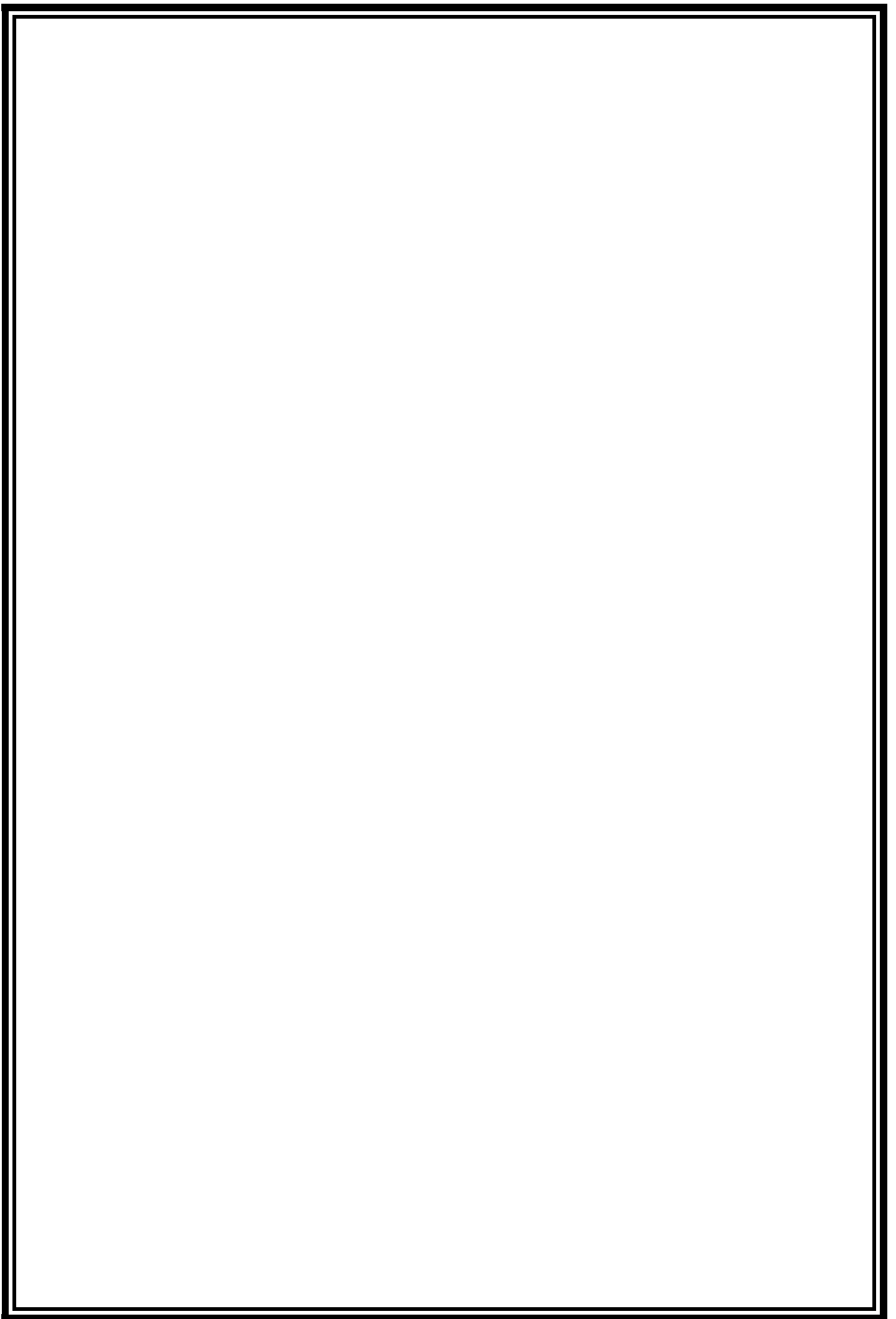
بعنوان:

دراسة إنتاجية وفعالية مقطر شمسي في تخفيف ملوحة التربة

نوقشت يوم 2023/ 06/ 18 أمام لجنة المناقشة المكونة من:

أستاذ محاضر -ب- رئيسا	جامعة قاصدي مرباح -ورقلة	تحة محمد
أستاذ محاضر -أ- مناقشا	المدرسة العليا للأساتذة -ورقلة	سويقات عبد القادر
أستاذ محاضر -أ- مشرفة	المدرسة العليا للأساتذة -ورقلة	قريشي زينب
طالبة دكتوراة - مساعدة مشرفة	جامعة قاصدي مرباح -ورقلة	سعادة ياسمينه

الموسم الجامعي: 2022/ 2023



الشكر والعرفان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد عليه أفضل الصلوات وأزكى التسليم نشكر الله العلي القدير على توفيقه لنا لإتمام هذا العمل المتواضع فما توفيقنا الا بالله.

تم بحمد لله تعالى إتمام هذا العمل الذي يندرج في إطار الحصول على شهادة ماستر علوم المادة، تخصص فيزياء طاقوية وطاقات متجددة بكلية الرياضيات وعلوم المادة. وبالتعاون مع مخابر المدرسة العليا للأساتذة بورقلة.

اما بعد نتقدم بالشكر الجزيل والامتنان الى من اشرفت على هذا العمل الدكتور "قريشي زينب " لمن كان لها الفضل في مساعدتنا لإتمام هذا العمل المتواضع. كما لا ننسى ان نتقدم بالشكر الجزيل والامتنان الى الاستاذتين سعادة ياسمينه وخنفر سهام وذلك لدعمهم لنا في مختلف جوانب هذا العمل، وخلال مختلف مراحلها، كما لا أنسى نصائحهما التي كانت دائما دقيقة وسديدة، وكانتا دائما أكبر معينتين ومشجعتين لنا، كما أود أيضا أن اتقدم بجزيل الشكر الى من ساعدنا ووجهنا الى اتمام هذا العمل كلا باسمه الدكتور سوداني محمد البار، الدكتور الزين عبد الله، فجزاهم الله كل خيرا، كما نتقدم بجزيل الشكر والامتنان الدكتور سليمان ادريس لمن كان له الفضل في إحضار عينات الدراسة. كما نتقدم بجزيل الشكر الى كل مسؤولي المخبر والعاملين به والى جميع دكاترة واساتذة والعاملين بقسم الفيزياء.

كما نتقدم بجزيل الشكر الى الدكتور تخة محمد لقبوله رئاسة هذه اللجنة رغم انشغالاته، والدكتور سويقات عبد القادر لقبوله مناقشة هذا العمل.



الاهداء

لحمد الذي بعونه تتم الصالحات والصلاة والسلام على رسوله الكريم سيدنا محمد
عليه أفضل الصلاة وازكى التسليم.

اهدي ثمرة نجاحي:

الى الذي وهبني كل ما يملك حتى احقق له اماله، الى من كان يدفعني
قدما نحو الامام لنيل المبتغى، الى من امتلك الإنسانية بكل قوة، الى من كان له
الفضل في بلوغي التعليم العالي الى مدرستي الأولى في الحياة ابي الغالي اطال
الله في عمره ...

الى التي وهبت فلذه كبدها على العطاء والحنان، الى التي صبرت على كل
شيء، الى التي رعيتي حق الرعاية وكانت سندي في الشدائد، الى التي كانت
دعواتها تتبطني خطوة بخطوة في عملي نبع الحنان امي الغالية على قلبي واعز ما
املك جزاها الله عني خير الجزاء في الدارين، اليهما اهدي هذا العمل المتواضع ...

الى سندي في الحياة وأجزاء روحي وذاتي اخوتي حفظهم الله ورعاهم...

الى كل الاهل والاقارب والأصدقاء والزملاء، الى كل من أبدوا استعدادا
لمساعدتي ولم يقصروا ولو بالكلمة الطيبة.

الى كل قسم الفيزياء الطاقوية والطاقات المتجددة دفعة 2023.

الى من كان لقائي بهم متعة وفراقي عنهم صدفه.

سارة صالح

الاهداء

- مرت قاطرة البحث بالعديد من العوائق، ومع ذلك حاولت ان اتخطاها بثبات بفضل من الله فالحمد لله الذي وهبنا التوفيق والسداد ومنحنا الثبات واعاننا على اتمام هذا العمل المتواضع.
- الى من ساندتني في صلاتها ودعائها، الى من سهرت الليالي تنير دربي، الى من تشاركني افراحي واماني، الى نبع العطف والحنان الى أجمل ابتسامة في حياتي الى اروع امرأة في الوجود أمي الغالية.
- الى الذي لم يبخل على بأي شيء، الى من سعى لأجل راحتي ونجاحي، الى من علمني ان الدنيا كفاح، وسلاحها العلم والمعرفة، الى أعظم وأعز رجل في الكون ابي الغالي.
- الى الذين ظفرت بهم هدية من الاقدار اخوة فعرفوا معنى الاخوة الى الذين اعتمد عليهم في كل صغيرة وكبيرة إخواني الأحياء.
- الى الذين كان لهم بالغ الاثر في تجاوز الكثير من العقبات والصعاب الى المحبة التي لا تفتى والخير بلا حدود الى من شاركتهم كل حياتي أخواني العزيزات.
- الى جميع اساتذتي الكرام، ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي طوال مشواري الدراسي.
- الى كل الأصدقاء والأحبة الذين شاركوني طعم الحياة حلوها ومرها، الى كل الأشخاص الذين أحمل لهم المحبة والتقدير...
- الى كل طالب علم يسعى لكسب المعرفة وتزويد رصيده المعرفي والثقافي.
- الى جميع دفعة الفيزياء عامة والفيزياء طاقوية خاصة 2023/2022.
- وفي الأخير ارجو من الله تعالى ان يجعل عملنا هذا نافعا يستفيد منه جميع الطلبة.

سارة خنفر

فهرس العناوین

I	تشكرات
III- II	اهداء
VI	فهرس العناوین
X	قائمة الجداول
XII	قائمة الاشكال
XV	قائمة الرموز
1	المقدمة العامة

الفصل الاول: الاشعاع الشمسي

5	تمهید
5	1.I - الشمس
6	1.I - 2 - الإشعاع الشمسي
6	1.I - 1.2 - طيف الإشعاع الشمسي
6	1.I - 2.2 - أنواع الإشعاع الشمسي
7	الإشعاع المباشر
7	الإشعاع المنتشر
8	الإشعاع الكلي
8	1.I - 3 - المعالم الفضائية لتحديد موقع الشمس
8	1.I - 1.3 - زاوية الميلان (δ)
9	1.I - 2.3 - زاوية الساعة الشمسية (ω)
10	1.I - 3.3 - زاوية ارتفاع الشمس (h')
11	1.I - 4.3 - زاوية السمات الشمسي (a)
11	1.I - 5.3 - زاوية خط الطول (L)

11	6.3. I - زاوية سمت الرأس (θ_z)
12	7.3. I - زاوية دائرة العرض φ
12	4. I - انتقال الحرارة
13	1.4. I - طرق انتقال الحرارة
13	التوصيل الحراري
14	الحمل الحراري
15	الاشعاع الحراري
15	أ- قانون ستيفان بولتزمان
16	ب- قانون بلانك
16	ج- قانون كيرشوف
17	5. I - الاشعاع الحراري الساقط على السطح
18	1.5. I - أنواع و خصائص الاجسام المستقبلية للإشعاع
19	الخاتمة

الفصل الثاني: دراسة نظرية حول المقطر الشمسي

21	تمهيد
21	1. II - عموميات حول الماء
22	1.1. II - ازمة المياه في الجزائر
22	2.1. II - الأوضاع الحالية والمستقبلية لموارد المياه في الجزائر
23	2. II - تقنيات تحلية المياه
23	1.2. II - التقنيات الحرارية
24	1.1.2. II - التقطير البسيط
24	2.1.2. II - التقطير متعدد المراحل (MSF)
25	3.1.2. II - التقطير بالتبخير متعدد التأثير (MED)

26	.....II-4.1.2- التقطير بضغط البخار
26	.....II-2.2- التقنيات الغشائية
26	.....II-1.2.2- الأسموز العكسي (التناضح العكسي)
27	.....II-2.2.2- الأسموز الكهربائي (التناضح الكهربائي)
28	.....II-3.2- تقنية التقطير باستخدام الطاقة الشمسية
29	.....II-3- المقطر الشمسي
29	.....II-1.3- تعريف و خصائص المكونات الاساسية للمقطر الشمسي
29	..... الزجاج
30	..... الصفيحة المعدنية
30	..... العازل
31	.....II-2.3- مبدأ عمل المقطر الشمسي
31	.....II-3.3- أنواع المقطرات الشمسية
32	.....II-1.3.3- المقطرات البسيطة
32	.....أ- مقطر ذو ميل واحد (Distillateur à pente unique)
33	.....ب- مقطر ثنائي الميل Distillateur à double pentes
34	.....ج - مقطر شمسي ارض-ماء eau - terre Distillateur solaire
34	.....د - مقطر كروي بماسح Distillateur sphérique à balayage
35	.....هـ - المقطر الاسطواني Distillateur cylindre
36	.....و - المقطر الهرمي
37	.....II-2.3.3- المقطرات متعددة التأثير
37	.....أ-مقطر ذات طوابق متعددة Distillateur solaire à multiples étages
38	.....ب - المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية Distillateur solaire à film capillaire
38	.....ج - المقطر الشمسي السلمي
39	.....II-5.3- العوامل المؤثرة على مردود المقطرات الشمسية

39	..... II 1.5.3- العوامل الخارجية
40	..... II 2.5.3-عوامل داخلية
41	..... II 6.3- انتاجية المقطر الشمسي
41	..... II 1.6.3- المردودية
42	..... II 2.6.3- الفعالية
43	..... II 3.6.3- مقياس الفعالية
44	..... II 4.6.3- أداء المقطر
44	..... II 7.3- الانتقالات و التدفقات الحرارية للمقطر الشمسي
45	..... II 1.7.3- الانتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي
46	..... II 2.7.3- الانتقالات على مستوى الحوض
47	..... II 3.7.3- الانتقالات التي تحدث في المستوى السفلي للمقطر
49	..... II 4.7.3- الانتقالات الحرارية على مستوى العوازل جانبي المقطر
49	..... II 5.7.3- الموازنة الحرارية للمقطر الشمسي
50	..... II 4- الدراسات السابقة
50	..... II 1.4- المقطر البسيط ذو الميل الواحد
51	..... II 2.4- المقطر الهرمي
52	..... الخاتمة

الفصل الثالث: عموميات حول التربة

54	..... تمهيد
54	..... III 1- تعريف التربة
54	..... III 1.1- تعريف التربة المالحة
55	..... III 2.1- تعريف الملوحة
55	..... III 2- أنواع التربة
55	..... III 3-أسباب ملوحة التربة

56	III 4-التحليل الكيميائي للتربة
56	III 4. 1- الرقم الهيدروجيني (درجة الحموضة)PH.....
58	III 4. 2- قياس الملوحة باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي(التوصيلية الكهربائية)
60	III 4. 3- قياس نسبة الاملاح الذائبة في الماء.....
60	III 5- طرق معالجة ملوحة التربة.....
61	الخاتمة.....

الفصل الرابع: الدراسة التجريبية ومناقشتها

63	تمهيد.....
63	VI 1-منطقة الدراسة (مدينة ورقلة)
63	VI 1.1- الموقع الفلكي
63	VI 2.1- الموقع الجغرافي
64	VI 3.1- مناخ ولاية ورقلة
64	VI 4.1-الاشعاع الشمسي
64	VI 5.1-درجة الحرارة
65	VI 2-الدراسة التجريبية
65	VI 1.2-المرحلة الاولى
65	VI 1.2. 1- عينات الدراسة
65	الماء ✓.....
66	VI 1.2. 2-النموذج الاولي للجهاز المستعمل
67	VI 1.2. 3-الاجهزة التجريبية المستعملة
68	VI 1.2. 4-البرتوكول التجريبي.....
68	VI 1.2. 6-تحليل ومناقشة نتائج المرحلة الاولى
69	❖ تطور الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن.....
70	❖ إنتاجية كمية الماء المقطر بدلالة الزمن.....

70	❖ درجة حرارة الماء المالح بدلالة الزمن.....
71	❖ درجة حرارة الزجاج الداخلي والخارجي بدلالة الزمن
72	❖ درجات الحرارة بدلالة الزمن.....
73	❖ إنتاجية بدلالة الاشعاع الشمسي.....
73	2.2.VI-المرحلة الثانية
73	VI .1.2.2-عينات دراسة
73	✓ التربة.....
74	VI 2.2.2-الادوات التجريبية
74	VI 3.2.2-البروتكول التجريبي.....
75	أ-خطوات التجربة
75	1-تحضير التربة.....
76	2-عملية سقي التربة.....
77	3-مرحلة قياسات.....
78	VI 4.2.2-تحليل ومناقشة نتائج المرحلة الثانية
78	❖ ناقلية الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف
79	❖ تركيز الاملاح الذائبة في الماء المرشح
79	الخاتمة
80	الخاتمة العامة
83	المراجع
90	الملاحق
	الملخص.....

قائمة الجداول

الفصل الاول: الاشعاع الشمسي

- جدول (1.I) خصائص الشمس 5
- جدول (2.I) الاطوال الموجية لأنواع الإشعاع الشمسي و نسبهم من الأشعة الشمسية 6
- جدول(3.I)قيم زاوية الميل الشمسي لأيام الانقلابات و الاعتدالات الفصلية 9
- جدول (4.I) خصائص التي تميز الاجسام المستقبلية للإشعاع الشمسي 19

الفصل الثاني: دراسة نظرية حول المقطر الشمسي

- جدول (1.II)مقابلة الموارد و الاحتياجات المائية الحالية و المستقبلية 22

الفصل الثالث: عموميات حول التربة

- جدول (1.III)تصنيف التربة حسب درجة الحموضة 57
- جدول (2.III) تصنيف درجة حموضة التربة حسب (سلام، 2010) 57
- جدول (3.III)تصنيف درجة حموضة التربة حسب (Herrera، 2010) 58
- جدول (4.III) تصنيف EC حسب (FAO عام 1979) 59
- جدول(5.III)تصنيف EC حسب (FAO : 1988) 59

الفصل الرابع: الدراسة التجريبية ومناقشتها

- جدول(1.IV) يوضح متوسط درجات الحرارة العليا والدنيا لمنطقة ورقلة سنة 2018 65
- جدول (2.IV)الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لمياه السطحية لمنطقة حاسي ميلود-ورقلة 65
- جدول(3.IV)بعض الادوات المستعملة في انجاز المقطر في المرحلة الاولى 66
- جدول(4.IV)الاجهزة المستعملة 67
- جدول(5.IV) القياسات المتحصل عليها خلال يوم 27 أفريل 2023 68
- جدول(6.IV) بعض الادوات المستعملة في المرحلة الثانية 74
- جدول (7.IV)خطوات تحضير التربة 75
- جدول (8.IV)خطوات سقي التربة بالماء المقطر 77

جدول (9.IV) يوضح نتائج التجريبية المتحصل عليها 78

قائمة الاشكال

الفصل الاول: الاشعاع الشمسي

- شكل (1.I) انواع الاشعاع الشمسي 7
- شكل(2.I) حركة الأرض حول الشمس 9
- شكل (3.I)زاوية الساعة الشمسية ودائرة العرض للمنطقة..... 10
- شكل (4.I) زاوية الارتفاع الشمسي وزاوية سمت الرأس والسمت الشمسي..... 11
- شكل (5.I) طرق انتقال الحرارة 13
- شكل (6.I) الجسم المستقبل للإشعاع..... 17

الفصل الثاني: دراسة نظرية حول المقطر الشمسي

- شكل(1.II) توزيع ونسبة المياه في العالم 22
- شكل(2.II) بعض تقنيات تحلية المياه 23
- شكل (3.II) مبدا عمل مقطر شمسي بسيط..... 24
- شكل (4.II) مبدا عمل التقطير المتعدد المراحل 25
- شكل(5.II) مبدا عمل التقطير بالتبخير الومضي 25
- شكل(6.II) مبدا عمل التقطير بضغط البخار..... 26
- شكل(7.II) مبدا عمل تقنية التناضح العكسي..... 27
- شكل(8.II) مبدا عمل تقنية التناضح الكهربائي..... 28
- شكل (9.II) تقنية التقطير الشمسي..... 28
- شكل (10.II) المكونات الأساسية للمقطر الشمسي..... 31

- شكل (11.II) أنواع المقطرات الشمسية 32
- شكل (12.II) مقطر ذو الميل الواحد 33
- شكل (13.II) مقطر شمسي ثنائي الميل 33
- شكل (14.II) مقطر شمسي أرض-ماء 34
- شكل (15.II) مقطر شمسي كروي بماسح 35
- شكل (16.II) مقطر شمسي اسطواني 35
- شكل (17.II) مقطر شمسي هرمي رباعي 36
- شكل (18.II) مقطر شمسي هرمي ثلاثي 36
- شكل (19.II) مقطر شمسي متعدد الطوابق 37
- شكل (20.II) مقطر شمسي بالخاصية الشعرية 38
- شكل (21.II) مقطر شمسي سلمي 39
- شكل (22.II) الانتقالات والتدفقات الحرارية للمقطر الشمسي 44

الفصل الرابع: الدراسة التجريبية ومناقشتها

- شكل (1.VI) حدود منطقة حاسي ميلود 64
- شكل (2.VI) المقطر في الحالة النهائية 64
- شكل (3.VI) أعمدة بيانية لتغيرات شدة الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن 69
- شكل (4.VI) أعمدة بيانية لإنتاجية الماء المقطر بدلالة الزمن 70
- شكل (5.VI) أعمدة بيانية توضح درجة حرارة الماء المالح بدلالة الزمن 71
- شكل (6.VI) تغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلي والخارجي بدلالة الزمن 71
- شكل (7.VI) مخطط أعمدة بيانية توضح تطور درجات الحرارة بدلالة الزمن 72

- شكل (8.VI) تطورات الإنتاجية بدلالة الاشعاع الشمسي 73
- شكل (9.VI) منحني تغيرات ناقلية حجم الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف 78
- شكل (10.VI) منحني تغيرات تركيز الكلي للأملاح الذائبة في الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف 79

قائمة الرموز

الوحدة	الاصطلاحات	الرموز
Kg	كتلة الشمس	m_s
W	الطاقة المشعة	Q_s
m	القطر المتوسط للشمس	R_s
W/m^2	التدفق الإشعاعي الشمسي الساقط على السطح الزجاجي	G
-	رقم اليوم في السنة	N_j
-	رقم الشهر في السنة	N_m
-	رقم اليوم من الشهر	N_{jm}
°	زاوية خط الطول	L
°	زاوية الارتفاع الشمسي	h'
°	زاوية السمات الشمسي	A
h	الزمن الشمسي الحقيقي	TSV
h	التوقيت العالمي	TU
-	معادلة التصحيح الزمني	Et
m^2	المساحة	A
W	التدفق الحراري	Q
$W/m^2.K$	معامل الحمل الحراري	H
K	درجة الحرارة	T
W	المجموع الكلي للطاقة المشعة	R
m/s	سرعة الضوء في الفراغ	c_0
$\mu m.w/m^2$	الانبعاثية الإشعاعية	E_λ
J/Kg	الحرارة الكامنة لتبخير الماء	L_v

-	معامل الفعالية الاجمالية	FPB
-	معامل الفعالية الساعية	FPH
-	معامل الفعالية اللحظية	FP
-	نسبة الأداء	r_p
Kg	الكتلة	M
Kg	كتلة الماء المقطر	m_d
kj/kg. k	الحرارة النوعية للماء	Cps
m	السمك	e
-	معامل الشكل	F
Kg/m ³	التدفق الكتلي	\dot{m}

الوحدة	الدليل السفلي	الرمز
-	المباشر (direct)	Dir
-	المنتشر (diffusion)	Diff
-	تبخير	evp
-	العازل	i
-	العمق	f
-	الغطاء الزجاجي (glass)	g
-	الانتقال الحراري بالحمل بين الغطاء الزجاجي والهواء	c g a
-	السطح الخارجي للزجاج	g a
-	الانتقال الحراري بالإشعاع بين الزجاج والوسط الخارجي	r g a
-	القبة السماوية	sky
-	التوصيل الحراري بين داخل وخارج الزجاج	cd

الوحدة	الرموز الإغريقية	الرمز
°	زاوية السطح المائل	θ
°	زاوية الميلان الشمسي	δ
°	زاوية الساعة الشمسية	ω
°	زاوية العرض للمنطقة	φ
°	زاوية سمت الرأس	θ_z
w/m ² .k	التوصيلية الحرارية	λ
-	معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث	ε
w/m ² .k ⁴	ثابت ستيفان بولتزمان	σ
-	معامل الامرار الحراري	τ
-	معامل الامتصاص الإشعاعي	α
-	معامل الانعكاس الحراري	ρ
-	الفعالية الكلية	η_g
-	الفعالية الداخلية	η_i

المقدمة العامة

المقدمة العامة

الطاقات المتجددة هي الطاقات التي تحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري على عكس الطاقات الأخرى غير المتجددة الموجودة في مخزون جامد في الأرض ، تعتبر الطاقات المتجددة في وقتنا الحالي قاطرة للتقدم والتنمية ولهذا حظيت المشاريع في هذا المجال باهتمام علمي متزايد نظرا لأهميتها والفوائد التي توفرها والتي تتمثل في المساهمة في خفض غازات الاحتباس الحراري ومكافحة التغير المناخي وذلك لأنها طاقة نظيفة لا تنتج الغازات المسببة لتغير المناخ، بالإضافة إلى المساهمة في التنوع الاقتصادي. من بين الطاقات المتجددة نذكر الطاقة الشمسية، طاقة الرياح الطاقة المائية... الخ [1].

الطاقة الشمسية هي الضوء والحرارة المنبعثة اللذان قام الإنسان باستغلالهم منذ العصور القديمة من خلال الاستفادة من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل. كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتاب العلوم التاريخية فقد أحرق أرخميدس الأسطول البحري الروماني في الحرب عام 212 ق.م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المرايا من الدروع المعدنية. كما قام علماء أمثال تشروش وسوز ولافوازييه وأريكسيون دي سوسير هوراس وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية في طهي الطعام، توليد بخار الماء، تقطير الماء وتسخين الهواء. كما يتم الاستفادة من الطاقة الشمسية بطريقة غير مباشرة كتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية عن طريق آلية التحويل الكهروضوئية [2].

نظرا لان العالم يواجه نقص في كمية المياه العذبة وقلة مصادرها اللازمة لتلبية احتياجاته الضرورية في مختلف نواحي الحياة، لذا اتجه العالم اليوم الى تنقية المياه المالحة بالعديد من التقنيات من بينها تقنية التقطير الشمسي التي تعتمد بشكل اساسي على الطاقة الشمسية باستخدام المقطر الشمسي [3]. يعتبر المقطر الشمسي من بين الوسائل لتحلية المياه المالحة فهو حل عملي اقتصادي وصادق للبيئة لإنتاج الماء الصالح للاستعمال وخاصة في المناطق النائية التي تعاني من الشح [4].

هناك العديد من التحديات التي يواجهها العالم للوصول الى الامن الغذائي من بينها ملوحة التربة التي تعتبر احدى أهم الصعوبات وأكثرها تأثيرا على قطاعي الزراعة والبيئة لما لها من أثر سلبي على الامن الغذائي والبيئة، فمشكلة ملوحة التربة يمكن أن تؤثر على مساحات شاسعة من الأراضي المستثمرة أو غير مستثمرة، المشكل الذي أدى الى تفكير الفلاحين في إيجاد حل لهذه المشكلة. من بين هذه الحلول التي توصلوا إليها التبرير الشتوي، إضافة مواد عضوية، استعمال مواد كيميائية، السقي بالتقطير... الخ

تهدف دراستنا هذه الى تخفيف نسبة ملوحة التربة الموجودة على مستوى منطقة حاسي ميلود باستعمال مياه نفس المنطقة بعد تنقيتها باستعمال تقنية التقطير الشمسي بواسطة مقطر شمسي بسيط أحادي الميل.

تحتوي هذه المقدمة اجمالاً على أربعة فصول بالإضافة إلى المقدمة والخاتمة وهي كالتالي:

الفصل الأول: يتناول دراسة شاملة حول الإشعاع الشمسي بالإضافة إلى طرق انتقال الحرارة.

الفصل الثاني: يتطرق إلى أزمة المياه في العالم عموماً والجزائر خصوصاً وطرق تحلية المياه بالأخص عملية التقطير الشمسي.

الفصل الثالث: يدرس مشكلة ملوحة التربة (تعريفها، أسبابها وطرق قياسها وإيضاً إلى كيفية التخلص منها أو معالجتها).

الفصل الرابع: يعرض الدراسة التجريبية التي تم القيام بها في المدرسة العليا للأساتذة بولاية ورقلة والتي تتمثل في تجربة التقطير الشمسي

باستعمال مقطر شمسي بسيط احادي الميل، واستعمال ناتج التقطير في عملية تخفيف ملوحة التربة بعدها عرض النتائج وتحليلها.

وفي الأخير تعرض الخاتمة أهم النتائج المتحصل عليها في هذا العمل.

الفصل الأول

الاشعاع الشمسي

تمهيد

الطاقة الشمسية هي أصل الدورات البيولوجية والمناخية بمعنى آخر هي مصدر جميع الطاقات سواء الطاقات التقليدية ذات أصل أحفوري (البتول، الغاز...الخ) أو الطاقات المتجددة، حيث تعتمد بشكل أساسي على أشعة الشمس التي تعتبر أصل الحياة على الأرض (تزودها بكميات هائلة من الإشعاع الشمسي الذي يعد ضروري للكائنات الحية) [5].

في هذا الفصل سنقوم بالتطرق إلى دراسة شاملة حول الإشعاع الشمسي، انواعه، خصائصه...الخ

1.I- الشمس

الشمس هي النجم المركزي للمجموعة الشمسية، كروية الشكل، تحتوي بلازما حارة (مادة متأينة كلياً) ولها ضغط يتناقص من المركز إلى السطح الخارجي، وفي السطح يتفاعل الهيليوم تفاعل حراري-نووي (He أو جسيمات α)، ينتج عنه طاقة معظمها إشعاع كهرومغناطيسي. تدور الشمس حول نفسها في 27 يوماً، وتحتل موقع في وسط مجرة درب التبانة من حيث البعد عن المركز وحدود المجرة درب التبانة (المجموعة التي تنتمي إليها مجموعتنا الشمسية) [6]. الجدول اسفله يوضح خصائص الشمس وقيمتها.

الجدول 1.I- خصائص الشمس [6]

خصائص الشمس	قيمتها
الطاقة المشعة	$Q_s = 3.8 * 10^8 W$
الكتلة	$m_s = 2 * 10^{30} Kg$ (333432 مرة من الأرض)
متوسط القطر	$2R_s = 1.39 * 10^9 m$ (أكبر ب 109 مرة من قطر الأرض)
الكثافة المتوسطة	1.41 (بالتقريب 3.88 مرة من كثافة الأرض)

I. 2 - الإشعاع الشمسي

الإشعاع الشمسي هو المادة الخام للطاقة الشمسية (طاقة إشعاع حراري) [5]. ينتج تحت تأثير الضغط الهائل والحرارة العالية أثناء تفاعل الهليوم فتتولد كمية كبيرة وسريعة من الحرارة على سطح الشمس مما يجعل سطح الشمس يبعث شكل من الطاقة الذي يعرف بـ الإشعاع الكهرومغناطيسي حيث تصل قدرته الإشعاعية إلى $1000\text{W}/\text{m}^2$ ، هذا التحول في الطاقة يعرف بأنه حزمة من الإشعاع الطيفي تنتقل مجتمعة على هيئة موجات كهرومغناطيسية في اتجاهات مستقيمة بسرعة ثابتة التي تعرف بسرعة الضوء وتحتاج حوالي 8 دقائق للوصول إلى الأرض [7].

I. 1.2 - طيف الإشعاع الشمسي

الطاقة المنبعثة من الشمس تغطي مدى واسع من الطيف الشمسي الكهرومغناطيسي إذ تمتد من الأطوال الموجية القصيرة جدا إلى الأطوال الموجية الطويلة. 99% من الأشعة الشمسية تقع أطوالها الموجية بين $4 - 0.15\ \mu\text{m}$ وهي موجات قصيرة حيث ينقسم الإشعاع الشمسي إلى ثلاثة أنواع أشعة فوق البنفسجية (Ultra-violet)، الأشعة المرئية (Visible) والأشعة تحت الحمراء (Infra-Rouge) [8]، الأطوال الموجية ونسبة الأشعة الشمسية لكل اشعاع موضحة في الجدول التالي:

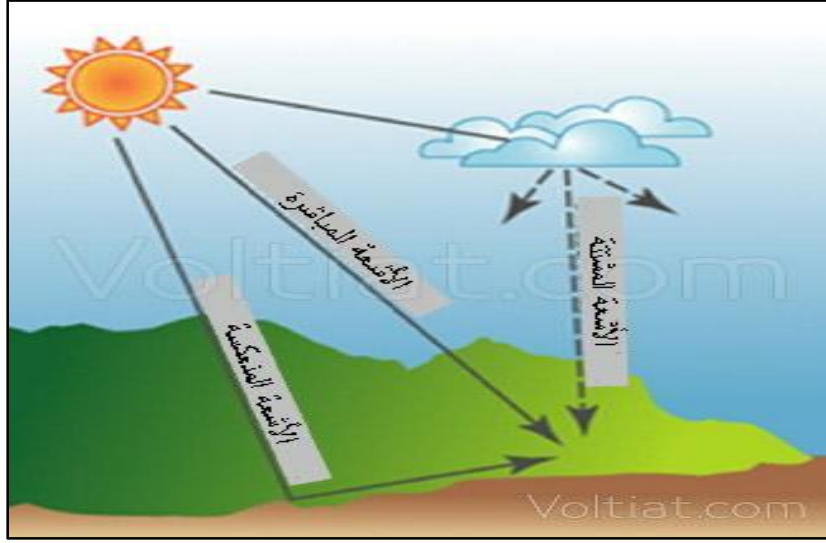
الجدول 2.I - الأطوال الموجية لأنواع الإشعاع الشمسي ونسبهم من الأشعة الشمسية [8].

نوع الأشعة	الطول الموجي (μm)	نسبة الأشعة الشمسية (%)
فوق بنفسجية	[0.2 - 0.4]	9
مرئية	[0.4 - 0.77]	45
تحت الحمراء	[0.77 - 4]	46

I. 2.2 - أنواع الإشعاع الشمسي

يصنف الإشعاع الشمسي إلى إشعاع مباشر، إشعاع منتشر (مشتت) وإشعاع كلي كما هو موضح في الشكل (I. 1)

[9,5].



الشكل 1.I- أنواع الاشعاع الشمسي

✓ الإشعاع المباشر: يأتي مباشرة من الشمس دون أي تغيير في اتجاهه وتكون هذه الاشعة على شكل اشعة حرارية، تعطى

عبارة على الشكل التالي:

$$G_{dir} = G_{dir(s)} \cdot \cos\theta \quad (1-I)$$

حيث:

G_{dir} : الإشعاع الشمسي المباشر لكل وحدة مساحة.

$G_{dir(s)}$: الإشعاع الشمسي المنتشر.

θ : زاوية ميل السطح عن السطح الافقي.

✓ الإشعاع المنتشر: يصل الى سطح الأرض بشكل غير مباشر أي المبعثر نتيجة انعكاسه بالغيوم والجسيمات والغبار.... في

الغلاف الجوي تعطى عبارته من الشكل:

$$G_{dif} = \frac{G_{dif(s)} (1 + \cos\alpha)}{2} \quad (2-I)$$

حيث:

$G_{dif(s)}$: الإشعاع الشمسي الأفقي المنتشر على المستوى المائل.

α : زاوية ميل المستشعر ب ($^{\circ}$).

✓ الإشعاع الكلي: وهو مجموع الشعاعين المباشر والمنتشر. يعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$G_g = G_{dif} + G_{dir} \quad (3-I)$$

I . 3 - المعالم الفضائية لتحديد موقع الشمس

I . 3.1 - زاوية الميلان (δ)

تدور الأرض حول الشمس في مدار اهليلجي حيث تتم الأرض دورتها في 365,25 يوم بسرعة متوسطة تقدر ب

29,6km/s. ينتج عن هذه الحركة تعاقب الفصول، حيث المسافة بين الأرض والشمس تختلف على مدار السنة، ففي:

✓ 21 جوان تكون الأرض في ابعد مواقعها عن الأرض بمسافة تبلغ ($1.52 \times 10^{11}m$).

✓ 21 ديسمبر تكون المسافة في أقل قيمة لها حيث تبلغ ($1.47 \times 10^{11}m$).

ينتج عن دوران الأرض حول نفسها مع المحور الناظمي على مستوى المدار الاهليلجي (مستوى دوران الأرض حول

الشمس) زاوية يطلق عليها زاوية الميلان (δ) تتغير قيمتها بين 23.45° و 23.45° - خلال السنة [10,11]. الشكل

(2.I) نتائج حركة الارض حول الشمس خلال السنة.

تعطى عبارة الميلان الشمسي في كل يوم من السنة بالعلاقة التالية:

$$\delta = 23,45 * \sin \frac{360}{365} (284+N_j) \quad (4-I)$$

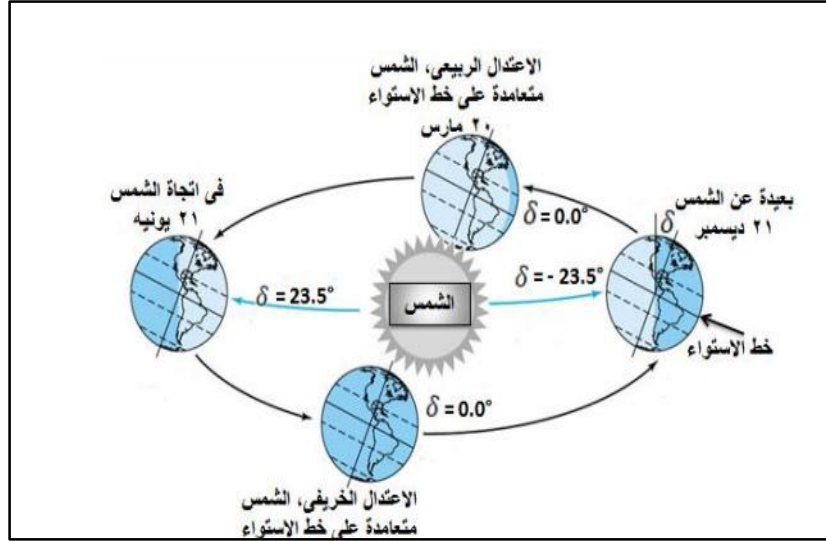
حيث:

$$N_j = 30(N_m - 1) + N_{jm} \quad (5-I)$$

N_j : رقم اليوم في السنة.

N_m : رقم الشهر في السنة.

N_{jm} : رقم اليوم من الشهر.



الشكل I.2- حركة الأرض حول الشمس [1].

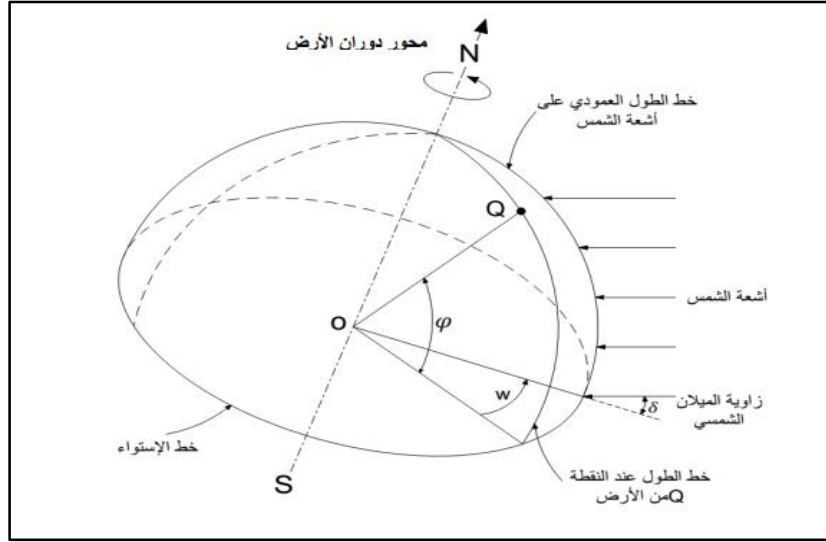
قيم زاوية الميل الشمسي تحدد ايام الانقلابات الاعتدالات الفصلية كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول I.3- قيم زاوية الميل الشمسي لأيام الانقلابات والاعتدالات الفصلية.

الانقلاب /الاعتدال	اليوم	قيمة زاوية الميل الشمسي (δ)
الصيفي	21 جوان	$23,45^\circ$
الشتوي	21 ديسمبر	-23.45°
الاعتدال الخريفي	21 سبتمبر	0°
الاعتدال الربيعي	21 مارس	0°

I. 2.3- زاوية الساعة الشمسية (ω)

يتم تحديد زاوية الساعة الشمسية من خلال الدوران المنتظم للأرض حول محورها القطبي، وبالتالي فهي مرتبطة مباشرة بالتوقيت الشمسي الحقيقي الذي يسمح بالحساب الدقيق لإحداثيات زاوية الشمس [12]، كما هو موضح في الشكل (I-3).



الشكل I. 3- زاوية الساعة الشمسية ودائرة العرض للمنطقة [11].

يعبر عن زاوية الساعة الشمسية بالعلاقة التالية:

$$\omega = \frac{360}{24} (TSV - 12) \quad (6-I)$$

حيث:

TSV: الوقت الشمسي الحقيقي.

I. 3.3- زاوية ارتفاع الشمس (h')

هي الزاوية التي يصنعها الشعاع الوارد الى سطح الارض عند نقطة ما مع السطح الافقي المار بالنقطة حيث تكون $h'=0$

(الزاوية معدومة) عند الشروق والغروب [12]، كما يبين الشكل (I. 4) وتعطى عبارته بالعلاقة التالية:

$$\sin h' = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega \quad (7-I)$$

حيث:

φ : زاوية العرض للمنطقة.

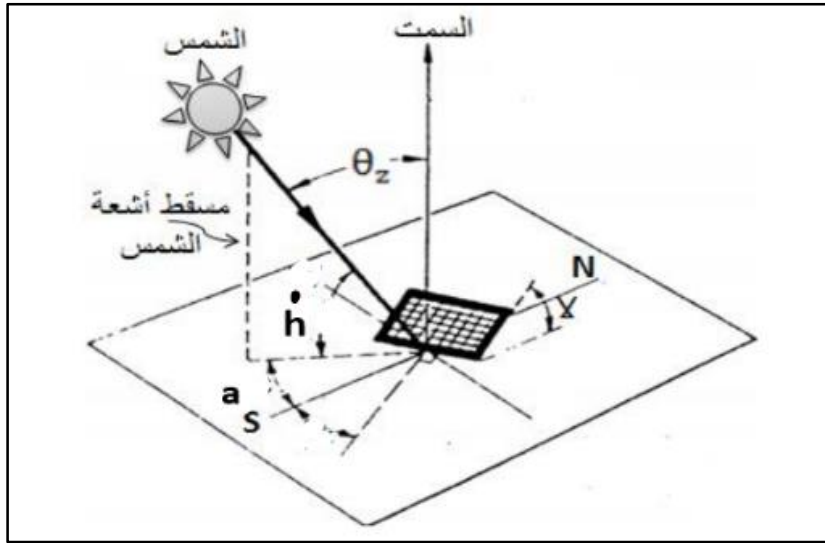
ω : زاوية الساعة الشمسية.

I. 3.4- زاوية السمات الشمسي (a)

هي الزاوية المقاسة في المستوى الافقي بين الجنوب ومسقط أشعة الشمس لنقطة من سطح الارض ويكون الاتجاه نحو

الشرق الجنوبي سالبا والاتجاه نحو الغرب الجنوبي موجبا [12،1] كما في الشكل(4.I) وتكتب عبارته من الشكل:

$$\sin a = \frac{\cos \delta \sin \omega}{\cos h'} \quad (8-I)$$



الشكل 4.I-زاوية الارتفاع الشمسي وزاوية سمات الرأس والسمت الشمسي [1]

I. 3.5- زاوية خط الطول (L)

هي الزاوية التي يصنعها مستوى الزوال المار عبر المنطقة مع المستوى الزوال الافتراضي المار بخط غرينتش كمبدأ احداثيات

.[13] °0

I. 6.3- زاوية سمت الرأس (θ_z)

هي الزاوية التي يصنعها الشعاع الشمسي الوارد مع العمود المقام على السطح الأفقي بحيث مجموع زاوية سمت والارتفاع يساوي 90° [8]، كما هو موضح في الشكل (I-4).

$$\theta_z + h' = 90^\circ \quad (9-I)$$

I. 7.3- زاوية دائرة العرض (φ)

تعرف زاوية خط العرض بأنها الزاوية المحصورة بين الخط الواصل للنقطة على سطح الارض ومركز الارض ومسقط هذا الخط على المستوى المار على خط الاستواء. وتكون الزاوية موجبة إذا كانت المنطقة شمال خط الاستواء وتكون سالبة إذا كانت جنوب خط الاستواء [14،11] كما هو مبين في الشكل (I-3).

ويتعلق الزمن الشمسي الحقيقي TSV بالتوقيت المحلي للمنطقة بالعلاقة:

$$TSV = TU + \frac{L}{15^\circ} + Et \quad (10-I)$$

بحيث:

TU: التوقيت العالمي (خط الزوال المار عبر خط غرينتش).

Et: معادلة التصحيح الزمني.

L: خط الطول للمنطقة.

بحيث:

- كلما اتجهنا شرقا بالنسبة لخط غرينتش ($L > 0$).

- كلما اتجهنا غربا بالنسبة لخط غرينتش ($L < 0$).

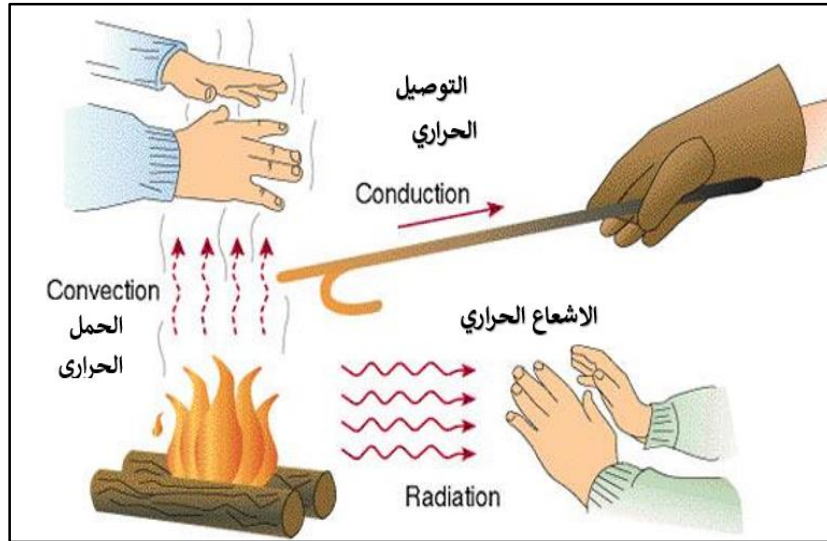
I. 4- انتقال الحرارة

يحدث انتقال الحرارة بين جسمين أحدهما درجة حرارته أعلى من درجة حرارة الجسم الآخر وتستمر العملية حتى تصبح درجة حرارة كلا الجسمين متساوية، هذه الحالة تسمى حالة التوازن الحراري.

إن عملية انتقال الحرارة في مجال التكنولوجيا لها دور مهم حيث يكمن هذا الدور في التقنيات المستخدمة على سبيل المثال (العزل الحراري والمبادلات والمحركات الحرارية) وتعد معرفة القوانين الفيزيائية التي تحكم هذه الأنماط من انتقال الحرارة أمر أساسي ومهم للغاية لأنها تسمح لنا بالتحكم في طريقة ونوعية تدفق الحرارة التي تحدث في حياتنا اليومية.

I. 1.4- طرق انتقال الحرارة

يمكن للحرارة أن تنتقل بثلاث طرق رئيسية كما يبينه الشكل (5.I):



الشكل 5.I- طرق انتقال الحرارة

❖ التوصيل الحراري

انتقال الحرارة بالتوصيل يعني انتقال الطاقة الحرارية من جزيئات المادة ذات الطاقة العالية الى الجزيئات الأقل طاقة كنتيجة طبيعية لحركة هذه الجزيئات فيما بينها. يحدث التوصيل في المواد الصلبة، السائلة والغازية الساكنة، ففي المواد السائلة والغازية يحدث التوصيل نتيجة تصادمات وانتشار للجزيئات أثناء حركتها العشوائية، أما بالنسبة للمواد الصلبة في التوصيل يحدث بفعل اهتزازات

للجزئيات وانتقال الطاقة بواسطة الالكترونات الحرة. حيث إن التدفق الحراري خلال وسط معين يعتمد على شكله الهندسي (سمكه ونوع المادة) وكذلك الفرق في درجة الحرارة [15].

ولقد استنتج العالم الفيزيائي فوري Fourier أن التدفق الحراري عند مادة ما يتناسب طرديا مع الفرق في درجة الحرارة وعكسيا مع سمك المادة، علاقة قانون فوري للتوصيل الحراري تعطى بالعلاقة التالية:

$$Q = -\lambda A \frac{dT}{dx} \quad (11-I)$$

حيث:

λ : معامل التوصيل الحراري بوحدة $W/m^2.K$

A : مساحة سطح التبادل بوحدة m^2 .

Q : التدفق الحراري بالتوصيل بوحدة W .

dT : فرق درجة الحرارة بين الجانب الساخن و البارد بوحدة K .

dx : سمك المادة بوحدة m .

❖ الحمل الحراري

انتقال الحرارة بالحمل يكون في السوائل ويتم كنتيجة للحركة العشوائية للجزئيات أو الحركة الميكروسكوبية للمائع أي انه يحدث بفعل سريان الموائع وعادة يحدث هذا الانتقال الحراري عند حركة حجم معين من سائل أو غاز من منطقة ذات درجة حرارة مرتفعة إلى منطقة ذات درجة حرارة منخفضة [16].

انتقال الحرارة بالحمل اما ان يكون:

- حمل طبيعي يحدث بسبب القوى الداخلية للسائل مثل قوة ارخميدس والجاذبية.

- حمل قسري يتم بواسطة قوى خارجية كحركة الرياح والمضخومات.

ينتقل التدفق الحراري بين جدار درجة حرارة T_1 ومائع درجة حرارته T_2 حيث يمكن وصفه بمعادلة قانون نيوتن التي تكتب بالصيغة

التالية:

$$Q = hA(T_1 - T_2) \quad (12-I)$$

حيث:

h : معامل الحمل الحراري بوحدة $W/m^2 \cdot K$.

T_1 : درجة الحرارة الجدار بوحدة K .

T_2 : درجة الحرارة المائع بوحدة K .

Q : التدفق للحمل الحراري بوحدة W .

❖ الاشعاع الحراري

هو الطاقة المنبعثة من جسم له درجة حرارة معينة حيث ان جميع المواد سواء كانت صلبة، سائلة او غازية تبعث إشعاع درجة حرارته تفوق الصفر المطلق (0 k).

يتم انتقال الطاقة بواسطة موجات كهرومغناطيسية، فلذلك لا يتطلب انتقال الإشعاع بين نقطتين الى وسيلة نقل كما في حالة الحمل والتوصيل ومثال عن ذلك وصول الضوء الى الأرض مروراً الى الغلاف الجوي، حيث ينتقل الإشعاع الحراري خلال الفراغ بسرعة الضوء دون تعرضه لأي تأثير [15]، ويضبطه مجموعة من القوانين منها:

أ- قانون ستيفان بولتزمان

ينص قانون ستيفان بولتزمان على ان مجموع الطاقة الحرارية المشعة والمنبعثة من الأجسام تتناسب مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة المطلقة ويعبر عنه وفق القانون التالي [15]:

$$R = \epsilon \sigma T^4 \quad (13-I)$$

حيث:

R : يعبر عن المجموع الكلي للطاقة المشعة من سطح المادة بوحدة W .

ε: معامل الانبعاث الاشعاعي للسطح الباث.

σ: ثابت ستيفان بولتزمان $\sigma = 5,67 * 10^{-8} W/m^2.K^4$

T: درجة الحرارة المنبعثة من الجسم بوحدة K.

ب- قانون بلانك

يمكن حساب الانبعاثية أحادية اللون او القدرة الاشعاعية E_λ التي تتعلق بالطول الموجي λ والحرارة المطلقة T بقانون يسمى

قانون بلانك التي تعطى بالعلاقة التالية [15]:

$$E_{b\lambda}(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5 \left[\exp\left(\frac{C_2}{\lambda T}\right) - 1 \right]} \quad (14-I)$$

حيث:

$$C_1 = 2\pi^5 h c^2 = 3.742 * 10^8 W \cdot \frac{\mu m^4}{m^2} \quad (15-I)$$

$$C_2 = \frac{hc_0}{k} = 1,44 * 10^4 \mu m \cdot k \quad (16-I)$$

$c_0 = 2.99 * 10^8$ m/s سرعة الضوء في الفراغ.

K: ثابت ستيفان بولتزمان $K = 1.3805 * 10^{-23} J/k$

λ : طول الموجة بوحدة μm .

T: درجة الحرارة بوحدة K.

E_λ : الانبعاثية الإشعاعية بوحدة $(\mu m \cdot W/m^2)$ [15].

ج- قانون كيرشوف

ينص قانون كيرشوف على أن معامل الامتصاص الطيفي الاتجاهي يساوي معامل الانبعاث الطيفي الاتجاهي [18]

ونكتب:

$$\epsilon_{ox,\lambda} = \alpha_{ox,\lambda} \quad (17-I)$$

الإشعاع المنبعث والإشعاع الوارد موزعين بانتظام نكتب $\epsilon_\lambda = \alpha_\lambda$.

I. 5- الإشعاع الحراري الساقط على السطوح

عند استقبال السطح او الجسم للإشعاع فإن الطاقة الواردة له Q_{inc} تنقسم إلى ثلاثة أجزاء كما يوضحه الشكل (6-I) (6-I)

[19]بحيث:

1. جزء من الطاقة الكلية يمر عبر السطح (Q_{tra}) ومعامل الامرار يكتب:

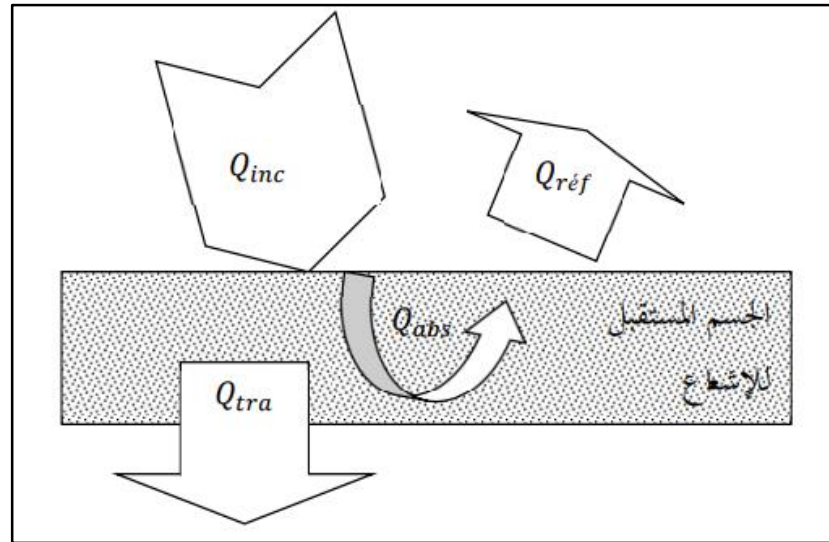
$$\tau = \frac{Q_{tra}}{Q_{inc}} \quad (18-I)$$

2. جزء من الطاقة الكلية ينعكس عبر السطح ($Q_{réf}$) ومعامل الانعكاس يكتب:

$$\rho = \frac{Q_{réf}}{Q_{inc}} \quad (19-I)$$

3. جزء يمتص من طرف السطح (Q_{abs}) ومعامل الامتصاص يكتب:

$$\alpha = \frac{Q_{abs}}{Q_{inc}} \quad (20-I)$$



الشكل 6.I- الجسم المستقبل للإشعاع [19]

العلاقة بين هذه المعاملات يسمى التوازن الحراري كما تبينه العلاقة التالية:

$$Q_{abs} + Q_{tra} + Q_{réf} = Q_{inc} \quad (21-I)$$

يعني أن:

$$\alpha + \tau + \rho = 1 \quad (22-I)$$

حيث:

Q_{abs} : الطاقة الممتصة من طرف الجسم.

Q_{tra} : الطاقة المارة عبر الجسم.

$Q_{réf}$: الطاقة المنعكسة على سطح الجسم.

Q_{inc} : الطاقة الكلية الواردة للجسم.

I. 1.5-أنواع و خصائص الاجسام المستقبلية للإشعاع

أنواع الاجسام المستقبلية للإشعاع الشمسي وخصائصها التي تميزها عن باقي الاجسام موضحة في الجدول التالي:

الجدول I. 4 - خصائص التي تميز الاجسام المستقبلية للإشعاع الشمسي [20]

الجسم	خصائصه
الأسود	<p>- باعث وماص مثالي للإشعاع عند درجة حرارة وطول موجي محددان (باعث مثالي أي باعث منتشر مما يعني أنه يصدر إشعاعًا بشكل موحد في كل اتجاه وماص مثالي بمعنى انه يمتص كل الإشعاع الساقط بغض النظر عن الطول الموجي والاتجاه).</p> <p>- لا يمكن لأي سطح أن ينبعث طاقة أكثر من الجسم الأسود.</p> <p>- يمكن أن يكون الجسم الأسود بمثابة مرجع مناسب في وصف الانبعاث.</p> <p>- إنبعاثية السطح الأسود ($\epsilon=1$) وهي نسبة الإشعاع المنبعث من جسم أسود عند نفس درجة الحرارة.</p>
الرمادي	<p>- هو سطح تكون خصائصه مستقلة عن الطول الموجي.</p> <p>- لا يمتص كل الأشعة الساقطة عليه فهي تعكس جزء صغير منها نعرفه بالانعكاسية (ρ) وهي جزء من الطاقة الكلية.</p> <p>- لا يصدر كل الطاقة القصوى عند درجة حرارة معينة، تحدد الطاقة المنبعثة ب</p> $0 \leq \epsilon \leq 1 \text{ حيث } E_{bi} = \epsilon_i E_i$ <p>- تعتبر الصفائح المعدنية (النيوم، نحاس... الخ) رمادية لها إمراريه معدومة ($\tau = 0$) وبالتالي: $\alpha + \rho = 1$</p>

الخاتمة

الاشعاع الشمسي الوارد على سطح الارض رغم نسبته الضعيفة مقارنة بالإشعاع الكلي الصادر من الشمس الا انه يتم

استخدامه في العديد من المجالات منها تحلية المياه بتقنية التقطير الشمسي وهذا ما سنتناوله في الفصل الثاني.

الفصل الثاني

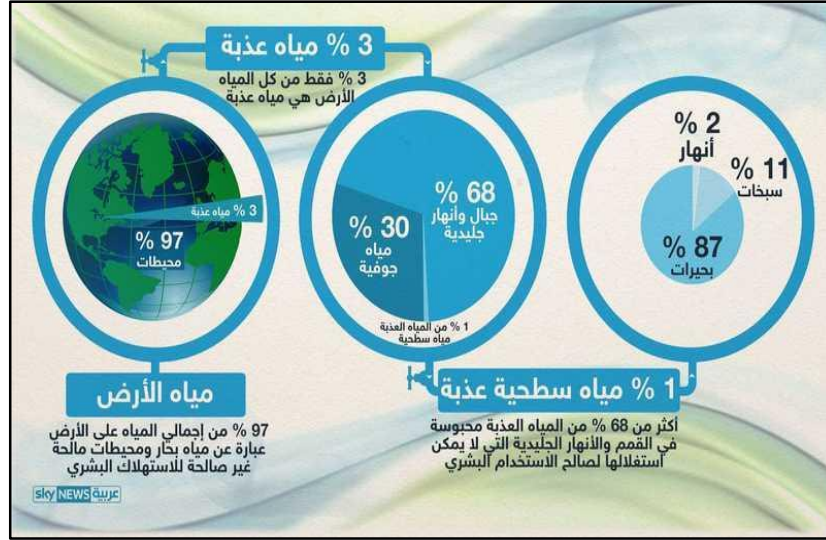
دراسة نظرية حول المقطر الشمسي

تمهيد

إن مسألة توفير الماء في وقتنا الحاضر من هموم العصر نتيجة تناقص المستمر في المصادر المائية العذبة و التزايد المفرط للسكان، الا انه في وقتنا الحاضر أصبح أزمة يعاني منها جميع العالم وذلك لسببين هم ندرة مصادره وملوحته العالية جدا، وهذا ما استدعى العلماء و الباحثين لإيجاد طرق لتخفيف من ملوحته حتى تستطيع جميع الكائنات الحية الاستفادة منه ومن بين هذه الطرق تحليته عن طريق تقنية التقطير الشمسي باستعمال الطاقة الشمسية، وتعتبر هذه الطريقة حل عملي واقتصادي لطلب الحالي والمستقبلي مع توفر موارد المياه وكمية الاشعاع الشمسي كبيرة خاصة في المناطق الصحراوية وهذا ما سنتناوله في هذا الفصل بالاستعانة بمقتر بسيط.

II. 1-عموميات حول الماء

الماء من أهم وأتمن النعم التي رزقنا الله بها فهو ضروري لحياة كل الكائنات الحية، حيث يشكل الماء نسبة معتبرة جدا من مساحة الكرة الأرضية، تبلغ نسبته حوالي 70% أي ما يقارب 1360 مليار متر مكعب، حيث تتوزع المياه بطريقة غير منتظمة حول العالم حيث 97% منها محيطات وبحار مالحة غير صالحة للاستهلاك البشري و3% مياه عذبة وتمثل هذه المياه العذبة في مياه الجبال، الأنهار الجليدية، المياه الجوفية والمياه السطحية حيث تقسم المياه السطحية الى مياه البحيرات، الأنهار وسبخات كما هو موضح في الشكل (II. 1)، لكن رغم كل هذه المياه التي تغطي الكرة الأرضية الا ان العالم يعاني من أزمة مياه حادة وخصوصا المياه الصالحة للشرب، ووفقا لتقرير الأمم المتحدة لسنة 2006 فإن 20% من سكان العالم يفتقرون إلى المياه العذبة، وسوف تزداد هذه النسبة لتصل إلى 30% من السكان في سنة 2025، ونزع الأملاح من هذه المياه غير الصالحة للشرب يتم بطرق تقليدية يتم باستعمال الطاقة الكهربائية أو الحرارية ومن أجل تحديد المشاكل، والتغلب عليها يجب توفير كمية كافية من المياه في المناطق التي تشكو نقصا فيه، وخاصة المناطق الجافة، وقد شكّل الحصول على مصدر نقي من مياه الشرب أمراً مهماً لنشوء الحضارات عبر التاريخ. وفي العقود الأخيرة، سجلت حالات شحّ في المياه العذبة في مناطق عديدة من العالم، ولقد قدّرت إحصاءات الأمم المتحدة أنّ حوالي مليار شخص على سطح الأرض لا يزالون يفتقرون الوسائل المتاحة للوصول إلى مصدر آمن لمياه الشرب، وأنّ حوالي 2.5 مليار سيفتقرون إلى وسيلة ملائمة من أجل تطهير المياه [6،21].



الشكل II. 1- توزيع ونسبة المياه في العالم

II. 1.1- أزمة المياه في الجزائر

تعاني الجزائر من أزمة مياه حادة نتيجة الجفاف الذي ساد المنطقة منذ سنين وإلى المناخ الجاف أو الشبه الجاف الذي يسود أغلب أراضيها بالإضافة إلى ندرة سقوط الأمطار وهذا ما يهدد نقص الموارد المائية مع تزايد الطلب على المياه [21,22].

II. 2.1- الأوضاع الحالية والمستقبلية لموارد المياه في الجزائر

الأوضاع الحالية والمستقبلية للمياه في الجزائر موضحة في الجدول (II.1) الذي يوضح الموارد المائية التقليدية وغير التقليدية وكذلك الاحتياجات المائية في مختلف المجالات (الشرب، الصناعة والري) خلال السنوات 1990، 2000، 2025 و 2047 بالإضافة إلى نصيب الفرد من الموارد في كل سنة.

الجدول II.1- مقابلة الموارد والاحتياجات المائية الحالية والمستقبلية [21].

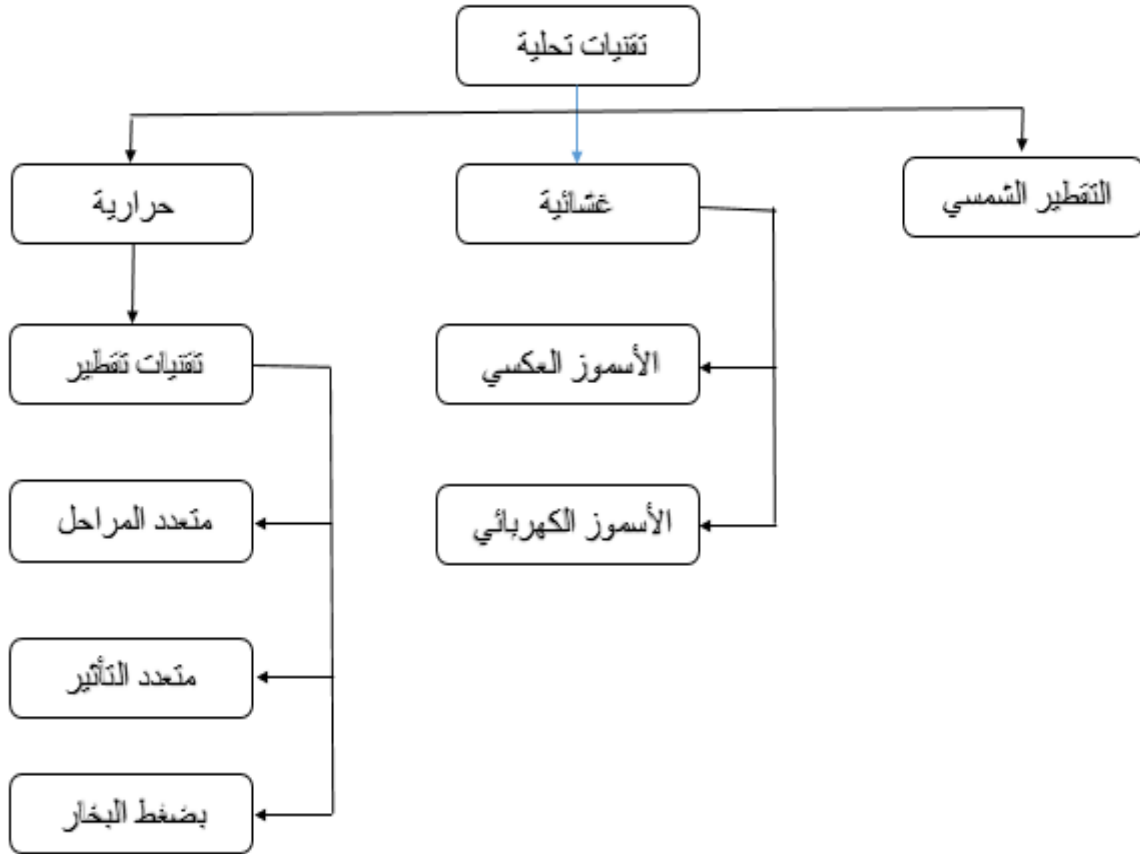
نصيب الفرد من الموارد م ³ / سنة	الاحتياجات المائية				الموارد المائية						تعداد السكان (مليون نسمة)	العام
	أجمالي	ري	صناعة	شرب	متجددة %	أجمالي	غير تقليدية		تقليدية			
							معالجة	تحلية	جوفية	سطحية		
690	4.36	2.73	0.26	1.37	16	17		0.05	3.7	13.5	25	1990
524	6.1	3	0.5	2.6	16	17.3		0.1	3.7	13.5	33	2000
334	10.44	3.67	1.1	5.67	16	17.35		0.15	3.7	13.5	52	2025
223	14.25	4.25	1.63	8.36	16	17.4		0.2	3.7	13.5	78	2047

II. 2 - تقنيات تحلية المياه

تحلية المياه هي عملية يتم فيها التقليل من مستوى ملوحة الماء حيث يتم تحويله من ماء خام إلى ماء قابل للاستخدام

ويخضع للمعايير العالمية، تم استخدام هذه التكنولوجيا لأول مرة منذ حوالي ستين عام، خلال الحرب العالمية الأولى [16].

لتحلية المياه العديد من التقنيات كما هي موضحة في الشكل (2.II):



الشكل 2.II - بعض تقنيات تحلية المياه

II.2.1- التقنيات الحرارية

تقوم هذه التقنيات على التبخير باستعمال الحرارة، وهي في الأساس تعتمد على مبدأ التقطير حيث تتكون من عمليتين

(التبخير والتكثيف). عملية التبخير (Evaporation) تتم بفعل مصدر حراري ثم تحول بخار الماء باتجاه المكثف

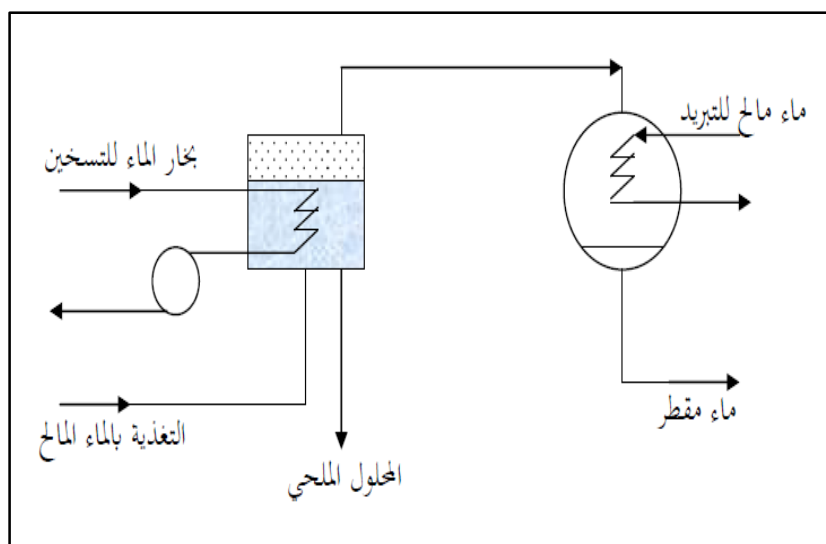
(Condenseur) له درجة حرارة منخفضة نسبياً، نتيجة الفرق في درجة الحرارة بين المكثف والمبخر. ينتج عن هذه العملية مياه

قليلة الملوحة، عموماً كل التقنيات الحرارية مهما كان مبدأ عملها فإنها تحتاج إلى مصدر حراري ساخن للتبخير ومصدر حراري بارد

للتكثيف [19]. يمكن إجراء التقطير باستخدام تقنيات مختلفة منها: تقطير البسيط، التقطير المتعدد المراحل، تقطير متعدد التأثير وتقطير بضغط البخار... الخ [23].

II.1.1.2- التقطير البسيط

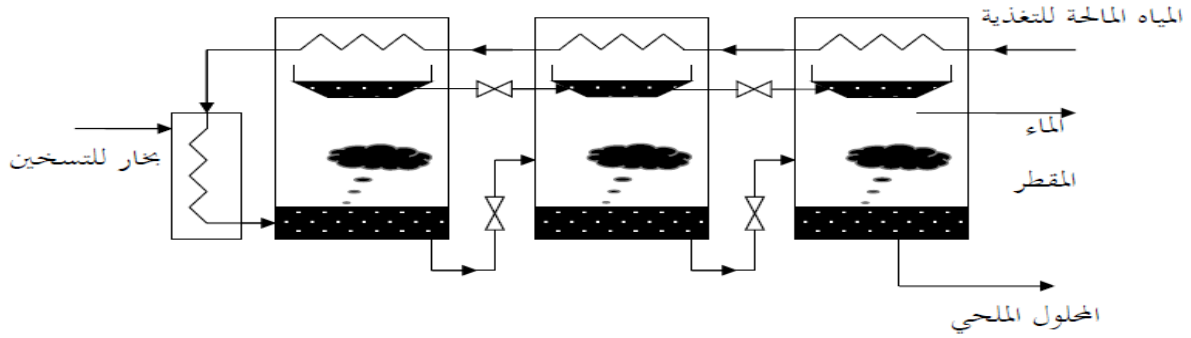
يتم في هذه الطريقة تبخير الماء المالح في خزان ماء بدون ضغط ولأجل التسخين نستعين بمبدل حراري يسري به بخار الماء فيصعد بخار الماء إلى أعلى الخزان ويخرج عبر مسار موصل إلى المكثف، فيتكثف هذا البخار إلى قطرات ماء خالية من الأملاح ثم يجمع في خزان للماء المقطر ثم تخزن في خزان ثاني خاص بجمع الماء المقطر وتتم هذه العملية في دورة مغلقة كما هو موضح في الشكل (II. 3) [25].



الشكل II. 3- مبدأ عمل مقطر شمسي بسيط

II.1.1.2- التقطير متعدد المراحل (MSF)

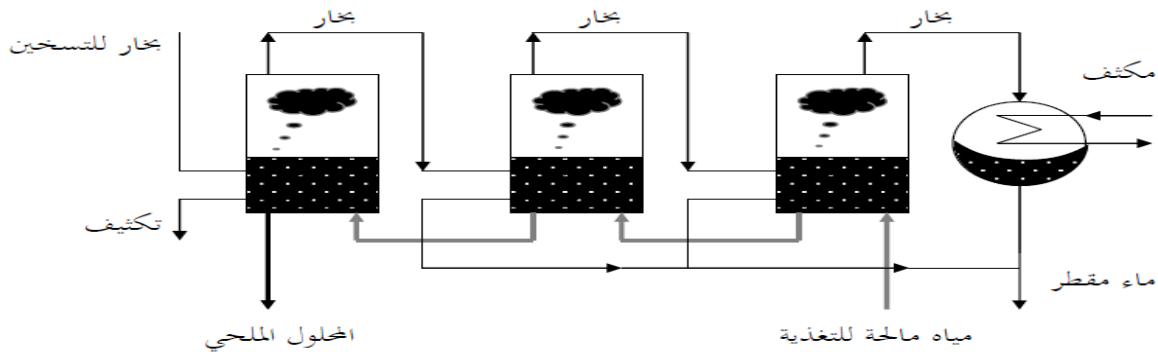
تلعب عملية التحلية متعددة المراحل (MSF) دورا حيويا في توفير المياه العذبة في العديد من مناطق العالم [25]. تم اكتشاف وحدة التبخير الومضي متعددة المراحل في فرنسا من طرف العالم (SILVER.S.R) عام 1950، تعتمد هذه التقنية على عملية التبخير الومضي أي يلزم تسخين الماء المالح إلى درجة حرارة أعلى من درجة الغليان (عند ضغط معين) ثم فجأة يضخ الماء المالح الساخن إلى غرفة عند ضغط أقل من ضغط الغليان، فيحدث التبخر الفجائي الومضي و يتكون البخار الذي يتم تكثيفه ليصبح الماء المنتج ويجمع ويعالج بكميات صالحة للشرب، وتستخدم هذه الطريقة في محطات ذات الطاقة الإنتاجية الكبيرة. كما هو موضح في الشكل (II. 4) [26].



الشكل II 4- مبدأ عمل التقطير المتعدد المراحل

II.1.2.3- التقطير بالتبخير متعدد التأثير (MED)

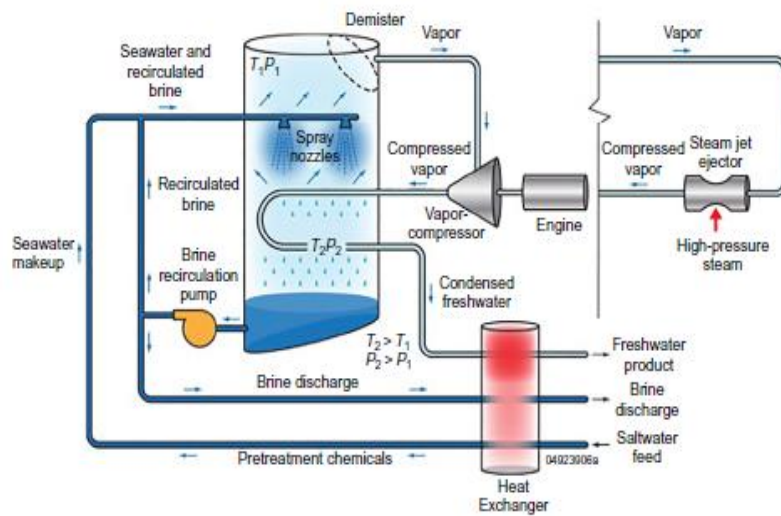
في عملية التقطير متعدد التأثير (MED)، يتم تحلية المياه المالحة عن طريق التبخير والتكثيف اللاحق. وتحتل هذه الطريقة باهتمام كبير من بين تقنيات التحلية الحرارية الأخرى لما لها من مزايا [25]. لزيادة مردود عملية التقطير يجب استعادة جزء من الحرارة الضائعة عند التكثيف، واستخدامها كحرارة تسخين أولي، ثم تحقيق العديد من التأثيرات المتتالية، ويتم استعادة الحرارة المتبقية و استخدامها لتسخين المياه الخام المراد معالجتها [16]، و استخدامها لأغراض أخرى من بينها المجال الصناعي، الذي يستخدم عادة من ستة إلى سبعة مبخرات ومكثفات، تعمل بنفس المبدأ، وهذا المبدأ استعمل لأول مرة في أوائل القرن التاسع عشر للميلادي، وتمتاز هذه العملية بارتفاع معدل الأداء فكل كمية بخار يتم إنتاجها في أي مرحلة يمكنها أن تكون مصدرا للحرارة لإنتاج كمية أخرى من البخار لمرحلة أخرى تالية، وكلما زاد عدد المراحل (التأثيرات) لهذه التكنولوجيا كلما زاد معدل أداء الوحدة وكذلك زيادة إنتاجيتها و هي موضحة كما في الشكل (II 5) [19].



الشكل II 5- مبدأ عمل التقطير بالتبخير الومضي.

II.4.1.2- التقطير بضغط البخار

تعتبر هذه الطريقة إحدى الطرق المستخدمة للوحدات المتوسطة نسبياً لإنتاج الماء المقطر ($500\text{m}^3/\text{jour}$). استخدمت هذه التكنولوجيا في أوروبا عام 1910 واليابان عام 1920، وفيها يتم الاستفادة من حرارة البخار في المراحل الأخرى (التقطير متعدد التأثير والتبخير الومضي) كمصدر بخار خارجي للتسخين بعد ضغطه مصدراً أساسياً للحرارة، وفي هذه الطريقة يمكن الحصول على اقتصادية عالية للطاقة، ولكن من الضروري الحصول على الطاقة الميكانيكية باستخدام ضاغط ميكانيكي (ضغط بخار ميكانيكي MVC) أو قاذف بخار (ضغط البخار الحراري TVC) وهو موضح في الشكل (II.6) [28,27].



الشكل II.6- مبدأ عمل التقطير بضغط البخار

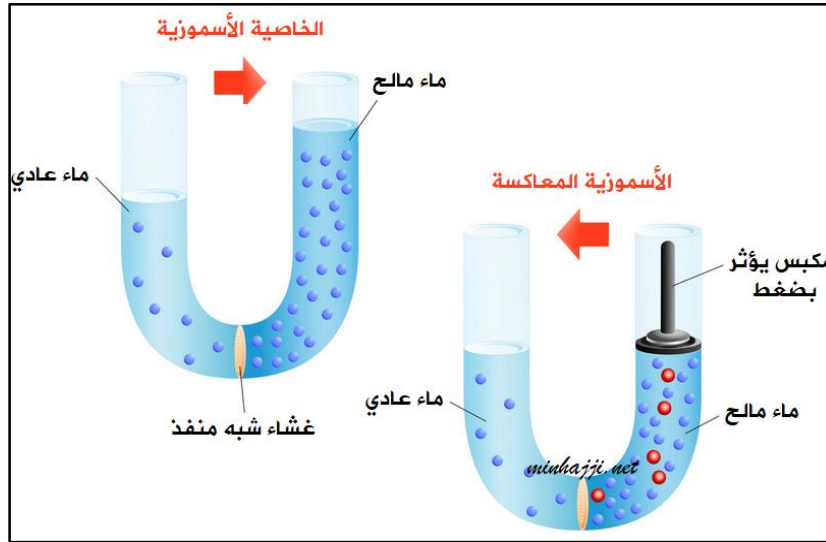
II.2.2- التقنيات الغشائية

هي التقنيات التي تعتمد على أغشية نفوذة لفصل الأملاح من الماء عن طريق وجود قوة دافعة للماء أو للملح للانتقال عبر غشاء نفاذ يسمح بمرور أحد المكونات دون الآخر (الماء فقط أو الملح فقط). وتعد من بين الطرق الأكثر جاذبية لأنه يمكن تشغيلها عن طريق درجة حرارة الغرفة وبدون تغيير المرحلة، وهي تقسم إلى طريقتين الأسموز العكسي والأسموز الكهربائي.

II.2.2.1- الأسموز العكسي (التناضح العكسي)

تعتمد تقنية الأسموز العكسي على الظاهرة الطبيعية المعروفة بالخاصية الأسموزية، وهي عملية انتقال المياه العذبة من المحلول الملحي الأقل تركيز إلى المحلول الملحي الأعلى تركيز من خلال أغشية شبه نفاذية مما يسبب فرق ضغط في جانبي الغشاء يسمى

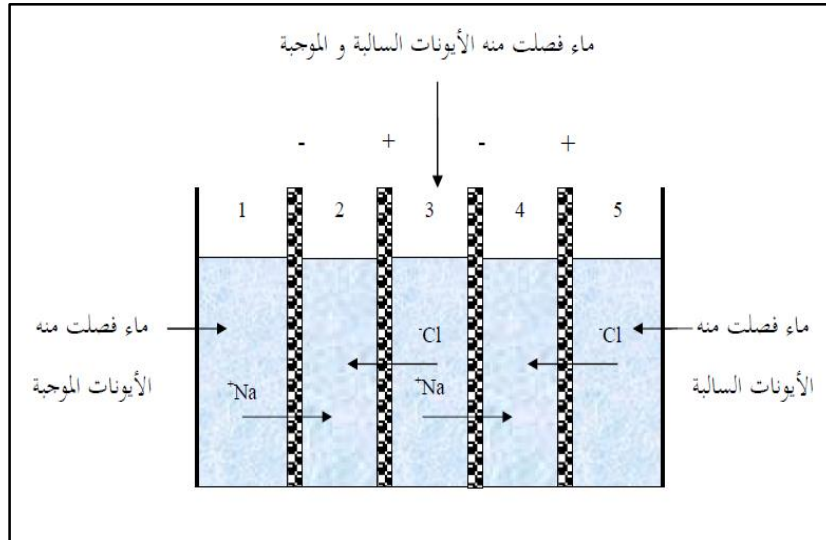
الضغط الأسموزي. فعند بذل ضغط على المحلول الملحي يفوق الضغط الأسموزي، تبدأ المياه العذبة بالتدفق من المحلول الملحي إلى الجهة المقابلة من الغشاء وهكذا حتى نحصل على ماء أقل ملوحة وبذلك قد عكسنا الظاهرة الأسموزية وهذه الظاهرة تتم تحت درجة حرارة عادية مع استهلاك لكمية من الطاقة الكهربائية وهي موضحة في الشكل (II. 7) [29,26].



الشكل II. 7- مبدأ عمل تقنية التناضح العكسي

II.2.2.2- الأسموز الكهربائي (التناضح الكهربائي)

يتم في هذه التقنية فصل الأيونات كيميائياً بفعل التجاذب الكهربائي، ولهذا تسمى تقنية الأسموز الأيوني ونستعمل فيها أغشية نفاذة للماء واختيارية، تختار نوع خاص من الأيونات سالبة كانت أو موجبة حسب نوع الكهرباء المستقطبة في هذه الأغشية، وهذه التقنية ظهرت قبل تقنية الأسموز العكسي بعشر سنوات أي منذ التسعينات. يتم فصل الأملاح من المياه المالحة بوضع الأغشية بين القطبين الكهربائيين بطريقة متعاقبة، أي غشاء لانتقاء الشوارد الموجبة ثم غشاء آخر لانتقاء الشوارد السالبة مع وضع لوح فاصل بين كل غشاءين يسمح بانسياب الماء بينهما، وعند إمرار تيار كهربائي ينشأ تيار لهجرة الشوارد السالبة إلى القطب الموجب والموجبة إلى القطب السالب ومنه انتقال الشوارد عبر الأغشية، وبعدها يجمع الماء العذب من جانب ويخرج المحلول المركز من الجانب الآخر، كما هو موضح في الشكل (II. 8) [30,19].

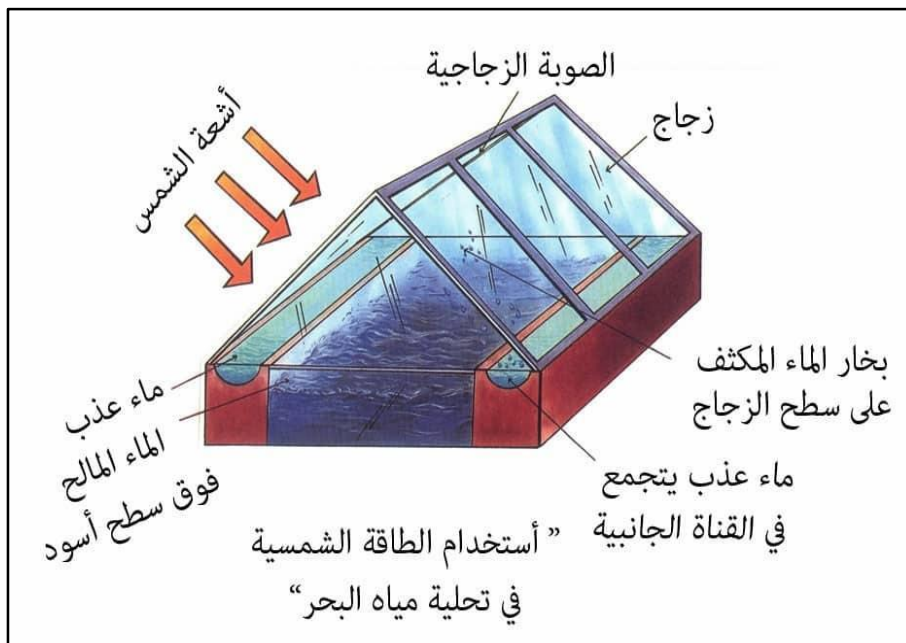


الشكل II 8- مبدأ عمل تقنية التناضح الكهربائي

II 3.2- تقنية التقطير باستخدام الطاقة الشمسية

تستخدم الطاقة الشمسية لتحلية المياه من خلال طريقتين هما الطاقة الكهربائية الناتجة من الطاقة الشمسية (تقنيات التحلية التقليدية)

والاشعاع الشمسي لتبخير جزء من المحلول الملحي باستعمال المقطرات الشمسية وهي موضحة في الشكل (II 9) [31].



الشكل II 9- تقنية التقطير الشمسي

II. 3- المقطر الشمسي

منذ القدم عرف الإنسان أن للشمس طاقة هائلة، وحاول إيجاد أساليب لاستغلالها بالشكل الذي يجعلها مفيدة له. فمن أولى الاكتشافات هو إدراك الإنسان لظاهرة تسخين مياه الأحواض المعرضة مباشرة لأشعة الشمس، وبعد ذلك اخترعت مادة الزجاج لما لديها من خواص، بحيث من الممكن تصنيع عدسات ومرايا تساهم في استغلال هذه الأشعة. أول استخدام لطاقة الشمس في التقطير كان سنة 1872 في شمال الشيلي (Chili) في صحراء (Lassaliens)، وكان على شكل أحواض سوداء مغطاة بزجاج مائلة [19].

II. 3.1- تعريف و خصائص المكونات الأساسية للمقطر الشمسي

المقطر الشمسي هو عبارة عن صندوق خشبي ذو غطاء زجاجي شفاف يسمح بنقل الإشعاع الشمسي يحوي كمية من الماء المالح فوق قاعدة سوداء لامتناس أكبر قدر من الإشعاع، وتأثير حرارة الإشعاع تصبح درجة حرارة الماء داخل الصندوق أعلى مما يحيط به، الأمر الذي يساعد على تبخير الماء ليتصاعد البخار ويتكثف على السطح الداخلي للزجاج، ثم يتجمع في القناة الخاصة بالماء المقطر. من الضروري عزل قاع الحوض وجوانبه بالعوازل الحرارية لتقليل انتقال الحرارة من ماء الحوض إلى الخارج وذلك لرفع كفاءة المقطر، وأن يطل على قاع الحوض بطلاء أسود غير براق، وكذلك إحكام غلق جوانب الحوض لتقليل تسرب الهواء المشبع بالبخار من الداخل إلى الخارج ولتقليل انتقال الحرارة عبر فتحات تسرب الهواء، وهناك أنواع مختلفة من المقطرات الشمسي [19، 32].

المكونات الأساسية للمقطر الشمسي يجب ان تتوفر فيها بعض الخصائص منها:

• الزجاج

يعتبر الزجاج المادة المناسبة حيث يتمتع بنفاذية أعلى للإشعاع الشمسي من زوايا مختلفة، يملك الزجاج أيضاً عمر أطول، ويمكنه بسهولة إحداث فرق في درجة الحرارة أعلى الغطاء وأسفله. يمكن ملاحظة أن مع زيادة سمك الغطاء الزجاجي، سيزداد اختلاف درجة الحرارة بين سطح الماء والغطاء الزجاجي مما يزيد من إنتاجية التقطير.

هناك عدة معايير يجب مراعاتها عند اختيار زجاج المقطر الشمسي وهي:

➤ السمك

➤ اللون: (شفاف).

➤ الانعكاس: (يجب ان يكون على الاقل ما بين 5 و 10%).

➤ نسبة الامتصاص: (على الاقل 5%).

➤ نسبة العبور: (أكثر من 90%) [43].

● الصفيحة المعدنية

هي عبارة عن صفيحة مصنوعة من المعادن كـنحاس، الألمنيوم... الخ الغرض منها هو امتصاص أقصى حد ممكن من الإشعاعي الشمسي لنقل الحرارة المحتجزة إلى الماء، يجب طلاء سطح اللوحة بالأسود لتكون ذات امتصاصية عالية وانبعائيه ضعيفة، ويتم اختيار الصفيحة الملائمة وفقا لعدة خصائص منها:

➤ السمك: يجب أن يكون محصور بين (1-4) mm.

➤ التوصيلية: يجب أن نختار صفيحة لها توصيلية حرارية مرتفعة.

➤ مقاومة التآكل: الصفيحة المعدنية تكون في تلامس مع الماء، لهذا يجب اختيار صفيحة تقاوم ظاهرة التآكل.

القاع وجوانب الممتص يجب أن تكون مغطاة بالعازل لتقليل فقدان الحرارة [43].

● العازل

لاختيار عازل جيد يجب معرفة الخصائص التالية:

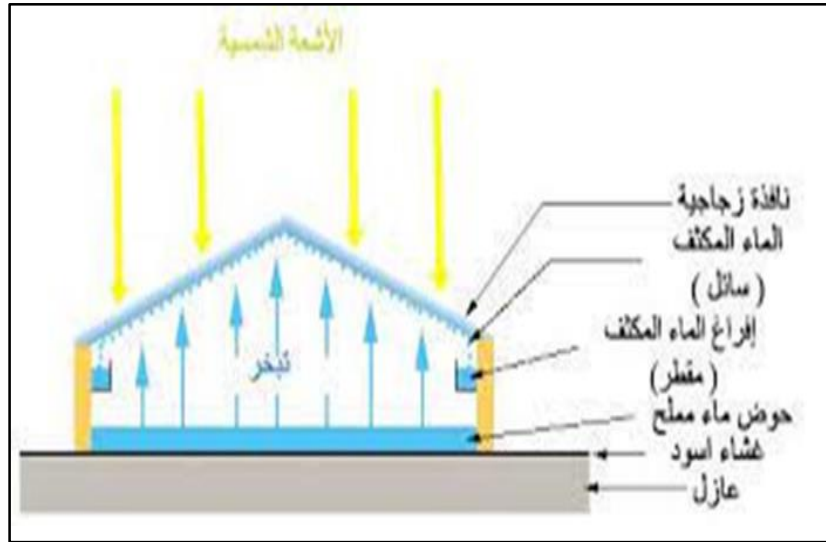
➤ التوصيلية الحرارية: يجب أن تكون قليلة ليكون عزل حراري جيد، أمثلة:

Le polyuréthane: $k_1 = 2.25 \cdot 10^{-5} \text{ kW / m. } ^\circ\text{C}$

Le polystyrène: $k_2 = 0.364 \cdot 10^{-5} \text{ kW / m. } ^\circ\text{C}$

La laine de verre: $k_3 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ kW/m. } ^\circ\text{C}$

العازل الافضل من بين الثلاثة هو polystyrène [43].



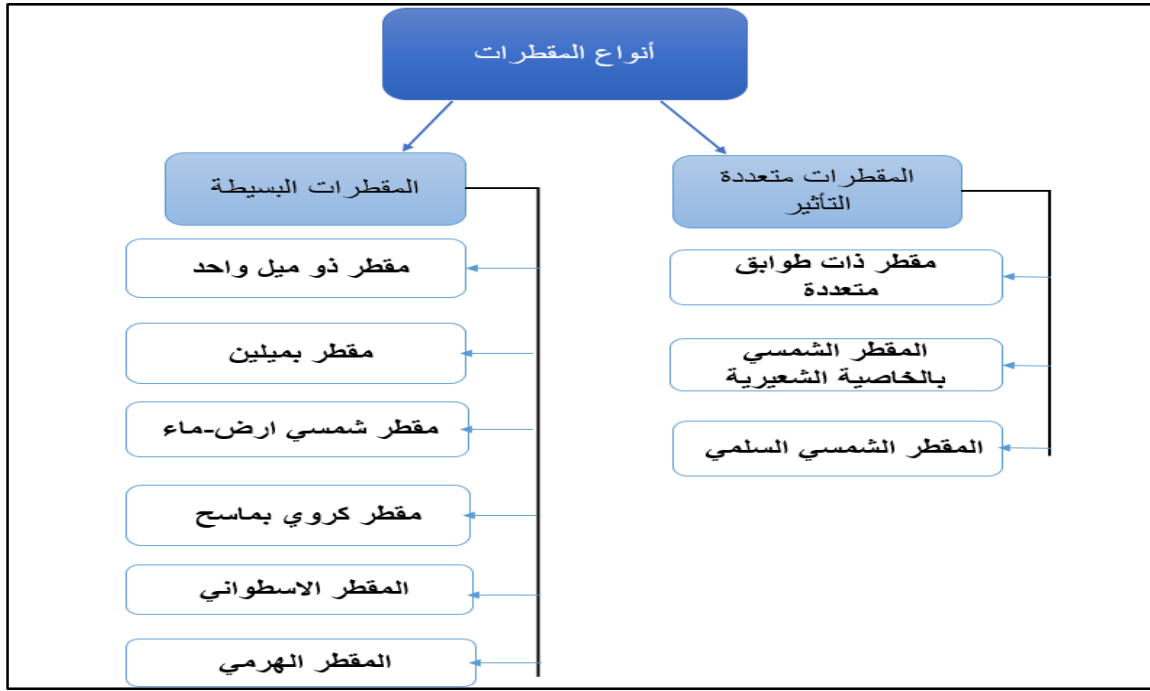
الشكل II. 10- المكونات الأساسية للمقطر الشمسي

II. 2.3 - مبدأ عمل المقطر الشمسي

التقطير الشمسي هو عبارة عن ظاهرة طبيعية هيدرولوجية، ولها نفس مبدأ الظاهرة الحقيقية التي تكتشف في الطبيعة، أساس عمل المقطر الشمسي بسيط جدا، حيث حوض التقطير يعمل كلوح ماص لطاقة الشمسية التي تعبر الغطاء الزجاجي والتي بدورها تقوم بتسخين المياه المالحة أو القليلة الملوحة داخله، وبالتالي فالماء فقط هو الذي يتبخر تاركا الملوثات والمعادن الصلبة الذائبة التي ليس لديها القدرة على ان تتبخر في قاع الحوض، يتصاعد بخار الماء الناتج الى الجانب الداخلي للغطاء الزجاجي عند درجة حرارة تقع بين درجة حرارة الماء الموجود في القاعدة ودرجة حرارة المحيط حيث يتم نقل الحرارة عن طريق الاشعاع والحمل والتبخير، تتجمع قطرات الماء المتشكلة على السطح الداخلي للغطاء الزجاجي وتنساب بفعل ثقلها إلى وعاء تجميع الماء المقطر، هناك عدة نماذج تستخدم نفس المبدأ وتخدم نفس الوظائف رغم اختلاف الشكل والمواد [13،16].

II. 3.3 - أنواع المقطرات الشمسية

يوجد نوعين من المقطرات، مقطرات بسيطة ومقطرات متعددة. تختلف هذه المقطرات عن بعضها البعض من حيث التصميم والمواد المستعملة في التركيب كما هو موضح في الشكل (II.11).



الشكل II.11- أنواع المقطرات الشمسية

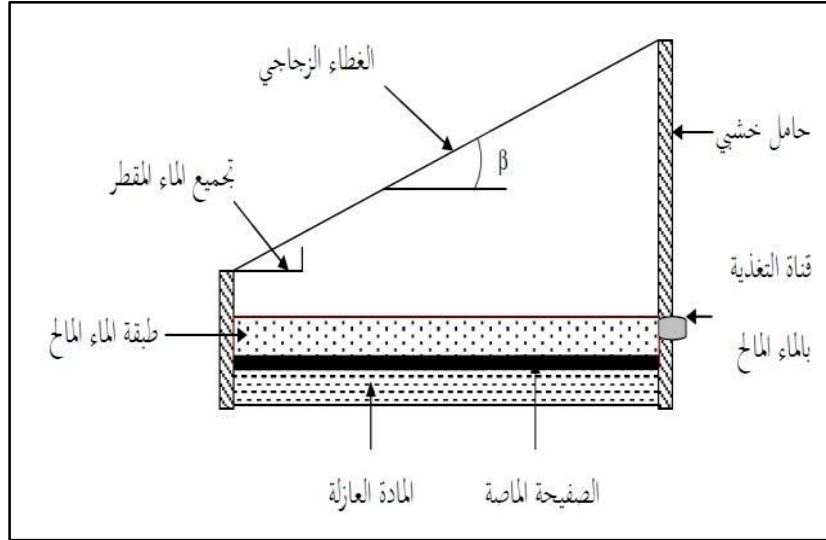
II 3.3.1- المقطرات البسيطة

المقطر البسيط هو الأكثر استعمالاً في العالم، يتكون من حوض به مياه مالحة مطليا باللون الأسود محكم الاغلاق ومثبت بغطاء زجاجي شفاف مائلا. يمر الاشعاع الشمسي عبر الغطاء فيمتصه الحوض الأسود، نتيجة هذا الامتصاص تتبخر مياه الحوض ثم ترتفع على شكل بخار على سطح الغطاء الداخلي ويتكثف على ماء نظيف، ومن بين إيجابيات هذا المقطر: تكلفته المنخفضة، سهولة الاستعمال والصيانة وطول مدة صلاحيته التي لا تقل عن عشرة سنوات. أما سلبياته فتتمثل ان الجهاز مازال يعاني من الكفاءة الحرارية المنخفضة نسبيا التي تتراوح عادة بين 20% إلى 46% ونتاجية منخفضة للمياه المقطرة تتراوح (2-5) L/m² في اليوم [33,34]. وتوجد عدة نماذج لهذا النوع وهي:

أ- مقطر ذو ميل واحد (Distillateur à pente unique)

هو مقطر بلاقط واحد مائل بزاوية (β)، وهو سهل التنظيف نظرا لسهولة فصله وتركيبه [35]. كما يوضح الشكل

(12. II).

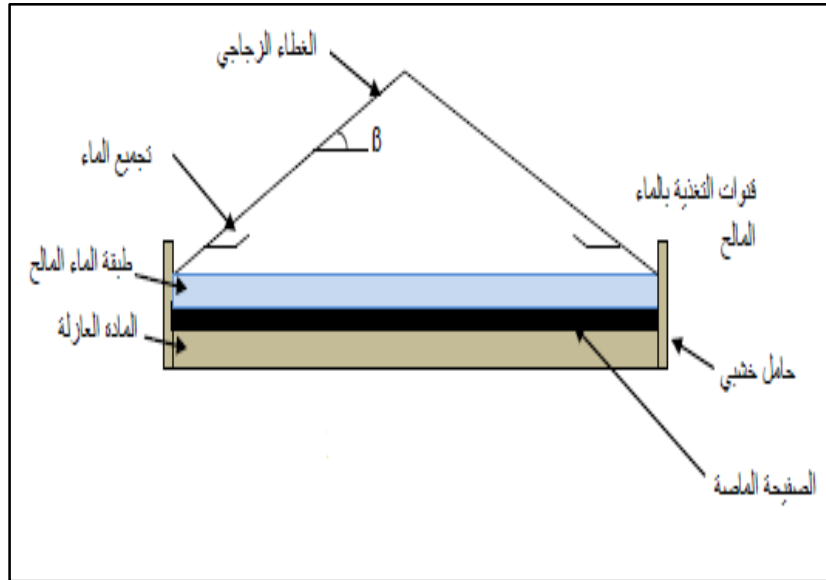


الشكل II. 12- مقطر ذو الميل الواحد

ب- مقطر ثنائي الميل Distillateur à double pente

يطلق عليه أيضا مقطر بلاقطين بحيث يميل كل منهما بزاوية (β)، يصعب تنظيفه وتركيبه ومميزته تتمثل في تعريض

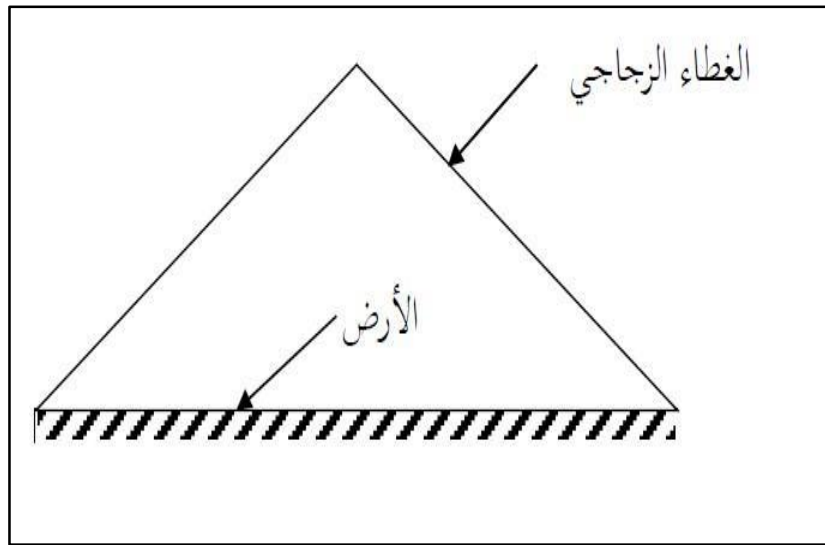
لاقط للشمس والأخر للظل لتسريع عملية تكثيف وهو موضح في الشكل (II. 13). [35].



الشكل II. 13- مقطر شمسي ثنائي الميل

ج - مقطر شمسي ارض-ماء -eau - Distillateur solaire terre

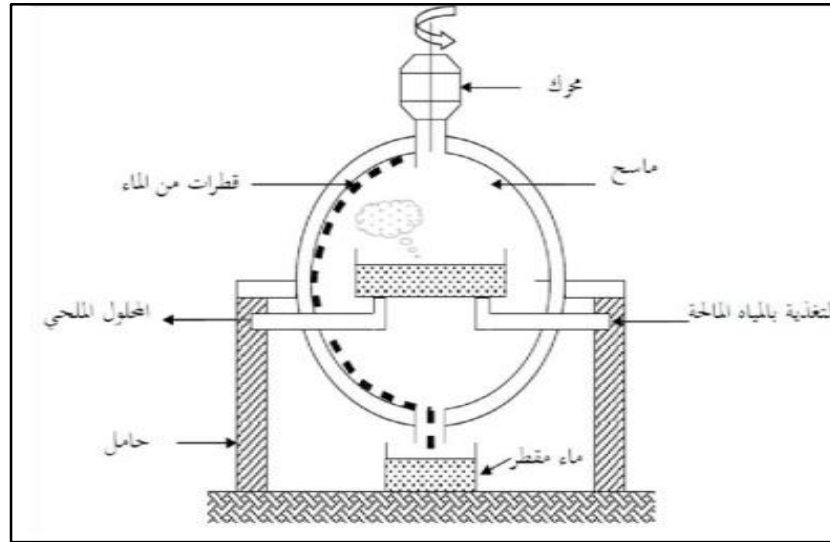
تتراكم كميات كبيرة من الرطوبة في التربة وحتى في المناطق الجافة خاصة في موسم البرد، بحيث تتبخر هذه الرطوبة عند ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض المتحصل عليها من ضوء الشمس، لاستغلال هذه الهيدرولوجيا الطبيعية نستخدم مقطر الشمسي أرض-ماء الذي يعتبر مقطر تقليدي يشبه في تركيبه مقطر بميلين يتم فقط استبدال الحوض الأسود بالأرض وهو كما موضح في الشكل (II. 14) [36,5].



الشكل II. 14- مقطر شمسي أرض-ماء.

د - مقطر كروي بماسح Distillateur sphérique à balayage

هو عبارة على كرة زجاجية شفافة يوضع في وسطها حوض معدني اسود افقي يحتوي على الماء المراد تقطيره، يدخل الاشعاع الشمسي عبر الجزء العلوي من الكرة الزجاجية لتسخين الماء الموجود في الحوض فيتبخر جزء منه ثم يتكاثف على السطح الداخلي للزجاج حيث يمر ناتج التقطير إلى الجزء السفلي من الكرة عبر الفراغ الحلقي بين الحوض والكرة، تحافظ الماسحة التي يتم تشغيلها بواسطة محرك كهربائي على سطح التكثيف الشفاف باستمرار وتضمن تصريفًا سريعًا للقطرات وهو كما موضح في الشكل (II. 15) [38,37].

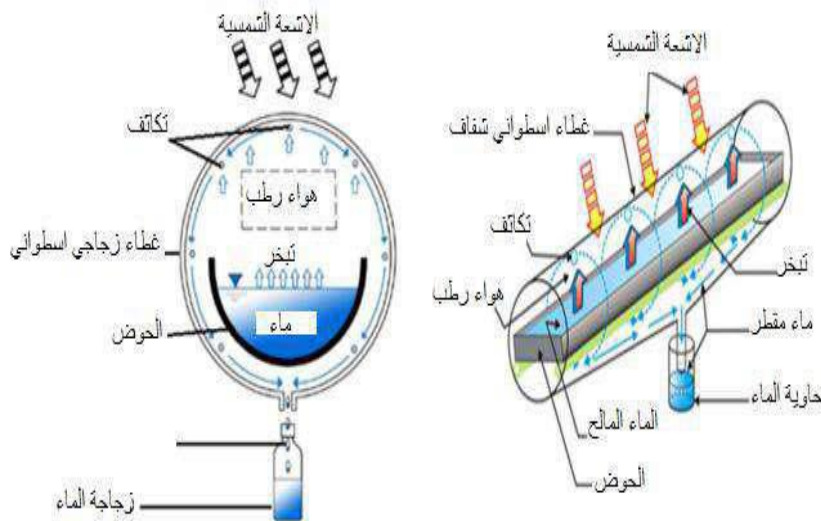


الشكل II. 15- مقطر شمسي بماسح

هـ - المقطر الاسطواني Distillateur cylindre

يعمل بنفس مبدأ المقطر الكروي الا ان نظام المسح لسطح التكثيف على الغطاء الزجاجي الداخلي غير مستعملة [33]

كما هو موضح في الشكل (II. 16).



الشكل II. 16- مقطر شمسي اسطواني

و - المقطر الهرمي

تتكون هذه المقطرات من حوض ذو اللون الأسود ومن قطع من الغطاء الزجاجي جمعت لتكون على شكل هرم بحيث يوجد نوعين من هذه الاغطية غطاء زجاجي هرمي ثلاثي الشكل وهرم رباعي الشكل يتمثل الاختلاف بينهما في حالة الحوض حيث في المقطر الشمسي ذات الهرم المثلث يكون شكل الحوض على شكل مثلث بينما يستخدم حوض مربع الشكل للمقطر الهرمي الرباعي وهو كما موضح في الشكلين (17. II) و (18. II).



الشكل II. 18- مقطر شمسي هرمي رباعي



الشكل II. 17- مقطر شمسي هرمي ثلاثي

أما بالنسبة لطريقة عمله فيكون نفس طريقة عمل المقطر بميل واحد الا ان المقطر الهرمي يتميزه بعض الخصائص نذكر منها:

- في المقطر الشمسي بميل واحد لا يزال يتم تحديد موقع الطاقة الشمسية بحيث يتم توجيه سطحها المائل للشمس مباشرة وأيضاً يتم تحريكها باستمرار أثناء انتقال الشمس للحصول على أقصى قدر من الإشعاع الشمسي طوال اليوم بينما هذا غير مطلوب في المقطر الهرمي.
- يكتسب أي جهة من المقطر الهرمي الاشعاع الشمسي الفوري وبشكل مباشر بحيث ان الجدران الجانبية الأخرى تكون اقل حرارة من الجدار المستقبل للإشعاع الشمسي مما يحسن في عملية التكثيف بسبب التباين العالي في درجة الحرارة بين سطح الماء والجزء العلوي.

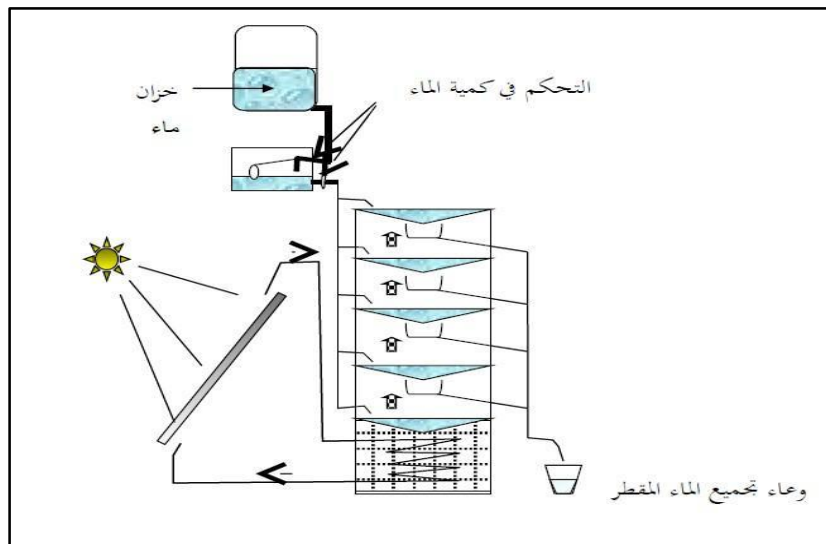
- مساحة التكثيف في شكل هرم أكبر وأعلى من منطقة المقطر بميل واحد ولهذا تكون نسبة التكثيف أكبر
[40,39,33].

II. 2.3.3- المقطرات متعددة التأثير

تحتوي على عدة مقطرات نذكر منها ما يلي:

أ- مقطر ذات طوابق متعددة Distillateur solaire à multiples étages

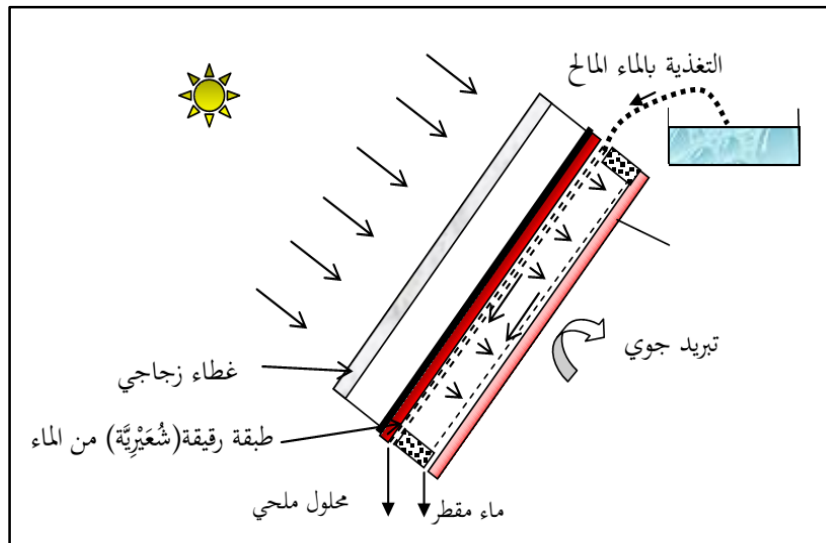
يتكون نظام التقطير من وحدتين مختلفتين مصدر حراري (مجمع شمسي او غيره) ووحدة تقطير يعتمد جهاز التقطير على بناء إطار مكون من مجموعة من الأحواض يحتوي كل منها على مياه مالحة متراكبة فوق بعضها البعض يتم تسخين الماء الموجود في الحوض السفلي بالطاقة الحرارية التي تنتج من مبدل حراري الذي يسترجع الحرارة من الماء المسخن باللاقظ الشمسي، فيتبخر الماء المالح ويتكاثف على السطح السفلي للحوض الثاني (الحوض العلوي). عندما يتكثف بخار الماء، يتم إطلاق طاقة تحويل الطور والتي تسمى أيضاً الحرارة الكامنة للتبخير تعمل هذه الطاقة على تسخين الماء الموجود في الحوض الموالي وهكذا تتكرر العملية حتى الطابق الأخير [41]، وهو كما موضح في الشكل (II. 19).



الشكل II. 19- مقطر شمسي متعدد الطوابق

ب - المقطر الشمسي بالخاصية الشعيرية Distillateur solaire à film capillaire

يحتوي هذا المقطر على طابقتين معدنيتين أو أكثر (الفولاذ مثلاً... الخ) متطابقة هندسياً بحيث كل طابق ملتصق به نسيج رقيق جداً عبارة عن قطعة قماش مثبتة بفضل القوى البينية وبالتالي يتشكل الفيلم الشعيري الذي يمتص الإشعاع الشمسي ويساعد في الحفاظ على المياه قليلة الملوحة، يتعرض الطابق الأول الذي يكون مطلياً باللون الأسود للإشعاع الشمسي مما يسمح بتسخين وتبخير الغشاء الشعيري ليتكثف البخار على اللوح البارد ويتجمع الماء المقطر في الأسفل بحيث إن الحرارة المنبعثة من تكثيف البخار (حرارة كامنة) على وجه واحد من الجدار، تُستخدم لتبخير فيلم آخر من المياه قليلة الملوحة المتدفقة على الوجه الآخر و تكرر العملية إلى الطابق الأخير وعلى الرغم من فعاليته إلا أنه يوجد به بعض السلبيات التي تتمثل في أن القماش يتطلب تنظيفاً دائماً وهو أمر يصعب القيام به، بالإضافة إلى المراقبة الدائمة لتدفق المياه المالحة وهو كما موضح في الشكل (II. 20). [42,35,16].

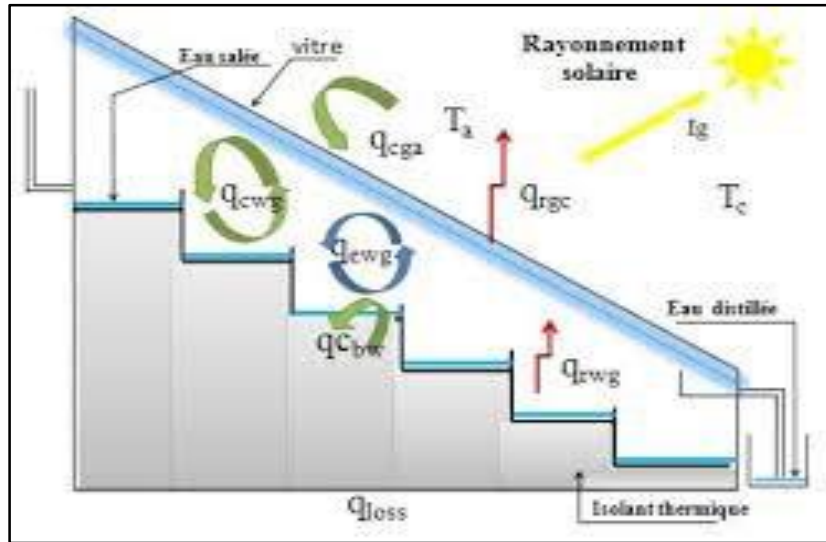


الشكل II. 20- مقلتر شمسي بالخاصية الشعيرية

ج - المقطر الشمسي السلمي

يتكون هذا المقطر من حوض ذو مساحة معينة مقسم إلى عدة أحواض تكون على شكل مدرج (سلم) وقد يكون كل حوض مرتبط بعاكس مساحته بقدر مساحة حوض المقطر والتي تعمل على عكس الأشعة الشمسية على حوض المقطر الشمسي

لتساهم في زيادة درجة حرارة الماء الموجود في الحوض، وبالتالي التسريع من عملية التبخر لزيادة إنتاجية الماء المقطر. يطلى حوض المقطر باللون الأسود لزيادة امتصاصية الأشعة الشمسية الساقطة عليه ويتم عزل الحوض بعازل لتقليل من ضياع الحرارة الى المحيط الخارجي، وتكون الاحواض مثبتة على قاعدة المقطر بواسطة السليكون المطاط. اما بالنسبة للغطاء الزجاجي يكون بشكل متوازي مع الحوض وهو موضح كما في الشكل (II. 21)[40].



الشكل II. 21- مقطر شمسي سلمي.

II. 5.3- العوامل المؤثرة على مردود المقطرات الشمسية

يتغير المردود تبعاً للعوامل الداخلية المتعلقة بالجهاز والخارجية المتعلقة بحالة الجو وشدة الإشعاع الساقط، ويمكن تقسيمها

إلى :

II. 1.5.3- العوامل الخارجية

أ - شدة الإشعاع الشمسي

تعتبر الشمس والإشعاع الشمسي من بين أهم العوامل التي تؤثر في عمل المقطر الشمسي (عملية التقطير) أظهرت النتائج

أن الزيادة في الانتاجية تعتمد بشدة على الاشعاع الشمسي الساقط [44].

ب - الرياح

تأثر الرياح على أداء الطاقة الشمسية الساكنة بناءً على درجات حرارة سطح الغطاء الزجاجي، يتسع الاختلاف في درجة الحرارة بين الزجاج والماء، مما يؤدي إلى تحسين الإنتاجية، كما يزداد انتقال الحرارة بالحمل القسري من الغطاء إلى الغلاف الجوي مع زيادة الرياح، مما يؤدي إلى زيادة انتقال الحرارة عن طريق التبخر والحمل الحراري لمياه الحوض [45].

ج - درجة حرارة الهواء المحيط

درجة الحرارة لها تأثير على التقطير الشمسي، حيث درس العديد من الباحثين تأثير درجات الحرارة المحيطة المتغيرة على إنتاجية المقطر الشمسي، كما أظهرت النتائج أن زيادة درجة حرارة الهواء المحيط يحسن إنتاج الماء النقي من التقطير الشمسي (علاقة طردية)، وتدخل قيمة درجة حرارة الهواء المحيط في تحديد التغيرات الحرارية بين الجزئين الداخلي والخارجي للمقطر، وترتبط مباشرة بالحمل الطبيعي على مستوى الزجاج [46].

د- عوامل اخرى

بالإضافة إلى شدة الإشعاع الشمسي والرياح ودرجة حرارة الهواء المحيط، هناك عوامل جوية أخرى مثل رطوبة الهواء والظروف التشغيلية والموقع الجغرافي تؤثر على إنتاجية التقطير.

II. 2.5.3- عوامل داخلية**أ- ارتفاع مستوى الماء المالح في المقطر**

إن ارتفاع مستوى الماء المالح في الحوض له دور مهم في عملية التقطير، فيزداد الانتاج اليومي للتقطير كلما كان عمق الماء صغيراً ومحصور بين 1cm و 1.5cm [47].

ب- سطح وسمك ومكان المكثف

لتلقي أقصى قدر من الإشعاع الشمسي وللحصول على أقصى إنتاجية، يجب أن نلعب على اتجاه وسمك الغطاء الزجاجي (المكثف)، وقد تم تأكيد هذا من خلال دراسة لمجموعة من الباحثين، كما تم التأكيد على أن الزاوية الغطاء الزجاجي يجب أن تكون مساوية لخط (عرض مكان التجربة) [48].

ج- تأثير العازل الحراري لجسم المقطر

تعتمد إنتاجية المقطر الشمسي إلى حد كبير على مدى كفاءة العزل الحراري المستخدم وتعتمد هذه الكفاءة بشكل مباشر على قيمة العزل الحراري لذا يلزم الموازنة بين قيمة العزل الحراري وقيمة إنتاجية المقطر [49].

د- تأثير تسرب البخار من المقطر

يعتبر تسرب البخار من المقطر من أهم العوامل التي تؤدي إلى انخفاض إنتاجية المقطر بدرجة كبيرة، لذا ينصح بإحكام وضع الغطاء على المقطر لمنع تسرب بخار الماء من المقطر إلى الجو المحيط وأفضل المواد المستخدمة لهذا الغرض مادة مطاط السيلكون مع وجود الصيانة الدائمة [50].

هـ- تأثير تراكم الملح في قاعدة مقطر

يؤدي تراكم الملح في القاعدة إلى تكوين طبقات عاكسة لأشعة الشمس مما يؤدي إلى انخفاض في إنتاجية المقطر بشكل محسوس لذا ينصح بالتنظيف المستمر لطبقات الملح المترسب في القاعدة [51].

و- المسافة التي تقسم السطح الحر الي لاقطين

تؤثر مباشرة على الضغط الداخلي للمقطر فالزيادة في حجم المقطر تسبب نقصان في الضغط، وهذا يؤثر على التغيرات الحرارية ويؤدي إلى نقصان في درجات الحرارة لمركبات المقطر [51].

ي- ميل الزجاج على السطح الافقي

إن ميل الزجاج دورا مهما في عمل المقطر الشمسي، لذا فانه من المهم اختيار ميلان أدنى للزجاج بدون احداث تسرب (نزول) لقطرات الماء لحوض الماء المالح، وإذا أردنا تلقي إشعاع شمسي جيد، فيجب أن تكون زاوية ميله مساوية تقريبا عرض المنطقة [52،53].

II .6.3- إنتاجية المقطر الشمسي

هناك العديد من المقادير التي يمكن من خلالها قياس إنتاجية المقطر الشمسي وهي المروددية، الفعالية (الكلية والداخلية)، مقياس الفعالية والاداء [46،48،54].

II .6.3.1- المروددية

وهي عبارة عن كمية الماء المقطر الناتج من المقطر الشمسي لوحدة السطح للصفحة السوداء في اليوم.

$$M = \frac{Q_{evp}}{L_{TW}} \quad (1-II)$$

حيث أن:

M : الانتاجية.

Q_{evp} : التدفق الحراري المستخدم لتبخير.

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

II. 2.6.3 - الفعالية

أ-الفعالية الكلية

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

$$\eta_g = \frac{Q_{evp}}{G \cdot S} = \frac{m_d}{G_h \cdot S} \quad (2-II)$$

حيث أن:

η_g : الفعالية الكلية.

Q_{evp} : التدفق الحراري بالتبخير بوحدة W/m^2 .

G_h : الطاقة الشمسية الواردة الى السطح الأفقي بوحدة W/m^2 .

S : سطح الغطاء الزجاجي بوحدة m^2 .

m_d : تدفق الماء المقطر بوحدة kg/S .

L_v : الحرارة الكامنة لتبخير الماء بوحدة J/kg .

ب-الفعالية الداخلية

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

$$\eta_i = \frac{Q_{evp}}{Q_{eau}} = \frac{m_d}{\alpha_t \cdot G_h \cdot S} \quad (3-II)$$

$$Q_{evp} = (\tau_v \cdot \alpha_e + \tau_v \cdot \tau_e \cdot \tau \cdot \alpha_f) G_h \cdot S \quad (4-II)$$

$$Q_{eau} = (\alpha_t \cdot G_h \cdot S) \quad (5-II)$$

$$\alpha_t = (\tau_v \cdot \alpha_e + \tau_v \cdot t_e \cdot \alpha_f) \quad (6-II)$$

$$\eta_i = \frac{\eta_g}{\alpha_f} \quad (7-II)$$

حيث أن:

η_i : الفعالية الداخلية.

Q_{evp} : التدفق الكلي للماء.

τ_v : معامل نفاذية الزجاج.

τ_e : معامل نفاذية الماء.

α_e : معامل امتصاص الماء.

α_f : معامل الامتصاص لعمق المقطر.

α_t : معامل الامتصاص الفعال للمقطر.

II. 3.6.3 - مقياس الفعالية

يعرف Hansen و satcunathan أن انواع عوامل الفعالية هي معامل الفعالية الاجمالية (FPB) ومع معامل الفعالية الساعية

(FPH)، معامل الفعالية اللحظية (FP).

أ-معامل الفعالية الإجمالي

$$FPB = \frac{\text{Quantité d'eau produite au bout d'une 24 h}}{\text{Quantité d'énergie entré au bout de 24 h}} \quad (8-II)$$

ب-معامل الفعالية الساعية

$$FPH = \frac{\text{Quantité d'eau produite au bout d'une heure}}{\text{Quantité d'énergie entré au bout de heure}} \quad (9-II)$$

ج-معامل الفعالية اللحظية

$$FP = \frac{m_d}{\alpha_t \cdot G_h \cdot S} \quad (10-II)$$

II. 4.6.3- أداء المقطر

هي النسبة بين الحرارة الكامنة لتبخير 1 كيلوغرام من الماء المالح إلى الطاقة اللازمة لتقطير 1 كيلوغرام من الماء العذب، والعبء

الرئيسي من هذا المعيار هو أنه لا يذكر الطاقة الشمسية التي تدخل في التقطير، والمحسوبة من النتائج التجريبية كالآتي:

$$r_p = \frac{Q_{distilation}}{Q_{slad}} \quad (11-II)$$

$$Q_{distilation} = (m_d \times L_v)$$

$$Q_{slad} = m C_{ps}(T_{final} - T_{inital})$$

حيث أن:

r_p : نسبة الأداء.

m_d : كتلة الماء المقطر.

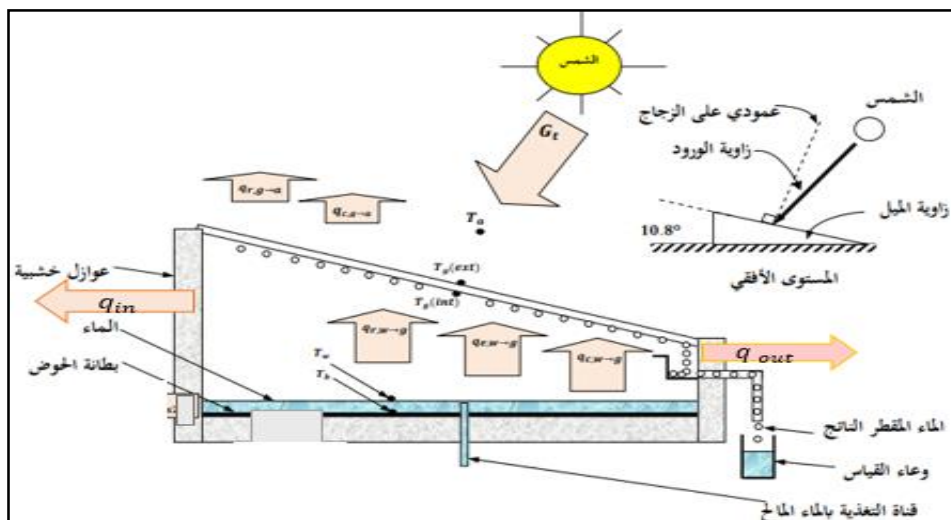
m : الكتلة.

L_v : الحرارة الكامنة لتبخير الماء وتساوي (2.4 kJ/kg).

Q_{slad} : الطاقة اللازمة لتقطير واحد كيلوغرام من الماء العذب.

C_{ps} : الحرارة النوعية للماء (kJ/kg.k).

II. 7.3- الانتقالات و التدفقات الحرارية للمقطر الشمسي



الشكل II. 22- الانتقالات والتدفقات الحرارية للمقطر الشمسي

II. 1.7.3- الانتقالات على مستوى الغطاء الزجاجي

أ- الإشعاع الشمسي الوارد إلى الزجاج

الطاقة الشمسي الواردة لكل يوم هو كمية الإشعاع التي يتم جمعها بواسطة سطح أفقي خلال ساعات أشعة اضاءة الشمس وتعطى بالعبرة التالية [55].

$$G = \int q_s (t)dt \quad (W/m^2) \quad (12-II)$$

ب- الإشعاع المنعكس على مستوى الزجاج

الأشعة الواردة على الزجاج لا يمتصها كلها وإنما جزء صغير منها ينعكس والذي يعطى بالعبرة التالية [56]:

$$Q_g = \rho_g G \quad (W/m^2) \quad (13-II)$$

ρ_g : معامل الانعكاس للزجاج.

ج- الإشعاع الممتص من طرف الزجاج

جزء من الطاقة الشمسية الواردة يمتصها الغطاء الزجاجي والتي تزيد من ارتفاع درجة الحرارة الغطاء الزجاجي أثناء ورود

الاشعة الشمسية وتكتب عبارته من الشكل [56]:

$$Q_g = \alpha_g G \quad (W/m^2) \quad (14- II)$$

α_g : معامل الامتصاص للغطاء الزجاجي.

د- الإشعاع العابر عبر الغطاء الزجاجي

تتعلق الطاقة الشمسية العابرة عبر الزجاج على إمرارية الزجاج المستعملة، حيث تكتب عبارة الطاقة الشمسية المارة عبر

الزجاج الى سطح الماء بالشكل التالي [55]:

$$Q_g = \tau_g G \quad (W/m^2) \quad (15-II)$$

τ_g : معامل الامرار للغطاء الزجاجي.

هـ- انتقال الحرارة بالحمل بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي (الهواء)

يتم انتقال الحرارة بالحمل بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي وفق المعادلة التالية [57]:

$$Q_{c,ga} = h_{c,ga} (T_{ga} - T_a) \quad (W/m^2) \quad (16-II)$$

$h_{c,ga}$: معامل الحمل الحراري.

T_{ga} : درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج.

T_a : درجة حرارة الوسط الخارجي.

و-انتقال الحرارة بالإشعاع بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارج

تنتقل الحرارة بالإشعاع بين الغطاء الزجاجي والوسط الخارجي (الهواء) والتي تعطى وفق المعادلة التالية [57]:

$$Q_{r,ga} = \varepsilon_g \sigma (T_{g \text{ ext}}^4 - T_{sky}^4) \quad (\text{W/m}^2) \quad (17-II)$$

ε_g : معامل الانبعاثية للغطاء الزجاجي.

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

T_{sky} : درجة حرارة القبة السماوية، و تعطى بالعلاقة التالي [58]:

$$T_{sky} = T_a - 12 \quad (18-II)$$

ي-انتقال الحرارة بالتوصيل بين الوسط الداخلي والوسط الخارجي

توجد في الزجاج آليات لانتقال الحرارة بالتوصيل بين الوجه الخارجي والوجه الداخلي للزجاج وتعطى معادلته

كالتالي [59]:

$$Q_{cd} = \frac{\lambda_g}{e_g} (T_{gi} - T_{ge}) \quad (\text{W/m}^2) \quad (19-II)$$

λ_g : التوصيلية الحرارية للزجاج.

e_g : سمك الزجاج.

T_{gi} : درجة حرارة سطح الداخلي للزجاج.

T_{ge} : درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج.

II 2.7.3- الانتقالات على مستوى الحوض

أ-انتقال الحرارة بالإشعاع بين الماء المالح والغطاء الزجاجي

يحدث هذا النوع من الانتقال بسبب الفرق بين درجة حرارة سطح الماء ودرجة حرارة الغطاء الزجاجي والذي يكتب

معادلته بالشكل التالي [55]:

$$Q_{r,wg} = F_{wg} \sigma (T_w - T_{gi}) \quad (W/m^2) \quad (20-II)$$

F_{wg} : معامل الشكل.

T_w : درجة حرارة الماء المالح.

ب- انتقال حرارة بالحمل داخل المقطر (الماء المالح والغطاء الزجاجي)

تعطى عبارة انتقال الحرارة بالحمل التي تحدث بين الماء والغطاء الزجاجي بالعلاقة التالية [46]:

$$Q_{cwg} = h_{cwg} (T_w - T_{gi}) \quad (W / m^2) \quad (21-II)$$

h_{cwg} : معامل الحمل الحراري.

T_{gi} : درجة حرارة الغطاء الزجاجي الداخلي.

ج- الطاقة المنتقلة بفعل التبخير والتكثيف

انتقال الطاقة في هذه الوضعية يتعلق بكميات ماء الحوض التي تبخرت نحو سطح الغطاء الزجاجي الداخلي

وتعطى عبارة التدفق الحراري بالتبخير بالشكل التالي [59]:

$$Q_{ewg} = m_e L_v \quad (W / m^2) \quad (22-II)$$

L_v : الحرارة الكامنة لتبخير الماء J/Kg .

m_e : التدفق الكتلي Kg/s .

د- الاشعاع المنعكس من طرف الماء المالح

عندما يعبر الاشعاع الشمسي الغطاء الزجاجي فان الماء المالح يعكس جزء من الاشعة والتي تعطى عبارته من الشكل

التالي [59]:

$$Q_{\rho w} = \rho_w \tau_g G \quad (W / m^2) \quad (23-II)$$

حيث:

ρ_w : معامل الانعكاس للماء.

II 3.7.3- الانتقالات التي تحدث في المستوى السفلي للمقطر

من بين الانتقالات التي تحدث على المستوى السفلي للمقطر نذكر مايلي:

أ- الضياع الحراري عبر الحوض

هناك كمية صغيرة من الحرارة المتبادلة بين الحوض والعازل والتي يعبر عنها بالشكل التالي [16]:

$$Q_{cb} = \frac{\lambda_b}{e_b} (T_b - T_i) \quad (\text{W /m}^2) \quad (24\text{-II})$$

T_b : درجة حرارة لسطح السطح الماص.

T_i : درجة حرارة العازل.

ب- الحرارة الممتصة من طرف الماء المالح والصفیحة الماصة

الإشعاعات التي تمر عبر الغطاء الزجاجي جزء منها يمتص من طرف الماء المالح والجزء الآخر يمتص من طرف الصفیحة

الماصة حيث [59,57]:

• الحرارة الممتصة للماء المالح تعطى بالعلاقة التالية:

$$Q_{\rho w} = \alpha_w \tau_g G \quad (\text{W /m}^2) \quad (25\text{-II})$$

α_w : معامل امتصاص الماء.

• الحرارة الممتصة من طرف الصفیحة الماصة تكتب من الشكل:

$$Q_{\rho w} = \alpha_b \tau_w \tau_g G \quad (\text{W /m}^2) \quad (26\text{-II})$$

α_b : معامل امتصاص الصفیحة الماصة.

ج- الانتقال الحراري بالحمل بين الصفیحة الماصة والماء المالح

تنتقل الحرارة بالحمل بين الماء والصفیحة الماصة وفق المعادلة التالية [60]:

$$Q_{cwb} = h_{cw} (T_{ab} - T_w) \quad (\text{W /m}^2) \quad (27\text{-II})$$

د- الانتقال الحراري بالإشعاع بين العازل والوسط الخارجي

يتم حساب مقدار الإشعاع بين العازل والوسط الخارجي بالشكل التالي [16]:

$$Q_{r,ia} = \epsilon_i \sigma (T_{ie}^4 - T_a^4) \quad (\text{W /m}^2) \quad (28\text{-II})$$

ϵ_i : معامل الانبعاثية للعازل.

ه- الانتقال الحراري بالحمل بين العازل والوسط الخارجي

يحدث الانتقال الحراري بالحمل بين العازل والوسط الخارجي وفق المعادلة التالية [61]:

$$Q_{c,ia} = h_{c,ia} (T_{ie} - T_a) \quad (\text{W /m}^2) \quad (29\text{-II})$$

II 4.7.3- الانتقالات الحرارية على مستوى العوازل جانبي المقطر

من بين الانتقالات التي تحدث على مستوى العوازل جانبي المقطر ما يلي:

أ- الضياع الحراري مع ماء المقطر الناتج

يحمل الماء المقطر الناتج المار عبر قناة التقطير جزء من الحرارة والذي تكتب معادلته من الشكل [62]:

$$Q_{out} = m_w C_{pw} (T_{dist} - T_a) \quad (\text{W /m}^2) \quad (30\text{-II})$$

C_{pw} : السعة الحرارية للماء.

T_{dist} : درجة حرارة الماء المقطر الناتج.

ب- الضياع الحراري مع ماء تغذية

إن جزء الماء الذي يتبخر من ماء الحوض يعوضه كمية من ماء التغذية الذي يكتسب الحرارة اللازمة للتبخر من حرارة

الماء الساخن في الحوض وهذا ما يسمى بالضياع الحراري حيث تكتب معادلته من الشكل [61]:

$$Q_{in} = m_w C_{pw} (T_w - T_{fw}) \quad (\text{W /m}^2) \quad (31\text{-II})$$

T_{fw} : درجة حرارة ماء التغذية.

II 5.7.3- الموازنة الحرارية للمقطر الشمسي

المعادلات الحرارية التي يتعرض لها المقطر تبرهن وفق العبارة التالية:

$$C_{pi} \frac{m_i}{s_i} \frac{dT_i}{dt} = \sum_{i=1}^N Q_{ij} \quad (\text{W /m}^2) \quad (32\text{-II})$$

• على مستوى الغطاء الزجاجي للخارجي للزجاج

$$C_{pg} \frac{m_{pg}}{s_{pg}} \frac{dT_{ge}}{dT} = G + \rho_g G + \alpha_g G - Q_{r,ga} - Q_{c,ga} - Q_{cd} \quad (\text{W /m}^2) \quad (33\text{-II})$$

• على مستوى الغطاء الزجاجي الداخلي

$$C_{pg} \frac{m_{pg}}{S_{pg}} \frac{dT_{gi}}{dT} = Q_{r,wg} + Q_{cwg} + Q_{ewg} - Q_{cd} \quad (\text{W/m}^2) \quad (34-II)$$

• على مستوى سطح الماء

$$C_{pw} \frac{m_w}{S_w} \frac{dT_w}{dT} = \alpha_w \tau_g G - Q_{r,wg} - Q_{cwg} - Q_{ewg} + Q_{cwb} - Q_{ou} - Q_{in} \quad (\text{W/m}^2) \quad (35-II)$$

• على مستوى السطح الماص

$$C_{pb} \frac{m_b}{S_b} \frac{dT_b}{dT} = \alpha_b \tau_w \tau_g G - Q_{cwb} - Q_{cb} \quad (\text{W/m}^2) \quad (36-II)$$

II . 4 - الدراسات السابقة

II . 1.4 - المقطر البسيط ذو الميل الواحد

أجريت تجربة في معمل هندسة العمليات بجامعة ورقلة من طرف (SELLAMI et BELKIS., 2017) لدراسة تأثير سماكة الإسفنج على إنتاجية التقطير الشمسي. حيث قاموا باختبار تغطية سطح الامتصاص بطبقات من الإسفنج الأسود، وتم إنشاء وتشغيل أربع وحدات تجريبية صغيرة الحجم تعمل بالطاقة الشمسية تحتوي كل وحدة على طبقات الإسفنج بسماك مختلف. حيث أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن سماكة الإسفنج 0.5cm و 1cm زادت المحصول بنسبة 58 %، 23.03 % بالنسبة للحالة الأساسية (أي بدون إضافة إسفنجة سوداء). في المقابل أدى سمك الإسفنج البالغ 1.5 cm إلى انخفاض العائد بنسبة 29.95 % (أي 30% بالنسبة للحالة الأساسية) [63].

كما أجريت دراسة تجريبية في الهند من طرف (ARJUNAN et al. 2017) حيث تركزت هذه الدراسة التجريبية على تأثير الحصى كوسيط لتخزين الطاقة على أداء نظام التقطير الشمسي. تم تصنيع اثنين من المقطرات الشمسية بمساحة فعالة تبلغ 0.5 m²، وتم إمالة الغطاء الزجاجي عند 10° درجات على عكس الأفقي. أجريت التجارب تحت نفس الظروف المناخية حيث أجريت التجربة عند مقطرين شمسين الأول تقليدي والثاني مقطر شمسي معدل (يحتوي على الحصى). بين تحليل النتائج ان

إنتاجية التقطير الشمسي تزداد بنسبة 9.5 % عند استخدام الحصى كوسيط تخزين لأن الحصى تمتلك القدرة على تخزين الحرارة خلال فترة كثافة الطاقة الشمسية العالية وتحرير الطاقة المخزنة إلى الماء عندما تكون كثافة الشمس منخفضة [64].

قام (PANCHAL et al. 2016) بدراسة تأثير سماكة الغطاء الزجاجي على إنتاجية الماء المقطر، حيث تم اختيار ثلاثة سماكات مختلفة للغطاء الزجاجي (4mm، 5mm و 6mm) للدراسة على ثلاث مقطرات شمسية بنفس الحجم واختبارها في نفس الظروف المناخية حيث وجد أن سمك الغطاء الزجاجي 4mm و 5mm زاد من متوسط ناتج التقطير بنسبة 27 % و 12 % مقارنة بسمك الغطاء الزجاجي 6mm [65].

أجريت تجربة من طرف (AKASH et al. 2000) في الأردن لتحسين إنتاجية الماء المقطر عن طريق امالة الغطاء الزجاجي للمقطر الشمسي بزوايا مختلفة تبلغ 15°، 25°، 35°، 45° و 55°. تم العثور على زاوية الميل المثلى لإنتاج المياه عند 35° خلال شهر ماي [66].

كما تم إجراء دراسة حول تأثير عمق الماء على إنتاجية المقطر الشمسي حيث قاموا بمجموعة من الباحثين بتجربة سبعة أعماق مختلفة من ماء الحوض (0.02m، 0.04m، 0.06m، 0.08m، 0.10m، 0.12m و 0.14m) حيث وجد أن ناتج التقطير اليومي يزيد 3kg/m^2 عند العمق 0.02m، بينما ينخفض باستمرار عند الزيادة في العمق حيث انخفضت الإنتاجية الى حوالي 1.2kg/m^2 عند العمق 0.14m [67].

تم إجراء دراسة تجريبية لتحسين أداء مقطر شمسي ذو الميل الواحد من طرف (ESSA et al. 2020) حيث تعتمد على إيجاد بديل للموائع النانوية الغير عضوية والتي تسبب ضرر للبيئة مثل أكاسيد المعادن والكربون، وفي هذه الدراسة تم اقتراح مادة القهوة باعتبارها مادة عضوية وغير ملوثة حيث تمت مقارنة إنتاجية مقطرين شمسيين أحدهما يحتوي على القهوة واخر شاهد وقد أثبتت النتائج أنه قد تم تحسين الانتاجية بإضافة القهوة بنسبة 46.44% [68].

II . 2.4 - المقطر الهرمي

أجريت (TRI HIEU LEA et al. 2016) تجربة لدراسة تأثير زاوية ميل الغطاء الزجاجي على أداء المقطر الشمسي الهرمي حيث أجريت التجربة على ثلاث مقطرات شمسية ذو الغطاء الهرمي مربع الشكل عند زوايا ميل مختلفة للغطاء

الزجاجي (40°، 50° و 30.47°) حيث وجدوا بأن أقصى إنتاجية للماء المقطر بلغت $4.13l/m^2$ في اليوم. عند المقطر الهرمي الذي يميل بزاوية 30.47° [69].

تمت دراسة من طرف (بان حقي وآخرون. 2022) حول تأثير استخدام شمع البارفين على أداء المقطر الشمسي الهرمي الذي يعتبر بمثابة وسيط للتخزين الحراري أثناء فترة النهار واستردادها أثناء فترة الليل ليحل محل كمصدر خزان حراري لزيادة فترة التبخير للحصول على إنتاجية أكبر. حيث تم استخدام علب معدنية سعة 2kg من شمع البارفين مثبتة في مركز حوض المقطر المصنوع من الفلين، كما ثبتت مجموعة من الفتائل القطنية على سطح الحوض وكذلك يوجد حزمة من الفتائل تغلف علب الشمع البارفين بحيث تكون جميع أطراف الفتائل مغمورة في الماء بشكل كاف. حيث تم إجراء هذه التجربة على مقطر هرمي يبلغ مساحته حوضه $0.49m^2$ وزاوية ميل الوجه الواحد 35° . حيث أظهرت النتائج أنه تم تحسين الإنتاجية بنسبة 24% [70].

الخاتمة

من أجل إيجاد حل لمشكلة ندرة المياه العذبة التي يعاني منها العالم كله تم التطرق في هذا الفصل إلى كمية المياه الموجودة على الكرة الأرضية بالإضافة إلى توزيعها على الكرة الأرضية، أزمة المياه التي تعاني منها الجزائر وتوزيع المياه في الجزائر و حلول لحل هذه المشكلة تم ذكر تقنيات تحلية المياه والتي من بينها تقنية التقطير الشمسي بالطاقة الشمسية باستعمال المقطر الشمسي حيث تمت الإشارة إلى نبذة تاريخية حول المقطر الشمسي وتعريفه و مبدأ عمله بالإضافة إلى أنواع المقطرات الشمسية وخصائص مكوناتها وإلى العوامل المؤثرة عليها والانتقالات التي تحدث على مستوياتها وبعض الدراسات حول المقطرات الشمسية.

الفصل الثالث

عموميات حول التربة

تمهيد

تعد ظاهرة ملوحة التربة من أخطر المشاكل التي تواجه قطاعي الزراعة والبيئة خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، ومن أهم آثار ملوحة التربة هو أثرها السلبي على انتاجية الزراعة والامن الغذائي، كما أن لها علاقة وطيدة مع مياه الري والمياه الجوفية، وفي هذا الفصل سنقوم بتسليط الضوء على مشكلة الملوحة من حيث تعريفها وأنواعها وأسبابها وطرق قياسها وكيفية معالجتها... الخ.

1.III- تعريف التربة

التربة هي الطبقة الهشة والرقيقة التي تغطي معظم سطح الأرض اليابس، والتي توجد بسمك يتراوح ما بين بضعة سنتيمترات إلى عدة أمتار، وتتكون من عناصر معدنية تعود للصخور التي أثرت عليها عوامل التعرية المختلفة، وكذلك من عناصر عضوية ناتجة عن تحلل البقايا النباتية والحيوانية، بالإضافة إلى الهواء والماء اللذان يدخلان في تكوين التربة كعناصر أساسية، وتعتبر التربة مصدر الحياة لجميع الكائنات الحية ومن ضمنها الإنسان الذي يعتمد في مأكله وملبسه ومسكنه على ما ينمو في التربة من نبات وما يعيش عليها من حيوان [73].

1.1.III- تعريف التربة المالحة

التربة المالحة هي التربة التي تحتوي على تراكيز من الأملاح الذائبة المتعادلة بكمية تؤثر سلبا على نمو المحاصيل الزراعية، وتكون فيها الناقلية الكهربائية (Ece) لمستخلص عجينة التربة المشبعة أكثر من 4dsm^{-1} حيث أن 4dsm^{-1} تكافئ 140mmol Na Cl ونسبة الصوديوم المتبادل أكثر من 15% حيث وجد (منير و آخرون، 2001) أن الرقم الهيدروجيني للتربة عادة أقل من 8.5 [71].

أشار (Pearson et Bauder. 2003) أن التربة المتأثرة بالأملاح تتميز بمحتوى عالي من الصوديوم الذي يؤثر بشكل مباشر على ملوحة التربة من خلال ارتباطه مع الأيونات الأخرى كالكلور والكاربونات والبيكاربونات، إذ أن مثل هذه الترب تعمل على إعاقة امتداد جذور النباتات، بسبب هذه البنية المعيقة لتغلغل الجذور مع رداءة التهوية التي تؤثر على تنفس الجذور و فعاليتها الحيوية [72].

III.1.2- تعريف الملوحة

الملوحة عبارة عن التركيز الكلي للأملاح المعدنية الذائبة في مستخلص التربة المائي حيث تتواجد الأملاح الذائبة بشكل دائم في التربة، بعضها يمثل مواد غذائية للنبات وزيادة تراكيز البعض الآخر يلحق ضرر للنبات [72].

III.2- أنواع التربة

للتربة أنواع عديدة نذكر منها [73]:

1. التربة الطينية: وتسمى التربة الثقيلة وهي تحتوي على أقل من 30% من وزنها طين، وهي رديئة التهوية لكن سعتها الحقلية الغذائية عالية جدا (قدرتها على الاحتفاظ بالماء).
2. التربة الرملية: وتسمى أيضا بالتربة الخفيفة وهي تحتوي على أقل من 20% من وزنها طين وغرين، وهي جيدة الصرف والتهوية لكن قدرتها على الاحتفاظ بالماء منخفضة.
3. التربة الصامته: تتكون من جسيمات ذات حجم متوسط وتكون رطبة.
4. التربة الغنية بالجير: تتكون من كربونات الكالسيوم وبالتالي تتميز بكونها مالحة جدا.
5. التربة المزاجية: وتسمى أيضا التربة الصفراء وتعتبر من أفضل الأنواع وتتركب من نسب جيدة من الطين والغرين والرمل، فإذا احتوت على كمية أكثر من الطين عرفت بالتربة المزاجية.

III.3- أسباب ملوحة التربة

هناك عدة أسباب جعلت التربة تحتوي على نسب متفاوتة من الملوحة نذكر منها [74]:

1. عملية تجوية للصخور التي تحتوي على نسب عالية من الاملاح تعتبر مصدرا متجددا للأملاح الذائبة في التربة وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تكون فيها التجوية بطيئة.

2. تعتبر الطبقات الملحية المتحجرة أو المترسبة والمتكونة في حقب زمنية سابقة مصدرا لملوحة التربة. فهذه الطبقات الملحية يكون سببها هو الترسيبات البحرية في أزمنة سابقة أو نتيجة لمياه جوفية ذات تركيز ملحي عالي حيث تنتشر الأملاح من هذه الطبقات المتحجرة في التربة طبيعيا أو بفعل تدخل الإنسان
3. تعتبر حركة المياه الجوفية العميقة وذات الملوحة العالية من اسباب نشوء طبقات ملحية بدورها قد تسبب في ارتفاع ملوحة التربة في قطاع التربة العلوي.
4. مياه البحار والمحيطات التي تسبب تملح المناطق الشاطئية وذلك بتداخلها مع مياه الأنهار والوديان الساحلية.
5. الرياح يمكن ان تنقل كميات هائلة من الاملاح مسببة تملح مساحات شاسعة من الاراضي الزراعية.
6. يعتبر الري غير رشيد من أهم الأسباب التي تؤدي الى تملح التربة من خلال تراكم الاملاح التي تحتويها المياه غير جيدة للسقي.
7. تعتبر الأسمدة الكيميائية إحدى مصادر ملوحة التربة عند إضافتها الى التربة بكميات كبيرة أو في التوقيت غير المناسب.
8. مخلفات المصانع الكيميائية الصلبة والسائلة ومخلفات البناء هي من أهم مسببات للملوحة.

III. 4- التحليل الكيميائي للتربة

القياسات التي تضمن وصف محلول التربة ومكوناتها نذكر منها الرقم الهيدروجيني (PH)، التوصيلية الكهربائية، نسبة الأملاح الذائبة (TDS).

III. 4. 1- الرقم الهيدروجيني (درجة الحموضة) PH

تعرف درجة حموضة التربة PH على انها اللوغاريتم السالب لنشاط أيون الهيدروجين. ويزداد تركيز أيون الهيدروجين H-ion في المحلول عشرات المرات عندما تنخفض درجة حموضة التربة درجة واحدة وتتراوح قيم PH التربة بين 3-9. يمكن تصنيف التربة حسب درجة الحموضة الى [75]:

الجدول(III-1): تصنيف التربة حسب درجة الحموضة

مجال درجة الحموضة (PH)	نوع التربة
أقل من 5.0	شديدة الحموضة
6.5 - 05	معتدلة إلى قليلة الحموضة
7.5 - 6.5	حيادية
8.5 - 7.5	معتدلة القاعدية
أكبر من 8.5	شديدة القاعدية

تكمن أهمية درجة حموضة التربة (PH) في تأثيرها على وفرة العناصر الغذائية في التربة، وقابلية ذوبان العناصر الغذائية

السامة في التربة لخلايا الجذور.

- في دراسة اخرى صنف (سلام، 2010) التربة حسب درجة الحموضة إلى ثلاث أقسام رئيسية، كما هي موضحة في الجدول

التالي [76]:

الجدول(III-2): تصنيف درجة حموضة التربة حسب (سلام، 2010) [76]

التصنيف	درجة الحموضة	الرقم
حامضية	4 - 6.5	01
معتدلة	6.6 - 7.4	02
قاعدية	7.5 - 10	03

-و قد تم تحديث التصنيف السابق من طرف (Herrera. 2010) تصنيف أخرى أحدث وأدق من التصنيف السابق حيث يحتوي على تفاصيل أفضل ومستويات أكثر وقد تم الاعتماد عليه.

الجدول(III-3): تصنيف درجة حموضة التربة حسب (Herrera. ، 2010) [76]

الرقم	التصنيف	PH
01	شديد الحموضة	أقل من 5.6
02	متوسط الحموضة	5.6 - 6.2
03	خفيف الحموضة	6.2 - 6.7
04	معتدلة	6.7 - 7.3
05	خفيف القاعدية	7.3 - 7.9
06	متوسط القاعدية	7.9 - 8.5
07	شديد القاعدية	أكبر من 8.5

III. 4. 2- قياس الملوحة باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي (التوصيلية الكهربائية)

تعود ملوحة التربة إلى تركيز الأملاح المعدنية الذائبة في التربة. كما تم تعريف تملح التربة على أنه زيادة الموصلية الكهربائية لطبقة التربة cm [0-60] وتقاس هذه الملوحة في مستخلص العجينة المشبعة خلال وقت قصير، تقاس الملوحة بالناقلية الكهربائية باستخدام جهاز قياس الناقلية conductivity bridge، يمكن تقدير المحتوى الكلي للأملاح الذائبة في التربة اعتماد على هذا القياس [75].

-صنفت منظمة FAO عام 1979 نسبة الأملاح في التربة كما في الجدول اسفله

الجدول (III-4): تصنيف EC حسب FAO عام 1979 [76]

التصنيف	التوصيلية الكهربائية في مستخلص العجينة المشبعة بملليموز/سم	الرقم
لا شئ الى طفيف	اقل من 02	01
معتدل	3 - 2	02
مرتفع	5 - 3	03
مرتفع جدا	اكثر من 5	04

تم تحديث التصنيف السابق من طرف إلى كما في الشكل (FAO: 1988)

الجدول (III-5): تصنيف EC حسب (FAO : 1988) [76]

مستويات الملوحة	Ec (ds/cm)	الرقم
غير مالحة	0-2	01
خفيفة الملوحة	2-4	02
متوسطة الملوحة	4-8	03
شديدة الملوحة	8-16	04
شديدة الملوحة جدا	أكبر 16	05

III. 4. 3- قياس نسبة الاملاح الذائبة في الماء

تعتبر من بين الخصائص الفيزيائية التي تتميز بها المياه وتتكون في الغالب من أملاح لا عضوية ونسبة صغيرة من المواد العضوية، حيث أن الأيونات الرئيسية التي تشكل مجموع المواد الصلبة الذائبة (الكربونات، البيكربونات، الكلوريد، الكبريت، نترات الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم و المغنيزيوم) ، حيث المياه التي تحتوي على كمية عالية من المواد الصلبة الذائبة تكون غير صالحة للشرب، وتقاس هذه المواد الصلبة الذائبة بقياس الاملاح الذائبة وهي ترتبط بشكل مباشر مع الناقلية كما يعتبر قياس التوصيل الكهربائي مقياس جيد لقياس المادة الصلبة الكلية الذائبة في المياه [76].

III. 5- طرق معالجة ملوحة التربة

توجد عدة طرق متبعة لخفض ملوحة التربة أو للتقليل من تأثيرها على البيئة والزراعة يجدر القول أنه لا توجد طرق تقضي على مشكلة ملوحة التربة تماما. يمكن تلخيص أشهر الطرق والسياسات المتبعة للتقليل من أثر ملوحة التربة في النقاط التالية [74]:

1. إن التخطيط الجيد للمشاريع الزراعية هو الأسلوب الأمثل لمعالجة مشكلة ملوحة التربة. فالأراضي ذات ملوحة أولية عالية يفترض تجنبها لأن استثمارها لإقامة مشاريع زراعية عليها يسبب في استفحال مشكلة ملوحة التربة.

2. تصميم وتجهيز نظامين متكاملين للري والصرف للحد من مشكلة زيادة ملوحة التربة في المشاريع الزراعية. حيث ان الري باستعمال مياه ذات جودة منخفضة يؤدي الى ارتفاع ملوحة التربة. كما ان اختيار نظام الري المناسب يعتبر أحد أهم الطرق للحد منها أو معالجة مشكلة ملوحة التربة. لان كمية المياه المستعملة لغسل الأملاح الذائبة في قطاع التربة تعتمد على عدة عوامل أهمها: نسبة الأملاح في قطاع التربة، طريقة الري، خواص التربة الفيزيائية، المناخ السائد في المنطقة.

3. إستعمال الطرق الكيميائية يمكن أن يحد من مشكلة ملوحة التربة، إضافة المحسنات الكيميائية مثلا الجبس، وحامض الكبريتيك المخفف، ومخلوط الجبس مع الفسفور، تعمل على خفض ملوحة التربة. إضافة حامض الكبريتيك المخفف الى مياه الري مثلا يعمل على خفض ملوحة التربة في الترب التي تعاني من نسبة كربونات أو بيكربونات عالية. إضافة الحامض المخفف لا تعمل على خفض تركيز الكربونات فقط وانما تعمل أيضا على خفض قلوية (PH) التربة ويساعد على غسل عنصر البورون من قطاع التربة. ويضاف

الجبس الى التربة الصودية لأنها مصدر لعنصر الكالسيوم الذي يحل محل الصوديوم الموجود على السطح معادن الطين وبالتالي تنخفض نسبة الصوديوم المدمص في التربة.

4. استعمال الطرق البيولوجية للحد من تأثير ملوحة التربة على النبات. فزراعة نباتات ومحاصيل تتحمل الملوحة العالية تعتبر طريقة فعالة للتغلب على مشكلة ملوحة التربة. كما يوصى بإضافة الأحياء الدقيقة (بكتيريا وميكروبات) الى التربة التي تعاني من الملوحة العالية والجفاف كسماد بيولوجي. ان التأثير الإيجابي لهذه الأحياء الدقيقة على النبات النامي في تربة ذات ملوحة عالية يتمثل في التغيير المورفولوجي في جذور النبات مثل زيادة نمو الجذور وزيادة مساحتها السطحية مما يؤدي الى زيادة امتصاص الماء وبالتالي يؤدي الى خفض تركيز الأملاح في خلايا النبات.

5. المادة العضوية تعمل على تحسين خواص التربة المتأثرة بالأملاح. حيث ان اضافتها الى التربة تعمل على خفض ملوحة التربة.

6. العمل على دراسة وابتكار طرق لخفض البخر والتتح وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. حيث ان عدم حراثة التربة وترك بقايا النباتات على سطحها يعمل على خفض معدل بخر الماء من التربة. كما ان اضافة بقايا النباتات الى سطح التربة يعمل على تقليل البخر وتحسين الخواص الهيدروليكية للتربة.

7. التبريد الشتوي يعمل على خفض نسبة الأملاح في التربة. ويقصد بالتبريد الشتوي عدم زراعة وري التربة لموسم أو عدة مواسم لإعطاء الفرصة لمياه الأمطار لغسل الأملاح الذائبة في قطاع التربة.

8. انشاء مراكز بحثية متخصصة في دراسة ملوحة التربة وتغيرها في قطاع التربة، المياه الجوفية، مياه الأنهار.

الخاتمة

في هذا الفصل تم تسليط الضوء على مشكل ملوحة التربة وذلك من خلال ذكر أبرز الأسباب المؤدية الى تملح التربة بالإضافة الى مختلف الطرق التي وضعها الباحثين لحل هذا المشكل الذي هو هدف هذه الدراسة التجريبية التي سنتطرق اليها في الفصل الموالي.

الفصل الرابع

الدراسة التجريبية ومناقشتها

تمهيد

قمنا في الفصول السابقة بالتطرق الى الدراسة النظرية للمقطر الشمسي وفي هذا الفصل سنتطرق الى الدراسة التجريبية لدراسة إنتاجية و فعالية مقطر شمسي احادي الميل في تخفيف ملوحة تربة منطقة حاسي ميلود التي تعد من المناطق الفلاحية في ولاية ورقلة-الجزائر وهي منطقة غنية بالمياه القريبة من السطح وتتميز بتربة تحتوي على كمية معتبرة من الأملاح و لهذا تعتبر تربة غير صالحة للزراعة، بغية معالجة هذه التربة و التخفيف من ملوحتها، قمنا بتحلية مياه نفس المنطقة بتقنية التقطير الشمسي بواسطة مقطر شمسي أحادي الميل و استعملها لمعالجة مشكلة ملوحة التربة العالية، تمت الدراسة بالمدرسة العليا للأساتذة بورقلة في شهري افريل وماي.

1.IV-منطقة الدراسة (ولاية ورقلة)

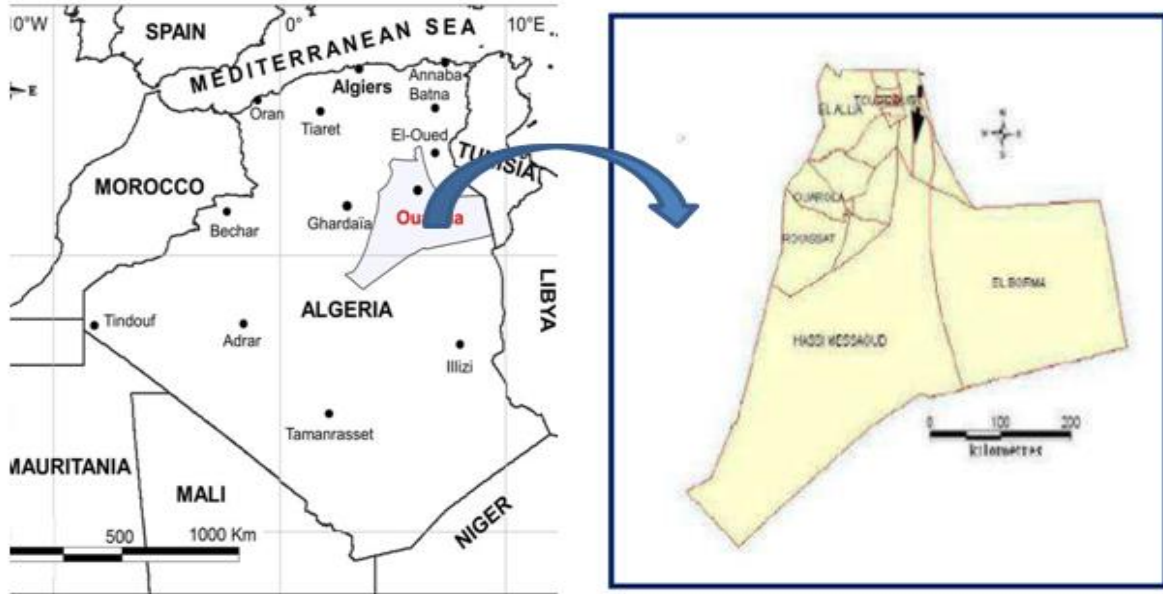
1.1.IV-الموقع الفلكي

تقع مدينة ورقلة في الجزائر على خط طول 5.15° شرقا وخط عرض 31.58° شمالا في الجنوب الشرقي من الجزائر، مساحتها 361980km^2 ، يحدها من الشمال ولايات الجلفة، الوادي، بسكرة، ومن الشرق الجمهورية التونسية والجمهورية العربية الليبية، ومن الجنوب ولايتي تمنراست وايليزي، ومن الغرب ولاية غرداية [77].

2.1.VI-الموقع الجغرافي

يقع حوض ورقلة في الجنوب الشرقي للجزائر وهو جزء من المنخفض الصحراوي الكبير يبلغ طوله 30 km ، وعرضه يتراوح بين 12 km و 18 km ، وارتفاعه بين 103 m و 105 m فوق مستوى سطح البحر، يمتد بين هضبتين، الأولى تحده من الغرب ارتفاعها 320m والثانية من الشرق بارتفاع يناهز 160 m ، وهي متصلة برمال العرق الشرقي الكبير [77].

اما فيما يتعلق بمنطقة الدراسة بالتحديد والتي هي منطقة حاسي ميلود الواقعة بولاية ورقلة فإنها تقع عند خط طول 5.31281° شرقا وعند خط عرض 32.03931° شمالا، تتميز بارتفاع عن سطح الأرض يبلغ 132 m [24].



الشكل 1.VI. حدود منطقة حاسي ميلود

3.1.VI- مناخ ولاية ورقلة

تتميز مدينة ورقلة بمناخ صحراوي جاف، ودرجات الحرارة بها مرتفعة صيفا حيث تتجاوز في المتوسط 41° وتنخفض شتاء، لاسيما أثناء الليل فالمناخ هنا قاري يتميز بفوارق حرارية يومية وفصلية معتبرة تصل الى 31° ، ورطوبة ضعيفة، وتساقط قليل للأمطار، ورياح موسمية معتبرة [77].

4.1.VI- الاشعاع الشمسي

- تتميز منطقة ورقلة بشدة اشعاع شمسي قوية حيث تصل ذروتها في فصل الصيف الى ازيد من $1000 \text{ w} / \text{m}^2$ ، اما في فصل الشتاء لا يتعدى متوسط الاشعاع الشمسي $550 \text{ w} / \text{m}^2$ ، مقدار النقصان الاشعاعي بينها وبين فصل الصيف يقدر حوالي 81% [13].
- إن منطقة ورقلة تتلقى كميات هائلة من الإشعاع الشمسي، تقاس هذه الكميات بعدد الساعات المضائة حيث سجلت بحوالي 2814 ساعة سنويا، وتكون أعلى قيمة لها في شهر جويلية حيث تقدر ب 335.3 ساعة [77].

5.1.VI- درجة الحرارة

تتميز منطقة ورقلة بدرجة حرارة مرتفعة والجدول اسفله يبين اختلاف درجات الحرارة خلال أشهر السنة لسنة 2018

[78].

الجدول 1.IV- يوضح متوسط درجات الحرارة العليا والدنيا لمنطقة ورقلة سنة 2018 [78].

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
درجات الحرارة العليا	20.7	19.7	26.8	30.6	34.9	39.7	47.4	40.4	38.5	30.1	24.1	20.5
درجات الحرارة الدنيا	5.5	6.9	11.9	16.4	20.2	20.5	30.5	26.8	24.7	16.9	10.4	4.9

2.VI-الدراسة التجريبية

لقد مرت الدراسة التجريبية عبر مرحلتين أساسيتين:

المرحلة الاولى: انتاج الماء المقطر باستعمال المقطر الشمسي البسيط احادي الميل.

المرحلة الثانية: استعمال الماء المقطر الناتج في تخفيف ملحوظ التربة.

1.2.VI-المرحلة الاولى

1.1.2.VI-عينات الدراسة

✓ الماء

تمت الدراسة على الماء السطحي لمنطقة حاسي ميلود بورقلة حيث تم استخراجها على عمق 1m من سطح الارض، الخصائص

الفيزيائية والكيميائية لمياه المنطقة تم اجرائها على مستوى مخبر مديرية الموارد المائية لولاية ورقلة، النتائج المتحصل عليها موضحة في

الجدول التالي:

الجدول 2.IV-الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه السطحية لمنطقة حاسي ميلود-ورقلة.

تركيز الشوارد المعدنية (l/ gm)							الخصائص الفيزيائية و الكيميائية			الخصائص العضوية عند 25 °C		
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	Chlorure (Cl ⁻)	puissatom (K ⁺)	Sdio um (Na ⁺)	Dureté totale (TH) (CaCO ₃)	isneagMum (gm ⁺)	Calcium (Ca ⁺)	المكونات الجافة عند 105°C (mg/l)	TSD (mg/l)	الناقلية عند 25°C (µs/cm)	اللون	الرائحة	الذوق
							8760	14360.39	420	12055	3000	364.57

VI .1.2 .2- النموذج الاولي للجهاز المستعمل

المقطر الشمسي المستعمل لتحلية المياه المالحة بمنطقة حاسي ميلود هو مقطر شمسي البسيط أحادي الميل، خصائصه

موضحة في الجدول اسفله:

الجدول 3.IV- بعض الادوات المستعملة في انجاز المقطر في المرحلة الاولى

الاسم	الصورة	وصفها واستعمالاتها
صندوق المقطر		نوع الخشب: الخشب الاحمر (عازل) سمك الخشب: 03cm الأبعاد: 80cm*60cm*10cm
الحوض المعدني		النوع: اينوكس (Inox) الابعاد: 70 cm×*70cm الارتفاع: 04cm
طلاء وفرشاة		لونه: أسود استعماله لطلاء الحوض المعدني
قارورة بلاستيكية		استعمالها في جمع الماء المقطر
قمع		استعماله لحقن الماء المالح
زجاج		غطاء لصندوق الخشي



الصورة 1.IV-المقطر في الحالة النهائية

VI .1.2 .3-الاجهزة التجريبية المستعملة

الجدول (4.IV) يوضح الاجهزة المستعملة خلال عملية تقطير الماء وتعريفها:

الجدول 4.IV-الأجهزة المستعملة

تعريف	الصورة	الاسم
هو أداة لقياس الاشعاع الشمسي المباشر، ضوء الشمس يدخل الأداة من خلال نافذة ويتم توجيه الشعاع لصعود الى أداء حرارية في الآلة والتي تحول الحرارة الى إشارة كهربائية يمكن تسجيلها، يتم تحويل إشارة الجهد عبر صيغة لقياس القدرة بوحدة w/m^2 .		جهاز قياس الاشعاع الشمسي - Solari (métré)
الازدواج الحراري أو المزدوجة الحرارية هو جهاز استشعار يستخدم لقياس درجة الحرارة وهو عبارة عن زوج من المعادن ملتصقين التحاماً ذاتياً، تربط بجهاز ملي فولط متر خاص به شاشة رقمية يحول هذا الجهاز درجة الحرارة الى تيار كهربائي يقرأ على إثره قيمة درجة الحرارة في المكان الموضوعه فيه المزدوجة.		جهاز قياس درجة الحرارة Thermocouple
يقيس هذا الجهاز كتلة الماء الموضوعه فوق الميزان.		الميزان الالكتروني

VI .1.2 .4- البرتوكول التجريبي

- ✓ وضع المقطر بعد اتمام انجازه في مكان تجرية.
- ✓ إضافة 10 لترات من الماء المالح لمنطقة حاسي ميلود المأخوذة على عمق 1m بواسطة قمع.
- ✓ مسح الغطاء الزجاجي جيدا من الغبار والأتربة.
- ✓ سد المقطر جيدا لمنع التسربات.
- ✓ أخذ القياسات اللازمة كل ساعة.

VI .1.2 .5- وصف المرحلة الاولى

تم إجراء التجربة الأولى يوم 27 أبريل 2023 على مستوى المدرسة العليا للأساتذة ورقلة وتحت نفس الظروف المناخية تم تعريض مقطر شمسي بسيط أحادي الميل لأشعة الشمس بعد أن وضعت فيه كمية من الماء تقدر ب 10 لتر وهي مأخوذة على عمق 1m من سطح الارض لمنطقة حاسي ميلود، حيث تم قياس كل من درجات الحرارة للغطاءين الزجاجيين الداخلي و الخارجي، ودرجة حرارة الماء المالح، وكمية الاشعاع الشمسي الساقطة على المقطر، و وزن كمية الماء المقطر الناتجة، وهذه القياسات اخذت عند كل ساعة من الساعة السابعة صباحا الى غاية السادسة مساء على مدى 9 ساعات كاملة من المراقبة ويتم تدوين النتائج التجريبية.

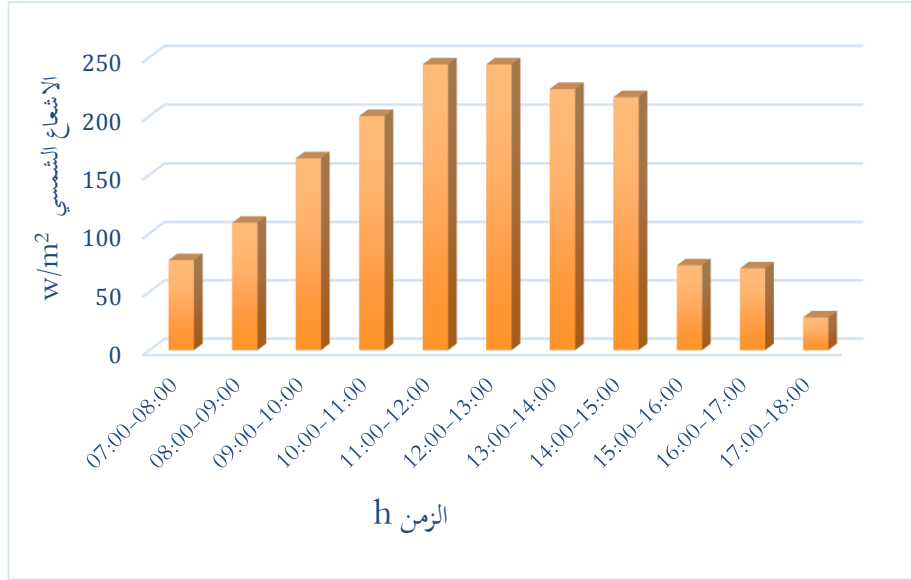
VI .1.2 .6- تحليل ومناقشة نتائج المرحلة الاولى

الزمن بساعات	الاشعاع الشمسي W /m ²	درجة حرارة الماء المالح °C	درجة حرارة الزجاج الداخلي °C	درجة حرارة الزجاج الخارجي °C	وزن الماء المقطر الناتج g	انتاجية الماء المقطر L /m ²
8:00-00: 07	77	27,9	27,4	22,3	0	0
9:00-8:00	109	34,3	33,6	23,7	0	0
10:00-9:00	164	46,5	41,6	24,3	52	0.04612245
11:00-10:00	200	56,3	63,4	39,1	124,1	0.19326531
12:00-11:00	244	65,1	72,2	43,7	219,3	0.38755102
13:00-12:00	244	72,5	78,8	47	330,3	0.61408163
14:00-13:00	223	74,1	65,6	35,5	303,6	0.55959184
15:00-14:00	216	72,9	79,1	46,2	308,9	0.57040861
16:00-15:00	72,6	67,2	72,2	41,6	285	0.52163265
17:00-16:00	70	59,7	60,6	41	205,89	0.36018367
18:00-17:00	28	37,6	54,4	21,7	152,4	0.25102041

❖ تطور الاشعاع بدلالة الزمن

الاشعاع الشمسي عامل مهم جدا في عملية التقطير الشمسي، الشكل (2.IV) يمثل تطور الاشعاع الشمسي خلال

يوم الدراسة بدلالة الزمن.



الشكل 2.IV-أعمدة بيانية لتغيرات شدة إشعاع الشمسي بدلالة الزمن

نلاحظ من الشكل (2.IV) ان شدة الاشعاع الشمسي في الساعات الاولى من النهار تكون منخفضة (وقت

الشروق) حيث بلغت قيمته عند الساعة السابعة صباحا 77 w / m^2 ثم أخذت هذه القيمة في تزايد مستمر الى ان وصلت

إلى أقصاها بين الساعة 11:00 و 12:00 وهي نفسها بين الساعات 12:00 إلى 13:00 (زوالا) حيث قدرت ب

244 w/m^2 يرجع ذلك إلى أنه عند منتصف اليوم تكون زاوية الاشعاع الشمسي مثالية، ثم تأخذ شدة الاشعاع الشمسي في

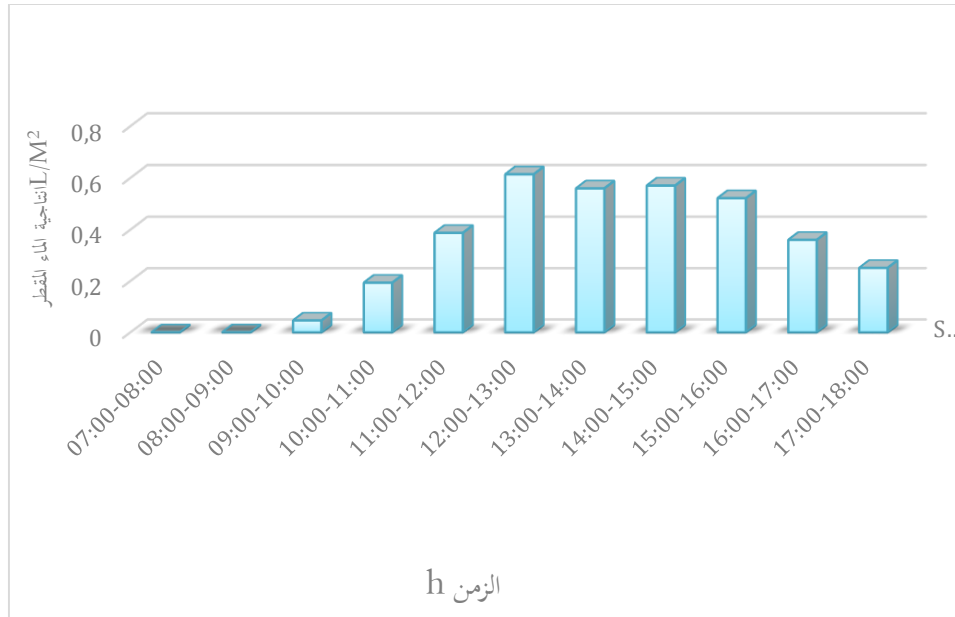
انخفاض تدريجي الى ان تصل إلى أدنى قيمة لها على الساعة 18:00 (وقت الغروب) و قدرت ب 28 w/m^2 .

يعود الارتفاع المستمر لشدة الاشعاع الشمسي الى صفاء الجو في الفترة الصباحية، أما عند الزوال بلوغ شدة الاشعاع

الشمسي ذروتها الى ان الشمس في هذا الوقت تكون في كبد السماء، اما انخفاضه في الفترة المسائية يعود الى غروب الشمس.

❖ إنتاجية الماء المقطر بدلالة الزمن

إنتاجية الماء المقطر بدلالة الزمن موضحة في الشكل (3.IV).



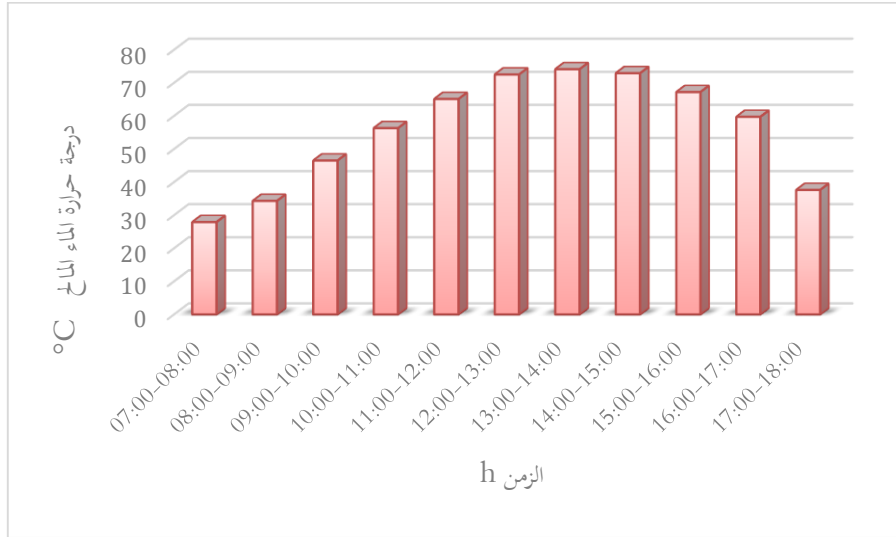
الشكل 3.IV-أعمدة بيانية لإنتاجية الماء المقطر بدلالة الزمن

من الشكل (3.IV) نلاحظ أن كمية الماء المقطر الناتجة كانت معدومة في الساعات الأولى من اليوم من الساعة 7:00 إلى 9:00 صباحاً وذلك راجع إلى انخفاض درجة حرارة الجو و قلة الأشعاع الشمسي، حيث بدأ المظطر في الإنتاج من الساعة 09:00 إلى 10:00 وكانت إنتاجيته ضعيفة قدرت بحوالي 0.04612245 L/m^2 ، ثم أخذت الإنتاجية في الارتفاع تدريجياً إلى أن وصلت أقصاها بين ساعة 12:00 و 13:00 حيث بلغت القيمة 0.61408163 L/m^2 سبب ذلك يعود إلى بلوغ الأشعاع الشمسي أقصاه في نفس الوقت ثم أخذت الإنتاجية في الانخفاض من جديد بسبب انخفاض شدة الأشعاع الشمسي ودرجة حرارة الجو.

يعود عدم إنتاج الماء المقطر في الساعات الأولى إلى عدم وجود اختلاف بين درجة حرارة الماء المالح والغطاء الزجاجي الداخلي. في حين أن زيادة الإنتاجية تعود إلى زيادة الفرق في درجة الحرارة بين الماء المالح والغطاء الزجاجي.

❖ درجة حرارة الماء المالح بدلالة الزمن

يبين الشكل (4.IV) مخطط أعمدة بيانية توضح درجة حرارة الماء المالح بدلالة الزمن.

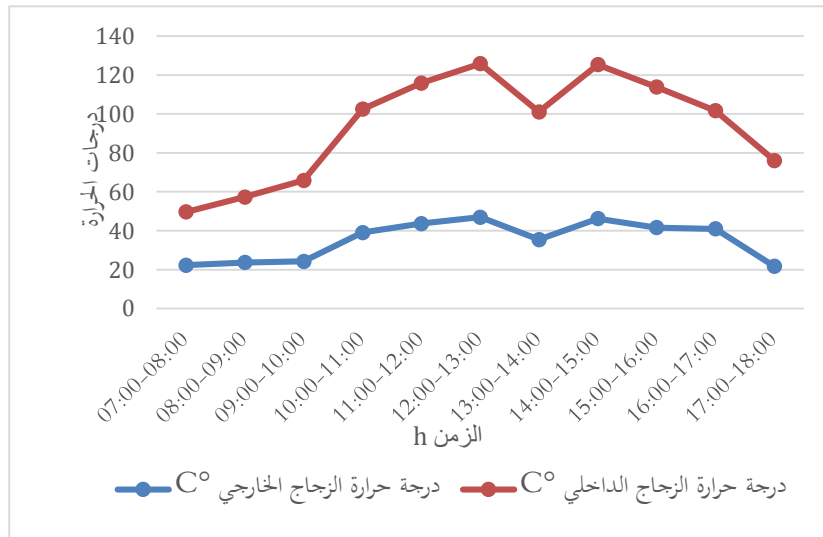


الشكل 4.IV-أعمدة بيانية توضح درجة حرارة الماء المالح بدلالة الزمن

نلاحظ من الشكل (4.IV) ان من بداية وضع الماء المالح في المقطر تبدأ درجة حرارته في الارتفاع التدريجي الى ان تصل الى القيمة العظمى بين الساعة 13:00 و 14:00 وهي توافق تقريبا أقصى قيمة للإشعاع الشمسي ثم تأخذ هذه القيمة في الانخفاض المستمر ويعود ذلك الى انخفاض شدة الاشعاع الشمسي.

❖ درجة حرارة الزجاج الداخلي والخارجي بدلالة الزمن

يوضح الشكل (5.IV) تغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلي والخارجي بدلالة الزمن.

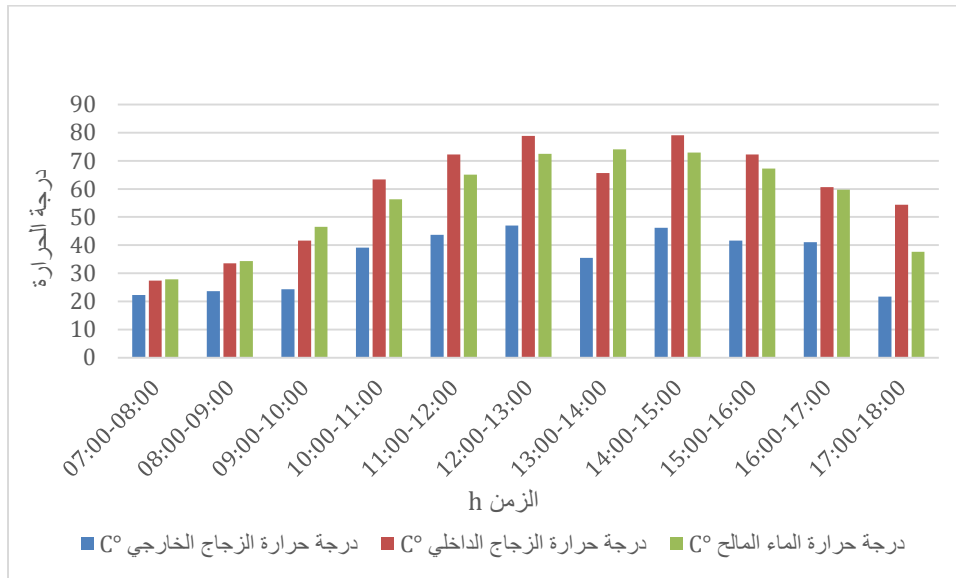


الشكل 5.IV-تغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلي والخارجي بدلالة الزمن

من خلال الشكل (5.IV) نلاحظ ان درجة حرارة الزجاج الداخلي أكبر بقليل من درجة حرارة الزجاج الخارجي، و درجات الحرارة تبدأ في التزايد التدريجي لكن هذا التزايد بطيء لكل الغطاءين الزجاجين الداخلي والخارجي وهذا خلال الساعات الأولى 8:00، 9:00، 10:00 ثم تبدأ في التزايد المعبر من الساعة 10:00 الى ان تصل الى اقصى قيمة بين الساعة 12:00 و 13:00 ثم تنخفض قليلا درجة الحرارة لكل الزجاجين لوجود تيارات هوائية ضعيفة مرت بين الساعة 13:00 و 14:00 ثم عادت ارتفعت قليل بعد صحو الجو بعد ذلك اخذت في الانخفاض لكل الزجاجين و ذلك لانخفاض شدة الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في المساء.

❖ درجات الحرارة بدلالة الزمن

يبين الشكل (6.IV) مخطط أعمدة بيانية توضح تطور درجة الحرارة بدلالة الزمن



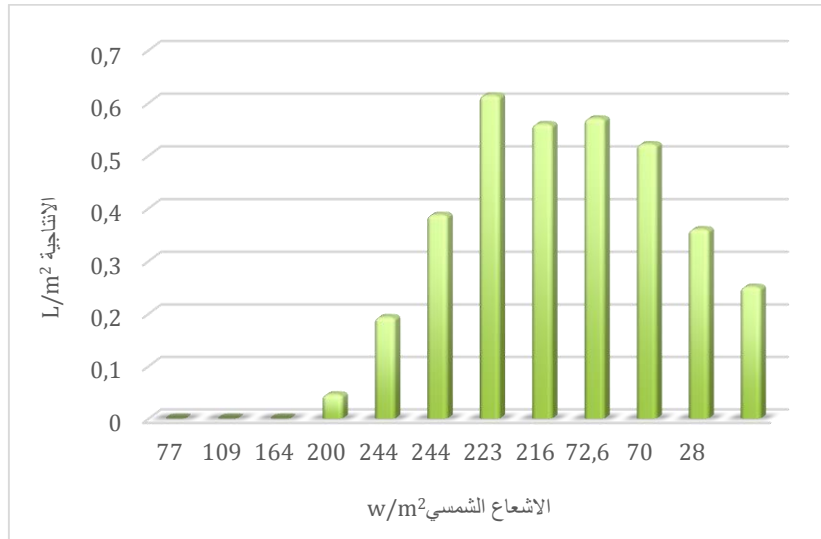
الشكل 6.IV- مخطط أعمدة بيانية توضح تطور درجة الحرارة بدلالة الزمن

من خلال الشكل (5.IV) نلاحظ تزايد سريع ومعتبر لدرجة حرارة الماء المالح بينما هناك تزايد بطيء لدرجة حرارة الزجاج الداخلي والخارجي خلال الساعات الأولى 7:00، 8:00، 9:00 وتواصل درجة الحرارة في التزايد الى ان تصل الى اقصى قيمة حيث تكون للماء المالح 74.1 °C و الزجاجين الداخلي والخارجي 79.1 °C و 47 على التوالي وهذا الارتفاع يوافق تقريبا وقت الظهيرة ثم تنخفض درجات الحرارة بمرور الزمن، و يعود تزايد درجة الحرارة للماء المالح لاستقباله جزء كبير من التدفق الإشعاعي الشمسي الساقط على السطح الزجاجي مما يؤدي الى نفاذه عبر الزجاج وبالتالي تسخين الماء ورفع درجة حرارته، ويعود التزايد

البطيء لدرجة حرارة الزجاج الخارجي لتعرضه لتيارات هوائية باردة مما يؤدي انتقال كمية حرارة كبيرة من الزجاج الى الهواء المار فوقه.

❖ الإنتاجية بدلالة الاشعاع الشمسي

يبين الشكل (7.IV) تطورات الإنتاجية بدلالة الاشعاع الشمسي



الشكل 6.IV- تطورات الإنتاجية بدلالة الاشعاع الشمسي

نلاحظ من خلال الشكل (6.IV) ان الإنتاجية تزداد مع زيادة الاشعاع الشمسي حيث عند بلوغ الاشعاع الشمسي اقصاه على بين الساعة 11:00 و 13:00 ترتفع درجة حرارة الزجاج الخارجي التي بدورها ترفع درجة حرارة الحوض وبالتالي ترفع درجة حرارة الماء الذي يتبخر ثم يتكاثف على السطح الداخلي للغطاء الزجاجي وهذه العملية تؤدي الى بلوغ الإنتاجية اقصاها خلال نفس الزمن.

2.2.VI- المرحلة الثانية

1.2.2.VI- عينات دراسة

✓ التربة

سنسعى في هذا الجزء الى معالجة مشكلة ملوحة تربة منطقة حاسي ميلود والتي تتميز بالخصائص التالية [24].

- تتميز بتربة جافة نوعا ما تحتوي على قوام رملي طيني مع وجود عناصر خشنة بنسبة 20% حجم الحصى (0.5

إلى 2cm) من شكل شبه دائري.






- ارتفاع عن سطح الأرض يبلغ 132m.

- مياه مالحة قريبة من السطح.

- تربة مالحة غير قابلة للزراعة.

VI.2.2.2-الادوات التجريبية

الجدول IV.7- بعض الادوات المستعملة في المرحلة الثانية:

		
بياشر المدرجة	التربة	كؤوس بلاستيكية
		
ماء مقطر	ورق الترشيح	ميزان الكتروني
		
غربال	أنبوب مدرج	جهاز قياس الناقلية

3.2.2.VI- البروتكول التجريبي

أ- خطوات التجربة

1- تحضير التربة

بعدما ما تم إحضار التربة المستهدفة لدراسة نتبع الخطوات التالية:

1- غربلة التربة للتخلص من الحبيبات الخشنة (وردة الرمال) باستعمال غربال 2 mm.

2- ثقب الكؤوس البلاستيكية من الأسفل بإبرة ليترشح الماء بسهولة.

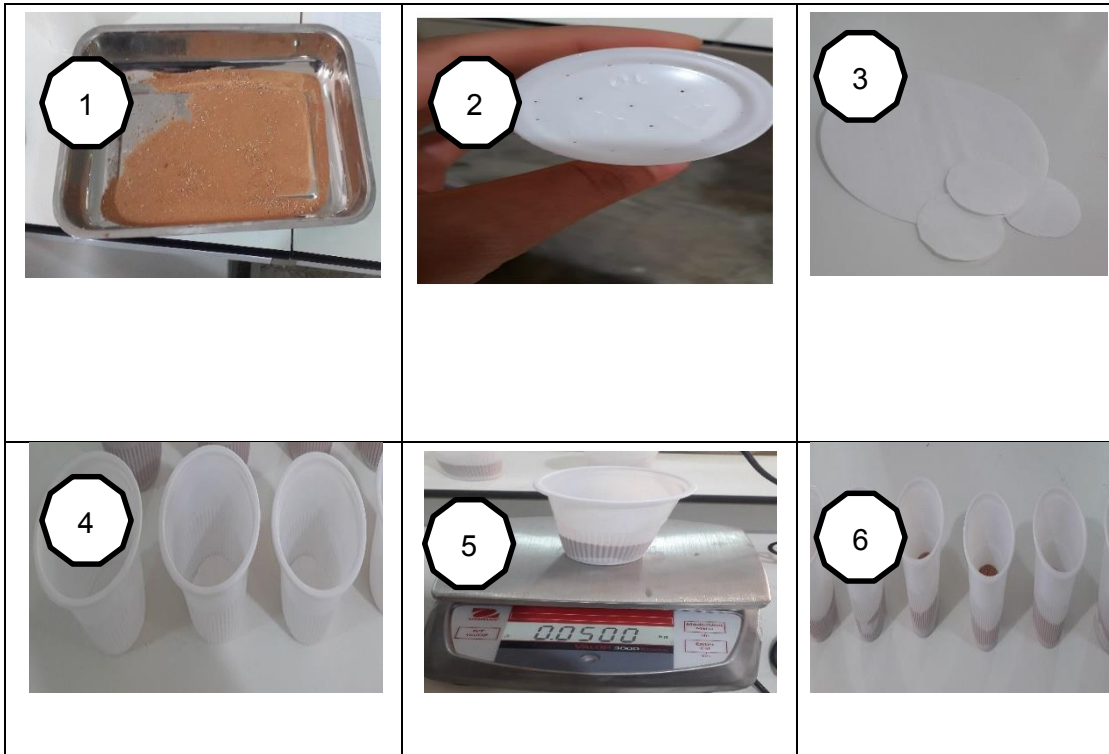
3- قص ورق الترشيح على شكل دوائر قطرها نفس قطر الكأس من الأسفل.

4- وضع ورقة الترشيح المقصوفة داخل الكؤوس المثقوبة.

5- وزن 6 عينات من التربة بحيث وزن كل عينة 50g.

6- وضع العينات الموزونة في الكؤوس التي تم تحضيرها من قبل.

الجدول 8.IV- خطوات تحضير التربة



2-عملية سقي التربة

من أجل سقي التربة التي تم تحضيرها سابقا نتبع الخطوات التالية:

1- قص الكؤوس من القاع(الأسفل) لاستعمالها كحوامل لتسهيل عملية ترشيح الماء من الكؤوس.

2- احضار البياشر بعدما قمنا بغسلها بالماء المقطر.

3- ترقيم البياشر من 1-5 ووضع فيها الكؤوس المرفوعة بالحوامل.

4- وضع الكؤوس المحضرة سابقا (التي تحتوي على التربة) فوق الحوامل التي تم إنجازها

5- احضار الماء المقطر الناتج من التقطير الشمسي.

6- سقي التربة الموضوعة في الكؤوس بالماء المقطر الناتج من التقطير الشمسي على النحو التالي:

البياشر رقم 1: تم سقيه بكمية 50 ml من الماء المقطر.

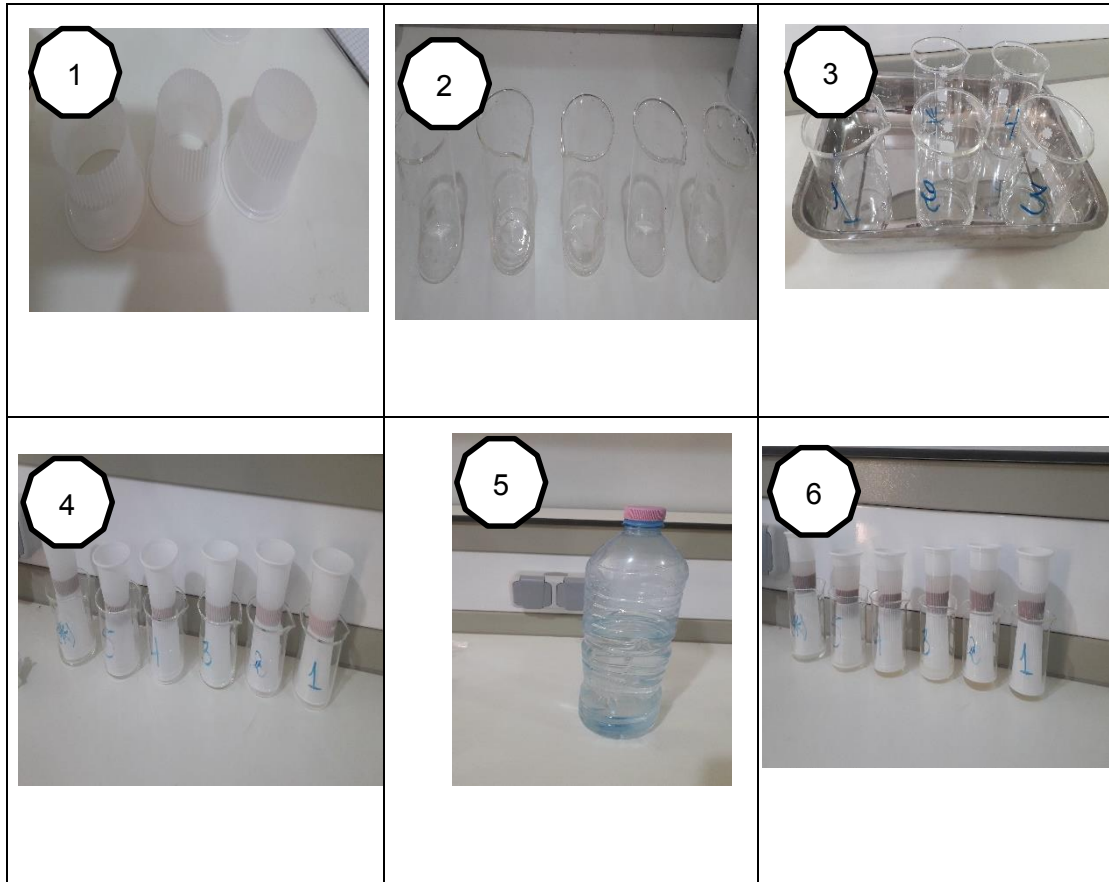
البياشر رقم 2: كمية 100 ml من الماء المقطر.

البياشر رقم 3: كمية 150 ml من الماء المقطر.

البياشر رقم 4: كمية 200 ml من الماء المقطر.

البياشر رقم 5: كمية 250 ml من الماء المقطر.

الجدول 9.IV- خطوات سقي التربة بالماء المقطر

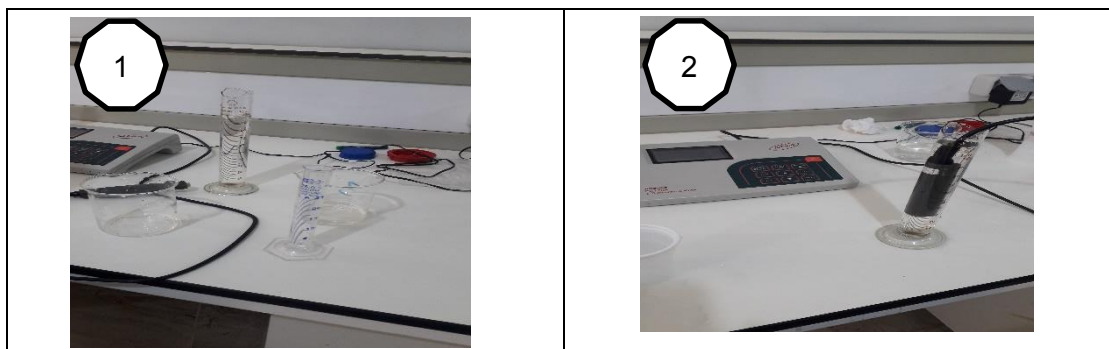


3-مرحلة قياسات

بعد 24 ساعة من اجراء التجربة تم قياس حجم الماء المرشح من التربة عن طريق أنبوب اختبار مدرج، ثم إدخال

حساس جهاز الناقلية في أنبوب الاختبار ليقوم بحساب كل من الناقلية وكمية الاملاح الذائبة.

الشكل 7.IV- خطوات قياس ناقلية والملوحة



4.2.2.VI-تحليل ومناقشة نتائج المرحلة الثانية

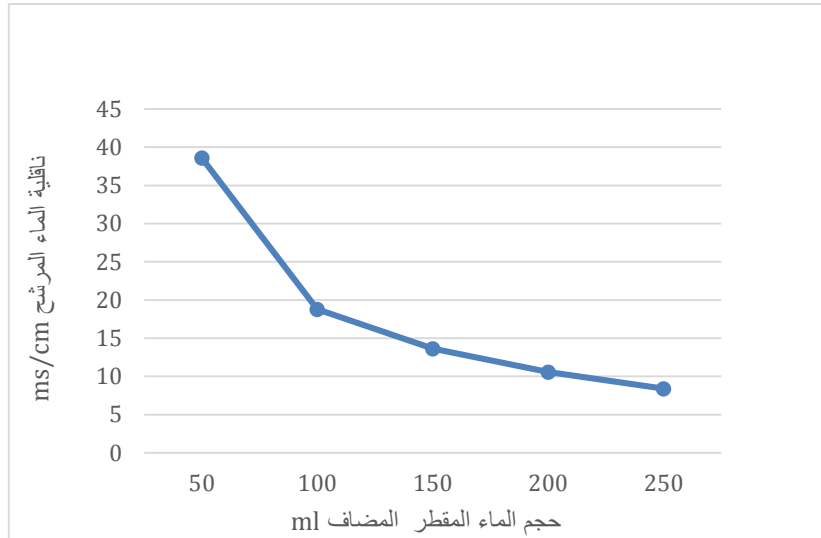
الجدول 9.IV-نتائج التجريبية المتحصل عليها

الكأس 05	الكأس 04	الكأس 03	الكأس 02	الكأس 01	
250	200	150	100	50	حجم الماء المضاف (ml)
205,5	181	132	82	34	حجم الماء المرشح (ml)
24,2	26,1	25,4	25,5	26,3	درجة الحرارة °C
4,19	10,57	13,63	18,77	38,6	الناقلية ms/cm
4,19	5,28	6,8	9,2	19,3	الاملاح الذائبة في الماء ppt

❖ ناقلية الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف

يدل قياس ناقلية الماء المرشح على التركيز الإجمالي للأملاح المنحلة فيه وهو يعكس درجة ملوحة التربة يبين الشكل (8.IV)

تغيرات ناقلية الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف.



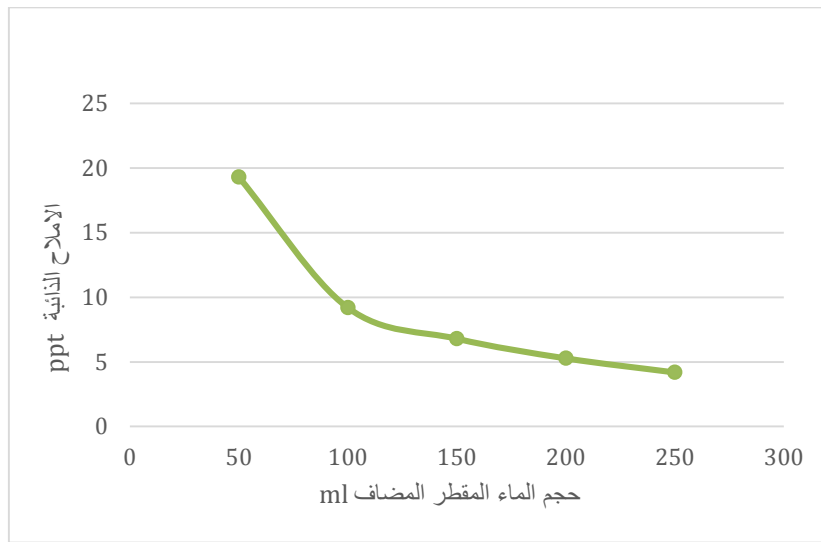
الشكل 8.IV-منحنى تغيرات ناقلية حجم الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف

من خلال الشكل (8.IV) نلاحظ ان الناقلية تتناقص كلما زاد حجم الماء المضاف، مما يعني ان ملوحة التربة تتناقص بزيادة حجم الماء المضاف، وهذا المنحنى يعطينا تصور عن كمية الماء المقطر الناتج من التقطير الشمسي الواجب اضافته لمعالجة الملوحة العالية لتربة منطقة حاسي ميلود وما يتناسب مع كل نبته.

❖ تركيز الاملاح الذائبة في الماء المرشح

تعتبر الاملاح الذائبة في الماء المرشح على ملوحة التربة والتي تعد مؤشرا مهما في الدراسات التي تجرى على التربة يبين

الشكل (9.IV) تغيرات تركيز الاملاح الذائبة في الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف.



الشكل 9.IV: منحنى تغيرات تركيز الكلي للأملاح الذائبة في الماء المرشح بدلالة حجم الماء المقطر المضاف

يبين الشكل (9.IV) منحنى تغيرات التركيز الكلي للأملاح الذائبة في الماء المرشح بدلالة حجم الماء المضاف حيث

نلاحظ ان تركيز الاملاح الذائبة يتناقص مع زيادة حجم الماء المقطر المضاف.

الخاتمة

بعد الدراسة التجريبية المتحصل عليها من التجربة يمكن القول انه هناك علاقة طردية بين الاشعاع الشمسي وكمية الماء

المقطرة المنتجة وهذا ما تم التوصل اليه من خلال المرحلة الأولى أما المرحلة الثانية يمكن من خلالها معرفة حجم الماء المقطر الواجب

اضافته لتقليل ملوحة تربة منطقة الدراسة.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

تعتبر الملوحة من التحديات التي تواجه الانتاج الزراعي، خاصة في المناطق الصحراوية. نظرا لان زيادة تركيز الاملاح في الماء او التربة يؤثر سلبا على نمو المحاصيل وانتاجيتها.

تعاني منطقة الدراسة من مجموعة من مشكلات الطبيعية التي تؤثر على الانتاج الزراعي ومن اهمها مشكلة المياه ومشكلة ملوحة التربة، وفي هذه الدراسة سعينا الى معالجة ملوحة هذه التربة باستعمال المقطر الشمسي البسيط احادي الميل من خلال مرحلتين من تجارب وكان المبدأ المستعمل في هذه التجارب هو كالتالي:

المرحلة الأولى:

تمت هذه التجربة في يوم 27 أبريل 2023 حيث قمنا بإجراء دراسة تجريبية للمقطر الشمسي البسيط ذو الميل الواحد الذي يعتبر وسيلة جيدة وبسيطة، غير مكلفة، حيث انطلقت تجربتنا على الساعة السابعة صباحا في يوم صافي نسبيا، حيث قمنا بوضع 10 لتر من ماء منطقة حاسي ميلود المأخوذ عن عمق 1 m في المقطر المدروس.

المرحلة الثانية:

تم احضار كمية معتبرة من تربة حاسي ميلود وتقسيمها الى 5 عينات (كل عينة وزنها 50g) وقمنا بغسل كل عينة بحجم مختلف عن الاخر من الماء المقطر الناتج من التقطير الشمسي.

وبعد القيام بالتجارب تم استخلاص مجموعة من النتائج تكون في المستقبل مرجعا مهما لدراسات المستقبلية:

نتيجة 01: الاشعاع الشمسي الوارد لا يؤثر على كامل أجزاء المقطر بل يؤثر فقط على درجة حرارة الماء المالح بشكل مباشر وفعال لينتقل بعدها التأثير لباقي الأجزاء، حيث ان ارتفاع معدل الاشعاع الشمسي يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة الماء المالح التي تسمح بعملية تبخير الماء.

نتيجة 02: تزداد كمية الماء المقطر الناتجة بزيادة شدة الاشعاع الشمسي الواردة وبارتفاع درجة حرارة الماء المالح.

نتيجة 03: كلما زاد الفرق بين درجة حرارة الماء المالح والزجاج الداخلي كانت كمية الماء المنتجة أكبر.

نتيجة 04: كمية الماء المقطر المتحصل عليها خلال 9 ساعات قدرت ب $3.27L/m^2 \cdot jour$.

نتيجة 05: المرود يتناسب طرذا مع الاشعاع الشمسي.

نتيجة 06: كلما زاد حجم الماء المضاف نقصت ناقلية التربة.

نتيجة 07: رسم منحني بياني لناقلية التربة بدلالة حجم الماء المضاف مما يسمح بتحديد الحجم الواجب اضافته لتربة حاسي

ميلود للتناسب مع ناقلية بعض الترب الصالحة للزراعة.

نظرا لنتائج المتحصل عليها والمشاكل التي واجهت هذه التجربة هناك بعض الصعوبات التي واجهتها التجربة ومنها عدم توفر

بعض الأجهزة اللازمة لإتمام التجربة والافاق التي نتمنى تحقيقها هي دراسة لأكثر من يوم، استعمال احواض أكبر، زيادة كمية

التربة التي تجرى عليها الدراسة.

قائمة المراجع

. 5(1), 69-81

[26] كمال بوعظم & أمال ينون. (2016). "تخلية مياه البحر في الجزائر: بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال الفترة (2005-2015)". **el-Bahith Review**, 16(1), 323-333.

[31] أمال ينون. 2016. "تحليل تكلفة تخلية مياه البحر- دراسة مقارنة بين الجزائر و المملكة العربية السعودية"- اطروحة دكتوراه. جامعة سطيف، كلية العلوم الاقتصادية.

[32] د. سهيل فاضل ، الياس الكبة ، " الطاقة الشمسية و تطبيقاتها " دار الحداثة للطباعة و النشر ، بيروت لبنان، ص ب 14 -العدد 5636.

[40] جاسم مهدي الاسدي ،احمد جاسم محمد، عقيل يوسف هاشم. (2013). "أنواع المقطرات الشمسية السلبية". مجلة أبحاث ميسان. البصرة جمهورية العراق.

[56] بلحاج محمد. (2008). "مساهمة في تحسين التقطير الشمسي بواسطة مقطر مزدوج" مذكرة ماجستير جامعة ورقلة. كلية العلوم والعلوم الهندسية. قسم الفيزياء.

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

[70] بان حقي اسماعيل، علاء حمزة سلوم، & احمد داود سلمان، سعد محمد عواد. (2022). "تحسين اداء المقطر الشمسي الهرمي باستخدام شمع البارافين".

[71] منير.ع.ع، محمد.أ.، محمد. أ.م، والتوني.م.ع. (2001). استصلاح الأراضي. جامعة عين شمس - كلية الزراعة.

[73] الشاوش & مولود حسين. (2021). "التربة (أصلها-تكوينها-أنواعها) ". مجلة كليات التربية جامعة ليبيا. كلية التربية. العدد 21.

[75] جورج الراين، جورج سطيفان، عبد الرشيد. (2003). "كتاب تحليل التربة والنبات (دليل مختبري)". مركز البحوث الزراعية في المناطق الجافة. إيكاردا، حلب سوريا.

[76] إسلام إبراهيم عبد الله صبيح. (2015). "ملوحة التربة في محافظة خان يونس". أطروحة ماجستير. الجامعة الإسلامية غزة.

[77] مديرية السياحة لولاية ورقلة 2017.

المراجع باللغة الانجليزية

- [4] Wissam, H. A. (2015). "Improving the productivity of single effect double slope solar still by simple modification". *Journal of Engineering*, 21, 50-60
- [9] Campillo, C., Fortes, R., Prieto, M. D. H., & Babatunde, E. B. (2012). "Solar radiation effect on crop production". *Solar radiation*, 1(494), 167-194.
- [17] Jiji, L. M. (2009). "*Heat convection*". Springer Science & Business Media.
- [25] Jalihal, P., & Venkatesan, R. (2019). "Advanced desalination technologies". In *Sustainable water and wastewater processing* (pp. 93-131). Elsevier.
- [27] Tiwari, A. K., & Tiwari, G. N. (2007). "Thermal modeling based on solar fraction and experimental study of the annual and seasonal performance of a single slope passive solar still: the effect of water depths". *Desalination*, 207(1-3), 184-204
- [29] Libert, J. J., & Maurel, A. (1981). "Desalination and renewable energies-a few recent developments". *Desalination*, 39, 363-37.
- [33] Shinde, M., R. Navthar, et al. (2020). "Review on the types of solar stills." *International Journal of Ambient Energy* 43(1): 1420-1428.
- [34] Younis, O., A. K. Hussein, et al. (2022). "Comprehensive Review on Solar Stills—Latest Developments and Overview." *Sustainability* 14(16): 10136.
- [36] Sodha, M. S., Mishra, D. R., & Tiwari, A. K. (2014). "Solar earth water still for highly wet ground". *J Fundam Renew Energy Appl*, 4(1), e103.
- [39] Nayi, K. H. and K. V. Modi (2018). "Pyramid solar still: A comprehensive review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **81**: 136-148
- [43] Nafey, A. S., Abdelkader, M., Abdelmotalip, A., & Mabrouk, A. A. (2000). "Parameters affecting solar still productivity". *Energy conversion and management*, 41(16), 1797-1809 .
- [44] Khechekhouche, A., Boukhari, A., Driss, Z., & Benhissen, N. (2017). "Seasonal effect on solar distillation in the El-Oued region of south-east Algeria". *International journal of Energetica*, 2(1), 42-45.
- [45] El-Sebaili, A. A. (2011). "On effect of wind speed on passive solar still performance based on inner/outer surface temperatures of the glass cover". *Energy*, 36(8), 4943-4949.
- [46] Al-Hinai, H., Al-Nassri, M. S., & Jubran, B. A. (2002). "Effect of climatic, design and operational parameters on the yield of a simple solar still". *Energy Conversion and Management*, 43(13), 1639-1650.

- [47] Omara, Z. M., Kabeel, A. E., & Younes, M. M. (2014). "Enhancing the stepped solar still performance using internal and external reflectors". *Energy conversion and management*, 78, 876-881.
- [48] Panchal, H. N., & Patel, S. (2016). "Effect of various parameters on augmentation of distillate output of solar still: a review". *Technology and Economics of Smart Grids and Sustainable Energy*, 1, 1-8.
- [49] Naim, M. M., & Abd El Kawi, M. A. (2003). "Non-conventional solar stills Part 2. Non-conventional solar stills with energy storage element". *Desalination*, 153(1-3), 71-80.
- [50] Tleimat, B. W., & Howe, E. D. (1969). "Comparison of plastic and glass condensing covers for solar distillers". *Solar Energy*, 12(3), 293-304.
- [51] Al-Hayeka, I., & Badran, O. O. (2004). "The effect of using different designs of solar stills on water distillation". *Desalination*, 169(2), 121-127.
- [52] Aboul-Enein, S., El-Sebaei, A. A., & El-Bialy, E. (1998). "Investigation of a single-basin solar still with deep basins". *Renewable Energy*, 14(1-4), 299-305.
- [53] Singh, A. K., Tiwari, G. N., Sharma, P. B., & Khan, E. (1995). "Optimization of orientation for higher yield of solar still for a given location". *Energy Conversion and Management*, 36(3), 175-181.
- [55] Golestaneh, F. (1980). "*Thermal performance of a low thermal inertia solar still*". The University of Texas at El Paso.
- [57] Afrand, M., Kalbasi, R., Karimipour, A., & Wongwises, S. (2016). "Experimental investigation on a thermal model for a basin solar still with an external reflector". *Energies*, 10(1), 18.
- [58] Cooper, P. I. (1967). "The construction and performance of a three-effect, wick-type, tilted solar still". *Sun at work*, 12(1), 4.
- [60] Edalatpour, M., Aryana, K., Kianifar, A., Tiwari, G. N., Mahian, O., & Wongwises, S. (2016). "Solar stills: A review of the latest developments in numerical simulations". *Solar Energy*, 135, 897-922.
- [61] Singh, H. N., & Tiwari, G. N. (2004). "Monthly performance of passive and active solar stills for different Indian climatic conditions". *Desalination*, 168, 145-150.
- [62] Abed, F. M. and D. S. mahmood (2017). "Experimental Study of the Effect for Water Depth on the Mass Transfer of Passive Solar Still Chemical Solutions." *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 24(2): 1-10.
- [64] Arjunan, T. V., Aybar, H. Ş., & Nedunchezian, N. (2017). "Experimental study on enhancing the productivity of solar still using locally available material as a storage medium". *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 98, 191-196.

[65] Panchal, H. (2016). "Performance investigation on variations of glass cover thickness on solar still: experimental and theoretical analysis". *Technology and Economics of Smart Grids and Sustainable Energy*, 1, 1-11.

[66] Akash, B. A., Mohsen, M. S., & Nayfeh, W. (2000). "Experimental study of the basin type solar still under local climate conditions". *Energy conversion and management*, 41(9), 883-890.

[67] Narayanan, S. S., Yadav, A., & Khaled, M. N. (2020). "A concise review on performance improvement of solar stills". *SN Applied Sciences*, 2(3), 511.

[68] Essa, F. A., Elsheikh, A. H., Algazzar, A. A., Sathyamurthy, R., Ali, M. K. A., Abd Elaziz, M., & Salman, K. H. (2020). "Eco-friendly coffee-based colloid for performance augmentation of solar stills". *Process Safety and Environmental Protection*, 136, 259-267.

[69] Le, T. H., Pham, M. T., Hadiyanto, H., & Hoang, A. T. (2021). "Influence of various basin types on performance of passive solar still: A review". *International Journal of Renewable Energy Development*, 10(4), 789.

[72] Pearson.K.E.. and Bauder.J.W.. (2003): The basics of salinity and sodicity

.effects on soil physical properties. Water quality and irrigation management. P: 1-9

[74] Sleem Ali Saleem, K. (2019). "Soil Salinity: Causes and Impacts on Agriculture and the Environment: أسبابها وآثارها على الزراعة والبيئة". *مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية*. 3(4):

المراجع باللغة بالفرنسية

[5] D. KOUADRI Moulay Rachid.(2021)." Application des oxydes métalliques dans la distillation solaire" . thèse de doctorat. Université Ouargla

[12] Hamani Nadjette. (2005) ."Modélisation du flux solaire incident et de la température de sortie dans un capteur solaire à eau avec effet de concentration du rayonnement solaire incident" .mémoire de magister, Université Mohamed Khider- Biskra

[15]Marty, P. (2001). " Cours de transferts thermiques ". *Université Joseph Fourier, Grenoble*.

[16] D. Djamel bechki .(2011). " Etude comparative et optimisation des procédés de distillation solaire en vue de la production d'eau potable dans les zones arides sahariennes", thèse de doctorat, université Batna.

[20] Bernard Grandjean.(2013). " TRANSFERT DE CHALEUR ".

[23] D. M Hassen Salami. (2014). " ETUDE ET AMELIORATION DES TECHNIQUES DE DISTILLATION SOLAIRE DANS LA REGION SUD-EST ". thèse de doctorat. Université Ouargla.

[24] KABOUL Abir.(2016). "Etude des croûtes biologiques des sols des zones arides (cas De la région d'Ouargla et la région de El'Oued)" . Mémoire de master. Université Kasdi Merbah wargla.

[28] Kaabi, A., & Smakdji, N. (2017). "Impact de l'écart de température eau capteur sur l'efficacité globale d'un distillateur solaire".

[30] Vaillant, J. R. (1970). "Les problèmes du dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres: tour d'horizon technique et économique". (No Title)

[35] M. Hassan Selami. (2000) . "Utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des eaux saumâtre dans les sud Algérien". mémoire de magistère. Université de Ouargla..

[37] Chaker, A., & Menguy, G. (2001)." Efficacité interne d'un distillateur solaire sphérique". *Rev. Energ. Ren. Journées de Thermique*, 53-5853.

[38] SOTEHI OUALID , CHAKER ABLA .(2016)." Distillateur Solaire Sphérique à Balayage Passif Et Actif Performance Et Production Mensuelle". Université Mentouri Constantine.

[41] Ahmed Khedim , Klemens Schwarzer, Christian Faber, Christoph Muller.(2004). "Production décentralisée de l'eau potable à l'énergie solaire ".*Desalination* ,168 , 13-20

[42] Rabah, K., Belkheir, N., & Zahra, B. F. (2017). "Etude Technico-économique des Distillateurs Simples en Algérie". *Proceeding of Engineering and Technology–PET*, 31, 66-70.

[54] Zayouti, E., Bouirden, L., Haroune, A. A., & Banoumi, M. (2002). "Distillation solaire: Amélioration de la condensation de la vapeur d'eau dans les distillateurs solaires". In *International Forum on Renewable Energies, Agadir, Maroc*.

[63] Sellami , M. H., Belkis , T., Aliouar, M. L., Meddour, S. D., Bouguettaia, H., & Loudiyi , K. (2017)." Improvement of solar still performance by covering absorber with blackened layers of sponge". *Groundwater for Sustainable Development*, 5, 111-117.

[78] ONM Ouargla 2018.

الملاحق



Code de l'échantillon : 2054
Nature de l'échantillon : EAU POTABLE
Lieu de prélèvement : EAU DE NAPPE PHERATIQUE
Commune :

Bulletin D'analyses

Date et Heure de prélèvement : 29 /03/2023

Prélèvement effectué par : Préleveur ADE

Date d'analyse : 29 /03/2023

Analyse effectuée par : Laboratoire Central

Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	/	15	Calcium Ca ⁺²	mg/l	601.2	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg ⁺²	mg/l	364.57	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	3000	500
Chlore résiduel libre	mg/l	/	>0.1	Sodium Na ⁺	mg/l	12055	200
Paramètre Physique-Chimique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Potassium K ⁺	mg/l	420	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	/	≥6.5 et ≤ 9	Chlorures Cl ⁻	mg/l	14360.39	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	60200	2800	Sulfate SO ₄ ⁻²	mg/l	8760	400
Température	C°	/	25	Nitrate NO ₃ ⁻	mg/l	/	50
Turbidité	NTU	/	5	Bicarbonate HCO ₃ ⁻	mg/l	/	-
Oxygène dissous	mg/l	/	-	Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	/	-
TDS	mg/l	30100					
Résidu sec 105 C°	mg/l	88182	-				
Paramètres de Pollution	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	/	0.5	Fer	mg/l	/	0.3
Nitrite NO ₂	mg/l	/	0.2	Manganèse	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	/	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Coliformes totaux	/	/	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	/	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	/	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	/	00	Sulfure d'hydrogénée (H2S)	mg/l	/	
Observation							

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée

Siege Laboratoire :

Tél :



وصل التسديد

الجزائرية للمياه وحدة ورقلة



ل:

المبلغ	التعيين
21 420.00	AMRIL 2023/R
المجموع الطابع الجبائي	

المبلغ المسدد
21 420.00
215.00

تاريخ التسديد
21 635.00

04/04/2023

احتفظ بهذا الوصل لأنه برهانكم بأن الفاتورة المعنية قد سددت

الوحدة
الصندوق
رمز الإشتراك
نوع الإشتراك
UNITE DE OUARGLA
CAISSE AGENCE COMPT. CENTRAL Code: DZ
X2 4246 (المكلف بالصندوق)

Guichet : 09
Caissier: BK
RENTRE

Magnésium Mg+2	U	1	1500,00	1500,00
Sulfate SO ₄ ⁻	U	1	1500,00	1500,00
TOTAL			H,T,	18000,00
T,V,A			19%	3420,00
TOTAL			T,T,C	21420,00

Arreté la présente facture à la somme de (en T,T,C) : Vingt et Un Mille Quatre Cents Vingt Dinars Algerien

CHEF DE LABORATOIRE



الملخص

في إطار حل مشكلة ملوحة التربة التي تؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي والامن الغذائي لمنطقة حاسي ميلود ، وكحل لهذه المشكلة تقدم هذه الدراسة طريقة سهلة لتخفيف ملوحة التربة العالية باستعمال الماء المقطر، والهدف من هذه الدراسة هو دراسة إنتاجية وفعالية المقطر الشمسي في تخفيف ملوحة هذه التربة حيث اعتمدنا في عملنا هذا على المقطر الشمسي البسيط ذو الميل الواحد الذي يعتمد على الطاقة الشمسية لكونها متجددة، نظيفة، صديقة للبيئة والمتمثلة في اشعة الشمس إضافة الى صناعته و تركيبته البسيطة جداً ، غير مكلف ، سهل الصيانة و الاستعمال ولا يتطلب مهندسين وخبراء للعمل به، حيث تمت التجربة على مرحلتين مرحلة انتاج الماء المقطر الذي وصلت انتاجيته 3.27 L/m^2 في يوم 27 أبريل 2023 من ساعة سابعة صباحاً الى السادسة مساءً، ومرحلة استعمال هذه الماء الناتج من التقطير الشمسي في تخفيف ملوحة التربة عن طريق غسلها به، ودراسة اثر غسلها بمحجم مختلفة لنفس الكمية من التربة ثم قياس ناقلية الماء المرشح الناتج من غسل التربة بالماء المقطر حيث تمكنا من رسم منحنى تغيرات ناقلية الماء المرشح بدلالة حجم الماء المضاف ما سمح لنا بمعرفة حجم الماء المقطر الواجب اضافته لمعالجة ملوحة التربة وما يتناسب مع كل نبتة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، المقطر الشمسي، التربة المالحة، الاشعاع الشمسي، المياه المالحة، الماء النقي، تحلية المياه، تقنيات التحلية، التقطير الشمسي، حاسي ميلود.

Summary

Within the framework of solving the problem of soil salinity, which negatively affects agricultural production and food security in the Hassi Meloud region, this study presents an easy method to alleviate high soil salinity using distilled water. The objective of this study is to investigate the productivity and effectiveness of solar distillation in reducing the salinity of this soil. We relied on a simple solar still with a single slope, which utilizes solar energy as a renewable, clean, and environmentally friendly source of energy. Moreover, this solar still is characterized by its simple design and construction, low cost, ease of maintenance and use, and does not require engineers or experts to operate. The experiment was conducted in two stages: the production stage of distilled water, with a production rate of 3.27 L/m^2 on April 27, 2023, from 7:00 am to 6:00 pm. The second stage involved the use of this distilled water to reduce soil salinity through irrigation. We studied the effect of irrigation with different volumes of distilled water on the same amount of soil and measured the permeability of the filtered water after washing the soil with distilled water. This allowed us to plot a curve showing the changes in water permeability as a function of the added water volume, enabling us to determine the amount of distilled water required to treat soil salinity and its suitability for each plant.

Keywords: solar energy, solar distillation, saline soil, solar radiation, saline water, pure water, water desalination, desalination techniques, solar distillation, Hassi Miloud.

Résumé

Dans le cadre de la résolution du problème de la salinité des sols qui affecte négativement la production agricole et la sécurité alimentaire dans la région de Hassi Miloud, et comme solution à ce problème, cette étude présente un moyen simple de réduire la salinité élevée des sols en utilisant de l'eau distillée. de cette étude est d'étudier la productivité et l'efficacité du distillateur solaire à réduire la salinité de ce sol. Dans notre travail, nous nous sommes appuyés sur le simple distillateur solaire à une pente, qui repose sur l'énergie solaire car il est renouvelable, propre, et respectueux de l'environnement, représenté par la lumière du soleil, en plus de sa fabrication et de sa composition très simples, peu coûteux, facile à entretenir et à utiliser, et ne nécessitant pas l'intervention d'ingénieurs et d'experts. L'expérience s'est déroulée en deux étapes, l'étape de la production d'eau distillée, dont la productivité a atteint 3,27 L/m² le 27 avril 2023, de sept heures du matin jusqu'à six heures du soir, et l'étape d'utilisation de cette eau issue de la distillation solaire pour réduire la salinité du sol en le lavant avec, et étudier l'effet de le laver avec différents volumes pour le même La quantité de sol, puis mesurer la conductivité de l'eau filtrée résultant du lavage du sol avec de l'eau distillée, où nous avons pu tracer une courbe d'évolution de la conductivité du sol l'eau filtrée en termes de volume d'eau ajouté, ce qui nous a permis de connaître le volume d'eau distillée qu'il faut ajouter pour traiter la salinité du sol et ce qui est approprié pour chaque plante.

Mots clés : énergie solaire, distillation solaire, sol salin, rayonnement solaire, eau salée, eau pure, dessalement de l'eau, techniques de dessalement, distillation solaire, Hassi Miloud.