

رقم الترتيب :

رقم التسلسلي:



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة

الماستر

تخصص : فيزياء طاقوية وطاقات متجددة

من اعداد : قمولي عبد المحسن راشدي محمد السايح

الموضوع :

دراسة أنواع اللواقط الشمسية المستعملة في تجفيف
المحاصيل الزراعية

يوم : 2018 /06/04

لجنة المناقشة المتكونة من :

بابا حني أم الخير أستاذة محاضر أ جامعة ورقلة رئيسا

بشكي جمال أستاذ محاضر أ جامعة ورقلة ممتحنا

بوغالي سليمان أستاذ محاضر أ جامعة ورقلة مؤطرا

شكر و عرفان

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد المبعوث رحمة للعالمين ومنار هداية
ودليل رشاد للناس أجمعين.

الشكر والفضل لله الذي أعاننا ووفقنا إلى إتمام هذه المذكرة ، ثم إلى الوالدين الكريمين وكل أفراد
عائلتي .

كما نتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ المشرف على هذه المذكرة " بوغالي سليمان " على كل المساعدات
والنصائح القيمة لنا .

ونخص كذلك شكرنا و عرفاننا للأستاذة الكرام الذين قبلوا مناقشة مذكرتنا وهم :

- الأستاذة بابا حني أم الخير من جامعة ورقلة (رئيس لجنة المناقشة).
- الأستاذ بشكي جمال من جامعة ورقلة (ممتحنا).

كما نشكر كل من كان له يد مساعدة من قريب أو بعيد في إنجاز هذا العمل.

فهرس الأشكال

الصفحة		رقم الشكل
الفصل الأول		
03	.....مجالات استخدام الطاقة الشمسية	(1.I)
05	.....تغيرات الإشعاع الشمسي داخل الغلاف الجوي	(2.I)
06	.....كيفية توجيه اللاقط الشمسي	(3.I)
07	.....خريطة الإشعاع الإجمالي الشمسي اليومي لشهر جويلية	(4.I)
الفصل الثاني		
10	.....أجزاء اللاقط الشمسي	(1 .II)
الفصل الثالث		
15	.....اللاقط A الهواء يمر من تحت الماص الحراري	(1.III)
15	.....اللاقط B الهواء يدخل من فوق الماص الحراري ويخرج عبر ثقب مستطيل الشكل ...	(2.III)
16	.....اللاقط C الهواء يمر فوق الماص الحراري	(3.III)
16	.....منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة للهواء المجفف بالنسبة للزمن في حالة الحمل الطبيعي عند مخرج اللاقط	(4.III)
17	.....منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة بالنسبة للزمن في حالة الحمل القسري	(5.III)
18	.....صورة توضيحية لمكونات اللواقط المستعملة	(6.III)
18	.....شكل مدخل ومخرج الهواء للواقط المستعملة	(7.III)
23	.....مكونات اللاقط الشمسي المسطح المستعمل	(8.III)
28	.....منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة للهواء عند مخرج اللاقط بدلالة تدفق الإشعاع الحراري	(9.III)
30	.....يوضح مكونات اللاقط الشمسي المستعمل في تجربة(K. Aoues 1 et al (2008)	(10.III)
31	.....مكونات اللاقط الشمسي المستعمل في تجربة (K. Aoues 2 et al (2009)	(11.III)
33	.....حركة الهواء في الحواجز الطولية	(12.III)
33	.....صورة لحركة الهواء في الحواجز العرضية	(13.III)
33	.....حركة الهواء في الحواجز العرضية	(14.III)

الفصل الرابع

- 38 أجزاء المجفف الشمسي المستعمل قبل إجراء التحسين الشكل (1.IV)
- 41 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 21 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (2.IV)
- 42 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 22 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (3.IV)
- 42 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 26 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (4.IV)
- 43 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 27 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (5.IV)
- 43 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 28 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (6.IV)
- 44 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 29 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (7.IV)
- 46 رسم تخطيطي طريقة تركيب الحواجز المستعملة (8.IV)
- 47 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 10 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (9.IV)
- 47 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 11 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (10.IV)
- 48 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 12 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (11.IV)
- 48 منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 13 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج (12.IV)

- 49 (13.IV) منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 16 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج
- 49 (14.IV) منحى يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 17 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج.....
- 50 (15.IV) رسم بياني يوضح فرق درجة حرارة اللاقط قبل وبعد التحسين بالنسبة للإشعاع الشمسي بدلالة سرعة الهواء.....

فهرس الجداول

رقم الجدول	الصفحة
الفصل الأول	
(1.I)	03 طاقة الإضاءة لمختلف أطيف الإشعاع الشمسي خارج المجال الجوي.....
(2 .I)	05 عاكسيه بعض المواد.....
(3.I)	07 الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الوطن ..
الفصل الثاني	
(1.II)	09 تأثير لون الجسم على معامل امتصاصه.....
الفصل الثالث	
(1.III)	19 النماذج المستعملة في التجربة.....
(2.III)	21 الملاحظات المسجلة بعد استعمال العوائق.....
(3.III)	22 نسب المرود المسجل.....
(3.III)	25 النماذج المستعملة في تجربة (2004) A. Abene 2 et al.....
(4.III)	26 خصائص النماذج المستعملة في تجربة (2004) .A. Abene 2 et al.....
(5.III)	26 النتائج المتحصل عليها في تجربة (2004) A. Abene 2 et al.....
(6.III)	27 النماذج المستعملة في تجربة (2005) Ahmed KHOUYA et al.....
(7.III)	29 النماذج المستعملة في تجربة (2006) Irfan KURTBAS and Emr TURGUT.....
(8.III)	30 النماذج المستعملة في تجربة (2008) K. Aoues 1 et al.....
(9.III)	32 النتائج المتحصل في تجربة (2009) K. Aoues 2 et al.....
(10.III)	35 مقارنة بين نماذج بعض الباحثين خلال السنوات الماضية.....
الفصل الرابع	
(1.IV)	45 تغير فرق درجة حرارة اللاقط بالنسبة وحدة الإشعاع الشمسي وقت الذروة بدلالة سرعة هواء المروحة في حالة اللاقط الشمسي المسطح بدون عوائق.....
(2.IV)	50 تغير فرق درجة حرارة اللاقط بالنسبة وحدة الإشعاع الشمسي وقت الذروة.....
(3.IV)	51 يوضح مقارنة فرق الحرارة بين دراسات سابقة الدراسة التجريبية.....
(4.IV)	52 تغير نسبة الزيادة الحرارية اليومية للاقط المزود بالعوائق مقارنة باللاقط بدون عوائق بدلالة سرعة هواء المروحة.....

فهرس العناوین

I	..... شكر و عرفان
II	..... فهرس الأشكال
V	..... فهرس الجداول
VI	..... فهرس العناوین
IX	..... الملخص
X	..... Résumé
XI	..... المقدمة

الفصل الأول : الطاقة الشمسية كحل بديل لمشاكل الطاقة

01	..... الطاقات المتجددة	1.I
01	..... المقدمة	1.1.I
01	..... أنواع الطاقات المتجددة	2.1.I
02	..... الطاقة الشمسية	2.I
02	..... مصدرها	1.2.I
02	..... مميزات الطاقة الشمسية	2.2.I
02	..... تحويل الطاقة الشمسية	3.2.I
03	..... الأشعة الشمسية	3.I
03	..... مجالات الإشعاع الشمسي	1.3.I
04	..... تأثير العوامل الجوية وموقع المجمع على الإشعاع الشمسي	2.3.I
05	..... تغيرات الإشعاع الشمسي داخل الغلاف الجوي	3.3.I
06	..... الاعتبارات الفنية لوضع اللاقط الشمسي	4.I
06	..... الطريقة المثلى لتوجيه اللاقط	1.4.I
07	..... الطاقة الشمسية في الجزائر	5.I

الفصل الثاني آلية عملية التجفيف واللاقط الشمسي

08.....	التجفيف	1.II
08.....	تعريف التجفيف	1.1.II
08.....	الظواهر الفيزيائية التي تحدث خلال عملية التجفيف	2.1.II
08.....	أساليب التجفيف	3.1.II
09	اللاقط الشمسي المسطح	2.II
09.....	تعريف اللاقط الشمسي المسطح	1.2.II
09	مكونات اللاقط الشمسي المسطح	2.2.II
10.....	الظواهر الفيزيائية التي تحدث داخل اللاقط	3.II
14.....	مردود اللاقط	4.II

الفصل الثالث : دراسة مرجعية لأنواع اللواقط الشمسية

15.....	مقدمة	1.III
15.....	دراسة F. Mokhtari et D. Semmar (2001)	2 . III
17	دراسة A. ABENE 1 et al (2003)	3.III
23.....	دراسة A. Abene 2 et al (2004)	4.III
27.....	دراسة Ahmed KHOUYA et al(2005)	5.III
28	دراسة Irfan KURTBAS and Emr TURGUT(2006)	6.III
30.....	دراسة K. Aoues 1 et al (2008)	7.III
31.....	دراسة K. Aoues 2 et al (2009)	8.III
33	دراسة R. Ben Slama (2009)	9.III
34	المردود	10.III
36.....	الفائدة من استعمال الحواجز	11.III
36.....	النموذج المقترح	12.II

الفصل الرابع : تحسين أداء اللاقط الشمسي (دراسة تجريبية)

37.....	مقدمة	1.IV
37.....	وصف منطقة التجربة	2.IV
38.....	وصف المجفف الشمسي المستعمل	3.IV
39.....	المقادير المقاسة خلال التجربة	4.IV
40.....	الأجهزة المستعملة في اخذ القياسات	5.IV
41	التجربة	6.IV
41.....	المرحلة الأولى (قبل إجراء التحسين)	A.6.IV
44.....	العوامل المؤثرة في درجة الحرارة الناتجة من اللاقط الشمسي المسطح	1.A.6.IV
46.....	المرحلة الثانية (بعد إجراء التحسين)	B.6.IV
50.....	النتائج المسجلة في المرحلة الثانية (لاقط مزود بعوائق)	2.B.6.IV
50.....	مقارنة بين فرق حرارة اللاقط قبل وبعد التحسين وقت الذروة	C.6.IV
51.....	مقارنة الدراسة التجريبية بالدراسات المرجعية السابقة	7.IV
52	نسبة الزيادة الحرارية اليومية للاقط المزود بالعوائق مقارنة باللاقط بدون عوائق	8.IV
53.....	تأثير العوامل الجوية (الغيوم)	9.IV
53.....	مواصفات المقاومة الكهربائية	10.IV
53.....	نسبة الطاقات المستهلكة خلال عملية التجفيف	11.IV
54.....	الخلاصة	12.IV
55.....	خلاصة عامة	
56.....	المراجع	

المخلص

تهدف دراسة أنماط اللواقط الشمسية المستعملة في تجفيف المحاصيل الزراعية للحصول على الطاقة الحرارية اللازمة لعملية التجفيف الجيدة من حيث النوعية والجودة وكذا كلفة اقل من التجفيف الصناعي الذي يعتمد على الطاقة التقليدية ، وذلك لاعتماد اللواقط الشمسية البسيطة التركيب التي تعتمد على الإشعاع الشمسي الذي تزره به الجرائر وخاصة في المناطق الصحراوية ، وللمساهمة في تحسين المعدل اليومي الحراري لللاقط الشمسي المسطح ، قمنا بالمقارنة بين دراسات مرجعية حول إجراء تحسين على مستوى الصفيحة الماصة وتطبيقها على دراسة تجريبية والذي يتمثل في نموذج مقترح يتميز بإضافة عوائق معدنية لها نفس الخصائص على مستوى الصفيحة الماصة، وهذه العوائق مطلية باللون الأسود وبارتفاع مساوي لمسلك تدفق الهواء بين الصفيحة الماصة والزجاج ، فالهواء يجتاز في المناطق الخالية من العوائق التي تقدر ب 25% من العرض الكلي لللاقط الذي يساوي 0.86 m ، والمسافة الفاصلة بين كل عائقين تقدر ب 0.20 m .

وعند إضافة هذه العوائق تحصلنا على زيادة في الحرارية الناتجة وصلت إلى % 200 بالمقارنة بالطاقة الحرارية المتحصل عليها بواسطة اللواقط قبل إضافة العوائق ، وفي اللاقط الشمسي الهجين المحسن وصلت نسبة الاعتماد على الطاقة الشمسية إلى % (87-95) ، أما بالنسبة للطاقة الكهربائية وصلت نسبة الاعتماد عليها ب % (5-13) فقط .

فيما كان الاعتماد على الطاقة الشمسية بنسبة % 47 ونسبة % 53 للطاقة الشمسية قبل إجراء التحسين على اللاقط الشمسي المسطح .

الكلمات الدالة : التجفيف ، الطاقة الشمسية ، اللاقط الشمسي ، العوائق .

Résumé :

Cette étude a pour but d'étudier les différents modèles de capteurs solaire du séchage des produits agricoles pour avoir l'énergie thermique nécessaire en terme de qualité aussi bien moins coût du séchage industriel, qui compte sur l'énergie traditionnelle. L'adoption des capteurs solaires simples en installation, où l'Algérie l'abonde particulièrement au Sahara. A fin de contribuer à l'amélioration du taux du jour thermique du capteur solaire plat. Nous avons fais une étude comparative entre des études de références en amélioration au niveau de la plaque absorbante. Et, en la pratiquant sur une étude expérimentale, en proposant un modèle qui se caractérise par des barrières en métal, ils ont les mêmes propriétés au niveau de la plaque absorbante. Ces barrières sont peintes en noir avec des altitudes équivalent à la conduite de l'écoulement d'air entre la plaque absorbante et le verre. L'air passe dans les zones sans obstacles qui sont évalués de 25 % de la provision totale du capteur (mo.86) et l'intervalle entre deux barrières estimé (mo.20).Lorsque, en ajoutant ces barrières on obtient une augmentation de l'énergie thermique atteint (200%), comparant à l'énergie thermique obtenue par le capteur, avant d'ajouter les barrières, et dont le capteur solaire hybride amélioré atteint l'adoption de l'énergie solaire à (87 -95%) quant à l'énergie électrique (5-13%) seulement. La dépendance de l'énergie solaire atteint (47 % et 53%) de l'énergie solaire avant l'amélioration du capteur solaire plat.

Mots clés :

Le séchage, l'énergie solaire, capteur solaire, les barrières.



إن تأزم الوضع الطاقوي بسبب إزدياد استهلاك الطاقة وانخفاض احتياطي الدول من الطاقات التقليدية (الفحم ، النفط) وارتفاع أسعار النفط خاصة بعد عام 1973 والتلوث الناجم عن استعمال الطاقات التقليدية ، كل هذا أدى إلى البحث عن الطاقات البديلة .

والدلائل العلمية والفنية تشير إلى أن إيجاد حل جذري لمشاكل الطاقة (التلوث، الاستهلاك المفرط للطاقة ، التكلفة ...) في المستقبل يمر عبر تطوير وسائل إنتاج طاقة الاندماج النووي والطاقة الشمسية ، فإذا كانت أبحاث النوع الأول من الطاقة لا تزال في مرحلة أولية ، فإن موضوع استعمال الطاقة الشمسية قد طرح بصورة علمية وفعلية حتى أن عددا كبيرا من مؤسسات الطاقة النووية و الشركات النفطية قد خصصت له قسما واسعا من برامج بحوثها و يوحى الازدياد المستمر لحجم أعمال المؤسسات المهمة بمواضيع الطاقة الشمسية بان العالم دخل عصر الصناعات الشمسية .

ويبرز دور الطاقة الشمسية في موضوع هذا البحث ، وهو تجفيف المنتجات الزراعية باستخدام تقنية الطاقة الشمسية ، حيث أنه منذ القدم كانت تعتبر الطاقة الشمسية المباشرة هي المصدر الحراري الوحيد لتجفيف مختلف المنتجات الزراعية ، واليوم تطورت تقنيات استخدام الطاقة الشمسية في عملية التجفيف ، وبما أن بلدنا هو بلد زراعي فإن تصنيع المنتجات الزراعية له الدور الأساسي في دعم القطاع الإنتاجي الزراعي ، والذي يعتبر التجفيف المرحلة الأساسية والهامة في تحديد جودة المنتج الزراعي المصنع .

ومع بداية التطور الصناعي بدأ استعمال المجففات الصناعية غير أنها مكلفة للغاية، لاعتمادها في تسخين الهواء على الطاقات (كهرباء، غاز...) ذات المصدر البترولي ، الذي يعتبر من أهم العوامل في تلويث البيئة ، وطرق التجفيف الشمسية التقليدية تؤدي إلى إنتاج منتجات ذات نوعية منخفضة ، ومن هنا بدأ التفكير في تصميم مجفف يتميز بمواصفات المجففات الصناعية إلا انه يعتمد في تسخين الهواء على الطاقة الشمسية ، التي تزخر بها الجزائر حيث يصل معدل ساعات الإشعاع السنوي في المناطق الصحراوية التي تشكل 86 % من المساحة الكلية للوطن إلى 3500 ساعة في السنة ، وهذا ما يجعلها مصدر طاقي لا يستهان به .

لكن من مشاكل المجففات الشمسية التي تؤثر على زمن التجفيف التغير الحراري مقارنة بالمجففات الصناعية التي نستطيع التحكم في درجة تجفيف مستقرة (ثابتة) ، حيث أن الحرارة تزداد تدريجيا حتى تبلغ الذروة القصوى عند منتصف النهار ثم تنخفض بعد ذلك. وهذا ما اضطرنا لزيادة مصدر آخر للطاقة (طاقة تقليدية) للحفاظ على الاستقرار الحراري، وهكذا ظهر لنا مجفف هجين يعمل على مصدرين طاقيين متجدد(مصدر رئيسي) و تقليدي (مصدر ثانوي).

الفصل الأول : الطاقة الشمسية كحل بديل لمشاكل الطاقة

1.I - الطاقات المتجددة :

1.1.I - المقدمة :

لقد أدى استنزاف الموارد الطبيعية مثل الطاقات الأحفورية و بعض المعادن خلال القرن العشرين إلى وضع مأساوي جعل المنظمات العالمية والدول تطلق صيحة فزع تمثلت في تنظيم قمة الأرض جويلية 1992 بـريو دي جانيرو بالبرازيل ، وهي القمة التي تم التأكيد فيها على حق الأجيال القادمة في الموارد الطبيعية مثل الطاقة ، وحقها في بيئة سليمة.

2.1.I - أنواع الطاقات المتجددة :

يمكن تصنيف الطاقة حسب مصدرها كالتالي:

- **الطاقة الشمسية :** و تعتبر الشمس المصدر الأساسي لهاته الطاقة ، وذلك من خلال استقبال الأشعة الشمسية بواسطة لواقط ، ليتم استعمالها لعدة أغراض إما لإنتاج الكهرباء وإما لتسخين المياه أو التجفيف
- **طاقة الرياح :** تعتمد على توليد الحركة الميكانيكية نتيجة تحريك الرياح (لريش) التوربينات، وتستعمل لإنتاج الكهرباء .
- **طاقة الكتلة الحيوية :** تشمل الحصول على طاقة من حرق مخلفات الورق ، و بعض مخلفات الهضم العضوية وكذلك الحصول على الكحول أو البيوغاز من تخمير الحبوب والمواد النشوية .
- **الطاقة المائية :** خاصة في السدود ، الأنهار والوديان، ويتم ذلك بوضع توربينات لإنتاج الكهرباء، وتتوقف الطاقة المولدة على الارتفاع الموجودة بالأنهار أو بارتفاع السد المقام عليه.
- **طاقة حرارة باطن الأرض :** هي الحرارة المخزونة بين الصخور نتيجة الانتقال الحراري الطبيعي في المناطق البركانية والمناطق الغنية بأحواض الصخور البركانية ، وأخيرا مناطق الجرانيت.

2.I - الطاقة الشمسية :

1.2.I - مصدرها :

الطاقة الشمسية هي ناتج التفاعلات النووية التي تحدث في الشمس ، وتصل طاقتها الحرارية إلى الأرض على شكل طاقة إشعاعية مكونة من الأشعة فوق البنفسجية " التي يتم حجب كمية كبيرة منها بواسطة الغلاف الجوي " والأشعة المرئية و الأشعة تحت الحمراء (الأشعة الحرارية) . والشمس هي نجم نصف قطره 109 مرة من نصف قطر الأرض (696000) كلم ، أما كتلتها 333000 مرة منها ، وتقع على بعد 150 مليون كيلومتر من سطح الأرض [1] . وتتكون أساسا من غازي الهيدروجين و الهيليوم ، و تعد الشمس مصدر جميع الطاقات على الأرض .

2.2.I - مميزات الطاقة الشمسية :

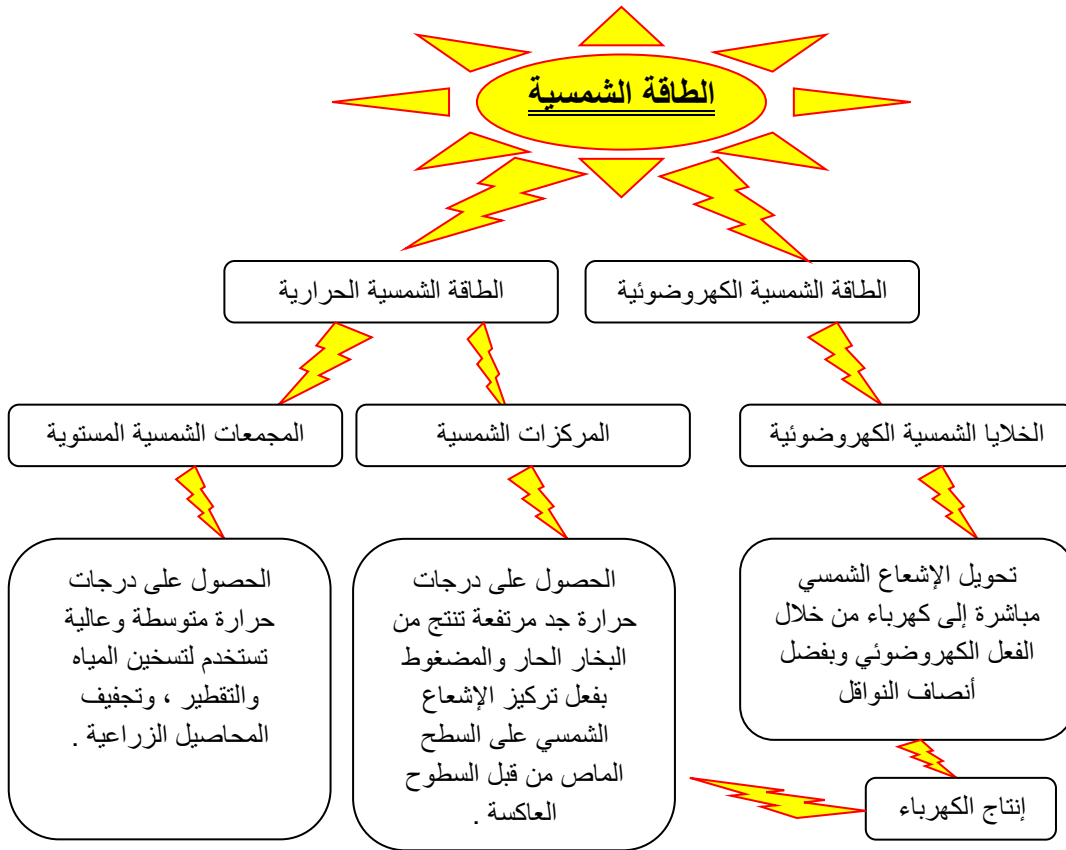
- تعتبر الطاقة الشمسية من أهم المصادر المتجددة للطاقة والتي يمكن استغلالها بشكل كبير لما تتميز به من :
- طاقة لا تنضب متوافرة على مدار العام (تبدو أكثر ديمومة من الوقود الأحفوري أو النووي).
 - طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة .
 - طاقة التكنولوجيا المستخدمة فيها غير معقدة ويمكن تصنيعها محليا.
 - قليلة التكلفة (لا تكلف شيئا عدا أجهزة التجميع) .

3.2.I تحويل الطاقة الشمسية :

تحول الطاقة الشمسية إلى نوعين من الطاقة :

- ✓ **طاقة كهربائية :** ونحصل على هذه الطاقة من خلال آلية التحويل الكهروضوئي للطاقة الشمسي ، يقصد بالتحويل الكهروضوئي تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) .
- ✓ **طاقة حرارية :** وهي اقل تعقيدا من سابقتها ويمكننا الحصول عليها بمجرد تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية والمواد الحرارية .

♦ والشكل التالي يوضح كيفية تحويل الطاقة الشمسية ومجالات استخدامها :



الشكل (1.I): مخطط يوضح مجالات استخدام الطاقة الشمسية [5]

3.I - الأشعة الشمسية :

1.3.I - مجالات الإشعاع الشمسي :

الطاقة الصادرة عن الشمس تصل إلى الأرض في شكل أشعة كهرومغناطيسية (Electromagnétiques rayonnements) بسرعة الضوء بزم من قدره 499 ثانية (8 دقائق و 19 ثانية) ، وهذه الأشعة مقسمة كما في الجدول (1.I) :

الجدول (1.I) : طاقة الإضاءة لمختلف أطيف الإشعاع الشمسي خارج المجال الجوي [1]

منطقة الطيف	طول الموجة (μm)	طاقة الإضاءة (w/m ²)	نسبة الطيف (%)
تحت الحمراء (IR)	0.70 <	695	50.8
المرئية (V)	0.40-0.70	559	40.9
فوق البنفسجية (UV)	0.40 >	113	8.3

2.3.I - تأثير العوامل الجوية وموقع المجمع على الإشعاع الشمسي :

لزيادة مردودية اللاقط الشمسي يجب مراعاة تأثير العوامل الخارجية عليه ودراستها من جميع النواحي والتي نذكر منها :

- ✓ **صفاء الجو:** إن الغازات المحيطة بالأرض و ذرات الغبار والأبخرة المتعلقة بالجو تعمل على بعثرة الطاقة الشمسية أثناء مرورها عبر الغلاف الجوي ، كذلك السحب قد تحجب نسبة 50% من الإشعاع الكلي (المباشر والمنتشر) [2] .
- ✓ **المسافة بين الأرض والشمس:** وهي متغيرة لأن الأرض تدور حول الشمس على شكل إهليجي ، وتبلغ اقرب مسافة 147.1 مليون كيلومتر (3ديسمبر) و أبعد مسافة 152.1 مليون كيلومتر (1 جوان) [2].
- ✓ **ميلان محور دوران الأرض :** يميل محور الأرض 23.5° عن مدارها حول الشمس والذي بدوره يعمل على توزيع الإشعاع الشمسي على سطح الأرض ، وبسببه يتغير الليل والنهار (وقت الظهيرة يكون الإشعاع الشمسي عند الذروة)، وتتغير الفصول الأربعة (مدة الإشعاع الشمسي في فصل الصيف تكون أكبر من الفصول الأخرى لطول نهاره وقصر ليله) [2].
- ✓ **الموقع الجغرافي :** المناطق الواقعة على خطوط عرض قريبة من خط الاستواء يتوافر فيها الإشعاع الشمسي أكثر من غيرها.
- ✓ **موقع اللاقط :** إن تواجد اللاقط الشمسي في مكان مزدحم بالعمران والأشجار قد يحول دون وصول الإشعاع المباشر.

3.3.I - تغيرات الإشعاع الشمسي داخل الغلاف الجوي:

عند دخول الإشعاع الشمس إلى طبقة الجو الأرضي ينقسم إلى عدة أجزاء :

❖ **51%** يمتص من طرف الأرض ويخزن في باطنها كطاقة ، هو الجزء الأكبر، منه 25%

في شكل إشعاع مباشر و 26 % إشعاع مبعثر.

❖ **20%** يعكس في الفضاء الخارجي بسبب الغيوم و جزيئات الجو المختلفة (غازات ، غبار وبخار الماء)

❖ **19%** يمتص من طرف الغيوم والهواء المحيط.

❖ **06%** يتبعثر في الفضاء ولا يصل إلى الأرض

❖ **04%** يعكس من على سطح الأرض (تربة ، أشجار، مباني ...) والماء (محيطات ، بحار...) ، وذلك

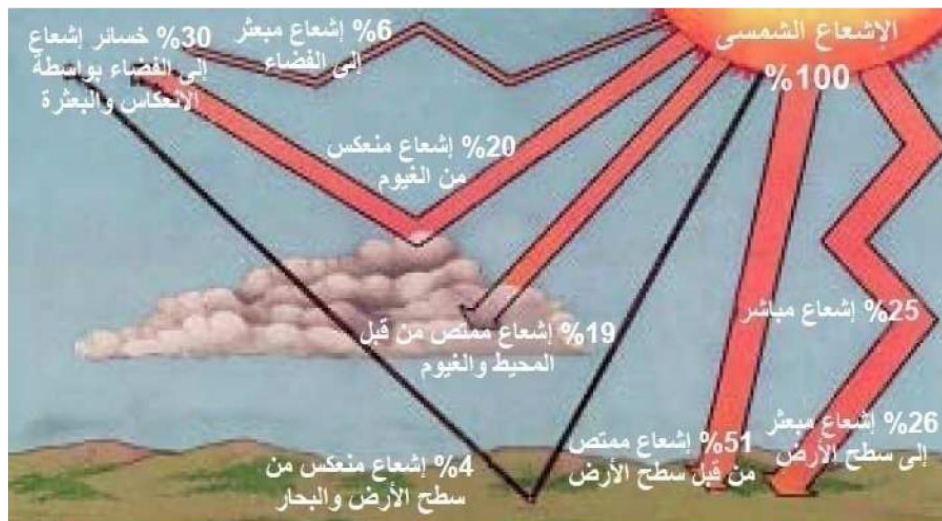
تابع لمعامل الانعكاس كما يوضحه الجدول التالي (2.I) :

الجدول (2.I) : يوضح عاكسيه بعض المواد [2]

المادة	العاكسية %
المزروعات الخضراء	15-5
الرمل الأبيض	40-34
الثج الحديث	90-75
الماء	5 و يعتمد على اتجاه الشمس
أنواع الغيوم	55-50

يلاحظ أن نسبة الإشعاع (المنعكس والمبعثر) 30 % من الإشعاع الكلي للشمس .

وفي مايلي صورة توضيحية لتغيرات الإشعاع الشمسي داخل الغلاف الجوي :



الشكل (2.I) : صورة توضح تغيرات الإشعاع الشمسي داخل الغلاف الجوي . [2]

4.I - الاعتبارات الفنية لوضع اللاقط الشمسي :

1.4.I - الطريقة المثلى لتوجيه اللاقط :

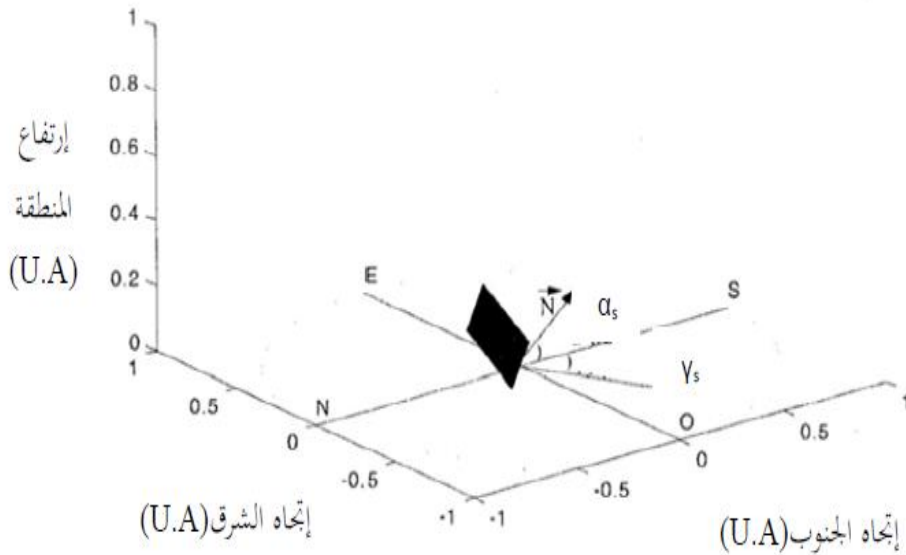
لنفرض أن اللاقط موضوع في مبدأ المعلم O ، ومن أجل استقبال الإشعاع الشمسي الجيد يوجه اللاقط على حسب المنطقة الموجود فيها (النصف الشمالي أو الجنوبي).

♦ إذا كانت المنطقة في النصف الشمالي فيجب توجيه اللاقط ناحية الجنوب .

♦ أما إذا كانت في النصف الجنوب فيوجه اللاقط ناحية الشمال .

ويعرف اللاقط الموضوع في النقطة O حسب شعاع التوجيه (\vec{N}) الذي تعطى مركباته بالعلاقة التالية : [3]

$$\vec{N} \begin{cases} \cos \alpha \cdot \cos \gamma \\ \cos \alpha \cdot \sin \gamma \end{cases}$$



الشكل (3 - I) : كيفية توجيه اللاقط الشمسي [3].

حيث :

✓ U.A : وحدة قياس فلكية (U.A=149 597 890 km) .

✓ α : الزاوية بين شعاع التوجيه (\vec{N}) و مسقطه على سطح الأفق .

✓ γ : الزاوية بين مسقط شعاع التوجيه (\vec{N}) على سطح الأفق و اتجاه الجنوب .

5.I - الطاقة الشمسية في الجزائر :

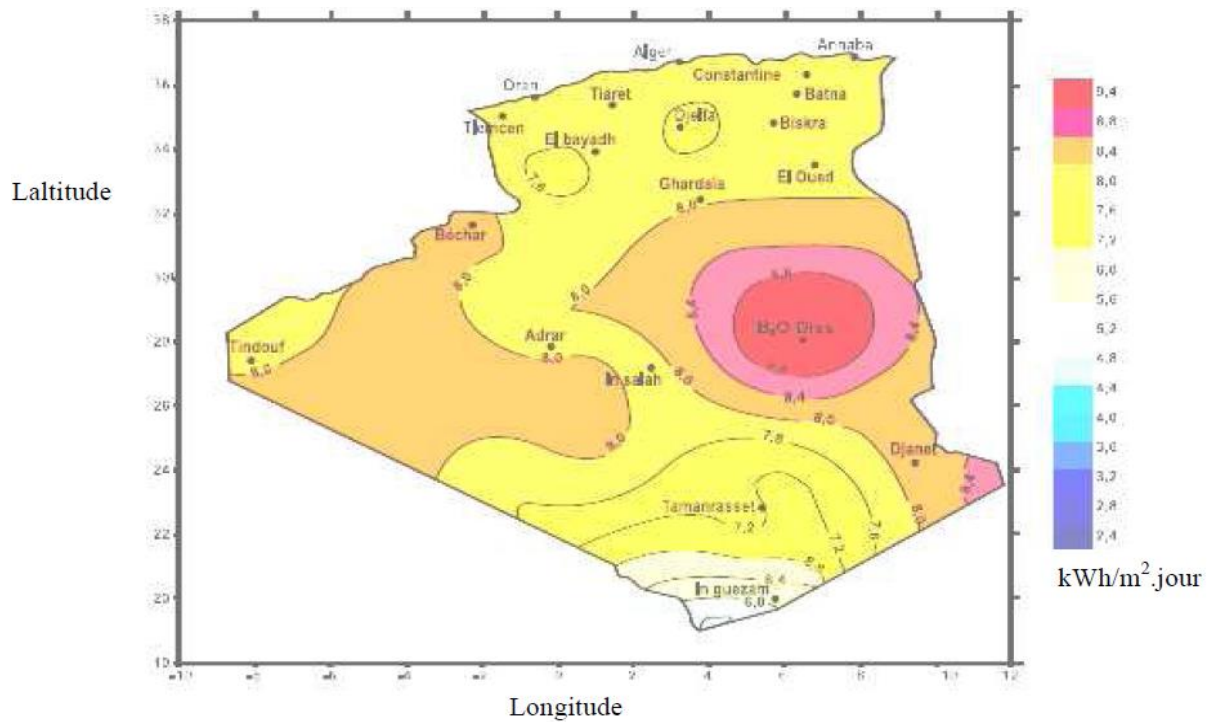
تبلغ مساحة الجزائر حوالي $2.381.741 \text{ Km}^2$ ، حيث تشكل المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية نسبة كبيرة من المساحة الإجمالية بنسبة تصل إلى **86 %** ، ويصل زمن تعرض هاته المناطق للإشعاع الشمسي إلى **3500** ساعة في السنة ، أما في المدن الساحلية فتقدر الفترة الإشعاعية بحوالي **2650** ساعة في السنة [4] ، كما هو موضح في الجدول التالي (3.I) :

الجدول (3.I) : الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الوطن [4] .

المناطق الصحراوية	الهضاب العليا	المدن الساحلية	المساحة (%)
86	10	4	
3500	3000	2650	زمن الإشعاع السنوي (h/ans)
2650	1900	1700	الطاقة الناتجة (KWh/m ² .ans)

♦ تقع الجزائر في منطقة جد إستراتيجية من حيث الإشعاع الشمسي ، الذي يبلغ ذروته في شهر جويلية حيث يتراوح من $6 \text{ KWh/m}^2.\text{jour}$ إلى $9.4 \text{ KWh/m}^2.\text{jour}$ ، وهذا يكون في الأيام العادية التي تتميز بصفاء الجو ، أما الإشعاع الشمسي السنوي يتجاوز $2500 \text{ KWh/m}^2.\text{ans}$. [3]

والصورة التالية توضح الإشعاع الشمسي اليومي لشهر جويلية :



الشكل (4.I) : خريطة الإشعاع الإجمالي الشمسي اليومي للجزائر في شهر جويلية [4] .

الفصل الثاني : آلية عملية التجفيف و اللاقط الشمسي

1.II - التجفيف :

1.1.II - تعريف التجفيف :

التجفيف هو عملية داخلية الهدف منها نزع السائل المتشرب من طرف جسم صلب أو سائل (غالباً ما يكون الماء) كلياً أو جزئياً ، في هذه العملية نلاحظ نوعين من الظواهر : الانتقال الكتلي (السائل الموجود داخل المادة الصلبة يتحول إلى بخار) والانتقال الحراري (كمية الحرارة تسمح بانتقال السائل إلى غاز) [6] .

2.1.II - الظواهر الفيزيائية التي تحدث خلال عملية التجفيف :

عملية التجفيف عبارة عن ظاهرتين فيزيائيتين متداخلتين فيما بينها ، و هما ظاهرتي الانتقال الحراري و الانتقال الكتلي ، و هما حصيلة مشتركة بين تفاعل المنتج والهواء الذي يحتويه ، بحيث نلاحظ تبادل حراري من الهواء باتجاه المنتج ونلاحظ أيضاً تبادل كتلي (بخار الماء) من المنتج إلى الهواء [6] .

3.1.II - أساليب التجفيف :

تصنف أساليب التجفيف حسب طريقة تسخين المادة المراد تجفيفها ، يوجد أربعة أساليب أو أنماط للتجفيف :

- التجفيف بالحمل :

يعد هذا النوع من التجفيف الأكثر استعمالاً في مجال الصناعة الكيميائية ، حيث التبادل الحراري يتم بالاتصال المباشر بين الهواء الساخن والمادة الرطبة مثل : تجفيف النباتات العطرية ، الفواكه ، الحبوب...

- التجفيف بالتوصيل :

أما في هذا النوع من التجفيف فيكون بالاتصال بين المادة الرطبة والجدار المعدني الساخن ، تستعمل تقنية التوصيل في تجفيف السوائل و العجائن أو عندما يكون الجسم الصلب ممزوجاً في محلول (جسم معلق) .

- التجفيف بالإشعاع :

الطاقة المستعملة في تجفيف المادة ناتجة عن الأمواج الإلكهرومغناطيسية (ondes électromagnétiques) ، والإشعاعات المستعملة هي إما تحت الحمراء (les infrarouges) ، أو الأمواج من صنف الميكرو (les micro-ondes) .

- التجفيف بالتجميد :

تتم هذه الطريقة في درجات الحرارة المنخفضة ، حيث يتحول الماء السائل إلى الحالة الصلبة ، مما يسمح بحفظ المنتج لمدة أطول .

2.II - اللاقط الشمسي المسطح :

1.2.II : تعريف اللاقط الشمسي المسطح :

اللاقط الشمسي المسطح هو عبارة على وحدة تقوم بإستقبال الإشعاع الشمسي الساقط عليها وذلك من خلال السطح الماص المكون لها وتحويله إلى طاقة حرارية ، وتنتقل الحرارة إلى الهواء المار بين الزجاج والماص الحراري . وتحدد جودة اللاقط من خلال الحفاظ على هاته الطاقة من فقدان إلى الوسط الخارجي .

2.2.II - مكونات اللاقط الشمسي المسطح :

يتكون اللاقط الشمسي من ثلاث أجزاء أساسية وهي :

A - غطاء شفاف منفذ:

وهو عبارة على قطعة زجاجية تسمح بانتقال الأشعة الشمسية إلى السطح الماص ، وفي نفس الوقت تكون عتمة غير منفذة للأشعة ذات الموجات الطويلة المنعكسة من السطح الماص .
ومن أجل الحصول على جودة جيدة للاقط (مردود جيد) يجب أن يكون الغطاء الشفاف ذو نفاذية عالية لأشعة الشمس والعكس بالنسبة للأشعة المنعكسة من الماص الحراري .

B - الماص الحراري:

وهو عبارة على سطح مكون من مادة موصلة جيدا لامتصاص الحرارة الناتجة عن الأشعة الشمسية الواردة عبر الغطاء الشفاف.

ومن أجل المردود الجيد للاقط يجب دهن السطح الماص بطلاء ذو مواصفات عالية (الصلاحية – الجودة) حيث يسمح بزيادة معدل الامتصاص للأشعة الشمسية (طاقة مكتسبة) وغير عاكس للإشعاع الوارد له (طاقة ضائعة).

ويعتبر سطح الجسم الأسود أسرع الأسطح إشعاعا وامتصاصا ، أما بالنسبة للأسطح التي تشع وتمتص الطاقة الحرارية بشكل بطيء تكون أسطح فاتحة [7] ، كما يوضحها الجدول التالي :

الجدول (1.II) : يوضح تأثير لون الجسم على معامل امتصاصه [8].

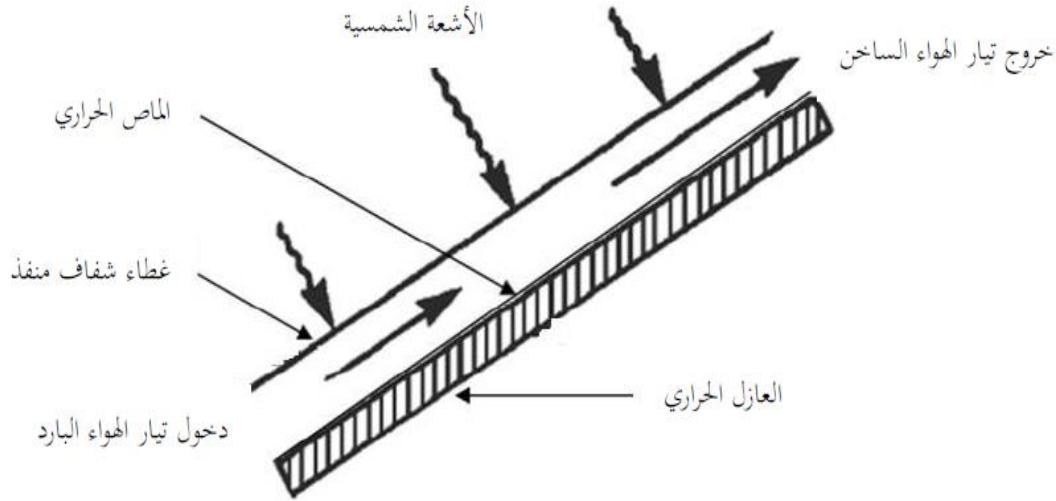
لون السطح	معامل الامتصاص
الأبيض	0.25 - 0.40
الرمادي إلى الرمادي القاتم	0.40 - 0.50
الأخضر ، الأحمر والبنّي	0.50 - 0.70
الأسمر إلى الأزرق القاتم	0.70 - 0.80
الأزرق القاتم إلى الأسود	0.80 - 0.89

C - العازل الحراري:

ويتكون من مواد خاصة ذات توصيلية متدنية للحرارة ، حيث لا تسمح بانتقال الحرارة المرتفعة من داخل اللاقط إلى الوسط الخارجي (فقدان الحرارة) .

ولزيادة جودة اللاقط يجب الحفاظ على الحرارة داخل اللاقط من الضياع ، وذلك من خلال تصنيعه بمواد جد عازلة لدرجة الحرارة .

ويمكن توضيح أجزاء اللاقط من خلال الشكل التالي : (II . 1) .



الشكل (II . 1) : أجزاء اللاقط الشمسي .

3.II - الظواهر الفيزيائية التي تحدث داخل اللاقط :

لمعرفة آلية عمل اللاقط والظواهر الفيزيائية التي تحدث يجب تتبع الإشعاع الوارد من الشمس .

♣ الإشعاع الشمسي الوارد إلى الزجاج :

ويعبر عن الإشعاع الشمسي بمقدار الطاقة الشمسية الواردة إلى الزجاج خلال اليوم وتعطى بالعلاقة [9]

$$G = S_V \cdot \int I_g dt \quad [W]$$

حيث :

▪ I_g : شدة الإشعاع الشمسي الكلي اللحظي (W/m^2).

▪ S_V : مساحة الزجاج (m^2) .

♣ الإشعاع المنعكس على مستوى الزجاج :

حينما تسقط الأشعة الشمسية على الزجاج فإنه لا يقوم بامتصاصها كلها ، وإنما جزءا منها ينعكس إلى خارج اللاقط ، ويعطى بالعلاقة التالية [9] .

$$\varphi_{ref} = r_V \cdot G \quad [W]$$

حيث :

▪ r_V : معامل انعكاس الزجاج .

♣ الإشعاع الممتص من طرف الزجاج :

يمتص الزجاج نسبة ضئيلة من الأشعة الشمسية الواردة إليه ، وهي مهملة مقارنة بالأشعة التي تعبر الزجاج إلى داخل اللاقط وتعطى بالعلاقة التالية . [9,10]

$$\varphi_{abs} = a_V \cdot G \quad [W]$$

حيث :

▪ a_V : معامل الامتصاص للزجاج .

♣ الإشعاع العابر إلى الزجاج :

ويمثل النسبة الأكبر من الأشعة الواردة نظرا لشفافية الزجاج ، ونعبر عنها بالعلاقة التالية . [9]

$$\varphi_{Tra} = k_V \cdot G \quad [W]$$

حيث :

▪ k_V : معامل إمرارية الزجاج .

♣ انتقال الحرارة بالتوصيل بين السطح الداخلي والخارجي للغطاء الزجاجي :

تنتقل كمية الحرارة من الخارج إلى داخل اللاقط عبر الغطاء الزجاجي عن طريق التوصيل الحراري ، ويعبر عنه بالعلاقة التالية . [10,11]

$$\varnothing_{cd} = \frac{\lambda_V}{s \cdot ep_V} (T_{V,int} - T_{V,ext}) \quad [W/m^2]$$

حيث :

▪ λ_V : التوصيلية الحرارية للزجاج (W/m .K) .

▪ ep_V : سمك الزجاج (m) .

▪ $T_{V,int}$: درجة حرارة السطح الداخلي للزجاج (K) .

▪ $T_{V,ext}$: درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج (K) .

▪ S : مساحة الصفيحة الماصة (m²) .

♣ انتقال الحرارة بالإشعاع خارج اللاقط (الزجاج - الغلاف الجوي) :
وذلك بتأثير الوسط الخارجي على الشعاع الشمسي المتبادل مع السطح الخارجي للزجاج ، و يعبر عنه بالعلاقة التالية : [10،11]

$$\Phi_{rd,V-ciel} = h_{rd,V-ciel} \cdot S_V (T_V - T_{ext}) \quad [W]$$

حيث :

▪ $h_{rd,V-ciel}$: معامل الانتقال الحراري المتبادل بالإشعاع ويعطى بالعلاقة:

$$h_{rd,V-ciel} = \frac{e\sigma (T_V^4 - T_{ciel}^4)}{T_V - T_{ext}} \quad [W/m^2.K]$$

▪ $e \simeq 0.9$: معامل الانبعاثية للغطاء الزجاجي .

▪ σ : ثابت ستيفان بولتزمان ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W/ m}^2\text{K}^4$) .

▪ T_V : درجة حرارة السطح الخارجي للزجاج (K) .

▪ T_{ext} : درجة حرارة الهواء الخارجي (المحيط) (K) .

▪ T_{ciel} : درجة حرارة القبة السماوية والتي عابرتها ($T_{ciel} = 0.0552 * T_{ext}^{1.5}$)

♣ انتقال الحرارة بالحمل خارج اللاقط (زجاج - الهواء الخارجي) :
هذه الكمية من الحرارة تعتبر حرارة ضائعة بالنسبة للاقط ، وذلك بسبب تأثير حركة الهواء الخارجي على التدفق الحراري المتبادل بين الجهة الخارجية للغطاء الزجاجي والهواء المحيط . [10،11]
وتكتب عابرتها كمايلي :

$$\Phi_{rd,V-ext} = h_{rd,V-ext} \cdot S_V (T_{V-ext} - T_{ext}) \quad [W]$$

حيث :

▪ $h_{rd,V-ext}$: معامل الحمل الحراري ويعطى بالعلاقة :

$$h_{rd,V-ext} = 5.7 + 3.8 V_{Vt} \quad [W/m^2. K]$$

▪ V_{Vt} : سرعة الرياح [m/s] .

▪ T_{V-ext} : درجة حرارة الزجاج من الجهة الخارجية (K) .

▪ T_{ext} : درجة حرارة الهواء الخارجي (المحيط) (K) .

♣ انتقال الحرارة داخل اللاقط بالإشعاع (الصفيحة الماصة - زجاج) :

التدفق الحراري بالإشعاع من الصفيحة الماصة نحو السطح الداخلي الزجاج يعطى بالعلاقة. [2]

$$\Phi_{rd,abs-v} = F_{abs-v} \sigma (T_{abs}^4 - T_{v,int}^4) \quad [W]$$

حيث :

- F_{abs-v} : معامل الشكل بين الصفيحة الماصة و الزجاج.
- σ : ثابت ستيفان بولتزمان .
- T_{abs} : درجة حرارة الصفيحة الماصة .
- $T_{v,int}$: درجة حرارة السطح الداخلي للزجاج .

♣ انتقال الحرارة داخل اللاقط بالحمل (زجاج - هواء) :

تنتقل الحرارة من السطح الداخلي للغطاء الزجاجي إلى الهواء الذي داخل اللاقط بالحمل الحراري وتعطى بالعلاقة التالية. [10،11]

$$\Phi_{cv,ar-v} = h_{cv,ar-v} \cdot S_V (T_{ar} - T_{v,int}) \quad [W]$$

حيث :

- $h_{cv,ar-v}$: معامل انتقال الحرارة بالحمل من الزجاج إلى الهواء داخل اللاقط .
- T_{ar} : درجة حرارة الهواء .
- $T_{v,int}$: درجة حرارة السطح الداخلي للزجاج .

♣ انتقال الحرارة داخل اللاقط بالحمل (هواء - الصفيحة الماصة) :

بارتفاع درجة حرارة الهواء في اللاقط ينتج تدفق حراري بالحمل بين الهواء والسطح الداخلي للصفيحة الماصة ، والذي يعطى بالعلاقة التالية . [10،11]

$$\Phi_{cv,ar-abs} = h_{cv,ar-abs} \cdot S_V (T_{abs} - T_{ar}) \quad [W]$$

حيث :

- $h_{cv,ar-abs}$: معامل انتقال الحرارة بالحمل من الصفيحة الماصة إلى الهواء داخل اللاقط. ($W/m^2.C^\circ$)
- T_{abs} : درجة حرارة السطح الداخلي للصفيحة الماصة
- T_{ar} : درجة حرارة الهواء .

♣ الضياع الحراري عبر الصفيحة الماصة :

وهذا يختلف من صفيحة إلى أخرى حسب نوعية المنتج المصنوعة منه الصفيحة ، وهذه الحرارة تنتقل بالتوصيل وتعطى بالعلاقة [9]

$$\Phi_{cd,abs-i} = \frac{\lambda_{abs}}{S.ep_{abs}} (T_{abs} - T_i) \quad [W/m^2]$$

حيث :

- ep_{abs} : سمك الصفيحة الماصة . (m)
- λ_{abs} : التوصيلية الحرارية للصفيحة الماصة . (W/m.C°)
- T_{abs} : درجة حرارة السطح الماص . (C°)
- T_i : درجة حرارة العازل الحراري . (C°)

♣ الطاقة الناتجة :

ويعبر عن الطاقة الناتجة من اللاقط بكمية الحرارة التي يكتسبها الهواء وتعطى بالعلاقة التالية . [9,12]

$$\Phi_u = \dot{m} \cdot C_p (T_{s, cap} - T_{e, cap}) \quad [W]$$

حيث :

- \dot{m} : التدفق الكتلي للهواء (Kg/s) .
- C_p : الحرارة النوعية للهواء الرطب [14]. (Cp=1005 J/Kg.K)
- $T_{s, cap}$: درجة خروج الهواء من اللاقط (K) .
- $T_{e, cap}$: درجة دخول الهواء إلى اللاقط (K) .

4.II . مردود اللاقط :

يعرف مردود اللاقط بنسبة الطاقة الناتجة (المستفاد) على الإشعاع الكلي الساقط على مساحة الماص الحراري

ويعطى بالعلاقة التالية . [15,12,13,14]

$$\eta = \frac{\dot{m} \cdot C_p (T_{e, cap} - T_{s, cap})}{I_g \cdot S_{abs}} \quad [\%]$$

حيث :

- I_g : شدة الإشعاع الشمسي الكلي اللحظي (W/m²).
- S_{abs} : مساحة الصفيحة الماصة (m²).

الفصل الثالث : دراسة مرجعية لأنواع اللواقط الشمسية

1.III : مقدمة :

بعض المنتجات تطلب درجة حرارة عالية نسبيا ليتم تجفيفها بشكل جيد والتي لا يمكننا الحصول إليها بواسطة اللاقط الشمسي العادي (البسيط) ، لذلك نقوك ببعض التحسينات على مستوى اللاقط الشمسي وبالضبط على مستوى الصفيحة الماصة ، وللاستفادة أكثر نقوم بسرد أعمال بعض الباحثين في السنوات الماضية نذكر منها :

III . 2 : دراسة (2001) F. Mokhtari et D. Semmar [16]

في هذه التجربة تم استعمال ثلاث أنواع من اللواقط الشمسية المسطحة متماثلة ، إلا انه تم تغيير وضعية الماص الحراري في كل لاقط .

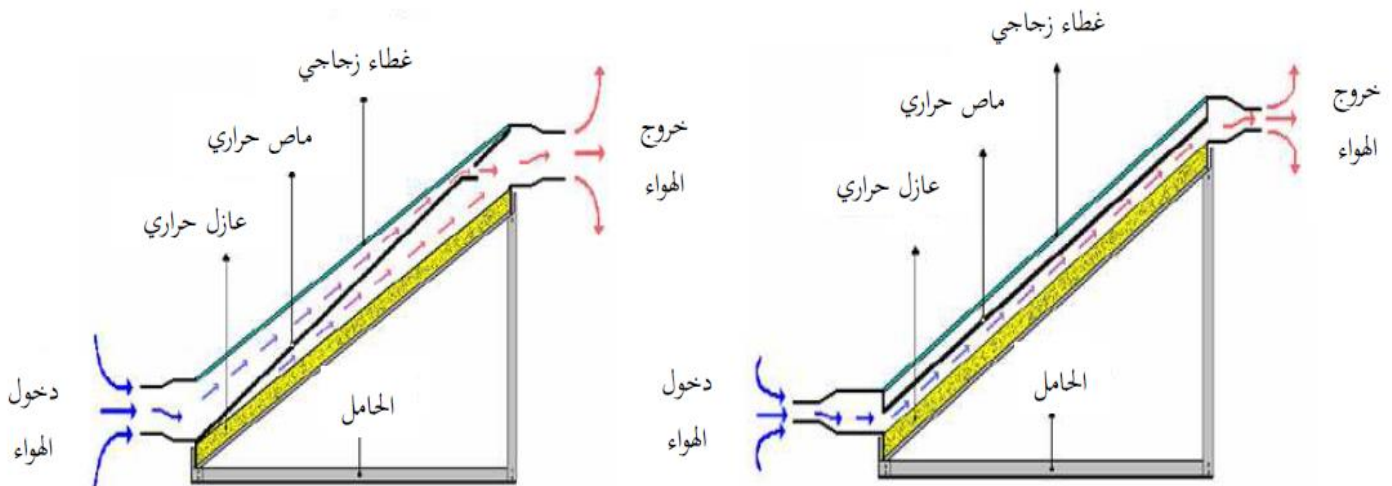
أجريت هذه التجربة في منطقة بوزريعة التي تقع في الشمال الغربي لولاية العاصمة الجزائر بين دائرة عرض : 36.8° شمالا ، وخط طول 3.12° شرقا والارتفاع على مستوى سطح البحر : 345 m .

وكانت مدة التجربة 6 أيام من الساعة 8h:00 إلى الساعة 16h:00 ، وذلك باستعمال طريقتي الحمل : الطبيعي و القسري .

وصف اللواقط الشمسية المستعملة :

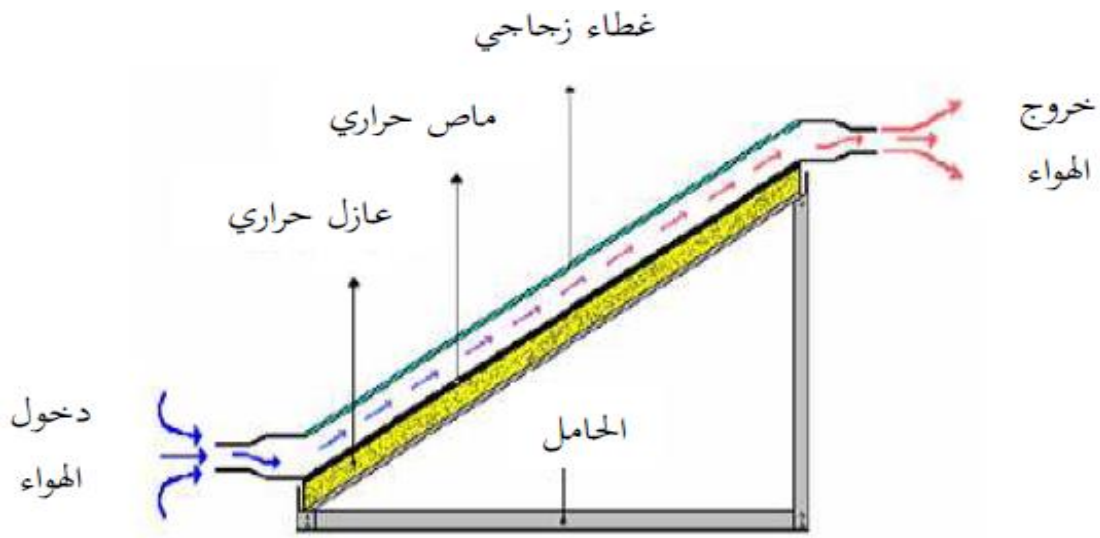
تتشارك كل اللواقط المستعملة في المواصفات التالية :

- ◆ الطول 1.92m والعرض 0.94m .
- ◆ غطاء من الزجاج سمكه 0.03m .
- ◆ غطاء من الغالفيز مطلي بالأسود حيث معامل امتصاصه $a=0.95$.
- ◆ عازل حراري مصنوع من مادة البوليثيريتان سمكه 0.04m .
- ❖ مع العلم أن اللواقط الثلاث مزودة بمروحية هواء سرعته 2.6 m/s .



الشكل (2.III) : اللاقط B الهواء يدخل من فوق الماص الحراري ويخرج عبر ثقب مستطيل الشكل طوله 0.6m وعرضه 0.5m .

الشكل (1.III) : اللاقط A الهواء يمر من تحت الماص الحراري .



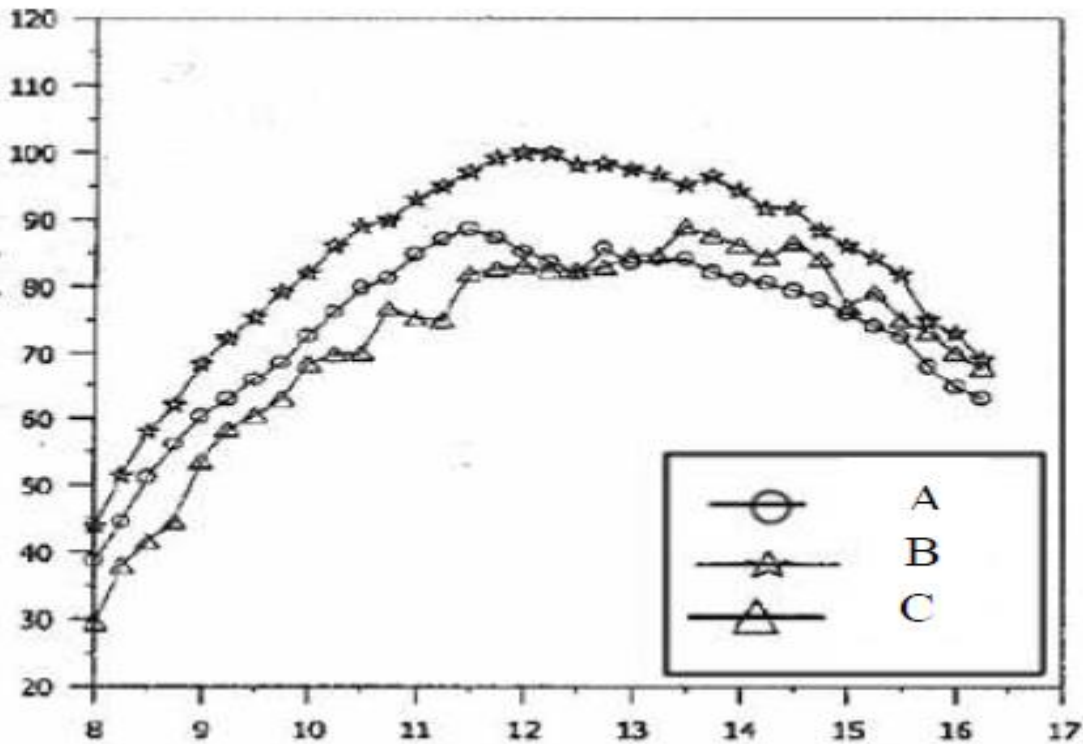
الشكل (3.III) : اللواقط C الهواء يمر فوق الماص الحراري

❖ النتائج المسجلة :

1- بالنسبة للحمل الطبيعي

أجريت هذه التجربة في اليوم 25 من مايو 2001

درجة الحرارة (°C)



الزمن (h)

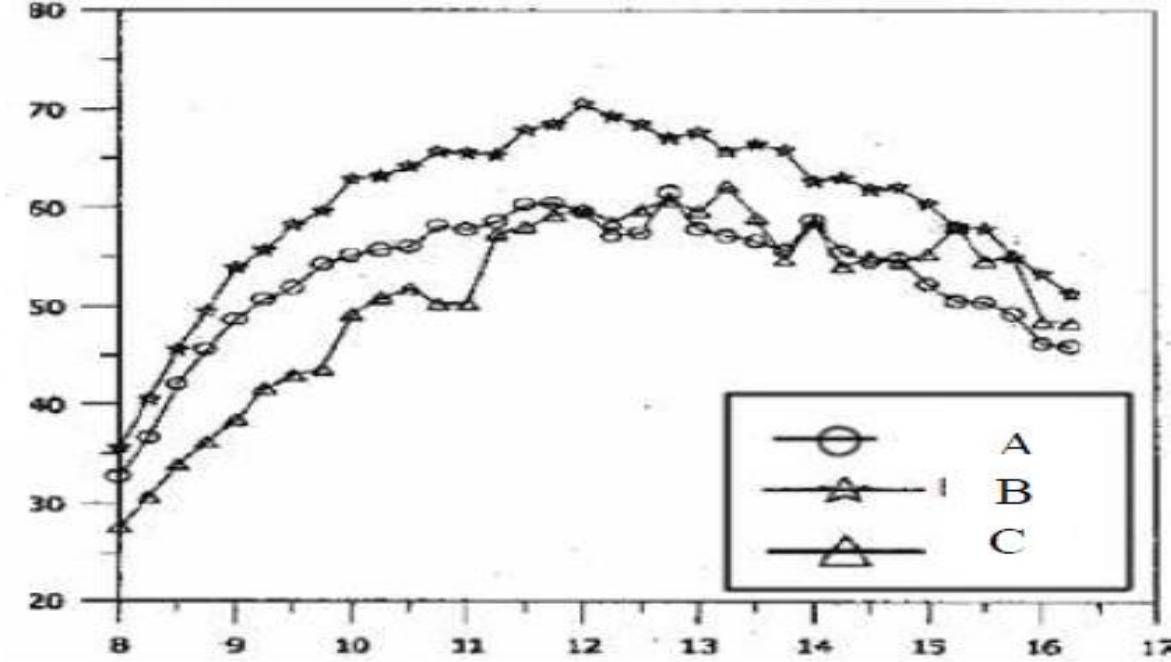
الشكل (4.III) : منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة للهواء المجفف بالنسبة للزمن في حالة الحمل الطبيعي عند مخرج اللواقط

يلاحظ أن درجة الحرارة فاقت 95 °C وذلك تحديدا عند اللواقط B ، حيث يلاحظ فرق في درجة الحرارة بين اللواقط B واللاقطين (C,A) وصل إلى حوالي 15 °C في حدود منتصف النهار.

2- بالنسبة للحمل القسري :

أجريت هذه التجربة في اليوم 29 من شهر يوليو 2001 وتم استخدام مروحة هواء بسرعة 2.6 m/s .

درجة الحرارة (°C)



الزمن (h)

الشكل (5.III) : منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة عند مخرج اللاقط بالنسبة للزمن في حالة الحمل القسري .

يلاحظ أيضا ارتفاع في درجة الحرارة إلى حدود 70°C (الذروة) عند منتصف النهار .

■ الاستنتاج :

نستنتج من هذه الدراسة أن اللاقط الشمسي المزود بخاص حراري مائل أكثر فائدة ، وذلك متعلق بدرجة الميلان والفتحة التي يمر منها الهواء ، لأنه يضيق خروج الهواء .

3.III : دراسة [17]: A. ABENE 1 et al (2003)

يتمثل هذا الاختبار في تركيب حواجز مباشرة فوق العازل الحراري أي فتحة دخول الهواء تكون تحت الماص الحراري ، هذه الحواجز تتميز ب :

- الطول L_c .

- الارتفاع h .

◆ حيث أن المجمع عرضه l وارتفاعه d .

تم استعمال ثلاث نماذج من اللواقط في هذه التجربة مختلفة من حيث المساحة وهي كما يلي :

❖ اللاقط A : مساحته $1.6m^2$ حيث طوله 1.6 m وعرضه 1m .

❖ اللاقط B : مساحته $1.28m^2$ حيث طوله 1.6 m وعرضه 0.8m .

❖ اللاقط B' : له نفس مساحة اللاقط B إلا انه يتميز بمجرى واحد للهواء .

❖ اللاقط C : مساحته $0.72m^2$ حيث طوله 1.24 m وعرضه 0.58m .

مكونات اللواقط الشمسية المستعمل : لدينا أربع نماذج من اللواقط (A.B. B'.C) والتي تتكون من :

❑ غطاء شفاف : مصنوع من متعدد الكربونات سمكه 0.01 m .

❑ ماص حراري : - (A. B'.C) من النحاس .

- (B) تستعمل صفيحة من الألمنيوم رقيقة مغطاة من الجهتين (جهة الغطاء الشفاف وجهة

العازل) بطبقة من النحاس والجهة المقابلة للغطاء الشفاف مطلية بلون اسود غير لامع .

❑ العازل الحراري : مصنوع من مادة البوليستيران سمكه 0.01m .

❑ الهيكل الخارجي للواقط : - (B. B'.C) مصنوع من الخشب .

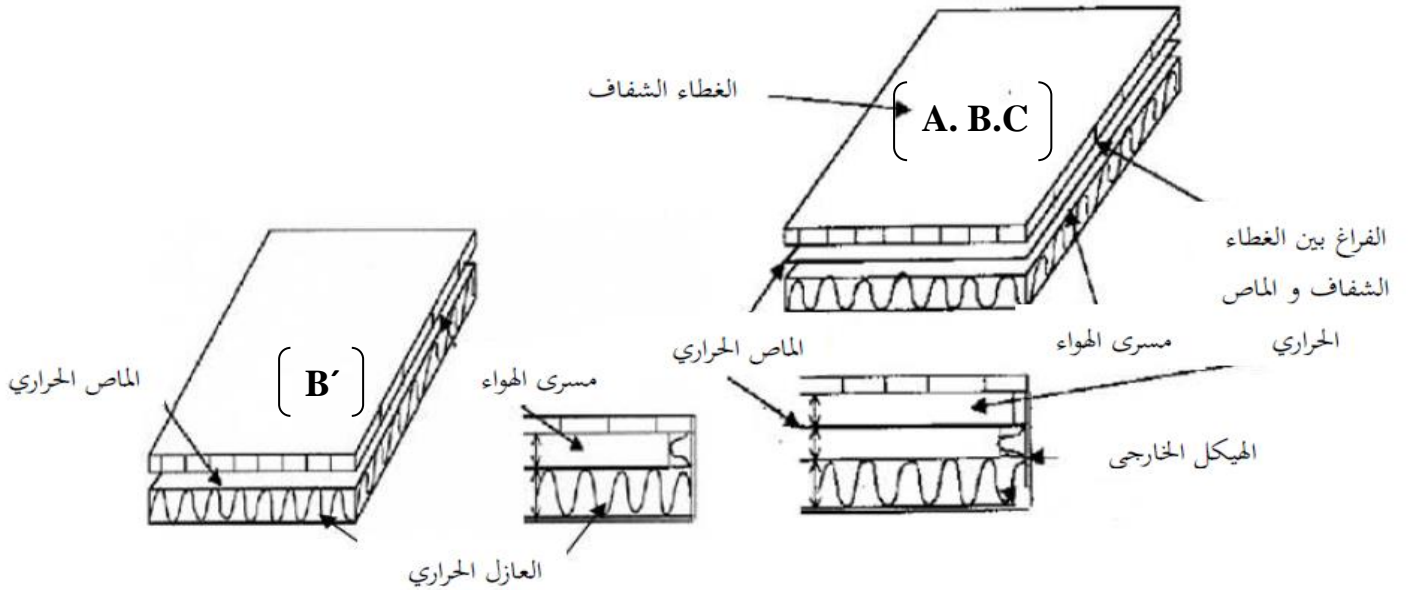
- (A) مصنوع من المعدن .

❖ الهيكل يميل بزاوية 54° بالنسبة للأفق .

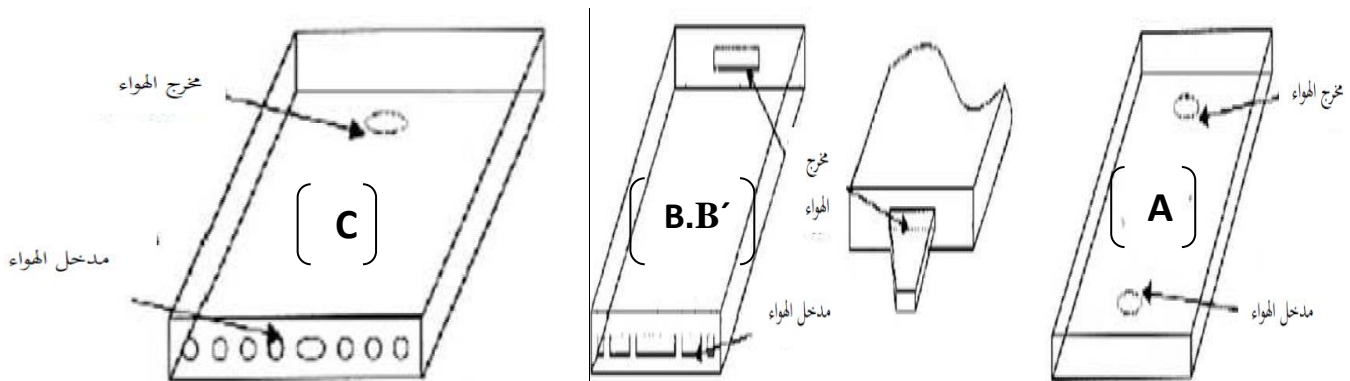
☒ (A. B.C) المسافة بين الغطاء الشفاف والعازل الحراري مساوية إلى 0.05 m والماص الحراري

يتوسط هاته المسافة أي 0.025 m عن الغطاء الشفاف وكذلك العازل الحراري .

(B') كذلك نفس المساحة بين الماص الحراري والغطاء 0.025m لأنه ذو مسرى وحيد للهواء .








الشكل (6.III) : صورة توضيحية لمكونات اللواقط المستعملة .



الشكل (7.III) : شكل مدخل ومخرج الهواء للواقط المستعملة

أما فيما يخص الحواجز المستعملة قام هذا الفريق بتجربة أربع نماذج والتي يوضحها الجدول التالي :

الجدول (1.III) : يوضح النماذج المستعملة في التجربة

طريقة وضع الحواجز	النماذج
<p>الحواجز الكبيرة مساوية إلى 75% من العرض الكلي للاقط والحواجز الصغيرة تساوي نصف الكبيرة ، أما ارتفاع الحواجز (h/d) نقوم بتغييرها حسب النسب التالية : 50 % ، 70 % ، 80 % ، 100% .</p>	 <p><u>النموذج الأول</u></p>
<p>هذا النموذج يحتوي على ستة حواجز بحيث : h/d=100% ✓ L_c/ℓ = 75% ✓</p>	 <p><u>النموذج الثاني (A)</u></p>
<p>هذا النموذج يحتوي على سبعة حواجز بحيث : h/d=72% ✓ L_c/ℓ = 60% ✓</p>	 <p><u>النموذج الثاني (B)</u></p>
<p>تم تركيب الحواجز بشكل مبعثر ذات أطوال مختلفة تتراوح من 0.4 m إلى 0.5 m h/d=72% ✓</p>	 <p><u>النموذج الثالث</u></p>
<p>أما النموذج الأخير فهو على شكل مناهة بحيث : h/d=100% ✓</p>	 <p><u>النموذج الرابع</u></p>

حيث :

h : سمك العائق و d سمك اللاقط .

☒ النتائج المتحصل عليها :

المرحلة الأولى (بدون عوائق):





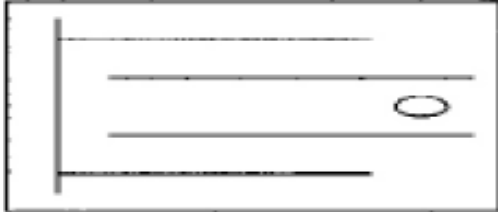
بالنسبة للواقط (A.B.C) نلاحظ انه :

- ❖ اللاقط A : يلاحظ وجود مناطق خاملة في كل زاويا اللاقط .
- ❖ اللاقط B : لم تسجل أي منطقة خاملة في هذا النوع .
- ❖ اللاقط C : يلاحظ وجود مناطق خاملة في الجزء العلوي تحديدا عند الزوايا .

المرحلة الثانية (وجود العوائق) :

في هذه المرحلة تم تجربة كل من النماذج الأربعة السابقة للذكر على اللواقط الموجودة ، وقمنا بتسجيل النتائج الأحسن والتي تفيدنا في هذه الدراسة وهي التي يوضحها الجدول التالي :

الجدول (2.III) : الملاحظات المسجلة بعد استعمال العوائق.

الملاحظات المسجلة	النماذج التجريبية
<p>اللاقط B : لم تسجل أي مناطق خاملة في هذا اللاقط المزود بالنموذج الأول</p> <p>الهواء يمر فوق الحواجز التي ارتفاعها اقل من ارتفاع اللاقط وكذلك محيطها ، أما المساوية في الارتفاع يمر عبر محيطها .</p>	 <p><u>النموذج الأول</u></p>
<p>الواقط A و B : في هذا اللاقطين لم يلاحظ أي مناطق خاملة .</p> <p>الهواء يتبع مساراً متعرجاً نظراً للحواجز المستعملة في كلا النموذجين .</p>	 <p><u>النموذج الثاني (A)</u></p>
<p>اللاقط A : لم تسجل أي مناطق خاملة .</p> <p>الهواء يمر فوق الحواجز وكذلك من حولها وهذا راجع لصغر ارتفاع الحواجز مقارنة بارتفاع اللاقط .</p>	 <p><u>النموذج الثاني (B)</u></p>
<p>اللاقط C : عدم وجود أي مناطق خاملة .</p> <p>طول مسرى الهواء نظراً لطول المتاهة التي تشكلها الحواجز المستعملة</p>	 <p><u>النموذج الثالث</u></p>
<p>اللاقط C : عدم وجود أي مناطق خاملة .</p> <p>طول مسرى الهواء نظراً لطول المتاهة التي تشكلها الحواجز المستعملة</p>	 <p><u>النموذج الرابع</u></p>

حساب المردود :

وللمقارنة بين النماذج المقترحة نقوم بحساب المردود (η) الذي يعطى بالعلاقة التالية :

$$\eta = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V \cdot S_c \cdot (T_{scap} - T_{ecap})}{E \cdot S_{cap}} \quad [\%]$$

حيث :

- ρ : الكتلة الحجمية للهواء الرطب (Kg/m^3). ✓
- C_p : السعة الحرارية للهواء ($J/Kg.K$). ✓
- V : سرعة الهواء (m/s). ✓
- S_c : مساحة اللاقط (m^2). ✓
- T_{scap} : درجة الحرارة الخارجة من اللاقط (K). ✓
- T_{ecap} : درجة الحرارة الداخلة إلى اللاقط (K). ✓
- E : التدفق الإشعاعي الشمسي الساعي (W/m^2). ✓
- S_{cap} : مساحة أنبوب إخراج الهواء الساخن من اللاقط (m^2). ✓

والجدول التالي يوضح أعلى نسب للمردود المتحصل عليها :

الجدول (3.III) : نسب المردود المسجل.

المردود (%)	تدفق الهواء ($/hm^3$)	النموذج	اللاقط
2.5	20	النموذج الأول	اللاقط A
3.5	30		
12	40		
7	20	النموذج الثاني	
11.5	30		
15.5	40		
19	50		
5	20	النموذج الثاني	اللاقط B
6	30		
10	40		
11	50		
2	20	النموذج الرابع	اللاقط C
4	30		
7	40		
11	50		

من هذه الدراسة التي قام الباحثين وبالمقارنة بين مردود النماذج المجربة يمكننا القول أن النموذج الثاني هو الأفضل من بين النماذج الأخرى وهذا راجع إلى وضعية الحواجز المستعملة فيه ، التي ركبت على عرض اللاقط المثبة من إحدى الجهتين وحررة من الجهة الثانية ، ومنه نستنتج إن المردود له علاقة بمايلي :

- ◆ ارتفاع الحواجز وعددها .
- ◆ طريقة توزيعها في اللاقط .
- ◆ كيفية دخول الهواء للاقط والخروج منه .

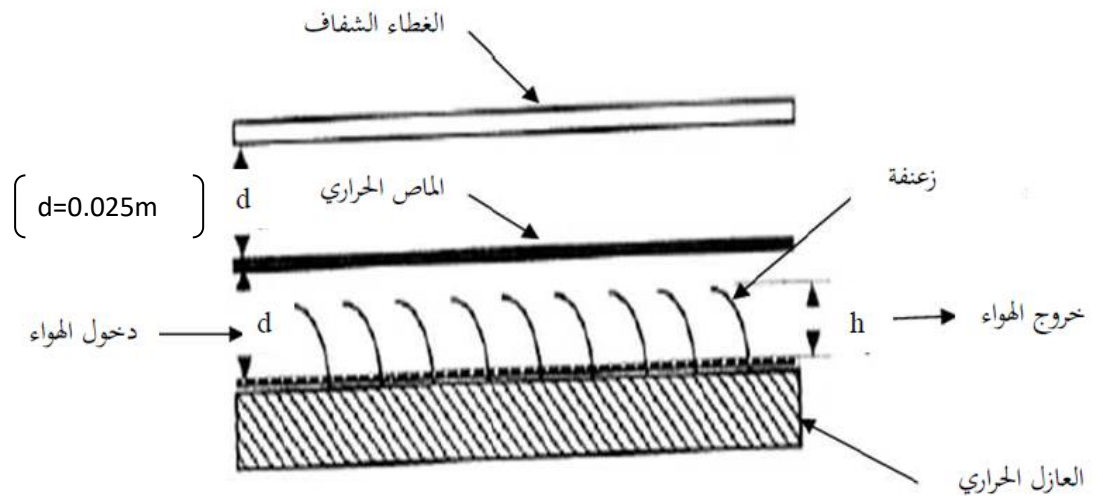
4.III: دراسة [17]: A. Abene 2 et al (2004)

أجريت هذه الدراسة في شمال فرنسا في مدينة فالنسيان Valenciennes الواقعة في خط طول 50° شمالا ودائرة عرض 3° شرقا وترتفع على سطح البحر بحوالي 56 m . مع العلم أن هذه الدراسة تمت على مجفف شمسي يعمل الحمل القسري ، وكانت في شهر جويلية لسنوات (1993 ، 1994 ، 1995) .

مكونات اللاقط الشمسي المسطح المستعمل :

1. الغطاء الشفاف : مصنوع من متعدد الكربونات بسمك 0.03 m .
 2. الماص الحراري : من الألمنيوم مطلي بالأسود سمكه 0.004 m .
 3. العازل الحراري : من البوليستيران المقاوم للحرارة التي تتجاوز 90 C ° سمكه 0.05 m .
- ◆ مع العلم أن مساحة اللاقط تساوي إلى 1.28 m² .

وفي مايلي صورة توضيحية لمكونات اللاقط المستعمل :

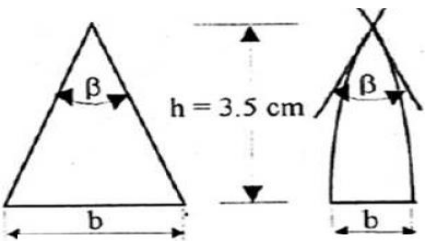

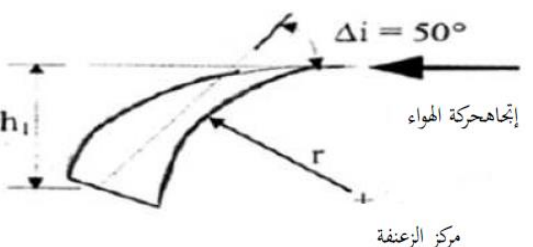

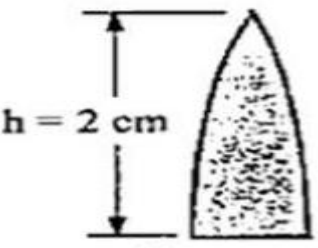
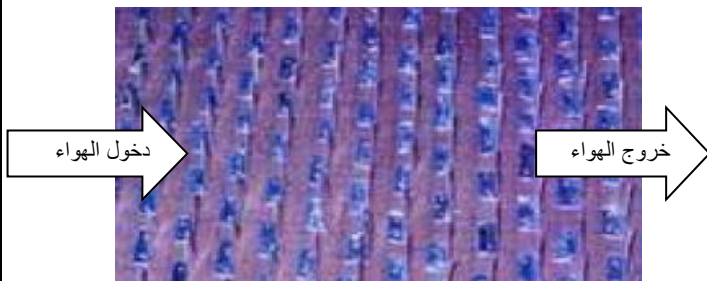
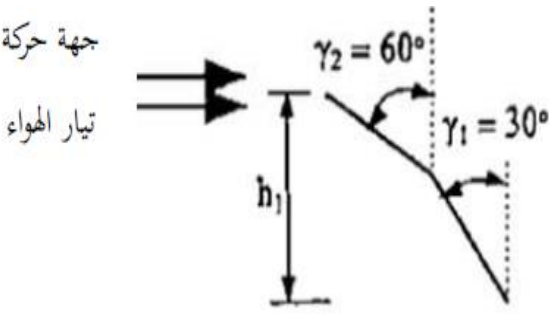
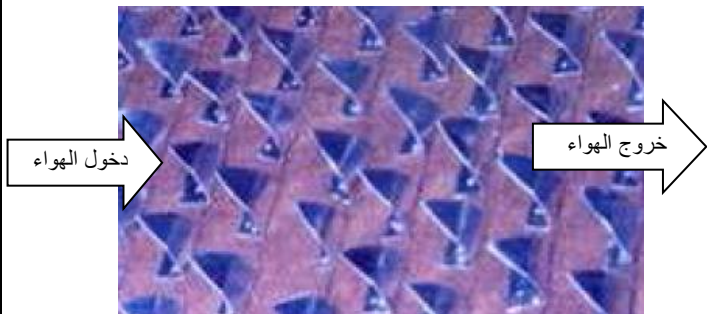


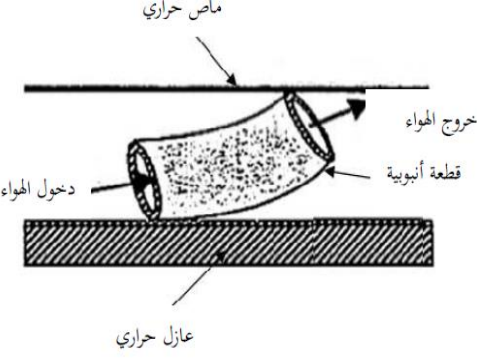
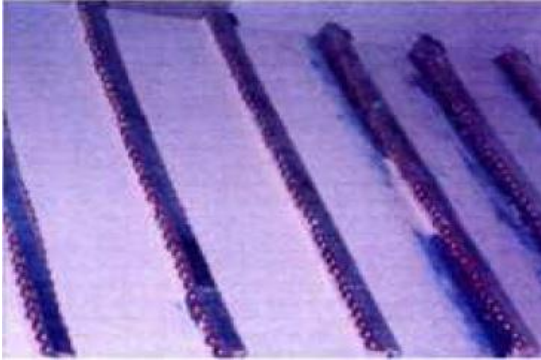
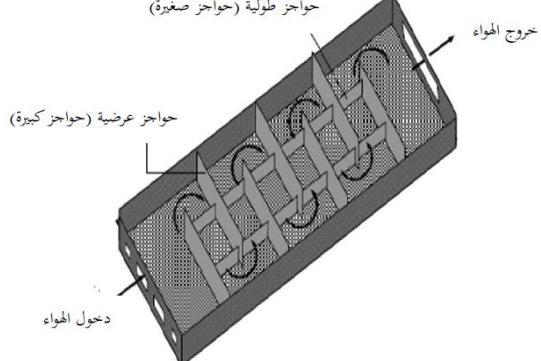
الشكل (8.III) : مكونات اللاقط الشمسي المسطح المستعمل

النماذج المستعملة :

تم في هذا العمل التجريبي استعمال ستة نماذج والتي يوضحها الجدول التالي :

الجدول (3.III) : يوضح النماذج المستعملة في تجربة (A. Abene 2 et al (2004)

الرسم التخطيطي للحاجز	النموذج
 <p>ز عنفة مثلثة الشكل مستقيمة الأضلاع ومنحنية</p>	 <p><u>النموذج الأول</u></p>
 <p>ز عنفة مثلثة الشكل مقوسة الأضلاع ومنحنية</p>	 <p><u>النموذج الثاني</u></p>
 <p>ز عنفة مثلثة الشكل مقوسة الأضلاع وعمودية</p>	 <p><u>النموذج الثالث</u></p>
 <p>ز عنفة مثلثة الشكل مقوسة الأضلاع ومائلة</p>	 <p><u>النموذج الرابع</u></p>

 <p>حواجز على شكل صفوف من قطع أنبوبية</p>	 <p><u>النموذج الخامس</u></p>
<ul style="list-style-type: none"> ◆ ارتفاع الحواجز العرضية مساوي إلى عرض اللاقط $h=0.025m$ ◆ ارتفاع الحواجز الطولية مساوي إلى 80 % من عرض اللاقط $h=0.02m$ 	 <p><u>النموذج السادس</u></p>

وفي مايلي جدول يوضح خصائص الحواجز المستعملة في النماذج التجريبية :

الجدول (4.III) : يوضح خصائص النماذج المستعملة في تجربة (A. Abene 2 et al (2004)

					النموذج
الخامس	الرابع	الثالث	الثاني	الأول	الخصائص
0	2.3	2.3	2.0	2.3	الفراغ الطولي بين كل صفين cm
2.0	2	2	3.5	3.5	الفراغ العرضي بين حاجزين من نفس الصف cm
2.5	1.37	2	1.47	1.47	ارتفاع الحاجز cm
50	26	26	22	15	عدد صفوف الحواجز
7	76	76	44	44	عدد الحواجز في كل صف
-----	1.37	0.8	1.4	3.0	قاعدة الزعنة cm
-----	45	45	45	45	الزاوية الرأسية للزعنة (deg)
2.86	-----	-----	4.0	4.0	نصف قطر قوس الحاجز cm
1.4	-----	-----	-----	-----	قطر القطعة الأنبوبية cm

النتائج المتحصل عليها :

تم الحصول على هذه النتائج عند الظهيرة أين يكون التدفق الإشعاعي في ذروته ، كما هو موضح في الجدول التالي :

الجدول (5.III) : يوضح النتائج المتحصل عليها في تجربة (A. Abene 2 et al (2004)

تدفق الهواء (m ³ /h.m ²)	فرق درجة الحرارة بالنسبة لوحدة الإشعاع الشمسي $\frac{\Delta T}{S_{abs} \cdot I} \left[\frac{^{\circ}C}{kW} \right]$	$\Delta T (^{\circ}C)$	شكل الحاجز
74.24	19.98	27.2	بدون حواجز
40.96	41.21	56.1	النموذج الأول
42.24	38.57	52.5	النموذج الثاني
60.16	26.08	35.5	النموذج الثالث
44.16	38.57	52.5	النموذج الرابع
45.44	36.36	49.5	النموذج الخامس
64	51.42	70	النموذج السادس

❖ من خلال النتائج التجريبية المتحصل عليها نستنتج أن النموذج السادس المزود بحواجز طولية وعرضية أفضل من بقية النماذج ، حيث وصلت درجة حرارة في هذا اللاقط إلى 70C ° ، في حين بقية النماذج لم تتجاوز درجة الحرارة فيها 60C ° .

5.III: دراسة (2005) Ahmed KHOUYA et al [18]

❖ مميزات اللاقط الشمسي المستعمل :

- الغطاء الشفاف : من الزجاج وسمكه 0.005 m .
- الماص الحراري : من الألمنيوم مطلي بالأسود معامل امتصاصه $e \approx 1$.
- العازل الحراري : مصنوع من البوليثيران سمكه 0.04 m .
- الهيكل : من الغالفير .

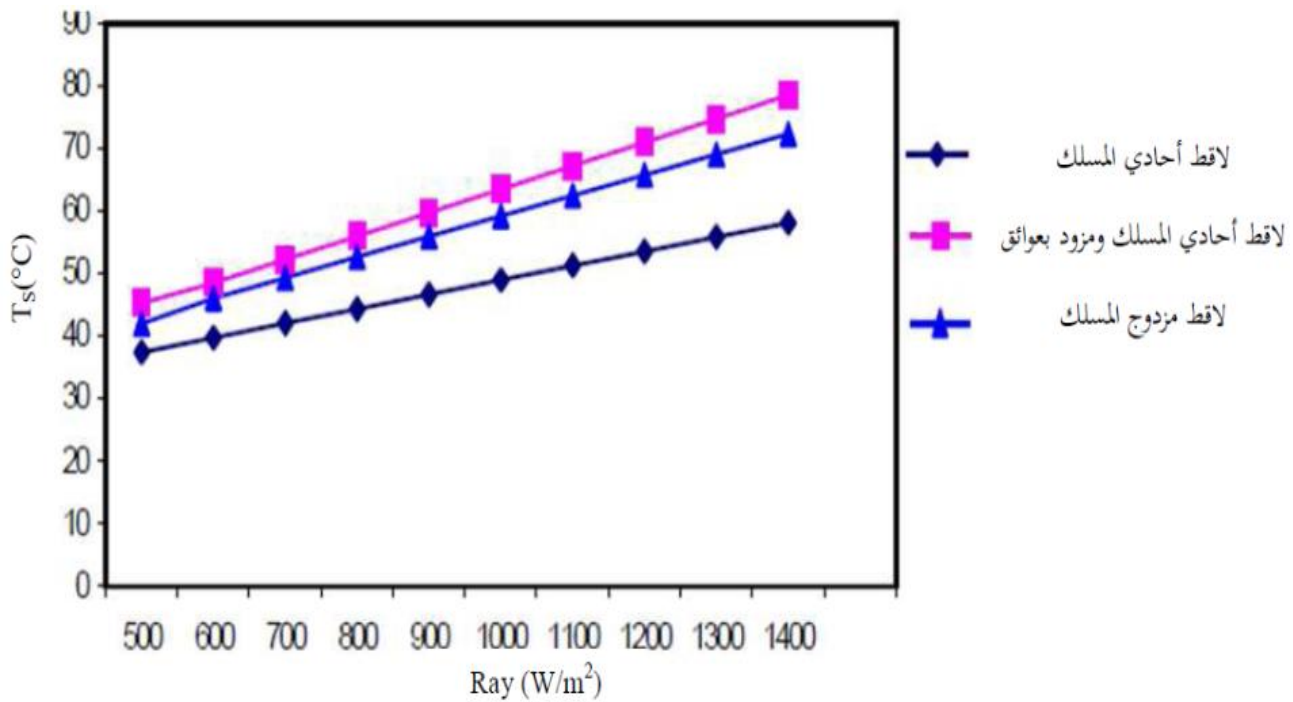
واستعمل في هذا العمل التجريبي ثلاث أنواع من النماذج مختلفة الوضعيات كما في الجدول التالي :

الجدول (6.III) : يوضح النماذج المستعملة في تجربة (2005) Ahmed KHOUYA et al

مواصفات اللاقط	شكل اللاقط
<p>النموذج الأول : عبارة عن لاقط حراري أحادي المسلك يجتازه الهواء من أسفل الماص الحراري فقط.</p>	<p>النموذج الأول</p>
<p>النموذج الثاني : عبارة عن لاقط حراري أحادي المسلك مضاف إليه حواجز من الألمنيوم متوازية ملحومة أسفل الماص الحراري</p> <p>شكل العوائق المستعملة</p> <p>النموذج الثاني</p>	
<p>النموذج الثالث : عبارة عن لاقط حراري ثنائي المسلك واحد . يجتازه الهواء من أعلى و أسفل الماص الحراري في آن واحد .</p>	<p>النموذج الثالث</p>

النتائج المتحصل عليها :

النتائج المسجلة من هذه التجربة موضحة في المنحنى التالي :



الشكل (9.III) : منحنى يوضح تغيرات درجة الحرارة للهواء عند مخرج اللاقط بدلالة تدفق الإشعاع الحراري

- من هذه الدراسة نستنتج أن اللاقط أحادي المسلك ومزود بعوائق أفضل من اللاقطين الآخرين حيث وصلت درجة حرارته إلى 80 °C .

6.III: دراسة [15]:Irfan KURTBAS and Emr TURGUT (2006)

بعض مواصفات اللاقط المستعمل :

الماص الحراري : من مادة الغالفييز .

مساحته : 0.348 m² مثبتة عليها حواجز على صنفين .

قمنا بشرح النماذج المستعملة بالإضافة إلى النتائج المتحصل عليها من العمل التجريبي والتي كما في الجدول التالي :

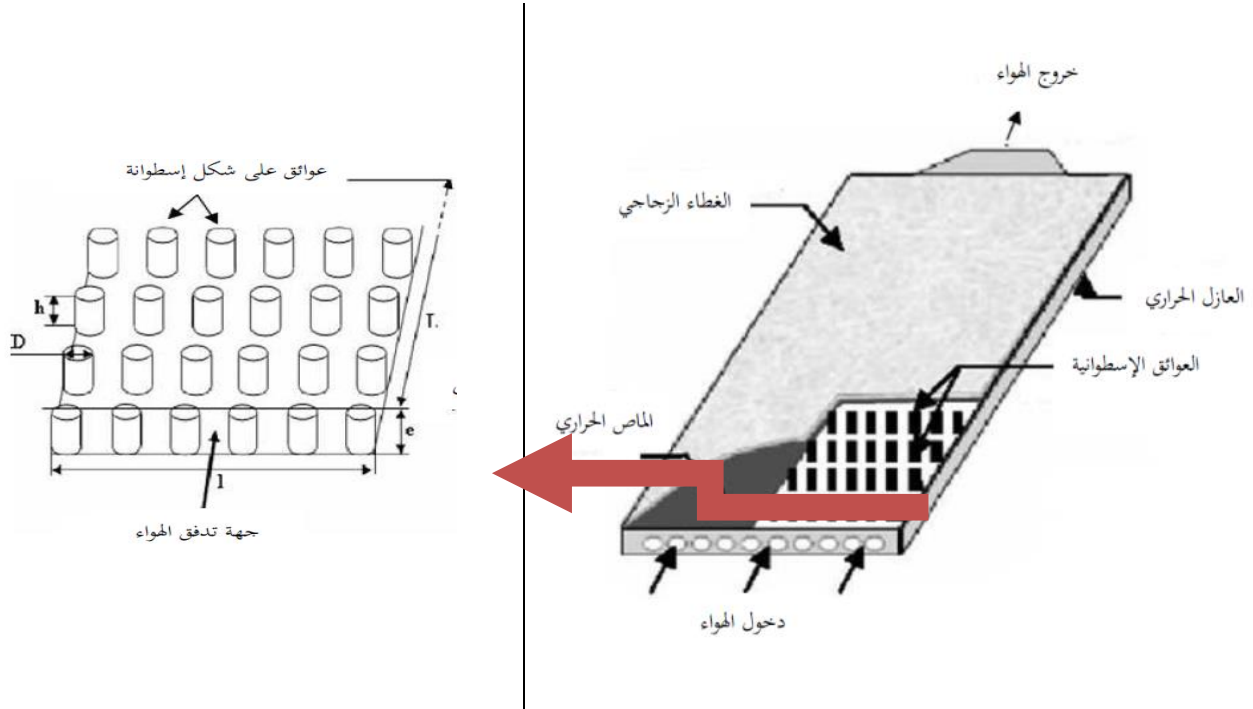
الجدول (7.III) : يوضح النماذج المستعملة في تجربة (Irfan KURTBAS and Emr TURGUT (2006)

ΔT (°C)	المردود (%)	تدفق الهواء (h/m ³)	تدفق الإشعاع الشمسي (W/m ²)	مواصفات اللاقط	النموذج
11.44	67	223.2	873	لاقط حراري مزود ب 8 حواجز - طول الحاجز 0.8m - عرض الحاجز 0.06m	 <u>النموذج الأول</u>
13.14	77	223.2	873	لاقط حراري مزود ب 32 حواجز - طول الحاجز 0.2m - عرض الحاجز 0.06m	 <u>النموذج الثاني</u>

ملاحظة : في النموذج الثاني تم استعمال مثل حواجز النموذج الأول غير انه تم تقطيع كل حاجز إلى أربع قطع لنحصل على 32 قطعة وتم توزيعها كما هو مبين في الجدول السابق.

- من خلال النتائج المتحصل عليها من هذه التجربة (المردود و درجة الحرارة) نستنتج أن النموذج الثاني أفضل من الأول وهذا راجع إلى التوزيع الجيد للحواجز وكذلك حجم كل حاجز.

7.III: دراسة [19]: K. Aoues 1 et al (2008)



الشكل (10.III) : يوضح مكونات اللاقط الشمسي المستعمل في تجربة (K. Aoues 1 et al (2008)

النماذج المستعملة :

تم استعمال نموذجين في هذه التجربة كما في الجدول التالي :

الجدول (8.III) : يوضح النماذج المستعملة في تجربة (K. Aoues 1 et al (2008)

مواصفاته	النموذج
<ul style="list-style-type: none"> - تم توزيع العوائق في هذا النموذج على شكل تخميسه (خمسة في الزوايا و أربعة في الوسط) . - حيث البعد الطولي S_L والبعد العرضي S_T. 	<p><u>النموذج الأول</u></p>
<ul style="list-style-type: none"> - تم توزيع العوائق في هذا النموذج على شكل صفوف مستقيمة. - حيث البعد الطولي S_L والبعد العرضي S_T. 	<p><u>النموذج الثاني</u></p>

النتائج المتحصل عليها:

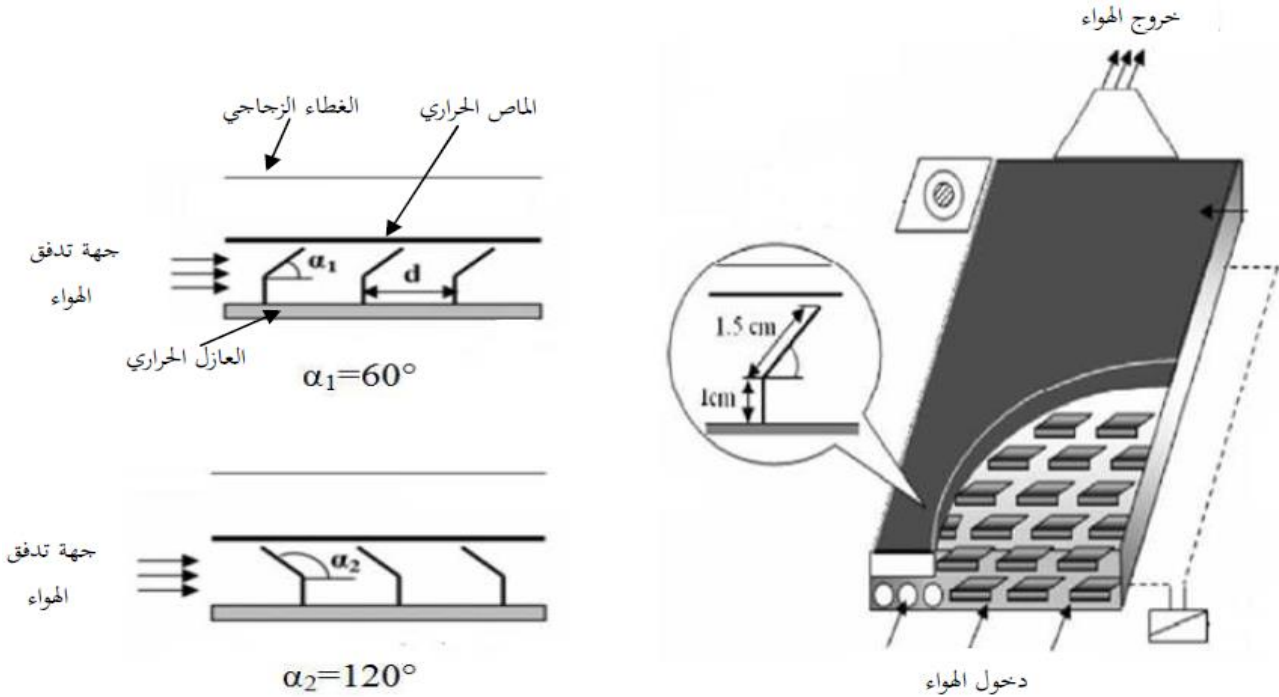
في اللاقط الذي بدون عوائق وصلت درجة الحرارة إلى 77°C عند مخرج اللاقط ، في حين سجلت درجة الحرارة في النموذج الأول المزود بعوائق إلى 90°C بزيادة تقدر ب 13°C عن اللاقط العادي .
أما في النموذج الثاني وصلت درجة الحرارة إلى 83°C بزيادة تقدر ب 6°C عن اللاقط العادي .

8.III: دراسة [12]: K. Aoues 2 et al (2009)

استعمل هذا الفريق لاقط شمسي مسطح مساحته 1.74m^2 ، طوله يساوي 1.95m وعرضه 0.89m .

مكونات اللاقط الشمسي المستعمل :

1. غطاء شفاف : من الزجاج سمكه 0.05m .
 2. ماص حراري: من الغالفنيز مطلي بالأسود غير لامع وسمكه 0.004m .
 3. عازل حراري : من بوليستيران سمكه 0.04m .
 4. الهيكل الخارجي : من الخشب بسمك 0.005m ويميل عن الأفق بزاوية $\theta = 34.8^{\circ}$.
- المسافة بين الماص الحراري والعازل تساوي 0.025m .
- كما استعمل هذا الفريق نوعين من الحواجز من نفس النوع إلا أنهم مختلفين في التركيب من حيث الزاوية ، حيث تم تثبيتهم مباشرة على العازل الحراري كما هو موضح في الشكل التالي :



الشكل (11.III) : مكونات اللاقط الشمسي المستعمل في تجربة (K. Aoues 2 et al (2009)

النماذج المستعمل :

استعمل هذا الفريق أربع نماذج وهي :

- . النموذج الأول : زاوية ميل الحاجز $\alpha_1 = 60^\circ$ ، البعد بين الحاجزين $d_1 = 0.01m$.
- . النموذج الثاني : زاوية ميل الحاجز $\alpha_1 = 120^\circ$ ، البعد بين الحاجزين $d_1 = 0.01m$.
- . النموذج الثالث : زاوية ميل الحاجز $\alpha_2 = 60^\circ$ ، البعد بين الحاجزين $d_2 = 0.005m$.
- . النموذج الرابع : زاوية ميل الحاجز $\alpha_2 = 120^\circ$ ، البعد بين الحاجزين $d_2 = 0.005m$.

النتائج المتحصل عليها مسجلة في الجدول التالي :

الجدول (9.III) : يمثل النتائج المتحصل في تجربة K. Aoues 2 et al (2009)

النموذج	الوقت (h)	I_G (W/m ²) (التدفق الإشعاعي)	T_a (°C) (الهواء)	T_{fe} (°C) (الداخلية)	T_{fs} (°C) (الخارجية)	η (%) (المردود)
النموذج الأول	11h40	738	28	36	55	56.06
النموذج الثاني	10h30	746	24.5	34	54	55.67
النموذج الثالث	11h50	739	31	35	66	57.80
النموذج الرابع	11h30	743	23	34	50	55.11

من النتائج المسجلة في هذه التجربة نستنتج أن :

إن اللاقط المزود بحواجز النموذج الأول أفضل من بقية النماذج الأخرى وذلك راجع إلى :

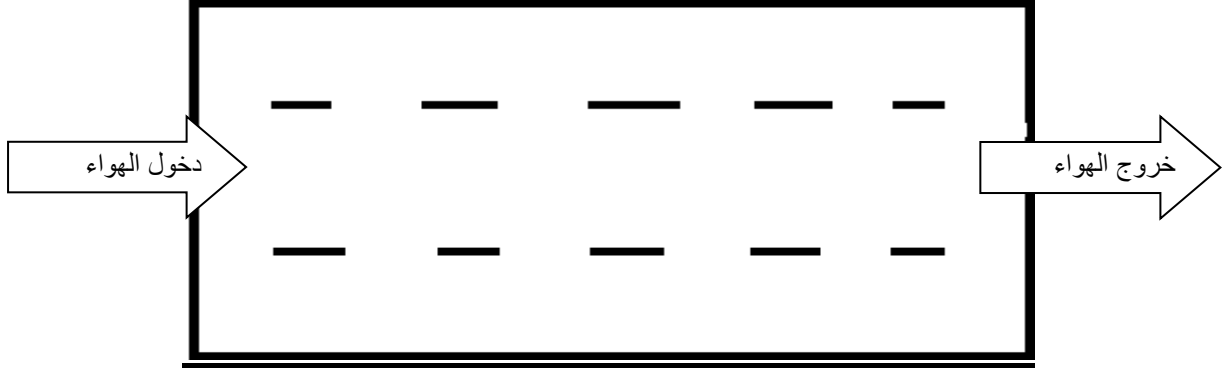
- ✓ عدد الحواجز المستعملة .
- ✓ زاوية الحاجز $\alpha_1 = 60^\circ$ لأنها تقوم بتوجيه الهواء إلى الماص الحراري وبالتالي رفع درجة حرارة الهواء على عكس الزاوية 120° التي توجه الهواء إلى العازل الحراري .

9.III: دراسة (2009) R. Ben Slama [14]

النماذج المستعملة :

في هذه التجربة تم استعمال ثلاث نماذج وهي كالتالي :

✓ النموذج الأول : استعمل في هذا النموذج حواجز طولية صغيرة



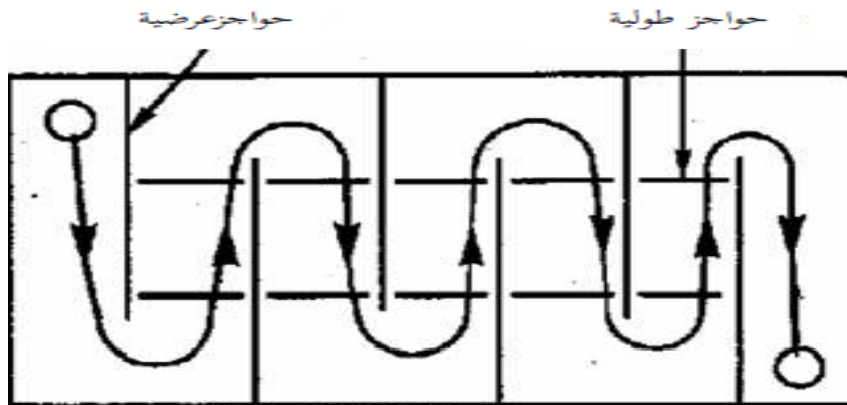
الشكل (12.III) : حركة الهواء في الحواجز الطولية

✓ النموذج الثاني : استعملت فيه حواجز عرضية طويلة



الشكل (13.III) : صورة لحركة الهواء في الحواجز العرضية

✓ النموذج الثالث : استعملت فيه حواجز طولية وعرضية



الشكل (14.III) : حركة الهواء في الحواجز العرضية .

10.III : المردود :

للمقارنة بين النماذج الثلاث السابقة نقوم بحساب المردود الطاقوي والذي يعطى بالعلاقة التالية :

$$\eta = \frac{\rho \cdot C_p \cdot Q_v \cdot (T_s - T_e)}{\phi \cdot S} \quad [\%]$$

حيث :

- ◆ ρ : الكتلة الحجمية (Kg/m^3).
- ◆ C_p : الحرارة النوعية للهواء ($\text{J}/\text{Kg} \cdot \text{K}$).
- ◆ Q_v : تدفق الهواء (m^3/s).
- ◆ T_s : درجة حرارة الهواء الخارج من اللاقط (K).
- ◆ T_e : درجة حرارة الهواء الداخل إلى اللاقط (K).
- ◆ Φ : كثافة التدفق الشمسي الساقط على سطح اللاقط (W/m^2).
- ◆ S : مساحة اللاقط (m^2).

☒ نستنتج من هذه الدراسة أن النموذج الثالث المزود بالحواجز الطولية والعرضية معا أفضل من النماذج الأخرى ، حيث وصلت نسبة المردود إلى % 80 وهذا عند تدفق للهواء يساوي إلى $60 (\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2)$ و قياس الإشعاع الشمسي $1000 (\text{W}/\text{m}^2)$ ، ويصاحب هذا ارتفاع في درجة الحرارة حيث وصلت في حدود 50 C° .

❖ بعد الاطلاع على أعمال بعض الباحثين خلال السنوات الماضية حول تحسين أداء اللاقط الشمسي نقوم بالمقارنة بين هاته الأبحاث من خلال اخذ اختيار أفضل نموذج من كل تجربة وتلخيصها في الجدول التالي :

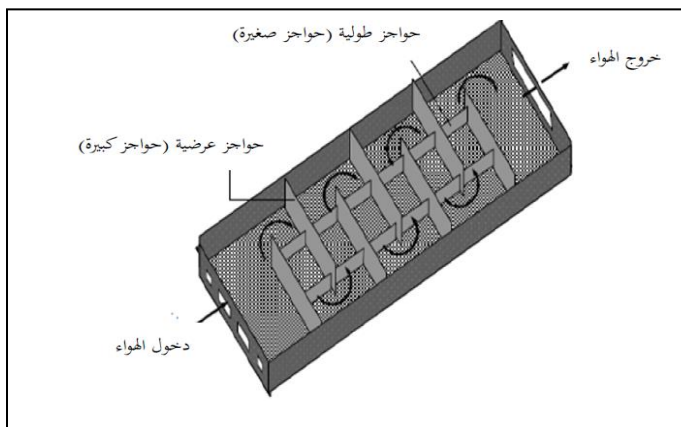
الجدول (10.III) : يوضح مقارنة بين نماذج بعض الباحثين خلال السنوات الماضية

فرق درجة الحرارة $\Delta T [^{\circ}C]$	درجة الحرارة بالنسبة للإشعاع الشمسي $\frac{\Delta T}{S_{abs} \cdot I} [^{\circ}C / kW]$	الإشعاع الشمسي $I [W/m^2]$	سرعة هواء المروحة $V_{air} [m/s]$	مساحة الماص الحراري $S_{abs} [m^2]$	شكل الحاجز	الأبحاث
25	13.90	999	2.6	1.8	ماص مائل بدون حواجز	F. Mokhtari et D. Semmar (2001)
14	10.94	1000	0.8	1.28	حواجز عرضية بارتفاع يساوي مسلك الهواء	A. ABENE 1 (2003)
70	51.42	1063.5	0.4	1.28	حواجز طولية وعرضية معا	A. Abene 2 (2004)
45	45	1000	1	1	أحادي المسلك مزود بعوائق	Ahmed KHOUYA (2005)
13.14	9.57	837	1.11	1.64	قطع معدنية عرضية عمودية	Irfan KURTBAS and Emr TURGUT(2006)
13	2.47	1000	2.38	1.74	عوائق اسطوانية	K. Aoues 1 (2008)
31	24.11	739	2.38	1.74	قطع معدنية مائلة	K. Aoues 2 (2009)
50	27.17	1000	2.1	1.84	حواجز طولية وعرضية معا	R. Ben Slama (2009)

من الجدول السابق وبعد المقارنة بين أفضل النماذج نقوم باختيار أحسن ثلاث نماذج من حيث التكلفة وبساطة التركيب والمردود وهي كالآتي :

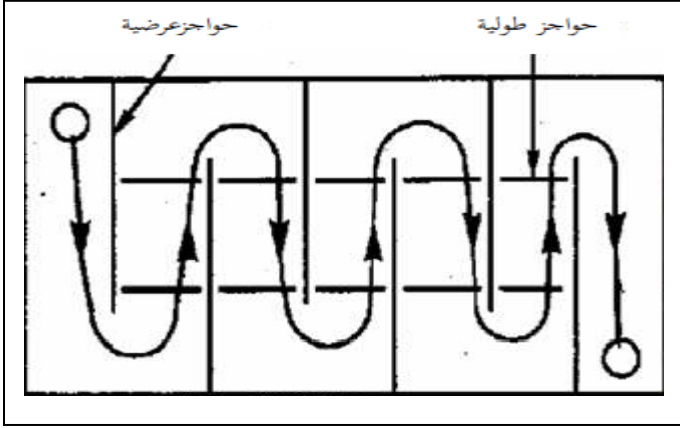
أولاً : نموذج (A. Abene 2 et al (2004)

من بين الدراسات السابقة يعتبر هذا النموذج الأفضل مقارنة بالنماذج الأخرى من حيث المردود الطاقوي وفرق درجة الحرارة إضافة إلى التركيب الغير معقد بالنسبة للحواجز المستعملة في هذا النموذج وكذا كيفية التغير في مسلك الهواء فوق أو تحت الماص الحراري وذلك بالنسبة للحواجز الطولية والعرضية .



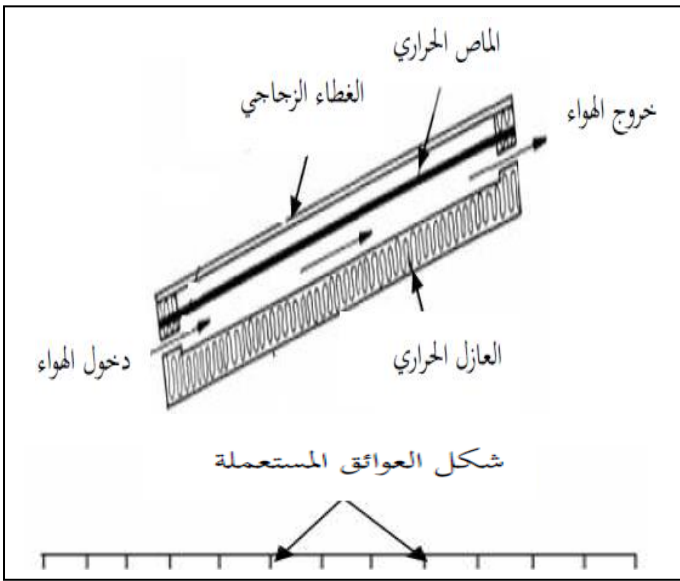
ثانيا : نموذج (2009) R. Ben Slama

بالنسبة لهذا النموذج المستعمل الذي يتضمن حواجز طولية وعرضية معا علما انه يحوي نفس تركيب النموذج الأول بالنسبة للحواجز، إلا انه يختلف عنه من حيث دخول الهواء وخروجه وهذا ما أدى إلى انخفاض طفيف في المردود و فرق درجة الحرارة مقارنة بنتائج النموذج الأول .



ثالثا : نموذج (2005) Ahmed KHOUYA et al

هذا النموذج يختلف عن النموذجين السابقين من حيث تركيب الحواجز (العوائق) المستعملة وكذا بالنسبة لتغيير مسلك الهواء (مسلك واحد) ، حيث يمر الهواء من خلاله أسفل الماص الحراري ، وهذا ما أدى إلى انخفاض في المردود و فرق درجة الحرارة مقارنة بنتائج النموذج الأول .



11.III : الفائدة من استعمال الحواجز:

- التقليل من المناطق الخاملة في اللاقط .
- الانتشار الجيد للهواء داخل اللاقط .
- الزيادة في مدة الهواء داخل اللاقط وبالتالي رفع فرق درجة حرارة .
- زيادة مردود الطاقوي للاقط .
- زيادة مساحة التبادل الحراري بين الهواء والسطح الماص الحراري .

12.III : النموذج المقترح :

من الدراسات السابقة للنماذج يلاحظ وجود شروط يجب توفرها في اللاقط الشمسي للحصول على نتائج جيدة وهي كمايلي :

- ❖ ارتفاع الحواجز يجب أن يكون مساوي لارتفاع مسلك الهواء .
- ❖ طول العائق يجب أن يكون مساوي إلى 75% من العرض الكلي للماص الحراري .
- ❖ البعد بين الحواجز من الأحسن أن لا يتجاوز 0.2 m .

الفصل الرابع : تحسين أداء اللاقط الشمسي (دراسة تجريبية)

1.IV : مقدمة :

من أجل التحسين في أداء اللاقط الشمسي المسطح (المردود) أجريت هذه الدراسة التجريبية على مجفف شمسي يعمل بالحمل القسري ، وذلك بإضافة عوائق من نوع خاص في مسرى الهواء (بين الماص الحراري والغطاء الشفاف) ، حيث تم وضع هذه الحواجز تبعا للأبحاث السابقة المدروسة ، وهذا من أجل الحصول على درجة حرارة مناسبة لتجفيف مواد غذائية محلية وهما التمر والبطاطس .

♦ والجانب الأكثر أهمية والذي يفيدنا في هذه الدراسة هو الجزء المتعلق باللاقط الشمسي ، لذلك في هذا العمل التجريبي سنركز على الحسابات والنتائج المتحصل عليها الخاصة باللاقط .

2.IV : وصف منطقة التجربة :

☒ أجريت الدراسة التجريبية على مستوى مخبر الطاقات المتجددة بقسم الفيزياء -كلية الرياضيات وعلوم

المادة - جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، على مدار أربعة أشهر (أبريل ، ماي ، جوان ، جويلية) في

سنة 2010. [21]

منطقة ورقلة تقع في الجنوب الشرقي الجزائري بمساحة تصل إلى 2887 كلم² ، أما من ناحية الجغرافية

فإنها تتميز بالمواصفات التالية. [9]

الموقع الجغرافي : تقع ورقلة بين خط طول 5°19 شرقا و دائرة عرض 31°57 شمالا .

المناخ : تتميز ورقلة بالطابع الصحراوي حيث جاف وحار صيفا وبارد شتاءا .

درجة الحرارة : تتراوح درجة الحرارة بين 5° C و 46° C في السنة .

الرطوبة النسبية : تتراوح بين 24 % و 62 % في السنة .

الارتفاع : ترتفع على سطح البحر ب 170 متر .

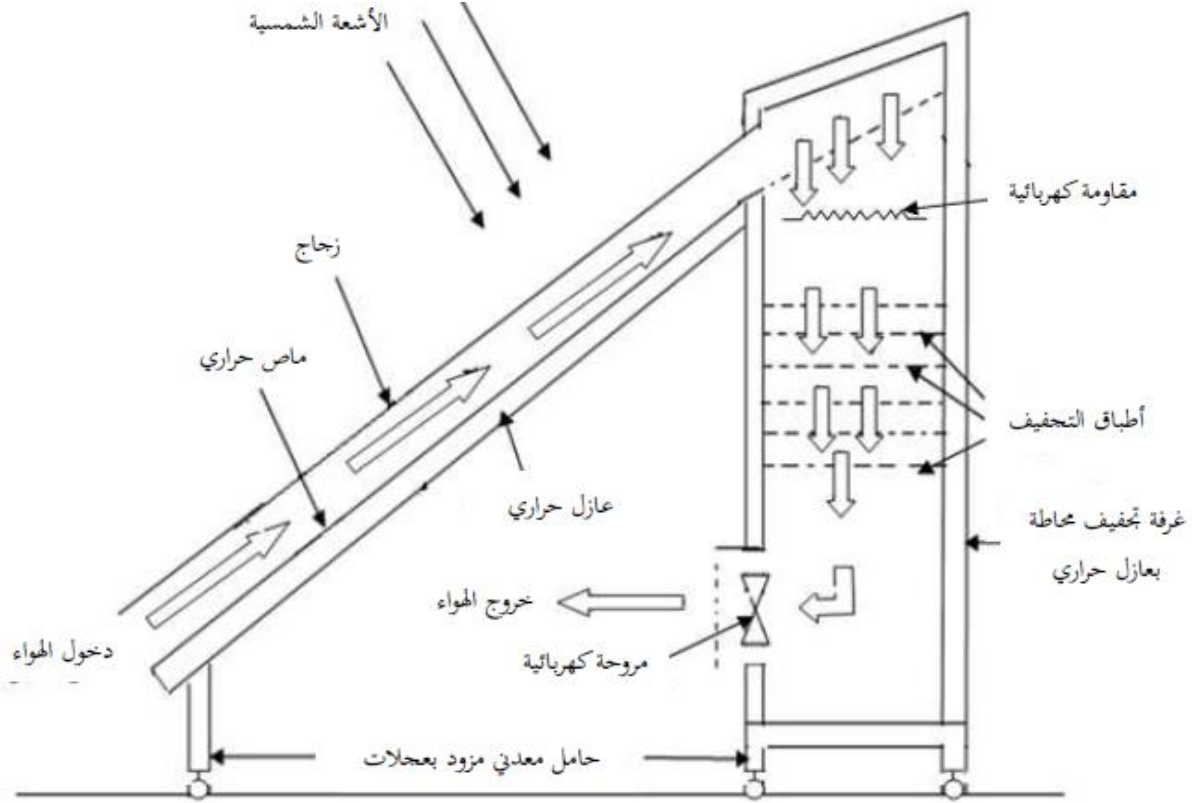
الإشعاع الشمسي : يتراوح الإشعاع الشمسي في شهر جويلية ما بين 8.4 KWh/m².jour و 8.8 KWh/m².jour. [4]

❖ تتميز منطقة ورقلة بندرة سقوط الأمطار لذلك فان اغلب أيام السنة تكون مشمسة وهذا ما

يجعلها منطقة غنية بالطاقة الشمسية [9] .

3.IV : وصف المجفف الشمسي المستعمل :

استعمل في هذه التجربة مجفف شمسي غير مباشر يعمل بالحمل القسري باستعمال مروحة موضوعة أسفل غرفة التجفيف لنتحكم في سرعة الهواء الخارج من المجفف وفي الشكل التالي مخطط توضيحي لعناصر المجفف الشمسي المستعمل :



الشكل (1.IV) : أجزاء المجفف الشمسي المستعمل قبل إجراء التحسين

■ **خصائص اللاقط الشمسي المستعمل :** يتميز اللاقط الشمسي المسطح المستعمل في هذا العمل التجريبي (قبل إجراء التحسين) بالخصائص التالية :

الأبعاد : اللاقط مكعب الشكل طوله 2.5 متر وعرضه 1 متر و 0.13 متر ارتفاع .

الغطاء الشفاف : من الزجاج سمكه 0.004 متر .

الماص الحراري : من الفولاذ طوله 2.5 متر وعرضه 0.86 متر مطلي بالأسود غير اللامع لزيادة امتصاص الأشعة الشمسية .

العازل الحراري : من البوليستيران بسمك 0.06 متر .

يميل بزاوية 31° بالنسبة للأفق وموجه ناحية الجنوب .

وفي مايلي صورة للاقط الشمسي المستعمل في هذا العمل التجريبي :



صورة اللاقط الشمسي المسطح المستعمل في التجربة

4.IV : المقادير المقاسة خلال التجربة :

نأخذ القياسات المتعلقة باللاقط والتي تؤثر في أداءه وذلك كل نصف ساعة :

- شدة الإشعاع الشمسي الساقط .
- درجة الحرارة لكل من :
 - الهواء الداخل والخارج من اللاقط .
 - الغطاء الزجاجي .
 - الصفیحة الماصة في المنتصف .
- سرعة حركة المروحة والهواء المحيط .

5.IV : الأجهزة المستعملة في اخذ قياسات اللاقط :

« جهاز قياس الإشعاع الشمسي : يتركب من جزئين ، جزء يستقبل الإشعاع الشمسي مباشر موصول بالجزء الآخر الذي هو عبارة عن شاشة الكترونية تترجم الإشعاع الشمسي إلى قراءة مباشرة على شاشة رقمية تعطي قيمة الإشعاع الشمسي ب (W/m^2).

« جهاز قياس درجة الحرارة : وهو عبارة على جهاز رقمي لقياس درجة الحرارة موصول بمزدوج حراري (Thermocouples) الذي هو عبارة عن زوج من المعدن ، وتعطي قيمة درجة حرارة المكان الموضوع فيه المزدوجة .

« جهاز قياس سرعة الهواء : وهو عبارة على جزئين ، جزء يتمثل في مروحة دوارانية حساسة جدا متصلة بسلك الذي بدوره متصل بالجزء الآخر الذي هو عبارة عن لوحة رقمية تعطي قيمة سرعة الهواء مباشرة على شاشة رقمية .

6.IV : التجربة

أقيمت سلاسل من التجارب على اللاقط الشمسي المسطح قبل وبعد إضافة العوائق من أجل التحسين في مردود اللاقط الشمسي وتمت المقارنة بين النتائج المتحصل عليها قبل وبعد التحسين .

حيث تم تقسيم التجربة إلى مرحلتين كمايلي :

A.6.IV : المرحلة الأولى (قبل إجراء التحسين)

في هذه المرحلة أخذت سلسلة من القياسات في أيام من شهر أبريل 2010 بدلالة الزمن ، حيث سجلت في هذه التجربة قياسات كل من :

♦ التغير اليومي للإشعاع الشمسي [Ray].

♦ درجة حرارة دخول الهواء للاقط $[T_e(\text{cap})]$.

♦ درجة حرارة خروج الهواء من اللاقط $[T_s(\text{cap})]$.

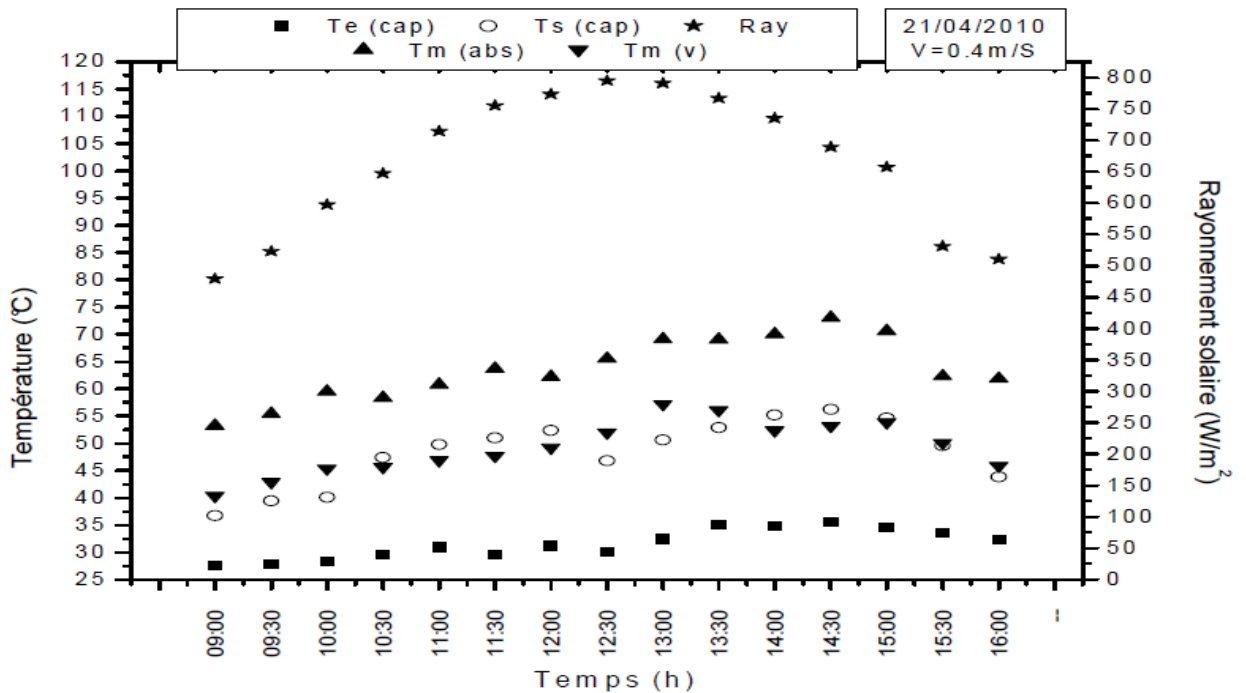
♦ درجة حرارة الزجاج $[T_m(\text{V})]$.

♦ درجة حرارة الماص الحراري $[T_m(\text{abs})]$.

❖ مع العلم انه تم التغيير في سرعة المروحة أي التغيير في سرعة الهواء داخل المجفف .

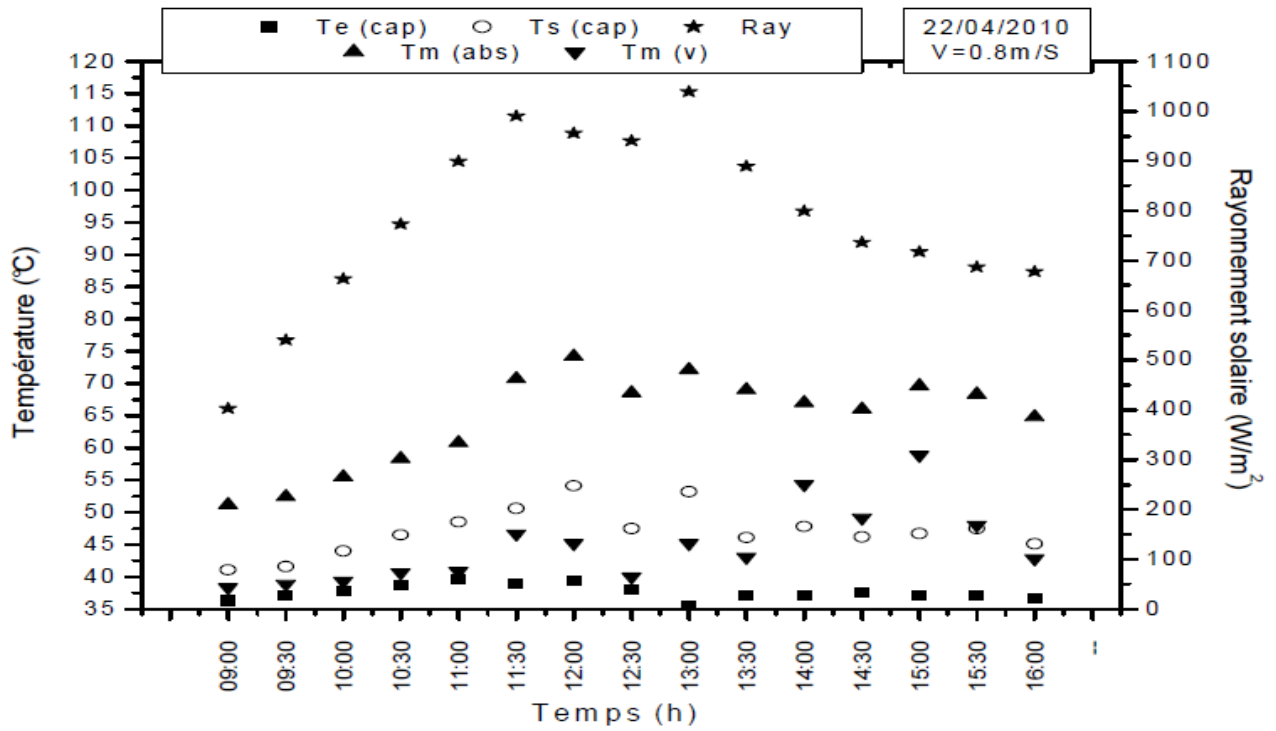
حيث ترجمت القياسات المتحصل عليها في المنحنيات التالية :

أولا : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=0.4\text{m/s}$.



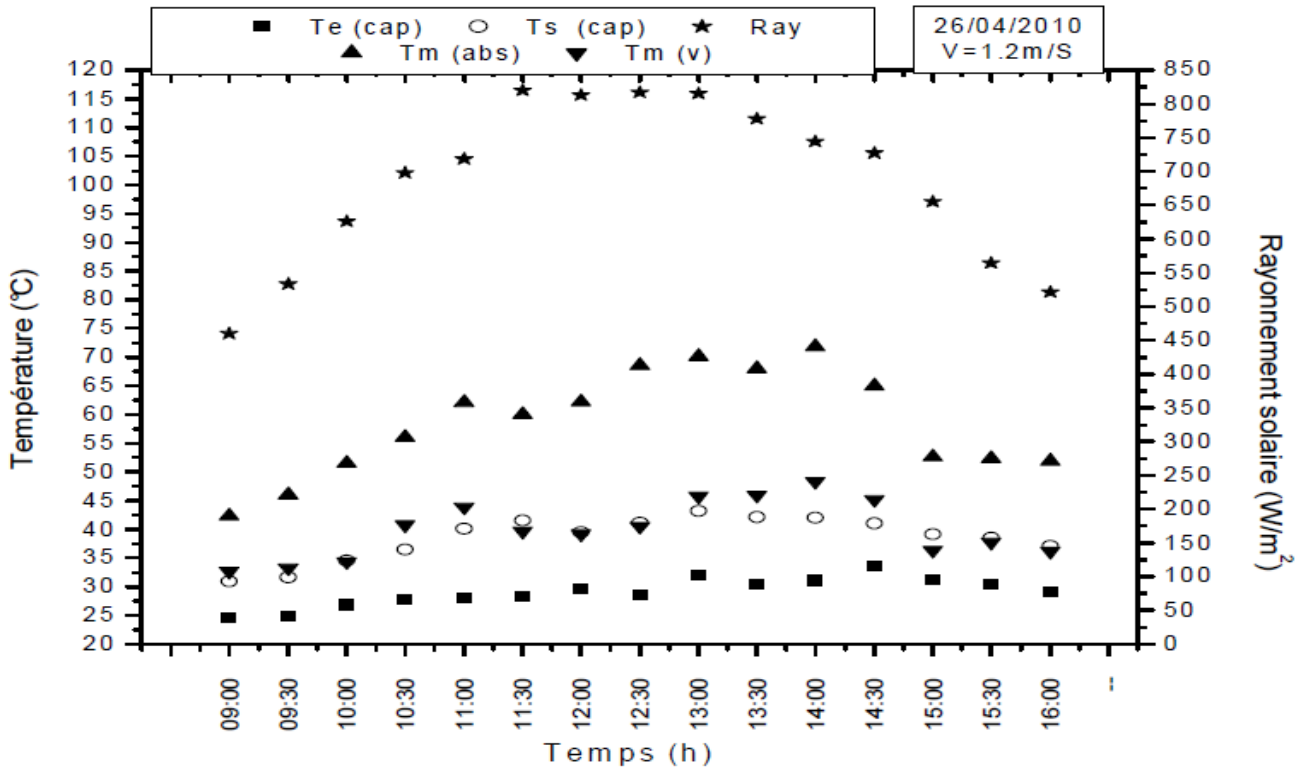
الشكل (2.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 21 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري وال الزجاج .

ثانياً : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=0.8m/s$.



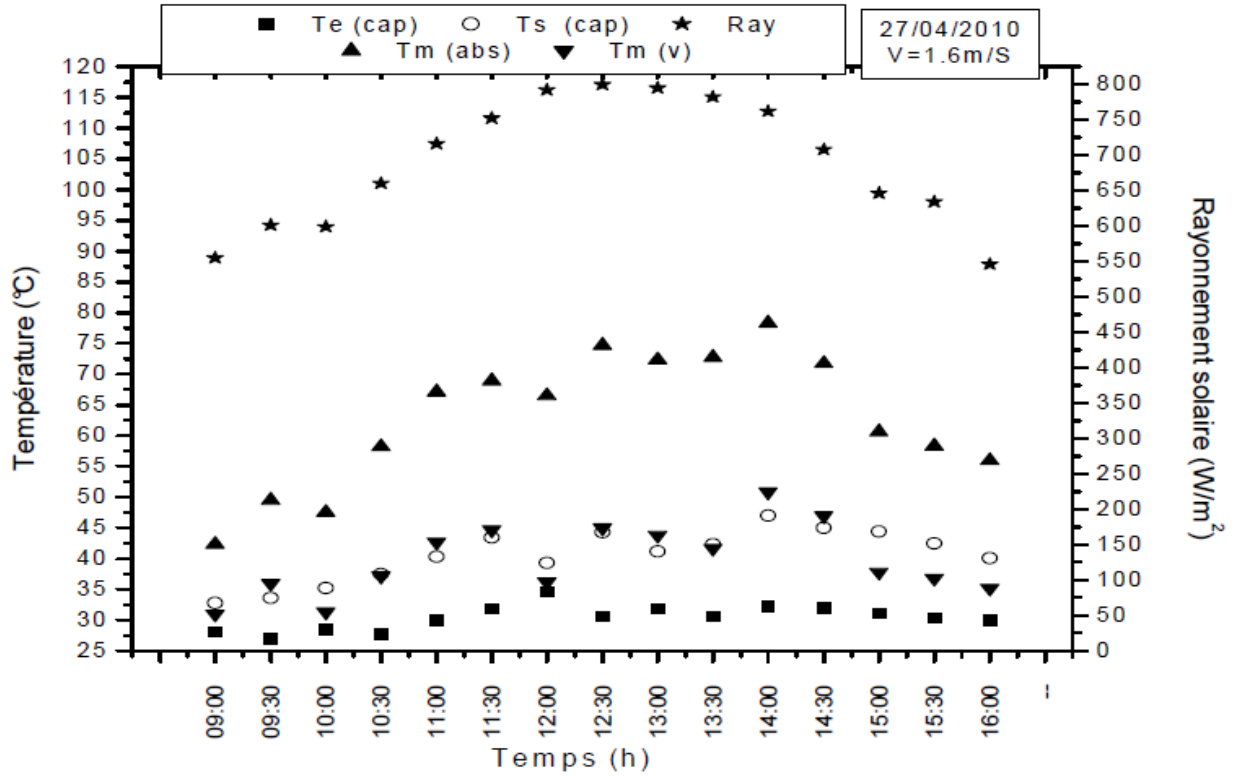
الشكل (3.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 22 أفريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

ثالثاً : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=1.2m/s$.



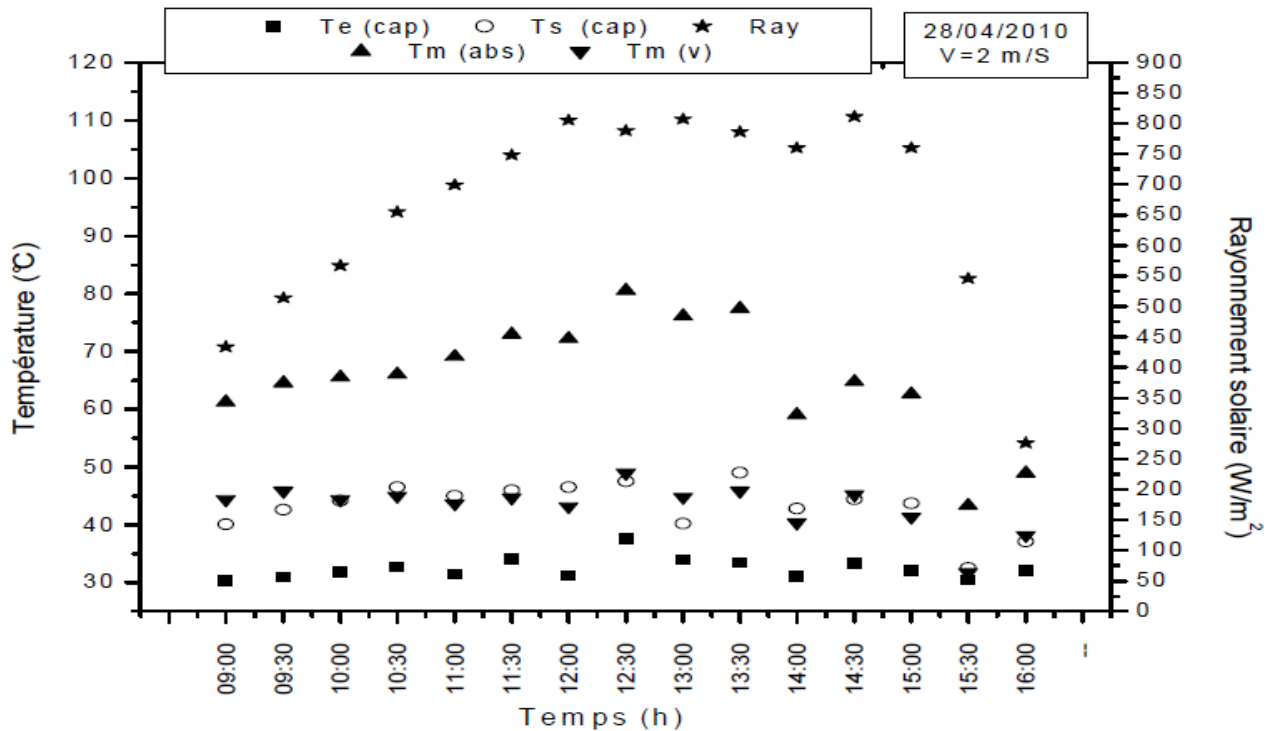
الشكل (4.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 26 أفريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

رابعاً: من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=1.6m/s$.



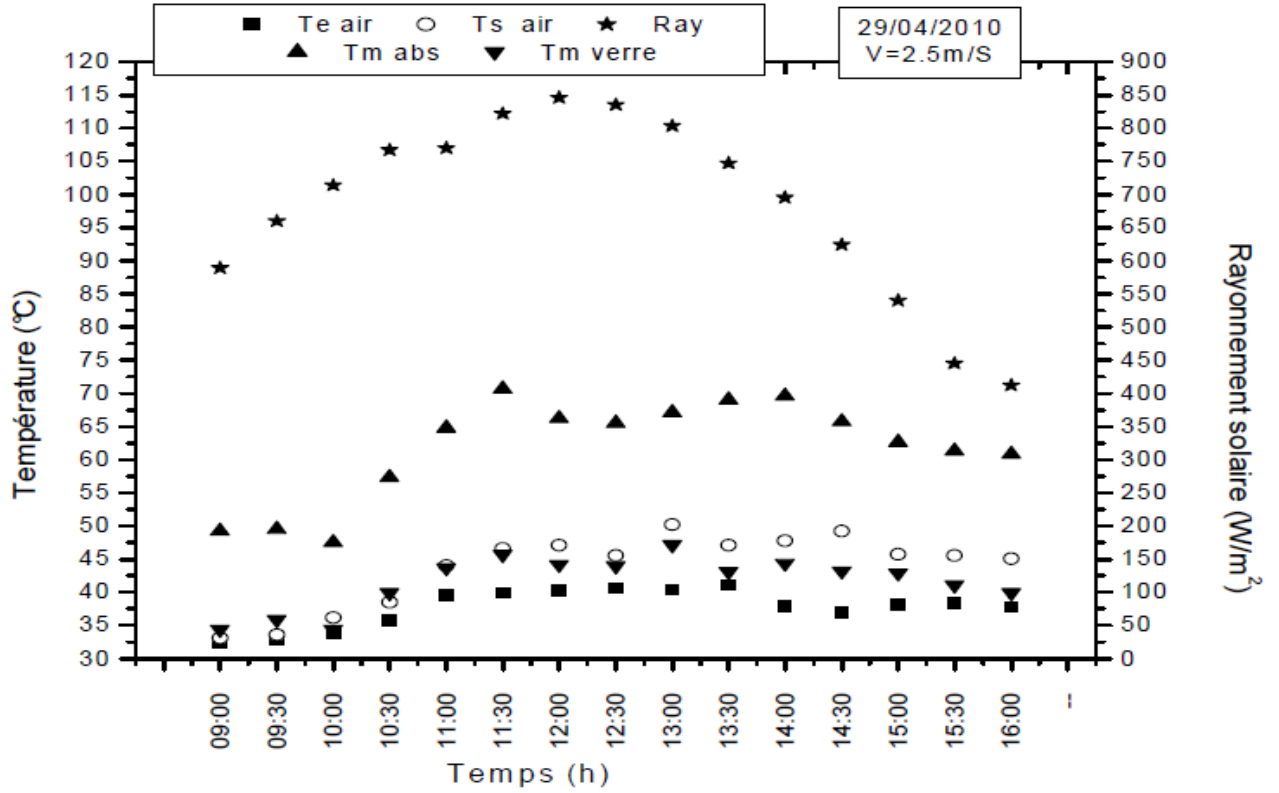
الشكل (5.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 27 أفريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

خامساً: من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=2m/s$.



الشكل (6.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 28 أفريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

سادسا : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=2.5m/s$.



الشكل (7.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 29 أبريل 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

1.A.6.IV : العوامل المؤثرة في درجة الحرارة الناتجة من اللاقط الشمسي المسطح

من خلال منحنيات القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن خلال شهر أبريل من عام 2010 اتضح أن هناك عوامل تؤثر في درجة الحرارة الناتجة من اللاقط الشمسي المسطح وهي كمايلي :

✓ الإشعاع الشمسي الساقط على سطح اللاقط الشمسي : يتناسب الإشعاع الشمسي الوارد طرديا مع درجة حرارة الماص الحراري ، وبالتالي زيادة في درجة الحرارة عن طريق الحمل ، حيث يبلغ الإشعاع الشمسي الوارد ذروته في الفترة الممتدة ما بين (12:00 – 14:00) وذلك من خلال النتائج المتحصل عليها من المنحنيات السابقة .

✓ عامل الغيوم : تؤثر الغيوم سلبيا على الإشعاع الشمسي الوارد للاقط ، حيث تعترض الغيوم الإشعاع الشمسي الوارد عن طريق الامتصاص أو الانعكاس .

✓ عامل الرياح : تؤثر الرياح بشكل سلبي على أداء اللاقط الشمسي ، حيث تساهم في الضياع الحراري بالحمل على مستوى الغطاء الزجاجي .

✓ تأثير حرارة الوسط الخارجي : تعمل دور ايجابي على عملية التسخين في حالة ارتفاعها ، وبشكل سلبي في حالة انخفاضها .

✓ رطوبة الوسط الخارجي : تؤثر بشكل سلبي على عملية التسخين في حالة ارتفاعها ، وبشكل ايجابي في حالة انخفاضها .

✓ عامل الغبار : يؤثر الغبار سلبا على كمية الإشعاع المار عبر الزجاج وكذا على الصفيحة الماصة من حيث كمية الامتصاص والانبعثات منها وهذا لتشكل طبقة عازلة من الغبار فوق الطلاء الأسود .

❖ وفي مايلي جدول يوضح المقارنة بين فرق درجة حرارة اللاقط وقت الذروة بالنسبة للإشعاع الشمسي خلال أيام التجربة :

الجدول(1.IV) : تغير فرق درجة حرارة اللاقط بالنسبة وحدة الإشعاع الشمسي وقت الذروة بدلالة سرعة هواء المروحة في حالة اللاقط الشمسي المسطح بدون عوائق

اليوم	سرعة هواء المروحة $V_{vtl}[m/s]$	الإشعاع الشمسي عند الذروة $I[w/m^2]$	فرق درجة الحرارة $\Delta T_{sch}[^{\circ}C]$	فرق الحرارة بالنسبة لوحدة الإشعاع الشمسي $\frac{\Delta T}{S_{abs.I}} [\frac{^{\circ}C}{KW}]$
2010/04/21	0.4	795	21.3	12.57
2010/04/22	0.8	889	17.8	9.40
2010/04/26	1.2	815	16.3	9.38
2010/04/27	1.6	800	17.3	8.03
2010/04/28	2	811	11.1	6.42
2010/04/29	2.5	803	9.8	5.72

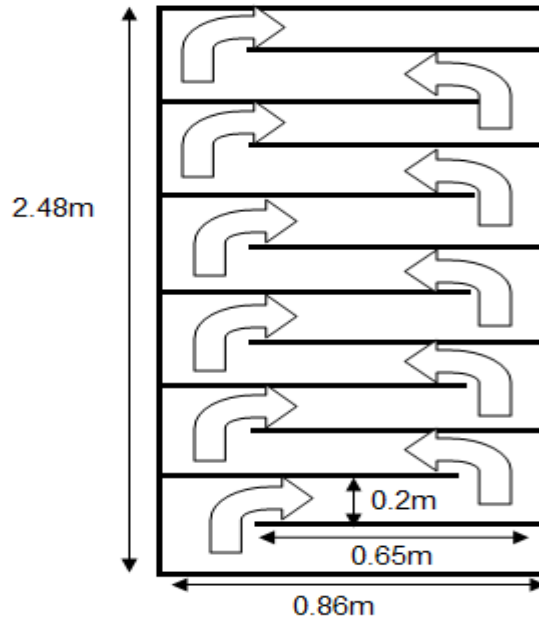
المرحلة الثانية (بعد إجراء التحسين)

في هذه المرحلة أخذت سلسلة من النتائج المتعلقة باللاقط المزود بالعوائق وهذا لعدة أيام من شهر مايو 2010 بدلالة الزمن ، حيث سجلت في هذه التجربة قياسات كل من :

- ◆ التغير اليومي للإشعاع الشمسي [Ray].
- ◆ درجة حرارة دخول الهواء للاقط $[T_e(\text{cap})]$.
- ◆ درجة حرارة خروج الهواء من اللاقط $[T_s(\text{cap})]$.
- ◆ درجة حرارة الزجاج $[T_m(V)]$.
- ◆ درجة حرارة الماص الحراري $[T_m(\text{abs})]$.

1.B.6.IV : خصائص النموذج المقترح (لاقط مزود بعوائق)

في هذه المرحلة من التجربة تم استعمال نفس اللاقط الشمسي المسطح السابق غير انه تم تزويده بعوائق عرضية وذلك حسب الدراسات المرجعية السابقة (الفصل الثالث) ، حيث العوائق المستعملة ركبت بالشكل التالي :



الشكل (8.IV) : رسم تخطيطي طريقة تركيب الحواجز المستعملة

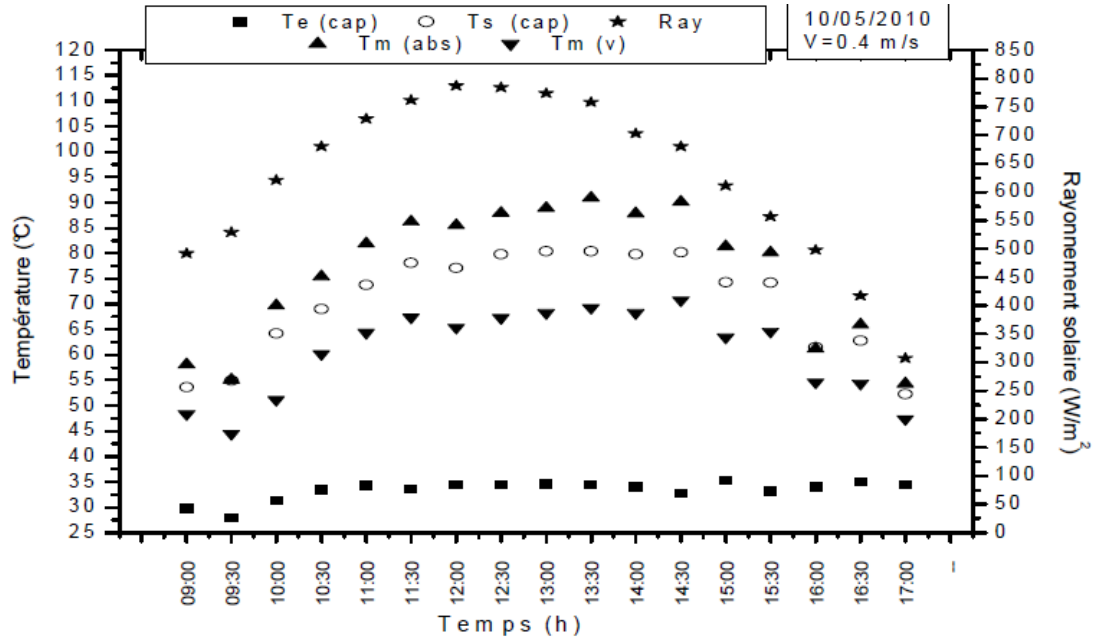
حيث :

- يبلغ طول العائق 75% من العرض الكلي للماص الحراري .
- الفراغ المتبقي لمرور الهواء 25% من العرض الكلي للماص الحراري .
- عدد العوائق 11 موزعة كما في الشكل (8.IV) .

❖ مع العلم انه تم التغيير في سرعة المروحة أي التغيير في سرعة الهواء داخل المجفف .

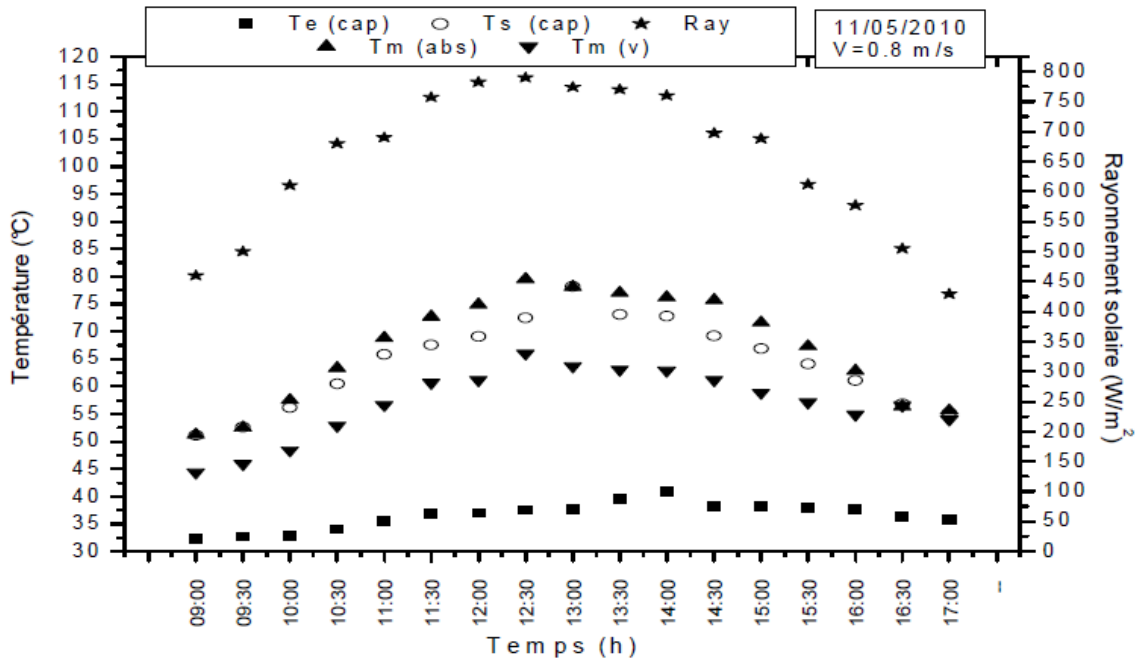
حيث ترجمت القياسات المتحصل عليها في المنحنيات التالية :

أولاً : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=0.4\text{m/s}$.



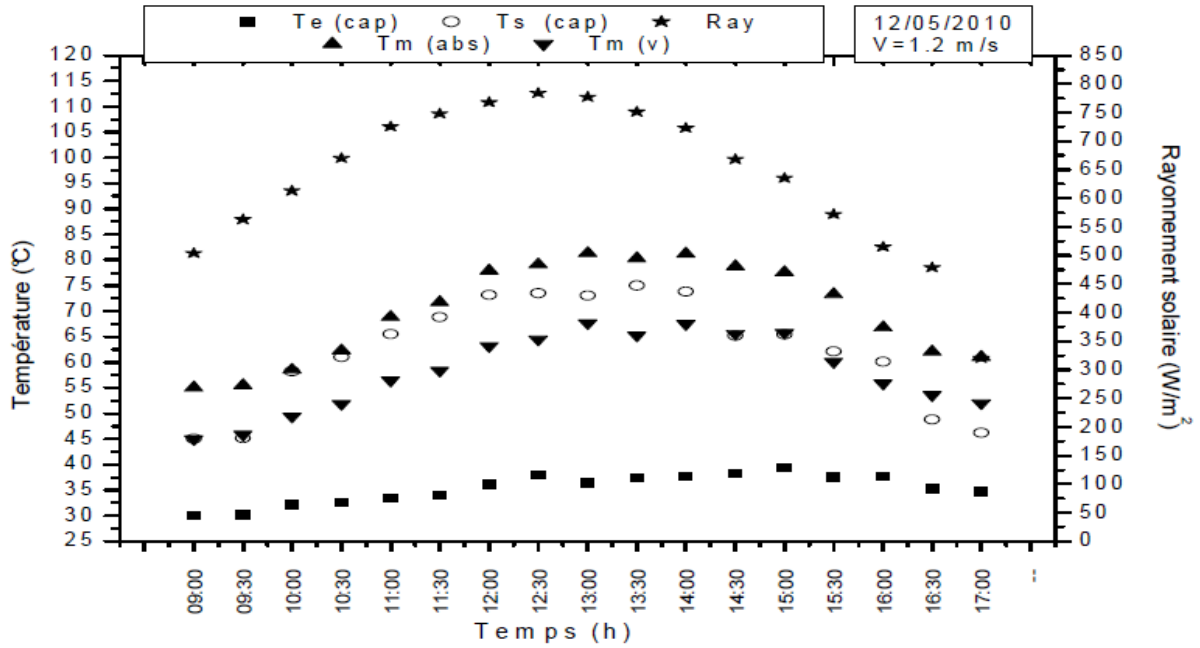
الشكل (9.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 10 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

ثانياً : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=0.8\text{m/s}$.



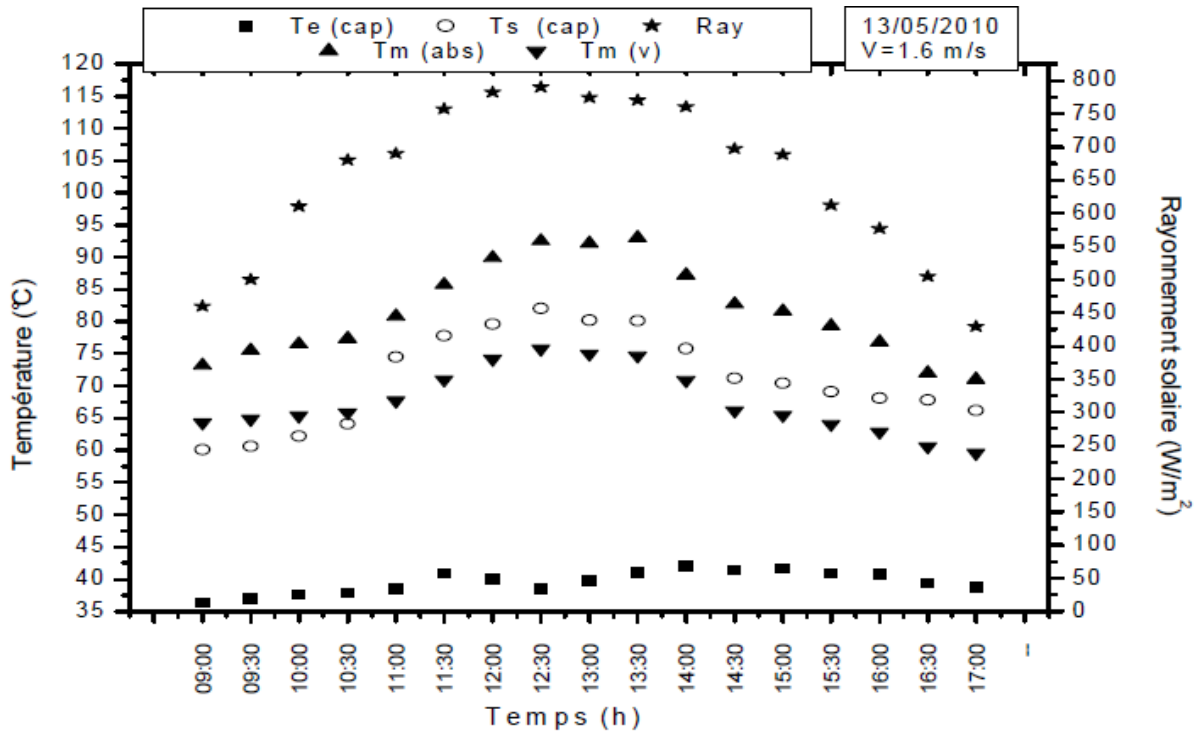
الشكل (10.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 11 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

ثالثا : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=1.2\text{m/s}$.



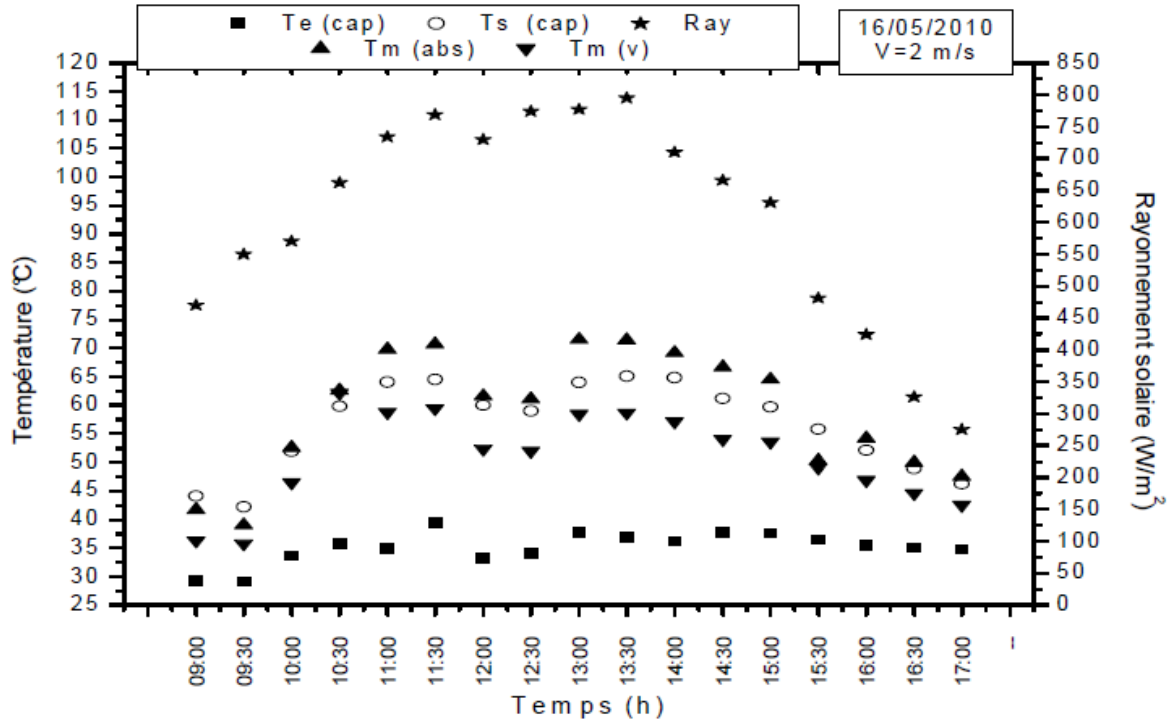
الشكل (11.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 12 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

رابعا : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=1.6\text{m/s}$.



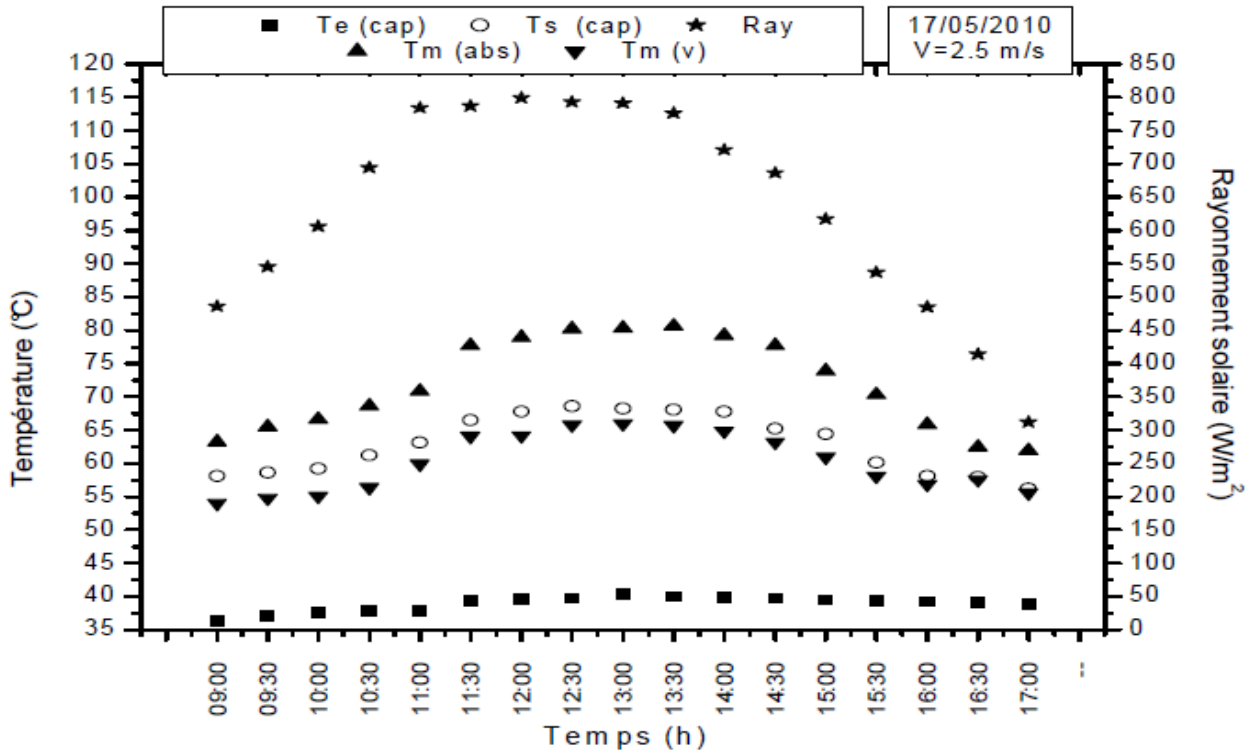
الشكل (12.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 13 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

خامسا : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=2m/s$.



الشكل (13.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 16 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

سادسا : من أجل سرعة خروج الهواء من المجفف (سرعة هواء المروحة) $V=2.5m/s$.



الشكل (14.IV) : منحني يوضح القياسات المتحصل عليها بدلالة الزمن ليوم 17 مايو 2010 لتغيرات كل من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الداخل والخارج من اللاقط ودرجة حرارة الماص الحراري والزجاج .

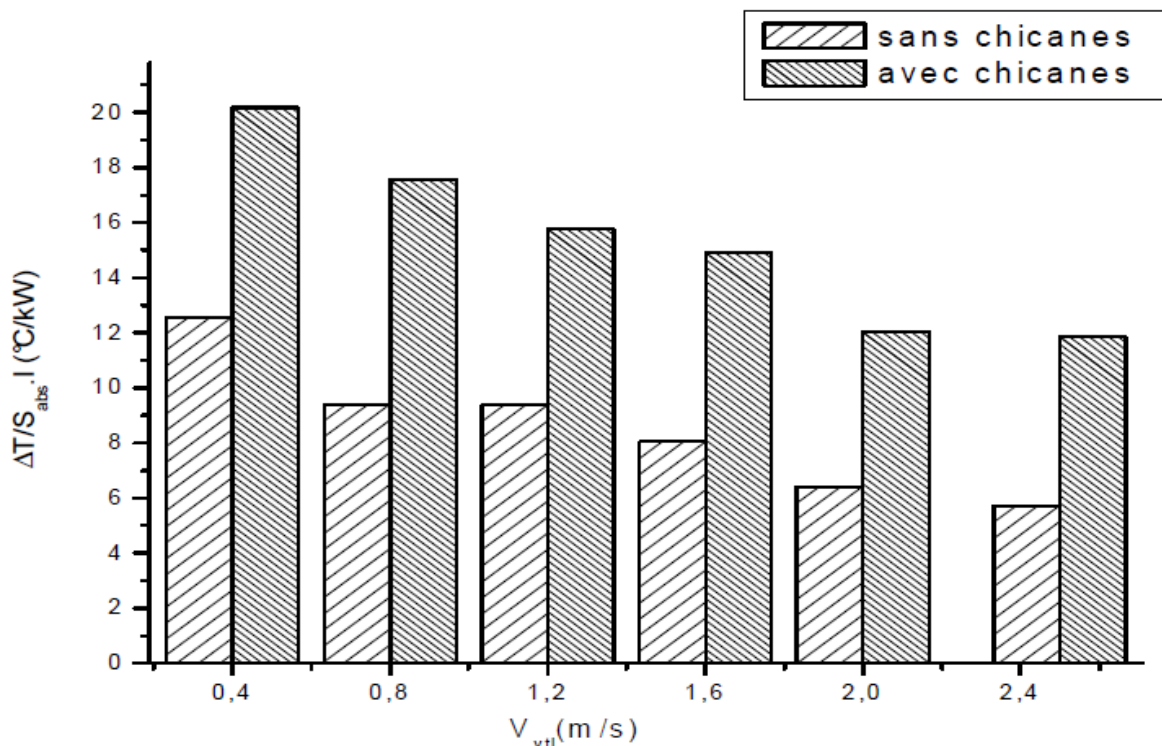
2.B.6.IV : النتائج المسجلة في المرحلة الثانية (لاقط مزود بعوائق)

يمكن تلخيص نتائج هذه المرحلة من التجربة في جدول يوضح فرق درجة الحرارة بالنسبة للإشعاع الشمسي في وقت الذروة :

الجدول(2.IV) : تغيير فرق درجة حرارة اللاقط بالنسبة وحدة الإشعاع الشمسي وقت الذروة.

اليوم	سرعة هواء المروحة $V_{vtl} [m/s]$	الإشعاع الشمسي عند الذروة $I [w/m^2]$	فرق درجة الحرارة $\Delta T_{ach} [^{\circ}C]$	فرق الحرارة بالنسبة لوحدة الإشعاع الشمسي $\frac{\Delta T}{S_{abs.I}} \left[\frac{^{\circ}C}{KW} \right]$
2010/05/10	0.4	784	45.90	20.18
2010/05/11	0.8	774	40.5	17.55
2010/05/12	1.2	777	36.5	15.76
2010/05/13	1.6	760	33.8	14.92
2010/05/16	2	795	28.5	12.02
2010/05/17	2.5	799	28.2	11.84

C.6.IV : مقارنة بين فرق حرارة اللاقط قبل وبعد التحسين وقت الذروة



الشكل (15.IV) : رسم بياني يوضح فرق درجة حرارة اللاقط قبل وبعد التحسين بالنسبة للإشعاع الشمسي بدلالة سرعة الهواء

❖ من الرسم البياني لفرق درجة الحرارة يتضح انه عند استعمال العوائق العرضية زاد فرق درجة الحرارة ضعف ما كانت عليه قبل تركيب العوائق .

7.IV : مقارنة الدراسة التجريبية بالدراسات المرجعية السابقة

بعد النتائج المسجلة في هذه الدراسة التجريبية التي أجريت في ورقة سنة 2010 نقوم بمقارنتها بالنتائج المتحصل عليها من الدراسات المرجعية السابقة (الفصل الثالث) التي تم استعمال فيها نفس وضعية الحواجز المستعملة في هذه التجربة .

والتي يلخصها الجدول التالي :

الجدول(3.IV) : يوضح مقارنة فرق الحرارة بين دراسات سابقة الدراسة التجريبية

الدراسات	سرعة هواء المروحة (m/s)	فرق درجة الحرارة بالنسبة لوحدة الإشعاع الشمسي $\frac{\Delta T}{S_{abs} \cdot I} \left[\frac{^{\circ}C}{kW} \right]$
الدراسات المرجعية	0.4	51.42
	0.8	10.49
	2.1	27.17
الدراسات التجريبية (تاريخ إجرائها)	0.4	20.18
	0.8	17.55
	2.1	12.02

☒ من خلال الجدول نلاحظ أن نتائج الدراسة التجريبية كانت جيدة مقارنة بالدراسات المرجعية عند سرعات هواء متماثلة (0.4 m/s ، 0.8 m/s ، 2 m/s) ، وكذلك نموذج تركيب الحواجز متماثل .

لكنها كانت اقل مقارنة بالدراسة (A. Abene 2 et al (2004) التي فيها تم استعمال الحواجز الطولية والعرضية معا ، وهذا راجع إلى المسار الذي يسلكه الهواء داخل اللاقط .

8.IV : نسبة الزيادة الحرارية اليومية للاقط المزود بالعوائق مقارنة باللاقط بدون عوائق

الطاقة المنتجة من طرف اللاقط الشمسي المسطح خلال ساعات العمل اليومية تعطى بالعلاقة :

$$E_{Sol} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \quad [KWh]$$

حيث :

✓ \dot{m} : التدفق الكتلي للهواء داخل المجفف الشمسي وتعطى بالعلاقة التالية :

$$\dot{m} (Kg/s) = \text{مساحة مقطع المروحة} \times \text{سرعة المروحة} \times \text{الكتلة الحجمية للهواء}$$

$$\dot{m} = 0.11 V_{vtl} (Kg/s) = V_{vtl} \times (0.165)^2 \times 3.14 \times 1.293$$

✓ C_p : السعة الحرارية للهواء الرطب $C_p = 1005 J/kg \cdot ^\circ C$

✓ ΔT : فرق حرارة اللاقط الشمسي .

الجدول (4.IV) : تغير نسبة الزيادة الحرارية اليومية للاقط المزود بالعوائق مقارنة باللاقط بدون عوائق بدلالة سرعة هواء المروحة .

سرعة الهواء الخارج من اللاقط (سرعة المروحة) (m/s)						
2.5	2	1.6	1.2	0.8	0.4	
11.12	17.06	13.5	9.28	5.91	4.12	$E_{Sch} (kWh)$
48.56	35.98	40.35	27.49	17.93	12.34	$E_{ach} (kWh)$
37.44	18.92	26.85	18.21	12.03	8.22	$E_g (kWh)$
336.69	110.90	198.88	196.22	203.55	199.5	$E_{gl}/E_{Sch} (\%)$

حيث :

✓ E_{Sch} : الطاقة الحرارية المكتسبة بواسطة اللاقط الشمسي بدون عوائق (kWh)

✓ E_{ach} : الطاقة الحرارية المكتسبة بواسطة اللاقط الشمسي المزود بالعوائق (kWh)

✓ E_g : الطاقة الحرارية المستفادة بعد إضافة العوائق ، وتحسب بالعلاقة :

$$E_g = E_{ach} - E_{Sch}$$

ملاحظة :

- زيادة سرعة المروحة تؤدي إلى زيادة التدفق الكتلي فهناك علاقة طردية بينهما .
- كمية الطاقة المكتسبة من طرف الهواء لها علاقة بنسبة الحرارة المتبادلة بين الصفيحة الماصة والهواء ، فزيادة سرعة الهواء تؤدي إلى نقص التبادل الحراري بينهما .

9.IV : تأثير العوامل الجوية (الغيوم)

في هذه الدراسة التجريبية صادفتنا عوامل جوية أثرت (الغيوم ، الغبار) سلبيا في النتائج المتحصل عليها ، ففي يوم 29 أبريل 2010 كان الجو مغيم حتى منتصف النهار وهذا ما اثر على نسبة الطاقة المكتسبة (كمية الحرارة) .

فالعينة المراد تجفيفها (تمر ، بطاطس) تتطلب درجة حرارة مثلى خلال عملية التجفيف للحصول على نتائج جيدة ، ولتفادي هذا التأثير الذي يلحق الضرر بالعينة المراد تجفيفه نلجأ إلى إضافة تغييرات على مستوى غرفة التجفيف تهدف على موازنة درجة الحرارة اللازمة للعينة عندما لا تكفي الكمية المقدمة من طرف المجمع لوحده .
وتتمثل هذه التحسينات في إضافة مصدر حراري (مقاومة كهربائية) على مستوى غرفة التجفيف كما هو موضح في الشكل (1.IV) .

10.IV : مواصفات المقاومة الكهربائية

استعملت في هذه التجربة مقاومتين كهربائيتين تتميزان بالمواصفات التالية :

✓ الاستطاعة الكلية : 3.75 KW .

✓ فرق الكمون : 220 V .

11.IV : نسبة الطاقات المستهلكة خلال عملية التجفيف :

نلاحظ أن الطاقة الشمسية ساهمت بنسبة كبيرة بالمقارنة بالطاقة الكهربائية التي تمثل نسبة قليلة ، ولكن هذه النسب تتأثر مباشرة بالحالة الجوية للمنطقة ، كما سجلت في التجربة بالرغم أننا في منتصف شهر جويلية الذي يتميز بالحرارة المرتفعة والرطوبة المنخفضة التي تصل إلى 10% ، لكن المقاومة تشتغل إلى غاية منتصف النهار حسب كثافة السحب .

ومنه نستطيع القول انه في حالة الجو الصافي يمكن الاعتماد على 90% من الطاقة الشمسية المنتجة من طرف اللاقط الشمسي المسطح ، أما المقاومة الكهربائية فقد ساهمت في عملية التجفيف بنسبة 10 % فقط .

12.IV : الخلاصة :

من خلال الدراسة التجريبية التي أجريت على مجفف شمسي الغير مباشر الهجين ، والهدف الأساسي منها هو تحسين المردود اليومي للطاقة الشمسية المتحصل عليها من طرف اللاقط الشمسي ، وكان هذا التحسين على مستوى الصفيحة الماصة ، بإضافة عوائق عرضية بطول 75% من العرض الكلي للاقط الشمسي الذي يقدر ب 0.86 m و ارتفاع مساوي لمسلك الهواء الذي يمر بين الزجاج والماص الحراري ، والمسافة بين كل عائقين تقدر ب 0.20 m.

المرحلة الأولى : في هذه المرحلة قبل إجراء التحسين بلغ فرق درجة حرارة الهواء داخل اللاقط بالنسبة لوحدة الإشعاع الشمسي وقت الذروة من $12.57/KW$ C° وانخفضت إلى $5.72/KW$ C° ، وهذا راجع إلى زيادة سرعة حركة الهواء (سرعة المروحة) من $0.4 m/s$ إلى $2.5 m/s$ ، ومنه نستنتج أن لسرعة الهواء علاقة عكسية مع الفرق الحراري للاقط الشمسي .

المرحلة الثانية : بعد إجراء التحسين (إضافة العوائق) بلغت قيمة الفرق الحراري للاقط الشمسي إلى $20.18/KW$ C° عند سرعة الهواء $0.4 m/s$ ، وانخفضت إلى $11.84/KW$ C° وهذا عند سرعة الهواء $2.5 m/s$.

- ◆ أما من ناحية الطاقة الحرارية اليومية ، بلغت نسبة الزيادة الحرارية إلى % 200 للطاقة الشمسية للاقط المزود بعوائق مقارنة باللاقط بدون عوائق ، وهذه النسبة تتغير بتغير الجو (غيوم ، رياح) .
- ◆ بعد إجراء التحسين تم إضافة مقاومة كهربائية لتعويض النقص الحراري للاقط الشمسي بسبب تأثير العوامل الداخلية كنسبة الماء الابتدائية في العينة وكذلك عوامل خارجية كالغيوم ، وفي هذه الحالة تم الاعتماد على نوعين من الطاقة في عملية التجفيف تتمثل في الطاقة الحرارية المقدمة من طرف اللاقط الشمسي بنسبة % (87-95) ، وطاقة كهربائية مقدمة من طرف المقاومة الكهربائية و المروحة بنسبة وصلت إلى % (5-13) ، ومن هذه النسب يمكن تسميته لاقط شمسي هجين .
- فيما كان الاعتماد على الطاقة الشمسية بنسبة % 47 ونسبة % 53 للطاقة الشمسية قبل إجراء التحسين على اللاقط الشمسي المسطح .

خلاصة عامة

من خلال هذه الدراسة اتضح لنا أن الطاقة الشمسية المستعملة في تجفيف المحاصيل الزراعية تعتبر كحل بديل للطاقات الأحفورية المكلفة والمضرة للبيئة .

حيث ساهمنا في عملنا هذا بإجراء تحسينات على مستوى اللاقط الشمسي المسطح من أجل الحصول على نتائج جيدة في عملية التجفيف ، ورغم هذه التحسينات إلا أننا لا نستطيع الاستغناء كلياً على الطاقة الكهربائية في التجفيف (مجفف هجين) ، وهذا لتغير الأحوال الجوية مما يؤثر على الطاقة الشمسية المقدمة كمصدر للطاقة الحرارية للاقط الشمسي.

المراجع

- [1] Pierre Bessemoulin et Jean Oliviéri << Le rayonnement solaire et sa composante Ultra-violette >> Météo-France .La Météorologie 8^e série – n° 31, Pages : (42-59),(2000).
- [2] مالك الكباريتي ، عمار الطاهر ، نضال عبد الله ، مظفر عميش << حقيبة السخان الشمسي >> المركز الوطني لبحوث الطاقة ، إدارة برنامج العلوم البحث العلمي ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ، جامعة الدول العربية (2003).
- [3] C.Zidani , F . Benyarou et B. Ben youcef << Simulation de la position apparente de soleil et estimation de l'énergie solaire incidente sur un capteur plan pour la ville de Tlemcen en Algérie >> , Université de Tlemcen ; Rev.Energ.Ren. Pages (69-76).(2003).
- [4] Abdel-Nacer Cherigui << les énergies du futur en Algérie : Sécurité , Enjeux et perspectives >>. Université Joseph Fourier de Grenoble , France (2006).
- [5] مسعودي الضاوية << تأثير مخروط عاكس على تركيز مركز شمسي >> مذكرة ماستر ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة (2011).
- [6] André Charreau , Roland Cavallé <<Séchage : Théorie et calcul >>. Techniques de L'ingénieur , traité Génie des procédés – France , J 2 480 (2001).
- [7] عمر بن مرزوق الدوسري ، منصور بن مقبل الشمري ، وليد بن سعد العريفي وإبراهيم مرغوب محمد أمين << علم الفيزياء للصف الأول ثانوي >> وزارة التربية والتعليم – المملكة العربية السعودية ، طبعة (2007-2008).
- [8] Jean François Rozis << Sécher des produits alimentaires . Techniques , Procédés et équipements >>Guide technique . Groupe de recherche et d'échanges technologiques , Paris – France (1995).
- [9] قوارح مليكه << دراسة تأثير الصفيحة الماصة على فعالية المقطر الشمسي البسيط ذو الميل الواحد في منطقة ورقلة >> مذكرة ماجستير ، جامعة ورقلة (2010).
- [10] Sidi Mohammed El Amine Bekkouche << Modélisation du comportement thermique de quelques dispositifs solaires >> Thèse de doctorat ; L' Université Abou-Baker Belkaid – Tlemcen .
- [11] Haoua Amadou <<Modélisation du Séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbaines >> Thèse de doctorat . Université Louis Pasteur – Strasbourg (2007).

- [12] K . Aoues, N. Moumami, M. Zellouf, A. Moumami, A. Labeled, E. Achouri et A. Benchabane <<Amélioration des performances thermique d'un capteur solaire plan à air :Etude expérimentale dans la région de Biskra >>, Revue des Energies Renouvelables Vol.12 N°2,pages(237-248),(2009).
- [13] A.Abene, V .Dubois, A. Ouagued, M. Si-Youcef et M. Leray <<Etude expérimentale de capteur solaire à air : Le séchage de la figue >> ;Technologies Avancées –Numéro 17;Pages(15-28).(2005).
- [14] R. Ben Slama << Enseignement de la maîtrise de l'énergie et recherches sur les applications solaires >> ; Revue des Energies Renouvelables CICME 08 Sousse ; Tunisie ;Pages (55-73).(2009).
- [15] Irfan Kurtbas and Emre Turgut <<Experimental investigation of solar air heater with free and fixed fins: efficiency and energy loss >>, International Journal of Science and Technology , Volume 1 , N°1? Pages(75-82).(2006).
- [16] F .Mokhtari et D. Semmar <<L'influence de la configuration de l'absorbeur sur les performances thermiques d'un capteur solaire à air>>; Rev . Ene.ren.:Journées de Thermique .Pages(159-162),(2001).
- [17] A.Abene, V. Dubois, M. Le Ray et A. Ouagued <<Etude expérimentale des performances thermique de diverses configuration de chicane place dans la veine d'écoulement >>;Technologies Avancées – Numéro 16.Pages(37-50).(2003).
- [18] A.Abene, V. Dubois, M. Le Ray and A. Ouagued<<Study of a solar air flat plate collector: use of obstacles and application for the drying of grape>>;Journal of food Engineering 65;Pages(15-22).(2004).
- [19] Ahmed Khouya, Abdeslam Draoui et Nourdine Tlemçani <<Contribution à l'étude coopérative de trois configuration de capteur solaire plans à air et a application au séchage du bois >> 12^{èmes} Journées Internationales de Thermique Tanger-Maroc Pages (101-104),(2005).
- [20] K. Aoues ,N Noumami, A. Noumami, M. Zellouf, A. Labeled et E. Achouri <<Etude de l'influence des rugosités artificielles sur les performances thermiques des capteurs solaires planes à air>>;Revue des Energies Renouvelables Vol.11N°2 Pages(219-227),(2008).
- [21] العاتي مختار <<المساهمة في تحسين مجفف شمسي للمحاصيل الزراعية >> مذكرة ماجستير ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة (2011).