**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**

**وزارة التعليم العالي والبحث العلمي**

**رقم الترتيب:**

**رقم التسلسل:**


**جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي**

**كلية العلوم الدقيقة**

**قسم: الفيزياء**


**مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة**

# ماستر أكاديمي

**مجال: علوم مادة**

**تخصص: فيزياء إشعاع**


**من إعداد: فاطمة الزهرة رضواني و هادية معامير**


**الموضوع**

# استعمال الطاقة الشمسية لتحلية المياه المالحة في المناطق الصحراوية

نوقشت يوم: 2017/ 06/07

امام لجنة المناقشة المكونة من الاساتذة:

| | | |
|---|---|---|
| محمد علي حاج عمار | أستاذ مساعد - أ- | رئيسا |
| مريم عيادي | أستاذ مساعد - أ- | مناقشا |
| رشيدة جار الله | أستاذ مساعد - ب - | مناقشا |
| محمد الصالح مفتاح | استاذ مساعد - أ- | مؤطر |

**الموسم الجامعي:2016/2017**

# الإهداء

إهدي ثمرة جهدي هذه إلى أغلى ما في الوجود

فاطمة الزهرة هادية

# التشكرات

***نشكر الله سبحانه و تعالى الذي وفقنا لإتمام هذا العمل، و انطلاقا من قول سيد الخلق و خاتم الانبياء و المرسلين صلى الله عليه و سلم "لا يشكر الله من لا يشكر الناس"***

***ما كان لهذا للبحث ان يستقيم على هذا الحال او تجمع اشتاته لولا ان الله قيض لنا من امد لنا يد العون، و سعى معنا جاهدا بكل صدق و اخلاص الاستاذ مفتاح محمد الصالح و الذي لم يبخل علينا يوما بمساعدته و توجيهاته القيمة، كما نتوجه بالشكر الخالص للأستاذ عبد الرحمان خشخوش فما يسعنا الا ان نتقدم له باسمي عبارات الشكر و التقدير و جزاه الله عنا خير الجزاء، والى الاستاذ الفاضل نامة عبد الحميد الذي سخر لنا جهوده لإقامة هذا البحث والى سعاد رضواني، والى كل الاساتذة و استاذات القطاع .***

***اتوجه بالشكر الخاص الى اللجنة المناقشة الاستاذ حاج عمار محمد علي وإلى الاستاذة الكريمة مريم عيادي و الاستاذة الفاضلة جار الله رشيدة***

***والى كل الزملاء و الزميلات و الي كل من ساعدنا من قريب او من بعيد.***

# فهرس المحتويات

- فهرس الاشكال

- فهرس الجداول

- فهرس الرموز و المصطلحات

مقدمة عامة 01

**الفصل الاول: عموميات حول الطاقة الشمسية**

1-1مقدمة..... 05
2-1 الطاقة الشمسية..... 05
1-2-1 تعريف الاشعاع الشمسي..... 06
1-2- 2 أقسام الاشعاع الشمسي..... 07
1-2- 2 - أ الإشعاع الشمسي المباشر(S) ..... 07
1-2-2 - ب الإشعاع الشمسي المنتشر (D)..... 07
1-2-2 - ج الشعاع الشمسي الكلي(G)..... 07
1- 3 العوامل المؤثرة على شدة الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض..... 08
1-3-1 سمك الغلاف الغازي وزاوية سقوط الأشعة..... 08
1-3-2 انعكاس حركة الأرض حول الشمس و حول نفسها..... 08
1-3-3 البعد بين الأرض والشمس..... 09
1-4 الطاقة الشمسية مصدر لأنواع أخرى من الطاقة..... 10
1-5 استخدامات الطاقة الشمسية..... 10
1-5-1 توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية..... 10
1-5-2 الاستخدامات الحرارية..... 11
1-5-2-1 تسخين المياه..... 11
1-5-2-2 التدفئة..... 12
1-5-2-3 التبريد الشمسي..... 13
1-5-2-4 الطبخ الشمسي..... 14
1-5-2-5 تجفيف المحاصيل..... 14
1-5-2-6 تحلية المياه..... 15
1-6 مردود الاقتصادي لتحلية المياه بالطاقة الشمسية..... 16
1-7 الخاتمة 16

**الفصل الثاني: الدراسة النظرية للمقطر البسيط الشمسي**

2-1 المقدمة..... 18
2-2 لمحة تاريخية..... 18
2-3 مبدأ عمل المقطرات الشمسية المسطحة..... 19
2-4 أنواع المقطرات الشمسية..... 20
2-4-1 المقطرات ذات غطاء زجاجي..... 20
2-4-2 المقطرات ذات غطاء بلاستيكي..... 20
2-5 خصائص المقطرات الشمسية..... 21
2-5-1المردودية..... 21
2-5-2 الفعالية..... 21
2-5-2-1 الفعالية الكلية..... 21

2-2-5-2 الفعالية الداخلية ..... 22
2-5-3 مقياس الفعالية..... 22
2-5-4 أداء المقطر..... 23
2-6 العوامل الخارجية و الداخلية المؤثرة على مردود المقطر..... 24
2-6-1 العوامل الخارجية..... 24
2-6-1-1 شدة الاشعاع الشمسي (HS)..... 24
2-6-1-2 سرعة الرياح( V m/s) ..... 24
2-6-1-3 درجة حرارة الهواء المحيط (Ta)..... 25
2-6-1-4 عوامل أخرى جوية..... 25
2-6-2 العوامل الداخلية..... 25
2-6-2-1 ميل الزجاج على السطح ألأفقي..... 25
2-6-2-2 تأثير عمق الماء المالح في قاعدة المقطر..... 26
2-6-2-3 المسافة التي تقسم السطح الحر إلى لاقطين..... 26
2-6-3 تأثير البارومترات المختلفة على المقطرات الشمسية..... 27
2-6-3-1 تأثير العزل الحراري على جسم المقطر..... 27
2-6-3-2 تأثير تسرب البخار من المقطر..... 27
2-6-3-3 تأثير تسرب الماء المقطر الناتج..... 27
2-6-3-4 تأثير المسافة بين الغطاء و سطح الماء..... 27
2-6-3-5 تأثير تركيز الملح في قاعدة المقطر..... 27
2-7 دراسة نظرية للمقطر الشمسي المسطح..... 28
2-7- الميزان الطاقوي للمقطر..... 28
2-7-1 الميزان الطاقوي للزجاج..... 28
2-7-2 الميزان الحراري للماء..... 29
2-7-3 الميزان الحراري للحوض الداخلي..... 29
2-7-4 الميزان الحراري للعازل..... 29
2-7-5 تدفق الماء المقطر..... 30
2-7-6 معاملات التبادل الحراري..... 30
2-7-6-1 انتقال الحرارة بالإشعاع ماء- زجاج..... 30
2-7-6-2 انتقال الحرارة بالحمل ماء - زجاج..... 31
2-7-6-3 انتقال الحرارة بالتبخير..... 31
2-7-6-4 انتقال الحرارة بالإشعاع زجاج- وسط..... ..... 31
2-7-6-5 انتقال الحرارة بالحمل زجاج – محيط..... 32
2-7-6-6 انتقال الحرارة بالحمل حوض-ماء..... 32
2-7-6-7 التدرج للحرارة..... 33
2-7-6-8 انتقال الحرارة بالتوصيل العازل-الحوض..... 34
2-7-6-9 انتقال الحرارة بالتوصيل عبر العازل..... 34
2-7-6- 10انتقال الحرارة بالحمل عبر العازل..... 34
2-7-6-11انتقال الحرارة بالإشعاع عبر العازل..... 34
2-8 الخاتمة..... 35

**الفصل الثالث:الدراسة التجريبية**


3-1 المقدمة..... 37
3-2 المقطر الشمسي البسيط..... 37
3-3 مبدأ عمل المقطر الشمسي..... 37
3-4 طريقة عمل المقطر الشمسي..... 37
3-5 مقطر الشمسي بميل واحد..... 37
3-5-1 مكونات المقطر الشمسي..... 38
3-6 أجهزة وأدوات القياس المستعملة في التجربة..... 40
3-6-1 جهاز ا الاردوينو..... 40
3-6-1-1مكوناته..... 41
3-6-1-2 برنامج الاردوينو..... 42
3-6-1-3 التطبيقات المتوافقة مع الاردوينو..... 42
3-6-2 جهاز قياس التوصيلية الكهربائية..... 48
3-6-3 الأنابيب المدرجة..... 49
3-6-4 بيرا مومتر..... 49
3-6-5 جهاز الPh متر..... 49
3-7 المكونات اللازمة لتصنيع المقطر الشمسي..... 50
3-8 خطوات تصنيع المقطر الشمسي..... 52
3-9 الخطوات التجريبية..... 55
3-9-1 التجربة الاولى..... 55
3-9-2 التجربة الثانية (شهر ماي )..... 55
3-10 الخاتمة..... 57


**الفصل الرابع: النتائج التجريبية ومناقشتها**


4-1 مقدمة..... 59
4-2 النتائج الأولية..... 59
4-3 النتائج التجريبية..... 60
4-4 تحليل المنحنيات..... 61
4 - 4-1 تطور الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن..... 61
4 - 4-2 تطور درجة حرارة الجو بدلالة الزمن..... 62
4 - 4-3 تطور درجة حرارة الزجاج الخارجي بدلالة الزمن..... 63
4 - 4-4 تطور درجة حرارة الزجاج الداخلي بدلالة الزمن..... 64
4 - 4-5 تطور درجة حرارة الماء المالح بدلالة الزمن..... 65
4 - 4-6 تطور كمية الماء المقطر بدلالة الزمن..... 66
4- 5 مناقشة النتائج..... 66
4-6 الخاتمة..... 68

# فهرس الاشكال


| ترتيب الشكل | عنوان الفصل | الصفحة |
|---|---|---|
| | **الفصل الأول** | |
| (1.1) | طيف الإشعاع الشمسي | 06 |
| (2.1) | مكونات الإشعاع الشمسي الكلي الواصل لسطح الأرض | 07 |
| (3.1) | تأثير الغلاف الجوي على شدة الاشعاع الشمسي بأطيافه | 08 |
| (4.1) | التغير الفصلي لمدة النهار والليل | 09 |
| (5.1) | الثابت الشمسي $E_0$ خلال السنة | 09 |
| (6.1) | مخطط يبين استخدامات الطاقة الشمسية | 10 |
| (7.1) | أنظمة الخلايا الكهروضوئية | 11 |
| (8.1) | استعمال الطاقة الشمسية في تسخين المياه | 12 |
| (9.1) | نظام التدفئة الشمسية في منزل بواسطة ماء ،الهواء | 12 |
| (10.1) | رسم تخطيطي لطرق استغلال الطاقة الشمسية للحصول على التبريد | 13 |
| (11.1) | استعمال الطاقة الشمسية في الطبخ | 14 |
| (12.1) | استعمال الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية | 15 |
| (13.1) | استعمال الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية | 16 |
| | **الفصل الثاني** | |
| (1.2) | يوضح طريقة عمل المقطر | 19 |
| (2.2) | المقطر الشمسي البسيط ذو الميل الواحد | 20 |
| (3.2) | الميزان الطاقوي للمقطر الشمسي | 28 |
| | **فصل الثالث** | |
| (1.3) | رسم تخطيطي للهيكل الخارجي | 38 |
| (2.3) | رسم تخطيطي للمقطر الشمسي البسيط | 39 |
| (3.3) | مقطر الشمسي البسيط مع مرآة | 40 |
| (4.3): | البطاقة الالكترونية للاردوينو. | 41 |
| (5.3) | مكونات الاردوينو | 41 |
| (6.3) | برنامج الاردوينو. | 42 |
| (7.3) | توضح اللاقطLM35. | 43 |
| (8.3) | مصباح LED. | 43 |
| (9.3) | توضح العارض. | 43 |
| (10.3) | المحلل BCD | 44 |
| (11.3) | جهاز قياس التيار. | 44 |
| (12.3) | شاشة عرض. | 44 |
| (13.3) | جهاز التحكم عن بعد. | 45 |
| (14.3) | جهاز قياس التوصيلية الكهربائية | 48 |
| (15.3) | : توضح مخبار مدرج. | 49 |
| (16.3) | جهاز قياس Ph متر. | 49 |
| (17.3) | تجربة الفصل. | 55 |

(3. 18) يبين خطوات التجربة. 56

**الفصل الرابع**

(1.4) المقطرات اثناء التجربة 60
(2.4) منحنى تغيرات شدة الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الارض بدلالة الزمن 61
(3.4) منحنى تغيرات درجة حرارة الهواء بدلالة الزمن 62
(4.4) منحنى تغيرات درجة الحرارة الخارجية لسطح الزجاج الخارجي لكلى المقطرين (المرجعي - المدروس) بدلالة الزمن 63
(5.4) منحنى تغيرات درجة الحرارة الداخلية لسطح الزجاج الداخلي لكلا المقطرين (المرجعي - المدروس) بدلالة الزمن 64
(6.4) منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح في المقطرين بدلالة الزمن 65
(7.4) منحنى تغيرات كمية الماء المنتجة من المقطرين(المرجعي- المدروس) بدلالة الزمن 66
(8.4) منحنى كمية الماء المنتجة بدلالة الاشعاع الشمسي 66
(9.4) منحنى تغيرات كمية الماء المنتجة بدلالة درجة الحرارة الماء لكل من المرجعي و المحسن 67
(4. 10) منحنى تغيرات كمية الماء المنتج بدلالة الفارق بين درجة الحرارة الماء و الزجاج الداخلي لكل من المرجعي و المحسن 67

# فهرس الجداول


| ترتيب الجدول | عنوان الجدول | الصفحة |
|---|---|---|
| | **الفصل الاول** | |
| (1.1) | طيف الإشعاع الشمسي | 06 |
| | **الفصل الثالث** | |
| (1.3) | يوضح كيفية ربط لواحق الاردوينو مع بعضها البعض | 45 |
| (2.3) | الادوات اللازمة لإنجاز المقطر | 50 |
| (3.3) | خطوات تصنيع المقطر | 52 |
| (4.3) | الأدوات المستعملة لإنجاز المقطر | 54 |
| | **الفصل الرابع** | |
| (1.4) | الأحوال الجوية للتجربة | 59 |
| (2.4) | نتائج تحليل الماء المستعمل للتقطير | 59 |

**قائمة الرموز**

| الرموز | الاصطلاحات | الوحدة |
|---|---|---|
| Nj | رقم اليوم من السنة ابتداء من 1 جانفي (1....365 ). | يوم |
| G | الاشعاع الشمسي الكلي | w/ $m^2$ |
| S | الاشعاع الشمسي منتشر | w/ $m^2$ |
| D | الاشعاع الشمسي المباشر | w/ $m^2$ |
| E0 | لثابت الشمسي خلال السنة | w/ $m^2$ |
| Q evp | التدفق الحراري بالتبخير | w |
| S | سطح الغطاء الزجاجي | $m^2$ |
| $\dot{m}d$ | تدفق الماء المقطر | kg/ s |
| G | الطاقة الأفقي الشمسية الواردة إلى السطح | w/m2 |
| Lv | الحرارة الكامنة لتبخير الماء | J/kg |
| $Q_{eau}$ | التدفق الكتلي للماء | W |
| $\tau_v$ | معامل الامرار لزجاج | - |
| $\tau_e$ | معامل للإمرار للماء | - |
| $\alpha_e$ | معامل الامتصاص للماء | - |
| $\alpha_t$ | معامل الامتصاص الفعال للمقطر | - |
| $\alpha_f$ | معامل الامتصاص لعمق المقطر | - |
| $r_p$ | نسبة الأداء. | - |
| $m_d$ | كتلة الماء المقطر | Kg |
| $m$ | الكتلة | Kg |
| F.P.B | معامل الفعالية الاجمالية | - |
| F.P.H | معامل الفعالية ساعية | - |
| F.P | معامل الفعالية خطية | - |
| Lv | الحرارة الكامنة لتبخير الماء. | $(2.4\mu j/kg)$. |
| $C_{PS}$ | لحرارة النوعية لماء | kj/(kg.°k). |
| $Q_{re_vi}$ | تدفق حراري بالشعاع بين فيلم الماء والزجاج | W |
| $Q_{evap}$ | تدفق حراري بالتبخير- التكثيف بين فيلم الماء والزجاج | W |
| Q rve_ciel | تدفق الحراري الضائع للزجاج بالإشعاع نحو الخارج | W |
| Q CVa | تدفق الحراري الضائع للزجاج بالحمل نحو الخارج. | W |
| Q ce_vi | تدفق جراري بالحمل بين فيلم الماء والزجاج | W |
| δv | سماكة الزجاج | M |
| $\lambda_V$ | الناقلية الحرارية للزجاج | - |
| Q c.b_e | تدفق حراري بالحمل بين قاعدة المقطر وفيلم الماء | W |
| P e | قوة امتصاص الماء الموجود في قاعدة المقطر | Bars |
| Q cd | تدفق الحراري الضائع بالتوصيل للحوض | W |

| | | |
|---|---|---|
| $Q_{c.d.b_iso.i}$ | تدفق حراري بالتوصيل بين الحوض والعازل الحراري | W |
| $M$ | كتلة الماء المقطر | Kg |
| $L_V$ | الحرارة الكامنة للتبخير | °C |
| $T_e$ | حرارة الماء | °C |
| $T_V$ | حرارة الزجاج | °C |
| $Q_{re_v}$ | معامل تحويل الحرارة بالإشعاع بين فيلم الماء والزجاج | - |
| $\varepsilon_{eff}$ | الانبعاثية الفعالة. | W/ $m^2$ |
| $\sigma$ | ثابت ستيفان بولتزمان | W/ $m^2.k^4$ |
| $\varepsilon_e$ | انبعاثية الماء. | W/ $m^2$ |
| $\varepsilon_v$ | انبعاثية الزجاج | W/ $m^2$ |
| $h_{c.e_v}$ | معامل تحويل الحرارة بالحمل بين فيلم الماء و الزجاج | W/ $m^2$.k |
| $h_{evap}$ | معامل تحويل الحرارة بالتبخير –التكثيف بين فيلم الماء و الزجاج | W/ $m^2$.k |
| $h_{r.v_ciel}$ | معامل انتقال الحرارة بالإشعاع من الزجاج الى السماء . | W/ $m^2$.k |
| $T_{ciel}$ | درجة حرارة السماء | K |
| **V** | سرعة الريح. | (m/s) |
| $h_{c.b_e}$ | معامل تحويل الحرارة بالحمل بين قاع الخزان وفيلم الماء. | W/ $m^2$.k |
| $\lambda_f$ | الموصلية الحرارية للمائع(الماء). | w/m.k |
| Pr | عدد براندل | - |
| Gr | رقم كيرشوف | -- |
| L | طول العلبة الماصة | m |
| P | الكتلة الحجمية للماء | Kg/m3 |
| G | تسارع الجاذبية | m2/s |
| M | اللزوجة الديناميكية | Kg/m .s |
| B | معامل التمدد الحجمي للماء | k-1 |
| $T_b$ | درجة حرارة الحوض. | °C |
| $T_i$ | درجة حرارة العازل. | C° |
| $\lambda_b$ | الموصلية الحرارية للعلبة | w/m.k |
| $\delta_b$ | سمك الحوض | M |
| $\delta_{iso}$ | سمك العازل. | M |
| $\lambda_{iso}$ | موصلية العازل. | w/m.k |
| $h_{iso.e_a}$ | معامل انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والهواء الخارجي. | W/ $m^2$.k |
| P | الضغط | Bars |
| $\eta_0$ | الكفاءة الإجمالية | - |
| $\eta_d$ | الكفاءة اليومية الحظية | - |
| $\eta_i$ | الفعالية الداخلية | - |
| $R_s$ | الاشعاع الشمسي | w/ m2 |
| $T_{V-int}$ | درجة حرارة الزجاج الداخلي | C ° |
| $T_{v-ext}$ | درجة حرارة الزجاج الخارجي | C ° |
| $T_e$ | درجة حرارة الماء | C ° |

| | | |
|---|---|---|
| $T_a$ | درجة حرارة الجو | C ° |
| $Q_{eau}$ | كمية الماء | ml |

# مقدمة عامة

# الفصل الاول

## الطاقة الشمسية و تطبيقاتها

## 1-1 مقدمــة:

تعتبر الطاقة من أهم المواضيع التي استقطبت أنظار الباحثين، وذلك لتعدد وتنوع مجالات استخدامها نتيجة التـقـدم الصناعي الكبير والنمــو السكاني السريع، وتعتبر دول العــالم الثـالث الغير المصدرة للبترول أكثر الدول تضررا تأثرا بأزمة الطاقة، ومع ازدياد المعرفة بالتهديدات التي تواجه بيئة الكرة الأرضية نتيجة استخدام الوقود الأحفوري والطاقة النووية، مكننا هذا من التعرف على جملة من المشاكل البيئية كالتلوث الجوي بالغازات السامة، الأمر الذي ساهم في تغيير مناخ الأرض، ومنه نجد أن مصادر الطاقة المتجددة كحل أنسب للخروج من هذه الأزمة.

إن مصادر الطاقة المتجددة هي المصادر التي تتولد بصورة طبيعية و بصيفة مستمرة أي تتجدد كل يوم، وهذا النوع من الطاقة مفيد للإنسان، و يمكن الاستفادة من هذه المصادر بدون التأثير على البيئة، و المصدر الرئيسي لهذه الطاقات هو الشمس و الجاذبية، ودوران الأرض ...

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم موارد الطاقة في العالم، إذ لا يخف عن أحد ما الطاقة الشمسية الإشعاعية من أهمية عظيمة مباشرة وغير مباشرة، فهي تعد بالأجدر المصدر الوحيد للطاقة الحرارية الواصلة إلى سطح الأرض، لذلك استحوذت على تفكير العديد من العلماء والمهندسين والمعماريين لتكثيف الجهود والبحث العلمي للوصول إلى افضل الطرق الممكنة لاستفادة من الطاقة الشمسية، إذا يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال التحويل الكهروضوئي إلى تيار كهربائي عبر الخلايا الشمسية والتحويل الحراري لطاقة الشمسية والتي نحن بصدد دراستها تعمل على تحويل الإشعاع المرسل إلى حرارة عبر المجمعات الشمسية .

وفي هذا الفصل سنتطرق بالتفصيل الى الطاقة الشمسية والعوامل المؤثرة على شدة الأشعة الشمسية قبل وصولها إلى سطح الأرض وكذلك الطاقات الناجمة منها وكذلك تطبيقاتها واستخداماتها الحياتية.

## 1- 2 الطاقة الشمسية:

تعتبر الطاقة الشمسية الواردة الينا من الشمس من اهم انواع الطاقات التي يمكن للإنسان استغلالها، فهي طاقة مستمرة اي لا ينتج عن استخدامها غازات او نواتج ثانوية ضارة بالبيئة مقارنة بمصادر اخرى ولا تترك مخلفات على درجة من الخطورة مثل النفايات المشعة التي تتخلف عن استعمال الطاقة النووية .

فكرة استخدم الطاقة الشمسية في التسخين او تحريك الآلات ليست بجديد على الاطلاق، لذا اصبح لطاقة الشمسية مكانة رائدة بين الطاقات الاخرى في الوقت الحاضر، اعتمدت اغلب دول العالم ميزانية كبيرة في استغلال هذه الطاقة.

لقد تعددت و تنوعت الطرق المقترحة للاستفادة منها مثل استخدام المرايا العاكسة لتجميع ضوء الشمس او ابتكار طرق لتجميع حرارة الشمس وامتصاصها او تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية بواسطة خلايا الشمسية وغيرها من الاستخدامات .[1]

## 1-2-1 تعريف الاشعاع الشمسي:

ينتج الاشعاع الشمسي من الفرق في الكتلة عند الاتحاد أربع ذرات الهدروجين لتنتج ذرة هليوم ، لما كانت كتلة الهليوم الناتجة أقل من مجموع كتل ذرات الهيدروجين الداخلة فان فرق الكتلة يتحول الى حرارة وضوء ينتقل على هيئة أشعة بمعدل انبعاثها $3.8x10^{32}$ كيلو واط ينتقل هذا الاخير بسرعة قدرها $3x10^{8}$ m/s ومن المعرف ان المسافة بين الارض والشمس تقدر ب $150\ x10^{8}$ Km وبالتالي تأخذ 8.33min حتى تصل الى الارض.

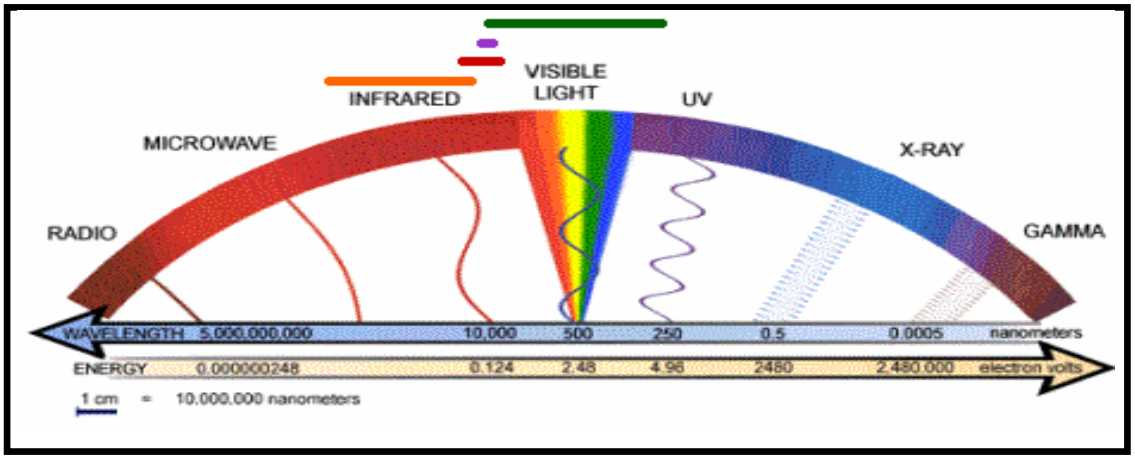
لا تلتقط الارض إلا قسما ضئيل جدا من الاشعاع يقدر ب $2x10^{-9}$ من مجموع الاشعاع.

يتميز الاشعاع الشمسي بموجات مختلفة الاطوال تسمى بالطيف الاشعاع الشمسي، كما يوضح الجدول أدناه مجالات طيف الاشعاع الشمسي[3].

**الجدول (1-1):** طيف الإشعاع الشمسي[3]

| الطول الموجي(الميكرو متر) | المجال الطيفي | النسبة الطاقة |
|---|---|---|
| 0.2- 0.4 | فوق البنفسجية | 9% |
| 0.4- 0.74 | المرئي | 41% |
| 0.74- 4 | تحت الحمراء | 50% |

الموجات الكهرومغناطيسية مقسمة إلى نطاقات حسب أطوالها الموجية كما في الشكل التالي:




**الشكل(1-1):** طيف الإشعاع الشمسي[7].

و من هذا الطيف الكبير للموجات الكهرومغناطيسية نشعر فقط بالموجات في نطاق الأطوال من 0.1 إلى 100 ميكرون والتي تسمى بالإشعاع الحراري، والجدير بالذكر أن نطاق الضوء المرئي يحتل جزءا يسيرا من طيف الإشعاع الحراري[12].

## 1 -2-2 أقسام الاشعاع الشمسي:

تصدر الشمس الطاقة وتأتي على شكل إشعاع شمسي متدفق يخترق الغلاف الجوي الأرضي حيث ينعكس جزء منه في الفضاء خارج الغلاف الجوي، كما يتشتت جزء داخله، أما الجزء المتبقي فينفذ عبر الغلاف الجوي، وبالتالي فأن الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض يتكون من قسمين:

### 1-2-2 - أ الإشعاع الشمسي المباشر (S):

هو ذلك الجزء من الإشعاع الشمسي الذي يعبر الغلاف الجوي دون انعكاس ولا تشتت، أي عبارة عن حزمة ضوئية مباشرة من الشمس وتبقى على حالها دون ضياع.

### 1-2-2 - ب الإشعاع الشمسي المنتشر(D):

الذي يصل الأرض بعد تعرضه لعدة عمليات منها البعثرة بواسطة الدقائق العالقة في الجو، والامتصاص بواسطة بخار الماء و بعض الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون والانعكاسات بسبب الغيوم و العوالق الأخرى في طبقات الجو[10].

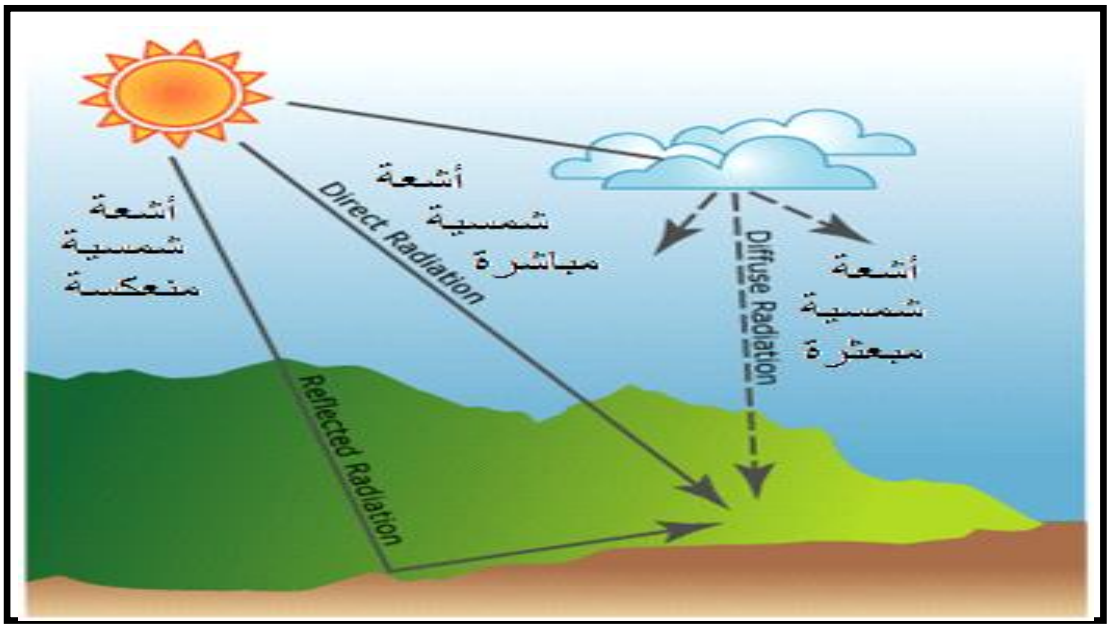
### 1-2-2 - ج الشعاع الشمسي الكليG:

هو الإشعاع الشمسي الواصل إلى نقطة من سطح الأرض الناتج من مجموع الإشعاعيين المباشر والمنتشر [4].

كما في المعادلة

$$G = S + D \quad [W/m^2] \qquad \textbf{(1-1)}$$

كما يبن في الشكل (2-1) ذلك:



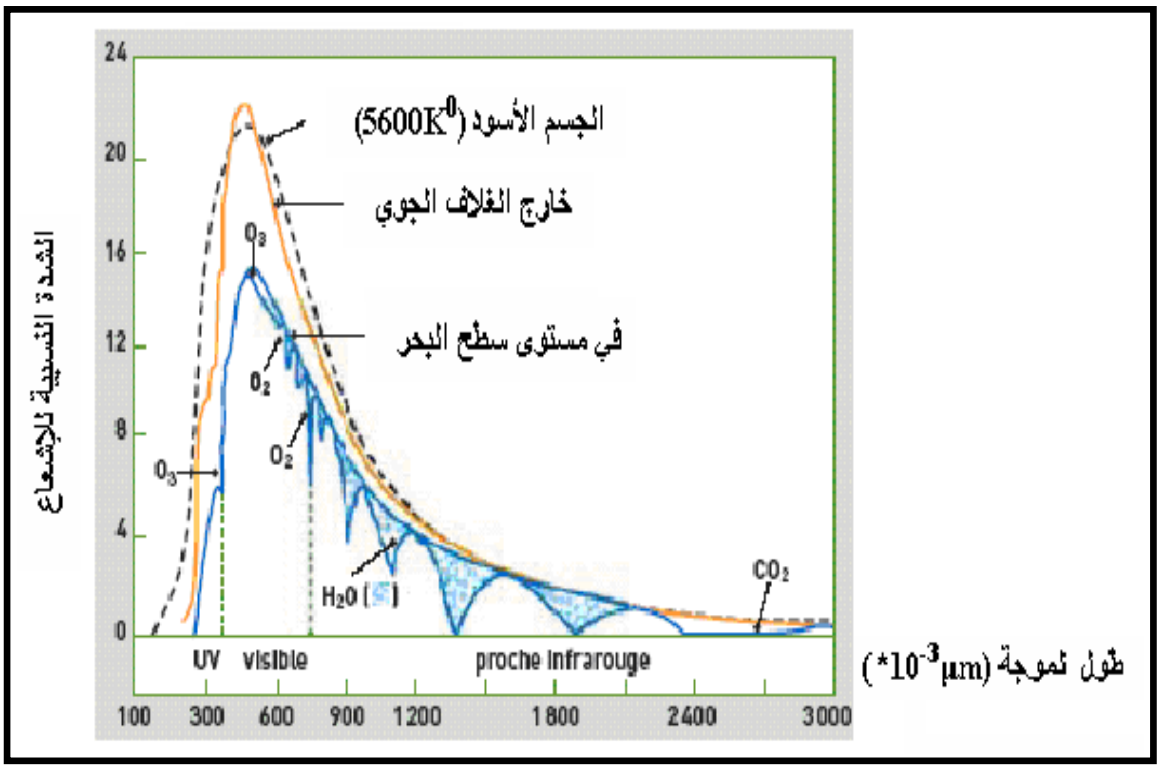

**الشكل (2-1):** مكونات الإشعاع الشمسي الكلي الواصل لسطح الأرض[4].

## 1- 3 العوامل المؤثرة على شدة الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض:

وقد تتعرض الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض بعدة عوامل تأثر على شدتها أهمها[2]:

### 1 -3-1سمك الغلاف الغازي وزاوية سقوط الأشعة:

إن مكونات الغلاف الجوي لها تأثير على تدفق الأشعة الشمسية المستقبلة من طرف سطح الأرض الشكل( 1-3)، بحيث عند اختراق الأشعة الشمسية لطبقات الغلاف الجوي، فإن مسارها وكميتها يتغيران حسب مكونات كل طبقة وسمكها، من خلال عوامل الامتصاص والتشتت والانعكاس وبإضافة لذلك هناك علاقة عكسية بين سمك طبقة الغلاف الغازي والأشعة الواصلة لسطح الأرض، بحيث تنخفض الطاقة الواصلة لسطح الأرض مع زيادة سمك الغلاف الجوي، وكذا زاوية سقوط الأشعة الشمسية لها دخل في تقدير كمية الإشعاع الواصل لسطح الأرض، حيث تبلغ كمية الإشعاع أقصاها عندما تسقط بزاوية عمودية فوق سطح الأرض، وكلما زادت زاوية السقوط الأشعة انخفضت معها نسبة الطاقة الواصلة لسطح الأرض، أي أن الأشعة الساقطة بزاوية معينة تتعرض لامتصاص وتشتت أكثر من الأشعة العمودية[5].

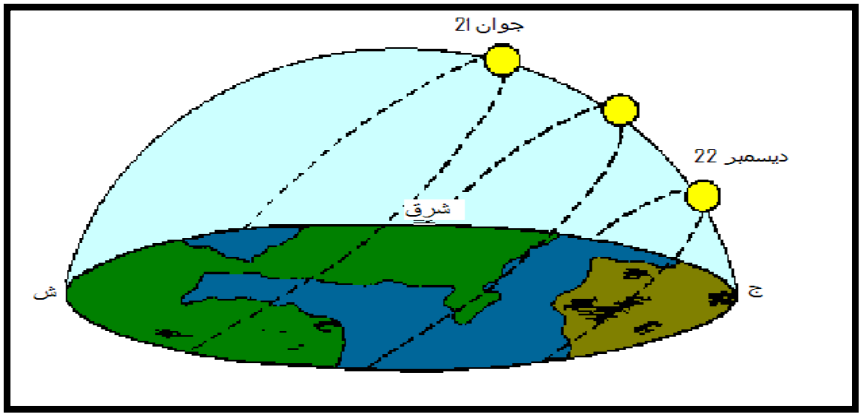



**الشكل (1-3 ):** تأثير الغلاف الجوي على شدة الاشعاع الشمسي بأطيافه.[2]

## 1- 3- 2 انعكاس حركة الأرض حول الشمس و حول نفسها:

تدور الأرض حركة دورا نية خلال اليوم حول محورها فينتج عنها تعاقب الليل مع النهار ودورة سنوية حول الشمس، الفصول الأربعة الناتجة عن ميل محور دورانها حول الإهليجي بزاوية°23و°26، بحيث تنعكس هذه الزاوية بتوزيع غير منتظم لدرجة الحرارة، كما أن الأشعة الشمسية تسقط بزاوية عمودية عند

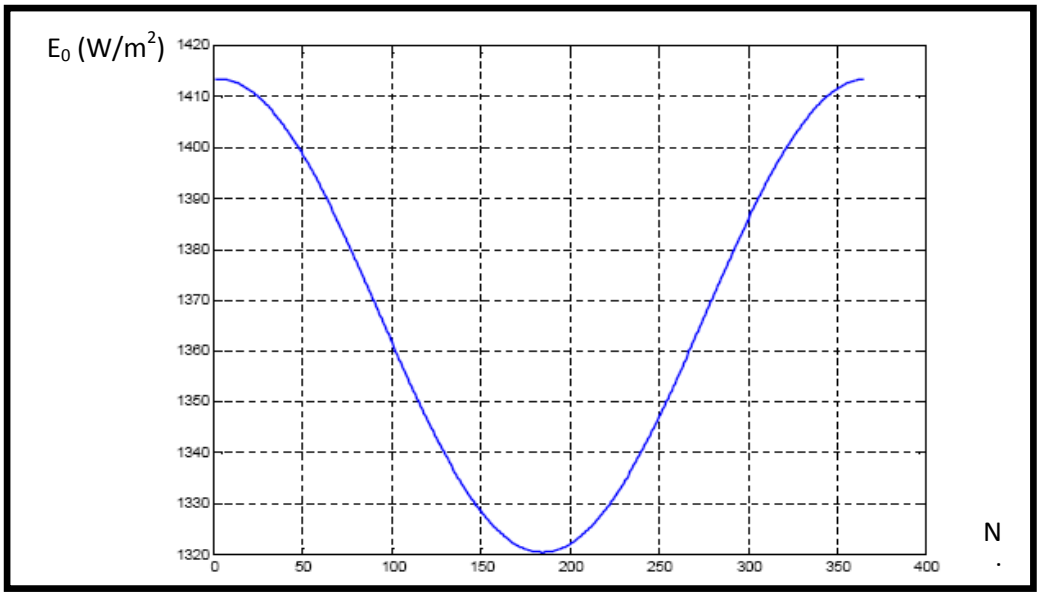
خطوط العرض °23 و°26، من نصفي الكرة الأرضية، أما القسم الباقي من الأرض فيبقى في ظلام تام، أي ما فوق خطي عرض °66 و °30 بدائرة القطب الشمالي أو الجنوبي [4].




**الشكل (1-4 ):** التغير الفصلي لمدة النهار والليل[4].

## 1 -3- 3 البعد بين الأرض والشمس:

إن بعد الشمس عن الأرض يختلف من فصل إلى آخر وذلك لأن الأرض تسلك مسار إهليجيا في دورانها حول الشمس، فلوحظ أن قوة الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض يتغير حسب اقتراب أو ابتعاد الأرض عن الشمس و ذلك حسب اليوم من السنة كما هو مبين في الشكل (1 - 5).




**الشكل ( 1- 5):** الثابت الشمسي $E_0$ خلال السنة[2].

Nj: رقم اليوم من السنة ابتداء من 1 جانفي (1....365 ).

## 1 - 4 الطاقة الشمسية مصدر لأنواع أخرى من الطاقة:

الطاقة الشمسية التي تستقبلها الأرض هي مصدر الحياة على سطحها حيث هي المصدر المباشر والغير مباشر لمختلف أنواع الطاقات المتوفرة عليها، وذلك باستثناء الطاقة النووية وطاقة المد والجزر، وهذه الطاقات نذكر منها:

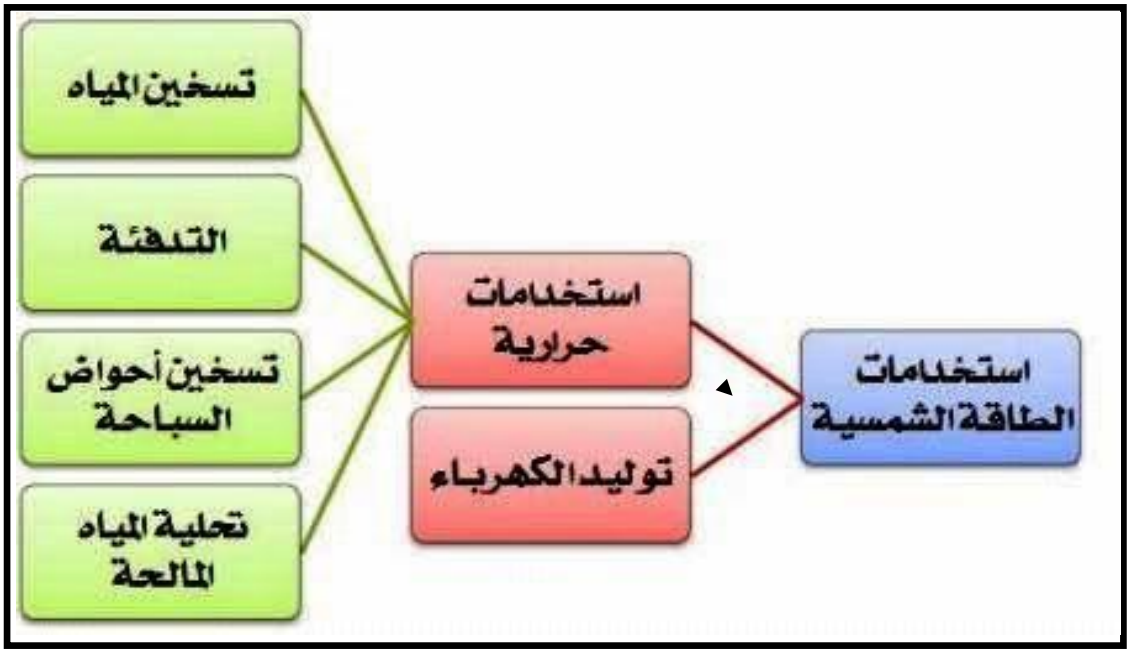
الطاقة النباتية -الطاقة الهوائية -الطاقة الجيو حرارية - طاقة الوقود الأحفوري

- **الطاقة المائية**

إن الاشعة الشمسية الساقطة على المحيطات والبحار و التي تكون ثلاثة أرباع الاشعاع الشمسي الكلي الواصل الى سطح الارض تقوم بتبخير الماء، وقسم من هذه طاقة المخزنة يسقط على شكل أمطار أو ثلوج فتسبب جريان الماء في الانهار والجداول التي تصب بعد ذلك في البحار و المحيطات [15].

## 1 - 5 استخدامات الطاقة الشمسية:

وتأتي أهمية الطاقة الشمسية من كونها طاقة هائلة يمكن استغلالها في أي مكان وتشكل مصدرا مجانيا لوقود لا ينضب كما تعتبر طاقة نظيفة كما يمكن استخدامها في العديد من المجالات أهمها




**الشكل**(1-6)**:**مخطط يبين استخدامات الطاقة الشمسية[5].

### 1 -5- 1توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية:

هي عملية التحويل المباشر للطاقة الشمسية الى كهرباء بواسطة ألواح الخلايا الفوتو فولطية والتي تصنع من بعض المواد التي لها القدرة على القيام بعملية التحويل الكهرو ضوئي (تعتمد هذه العملية على ظاهرة تحرر الالكترونات من سطح بعض المعادن ) وتدعى بأشباه الموصلات مثل الجرمانيوم .

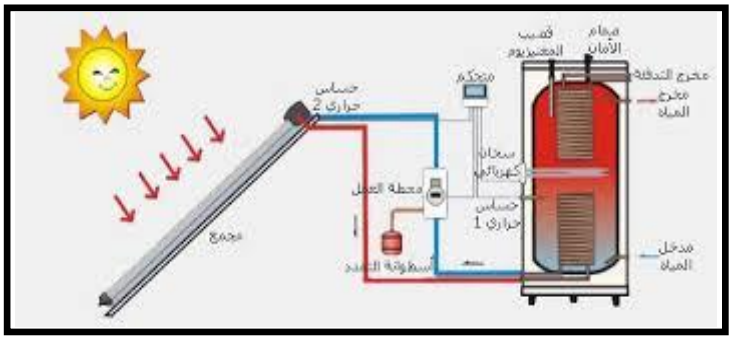
يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء باستخدام محولات فولتو ضوئية (PV) وكذلك عملية تركيز الطاقة الشمسية (CSP) والعديد من الأساليب التجريبية الأخرى، وتستخدم المحولات الفولتو ضوئية بشكل أساسي لإمداد الأجهزة الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء[7] .

**الشكل(1-7):** أنظمة الخلايا الكهروضوئية[13].

## 1-5- 2 الاستخدامات الحرارية:

### 1 -5- 2-1 تسخين المياه:

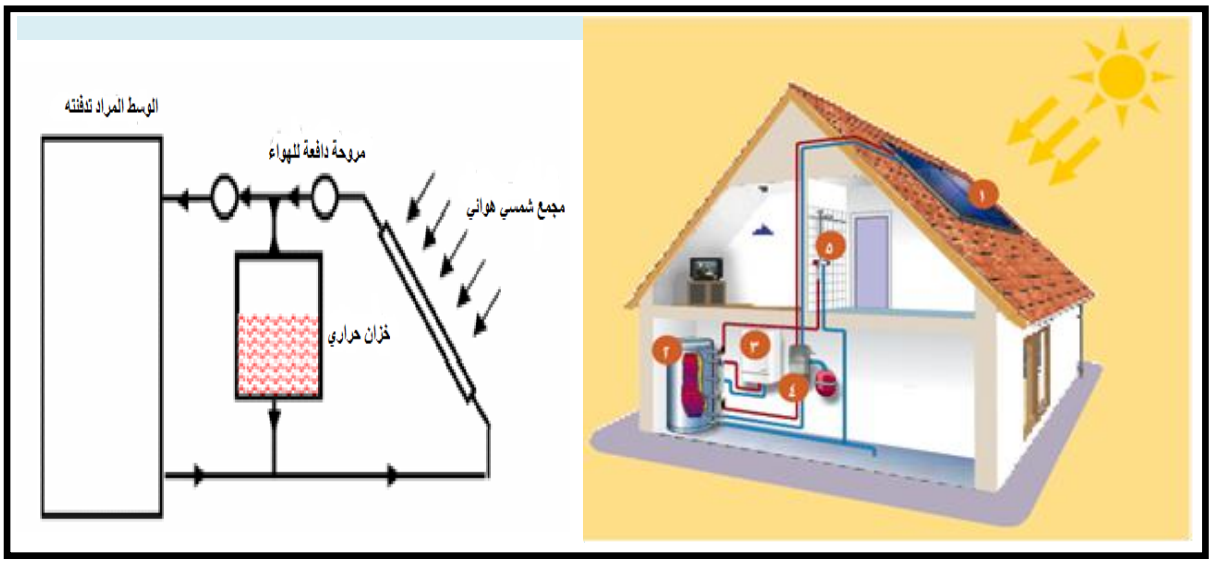
تستخدم انظمة التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية، لتسخين الماء، فمن أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة (44٪)، والألواح المستوية المصقولة (34٪ ) التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل، وكذلك الألواح البلاستيكية غير مصقولة (21٪ ) التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة [7].
تعتمد عملية التسخين على استخدام المجمعات الشمسية المسطحة ذات التكلفة المنخفضة، عادة يثبت على أسقف المباني ليقوم بتجميع الإشعاع الشمسي، ومعظم هذه السخانات بسيطة في تصميمها وتعمل على رفع درجة حرارة الماء (أقل من 100 درجة مئوية )، تستخدم السخانات الشمسية بكثرة في المناطق الدافئة والمشرقة، وهذا النوع من السخانات يطلق عليه المجمع المسطح Flat Plate Collection، تسخن القاعدة السوداء بواسطة أشعة الشمس الساقطة عليها، ومن ثم الأنابيب التي تحمل الماء ويقوم الغطاء الزجاجي بحبس الهواء الساخن داخل المجمع لزيادة سرعة رفع الحرارة[11-1] .




**الشكل**(1-8)**:**استعمال الطاقة الشمسية في تسخين المياه.

## 1 -5- 2-2التدفئة:

التدفئة هي عملية ضخ كمية من الحرارة المستمدة من الطاقة الشمسية إلى داخل الحجم المراد تدفئته، وتتعد نماذج التدفئة وتتوزع من حيث طريقتها وكذا كفاءتها فمنها التدفئة المباشرة بأشعة الشمس، وفيها تصنع معظم واجهات المنازل من الزجاج الشفاف كما يمكن استخدام أنظمة للتدفئة تعتمد على الهواء، حيث يتم تسخين الهواء وهذا عن طريق استخدام المجمعات الشمسية ومن ثم يتم دفع هذا الهواء داخل الوسط المادي المراد تدفئته وهذا بواسطة مروحة وهناك نظام تدفئة آخر يعتمد على الماء الساخن، وهو نسخة مطابقة للنظام السابق لكن يختلف عنه في وسيلة التسخين الحراري فالأول يعتمد على الهواء في نقله للحرارة، أما الثاني فيعتمد على الماء المسخن بشكل أساسي عن طريق المجمعات الشمسية **[1]**.




**الشكل**(1-9)**:** نظام التدفئة الشمسية في منزل بواسطة ماء ،الهواء[13-1].

1- سخان
2- خزان التسخين الشمسي
3- الغلاية
4- محطة الطاقة الشمسية مع ضابط شمسي مدمج

5- موضع استهلاك الماء الساخن

## 1 -5- 2 - 3 التبريد الشمسي:

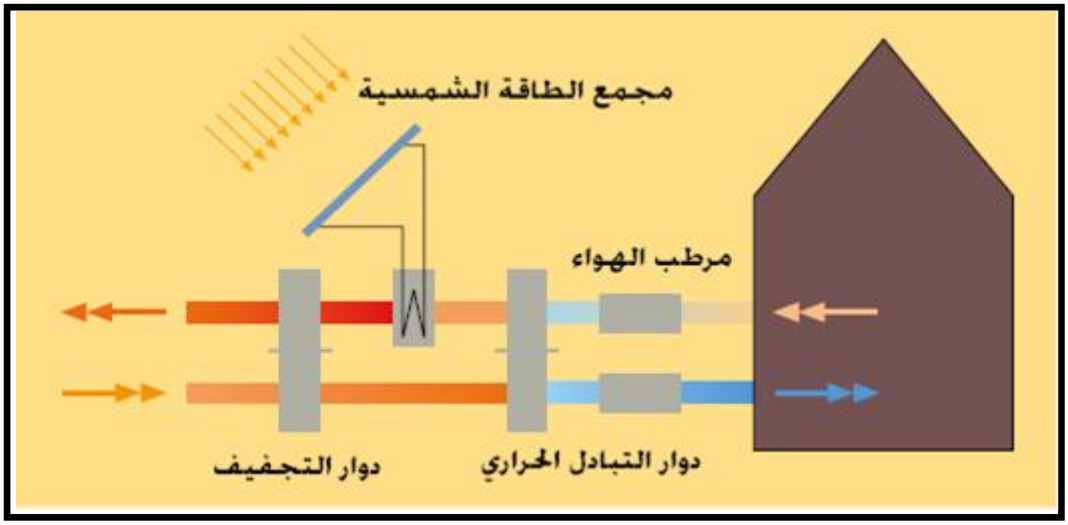
التبريد الشمسي هو عملية نقيض لعملية التدفئة، وهو عبارة عن ضخ الحرارة من داخل حيز معين إلى الخارج وذلك باستعمال أداة ميكانيكية تعمل على ذلك.
يمكن أن تسهم التقنية الشمسية الحرارية إسهاما بارزا في تبريد الهواء إذ تستخدم الحرارة المكتسبة في السخان كطاقة تعمل على تشغيل معدات إنتاج الهواء البارد، و لعل من المميزات الهامة لهذه التقنية أن الحاجة للتبريد تظهر في نفس وقت سطوع الشمس (وهو ما تنتفي معه الحاجة اي يتضاد معه الحاجة) و يشيع استخدام نظامين لتبريد الشمسي مختلفين هما على التوالي:

- **الأنظمة المغلقة:**

في هذه الأنظمة يتم استخدام الحرارة الشمسية لتشغيل عملية التبريد بالامتصاص و لا يكون للسوائل الموجودة في هذه العملية أي تلامس مع الهواء الجوي.

- **الأنظمة المفتوحة :**

وعلى النقيض مما سبق تشمل "العملية المفتوحة " على تبريد المياه في تلامس مباشر مع الهواء الجوي وتعرف بطريقة المادة المجفف [12-13].




**الشكل(1-10):** رسم تخطيطي لطرق استغلال الطاقة الشمسية للحصول على التبريد[13] .

## 1 -5- 2 - 4 الطبخ الشمسي:

إن استخدام الطاقة الشمسية للطهي هو أحد حلول المهمة لتخلص من استخدام الخشب خصوصا أن كلفتها قليلة و الحصول عليها يسير جدا، ويعتمد الطباخ الشمسي على الأساس العلمي الاستفادة من مبدأ الاحتباس الحراري الناجم عن سقوط الإشعاع الشمسي داخل الصندوق المعزول من جميع جوانبه بعازل حراري جيد، عدا الجانب العلوي الموجه للشمس إذ يغطى بالزجاج كما يتم طلاء أسطحه الداخلية بالأسود من اجل امتصاص اكبر قدر ممكن من الإشعاع كما هو مبين في الشكل أدناه، و يختلف طهي الطعام من وجبة لأخرى فمثلا الأرز يحتاج إلى 2 سا و اللحم 3 سا [1].
فان أردنا تسخين الطعام فيجب أن نغير من زاوية الانحراف لتقليل من درجة الحرارة، ولتقليل من وقت الطبخ فقد تطور الطباخ الشمسي إلى عدة أنواع ذو مرآة واحدة أو ذو مرآتين أو ذو ثلاثة مرايا وذو المجمع البؤري و قد يستطيع هذا الأخير رفع درجة الحرارة إلى أكثر من 150درجة مئوية [2] .

**الشكل(1-11):**استعمال الطاقة الشمسية في الطبخ [2].

## 1 -5- 2 - 5 تجفيف المحاصيل:

التجفيف في الحقيقة هو عملية تخليص مواد مختلفة من كل السوائل الموجودة فيها بما في ذلك الماء، حيث كان الناس قديما يلجؤون إلى تجفيف الأغذية و الخضراوات و الفواكه المعرضة للتلف، أو التي ينتهي موسم ظهورها بعد فترة قصيرة[12].
التجفيف بشكل عام من أقدم استخدامات الطاقة الشمسية، وخاصة تجفيف المحاصيل فهو مسألة قديمة لتخليص المحاصيل من قسم من السوائل الموجودة فيها وذلك لمنعها من التلف وجعلها صالحة للخزن لفترات طويلة [6].

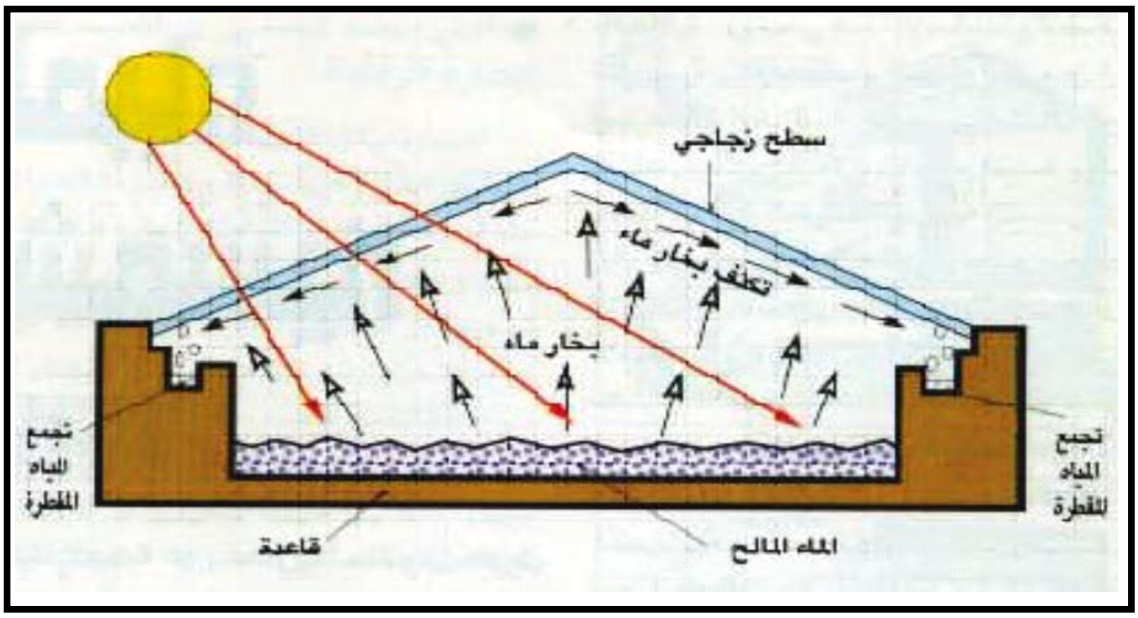
**الشكل**(1-12)**:**استعمال الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية[2].

## 1 -5- 2- 6 تحلية المياه:

عملية التحلية تعني تحويل المياه المالحة إلى مياه عذبة عن طريق المقطرات الشمسية المتنوعة، نأخذ مثلا المقطر الشمسي الحوضي الذي هو عبارة عن حوض ذو قاعدة سوداء اللون وسطح زجاجي مائل بزاوية، ويتكاثف على سطحه الداخلي بخار الماء الناتج من تسخين قاعدة الحوض [11-9].

فالعرب يرجع لهم الفضل في ذلك، فهم أول من بدأ فكرة تحلية المياه المالحة باستخدام أشعة الشمس، وذلك في القرن السابع ميلادي، وهي تعتبر أحد الحلول المطروحة لحل أزمة المياه الناشئة في عالم عامة والدول العربية خاصة ذلك كونها تتوفر على شواطئ بحرية وتتمتع بقوة طاقتها الشمسية، و تعاني في الوقت نفسه من ندرة مائها العذب.

ويوجد هنالك العديد من الطرق المستخدمة لتحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية، ومنها أن تتم عملية التحلية بطرق غير مباشرة والتي تعتمد على توفير الطاقة اللازمة لوحدات التحلية من الطاقة الشمسية ثم تحويلها إلى طاقة حرارية يستفاد منها في محطات التحلية و تتضمن طريقتين الطريقة الغير مباشرة و تشمل طريقة الأغشية التناضح العكسي -التناضح الأمامي -الفرز الغشائي الكهربائي وطريقة التجميد، وكذلك طريقة التقطير(العادي -الومضي متعدد المراحل -متعدد التأثير -التبخير بواسطة الطاقة الشمسية).
أما الطريقة المباشرة فتعتمد على استغلال الأشعة الشمسية مباشرة كمصدر حراري، ذلك لرفع درجة حرارة المياه المالحة إلى درجة التبخر، ثم تكثيفها على أسطح باردة باستخدام المقطرات الشمسية [14].




**الشكل (1-13):** استعمال الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية[2].

## 1 - 6 المردود الاقتصادي لتحلية المياه بالطاقة الشمسية:

بالنظر لوجود الحاجة للمياه العذبة في المناطق الصحراوية والساحلية في الجزر الصغيرة ولصعوبة ايجاد مصادر الطاقة التقليدية بات من الضروري استخدام التكنولوجيا المتاحة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية، وخاصة عند الحاجة لكميات قليلة من الماء تتراوح من 15-10متر مكعب /يوم، وهذا ما ثبت نجاحه من ناحية الفنية والاقتصادية، وتعتمد تكاليف انتاج المكعب من المياه على التكلفة الاولية لإنشاء وحدات المقطرات الشمسية وتكاليف تشغليها وصيانتها،
والمقطرات الشمسية لا يحتاج الى صيانة مستمرة كما لا تحتاج كادر فني لتشغليها طول الوقت سوى الاكتفاء بالفحص الدوري لمتابعة الاداء، يمكن انشاء وحدات ارخص قليلا وذلك باستخدام غطاء بلاستيكي شفاف منخفض الثمن مقارنة بالتكلفة غطاء الزجاجي وحتى الان تعتبر وحدات تحلية المياه بالطاقة الشمسية اقتصادية عند استعمالها في المناطق الصحراوية والساحلية الجبلية والجزر[8].

## 1- 7 الخاتمة:

تطرقنا في هذا الفصل الى عموميات حول الطاقة الشمسية حيث عرجنا الى الاشعة الشمسية و كذا العوامل المؤثر عليها، بالضافة الى الطاقات الناجمة عن الطاقة الشمسية، و إن مختلف العوامل المؤثرة على شدة تدفق الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض والتي تتعلق بسمك الغلاف الجوي وزاوية سقوط الأشعة ، وكذا حركة الأرض والشمس و التي يتحدد من خلالها تغيرات التدفق الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض خلال يوم واحد أو على مدار أيام السنة، وللطاقة الشمسية الواعدة في هذا العصر نوعان من الاستخدامات :الاستخدام الحراري و الاستخدام الكهرو ضوئي، ومن بين الاستخدامات الحرارية التي درست استخدامها لتحلية المياه المالحة، حيث سنتناول في الفصل الثاني الدراسة النظرية للمقطر المستعمل لتحلية المياه.

# الفصل الثاني

## الدراسة النظرية لمقطر شمسي بسيط

## 2 -1 المقدمة

التقطير الشمسي هو احد التقنيات الرائجة البسيطة المستعملة في تحلية المياه، في الحقيقة لها نفس مبدا الظواهر الطبيعية الحقيقية، فعندما تنبعث الاشعة الشمسية على ماء البحيرات او المحيطات الانهار .....فإنها تسخن الماء، فهذا الاخير يتبخر و يرتفع الى الاعلى لأنه أصبح أخف وزنا، ثم ينتقل البخار عبر الرياح حتى يصل الى مكان اكثر برودة فيتكثف هذا الاخير ويشكل سحبا، وبعد ذلك يمكن ان يكون مطرا او ثلجا .

محاكاة لهذه الظاهرة الطبيعية فإننا نستطيع الحصول على مياه مقطرة من خلال المقطرات الشمسية المصنوعة محليا (تجربة مخبرية)، ويبقي السؤال المطروح هل بالفعل نستطيع بإمكانيات بسيطة أن نحقق هذه الظاهرة ؟،هل نستطيع صناعة هذا الجهاز دون مشاكل ؟ هل سنحصل على ماء مقطر اذا انجزنا المقطر؟.

## 2 - 2 لمحة تاريخية:

منذ القدم عرف الانسان ان لشمس طاقة هائلة، وحاول ايجاد اساليب لاستغلال هذه الطاقة بالشكل الذي يفيد، فأولى الاكتشافات لما وضع العالم Archimède اول نقطة في مجال الطاقة الشمسية باختراعه مادة الزجاج لما لديها من خصائص، بحيث من الممكن تصنيع عدسات ومرايا تساهم في الاستغلال هذه الاشعة .

في القرن18 اخترع العالم الفيزيائي Saussure اللواقط الشمسية بغرض اهداف علمية، وفي نفس العصر قام العالم كيميائي الفرنسي Lavoisier بصنع موقد للإذابة الذهب الابيض، وهذا الموقد يسخن حتى 1755 C°، في سنة 1839 اكتشاف العالم الفيزيائي الفرنسي Edmond Becquerel التأثير الحراري-الكهربائي، و كذلك أول استخدام لطاقة الشمس في التقطير كان من طرف الإنجليزي Harding في سنة 1972 في الشمال الشيلي في الصحراء، وكان على شكل احواض سوداء تستعمل كماص لأشعة الشمس، ويوضع في هذا الحوض الساخن ماء على السمك رقيق فيعمل السطح الاسود عمل المبخر، ويستقبل البخار المتصاعد من الطرف السطح الداخلي للزجاج المائل بزاوية 20 °، ذو درجة الحرارة الاقل من الصفيحة الماصة السوداء نسبيا، ويتجمع في قناة خاصية بالماء المقطر، وينتج هذا المقطر اكثر من 20 m من الماء الصالح للشرب في اليوم 9.

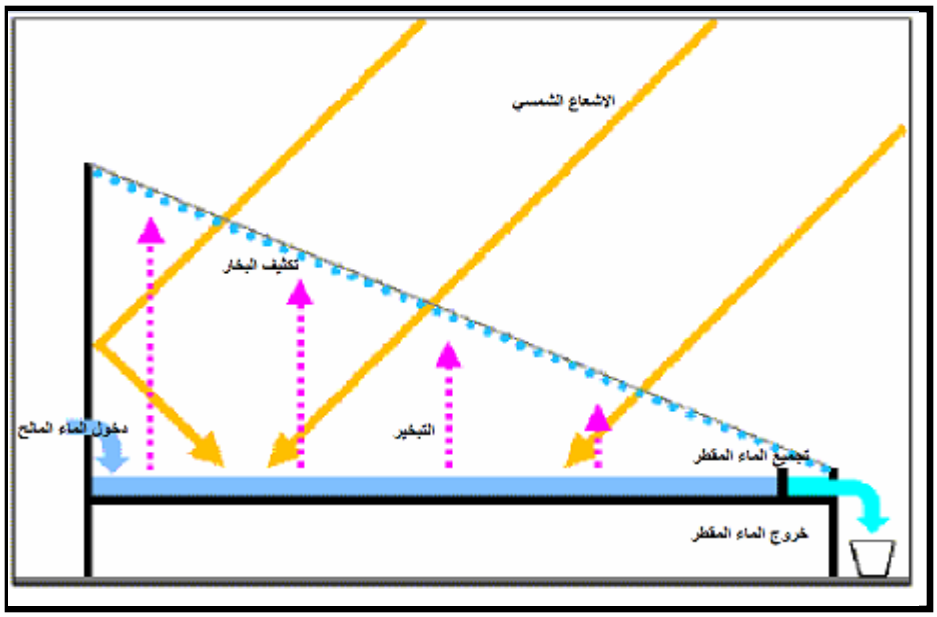
اما في سنة 1878 فقد انشا الفرنسي Mouchot Augusta الة ذات بخار الشمسي قابلة لقيادة الة الطبع وطور اول نظام لإنتاج الماء الساخن بكاليفورنيا سنة 1891[2-17].

## 2 -3 مبدأ عمل المقطرات الشمسية المسطحة:

نملا المقطر المبين ادناه (1.2) بحجم معين من الماء عبر قناة التعبئة ليتم تسخينه بالأشعة الشمسية التي تصل سطحه عبر غطاء الشفاف (الزجاج)، فترفع درجة حرارته الى مستوى اعلى من درجة حرارة الغطاء الزجاجي واعلى من درجة حرارة الهواء الموجود داخل الحوض بين سطح الماء والغطاء الزجاجي بفعل ظاهرة الاحتباس الحراري للإشعاع تحت الغطاء الزجاجي.

وعليه فان ضغط البخار يرتفع مع ارتفاع درجة الحرارة ونتيجة لهذا الفارق في الضغط بين طبقة البخار الملامسة لسطح ماء الحوض والبخار الموجود في الهواء فان ماء الحوض يأخذ في التبخر لمعادلة ضغط البخار داخل الحوض ليصل الى السطح الداخلي للغطاء فيتكاثف عليه مشكلا قطرات ماء عذب التي تنزلق بتأثير ثقلها في وعاء تجميع الماء المقطر انظر الشكل الاسفل.

هناك نظامان لتغذية المقطرات الشمسية، ففي النظام الأول تتم التغذية على دفعات حيث يغذي ماء مالح إلى المقطر على فترات زمنية مختلفة أما في النظام الثاني فتكون التغذية مستمرة وبمقدار معين إلى المقطر[22].




**الشكل(1.2):** يوضح طريقة عمل المقطر الشمسي[22].

**الشكل (2.2):** المقطر الشمسي بسيط ذو ميل الواحد.

## 2 - 4 أنواع المقطرات الشمسية:

لقد تم في جميع أنحاء العالم تصنيع عدد كبير من المقطرات الشمسية لإزالة ملوحة المياه بالطاقة الشمسية المباشرة، وتختلف هذه المقطرات عن بعضها البعض بالدرجة الأولى بطريقة تصميمها والمواد الداخلة في تركيبها وفي ما يلي بعض أنواع هذه المقطرات :

### 2 - 4 -1 المقطرات ذات غطاء زجاجي:

لقد بنيت مقطرات عديدة في العالم لمثل هذا النوع من المقطرات، منها المقطر الذي بني في فلوريد بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1964، حيث مساحته بلغت حوالي 300 م²، أما كيفية بناء حوض هذا المقطر فقد تم بحفر حفرة مربعة الشكل 18×18م وارتفاعها بضعة السنتمترات فقط، وغطي قعر هذه الحفرة بطبقة من الإسمنت سماكها 3 ملم لتثبيت الغطاء الزجاجي، ثم بناء مجموعة من الأعمدة والجسور الواصلة بينها من الإسمنت وقد ركب على هذه الجسور قنوات الماء المقطر، وأما إيجابيات هذا المقطر فتكمن في بساطتها، وانخفاض تكاليف بناءه وتشغيله، و قابلية تعطيلها ضئيلة جدا[4].

### 2 -4-2 المقطرات ذات غطاء بلاستيكي:

في هذه المقطرات نستعمل البلاستيك الشفاف عوض الزجاج كغطاء لها، وقد بدأ استعمال البلاستيك كغطاء لمقطرات في مطلع الستينات من هذا القرن حيث بني أكبر مقطر من هذا النوع في الجزيرة (سيمي) اليونانية، تبلغ مساحته $300m^2$ وإنتاجه حوالي 10000 لتر ماء عذب في اليوم، أما في عام 1965م فقد تم صنع مقطر ثاني في اليونان نفسها، حيث غلاف المقطر بلاستيكي رقيق جدا ويشكل نصف كروي، ويضخ الهواء باستمرار إلى داخل المحطة بحيث يبقى الضغط فيها أعلى بقليل من الضغط الجوي النظامي، وذلك لمحافظة على الغطاء

البلاستيكي، وإيجابيات هذه المقطرات تكمن في كون البلاستيك تكاليفه أقل بكثير من الزجاج، أما سلبياتها فتتمثل في كون الغطاء البلاستيكي يتخرب بعد فترات قصيرة وكما أنه يجذب الغبار إليه أكثر من الزجاج لذلك يجب تنظيفه غالبا وكما أن تأثير الأشعة الشمسية على البلاستيك ما يزال مجهول نسبيا [4].

## 2- 5 خصائص المقطرات الشمسية:

هناك عدة مقادير لتحديد إنتاج الماء للمقطر الشمسي المردودية ،الفعالية (الكلية، الداخلية)، مقياس الفعالية، الأداء[23] .

### 2 - 5 - 1 المردودية:

هي عبارة عن كمية الماء المقطر الناتجة من المقطر الشمسي لوحدة السطح لصفيحة السوداء في اليوم .

### 2 - 5 - 2 الفعالية:

### 2 - 5 - 2 - 1 الفعالية الكلية:

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

$$\eta g = \frac{Qevp}{G.S} = \frac{\dot{m}d}{G.S} Lv \qquad (1.2)$$

حيث

$Q_{evp}$: التدفق الحراري بالتبخير $w/m^2$

G: الطاقة الشمسية الواردة إلى السطح الأفقي $w/m^2$

S: سطح الغطاء الزجاجي $m^2$

$\dot{m}d$: تدفق الماء المقطر kg/s

$L_v$: الحرارة الكامنة لتبخير الماء J/kg

### 2- 5 - 2 - 2 الفعالية الداخلية:

هي حاصل قسمة الفعالية الكلية على كمية الماء المنتج بفعل الطاقة الشمسية الساقطة على السطح الأفقي**[20]**.

$$\eta i = \frac{Qevp}{Qaeu} = \frac{mid}{\alpha t \cdot G \cdot S} Lv \qquad \textbf{(2.2)}$$

$$\mathbf{Q_{eau} = (\tau_v \alpha_e + \tau_v \tau_e \alpha_f).G.S} \qquad \textbf{(3.2)}$$

$$\alpha_t = (\tau_v \alpha_e + \tau_v \tau_e \alpha_f) \qquad \textbf{(4.2)}$$

$$\eta_i = \frac{\eta_g}{\alpha_t} \qquad \textbf{(5.2)}$$

بحيث:

$Q_{eau}$:التدفق الكتلي للماء

$\tau_v$: معامل نفاذية الزجاج(transmissive)

$\tau_e$: معامل نفاذية الماء (transmissive)

$\alpha_e$: معامل الامتصاص للماء

$\alpha_f$ : معامل الامتصاص لعمق المقطر

$\alpha_t$ : معامل الامتصاص الفعال للمقطر

### 2 - 5 - 3 مقياس الفعالية:

يعرف Satcunathan و Hansenان أنواع عوامل الفعالية هي معامل الفعالية الإجمالية (FPB) ومعامل الفعالية الساعية (FPH) ،معامل الفعالية اللحظية (F P).

**معامل الفعالية الاجمالي :**

$$FPB = \frac{Quantitié\ d'eau\ produite\ au\ bout\ d'une 24\ h}{Quantitié\ d'energie\ entreé\ au\ bout\ de\ 24\ h} \qquad (6.2)$$

**ومعامل الفعالية الساعية:**

$$FPH = \frac{Quantitié\ d'eau\ produite\ au\ bout\ d'une\ heure}{Quantitié\ d'energie\ entreé\ au\ bout\ de\ \ heure} \qquad (7.2)$$

**معامل الفعالية اللحظية:**

$$\mathrm{FP} = \frac{\dot{m}d}{\alpha\tau G.S} \qquad (8.2)$$

## 2- 5 - 4 أداء المقطر:

هي النسبة بين الحرارة الكامنة لتبخير 1كيلوغرام (km) من الماء المالح إلى الطاقة اللازمة لتقطير1كيلوغرام (km) من الماء العذب، والعيب الرئيسي من هذا المعيار هو أنه لا يذكر الطاقة الشمسية التي تدخل في التقطير، والمحسوبة من النتائج التجريبية كآتي:

$$r_{\mathrm{p}} = \frac{\mathrm{Q_{distilation}}}{\mathrm{Q_{slab}}} \qquad (7.2)$$

$$Q\mathrm{distelation} = \mathrm{md} \times \mathrm{Lv} \qquad (8.2)$$

$$\mathrm{Q_{slab}} = mC_{PS}\left(T_{final} - T_{intial}\right) \qquad (9.2)$$

حيث ان:

$r_{\mathrm{p}}$: نسبة الأداء.

$m_{\mathrm{d}}$: كتلة الماء المقطر.

$m$: الكتلة $(kg)$

$\mathrm{L_v}$: الحرارة الكامنة لتبخير الماء وتساوي $(2.4\mu j/kg)$.

$\mathrm{Q_{slab}}$:الطاقة اللازمة لتقطير واحد كيلو غرام من الماء العذب

$C_{PS}$: لحرارة النوعية لماء $(kj/kg.°k)$.

## 2- 6 العوامل الخارجية و الداخلية المؤثرة على مردود المقطر:

### 2- 6 -1 العوامل الخارجية

### 2- 6 -1-1 شدة الاشعاع الشمسي (HS):

هي اهم عامل في دراسة المقطر الشمسي، و يكون طول موجة الطاقة المنبعثة ما بين (0.17-4µm) واعلى شدة نحصل عليها للإشعاع الشمسي عندما يكون طول الموجة 0.47 µm في المجال المرئي، و تصل الشدة الكلية للإشعاع الوارد الى السطح $1.3\ km/m^2$ وهى قيمة ضعيفة وهذا نظرا لامتصاص الغلاف جزء من هذا الاشعاع، و يكون بمقدار أحسن عندما يكون سمك الغلاف الجوي رقيق جدا، و تقدر الاستطاعة الشمسية المتوفرة نظريا على سطح الارض ما بين $0.95\text{-}1.22\ km/m^2$.
اذن تعد شدة الإشعاع الشمسي من أهم العوامل التي تؤثر على أداء المقطرات الشمسية، إذ تزداد إنتاجية المقطر بارتفاع قيمة شدة الإشعاع الساقط على سطح الغطاء وتقل الإنتاجية بانخفاض قيمة شدته [19].

### 2- 6 -1- 2 سرعة الرياح (V m/s ):

يلعب تأثير الحملي على وجه الخارجي للزجاج دورا مهما في تشغيل النظام، وتقاس سرعة الرياح بمقياس الرياح anemométre الموضوع بالقرب الزجاج، وقد أعتبر Duffie et Beckman بان سرعة الرياح مرتبطة بمعامل الانتقال الحملي بين الغطاء والوسط الخارجي بواسطة العبارة التالية[27].

$$h_{a\text{-}v}=a+bv^n \quad (w/m^2.C°) \qquad (12.2)$$

بحيث من أجل

| | | | |
|---|---|---|---|
| V <5m/s | a=2.8 | b=3 | n=1 |
| V >5m/s | a=0 | b=6.15 | n=0.8 |

و هذه العبارة تستعمل من أجل نمذجة اللواقط أو الضياع الحراري في العمارات

### 2- 6 -1- 3 درجة حرارة الهواء المحيط (Ta):

تدخل قيمة درجة الحرارة الهواء المحيط في تحديد التغيرات الحرارية بين الجزء الداخلي للمقطر و الوسط الخارجي، و ترتبط مباشرة بالحمل الطبيعي على مستوى الزجاج، فتأثيرها يتناسب تناسب طرديا مع درجة الحرارة الزجاج[25- 27].

يساعد ارتفاع درجة حرارة المحيط على تحسين مردود المقطر الحوضي الشمسي، حيث يعتبر هذا التحسين ملموسا أكثر في حالة المقطرات رديئة العزل .

### 2- 6 -1- 4 عوامل أخرى جوية:

بالإضافة إلى سرعة الرياح و درجة الحرارة هواء المحيط ، هناك عوامل أخرى جوية مثل الرطوبة الهواء أو المغياثية و اللذان يجب أن تؤخذان بعين الاعتبار في القياس، بحيث أنهما تغيرات في الموازنة الحرارية للمقطر [27].

### 2- 6 -2 العوامل الداخلية:

ندرس تأثير العوامل التالية على فعالية النظام
عزل الأوجه الجانبية للمقطر
سمك الماء الموجود في المبخر
الخصائص الفيزيائية للجدار الداخلي [27]

### 2- 6 -2- 1 ميل الزجاج على السطح ألأفقي:

إن لميل الزجاج دورا مهما في عمل المقطر الشمسي، لذا فإنه من المهم اختيار ميلان أدنى للزجاج بدون إحداث تسرب (نزول) قطرات الماء إلى حوض الماء المالح، وتقدر القيمة التقريبية لهذا الميلان بعد دراسة أجريت لعدة قيم (زوايا) أن تصميم الغطاء بزاوية محصورة بين(°50-10)، اذا عند الانحدار الأمثل للغطاء تصل إنتاجية المقطرات الشمسية إلى أقصى قيمة لها، وكذلك يعتمد الانحدار الأمثل للغطاء على الموقع الجغرافي للمقطر وعلى الظروف الجوية المحيطة، بالإضافة إلى زاوية ارتفاع الإشعاع الشمسي [28-29].

### 2- 6 -2- 2 تأثير عمق الماء المالح في قاعدة المقطر:

يتحسن مردود المقطر كلما كان عمق الماء في قاعدة المقطر قليلا( ضحلا )، ويعتمد بدرجة كبيرة على مقدار العزل الحراري أسفل قاعدة المقطر، اذا فإنه يزداد الإنتاج اليومي للتقطير كلما كان عمق الماء صغيرا حيث كمية الماء محصور بين 1cmككمية دنيا و 1.5cmكقيمة عظمي [19].

### 2- 6 -2 - 3 المسافة التي تقسم السطح الحر إلى لاقطين:

تؤثر مباشرة على الضغط الداخلي للمقطر فالزيادة في حجم المقطر تسبب نقصان في الضغط ، وهذا يؤثر على التغيرات الحرارية و يؤدي إلى نقصان في درجات الحرارة لمركبات المقطر[25].

**خصائص المكونات**

الزجاج: يختلف الزجاج حسب الخصائص
- السمك
- اللون: يجب أن يكون شفاف
- الانعكاس :يجب أن يكون على الأقل ما بين 5% -10
- الامتصاص :يجب أن يكون من 5%
- العبور: أكثر من 90% [23].

الصفيحة المعدنية

توجد عدة أنواع من الصفائح المعدنية وفقا لخصائصها، لذا يجب أن نختار الصفيحة الملائمة لاستخدامها الماص حيث تعمل صفيحة الامتصاص على رفع المردودية وذلك من خلال طليها بطلاء خاص ذو معدل امتصاص عالي ومعدل إشعاع منخفض، كالطلاء نصف ناقل كمعدن الجرمانيوم وكبريت كذلك الرصاص التي تصل مردوديتها إلى 96 % [19-30].

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

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

العازل: هو العنصر الرئيسي في المقطر ، و اختيار عازل جيد يجب معرفة كل الخصائص.

أمثلة

Le polyuréthane $k_1=2.25.10^{-5}kw/mc°$

Le polystyrène $k_2=0.364.10^{-5}kw/mc°$

La laine de verre $k_3=4.10^{-5}kw/mc°$

العازل الأحسن من هذه الثالثة هي Le polystyrène

## 2- 6 -3 تأثير البارومترات المختلفة على المقطرات الشمسية:

إن كفاءة المقطرات الشمسية تتأثر بعدة عوامل مختلفة نذكر منها

### 2- 6 - 3-1 تأثير العزل الحراري على جسم المقطر:

يعتمد مردود المقطرات الشمسية إلى حد كبير على مدى كفاءة العزل الحراري المستخدم، وتعتمد هذه الكفاءة بشكل مباشر على مردود المقطر لذا يجب أن تكون متوازنة.

### 2- 6 - 3-2 تأثير تسرب البخار من المقطر:

يعتبر تسرب البخار من المقطر من أهم العوامل التي تؤدي إلى انخفاض مردود المقطر بدرجة كبيرة، لذا ينصح الغلق بإحكام عند وضع الغطاء على المقطر لمنع تسرب بخار الماء من المقطر إلى الجو المحيط، وتعتبر مادة السليكون المطاطي من أفضل المواد المستخدمة لهذا الغرض، وينصح بوجود الصيانة دائمة للمقطر للمحافظة على مردود المقطر عند أكبر قيمة ممكنة له[14].

### 2- 6 - 3- 3 تأثير تسرب الماء المقطر الناتج:

يقل مردود المقطر بدرجة كبيرة بزيادة تسرب الماء المقطر الناتج، ويعتبر تآكل قناة التجميع الماء المقطر أو كسر المادة المانعة للتسرب في أي وصلة في القناة من أهم أسباب هذا التسرب، لذا يفضل استعمال مواد غير قابلة للصدأ وكذلك أن تصميم قناة تجميع الماء المقطر بدون وصلات لتقليل من ضياع التسرب[14].

### 2- 6 - 3- 4 تأثير المسافة بين الغطاء و سطح الماء:

لقد دلت التجارب التي أجراها سات كنانتان وهانس على أن مردود المقطر الشمسي يزداد كلما انخفضت المسافة الرأسية بين الغطاء وسطح [15].

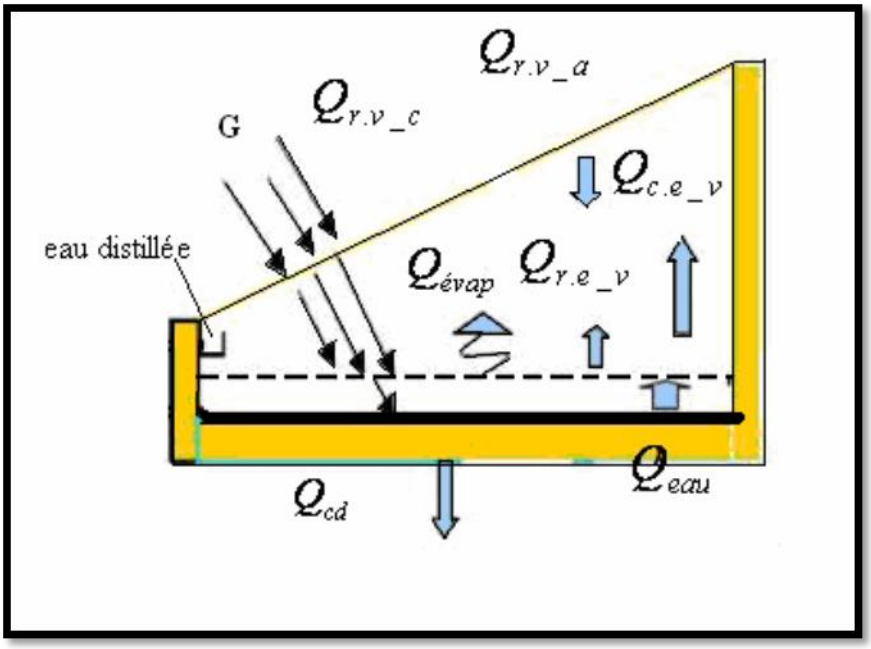
### 2- 6 - 3- 5 تأثير تركيز الملح في قاعدة المقطر:

يؤدي تراكم الملح في قاعدة المقطر إلى تكوين طبقات عاكسة لأشعة الشمس، مما يؤدي إلى انخفاض في حرارة المجمع الحراري وبالتالي انخفاض مردود المقطر بشكل محسوس، لذا ينصح بالتنظيف المستمر له للمحافظة على مردوديته عند أفضل معدل له [15].

## 2- 7 دراسة نظرية للمقطر الشمسي المسطح:

### 2- 7 - 1الميزان الطاقوي للمقطر:

إن مختلف التبادلات الحرارية المنتجة في المقطر الشمسي البسيط (2.1) تقوم على أربعة نقاط وهي: الميزان الحراري بين الزجاج والهواء، الميزان الماء و الزجاج، الميزان بين العازل و الخارج وتدفق الماء المقطر.




**الشكل (3.2):** الميزان الطاقوي للمقطر الشمسي.

### 2- 7 - 2 الميزان الطاقوي للزجاج:

كمية الحرارة المستقبلة من الزجاج تخرج عن طريق:

**الوجه الخارجي:**

$$\frac{M_v Cp_v}{2 . A_v}\frac{dT_{ve}}{dt} = \left(\frac{\lambda_v}{\delta_v}\right)(T_{vi} - T_{ve}) - Q_{r.v.e_ciel} - Q_{c.v._a} + \frac{P_v}{2} \qquad (13.2)$$

**الوجه الداخلي:**

$$\frac{M_v Cp_v}{2 . A_v}\frac{dT_{vi}}{dt} = -\left(\frac{\lambda_v}{\delta_v}\right)(T_{vi} - T_{ve}) + Q_{r.e_vi} + Q_{c.e_vi} + Q_{evap} + \frac{P_v}{2} \qquad (14.2)$$

**حيث:**

$Q_{re_vi}$: تدفق حراري بالشعاع بين فيلم الماء والزجاج

$Q_{ce_vi}$: تدفق جراري بالحمل بين فيلم الماء والزجاج

$Q_{evap}$:تدفق حراري بالتبخير- التكثيف بين فيلم الماء والزجاج

$Q_{rve_ciel}$: تدفق الحراري الضائع للزجاج بالإشعاع نحو الخارج

$Q_{CVa}$ : تدفق الحراري الضائع للزجاج بالحمل نحو الخارج .

$\lambda v$: الناقلية الحرارية للزجاج

$\delta v$ :سماكة الزجاج

## 2- 7 - 3 الميزان الحراري للماء:

$$\frac{M_e Cp_e}{A_e}\frac{dT_e}{dt} = Q_{c.b._e} - Q_{c.e._v} - Q_{evap} - Q_{r.e._v.i} + P_e \qquad (15.2)$$

**حيث:**

$Q_{c.b_e}$ :تدفق حراري بالحمل بين قاعدة المقطر وفيلم الماء

$P_e$ : قوة امتصاص الماء الموجود في قاعدة المقطر، هي معدومة

## 2- 7 - 4 الميزان الحراري للحوض الداخلي:

$$\frac{M_b Cp_b}{A_b}\frac{dT_b}{dt} = P_b - Q_{c.b_e} - Q_{c.d.b_iso.i} \qquad (16.2)$$

**حيث:**

$Q_{cd}$ : تدفق الحراري الضائع بالتوصيل للحوض

## 2- 7 - 5 الميزان الحراري للعازل:

للحد من فقدان الحرارة عبر القاعدة، نستخدم عازل حراري من البولي ستران في الجوانب الأربعة من المقطر و ذلك لمنع التسرب الحراري بالحمل و الاشعاع، و تمثل المعادلة التالية الميزان الحراري للعازل.

**بالنسبة للجهة الداخلية:**

$$\frac{M_i Cp_i}{2 .A_i}\frac{dT_{iso.i}}{dt} = Q_{c.d.b_iso.i} - \left(\frac{\lambda_i}{\delta_i}\right)(T_{iso.i} - T_{iso.e}) \qquad (17.2)$$

حيث:

$Q_{c.d.b_iso.i}$:تدفق حراري بالتوصيل بين الحوض والعازل الحراري

**بالنسبة للجهة الخارجية:**

$$\frac{M_i Cp_i}{2 .A_i}\frac{dT_{iso.e}}{dt} = \left(\frac{\lambda_i}{\delta_i}\right)(T_{iso.i} - T_{iso.e}) - Q_{r.iso.-soll} - Q_{c.iso_a} \qquad (18.2)$$

## 2- 7 - 6 تدفق الماء المقطر:

$$\frac{dM_c}{dt} = h_{evap}\frac{T_e - T_v}{L_v} \qquad (19 .2)$$

**حيث:**

$M$ :كتلة الماء المقطر.

$L_V$ : الحرارة الكامنة للتبخير.

$T_e$ : حرارة الماء.

$T_V$ : حرارة الزجاج.

## 2- 7 - 7 معاملات التبادل الحراري:

### 2- 7 - 7 -1 انتقال الحرارة بالإشعاع ماء- زجاج:

$$Q_{r.e_v} = h_{r.e_v}(T_e - T_{v.i}) \qquad (20.2)$$

$Q_{re_v}$ : معامل تحويل الحرارة بالإشعاع بين فيلم الماء والزجاج.

$$h_{r.e_v} = \varepsilon_{eff}.\sigma.(T_e^2 - T_{v.i}^2).(T_e + T_{v.i}) \qquad (21.2)$$

$\varepsilon_{eff}$ : الانبعاثية الفعالة.

$\sigma$ : ثابت ستيفان بولتزمان.

$$\varepsilon_{eff} = \left[\frac{1}{\varepsilon_e} + \frac{1}{\varepsilon_v} - 1\right] \quad (22.2)$$

$\varepsilon_e$ : انبعاثية الماء.

$\varepsilon_v$ : انبعاثية الزجاج.

### 2-7-7- 2 انتقال الحرارة بالحمل ماء - زجاج:

$$Q_{c.e_v} = h_{c.e_v}\,(T_e - T_v) \quad (23.2)$$

$$h_{c.e_v} = 0.884\left[T_e - T_v + \frac{(T_e - T_v)(T_e + 273.15)}{268.9 \times 10^3 - P_e}\right] \quad (24.2)$$

$h_{c.e_v}$ : معامل تحويل الحرارة بالحمل بين فيلم الماء و الزجاج.

### 2 -7- 7-3انتقال الحرارة بالتبخير:

$$Q_{evap} = h_{evap}\,(T_e - T_{v.i}) \quad (25.2)$$

$h_{evap}$: معامل تحويل الحرارة بالتبخير –التكثيف بين فيلم الماء و الزجاج.

$$h_{evap} = 16.273 \times 10^3 h_{c.e_v} \frac{(P_e - P_{v.i})}{(T_e - T_{v.i})} \quad (26.2)$$

ضغط بخار الماء يقدر بالعلاقة التالية

$$P = 133.32 \exp\left(18.6686 - \frac{4030.1824}{T + 273.15}\right) \quad (27.2)$$

### 2-7- 7- 4 انتقال الحرارة بالإشعاع زجاج- وسط:

$$Q_{r.v_ciel} = h_{r.v_ciel}\,(T_{v.e} - T_{ciel}) \quad (28.2)$$

$h_{r.v_ciel}$: معامل انتقال الحرارة بالإشعاع من الزجاج الى السماء .

$$h_{r.v_ciel} = \varepsilon_v.\sigma \left(T_{v.e}^2 - T_{ciel}^2\right).(T_{v.e} + T_{ciel}) \quad \textbf{(29.2)}$$

$T_{ciel}$: درجة حرارة السماء.

درجة حرارة السماء يمكن إعطاؤها بالمعادلة التالية:

$\mathbf{T_{Ciel} = T_a - 6}$ أو $\mathbf{T_{Ciel} = T_a - 12}$ ($T_a$:درجة حرارة الوسط)

بصفة عامة نستعمل المعادلة التالية:

$$T_{ciel} = 0.0552.\left(T_a^{1.5}\right) \quad \textbf{(30.2)}$$

## 2- 7 - 7 - 5 انتقال الحرارة بالحمل زجاج - محيط:

$$Q_{c.v_a} = h_{c.v_a}\,(T_{v.e} - T_a) \quad \textbf{(31.2)}$$

معامل انتقال الحرارة بالحمل بين الزجاج (الجهة الخارجية) والمحيط الخارجي، يمكن حسابها بالمعادلة التالية:

$$h_{c.v_a} = 5.7 + 3.8\,V \quad \textbf{(32.2)}$$

**V**: سرعة الريح (m/s).

## 2- 7 - 7 - 6 انتقال الحرارة بالحمل حوض-ماء:

$$Q_{c.b_e} = h_{c.b_e}\,(T_b - T_e) \quad \textbf{(33.2)}$$

$h_{c.b_e}$: معامل تحويل الحرارة بالحمل بين قاع الخزان وفيلم الماء.

$$h_{c.b_e} = \frac{Nu\,.\lambda_f}{L} \quad \textbf{(34.2)}$$

$\lambda_f$ :الموصلية الحرارية للمائع(الماء).

في هذا النوع من المشكل الارتباطات التجريبية تؤدي الى علاقات من الشكل

$$Nu = c\,(Gr\,Pr)^n \quad \textbf{(35.2)}$$

مع العلم ان $G_r$ رقم كيرشوف و Pr عدد براندل
حيث c و n ثوابت تعتمد على هندسة النظام وطبيعة التدفق(رقائقي و مضطرب)

## 2-7- 7 - 7 التدرج للحرارة:

تدرج T نحو الأعلى

التدفق دائما رقائقي
اذا $Gr < 10^5 \Rightarrow Nu = 1$

يتم تبادل الحرارة بين الماء المالح والعلبة الماصة فقط عن طريق التوصيل

$$\text{Si } 10^5 < Gr < 2.10^7 \Rightarrow \text{Nu} = \frac{\lambda_e}{L}\ 0.54\ .(Gr\ Pr) \quad \textbf{(36.2)}$$

$$\text{Si Gr} > 2.10^7 \Rightarrow \text{Nu} = 0.14\ .(Gr\ Pr) \quad \textbf{(37.2)}$$

عدد كيرشوف:

$$Gr = \frac{\beta\ .g.\rho^2\ .L^3.\Delta T}{\mu^2} \quad \textbf{( 38.2)}$$

β : معامل التمدد الحجمي للماء.($k^{-1}$)

L: طول العلبة الماصة ب( m ).

ρ: الكتلة الحجمية للماء ($Kg/m^3$)

g: تسارع الجاذبية ($m^2/s$)

μ: اللزوجة الديناميكية (Kg/m .s).

عدد براندل:

$$\text{Pr} = \frac{\mu_e\ .Cp_e}{\lambda_e} \quad \textbf{(39.2)}$$

الضياع الحراري للحوض بالتوصيل الحراري عبر العازل يعطى كالاتي:

$$Q_{cd.b_iso.i} = K_b \times (T_b - T_{iso.i}) \quad \textbf{(40.2)}$$

$T_b$:درجة حرارة الحوض.

$T_i$:درجة حرارة العازل.
مع:

$$K_b = \frac{\lambda_b}{\delta_b} \qquad (41.2)$$

$\lambda_b$:الموصلية الحرارية للعلبة.

$\delta_b$:سمك الحوض.

### 2-7 - 7- 8 انتقال الحرارة بالتوصيل العازل-الحوض:

$$Q_{cd.iso.i_b} = \frac{\lambda_b}{\delta_b}(T_b - T_i) \qquad (42.2)$$

### 2 -7-7- 9انتقال الحرارة بالتوصيل عبر العازل:

$$K_i = \frac{\lambda_{iso}}{\delta_{iso}}(T_{iso.i} - T_{iso.e}) \qquad (43.2)$$

$\lambda_{iso}$: موصلية العازل.

$\delta_{iso}$: سمك العازل.

### 2 -7-7- 10 انتقال الحرارة بالحمل عبر العازل:

$$Q_{c.iso.i-a} = h_{iso.e_a} \times (T_{iso.e} - T_a) \qquad (44.2)$$

$h_{iso.e_a}$:معامل انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والهواء الخارجي.

### 2-7- 7 -11انتقال الحرارة بالإشعاع عبر العازل:

$$h_{r.e_v} = \varepsilon_{iso}.\sigma\,.\left(T_{sol}^2 - T_{iso.e}^2\right).(T_{iso.e} + T_{sol.i}) \qquad (45.2)$$

## 2 - 8 الخاتمة:

لقد درس في هذا الفصل احد انواع المقطرات الشمسية الشائعة الاستخدام ألا و هو المقطر الشمسي المسطح ذو الميل الواحد . حيث تتم عملية تحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية بواسطة المقطر الشمسي الواحد، والذي يرتكز مبدئه أساسا على تسخين ماء الحوض عن طريق الأشعة الشمسية المباشرة، كما تطرقنا لدراسة النظرية للمقطر شمسي مسطح و بينا الموازين الطاقوية المتحكمة في هدا النوع من التقطير و المؤثرات الخارجية التي تؤثر تارة سلبا او ايجابا على مردودية هدا النظام الطاقوي، ستتم الدراسة التجريبية في الفصل الموالي.

# الفصل الثالث

## الدراسة التجريبية

## 3 -1 المقدمة:

يتضمن هذا الفصل الدراسة التجريبية التي أنجزت على المقطرين شمسيين، أحدهما شاهد والآخر نجري علية بعض التحسينات، وتحتوي ايضا على البروتوكولات التجريبية و ادوات القياس و التي استعمالنا فيها تكنولوجية حديثة و يسمى الاردوينو ونستغني بهذا على الادوات الكلاسيكية حيث تسهل لنا هذه البطاقة أخذ جميع القياسات المراد قياسها عبر جهاز الحاسوب ، الهدف من هذه الدراسة هو تحسين ورفع مردودية إنتاج الماء المقطر للمقطر الشمسي البسيط.

## 3 -2 المقطر الشمسي البسيط:

**تعريفه:**

هو الاكثر استعمالا في العالم، بحيث يحتوي على حوض به ماء مالح مطلي (مدهون) باللون الاسود من أجل الالتقاط أكبر كمية من الاشعاع الشمسي ويغطي بغطاء شفاف من الزجاج ويجب أن يكون هذا الاخير مائلا لتكثيف البخار في الجزء الداخلي للغطاء وتوجد عدة أنواع [20-24].

## 3 - 3 مبدأ عمل المقطر الشمسي:

التقطير الشمسي هو ظاهرة طبيعية له نفس مبدأ الظواهر الحقيقية، فعندما تنبعث الاشعة الشمسية على ماء البحر او المحيط او البحيرات الانهار فإنها تسخن هذا الماء و هذا الاخير يتبخر ويرتفع الى الاعلى، ثم ينتقل البخار عبر الرياح حتى يصل الى مكان أكثر برودة فيتكثف وتتشكل السحب، وبعد ذلك يمكن أن يكون مطرا او ثلجا[25].

## 3 - 4 طريقة عمل المقطر الشمسي:

- الاشعاع الشمسي يسخن الماء المالح الذي يوجد في المقطر.
- يتبخر الماء المالح .
- ينتقل البخار بالحمل نحوى سقف المقطر( الزجاج ).
- يتكثف البخار على سطح الزجاج ويسري على شكل غشاء رقيق .

## 3 - 5 مقطر الشمسي بميل واحد:

هو مقطر بمكثف واحد مائل بزاوية($\beta$) وتقدر من ($10°$-$20°$) وهو سهل الصناعة، الصيانة و التنظيف مع توفر مواد التصنيع في الاسواق الداخلية [26] .

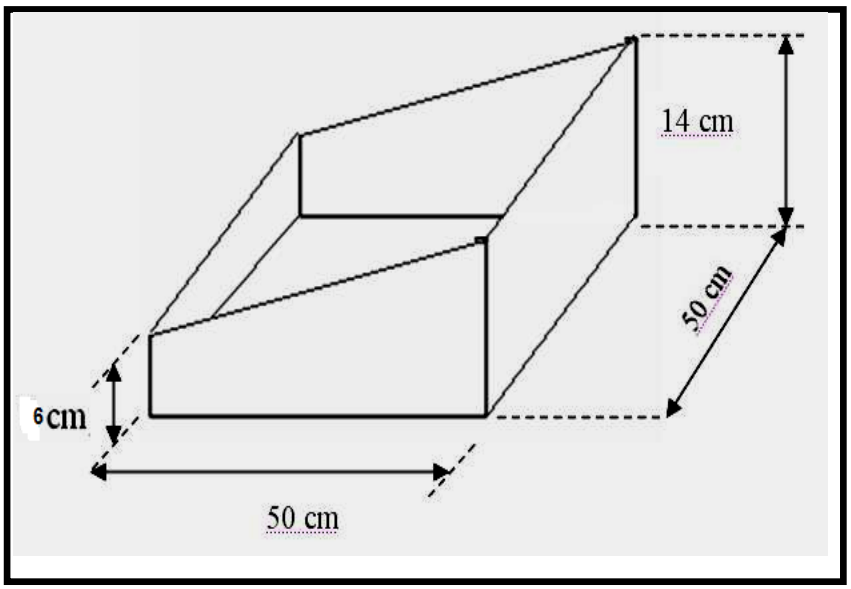
## 3 - 5-1 مكونات المقطر الشمسي:

المقطر الشمسي المستعمل في هذه التجربة هو المقطر ذو التركيب البسيط ، حيث يعمل هذا المقطر الشمسي بفعل البيت الزجاجي ذو الميل الواحد.
من مميزات المقطر الشمسي اهمها سهل الصنع، كذلك سهل الصيانة.

**الهيكل الخارجي(الصندوق):**

ويكون مصنوع من مادة عازلة (الخشب) ويشمل كل أوجة المقطر ما عدا الجهة العلوية مطلي من الخارج بعازل( دهن أبيض).
أبعاد المقطر الشمسي:

- الطول 54cm
- العرض 54 cm
- المساحة الحوض 2500 $cm^2$
- السمك 2 cm
- لون الطلاء اسود/ابيض
- الارتفاع الخلفي 14 cm
- الارتفاع الامامي 6 cm
- زاوية الميل 10°




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

**الغطاء الزجاجي:**

ويكون من الزجاج العادي الموجود في اسواق المنطقة، شفاف ذو قرينة انكسار معينة ذو الخصائص الهندسية و الضوئية المعروفة، تسمح بتمرير أكبر كمية من المجال الضوئي .

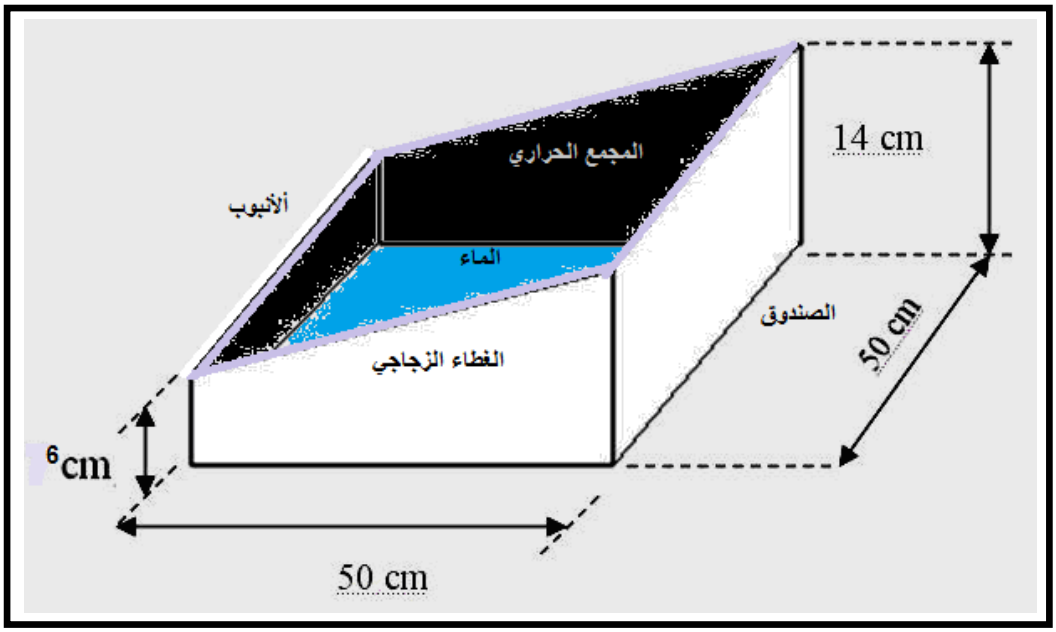
أبعاد الغطاء الزجاجي:

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

أما فيما يخص تماسكه بين الزجاج و الصندوق فاستخدمت قطع نوع من الخشب.

**المجمع الحراري(الجسم الأسود):**

حيث يحول الإشعاع الضوئي إلى تدفق حراري والهدف من استخدامه هو امتصاص اكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي الإجمالي حتى يعاد على شكل حرارة للماء المالح، لهذا السبب نطلي الصندوق باللون الأسود الذي هو عبارة عن معجون من الصمغ العادي يسمى السيليكون silicone .




**الشكل(3-2):** رسم تخطيطي للمقطر الشمسي البسيط.

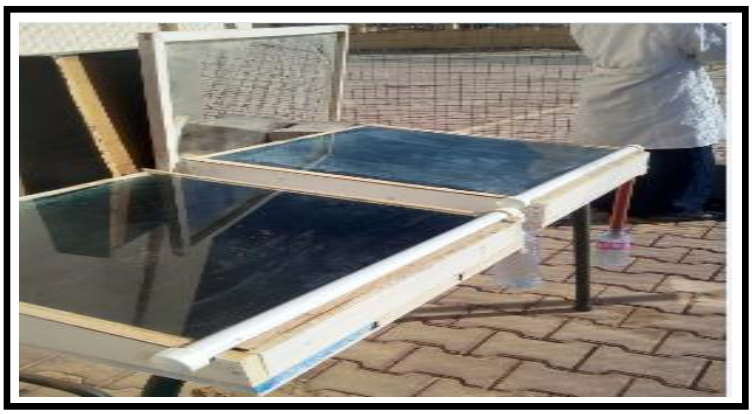
**انابيب بلاستيكية:**

وهي انابيب ذات قطر (2,5cm) وهي تأخذ دور المجمع وكذلك التوصيل بين مختلف أجزاء المقطر ونقل الماء النقي وكذلك تربط بين الزجاج والخزان.

**الخزان :**وهو عبارة عن وعاء لتخزين الماء المقطر.

**المرآة:**

هي اداة لها القابلية على عكس الضوء بطريقة تحافظ على الكثير من صفاتهما الاصلية قبل الملامسة سطح المرآة، وتعمل بعض المرايا الاخرى على ترشيح بعض الاطوال الموجية عند الانعكاس ، وهذا يختلف عن الادوات الاخرى العاكسة للضوء والتي لا تحافظ على كثير من خواص الموجية الاصلية عدا الألوان ، وتعمل على تشتيت الضوء المعكوس، اكثر المرايا شيوعا هي المرآة المسطحة هي بصدد الدراسة تستعمل التركيز الاشعة الساقطة على المقطر الشمسي المسطح.

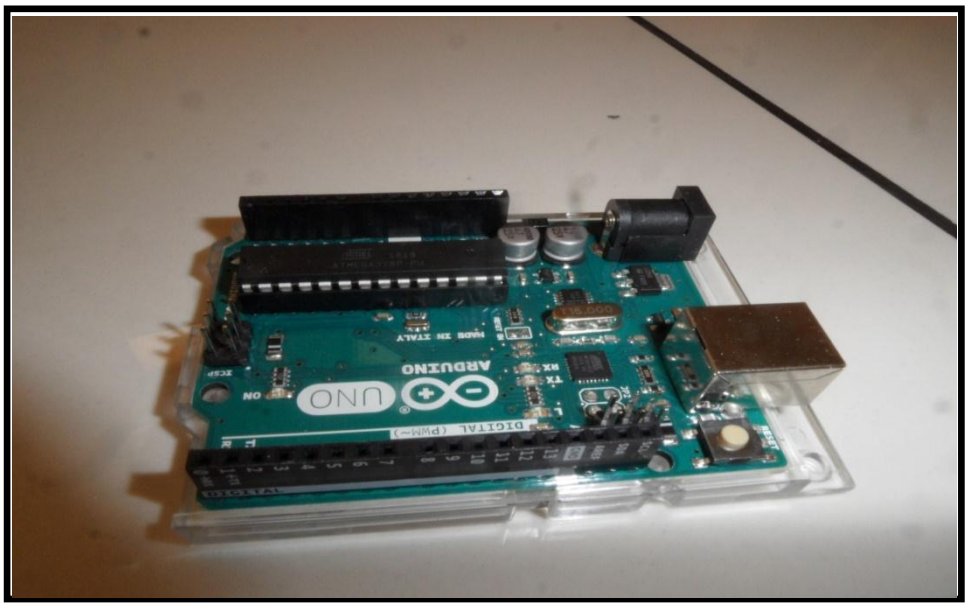


**الشكل(3-3):** مقطر الشمسي البسيط مع مرآة.

## 3- 6 أجهزة وأدوات القياس المستعملة في التجربة:

### 3- 6 - 1 جهاز الاردوينو:

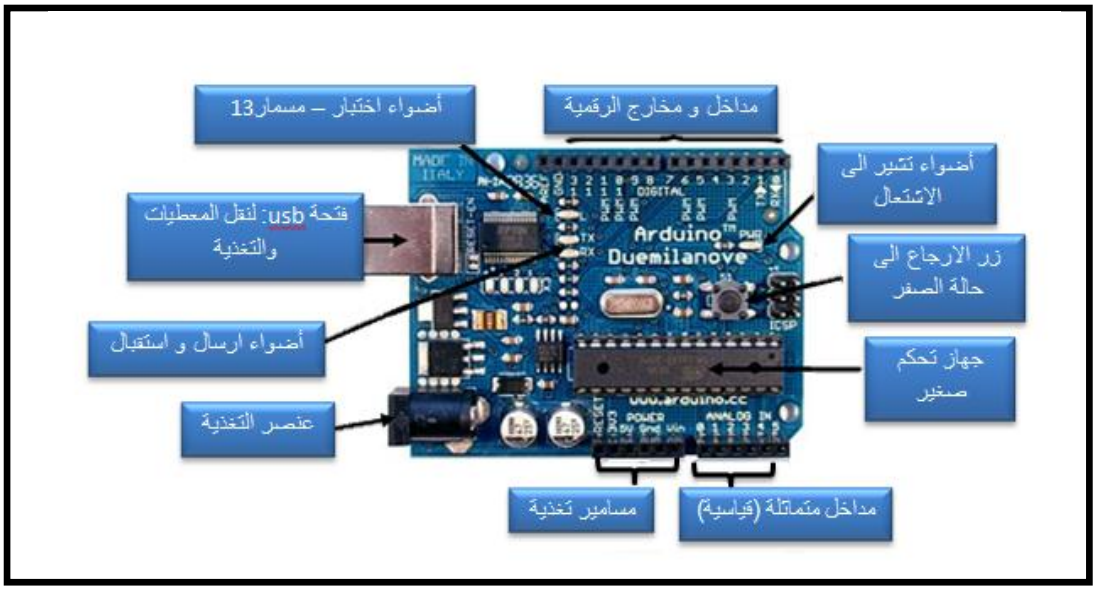
آردوينو هي عبارة عن لوحه تطوير إلكترونية تتكون من دارة إلكترونية مفتوحه المصدر مع متحكم دقيق على لوحة واحدة يتم برمجتها عن طريق الكمبيوتر، وهي مصممة لجعل عملية استخدام الإلكترونيات التفاعلية في مشاريع متعددة التخصصات أكثر سهولة، ويستخدم اردوينو بصورة أساسية في تصميم المشاريع الإلكترونية التفاعلية أو المشاريع التي تستهدف بناء حساسات بيئية مختلفة (مثل درجات الحرارة، الرياح، الضغط...الخ) ويمكن توصيل اردوينو ببرامج مختلفة على الحاسب الشخصي، ويعتمد الاردوينو في برمجته على لغة البرمجة مفتوحه المصدر بروسيسنج، وتتميز الأكواد البرمجية الخاصة بلغة اردوينو أنها لغه (البرنامج سي) (c) وكذلك برنامج الماتلاب تعتبر من أسهل لغات البرمجة المستخدمة في كتابه برامج المتحكمات الدقيقة.



**الشكل (3-4):** البطاقة الالكترونية للاردوينو.

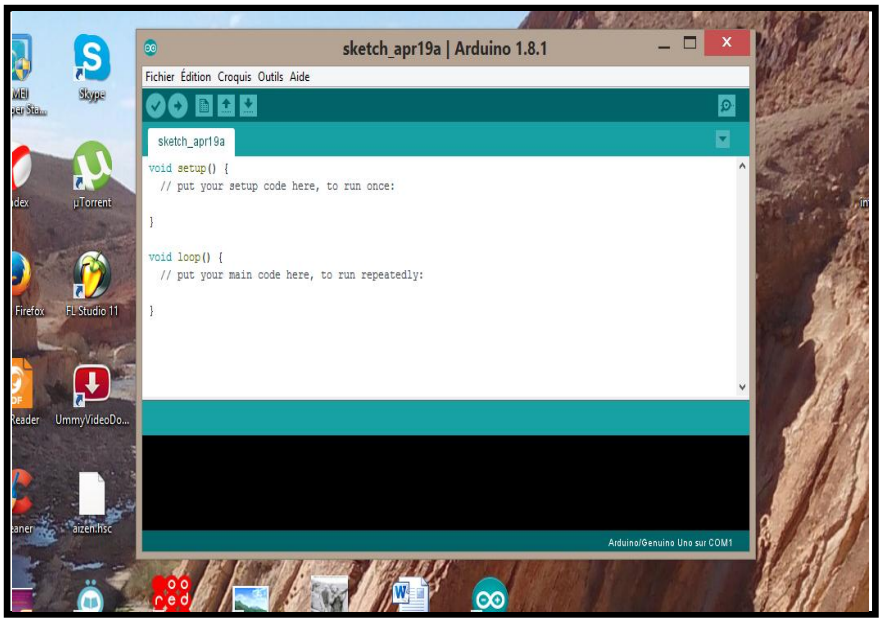
## 3 -6 - 1-1 مكوناته:

1. لوحات الدوائر الالكترونية.
2. متحكم.
3. المعالج.
4. منفذ USB.
5. موصل التغذية.
6. المدخلات والمخرجات القياسات الرقمية.




**الشكل (3- 5):** مكونات الاردوينو.

## 3 - 6- 1- 2 برنامج الاردوينو:




**الشكل(3-6):** برنامج ا الاردوينو.

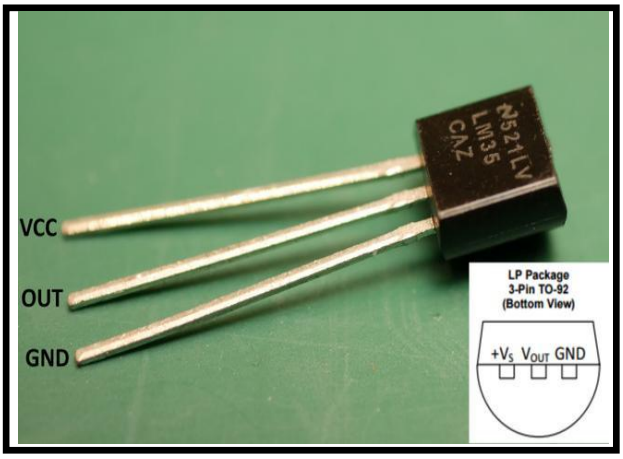
ان مشاريع الاردوينو يمكن ان تكون مستقلة او ذاتية بالإضافة الى انه بإمكانه الاتصال عبر البرامج المثبتة على جهاز الكومبيوتر.
اما فيما يخص البطاقات الالكترونية يمكن ان تصنع يدويا او تشترى مجهزة و بالنسبة لبرنامج التطوير فتحمل مجانا حيث ان:

- سعر بطاقة الاردوينو أونو هو 420 دينار جزائري .
- البرمجيات والخدمة والمساعدة مجانا.

الهدف من هذه الفكرة يكمن في استخدام بطاقة الاردوينو كمركب صغير في بعض التطبيقات النموذجية.

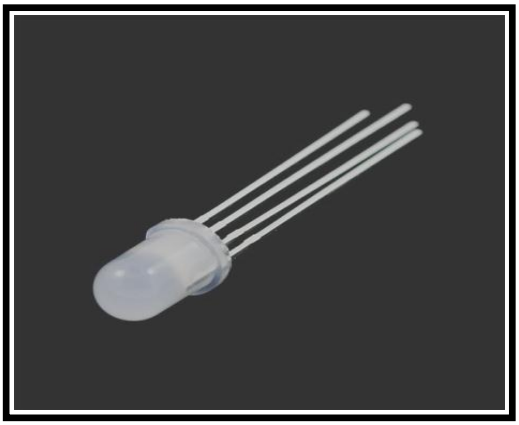
## 3 - 6 - 1- 3 التطبيقات المتوافقة مع الاردوينو:

**اللاقط LM35:** هو عبارة عن لاقط حراري متماثل مصنوع من طرف شركة أمريكية Texas instruments ، فيعتبر نوعا ما مشهورا في عالم في مجال الالكترونيات نظرا لدقته و سهولة استخدامه. بإمكانه اما تركيبته الحالية فبإمكانها قياس درجات الحرارة من (-40 C°) الى 110 C° +.



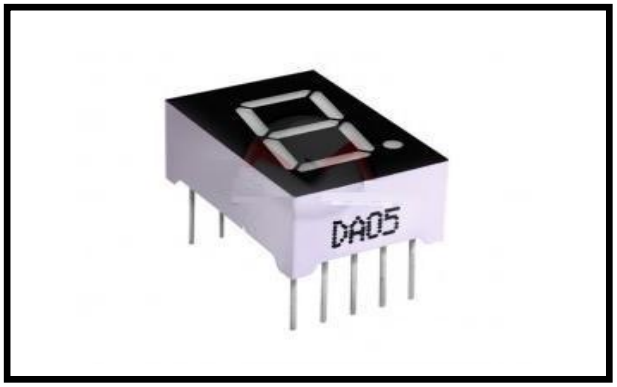

الشكل (3-7):توضح اللاقطLM35.

**مصباح LED:** فيعتبر هذا المكون الاقل شيوعا و يستخدم أساسا من أجل القيام بإشارات ضوئية.



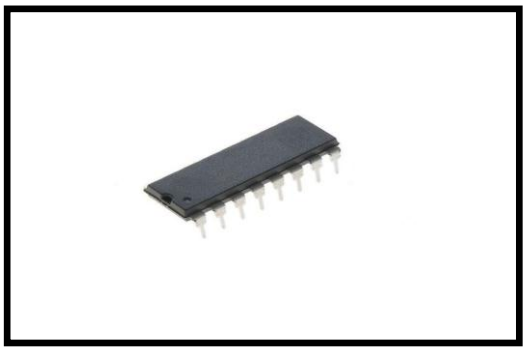
**الشكل(3-8):** مصباح LED.

**العارض:** هو عبارة عن مجموعة من الاجزاء الضوئية الصغيرة رتبت هندسيا تسمح بعرض الأرقام.




**الشكل(3-9):** توضح العارض.

**المحلل :** هو عبارة عن نضام ثنائي يسمح بالتحكم بعدة عوارض مع تحديد حجم البيانات .

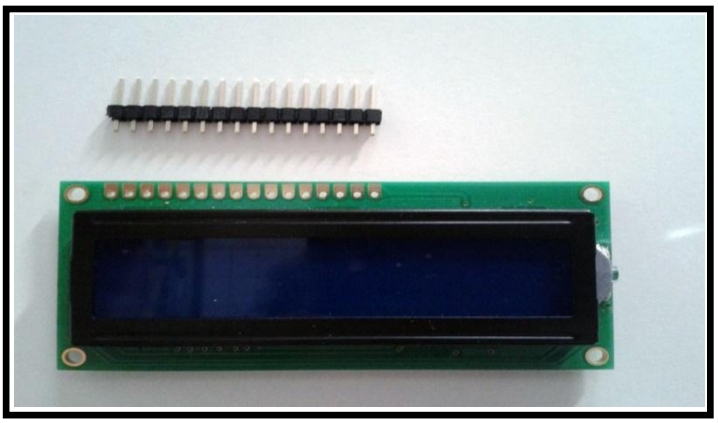


**الشكل(3- 10):** المحلل BCD.

**جهاز قياس التيار : هو عبارة عن مقاومة بامكاننا التحكم به يدويا.**

**الشكل(3-11):** جهاز قياس التيار.

**شاشة عرض :**تستعمل هذه الاخيرة في حالة عدم وجود جهاز الحاسوب لعرض لأشياء المراد قياسها و حالتنا هذه نستعمل شاشة الكومبيوتر.



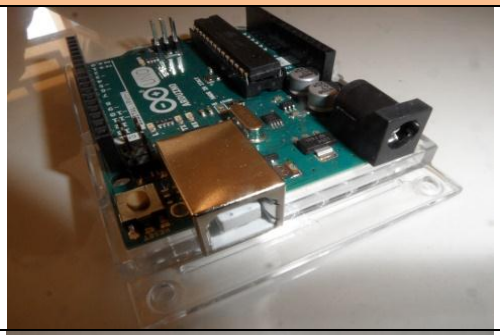
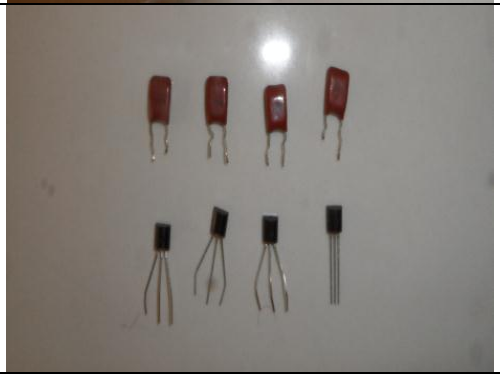
**الشكل(3-12):** شاشة عرض.

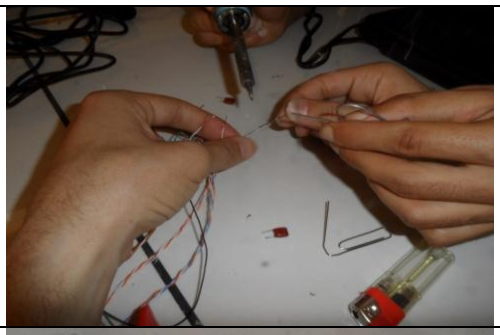
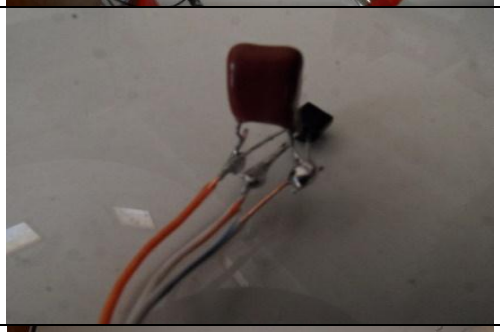
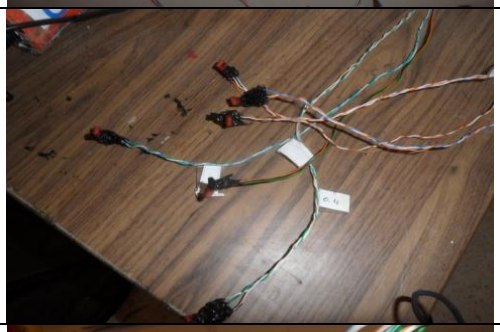
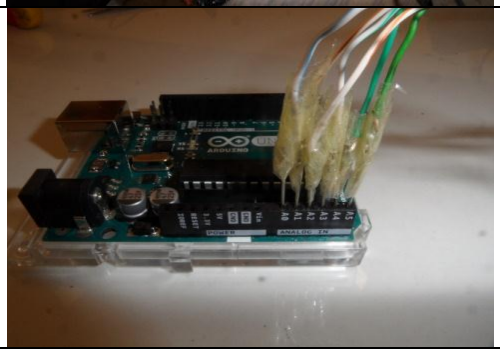
**جهاز التحكم عن بعد للاردوينو :** فهو بمثابة جهاز تحكم بالأشعة تحت الحمراء موصول بصفيحة الاردوينو من اجل التحكم به عن بعد.

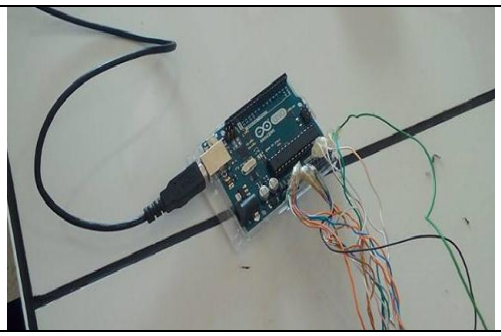
**الشكل(3- 13):** جهاز التحكم عن بعد.

في هذا الفصل، سنقوم بوصف دقيق و تفصيلي لبرنامج اردوينو وطرق كيفية استخدامه للقيام بهذه التجربة من الناحية العملية، وحسب التجربة التي سنجريها مع استخدام بعض الادوات المتوافقة مع برنامج الاردوينو لانجاز التجربة بطريقة تكنولوجية جد متطورة.
لذا فان هذا التطبيق جعل خصيصا في هذا العمل من اجل قياس وحساب التغيرات في درجات الحرارية للزجاج الداخلي و الخارجي، و كذلك درجة حرارة ماء المالح للمقطر المنجزالجدول (3-1) ادناه يوضح ذلك.

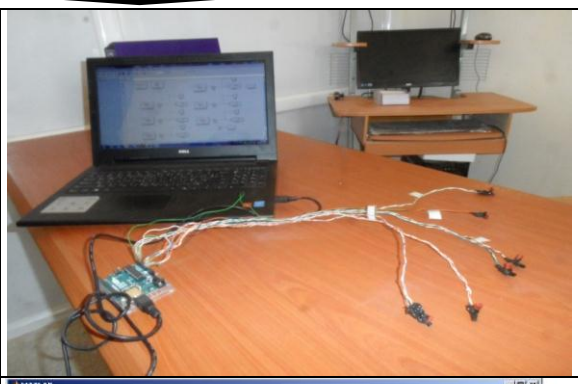
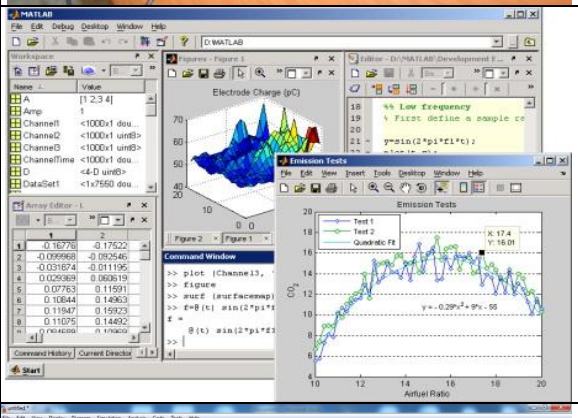
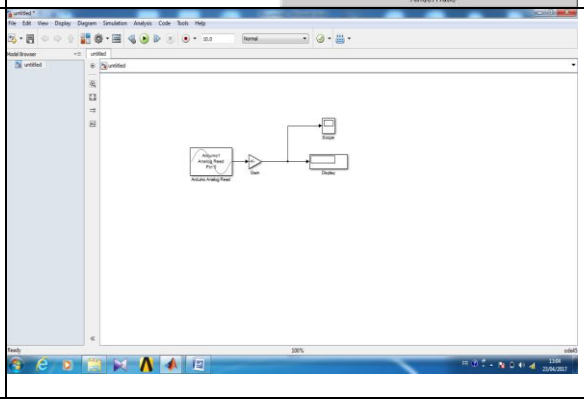
**الجدول (3-1):** يوضح كيفية ربط لواحق الاردوينومع بعضها البعض.

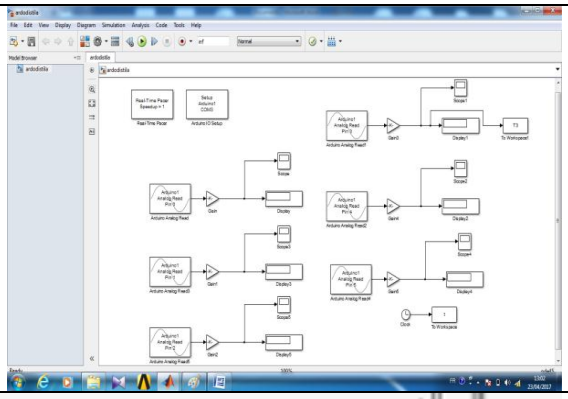
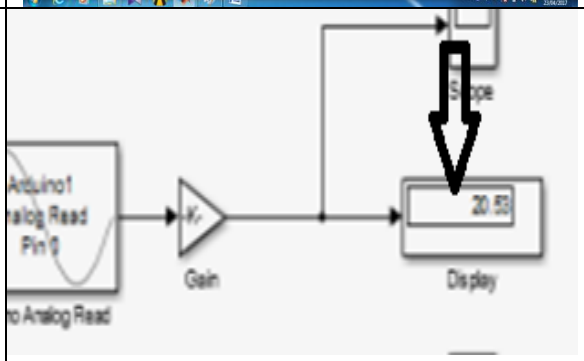
| رقم المرحلة | الصورة | تعريف بالمرحلة |
|---|---|---|
| المرحلة الاولى |  | اللوحة الالكترونية للاردوينو |
| المرحلة الثانية |  | لاقط الحرارة LM35 5V و مكثف 10nF/5V. |

| | | |
|---|---|---|
| المرحلة الثالثة |  | ربط الاسلاك الكهربائية باللاقط الحراري رفقة المكثف. |
| المرحلة الرابعة |  | تم لحم كل من اللاقط الحراري و المكثف بسلك ناقل يدويا |
| المرحلة الخامسة | | ستة لواقط حرارية صنعت يدويا |
| المرحلة السادسة |  | عزل اللواقط الحرارية بالسيليكون أي وضع السيليكون علي اماكن اللحم. |
| المرحلة السابعة |  | اتصال اللواقط بمدخلها الستة. |

| | | |
|---|---|---|
| المرحلة الثامنة |  | (ربط)اللواقط الستة بمداخل البطاقة الاردوينو و اتصال الاردوينو بالحاسوب (بالبرنامج). |

**ترجمة الاشارة الفيزيائية الى اللغة الرياضية**

| | | |
|---|---|---|
| المرحلة التاسعة |  | توصيل جهاز الاردوينو بجهاز الحاسوب ثم ببرنامج الماتلاب. |
| المرحلة العاشرة |  | فتح برنامج الماتلاب ليتم التواصل مع جهاز الاردوينو هذا الاخير يبعث معلومات عن درجة الحرارة لمختلف أماكن توضع اللواقط الحرارية في المقطرات الشمسية ليتم ترجمتها عبر البرنامج الى قيم يمكن قرأتها. |
| المرحلة الحادية عشر |  | تحول لغة الماتلاب الى اشارة فيزيائية لكل من 06 لواقط الحرارية في فيستقبل معطيات الحرارة والتغيرات الفيزيائية في كل 30 دقيقة من اجل القيام بحساب الدوال اللوغارتمية والنتائج الرياضية لكل المنحنيات من اجل النتائج الحقيقية. |

| | | |
|---|---|---|
| المرحلة الثانية عشر |  | يستقبل برنامج الماتلاب القيم الاولية للحرارة عبر اشارة اللاقط الحراري مثل هذه القيمة T= 20 .53 C° ، 6اشكال مبينة في المرحلة 12 بالضافة الى امكانية رسم المنحنيات و تعديل الوقت القياس. |
| المرحلة الثالثة عشر |  | يبين الشكل كيفية عرض قيمة درجة الحرارة من خلال البرنامج. |

## 3- 6 - 2 جهاز قياس التوصيلية الكهربائية conductimètre:

هو جهاز يستخدم لقياس التوصيلية الكهربائية للماء المقطر ومقارنتها بالمعايير المعروفة للماء النقي كما هو مبين في الشكل (3-14)،حيث يوجد هذا الجهاز في VTRS.

**الشكل(3- 14):** جهاز قياس التوصيلية الكهربائية.

### 3- 6 - 3 الأنابيب المدرجة tubes gradués:

تستعمل الأنابيب لقياس كمية الماء في كل مدة زمنية وبذلك نحسب التدفق الكتلي أو الحجمي للماء .

**الشكل(3- 15):** توضح مخبار مدرج.

### 3- 6 – 4 بيرا مومتر:

هو عبارة عن جهاز يستعمل لقياس شدة الاشعاع الشمسي متواجد على مستوي مخبر الطاقات المتجددة بالكلية العلوم و التكنولوجيا.

### 3- 6 – 5 جهاز الPh متر:

حيث يوجد هذا الجهاز في مخبر VTRS في كلية العلوم و التكنولوجيا

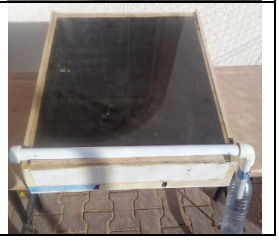
**الشكل(3- 16):** جهاز قياس Ph متر.

## 3- 7 المكونات اللازمة لتصنيع المقطر الشمسي:

قد تم اختيار هذه المكونات بناء على مواد متوفرة في السوق الجزائري وكذلك تكلفتها المنخفضة، اما الابعاد تناسب حجم النظام في المستقبل، و تتلخص هذه المكونات في الجدول التالي:

**الجدول (3-2):**الادوات اللازمة لا نجاز المقطر.

| الصورة | ألأسم | ألأبعاد | الكمية |
|---|---|---|---|
| | الصندوق | L=54 cm<br>H1 = 14 cm<br>H2 = 06 cm<br>50 cm x 50 cm<br>E =2mm | 5 |
| | الغطاء الخارجي:<br>مصنوع من الزجاج العادي. | 50 cm x 51 cm<br>E = 3 mm | 1 |
| | أنبوب PVC مع<br>لولب خارجي | L = 60 cm<br>Diam = 25 mm | 2 |
| | كوع 90° مع<br>أنبوبين PVC يحتوي<br>على لولب خارجي | D = 25 mm<br>D = 25 mm<br>L = 10 cm | 1 |
| | الصمغ العادي الاسود اللون | | 1 |
| | علب دهن | علبة طلاء سوداء وعلبة طلاء بيضاء وفرشاة | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | | قارورة مصنوعة من البلاستيك (الخزان) | |
| 1 | | قمع للحقن الماء | |
| 1 | | الحنفيات | |
| 100غ | | ماسك الخشب: مسامير و مطرقة | |
| 1 | | غراء لاصق | |
| 1 | | الميزان المائي | |
| 3 | | المرآة | |
| | | المقطر في الحالة النهائية |  |

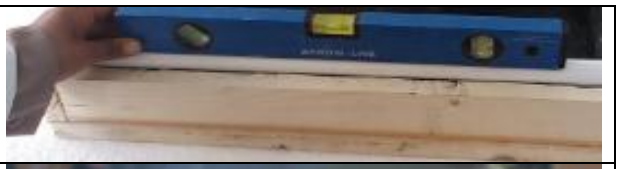
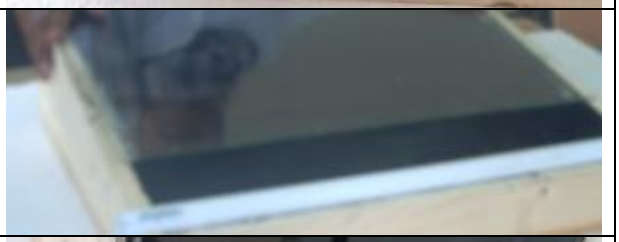
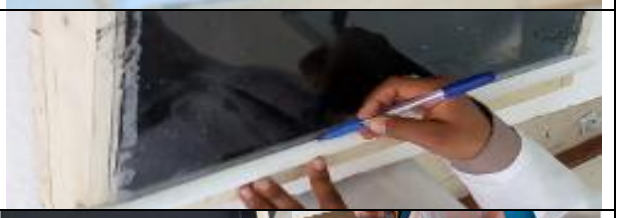
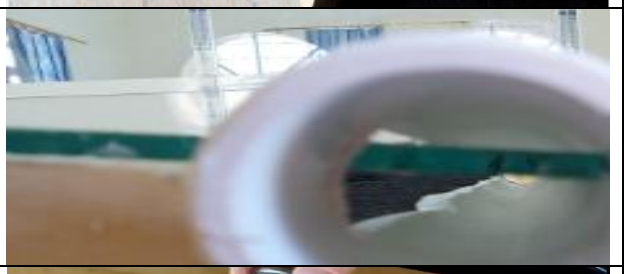
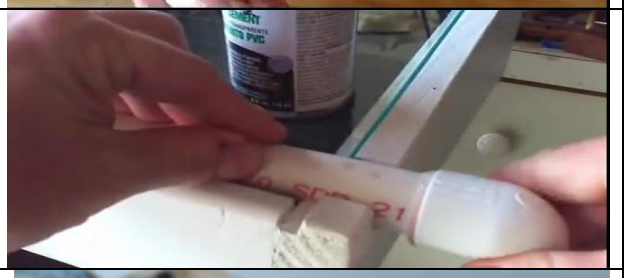
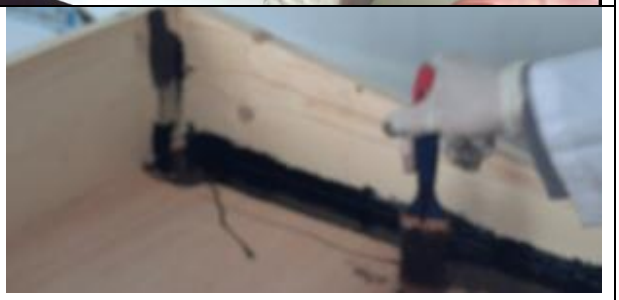
## 3- 8 خطوات تصنيع المقطر الشمسي:

لتحقيق التقطير الحراري للطاقة الشمسية ليست بأمر الصعب لأن المواد اللازمة لصنع متوفرة في السوق الجزائرية (انظر الجدول 2.3)، الجزء الصعب لتحقيق ذلك هو التخطيط والموقع وفتح أنبوب التجميع لأنه يعتمد النظام بأكمله على هذه الخطوة، إذا كان أحد المراحل الثلاثة السالفة الذكر ليست دقيقة الصنع قد لا تعطي سير حسن للعمل في هذا النظام، لهذا السبب نحن بصدد شرح هذه الخطوات.
لم نضع لنظام طبقة العزل من البوليستران لأن سمك صندوق خشبي هو 2 سم وسماكة الزجاج هو 0.3 سم، أي سمك الكلي حوالي 2.5 سم، هذه القيمة هي كافية لمقاومة نقل الحرارة من خلال جدار التقطير، وميزة هذا النظام انه يتم نقل نواتج التقطير كامل الكمية المنتجة على الفور، بالإضافة أن الكمية المنتجة يتم قياسها كل ساعة، كذلك ان المقطر يتعرض لنفس الإشعاع الطاقة الشمسية، والضغط ودرجة الحرارة .
زاوية الميل الزجاج هو 10 درجة لذلك نحن في مجموعة مثالية من أبحاث السيد اليباني H تاناكا نشرت في صحيفة الطاقة الشمسية في عام 2010، ويظهر هذا البحث أي زيادة في زاوية الميل تؤدي الى انخفاض في إنتاج الماء المقطر، لكنه يظهر أيضا أن أي زيادة في حجم بين طبقة من الماء والزجاج تؤثر سلبا على أداء المقطر[22].

لذا أشاد الباحثون علي تحسين الأنظمة، الذي هو أيضا هدفنا في هذا العمل ولكن لدينا بالمقابل هدفا اخر هو نقاء المياه التي تم جمعها للاستخدام البشري.

**الجدول (3-3):** يوضح خطوات تصنيع المقطر.

| الصورة | الشرح |
|---|---|
| | **صندوق المقطر:** الصندوق يتكون من 4 لويحات ذات الأبعاد التالية 14 cm x 6 cm x 2cm و تجمع مع بعض بواسطة براغي ومسامير مشكلة مستطيل تم يلصق المستطيل مع لوحة القاعدة ذات الأبعاد التالية 54 cmx 54cm بواسطة المسامير و البراغي |
| | **ثقب الصندوق:** نثقب اللوحتين الجانبيتين ثقبين على شكل نصف دائرة موازي للوحة ذات الابعاد التالية 54 cm x 6 cm x 2cm أي صنع مكان المجمع الذي هو عبارة عن أنبوب من نوع PVC طوله 60cm |
| | **موضع المجمع:** يكون موضع أنبوب التجميع في الثقبين بالتوازي للوحة المواجهة |

| | |
|---|---|
| **استعمال المزان المائي:** بغيت معرفة مدى توازن الأنبوب (المجمع ) على الثقبين |  |
| **موضع الغطاء الزجاجي :يكون** موضع في أنبوب التجميع أي جعل فتحة في الأنبوب على طول الزجاج |  |
| **نؤشر على الانبوب:** نوضع الزجاج على الانبوب ونعلم عليه من بداية الغطاء إلى نهايته أي نرسم ثلث و نترك ثلثي أنظر مرحلة موضع الزجاج في الأنبوب |  |
| **فتح الأنبوب:** وهي من أصعب المراحل لأنه لا يمكن تثبيت الأداة على سطح الأنبوب كذلك لا نستطيع السيطرة | |
| **موضع الزجاج في الأنبوب:** بعد فتح الأنبوب نلقي الزجاج في الشق تاركين مسافة كافية تحت الزجاج و الشق كما هو موضح في الصورة من أجل قطيرة الماء التي ستنزلق عبر الزجاج لتنزل في قناة الأنبوب |  |
| **تحضير أنبوب التجميع:** لغطاء أنبوب التجميع نستعمل غطاء من نفس طبيعة أنبوب في نهاية من النهايات أنبوب ،الأنبوب يحتوي على لولب خارجي من الطرفين ثم نلصقه بالغراء | |
| **تركيب الكوع :**نركب في نهاية المجمع الكوع 90° الذي يسمح بجريان الماء المقطر نحو الخزان<br>إن الكوع هو عبارة عن همزة وصل بين داخل المجمع و الخزان |  |
| **طلاء المقطر داخليا:** عند طلاء سطح المقطر داخليا نستعمل دهن من نوع الصمغ الاسود العادي المسمى سيليكون كما هم موضح في الصورة<br>أفضل طريقة نطليه كاملا ثم نتركه يجف ثم نعيد طليه من جديد حتى نتأكد من أن كل المقطر قد طلي تماما و نغلق كامل الثغور الموجودة فيه |  |

| | |
|---|---|
| **اختبار المقطر :**بعد جفاف المقطر نختبر المقطر من خلال وضع كمية من الماء فيه ثم نتركه لمدة من الزمن لمعرفة ما إذا كان رشح أم لاو كذلك جاهز للاستعمال ام لا | |
| **طلاء الصندوق خارجيا:** تم طلاء الهيكل الخارجي بالون ألأبيض للمنظر الجمالي وكذلك لمقاومته لظروف الخارجية كالرطوبة مثلا | |
| | |

**الجدول(3 - 4):** يبين الادوات المستعملة لإنجاز المقطر.

| الصورة | تسمية | طريقة الاستعمال |
|---|---|---|
| | المطرقة | تستعمل المطرقة لتثبيت اللويحات بالمسامير |
| | أداة برد | تستعمل هذه الأداة لتسوية الحواف المقطر لتوضع الزجاج |
| | منشار خشب | استعمل هذا ألأخير لقطع اللويحات |
| | مثقاب كهربائي | استعمل المثقاب بغية إحداث الفوهتين |
| | منشار كهربائي | نستعمل هذا ألأخير من أجل إحداث شق في الأنبوب لتوضع الزجاجة |

| | | |
|---|---|---|
| | الكلابة ،مفك، أداة برد | متعدد الاستعمال |
| | فرشاة | لدهن المقطر خارجيا |

## 3- 9 الخطوات التجريبية:

### 3- 9 - 1 التجربة الاولى:

بعد إنجاز المقطرات الاربعة انظر الشكل ادناه (3- 17) تم إجراء اختبار الفصل و ذلك بوضع نفس الكمية من الماء (3 لتر) في كل مقطر من المقطرات ثم تعرض لأشعة الشمس للفصل بينهما و ذلك من خلال كمية الماء المنتجة (المحلى) أي كل مقطرين انتجا نفس الكمية درسا مع بعض بمعنى خضعا لتجربة.

**الشكل(3- 17):** تجربة الفصل.

### 3- 9 - 2 التجربة الثانية (شهر ماي ):

**- الأدوات التجريبية:**

ماء مالح، مقطرين ،مرآة ،وعاء مدرج ، قارورة صغيرة، مخبار مدرج ذو سعة 10 مل لتر مخبار مدرج ذو سعة 100 مل لتر و PH متر كذلك جهاز قياس الحرارة الاردیونو.

- المدة الزمنية المستغرقة في التجربة هي يوم كامل .

**البروتوكول التجريبي:**

**الخطوات التجريبية**:

- نضع المقطرين في المكان المناسب لتجربة (التوازن).
- نضع 3 لترات من الماء المالح في كلا المقطرين.
- نغسل الغطاء الزجاجي جيدا من الغبار و الاتربة .
- نضع اللواقط الحرارية على الزجاج الداخلي و الخارجي و في الماء لكلا المقطرين
- نضع الغطاء الزجاجي على المقطرين.
- نضع المرآة كما توضحه الصورة .
- نسد المقطرين جيدا لمنع التسربات الحرارية .
- نشغل جهاز الاردوينو الموصول بالحاسوب بعد ضبط الوقت .
- نقيس كمية الماء المنتجة من المقطر بالمخبار لكل ساعة.
- نقيس كمية الماء المنتجة من المقطر بالمخبار تم نضع الاجهاز PH مترفي المخبار المدرج لمعرفة ما إذا كان الماء معتدل أم لا.
- نستخدم جهاز قياس التوصيلية الكهربائية لقياس التوصيلية الكهربائية للماء المقطر ومقارنتها بالمعايير المعروفة للماء النقي .

**الشكل(3-18):** يبين خطوات التجربة.

## 3- 10 الخاتمة:

لقد درسنا في هذا الفصل الدراسة التجريبية للمقطر الشمسي مسطح حيث تم تصنيع اربعة مقطرات انطلاق من مواد اولية بسيطة، في مخبر طاقوي وطاقات المتجددة التابع لكلية العلوم وتكنولوجيا في جامعة حمة لخضر بالوادي.
حيث وجهتنا العديد من الصعوبات و خاصة عند فتح الانابيب البلاستكية المجمعة للماء المقطر وتم تجاوز المشكلة بتخطيط وتحديد مكان مراد فتحه بمسطر وقلم ثم تثبت الانابيب وفتحها بمنشار كهربائي الدوار، وكذلك اشكالية تثبت مرآة وانعكاس اشعة الشمس على غطاء المقطر(الزجاج الخارجي ) وتم حل هذه المشكلة بتثبت المرآة خلف المقطر مع امكانية تغير الزاوية ، و الماء (بماء حنفية بضواحي المدينة ) تم الحصول على نتائج جد مرضية، و في هذا الفصل استعملت تقنية بطاقة الاردوينو وهو تقنية جد متطورة و سهلة التركيب والاستخدام و الغرض منها هو قياس تغيرات درجات الحرارة لكل من الزجاج الداخلي وخارجي للمقطرين وكذلك الماء في نفس الوقت و التي من خلالها تحصلنا على النتائج التي سنفسرها ونقاشها في الفصل الموالي.

# الفصل الرابع

## النتائج التجريبية و مناقشتها

## 4- 1 مقدمة :

الدراسة التجريبية المنجزة على المقطرين المتمثلة في المقارنة بين نموذجين من المقطر الشمسي البسيط ذو الميل الأحادي حيث احدهما مرجعي والأخر مدروس، وبناء على النتائج التجريبية المتحصل عليها رسمت على أساسها منحنيات لتغيرات في درجات الحرارة بدلالة الزمن لكل من الزجاج الداخلي وخارجي والماء للمقطرين ، كذلك شدة الإشعاع الشمسي وكمية الماء المنتجة من المقطرين خلال الزمن (اليوم كامل)، و كذا درجات الحرارة الجو في اليوم .

## 4- 2 النتائج الأولية:

لقد تمت التجربة يوم 2017/05/17 على مستوى مخبر بجامعة الوادي تحت الظروف الجوية المسجلة في الجدول (4-1 )التالي:

**الجدول(4-1 ):**الأحوال الجوية للتجربة.

| | |
|---|---|
| شروق الشمس | 5:41 |
| غروب الشمس | 19:19 |
| درجة حرارة الجو | 26 - 35C° |
| الرطوبة | 25% |
| سرعة الرياح | 21Km |

و لقد تم ايضا قياس Ph و الناقلية الكهربائية للماء المستعمل في مخبر VTRS بجامعة الوادي قبل و بعد الاستعمال و يلخص الجدول (4-2) النتائج التحليل.

**الجدول( 4-2):** نتائج تحليل الماء المستعمل للتقطير.

| **الماء المالح** | **الماء المقطر** |
|---|---|
| Ph=5.86 | **Ph**= 6.95 |
| **الناقلية الكهربائية** = $4.72ms/cm^2$ | **الناقلية الكهربائية** = $230\mu s/cm^2$ |

لقد مرت التجارب بكل سهولة خاصة و أن بطاقة الاردوينو سهلت لنا الكثير من المهام و خاصة الوقوف في الشمس و تقليل الخطأ البشري في القياس، انظر لشكل (1.4 )و الذي يمثل المقطر الشمسي أثناء التجربة.

**شكل (4-1 )**: المقطرات أثناء التجربة.

## 4-3 النتائج التجريبية:

تترجم كل الموازين الحرارية التي رأيناها في المحور الثالث إلى بيانات تفسر العوامل المؤثرة في عملية التقطير الشمسي. من خلال المنحنيات البيانية المتحصل عليها تتأثر عملية التقطير الشمسي بشكل مباشر بعدة عوامل كالإشعاع الشمسي، و درجة حرارة الوسط الخارجي، و درجة الحرارة لسطح الداخلي للغطاء.

إذ لا يؤثر الإشعاع الشمسي الوارد على كل أجزاء المقطر بشكل مباشر، بل يؤثر فقط على درجة حرارة الماء المالح بشكل مباشر و فعال، لينتقل بعدها هذا التأثير لباقي الأجزاء، حيث أن ارتفاع معدل الإشعاع الشمسي الذي يبلغ أقصى قيمة له $1000\ W/m^2$ في الفترة الممتدة ما بين (11h-13h ) حيث يؤدي لارتفاع درجة حرارة الماء المالح التي تسمح بعملية تبخير الماء.

إن لدرجة حرارة الوسط الخارجي تأثير واضح على الأجزاء الخارجية للمقطر المكثفة (الزجاج الخارجي)، و أحيانا يكون هذا التأثير سلبي على عملية التقطير، فكلما ارتفعت هذه الدرجة يقل معدل التبادل الحراري بالحمل بين سطح التكثيف والهواء المحيط بغرفة التقطير أي يقلل من الفارق في درجة حرارة بين الصفيحة المكثفة و الصفيحة الماصة أي الجسم الأسود.

✓ **التجربة الأولى:**

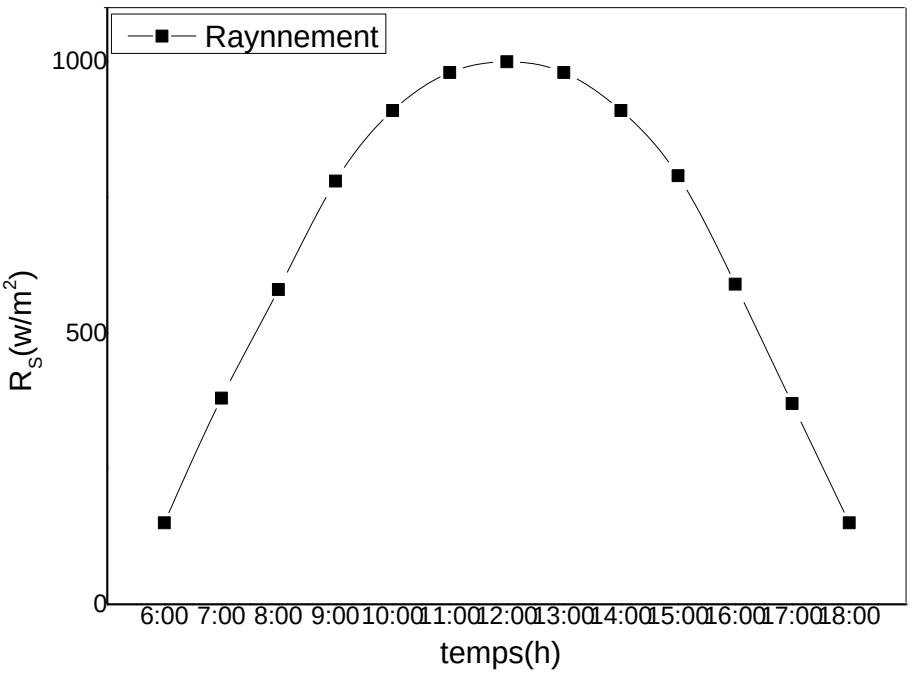
بالاعتماد على التجربة الأولى و بعد الحصول على مقطرين متماثلين في إنتاج كمية الماء المحلى، انطلق في انجاز التجربة الموالية على أكمل وجه.

✓ **التجربة الثانية**

الهدف من هذه التجربة هو رفع درجة حرارة الماء المالح للمقطر الشمسي البسيط المدروس، و ذلك بزيادة تسخين المجمع الحراري بواسطة العاكس(المرآة).

## 4 - 4 تحليل المنحنيات:

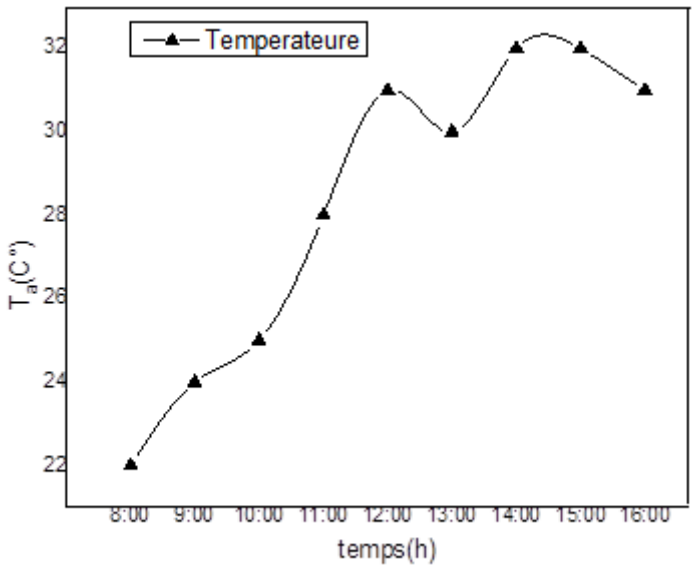
### 4 - 4-1 تطور الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن:




**الشكل(4-2):**منحنى تغيرات شدة الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الارض بدلالة الزمن.

نلاحظ من خلال الشكل (4-2) إن منحنى تغيرات النظري شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض في تزايد مستمر من الساعة السادسة صباحا (أي وقت الشروق) إلى حدود الساعة الثانية عشر(زوالا) ومن الساعة الواحدة مساءا نسجل انخفاض مستمر إلى حدود الساعة السادسة مساءا (وقت الغروب).

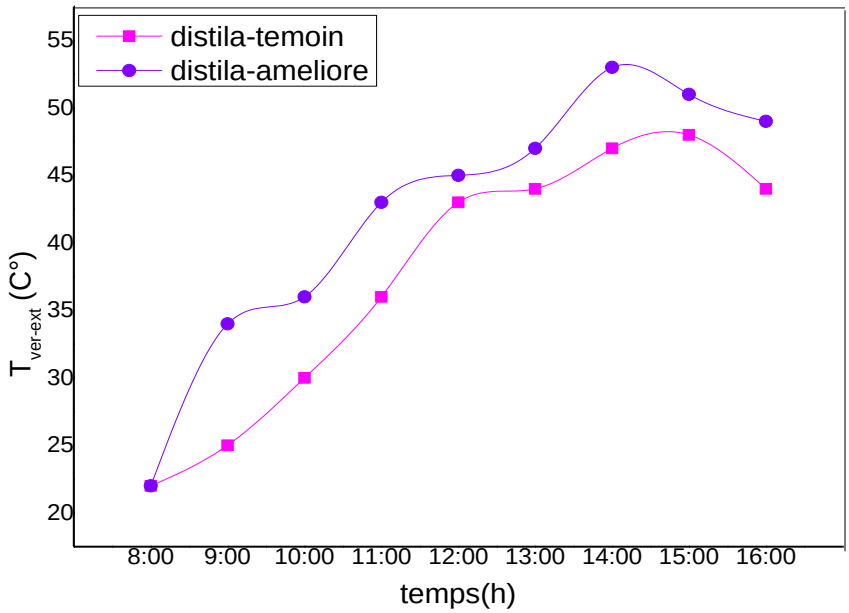
## 4 - 4 - 2 تطور درجة حرارة الجو بدلالة الزمن:




**الشكل(4-3):**منحنى تغيرات درجة حرارة الهواء بدلالة الزمن.

نلاحظ من منحنى الشكل (4-3) تغيرات درجة حرارة الجو بدلالة الزمن ان درجة الحرارة كانت بطيئة من الساعة الثامنة وحتى الساعة العاشرة صباحا، ونسجل تزايد سريع من العاشرة صباحا الى الساعة الثانية عشر زوالا ثم تراجع في درجة الحرارة عند الساعة الواحدة مساءا، لتعود مرة اخرى لتزايد حيث تبلغ ذروتها عند الساعة الثالثة ظهرا.

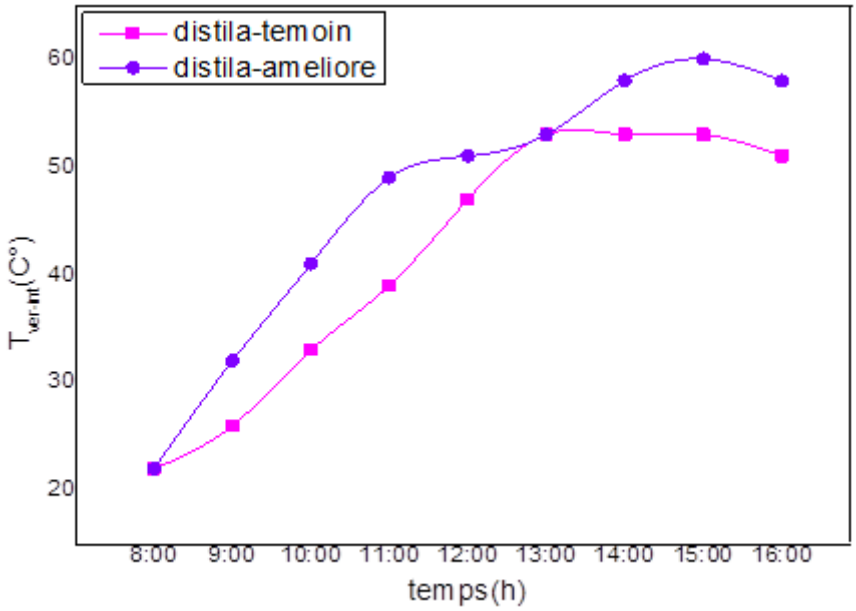
## 4 - 4 - 3 تطور درجة حرارة الزجاج الخارجي بدلالة الزمن:




**الشكل(4-4):**منحنى تغيرات درجة الحرارة الخارجية لسطح الزجاج الخارجي لكلا المقطرين (مرجعي– المدروس) بدلالة الزمن.

نلاحظ من منحنى الشكل (4-4) تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجي للمقطرين ان درجة الحرارة عند الساعة الثامنة صباحا كانت متساوية، ليبدا بعد ذلك لكلا المقطرين في تزايد مستمر الى حدود الساعة الثانية مساء بالنسبة للمقطر المدروس اما المقطر مرجعي فيبدا بالانخفاض من الساعة الثالثة مساءا، لا ان درجة الحرارة الخارجية للزجاج المدروس أعلى من درجة حرارة الزجاج الخارجي المرجعي.
ان لدرجة حرارة الجو عامل من العوامل المؤثرة في عملية التقطير الشمسي و لكن ليس بنفس الحدة للعوامل الأخرى، لذا نأخذه بعين الاعتبار، حيث يكون تأثيره أكثر على الزجاج الخارجي و على عملية انتقال الحراري بالحمل الطبيعي و القيسري او معا، حيث نجد درجة الحرارة موجودة في معادلة نيوتن.

## 4 - 4 - 4 تطور درجة حرارة الزجاج الداخلي بدلالة الزمن:

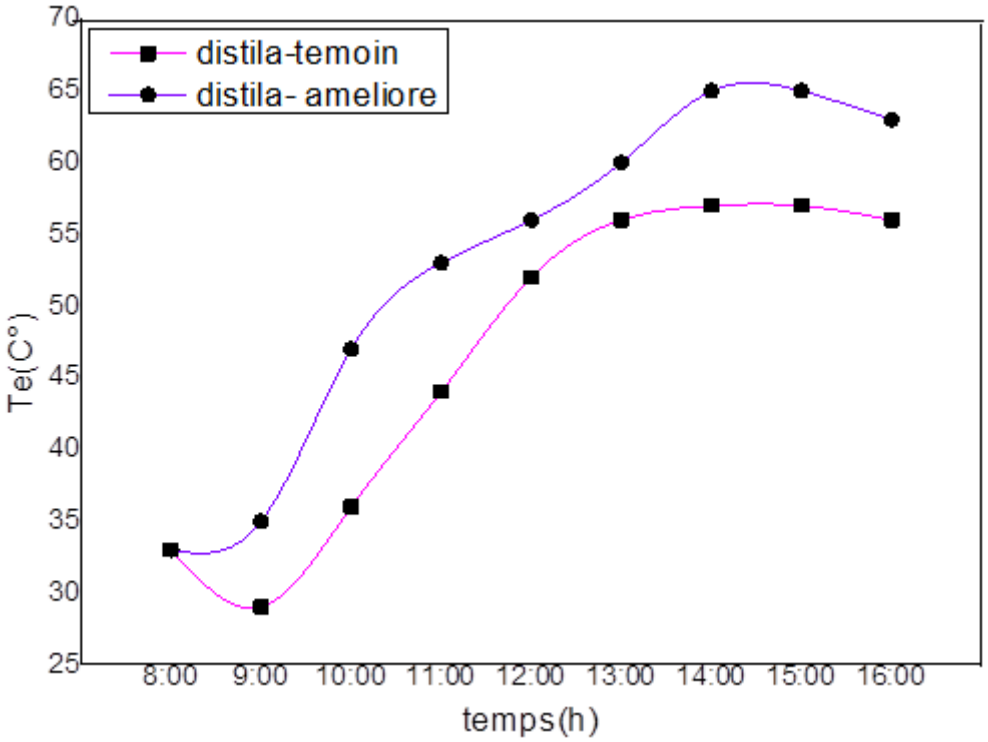



**الشكل(4-5):** منحنى تغيرات درجة الحرارة الداخلية لسطح الزجاج الداخلي لكلا المقطرين (مرجعي- المدروس) بدلالة الزمن.

نلاحظ من منحنى الشكل(4-5) تغيرات درجة الحرارة الداخلية لكلا المقطرين بدلالة الزمن يبدا من نفس درجة الحرارة لينفصلا بعد ذلك في حدود الساعة التاسعة صباحا مع تسجيل تزايد مستمر لكلا المقطرين، و في حدود الساعة الواحدة مساءا تتساوى درجة حرارتهما، نسجل بعد ذلك ارتفاع مجددا في درجة حرارة المقطر المدروس ليبلغ ذروته عند الساعة الثالثة مساءا بينما المقطر الآخر فيبدأ بالانخفاض.

يتعرض هذا الزجاج إلى درجة حرارة النابعة من داخل المقطر ثم تنتقل من خلاله بما يسمى بانتقال الحرارة بالتوصل التي تعتمد على علاقة فوري، و يكون لسمك الزجاج دور فعال في انتقال الحرارة من الزجاج الداخلي الى الزجاج الخارجي، و عند وصول الحرارة إلى الجزء الخارجي للمكثف فان الانتقال يكون على مبدأ نيوتن وهو الحمل و قد يكون طبيعي و قد يكون قسري او معا.

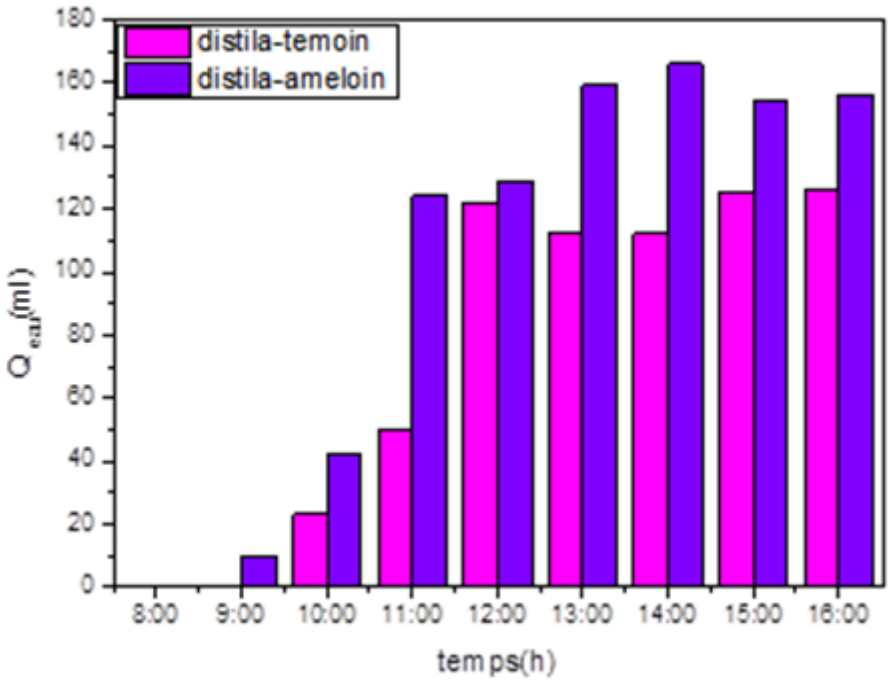
### 4 - 4 - 5 تطور درجة حرارة الماء المالح بدلالة الزمن:




**الشكل(4-6):**منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح في المقطرين بدلالة الزمن.

نلاحظ من خلال منحنى الشكل (4-6) تغيرات درجة حرارة الماء المالح في المقطرين الاثنين بدلالة الزمن انهما ينطلقا من نفس درجة الحرارة ليتزايد كل واحد على حدى بعد الساعة التاسعة صباحا، حيث نسجل تتزايد درجة حرارة المقطر مرجعي اسيا اما المحسن فيتزايد باستمرار الى ان يبلغ ذروته الثانية مساءا.

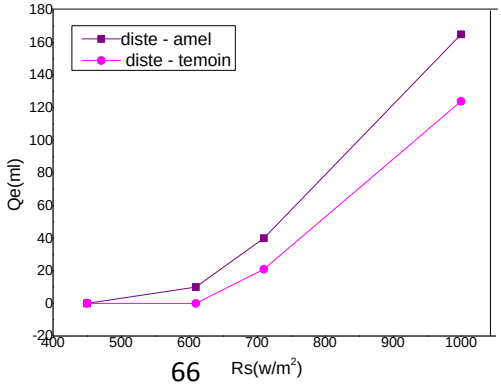
## 4 - 4 - 6 تطور كمية الماء المقطر بدلالة الزمن:



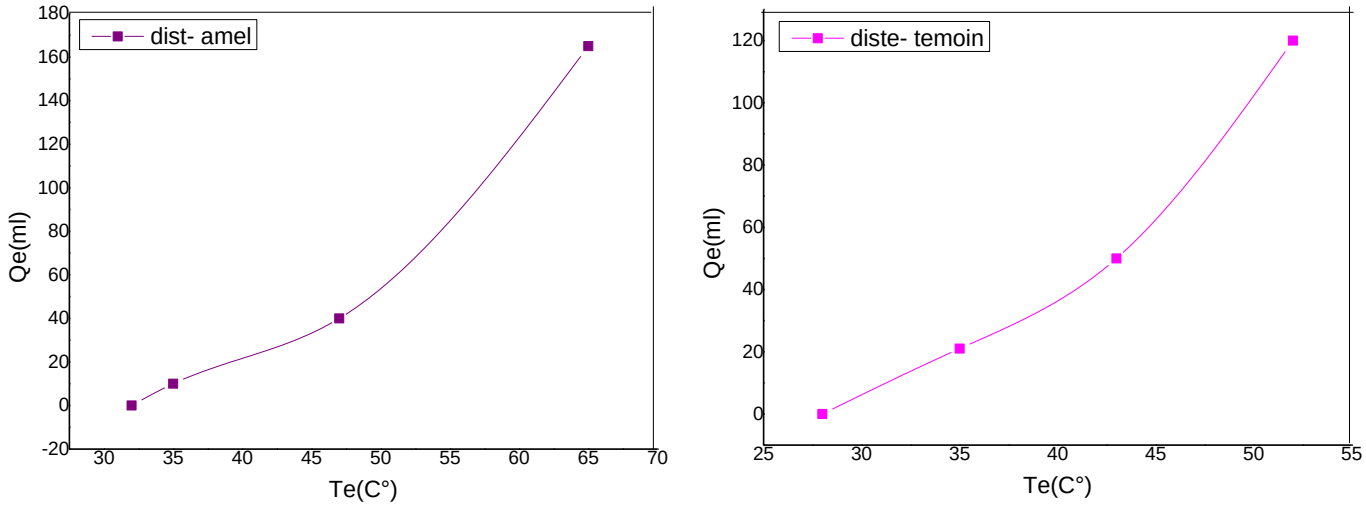

**الشكل(4-7):**منحنى تغيرات كمية الماء المنتجة من المقطرين(مرجعي-المدروس) بدلالة الزمن

نلاحظ من المنحنى الشكل (4-7) تغيرات كمية الماء المنتجة من المقطرين مرجعي و المدروس بدلالة الزمن انه لم يسجل أي كمية منتجة من الماء المقطر عند الساعة الثامنة، بينما نسجل كمية ولو ضئيلة عند الساعة التاسعة صباحا في المقطر المدروس، اما من الساعة العاشرة صباحا يبدا المقطرين في الانتاج الماء المحلى، لنسجل عند الزوال تقريبا نفس الكمية المنتجة من الماء المحلى لكلا المقطرين، اما عند الساعة الثانية مساءا نسجل اعلى كمية انتاج للمقطر المدروس(المحسن).

## 4 - 5 مناقشة النتائج:

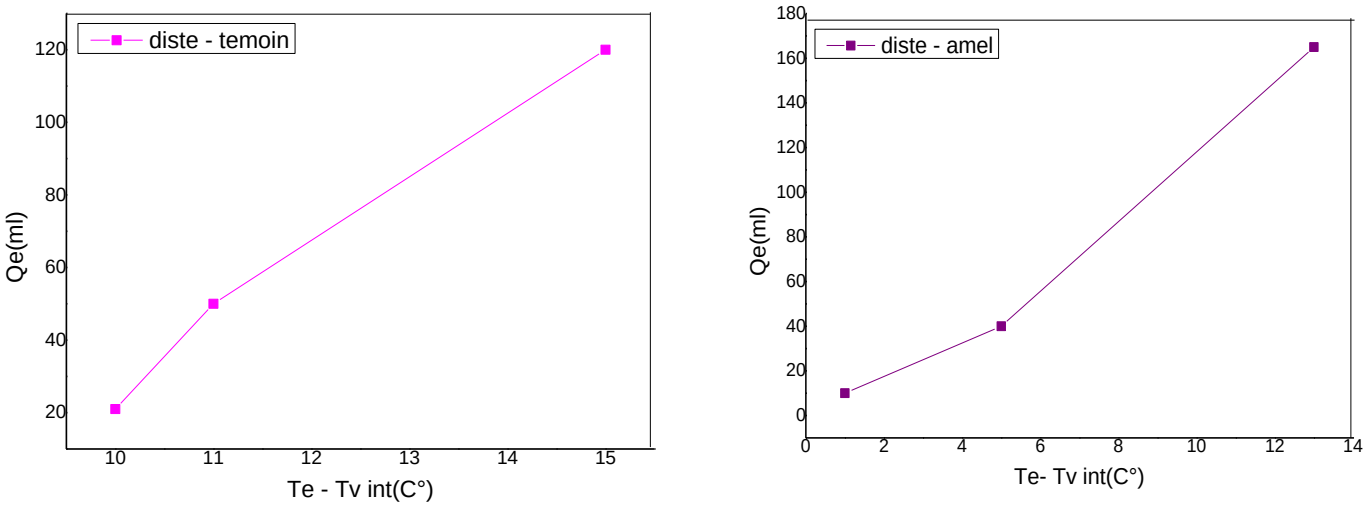


**الشكل(4-8):**منحنى كمية الماء المنتجة بدلالة الاشعاع الشمسي
كلما ارتفعت شدة الاشعاع الشمسي زادت كمية الماء المنتجة




**الشكل(4-9):**منحنى تغيرات كمية الماء المنتجة بدلالة درجة الحرارة الماء لكل من المرجعي و المحسن

كلما زاد درجة حرارة الماء المالح زادة كمية الماء المنتج




**الشكل(4-10):**منحنى تغيرات كمية الماء المنتج بدلالة الفارق بين درجة الحرارة الماء و الزجاج الداخلي لكل من المرجعي و المحسن

كلما كان الفرق بين درجة الحرارة الماء و الزجاج الداخلي كبيرة كانت كمية الماء المنتجة اكبر

يعود التزايد المستمر لشدة الاشعاع الشمسي الى صفاء الجو أي خلوه من السحب في الفترة الصباحية ،اما عند الزوال أي ما بين الساعة الثانية عشر الى الساعة الواحدة مساءا بلوغ شدة الاشعاع الشمسي

ذروته راجع الى ان الشمس تصبح في كبد السماء أي الاشعاع الشمسي يسقط عموديا على سطح الارض ،اما في الفترة المسائية انخفاض مستمر لشدة الاشعاع الشمسي يعود الى غروب الشمس.

يعود سبب عدم انتاج المقطر مرجعي للماء المحلى عند الساعة التاسعة صباحا الى عدم وجود اختلاف في درجة الحرارة لكل من الماء و الغطاء الداخلي للمقطر(الزجاج الداخلي)، في المقابل انتاج المقطر المدروس كمية قليلة من الماء راجع الى وجود اختلاف بين درجة حرارة الماءالمالح و السطح الداخلي للزجاج أي تدرج الحرارة يختلف عن الصفر $\Delta T \neq 0$.

يعود كذلك بسبب انتاج كلا من المقطرين نفس الكمية الماء المحلى الى تساوي الفرق في درجة الحرارة بين الماء المالح و السطح الداخلي للمقطرين

بسب بداية تبخر الماء عند درجة حرارة $35C°$ راجع الى العلاقة افوقادرو التالية

$$PV=nRT \qquad (1-4)$$

أي وجود ضغط منخفض و حجم مرتفع ومنه هناك علاقة عكسية بين الضغط و درجة الحرارة.

انتاج المقطر المدروس عند الساعة التاسعة ناتج من فعل المرآة على المقطر حيث تعمل هذه الاخيرة على تكثيف شدة الاشعاع الشمسي الساقط داخل المقطر حيث يعمل هذا الاخير على رفع درجة حرارة الماء المالح و هذا ما يوضحه الشكل (4-5).

يرجع ارتفاع درجة حرارة السطح الداخلي للغطاء الزجاجي لكل من مرجعي و المحسن (المدروس) الى وجود انكسارات للأشعة الشمسية التي بد ورها تسخن السطح الداخلي للمقطر.

يعود سرعة تكثيف الزجاج الداخلي الناتج من الفرق بين درجة الحرارة الداخلية و الخارجية للمقطرين و نجد كذلك ان السطح الخارجي للزجاج اقل حرارة بسبب انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي و .... تبعا لقانون فوري و قانون نوتن.

## 4 - 6 الخاتمة:

وفي الأخير و بعد الدراسة التجريبية للنتائج المتحصل عليها خلال التجربة استخلص ان المقطر المدروس هو الأفضل من المقطر مرجعي بنسبة قدرت بين 54 إلى % 70 وهذا يعود للمحسن المضاف المتمثل في المرآة حيث ساهمت في مضاعفة نسبة تركيز الإشعاع الشمسي.

# الخلاصة العامة

## الخلاصة العامة:

يعتبر التقطير وهو احد التقنيات البسيطة المستعملة في تحلية المياه ، و هذا ما جسد في هذا العمل باستعمال مقطر شمسي بسيط ذو الميل الواحد لكونه يعتمد فقط على الطاقة الشمسية و المتمثلة في اشعة الشمس ،ويمكن الاشارة ان الصناعة المقطر سهلة للغاية وتركيبته بسيطة جدا و هو غير مكلف و سهل الصيانة ، و اختيار المقطر الشمسي متعلق اساسا بخصائص تشغيله، و لذا ركز في هذه دراسة على دراسة كمية الماء المقطر المنتجة من المقطرين ومن خلال التجربة المنجزة على ارض الواقع بجامعة الودي و ذلك بهدف تحسين المردود اليومي للماء المقطر.

لهذا الغرض طرحة الاشكالية المتمثلة في عيب المقطر ذو المردودية الضعيفة و امكانية تحسين هذا المردود باستعمال محسن و المتمثل في المرآة التي تعمل في على تكثيف الاشعاع داخل المقطر.

من خلال النتائج المتحصل عليها من التجربة الميدانية بالمخبر الطاقات المتجددة المقامة بساحة العلوم و التكنولوجيا، كانت النتيجة المتحصل عليها 320 مل/ خلال 6 ساعات للمقطر المرجعي و 620 مل /خلال 6 ساعات تحسين مردود المقطر الشمسي البسيط بنسبة 54%- 70% ومن هناء يمكننا القول بان العاكس المضاف يؤثر تأثير ايجابيا على مردود المقطر و بنسبة عالية.

لكن الامر الذي بقي مطروح يتلخص في السؤال التالي: هو اذا استعملنا عواكس محاطة بجميع جوانب المقطر هل سنحصل على نتيجة افضل من النتيجة المتحصل عليها ؟.

# قائمة المراجع

**قائمة المراجع**

**المراجع بالعربية:**


رقم المرجع المرجع

[1]- د. بن حميدة سفيان ود. مبروك غوقالي ، ط1 ، سلسلة الطاقات المتجددة: الطاقة الشمسية، مطبعة مزوار - 2009.

[2]- عبد البار سوداني ، الدراسة النظرية للمركز الشمسي الأسطواني المقعر (CCP)، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة ، 2009.

[3]- أ. م. د. أسعد رحمان سعيد الحلفي، هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية، مكتبة الزهراء للطباعة، البصرة، 2010.

[4] - د. مهندس: محمد مصطفي محمد الخياط،الطـــاقة مصـــادرها - أنواعها - استخداماتها، القاهرة، وزارة الكهرباء والطاقة - مصر، بريد إليكتروني: (ت 0020128090810) - يوليو2006.

[5]- (PDF )استخدامات الطاقة الشمسية

http://www.facebook.com/topic.php?uid=25172166479&topic=5010

[6]- د. سعود يوسف العياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة،سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني لثقافة والفنون والآداب، الكويت، صدرت في يناير 1978باشراف أحمد مشاري العدواني1923- فيفري 1990-1981.

[7]- د. نوبي محمد حسن ود .محمود عبد الهادي الاكيابي، تقنيات استخدام الطاقة الشمسية في المدن الجديدة، قاعة اقتصادية في عملية التنمية العمرانية المستدامة، بحث منشور في ندوة المدن الجديدة ودورها في التنمية المستدامة، أكاد ير، المملكة المغربية 24-27 نوفمبر 1999.

[8]- د. طارق علي، قطاع الخلايا الفوتو فولطية، ط1، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، القاهرة، 2000.

[9]- ف. بلقاضي، م. سعيدي، الطاقات المتجددة، مذكرة تخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة القديمة - الجزائر، 2004، ص9.

[10]- د. سهيل فاضل، د. إلياس الكبة، الطاقة الشمسية وتطبيقاتها، دار الحداثة لطباعة والنشر والتوزيع، ص ب14/5636 بيروت لبنان.

[11] د.أميل القلق، سلسلة الحقائب التعليمية في الطاقات المتجددة حقيبة السخان الشمسي، إعداد المنظمة العربية للتربية و الثقافة و العلوم، تونس 2000.

[12]- د.م.رأفت اسماعيل رمضان، د.ع.جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، دار الشروق، القاهرة،1988

[13] الطاقة المتجددة، الوكالة الألمانية للطاقة، الوزارة الاتحادية للاقتصاد و التكنولوجيا، ص 14.

[14]- نشرات جهاز تخطيط الطاقة1996-2002 الطاقة في مصر- القاهرة-1996-2002 .

[15]- د.مصطفى محمد السيد ، د. قدري أحمد فتحي ،د.إبراهيم السعيد مجاهد ،النماذج الحسابية للنظم الحرارية الشمسية،مركز النشر العلمي جامعة الملك عبد العزيز - جدة ، ط1- 1994.

[16]- PDF استخدمات الطاقة الجديدة و المتجددة - مركز النيل للاعلام بالسويس- هانس زايدل الالمانية -أغسطس 2006

[17]- المقطرات الشمسية، المهندس محمد الشيخ،2010/4/8، www.kawngroup.com

[18]- د.أسعد رحمان سعيد الحلفي،هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية، ط1، البصرة جمهورية العراق، رقم الإيداع في دار الوثائق والكتب بغداد(1493) لسنة 2010.

[19]- ذوداي رشيدة، دراسة مقطر الشمسي ذو مكثف مظل جزئيا بفعل الاحتباس الحراري الشمسي في المناطق القاحلة. مذكرة ماجستير قاصدي مرباح2010.

**المراجع بالفرنسية**

[20]- S.Makdji Nafila,"Impact de l'ecart de temperatur(eaucapteur)surl'efficacité globale d'un distillateur solaire" ,thése de magistere, universite de Constantine,2002.

[21]- S.Satcunanathan and H.P Hansen, An Investigation of some of the parameters Involved in solar distillation, Solar energy ,Vol14,pp353-363,1963.

[22]- E-Deoja et al, Investigatur of the Effect of Angle of cover Inclinations on the yield of , A single Basin solar still , Under Makurdi climate, the International Journal of Engineering and Science (IJES),vol 2,2013,pp131-138.

[23] E-Zayouti et al, Distillation Solaire:Amélioration de la condensation de la Vapeur d'eau dans les distillateurs solaire .Tetouan-Macoc;FIER,2002.

[24]- M.EL Hamer-M.Barkaoui-A.Irhzo-H.Legofl,Distillateur solaire rustique a film capilaire.et a multiples effets.essais experi mentaux .a casblanca.

[26]- M .Hassan, Selami, "utilisation de l'energie solaire pour la demineralization des eaux saumatre dans les sud Algérien", tése de magistére ,universite de ouargla,(2000).

[27]- Bachir. Bouchekima. Bennard.Gros-Ramdane ouahes-Moste.Int.J.term,Etude théorique et application pratique du distillateur solaire a film. Capilaire,sci.(2002)39-442-459.

[28]- S.Aboul-Enien,A.A.EL-Sebair and E.EL-Bialy."Investigation of a singl basin solar still with.deep basins."PII:O960-1481(98) 00081-0.

[29]- A-K.Sinoh,G.N.Tiwari,P.B.Sharma and E mran Khan.optimization of higher yield of solar still for a given location."Energy convers,Mgmt Vol36,No-3, PP175-187,1995.

[30]- Elmadani. Ramadane,Etude critique et optimization d' un distillateur. Solaire-2001thése de fin d'annee.

**ملخص**

تعالج هذه المذكرة مشكلة حقيقية تعاني منها ولاية الوادي في جنوب شرق الجزائر المتمثلة في ندرة و شحة مياه صالح لشروب، حيث ان سكان المنطقة يشترون هذه المادة يوميا و كذلك المؤسسات الاقتصادية و كذلك التربوية. و للمساهمة لحد من هذه المعاناة تم اقتراح المقطر الشمسي البسيط كحل غير مكلفة لهذه الاشكالية رغم انه ذو المردودية المنخفض الا انه يعتبر حل بديل لهذه الازمة حيث لا يستعمل الا الاشعة الشمسية فقط . الهدف من هذه الدراسة هو رفع مردودية هذا المقطر باستعمال عاكس شمسي ( مرآة) متوفرة في اسواق المحلية، وقد بينت الدراسة التجريبية امكانية تحسين انتاجية المقطر الشمسي البسيط بنسبة تتراوح بين 54% الى ب 70 %.

**كلمات مفتاحية:** مقطر شمسي، عاكس، ماء الشرب ،المردودية.

**Résumé**

Cette mémoire de master traite un vrai problème qui afflige l'état de la vallée d'El-oued en Algérie du sud-est, la pénurie d'eau et de la rareté de l'eau potable comme un problème, les habitants de la région achètent d'eau quotidiennement, ainsi que des institutions économiques qu'éducatives. Pour contribuer à réduire cette souffrance, une solution simple a été proposée simple et non coûteuse, c'est le distillateur solaire simple malgré le faible rendement mais son avantage c'est uniquement l'utilisation des rayons solaire. Le but de cette étude c'est d'améliorer son rendement en ajoutant un réfracteur disponible dans les marchés. Cette amélioration a donné un résultat positif entre 54% à 70.

**Mot clés**: distillateur solaire, réfracteur, eau potable, rendement .

**Summary**

This master's thesis deals with a real problem that afflicts the state of the El-Oued valley in south-eastern Algeria, water scarcity and the scarcity of drinking water as a problem, the inhabitants of the Region buy water daily, as well as economic and educational institutions. To help reduce this suffering, a solution has been proposed: a simple and inexpensive solar still despite the low yield but its advantage is only the use of solar rays. The objective of this study is to improve the performance by adding a refractor available in the markets. This improvement gave a positive result between 54% and 70%.

.

**Key words:** solar distiller, refractor drinking water, yield.