الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

جامـــعة قـــاصدي مـــرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الفيزياء

مذكرة تخرج مقدمة لنـيل شهادة
ماستر أكاديمي

مجال :علوم المادة

تخصص :فـيزياء طاقـوية وطاقات متجددة

من إعداد الطالبـتين: رحـيـم حسنـــاء وبلبشـير السايـح غـفـران

بـعـنـوان:

مـعـــالــجة الـمياه الـمالحة القريبة من الـسطح بالـتقطير الشمسي للسـقي الفلاحـي بالتقطير

نوقشت يوم 2023/06/08 أمام لجنة المناقشة المكونة من:

سوداني محمد البار	جامعة قاصدي مرباح-ورقلة	أستاذ محاضر–أ	رئيسا
قريشي زينب	المدرسة العليا للأساتذة-ورقلة	أستاذ محاضر–أ	مناقشا
سويقات عبد القادر	المدرسة العليا للأساتذة-ورقلة	أستاذ محاضر–أ	مشرفا

الموسم الجامعي : 2023/2022

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)

صدق الله العظيم

أهدي عملي هذا:

إلى التي كرم الله وجودها وجعل الجنة تحت أقدامها والتي أنارت دربي إلى من رافقتني دعواتها في كل خطوة من خطوات حياتي إليك أمي الغالية " **بن احمد نعيمة**".

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

إلى سندي في الحياة وأجزاء روحي أخواتي" **إيمان، هاجر**

ياسمين، مريم، جمانا". أخوي" **محمد وزين العابدين**".

إلى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح" **رحيم حسناء**".

الى كل أصدقائي ورفاقي.

"غـــــفـــــران"

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(قل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)

صدق الله العظيم

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ..ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ..ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك.. ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

"الله جل جلاله"

إلى من كلله الله بالوقار ..إلى من علمني العطاء بدون انتظار.. أرجو ان يمد الله في عمرك لترى ثمارا قد حان قطفها وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بها اليوم وفي الغد والى الأبد

والدي العزيز.. **رحـــيم الأخضر**

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

إلى أغلى الحبايب وسر الوجود

أمي الحبيبة.. **معبدي جمعة**

إلى سندي في الحياة وأجزاء روحي وذاتي إخوتي **"إكرام ونور الهدى وأية الرحمـان "**

وأخوي الغاليين **" أيمن وعبد الحي "**

إلى من معها سرت الدرب خطوة بخطوة وما تزال ترافقني **" بلبشير السايح غفران "**

إلى كل الأهل الأصدقاء والزملاء

رحـيــم حسنـاء

شكر وعرفان

الحمد لله الذي منحنا القدرة على إتمام هذه المذكرة،

كما نتقدم بالشكر الجزيل لأستاذنا المشرف: سويقات عبد القادر، الذي منحنا الثقة الكافية لإتمام هذا البحث في أحسن صورة ولم يبخل بنصائحه القيمة فجزاه الله كل الخير وله منا كل التقدير والاحترام.

وكما نتقدم بالشكر الوفير للجنة كل من الأستاذ سوداني محمد البار والأستاذة قريشي زينب لتقييم هذا العمل لهم منا كل الشكر والتقدير.

فهرس العناوين

الاهداء ..... **I**

الشكر والعرفان ..... **III**

فهرس العناوين ..... **IV**

فهرس الجداول..... **IV**

فهرس الأشكال..... **IV**

قائمة الرموز..... **IV**.

المقدمة العامة

..... **1**

الفصل الأول: مصادر المياه ومعايير صلاحيتها للري

I-1 مقدمة 3

I-2 مصادر الماء.....3

I-2-1 المياه السطحية 3

I-2-1-1 أشكال المياه السطحية 4

I-2-1-2 رصد حالة المياه السطحية 4

I-2-1-3 أهمية المياه السطحية 5

I-2-2 المياه الجوفية.....6

I-2-2-1 استخراج المياه الجوفية 6

I-2-2-2 أهمية المياه الجوفية.....7

I-3 معايير جودة مياه الري 7

I-3-1 الملوحة Salinité 7

I-3-2 الصوديوم.....8

I-3-3 الصلابة 8

I-3-4 العناصر السامة.....9

I-3-5 PH مياه الري 9
I-4 مخطط ويلكوكس Wilcox 9
I-5 خاتمة 11

الفصل الثاني: الاشعاع الشمسي

II-1 المقدمة 14
II-2 الشمس 14
II-3 الأرض 15
II-4 الإشعاع الشمسي 15
II-4 -1 تعريف الإشعاع الشمسي 15
II-4 -1 الثابت الشمسي 17
II-4 -3 العوامل المؤثرة في مقدار الإشعاع الشمسي 17
II-4 -3-1 الامتصاص 17
II-4 -3-2 الانعكاس 18
II-4 -3-3 التشتت 18
II-4 -4 الزوايا الشمسية 18
II-4 -4-1 زاوية ميل الشمس δ 19
II-4 -4-2 زاوية الساعة الشمسية ω 19
II-4 -4-3 زاوية دائرة العرض ϕ 20
II-4 -4-4 زاوية خط الطول L 20
II-4 -4-5 زاوية الارتفاع الشمسي h 21
II-4 -4-6 زاوية السمت الشمسي a 21
II-4-5 إنتقال الحرارة 22
II-4-5-1 أشكال إنتقال الحرارة 22
II-4-5-2 استقبالْ الجسم للإشعاع (الانعكاس-الامتصاص-النفاذية) 24
II-4-5-3 قوانين الاشعاع الحراري 25

الفصل الثالث: دراسة نظرية حول المقطرات الشمسية

III-1 مقدمة 29

III-2 لَمْحَة تاريخَيَّة عن التقطير الشمسي 29

III-3 مبدأ عمل المقطر الشمس 30

III-4 أنواع المقطرات الشمسية 31

III-4 -1 المقطرات البسيطة (Distillateur a simple effet) 31

III-4 -1 -1 مقطر بميل واحد (Distillateur a pente unique) 31

III-4 -1 -2 مقطر بميلين (Distillateur a double pentes) 32

III-4 -1 -3 مقطر شمسي ارض -ماء (Distillateur solaire terre –eau) 32

III-4 -1 -4 مقطر كروي ماسح (Distillateur sphérique a balayage) 33

III-4 -1 -5 المقطر الشمسي الأسطواني (Distillateur Cylindrique) 33

III-4 -2المقطرات المتعددة(Distillateur a multiples effets) 34

III-4 -2 -1 الشمسي الْمُتَعَدِّد الطوابق (Distillateur a multiples étages) 34

III-4 -2-2 الْمُقطر الشمسي بالشَّرِيط الشُعَيْرِي للماء (DIFICAP) 35

III-5 العوامل المؤثرة في عمل المقطر الشمسي 36

III- 5-1 عوامل خارجية 36

III- 5-1-1 شدة الإشعاع الشمسي 36

III- 5-1-2 سرعة الرياح 36

III- 5-1-3 درجة حرارة الهواء المحيط 37

III- 5-1-4 عوامل أخرى 37

III- 5-2 العوامل الداخلية 37

III- 5-2-1 ميل الزجاج على السطح الأفقي 37

III- 5-2-2 إرتفاع مستوى الماء المالح في المقطر 37

III- 5-2-3المسافة التي تقسم السطح الحر الى لاقطين 38

III- 6 خصائص المقطر الشمسي..... 38
III- 6-1 المردودية..... 38
III- 6-2 الفعالية 38
III-7 أداء المقطر 40
III-8 خصائص المكونات..... 40
III-8-1 الزجاج(VITER)..... 40
III-8-2 الصفيحة المعدني(plaque métallique) 41
III-8-3 العازل(Isolant) 41

الفصل الرابع : الدراسة التجريبية

IV-1المقدمة 46
IV-2تحليل الماء المالح القريب من السطح 46
IV-3 معالجة المياه المالحة بالتقطير الشمسي 47
IV-3-1 أجهزة القياس المستعملة في التجارب 47
IV-3-2 دراسة إنتاجية المقطر 48
IV-3-2-1 المنحنيات التجريبية للمرحلة الثانية 49
IV-3-3 دراسة كمية الماء المعالج بدلالة الناقلية..... 51
IV-4 مخطط Wilcox 53
IV-5 النتائج المستخلصة من التجربة..... 55
الخاتمة العامة 57

فهرس الجداول

الفصل الأول: مصادر المياه ومعايير الري الفلاحي

جدول1-1 نوعية الماء حسب تراكيزكاربونات الكاليسوم.....8
جدول1-1 معايير صلاحية مياه الري 10

الفصل الثاني: الاشعاع الشمسي

جدول2-1 الاشعاع الشمسي الذي يصل سطح الأرض 17

الفصل الرابع: الدراسة التجريبية

جدول4-1 نتائج تحليل الماء المالح القريب من السطح..... 46
جدول 4-2 نتائج التقطير.....49
جدول4-3 كمية الماء المعالج حسب الناقلية 52
جدول4-4 مكونات الماء قبل وبعد المعالجة حسب الناقلية 54

فهرس الأشكال

الفصل الأول: مصادر المياه ومعايير الري الفلاحي

الشكل (1- 1) مصادر الماء 3

الشكل (1- 2) مخطط ويلكوكس.....10

الفصل الثاني: الاشعاع الشمسي.

الشكل (2-1) أبعاد وموضع الشمس والأرض.....16

الشكل (2-2) مخطط يوضح وصول الاشعاع الشمسي الى سطح الارض. 16

الشكل (2-3) زاوية الميل الشمسي. 19

الشكل (2-4) زاوية دائرة العرض وخط الطول.....20

الشكل (2-5) زاوية الارتفاع الشمسي وزاوية السمت الشمسي. 22

الشكل (2-6) استقبال الجسم للإشعاع.....24

الفصل الثالث: دراسة نظرية حول المقطرات الشمسية

الشكل (3-1) مبدأ عمل المقطر الشمسي.....30

الشكل (3-2) مقطر شمسي بسيط بميل واحد.....31

الشكل (3-3) مقطر ذو ميلين.....،.....32

الشكل (3-4) مقطر شمسي ارض – ماء.....32

الشكل (3-5) مقطر كروي ماسح.....33

الشكل (3-6) المقطر الاسطواني.....34

الشكل (3-7) المقطر الشمسي المتعدد الطوابق.....35

الشكل (3-8) رسم تخطيطي للمقطر الشعيري للماء (طابق واحد) مزود بغطاء زجاجي..... 36

الفصل الرابع: الدراسة التجريبية

الشكل (4-1) أجهزة القياس المستعملة في التجارب.....47
الشكل (4-2) صورة مقطر شمسي بسيط أحادي الميل. 48
الشكل (4-3) يوضح تغيرات شدة الاشعاع الشمسي بدلالة التوقيت.....50
الشكل (4-4) تغيرات إنتاجية المقطر بدلالة التوقيت. 50
الشكل (4-5) تغيرات درجة حرارة الماء المالح والغطاء الزجاجي بدلالة التوقيت 51
الشكل (4-6) كمية الماء التي يمكن معالجتها بتناقص الناقلية 52
الشكل (4-7) مخطط Wilcox.....53
الشكل (4-8) الفرق في ناقلية وتراكيز مكونات الماء قبل وبعد المعالجة 55

قائمة الرموز

الرموز	الاصطلاحات (الرموز اللاتينية)	الوحدة
A	المساحة	m^2
h	معامل الحمل الحراري	$W/m^2 .K$
L	طول الصفيحة المستوية	m
M	الباث للسطح الإشعاعية الانبعاثية	W/m^2
Q	الحرارية الاستطاعة	W
Qs	الطاقة المشَعَّة للشمس.....	W
t	الزمن	s
T	الحرارة درجة.....	°C
	الحجم	m^3

الرموز الإغريقية

α	معامل الامتصاص الإشعاعي.....	-
ε	معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث	-
τ	معامل الإمرار الحراري	-
λ	الحرارية التوصيلية	$W/m. K$
ρ	الكتلة الحجمية.....	Kg/m
ρ	معامل الانعكاس الحراري.....	-
σ	ثابت ستيفان-بولتزمان	$W/m^2.K^4$
η	المردود الطاقوي	-
δ	الناقلية النوعية	ms/cm

المقدمة العامة

تتميز مناطق الجنوب الشرقي بالجزائر عموما ومنطقة حاسي ميلود بورقلة خصوصا بوفرة المياه القريبة من السطح، وهي غير مستغلة للسقي الفلاحي بسبب ملوحتها، والتي تصل الناقلية فيها إلى 60.2ms/cm، لهذا يعتمد الفلاحون على استخراج مياه سقي، من الأبار الارتوازية العميقة بواسطة المضخات الكهربائية، الأمر الذي يتطلب انجاز شبكات كهربائية جد مكلفة واستهلاك باهظ للطاقة. يعد استغلال المياه المالحة القريبة من السطح، بعد معالجتها بعملية التقطير الشمسي، في السقي الزراعي بتقنية القطرة بقطرة بديلا عمليا منخفض التكلفة، من شأنه النهوض بالقطاع ويحفز على استصلاح أراضي أوسع بهذه المناطق. البحث عن الآليات الأنجع التي ترفع من مردود معالجتها تساهم في تثمين هذه المياه وتساعد على تلبية متطلبات الفلاحين. في هذا الإطار نسلط الضوء على الموضوع من خلال هذه المذكرة، والتي أنجزناها وفق خطة بحث تضمنت مقدمة وأربعة فصول مع خاتمة للدراسة:

الفصل الأول: تناولنا فيه مصادر المياه ومعايير صلاحيتها للسقي الفلاحي.

الفصل الثاني: تطرقنا فيه إلى الإشعاع الشمسي حيث فقمنا بتعريفه، والتطرق لأنواعه، والعوامل المؤثرة فيه.

الفصل الثالث: تناولنا فيه دراسة نظرية حول المقطرات الشمسية، وماهية مبدأ عمل المقطرات الشمسية مع لمحة تاريخية حولها، وعددنا أنواعها، كما ذكرنا خصائصها ومختلف العوامل المؤثرة في عملها.

الفصل الرابع: يتضمن دراسة تجريبية أنجزناها وفق مرحلتين: المرحلة الأولى تم فيها تحليل المياه المالحة القريبة من السطح بمنطقة حاسي ميلود قصد التعرف على خصائصها وتراكيز بعض مكوناتها. المرحلة الثانية درسنا فيه إنتاجية مقطر شمسي بسيط وكفاءته في معالجة هذه المياه بما يتلاءم مع مقاومة النباتات للملوحة والموجهة للسقي الفلاحي بتقنية القطرة بقطرة.

الخاتمة: حوصلنا فيها أهم النقاط التي تناولناها في الدراسة.

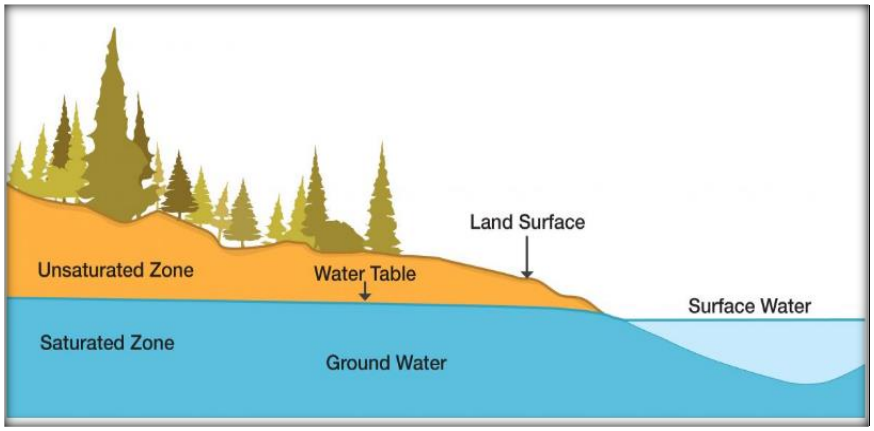
الفصل الأول

I–1 مقدمة:

تغطي المياه أكثر من ثلثي الكوكب، ولكن تمثل المياه العذبة التي يسهل الوصول إليها – والتي توجد في الأنهار والبحيرات والأراضي الرطبة ومستودعات المياه الجوفية– 2.8 % من إمدادات المياه في العالم، ومع تزايد عدد سكان العالم فإن الطلب على المياه من أجل الشرب والصرف الصحي والزراعة وإنتاج الطاقة في تزايد [1].

I–2 مصادر الماء:

هناك مصدرين أساسيين لتأمين حاجيات الانسان من المياه، هما: المياه السطحية والمياه الجوفية، وفيما يأتي شرح مفصّل عن المصدرين.



الشكل(1-1): مصادر المياه.

I–2–1 المياه السطحية:

توجد غالبا في المناطق الآهلة بالسكان، ومن المصادر الطبيعية للمياه السطحية نجد الجداول، والأنهار، والبحيرات، والأراضي الرطبة، والمحيطات،[2،3،4،8] ويُذكر أنّها تُغطّي ما نسبته 71% من سطح الأرض، وتُشير الدراسات إلى أنّ نسبة 99.7% من هذه المياه موجودة في المحيطات والتربة والجبال الجليدية، في حين توجد نسبة بسيطة جداً منها على اليابسة تُقدّر بحوالي 0.3 %

فقط،[5] وتؤثر المياه السطحية على وفرة المياه الجوفية، حيث يؤدّي هطول الأمطار وجريان المياه إلى تغذية المسطحات المائية، بينما يؤدّي تبخّر المياه إلى فقدان المياه السطحية، ومن جهة أخرى يؤدّي تسرّب الماء إلى باطن الأرض إلى توفير المياه الجوفية[2]. وتقدر الموارد المائية السطحية في الجزائر بين 9.8 مليار متر مكعب إلى 13.5 مليار متر مكعب، موزعة جغرافيا الشمال ب 11.9 مليار متر مكعب وعلى الجنوب ب 0.8 مليار متر مكعب [3].

I-2-1-1 أشكال المياه السطحية:

هناك ثلاثة أشكال من المياه السطحية، وهي كالآتي:

أ) المياه السطحية الدائمة:

هي المياه التي تكون موجودةً في الأنهار، والبحيرات، والينابيع، والمستنقعات على مدار العام.

ب) المياه السطحية شبه الدائمة:

تشمل المسطحات المائية التي تحتفظ بالماء لجزء من السنة فقط؛ كالجداول الصغيرة، أو البحيرات، أو المناطق المنخفضة التي يتجمّع فيها الماء لفترة محددة.

ج) المياه السطحية من صنع الإنسان:

تشمل المياه الموجودة في هياكل من صنع الإنسان، مثل: السدود، والبرك الاصطناعية، وبرك معالجة مياه الصرف الصحي.

I-2-1-2 رصد حالة المياه السطحية:

يُمكن رصد حالة المياه السطحية باستخدام نوعين من المؤشّرات، وهما كالآتي [6]:

أ)مؤشرات المدى:

يُستخدم هذا النوع من المؤشّرات لقياس مدى توافر المياه السطحية، والموازنة بين مدى توافرها ومدى تأثّرها بالممارسات البشرية والظروف البيئية حولها، فعلى صعيد الممارسات

يُستخدم هذا النوع من المؤشّرات لقياس مدى توافر المياه السطحية، والموازنة بين مدى توافرها ومدى تأثّرها بالممارسات البشرية والظروف البيئية حولها، فعلى صعيد الممارسات البشرية تتأثر كمية المياه السطحية بالسحب المباشر للمياه من خلال عمليات الشرب، والريّ، وغيرها، والممارسات البشرية الأخرى كبناء السدود التي تُسبّب تغييراً في تدفّق المياه كونها تُشكّل مستودعات جديدة لتجمّع المياه، كما أنّ بناء الأرصفة يؤثّر على أنماط الصرف الصحي كونها تُساعد على جريان المياه السطحية وقد تُساهم في حدوث الفيضانات، أمّا على صعيد الظروف البيئية فتتأثّر المياه السطحية بكمية هطول الأمطار وتوقيتها، كما تتأثّر بظروف تغيّر المناخ، وذوبان الجليد، ومعدّلات التبخّر.

ب)مؤشّرات الحالة:

وهي مؤشّرات تُستخدم لفحص حالة المياه السطحية وجودتها من خلال دراسة مجموعة من الخصائص أهمّها ما يأتي: الخصائص الفيزيائية: تشمل درجة الحرارة والنقاوة. الخصائص الكيميائية: تشمل ملوحة المياه السطحية، والمغذّيات، والملوّثات الكيميائية؛ كالرواسب، أو أيّ نوع من الملوّثات التي تؤثر على جودة المياه. الخصائص البيولوجية: تشمل حالة مجموعات النباتات والحيوانات التي تُشكّل المياه موطناً لها.

I-2-1-3 أهمية المياه السطحية:

تنبع أهمية المياه السطحية من سهولة الوصول إليها لذلك يتمّ الاعتماد عليها في العديد من الاستخدامات البشرية، حيث تُعدّ المياه السطحية مصدراً مهمّاً لمياه الشرب والطهي والتنظيف، كما أنها تستخدم لري الأراضي الزراعية، وتدخل في عدة استخدامات صناعية، كما تشكل الأراضي الرطبة بيئةً مناسبةً للنباتات المائية والحياة البرية وتُحافظ على النظم البيئية [2].

I-2-2 المياه الجوفية:

يُقصد بالمياه الجوفية المياه التي تتسرّب من خلال طبقات الأرض المكوّنة من الحصى، أو الرمل، أو الصخور المكسّرة كالحجر الجيري، والتي تحتوي على مواد ذات مسامات وفراغات بين حبيباتها تجعلها قابلةً للاختراق، وتعتمد السرعة التي تتدفّق بها المياه الجوفية على حجم الفراغات والمسامات الموجودة في طبقات الأرض [7،8،9].

I-2-2-1 استخراج المياه الجوفية:

تمتد طبقات المياه الجوفية على مساحات تتراوح بين بضعة هكتارات في المنطقة إلى آلاف الكيلومترات المربعة، وهناك نوعان أساسيان من الطبقات التي تحتوي على المياه الجوفية وهي كالآتي: [11]

أ) طبقات محصورة:

تتكوّن من طبقة غير مُنفّذة من الطين أو الأساس الصخري، وعادةً يتمّ استخراج المياه الجوفية من هذه الطبقات من خلال حفر الآبار الارتوازية.

ب) طبقات غير محصورة:

وهي تلك الطبقات التي لا تحتوي على أساس صخري أو طبقة غير مُنفّذة، وعادةً تخرج المياه الجوفية من هذه الطبقات إلى السطح بشكل طبيعي من خلال الينابيع أو الجداول. قد يكون منسوب المياه الجوفية عميقاً أو ضحلاً، كما أنّه قد يرتفع أو ينخفض تبعاً لعدّة عوامل، فمثلاً تُسبّب الأمطار الغزيرة وذوبان الثلوج ارتفاع منسوب المياه الجوفية، في حين يؤدّي الضخّ الشديد لإمدادات المياه الجوفية إلى انخفاض منسوبها.

هناك طريقتان لاستخراج المياه الجوفية وإيصالها إلى السطح وهما كالآتي [7،10]:

طريقة طبيعية:

يتمّ فيها خروج المياه الجوفية إلى السطح بشكل طبيعي من خلال الينابيع أو تصريفها في البحيرات والجداول.

طريقة صناعية:

يتدخّل فيها الإنسان ويتمّ فيها استخراج المياه الجوفية من خلال حفر الآبار، ثمّ جلب المياه الجوفية إلى السطح باستخدام المضخات، وفي بعض الآبار كالآبار الارتوازية يُمكن جلب المياه الجوفية إلى السطح دون الحاجة للمضخّات؛ حيث تصعد المياه وتخرج من البئر بسبب الضغط الطبيعي.

I-2-2-2 أهمية المياه الجوفية:

تكمن أهمية المياه الجوفية في عدّة أمور أهمّها ما يأتي: تُشكّل المياه الجوفية حوالي ثلث المياه العذبة التي يستهلكها البشر في العالم. تُعدّ المياه الجوفية المصدر الرئيسي لمياه الريّ في الزراعة؛ فعلى الصعيد العالمي يُقدّر استخدام المياه الجوفية في الريّ بما نسبته 43٪. تُستخدم المياه الجوفية في الصناعات الغذائية وتؤدّي دوراً مهمّاً للمجتمع البشري والاقتصاد. تلعب المياه الجوفية دوراً مهمّاً ومحورياً على الصعيد البيئي، من حيث الحفاظ على استمرار تدفّق المياه إلى الأنهار والبحيرات والأراضي، خصوصاً خلال الأشهر الجافة والحارّة التي لا تهطل فيها الأمطار[8].

I-3 معايير جودة مياه الري:

هناك خمسة معايير رئيسية لتقييم جودة مياه الري نوردها فيما يلي [11]:

I-3-1 الملوحة Salinité:

الأملاح الرئيسية المسؤولة عن ملوحة الماء هي الكالسيوم (Ca^{2+}) والمغنيسيوم (Mg^{2+}) والصوديوم (Na^{+}) والكلور (Cl^{-}) والكبريتات (SO_4^{2-}) والبيكربونات (HCO_3^{-}). تعني قيمة الملوحة العالية وجود كمية كبيرة من الأيونات في المحلول، مما يجعل من الصعب على النبات امتصاص الماء والعناصر المعدنية. الملوحة العالية جدا يمكن أن تسبب حروق الجذور.

يمكن قياس الملوحة بطريقتين، إما عن طريق المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) معبراً عنها mg/l أو بشكل أكثر شيوعًا عن طريق التوصيل الكهربائي. يتم التعبير عن الموصلية الكهربائية ms/cm.

I-3-2 الصوديوم:

الصوديوم هو أحد أكثر العناصر غير المرغوب فيها في مياه الري. ينشأ هذا العنصر من الصخور الملحية والتربة وتسرب مياه البحر والمياه المعالجة وأنظمة الري.

المشكل الرئيسي أن الكمية الكبيرة من الصوديوم تؤثر على نفاذية التربة وتسرّب المياه. يحل الصوديوم محل الكالسيوم والمغنيسيوم في جزيئات الطين ويؤدي إلى تفتت التربة، مما يتسبب في تربة صلبة ومضغوطة وغير منفذة للماء.

يساهم الصوديوم أيضًا بشكل مباشر في ملوحة المياه الكلية ويمكن أن يكون سامًا للمحاصيل الحساسة. مثل الجزر والفول والفراولة والتوت والبصل على سبيل المثال لا الحصر.

I-3-3 الصلابة:

عادة ما يتم التعبير عن الصلابة بتركيز كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) بوحدة g/l أو ppm [11].

الجدول (1-1): نوعية الماء حسب تراكيز كربونات الكالسيوم.

نوعية الماء	الصلابة (ppm CaCO3)
عذب جدا	0-50
عذب	50-100
متوسط العذوبة	100-200
صلب	200-300
صلب جدا	أكبر من 300

I-3-4 العناصر السامة:

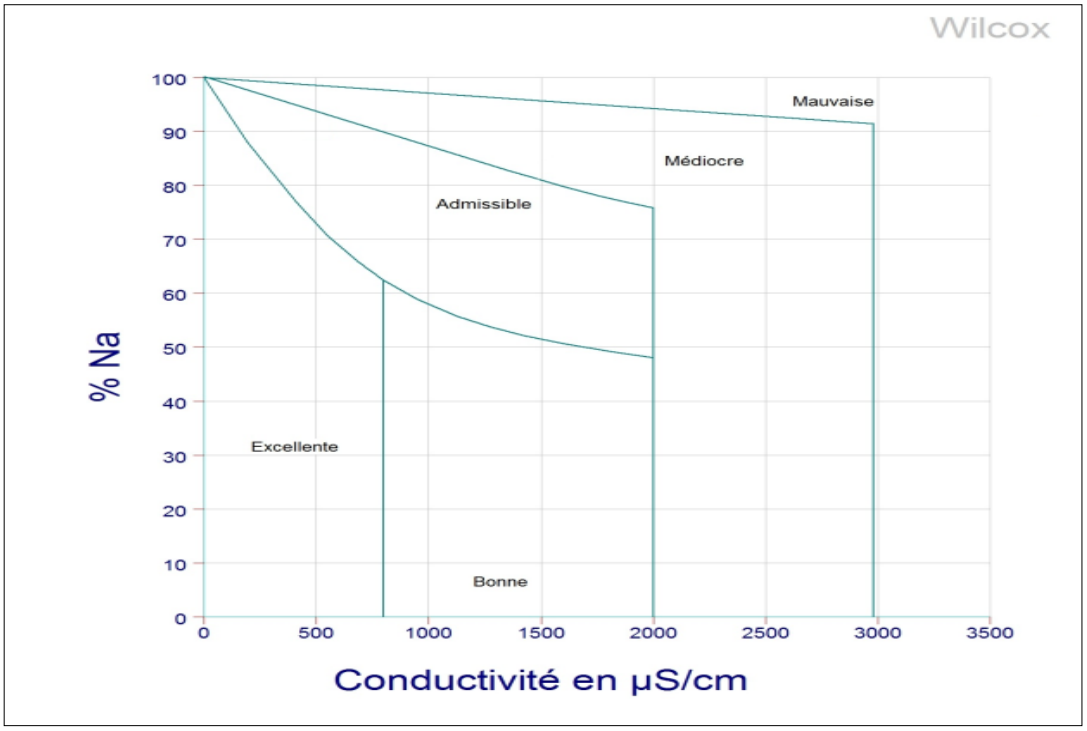
يمكن أن تكون بعض عناصر مياه الري ضارة بشكل مباشر للمحصول. فمياه الري التي تحتوي على أكثر من 1ppm من البورون (B) قد تسبب تسمم للمحاصيل الحساسة مثل الثوم والبصل والفول والفراولة. كما يمكن أيضا أن تسبب الكلوريدات أضرارًا عندما تكون بكميات زائدة في مياه الري، خاصةً عندما يتم رشها.

I-3-5 PH مياه الري:

الرقم الهيدروجيني هو مقياس تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول (H^+). يتم تمثيله بتعبير لوغاريتمي، يؤثر الرقم الهيدروجيني على شكل وتوافر العناصر الغذائية في مياه الري. يجب أن يكون الرقم الهيدروجيني لمياه الري بين 5.5 و6.5. عند هذه القيم، تكون قابلية الذوبان لمعظم العناصر الدقيقة هي الأمثل.

I-4 مخطط ويلكوكس Wilcox :

يستخدم هذا الرسم البياني بشكل أساسي لتقييم مخاطر تملح التربة. يستخدم لهذا الغرض الموصلية الكهربائية (EC)، ونسبة الصوديوم. ينقسم الرسم البياني إلى خمسة مناطق وهي: رديئة، متوسطة، حسنة، جيدة، ممتازة.



الشكل(1–2):مخطط ويلكوكس .Wilcox.

جدول (1–2): معايير صلاحية مياه الري [11].

نوع المشاكل	خطورة المشكلة		
	لا توجد	قليلة	كبيرة
الناقلية (mS/cm)	<0,75	0,75-3,0	>3
المواد المنحلة(TDS) معبراً عنها mg/l	<700	700-2000	>2000
Ph	<7,0	7-8	>8,0
CaCO3	80-120	200-120	>200

I-5 الخاتمة:

تطرقنا في هذا الفصل الى أهم مصادر المياه في الطبيعة وحاجة الإنسان الماسة إليها وتأثيرها على احتياجاته الخاصة و كذلك إلى المعايير الرئيسية التي تحدد جودة مياه الري وصلاحيتها للسقي الفلاحي.

المراجع:

1.H.M, Raghunath, ground water, new age international,2007, P:1

2.https://education.nationalgeographic.org/resource/surface-water/

3.محمد مصطفى : اقتصاديات الموارد المائية ، رؤية شاملة لإدارة المياه، الإسكندرية ، 2001 م، ص127

4. Peter J. de Mole, Jasper Q. J. C. Verberk, J. C. van Dijk, Drinking water: Principles and Practices, World Scientific, 2006.

5. Kimberly Mullen, "Information on Earth's Water"، www.ngwa.org.

6. Fresh Surface Water", www.epa.gov

7. WHAT IS GROUNDWATER?", www.groundwater.

8.عصام محمد أحمد، عباس عبدالله ابراهيم، الهيدرولوجيا، دار جامعة السودان ، الخرطوم ط1 2002

9. محمد خميس الزوكة، جغرافية المياه، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية 1998

10. فوزي سعيد محمد ذيب، المياه الجوفية ثروة طبيعية قابلة للاستنزاف، نشرة ارشادية92، النشر العلمي والمطابع، الرياض 1241 هـ.

11. ANALYSE D'EAU POUR F. IN D'IRRIGATION. Par Isabelle Couture. MAPAQ Montérégie. -. Est., AGRI-VISION 2003-2004.

الفصل الثاني

II–1 المقدمة:

الشمس هي إحدى مخلوقات الله سبحانه وتعالى المسخرة بأمره للإنسان حيث قال تعالى:" وسخر لكم الليل والنهار والشمس والقمر والنجوم مسخرات بأمره إن في ذلك لآيات لقوم يعقلون" الآية –12– سورة النمل. حيث تعتبر الشمس أحد أهم مصادر الطاقة وذلك كونها المصدر الأساسي لحرارة الكرة الأرضية وأيضا لأنها لا تحتاج إلى واسطة إذ تأتي من الشمس بشكل موجات كهرومغناطيسية، حيث يتم استغلالها بواسطة الأشعة الصادرة منها والمتجهة نحو الأرض وتسمى بالإشعاع الشمسي، وهذا الأخير يقوم باختراق الغلاف الجوي ومكوناته بسبب حدوث عمليات ضوئية (امتصاص، انعكاس ....).

تتباين شدة الإشعاع الشمسي طول فترة سطوعه زمانيا ومكانيا تبعا لاختلاف زاوية سقوط هذه الأشعة الشمسية على سطح الأرض، وأيضا إلى اختلاف طول النهار على مدار العام وكذلك بسبب اختلاف وضع الأرض بالنسبة للشمس خلال دورة الأرض السنوية حول الشمس، حيث تعد بيانات ونماذج الإشعاع الشمسي مهمة في العديد من بحوث وتطبيقات الطاقة الشمسية.

II–2 الشمس:

الشمس هي نجم كُرَوِي الشكل، مادته من البلازما (مادة متأينة كليا) له ضغط يتناقص من المركز إلى السطح الخارجي، ومن أهم مكوناتها الأساسية هي غاز الهيدروجين (حوالي 75 %) وغاز الهيليوم (حوالي 25 %) وبالإضافة إلى كميات ضئيلة من بعض العناصر الأخرى كالحديد والنيون والكربون، وفي سطح هذا النجم يتفاعل الهيليوم تفاعلا حرار–نووي (He أو جسيمات α) [1]، وينتج عنه طاقة معظمها إشعاع كهرومغناطيسي، تتوزع وتنتشر في مجال كبير لطول الموجات $\lambda \in [10^{-10}, 10^{4}]m$، والطاقة المشعة حوالي $Q_s = 3{,}8.10^{26}\ W$، وهي ثابتة على مدى عشرات السنين. الشمس لها قطر متوسط يساوي $2R_S = 1{,}39.10^{9}m$ (109 أطول من قطر الأرض)، وكتلتها في حدود $m_s = 2.10^{30}Kg$، وكثافة متوسطة 1,41(≅ 3.88مرة أقل من كثافة الأرض)، المسافة المتوسطة بينها وبين الأرض تقدر بـ $150 \times 10^{6}\ Km$، حيث تستقبل الأرض طاقة مشعة تساوي $1.8 \times 10^{17}W$، وتصل درجة حرارة قلب الشمس إلى $10^{7}K$ بينما درجة حرارة سطحها إلى 5760 K[2]، تدور الشمس حول نفسها في 27 يوما أرضيا، وتحتل موقعا وسطا في مجرة درب التبانة [1] من حيث بعدها عن مركز وحدود المجرة.

II–3 الأرض:

يعتبر كوكب الأرض كروي الشكل محاط بغلاف جوي، ومتأثر بضغط الهواء المتناقص مع الارتفاع عن سطح البحر، والأرض ذات كتلة $6.10^{24}\ Kg$، وقطر $1,27.10^{7} m$، وكثافتها 5.51.

تدور الأرض حول نفسها بحركة معقدة في 23 ساعة و 56 دقيقة و 4 ثوان و 100/91، بسرعة زاوية $5,3.10^{-5}\ rad/s$ وحول الشمس في 365 يوم و9 ساعات و 10 دقائق ، بسرعة زاوية $7,3.10^{-5}\ rad/s$. محور القطبين (الشمالي و الجنوبي) مائلين بزاوية انحراف 23,45 ° بالنسبة لناظم المدار الإهليجي. [1]

نصف قطر دوران المدار الإهليجي r الذي تصنعه حركة الأرض حول الشمس:

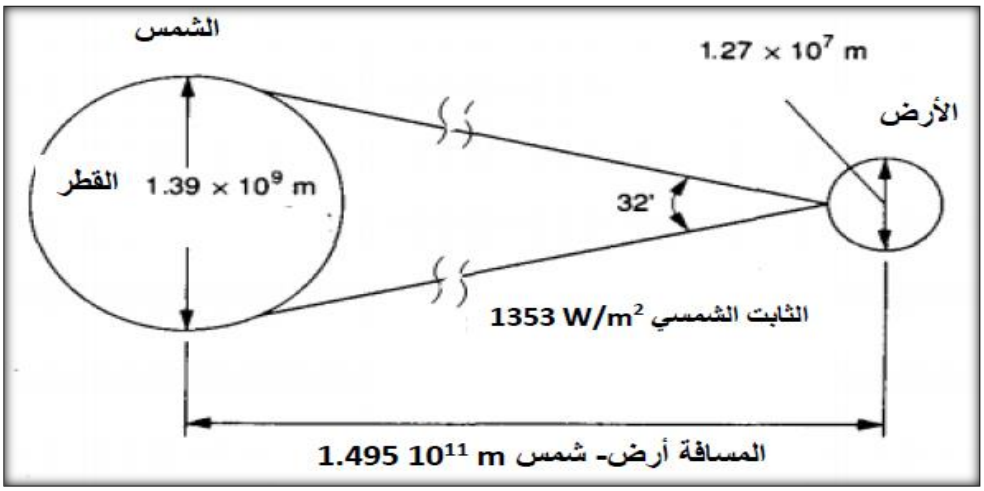
$r = a\frac{1-e^2}{1+e.\cos\theta}$ بحيث $a = 1,5.10^{11} m$ المسافة المتوسطة؛ و e=0,017 الانحراف عن مركز المدار.

II–4 الإشعاع الشمسي :

II–4 –1 تعريف الإشعاع الشمسي:

تنتج الطاقة الشمسية عن التفاعل النووي للاندماج الحراري لأنوية الهيدروجين لتتحول الى أنوية هيليوم بنقص كتلي قدره 4 مليون طن في الثانية، وبذلك تشع استطاعة $3,8.10^{26}$ W، والتي توافق طاقة كثافتها $63\ MW/m^2$ ، ويصل منها إلى سطح الأرض حوالي $1\ KW/m^2$ ، مستغرقا مدة قدرها 8 دقائق و20 ثانية. و تشع الشمس(باعتبارها جسما اسودا) هذه الطاقة بتدفق يعطى بقانون Stephen [3] :

$$\phi = \sigma\ T_s^4\ 4\pi R_s^2$$



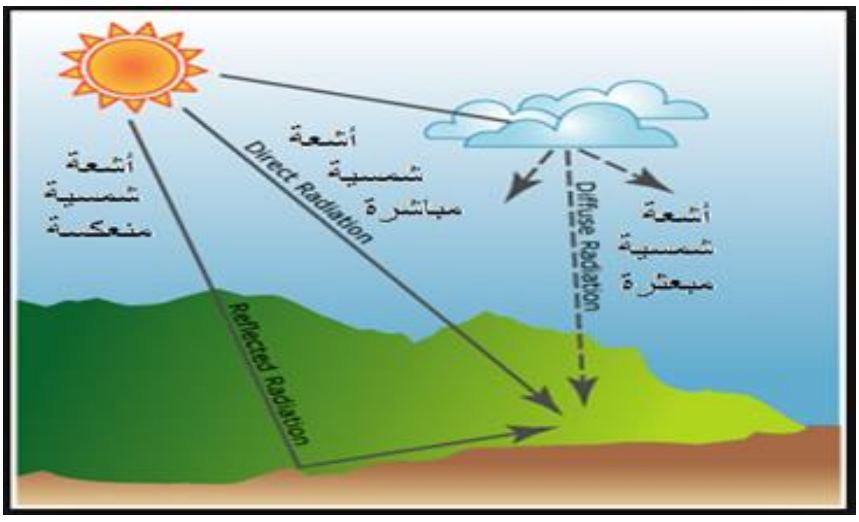
الشكل(2-1): أبعاد وموضع الشمس و الأرض.

قبل وصول الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض يتعرض لثلاث عمليات أثناء عبوره الغلاف الجوي وهي[4] :

-الاشعاع المباشر: وهو جزء من الاشعاع الشمسي الذي يصل الأرض حيث انه لا يتاثر بعوامل الامتصاص والانتشار.

-الاشعاع المنتشر: وهو جزء من الاشعاع الشمسي الذي يصل سطح الأرض بعد تعرضه لعوامل الانعكاس والانكسار.

-الاشعاع الكلي: يكون الاشعاع الكلي الواصل الى سطح الأرض مجموع الاشعاعين المباشر والمنتشر.



الشكل(2-2): مخطط يوضح وصول الاشعاع الشمسي الى سطح الارض.

وتصل الطاقة الشمسية إلى الأرض على شكل إشعاع كهرومغناطيسي ذي أطوال موجية تتراوح بين $(3 - 0.3)\mu m$ كما في الجدول(2-1) [3]:

الجدول (2–1): الإشعاع الشمسي الذي يصل سطح الأرض.

المجال	الطول الموجي (μm)	النسبة %	شدة الاشعاع الشمسي W/m^2
الاشعة الفوق البنفسجية UV	<0 .38	7	95
الاشعة المرئية Visible	0.78-0.38	47.29	640
الاشعة تحت الحمراء IR	3.0-0.78	45.71	618

II–4 –1 الثابت الشمسي:

هو شدة تدفق الإشعاع الشمسي التي تتلقاها وحدة مساحة$(1m^2)$ خارج الغلاف الجوي للأرض، بحيث تكون عمودية على أشعة الشمس و المسافة بين الأرض و الشمس عند قيمتها المتوسطة خلال السنة و المقدرة بـ $1{,}5 \times 10^8\ Km$، وتعطى قيمة الثابت الشمسي المقاسة من طرف Gueymard سنة 2004 بـ : .$(I_0 = 1366.1\ W/m^2)$

$$I = I_0\left[1 + 0.034\cos\left[(N_J - 2)\frac{360}{365}\right]\right]$$

حيث Nj يمثل رقم اليوم من السنة الشمسية(Nj = 1,2,…,365) [3] .

II–4 –3 العوامل المؤثرة في مقدار الإشعاع الشمسي:

إن مقدار قوة الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض، ويؤثر في حرارة الجو المحيط يقوم على أساس عدة عوامل هي:

II–4 –3–1 الامتصاص:

عند مرور الإشعاع الشمسي بطبقات الغلاف الجوي يقل مقداره ذلك لما تحتويه من رطوبة وبخار الماء وغبار الغازات المختلفة، وبالتالي تؤدي عملية الامتصاص إلى تحويل الموجات القصيرة التي ينقلها الإشعاع الشمسي إلى موجات أخرى تكون حرارية

وأكثر طولا، وتقوم الأجسام الماصة بتسخين نفسها بما تمتصه من إشعاع شمسي وتعيد إشعاعه على شكل موجات حرارية طويلة إلى ما حولها.

II –4 –3–2 الانعكاس:

تعكس الغيوم حوالي 20% من الإشعاع الشمسي الساقط وسطح الأرض يعكس بحدود 5% من الإشعاع الشمسي. بالرغم من أن عملية الانعكاس تعتبر أكبر عملية تقليل مقدار الإشعاع الشمسي خلال الغلاف الجوي، إلا أنه ليس كل ما ينعكس يرتد إلى خارج الغلاف فالانعكاس انتشار يحدث في جميع الاتجاهات، ويرتد منه فقط الذي يكون انعكاسه في الاتجاه العمودي إلى أعلى، أما ما يكون انعكاسه في باقي الاتجاهات فمنه ما يبقى في الغلاف ويكون ضوء النهار ومنه ما يذهب إلى سطح الأرض وهو الذي يكون اتجاه انعكاسه نحو الأسفل، وهنالك ما يمتص كله أو بعضه ويتحول إلى حرارة.

II–4 –3–3 التشتت:

تحدث عملية تشتت للإشعاع الشمسي في جميع الاتجاهات بسبب احتواء الغلاف الجوي على كثير من الغازات والجسيمات العالقة فيعود بعضه إلى الفضاء الخارجي في حين يصل بعضه الآخر إلى سطح الأرض فيسمى حينذاك ب(الإشعاع السماوي) ، وتبلغ نسبة الأشعة المنتشرة نحو9% من جملة الإشعاع الشمسي، وتختلف هذه النسبة من مكان إلى آخر ومن وقت إلى آخر حسب نسبة تغييم السماء، ودرجة العرض وكمية العوالق بالجو. وتكمن أهمية ظاهرة التشتت في نشر الضوء خلال النهار فلولاها لكانت الإضاءة محصورة فقط فوق النقاط التي تسقط عليها الأشعة مباشرة.

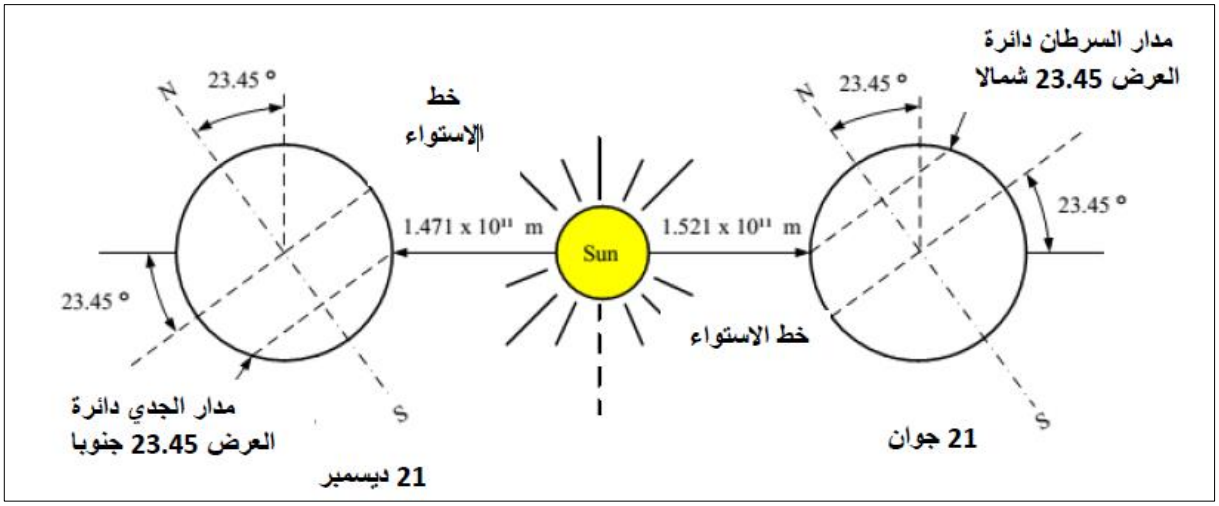
II–4 –4 الزوايا الشمسية:

تتأثر شدة الإشعاع الشمسي في نقطة ما من سطح الأرض بالحركة النسبية للأرض حول الشمس والتي تحدد من خلال الزوايا الشمسية:

II–4 –1–4 زاوية ميل الشمس δ :

يصنع محور دوران الأرض حول نفسها مع الناظم على المستوى الإهليجي(مستوى دوران الأرض حول الشمس) زاوية ميل **δ**. تنعدم هذه الزاوية في الاعتدالين (الربيعي 21 : مارس و الخريفي 23 : سبتمبر) بينما $\delta = -23.45$ في الانقلاب الشتوي (21 ديسمبر) و $\delta = +23.45$ في الانقلاب الصيفي (21 جوان)[5].تعطي زاوية الانحراف بالمعادلة التالية:

$$\delta = 23.45 \sin\left(0.980(n_j + 284)\right)$$



الشكل (2–3): زاوية الميل الشمسي.

II–4 –2–4 زاوية الساعة الشمسية :

تحدد زاوية الساعة الشمسية عن طريق دوران الأرض حول محورها القطبي ، إذن يوجد ارتباط مباشرة بالتوقيت الشمسي الحقيقي الذي يكون متغير أساسي يسمح بالحساب الدقيق لإحداثيات الزاوية الشمسية[6] :

$$\omega = \frac{360}{24}(\mathrm{TSV} - 12)$$

TSV: الوقت الشمسي الحقيقي.

الإزاحة الزاوية للشمس بالنسبة إلى خط الطول المحلي، صفر عند االزوال، موجبة بعد الزوال[7] .

$$-180° \geq \omega \leq 180°$$

II–4 –3–4 زاوية دائرة العرض ϕ:

هي الزاوية المحصورة بين المتجه المار بنقطة على سطح الارض ومركز الارض ومسقطه على خط الاستواء ، ويتراوح مجال قيمتها $\varphi \in [-90° , +90°]$. كما موضح في شكل (4-1)[3]:

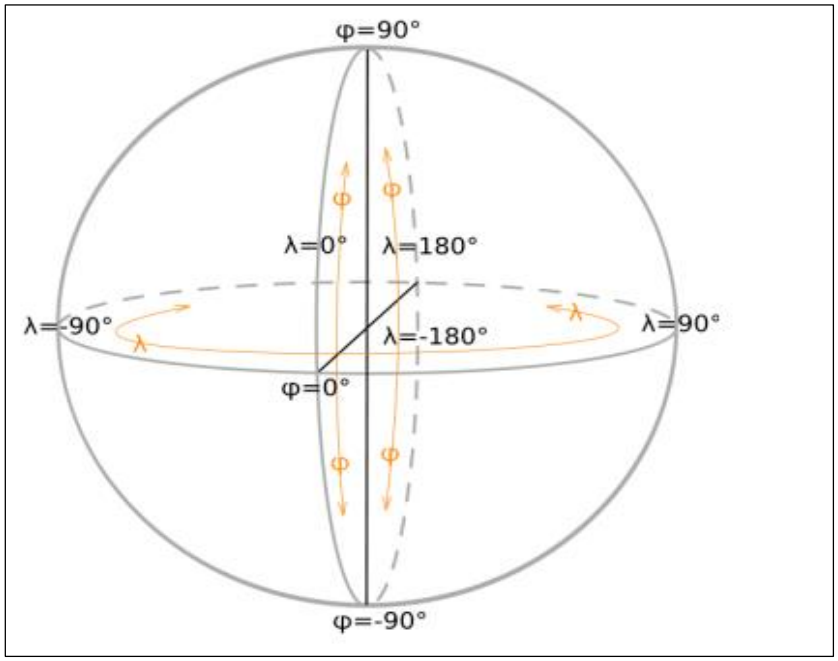
حيث:

$\varphi > 0$: شمال خط الاستواء.

$\varphi < 0$: جنوب خط الاستواء.

II –4 –4–4 زاوية خط الطول L:

هي الزاوية التي يصنعها خط الطول المار بالمنطقة مع خط الطول المار بخط غرينتش ، والذي نعتبره خط الصفر ونقرأ الزاوية موجبة شرقا وسالبة غربا ، وتنحصر قيمتها ما بين $L \in [-180°, +180°]$.



الشكل (2–4): زاوية دائرة العرض وخط الطول.

II–4 –5–4 زاوية الارتفاع الشمسيh :

هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين نقطة على سطح الأرض ومركز الشمس والافق الذي تمر فيه النقطة على الأرض، هذه الزاوية تساوي صفر عند غروب وشروق الشمس وتأخذ القيمة العظمى عند وقت الزوال. و نكتب العلاقة التالية [3]:

$$\sin(h) = \sin\varphi \,.\, \sin\delta + \cos\varphi \,.\, \cos\delta \,.\, \cos\omega$$

ω: زاوية الساعة الشمسية.

φ: زاوية العرض.

δ: زاوية ميل الشمس.

h = 0: عند شروق وغروب الشمس.

h < 0 : في الليل.

h > 0: في النهار.

II–4 –6–4 زاوية السمت الشمسي a:

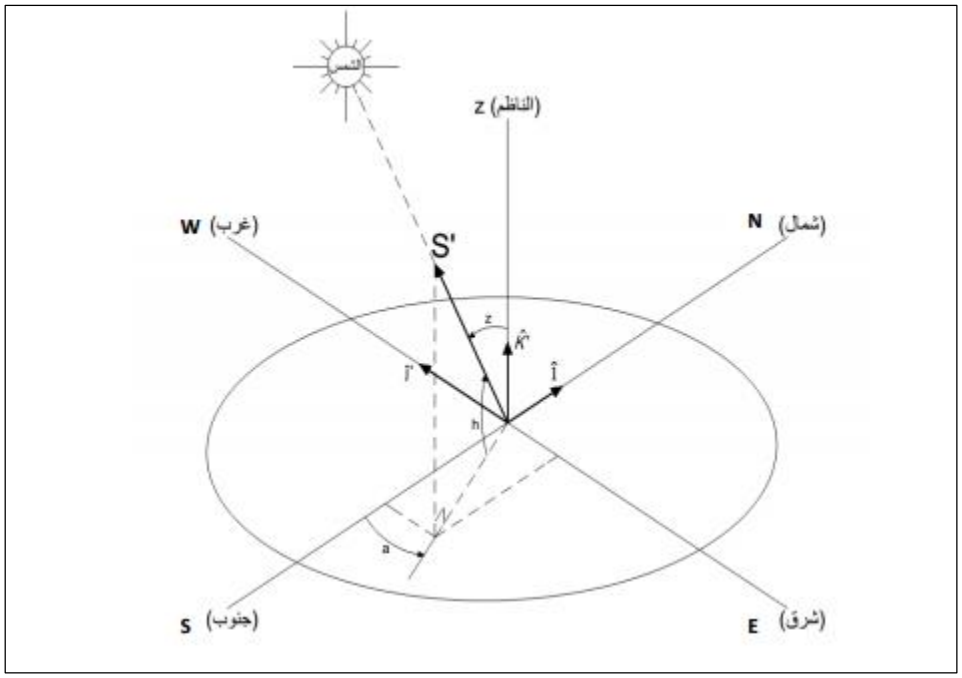
هي الزاوية المحصورة بين الخط المار في النقطة على سطح الأرض و المتجه جنوبا بين المسقط الأفقي للخط الواصل بين النقطة و الشمس، هذه الزاوية تكون موجبة إذا كانت متجهة نحو الغرب [6]. ومحصورة ما بين $a \in [-90°, +90°]$

$$\sin a = \frac{\sin\delta \,.\, \sin\omega}{\cos h}$$

a=0: مسقط الشعاع الشمسي منطبق على المحور جنوب.

a< 0: مسقط الشعاع الشمسي منحرف عن المحور جنوب باتجاه الشرق.

a> 0: مسقط الشعاع الشمسي منحرف عن المحور جنوب باتجاه الغرب.



الشكل (2–5): زاوية الارتفاع الشمسي وزاوية السمت الشمسي.

II–4–5 انتقال الحرارة:

تعريف "الانتقال الحراري" [8]: هو عملية عبور لكمية الحرارة من نقطة لأخرى لوجود اختلاف في درجة الحرارة.

II–4–5–1 أشكال انتقال الحرارة:

a) التوصيل الحراري (Conduction thermique) : تظل جزيئات المادة ثابتة وتنتقل الحرارة بينهما بالتلامس، ولذلك فإن التوصيل الحراري هو الطريقة الوحيدة لانتقال الحرارة في المواد الصلبة ويمثل نسبة ضئيلة جدا من انتقال الحرارة في السوائل و الغازات و ولا يحدث في الفراغ حيث لا توجد جزيئات.

وانتقال الحرارة بالتوصيل يتم نتيجة اختلاف درجات حرارة الجزيئات أي اختلاف مستويات الطاقة (طاقة الحركية لهذه الجزيئات)، المتجاورة في هذه المادة دون انتقال هذه الجزيئات ومن الأمثلة عليها عملية تسخين قضيب من الحديد من جهة واحدة ، فسنلاحظ هنا أن الحرارة ستنتقل أيضا الى الجهة الأخرى وتعطى بقانون "فوريه الأول" بالعبارة التالية[8] :

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

حيث:

λ: تسمى التوصيلية الحرارية و تقاس بـ $W/m.°C$.

T: درجة الحرارة بوحدة □.

x : المسافة بين الصفيحتين بوحدة m.

A :مساحة الصفيحة بوحدة m^2.

b) الحمل الحراري (Convection thermique) : تنتقل الحرارة بالحمل في الموائع (السوائل والغازات) نتيجة حركة الموائع واختلا طها ببعضها البعض، عن طريق تحرك جزيئات المادة من أماكن ساخنة الى أخرى باردة، حاملة معها الحرارة حيث تكون جزيئات المادة حرة الحركة، يعتمد الحمل على فرق الكثافة، فالموائع الأبرد هي الاكثر كثافة والاسخن هي أقل كثافة ، ويوجد نوعين :

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

-الحمل القسري: في الحمل القسري نتيجة وجود مؤثر خارجي يحرك المائع بالنسبة لسطح أعلى أو أقل منه في درجة الحرارة. [8]

ويعطى بقانون "نيوتن":

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

h :تمثل معامل الحمل الحراري و تقاس بـ □ W/m^2.

T_∞: درجة حرارة المائع بوحدة □.

T_s : درجة حرارة الجسم الصلب بوحدة □.

A :مساحة الجسم الصلب بوحدة m^2.

c) الإشعاع الحراري (radiation thermique) [1]: انتقال الحرارة بالإشعاع يتم بين سطحين، سطح باث وسطح ماصُ للإشعاعات الكهرومغناطيسية، بعكس ما يحدث في التوصيل والحمل ، الإشعاعات الكهرومغناطيسية تنتشر بدون وجود وسط مادي ناقل للحرارة فهي تنتشر حتى في الفراغ، يعتبر الجسم الأسود جسما مثاليا فهو يَمْتَص (أو يبَث) كل الإشعاعات (له معامل انبعاث $\varepsilon = 1$ ومعامل امتصاص $\alpha = 1$)، حيث يعتبر معيار للمقارنة بين الأجسام .

II-4-5-2 استقبالْ الجسم للإشعاع (الانعكاس-الامتصاص-النفاذية) :

عند استقبال جسم للإشعاع فان الاستطاعة الواردة له Q_{inc} تتوزع على ثلاث أجزاء: الشكل :

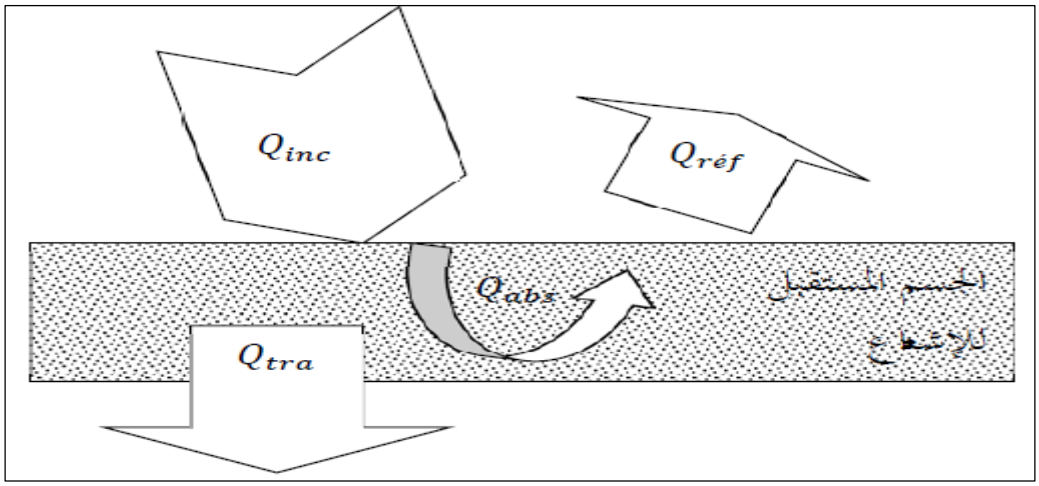
-جزء يمر عبر الجسم Q_{tra}، ومعامل الامرار : $\boldsymbol{\tau = \frac{Q_{tra}}{Q_{inc}}}$

-جزء يمتص عبر الجسمQ_{abs}، ومعامل الامتصاص : $\boldsymbol{\alpha = \frac{Q_{abs}}{Q_{inc}}}$

-جزء ينعكس عبر الجسم$Q_{rèf}$، ومعامل الانعكاس: $\boldsymbol{\rho = \frac{Q_{rèf}}{Q_{inc}}}$

العلاقة بين هذه المعاملات:

التوازن الحراري : $Q_{inc} = Q_{rèf} + Q_{tra} + Q_{abs}$ ، معناه $\tau + \alpha + \rho = 1$.



الشكل(2-6): استقبال الجسم للإشعاع.

II–4–5–3 قوانين الاشعاع الحراري:

a) قانون "ستيفان– بولتزمان:

الطاقة M التي تُشِع من سطح باث، تتناسب مع درجة حرارته الْمُطلقة (Tمقاسة بـ Kمرفوعة إلى 4) . قانون "ستيفان–بولتزمان" يعبر عن التدفق الحراري المُنْبَث من السطح الباث [1]:

$$M = \varepsilon . \sigma . \mathrm{T}^4$$

بحيث :M الانبعاثية الإشعاعية للسطح الباث ($[M]_{SI}=W/m^2$)

ε معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث (بدون وحدة).

ثابت" ستيفان–بولتزمان" ($\sigma= 5.669 \times 10^{-8} W/m^2.K^4$).

b) قانون "بلانك":

هذا القانون يعطي العلاقة بين الانبعاثية الإشعاعية الوحيدة اللون للجسم الأسودM_λ^0 ، وطول الْموجة λ ، ودرجة حرارته الْمُطْلَقَة T، ويعبر عنها بالقانون:

$$M = \frac{2\pi hc^2\lambda^{-5}}{\exp\left(\frac{hc}{K\lambda T}\right)-1} \Rightarrow M = \frac{3.741.10^{-16}\lambda^{-5}}{\exp\left(\frac{0.014388}{\lambda T}\right)-1} \qquad (W/m^2.\mathrm{m})$$

حيث: $h = 6.6255.10^{-34}$، ويسمى ثابت بلانك.

و $K = 1.3805.10^{-23} J/K$، ويسمى ثابت بولتزمان.

والثابتين $C_1 = 3.741.10^{-16}\ W.\mu m^4/m^2$

$$C_2 = 0.014388\ m.K = \ 14388\ \mu m.k$$

c) قانون "كيرشوف " (الامتصاص –الانبعاث):

ينص هذا القانون على أن: خاصيتي الامتصاص والانبعاث لجِسم ما في حالة التوازن الإشعاعي، لهما نفس التأثير على سطح من هذا الجسم، أي معامل الامتصاص والانبعاث الوحيد اللون (طول موجة وحيد λ). وفي اتجاه ما $(\overrightarrow{OX})$ متساويين: $\varepsilon_{OX,\lambda} = \alpha_{OX,\lambda}$.

الخاتمة:

دراستنا في هذا الفصل تمحورت حول الاشعاع الشمسي والعوامل المؤثرة في شدة تدفق الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض. وينتقل هذا الاشعاع بتحويل حراري بواسطة مجمعات شمسية من اجل استخدامه واستغلاله لعدة أغراض صناعية ومنزلية مثل تقطير المياه المالحة الموجهة للسقي الفلاحي وهذا ما سنتناوله في الفصل الثاني حول دراسة نظرية للمقطرات الشمسية.

المراجع:

.1 تخة محمد، دراسة تجريبية ونظرية لتحسين أداء المقطر الشمسي البسيط (دراسة خاصة بمنطقة ورقلة)، جامعة قاصدي مرباح– ورقلة.

2. Bechki, D., Etude comparative et optimisation des procédés de distillation solaire en vue de la production d'eau potable dans les zones arides sahariennes, 2011, Université de Batna 2.

.3 البار، س.م.، تحقيق عملي لمركّز شمسي أسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

.4 عياش سعود، تكنولوجيا الطاقة البديلة، 1981، 58.

5. Jannot, Y., Thermique solaire. p30-p70, October, 2003.

6. Hamani, N., 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, 2005, Université Mohamed Khider Biskra.

7. Widén, J. and J. Munkhammar, Solar radiation theory2019: Uppsala University.

.8 تخة محمد، دراسة مقارنة وتحسين لمختلف المقطرات الشمسية لإنتاج المياه الصلحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية، , Université de Ouargla-Kasdi Merbah.2004

الفصل الثالث

III–1مقدمة:

إن عملية تحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية هي عملية بسيطة وتعتبر أحد تطبيقات أنظمة الطاقة الشمسية فهو مماثل ما يحدث في الطبيعة، فأول من استخدم تقنية تحلية المياه المالحة بواسطة الطاقة الشمسية هم علماء الكيمياء العرب في القرن السادس عشر. ويعود في استخدام هذه التقنية وذلك راجع لنقص وقلة المياه الذي تعاني منه معظم مناطق العالم وخاصة الصحراوية والجافة التي تعاني من قلة تساقط الأمطار والتصحر والجفاف. ويعتبر التقطير الشمسي هو أحد التقنيات الرائجة البسيطة المستعملة في تحلية المياه وذلك لقلة تكلفته، مما يجعله أكثر الطرق استعمالا في العالم.

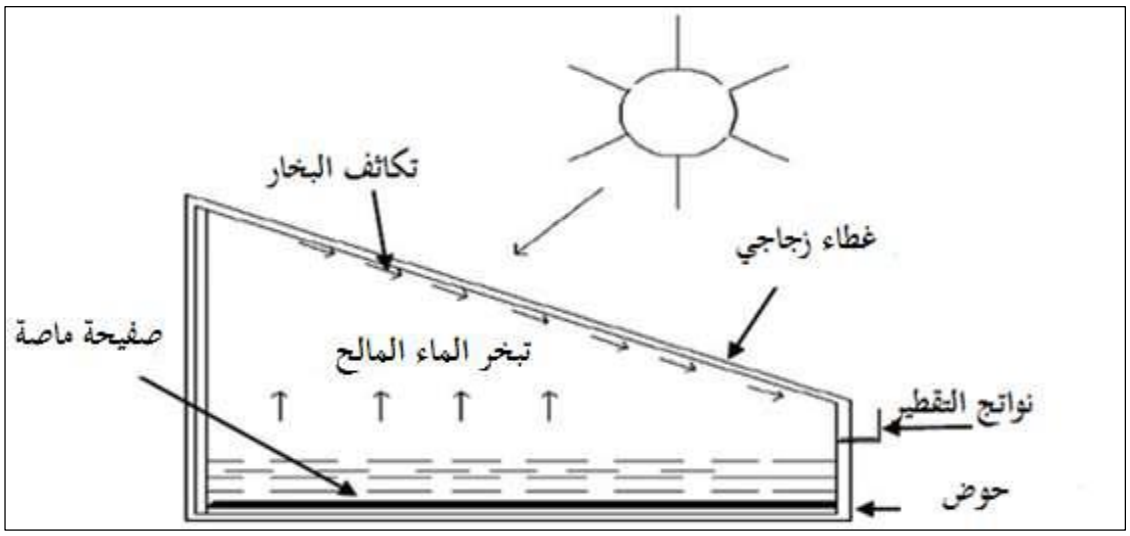
III–2 لَمْحَة تاريخَيَّة عن التقطير الشمسي:

عرف الإنسان منذ القدم أن للشمس طاقة هائلة، وحاول إيجَاد أساليب لاستغلالها بالشكل الذي يَجعلها مفيدة له. فمن أولى الاكتشافات هو إدراك الإنسان لظاهرة تسخين مياه الأحواض الْمُعَرضة مباشرة لأشعة الشمس، وبعد ذلك اخترع مادة الزجاج ساعد ذلك في استغلال الطاقة الهائلة للشمس. وقد كان أول استخدام لطاقة الشمس في التقطير كان سنة 1872 في شَمال الشيلي (Chili) في صحراء (Las salinas) ،وكان على شكل أحواض سوداء مغطاة بالزجاج .فالقاعدة السوداء تستعمل كماص (Absorbant) لأشعة الشمس ،ويوضع في هذا الْحوض ماء على سُمْك رقيق ، فيعمل السطح الأسود عمل الْمُبَخِّر ،و يُسْتَقْبَل البخار الْمتصاعد من طرف السطح الداخلي للزجاج الْمَائل بزاوية 20° ، ذو درجة حرارة أقل من الْمَاص الأسود نسبيا مِمَّا يؤدي إلى تكاثفه مباشرة ، ويتجمع في قناة خاصة بالْمَاء الْمُقَطَّر .[1]

كمية الْمَاء الْمُقَطَّر الناتج من الْمُقَطَّر الشمسي ذو الْحَوْض تتراوح بين 1 إلى 5 لترات في اليوم لكل متر مربع من الْحَوْض، وتتغير تبعا للعوامل الداخلية الْمُتَعَلِّقَة بالْجِهَاز والْخارجية الْمتعلقة بِحالة الْجو وشدة الإشعاع الساقط. وما يهمنا هنا العوامل التي قد درست من طرف الباحثين في هذا الْمَجَال كمفعول شدة الإشعاع و درجة حرارة الغطاء الْمُسْتَعْمَل كان من الزجاج–نرمز له بـ: G أو البلاستيك نرمز له بـ:P [2].

III–3 مبدأ عمل المقطر الشمسي:

التقطير الشمسي هو ظاهرة طبيعية، له نفس مبدأ الظواهر الحقيقية، فعندما تنبعث الأشعة الشمسية على ماء البحر (أو المحيط، البحيرات، الأنهار)، فإنا تسخن هذا الماء وهذا الأخير يتبخر ويرتفع إلى الأعلى، ثم ينتقل البخار عبر الرياح حتى يصل إل مكان أكثر برودة فيتكثف وتتشكل السحب، وبعد ذلك يمكن أن يكون مطرا أو ثلجا.[1]



الشكل (1–3): مبدأ عمل المقطر الشمسي.

كما هو في الشكل (1–3) يكون مبدأ عمل المقطر الشمسي كالتالي:

-دخول الإشعاع الشمسي عبر الغطاء الزجاجي نحو المقطر.

-يسخن الماء المالح الموجود في قاع المقطر عن طريق الإشعاع الوارد (تسخن الصفيحة الماصة) .

-يتبخر الماء المالح (ظاهرة التبخير) .

-هذا البخار يتم نقله عن طريق الحمل الحراري الطبيعي إلى سقف المقطر(الزجاج) .

-يتكثف البخار على الزجاج حيث يكون هناك محيط أكثر برودة ويسري على وفق تدفقات رقيقة(ظاهرة التكثيف) .

-بعد التكثيف يحدث اماهة ثم الحصول على ماء مقطر والذي يعبر عبر قناة نواتج التقطير.

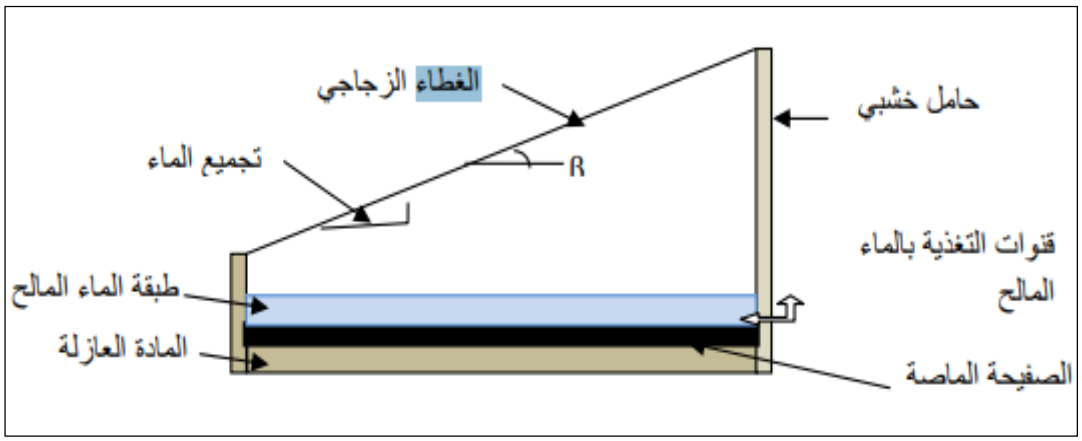
III–4 أنواع المقطرات الشمسية:

III–4 –1 المقطرات البسيطة (Distillateur a simple effet):

المقطر البسيط هو الأكثر استعمالا في العالم، بحيث يحتوي على حوض مملوء بالماء المالح وملون (مدهون) باللون الأسود من أجل التقاط أكبر كمية من الإشعاع الشمسي ويغطى بلوح من الزجاج ويجب ان يكون هذا الأخير مائلا ليتكثف البخار في الجزء الداخلي للغطاء، ومن بين إيجابياته تحقيقه وصيانته بسهولة، ثمنه نوعا ما منخفض، وتوجد عدة نماذج لهذا النوع[3، 4]، من بينها :

III–4 –1 –1 مقطر بميل واحد (Distillateur a pente unique):

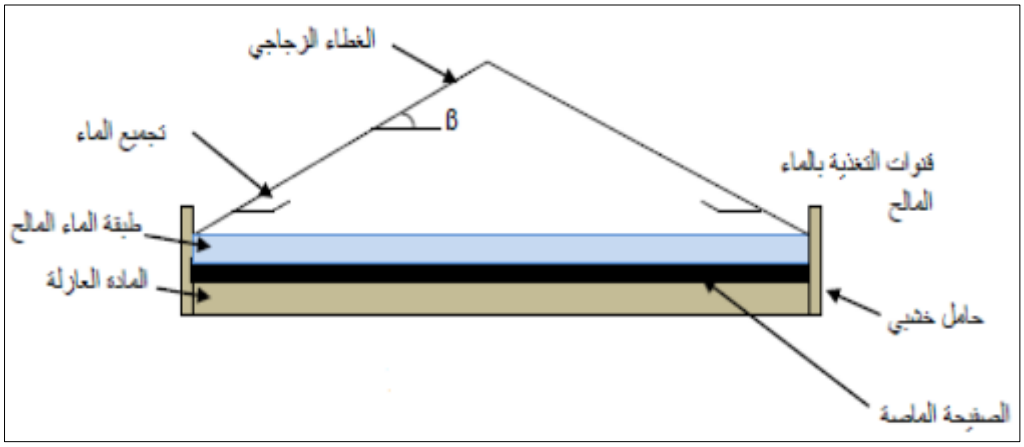
هو مقطر بلاقط واحد مائل بزاوية(β) ، وهو سهل التنظيف نظرا لسهولة تركيبه، وصيانته وكذا سهل التنظيف، كما هو مبين في الشكل التالي[5] :



الشكل(2–3): مقطر شمسي بسيط بميل واحد.

III–4 –1– 2– مقطر بميلين(Distillateur a double pentes) :

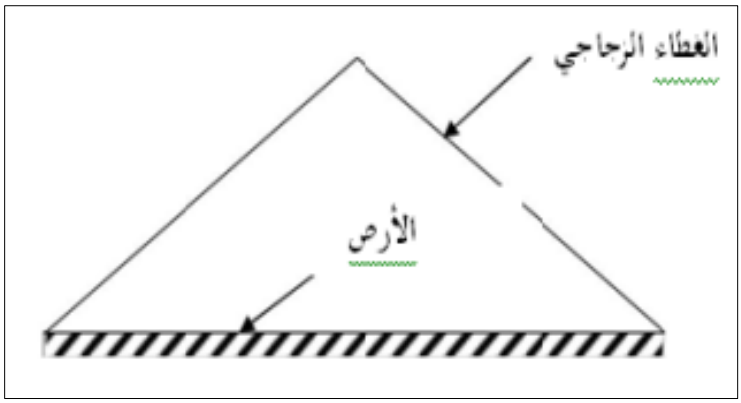
ويسمى كذلك مقطر بلاقطين، بحيث كل واحد منها يميل بزاوية(β) ، ومن ميزاته أنه إحداهما يوجه للشمس والآخر للظل لتسريع عملية التكثيف ، كما هو مبين في الشكل التالي[5] :



الشكل (3–3): مقطر ذو ميلين.

III–4 –1– 3– مقطر شمسي ارض –ماء (Distillateur solaire terre –eau):

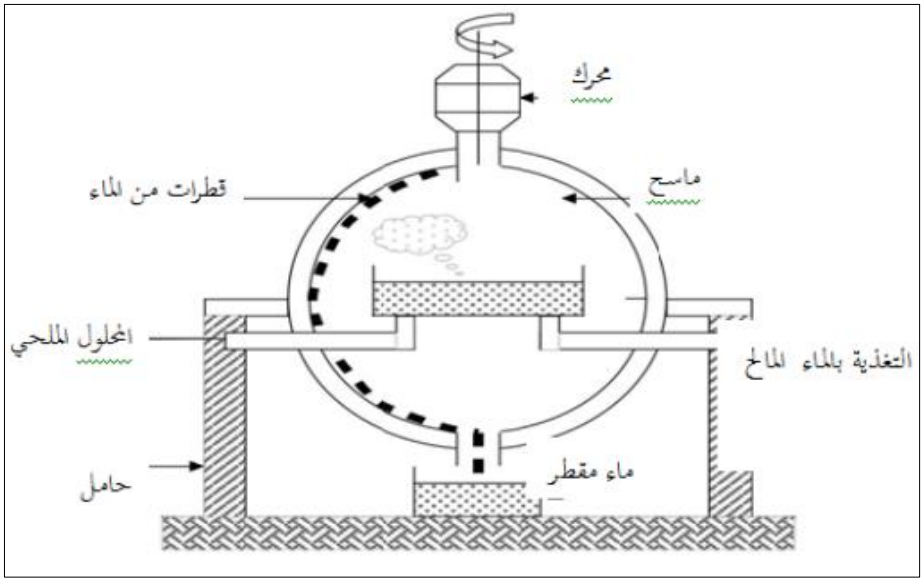
كميات كبيرة من الرطوبة تخزن (تدخر) في الأرض وفي المناطق الجافة بحيث هذه الرطوبة تعود الى الغلاف الجوي خلال الفصل الساخن لإتمام الدورة الهيدرولوجية الطبيعية لهذا نستعمل المقطر الشمسي ارض –ماء الذي يشبه المقطر بميلين فقط لنعوض الحوض الأسود بالأرض[4]، كما هو مبين في الشكل التالي :



الشكل (4–3): مقطر شمسي ارض – ماء.

III–4 –1 –4 مقطر كروي ماسح (Distillateur sphérique a balayage):

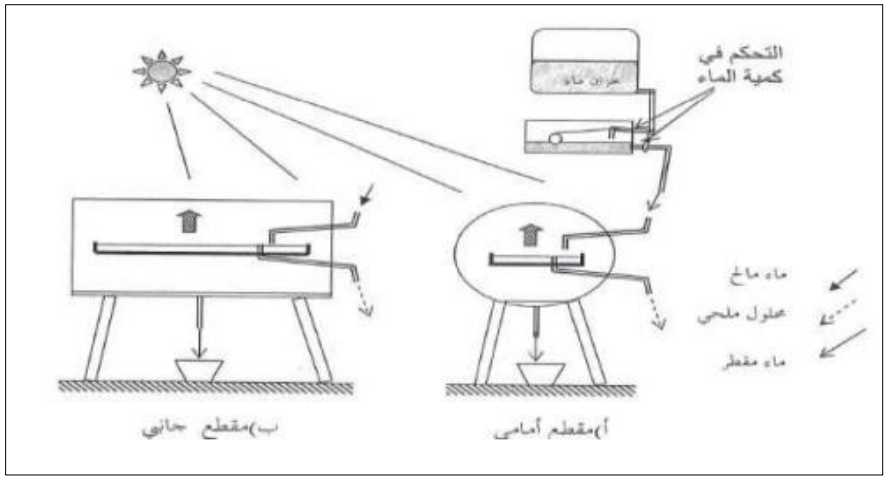
يكون على هيئة كرة شفافة ،مصنوعة من الزجاج ، وفي وسطها يوجد حوض دائري أفقي ، له لون أسود يعمل كماص للإشعاع الحراري، يوضع فيه الْمَاء الَمَالِح لتبخيره، ثم يتكاثف هذا البخار الْمُتَصَاعِد إلى أن يَمُس السطح الداخلي للزجاج ، ثم يُجْمَع في أسفل الشكل الكروي، ولِجَعْل الزجاج شفاف يستعمل في السطح الداخلي للزجاج مَاسِح ، يدور بواسطة مُحَرِّك كهربائي في أعلى الْمُقَطِّر[2]، كما هو مبين في الشكل التالي :



الشكل (5–3): مقطر كروي ماسح.

III–4 –1 –5 المقطر الشمسي الأسطواني (Distillateur Cylindrique):

يعمل بنفس مبدأ الْمُقَطِّر الكروي في تَجْمِيع الْمَاء الْمُقَطَّر، إلاّ أن نظام مسح الْمَاء الْمُكَثَّف على الجِدَار الداخلي للزجاج غير مستعمل[2] ، كما هو موضح في الشكل التالي :



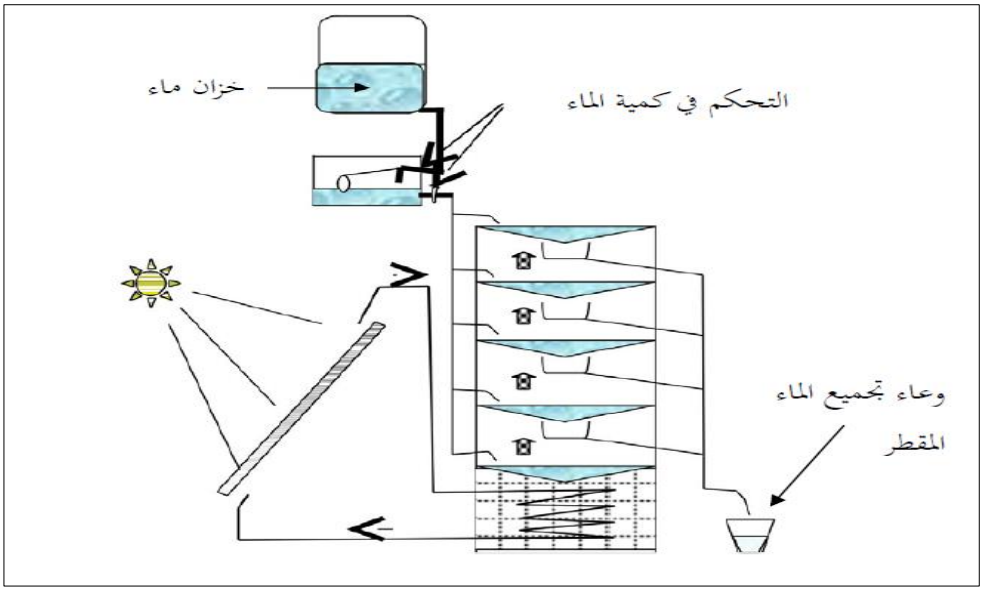
الشكل (6–3): المقطر الاسطواني.

III–4 –2المقطرات المتعددة(Distillateur a multiples effets):

في كل الْمقطرات الشمسية مهما كان نوعها، يوجد ضياع على مستوى أجزاء الجْهاز ،ومقدار هذا الضياع يُحدد مدى فعالية التقطير، ولاستغلال هذه الحرارة الضائعة، نستخدم تركيبات تضمن استرجاعها، ومن بين تلك الْمقطرات نَجِد ما يلي : "الْمقطر الشمسي الْمُتَعَدِّد الطوابق " و " الْمقطر الشمسي بالشريط الشُعَيْرِي للماء".[2]

III–4 –2– 1 الشمسي الْمُتَعَدِّد الطوابق (Distillateur a multiples étages) :

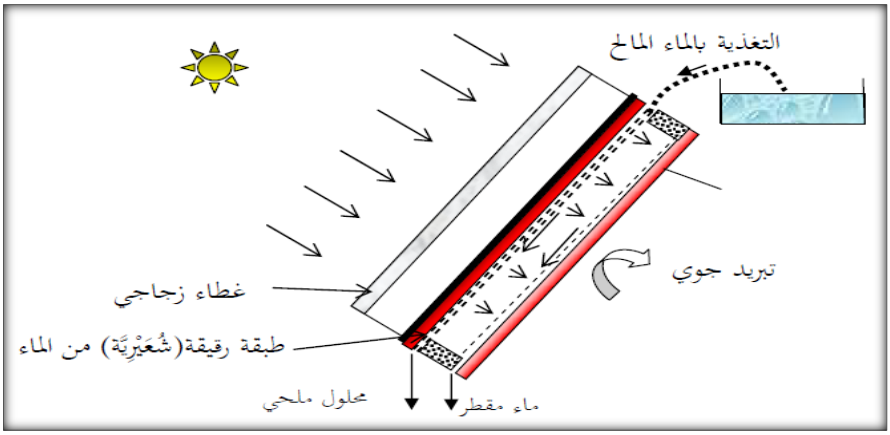
يعمل الْمقطر الشمسي الْمُتَعَدِّد الطوابق باستعمال غير المباشر لأشعة الشمس، ويتم تخزين المائع الحراري في المقطر الشمسي ثم ينتقل إلى مبدل حراري، ثم تنتقل الحرارة الى حوض به ماء مالح ، يتبخر الماء المالح ويتكاثف على السطح السفلي للحوض الثاني يوجد فيه الماء المالح[2، 6، 7]،كما هو موضح في الشكل التالي :



الشكل (7–3): المقطر الشمسي المتعدد الطوابق.

III–4 –2–2 الْمُقطر الشمسي بالشَّرِيط الشُعَيْرِي للماء (DIFICAP) :

يتكون المقطر الشمسي الشعيري ذو الطابق الواحد من صفيحتين معدنيتين من الألمنيوم أو النحاس أو الفولاذ، احد أوجه الصفيحة التي تستقبل الإشعاع الشمسي يعتبر مبخر لرفع درجة حرارة هذه الصفيحة التي تكون مطلية باللون الاسود حتى يتمكن الماء الذي يسري من جانبها الثاني من التبخر، ليتكاثف بعد ذلك في الصفيحة المقابلة التي تكون ابرد من الأولى، بالإضافة إلى إطار خشيب سميك مربع من اجل اجتياز البخار، و منظومة تغذية تعمل بالخاصية الشعيرية ومخرجين احدهما لتصريف الماء والاخر للماء المقطر الناتج[2، 8]، كما هو موضح في الشكل :



الشكل (8–3): رسم تخطيطي للمقطر الشعيري للماء (طابق واحد) مزود بغطاء زجاجي.

III–5 العوامل المؤثرة في عمل المقطر الشمسي

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

III– 5–1 عوامل خارجية:

III– 5–1–1 شدة الإشعاع الشمسي:

تعتبر الشمس و الإشعاع الشمسي من بين أهم العوامل التي تؤثر في عمل المقطر الشمسي، وهذه الطاقة الإشعاعية تأتي إلينا بواسطة جسيمات متناهية الصغر وعديمة الوزن تسمى الفوتونات فالفوتونات تتصرف كالموجات الكهرومغناطيسية حيث أن لها نفس الخصائص من(طول موجي و تردد وطاقة)، وهذه الطاقة الكامنة في الفوتونات هي التي تسبب في إثارة الالكترونات عند اصطدامها بالخلايا الفولتوضوئية كل طاقة الفوتونات تعتبر طاقة كهرومغناطيسية تحتمل جميع الأطوال الموجية و الترددات الممكنة .[9]

III– 5–1–2 سرعة الرياح:

يلعب تأثير الحمل الحراري الذي يتعرض له الغطاء الزجاجي دورا مهما في تشغيل المقطر الشمسي في حين أن سرعة الرياح مرتبطة بالحمل الحراري القسري، الذي ينتج على مستوى الزجاج بفعل الهواء المحيط و بالتالي فهي تؤثر على درجة حرارة الزجاج [10].

III– 5–1–3 درجة حرارة الهواء المحيط:

يكون تأثير درجة حرارة الهواء المحيط مهما في تحديد التغيرات الحرارية بين الجزء الداخلي للمقطر و الوسط الخارجي و ترتبط مباشرة بالحمل الطبيعي على مستوى الزجاج ,فتأثيرها يتناسب طرديا مع درجة حرارة الزجاج[10] .

III– 5–1–4 عوامل أخرى:

بالإضافة إلى سرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء المحيط، هناك عوامل جوية أخرى مثل رطوبة الهواء والظروف التشغيلية والموقع الجغرافي تؤثر على إنتاجية التقطير[10] .

III– 5–2 العوامل الداخلية:

يمكن دراسة تأثير العوامل التالية في فعالية نظام التقطير وهي:

مدى عزل السطوح الداخلية والخارجية للمقطر، سمك شريط الماء المالح، الخصائص الفيزيائية للجدران الداخلية[11].

III– 5–2–1 ميل الزجاج على السطح الأفقي:

ميل الزجاج له دور مهم في عمل المقطر الشمسي، لذا فانه من المهم اختيار ميلان أدنى للزجاج بدون إحداث تسرب لقطرات الماء إلى حوض الماء المالح، وتقدر القيمة التقريبية لهذا الميلان بعد دراسة أجريت لعدة قيم (زوايا) أن القيمة المثلى للميلان محصورة بين (10°-15 °)[11] .

III– 5–2–2 ارتفاع مستوى الماء المالح في المقطر:

لارتفاع مستوى الماء المالح في الحوض دور مهم في عملية التقطير، كلما كان عمق الماء صغير محصور بين 1cm و 1.5cm فانه يزداد الإنتاج اليومي للتقطير[11].

III- 5-2-3 المسافة التي تقسم السطح الحر إلى لاقطين:

يكون التأثير مباشرة على الضغط الداخلي للمقطر، حيث أن الزيادة في حجم المقطر تسبب نقصانا في الضغط، وهذا يؤثر على التغيرات الحرارية و يؤدي إلى نقصان في درجة الحرارة المقطر [12].

III- 6 خصائص المقطر الشمسي:

هناك عدة مقادير لتحديد انتاج الماء للمقطر الشمسي، ومن بينها المردودية، الفعالية(الكلية، الداخلية)، مقياس الفعالية [1].

III- 6-1 المردودية:

وهي عبارة عن كمية الماء المقطر الناتجة من المقطر الشمسي لوحدة السطح للصفيحة السوداء في اليوم.

III- 6-2 الفعالية:

-الفعالية الكلية:

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

$$\eta_g = \frac{\emptyset_{ev}}{G_h.S} = \frac{m_d^{\bullet}.L}{G_h.S}$$

بحيث:

$\emptyset_{ev}$: التدفق الحراري بالتبخير. (W/m^2)

G_h: الطاقة الشمسية الواردة إل السطح الأفقي . (W/m^2)

S : سطح الغطاء الزجاجي m^2.

$m_d^{\bullet}$: تدفق الماء المقطر (Kg/s) .

L :الحرارة الكامنة لتبخير الماء . (J/K_g)

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

$$\eta_i = \frac{\emptyset_{ev}}{\emptyset_{eau}}$$

بحيث:

$$\emptyset_{eau} = \left(\tau_v.\alpha_e + \tau_v.\tau_v.\alpha_f\right)G_h.S$$

$$\emptyset_{eau} = \alpha_t.G_h.S$$

τ_v : معامل الإمرار للزجاج.

τ_e : معامل الإمرار للماء.

α_e: معامل الامتصاص للماء.

α_f: معامل الامتصاص لعمق المقطر.

α_t: معامل الامتصاص الفعال للمقطر.

مقياس الفعالية:

يعرف **Satcunathan** و **Hansen** أنواع عوامل الفعالية كما يلي: معامل الفعالية الاجمالية (**F.P.B**) ، ومعامل الفعالية الساعية (**F.P.H**)، ومعامل الفعالية اللحظية (**F.P**).

$$\mathbf{F.P.B} = \frac{Quantité\ d\ eau\ produite\ au\ bout\ de\ 24h}{Quantité\ d\ energie\ entrée\ au\ bout\ de\ 24h}$$

$$\mathbf{F.P.H} = \frac{Quantité\ d\ eau\ produite\ au\ bout\ d'une\ heure}{Quantité\ d'energie\ entrée\ au\ bout\ d'une\ heure}$$

$$\mathbf{F.P} = \frac{m_d^{\bullet}}{\alpha_t.G_h.S}$$

III–7 أداء المقطر:

هي النسبة بين الحرارة الكامنة لتبخير 1 كيلوغرام (kg) من الماء المالح الى الطاقة اللازمة لتقطير 1 كيلوغرام (kg) من الماء العذب، والعيب الرئيسي من هذا المعيار هو انه لا يذكر الطاقة الشمسية التي تدخل في التقطير، والمحسوبة من النتائج التجريبية كالاتي:

$$r_p = \frac{Q_{distilation}}{Q_{slab}}$$

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

$$Q_{slab} = m.C_{ps}(T_{final} - T_{intial})$$

حيث أن:

r_p : نسبة الأداء.

m_d : كتلة الماء المقطر.

L_v : الحرارة الكامنة لتبخير الماء وتساوي $(2.4\ \mu j/Kg)$.

Q_{slab}: الطاقة اللازمة لتقطير واحد كيلو غرام من الماء العذب.

C_{ps} : الحرارة النوعية للماء $\left(\frac{kJ}{Kg.°K}\right)$.

III–8 خصائص المكونات:

III–8–1 الزجاج(VITER):

يختلف الزجاج حسب خصائصه[1]:

السمك.

اللون: يجب أن يكون شفافا.

الانعكاس: يجب أن يكون على الاقل ما بين (5 – 10%) .

الامتصاص: يجب أن يكون من 5%.

العبور: أكثر من 90 %.

III–8–2 الصفيحة المعدنية (plaque métallique) :

توجد عدة أنواع من الصفائح المعدنية وفقا لخصائصها، لذا يجب ان نختار الصفيحة الملائمة لاستخدامها للماص وكذلك للغطاء الزجاجي.

السمك:1 e_{plaque} <mm <4mm.

التوصيلية: يجب أن نختار صفيحة لها توصيلية حرارية مرتفعة إذا أمكن.

مقاومة التآكل: الصفيحة العدنية تكون في تلامس مع الماء، من أجل هذا يجب اختيار صفيحة تقاوم ظاهرة التآكل.

III–8–3 العازل(Isolant):

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

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

أمثلة:

Le polyuréthane :k_1=2.25× 10^{-5} $KW/m.℃$

Le polystyrène :k_2=0.364 × 10^{-5} $KW/m.℃$

La laine de verre : k_3=4.10^{-5} $KW/m.℃$

العازل الاحسن بين هؤلاء الثلاث هو.polystyrène

الخاتمة:

من أجل تحسين منظومة التقطير الشمسي والسعي في زيادة الانتاج اليومي من الماء المقطر تم في هذا الفصل دراسة المقطر الشمسي بأنواعه المعروفة والمتداولة في جميع انحاء العالم، بالإضافة الى خصائص هذه المقطرات المتمثلة في المردودية والفعالية ومقياس الفعالية واداء المقطر وايضا تم التطرق الى العوامل الخارجية والداخلية المؤثرة على مردود هذه المقطرات، وقد تم اختيار المقطر البسيط ذو الميل الواحد لدراستنا، فهو سهل الصنع، وذو عمر طويل وغير مكلف.

المراجع:

1. ذوادي رشيدة، دراسة مقطر شمسي ذي مكثف مظلل جزئيا، بفعل الاحتباس الحراري الشمسي في المناطق القاحلة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

2. تخة محمد، دراسة مقارنة وتحسين لمختلف المقطرات الشمسية لإنتاج المياه الصلحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية، 2004 , Université de Ouargla-Kasdi Merbah.

3. Bergman, T.L., et al., *Fundamentals of heat and mass transfer*2011: John Wiley & Sons.

4. Kaabi, A. and N. Smakdji, *Impact de l'écart de température eau capteur sur l'efficacité globale d'un distillateur solaire.* 2017.

5. Hassan, S.M., *Utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des eaux saumâtres dans le Sud algérien*, universiteé de ouargla.

6. Sellami, M.H., Utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des eaux saumâtres dans le sud algérien, 2000, Ouargla, Université Kasdi Merbah. Institut des Sciences Exactes.

7. Khedim, A., et al., *Production décentralisée de l'eau potable à l'énergie solaire.* Desalination, 2004. 168: p. 13-20.

8. Marif, Y., Contribution à l'amélioration du rendement d'un distillateur à film *c*apillaire multi étagé, 2008, Université de Ouargla-Kasdi Merbah.

9. Golestaneh, F., *Thermal performance of a low thermal inertia solar still*1980: The University of Texas at El Paso.

10. أحلام، ع .ع. هدى، المساهمة في دراسة العوامل المؤثرة في مردود مقطر شمسي، جامعة قاصدي مـــرباح ورقلة.

11. Fath, H.E. and H. Hosny, Thermal performance of a single-sloped basin still with an inherent built-in additional condenser. Desalination, 2002. **142**(1): p. 19-27.

12. Al-Hinai, H., M. Al-Nassri, and B. Jubran, Parametric investigation of a double-effect solar still in comparison with a single-effect solar still. Desalination, 2002. 150(1): p. 75-83.

الفصل الرابع

IV–1 المقدمة:

يحتوي هذا الفصل على النتائج المتحصل عليها من الدراسة التجريبية التي اجريت على مقطر احادي الميل لعينة من الماء المالح لمنطقة حاسي ميلودحيث قمنا بإنجاز الجانب التطبيقي لهذه المذكرة وفق مخطط يشتمل على مرحلتين:

المرحلة الأولى: يتضمن تحليل الماء المالح القريب من السطح لمنطقة حاسي ميلود بورقلة.

المرحلة الثانية: دراسة إنتاجية مقطر شمسي أحادي الميل ومردوديته في معالجة المياه المالحة، التجربة أنجزناها يوم 2023/04/27 بالمدرسة العليا للأساتذة بورقلة من الساعة 7 صباحا إلى الساعة 6 مساء.

IV–2 تحليل الماء المالح القريب من السطح :

قمنا بتحليل عينة من الماء المالح القريب من السطح على عمق 1m بمنطقة حاسي ميلود بمخبر مراقبة نوعية المياه بالمؤسسة العمومية الجزائرية للمياه وحدة ورقلة، نتائج التحليل موضحة في الجدول أدناه:

جدول (4–1): نتائج تحليل الماء المالح القريب من السطح.

الناقلية والمكونات المقاسة	نتائج القياس
Conductivité	60.2 (ms/cm)
Ca^{+2}	601.2 (mg/l)
Mg^{+2}	364.57 (mg/l)
Na^{+}	12055 (mg/l)
K^{+}	420 (mg/l)
Cl^{-}	14360.39 (mg/l)
So_4^{-2}	8760 (mg/l)
TH($CaCO_3$)	3000 (mg/l)
TDS	30100 (mg/l)
Résidu sec	88182 (mg/l)

نلاحظ ارتفاع الناقلية بشكل كبير جدا وهو ما يفسر الملوحة الشديدة لهذه المياه وعدم صلاحيتها للسقي الفلاحي وهو ما يظهره الارتفاع الكبير لتركيز الكلور والصوديوم بشكل لافت وبقية الشوارد الأخرى.

IV-3 معالجة المياه المالحة بالتقطير الشمسي:

تعتمد فكرة معالجة المياه المالحة القريبة من السطح بالمنطقة محل الدراسة على تخفيفها بالماء المقطر الناتج من تقطير هذه المياه بواسطة مقطر شمسي. لمعرفة كمية الماء التي يمكن معالجتها قمنا بدراسة إنتاجيته اليومية من الماء المقطر.

IV-3-1 أجهزة القياس المستعملة في التجارب:

جهاز قياس درجة الحرارة

الميزان الإلكتروني

جهاز قياس الناقلية

الشكل (IV-4): أجهزة القياس المستعملة في التجارب.

IV-3-2 دراسة إنتاجية المقطر:

لدراسة الانتاجية استخدمنا في عملنا هذا مقطر شمسي بسيط أحادي الميل قمنا بإعداده بالمدرسة العليا للأساتذة بورقلة، حيث يتميز بما يلي:

- إطار مربع القاعدة وجوانب مائلة مصنوع من الخشب الأحمر حيث سمك الخشب 3cm

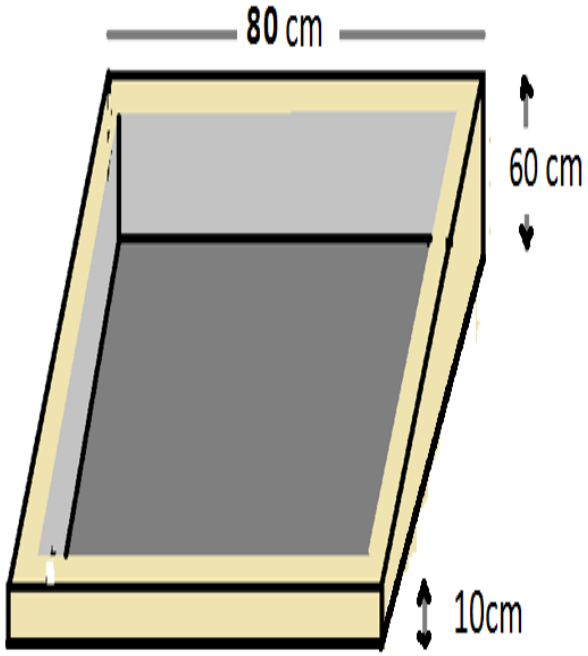
-زاوية الميل 30°

- سمك الزجاج 4mm

-حوض معدنيي لا متأكسد (INOX) للماء المالح تم طلائه باللون الأسود من أجل زيادة امتصاص الأشعة أبعاد قاعدة الحوض:

70cm×70cm وارتفاعه: 4cm

- البولسترين أسفل الحوض وعلى جوانب المقطر بسمك: 2 cm لزيادة العزل الحراري.



الشكل (2-4): صورة مقطر شمسي بسيط أحادي الميل.

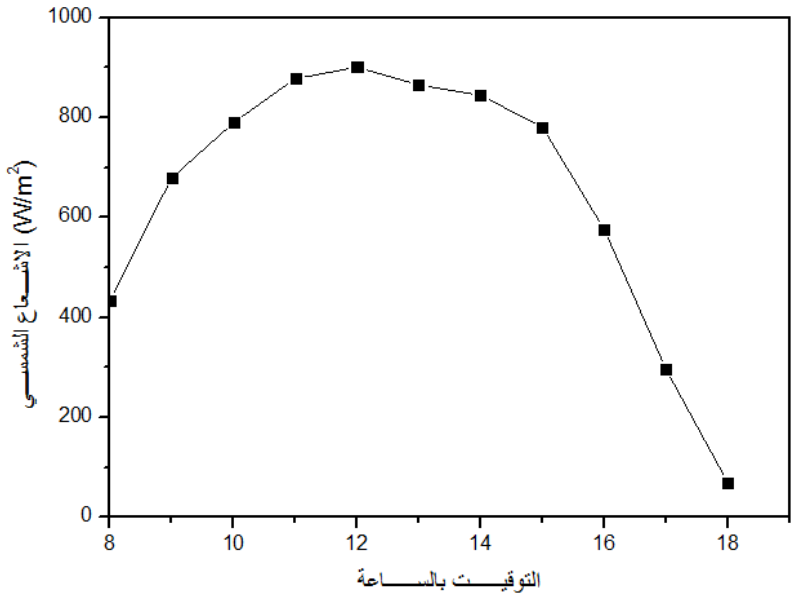
إنتاجية المقطر والاشعاع الشمسي تم تسجيلها في الجدول (2-4).

جدول (2-4): نتائج التقطير.

إنتاجية الماء المقطر g)	درجة حرارة الزجاج (c°)	درجة حرارة الماء المالح (c°)	الاشعاع الشمسي (w/m^2)	التوقيت بالساعة
0	24.85	27.9	434.07	8
0	28.65	34.3	678.98	9
22.6	32.95	46.5	789.76	10
94.7	51.25	56.3	877.71	11
189.9	57.95	65.1	900.67	12
301.5	62.9	72.5	864.98	13
274.2	62.775	74.1	844.21	14
279.5	62.65	72.9	780.90	15
255.6	56.9	67.2	576.82	16
176.4	50.8	59.7	297.74	17
123	38.05	37.6	69.79	18

IV-3-2-1 المنحنيات التجريبية للمرحلة الثانية:

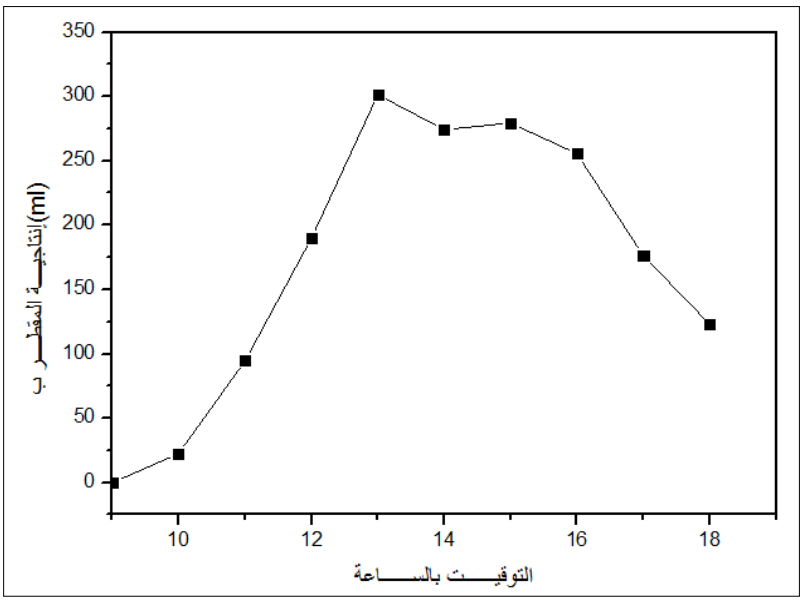
-الشكل (3-4) أدناه يوضح تغيرات شدة الاشعاع الشمسي خلال ساعات النهار:



الشكل (3-4): يوضح تغيرات شدة الاشعاع الشمسي بدلالة التوقيت.

من الواضح أن شدة الاشعاع الشمسي تتغير خلال ساعات النهار حيث تزداد صباحا إلى أن تبلغ أقصى قيمة لها بين منتصف النهار والواحدة زوالا، ثم تتناقص إلى غاية الغروب.

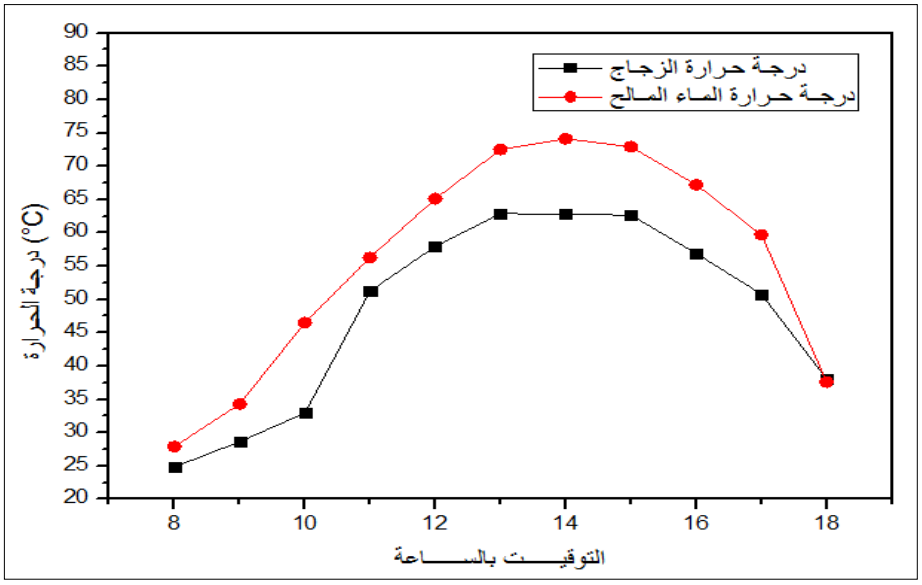
-الشكل أدناه يوضح تغيرات الانتاجية خلال ساعات النهار:



الشكل (4-4): تغيرات إنتاجية المقطر بدلالة التوقيت.

نلاحظ تزايد كمية الماء المقطر مع تزايد شدة الإشعاع الشمسي، حيث تحصلنا على أكبر كمية والمقدرة ب 301.5ml على الساعة 13 زوالا. بلغ الإنتاج اليومي للمقطر Jour. $3.5 l/m^2$.

-الشكل التالي يوضح تغيرات درجة الحرارة لكل من الغطاء الزجاجي والماء المالح في المقطر:



الشكل (5-4): تغيرات درجة حرارة الماء المالح والغطاء الزجاجي بدلالة التوقيت.

نلاحظ أن درجة حرارة الماء المالح أكبر من درجة حرارة الغطاء الزجاجي حيث تزداد درجة حرارة كل منهما بزيادة الإشعاع الشمسي. الفارق في درجة حرارة بينهما يبلغ أقصى قيمة له والمقدر بـ 11.325 °c عند الساعة 2 زوالا.

IV-3-3 دراسة كمية الماء المعالج بدلالة الناقلية:

قمنا بتحديد كمية المياه التي يمكن معالجتها بواسطة المقطر المدروس خلال اليوم وبناقلية مختلفة محصورة بين 3-0.5 (ms/cm). لحساب كمية الماء المعالج اعتمدنا على علاقة التخفيف. حيث نحصل على:

$$V_{tr} = V_{ds} \frac{\sigma_1}{\sigma_1 - \sigma_2}$$

حيث:

V_{tr}: حجم الماء المعالج.

V_{ds}: حجم الماء المقطر.

$\sigma_1 = 60.2ms/cm$: ناقلية الماء المالح.

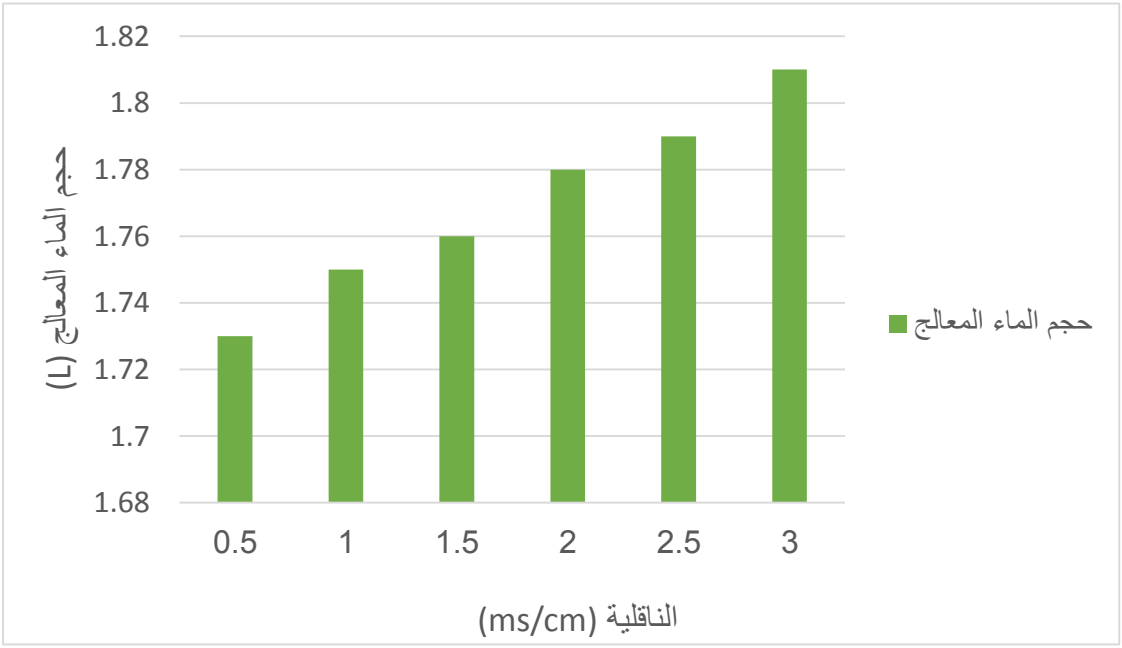
σ_2 : ناقلية الماء المعالج.

-النتائج المتحصل عليها تم تسجيلها في الجدول (3-4) التالي:

جدول (3-4): كمية الماء المعالج حسب الناقلية.

الناقلية (mS/cm)	3	2.5	2	1.5	1	0.5
حجم الماء المعالج V_{tr} (l)	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.73

-الشكل أدناه يوضح كمية الماء المعالج حسب الناقلية:

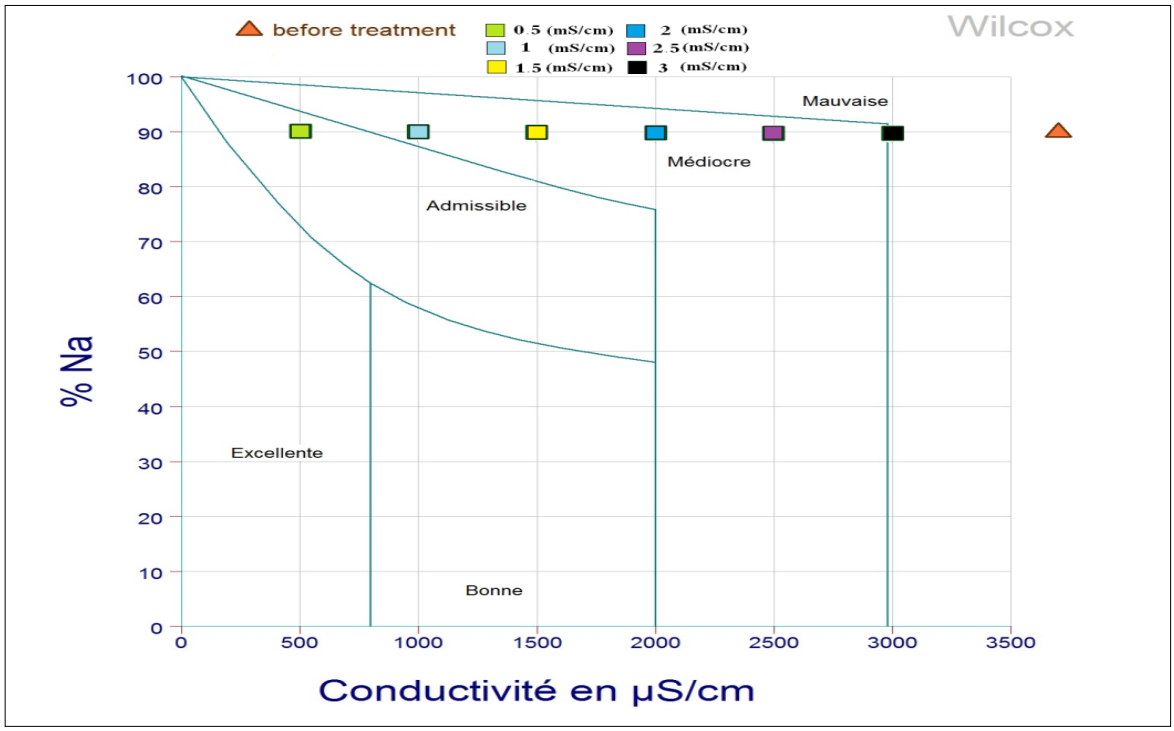


الشكل (4-6): مخطط أعمدة بيانية لكمية الماء المعالج بدلالة الناقلية.

-توضح الأعمدة البيانية في الشكل (4-6) تناقص كمية الماء التي يمكن معالجتها بتناقص الناقلية.

4-IV مخطط Wilcox:

يوضح الشكل مخطط Wilcox للماء قبل المعالجة وبعد المعالجة بناقلية مختلفة محصورة بين (ms/cm) 0.5-3



الشكل (4-7): مخطط Wilcox.

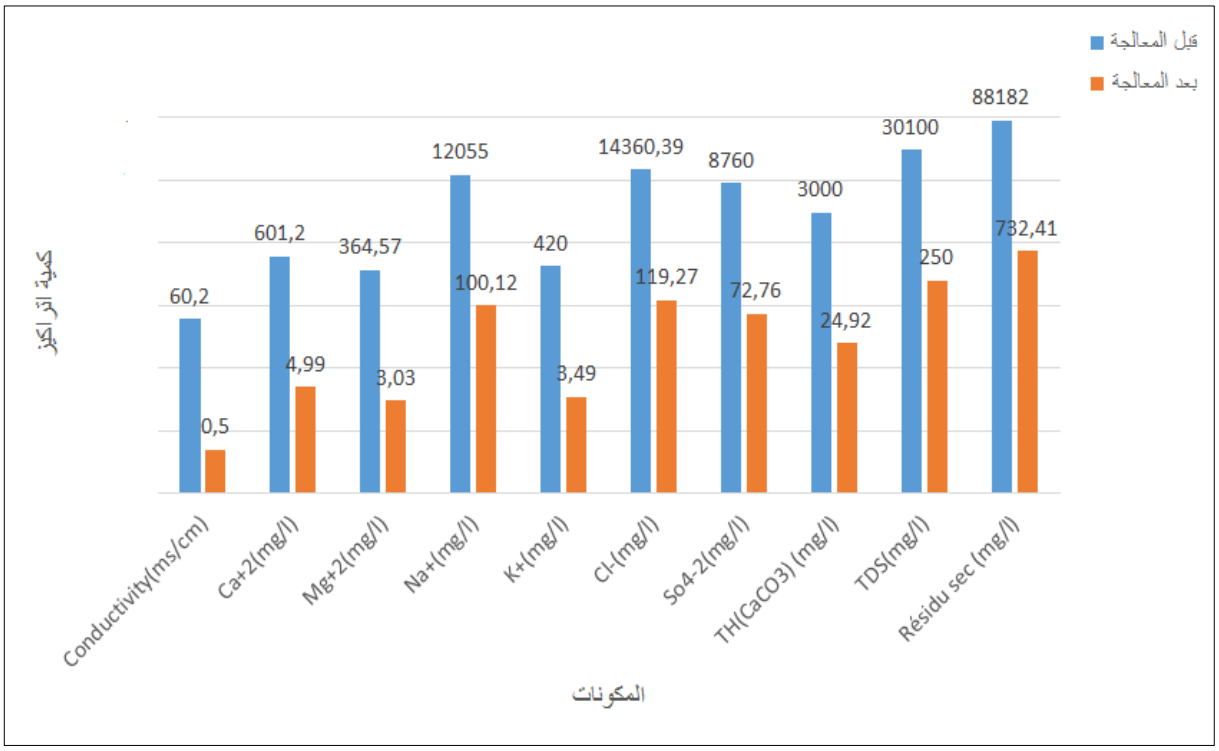
نلاحظ أن أفضل ناقلية للماء المعالج هي (ms/cm) 0.5 حيث يكون الماء المعالج في هذه الحالة في منطقة الماء الحسن.

تكون مكونات الماء المعالج حسب هذه الناقلية في هذه الحالة كما في الجدول (4-4) أدناه:

جدول (4–4): يوضح مكونات الماء قبل وبعد المعالجة حسب الناقلية (ms/cm) 0.5.

	قبل المعالجة	بعد المعالجة
Conductivité(ms/cm)	60.2	0.5
Ca^{+2}(mg/l)	601.2	4.99
Mg^{+2}(mg/l)	364.57	3.03
Na^{+}(mg/l)	12055	100.12
K^{+}(mg/l)	420	3.49
Cl^{-}(mg/l)	14360.39	119.27
So_4^{-2}(mg/l)	8760	72.76
TH($CaCO_3$) (mg/l)	3000	24.92
TDS(mg/l)	30100	250.00
Résidu sec (mg/l)	88182	732.41

-الشكل أدناه يوضح مكونات الماء قبل وبعد المعالجة حسب الناقلية (ms/cm) 0.5:



الشكل (7-4): مخطط أعمدة بيانية توضح الفرق في ناقلية وتراكيز مكونات الماء قبل وبعد المعالجة.

نلاحظ في الشكل الممثل بالأعمدة البيانية تناقص في ناقلية وتراكيز مكونات الماء المعالج بنسبة 120.4 والتي تمثل معامل التمديد.

IV-5 النتائج المستخلصة من التجربة:

قمنا في دراستنا هذه بمعالجة المياه المالحة القريبة السطح على عمق 1m بمنطقة حاسي ميلود بورقلة قصد استعمالها في سقي الفلاحي وفق البروتوكول التجريبي يتضمن مرحلتين:

المرحلة الأولى: قمنا بتحليل هذه المياه.

المرحلة الثانية: معالجة هذه المياه بالتقطير الشمسي.

ولمعرفة كمية الماء التي يمكن معالجتها درسنا إنتاجية مقطر شمسي أحادي الميل، أظهرت نتائجنا أن:

-إنتاجية المقطر الشمسي بلغت $3.5 l/m^2.Jour$

-تزداد كمية الماء المقطر بزيادة الإشعاع الشمسي.

-معالجة المياه المالحة باستخدام ناتج التقطير قصد تمديد الماء المالح حسب ناقلية مختلفة بينت أن كمية الماء المعالج تنخفض بانخفاض الناقلية والعكس صحيح.

-معالجة الماء المالحة وفق ناقلية قدرها $0.5ms/cm$ تجعله صالحا للسقي ويتوافق مع المعايير الدولية للسقي الفلاحي.

الخاتمة العامة

تعتبر الصحراء الجزائرية مصدرا غنيا بالمياه القريبة من السطح، وهي غير مستغلة في المجال الفلاحي بسبب ملوحتها. استغلال هذه المياه بعد معالجتها من شأنه النهوض بقطاع يحفز على استصلاح أراضي أوسع بهذه المنطقة.

في هذا العمل عالجنا مياه منطقة حاسي ميلود في ورقلة بعملية التقطير الشمسي، ودراستنا إنتاجية مقطر شمسي بسيط أحادي الميل، حيث نلخص نتائجنا في النقاط التالية:

- بلغت إنتاجية المقطر الشمسي $3.5 l/m^2.Jour$

- تأثير الإشعاع الشمسي على كمية الماء المقطر الناتجة.

- معالجة المياه المالحة باستخدام ناتج التقطير قصد تمديد الماء المالح حسب ناقلية مختلفة بينت أن كمية الماء المعالج تنخفض بانخفاض الناقلية والعكس صحيح.

- معالجة الماء المالحة وفق ناقلية قدرها 0.5 ms/cm تجعله صالحا للسقي ويتوافق مع المعايير الدولية للسقي الفلاحي.

الملخص:

تتميز مناطق الجنوب الشرقي بالجزائر عموما ومنطقة حاسي ميلود بورقلة خصوصا بوفرة المياه القريبة من السطح، وهي غير مستغلة للسقي الفلاحي بسبب ملوحتها. تهدف دراستنا الى معالجة هذه المياه باستخدام مقطر شمسي بسيط احادي الميل، حيث وهذا بعد معالجة هذه المياه المالحة باستخدام ناتج التقطير الشمسي $l/m^2.Jour$ تحصلنا على إنتاجية يومية قدرها 3.5 قصد تمديد الماء المالح بناقلية مختلفة بينت ان كمية الماء المعالج تنخفض بانخفاض الناقلية

.

الكلمات المفتاحية: حاسي ميلود، المياه المالحة، التقطير الشمسي مقطر احادي الميل، عملية التمديد.

Abstract:

The South aster regions of Alegria in Alegria sud and Hassi Miloud Near Ouargla in particular are characterized by the abundance of water near the earth surface. this can't be exploited for agricultural irrigation because of its salinity.

Our study aims at treating this water with the help of a simple one-slope distiller. We obtained daily productivity of 3.5 $l/m^2.Day$ .tanks to the salted water we got we were able to dilute a for quantity of salted water and at the same time، we changed its conductivity .we noticed the quantity of treated water reduced when conductivity diminished.

Keywords: Hassi Miloud، salt water، solar distillation، unidirectional distiller، dilution process