



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
جامعة قاصدي مرباح ورقلة  
كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون  
قسم الطاقات المتجددة



## مذكرة

مقدمة لنيل شهادة

## ماستر

الشعبة : هندسة ميكانيكية

تخصص: طاقات متجددة في الميكانيك

من اعداد الطالبين :

قحيز بلخير

عدة رمز افتخار الدين

## بغنوان :

# دراسة وتحسين عمل الطباخ الشمسي

نوقشت علنا يوم : 2024/06/06

تحت اشراف اللجنة :

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ محاضر ب	د/ حجاج عبد السميع
ممتحنا	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ محاضر ب	د/ جمال بلطرش
مشرفا	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ محاضر ب	د/ معمور حسين

السنة الجامعية 2024/2023

# إهداء

الى روح الوالدة الطاهرة رحمها الله وتغمدها بواسع رحمته وأسكنها الفردوس الأعلى مع النبيين والصديقين

والصالحين وحسن أولئك رفيقا التي كانت سنداً لي في الحياة

والى ابي الغالي الذي أحسننا تربيته وتأديبنا وتعليمنا

وألى اخواتي وأخواتي و الى زوجتي وعائلتها الكبيرة

وأبنائي ميرال إلين ومحمد سعيد والى اخوتي واخواتي

وكل من دعمني في انجاز هذه المذكرة من أساتذة وزملاء

بلخير قحيز

# إِهْدَاء

الحمد لله وكفى، والصلاة والسلام على النبي المصطفى وآله وصحبه ومن اقتفى الحمد لله رب العالمين  
الذي جعل لكل شيء قدراً، وجعل لكل قدر أجلاً، وجعل لكل أجل كتاباً.  
----من أي أبواب الثناء سندخل، وبأي أبيات القصيد نعبر، وفي كل لمسة من جودكم وأكفكم للمكرّمات  
أسطر، كنتما كسحابة معطاءه سقت الأرض فاخضرت، كنتما ولا زلتما كالنخلة الشامخة، تعطي بلا  
حدود، أقدم لكم أجمل عبارات الشكر والامتنان من قلب فاض بالمحبة والمودة والاحترام والتقدير لكم.  
فجزاكم عنا أفضل ما جزى العاملين المخلصين.

الى اخي الغالي واختي الغالية  
إلى أصدقائي واقاربي وجميع من وقفوا بجواري

# شكركم

أحمد الله سبحانه وتعالى الذي وفقني في إتمام هذه المذكرة التي تندرج في إطار الحصول على شهادة  
ماستر أكاديمي تخصص طاقات متجددة في الميكانيك بكلية المحروقات وعلوم الأرض والكون بجامعة  
ورقلة وبالتعاون مع مخبر الطاقات المتجددة بكلية المحروقات وعلوم الأرض والكون بجامعة ورقلة.  
أود ان اشكر في البداية الاستاذ المحترم الدكتور معمور حسين الذي أشرف على انجاز هذه المذكرة والذي  
لم يبخل علينا بنصائحه وإرشاداته وتوجيهاته القيمة والذي دعمنا طيلة مدة انجاز هذه المذكرة.  
كما أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ رواق عمر على كل الدعم والنصائح والتوجيهات التي قدمها طيلة انجاز  
هذا العمل.

كما أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ الدكتور حجاج عبد السميع على كل الدعم والنصائح والتوجيهات التي  
قدمها طيلة انجاز هذا العمل.

كما أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ الدكتور بربح محمد الحافظ على كل الدعم والنصائح والتوجيهات التي  
قدمها طيلة انجاز هذا العمل.

كما اشكر جزيل الشكر كل أعضاء لجنة المناقشة وهم : الاستاذ الدكتور معمور حسين من جامعة ورقلة،  
الاستاذ الدكتور حجاج عبد السميع من جامعة ورقلة، الاستاذ الدكتور جمال بلطرش من جامعة ورقلة.

كما أتقدم بجزيل الشكر لكل أساتذة كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون.

كما أتقدم بجزيل الشكر لكل عمال مخبر الطاقات المتجددة بكلية المحروقات وعلوم الأرض والكون  
بجامعة ورقلة

كما أتقدم بجزيل الشكر لزميلي في المذكرة على مجهوداته الجبارة طيلة فترة إنجاز هذا العمل.

كما أتقدم بجزيل الشكر لكل أفراد عائلتي الصغيرة والكبيرة فردا فردا على الدعم الذي قدموه لي

# قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع
	الإهداء
	التشكرات
	المخلص
	قائمة المحتويات
	قائمة الجداول
	قائمة الأشكال
	قائمة الرموز والاختصارات
01	مقدمة عامة
	<b>الفصل الأول : الاشعاع الشمسي والطبخ الشمسي</b>
03	مقدمة
03	1. الاشعاع الشمسي
03	1.1. تعريف
03	1.2. أقسام الاشعاع الشمسي
03	1.2.1. الاشعة المرئية
03	1.2.2. الاشعة الغير المرئية
04	1.3. العوامل المؤثرة في الاشعاع الشمسي
04	1.3.1. زاويا سقوط الاشعة الشمسية
05	1.3.2. مدة ساعات الشمس
05	1.3.3. صفاء الجو
05	1.4. مواجهة الاشعة الشمسية للسفوح الجبلية
05	1.5. ظاهرة الالبيدو الأرضي
05	2. كيفية استغلال الطباخ الشمسي
06	3. أنواع أجهزة الطبخ الشمسي
06	3.1. الطباخ الشمسي المكافئ
06	3.2. الطباخ الشمسي ذي المرايا العاكسة
07	3.3. الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي
07	4. ايجابيات الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي
07	5. سلبيات الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي
07	6. الأمور التي يجب مراعاتها للطباخ الشمسي
07	الخاتمة
	<b>الفصل الثاني : نبذة عن الدراسات التي أجريت على الطباخ الشمسي</b>
10	مقدمة
10	1.2. دراسة تجريبية لتأثير العاكسات على أداء الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي
11	2.2. دراسات تجريبية على الأداء الحراري على الطباخ الشمسي بمواد طلاء ماصة مختلفة
12	2.3. دراسة عددية وتحليلية لمكثف مكافئ متكامل مع طباخ شمسي من نوع الصندوق
12	2.4. تحديد تجريبي للنسبة تركيز الاشعاع على الطباخ شمسي باستخدام الاختبارات الحرارية
14	2.5. دراسة تجريبية للطباخ الشمسي باستخدام زعانف مختلفة الاشكال
15	2.6. تحليل مقارنة تجريبية مختلفة لمواد تخزين الحرارة داخل طباخ شمسي
16	2.7. دراسة تجريبية عن طريق دمج جهاز تقطير شمسي مع طباخ الشمسي لتعزيز الإنتاج
17	الخاتمة

الفصل الثالث : الدراسة التجريبية	
16	مقدمة
16	3. 1. المكان الذي أجريت فيه الدراسة
16	3. 2. طريقة الانجاز و المواد المستعملة
16	3. 2. 1. مكونات الطباخ الشمسي الصندوقي
17	3. 2. 2. العناصر المشكلة للطباخ الشمسي الصندوقي
17	3. 2. 3. الابعاد الهندسية للجزء الداخلي للطباخ الشمسي الصندوقي
18	3. 2. 4. الرسم التخطيطي للتجربة العملية
18	3. 2. 5. المعدات المستعملة اثناء انجاز الطباخ الشمسي
19	3. 3. أدوات القياس المستخدمة في التجربة
19	3. 3. 1. جهاز الانيمومتر
19	3. 3. 2. جهاز البيرانومتر
19	3. 3. 3. المزدوج الحراري من النوع K
19	3. 3. 4. جهاز المليمتر
20	3. 3. 5. خصائص أجهزة القياس المستعملة في التجربة
20	3. 4. الهدف من التجربة
20	3. 5. طريقة القياس المتبعة
20	3. 5. 1. قياس درجة حرارة المحيط ( $T_a$ )
20	3. 5. 2. قياس درجة حرارة الموقد ( $T_p$ )
20	3. 5. 3. قياس درجة حرارة صفيحة الامتصاص ( $T_{ab}$ )
20	3. 5. 4. قياس درجة حرارة داخل الطباخ الشمسي ( $T_{in}$ )
20	3. 5. 5. قياس درجة حرارة الماء ( $T_w$ )
20	3. 5. 6. قياس التوتر الكهربائي ( $U$ )
21	3. 5. 7. قياس شدة التيار الكهربائي ( $I$ )
21	3. 6. الطريقة المتبعة في التجربة
22	الخاتمة
الفصل الرابع : تحليل ومناقشة النتائج	
23	المقدمة
23	4. 1. تقييم التجارب
23	4. 2. تقييم الأداء
23	4. 2. 1. اختبار الركود
23	4. 2. 2. اختبار الحمل
24	3. تحليل النتائج التجريبية ومناقشتها
24	3. 1. تجربة الركود
24	3. 1. 1. اختيار الموقد الكهربائي واللوح الشمسية الأنسب لتحسين أداء الطباخ الشمسي
24	3. 1. 1. 1. نتائج التجربة الأولى
24	3. 1. 1. 2. تفسير نتائج التجربة الأولى
25	3. 1. 1. 3. نتائج التجربة الثانية
25	3. 1. 1. 4. تفسير نتائج التجربة الثانية
26	3. 1. 2. مقارنة بين أداء طباخين شمسيين بسيطين احدهما مدعم بموقد كهربائي موصول باللوح شمسية مع عاكس للإشعاع الشمسي بدون حمل
26	3. 1. 2. 1. نتائج التجربة الثالثة
26	3. 1. 2. 2. تفسير نتائج التجربة الثالثة

الفهرس

27	3. 1. 2. 3. نتائج التجربة الخامسة
27	3. 1. 2. 4. تفسير نتائج التجربة الخامسة
28	3. 1. 3. مقارنة بين أداء طباخين شمسين بسيطين أحدهما مدعم بموقد كهربائي موصول باللوحة شمسية مع عاكس للإشعاع الشمسي مع الحمل
28	3. 1. 3. 1. نتائج التجربة الرابعة
29	3. 1. 3. 2. تفسير نتائج التجربة الرابعة
29	3. 1. 3. 3. نتائج التجربة السادسة
29	3. 1. 3. 4. تفسير نتائج التجربة السادسة
30	الخلاصة
31	الخاتمة العامة
32	قائمة المراجع



# قائمة الاشكال

قائمة الاشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1 - 1	انقسام الاشعاع الشمسي الوارد للأرض	03
2 - 1	التوزيع الطيفي للإشعاع الشمسي	04
3 - 1	رسم تخطيطي لزويا سقوط الاشعة	04
4 - 1	شدة تدفق الاشعاع في الجزائر	05
5 - 1	رسم تخطيطي للطباخ الشمسي المكافئ	06
6 - 1	رسم تخطيطي للطباخ شمسي ذي العاكسات	06
7 - 1	رسم تخطيطي للطباخ الشمسي من النوع الصندوقي	07
1 - 2	الطباخ الشمسي (A) بدون عاكس (B) مع عاكسات من رقائق الألومنيوم (C) مع عاكسات زجاجية	08
2 - 2	قياس درجة حرارة الطباخ الشمسي مع الحمل في وعاءين مع مواد طلاء مختلفة	09
3 - 2	قياس درجة حرارة الطباخ الشمسي بدون الحمل في وعاءين مع مواد طلاء مختلفة	09
4 - 2	نموذج ثلاثي الأبعاد للطباخ الشمسي مع مكثف مكافئ المعتمد في الدراسة	10
5 - 2	الطباخ الشمسي المستعمل في الدراسة مع تغطية العاكس المعزز للإشعاع	11
6 - 2	الطباخ الشمسي المستعمل في الدراسة مع وجود العاكس المعزز للإشعاع	11
7 - 2	شكل توضيحي للأشكال الهندسية التي تم استخدامها في الدراسة	12
8 - 2	طباخ شمسي المستعمل في الدراسة مزود بمواد مختلفة لتخزين الحرارة	13
9 - 2	رسم تخطيطي للمقطر الشمسي المستخدم في العمل التجريبي المدمج مع الطباخ الشمسي	14
1 - 3	مختلف العناصر الطباخ الشمسي الصندوقي	17
2 - 3	التمثيل الهندسي للجزء الداخلي للطباخ الشمسي	17
3 - 3	الرسم التخطيطي للتجربة	18
4 - 3	الأدوات المستعملة للتثبيت اجزاء الطباخ الشمسي	18
5 - 3	أجهزة القياس المستعملة في التجربة	19
1 - 4	منحنى بياني يمثل تطور الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الموقدين 500 واط و 1000 واط موصل بالألواح الشمسي 150 واط و 300 واط على التوالي بدلالة الزمن	24
2 - 4	منحنى بياني يمثل تطور الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الموقدين 500 واط و 1000 واط موصل باللوح الشمسي 300 واط و 150 واط على التوالي بدلالة الزمن	25
3 - 4	منحنى بياني يمثل نتائج التجريبتين الأولى و الثانية معا	25
4 - 4	منحنى بياني يمثل نتائج التجربة الثالثة التي تمثل تطور كل من شدة الاشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بدون حمل بدون عاكس (مريا)	26
5 - 4	منحنى بياني يمثل نتائج التجربة الخامسة التي تمثل تطور كل من شدة الاشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بدون حمل	27
6 - 4	منحنى بياني يمثل نتائج التجريبتين الثالثة و الخامسة معا	28
7 - 4	منحنى بياني يمثل نتائج التجربة الرابعة التي تمثل تطور كل من شدة الاشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بدون عاكس مع الحمل	28
8 - 4	منحنى بياني يمثل نتائج التجربة السادسة التي تمثل تطور كل من شدة الاشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بوجود عاكس مع الحمل	29
9 - 4	منحنى بياني يمثل نتائج التجريبتين الرابعة و السادسة معا	30

# قائمة الجداول

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
16	ابعاد الطباخ الشمسي المصنوع	1 - 3
20	الخصائص الفيزيائية للأجهزة القياس المستعملة	2 - 3

# قائمة الرموز

قائمة الرموز

الرمز	التسمية العلمية	الاتفاق الدولي للوحدة
$T_a$	درجة حرارة المحيط الخارجي	$^{\circ}C$
$G$	الاشعاع الشمسي	$w/m^2$
$V$	سرعة الرياح	$m/s$
$I$	شدة التيار الكهربائي	$A$
$U$	التوتر الكهربائي	$V$
$T_p$	درجة حرارة الموقد	$^{\circ}C$
$T_{ab}$	درجة حرارة الصفيحة الماصة	$^{\circ}C$
$T_w$	درجة حرارة الماء	$^{\circ}C$
$T_{in}$	درجة حرارة الداخلية	$^{\circ}C$
$R$	المقاومة الكهربائية	$\Omega$
$\tau$	السماحية للمرور الاشعاعات	بدون وحدة

# المقدمة العامة

## المقدمة العامة :

مع تزايد كثرة الطلب العالمي على الطاقة يستوجب مراعاة استغلال مصادر أخرى لذلك ، حيث يستهلك العالم اليوم 100 مليون برميل من النفط يوميا [1] ويقدر حجم صادرات الجزائر ب 900 الف برميل يوميا ويتمثل في البترول و الغاز و الفحم ومن المتوقع أن يرتفع هذا الرقم في السنوات القادمة ، ولهذا الطلب المتزايد يقابله احتراق هذا الوقود الأحفوري وما ينجم عنه من تلويث للبيئة وتغير في المناخ ويعود ذلك الى انبعاث الغازات الدفيئة التي تتسبب في الاحتباس الحراري، وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يؤدي إلى حدوث اختلال في التوازن الايكولوجي العالمي وتناقص في الاحتياطيات والمخزون العالمي من المصادر الأحفورية ، وبالتالي يتحتم علينا ومن أجل الحفاظ على الطبيعة وعلى ثروات لأجيال المستقبل و في هذا الإطار ولتحقيق مفهوم التنمية المستدامة، بطريقة تؤدي الى ضمان الحاجيات الخاصة بهذا المفهوم .

يشير مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP28) إلى بداية نهاية عصر الوقود الأحفوري وفي إظهار للتعاون العالمي، أقر المفاوضون مما يقرب من 200 دولة لأول مرة بالحاجة إلى التحول بعيدا عن الوقود الأحفوري. وقال سيمون ستيل، الأمين التنفيذي للأمم المتحدة المعني بتغير المناخ، في كلمته الختامية: "على الرغم من أننا لم نطوي صفحة عصر الوقود الأحفوري في دبي، إلا أن هذه النتيجة هي بداية النهاية". وشدد الأمين العام للأمم المتحدة أنطونيو غوتيريش على أن عصر الوقود الأحفوري يجب أن ينتهي بتحقيق العدالة والإنصاف. وقال في بيانه بشأن اختتام مؤتمر COP28: "يجب دعم البلدان النامية في كل خطوة على الطريق". [2]

وبتالي فهناك العديد من الدول تعاني نقص في الموارد الاحفورية لكن تتمتع بمصادر طاقة متجددة يمكنها استغلالها وتمكنها من التقدم نحو الامام على غرار الدول المتقدمة.

وتتمتع الجزائر على غرار العديد من الدول بمصادر طاقوية بديلة يمكننا استغلالها وتطويرها ولاستثمار فيها ومن بين هذه المصادر الطبيعية تتمثل في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية (biomasse) والطاقة الحرارية للأرض (الجيوحرارية) والطاقة المائية إلى مصادر متجددة للطاقة، وبالفعل يحصل حاليا تقدم محسوس في هذا الإطار.

والهدف هو كيفية تحقيق هذا المسعى وهو استغلال هذه المصادر مع تكاليف الانجاز والصيانة بشكل اقل باعتبارها مصادر غير نافذة ويمكن الاستفادة منها حاليا وفي المستقبل بشكل أكثر او ما يعرف بتحقيق اهداف التنمية المستدامة.

ومن بين هذه المصادر الدائمة وجود الطاقة الشمسية وتم استغلال هذه الطاقة منذ امد بعيد بطريقة مباشرة او غير مباشرة في حياة الإنسان على مر العصور وفي عدة مجالات.

على سبيل المثال في الاجواء الباردة كوسيلة للتدفئة وكمصدر للطهي واستعملت مصدرا للتجفيف الأغذية النباتية والحيوانية، ثم تطورت استعملتها إلى ابتكار آليات استغلال الطاقة الشمسية والاستفادة منها في عدة مجالات اخرى، واستمرت استعملاتها بشكل أكثر تطور من خلال استغلالها في انتاج الكهرباء ومياه الاستحمام عن طريق امتصاص الإشعاعات الشمسية على شكل طاقة حرارية، وإلى كهرباء إما بالتحويل الخلايا الشمسية او ما يعرف



بالكهروضوئية. والسبب الآخر هو عدد ساعات الشمسية في اليوم وعلى مدار السنة في الجزائر تكفي للاستغلال بشكل جيد.

من بين أنواع استغلال الطاقة الشمسية الطهي بواسطة الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي عن طريق تحويل الاشعاع الشمسي الواصل للأرض من الشمس الى طاقة حرارية او كهروضوئية.

وباعتبار الدراسة التي قمنا بها في ولاية ورقلة فبالرغم من شدة الاشعاع الشمسي التي تميز بها على مدار السنة لكن في وجود الرياح او انتشار الاتربة يؤثر على أداء الطباخ الشمسي من حيث نسبة الاشعاعات الواردة للأرض تتأثر ونسبة شيوعه في المجتمع من خلال العزوف عن استغلاله في طهي الوجبات.

ومن اجل زيادة كفاءة الطباخ الشمسي ارتأينا ان ندمجه بمصدر جديد للطاقة الشمسية وهو الكهروضوئية عن طريق إيصال اللوحة الشمسية بموقد كهربائية موضوع داخل الطباخ الشمسي من اجل تسريع وقت الطهي.

وقد تم تقسيم هذه الدراسة إلى أربعة فصول، الفصل الأول للإشعاع الشمسي والطبخ الشمسي ، حيث تطرقنا إلى مدخل بسيط عن ما نحتاجه في هذه الدراسة عن الإشعاع الشمسي ولمحة عن الطباخ الشمسي وانواعه الأكثر شيوعا، ثم خصصنا الفصل الثاني لسرد بعض الأبحاث والدراسات التي أجريت أخيرا على عدة أنماط من الطباخ الشمسي في محاولة لتحسين ادائه وفي الفصل الثالث يتمحور حول الدراسة التجريبية بحيث تطرقنا الى كيفية انجاز الطباخ الشمسي والخطوات التي تتبعناها طيلة مراحل التجربة العملية. والفصل الأخير هو عبارة على تحليل ومناقشة النتائج التجربة التي قمنا بها والتي سردت على شكل منحنيات.

# الفصل الاول

الاشعاع الشمسي والطبخ  
الشمسي

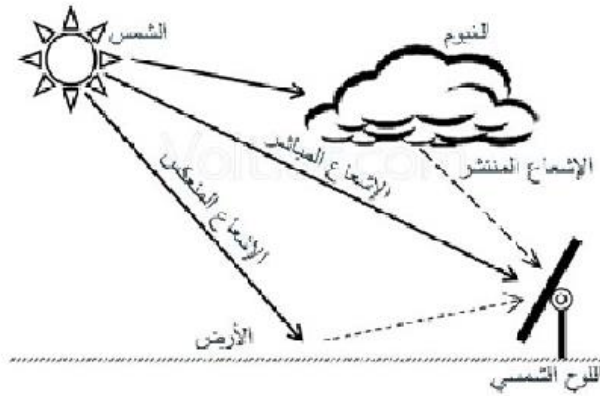
## مقدمة

من شروق الشمس إلى غروبها، يتم استقبال الإشعاع الشمسي في جميع نقاط سطح الأرض. تختلف الزاوية التي يسقط بها هذا الإشعاع بسبب الاختلافات في حركات الشمس والأرض. وبالإضافة إلى ذلك، فإن شدة الإشعاع الشمسي المباشر تختلف باختلاف زمن سطوعها (من سطوع إلى غروب الشمس) والموقع على سطح الأرض. سنتطرق في هذا الفصل إلى معرفة في الجزء الأول الإشعاع والجزء الثاني منه نبذة عن الطبخ الشمسي .

## 1. الإشعاع الشمسي :

## 1.1. تعريف :

الإشعاع التي تصدر من الشمس إلى سطح الأرض هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية بمعنى أنها تأتي عبارة على موجات جيبيه تحتوي على شحنات موجبة وأخرى سالبة مما يسمح ذلك بتوليد مجال مغناطيسي وهي من أهم العوامل المؤثرة على سطح الأرض وما عليه من كائنات حية (الشكل 1 - 1) [3] يبين الحالات التي يتعرض لها الإشعاع الشمسي فيوجد من الإشعاع من يصل إلى سطح الأرض على شكل اشعة مباشرة وتقوم الأرض بامتصاصه ورده إلى الفضاء ولديه اسم آخر وهو الانعكاس وهناك من الإشعاع من يتشتت في الغلاف الجوي بسبب وجود الأتربة والغبار وامتصاصه من طرف بخار الماء وثنائي أكسيد الكربون. ومنه يمكننا القول ان نسبة قليلة فقط من الإشعاع تصل إلى سطح الأرض وهذه الأخيرة تمد سطح الأرض بما يقارب من 99.97 % من إجمالي الطاقة الحرارية والضوء الوارد للسطح الأرضي وينقسم الإشعاع الأرضي إلى قسمين رئيسيين :

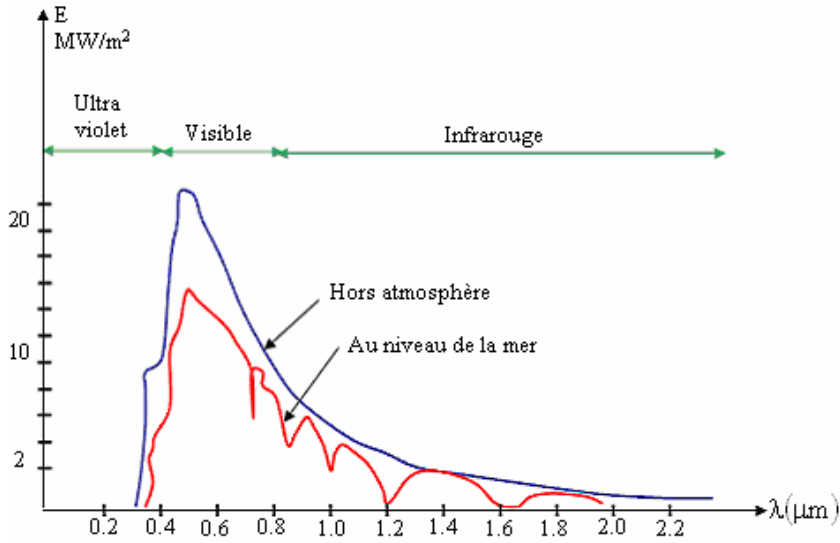


الشكل 1 - 1 : انقسام الإشعاع الشمسي الوارد للأرض [3]

## 1.2. أقسام الإشعاع الشمسي :

- 1.1. الإشعاع المرئية : هي الأشعة ذات الأطوال الموجية القصيرة التي لا يتعدى طولها بين 0.4 إلى 0.8 ميكرون والتي يمكن للإنسان رؤيتها بالعين المجردة مثل ألوان الطيف ونسبتها تقدر ب 45 %.
- 1.2. الإشعاع الغير المرئية : هي الأشعة ذات الأطوال الموجية القصيرة جدا والطويلة التي لا يتعدى طولها 0.4 ميكرون والتي لا يمكن للإنسان رؤيتها بالعين المجردة مثل اشعة فوق البنفسجية واشعة اكس واشعة غاما. ونسبتها تقدر ب 9 % . ونفس الشيء بالنسبة للطويلة التي يفوق طولها 0.8 ميكرون مثل الأشعة تحت الحمراء

واشعة الراديو. ونسبتها تقدر ب 46%. وبالإضافة الى ذلك فالأشعة تحت الحمراء فتعتبر المورد الرئيسي للطاقة الحرارية التي تأتي الى الأرض وتعمل على رفع درجة حرارتها. و(الشكل 1 - 2) يوضح ذلك.

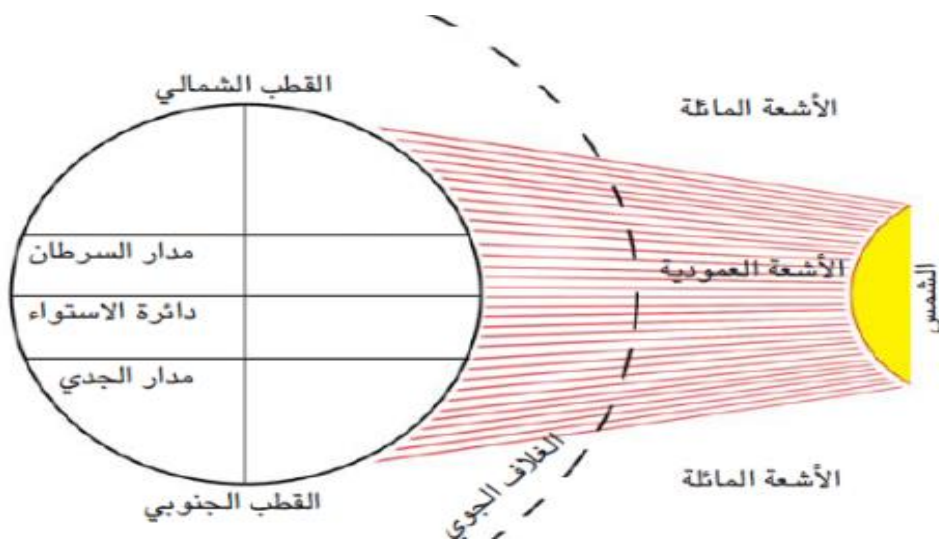


الشكل : 1 - 2 التوزيع الطيفي للإشعاع الشمسي [4]

### 1.3. العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي :

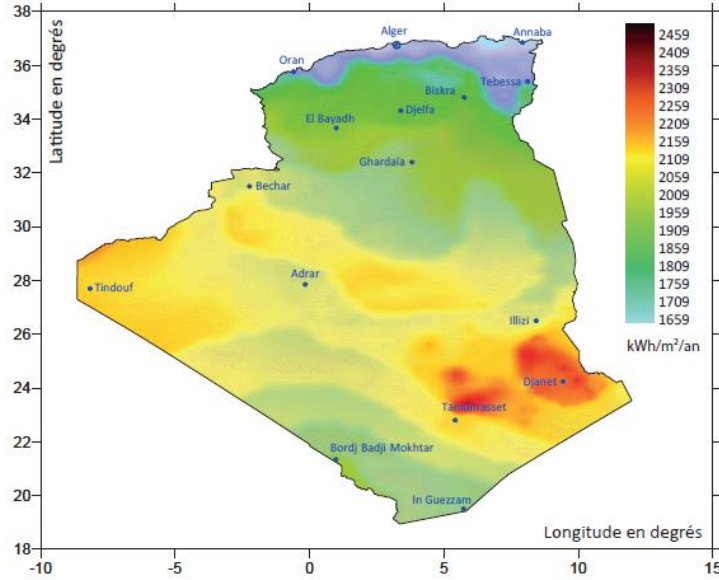
من بين العوامل التي لها تأثير في الإشعاع الشمسي هناك ثلاث عوامل رئيسية وتتمثل في :

1.3.1. زوايا سقوط الأشعة الشمسية : تسقط الإشعاعات على سطح الأرض منها من يسقط بشكل مائل ومنها من يسقط بشكل عمودي فأما الإشعاع الذي يسقط على المناطق الاستوائية والمدارية يكون بشكل عمودي وتركيزها يكون بشكل كبير نظرا لتغطيتها مساحة صغيرة والمسافة بين الأرض والشمس تكون أقصر وكلما اتجهنا شمالا او جنوب خط الاستواء فالمساحة تزداد والمسافة كذلك مشكلة زاوية وبالتالي فالتركيز الإشعاع في هذه المناطق بنسبة اقل. و(الشكل 1 - 3) يوضح ذلك :



الشكل 1 - 3 : رسم تخطيطي لزوايا سقوط الأشعة [5]

1.3.2. مدة ساعات التشمس : وهو عبارة على الفترة الممتدة من شروق الشمس الى غروبها وهي تختلف من مكان الى آخر ومن فصل الى فصل آخر فمثلا في الجزائر مدة ساعات التشمس تقدر بحوالي 14 ساعة في اليوم خصوصا في فصل الصيف على خلاف فصل الشتاء تكون بحوالي 10 ساعات. وبما ان الدراسة التجريبية التي سنقوم بها تكون في ولاية ورقلة وهي تقع في خط الاستواء على 31° و 57' عرضا و 5° و 19' طولاً وبالتالي شدة الإشعاع المتوسطة الفصلية تكون 5500 واط لكل واحد متر مربع في اليوم (الشكل 1 – 4) يوضح ذلك.



الشكل 1 – 4 : شدة تدفق الإشعاع في الجزائر [6]

1.3.3.1. صفاء الجو: نسبة الإشعاع الواصل الى الأرض اثناء وجود سماء صافية خالية من الغيوم والأتربة والغبار تكون بالنسبة كافية عكس الجو الغائم والذي يحتوي على غبار فيساهم هذا الأخير في عرقلة نسبة من الإشعاع ويتسبب في تبعثره و تشتته وامتصاصه.

1.4.1. مواجهة الأشعة الشمسية للسفوح الجبلية : كلما كانت السفوح الجبلية مواجهة للإشعاعات الشمسية كان تلقيها للإشعاع بنسبة كبيرة عكس المناطق الواقعة في الظل.

1.5.1. ظاهرة الالبيدو الأرضي : هو مصطلح علمي يطلق على ظاهرة الانعكاس ويقصد بهذا الأخير هو قدرة الأرض وكل ما عليها من اجسام ثابتة ومتحركة على عكس الأشعة الواردة اليها الى الفضاء ولكل جسم لديه البيدو خاص به.

## 2. كيفية استغلال الطبخ الشمسي :

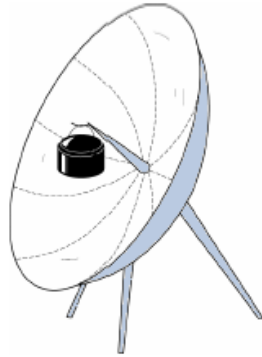
يرتكز بالأساس على استغلال مبدأ الاحتباس الحراري الناتج عن سقوط الإشعاع الشمسي وانحباسه بداخل جهاز الطبخ الشمسي يتم عزله من كل الجوانب بمادة عازلة حراريا ماعدا جانبه الأعلى المعرض للإشعاع الشمسي فتتم تغطيته بقطع مصنوعة من الزجاج ،و يتم طلاء الاسطح الداخلية باللون الأسود الماص غير العاكس من اجل قيامه بامتصاص أكبر نسبة ممكنة من الأشعة حسب نظرية بلانك على الأجسام ذات اللون الاسود اثناء سقوط الأشعة الشمسية على الزجاج فالأمواج ذات الاطوال القصيرة تعبر إلى داخل الجهاز، أما الأمواج ذات الاطوال

الطويلة فجزء كبير من هذه ينعكس خارجاً ، وباعتبار ان الموجات الطويلة فتملك طاقة ليست بالكبيرة مقارنة بالقصيرة فإن الطاقة المنعكسة تعتبر ضئيلة ومنه فإن الممتصة بواسطة الجدران السوداء فترفع من درجة حرارة داخل الجهاز.

3. أنواع أجهزة الطبخ الشمسي :

3.1. الطباخ الشمسي المكافئ :

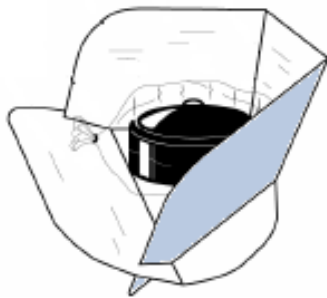
يستخدم الطباخ المكافئ مبدأ تركيز الأشعة الشمسية. هذه المواقد مصنوعة من أقراص مقعرة على شكل قطع مكافئ تركز ضوء الشمس على قاع الوعاء [11]. قوة الطباخ الشمسي المكافئ تعادل قوة الموقد الكهربائي أو الغاز [12]. يوجد بشكل عام نوعان: أجهزة الطهي القطع المكافئ مع الضبط اليدوي وأجهزة الطهي القطع المكافئ مع الضبط التلقائي و(الشكل 2 - 1) يوضح ذلك.



الشكل 1 - 5 : رسم تخطيطي للطباخ الشمسي المكافئ [8].

3.2. الطباخ الشمسي ذي المرايا العاكسة :

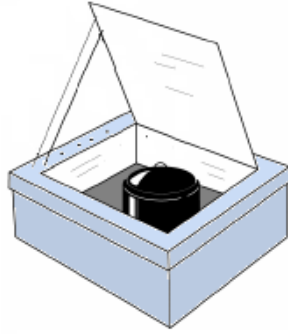
ويتكون هذا النوع من 3 مرايا عاكسة بشكل مسطح ووعاء اسود يحاط به كيس بلاستيكي موضوع تحت غطاء زجاجي [9]. يجمع الطباخ الشمسي اللوحي بين مبدأ تركيز الأشعة ومبدأ تأثير الاحتباس الحراري. تنعكس الأشعة نحو الوعاء والكيس هو الذي يخلق ظاهرة الاحتباس الحراري (الشكل 2 - 2) [12].



الشكل 1 - 6 : رسم تخطيطي للطباخ شمسي ذي العاكسات [8]

**3.3. الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي :**

يتكون هذا النموذج من لوحة عاكسة مسطحة واحدة أو أكثر تعمل على تركيز أشعة الشمس على وعاء الطبخ [11]. يستخدم الطباخ الصندوقي مبدأ تأثير الاحتباس الحراري. تخترق الأشعة النافذة إلى الصندوق المعزول من جميع جوانبه، ما عدا الجهة العلوية وترتفع درجة الحرارة تدريجياً بداخله، ويجد الوعاء الأسود الموضوع بداخله نفسه مغمور في الحرارة. يشبه النظام الطبخ في أفران الغاز والكهرباء (الشكل 2 – 3) [12].



الشكل 1 – 7 : رسم تخطيطي للطباخ الشمسي من النوع الصندوقي [8].

**4. إيجابيات الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي :**

- ❖ استعمال الطباخ الشمسي يسمح بتوفير المال والوقت.
- ❖ طريقة الطهي تتم بطريقة بطيئة نتجنب خسارة الوجبة اثناء اعدادها.
- ❖ يتم طهي الاكل بطريقة صحية مع المحافظة على جودته.
- ❖ اعداده يتم بطريقة بسيطة نظرا لوفرة المواد الاولية.

**5. سلبيات الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي :**

- طريقة الطهي وقت اعداد الوجبة تتم الا في وجود الشمس فغيابها يصبح الطهي مستحيل.
- صعوبة عزله وتسريب الحرارة للخارج ممكن.
- اثناء اعداد الوجبة يجب عدم فتح الجهاز لتفادي تسريب الحرارة الى الخارج.

**6. الأمور التي يجب مراعاتها للطباخ الشمسي :**

- من المستحسن ان يكون للطباخ دعامة لي يتم رفعة عن الأرض.
- تجنب تعرض الأوجه الخارجية للصندوق للأشعة الشمسية ما عدا العلوية لزيادة مدة صلاحيته.
- من المستحسن ان يكون وعاء الطهي لديه معامل توصيل حراري عالي.

**خاتمة:**

تطرقنا في هذا الفصل للمزايا التي يتوفر عليها الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي وهذا من اجل الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية، باعتبارها مصدر لا ينفذ ومتجدد ومتواجد في معظم دول العالم، غير تحتاج الى تكلفة ويمكن اعتباره محافظ على البيئة.

# الفصل الثاني

نبذة عن الدراسات التي أجريت  
على الطباخ الشمسي



## مقدمة :

سنحاول في هذا الفصل تقديم مجموعة من الدراسات التجريبية التي أجريت على الطباخ الشمسي من أجل التحسين من كفاءته من حيث المدة الزمنية للطهي من قبل مجموعة من الباحثين على عدة أنواع مختلفة من الطباخ الشمسي من بينهم الطباخ الشمسي من النوع الصندوق بحيث كانت الدراسات على عدة أجزاء مختلفة من أنواع الطباخ الشمسي.

## 2.1. دراسة تجريبية لتأثير العاكسات على أداء الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي

يستهلك الطهي كمية هائلة من الطاقة بشكل منتظم. بما في ذلك الطهي بالطاقة الشمسية. الهدف من هذه الدراسة هو دراسة تأثير العاكسات المختلفة على أداء المواقد الشمسية. تم إنتاج واختبار الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي بدون عاكس، وعاكسات من رقائق الألومنيوم، وعاكسات زجاجية (مرايا). تم إجراء اختبارات التحميل وبدون التحميل لجميع حالات العاكس الثلاثة وتم تحديد أداء المواقد لكل حالة بعاكس مختلف. تم إجراء العديد من اختبارات الطهي في الهواء الطلق للتحقق من الأداء الحراري للطباخ باستخدام الماء كوسيلة للامتصاص. توضح نتائج التجربة أن الطباخ المزود بثلاثة عاكسات زجاجية جانبية يمكن أن يصل إلى درجة حرارة عالية بشكل معقول بكفاءة أفضل. تم غلي 1.5 كغ من الماء في 51 دقيقة وتم العثور على الرقم الثاني للجدارة F2 وهو 0.533 باستخدام عاكسات زجاجية مرايا. يزيد العاكس الزجاجي المرآة من كفاءة الطباخ الشمسي التجريبي من النوع الصندوقي بنسبة 134% مقارنة بالطباخ بدون عاكس. مع الحمل لكنه لم يغلي الماء خلال فترة الاختبار، لذلك لا ينصح باستخدامه في تطبيقات الطهي؛ في حين تم التأكد من أن الطباخ المزود بمرآة زجاجية عاكسة يمكنه طهي معظم الأطباق الإثيوبية بأداء معقول. ومنه يمكن ان نستنتج ان الطباخ المزود بدعامة زجاجية تزيد من كفاءته.[13]



A



B



C

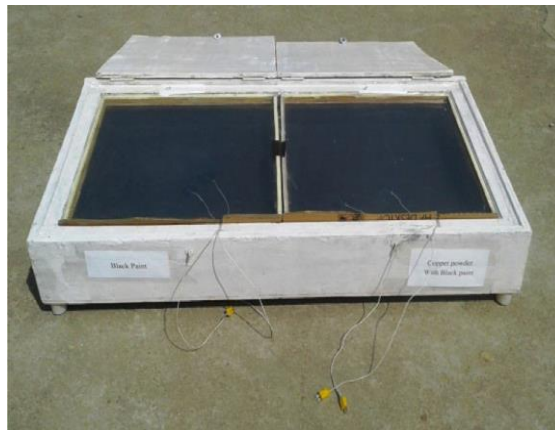
الشكل 2 – 1 : الطباخ الشمسي (A) بدون عاكس (B) مع عاكسات من رقائق الألومنيوم (C) مع عاكسات زجاجية مرايا.[13]

## 2.2. دراسات تجريبية على الأداء الحراري على الطباخ الشمسي بمواد طلاء ماصة مختلفة

أحد المكونات الرئيسية للمواقد الشمسية ذات الصندوق الساخن هو مساحة الامتصاص، المسؤولة عن تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية. لتحسين كفاءة الطباخ الشمسي الصندوقي، من المهم تعزيز الامتصاص الحراري. وبالتالي يركز العمل الحالي على تحسين الأداء الحراري للمواقد الشمسية باستخدام مواد طلاء ماصة مختلفة على مساحة الامتصاص. تم إجراء دراسات مقارنة على الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي للطلاء الأسود اللامع ودهانات المواد المختلطة. تم تحضير خمسة أنواع من دهانات المواد المخلوطة بخلط  $\text{CuO}$  و  $\text{TiO}_2$  والكربون المنشط والتنغستن والميكا مع الطلاء الأسود. تم عمل مقارنة بين نتائج مختلف مواد الطلاء المعدة بالرجوع إلى الطلاء الأسود غير اللامع على الأجزاء المماثلة من الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي. مع الحمل (الماء) وبدون حمل. خلال التجارب، وجد أن فرق درجة حرارة السطح بدون حمل يتراوح بين 1 درجة مئوية إلى 14 درجة مئوية للمواد المختلفة. ومع الحمل (الماء)، لوحظ أن الفرق في درجة حرارة الماء الساخن كان حوالي 1 درجة مئوية إلى 7 درجات مئوية للطلاءات المختلفة وهذه التجربة توضح كذلك دور المواد الماصة في رفع درجة حرارة المادة المراد تحضيرها يؤدي ذلك بالطبع للتقليل مدة الطهي. [14]



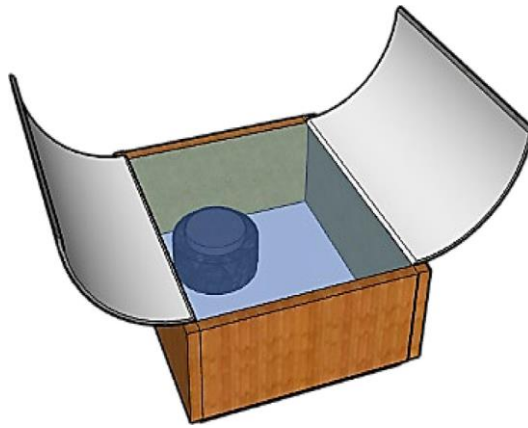
الشكل 2 – 2 : قياس درجة حرارة الطباخ الشمسي مع الحمل في وعائين مع مواد طلاء مختلفة [14]



الشكل 2 – 3 : قياس درجة حرارة الطباخ الشمسي بدون الحمل في وعائين مع مواد طلاء مختلفة [14]

## 2.3. دراسة عددية وتحليلية لمكثف مكافئ متكامل مع طباخ شمسي من نوع الصندوق

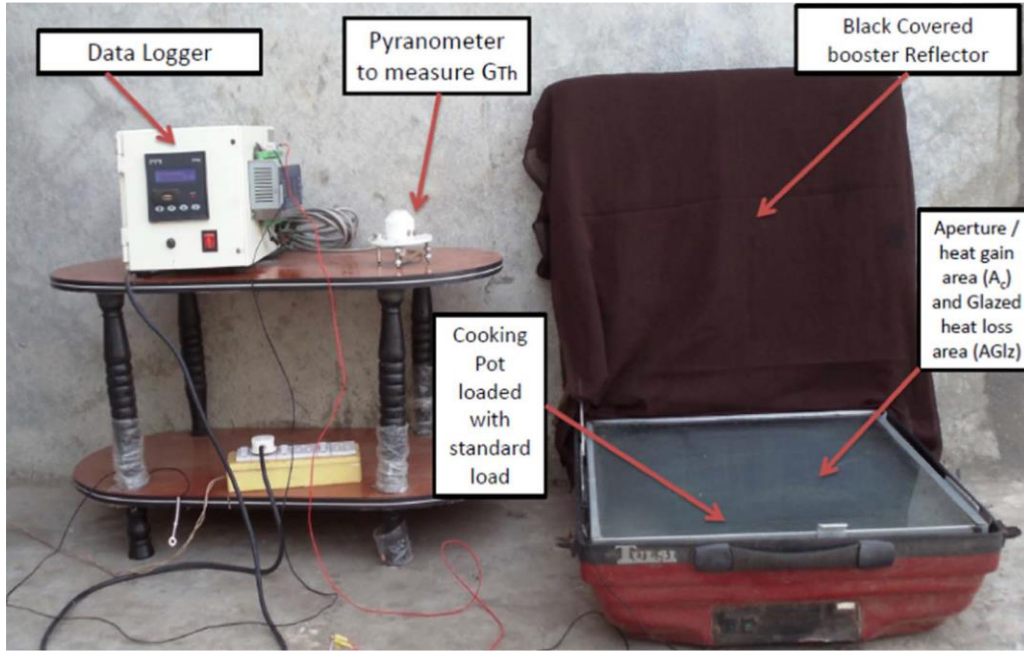
يتميز الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي المزود بعاكس مسطح بكفاءة منخفضة مقارنة بالعاكس المكافئ. تمت دراسة الطباخ الشمسي عن طريق استبدال العاكس المسطح بالعاكس المكثف مكافئ (CPC) مثبت على حواف طباخ شمسي من النوع الصندوقي من أجل الحصول على كفاءة أكثر من العاكس المسطح. في هذا البحث تم دمج المحاكات الرياضية لمعرفة الفرق الذي يحدثه (CPC). تم تطوير الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي مع سطح ممتص مختار بالاستعانة بمعادلة التوازن الطاقة وكل نظام يتميز بعلاقة انتقال الحرارة ونسبة تركيز وكفاءة الطاقة والغليان النوعي حسب المعايير القياسية الخاصة به. وهناك العديد من معايير التي تم بحثها للطباخ الشمسي في المواقع 32.94 شمالاً، 74.95 شرقاً. وقد وجد أن الكفاءة الطاقوية وصلت إلى 34% مع الحمل (ماء) بكمية 3.5 كغ وزمن غليان قياسي يقدر 22.58 دقيقة. نتائج المحاكاة تدل أيضاً على انخفاض الكفاءة مع انخفاض نسبة التركيز الإشعاعي وزيادة التركيز أصبحت النسبة غير مجدية بسبب تقليل وقت الغليان. [15]



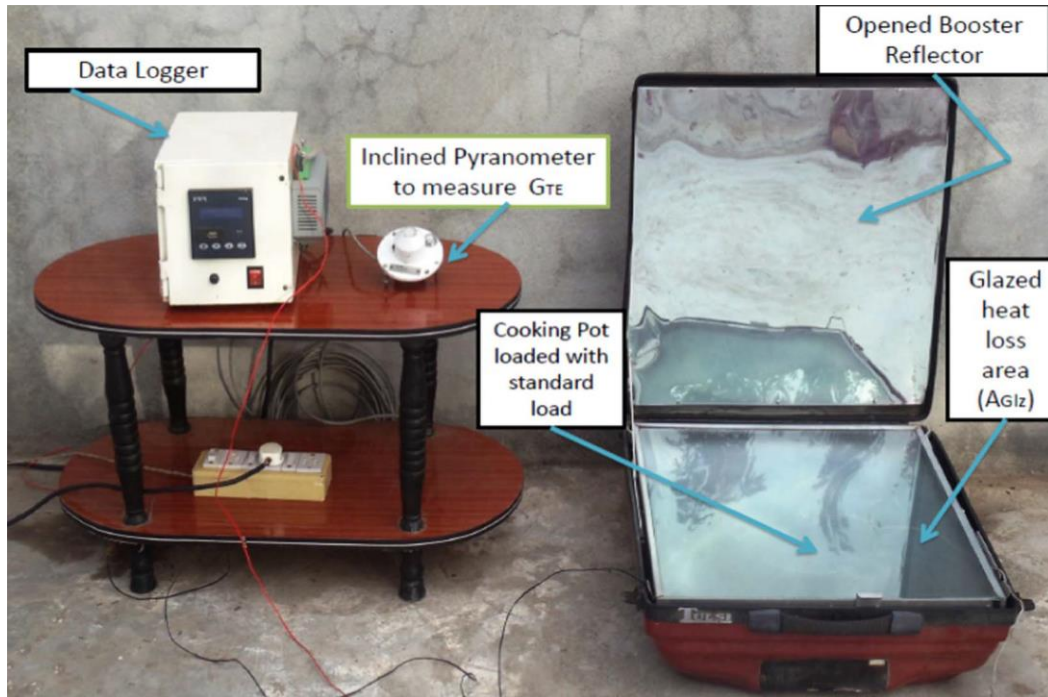
الشكل 2 - 4 : نموذج ثلاثي الأبعاد للطباخ الشمسي مع مكثف مكافئ المعتمد في الدراسة [15]

## 2.4. تحديد تجريبي للنسبة تركيز الإشعاع على الطباخ شمسي باستخدام الاختبارات الحرارية

يتم تجهيز الطباخ الشمسي عموماً بعاكس معزز لزيادة تدفق الإشعاع وبالتالي تسخين لوحة الامتصاص أكثر يؤدي ذلك إلى الطهي السريع. وبالتالي، فمن الأهمية بمكان لتقييم تأثير الداعم العاكس وقياس الأداء الحراري للطباخ مع الأخذ في الاعتبار تدفق الإشعاع المعزز. في العمل الحالي، تم تعريف نسبة التركيز الفعالة (ECR) (**Effective Concentration Ratio**) لتقييم فعالية العاكس المعزز. ECR ويتم تحديده تجريبياً باستخدام اختبارين حراريين؛ مع وبدون عاكس معزز لقد تبين أن ECR يتيح هذا التقييم تأثير العاكس المعزز في تحسين الأداء الحراري للطباخ الشمسي. و تم تحديد قيمة ECR لـ SBC المحدد على أنها 1.33. درجة الحرارة بدون عاكس كانت 141.9 درجة مئوية وفي وجود العاكس كانت 177.7 درجة مئوية. [16]



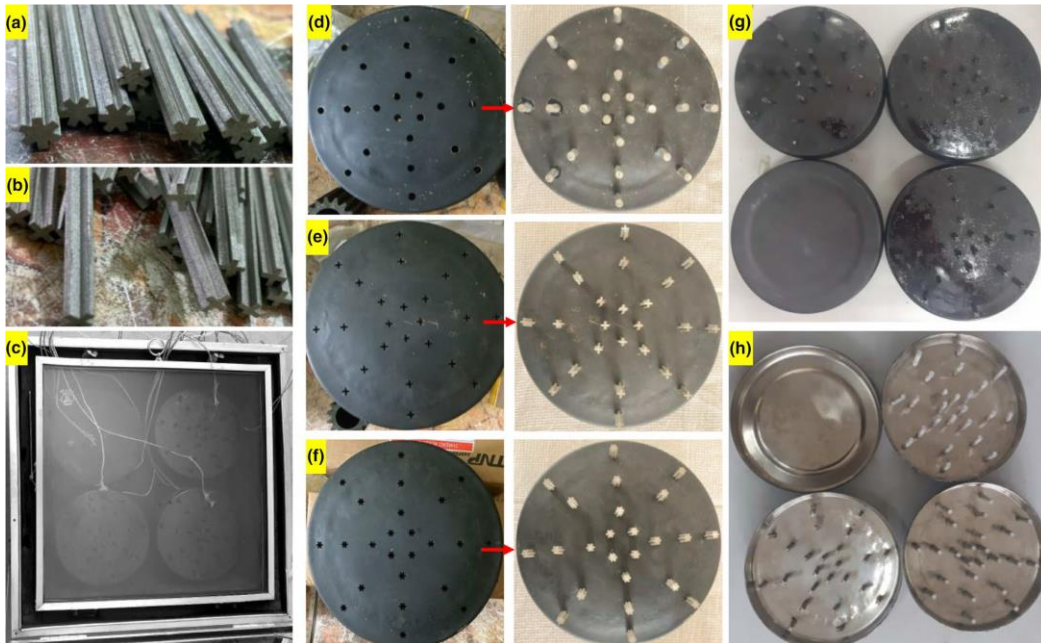
الشكل 2 - 5 : الطباخ الشمسي المستعمل في الدراسة مع تغطية العاكس المعزز للإشعاع [16]



الشكل 2 - 6 : الطباخ الشمسي المستعمل في الدراسة مع وجود العاكس المعزز للإشعاع [16]

## 2.5. دراسة تجريبية للطباخ الشمسي باستخدام زعانف مختلفة الأشكال [17]

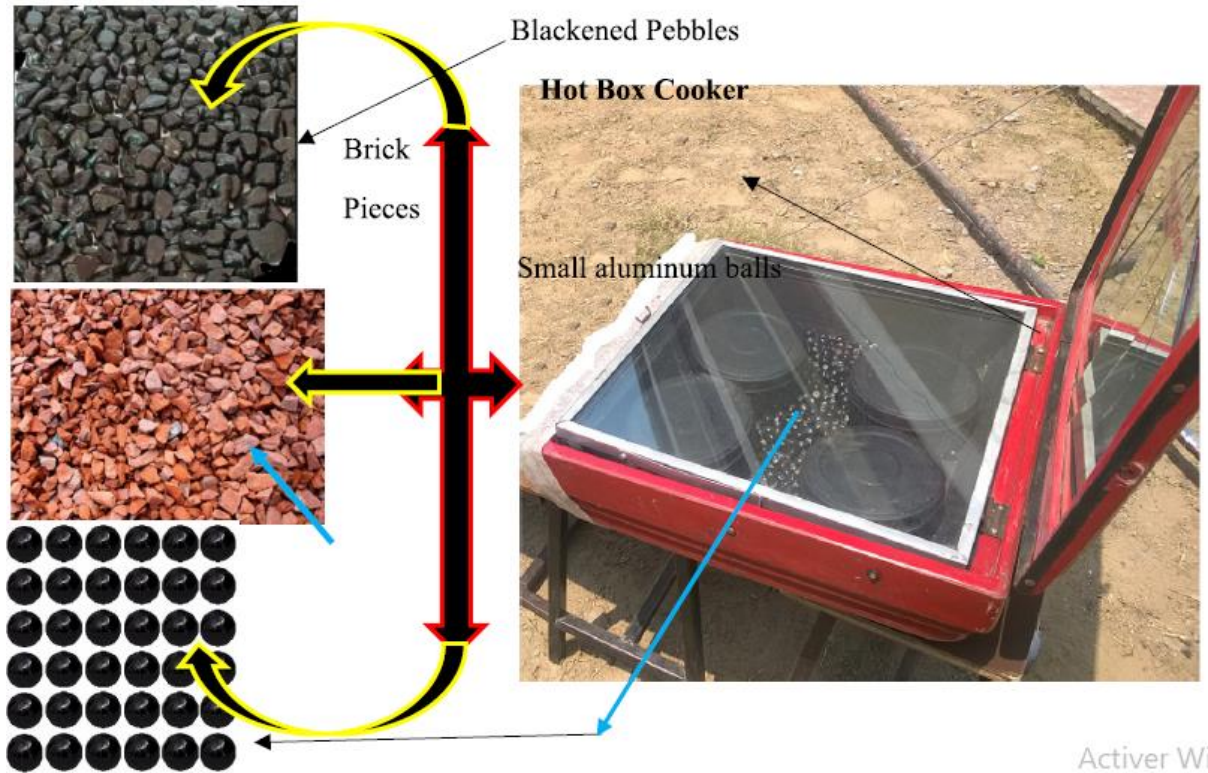
في هذا العمل، تم دراسة أداء صندوق الطبخ الشمسي ذو التكلفة المنخفضة (SBC) تجريبياً عن طريق تثبيت الزعانف على أواني الطهي لتحسين الأداء الحراري ومعدل الطهي. اعتمدت أربعة عينات مختلفة للطهي على الماء تم تقييم الصناديق بدون زعانف، وبزعانف دبوسية ومتقاطعة وسداسية. لتمكين المقارنة المباشرة، تم اختيار جميع الزعانف التجارب متساوية الارتفاع (50 مم) بنفس القطر الخارجي (6 مم). تم اختبار النظام في الهواء الطلق كانت الظروف في أوقات مختلفة من اليوم لتحديد الوقت الذي يستغرقه الماء للوصول إلى 100 درجة مئوية. الكفاءة للطباخ المصمم هي 0.120 وفقاً لحالة اختبار الركود، لدرجة حرارة لوحة الامتصاص البالغة 135 درجة مئوية. الحد الأقصى للطهي تم الحصول على قوى تبلغ 96.54 و96.49 و97.02 واط وكفاءة طاقة تبلغ 60.20 و63.21 و64.46% للدبوس ومتقاطعة وسداسية الشكل. هذه الكفاءات أعلى من تلك الخاصة بـ SBC المرجعي بنسبة 7.28 و12.65 و14.88% على التوالي. يعمل SBC المزود بزعانف دبوسية سداسية على توسيع مساحة سطح الزعنف لاعتراض الإشعاع الشمسي وتبديله الحرارة مع الحمل. ومن ثم فإنه يزيد من قوة الطهي، وإنتاج الطاقة الحرارية، وكفاءة الطاقة، معامل انتقال الحرارة ومعامل فقدان الحرارة بحد أقصى 7.73، 16.41، 8.47، 31.80، و6.17% على التوالي. علاوة على ذلك، تم إجراء تحليل اقتصادي لاستكشاف توفير التكاليف وفترة الاسترداد للزعانف السداسية وحدة SBC مقارنة بوحدة SBC التقليدية. أظهر هذا التقييم أن وحدات SBC مع وبدون الزعانف حوالي 1495 و1172 ميغا جول من مكافئ الوقود سنوياً على التوالي.



الشكل 2 - 7 : شكل توضيحي للأشكال الهندسية التي تم استخدامها في الدراسة [17]

## 2.6. تحليل مقارنة تجريبية مختلفة لمواد تخزين الحرارة داخل طباخ شمسي (sensible heat)

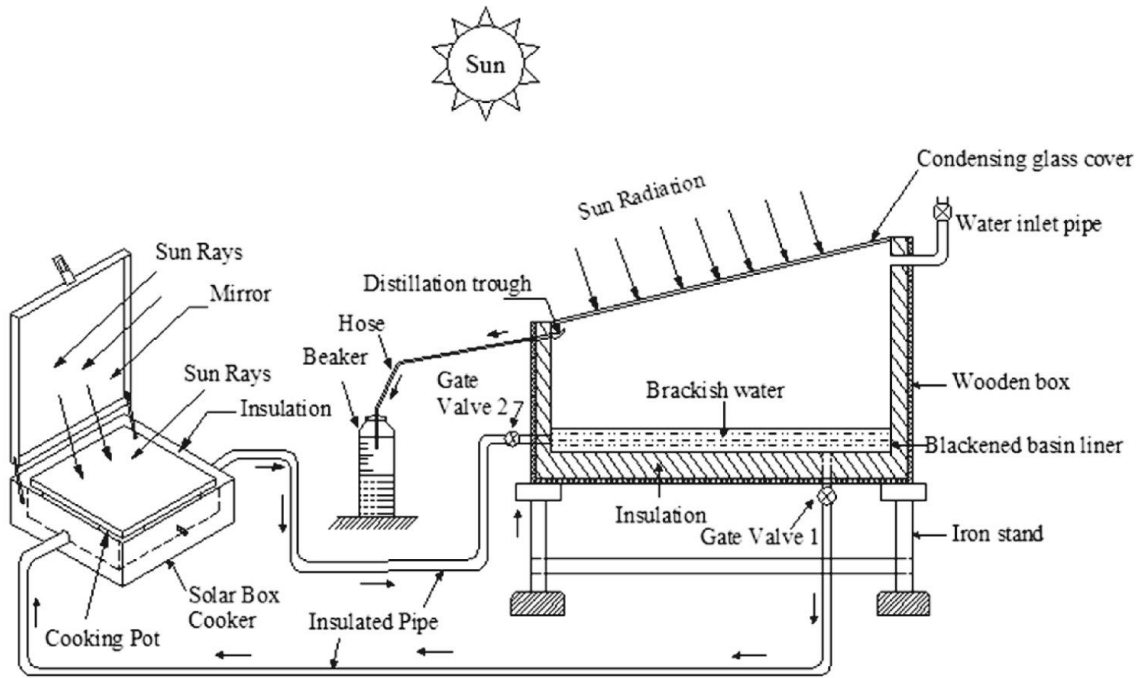
الطاقة الشمسية هي مصدر هام للطاقة ذات استدامة متميزة، وتستخدم بشكل رئيسي للتدفئة وإنتاج الطاقة. هناك العديد من مواد تخزين الطاقة التي من خلالها يتم تحسين الأداء عن طريق الطاقة الشمسية هذا ممكن. في العمل الحالي، تم استخدام ثلاث مواد مختلفة لتخزين الحرارة، مثل الحصى الأسود، وقطع صغيرة من طوب البناء، وكريات الألومنيوم صغيرة الحجم، تم تجربتهم عن طريق دراسة قدرتهم على التخزين الحراري داخل صندوق الطبخ الشمسي. عن طريق وضع كل مادة على حدا فوق صفيحة الطباخ الشمسي التي تم اختبارها. والجدير بالذكر أن الذين قاموا بالدراسة ركزوا على حل منخفض التكلفة لتعزيز الكفاءة الحرارية للطباخ الشمسي صندوقي يستخدم مواد تخزين الحرارة، لتحسين ظروف سكان المناطق النائية أو الريفية. وحتى للمستهلك العابر يمكنه بسهولة تطبيق التقنية المقترحة على طباخ الصندوق من خلال طريقة "افعلها بنفسك". وقد وجدت نتائج التجارب على الطبخ لصالح المستهلكين وتظهر مدى ملاءمة الطهي بالتكلفة منخفضة عن طريق مواد تخزين الحرارة. كما تشير هذه النتائج إلى إمكانية اعتماد جميع النماذج التي تم اختبارها، وبشكل رئيسي النموذج المزود بكرات الألومنيوم، وهو اعطى أفضل طبخ. يتمتع هذا الطباخ بكفاءة حرارية تبلغ حوالي 59.61%، قوة الطهي حوالي 75.21 واط، وسعة التخزين الحراري حوالي 09 ساعات في اليوم. التكلفة المقدرة يبلغ سعر أفضل جهاز طبخ تم اعداده حوالي 47.06 دولارًا أمريكيًا وتبلغ فترة صلاحيته حوالي 3.11 عامًا. [18]



الشكل 2 - 8 : طباخ شمسي المستعمل في الدراسة مزود بمواد مختلفة لتخزين الحرارة [18]

## 7.2. دراسة تجريبية عن طريق دمج جهاز تقطير شمسي مع طباخ شمسي لتعزيز الإنتاج

استخدام الطاقة الشمسية متعدد وتتم الاستفادة منها عن طريق الوحدات الكهروضوئية، والواح الطاقة الشمسية، ويمكن أن نستفيد منها بطرق أخرى. في هذه الدراسة، سوف نرى مزيج بين استخدام الطاقة الشمسية عن طريق الطباخ الشمسي الصندوقي من جهة وكذلك تعرضها لجهاز التقطير الشمسي من جهة أخرى لزيادة إنتاج المياه العذبة. بغرض رفع درجة حرارة الماء المالح، تم توزيعه بين الطباخ الشمسي وجهاز التقطير الشمسي. تم استخدام المرآة العاكسة في صندوق الطبخ الشمسي لتعزيز كثافة الإشعاع الشمسي في لوحة الامتصاص. ودور الطباخ الشمسي الصندوقي يكمن في زيادة درجة حرارة المياه المالحة. وأظهرت النتائج ان أنتاج جهاز المقطر الشمسي بدون دمج مع الطباخ الشمسي كانت 3.9 لتر/م<sup>2</sup> يومياً وبعد دمجها ارتفعت الكمية بحوالي 5.5 لتر/م<sup>2</sup> يومياً. كما تم تعزيز إنتاج المياه العذبة بحوالي 41%. بالإضافة إلى ذلك، خفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 41%. [19].



الشكل 2 - 9 : رسم تخطيطي للمقطر الشمسي المستخدم في العمل التجريبي المدمج مع الطباخ الشمسي [19]

**الخاتمة :**

ما يمكننا استخلاصه من النماذج السابقة ان هذه الدراسة ساهمت في إيجاد الحلول لبعض النقصان التي كان يعانيها الطباخ الشمسي من خلال الدراسة الأولى يمكننا القول ان العاكس للإشعاع الشمسي يستحسن يكون من الزجاج اما الدراسة الثانية تبين دور مواد الطلاء الماصة في زيادة امتصاص للحرارة ونلاحظ كذلك من خلال الدراسة الثالثة ان الطباخ الشمسي المزود بعاكس مكافئ اعطى نتائج افضل من المعزز بعاكس مستوي ام ما يمكن استخلاصه من التجربة الرابعة هو الاختيار الصحيح للمناطق التي تحتوي على اشعاع اكبر تعطي نتائج افضل في الطبخ الشمسي ونستنتج من الدراسة الخامسة ان زيادة الزعانف زادت الامتصاص ولها دور في تقليص وقت الطهي مع الأخذ بعين الاعتبار الشكل الهندسي لها ونستنتج من الدراسة السادسة ان زيادة مواد مخزنة للحرارة لعبت دور في إطالة امد سعة تخزين الحرارة داخل جهاز الطباخ الشمسي والدراسة الأخيرة تظهر دور الطباخ الشمسي المدمج مع جهاز التقطير الشمسي في زيادة كمية المياه العذبة الناتجة.



# الفصل الثالث

## الدراسة التجريبية

**مقدمة :**

سنتطرق تجريبيا في محاولة تحسين اداء وفعالية الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي، بقياس درجة حرارة الغليان ووقت الطهي تجريبيا، فإننا بحاجة إلى تصميم وإنجاز نموذج لهذا الطباخ الشمسي بأبعاد معلومة وتكون مناسبة للتجربة التي سنقوم بها، وسنتعرف في هذا الفصل على طريقة اعداد وانجازه، وكذلك اختيار المواد اللازمة لذلك، ونحاول اثبات مدى فعالية ادماج موقد طهي موصل باللوح شمسي في تحسين درجة الغليان في وقت غليان اقل كما سنتعرف على طريقة العمل المتبعة للحصول على النتائج التجريبية.

**3.1. المكان الذي أجريت فيه الدراسة :**

تم إجراء الدراسة في جامعة قاصدي مرباح في كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون (القطب الجامعي رقم 3) وبما ان الدراسة التجريبية التي سنقوم بها تكون في ولاية ورقلة وهي تقع في خط الاستواء على 31° و 57' عرضا و 5° و 19' طولاً وبتالي شدة الاشعاع تكون 50,5 كيلو واط لكل واحد متر مربع في اليوم كما ذكرنا في الفصل الأول لكن تكون متغيرة تجريبيا بين وقت واخر.

**3.2. طريقة الانجاز و المواد المستعملة :**

تم اعداد الطباخ الشمسي الصندوقي المحسن من الخشب بسمك 1.5 مم وأبعاد 48 × 42 × 35 سم على التوالي، مع الأخذ في الاعتبار أحجام أواني الطهي. تم استخدام صفائح الألمنيوم بسمك 1.1 ملم لتغطية الجزء الداخلي من الصندوق وبي أبعاد 30 × 32 × 38 سم على التوالي. تم طلاء الجدران الجانبية الداخلية المصنوعة من الومنيوم للصندوق الخشبي باللون الأسود المقاوم للحرارة والتي تعمل بمثابة مادة ماصة للحرارة. بناءً على الأبعاد المحددة، يتم تحديد حجم الطهي بـ 12480 سم<sup>3</sup>. يتم تعبئة المنطقة الواقعة بين الصناديق الداخلية والخارجية بمادة عازلة (ورق الزجاج) بسماكة 50 مم. كغطاء شفاف للطباخ، تم استخدام زجاج نافذ واحد (محيط مستطيل بسمك 3 مم ونفاذية (τ) تبلغ 0.83). وزجاج اخر معالج حراريا لتحمل درجة حرارة عالية (محيط مستطيل بسمك 5 مم ونفاذية (τ) تبلغ 0.83). ويفصل بينهم فراغ يقدر ب 1 ويدعم كذلك بعاكسات زجاجية (مريا) لتحسين الاشعاع الوارد. يتم عرض المواصفات التفصيلية للطباخ في الجدول (3 – 1).

**3.2.1. مكونات الطباخ الشمسي الصندوقي :**

العناصر	الاطوال(سم)	طبيعة المواد المستعملة
الصندوق الخارجي	48 × 42 × 35	سمك 1.5 ملم من خشب
الصندوق الداخلي	30 × 32 × 38	سمك 1.1 ملم من الألمونيوم
الغطاء الزجاجي الخارجي	46x47.5	زجاج غير معالج حراريا بسمك 3ملم (τ = 0.83)
الغطاء الزجاجي الداخلي	46x47.5	زجاج مقاوم للحرارة بسمك 5 ملم (τ = 0.83)
الفراغ بين الزجاج	1 سم	فضاء مفرغ من الهواء
المادة العازلة	5 سم	ورق الزجاج
المادة العازلة لحواف الطباخ	عرض 2 سم	السيليكون بسمك 5 ملم (- 60 الى + 260 درجة مئوية)
مادة الطلاء المختارة	محيط الطباخ الداخلي	طلاء اسود مقاوم للحرارة العالية

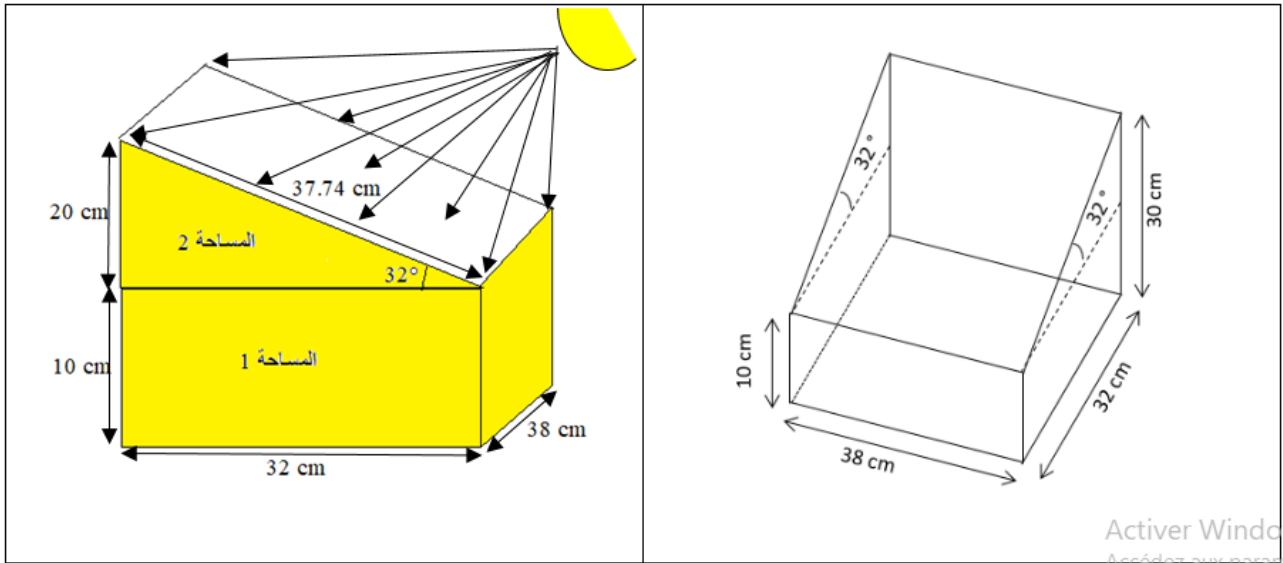
الجدول 3 – 1 : ابعاد الطباخ الشمسي المصنوع [20]

3.2.2. العناصر المشكلة للطباخ الشمسي الصندوقي :

		
العاكس الزجاجي ( المرايا)	وعاء الطهي	الصندوق الخارجي
		
الصندوق الداخلي	الغطاء الزجاجي الداخلي	الغطاء الزجاجي الخارجي

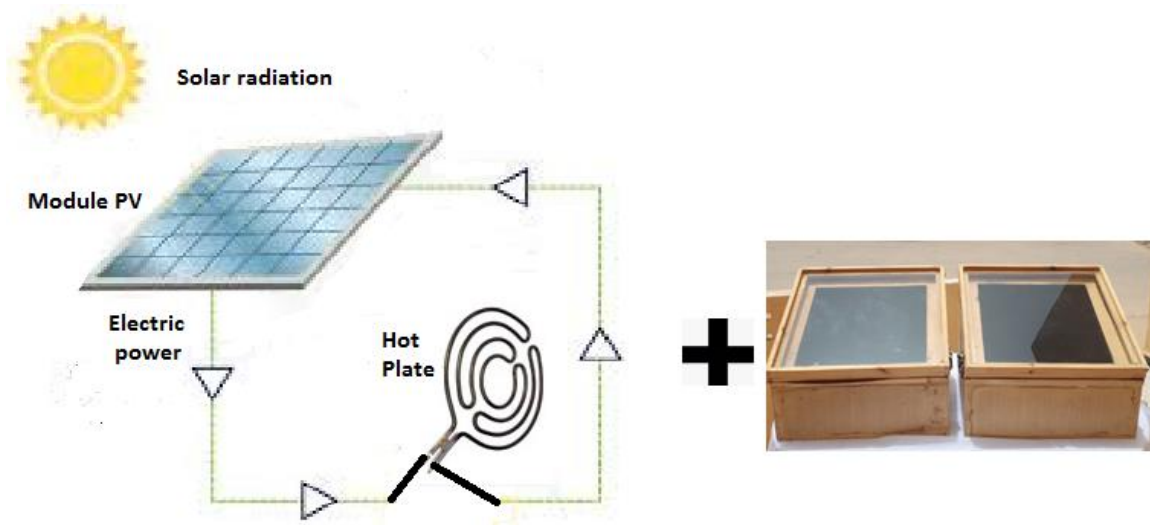
الشكل 3 – 1 : مختلف العناصر الطباخ الشمسي الصندوقي

3.2.3. الابعاد الهندسية للجزء الداخلي للطباخ الشمسي الصندوقي :



الشكل 3 – 2 : التمثيل الهندسي للجزء الداخلي للطباخ الشمسي [20]

3. 2. 4. الرسم التخطيطي للتجربة العملية :



الشكل 3 - 3 : الرسم التخطيطي للتجربة

3. 2. 5. المعدات المستعملة اثناء انجاز الطباخ الشمسي :

<p>آلة فك وتثبيت البراغي</p>	<p>مطرقة</p>	<p>آلة السيليكون</p>
<p>مادة السيليكون و الطلاء الاسود</p>	<p>ادوات ثقب الطباخ</p>	<p>مفاتيح تثبيت وفك البراغي</p>

الشكل 3 - 4 : الأدوات المستعملة للتثبيت اجزاء الطباخ الشمسي

3.3. أدوات القياس المستخدمة في التجربة :

3.3.1. جهاز الانيمومتر: هو جهاز يعرف باسم الانيمومتر بواسطته نقوم بقياس سرعة الرياح في المكان والزمان

3.3.2. جهاز البيرانومتر :

هو جهاز معتمد لقياس شدة الاشعاع الشمسي (G) الواصل من الشمس ويتم ترجمة ذلك عن طريق مزدوج حراري بقياس الفرق في درجة الحرارة بين الجهاز وسطحه ذو اللون الأسود.

3.3.3. المزدوج الحراري من النوع K :

يتم قياس بواسطته درجات الحرارة اللحظية ( $T_a, T_p, T_{ab}, T_w, T_{in}$ ) عبر مختلف الأجهزة المستعملة بقيم دقيقة.

3.3.4. جهاز المليمتر :

هو جهاز وظيفته في هذه التجربة قياس شدة التيار الكهربائي المار في السلك الموجب من اللوح الشمسي ويبين لنا القيمة اللحظية المنتجة ويمكننا كذلك قياس فرق الكمون المار في الموحد الكهربائي.



جهاز البيرانومتر  
(الجهاز تابع لجامعة ورقلة)



جهاز الانيمومتر  
(الجهاز تابع لجامعة ورقلة)



جهاز قياس شدة التيار والتوتر الكهربائي  
(الجهاز شخصي)



جهاز قياس درجة الحرارة  
(الجهاز تابع لجامعة ورقلة)

الشكل 3 – 5 : أجهزة القياس المستعملة في التجربة

3.3.5. خصائص أجهزة القياس المستعملة في التجربة :

الوحدة	أداة القياس	انواع القياسات
w/m <sup>2</sup>	البيرانومتر	قياس الاشعاع
m/s	الانيمومتر	قياس سرعة الرياح
°C	المزدوج الحراري من النوع K	قياس درجة الحرارة
(V), (A)	جهاز الميلتيمتر	قياس التوتر و شدة التيار المستمر

الجدول 3 – 2 : الخصائص الفيزيائية لأجهزة القياس المستعملة

3.4. الهدف من التجربة :

- ❖ صنع طباخ شمسي من النوعي الصندوقي.
- ❖ دراسة تأثير توصيل الطاقة الحرارية والكهروضوئية في تحسين ادا الطباخ الشمسي.
- ❖ استغلال الطاقة الشمسية الواردة للأرض كطاقة بديلة ونظيفة.
- ❖ مقارنة بين النتائج المحصل عليها لنعرف مدى تحسين كفاءة الطباخ الشمسي.

3.5. طريقة القياس المتبعة :

- 3.5.1. قياس درجة حرارة المحيط ( $T_a$ ) : يتم توصيل اسلاك المزدوج الحراري بجهاز القياس ونأخذ القيمة المستقرة ويتم تدوينها في الجدول مع الأخذ بعين الاعتبار الوقت 10 دقائق بين كل قيمة وأخرى.
- 3.5.2. قياس درجة حرارة الموقد ( $T_p$ ) : يتم توصيل اسلاك المزدوج الحراري بجهاز القياس وطرف الاخر فوق الموقد الكهربائي ونأخذ القيمة المستقرة ويتم تدوينها في الجدول مع الأخذ بعين الاعتبار الوقت 10 دقائق بين كل قيمة وأخرى.
- 3.5.3. قياس درجة حرارة صفيحة الامتصاص ( $T_{ab}$ ) : يتم توصيل اسلاك المزدوج الحراري بجهاز القياس وطرف الاخر فوق صفيحة الامتصاص ونأخذ القيمة المستقرة ويتم تدوينها في الجدول مع الأخذ بعين الاعتبار الوقت 10 دقائق بين كل قيمة وأخرى.
- 3.5.4. قياس درجة حرارة داخل الطباخ الشمسي ( $T_{im}$ ) : يتم توصيل اسلاك المزدوج الحراري بجهاز القياس وطرف الاخر يمر عبر ثقب مخصص فقط لأسلاك القياس ونأخذ القيمة المستقرة ويتم تدوينها في الجدول مع الأخذ بعين الاعتبار الوقت 10 دقائق بين كل قيمة وأخرى.
- 3.5.5. قياس درجة حرارة الماء ( $T_w$ ) : يتم توصيل اسلاك المزدوج الحراري بجهاز القياس وطرف الاخر يمر عبر ثقب مخصص فقط لأسلاك القياس ويوضع مباشرة في المادة المراد اعدادها ونأخذ القيمة المستقرة ويتم تدوينها في الجدول مع الأخذ بعين الاعتبار الوقت 10 دقائق بين كل قيمة وأخرى.
- 3.5.6. قياس التوتر الكهربائي ( $U$ ) : نقوم بقياس قيم التوتر الكهربائي كل عشر دقائق بواسطة جهاز المليمتر بوضع القطب الموجب لجهاز المليمتر مع القطب الموجب للموقد والسالب مع السالب للقطب السالب (التيار المستمر) ونأخذ القيم كل عشرة دقائق.

3.5.7. قياس شدة التيار الكهربائي (I) : تم قياس شدة التيار بقسمة قيمة المقاومة الكهربائية (R) على قيمة التوتر.

### 3.6. الطريقة المتبعة في التجربة :

تعتمد الطريقة المتبعة في الاستفادة من الطاقة الشمسية واستغلالها عن طريق تحويلها الى طاقة حرارية باحتباسها في الصندوق ومن جهة أخرى عن طريق تحويلها الى طاقة كهربائية من اجل زيادة في القدرة الحرارية نستفيد من الطاقة الكهربائية بربطها بالموقد الكهربائي لتحويل هذه الأخير الى طاقة حرارية وبعد ذلك نقوم بقياس درجة حرارة المحيط ودرجة حرارة لوحة الامتصاص والواجهة الداخلية بالإضافة الى قياس درجة حرارة المحيط الداخلي للصندوق وكذلك درجة حرارة المادة المراد طبخها الابتدائية الى غاية النهائية.

❖ فترة التجربة هي تقدر ب 06 أيام

❖ مدة التجربة اليومية تقدر من الساعة 10 صباحا حتى الساعة 16 مساء بمعدل 10 دقائق فاصلة بين كل قيمة مدونة وأخرى.

❖ تم اجراء تجربة تطابق أداء الصندوقين سابقا من طرف الأستاذ المشرف [20]

❖ في اليوم الأول : تتمثل التجربة بتوصيل الموقد الكهربائي الذي يتميز باستطاعة قصوى تقدر ب 0,5 كيلو واط باللوح الشمسية ذات 0,15 كيلو واط من اجل معرفة درجة الحرارة القصوى التي يمكن ان تقدمها لنا اللوح الشمسية للموقد الكهربائي من اجل استغلالها لاحقا وشدة التيار و التوتر الكهربائي وبالتوازي نقوم بتوصيل الموقد الكهربائي الذي يتميز باستطاعة قصوى تقدر ب 1 كيلو واط باللوح الشمسية ذات 0,3 كيلو واط من اجل معرفة درجة الحرارة القصوى التي يمكن ان تقدمها لنا اللوح الشمسية للموقد الكهربائي من اجل استغلالها لاحقا وشدة التيار و التوتر الكهربائي كذلك وقياس سرعة الرياح وشدة الاشعاع ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الموقدين بدون توصيلهما بالألواح الشمسية نستعملها كمرجع بمعنى قياس 11 قيمة متغيرة كل 10 دقائق والتجربة تتم بدون حمل.

❖ في اليوم الثاني : نقوم بتوصيل الموقد الكهربائي الذي يتميز باستطاعة قصوى تقدر ب 0,5 كيلو واط باللوح الشمسية ذات 0,3 كيلو واط من اجل معرفة درجة الحرارة القصوى التي يمكن ان تقدمها لنا اللوح الشمسية للموقد الكهربائي من اجل استغلالها لاحقا وشدة التيار و التوتر الكهربائي وبالتوازي نقوم بتوصيل الموقد الكهربائي الذي يتميز باستطاعة قصوى تقدر ب 1 كيلو واط باللوح الشمسية ذات 0,15 كيلو واط من اجل معرفة درجة الحرارة القصوى التي يمكن ان تقدمها لنا اللوح الشمسية للموقد الكهربائي من اجل استغلالها لاحقا وشدة التيار و التوتر الكهربائي كذلك وقياس سرعة الرياح وشدة الاشعاع ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الموقدين بدون توصيلهما بالألواح الشمسية نستعملها كمرجع بمعنى قياس 11 قيمة متغيرة كل 10 دقائق والتجربة تتم بدون حمل.

❖ في اليوم الثالث : نقوم باختيار الموقد الكهربائي الذي يتميز بأداء أفضل 1 كيلو واط وهذا اعتمادا على تجربتين السابقتين ونوصله باللوح الشمسية ذات 0,3 كيلو واط ونقوم بوضعه في الطباخ الشمسي من

اجل مقارنته مع الطباخ الشمسي ثاني بدون موقد (الشاهد) للمعرفة الفرق في الأداء تتم التجربة بدون حمل. نقوم بقياس درجة حرارة المحيط الداخلي للصندوقين وكذلك لوح الامتصاص وحرارة الجهة الداخلية للزجاج لكلا الصندوقين.

❖ في اليوم الرابع نقوم باختيار الموقد الكهربائي الذي يتميز بأداء أفضل 1 كيلو واط ونوصله باللوح الشمسية ذات 0,3 كيلو واط ونقوم بوضعه في الطباخ الشمسي من اجل مقارنته مع الطباخ الشمسي ثاني بدون موقد للمعرفة الفرق في الأداء تتم التجربة **بالحمل**. مع وجود وعاء الطهي في كلا الصندوقين نقوم بقياس درجة حرارة لوحة الامتصاص وحرارة الجهة الداخلية للزجاج ودرجة حرارة الماء الموجود في كلا الصندوقين.

❖ في اليوم الخامس نقوم باختيار الموقد الكهربائي الذي يتميز بأداء أفضل 1 كيلو واط ونوصله باللوح الشمسية ذات 0,3 كيلو واط ونقوم بوضعه في الطباخ الشمسي مع إضافة عاكس زجاجي (مرايا) القابل للإمالة من اجل تحسين أفضل في عمل الطباخ الشمسي تتم التجربة **بدون الحمل**. نقوم بقياس درجة حرارة المحيط الداخلي للصندوقين وكذلك لوح الامتصاص وحرارة الجهة الداخلية للزجاج لكلا الصندوقين.

❖ في اليوم السادس نقوم باختيار الموقد الكهربائي الذي يتميز بأداء أفضل 1 كيلو واط ونوصله باللوح الشمسية ذات 0,3 كيلو واط ونقوم بوضعه في الطباخ الشمسي مع إضافة عاكس زجاجي (مرايا) من اجل تحسين أفضل في عمل الطباخ الشمسي ونقارنه مع طباخ شمسي غير محسن (الشاهد) تتم التجربة **مع الحمل** تتم التجربة من 10 صباحا الى الرابعة زولا. نقوم بقياس درجة حرارة لوحة الامتصاص وحرارة الجهة الداخلية للزجاج ودرجة حرارة الماء الموجود في كلا الصندوقين.

#### الخاتمة :

تطرقنا في هذا الفصل الى الدراسة التجريبية حيث قمنا بأعداد طباخين شمسيين من النوع الصندوق وقمنا بأجراء التجربة في مدة عشرة أيام على مستوى كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون وقمنا بتسجيل النتائج المتعلقة بالدراسة.



# الفصل الرابع

## تحليل ومناقشة النتائج

**المقدمة :**

اثناء اجرائنا النتائج التجريبية قمنا بقياسات مختلفة مثل شدة الإشعاع الشمسي في جامعة ورقلة اثناء فترة الدراسة التجريبية وقياس سرعة الرياح وكذا شدة التيار وفرق الكمون الكهربائيين ودرجات الحرارة لكل من الموقدين الكهربائيين ووعاء الطهي والصفحة الماصة للحرارة في كلا الصندوقين ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة المحيط الداخلي لكلا الصندوقين ودرجة حرارة الماء في كلا الصندوقين وقمنا بالتسجيل القيم المحصل عليها في جداول وتمثيلها بيانيا وفي هذا الفصل سنحلل وناقش النتائج المحصل عليها تجريبيا.

**4.1. تقييم التجارب :**

تم تسجيل درجات حرارة مختلفة (المواقد الكهربائية، البيئة المحيطة، الماء)، وسرعة الرياح، وشدة الإشعاع الشمسي فوق الغطاء الزجاجي، وقياس شدة التيار والتوتر الكهربائيين بين طرفي كلا الموقدين من اجل تحديد الأكثر كفاءة. كانت جميع البيانات التي تم جمعها ضمن النطاق الموصي به وكانت المنطقة التي أجريت فيها الاختبارات مثالية للحفاظ على سرعة الرياح. تم إجراء الاختبارات أيضاً في درجات حرارة محيط تتراوح بين 29 درجة مئوية إلى 40 درجة مئوية، وتراوحت شدة الإشعاع التي تم قياسها طوال الاختبار من 477 واط/م<sup>2</sup> إلى أكثر من 1250 واط/م<sup>2</sup>. تم إجراء الاختبارات التجريبية لجميع اختبارات عدم الحمل والحمل في ايام مشمسة صافية من الساعة 10:00 صباحاً حتى 16:00 مساءً.

**4.2. تقييم الأداء :****4.2.1. اختبار الركود :**

تم إخضاع الطباخ لسلسلة من الاختبارات بدون حمل لتقييم الأداء وكذلك معدل ارتفاع درجة الحرارة داخل الطباخ الصندوقي. تم تسجيل درجة حرارة المحيط ودرجة حرارة لوحة الامتصاص ودرجة حرارة الزجاج الداخلي. بواسطة استخدام مزدوج حراري تفاضلي من النوع K لقياس درجات الحرارة. وكذلك قياس كل من شدة التيار والتوتر الكهربائيين باستخدام مقياس المليمتر خلال الفاصل الزمني الخاص بها المقدر ب 10 دقائق طيلة أيام التجربة. تم قياس سرعة الرياح باستخدام مقياس الانيمومتر وتم قياس إشعاع الشمس باستخدام مقياس البيرانومتر كما هو موضح في الجدول.

**4.2.2. اختبار الحمل :**

تم إخضاع الطباخ لسلسلة من الاختبارات بدون حمل لتقييم الأداء وكذلك معدل ارتفاع درجة الحرارة داخل الطباخ الصندوقي. تم تسجيل درجة حرارة المحيط ودرجة حرارة لوحة الامتصاص ودرجة حرارة الزجاج الداخلي ودرجة حرارة الماء الموجود في كلا الصندوقين تم إجراء اختبار الحمل عن طريق وضع وعاء طهي ذو شكل مناسب مملوء بالماء في الطباخ وتغطيته بغطاء. بنفس الحجم في كلا الصندوقين استمرت التجربة 10 أيام، حيث تم استخدام 1.5 لتر من الماء كحمولة للطباخ، مع وجود موقد كهربائي، بدون ومع عاكس زجاجي مرابا. تم إجراء كل الاختبارات التجريبية في ايام مشمسة صافية من الساعة 10:00 صباحاً حتى 16:00 مساءً.

### 3. تحليل النتائج التجريبية ومناقشتها :

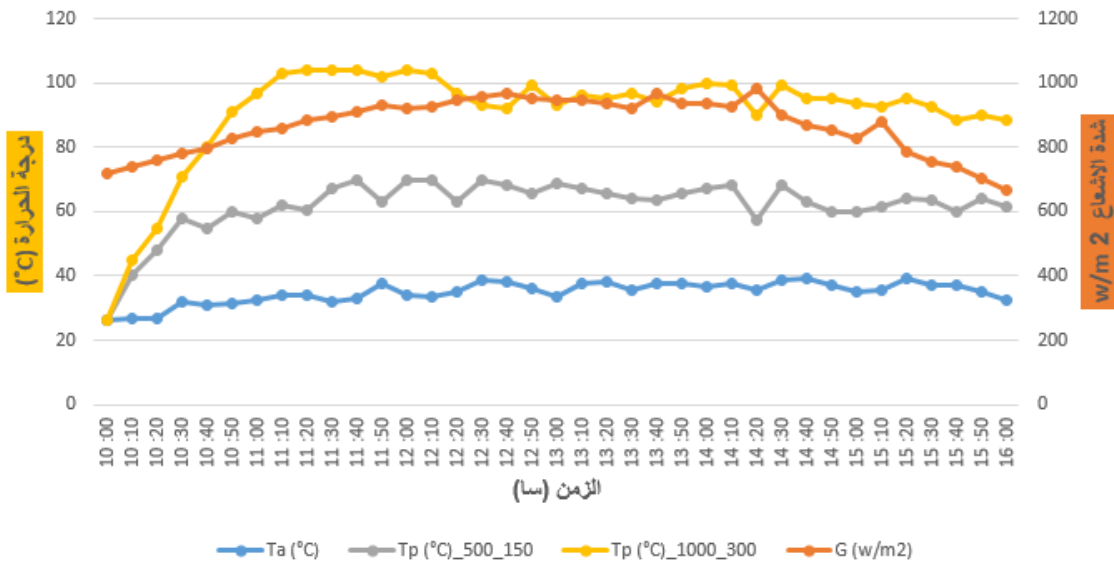
انطلاقاً من القيم التجريبية التي تحصلنا عليها من خلال الطباخ الشمسي المنجز ووفق للألواح الشمسية المستعملة في التجربة في كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون خلال الفترة التجريبية في أيام مشمسة من العاشرة صباحاً إلى الرابعة زوالاً من نفس اليوم وتدوينها وتمثيلها بيانياً.

#### 3.1. تجربة الركود :

##### 3.1.1. اختيار الموقد الكهربائي واللوح الشمسية الأنسب لتحسين أداء الطباخ الشمسي :

تسمح لنا النتائج المتحصل عليها من التجربة الأولى والثانية من تمثيلها بيانياً من أجل اختيار اللوح الشمسية والموقد الكهربائي الأكثر كفاءة وهذا اعتماداً على منحنيات الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الموقدين بدلالة الزمن.

##### 3.1.1.1. نتائج التجربة الأولى :

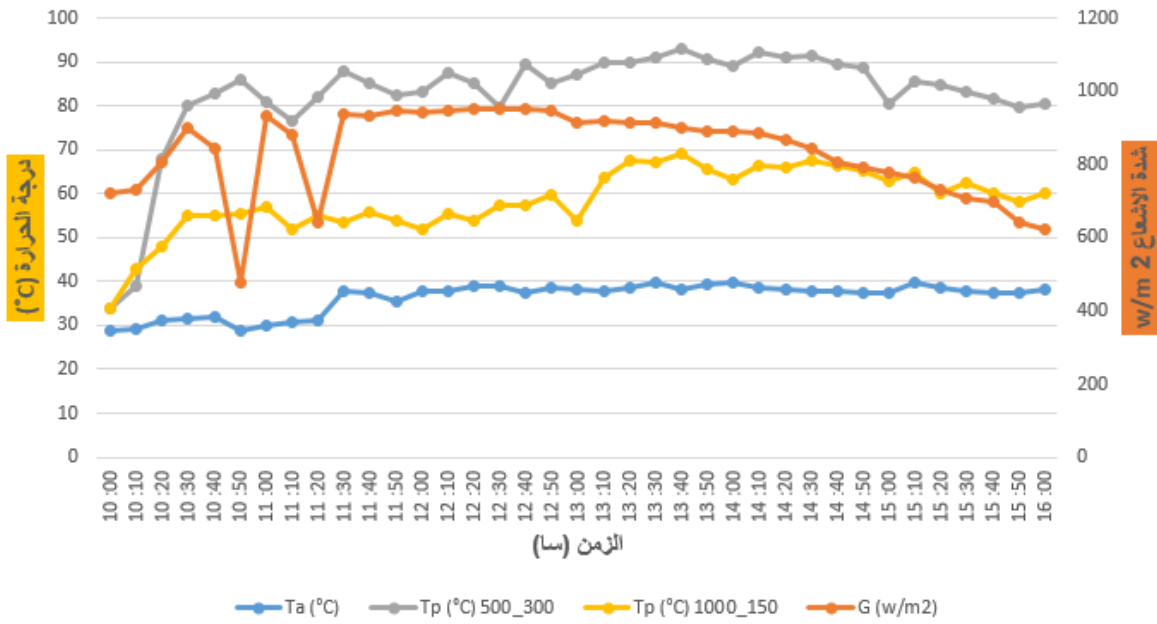


الشكل 4 – 1 : منحنى بياني يمثل تطور الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الموقدين 0,5 كيلو واط و 1 كيلو واط موصل باللوح الشمسي 150 واط و 300 واط على التوالي بدلالة الزمن.

##### 3.1.1.2. تفسير نتائج التجربة الأولى :

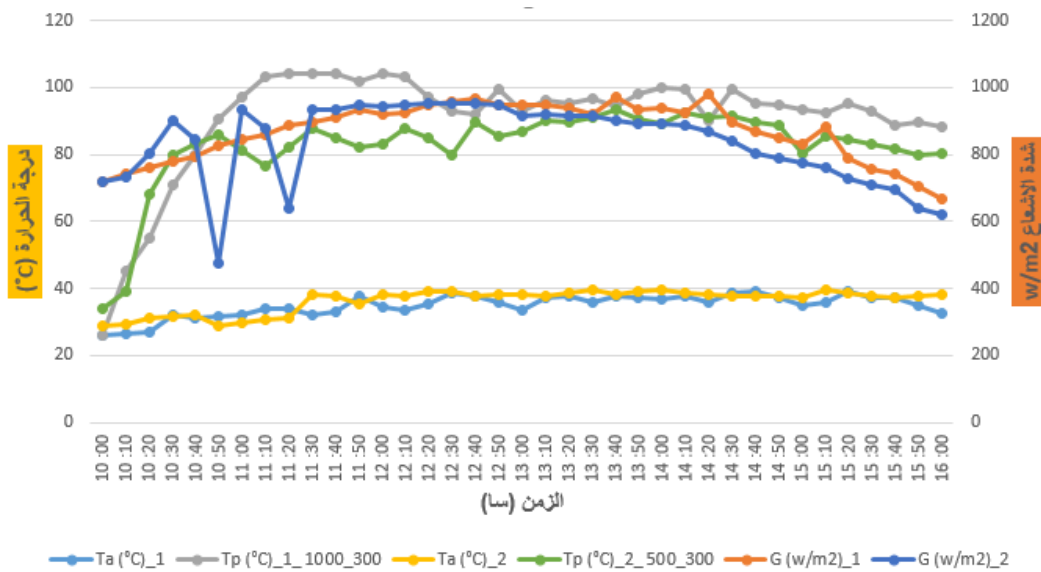
من خلال النتائج المشار إليها في المنحنى البياني (4 – 1) نلاحظ مع مرور الزمن زيادة في شدة الإشعاع الشمسي تقابلها زيادة في درجة حرارة المحيط ينتج عنه ارتفاع في درجة حرارة الموقدين الكهربائيين 0,5 كيلو واط (70 درجة مئوية) و 1 كيلو واط (104 درجة مئوية) على التوالي بحيث ونلاحظ بعد الظهر بعد تناقص شدة الإشعاع الشمسي تتأثر به درجة حرارة المحيط والموقدين معاً بنسب متفاوتة.

3.1.1.3. نتائج التجربة الثانية :



الشكل 4 – 2 : منحنى بياني يمثل تطور الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الموقدين 0,5 كيلو واط و 1 كيلو واط موصل باللوح الشمسي 0,3 كيلو واط و 0,15 كيلو واط على التوالي بدلالة الزمن  
 3.1.1.4. تفسير نتائج التجربة الثانية :

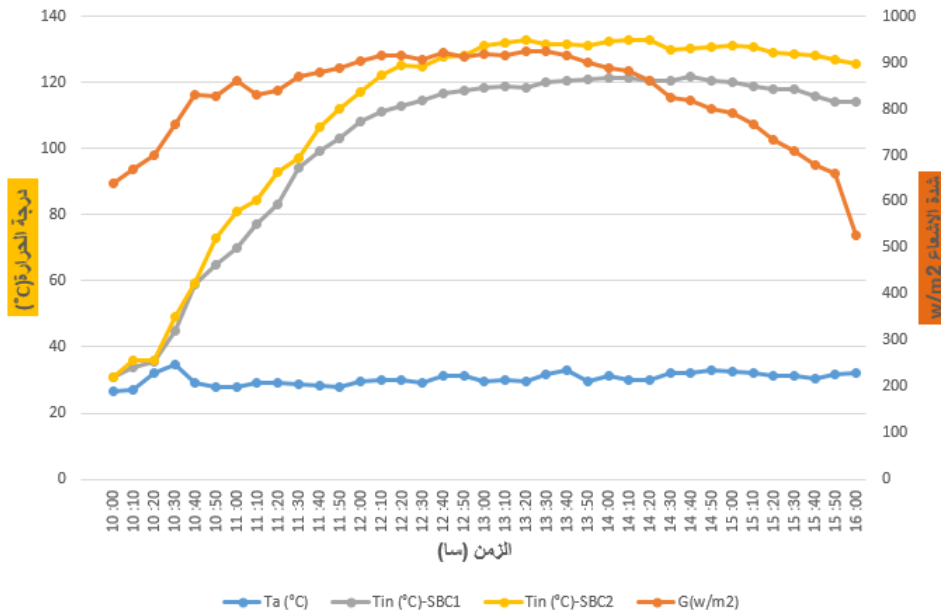
من خلال النتائج المشار اليها في المنحنى البياني (4 – 2) نلاحظ مع مرور الزمن زيادة في شدة الاشعاع الشمسي تقابلها زيادة في درجة حرارة المحيط ينتج عنه ارتفاع في درجة حرارة الموقدين الكهربائيين 0,5 كيلو واط (93 درجة مئوية) و 1 كيلو واط (69 درجة مئوية) على التوالي بحيث ونلاحظ بعد الظهر بعد تناقص شدة الاشعاع الشمسي تتأثر به درجة حرارة المحيط والموقدين معا بنسب متفاوتة.



الشكل 4 – 3 : منحنى بياني يمثل نتائج التجريبتين الأولى والثانية معا

يبدو من النتائج المتحصل عليها من خلال المنحنى (4 – 3) ان الموقد الكهربائي 1 كيلو واط بعد ربطه باللوحة الشمسية 0,3 كيلو واط أعطت نتائج افضل وبالتالي يمكن استعمالها لتحسين أداء الطباخ الشمسي.

3.1.2. مقارنة بين أداء طبابين شمسين بسيطين احدهما مدعم بموقد كهربائي موصول باللوحة شمسية مع عاكس للإشعاع الشمسي بدون حمل :  
3.1.2.1. نتائج التجربة الثالثة :

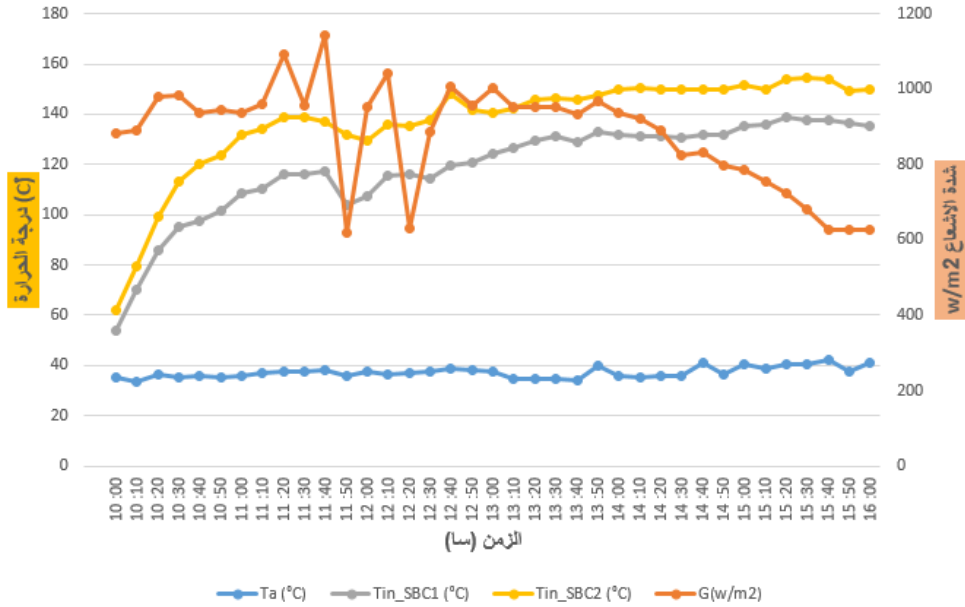


الشكل 4 – 4 : منحنى بياني يمثل نتائج التجربة الثالثة التي تمثل تطور كل من شدة الإشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بدون حمل بدون عاكس (مريا)

3.1.2.2. تفسير نتائج التجربة الثالثة :

من خلال النتائج المشار إليها في المنحنى البياني (4 – 4) نلاحظ مع مرور الزمن زيادة في شدة الإشعاع الشمسي تقابلها زيادة في درجة حرارة المحيط ينتج عنه ارتفاع في درجة الحرارة الداخلية للطباخ الشمسي الذي يحتوي على موقد 1 كيلو واط موصول باللوحة الشمسية 300 واط (133 درجة مئوية) والطباخ الشاهد (6, 121 درجة مئوية) ونلاحظ بعد الظهيرة بعد تناقص شدة الإشعاع الشمسي تتأثر به درجة حرارة الصندوقين معا بنسب متفاوتة.

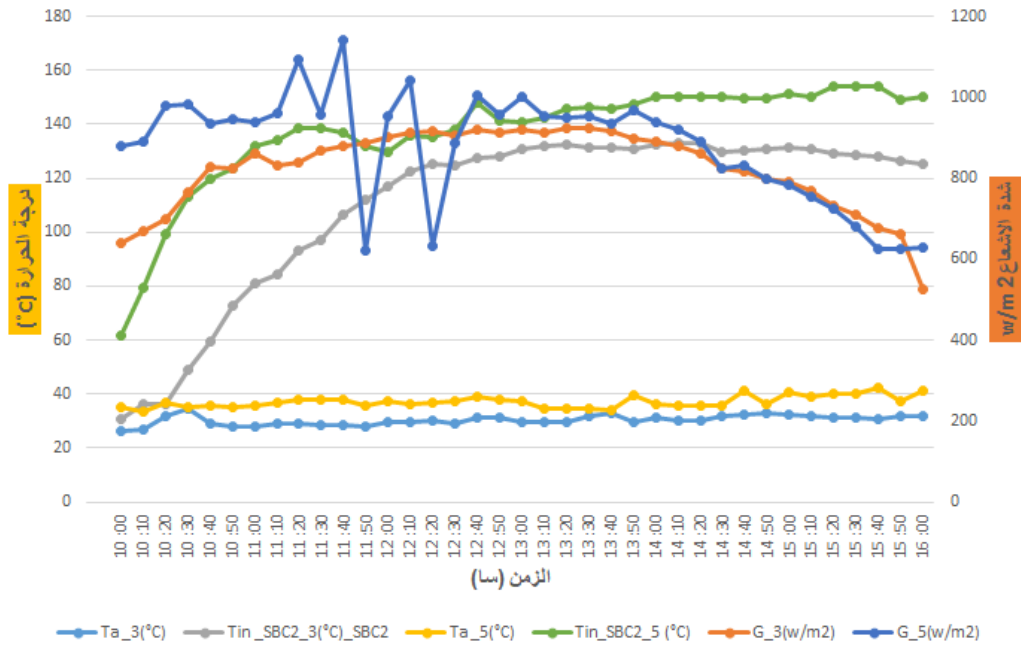
3.1.3. نتائج التجربة الخامسة :



الشكل 4 – 5 : منحنى بياني يمثل نتائج التجربة الخامسة التي تمثل تطور كل من شدة الإشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بدون حمل

3.1.2.4. تفسير نتائج التجربة الخامسة :

من خلال النتائج المشار إليها في المنحنى البياني (4 – 5) نلاحظ مع مرور الزمن زيادة في شدة الإشعاع الشمسي تقابلها زيادة في درجة حرارة المحيط ينتج عنه ارتفاع في درجة الحرارة الداخلية للطباخ الشمسي الذي يحتوي على موقد 1 كيلوا واط موصول باللوحة الشمسية 300 واط و مدعم بعاكس للإشعاع الشمسي (مريا) (3, 154 درجة مئوية) والطباخ الشاهد (5, 138 درجة مئوية) ونلاحظ بعد الظهيرة بعد تناقص شدة الإشعاع الشمسي تتأثر به درجة حرارة الصندوقين معا بنسب متفاوتة.



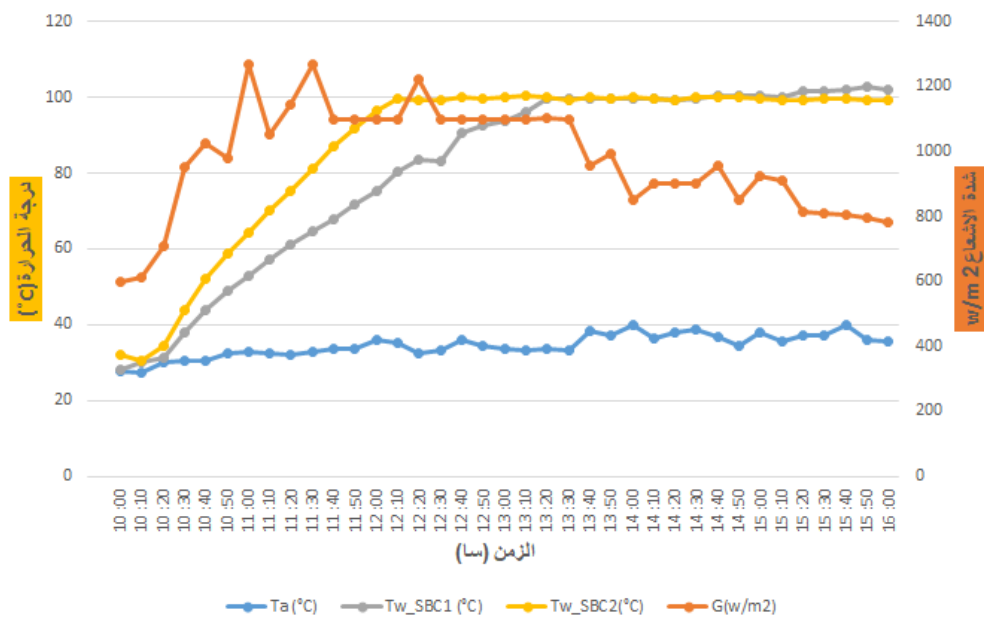
الشكل 4 – 6 : منحنى بياني يمثل نتائج التجريبتين الثالثة و الخامسة معا

يبدو من النتائج المتحصل عليها من خلال المنحنى (4 – 6) ان التجربة الخامسة أعطت نتائج أفضل وبالتالي يمكن استعمالها للتحسين أداء الطباخ الشمسي.

3.1.3. مقارنة بين أداء طباخين شمسيين بسيطين أحدهما مدعم بموقد كهربائي موصول باللوحة شمسية مع

عاكس للإشعاع الشمسي مع الحمل :

3.1.3.1. نتائج التجربة الرابعة :

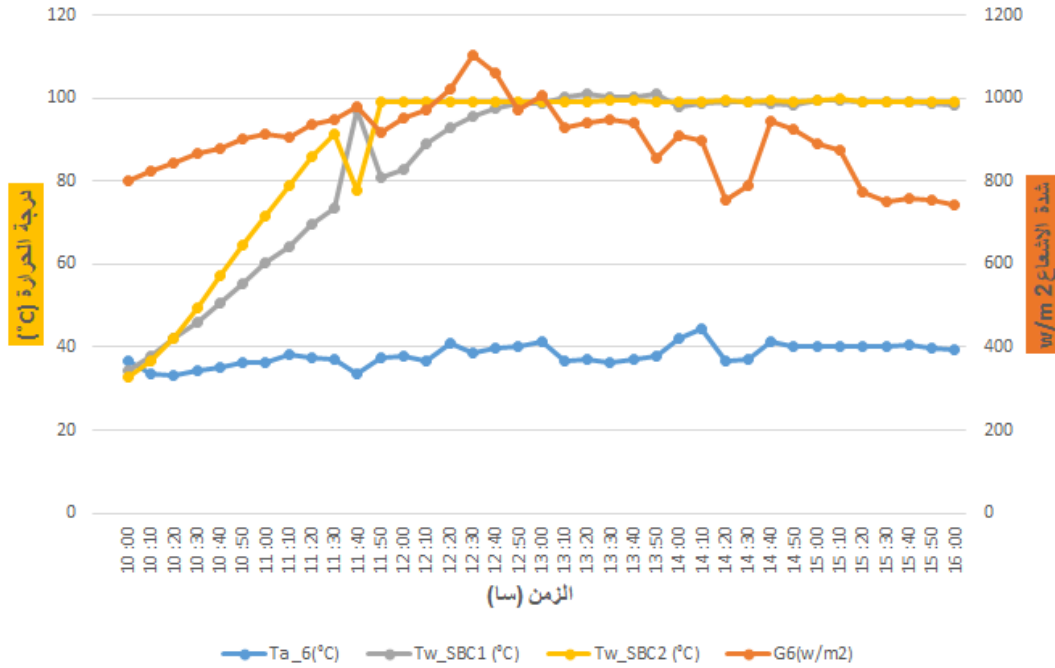


الشكل 4 – 7 : منحنى بياني يمثل نتائج التجربة الرابعة التي تمثل تطور كل من شدة الإشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بدون عاكس مع الحمل

### 3.1.3. تفسير نتائج التجربة الرابعة :

من خلال النتائج المشار إليها في المنحنى البياني (4 – 7) نلاحظ مع مرور الزمن زيادة في شدة الإشعاع الشمسي تقابلها زيادة في درجة حرارة المحيط ينتج عنه ارتفاع في درجة الحرارة داخل الطباخ الشمسي وبالتالي يؤدي ذلك إلى غليان الماء في وقت يقدر ب ساعتين و 10 دقائق من بداية التجربة (10 دقائق بعد منتصف النهار) ومنه نلاحظ من المنحنى ان الموقد الكهربائي و اللوحة الشمسية ساهما في تحسين من وقت الغليان.

### 3.1.3. نتائج التجربة السادسة :

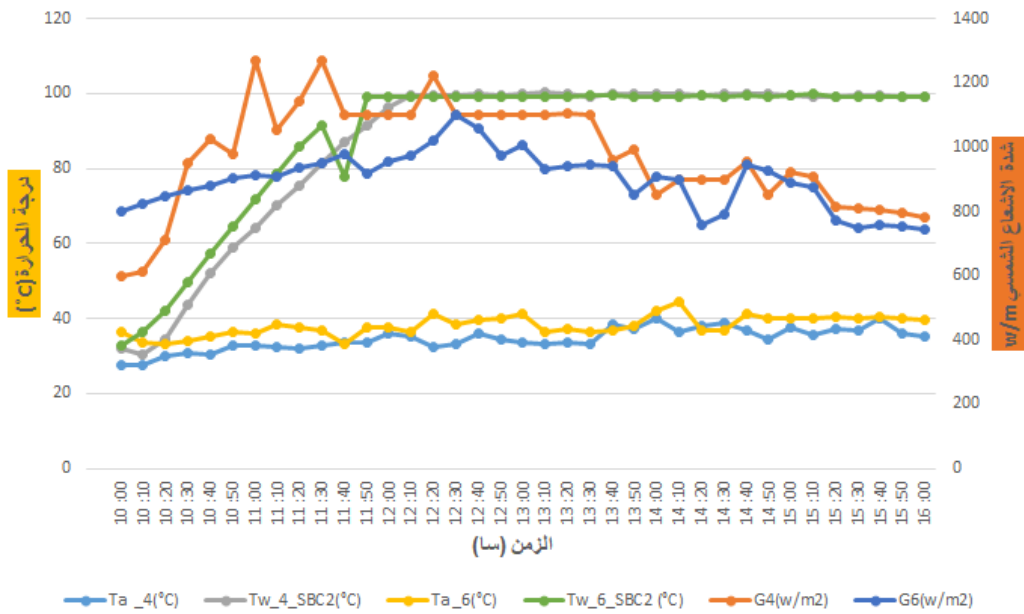


الشكل 4 – 8 : منحنى بياني يمثل نتائج التجربة السادسة التي تمثل تطور كل من شدة الإشعاع الشمسي و درجات الحرارة الخاصة بالطباخين بوجود عاكس مع الحمل

### 3.1.3. تفسير نتائج التجربة السادسة :

من خلال النتائج المشار إليها في المنحنى البياني (4 – 8) نلاحظ مع مرور الزمن زيادة في شدة الإشعاع الشمسي تقابلها زيادة في درجة حرارة المحيط ينتج عنه ارتفاع في درجة الحرارة داخل الطباخ الشمسي وبالتالي يؤدي ذلك إلى غليان الماء في وقت يقدر ب ساعتين و 10 دقائق من بداية التجربة (منتصف النهار) ومنه نلاحظ من المنحنى ان تدعيم التجربة الرابعة بعاكس للإشعاع الشمسي ساهما في تحسين من وقت الغليان. وراجع ذلك إلى تأثير العاكس والذي كان يتم تغييره مع تغير في زاوية الإشعاع الشمسي من أجل زيادة التركيز فوق زجاج الطباخ الشمسي.





الشكل 4 - 9 : منحنى بياني يمثل نتائج التجريبتين الرابعة و السادسة معا

يبدو من النتائج المتحصل عليها من خلال المنحنى (4 - 9) ان التجربة السادسة أعطت نتائج أفضل من التجربة الرابعة والدليل على ذلك في تسريع وقت الغليان وبالتالي يمكن استعمالها للتحسين أداء الطباخ الشمسي (وقت غليان الماء كان أسرع)

### الخلاصة :

تطرقنا في هذا الفصل الى تحليل وتفسير النتائج المتحصل عليها من خلال التجارب الست التي أجريت على الطباخ الشمسي المحسن والطباخ الشاهد وكانت النتائج المتحصل عليها مقبولة محاولة منا في تحسين من اداء الطباخ الشمسي من النوع الصندوق.

الخاتمة العامة

## الخاتمة العامة :

يعتبر الطباخ الشمسي من النوع الصندوق من بين أحسن الأنظمة البديلة للطهي على الخشب وعلى مصدر الطاقة الأحفوري والتي تقدم نسبة تركيز شمسي عالي وتعتبر كذلك ذات فعالية كبيرة من حيث طهي الوجبات ويمكنه طهي كل أنواع الطعام وتختلف أوقات الطهي حسب نوع كل وجبة فمثلا الخضار لا تأخذ وقت كبير للطهي مقارنة بالحبوب او اللحوم ولقد تمحورت الدراسة التي قمنا بها حول كيفية زيادة كفاءة وتسريع وقت الطهي الطعام بحيث دعمنا الطباخ باللوح الشمسي عن طريق زيادة القوة الطاقوية المساعدة في تحسين وقت الغليان وذلك بتدعيم الجهاز بالموقد الكهربائي والعاكس الزجاجي مع الأخذ بعين الاعتبار وزن وتكلفة الطباخ الشمسي المحسن. وبالأخص في المناطق النامية اين يتم الاعتماد وبصفة كبيرة على الطهي على الوسائل البدائية على سبيل المثال من خلال الاستغلال العشوائي في الطهي على الخشب مما يحدث اختلال في التوازن البيئي مما ينتج عنه كذلك ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتسبب في انتشار ظاهرة الاحتباس الحراري.

وفي هذا الإطار قمنا بإنجاز جهازي طباخ شمسي وكل المواد التي تم استخدامها في التجربة والمواد التي تم تصنيع الطباخ بها هي متوفرة وبأسعار معقولة وطريقة صنعه بسيطة لا تطلب تعقيدا.

من اجل مقارنة مدى تحسين في أداء الطباخ وذلك بدمج احدهما باللوحة شمسية ذات 300 واط وايصالها بموقد كهربائي هذا الأخير تم وضعه داخل الطباخ الشمسي وقمنا بتدعيم الطباخ بعاكس زجاجي عبارة على (مريا عاكسة للإشعاع) وللحفاظ على نفس كثافة الاشعاع نقوم كل مرة بتغيير جهة الطباخ لتتبع حركة الشمس.

استغرقت التجربة 06 أيام في جو مشمس وصافي.

والتجربة العملية التي اجريناها اثبتت لنا دور الموقد الكهربائي الموصول بمصدر طاقة كهروضوئية في تحسين أداء الطباخ الشمسي والعاكس الزجاجي (مريا) ساهم كذلك في زيادة كفاءة الطباخ.

والنتائج التي تحصلنا عليها كانت كالآتي :

1. الموقد الكهربائي ذو 1000 واط لديه كفاءة أفضل من الموقد ذو 500 واط وبالتالي اخترناه للتجربة.
2. الموقد الكهربائي لعب دور مهم وملحوظ في التقليل من وقت الطهي نتيجة للطاقة الحرارية المضافة.
3. العاكس الزجاج لعب دور في تحسين أداء الطباخ الكهربائي.
4. التغير في درجات الحرارة يكون بصفة متزايدة مع زيادة الاشعاع الشمسي.
5. كانت قيم التوتر الكهربائي المنتجة من طرف اللوحة الشمسية مقبولة طيلة فترة التجربة وتتناقص مع زيادة في شدة التيار وهذا يتطابق مع منحني شدة التيار بدلالة التوتر الكهربائي.
6. من مميزات الطباخ الشمسي انه يحافظ على جودة الوجبة المراد اعدادها من الغبار والأتربة.
7. يطهو الطعام في الطباخ الشمسي بجودة عالية وبعيد عن احتراق الوجبة نتيجة الطهو بوقت بطيء.
8. تم تسجيل غليان الماء بدون عاكس (مريا) بعد ساعتين و10 دقائق من بداية التجربة.
9. تم تسجيل غليان الماء مع وجود عاكس (مريا) بعد ساعتين من بداية التجربة.

# قائمة المراجع

- [1] : <https://ar.wikipedia.org/wiki/النفط> – استهلاك – حسب – الدول – قائمة
- [2] : <https://www.un.org/ar/climatechange/cop28>
- [3] : [https://www.voltiati.com/solar-radiation-intensity-meter /](https://www.voltiati.com/solar-radiation-intensity-meter/)
- [4] : B. Sørensen, Renewable Energy Its physics, engineering, use, environmental impacts, economy and planning aspects, Berlin: Ed. Elsevier Science, 2003.
- [5] : <https://shoptr5.kaiopoli.com/category>
- [6] : YAICHE Mohamed Rédha, BOUHANIK Abdellah, ATLAS GEE 2023.
- [8] : Document, « Cuiseurs solaires: comment construire, employer et apprécier, » Solar Cooker International (SCI), California, USA, 2004.
- [9] : «Solarcooker at Cantinawest,» 2008-2014. [En ligne]. Available: <http://www.solarcooker-at-cantinawest.com/solarcooking-history>. [Accès le 13 Décembre 2014].
- [11] : «ID Cook, le spécialiste de la cuisson solaire,» IDCOOK, 2011. [En ligne]. Available: <http://www.iDCOOK.com>. [Accès le 13 Décembre 2014].
- [12] : «Solar Cooking,» SCInet, [En ligne]. Available: <http://solarcooking.org/>. [Accès le 13 Décembre 2014].
- [13] : Hailemariam M. Wassie, Muluken Z. Getie \*, Mulat S. Alem, Teshome B. Kotu, Zelalem M. Salehdress, Faculty of Mechanical and Industrial Engineering, Bahir Dar Institute of Technology, Bahir Dar University, Bahir Dar, Ethiopia
- [14] : Vinod Verma<sup>a</sup>, Koushal Shringi<sup>a,\*</sup>, Shivanshu Sharma<sup>a</sup>, Namrata Sengar<sup>a</sup>, Nimay Chandra Giri<sup>b,c</sup>
- a : Department of Pure and Applied Physics, University of Kota, Kota-324005, Rajasthan, India
- b : Department of Electronics and Communication Engineering, Centurion University of Technology and Management, Jatni-752050, Odisha, India
- c : Centre for Renewable Energy and Environment, Centurion University of Technology and Management, Jatni-752050, Odisha, India
- [15] : Ravi Kumar Goyal\* , Eswaramoorthy Muthusamy , School of Mechanical Engineering, Shri Mata Vaishno Devi University, Katra 182320, Jammu & Kashmir, India

[16] : Atul A. Sagade<sup>a</sup>, S. K. Samdarshi<sup>a,b,\*</sup>, P. S. Panja<sup>a</sup>

a: Center for Energy Engineering, Central University of Jharkhand, Ranchi 835205, Jharkhand, India

b : Centre of Excellence in Green and Efficient Energy Technology, Central University of Jharkhand, Ranchi 835205, Jharkhand, India

[17] : B. Kalidasan<sup>1</sup>, Subramaniyan Chinnasamy<sup>2</sup>, A. K. Pandey<sup>1,3</sup>,  
Muhammed A. Hassan<sup>4,5</sup>, Kamal Sharma<sup>6</sup>

1 : Research Centre for Nano-Materials and Energy Technology (RCNMET), School of Engineering and Technology, Sunway University, No. 5, Jalan Universiti, Bandar Sunway, 47500 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

2 : Department of Mechanical Engineering, Bannari Amman Institute of Technology, Sathyamangalam, Erode 638401, India

3 : Center for Transdisciplinary Research (CFTR), Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences, Saveetha University, Chennai, India

4 : Mechanical Power Engineering Department, Faculty of Engineering, Cairo University, #1 Cairo University Street, Giza 12613, Giza, Egypt

5 : Universite de Pau et des Pays de l'Adour, LaTEP, E2S UPPA Pau, France

6 : Department of Mechanical Engineering, Institute of Engineering and Technology, GLA University, Mathura 281406, India

[18] : Abhishek Saxena<sup>a,h,\*</sup>, Sanjeev Kumar Joshi<sup>b</sup>, Parul Gupta<sup>c</sup>, Vineet Tirth<sup>d,i</sup>,  
Ajay Suryavanshi<sup>e</sup>, Desh Bandhu Singh<sup>f</sup>, Muneesh Sethi<sup>g</sup>

a : Mechanical Engineering Department, School of Engineering, Dev Bhoomi Uttarakhand University, Dehradun, India

b : Department of Mechanical Engineering, Uttaranchal Institute of Technology, Uttaranchal University, Dehradun, India

c : Mechanical Engineering Department, B.N. College of Engineering and Technology, Lucknow, India

d : Mechanical Engineering Department, College of Engineering, King Khalid University, Abha, Asir, Kingdom of Saudi Arabia

e : Mechanical Engineering Department, Bundelkhand Institute of Engineering & Technology, Jhansi, India

f : Mechanical Engineering Department, Graphic Era Deemed to be University, Dehradun, India g University of Engineering and Technology, Roorkee, India

h : Solar Energy Research Laboratory, Maharashtra, India

i : Research Center for Advanced Material Science (RCAMS), King Khalid University, Abha, Asir, Kingdom of Saudi Arabia

[19] : Ganesh Angappan<sup>a</sup>, Selvarumar Pandiaraj<sup>a</sup>, Ali Jawad Alrubaie<sup>b</sup>, Suresh Muthusamy<sup>c</sup>, Zafar Said<sup>d,e,f,\*</sup>, Hatish Panchal<sup>g</sup>, Vikrant P. Katekar<sup>h</sup>, Shahin Shoeibi<sup>i</sup>, A. E . Kabeel<sup>j</sup>

a : Centre of Excellence in Energy Studies, Department of Mechanical Engineering, Kongu Engineering College (Autonomous), Perundurai, Erode, Tamil Nadu, India

b : Department of Medical Instrumentation Techniques Engineering, Al-Mustaqbal University College, 51001 Hilla, Iraq

c : Department of Electronics and Communication Engineering, Kongu Engineering College (Autonomous), Perundurai, Erode, Tamil Nadu, India

d : Department of Sustainable and Renewable Energy Engineering, University of Sharjah, P. O. Box 27272, Sharjah, United Arab Emirates

e : Department of Industrial and Mechanical Engineering, Lebanese American University (LAU), Byblos, Lebanon

f : Centre for Infrastructure Engineering, School of Engineering, Design and Built Environment, Western Sydney University, Locked Bag 1797, Penrith, NSW 2751, Australia

g : Department of Mechanical Engineering, Government Engineering College Patan, Patan, Gujarat, India

h : Centre for Technology Alternatives for Rural Areas, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, India i Energy and Sustainable Development Research Center,

Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

j : Mechanical Power Engineering Department, Faculty of Engineering, Tanta University, Egypt & Faculty of Engineering, Delta University for Science and Technology, Gamasa, Egypt

[20] : Hocine Maammeur<sup>1,2</sup>, Amar Rouag<sup>1</sup>, Djamel Belatrache<sup>1,3</sup>, Bencherki Bendaoud<sup>4</sup> Yacine Moussaoui<sup>5</sup>

1 : Department of renewable energies, University Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algeria

2 : Engineering Laboratory of Water and Environment in Middle Saharian, University Kasdi Merbah Ouargla, 30000 Ouargla, Algeria,

3 : Laboratory of Promotion and Valorization of Saharan Resources (VPRS), University Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algeria

4 : Laboratory of Mechanical Control, Tests, Measurements and Simulations, Department of Mechanical Engineering, University Hassiba Benbouali Chlef, Algeria

5 : Faculty of Mathematics and Material Sciences, University Kasdi Merbah, 30000 Ouargla, Algeria

\*Corresponding author: belatrache.djamel@univ-ouargla.dz



يعتبر الطباخ الشمسي من النوع الصندوق SBC من بين أحسن الأنظمة التي تقدم نسبة تركيز شمسي عالي وتعتبر كذلك ذات فعالية كبيرة من حيث طهي الوجبات وجودتها نتيجة حمايتها من الغبار والأتربة بحيث تكون محفوظة ضد العوامل الخارجية المؤثرة. قمنا بعمل دراسة عملية باستعمال جهازين للطباخ الشمسي من النوع الصندوق ولغرض التحسين من كفاءتها وتسريع وقت الطهي الطعام بربط الجهاز بمصدر طاقتوي إضافي والمتمثل في ادخال موقد كهربائي هذا الأخير الذي تم إيصاله باللوحة الشمسية ودعمه كذلك بعاكس زجاجي للإشعاعات الشمسية (مرايا) مع الاخذ بعين الاعتبار ظروف ولاية ورقلة الجوية بحيث قمنا بالتجربة في ايام مشمسة وصافية. قمنا من خلالها بتسجيل درجة حرارة كل من المحيط، وداخل الطباخ والماء، الصفيحة الماصة للحرارة، وأثبتت النتائج المتحصل عليها تسريعا في وقت طهي الوجبات وتحسين من كفاءة الطباخ وأثبتت النتائج كذلك اننا ربما نستطيع استخدامه كوسيلة معتمدة للطهي.

**الكلمات المفتاحية :** الطباخ الشمسي من النوع الصندوق، الموقد كهربائي، عاكس زجاجي، الاشعاع الشمسي، وقت تسخين الماء، قوة الطهي.

**Abstract :**

The SBC box-type solar cooker is considered one of the best systems that provide a high solar concentration rate and is also considered very effective in terms of cooking meals and their quality as a result of their protection from dust and dirt so that they are protected against influential external factors. We conducted a practical study using two box-type solar cooker devices for the purpose of improving their efficiency and accelerating food cooking time by connecting the device to an additional energy source, which is the introduction of an stove, the latter of which was connected to a solar panel and also supported by a glass reflector for solar radiation (mirror), taking into account Taking into account the weather conditions of Ouargla Province, we conducted the experiment on clear, sunny days. Because it proved the existence of the temperature of both the Inner chamber of the solar box cooker and the inside of the solar cooker, the results obtained was faster and best.

**Résumé :**

Le cuisneur solaire de type boîte SBC est considéré comme l'un des meilleurs systèmes offrant un taux de concentration solaire élevé et il est également considéré comme très efficace en termes de cuisson des repas, et de leur qualité grâce à sa protection contre la poussière et la saleté. Afin qu'ils soient protégés. Contre des facteurs externes influents. Nous avons mené une étude pratique en utilisant deux appareils de cuisson solaire de type caisson dans le but d'améliorer leur efficacité et d'accélérer le temps de cuisson des aliments en connectant l'appareil à une source d'énergie supplémentaire, qui est l'introduction d'une cuisinière électrique, cette dernière étant connectée à un panneau solaire et également soutenue par un réflecteur en verre pour le rayonnement solaire (miroir), en tenant compte des conditions météorologiques de la province de la Wilaya de Ouargla, nous avons mené

## المخلص

---

l'expérience par un temps clair et ensoleillé, et l'expérience a duré 06 jours Parce qu'il a prouvé l'existence de la température de la plaque absorbante de la chambre à l' intérieure du cuiseur solaire, et de l'eau, les résultats obtenus ont été plus rapides et meilleurs.