جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة

مقدمة لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

تخصص: فيزياء طاقوية والطاقات المتجددة

من اعداد الطالبتين: السايح لمبارك إيمان وبكوش خديجة

بعنوان:

دراسة تجريبية لتأثيرإزدواجية اللوح الزجاجي على أداء الطباخة الشمسية بمنطقة ورقلة

نوقشت علنا يوم : 2021/06/15.

تحت إشراف اللجنة:

د/ سوداني محمد البار	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح	**رئيسا**
د/ زين عبد الله	أستاذ مساعد أ	جامعة قاصدي مرباح	**ممتحنا**
د/ بالحاج محمد مصطفى	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح	**مشرفا**

السنة الجامعية 2021/2020

الحمد لله الذي أنار لي درب العلم والمعرفة ووفقني في إنجاز هذا العمل

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة...ونصح الأمة ...إلى نبي الرحمة ونور العالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى من أثقلت الجفون سهرا وحملت الفؤاد هما وجاهدت الأيام صبرا وشغلت البال فكرا ورفعت الأيادي دعاءا وأيقنت بالله أملا حفظها الله وأطال في عمرها " أمي الحبيبة ".

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار إلى من علمني العطاء بدون إنتظار إلى من أحمل إسمه بكل إفتخار أرجو من الله أن يمده في عمرك " أبي الغالي " أدامه الله لي .

كما أهدي هذا العمل إلى من عشت معهم وتقاسمنا أحلى الأيام ومرها إلى من هم أثمن وأجمل مافي هذه الدنيا إخوتي وأخواتي جميعا.

إلى جميع صديقاتي والأحباب كل بإسمه ، والأقارب والعائلة

إلى كل من نسيهم قلمي ولم ينساهم قلبي.

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

والحمد لله حمدا كثيرا مباركا طيب على نعمه وفضله والصلاة والسلام

على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم .

أوجه خالص شكري وتقديري إلى الأستاذ دكتور بلحاج مصطفى على

قبوله الإشراف على هذه المذكرة وعلى جميل صبره وتوجيهاته القيمة.

إلى روح أبي الطاهرة ،أسأل الله أن يتغمده بواسع رحمته وأن يجعل

قبره روضة من رياض الجنة .

كما أهدي ثمار جهدي المتواضع إلى أسباب النجاح والفلاح،أمي الحبيبة

حفظها الله وبارك لها في صحتها وأدامها نعمة وبركة في حياتي.

إلى أختي وأخي وكل الأهل والأقارب وخاصة عمي أطال الله في عمره.

إلى كل من كانوا معي على طريق النجاح،إلى من تمنى لي الخير و شجعني ولوبكلمة طيبة

الـشـــكـــــر

و

الـــعـــرفـان

كلمة شكر وعرفان

بداية ومن باب من لا يشكر الناس لم يشكر الله ،أود أن أتوجه بالشكر الجزيل

أستاذنا الفاضل " د.محمد مصطفى بالحاج "

على وقته الثمين الذي قدمه لنا وعلى جهده الذي بذله لتوجهينا على كل قطرة عرق صبها من جبينه في

سبيل تعليمنا .

كما نتقدم بوافر التقدير وعظيم الإمتنان للجنة المناقشة الأفاضل الذين شرفونا بقبول هذه الدراسة ،كما

نشكر كل أساتذة الذين أشرفوا على تدريسنا خلال مشوارنا الجامعي، وكل من ساعدنا وقدم لنا يد العون في

إنجاز هذا العمل من قريب أو بعيد.

كما لا يفوتني أن أشكر موظفي شركة الطاقات المتجددة بتقرت خلال هذا التربص خاصة

أستاذ " عبد المطلب عباضلي"

على الدعم والتعاون الذي قدمه لنا في جمع المعلومات وحرصه وإجتهاده لإكمال هذه الدراسة.

كما لاننسى الشكر إلى كل عمال كلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة ورقلة على تعاونهم

ووقوفهم معنا ولو بدعاء.

قـــائـــمـــة
الـــمـحـتـويـات

الفهرس	
العنوان	**الصفحة**
الإهداء	
الشكر وعرفان	
قائمة المحتويات	
قائمة الجداول	
قائمة الأشكال	
قائمة الرموز	
مقدمة عامة	2
الفصل الأول : عموميات عن الطبخ الشمسي	
تمهيد	6
1-1- نبذة تاريخية عن الطبخ الشمسي العالمي	6
1-2- نبذة تاريخية عن الطبخ الشمسي في الجزائر	7
1-3- تعريف المطبخ الشمسي	8
1-4- معيار (ميليك)	8
1-4-1- الإجراء الأول اختبار الركود F_1	9
1-4-2- الإجراء الثاني اختبار الحرارة F_2	10
1-5- مدة الطهي	11
1-6- الأساس العلمي لطباخ الشمسي	12
1-7- أنواع الطباخات الشمسية	13
1-8- مميزات الطبخ الشمسي	15
1-9- التحسينات التي طرأت على جهاز الطهي الشمسي	16
1-10- عيوب المواقد الشمسية	16
خاتمة	17

الفصل الثاني : الإشعاع الشمسي	
تمهيد	19
2-1- تعريف الطاقة الشمسية	19
2-2- إستخدام الطاقة الشمسية	20
2-3- أهمية الطاقة الشمسية	20
2-4- الإشعاع الشمسي	21
2-4-1- تعريف الإشعاع الشمسي	21
2-4-2 طيف الإشعاع الشمسي	22
2-4-3 ثابت الشمسي	23
2-5- حركة الأرض حول الشمس	24
2-6- الأوقات الشمسية	25
2-6-1- التوقيت الشمسي المتوسط (TSM)	25
2-6-2- التوقيت الشمسي الحقيقي (TSV)	25
2-6-3- التوقيت العالمي (TU)	25
2-6-4- المعادلة الزمنية(Et)	26
2-7- الزوايا الشمسية	26
2-7-1- زاوية انحراف الشمسي (زاوية الميل)δ	26
2-7-2- زاوية الإرتفاع الشمسي(h)	27
2-7-3- زاوية الساعية الشمسية w_s	27
2-7-4- الزاوية السمت الرأس γ	28
2-7-5- زاوية السمت الشمس α	28
2-8- الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض	29
2-9- أنواع الإشعاع الشمسي	29
2-9-1- الإشعاع الشمسي المباشر(Rayonnement direct)	29

2-9-2- الإشعاع المنتشر (Rayonnement diffusion)	29
2-9-3- الإشعاع الكلي	31
2-10- أنماط نقل الحرارة	31
2-10-1- الحرارة بالتوصيل	31
2-10-2- الحرارة بالحمل	31
2-10-3- الحرارة بالإشعاع	32
خاتمة	32
الفصل الثالث : الدراسة التجريبية	
تمهيد	35
3-1- تحديد موقع الدراسة	35
3-2- تجربة	35
3-2-1- الهدف من التجربة	35
3-2-2 - مبدأ العمل	36
3-2-3- الأجهزة والمواد المستعملة	36
3-2-4- الإجراءات المتبعة في التجربة	38
3-2-5- وصف وهيكلة الطباخ الشمسي	40
3-2-5-1- أبعاد الطباخ	40
3-2-5-2- القياسات و توصيلات	41
3-3- حساب المردود الحراري	42
3-3-1- تحليل نتائج اختبار الركود F_1	42
3-3-2- تحليل نتائج اختبار التسخين المحسوس للحرارة F_2	49
3- 4- تحليل نتائج لإختبارالطباخ الشمسي لطهي الطبق بسيط	53
خاتمة	56
الخاتمة العامة	61

قائمة المراجع	
الملاحق	
الملخص	

قائمة الجداول

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1-2	مجال الطيف الكهرومغناطيسي	23
2-2	قيم معامل اضطراب الجوي (لانك)	30
1-3	مستلزمات الخاصة بالتجربة	36
2-3	أبعاد الطباخة الشمسية البسيطة صندوق	41
3-3	تغيرات درجات الحرارة صفيحة والزجاج في حالة زجاج واحد وزجاج مزدوج بدلالة الزمن بدون حمولة يوم 2021/04/15	44
4-3	تغيرات درجات الحرارة للصفيحة وزجاج والمحيط في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة يوم 2021/04/17	45
5-3	تغيرات درجات الحرارة الصفيحة والمحيط وزجاج لطباخ بزجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة يوم 2021/04/18	47
6-3	تغيرات درجة حرارة المحيط والصفيحة وزجاج لطباخ في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة يوم 2021/04/19	50
7-3	تغيرات درجة حرارة المحيط والصفيحة وزجاج لطباخ في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة يوم 20 2021/04	51
8-3	تغيرات درجات الحرارة لزجاجة والبيضة في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين لطبخ طبق بسيط بدون حمولة	53
9-3	تغيرات الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن يوم 15،17 ،18 ،19 ،20،21	55
10-3	قيم اختبارات الأداء الطباخة	56

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1-1	الطباخ الشمسي البسيط	13
2-1	الطباخ الشمسي ذو المجمع البؤري	14
3-1	الطباخ الشمسي الغير مباشر	15
4-1	الطباخ الشمسي ذي طبق Parabolic Dish Cooker	15
1-2	الكتلة الحيوية للطاقة الشمسية	19
2-2	طباخات شمسية حديثة	20
3-2	خريطة التشعع الأفقي العالمي	21
4-2	الثابت الشمسي خارج الغلاف الجوي	24
5-2	العلاقة بين الفصول الأربعة	24
6-2	زاوية انحراف الشمسي في الفصول الأربعة	27
7-2	زاوية السمت والإرتفاع الشمسي	28
8-2	نسب الإشعاع الشمسي ومكوناته	29
1-3	جهاز قياس سرعة الرياح	37
2-3	مزدوج حراري	37
3-3	جهاز البيرانومتر (Pyranometre) لقياس اشعاع المباشر	37
4-3	صفائح معدنية مطلية	38
5-3	قدرة سوداء	38
6-3	علبة كرتون	38
7-3	طلاء أسود مقاوم للحرارة	38
8-3	وضع العازل بين العلبتين	40
9-3	تغطية العازل بين العلبتين	40
10-3	صورتوضح كيفية تركيب مزدوجات الحرارية (من إنجاز الطالبات)	42

11-3	تغيرات درجات الحرارة للصفيحة والمحيط وزجاج في حالة زجاجتين وبدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/15	44
12-3	تغيرات درجات الحرارة لزجاج في حالة طباخ بزجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/15	45
13-3	تغيرات درجات الحرارة للصفيحة والمحيط والزجاج في حالة زجاجتين وبدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/17	47
14-3	تغيرات درجات الحرارة للزجاج في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/17	47
15-3	تغيرات درجات الحرارة الصفيحة والمحيط والزجاج في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين وبدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/18	48
16-3	تغيرات درجات الحرارة للزجاج في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/18	49
17-3	تغيرات الصفيحة والزجاج والمحيط لطباخ بزجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة بدلالة الزمن لتسخين 200.5 ml من الماء	52
18-3	تغيرات درجات الحرارة الماء والصفيحة في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة بدلالة الزمن لتسخين 200.5ml من الماء	53
19-3	نموذج لطهي الشمسي	55
20-3	تغيرات درجات الحرارة زجاج و بيضة بدون حمولة بدلالة الزمن لطهي لمدة سريعة	55
21-3	تغيرات الإشعاع الشمسي يوم 15 ,17, 18 ,19، 20،21 بدلالة الزمن	58

قائمة الرموز

قائمة الرموز

الرمز	المقدار الفيزيائي	الوحدة في النظام الدولي
F_1	اختبار الركود	$c^o m^{-2} w^{-2}$
F_2	اختبار الحرارة المحسوسة	/
T_{ab}	درجة حرارة الصفيحة	c°
T_{amb}	درجة حرارة المحيط	c°
I	شدة الإشعاع	W/m^2
M_e	حمولة الماء	Kg
C_e	السعة الحرارية للماء	J/kg.k
T_{ei}	درجة الحرارة الابتدائية للماء	c°
T_{ef}	درجة الحرارة النهائية للماء	c°
ΔT	الوقت اللازم لدرجة حراره الماء الساخن للانتقال من درجة الحرارةالابتدائية للماء إلى درجة الحرارة نهائية	S
A_C	مساحة الفتحة الداخلية	m^2
υ	التردد الموجة	HZ
ʎ	طول الموجة	M
C	سرعة الضوء في الفراغ	m / s
E	كمية الطاقة	J
Ø	دائرة خط العرض	°
W_s	الزاوية الساعية	°
TU	التوقيت العالمي	H
λ	زاوية خط الطول	°
TSV	توقيت الشمسي الحقيقي	H
TSM	التوقيت الشمسي المتوسط	H

H	زاوية الإرتفاع الشمسي	°
δ	زاوية انحراف الشمسي	°
w_s	زاوية الساعية الشمسية	°
γ	زاوية السمت الرأس	°
α	زاوية السمت الشمسي	°
Et	المعادلة الزمنية	Min
H_o	الثابت الشمسي خارج الغلاف الجوي	$w .d/m^2$
A_m	الكتلة الهوائية الضوئية	/
Z	ارتفاع المنطقة عن سطح البحريعطى بكيلومتر	Km
I_b	شدة اشعاع الشمسي المباشر	w/m^2
TL	معامل الإضطراب للغلاف الجوي	/
D	شدة الإشعاع المنتشر	w/m^2
G	شدة الإشعاع الكلي	w/m^2
$\varphi_{c\,d}$	تدفق الحرارة بالتوصيل	W
λ	معامل انتقال الحراري بالتوصيل	W /m.K
E	سمك طبقة الجسم المدروس	M
$\varphi_{c\,v}$	التدفق الحراري للحمل	W
H	معامل انتقال الحراري بالحمل	$W/m^2.$ K
S	مساحة سطح بالمتر	m^2
σ	ثابت ستيفان بولتزمان	$W /m^2.K^4$
ε	معامل الإنبعاثية الإشعاعي	/
ρ	كتلة الحجمية للماء	kg/m^3

مقدمة عامة

مقدمة

إن في خلق الشمس آية.. وفي نورها آية.. وفي حركتها آية.. وفي اشتعالها آية.

إن هذه الكتلة الهائلة الملتهبة، والتي يخرج منها هذا النور العظيم، وهذه الحرارة الموزونة، وبهذا النور وبهذه الحرارة تجري بأمر الله في مسارات مختلفة في فضاء هذا الكون العظيم، وهي مأمورة مدبرة، سامعة مطيعة: {والشمس تجري لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم} يس الأية (38).

الطاقة المتجددة هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية للبيئة لاتنفذ، وتنتج الطاقة المتجددة من الرياح والشمس والمياه ،إضافة إلى ذلك الطاقة الناتجة عن المد والجزر ،وتعتبرالطاقة المتجددة طاقة صديقة للبيئة بعكس الطاقة التقليدية التي تعتمد على الوقود الأحفوري والبترول،والتي تلحق الأذى بالبيئة، وتسبب ارتفاع درجة حرارة الأرض،وتسبب الإحتباس الحراري،كما تسبب تلوث البيئة بمخلفاتها العادمة،ممأأثر على حياة الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض.

الطاقة الشمسية هي المصدرالأساسي للطاقة على سطح الأرض وتنتج الحرارة والضوء، يمكن الاستفادة منها في عدة تطبيقات وتتجاوز الكمية الإجمالية للطاقة الشمسية على كوكب الأرض متطلبات الطاقة الحالية والمتوقعة مستقبلا للبشر في العالم ، لكن يجب تسخيرها بشكل مناسب لتلبية احتياجات البشر من الطاقة ، ومن المتوقع أن يتم استخدامها بشكل متزايد في القرن الحالي بسبب خصائصها غير الملوثة للبيئة ومتجددة ،ولكن القليل منا يعرف أنه يمكنه طهو الطعام بالطاقة الشمسية حيث يوفر لك الوقت والعمل والوقود وهو غير ضار بالبيئة ،المواقد الشمسية تنقذ الأشجار والتربة في المناطق التي أزيلت منها الغابات تفشل الجهود المبذولة لحماية الأشجار النادرة عندما لا يكون لدى الناس بدائل للطهي باستخدام الخشب ،تعتبر المواقد التي

تعمل بالطاقة الشمسية بديلا حاليا من التلوث، لا تستخدم المواقد التي تعمل بالطاقة الشمسية أي وقود. هذا يوفر التكلفة بالإضافة إلى تقليل الأضرار البيئية الناتجة عن استخدام الوقود.

تمتلك الجزائر أعلى إمكانيات وتقنيات إقتصادية لإستغلال الطاقة الشمسية،حيث عرض أول نتائج للطبخ الشمسي في الوسط الصحراوي بأدرارحيث يساهم في تأمين الغذاء الصحي بالمناطق المعزولة المهددة بإزالة الغابات والتصحر ،ومازالت الجهود البشرية في إمكانية تطوير وترويج إستعمال الطباخات الشمسية في كافة أرجاء الوطن.

في هذا السياق فإن العمل المنجز لهذه المذكرة هو دراسة تجريبية لتأثير ازدواجية اللوح الزجاجي على أداء الطباخة الشمسية بمنطقة ورقلة. فطباخ الشمسي يتأثر بالعوامل مناخية (كرياح والرطوبة ودرجة الحرارة...إلخ)،المواد المخصصة في التصميم،المرايا العاكسة ،عدد الزجاجات ومن هنا يبقى السؤال المطروح في هذه دراسة هل سيكون أداء طباخ شمسي بزجاج واحد أحسن أم بزجاج مزودج .

ومن أجل ذلك قمنا بتقسيم المذكرة إلى ثلاث فصول:

- ✓ تطرقنا في الفصل الأول إلى عموميات عن الطبخ الشمسي على المستوى العالمي وعلى الجزائر، التعرف على مطبخ الشمسي ومدة وكيفية الطهي ،وأنواع الأفران الشمسية ومزاياها وعيوبها والتحسينات التي طرأت عليها.
- ✓ أما فصل الثاني تعرفنا على الإشعاع الشمسي والطاقة الشمسية وأهميتها ، وزوايا الشمسية ومختلف أنواع الإشعاع، وتحدثنا على أنواع إنتقال الحراري.

- ✓ ثم خصصنا في الفصل الثالث الدراسة التجريبية ، تعرفنا على إنجاز وتصميم طباخ من نوع علبة ومبدأ العمل لهذا الإنجاز والإجراءات المتبعة فيه، وحساب المردود الحراري بواسطة اختبارات الأداء لمناقشة النتائج المحصل عليها للوصول إلى حل لهذه الدراسة.

الفصل الأول:

عموميات عن الطبخ الشمسي

تمهيد:

الطهي بالطاقة الشمسية يتم عن طريق فرن شمسي وهو جهاز يستخدم أشعة الشمس باعتبارها مصدرا للطاقة، لأنها لا تستخدم الوقود ولا تكلف مصاريف كثيرة. سيتم في هذا الفصل تقديم دراسة عن المواقد الشمسية التي تهدف إلى معرفة الطبخ الشمسي وأنواع الطباخات بالإضافة إلى المميزات والعيوب الطبخ الشمسي.

1-1نبذة تاريخية عن الطبخ الشمسي العالمي :

أول وصف أكاديمي لمبادئ الطباخ الشمسي هو من قبل الجيولوجي السويسري وعالم الأرصاد الجوية والفيزيائي ومتسلق الجبال ومستكشف جبال الألب Horac de saussure، في عام 1767 [1]. واستخدمه الفيلق الأجنبي الفرنسي بدءا من سبعينيات القرن التاسع عشر .تعمل جميع المواقد الشمسية على مبدأ تركيز الأشعة الشمسية المباشرة [2] . للطبخ الشمسي في الواقع بدايات مسجلة في وقت مبكر في العالم .

إستخدام الطاقة الشمسية في ثقافات مختلفة عبر العصور بدأ في الماضي . ويعتبر الإغريق والرومان والصينيين هم أول من استخدموها ولكن للأغراض أخرى غير الطهي تاريخ هذا الفن طويل ولكن من الصعب تقديمه بشكل كامل بسبب نقص التوثيق والتحقق.

بالنسبة للطهي الشمسي في الولايات المتحدة، لم يكن للحركة وجود كبير أو أساس حتى أوائل السبعينيات تقريبًا، على الرغم من وجود بعض التوثيق المتناثر لحالات لأفراد قاموا ببناء واستخدام مواقد تعمل بالطاقة الشمسية لأغراض تجريبية وترفيهية. تعود إلى أربعينيات وخمسينيات القرن الماضي. تعتبر Barbara Kerr من أريزونا أول مناصرة حقيقية معروفة في

الولايات المتحدة. تُعزى إلى تصميمها وتطويرها أول طباخ شمسي على شكل صندوق عملي وعملي في الولايات المتحدة[3].

في الأوائل الخمسينيات من القرن الماضي ثم تطويرأول طباخ شمسي بواسطة MLGhai في المختبر الفيزيائي الوطني (NPL) في دلهي ، الهند.

1830 قام عالم الفلك الإنجليزي Sir John Herschel بطهي الطعام في صندوق معزول مماثل في رحلة استكشافية إلى جنوب إفريقيا[3] .

ستينيات وسبعينيات القرن التاسع عشر – كان Augustin Mouchot أول من جمع بين صندوق / فرن الحرارة ومفاهيم المرايا المحترقة لإنشاء فرن شمسي، ومضخة شمسية، وفي النهاية أول محرك بخاري شمسي. لقد رأى إمكانات تجارية كبيرة في مستعمرات فرنسا الغنية بالشمس والفقيرة للوقود في شمال إفريقيا وآسيا[3].

2-1 نبذة تاريخية عن طبخ شمسي في الجزائر:

في عام 1877 ابتكر Mouchot طباخات تعمل بالطاقة الشمسية للجنود الفرنسيين في الجزائر ، بما في ذلك مخروط معدني لامع ، مصنوع من قسم 105.5 درجة من الدائرة ، قام يخبز الخبز في 3 ساعات ، وبنى طباخا منفصلاً للخضروات البخارية ، وجرب الشيشكوبوب في طباخ مكافئ ، كما كتب أول كتاب عن الطاقة الشمسية وتطبيقاتها الصناعية ، كما قام ببسترة الماء ، وعمل على جهاز شمسي لكسر الماء إلى هيدروجين وأكسجين[4].

وفي الجزائر، لا يزال الطهي بالطاقة الشمسية مجهولا لعامة الناس وقد بدأ المشروع في عام 2004 وقد مكن التسجيل في برنامج نظام إدارة منطقة الساحل والصحراء من إدخال هذا النشاط

في البيئة الصحراوية وفي سجل في الدليل الدولي لم للمروجين بالطهي الشمسي ("الدليل الدولي لمروجي الطهي بالطاقة الشمسية ")، ولا يزال هناك الكثير من الجهود التي يتعين بذلها ، وهناك مشروع واسع النطاق وهذا التطبيق ضروري لتطوير وتعميم هذا التطبيق الذي يمكن أن يكون مفيدا جدا على مستوى مناطق معزولة [5].

بعد البحث المرجعي لم نتحصل على أي نشاط أو تجربة ناجحة قبل 2005م في مجال تطوير الطبخ الشمسي بالجزائر، وقد أجريت أول تجربة ناجحة لمطبخ شمسي في الجزائر بأدرار بتاريخ 2أفريل 2005 م، حيث العمل متواصل لتطوير نماذج أخرى .

3-1 تعريف المطبخ الشمسي:

بشكل أساسي يعمل صندوق الطهي مثل دفيئة الطاقة الضوئية التي تمر من خلال الزجاج سيتحول إلى طاقة حرارية عند ضرب القاعدة أو وعاء الطهي .سيحتفظ الغطاء الزجاجي بالحرارة ،مما يؤدي إلى طهي الطعام أو غلي الماء .مع ذلك يحتاج الموقد الشمسي إلى مواجهة الشمس ليظل ساخنا ، مما يعني أنه يجب تحريكه كل 60–30 دقيقة وهو يتألف من معدن وصندوق خشبي معزول بشكل جيد والذي يتم أسودته من جانب الداخلي فإن الحد الأدنى من إشعاع الصادر من داخل الصندوق إلى الخارج من خلال غطائين زجاجيين يتم تقليله وبالتالي تقليل فقدان الحرارة [6].

4-1 معيار (ميليك):

لتقييم الأداء الحراري لطباخ الشمسي من نوع الصندوق اقترح (ميليك) إجراء اختبارين الذي تم اعتمادهما لاحقا بواسطة مكتب المعايير الهندي(BSI) .الهدف من الدراسة هو تعزيز معدل نقل الحرارة وتقليل أوقات الطهي عن طريق استهلاك الحد الأدنى من الطاقة الحرارية ،ثم

اجراء اختبار الأداء لتقييم الكفاءة الحرارية ،وأرقام الجدارة (F_2،F_1). وقوة الطهي ، ونقل الحرارة ومعامل فقد الحرارة كلي ،حيث يتم إجراء اختبارين رئيسيين (اختبار ركود واختبار الحرارة المحسوسة) مما يسمح بالحصول على F_1 والتي تمثل نسبة الكفاءة الضوئية إلى عامل الفقد الحراري أما الاختبار الثاني يتعلق بالتسخين الحساس للماء الموجود في الحاويات ويسمح بالحصول على F_2 والتي تعتمد على المعلومات المناخية و التي تأخذ في عين الاعتبار كفاءة انتقال الحرارة إلى الماء الموجود في الحاويات .

1-4-1 الإجراء الأول اختبار الركود (F_1 (w k^{-1} m^{-2}):

يتم إجراء اختبار الركود بدون الحمولة على موقد شمسي من النوع الصندوقي لتقييم الشكل الأول من F_1 والذي يتم تعريفه على أنه النسبة بين الكفاءة الضوئية η_0والمعامل الكلي للخسائر الحرارية U، لتحديد الشكل الأول يجب تعريض الموقد الشمسي من النوع الصندوقي دون أي حمولة لأشعة الشمس مما يسمح بزيادة درجة اللوحة تدريجيا ،في لحظة الركود سيتم تسجيل شدة الإشعاع الشمسي ،ودرجة حرارة اللوحة الماصة ، ودرجة حرارة المحيط وسرعة الرياح في فترة زمنية محددة تجريبيا ،F_1هو مقياس للاختلاف في درجة الحرارة المكتسب بواسطة اللوحة الماصة في مرحلة معينة من الإشعاع الشمسي تعطى بالعلاقة التالية [7]:

$$F_1 = \frac{\eta_0}{U_i} = \frac{(Tab - Tamb)}{I} \qquad (1-1)$$

T_{ab}: درجة حرارة الصفيحة

T_{amb}: درجة حرارة المحيط

I : شدة الإشعاع

2-4-1 الإجراء الثاني اختبار الحرارة F_2 :

اختبار حمولة الماء ويتم خلاله حساب قيمة F_2 والتي تعبر عن كفاءة نقل الحرارة نحو الماء الموجود في الإناء. يعطينا هذا الاختبار مؤشرات على انتقال الحرارة الممتصة من طرف الإناء والماء المراد تسخينه داخل إناء الطهي ،لتحديد الشكل الثاني من الجدارة F_2 يجب أن يتم تحميل الموقد غير العاكس بكمية معروفة من الماء بعد ذلك يجب السماح بزيادة درجة حرارة الماء تدريجيا حتى تصل إلى نقطة الغليان ،يتم الحصول على الرقم الثاني من الجدارة F_2 باستخدام العلاقة التالية [7,8]:

$$F_2 = \frac{MeCeF_1}{\Delta t\, Ac} \ln\left[\frac{1-\frac{1}{F_1}(Te\,i - Tamb)}{1-\frac{1}{F_1}(Te\,f - Tamb)}\right] \qquad (2\text{-}1)$$

M_e : حمولة الماء

C_e : السعة الحرارية للماء

T_{ei} : درجة الحرارة الابتدائية للماء

T_{ef} : درجة الحرارة النهائية للماء

ΔT :الوقت اللازم لدرجة حراره الماء الساخن للانتقال من درجة الحرارة الابتدائية الى درجة الحرارة النهائية.

A_C: مساحة الفتحة الداخلية

$\bar{I}$: متوسط الإشعاع الشمسي الذي يتلقاه سطح أفقي

T_{amb}: متوسط درجة حرارة المحيط

لتقدير قيمة F1 و F2 يوصي بإجراء التجارب في ساعة 13:30 دقيقة تقريبا قبل وبعد الزوال وتكون شدة الإشعاع الشمسي أكبر من أو تساوي $600W\ m^{-2}$ ويجب أن يكون درجة الحرارة الأولية للمياه المراد تسخينها أعلى من درجة حرارة المحيط وتساوي $60C^{\circ}$ ودرجة الحرارة النهائية أقل من درجة الغليان يعني حوالي $96\ C^{\circ}$ يجب إجراء اختبار بالحمولة (تسخين الماء) وذلك وفق الإجراء الثاني أي لكل 1 متر مربع من سطح فتحة الطباخ (بدون عاكس) 8 لترات من الماء [9].

5-1 مدة الطهي :

عند الطهي في جهاز طبخ الشمسي يجب ضبط مجموعة من التعليمات منها :

- ✓ يوضع جهاز الطهي الشمسي في مكان تكون فيه أشعة الشمس عمودية ويكون ذلك في وسط النهار .
- ✓ وضع إناء الطبخ داخل جهاز الطهي مع مراعاة الشمس عمودية على الوجه العلوي الشفاف للطباخ الشمسي .
- ✓ عند طبخ الخضر واللحم لا تضاف أي كمية من الماء أما بالنسبة للعجائن فيضاف الماء بحجم يعادل ضعف حجم العجائن .

كما يوجد نوعين من الطهي:

- طهي بطيء عندما يكون ظل مائل مع الشمس والمناخ مضطرب أي تتخلله رياح بالإضافة إلى كمية الغذاء تكون على شكل قطع كبيرة .
- طهي سريع عندما يكون ظل عمودي على الشمس والمناخ مشمس تتخلله أجواء صافية بالإضافة إلى كمية الغذاء تكون على شكل قطع صغيرة .

عدة عوامل تأثر على مدة الطهي باستخدام جهاز الطهي الشمسي منها:

زاوية سقوط الأشعة الشمسية على الأرض التي تقوم بالتأثير في مقدار الأشعة المستلمة من سطح الأرض وذلك لأن أشعة عمودية أشد تركيز وأكثر قوة من أشعة مائلة .

والحرارة أهم هذه العناصر المناخية نظرا لأن اختلاف درجتها يؤثر في العناصر الأخرى كالضغط الجوي والرياح والرطوبة [10]. بالإضافة إلى عوامل أخرى الوقت في السنة واليوم، وكمية الغذاء ووزن الأواني .

6-1 الأساس العلمي لطباخ الشمسي:

يعتمد الأساس العلمي للطباخ الشمسي على الاستفادة من مبدأ الانحباس الحراري الناجم عن سقوط الإشعاع الشمسي وانعكاسه داخل صندوق معزول من جميع جوانبه بعازل حراري عدا الجانب الأعلى المواجه للشمس فيغطى بلوح من الزجاج أو البلاستيك الشفاف ،كما يتم طلاء أسطحه الداخلية بلون أسود غير لامع ،لكي يقوم بامتصاص أكبر قدر ممكن من الحرارة اعتمادا على نظرية بلانك للأجسام السوداء عند سقوط أشعة الشمس على السطح الزجاجي فإن الموجات القصيرة تنفذ إلى داخل الصندوق ،أما الموجات الطويلة فإن جزء كبير منها ينعكس إلى الخارج ،وبما أن الموجات الطويلة ليست ذات طاقة عالية مقارنة بالموجات القصيرة فإن الفاقد بالانعكاس يعد ضئيلا وبذألك فإن الأشعة الممتصة بواسطة السطح الأسود تتحول إلى طاقة حرارية ترفع درجة الحرارة داخل الصندوق[11] .

7-1 أنواع الطباخات الشمسية:

الطباخ الشمسي البسيط:

يتكون الطباخ الشمسي البسيط من صندوق معزول عزلا جيدا من جميع وجوهه الخمسة ويغطى وجهه السادس–المواجه للشمس–بلوح من الزجاج شكل (1–1).

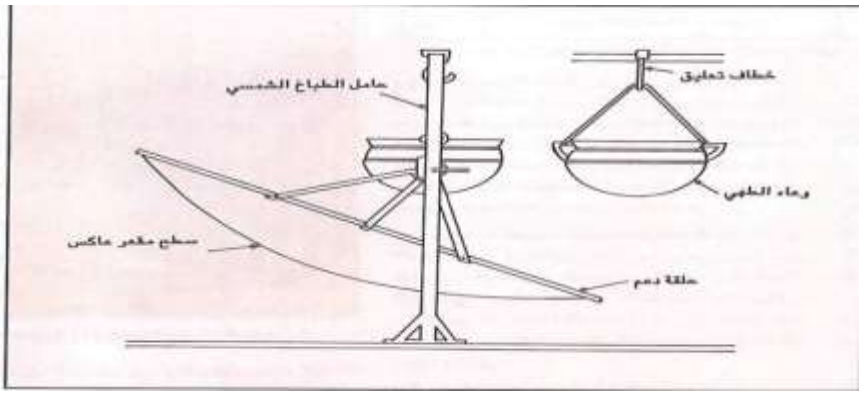
يوضع وعاء الطهي وما فيه من طعام يجب وضع الطباخ في موجهة الشمس تماما أما عندما نريد الحصول على درجات حرارة أقل، وذالك للمحافظة على سخونة الطعام فقط ،فإنه يجب وضع الطباخ بشكل منحرف عن المجال الشمسي ، يشترط عند استخدام هذا النوع من الطباخات أن تكون الشمس عمودية على الوجه العلوي الشفاف من الطباخ الشمسي ويكون ذلك عادة وسط النهار ،وللتغلب على هذا القصور تم تطوير عدة أنواع من الطباخات الشمسية البسيطة منها :الطباخ ذو المرآة الواحدة ، الطباخ ذو المرايا الثلاث [11].

شكل (1-1) :الطباخ الشمسي البسيط [11]

الطباخ الشمسي ذو المجمع البؤري:

نتيجة لأن الطباخات الشمسية البسيطة لم تستطع توفير درجات الحرارة العالية اللازمة لإنضاج بعض أنواع الأطعمة، فإنه تم تطوير أنواع جديدة منها يمكن بوساطتها الحصول على

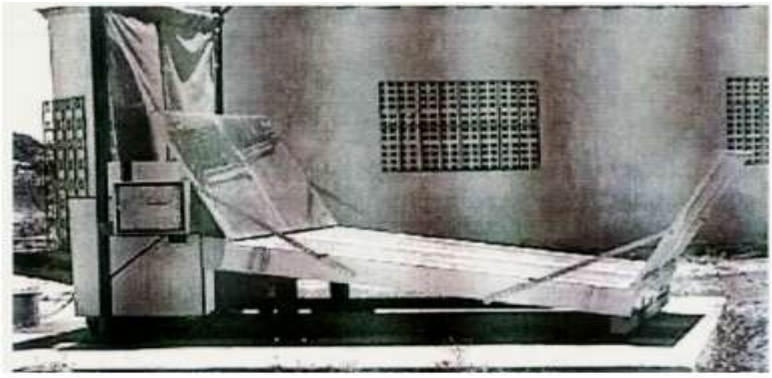
درجات الحرارة العالية، وذلك بتركيز أشعة الشمس بإستخدام سطح عاكس لامع على شكل قطع ناقص أو جزء من سطح كروي أو عدسة لامعة ، ثم يعلق وعاء الطهي في بؤرته الضوئية ،شكل (1-2) ،إن مثل هذا الطباخ لاشك قادر على رفع درجات الحرارة إلى حوالي 150 درجة مئوية لكنه للأسف يفقد كثيرا منها في الجو ،لأنه معلق في الهواء [11].



شكل(1-2): الطباخ الشمسي ذو المجمع البؤري [11]

الطباخ الشمسي الغير مباشر :

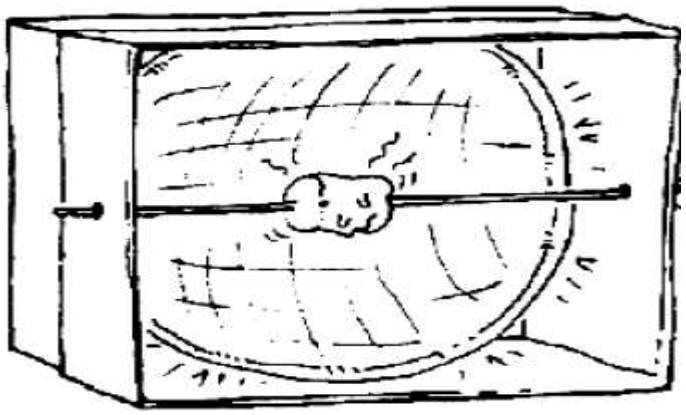
هنالك طباخ يستعمل فيه مجمع شمسي ذو صفيحة امتصاص مستوية وتصل درجة حرارة مائع التشغيل فيهه إلى 200°C ، وإن وحدة الطبخ تحتوي على خزان لحفظ الحرارة وفرن للخبز شكل (1-3) ،إن مائع التشغيل يسخن ويرتفع الى الأعلى في المجمع الشمسي ويجري إلى دورة السيفون الحراري(Thermosiphon) نتيجة الإختلافات الكثافة بين الأجزاء الحارة والباردة في المنظومة المائع الحار يترك المجمع الشمسي وهنالك صمامات للسيطرة وهي اما أن تسمح للمائع بالتحرك إلى وحدة الطبخ أو إلى الأعلى باتجاه وحدة الخزن. بعد الإستعمال يعود المائع المبرد إلى المجمع الشمسي وهذا يكون الطهي داخل هذا النوع أكثر أمان من الأنواع الأخرى [12].



شكل(1-3) :الطباخ الشمسي الغير مباشر[12]

الطباخ ذي الطبق Parabolic Dish Cooker:

يوضع الطبق المثبت عليه السيلوفين(ورق شفاف) داخل صندوق مثبت على مقدمته سطح زجاجي شفاف ويوضع الغذاء المراد طهيه على عمود يمكن تدويره بين فترة وأخرى حتى تنتقل الطاقة الى جميع جوانبه[12] كما في الشكل (1-4)



شكل(1-4): الطباخ الشمسي الغير مباشر[12]

1-8 مميزات الطبخ الشمسي :

- الطباخ الشمسي يمكنه أن يوفر لك الوقت والمال .

- الطهي البطئ لا يحتاج منك لمتابعة أو تقليب ويجعل من الصعب أن يحترق الطعام .
- هناك ميزة أخرى رائعة للأفران الشمسية وهي أنها تقوم بطهي الطعام في درجة حرارة من 120°C–82°C وهي درجة حرارة كافية لطهي الطعام دون تدمير قيمته الغذائية أو حرقه بما يعني أن الغذاء الناتج يكون غذاءا صحيا أكثر من تلك الأغذية المطهوة في الأفران العادية .
- يمكن صناعته من خامات بسيطة وموجودة في البيئة وبتكلفة لا تذكر[13].

1–9 التحسينات التي طرأت على جهاز الطهي الشمسي:

- يفضل أن يكون للصندوق أربعة أرجل بارتفاع 50cm أو 45cm عن الأرض حتى لا يسبب بعض العناء لمن يريد ادخال الطعام فيه أو وضعه في مكان مرتفع عن الأرض .
- طلاء الطباخ الشمسي بطلاء خارجي لحمايته من أشعة الشمس المباشرة حتى يطول عمر صلاحية الطباخ الشمسي .
- يوجد صحون استيل مع أغطيتها من الزجاج وهذا جيد لاستخدمه في الطباخ الشمسي[14].

1–10 عيوب المواقد الشمسية:

❖ وضعية الشمس في السماء هو الأمثل للطهي في الظهر، ولكن ربما تريد تناول العشاء في المساء ويستغرق الطهي عموما حوالي ثلاث ساعات، لذا يجب أن تجد طريقة للحفاظ على طعام دافئ لعدة ساعات من الصعب القيام بذلك، كما أنه من الصعب إعادة تسخين الطعام عندما تكون الشمس منخفضة في السماء، لذلك قد تضطر إلى ضبطك جدول الوجبات للتعويض.

❖ ستجد أن إغلاق الصندوق لعزل حراريا قد يكون أمرا صعبا، وفي يوم بارد وعاصف، قد تواجه مشكلة في توليد حرارة كافية لطهي حتى طبق صغير من الطعام ،نستخدم بعض طناجر العلب الطوب لتخزين الحرارة، لكن هذا يجعلها ثقيلة وصعبة النقل، ويقلل من مساحة الطهي .

❖ لا تفتح الفرن قبل انتهاء الطبخ لتفادي فقدان الحرارة . يمكن أن تصل درجة حرارة الحاوية إلى درجات حرارة عالية جدا احذر من خطر الإصابة بحروق

خاتمة:

تعتبر الشمس مصدر بديل للطاقة، مصدر متجدد ومتواجد بكثرة في معظم أنحاء العالم، غير مكلفة وصديقة للبيئة، والتي يمكن استغلالها من خلال ما يسمى بالطاقة الحرارية كالطباخ الشمسي .

الطباخ الشمسي هو نظام بيئي واقتصادي لإعداد الطعام كما أنه بسيط ولا يتطلب إمكانيات في التصنيع ويتم تصنيفه إلى طهي البطيء والطهي السريع .وفي هذا السياق وضمن دراسة هذا الفصل قمنا بتقديم لمحة تاريخية حول الطهي الشمسي وتطورها عبر العصور ومبدأ تشغيلها وأنواعها المختلفة ،مزاياها ،عيوبها .

الـفـصـل الـثـانـي

الإشـعـاع الـشمـسـي

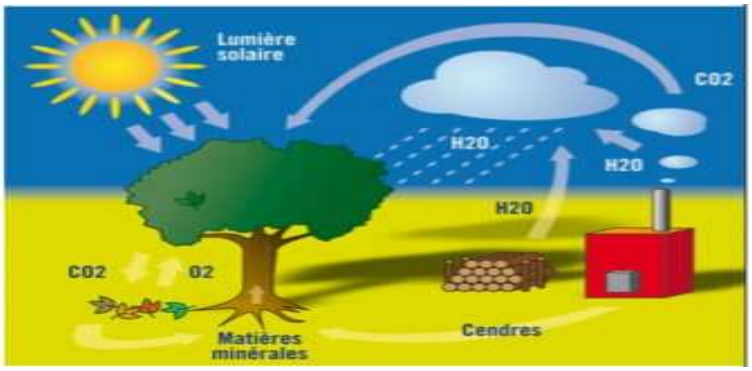
تـمـهيـد :

الشمس هي مصدر طاقة الحياة الأرض إذا لولاها لما وجدت الحياة بشكلها الحالي على سطحنا كوكبنا ،وقد ترتب على هذا أن احتلت الطاقة الشمسية مركز الصدارة باعتبارها مصدر مهم لتلبية احتياجات البشر من الطاقة مثل استخدام الطبخ الشمسي.

في هذا الفصل سنتطرق إلى دراسة معمقة حول الإشعاع الشمسي بصفة عامة والطاقة الشمسية واستخدامها وزوايا الشمسية ، أنواع الإشعاع الشمسي ،الانتقال الحراري بالتوصيل والإشعاع والحمل

2-1 تعريـف الطاقـــة الشمســية :

هي طاقة مشعة تنتجها الشمس إلى كوكب الأرض من خلال التفاعلات الإندماج النووي،إنها متجددة وبيئية بحيث يمكن استغلالها عمليا في كل مكان بفضل الوقود الأحفوري.فأشعة الشمس التي تتحلل خلال بقايا النباتات والكائنات الحية ملايين السنيين, إنها متعددة الإستخدمات وتنتج الحرارة والضوء والطاقة الميكانيكية والكهربائية .



الشكل (2-1): الكتلة الحيوية للطاقة الشمسية [15]

2-2 استـخدام الطاقـــة الشمســية :

استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل وتبريد الشمسي . وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنة يستعملن المرايا لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار .كما قام علماء كأمثال تشرنهوس وسويز باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين. [16]

حيث استخدمت الطاقة الشمسية الطباخات الشمسية خصيصا للطبخ منذ قديم الزمان. واليكم شكل الطبخات الشمسية الحديثة تستخدم عاكسات لتركيز طاقة الشمس على حاوية كما موضح في الشكل(2-2)

الشكل (2-2) طباخات شمسية حديثة [17]

3-2 أهمية الطاقة الشمسية :

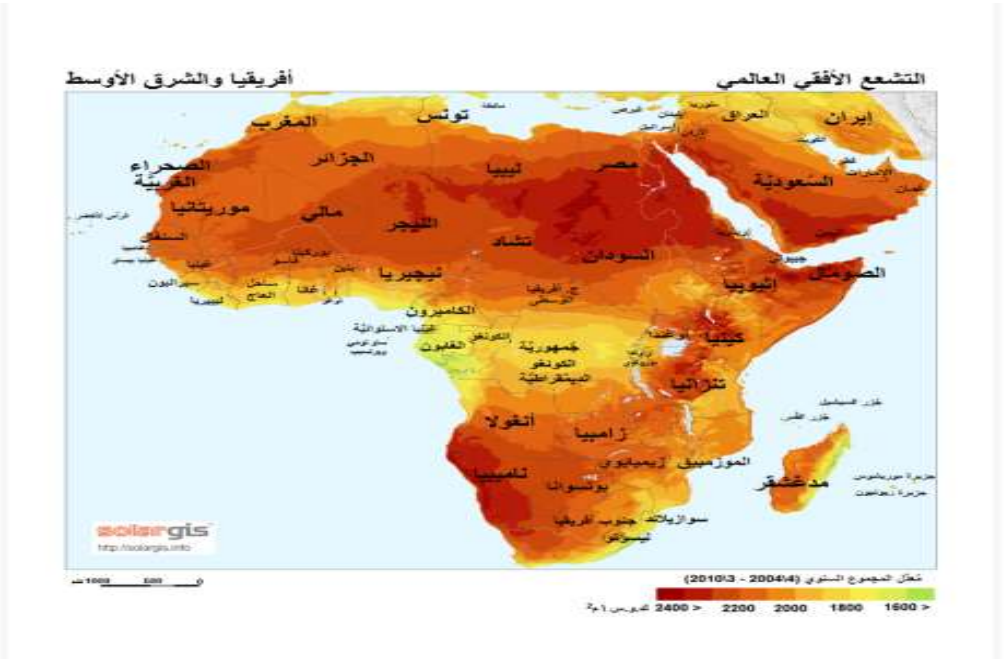
- تعد الطاقة الشمسية عملية ،فهي قابلة للتحول إلى أنواع أخرى من الطاقة كطاقة حرارية وكهربائية والميكانيكية.

- تعد هذة الطاقة مصدر نظيفا للطاقة والبيئة وغير خطرة الإستعمال[18]
- الطعام المطهي بالطاقة الشمسية أكثر فائدة . حيث تكون له قدرة أكبر على الإحتفاظ بالفيتامينات والمعادن لأن الطهي يتم ببطئ وبدرجة حرارة أقل. [19]
- إن تقنياتها معروفة واستخدامها سوف يوفر فرص عمل واسعة. [17]

2-4 الإشعـــــاع الشمـــــــي :

2-4-1 تـعريــف الإشعاع الشمسي :

الإشعاع الشمسي هو مقدار الأشعة الشمسية الساقطة لوحدة مساحة , يقدر اشعاع الواصل إلى الأرض**$1000w/m^2$**. [20] يتم ترشيح أشعة الشمس من خلال غلافنا الجوي، وبالتالي فإن المناطق أكثر رطوبة هي أقل تشمسا من المناطق الجافة يعتمد مقدار السطوع على الفصول بعض المناطق تكون رطبة في الصيف وجافة في الشتاء.



الشكل (2-3):خريطة التشعع الأفقي العالمي [21]

حيث ترسل الشمس أشعتها على شكل فوتونات تنطلق بسرعة الضوء (c) على شكل موجات حيث لكل فوتون طول موجي (λ) وكمية من الطاقة (E) تتناسب عكسيا مع طول الموجي وحسب نظرية بلانك . [22] كما توضح المعادلة التالية :

$$E = h \upsilon = h \frac{c}{\lambda} \qquad (1\text{-}2)$$

حيث :

υ: هي التردد الموجة ب (HZ).

λ: طول الموجة ب(m) .

C: سرعة الضوء في الفراغ يقدر ب (m / s) 3.10^{-8}

h : ثابت بلانك(j .s) $h=6.62.10^{-3}$

2-4- 2 طـيف الإشعــاع الشمســي :

على الرغم من أن الإشعاع الشمسي الساقط على الغلاف الجوي يتكون من مدى عريض من الحزم الموجية إلا أن مايقارب 98 % في مجال (0.25-4) يتكون من ثلاث أشعة وهي أشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء والمرئية.[23] الجدول(1-1) أدناه يمثل مجال طول موجي لمختلف الأشعة.

الجدول(2-1):مجال الطيف الكهرومغناطيسي [24]

نوع الأشعة	مجال الأطوال الموجية (ميكرون)
الأشعة الكونية	$\lambda < 10^{-8}$
أشعة جاما	$\lambda < [10^{-8} - 10^{-4}]$
أشعة أكس	$\lambda < [10^{-4} - 10^{-2}]$
الأشعة فوق البنفسجية	من 2×10^{-2} إلى أقل من 0.38
الضوء المرئي	من 0.38 ميكرون الى أقل من 0.78 ميكرون
الأشعة تحت الحمراء	من 0.78إلى أقل من 10^{2}ميكرون

2-4-3الثابت الشمسي :

تعرف كمية اشعاع الساقطة عموديا على وحدة المساحة لوحدة الزمن خارج الغلاف الجوي للأرض .وتعطى قيمة الثابت الشمسي من طرف Gueymard في2004 $1366W/m^2$.كما يمكن حساب الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي باستخدام الثابت الشمسي (I_{sc}) .من المعادلة (2-3) [25]

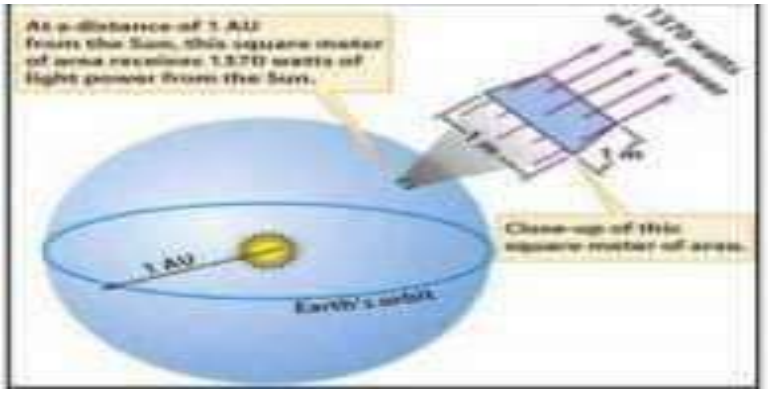
$$H_0 = \frac{24}{\pi} I_{SC} E_0 \cos(\varphi)\cos(\delta)\left[\sin(w_s) - \frac{\pi}{180} w_s \cos(w_s)\right] (2-2)$$

H_0 : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (W/m^2)

φ : دائرة خط العرض

W_s: الزاوية الساعية

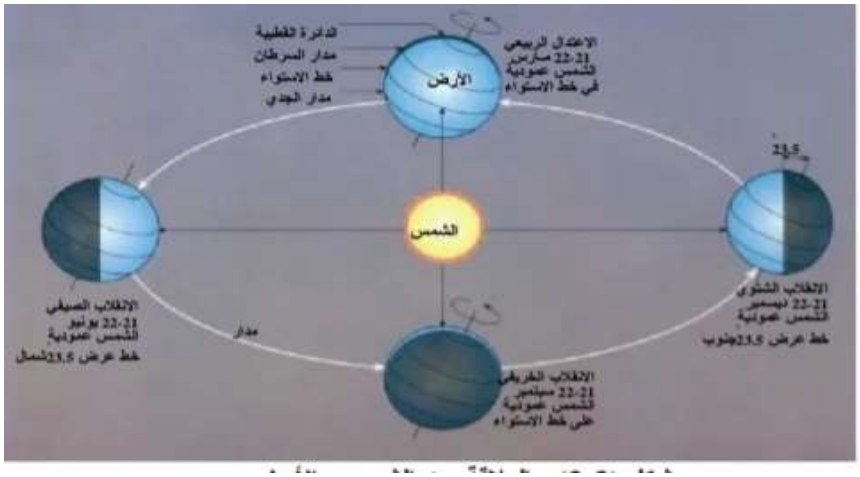
δ : زاوية ميل الشمس



الشكل (2-4) :الثابت الشمسي خارج الغلاف الجوي [26]

2-5 حركة الأرض حول الشمس :

بما أن الأرض تدور حول الشمس في مدار بيضوي ليس بدائري في 365 يوما. يصبح من الطبيعي أن تصنع الأرض دورة كاملة خلال 24ساعة حول نفسها. تختلف زاوية سقوط لأشعة الشمس على نفس الموضع الأرض خلال العام الواحد .[27]فيتبع هذا حدوث الفصول الأربعة في (21ديسمبر)يحل انقلاب الشتوي فيقص نهار ويطول الليل.ويحدث انقلاب الصيفي في (21جوان)وفي(23سبتمبر) حيث يحل الخريف في نصف الكرة الشمالي أما الإعتدال الربيعي يحدث في (21مارس).



الشكل (2-5):العلاقة بين الفصول الأربعة [28]

2-6 الأوقـــــات الشـمســـيـــة:

2-6-1 التوقيت الشمسي المتوسط(TSM):

يتم تعريفه من خلال احداثيات الزاوية على متوسط وهمي للشمس تتحرك عنده بسرعة ثابتة طوال العام ،هذا المعدل هو 24ساعة.[29]

من أجل الإنتقال من الزمن المحلي إلى الزمن المتوسط يؤكد استعمال المعادلات التالية حسب(Duffie et Beckmann 2013) [30]:

$$TSM = \begin{pmatrix} TU+\frac{\lambda}{15^{o}} & \text{شرقا} \\ TU-\frac{\lambda}{15^{o}} & \text{غربا} \end{pmatrix} \quad (3\text{-}2)$$

TU: التوقيت العالمي

λ : زاوية خط الطول

2-6-2 التوقيت الشمسي الحقيقي (TSV):

يتكون من ثنائي السطح من خط الطول للشمس وللمكان في لحظة معينة ،يتم اعطاء TSV بواسطة الساعات الشمسية (W) والوقت. [32]

$$\mathbf{TSV=12+\frac{W}{15}} \quad (4\text{-}2)$$

2-6-3 التوقيت العالمي (TU):

التوقيت العالمي هو مقياس زمني مبني على دوران الأرض حول نفسها،و هو نسخة محدثة عن توقيت غرينتش .[29]

2-6-4 المعادلة الزمنية(Et):

تعطى معادلة التصحيح الزمني وبدقة إلى 30ثانية خلال ساعات النهار من طرف خلال ساعات النهار من طرف Woolfبالدقائق . [30]

$$E_t=0.258\cos x - 7.416\sin x - 3.648\cos 2x - 9.228\sin 2x \qquad (5-2)$$

حيث x مقدرة بالدرجات

$$x= \frac{360(Nj-1)}{365.242} \qquad (6-2)$$

2-7 الزوايا الشمسية :

من أجل تحديد موقع الشمس بالنسبة للمواقع المختلفة على أسطح الأرض لا بدء من معرفة زاويا الشمسية . [32]

2-7-1 زاوية انحراف الشمسي (زاوية الميل)δ:

إنها الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين مركزي الشمس والأرض ومسقط هذا الخط على مستوى المارفي خط الإستواء. مقدارها بين (23.45) درجة إلى خط استواء و(23.45°−)إلى الجنوب منه [34].

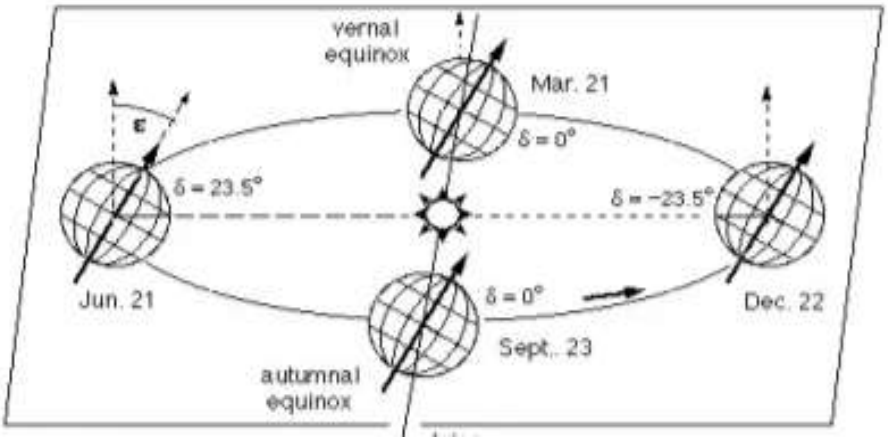
$$\delta = 23.45\sin(0.98(Nj + 284) \qquad (7\text{-}2)$$

N j : رقم اليوم في السنة

N_m : رقم الشهر في السنة

N_{jm} : رقم اليوم في الشهر

$$N_j = 30(N_m - 1) + N_{jm} \qquad (8\text{-}2)$$



الشكل (2−6): زاوية انحراف الشمسي في الفصول الأربعة [33]

2−7−2 زاوية الإرتفاع الشمسي(h):

هي الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقي الذي يمر في النقطة واتجاه الشمس. h=0عند الشروق والغروب . [35] وتعطي بالعلاقة التالية:

$$h \in [-90°; +90°]$$

$$\sin h = \sin\delta \sin\varphi + \cos w \cos\varphi \cos\delta \qquad (9\text{-}2)$$

3-7-2 زاوية الساعية الشمسية w_s :

وهي زاوية التي يصنعها المسقط الشاقولي للشعاع الشمسي بالنسبة للسطح الأرض مع خط الزوال وتكون w_s سالبة صباحا قبل الساعة 12زوالاوموجبة مساءا بعد الساعة 12زوالاو صفرا وقت الظهيرة على الساعة 12. وتعطى بالعلاقة التالية [36]

$$w_s = (TSV - 12)\,15^{\circ} \qquad (10\text{-}2)$$

2-7-4 الزاوية السمت الرأس γ :

تعرف على أنها الزاوية بين خط العمودي للمكان واتجاه الشمس، وسمت الأرض هي متممة لزاوية الإرتفاع الشمسي بالنسبة للشاقول .[37] تعطى بالمعادلة التالية :

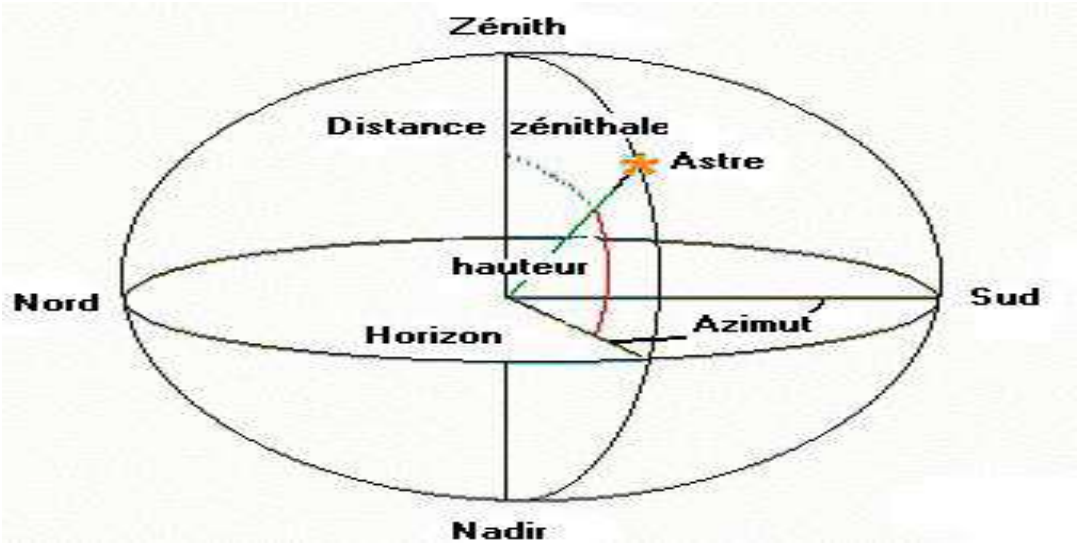
$$\gamma = \frac{\pi}{2} - h \qquad (11\text{-}2)$$

2-7-5 زاوية السمت الشمس α:

هي الزاوية التي يصنعها مسقط الشعاع الشمس على المستوى أفقي للراصد مقاسة نسبة للشمال.[38] ويحسب من العلاقة التالية:

$$-180^{\circ} \leq \alpha \leq 180^{\circ}$$

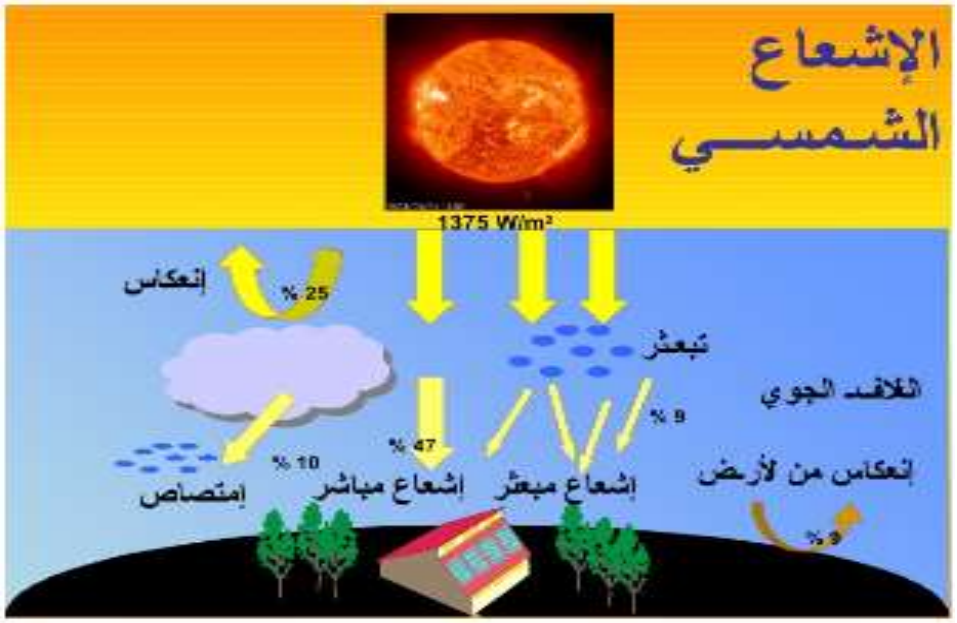
$$\alpha = \cos^{-1} \frac{\sin h \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h \cos \varphi} \qquad (12\text{-}2)$$



الشكل(2-7):زاوية السمت والإرتفاع الشمسي [33]

2-8 الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض:

إن كمية الطاقة التي تصل إلى سطح الأرض أقل بكثير مما هي عليه خارج الغلاف الجوي بسبب تعرضها إلى عوامل التشتت والإنعكاس من قبل مكونات الغلاف الجوي من غازات وأبخرة وغبار وغيوم أما جزء الباقي يصل على شكل إشعاع مباشر .[39]



الشكل (2-8) :نسب الإشعاع الشمسي ومكوناته [41]

2-9 أنــواع الإشـــعـــــاع الشـــمســـي:

2-9-1 الإشعاع الشمسي المباشر(Rayonnement direct)

إنها الأشعة الواصلة إلى السطح الأرض بشكل مباشر من قرص الشمس على شكل خطوط مستقيمة. [40]وتعطى علاقته كما يلي حيث a_0، a_1، k ثوابت تجريبية :

$$I_b = I\left(a_0 - a_1 e^{-K.Am}\right) \qquad (13\text{-}2)$$

$$a_0 = 0.94[0.4237 - 0.00821(6 - Z)^2] \qquad (14\text{-}2)$$

$$a_1 = 0.98[0.5055 - 0.00595(6.5 - Z)^2] \qquad (15\text{-}2)$$

$$K = 1.02[0.2711 - 0.01858(2.5 - Z)^2] \quad (16\text{-}2)$$

A_m : الكتلة الهوائية

Z : ارتفاع المنطقة عن سطح البحر بكيلومتر km

2-9-2 الإشعاع المنتشر(Rayonnement diffusion)

بعض الإشعاع الذي يصلنا إلى أعيننا لايأتي مباشرة من مصادر الضوء ولكن بغير مباشر من خلال عملية الإنتشار[41] ويذكر أنه أثناء الإنتثار يحدث انبعاث الضوء المنتشر في جميع إتجاهات ولكن ليس بنفس الشدة [42] وتعطى عبارته بالعلاقة التجريبية.

$$\mathbf{D=\frac{1313}{25}\sqrt{\sin h}\ [T_L - 0.5 - \sqrt{\sin h}\ ]} \quad \mathbf{(17\text{-}2)}$$

حيث TL: معامل الإضطراب وتعطى قيمته حسب لون السماءكما يوضح الجدول (2-2)

$$\mathbf{TL = 2.5 + 16B_a + 0.5 \ln TV} \quad \mathbf{(18\text{-}2)}$$

لـــون الـــسمـــاء	سماء صافية	سماء متوسطة	سماء مضطربة
قيمـة T_v	1 سم	2 سم	5 سم
قيمـة B_a	0,05	0,1	0,2

الجدول(2-2) يوضح قيم معامل اضطراب الجوي (لانك) [32]

2-9-3 الإشعاع الكلي :

يتكون الإشعاع الشمسي الكلي من مكونات اشعاع المباشر والمنتشر وعلاقته كما يلي :

$$\mathbf{G = I + D} \quad \mathbf{(19\text{-}2)}$$

2-10أنـمـاط نـقـل الحـرارة:

2-10-1 الحرارة بالتوصيل:

التوصيل هو انتقال الحرارة عبر جسم دون تحريك المادة .يرتبط بحركة اهتزاز والدوران الجزيئات والذرات[43]. وتعطى عبارته بالتوصيل كما يلي :

$$\varphi_{c\,d} = \frac{\lambda s}{e}\,(T_2 - T_1) \qquad (20-2)$$

φ_{cd} : تدفق الحرارة بالتوصيل وحدتها W

λ : معامل انتقال الحراري بالتوصيل وحدته W /m .K

e : سمك طبقة الجسم المدروس(جدار)

$\frac{\lambda s}{e}$: مقلوب مقاومة الحرارية للتوصيل

2-10-2 الحرارة بالحمل :

الحمل الحراري هو انتقال الحرارة بين الجدران والسوائل ،فهو عملية يتم بواسطتها طاقة في شكل حرارة بفضل تدرج الحرارة الذي يولد دافعة ارخميدس وهذا ينتج تغيير في كثافة ويكون من جزيئات أكثر سخونة مرتفعة إلى الباردة المنخفضة .يعطى تدفقه كما يلي:[44]

$$\varphi_{c\,v} = h\,s(T_2 - T_1) \qquad (21\text{-}2)$$

$\varphi_{c\,v}$: التدفق الحراري للحمل بالواط W

h :معامل انتقال الحراري بالحمل $W/m^2.K$

S:مساحة سطح بالمتر m^2

$(T_2 - T_1)$: الفرق في درجة الحرارة بين المائع وسطح الساخن ب C°

2-10-3 الحرارة بالإشعاع:

تنتقل الطاقة الحرارية بواسطة الإشعاع من جسم إلى أخربين الأسطح المصمتة في الفراغ .وجد أنه كلما زادت درجة الحرارة زاد مقدار طاقة الإشعاعي . ولبعض السطوح قابلية انبعاث قليلة اذا تستخدم الأن طبقات من مواد القليلة انبعاثية داخل النوافذ المزدوجة [45].وتعطى عبارته كالأتي:

$$\varphi = \sigma \varepsilon s T^4 \qquad (22-2)$$

σ: ثابت ستيفان بولتزمان ويساوي $\sigma = 5.675.10^{-4}\ W/m^2.K^4$

ε: معامل الإنبعاثية الإشعاعي ليس له وحدة

خاتمة:

في هذا الفصل قمنا بدراسة نظرية للإشعاع الشمسي وبطبيعة الحال هذا الأخير له محور جوهري وأساسي لعملية الطبخ الشمسي فالطاقة المنبعثة من أشعة الشمس تتوزع في سطح الأرض بعدة أنواع على شكل طيف كهرومغناطيسي ،وفي سردنا لهذا الفصل قمنا بتعريف الزوايا والأوقات الشمسية التي لابد من تحديدها في تطبيقات الطاقة الشمسية على سطح الأرض كتحلية المياه ،تدفئة المنازل ،طهي الطعام..الخ.وانتقال الحراري بالتوصيل،الحمل ،الإشعاع وهذا ماسنتعرف عليه في الفصل الثالث.

الفصل الثالث:
الدراسة التجريبية

تـمـهـيـد :

في هذا الفصل سنتناول مختلف القياسات والتجارب التي من خلالها يتم التعرف على كفاءة الطباخة الشمسية وقياس الإشعاع الشمسي,حيث تم إنجازطباخة وتصميمها كصندوق كرتوني بسيط بمواد مخصصة تعمل على تقييم أدائها الحراري وهذا تماشيا مع العوامل المناخية كرطوبة، درجةالحرارة المحيط ,وسرعة الرياح..الخ.

وفي نفس الصدد انطلقنا إلى دراسة تأثير إزدواجية الغطاء الزجاجي على فعالية الطباخة ومن زاوية أخرى نقارنها مع طباخة بزجاجة واحدة.

3-1 تحديد موقع الدراسة :

تم إجراء التجربة في منطقة ورقلة بالضبط في كلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرباح .تقع ورقلة جنوب شرق الجزائر بين خط الطول 5.32°درجة وخط العرض 31.95°،يسودها مناخ صحراوي شبه جاف خاصة في فصل الصيف ومن هذا المنطلق تم استغلال هذا المناخ في تطبيقات الطاقة الشمسية.

3-2 التجربة:

3-2-1 الهدف من التجربة:

- تصميم وإنجاز طباخ شمسي .
- الإستفادة من الطاقة الحرارية للشمس في الطهي بواسطة الطباخ الشمسي.
- دراسة تأثير إزدواجية اللوح الزجاجي على الطباخة.
- حساب الكفاءة الحرارية للجهاز بواسطة إختبارات الأداء.

3-2-2 مبدأ العمل :

يعتمد مبدأ العمل على تحويل طاقة الضوء الشمس أي اشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية بحيث ترتكز مباشرة في وعاء الطبخ . وهذا بحساب درجات الحرارة للصفيحة وزجاج على مستوى زجاجتين وزجاجة واحدة للطباخ ،وحساب درجات الحرارة للماء والبيضة المراد تسخينها وبعد ذلك يتم تحليل النتائج ببرنامج EXCEL ورسم المنحنيات بواسطة برنامج ORIGIN .

3-2-3 الأجهزة والمواد المستعملة :

قائمة المواد والأدوات:

المـــواد	الأدوات
اطار (2علب من كرتون بأبعاد محددة)	مـقص
قطعتين من زجاج بأبعاد محددة	سكيـن
ورق ألمنيوم لإمتصاص كمية عالية من الحرارة	مسطـرة(ميترا لقياس علب الكرتون)
عازل حراري (حامل البيض)	قدرة(وعائين للطهي)
طلاء أسود مقاوم للحرارة يمتص $450c^{\circ}$ درجة,مطهروغسول للغبار	البيشر
مثبتات(شريط لاصق ,مفصلات ,شريط عزل ,مسامير ,لاصق بلاستيكي (Pistole)	//
سيليكون	//
صفيحتين معدنيتين	//
بيض ،الماء	//

الجدول(3-1):مستلزمات الخاصة بالتجربة

الأجهزة المستعملة:

الشكل(3-1):جهاز قياس سرعة الرياح

الشكل(3-2):مزدوج حراري

الشكل (3-3):جهاز البيرانومتر(Pyranometre) لقياس اشعاع المباشر.

الشكل (3-4):صفائح معدنية مطلية

الشكل (3-5):قدرة سوداء

الشكل (3-6): علبة كرتون

الشكل (3-7):طلاء أسود مقاوم للحرارة

3-2-4 الإجراءات المتبعة في التجربة:

1 - تنظيف الصناديق الذي تم اختياره من قبل لصنع الطباخ .

2- اختيار اطارعلبتين من الكرتون لهما نفس الأبعاد طول العرض الإرتفاع بالنسبة للعلبة الخارجية واحدة لطباخة ذات زجاجتين والأخرة لطباخة بزجاجة واحدة.

3 - اختيار علبتين كرتون لهما نفس الأبعاد بحيث قريبان من حجم العلبة الخارجية لأننا سوف نقوم بوضع صندوق داخل الأخر.

4 - نقوم بوضع العازل الحراري حامل البيض أو(فدام النخيل ,صوف زجاجي) في قاع العلبة الخارجية .

5- نقوم بعد ذلك تغطية الصندوق العلبة الداخلية بالألمنيوم بشكل كلي من الداخل, ونلصق الألمنيوم (تفاديا التعرجات لتتم عملية انعكاس اشعاع بشكل جيد)على الصندوق بشكل كامل بسيليكون الذي يعمل على طي الأطراف الألمنيوم في الكرتون.

6- نقوم بوضع العلبة الكرتون الداخلية داخل العلبة الخارجية بينهما مسافة 6 سم لملىء العازل ,بحيث تكون كل من فتحتي العلبتين نفس المستوي .

7- نملىءالفراغات بين جدران العلبة الداخلية والخارجية بعازل حراري بقطع من الكرتون .ونغطي الفتحات الأربعة للعازل بشرائط ورق الكرتون مثبتا بسيلكون .

8- نضع الصفيحة المعدنية مطلية بلون أسود في قاع العلبة الداخية لتجميع الحرارة بشكل أكبر, بحيث تكون أبعادها أقل من العلبة داخلية حوالي مم1 ،و ألصقنا حواف الصفيحة بشريط لاصق تجنبا الجسور الحرارية.

9- نفس الخطوات السابقة تطبق على العلبة الثانية ثم نقوم بوضع قطعة الزجاج على القاعدة العلوية للعلبة الداخلية أما في حالة العلبة الثانية نصع زجاجتين فوق بعضهما البعض بينهما مسافة 2 سم مثبتة بشرائط من فلين الأبيض سمكها 3 سم المحاطة من أربع جوانب.

10- نضع الطعام (الماء ,البيض) لتسخينه وطهيه في هذا الصندوق ونقوم بتوجيه الصندوق نحو أشعة الشمس لكي يعمل على تجميع الحرارة وبتالي البدء في عملية الطهي من خلال أشعة.

الشكل (3-8):وضع العازل بين العلبتين

الشكل (3-9): تغطية العازل بين العلبتين

3-2-5 وصف وهيكلة الطباخ الشمسي :

3-2-5-1 أبعاد الطباخ :

يعرف الطباخ بالغاز الشمسي وهذا التصميم هو بالعادة ملائم للإستخدام البيتي أوالشخصي .يتكون هذا التصميم من مواد بسيطة وقليلة التكلفة وهو عبارة على شكل مستطيلات مسطحة متوازية ولديه أبعاد محددة كما يلي:

الجدول(3-2): جدول يوضح أبعاد الطباخة الشمسية البسيطة صندوق

المواد	الطول cm	العرض cm	الإرتفاع cm	السمك mm
العلبة الداخلية	48.5	29.5	19.5	/
العلبة الخارجية	62	41	34.5	/
الزجاج	60	40.5	/	3
الصفيحة	48	29	/	3

بما أن شكل الفرن الشمسي متوازي المستطيلات فحجمه يعطى كما يلي:

$$V=A \times h = (l \times \omega) \times h \qquad (1\text{-}3)$$

$$0.295 \times 0.485 \times 0.195 = 0.027 m^3$$

$l \times \omega = A$: مساحة القاعدة للطباخ

h : الإرتفاع الطباخ

l : طول الطباخ

ω : عرض الطباخ

3-2-5-2 القياسات و توصيلات:

يتم لصق مزدوج حراري في الصفيحة وفي وجه غطاء زجاجي بالإضافة إلى إدخاله من ثقب تم حفره في غطاء الإناء المطلي بالأسود يبلغ عمقه 7.5 سم وقطره قطره 12.5 سم ونترك مسافة 1سم من القاع الإناء لتفادي تلامس مزدوج حراري وتتم هذه توصيلات عن طريق ثقب صغير جدا من حافة كرتون العلبة الخارجية .تزامنا مع قياس الإشعاع الشمسي المباشر بجهاز البايرونومتر، ومراقبة سرعة الرياح لمعرفة تأثيرها واتجاهها ودرجة حرارة المحيط ورطوبة بأجهزة القياس المرتبطة بوحدة البيانات يتم جمعها عند انتهاء الوقت المناسب، ثم عرضها على شكل رقمي ورسم البياني وحفظه في Excel.

الشكل(3- 10): صور توضح كيفية تركيب مزدوجات الحرارية (من إنجاز الطالبات)

3-3 حساب المردود الحراري:

3-3-1 تحليل نتائج اختبار الركود F_1 :

- **في حالة استعمال طباخ الشمسي بزجاجة واحدة:**

أجرينا الإختبار الركود يوم 04/15 / 2021على الساعة 13:30زوالا فكانت نتائج:

درجة حرارة الصفيحة c° Tab= 98.6

درجة حرارة المحيط T_{amb} =35.9 c°

شدة الإشعاع الشمسي I= 619 w/m^2

وإستنادا إلى مما سبق من النتائج وتعويضها في العلاقة (1-1)

لحساب F_1 وكانت النتيجة F_1= 0.101

- **في حالة استعمال طباخ شمسي بزجاج مزدوج:**

أجرينا اختبار درجة حرارة الركود يوم 15/ 04/ 2021 على الساعة 13:30 زوالا

درجة حرارة الصفيحة Tab= 115.3 c°

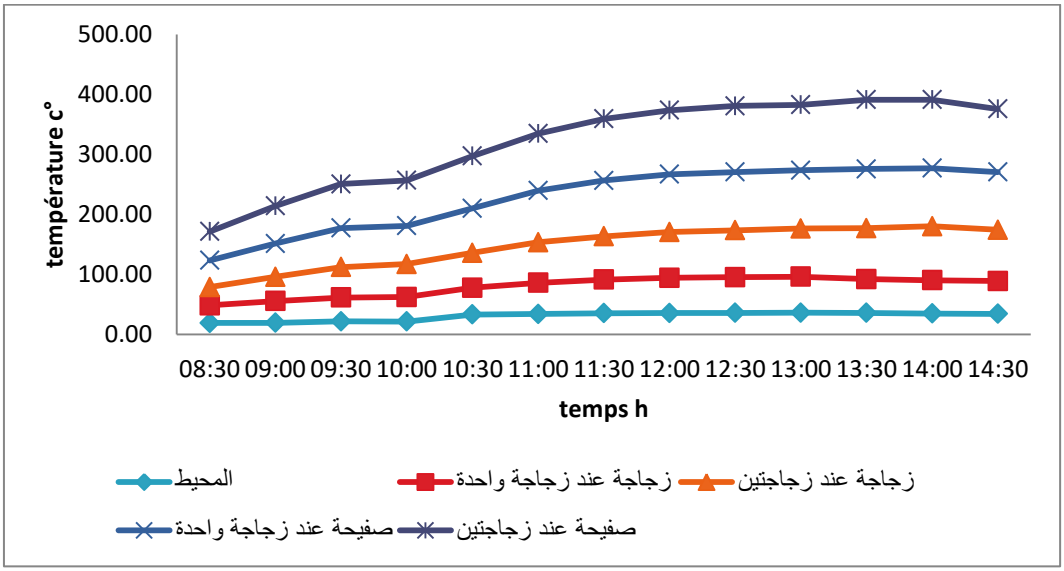
درجة حرارة المحيط T_{amb}=35.9 c°

شدة الإشعاع الشمسي I= 619 w/m^2

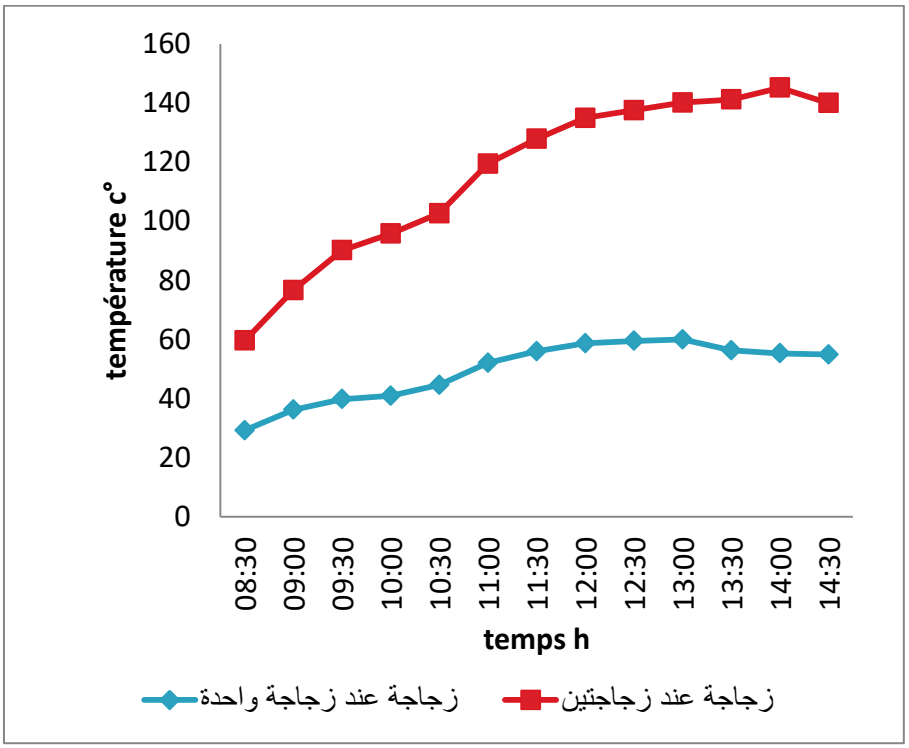
ثم قمنا بحساب F_1 فكانت النتيجة F_1=0.128

جدول (3-1): تغيرات درجات الحرارة صفيحة والزجاج في حالة زجاج واحد وزجاج مزدوج بدلالة الزمن بدون حمولة يوم 2021/04/15

الوقت h	المحيط c°	زجاجة عند زجاجة واحدة c°	زجاجة عند زجاجتين c°	صفيحة عند زجاجة واحدة c°	صفيحة عند زجاجتين c°
8:30	19,30	29,2	30,4	44,5	48
9:00	19,40	36,2	40,5	55,4	62,5
9:30	21,90	39,8	50,4	65,3	73,1
10:00	21,50	40,9	54,9	63,7	75,6
10:30	33,19	44,6	58,1	74,1	87,2
11:00	34,00	52,1	67,4	86,1	94,9
11:30	35,44	56	71,9	93,2	102,7
12:00	35,60	58,7	76,3	96,2	106,6
12:30	36,00	59,5	78,1	97,1	110
13:00	36,19	60	80,2	97,2	108,9
13:30	35,90	56,3	84,9	98,6	115,3
14:00	35,00	55,3	89,9	96,7	114,2
14:30	34,25	54,9	85,1	96,4	105,1



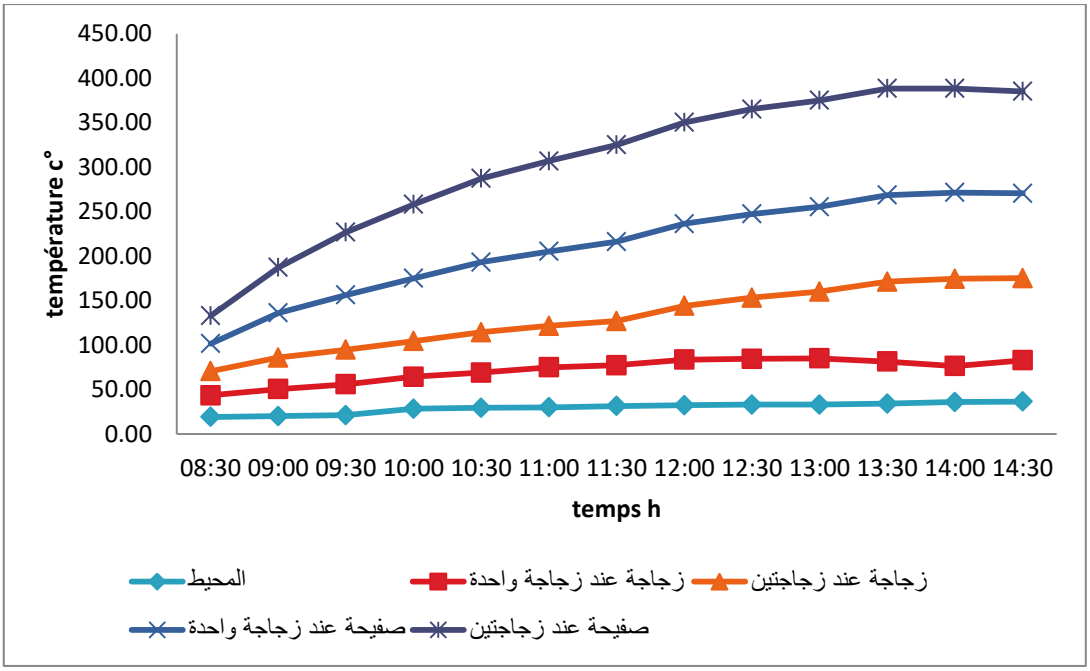
الشكل (3-11):تغيرات درجات الحرارة للصفيحة والمحيط وزجاج في حالة زجاجتين وزجاجة واحدة بدون حمول يوم 2021/04/15



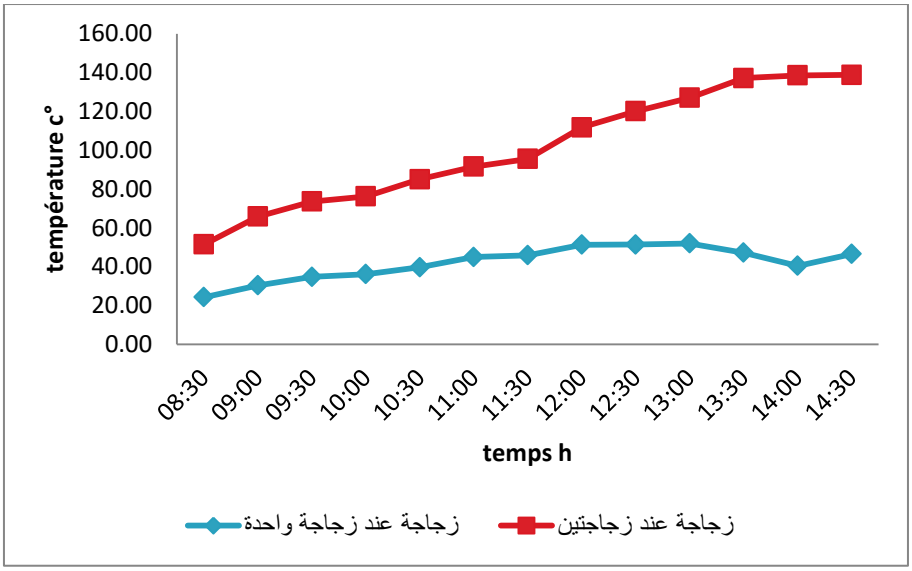
الشكل (3-12):تغيرات درجات الحرارة لزجاج في حالة طباخ بزجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/15

الجدول (3-4) :تغيرات درجات الحرارة للصفيحة وزجاج والمحيط في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة يوم 2021/04/17

الوقت H	المحيط c^o	زجاجة واحدة c^o	زجاج عند زجاجتين c^o	صفيحة عند زجاجة واحدةc^o	صفيحة عند زجاجتين c^o
8:30	19,25	24,30	27,2	30,9	31,3
9:00	20,19	30,40	35,4	50,1	51,1
9:30	21,19	34,70	38,9	61,6	70,5
10:00	28,30	36,10	40,1	70,6	83,1
10:30	29,38	39,70	45,3	78,8	94,1
11:00	30,06	45,00	46,5	83,7	101,7
11:30	31,45	45,90	49,6	89,3	108,8
12:00	32,33	51,30	60,4	92,4	113,8
12:30	33,12	51,40	68,7	94,1	117,9
13:00	33,00	52,00	75	95,4	119,6
13:30	34,21	47,20	89,9	97,2	119,8
14:00	36,02	40,40	98,1	96,9	117
14:30	36,47	46,50	92,3	95,3	114,6



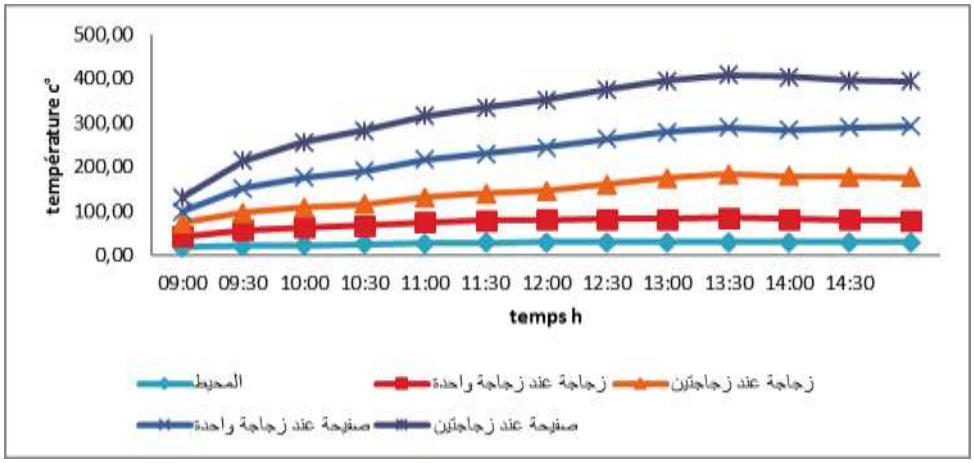
الشكل (3-13): تغيرات درجات الحرارة للصفيحة والمحيط والزجاج في حالة زجاجتين وبدون حمولة يوم 2021/04/17



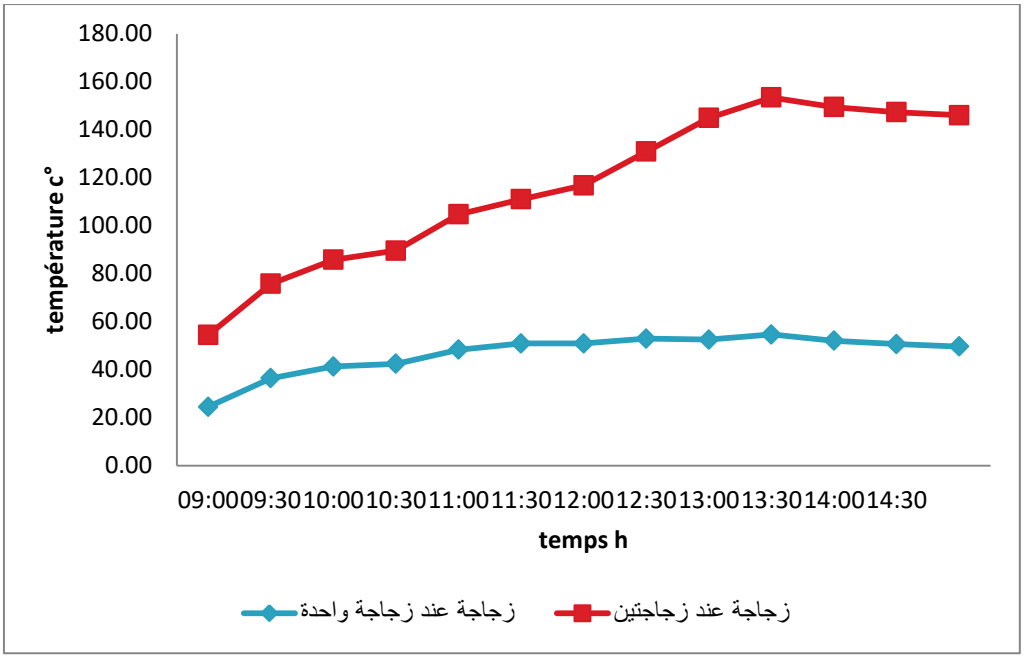
الشكل (3-14) : تغيرات درجات الحرارة للزجاج في حالة زجاجة واحد ةوزجاجتين بدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/17

الجدول (3-5) : تغيرات درجات الحرارة الصفيحة والمحيط وزجاج لطباخ بزجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة يوم 2021/04/18

الوقت H	المحيط c°	زجاجة عند زجاجة واحدة c°	زجاج عند زجاجتين c°	صفيحة لزجاج واحد c°	صفيحة عند زجاجتين c°
8:30	19,13	24,50	29,90	27,2	30,8
9:00	21,00	36,40	39,40	54,80	63,10
9:30	23,19	41,30	44,50	67,50	80,00
10:00	26,00	42,40	47,20	76,30	90,50
10:30	27,21	48,30	56,40	85,40	98,90
11:00	29,31	50,90	60,10	90,70	104,70
11:30	30,31	50,90	65,90	98,30	107,30
12:00	30,06	52,90	78,00	102,50	112,10
12:30	30,38	52,50	92,40	105,3	116,1
13:00	30,40	54,60	98,80	106,8	118,9
13:30	30,38	52,00	97,40	105,2	119,3
14:00	30,38	50,60	96,70	112,2	105,6
14:30	30,38	49,60	96,40	116,2	101,8



الشكل (3-15) : تغيرات درجات الحرارة الصفيحة والمحيط والزجاج في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين وبدون حمولة يوم 2021/04/18



الشكل (3-16) :تغيرات درجات الحرارة للزجاج في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بدون حمولة بدلالة الزمن يوم 2021/04/18

تحليل والمناقشة:

* من المنحنيات السابقة (3−11) ;(3−13); (3−15) نلاحظ أن الفرق في درجة الحرارة بين زجاجة واحدة والمحيط يكون أقل من فرق بين زجاجتين وهذا بسب زيادة الضياعات الحرارية إلى الوسط الخارجي .

* في حالة زجاجة واحدة قيمة F_1=0.101 وفي حالة زجاجتين F_1=0.128 نلاحظ أن قيمة F_1 في حالة زجاجتين أحسن من زجاجة واحدة وذلك لأن استخدام غطائين زجاجين يعملان على خفض فقد الحراري العلوي عن طريق الحمل أي غير معرضة للتيارات الهواء بسب وجود فراغ مابين زجاجتين مما ينقص من الحمل،والسيطرة على فواقد التسرب من خلال البناء الجيد لطباخ

3-3-2 تحليل نتائج اختبار التسخين المحسوس للحرارة F2 :

في يوم 19/ 04/ 2021 قمنا بتسخين الماء حجمه V=200.5ml مع مراعاة مساحة فتحة العلبة الداخلية.

في حالة استعمال زجاج واحد لطباخ الشمسي:

تم الإجراء إختبار التسخين الحراري يوم 2021/04/19

شدة الإشعاع الشمسي المتوسط $\bar{I}= 602\ w/m^2$

درجة حرارة المحيط المتوسطة :$\dot{T}_{amb} = 29.41c^\circ$

الفاصل الزمني : $\Delta t = 7200\ s$

حمولة الماء : $Me = 0.2005kg$

درجة حرارة الماء الإبتدائية $T_{e\,i}=60c^\circ$

درجة حرارة الماء النهائية $T_{e\,f}=90c^\circ$

مساحة الفتحة الداخلية $A_c=0.590\ m^2$

حجم الماء V=200.5ml

وبتعويض النتائج السابقة في العلاقة (1-2) تم الحصول على قيمة $F_2=0.0358$

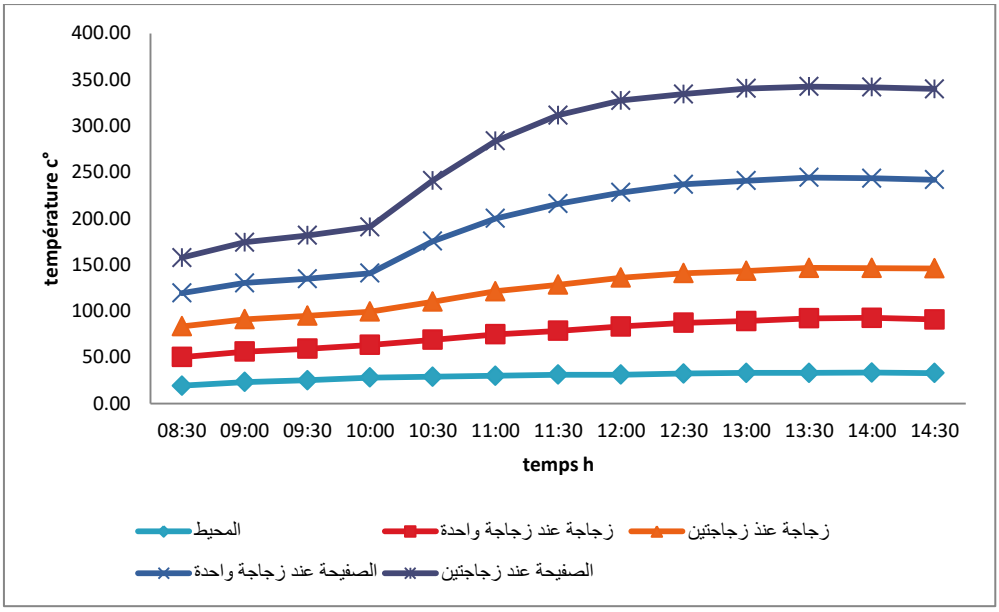
$$\boldsymbol{\rho = \frac{m}{v} \rightarrow m = \rho \times v} \qquad (2-3)$$

$$200.5 \times 10^{-6} \times 1000 = 0.2005$$

ρ: كتلة الحجمية للماء kg/m^2

الجدول (3-6):تغيرات درجة حرارة المحيط والصفيحة وزجاج لطباخ في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة يوم 2021/04/19

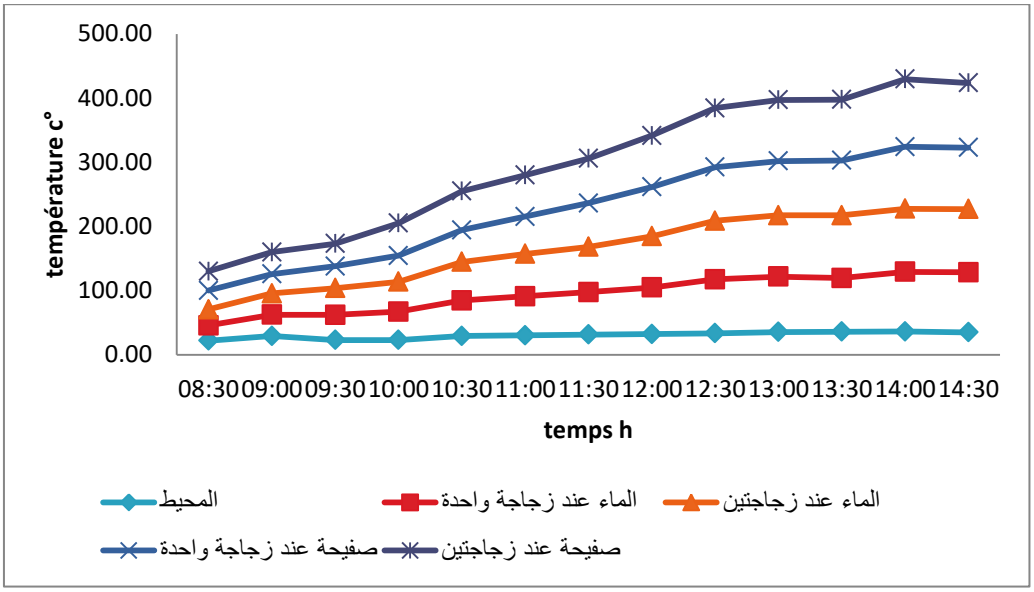
الوقت h	المحيط c^o	زجاجة عند زجاجة واحدة c^o	زجاجة عند زجاجتين c^o	الصفيحة عند زجاجة واحدة c^o	الصفيحة عند زجاجتين c^o
8:30	19,21	31,00	33,20	36,1	38,10
9:00	23,20	33,00	34,90	39,20	44,00
9:30	25,20	34,00	35,60	40,00	46,90
10:00	28,10	35,30	36,00	41,50	50,00
10:30	29,00	40,00	41,00	65,40	65,60
11:00	30,06	44,70	46,50	78,80	83,60
11:30	31,13	47,40	49,90	87,50	95,70
12:00	31,25	52,00	52,70	92,10	99,40
12:30	32,44	54,90	53,50	96,1	97,40
13:00	33,19	55,90	54,20	97,5	99,60
13:30	33,19	58,90	54,50	97,8	98,20
14:00	33,47	59,20	53,70	97,1	98,40
14:30	33,00	57,90	55,20	95,8	98,10



الشكل (3-17) : تغيرات الصفيحة والزجاج والمحيط لطباخ بزجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة لتسخين 200.5 ml من الماء

الجدول (3-7):تغيرات درجة حرارة المحيط والصفيحة وزجاج لطباخ في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة يوم 20 /2021/04

الوقت H	المحيط c°	الماء عند زجاج واحد c°	الماء عند زجاجتين c°	صفيحة عند زجاج واحد c°	صفيحة عند زجاجتين c°
8:30	21,90	23,80	24,90	29,4	30,10
9:00	29,20	33,10	33,30	30,20	34,20
9:30	23,06	39,20	41,60	34,20	35,00
10:00	23,06	44,00	46,80	40,60	50,70
10:30	29,25	55,30	60,20	49,60	60,60
11:00	30,25	60,70	66,10	58,30	64,50
11:30	31,46	66,10	70,50	68,30	69,50
12:00	32,13	72,60	79,80	76,90	80,10
12:30	33,44	84,00	91,40	83,4	92,20
13:00	35,38	86,40	95,50	84,5	95,40
13:30	35,92	83,60	97,80	85,4	94,80
14:00	36,25	93,10	98,20	96,4	105,60
14:30	35,00	93,60	98,50	95,8	100,60



الشكل (3-18) : تغيرات درجات الحرارة الماء والصفيحة في حالة زجاجة واحدة وزجاجتين بالحمولة لتسخين 200.ml من الماء

تحليل ومناقشة :

يوم 2021 /04/19 سجلنا في حالة زجاجة واحدة F_2=0.0358 وفي حالة زجاجتين F_2=0.0359 نلاحظ قيمة F_2 في حالة زجاجتين أكبرمن زجاجة واحدة أما يوم 2021/04/20 في حالة زجاجة واحدة F_2=0.235 وفي حالة زجاجتين F_2=0 .246 نلاحظ كذلك F_2 لزجاجتين أكبر من زجاجة واحدة حيث قيم F_2 يوم 20 أحسن من يوم 19وهذا راجع إلى إنعدام تأثير العوامل المناخية كشدة الرياح والرطوبة وارتفاع شدة الإشعاع في هذا اليوم التي عملت على خفض من الضياع الحراري إلى الوسط الخارجي.

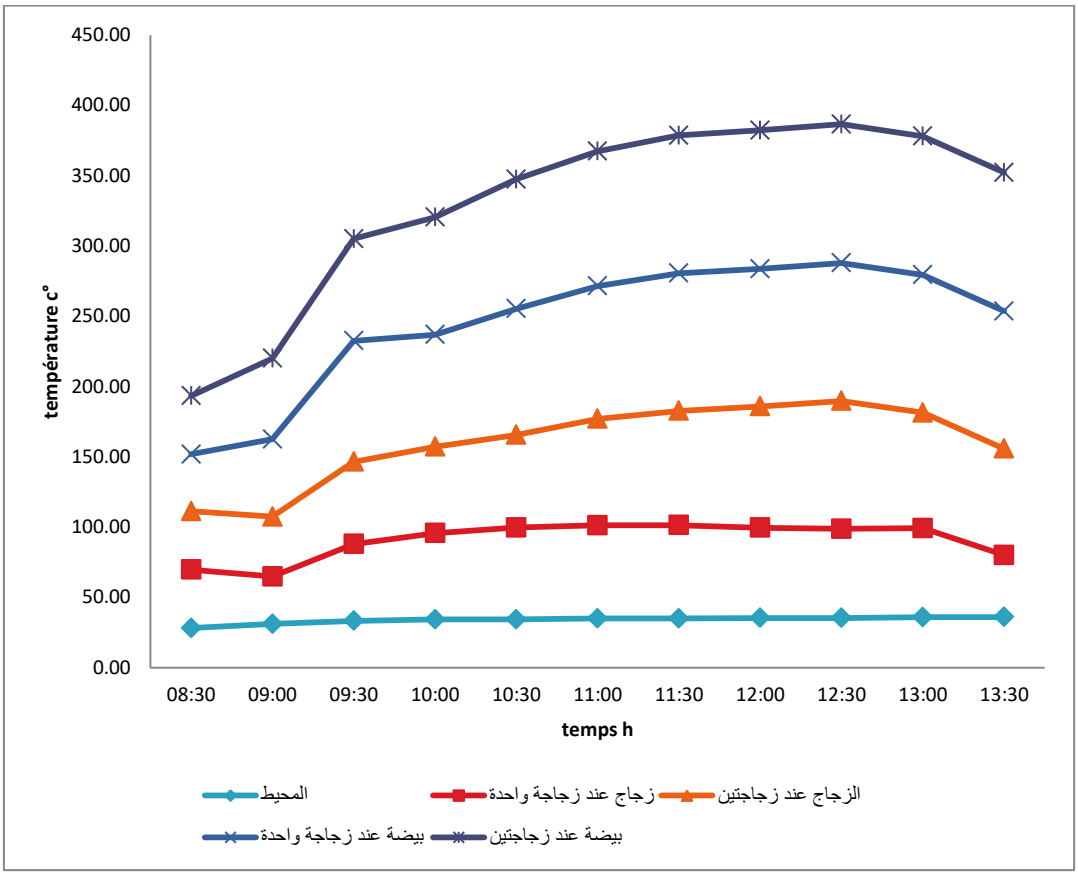
3- 4 تحليل نتائج لإختبارالطباخ الشمسي لطهي الطبق بسيط

كان يوم الأخير من التجربة في 2021/04/21 على الساعة 30: 9 إلى غاية 14:30قمنا بطبخ بيضتان بدون حمولة واحدة في طباخ شمسي بزجاجة واحدة والأخرى في طباخ بزجاجتين من أجل التعرف على مدى فعالية الطباخ وسرعة الطهي لدى الجهازين كانت مدة الطهي يوما كاملا

الجدول (3-8) :تغيرات درجات الحرارة لزجاجة والبيضة في حالةزجاجة واحدة وزجاجتين لطبخ طبق بسيط بدون حمولة

الوقت h	المحيط c°	زجاج عند زجاجة واحدة c°	الزجاج عند زجاجتين c°	بيضة عند زجاجة واحدة c°	بيضة عند زجاجتين c°
9:30	28,13	41,60	41,60	40,50	41,50
10:00	31,19	33,70	42,50	55,10	57,50
10:30	33,31	54,60	58,50	86,10	72,50
11:00	34,31	61,40	61,40	79,80	83,50
11:30	34,35	65,30	65,90	89,80	92,10
12:00	34,98	66,30	75,70	94,50	95,80
12:30	35,01	66,40	81,30	97,9	98,00
13:00	35,31	64,20	86,30	97,8	98,60
13:30	35,31	63,50	90,90	98,2	98,70
14:00	35,96	63,20	82,20	98,1	98,60
14:30	36,02	44,07	75,70	97,8	98,60

الشكل (3-19) : نموذج لطهي الشمسي



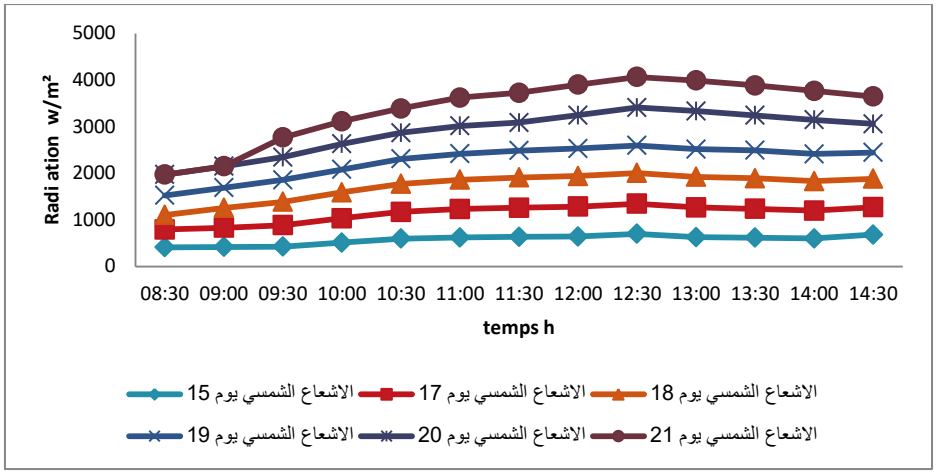
الشكل(3- 20) : تغيرات درجات الحرارة زجاج و بيضة بدون حمولة لطهي لمدة سريعة

مناقشة النتائج:

- من خلال المنحنى (3-19) لاحظنا أن البيض وزجاج سوى في زجاجة واحدة أوزجاج مزدوج في حالة تزايد مستمر مع مرور الوقت حتى الوصول إلى قيمة أعظمية على الساعة 12:30 ثم يتناقص ،كانت درجة حرارة البيض عند زجاجتين أكبر من زجاجة واحدة مما يكون الطهي لجهاز بغطاء مزدوج أسرع .
- بلغت درجة حرارة البيض عند زجاج مزدوج $T=98.70C^{\circ}$في ظروف مناخية معتدلة وكان مردود الجهاز جيد.

الجدول (3-9) : تغيرات الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن يوم 15،17 ،18 ،19 ،21 20

الوقت h	الاشعاع الشمسي يوم15	الاشعاع الشمسي يوم17	الاشعاع الشمسي يوم 18	الاشعاع الشمسي يوم 19	الاشعاع الشمسي يوم 20	الاشعاع الشمسي يوم21
8:30	411	381	312	419	449	0,00
9:00	420	409	428	433	460	0,00
9:30	425	460	502	470	488	423
10:00	511	522	555	494	549	482
10:30	596	576	599	537	560	520
11:00	620	611	629	556	599	609
11:30	633	628	647	578	600	638
12:00	640	644	656	589	717	653
12:30	699	647	658	593	813	654
13:00	628	640	655	594	816	657
13:30	619	617	654	602	750	641
14:00	600	599	631	585	730	623
14:30	683	586	611	565	614	587



الشكل (3-21) :تغيرات الإشعاع الشمسي يوم 15 ,17, 18 ,19 ، 20 ،21 بدلالة الزمن

مناقشة النتائج:

من الشكل (3-20) نلاحظ زيادة مستمرة في الإشعاع الشمسي في كل أيام من 8:30 إلى وصوله إلى قيمة أعظمية على الساعة 12:30 ثم يتناقص ابتداءا من الفترة الظهيرة .

الجدول (3-9) : قيم إختبارات الأداء الطباخة في حالة زجاج واحدة وزجاجتين لكل يوم

الأيام	15	17	18	19	20
F_1 زجاجة واحدة	0.101	0.097	0.114	0.1073	0.0659
F_1 زجاجتين	0.128	0.138	0.135	0.1079	0.0785
F_2 زجاجة واحدة	/	/	/	0.235	0.0358
F_2 زجاجتين	/	/	/	0.246	0.0359

خاتمة:

في هذا الفصل قمنا بإنجاز طباخ شمسي بسيط دامت فترة إنجازه 4أسابيع مع تسجيل كل قياسات المتعلقة لمعرفة أداء ومردود الجهازذوالغطائين من الزجاج مقارنة مع جهاز بزجاج واحد من بين هذه القياسات شدة الإشعاع الواصل إلى الطباخ لإنتقال الحراري إلى داخل الصندوق الطهي

وكذالك درجة حرارة الصفيحة وزجاج في حالة زجاج واحد وزجاج مزدوج وكذلك تأثير العوامل المناخية على فعالية الجهاز.

الخاتمة العامة

الخاتمة :

تلعب الطاقة دور مهم وأساسي في تمكين الدول من التقدم والرقي ، كما تساهم في رفاهية الإنسان ،ومع التطور الصناعي الذي يشهده العالم زاد الطلب على مصادرها المختلفة وخصوصا التقليدية منها ،مما أدى إلى إستنزاف بعض منها ، إضافة الى الآثار السلبية التي نتجت عن إستخداماتها، كالتلوث البيئي ، الاحتباس الحراري ، والتصحر ، ومن هذا المنطلق فقد تم البحث عن مصادر بديلة للطاقة ، ولعل أهم المجالات التي تطرق إليها العلماء في العقود الأخيرة هي مصادر الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح ، وطاقة حرارة جوف الأرض ،والطاقة النووية ، والطاقة الشمسية .....وغيرها .

نظرا لأن الطاقة الشمسية وبفضل من الله دائمة ولا تنفذ ، ويمكن تحويلها إلى أنواع أخرى

من الطاقة كالحرارية والكهربائية، و يمكن نقلها وتخزينها، فقد تركزت الأبحاث والتجارب على تطوير وسائل الإستفادة منها ،وإيجاد الحلول العلمية الممكنة لأهم العوائق التي تواجه إستخدامها لتغطية حاجة الإنسان، وللحد من إستنزاف مصادر الطاقة التقليدية، ومع أن تلك الأبحاث قطعت أشواطا كبيرة، إلا أنها لم ترقى إلى مستوى منافسة مصادر الطاقة الأخرى، فكفاءتها متواضعة، وتكلفتها عالية، خصوصا في مجال توليد الطاقة الكهربائية، ومع ذلك فإن هناك أمل بأن المستقبل، سيكون للطاقة الشمسية .

من بين العوامل التي أدت إلى إختلال التوازن البيئي كالتلوث الصناعي وإستخدام الخشب كمصدر للطاقة في الطهي والتدفئة مما أدى إلى انقراض بعض الغابات حول العالم ونتيجة لذلك قام العلماء بالبحث عن مصادر أخرى لتغطية الإستهلاك العالمي .

الطهي الشمسي يعتبر من بين التطبيقات الممكنة كبديل لتلبية حاجيات الإنسان المختلفة دون المساس بالنظام البيئي، وذلك لقلة تكاليفها ووفرتها وسهولة الحصول عليها، ويعد هذا الإستخدام من أبسط إستخدامات الطاقة الشمسية خاصة في المجتمعات التي تتوفر فيها هذه الطاقة. الطهي الشمسي يعتبر حلا مثاليا بدل استخدم الخشب الذي يلحق أضرار بالبيئة، الخشب يمثل على مستوى العالمي أحد أهم أربعة مصادر للطاقة بعد البترول والفحم والغاز الطبيعي خاصة في الدول النامية ،لذلك قطع الغابات مشكلة بيئية لا يستهان بها. نظرا للإيجابيات التي يتمتع بها الطهي الشمسي أصبح حلا لكثير من المشاكل يعاني منها العالم منها،الحد من إنبعاث غازات الإحتباس الحراري التي تأثر على الغلاف الجوي ،كما يتميز الطهي الشمسي بالحفاظ على قيمة الغذائية من فيتامينات وألياف وبروتينات للغذاء ،وذلك لأن الطبخ يتم تحت نار هادئة. من مزاياه أيضا ربح الوقت والجهد فيمكن القيام بأعمال آخرى ليس من الضروري مراقبة الموقد ،بالإضافة إلى أن الطهي الشمسي يقلل فاتورة الطاقة ولا يتطلب إمكانيات عالية لتصنيعه .

إلى جانب كل هذه المميزات التي يتميز بها الطبخ بالطاقة الشمسية ، ويكمن المشكل الوحيد في تخزين الطاقة خلال الفترة الليلية ، وأيام الغائمة فهذا الموضوع من المواضيع التي تتطلب بحث علمي .

في هذا السياق وضمن إطار العمل .قمنا بإجراء دراسة تجريبية لتأثير ازدواجية اللوح الزجاجي على أداء الطباخة الشمسية بمنطقة ورقلة .

- تصميم وإنجاز طباخ شمسي .

- حساب الكفاءة الحرارية بواسطة اختبارات الأداء .

- إزدواجية اللوح الزجاجي على الطباخة للإستفادة من الطاقة الحرارية .

وتوصلنا في هذا العمل :

- مردود الطباخ الشمسي البسيط في حالة زجاجتين أحسن من زجاجة واحدة .

- اختبارات الركود F_1 والتسخين المحسوس F_2 في حالة زجاجتين أكبر من زجاجة واحدة .

- يجب تطبيق الطبخ الشمسي في ظروف مناخية مناسبة .

- كلما زادت شدة الإشعاع الشمسي زادت سرعة الطهي الطعام .

- العوامل المناخية كالرياح،الأمطار ،رطوبة ...تعمل على صعوبة استقبال الطباخ للإشعاع الشمسي مما تسمح بإيصال الإشعاع المنتشر أكثر من المباشر .

- يجب مراعاة زاوية سقوط الأشعة ومن أحسن تكون عمودية على الجهاز للحصول على مردود جيد للجهاز .

- عملية الطهي بدون حمولة أسرع من طهي بالحمولة وهذا لعدم وجود انتقال حراري بالحمل بين الماء والإناء مما يبطئ من مدة الطهي وينصح باستعماله في المناسبات ، الأعراس،الحفلات...إلخ.

قائمة المراجع

مراجع بالعربية:

[1] :منتدى التعليم نت

wikipedia .org

أخذت يوم 2021/03/07

[10]: ضحى حمادة ،العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي،قسم المرسال العلمي .

http://www.almrsal.com

أخذت يوم 2021/03/15

[11]: صالح عبد الرحمن العذل ، الطاقة الشمسية الجزء الأول ، مجلة علمية علوم والتقنية العدد الرابع والثلاثون سبتمبر 1995.

[12]: أ.م.د.اسعد رحمان سعيد الحلفي، هندسة الأغذ ية بالطاقة الشمسية ، قسم علوم الأغذ ية كلية الزراعة جامعة البصرة 2010.

[13] :مجلة رؤى، أفران الشمسية من أبسط الخامات،

" rouaa.com"

اخذت يوم 2021/03/15 .

[14] :عبد الكريم الفهدي ،الطباخ الشمسي ،2015/6/7.

[16] : م البيلى، الطاقة الشمسية وإستخداماتها،مكتبة النور،03 ديسمبر 2009 .

[17]: وكاع فرمان ، الطاقة الشمسية دعوة لإستغلالها قبل فوات الأوان ،مجلة فيلاديفيا الثقافية ،جامعة الأردن ، ص 59.

[18]: بوعشة سهام ، جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية (دراسة حالة الجزائر)، رسالة دكتوراه جامعة محمد خيضر بسكرة 2019/2018.

[19]: شركة شل، مشروع شل الطاقة الشمسية في المدارس،عمان 2015 ،موقع http :// WWW . Shell.Com أخذ يوم 05 / 03 / 2021 .

[20]: د.عبد العزيز الطريح ، الجغرافيا المناخية والنباتية، دارالمعرفة الجامعية مكتبة اسكندرية ،جامعة الإمام محمد بن سعود المملكة العربية السعودية 2000.

[22]: سي جوليان تشن ،ترجمة مصطفى محمد فؤاد، فيزياء الطاقة الشمسية ،مؤسسة الهنداوي 2017.1.26، صدرفي 2020.

[23]: م .محمد بن يسلع محفوظ ،مجلة العلوم والتقنية الطاقة الشمسية (الجزء الأول)، العدد الرابع والثلاثون,سبتمبر 1995.

[24]: م . محمد أحمد سيد خليل، استخدام المنزلي للطاقة الشمسية ، المكتبة الأكاديمية شركة مساهمة مصرية 2009.

[30]: د. بالحاج محمد مصطفى ، "دراسة وتحسين أداء مقطر شمسي مقترن (إحتباس حراري – فيلم شعيري) بمنطقة ورقلة "،أطروحة دكتوراه ,جامعة ورقلة ،كلية الرياضيات وعلوم المادة ،قسم الفيزياء 2015.

[32]: سوداني محمد البار ،"تحقيق عملي لمركز شمسي أسطواني مكافئء ذي غطاء زجاجي "،رسالة مقدمة لنيل درجة دكتوراه في العلوم جامعة ورقلة 2018.

[33]: د. سعود يوسف عياش ،تكنولوجيا الطاقة البديلة ،عالم المعرفة ،الكويت فبراير 1981،صدرت في يناير 1978 .

[34]: د.حسين علي عبد حسين ،تقييم كفاءة الطاقة المكتسبة بدلالة (حركة وثبات) واجهة الخلايا الشمسية وفقا للزوايا المحددة لموقع قرص الشمس في مدينة الديوانية (دراسة في المناخ التطبيقي)، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية العدد 2020:1،جامعة القادسية.

[39]: د.مصطفى أحمد محمد مجيد,العلاقة المتداخلة بين الإشعاع الشمسي والغيوم في مدينة الموصل32،رسالة ماجستيرالفيزياء ،جامعة موصل كلية التربية ، 2008.

[45]: د.أسامة محمد المرضي سليمان، "إنتقال حرارة وكتلة "،كلية الهندسة والتقنية جامعة وادي النيل عطبرة – السودان، سبتمبر 2018 .

مراجع بالأجنبية :

[2]: C. Alan Nichols P.E, C.E.M "THE TRACKING SOLAR Cooker" Tucson ، Arizona . All rights reserved 1987.

[3] https:⁄⁄www. solarcooker-at-cantinawest.com⁄solar cooking-history .html .

[4]: Beth halacy and dan halacy, cooking with the sun, 1992.

[5]: YETTOU Fatiha," Conception et realization d´un systĕme de caisson solaire destine au site sanarien" ،Thèse de Doctorat en Sciences Université HADJ LAKHDAR Batna 2014⁄2015 .

[6]: saman than hi muynh, salar cooking in Namibia, lumd university, November 2014.

[7]: Mullick SC ، Kandpal TC ،Sexena AK ، Thermal test procedure For box type Solar cooker ›› Solar Energy ، vol .39،n⁰% 14 ، pp .353-360 ،1987 .

[8]: Document ، BIS Indian Standards IS 13429 : Solar Cooker-box type First revision Manak Bhawan ، New Delhi : Bureau of Indian standards (BIS)، 2000

[9]: HARMIM A ، etal Design and experimental testing of an innovative building -integrated box type solar cooker ، solar Energy ، 2013 ، 98 :422-433.

[15]: Foster ،R. Ghassemi . M. Cota ، A."SOLAR ENERGY " Energy and the Environment .Boca Raton :CRC Press ، 2010.

[21]: KHALIFA Abdelkrim، Contribution á la conception et modélisation d'un capteur solaire hybride photovoltaïque thermique pvt، DOCTEUR EN PHYSIQUE DE L'UNIVERSITE HADJ LAKHDAR DE BATNA-1-22/01/2017.

[25]: Muhammad Iqbal ،"An Introduction To Solar Radiation" ، Academic press Canada، (1983) .

[26] : Muneer T، "Solar radiation and daylight models " 2nd edition ، Elsevier. Ltd ،2004

[27]: K. Abderrahim ، "Etude et Réalisation d 'un Tracer Solaire autopiloté Command via une carte Arduino ، Mémoire master académique " ،2018.

[28]: BESSEMOULINE ،pierre et OLIVIÉRI ،Jean. Le rayonnement Solaire et compostant ultraviolette. La météorologie ، 2000.

[29]: BOUGUETAIA Nadia،" Contribution á l 'Etude et a la Simulation d'un Concentrateur-Cylindro-Parabolique "Magister en physique،UINVERSITE CONSTATINE 1،Spécialité Energies Renouvelables، 2013 .

[31]: BENAMRANE KARIMA،"UTILISATION DESCAPTEURS SOLAIRES SOUS VIDE POURLE FONCTIONNEMENT DU

SYSTEME DE CLIMATISATION(Région de OUARGLA) "، Magister En Physique، UNIVERSITE DE OUARGLA ،17/06/2004.

[35] : Alain Ricaud ، "Gisement Solaire et transferts énergétiques"، Rapport Energies Renouvelables ،Université de CERG21Y -PONTOISE، Jan -2011.

[36]: DUFFIE ، John A .William A. Beckman، "Solar Engineering of Thermal Processes "،edited by John Wiley & Sons 2013 .

[37]: R . Karfoul ، "The calculation of the hourly direct solar radiation incident on titled ، horizontal and vertical surfaces in Lattakia city " ، PP .21-35.

[38]: Sukhatame S.P ، "Solar energy " ، 2nd edition ،Tata McGraw Hill Publishing Company Limited ، Tenth reprint، (2004) .

[40]: Vires ،G ، "Eléments de climatologie "، Paris، Presses des Imp.،. Du Vall d 'Osne ، 1971.

[41]: Lucien WALD ، "La nouvelle méthode Héliostat- 4Pour l 'évaluation du rayonnement Solaire au Sol " ، THÉSE Pour obtenir le grade de docteur délivré ، Spécialité "Energétique et procédés"، Paris،29 octobre ،2013.

[42]: BOURAS ABDELKARIM ،"CONTRIBUTION AL 'ETUDE DES TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MASSE AU SEIN D 'UN ESPACE ANNULAIR ELLIPTIQUE D 'AXE HORIZONTAL " ، Obtenir le diplôme de Doctorat en Sciences en Physique ، Physique Energétique ،2013.

[43] :Vincent Daniel ENS ، " cours Sur le rayonnement thermique I' "effet de serre et le bilan radiatif de La Terre " ، Lyon 21/10/2003 .

[44]: M. Mustapha Bordjane "Cours Modes de Transfert thermique "،FACULTE DE GENIE MECANIQUE، Université des Science et de la Technologie d 'Oran «Mohamed Boudiaf» ، 2017

الملاحق

ملحق 01

التوقيت	الرطوبه	سرعه رياح
9:30	15,48	1,30
10:00	14,80	0,00
10:30	14,70	1,36
11:00	14,60	0,51
11:30	14,50	2,15
12:00	13,20	0,00
12:30	12,50	0,00
13:00	12,30	0,11
13:30	12,10	0,00
14:00	11,40	0,21
14:30	11,20	0,00

(الجدول م 1): تغيرات سرعة الرياح والرطوبة بدلالة الزمن يوم 2021/04/21

الملخص

طهي بالطاقة الشمسية هو إحدى التطبيقات الممكنة والمتاحة،هذا التطبيق هو الحل الحقيقي للحد من إزالة الغابات وإساءة استخدام الوقود الأحفوري ،يساهم الطبخ الشمسي أن يوفر كميات كافية من الخشب خاصة في المناطق الصحراوية من أجل الإحتفاظ على نظام بيئي خالي من الملوثات وانبعاث الغازات الدفيئة .

تم تطبيق هذا العمل لدراسة تأثير إزدواجية اللوح الزجاجي على أداء طباخة شمسية بمنطقة ورقلة ،حيث تم تصميم وإنجاز طباخ على شكل علبة كرتون بمواد ووسائل بسيطة وسهلة ،أجرينا القياسات اللازمة بإستعمال الأجهزة واختبارات الركود F1 والتسخين الحراري F_2 وتحصلنا على قيم F_1 و F_2 في حالة زجاجتين أحسن من زجاجة واحدة ،حيث سجلنا أعلى قيمة لدرجة حرارة البيضة $T=98.6\ c^\circ$مما يجدر بنا استخدام طباخ شمسي ذو الغطائين من الزجاج لإنتاج مردود حراري جيد للطهي .

الكلمات الدالة: الإشعاع الشمسي، الطبخ الشمسي ،صندوق الطهي، إختبار الركودF_1 ،إختبار التسخين المحسوس F_2 .

Summary:

Solar cooking is one of the possible and available applications .this application is the real solution to reduce deforestation and the misuse of fossil fuels .Solar cooking contributes to Providing sufficient quantities of wood ،especially in desert areas ،in order to maintain an ecosystem free of pollutants and greenhouse gas emissions.

This work was applied to study the effect of the glass panel on the performance of the solar the cooker in the region of Ouargla ،where a cooker in the form of a carton box was designed and achieved with simple and easy materials and methods .we made the necessary measurement using the devices and tests of stagnation F1 and thermal smoking F2 and we obtained the values of F1 and F2 in the case of two bottles is better than one bottle

Where we recorder the highest value of the highest value of the egg temperature T=98.6،it is worth using a solar cooker with two glass lids to produce a good heart return for cooking.

Keywords :solar radiation ،solar cooking ،cooking box ،slack test F1 ،heating test F2.

Résumé:

La cuisson solaire fait partie des application .cette application est la vrai solution pour réduire la déforestation et le mauvais usage des énergies fossile.la cuisson solaire contribue à fournir des quantités suffisantes de bois ،notamment dans les zones désertiques ،afin de maintenir un écosystème exempt de polluant et émissions de gaz à effet de serre.

Ce travail a été appliqué pour étudier pour étudier l'effet de la dualité du panneau de verre sur les performances du cuiseur solaire dans la région de Ouargla, ou un cuiseur en forme de boite en carton a été conçu et réalisé avec des matériaux et des méthodes simples et faciles .Nous avons effectué les mesures nécessaires à l'aide d'équipements et de tests de stagnation F1 pour la convection F2 et nous avons obtenu les valent mieux qu'une bouteille où nous avons enregistré la valeur la plus élevée de la température de la température de l'ouf T=98.6C°،il vaut la peine d'utiliser un cuiseur solaire avec deux couvercles en verre pour production un bon retour de chaleur pour la cuisson.

Mots –clés: rayonnement solaire ،cuisson solaire، de la boite de cuisson، Test de mou de F1،Test de chauffe F2