بسم الله الرحمن الرحيم
١٤٢٠

الجمـهورية الجزائريـــة الديمقراطية الشـــعبية

وزارة التـــعليم العالي والبـــحث العلمـــي

رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

جـــامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كـــلية العـــلوم الدقيقة

قسم: الفيزياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة

مـــاستر أكـــاديمي

مجال: علوم المادة

تخصص: فيزياء تطبيقية إشعاع وطاقة

من إعداد:

تجاني بوثينة ـ نصير هيفه

المـــوضـــوع

دراسة المركز الشمسي ذي القطع المكافئ

نوقشت يوم: 2017/06/04

أمام لجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

رحومة فرحات	أستاذ التعليم العالي	رئيسا
حاج عمار محمد علي	أستاذ مساعد قسم (أ)	مناقشا
اللبي عبد القادر	أستاذ محاضرقسم (ب)	مناقشا
بوراس ليلى	أستاذ مساعد قسم (ب)	مؤطرا

الموسم الجامعي: 2017/2016

الإهـــــــداء

أهدي ثمرة جهدي وخلاصة عملي:

إلى من قال فيهما عز وجل {و قضى ربك الا تعبدوا إلا إياه و بالوالدين إحسانا}

إلى أعز ما أملك في الوجود، إلى من سهرت على تربيتي وكانت سر وجودي و التي مهما فعلت و قلت لن أوفيها حقها: " إمي " الغالية الحنونة حفظها الله وأطال في عمرها.

إلى من يعجز اللسان ويجف القلم عن وصف جميله وكان لي سراجا منيرا:

" أبي " العزيز حفظه الله وأطال بعمره.

كما أهدي هذا العمل...

إلى من عشت معهم و تقاسمنا أحلى الأيام وأمرها إلى من هم أثمن و أجمل ما في هذه الدنيا:

إخوتي كل بإسمه و أخص بالذكر أخي عبد اللطيف و عبد الجبار أتمنى لهم مشوار دراسي موفق.

و أخواتي: وداد وخديجة وخاصة رفيقة دربي و توأم روحي أختي أميرة.

إلى كل الأقارب و أصحاب الفضل.

إلى كل عائلة تجاني

إلى رفيقة دربي " هيفة "

إلى أساتذتي الأفاضل خلال المشوار الدراسي

إلى كل صديقاتي كل واحدة بإسمها ورسمها

إلى كل من نسيهم قلمي ولم ينساهم قلبي

تجاني بثينة

الإهـــــــداء

أهدي ثمرة جهدي وخلاصة عملي:

إلى نبع المحبة و الحنان و الوفاء، إلى أغلى ما في الوجود " أمي " الحبيبة و الغالية أطال الله في عمرها.

إلى منبع عزمي و إرادة حزمي، إلى نور دربي " أبي " العزيز حفظه الله وأطال بعمره.

إلى القلوب الطاهرة، إلى رياحين حياتي في الشدة و الرخاء:

إخوتي و أخص بذكر أخي أحمد و بشير أتمنى لهم مشوار دراسي موفق.

و أخواتي هناء ومسعودة وريان و ألاء.

إلى كل أفراد العائلة و الأقارب كبيرًا و صغيرًا.

إلى من تذوقت معها أجمل اللحظات إلى صديقة عمري " بثينة "

إلى كل الصديقات التي فارقنا العين ولم يفارقنا الوجدان.

إلى كل من علمني حرفا أساتذتي الكرماء.

نـصيـر هيـفـه

شكر و عرفان

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، و الحمد لله الذي أعاننا على إكمال هذا العمل و إتمامه على أحسن وجه فما كان لشيء أن يجري في ملكه إلا بمشيئته جل شأنه و عظم قدره، و الصلاة و السلام على الحبيب طه الصادق الأمين.

أتقدم بأسمى عبارات الشكر و التقدير و الإمتنان إلى الأستاذة الفاضلة **بوراس ليلى** على كل مجهوداتها و نصائحها و توجيهاتها خلال إشرافه على إعداد هذه المذكرة فكانت نعم المرشدة و الموجهة.

كما أشكر أعضاء اللجنة المناقشة على قبولها لمناقشة هذا العمل بداية برئيس اللجنة **فرحات رحومة** و كذلك الأستاذين **حاج عمار محمد علي** و **اللبي عبد القادر**.

كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من قدم لي يد العون و المساعدة و أخص بالذكر الأستاذ **رحال عاشور** و **سوداني عبد البار** و **بسر الزوبير**.

تجاني - نصيس

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

العنوان **الصفحة**

الإهداء.....I
شكر وعرفان..... II
فهرس المحتويات III
فهرس الأشكال VI
فهرس الجداول.....VIII
قائمة الرموز.....IX

مقدمة عامة 01

الفصل الأول : عموميات حول الإشعاع الشمسي

1-1 مقدمة 04
2-1 الطاقة المتجددة والبديلة..... 04
1 -2-1 أصناف الطاقة المتجددة..... 04
3-1 الشمس..... 04
1-3-1 بنية الشمس..... 05
4-1 الإشعاع الشمسي..... 05
1-4-1 طيف الإشعاع الشمسي..... 05
5-1 تقدير الإشعاع الشمسي 07
1-5-1 الإشعاع الشامل أو الكلي..... 07
2-5-1 الإشعاع المباشر..... 07
3-5-1 الإشعاع المنتشر أو المشتت..... 09
6-1 العوامل المؤثرة على شدة الإشعاع الشمسي..... 10
1-6-1 البعد بين الأرض والشمس 10
2-6-1 سمك الغلاف الغازي وزاوية سقوط الأشعة..... 10
3-6-1 انعكاس حركة الأرض حول الشمس و حول نفسها..... 10
7-1 الثابت الشمسي..... 12
8-1 الزوايا الشمسية..... 13
1-8-1 زاوية ميل الشمس..... 13
2-8-1 الارتفاع الشمسي..... 14
3-8-1 زاوية دائرة العرض..... 15
4-8-1 زاوية خط الطول..... 15
5-8-1 زاوية السمت الشمسي..... 16
6-8-1 زاوية سمت الرأس 17
7-8-1 زاوية الساعة الشمسية..... 17

1-8-8 التوقيت الشمسي والمحلي..... 18
1-8-9 تحديد توقيت شروق وغروب الشمس..... 18
1-9 إستخدامات الطاقة الشمسية..... 19
1-9-1 تسخين المياه..... 20
1 -9-2 التدفئة..... 20
1-9-3 التبريد الشمسي..... 20
1-9-4 تجفيف المحاصيل..... 20
1 -9-5 تحلية المياه..... 20
1-10 شدة تدفق الإشعاع الشمسي في الجزائر..... 21
1-11 الخاتمة..... 22

الفصل الثاني: الدراسة النظرية للمركزات الشمسية

2-1مقدمة..... 24
2-1-1 التحويل الكهربائي..... 24
2-1-1-1محرك ستيرلينغ..... 25
2-1-2التحويل الحراري..... 25
2-2 المركزات الشمسية 25
2-2-1البرج المركزي..... 25
2-2-2 المركزات الإسطوانية المقعرة..... 26
2-3 المركزات الشمسية المقعرة ذات القطع المكافئ..... 27
2-4 الدراسة النظرية للمركزات الشمسية ذات القطع المكافئ 28
2-4-1 قانون الإنعكاس لستال ديكارت..... 28
2-4-2 هندسة القطع المكافئ 29
2-4-2-1 تعريف 29
2-4-2-2 زاوية الفتحة للقطع المكافئ..... 30
2-4-2-3 إرتفاع القطع المكافئ 30
2-4-2-4 سطح القطع المكافئ 30
2-4-2-5 نصف قطر القطع المكافئ..... 31
2-4-2-6 طول القطع المكافئ..... 31
2-4-3 منظومة المركز الشمسي ذو قطع مكافئ 31
2-4-3-1 العاكس 32
2-4-3-2 المستقبل..... 33
2-4-4 أبعاد المستقبل 34
2-4-4-1 قطرا البقعة الضوئية..... 34
2-4-4-2 المسافة المحورية الخلفية..... 35
2-5 خصائص المركز الشمسي ذو القطع المكافئ 36
2-5-1 التركيز 36
2-5-1-1 نسبة التركيز الهندسي 36
2-5-1-2 نسبة التركيز الضوئي..... 37
2-5-2-1 المردود الضوئي 37
2-5-2-2 المردود الحراري 38

2-6 خاتمة..... 38

الفصل الثالث: الدراسة العددية والتجريبية لمركز شمسي ذو قطع مكافئ

3-1 مقدمة 40
3-2- الدراسة العددية 40
3 -2-1 تأثير بعد البؤرة على زاوية الفتحة..... 40
3-2-2 تأثير الارتفاع على زاوية الفتحة..... 41
3-2-3 تأثير زاوية الفتحة على بعد القطر الكبير للبقعة الضوئية..... 41
3-2-4 تأثير زاوية الفتحة على بعد القطر الصغيرللبقعة الشمسية 42
3-2-5 تأثير المسافة الخلفيةL على قطر المستقبل 43
3-2-6 الطاقة المستقبلة من طرف العاكس..... 43
3-2-7 الطاقة الممتصة من طرف المستقبل..... 44
3-3 دراسة نموذج مركز شمسي مصغر..... 45
3-3-1 خطوات العمل التجريبي..... 47
3-3-2 درجة حرارة البقعة الضوئية..... 48
3-3- 3 توزيع درجة حرارة سطح المستقبل..... 49
3-3-4 قياس درجة حرارة الماء..... 52
3-3-5 قياس درجة حرارة الماء في المستقبل بوجود طلاء أسود 52
3-4 تطبيق الليزر الشمسي 53
3-4-1 منظومة ضخ الليزر الشمسي 53
3-5 تحليل و مناقشة النتائج..... 54
خاتمة عامة..... 57
قائمة المراجع..... 59

فهرس الأشكال

فهرس الأشكـــــــال

ترتيب الشكل	عنوان الشكل	الصفحة

الفصل الأول

الشكل (1-1) بنية الشمس..... 05
الشكل (1-2) توزيع طيف الإشعاع الشمسي 06
الشكل (1-3) تأثير الغلاف الجوي على شدة الإشعاع الشمسي..... 06
الشكل (1-4) أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض.....07
الشكل (1-5) صورة لجهاز مايكلسون لقياس الإشعاع الشمسي المباشر.....08
الشكل (1-6) التغير الفصلي لمدة النهار والليل..... 11
الشكل (1-7) الثابت الشمسي بدلالة اليوم من السنةE_o 12
الشكل (1-8) زاوية ميل الشمس δ..... 13
الشكل (1-9) تغيرات زاوية ميل الشمس خلال أيام السنة.....14
الشكل (1-10) الزوايا الشمسية(h,a) 15
الشكل (1-11) زوايا تحد يد الموقع (زاوية خط العرض φ و زاوية خط الطول) 16
الشكل (1-12) زوايا كل من السمت الراسي zوالسمتa 17
الشكل (1-13) مخطط يوضح استخدامات الطاقة.....19
الشكل (1-14) شدة الإشعاع الشمسي المباشر اليومي في جويلية في الجزائر(KWh/m^2) 21
الشكل (1-15) شدة الإشعاع الشمسي المباشر اليومي في ديسمبر في الجزائر (KWh/m^2)..... 22

الفصل الثاني

الشكل (2-1) تطبيقات المنزلية للطاقة الشمسية 24
الشكل (2-2) محرك سترلينغ 25
الشكل (2-3) البرج المركزي..... 26
الشكل (2-4) رسم تخطيطي للمركزات الإسطوانية..... 26
الشكل (2-5) مركزات إسطوانية مقعرة. 27
الشكل (2-6) المركز الشمسي ذو القطع المكافئ.....27
الشكل (2-7) إنعكاس الأشعة الضوئية.....28
الشكل (2-8) هندسة القطع المكافئ.....29
الشكل (2-9) زاوية الفتحة بالنسبة لموضع البؤرة 30
الشكل (2-10) المركز الشمسي ذوالقطع المكافئ.....31
الشكل (2-11) عنصر تفاضلي على سطح من قطعة القطع المكافئ.....32
الشكل (2-12) قطر البقع الشمسية $\theta_s = 37°$.....34

الشكل (2-13) صور البقع الضوئية للقطع المكافئ.....35
الشكل (2-14) المسافة المحورية الخلفية لموضع المستقبل.....36

الفصل الثالث

الشكل (3-1) تأثير البؤرة fعلى زاوية الفتحة.....40
الشكل (3-2) تأثير الارتفاع h على زاوية الفتحة Ψ.....41
الشكل (3-3) تأثير زاوية الفتحة Ψ على بعد القطر الكبير للبقعة الشمسية r_f.....42
الشكل (3-4) تأثير زاوية الفتحة Ψ على بعد القطر الصغيرللبقعة الشمسية.s_f.....42
الشكل (3-5) تأثير المسافة الخلفية L على قطر المستقبل 43
الشكل (3-6) تغيرات Q_{ref} بدلالة الشدة الضوئية.....44
الشكل (3-7) تغيرات Q_{abs} بدلالة الشدة الضوئية.....45
الشكل (3-8) صورة مرأة كروم الفضة الرقيقة اللاصقة 46
الشكل (3-9) نموذج للمركز الشمسي ذو القطع المكافئ المصغر..... 47
الشكل (3-10) بعض درجات الحرارة للبؤرة خلال جو غائم وصافي.....48
الشكل (3-11) تغيرات درجة حرارة البقعة الضوئية خلال يوم مشمس ويوم مغيم.....49
الشكل (3-12) تركيب المستقبل بدون طلاء أسود.....49
الشكل (3-13) توزيع درجة الحرارة على سطح المستقبل 50
الشكل (3-14) صورة توزيع درجة الحرارة على سطح المستقبل.....51
الشكل (3-15) صورة لتوزيع درجات الحرارة في لحظات زمنية معينة على سطح اللاقط.....51
الشكل (3-16) بعد طلاء المستقبل باللون الأسود.....52
الشكل (3-17) تغيرات درجة حرارة المستقبل بوجود طلاء أسود وبدون طلاء أسود 53
الشكل (3-18) منظومة الليزر الشمسي 54

فهرس الجداول

فهرس الجداول

ترتيب الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
	الفصل الأول	
الجدول (1-1)	قيم الثوابتA ، B و C	08
الجدول (1-2)	قيمة ثابت التجربة E	09
الجدول (1-3)	مدة الفصول في نصف الكرة الأرضية الشمالي	11
	الفصل الثالث	
الجدول (3-1)	بعض خصائص مراة كروم الفضة اللاصقة	45
الجدول (3-2)	خصائص العاكس	46
الجدول (3-3)	خصائص المستقبل (الماص)	47

قائمة الرموز

الرموز المستعملة

المقادير الفيزيائية	الرمز	الوحدة الدولية
طول الموجة	λ	$[m]$
درجة الحرارة	T	[°C]
شدةالإشعاع الكلي	G_h	$[w/m^2]$
شدة الإشعاع المباشر	I_h	$[w/m^2]$
شدة الإشعاع المنتشر	D_h	$[w/m^2]$
رقم اليوم من السنة	Nj	يوم
البعد بين الأرض والشمس	$D_{T,S}$	[UA]
الثابت الشمسي	E_o	$[w/m^2]$
شدة الإشعاع الشمسي	I_o	$[w/m^2]$
زاوية ميل الشمس	δ	[°]
الارتفاع الشمسي	h	[°]
زاوية دائرة العرض	φ	[°]
زاوية خط الطول	L	[°]
زاوية السمت الشمسي	a	[°]
زاوية سمت الرأس	Z	[°]
زاوية الساعة الشمسية	ω	[°]
التوقيت الشمسي الحقيقي	Tvs	[h]
التوقيت المحلي	TL	[h]
التصحيح الزمني	Et	[h]
التوقيت الشمسي للشروق	Ts_{leve}	
التوقيت الشمسي للغروب	Ts_{couche}	[h]
المدى نهاري	Δt	[h]
الوسط (الهواء)	i	
البعد البؤري(المحرقي)	f	[m]
زاوية فتحة(الحافة) القطع المكافئ	Ψ	[°]
قطر فتحة القطع المكافئ	a	[m]
إرتفاع القطع المكافئ	h	[m]
سطح القطع المكافئ	A_x	$[m^2]$
نصفقطر القطع المكا	r_r	[m]
طول القطع المكافئ	s	[m]
مساحة فتحة العاكس	A_a	$[m^2]$
مساحة السطح العاكس	A_{ref}	$[m^2]$
مساحة السطح المستقبل	A_{abs}	$[m^2]$

القطر الكبير البقعة الضوئية	r_f	[m]
القطر الصغير للبقع الشمسية	s_f	[m]
القطر الشمسي الزاوي	θ_s	[rad]
المسافة المحورية الخلفية	L	[m]
قطر فتحة المستقبل	a_2	[m]
نسبة التركيز الهندسي	C_g	
نسبة تركيز ا لضوئي	C_0	
المردود الضوئي	$\eta_{optique}$	
شدة تدفق الإشعاع على فتحة الخروج للمستقبل	I_{abs}	[W/m²]
شدة تدفق الإشعاع الشمسي على فتحة الدخول للعاكس	I_a	[W/m²]
يمثل تدفق الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح المستقبل	Q_{abs}	[W]
يمثل تدفق الإشعاع الشمسي الوارد على سطح العاكس	Q_{ref}	[W]
المردود الحراري	$\eta_{thermique}$	
شدة الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الماص	Q_r	[W]
شدة التدفق الحراري المفيد	Q_u	[W]
التدفق الضائع بالإشعاع	$Q_{p,r}$	[W]
التدفق بالتوصيل	$Q_{p,con}$	[W]
التدفق بالحمل	Q_{co}	[W]
نصف قطر المستقبل	r	[m]

مقدمة عامة

مقدمة عامة

نظـرا للطلـب المتزايـد عـن المحروقـات وفـي ظـل نتـائج البحـوث التـي تقـر أن هـذا المخـزون فـي نضـوب مسـتمر مـع مـرور الـزمن، ومـن ناحيـة أخـرى التلـوث البيئـي النـاجم عـن نفايـات هـذه المحروقـات أو نفايـات الطاقـة النوويـة مـن جهـة أخـرى. التـي تزيـد خطـرا عـن تـوازن كوكبنـا مـن حيـث مشـاكل عـدة كإنبعـاث غـاز ثـاني أكسـيد الكربـون المسـبب فـي ظـاهرة الإحتبـاس الحـراري مـن هنـا يجـد الإنسـان نفسـه فـي طريـق البحـث عـن الطاقـات البديلـة التـي يكـون مصـدرها مـن الطبيعـة كطاقـة الميـاه وطاقـة الريـاح والطاقـة الشمسـية.... الـخ وهـذا لأنهـا طاقـات نظيفـة وصـديقة للبيئـة ومجانية[1].

هـذا البحـث العلمـي سـوف يسـلط فيـه الضـوء علـى الطاقـة الشمسـية باعتبـار أنهـا الطاقـة النظيفـة وذات وفـرة عاليـة حيـث أن الشـمس تمـدنا بالطاقـة بـدون تبـدد وتقـدر الطاقـة التـي تمـدها الشـمس خـلال 105 دقيقـة مـا يكفـي احتياجـات كوكبنـا لسـنة كاملـة، ويحتـل عالمنـا العربـي الصـدارة مـن خـلال موقعـه لاسـتقبال جـزء كبيـر مـن الطاقـة الشمسـية، ممـا أدى إلـى إنشـاء وتصـميم أكبـر محطـة للطاقـة الشمسـية المركـزة قيـد الخدمـة فـي العـالم وهـو مشـروع " شـمس1" فـي دولـة الإمـارات العربيـة المتحـدة بقـدرة إنتاجيـة تبلـغ 100 ميجـا واط [2] ، و توجـد محطـة إيفـا نبـاه للطاقـة الشمسـية بكاليفورنيـا بالولايـات المتحـدة الأمريكيـة أكبـر مشـروع فـي العـالم فـي الوقـت الحاضـر لتوليـد الطاقـة الكهربائيـة مـن الطاقـة الشمسـية تبنـى المحطـة حاليـا فـي صـحراء Mojave موجافي وتبلغ القدرة الإنتاجية الكلية للمحطة 392 ميجا واط [3].

بفضـل تطـور البحـث العلمـي والمعرفـي فـي مجـال الطاقـة الشمسـية التـي يـتم تحويلهـا وفـق أليـات عدة نذكر منها:

- التحويل الكهربـائي : يـتم بتحويـل الإشـعاع الشمسـي أو الضـوئي مباشـرة إلـى طاقـة كهربائيـة بواسـطة الخلايـا الشمسـية وذلـك باسـتعمال مـواد كالسيليسـيوم والجرمـانيوم. فمـن ضـمن إسـتعمالاتها تغذيـة البيـوت والمؤسسـات العموميـة. تسـتعمل المركـزات الشمسـية بإسـتخدام محركات ستيرلينغ لتوليد الكهرباء.
- التحويـل الحـراري: فهـو يعتمـد علـى تحويـل الإشـعاع إلـى طاقـة حراريـة عـن طريـق المركـزات والمجمعـات الشمسـية، حيـث تسـتعمل هـذه العمليـة فـي تسـخين الميـاه لمختلـف الأغـراض المنزلية والصناعية و التدفئة والتبريد وتجفيف المحاصيل الزراعية.
- الليـزر الشمسـي: يـتم توليـد اشـعة الليـزر بواسـطة وسـلية ضـخ و ذلـك بتركيـز الأشـعة الشمسية و توجيهها و هذا يعتبر مشروع بحث علمي جديد.

إعتمـادا علـى ماتقـدم سـابقا نطـرح الإشـكال التـالي :مـا مـدى إسـتعمال الطاقـة الشمسـية بواسـطة المركزات الشمسية لصالح التطبيقات المنزلية و العلمية والصناعية؟

حيث تتناول هاته المذكرة ثلاث فصول أساسية:

يتنـاول الفصـل الأول: عموميـات حـول الإشـعاع الشمسـي والزوايـا الشمسـية وأنـواع الإشـعاع الشمسي واستخداماته.

أمـا الفصـل الثـاني: نتعـرف علـى آليـة تحويـل الطاقـة الشمسـية بـآليتين هـي التحويـل الكهربـائي والتحويـل الحـراري وكـذا مختلـف أنـواع المركـزات الشمسـية وسـنقوم بتسـليط الضـوء علـى الدراسـة النظرية لمنظومة المركز الشمسي ذي القطع المكافئ و خصائصه الهندسية و الضوئية.

و الفصـل الثالـث: الجـزء الأول نقـوم بالدراسـة العدديـة بواسـطة برنـامج المسـاعد الـــ Matlab 0.6 لمعرفة تأثير بعض المعاملات علـى هندسـة المركز الشمسـي. أمـا الجـزء الثـاني قمنـا بـالتحقيق التجريبـي لمركز شمسي مقعر ذي القطع المكافئ لأجل معرفة بعض التطبيقات الممكنة في حدود التجربة ثم عرض النتائج المتحصل عليها و تحليلها و مناقشتها.

أخيرا نختم دراستنا بخاتمة عامة حول دراسة المركز الشمسي ذو قطع مكافئ.

الفصل الأول

عموميات حول الإشعاع الشمسي

1-1 مقدمة:

تعد الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن الحالي لأن الطاقة الأحفورية مهددة بالزوال وهذا ما خلفته من أثار كارثية على بيئة الأرض من تلوث و إحتباس حراري مما أدى إلى تغيرات في مناخ الأرض.لذلك فان جهود كثير من الدول تتوجه نحو استثمار الطاقة الشمسية وذالك باستغلال هذه الطاقة كإحدى أهم مصادر الطاقة البديلة وقد أعطى النصيب الأوفر لهذه ا لبحوث والتطبيقات لمجال الطاقة الشمسية لذا سنركز دراستنا في هذا الفصل على المفاهيم الأساسية للإشعاع الشمسي و أهم استخداماته وتطبيقاته.

1-2 الطاقة المتجددة و البديلة:

أدى إستنزاف الموارد الطبيعية مثل الطاقات الأحفورية وبعض المعادن خلال القرن العشرين إلى وضع مأساوي جعل المنظمات العالمية والدول تطلق صيحة فزع تمثلت في تنظيم قمة الأرض جويلية 1992، وهي القمة التي تم التأكيد فيها على حق الأجيال القادمة في العيش في بيئة سليمة [4].

1 -2-1 أصناف الطاقة المتجددة :

يمكن تصنيف الطاقة المتجددة حسب مصدرها كالتالي[5]:

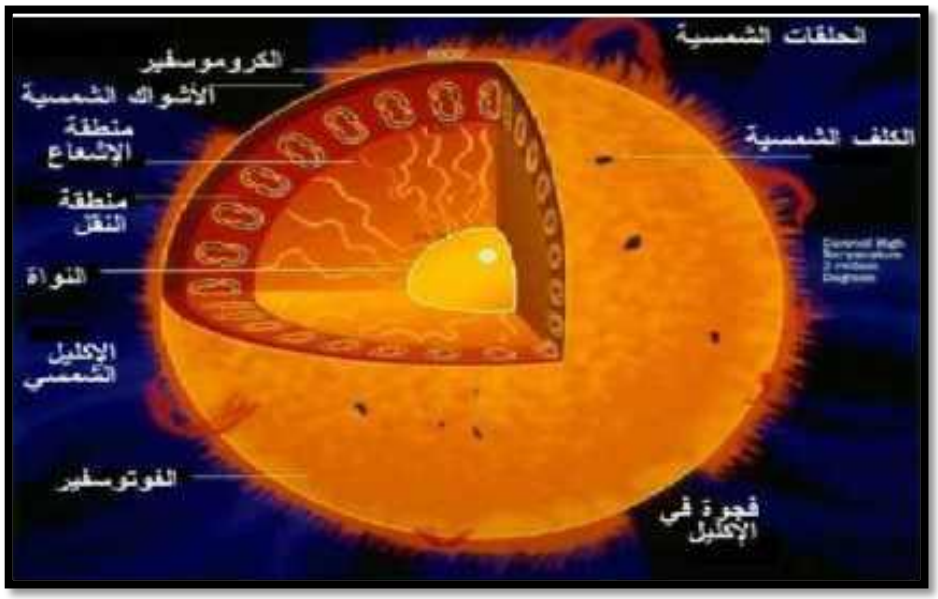
- ✓ **الطاقة الشمسية:** ويمكن استعمالها لتوليد الكهرباء إما لتسخين المياه أو التجفيف.
- ✓ **طاقة الرياح:** تعتمد على توليد الحركة الميكانيكية نتيجة تحريك الرياح لريش التوربينات.
- ✓ **طاقة الكتلة الحيوية:** تشمل الحصول على طاقة من حرق مخلفات الورق، و بعض مخلفات الهضم العضوية. وكذلك الحصول على الكحول أو البيوغاز من تخمير الحبوب والمواد النشوية.
- ✓ **الطاقة المائية:** خاصة في السدود، الأنهار والوديان، ويتم ذلك بوضع توربينات لإنتاج الكهرباء، وتتوقف الطاقة المولدة على الإرتفاع الموجود بالأنهار و بإرتفاع السد المقام عليه.

1-3 الشمس:

الشمس هي مصدر الطاقة على كوكب الأرض وهي عبارة عن كرة غازية يبلغ قطرها 696 مليون متر، وكتلتها حوالي $2*10^{29}$ طن، ودرجة حرارة سطحها حوالي 6000 درجة مئوية، ومكوناتها الأساسية هي غاز الهيدروجين (حوالي 75%) وغاز الهليوم حوالي 25 % بالإضافة إلي كميات ضئيلة من بعض العناصر الأخرى كالحديد والنيون والكربون. وتتولد الطاقة الشمسية نتيجة التحول المستمر لكل أربع ذرات من الهيدروجين إلي ذرة واحدة من الهيليوم في تفاعل اندماجي نووي[6].

1-3-1 بنية الشمس:

بينت الدراسات استنادا إلى التباينات في الكثافة والضغط ودرجة الحرارة السائدة في الشمس، أن الشمس تتكون من عدة طبقات متميزة عن بعضها البعض وهي: النواة ،الغلاف الإشعاعي، الغلاف الحملاني، الغلاف المرئي (فوتوسفير)، الطبقة الانقلابية، طبقة كروموسفير، طبقة كورونا، كما يوضحه الشكل (1.1)[7] .



الشكل (1-1): بنية الشمس[8].

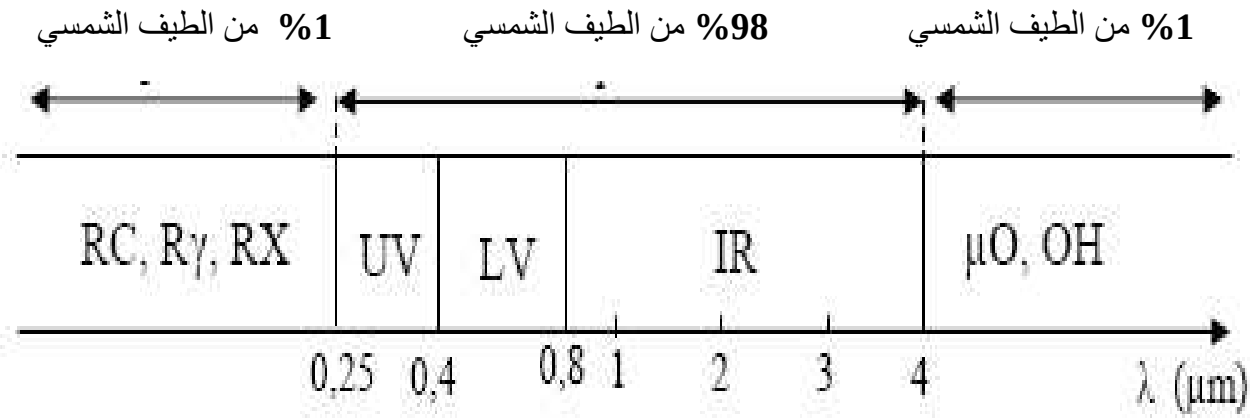
1-4 الإشعاع الشمسي:

يعرف الإشعاع على أنه عملية نقل الطاقة بواسطة فوتونات (الأمواج الكهرومغناطيسية) دون الحاجة إلى وسيط أو تماس مع المصدر المشع [7].

1-4-1 طيف الإشعاع الشمسي:

إن الإشعاع الشمسي الصادر عن الشمس يكون على شكل أمواج كهرومغناطيسية، تتوزع طاقته على طيف الإشعاع حيث تكون98%من طاقة الإشعاع ضمن أطوال الموجات.

$\lambda \in [0.25\mu m, 4\mu m]$ بينما نجد 1% من الطاقة تحت هذا المجال و1% فوق هذا المجال كما هو مبين في الشكل (3.1) ، [9،10،11] .



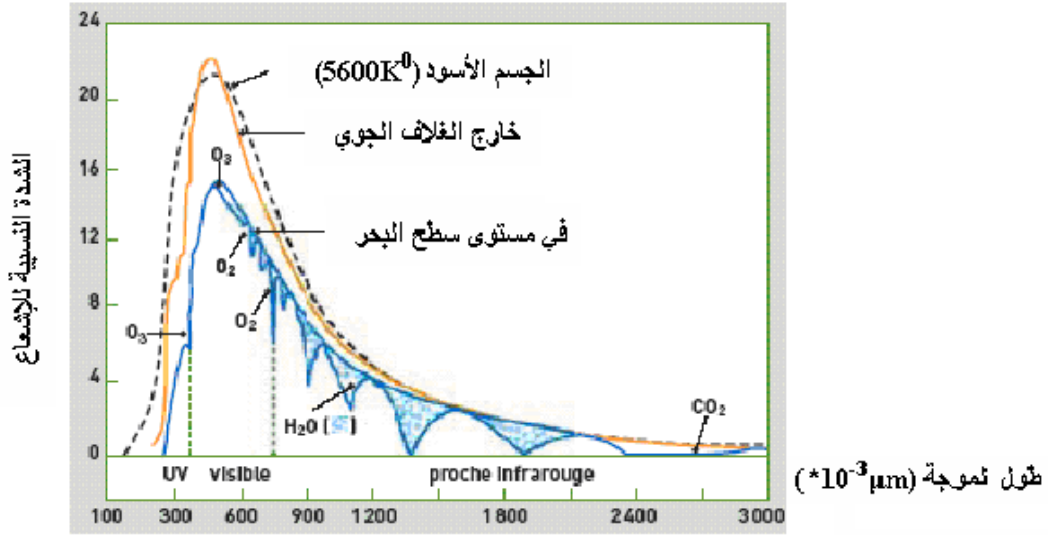
الشكل (1-2): توزيع طيف الإشعاع الشمسي [11].

$\lambda \in [0.25, 0.4]\mu m$ المجال فوق بنفسجي ويمثل 7% من الطاقة الكلية المنبعثة من الشمس .

$\lambda \in [0.4, 0.8]\ \mu m$ المجال المرئي ويمثل 47.5 % من الطاقة الكلية المنبعثة من الشمس .

$\lambda \in [0.8, 4]\ \mu m$ المجال تحت الأحمر ويمثل 45. 5%من الطاقة الكلية المنبعثة من الشمس .

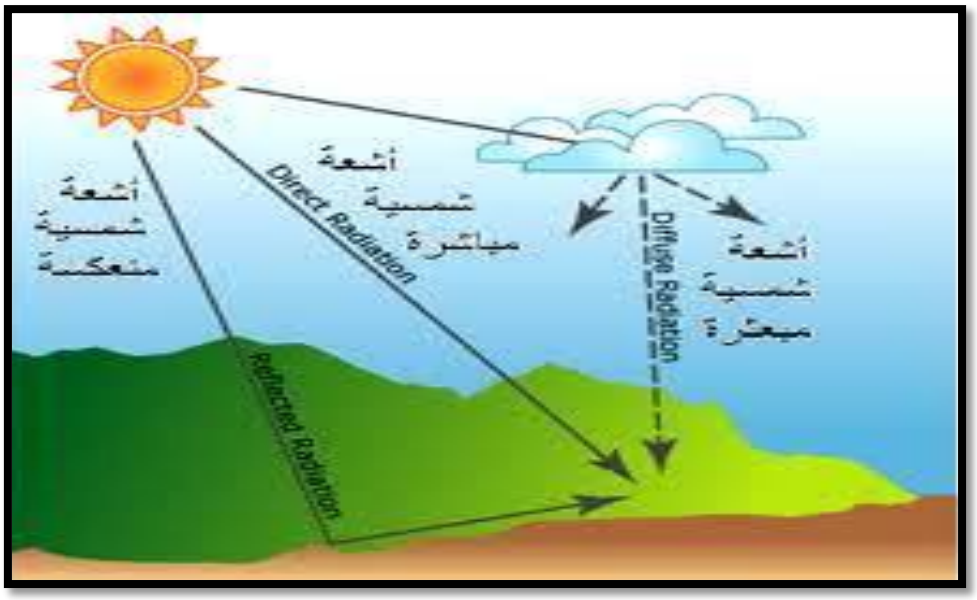
إن طيف الإشعاع الشمسي يحاكي إشعاع الجسم الأسود في درجة حرارة T= 5600 K، في مجال الطيف$[\ 0.25\mu m,\ 4\ \mu m\ ]\ni\lambda$ بينما يصل إلى سطح الأرض بعد بعض الإمتصاصات من قبل مختلف الغازات وبخار الماء داخل الغلاف الجوي كما يبينه الشكل (3.1) [6].



الشكل (1-3): تأثير الغلاف الجوي على شدة الإشعاع الشمسي[6] .

5-1 تقدير الإشعاع الشمسي:

توجد ثلاث أنواع من الإشعاع الشمسي وهي أشعة شمسية مباشرة وأشعة شمسية مبعثرة و أشعة منعكسة كما هو مبين في الشكل (1-4)، وتعطى علاقات الإشعاع حسب نموذج (PERRIN BRICHAMBEAUT) كما يلي:



الشكل (1-4): أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض[9].

1-5-1 الإشعاع الشامل أو الكلي(G_h):

وهو مجموع الإشعاعيين المباشر والمنتشر الساقطين على سطح مستوى أفقي كما هو معطى بالعلاقة التالية [7،8] [11] :

$$G_h = I_h \cdot \sin h + D_h \qquad (1\text{-}1)$$

حيث:

I_h: الإشعاع المباشر.

D_h: الإشعاع المنتشر من السماء.

h : زاوية الارتفاع الشمسي.

1-5-2 الإشعاع المباشر (I_h):

وهو الذي يسقط على سطح متعامد مع أشعة الشمس، ولأجل الاستفادة القصوى من هذا الإشعاع يفضل توجيه اللاقطات الشمسية طوال النهار بحيث يكون سطحها متعامدا باستمرار مع أشعة الشمس، ويجدر بنا القول إن عملية التوجيه هذه تقتضى تحرك اللاقط حول محورين يقوم أحدهما بتتبع حركة الشمس من الشرق إلى الغرب، و أما الآخر فيأخذ بالاعتبار تغير زاوية ارتفاع الشمس والشكل(1-5) يوضح صورة جهاز يقيس هذا الإشعاع[7].

الشكل (1-5): صورة لجهاز مايكلسون لقياس الإشعاع الشمسي المباشر [7].

وتعطى علاقة حساب الإشعاع المباشر من خلال التعبير التالي:

$$I_h = A.\exp\frac{-1}{B.\sin(h+C)} \qquad (2\text{-}1)$$

حيث الجدول التالي يوضح قيم A، B و C التي تمثل ثوابت التجربة التي تعتمد على طبيعة السماء، والتي تأخذ القيم التالية:

الجدول (1-1): قيم الثوابتA ، B و C [12] .

A=1210	B =6	C =1	سماء صافية جدا.
A=1230	B=3.8	C=1.6	لظروف طبيعية من سماء صافية.
A=1260	B=2. 3	C=3	سماء في حالة غبار وضباب.

3-5-1 الإشعاع المنتشر أو المشتت(D_h) :

وهو ذلك الجزء من الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض بعد أن يتعرض لعوامل الانعكاس و الانكسار، أو هو الإشعاع المبعثر في الجو الذي يسقط على سطح ما، و حين تكون السماء ملبدة بالغيوم بحيث لا تخترقها الأشعة المباشرة، فان كل الإشعاع المتوفر حينئذ هو إشعاع منتشر، و في أيام الصحو حيث لا غيوم ولا عواصف ترابية أو رملية، فإن كمية الإشعاع المنتشر تكون قليلة [8].
ويعطى بالعلاقة التالية:

$$D_h = E.(\sin h)^{0.4} \qquad (3\text{-}1)$$

والجدول (1-2) التالي يوضح قيمة ثابت التجربة E التي تعتمد على طبيعة السماء، والتي تأخذ القيم التالية:

الجدول (1-2): قيمة ثابت التجربة E [12].

E= (3/4).125	سماء صافية جدا.
E=125	لظروف طبيعية من سماء صافية.
E= (4/3).125	لسماء في حالة غبار وضباب.

6-1 العوامل المؤثرة على شدة الإشعاع الشمسي:

تتعرض الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض بعدة عوامل تأثر على شدتها ومن أهمها[6]:

1-6-1 البعد بين الأرض والشمس:

إن بعد الشمس عن الأرض يختلف من فصل إلى آخر وذلك لأن الأرض تسلك مسارا إهليلجيا في دورانها حول الشمس، فلوحظ أن قوة الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض يتغير حسب إقتراب أو ابتعاد الشمس عن الأرض وذلك حسب اليوم من السنة وتعطى علاقة المسافة $D_{T,S}$ بالعبارة التالية[12]:

$$D_{T.S} = 1 - 0.017 \cos\left[\frac{360(Nj-2)}{365}\right] \qquad (4\text{-}1)$$

Nj: رقم اليوم من السنة (1.....365).

تعطى المسافة بالوحدة الفلكية UA (1UA= $1.5*10^8$ Km) .

تبلغ أقل قيمة للمسافة يوم 2 جانفي ($D_{T,S}$=0.983 UA) بينما تبلغ أقصى قيمة لها يوم 5 جويلية بمقدار ($D_{T,S}$=1.017 UA).

2-6-1 سمك الغلاف الغازي وزاوية سقوط الأشعة:

إن مكونات الغلاف الجوي تأثر على تدفق الأشعة الشمسية المستقبلة من طرف سطح الأرض، بحيث عند اختراق الأشعة الشمسية لطبقات الغلاف الجوي، فإن مسارها وكميتها يتغيران حسب مكونات كل طبقة وسمكها من خلال عوامل الامتصاص والتشتت (الانعكاس والامتصاص) وبإضافة لذلك هناك علاقة عكسية بين سمك طبقة الغلاف الغازي والأشعة الواصلة لسطح الأرض بحيث تنخفض الطاقة الواصلة لسطح الأرض مع زيادة سمك الغلاف الجوي، وكذا زاوية سقوط الأشعة الشمسية لها دخل في تقدير كمية الإشعاع الواصل لسطح الأرض، حيث تبلغ كمية الإشعاع أقصاها عندما تسقط بزاوية عمودية فوق سطح الأرض، وكلما زادت زاوية سقوط الأشعة انخفضت معها نسبة الطاقة الواصلة لسطح الأرض، أي أن الأشعة الساقطة بزاوية معينة تتعرض لامتصاص وتشتت أكثر من الأشعة العمودية[9،6].

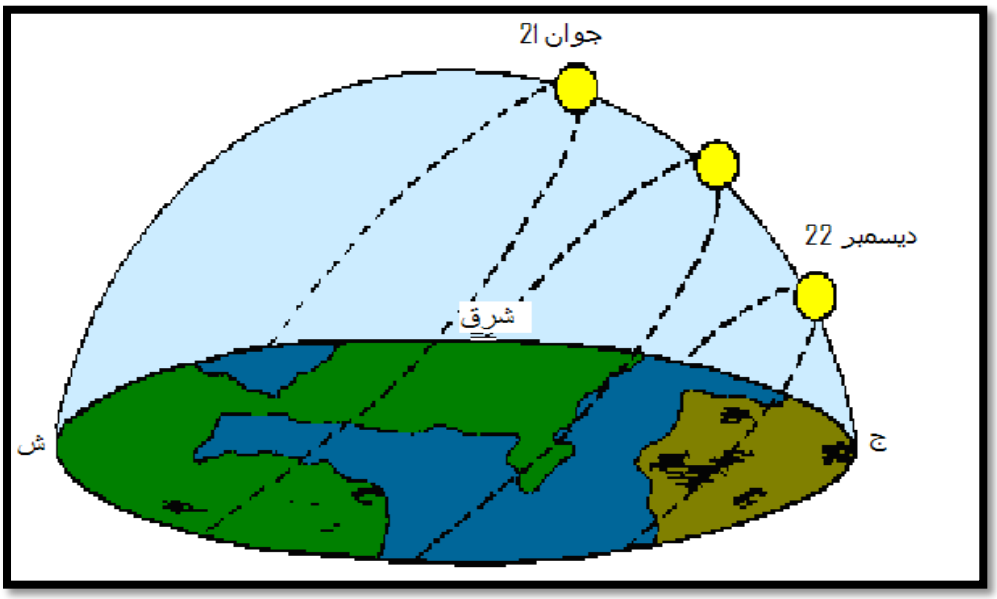
3-6-1 انعكاس حركة الأرض حول الشمس و حول نفسها:

تدور الأرض حركة دورا نية يومية حول محورها وحركة دورا نية سنوية حول الشمس، كما تتميز الأرض بظاهرة الفصول الأربعة الناتجة عن ميل محور دورانها حول الإهليلج بزاوية 23º و26º، و تنعكس هذه الزاوية بتوزيع غير منتظم لدرجة الحرارة، وهكذا يدوم الشتاء في نصف الكرة الشمالي بمدة 3 أيام اقل من الصيف وهو شتاء اقل قصوه من شتاء النصف الجنوبي من الأرض ، الجدول (1-4) يمثل مدة الفصول بنصف الكرة الأرضية الشمالي [12].

الجدول (1- 3): مدة الفصول في نصف الكرة الأرضية الشمالي.

الفصول في نصف الكرة الشمالي	المدة الحالية
الربيع	92 يوما و 19 ساعة
الصيف	93 يوما و 23 ساعة
الخريف	89 يوما و 13 ساعة
الشتاء	89 يوم

كما أن الأشعة الشمسية تسقط بزاوية عمودية عند مدار الجدي والسرطان عند خطوط العرض23º و26º من نصفي الكرة الأرضية، أما القسم الباقي من الأرض فيبقى في ظلام تام، أي ما فوق خطي العرض 66º و30º وعند القطبين يدوم الليل 6 أشهر ونسمي خطي العرض 66º و30º بدائرة القطب الشمالي أو الجنوبي كما هو مبين في الشكل التالي (1-6) [6].



الشكل(1-6): التغير الفصلي لمدة النهار والليل[6].

يلتقط نصف الكرة الأرضية الشمالي يوم 21 ديسمبر، خلال الانقلاب الشتوي الشكل(1-6) نسبة أقل من الطاقة الشمسية مقارنة مع الصيف وهذا لأن الأشعة الشمسية تعبر مسافة طويلة في الغلاف الجوي كلما ارتفعت زاوية السقوط [12].

7-1 الثابت الشمسي E_o :

هو تدفق الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح من الأرض مساحته $1m^2$ مثبت في نهاية الغلاف الجوي الأرضي في وضع يكون فيه عمودي على أشعة الشمس وذلك باعتبار المسافة بين الشمس والأرض على قيمتها المتوسطة خلال السنة والمقدرة بـــ ($1.5*10^8Km$) والقيمة المتوسطة للثابت الشمسي ($E_o=1353w/m^2$) [13.9].

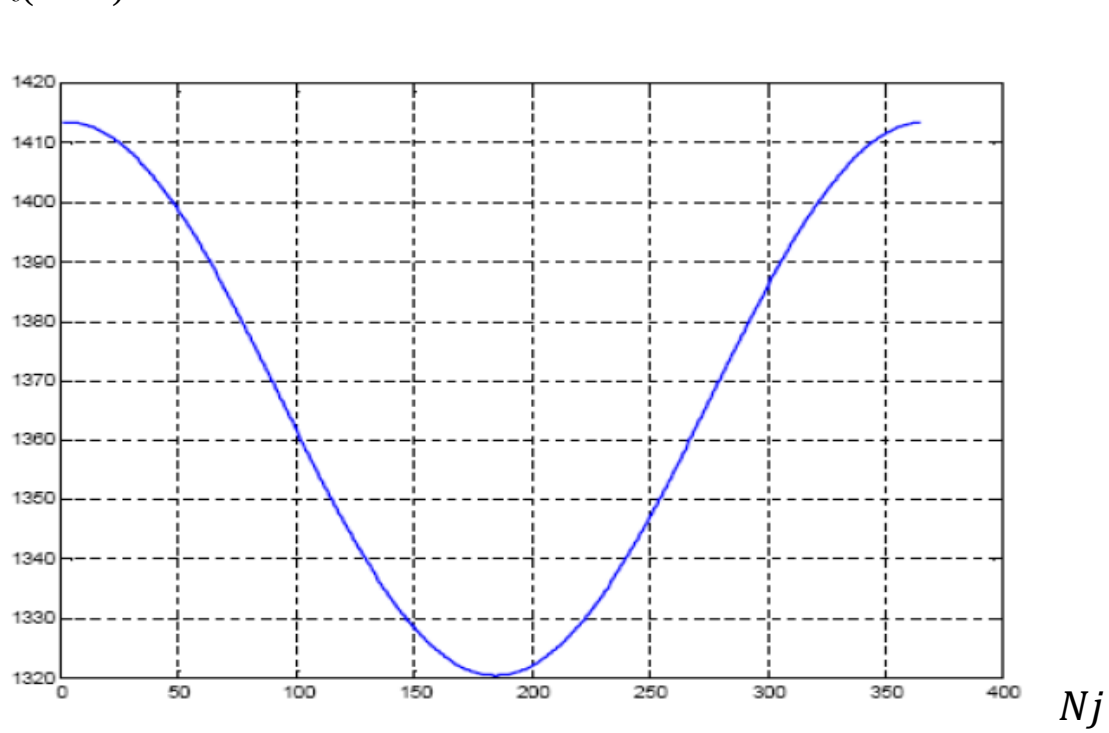
حيث تتغير شدة تدفق الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي بالانحراف عن قيمة الثابت الشمسي E_o ب(±3.3%) حسب اقتراب أو ابتعاد الشمس عن الأرض وذلك حسب اليوم من السنة، وتعطى علاقة التصحيح للثابت الشمسي كالتالي :

$$I_o = E_o\,[1+ 0.033\cos(\frac{360}{365}Nj)] \qquad (5\text{-}1)$$

حيث : E_o الثابت الشمسي وهو شدة الإشعاع الشمسي الواصل إلى طبقة الجو المحيط بالأرض، وهي متغيرة نوعا ما ومعدل قيمته $1367\ w/m^2$.

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

وقمنا بالرسم البياني لدالة الثابت الشمسي الموضحة في الشكل الأتي(1-6)، حيث نلاحظ أن شدة الإشعاع الشمسي تكون أعظمية عند الأيام 1 و364 في (في الشتاء).



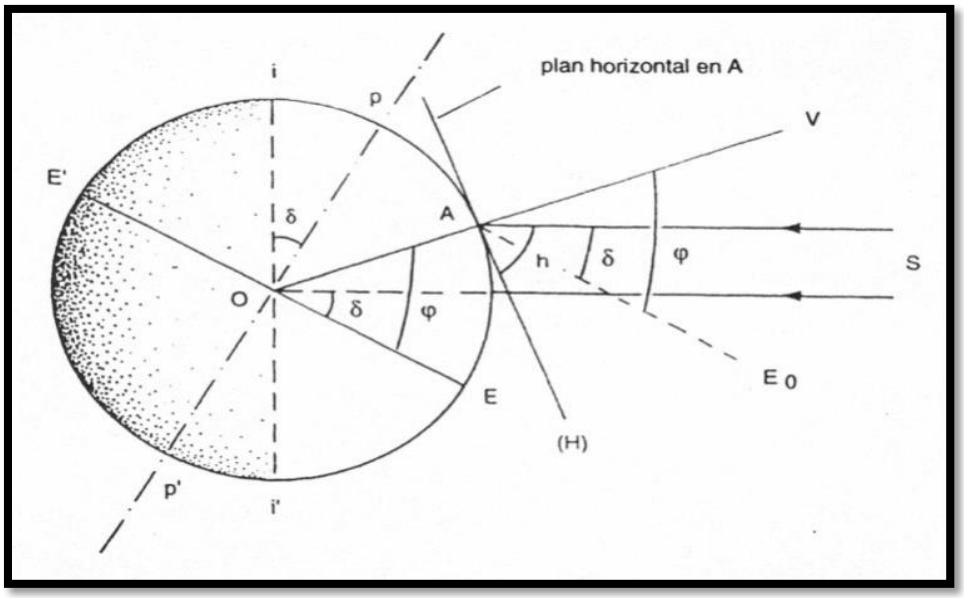
الشكل (1-7): الثابت الشمسي بدلالة اليوم من السنة E_o .

8-1 الزوايا الشمسية :

العلاقات الهندسية بين موقع الدراسة على سطح الأرض و اتجاه الشعاع الشمسي المباشر الساقط من الشمس (اتجاه متجه الإشعاع الشمسي بالنسبة إلى السطح)، يمكن تبيينها بدلالة بعض الزوايا المبينة منها :

1-8-1 زاوية ميل الشمس δ:

زاوية ميل الشمس هي زاوية ميلان محور دوران الأرض عن المحور العمودي على مستوى مدار الأرض حول الشمس، أوهي الزاوية التي يصنعها الخط الواصل بين مركزي الأرض و الشمس مع خط الإستواء [14، 15]،كما هو موضح في الشكل (1-8) التالي .



الشكل (1-8): زاوية ميل الشمس[15] .

وتتغير هذه الزاوية على مدار السنة حيث تنعدم في الإعتدالين الربيعي (21 مارس) والخريفي (23 سبتمبر)، بينما تكون أعظمية °23.45+ عند الانقلاب الصيفي (22 جوان) و ° 23.45 - في الانقلاب الشتوي (22ديسمبر) [15.12] ، ويتغير مجال قيمها كما يلي $+23.45^0 \geq \delta \geq -23.45^0$.

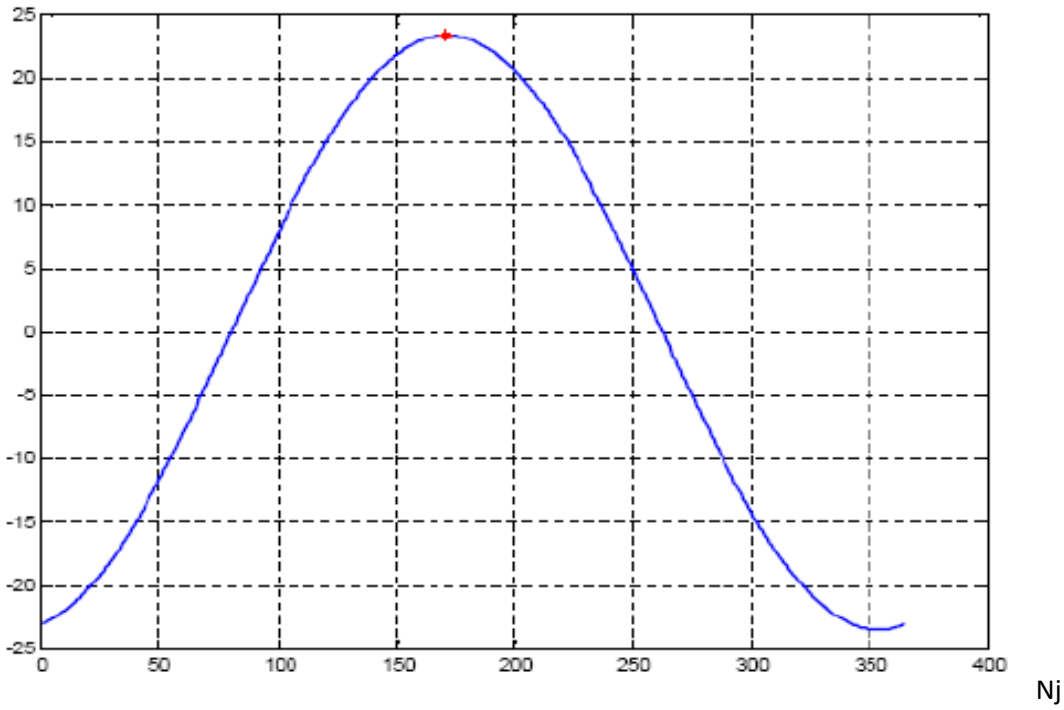
نعرف قيمة زاوية الانحراف لأي يوم من السنة بإعتبارها ثابتة وتحسب بالعلاقة التالية:[5]

$$\delta = 23.45 \sin[\frac{360}{365}\ (Nj + 284)] \qquad (6\text{-}1)$$

حيث: Nj تمثل رقم اليوم من السنة من 1 إلى365 .

والرسم البياني للدالة الذي قمنا به موضح في الشكل (1-9) يوضح تغيرات زاوية الميل الشمس خلال أيام السنة.

δ (o)



الشكل (1-9): تغيرات زاوية الميل الشمس خلال أيام السنة.

1-8-2 الارتفاع الشمسي h:

زاوية الارتفاع الشمسي هي الزاوية المحصورة بين المستقيم الواصل بين نقطة من سطح الأرض و مركز الشمس و المستقيم الأفقي الذي يمر على تلك النقطة من سطح الأرض .هذه الزاوية تساوي الصفر عند شروق و غروب الشمس وتأخذ القيمة العظمى عند وقت الزوال ألشمسي هذه الزاوية مهمة في تحديد كمية الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض، ويتغير مجال قيمها كما يلي [90^o +90^o-] ∈h ، [9، 12] ، كما هو موضح في الشكل الأتي (1-10) ، حيث تكتب بالعلاقة التالية :

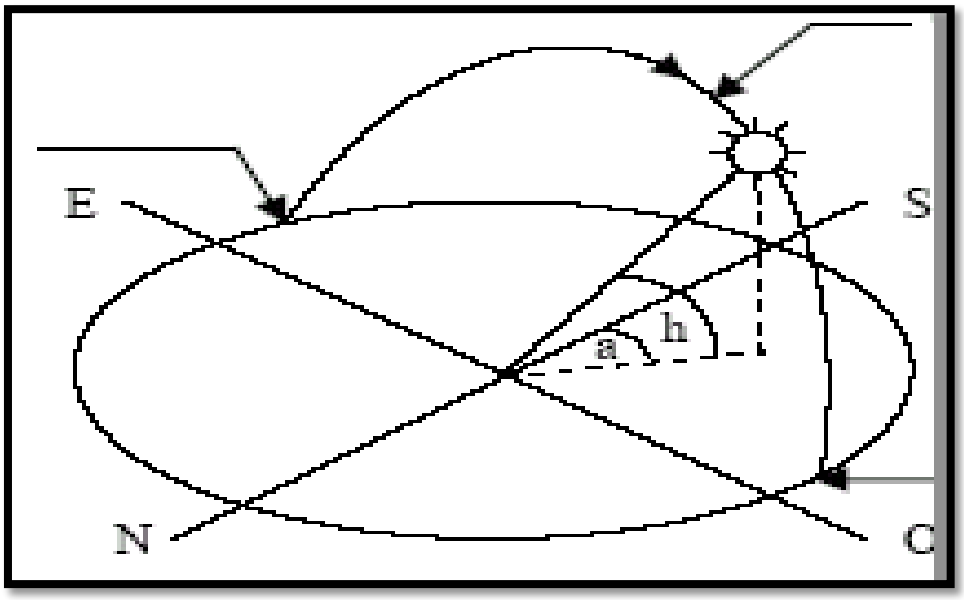
$$\sin(h) = \sin\varphi.\sin\delta + \cos\varphi.\cos\delta.\cos\omega \qquad (7\text{-}1)$$

h =0 : *عند شروق وغروب الشمس* h > 0 : في *النهار* h < 0 : في الليل

حيث:

φ : زاوية دائرة العرض.

ω : زاوية الساعة الشمسية.



الشكل (1-10): الزوايا الشمسية (h,a) [12].

1-8-3 زاوية دائرة العرض φ:

هي الزاوية المحصورة بين المتجه المار بنقطة على سطح الأرض ومركز الأرض ومسقطه على خط الاستواء وتتغير قيمها حسب المجال التالي.$\varphi \in [-90^o +90^o]$

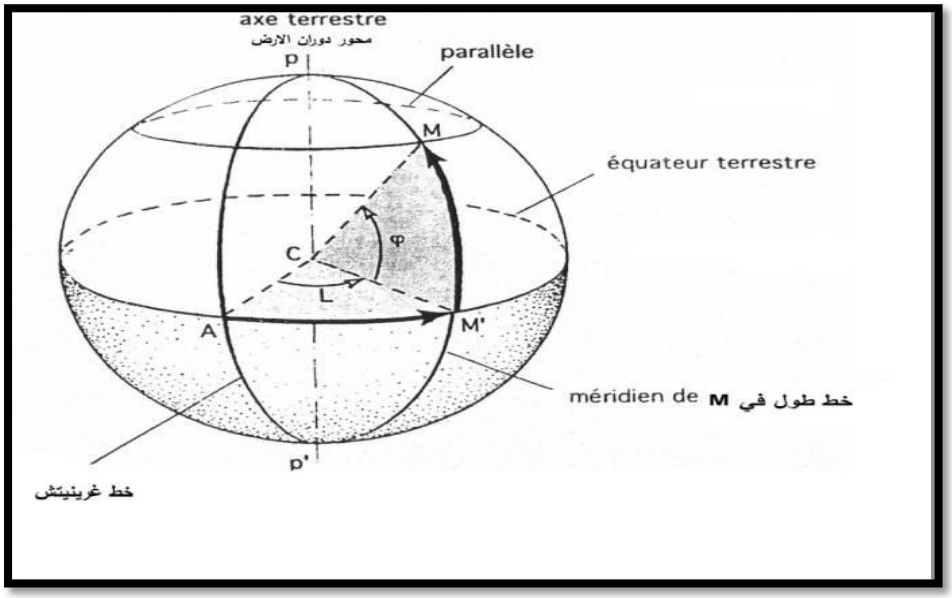
$\varphi > 0$: شمال خط الاستواء.

$\varphi < 0$: جنوب خط الاستواء.

1-8-4 زاوية خط الطول L:

هي الزاوية التي يصنعها خط الطول المار بالمنطقة مع خط الطول المار ببلدة غرينتش البريطانية (مستغانم الجزائرية) الذي نعتبره خط الصفر وتقرأ الزاوية موجبة شرقا وسالبة غربا وقيمها تكون في حدود المجال التالي $L \in [-180^o +180^o]$ [14،5].

و الشكل (1-11) يوضح كل من زاوية خط الطول (L) و زاوية دائرة العرض (φ):



الشكل (1-11) : زوايا تحد يد الموقع (زاوية خط العرض φ و زاوية خط الطول) [12] .

1-8-5 زاوية السمت الشمسي a :

زاوية السمت الشمسي وهي الزاوية المحصورة بين مسقط أشعة الشمس على سطح أفقي للأرض، بحيث يكون قياس الزاوية بدأ من الجنوب(الصفر)، وتكون موجبة باتجاه الغرب وسالبة باتجاه الشرق [15.12] كما هو موضح في الشكل (1-12)، وتتغير قيمها حسب هذا المجال $a\in[-180^o,+180^o]$.

حيث :

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

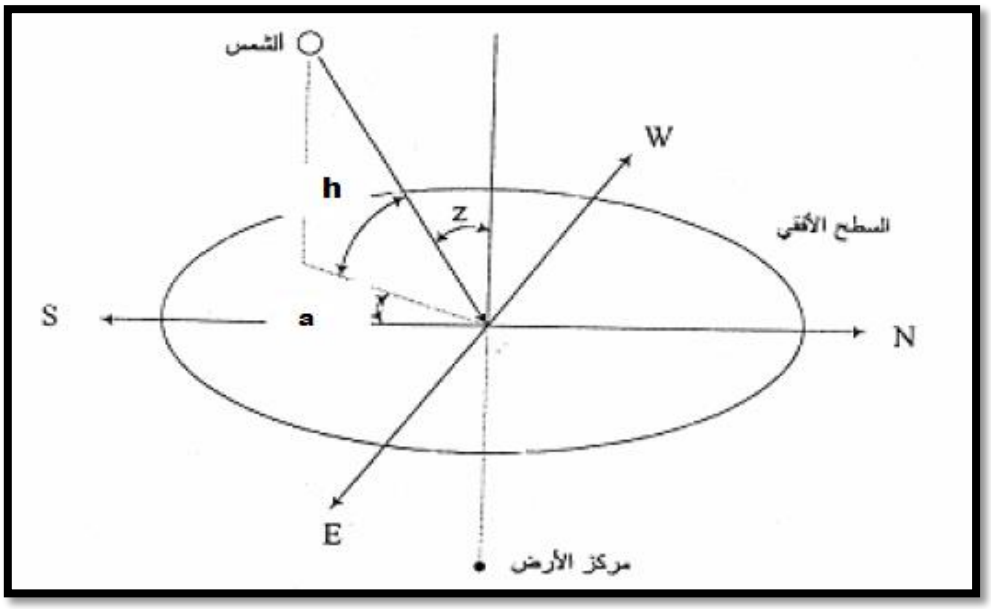
a >0 : مسقط الشعاع الشمسي منحرف عن المحور جنوبا باتجاه الغرب .

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

ويمكن حساب زاوية السمت بالعلاقة :

$$sin\, a = \frac{\cos\delta \,.\sin\omega}{\cos h} \qquad (8\text{-}1)$$

حيثω: تمثل زاوية الساعة الشمسية .



الشكل (1-12) : زاويتا كل من السمت الراسي z والسمتa [15].

1-8-6 زاوية سمت الرأس Z:

هي الزاوية بين الشعاع الشمسي وسمت الأرض (الخط الشاقولي المار بالموقع)، وبذالك فهي متممة لزاوية الارتفاع الشمسي[5 ،12] ، كما هو موضح في الشكل السابق (1-12).

$$Z = \frac{\pi}{2} - h \qquad (9\text{-}1)$$

1-8-7 زاوية الساعة الشمسية ω :

تبرز هذه الزاوية حركة الشمس في نقطة ما من الأرض من الشروق إلى غاية الغروب وتعرف بأنها الإزاحة الزاوية النسبية للشمس عن وقت الزوال الشمسي والذي تكون فيه الشمس فوق خط الطول المار بالنقطة وعندها تكون زاوية الساعة الشمسية معدومة، وكل ساعة قبل وبعد الزوال تكافئ 15^0، وتكون ω موجبة مساءا بعد الزوال وسالبة صباحا قبل الزوال لذا فان ω تتعلق فقط بالتوقيت الشمسي وتعطى بالعلاقة التالية بالدرجات[9، 12]:

$$\omega = 15(\mathrm{Tvs} - 12) \qquad (10\text{-}1)$$

حيث: Tvs يمثل التوقيت الشمسي الحقيقي الذي يعتبر الزوال الشمسي (w=0) عند الساعة 12.

وتتغير قيم هذه الزاوية كما هو موضح في هذا المجال $\omega \in [-180^0 + 180^0]$.

ω =0 : عند الزوال الشمسي ω >0 : مساءا بعد الزوال ω <0 : صباحا قبل الزوال.

8-8-1 التوقيت الشمسي Tvs والمحلي TL :

يختلف التوقيت المحلي لمنطقة عن التوقيت الشمسي ويتعلق الفرق بين التوقيتين على ثلاث عوامل[9،16] :

- الفرق بين خطي الطول للمنطقة والخط المرجعي للتوقيت المحلي (خط غرينتش).
- التصحيح الزمني (المعادلة الزمنية) Et والمعبر عن الاضطراب الناتج عن حركة الأرض، والذي يعطى بالعلاقة التالية بالدقائق:

$$E\,t = 9.87\sin\left[\frac{2.360}{365}(Nj-81)\right] - 7.53\cos\left[\frac{360}{365}(Nj-81)\right] - 1.5\sin\left[\frac{360}{365}\,(Nj-81)\right] \quad (11\text{-}1)$$

حيث :Nj تمثل عدد ايام السنة.

- التصحيح الناتج عن تغير التوقيت المحلي (الصيفي، الشتوي) مقارنة بتوقيت غرينتش الذي قيمته في الجزائر C=-1 وعليه تعطى علاقة التوقيت الشمسي Tvs :

$$\mathrm{Tvs} = \mathrm{TL} + \mathrm{Et} + \frac{\mathrm{L}}{15} + \mathrm{c} \quad (12\text{-}1)$$

حيث :

TL : التوقيت المحلي.
L : زاوية خط الطول التي تقع عليه المنطقة، وتكون موجبة إذا كانت المنطقة شرق خط غرينتش بينما تكون سالبة غرب خط غرينتش [9].

العدد 15:هو درجة لكل ساعة عند التحرك (شرق– غرب) على نفس دائرة العرض، أي1 درجة ل4 دقائق أي مسافة (111Km) (شرق-غرب) لكل درجة عند دائرة خط الاستواء φ=0 و (96 Km) عن دائرة العرض المارة عبر مدينة الوادي حيث '33°.5 = φ وخط الطول '47. °6=L [16] .

9-8-1 تحديد توقيت شروق وغروب الشمس :

عند الشروق والغروب تنعدم زاوية الارتفاع الشمسي h (الشعاع الشمسي منطبق على سطح الأرض) [9،16] وتعطى العلاقة كالتالي:

$$h = 0 \rightarrow \sin(h) = 0 \quad (13\text{-}1)$$

و منه تتحصل على قيمة زاوية الساعة الشمسية (ω) للشروق أو الغروب.

$$\cos\omega = \tan L \,.\tan\delta \quad (14\text{-}1)$$

ومنه يكون التوقيت الشمسي للشروق :

$$Ts_{\text{lever}} = 12 - \frac{\omega}{15} \quad (15\text{-}1)$$

والتوقيت الشمسي للغروب :

$$Ts_{\text{coucher}} = 12 + \frac{\omega}{15} \quad (16\text{-}1)$$

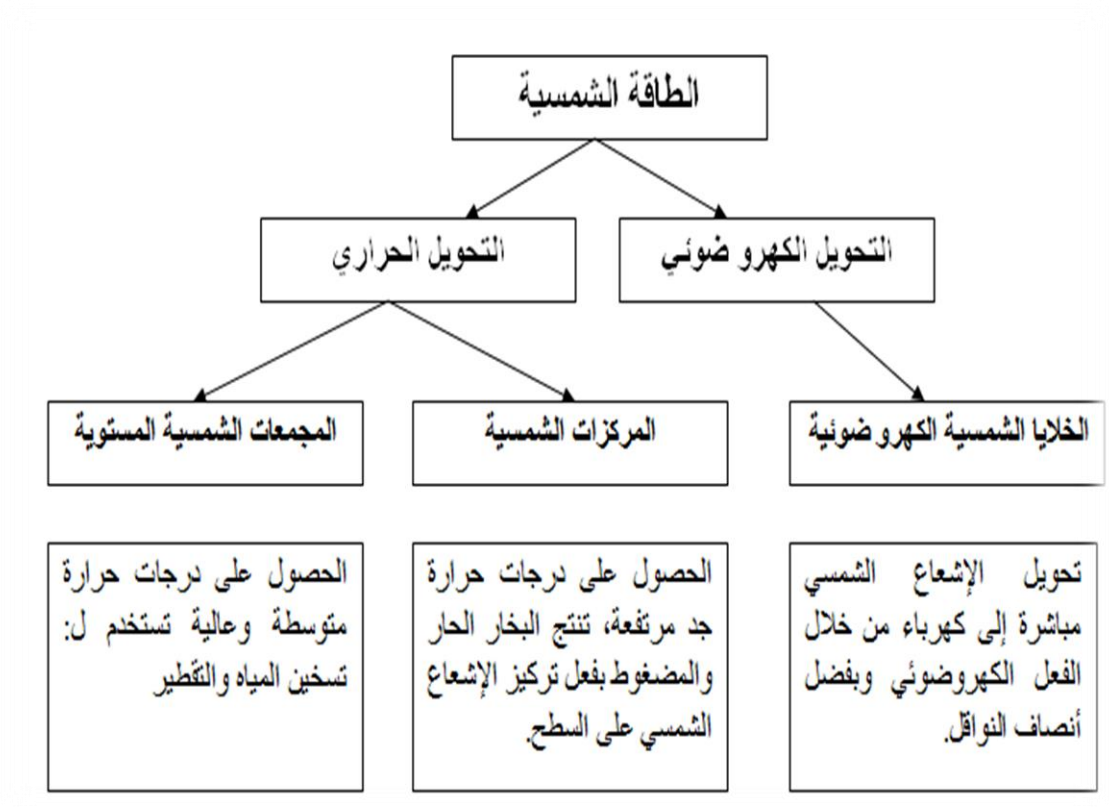
وتكون مدة النهار لهذه اليوم

$$\Delta t = Ts_{\text{coucher}} - Ts_{\text{lever}} = 2(\frac{\omega}{15}) \quad (17\text{-}1)$$

و المدى النهاري Δt : هوالمدة بين الشروق والغروب.

1-9 استخدامات الطاقة الشمسية:

و تأتي أهمية الطاقة الشمسية من كونها طاقة هائلة يمكن استغلالها في أي مكان وتشكل مصدرا مجانيا لا ينضب كما تعتبر طاقة نظيفة والشكل (1-13) يوضح استخدامات الطاقة الشمسية في العديد من المجالات أهمها.



الشكل (1-13): مخطط يوضح استخدامات الطاقة[17].

يمكن تحديد بعض التطبيقات الشمسية المنزلية وغيرها ومنها:

1-9-1 تسخين المياه:

تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية، ضوء الشمس في تسخين الماء، فمن أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة(44٪)، والألواح المستوية المصقولة (34٪) التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل، وكذلك الألواح البلاستيكية غير مصقولة(21٪) التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة[18].

1 -9-2 التدفئة:

يكون المقصود بالتدفئة في تطبيقات الطاقة الشمسية، هي تدفئة المنازل والبنايات المستعملة للأغراض مختلفة وذلك بضخ الحرارة المكتسبة في المجمعات إلى داخل الحيز موضع الاهتمام، ولتحقيق هذا الغرض تبرز الحاجة إلى استعمال بعض المعدات والأجهزة لنقل التأثير الحراري من المجمع الشمسي إلى داخل البناية[18].

1-9-3 التبريد الشمسي:

التبريد الشمسي هو عملية نقيض لعملية التدفئة، وهو عبارة عن ضخ الحرارة من داخل حيز معين إلى الخارج وذلك باستعمال أداة ميكانيكية تعمل على ذلك.
كما أن أنظمة التبريد تحتاج إلى مصدر حراري حيث تقوم المجمعات الشمسية بهذا المصدر الحراري الذي يزود نظام التبريد بمتطلباته[19].

1-9-4 تجفيف المحاصيل:

التجفيف بشكل عام من أقدم استخدامات الطاقة الشمسية، وخاصة تجفيف المحاصيل فهو مسألة قديمة في التاريخ البشري حيث استعمل الإنسان الطاقة الشمسية لتخليص المحاصيل من قسم من السوائل الموجودة فيها وذلك لمنعها من التلف وجعلها صالحة للخزن لفترات طويلة [19].

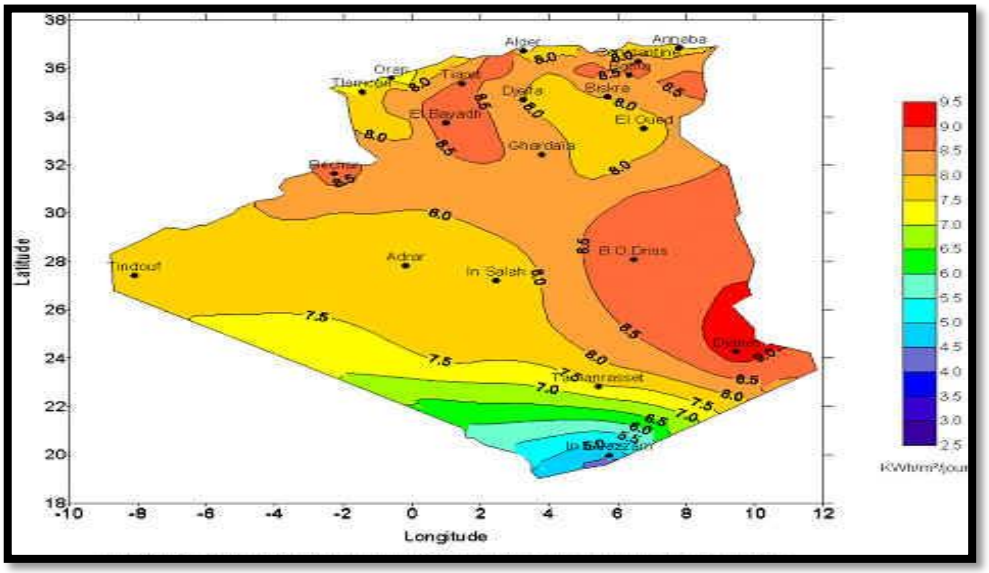
1-9-5 تحلية المياه:

إن أزمة المياه الناشئة في العالم تدفعنا للبحث عن طرق جديدة للحصول على مياه تتلائم مع متطلبات الحياة، وذلك لزيادة عدد السكان وتوسع القدرات الإنتاجية في المجالات الصناعية والزراعية. حيث تكون تحلية مياه البحر أنسب الوسائل لتحقيق المتطلبات المتزايدة، إن أكثر الطرق شيوعا لتحلية المياه بالطاقة الشمسية هي طريقة المقطر الشمسي حيث يستخدم الطاقة الشمسية في تبخير الماء[19].

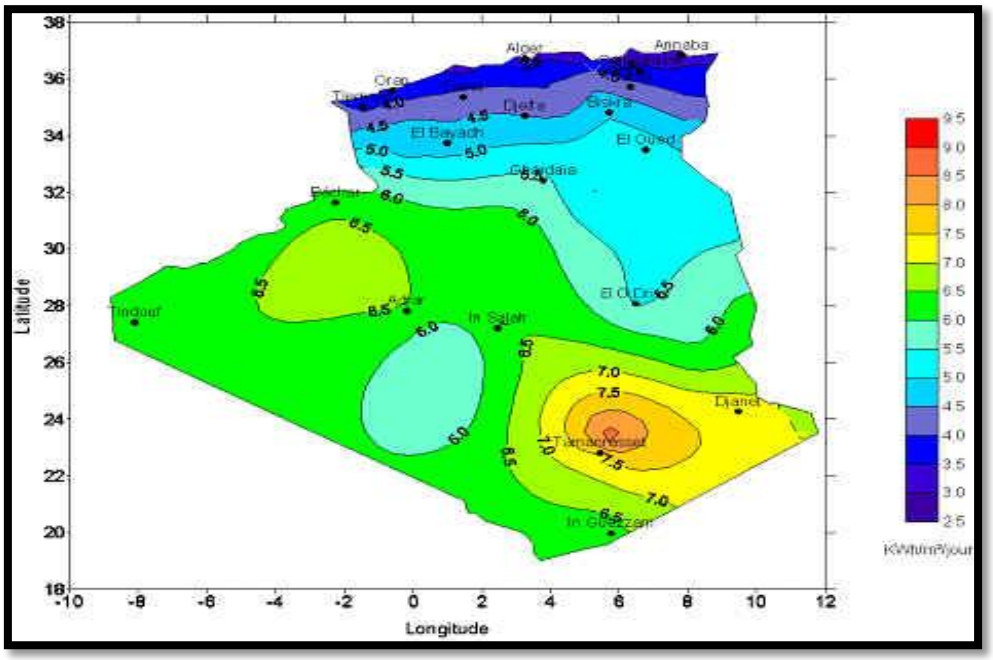
1-10 شدة تدفق الإشعاع الشمسي في الجزائر :

توجد الجزائر مثل عموم دول الوطن العربي في مناطق الحزام الشمسي أين تفوق شدة الإشعاع الشمسي المباشر $2000KWh/m^2$ في السنة، كما تبين الوثائق الموالية شدة تدفق الإشعاع الشمسي المباشر في اليوم لمختلف مناطق الوطن (الجزائر) قيست سنة 2001 حيث تتراوح مابين 3 إلى 9.5 KWh/m^2.

وتتراوح شدة تدفق الإشعاع الشمسي في منطقة الوادي الواقعة في الجنوب الشرقي للجزائر في مجال (7.5–8.5) KWh/m^2 خلال فترة الصيف كما تتراوح (5 ــ 5.5) KWh/m^2 في فترة الشتاء كما هو مبين في كل من الشكلين (1-14) و (1-15) ، وهذا ما يفتح لها أفاق مهمة لتطبيق مشاريع في الطاقات المتجددة والبديلة [20،16].



الشكل (1-14): شدة الإشعاع الشمسي المباشر اليومي في جويلية سنة (2001) (KWh/m^2) في الجزائر [20].



الشكل (1-15): شدة الإشعاع الشمسي المباشر اليومي في ديسمبر سنة (2001) (KWh/m^2) في الجزائر [20].

1-11خاتمة:

في نهاية هذا الفصل نكون قد تعرفنا إلى مصدر طاقة هائلة ألا وهي الشمس التي تمد كوكبنا بمجموعة من الطاقات والأشعة، وقد بينا أيضا أن الأشعة الشمسية ثلاث أنواع منتشرة ومباشرة وكلية وأن الطيف الشمسي و الزوايا الشمسية تستخدم في طريقة الحساب النظري لتقدير الإشعاع الشمسي الساقط. وسلطنا الضوء على أهم التطبيقات الكهربائية والحرارية للطاقة الشمسية والتي تحتاج حتما إلى منظومة (المجمعات والمركزات) لتقوم بتحويل هاته الطاقة حسب الحاجة ومن بينها منظومة المركزات الشمسية ذات القطع المكافئ والتي ستكون محور دراستنا في الفصل القادم.

الفصل الثاني

الدراسة النظرية للمركز الشمسي ذو القطع المكافئ

1-2 مقدمـة :

إستفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة نذكر منها تجفيف المحاصيل الزراعية والتدفئة وإنارة المنازل وغيرها، كما تم إستخدامها في مجالات أخرى كالحروب حيث ورد في كتب العلوم التاريخية[26]، فقد أحرق أرخميدس الأسطول الحربي الروماني في الحرب عام 212ق م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية وذلك بتركيز أشعة الشمس في نقطة صغيرة فتؤدي إلى ارتفاع كبير في درجة الحرارة تصل إلى 5777K ، لهذا بقي الإنسان يحاول منذ فترة بعيدة الإستفادة من هاته الطاقة ولكن بقدر قليل ومحدود ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الإنسان فتحت أفاقا علمية جديدة في إستغلال طاقة الإشعاع الشمسي سواء أكانت حرارية أم كهربائية[24].

1-1-2 التحويل الكهربائي:

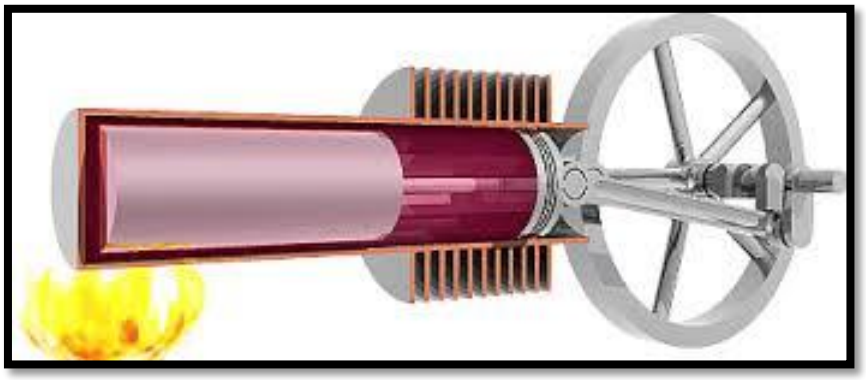
تسمى المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئية تدعى أشباه الموصلات كالسليسيوم والجرمانيوم وغيرها وقد تم اكتشاف هذه الظاهرة من قبل علماء الفيزياء في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي حيث وجدوا أن الضوء يستطيع تحرير الالكترونات من بعض المعادن كما عرفوا أن الضوء الأزرق له قدرة أكبر من الضوء الأصفر على تحرير الالكترونات .وقد نال العالم اينشتاين جائزة عام1921م لجهوده في تفسير هذه الظاهرة[25].

ويمكن تثبيت الخلايا الشمسية على أسطح المباني للإستفادة منها في إنتاج الكهرباء وتقدر كفاءتها بحوالي 20% أما الباقي فيمكن الاستفادة منه في توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه. [32،27] كما يوضحه الشكل(2-1) التالي:

الشكل(2-1): التطبيقات المنزلية للطاقة الشمسية[34].

2-1-1-1 محرك ستيرلينغ:

يعمل محرك ستيرلينغ بمبدأ تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية ثم إلى طاقة كهربائية وذلك بواسطة ضغط وتمدد الهواء أو غاز آخر عند درجات الحرارة المختلفة [36،27] في الغرفة الإسطوانية المعرضة للحرارة شمعة أو أشعة شمسية مركزة في (البؤرة) كما هو موضح في الشكل (2-2) الموالي:



الشكل(2-2): محرك سترلينغ [36].

2-1-2 التحويل الحراري :

يعتمد مبدأ تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المركزات الشمسية والمجمعات، فإنه يمتص الإشعاع الشمسي وترتفع درجة حرارته حيث يستفاد من هاته الحرارة وتعد تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر إنتشارا في مجال التحويل الحراري للأشعة الشمسية[25].

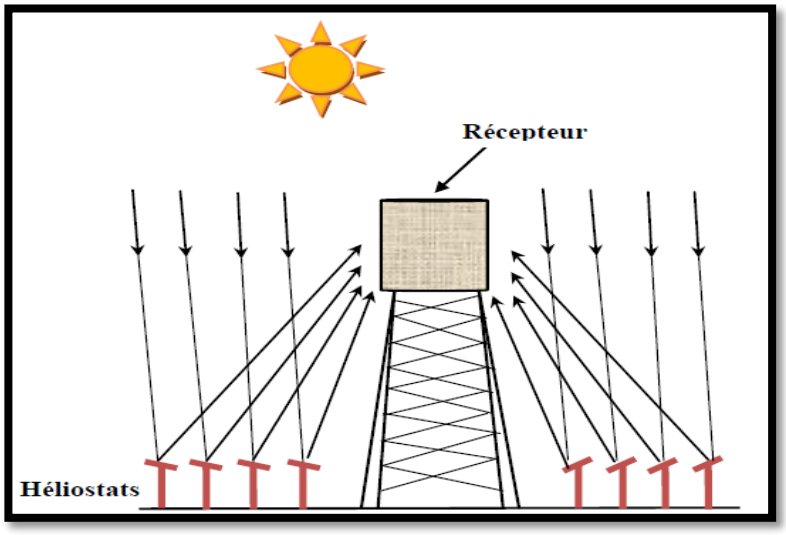
2-2 المركزات الشمسية :

تصنف المركزات الشمسية إلى صنفين الخطية والنقطية حيث تتركز الأشعة الشمسية الساقطة على العاكس في نقطة وتسمى البؤرة أو في خط ويسمى المحور البؤري وتتروح درجة الحرارة مابين 400°c إلى 1500 °c [32] ، وهذا الإرتفاع في درجات الحرارة بسبب تركيز الأشعة الشمسية الساقطة على سطح أي كلما زاد التركيز ازدادت درجات الحرارة وتستغل هذه الأخيرة في تطبيقات حرارية و كهربائية عديدة [21] وله عدة أنواع نذكر منها:

2-2-1 البرج المركزي :

يتكون من مجموعة أسطح عاكسة مستوية تغطي مساحات كبيرة، والفكرة الرئيسية لعمل هذه التقنية والتي تعتمد على إستخدام عواكس مستقلة مركبة على نظام تتبع لحركة الشمس مع توجيه الإشعاع الشمسي المباشر الساقط عليها نحو مستقبل كبير مثبت في البرج يعمل كغلاية لتوليد البخار وتحميصه ثم دفعه إلى توربينة بخارية[32]، وبتركيز أشعة الشمس من 800 إلي 1000 مرة يمكن الوصول إلي

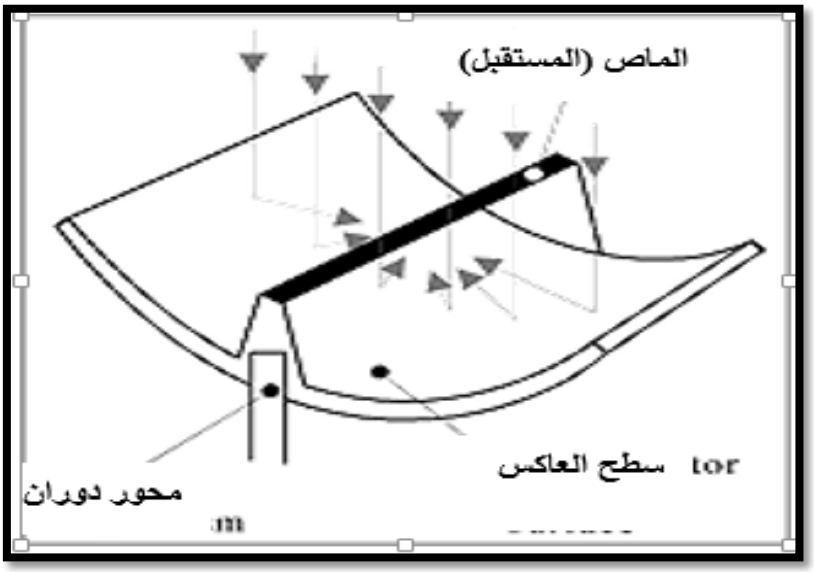
درجات حرارة مرتفعة تصل إلي نحو ^{o}c 1000 بحسب السائل (المائع) المستخدم[16]، كما هو موضح في الشكل (2-3) التالي:



الشكل(2-3): البرج المركزي [29].

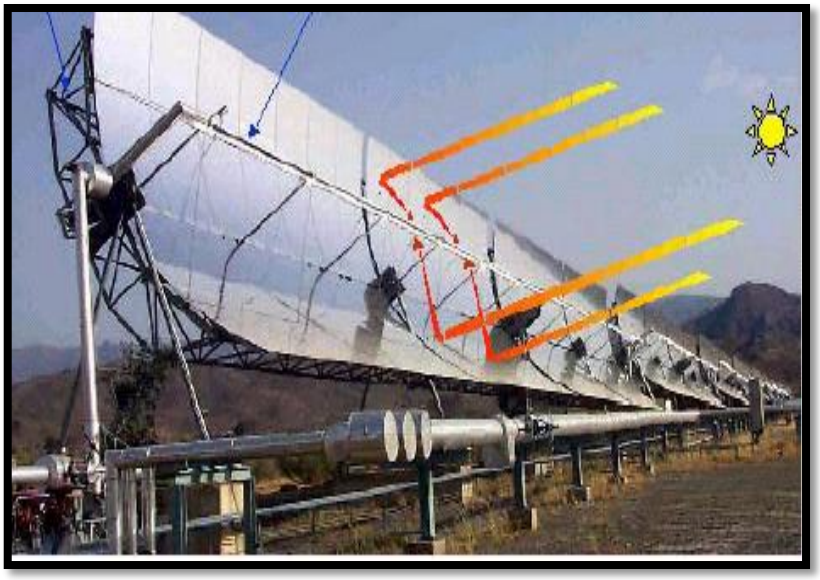
2-2-2 المركزات الإسطوانية المقعرة :

تتكون من سطح عاكس إسطواني ذي مقطع مقعر يقوم بتجميع الإشعاع الشمسي المباشر الوارد على السطح العاكس نحو المحور البؤري الذي يثبت به أنبوب المستقبل للإشعاع المركز وهاته التقنية الأكثر إنتشارا في الوقت الحاضر[16،29] كما هو موضح في الشكل(2-4):



الشكل(2-4): رسم تخطيطي لمركزات إسطوانية [16].

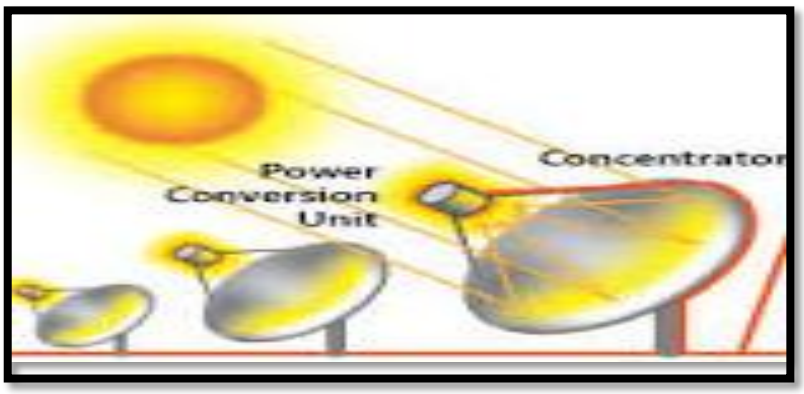
تشكل المركزات الإسطوانية المقعرة أنظمة على شكل حرف "U" وتركيز أشعة الشمس على أنبوب الماص(المستقبل) الذي يقع على طول الخط البؤري للعاكس(المجمع) وغالبا هذا الأنبوب يكون أنبوب زجاجي شفاف للحد من فقدان الحرارة[22]، وغالبا ما تستخدم هذه المحاور نظام المؤشر محور واحد للطاقة الشمسية أو ثنائي المحور ويمكن أن يستقبل الأشعة الشمسية التي تصل درجة حرارتها^{o}400 [30]، ولزيادة المردود الحراري تستعمل سلسلة من المركزات الشمسية الإسطوانية مقعرة (ذي قطع مكافئ) كما هو موضح في الشكل (2-5):



الشكل(2-5): مركزات إسطوانية مقعرة [30].

2-3 المركزات الشمسية ذات القطع المكافئ :

تتكون هذه المركزات من سطوح عاكسة مقعرة ذات القطع المكافئ من أجل تركيز الأشعة الشمسية في نقطة وتسمي البؤرة حيث يوجد الماص (المستقبل) في مكان البؤرة الذي يلتقط حرارة الشمس كما موضح في الشكل(2-6) ويمكن للأنظمة العاكسة المقعرة أن تصل درجات حرارتها عند العاكس 1500 ^{o}c [29،16] وتستخدم هذه المركزات في محطات توليد الطاقة الحرارية الشمسية والتدفئة والطاقة الكهربائية[23] كما يبينه الشكل (2-6):



الشكل (2-6): المركز الشمسي ذو قطع المكافئ[29].

4-2 الدراسة النظرية للمركزات الشمسية ذات القطع المكافئ:

المبدأ الأساسي للمركز الشمسي ذو القطع المكافئ هو قانون إنعكاس الأشعة الضوئية على سطح العاكس حسب قانون الانعكاس لستال ديكارت[30].

1-4-2 قانون الإنعكاس لستال ديكارت:

هو صيغة رياضية تصف العلاقة ما بين زوايا السقوط والإنعكاس لانتقال الضوء في وسط متجانس وشفاف ومتناحي وفق خطوط مستقيمة لنموذج الضوء الهندسي [31،33] كما يوضحه الشكل(2-7) وتكتب علاقته بالشكل:

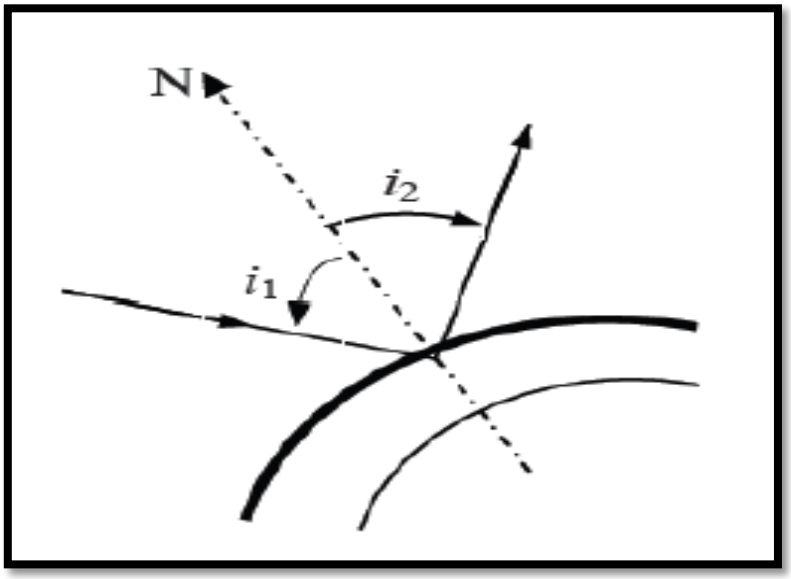
$$i_1 = i_2 \qquad (1\text{-}2)$$

حيث i_1 : زاوية الورود.

i_2: زاوية الإنعكاس.

N: الناظم على المستوي.

والشكل (2-7) يوضح إنعكاس الأشعة الضوئية:



الشكل(2-7): إنعكاس الأشعة الضوئية [31].

2-4-2 هندسة القطع المكافئ:

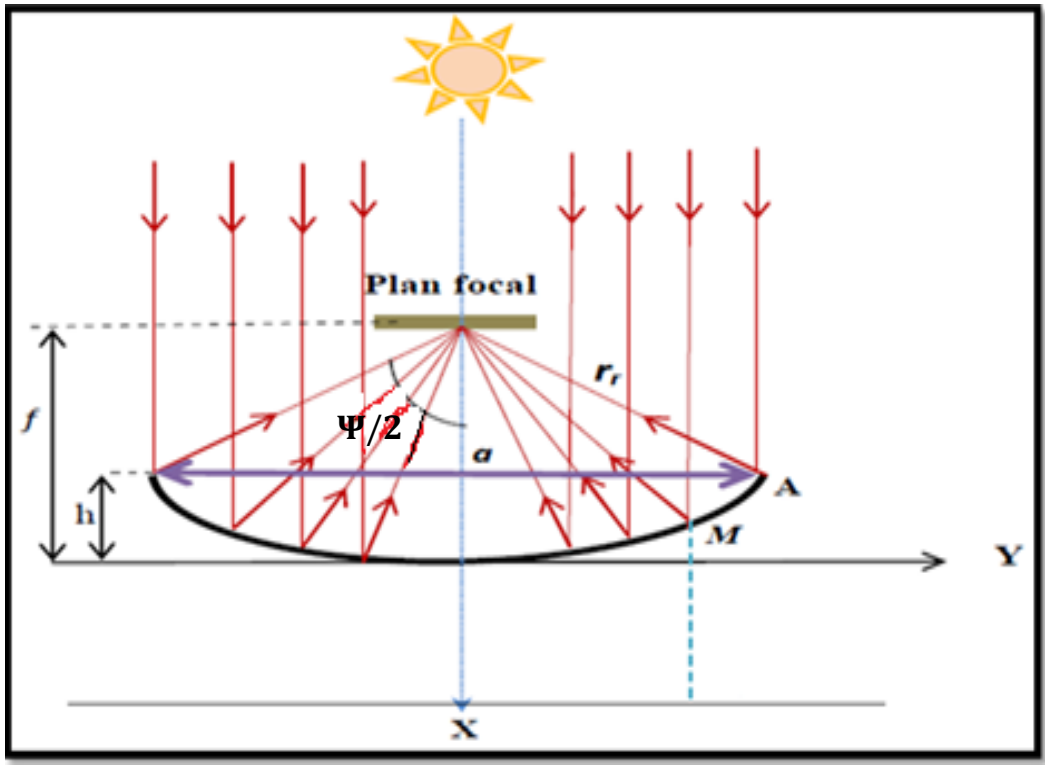
2-4-2-1 تعريف

القطع المكافئ هو مجموعة من النقاط التي تقع على مسافة متساوية في مستقيم واحد ثابت(M) حيث يسمى الدليل ونقطة ثابتة (F) تسمى البؤرة (المحرق) وتقاطع قطر (a) للقطع المكافئ ومحورها الإرتفاع (h) [27،33]، وتعطى معادلة القطع المكافئ كالتالي:

$$X^2 = 4 \cdot f \cdot Y \qquad (2\text{-}2)$$

حيث: f هو البعد البؤري.

كل الأشعة الشمسية الواردة على السطح العاكس للقطع المكافئ المقعر والموازية للمحور ستنعكس في نقطة واحدة تسمي البورة تميزها زاوية الفتحة Ψ ونصف قطر القطع المكافئ r_r [27] كما موضح في الشكل (2-8):



الشكل(2-8): هندسة القطع المكافئ[36].

2-2-4-2 زاوية الفتحة القطع المكافئ:

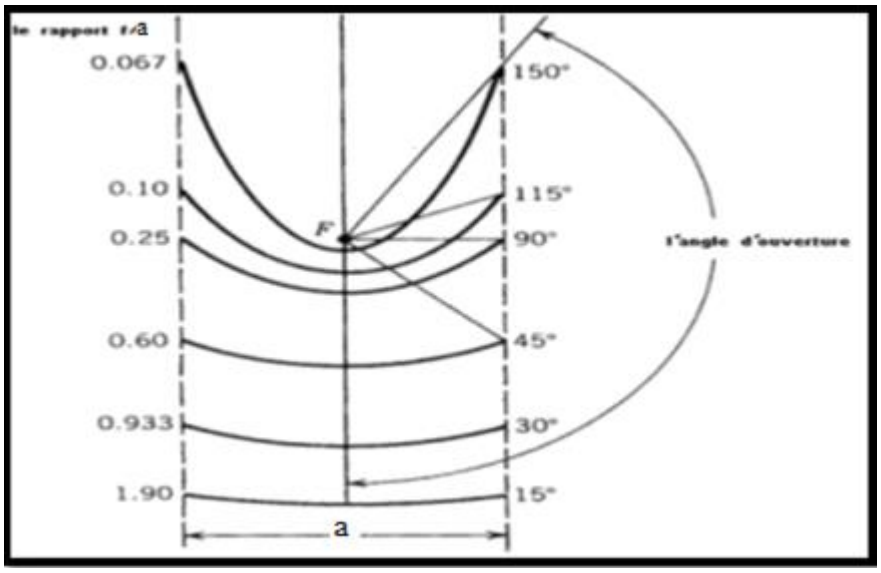
يميز المركز الشمسي بزاوية الفتحة Ψ كما موضحة في الشكل (2-8) حيث تعطي بالمعادلة التالية:

$$\tan \Psi = \frac{(f/a)}{2(f/a)^2 - \frac{1}{8}} \quad (3\text{-}2)$$

a :قطر فتحة القطع المكافئ.

f: البعد البؤري.

يتضح من العلاقة (2-3) أن زاوية الفتحة تكون صغيرة كلما كان البعد البؤري كبير[21] وهذا عند نفس قطر القطع المكافئ كما موضح في الشكل(2-9):



الشكل(2-9): زاوية الفتحة بالنسبة لموضع البؤرة[25].

2-2-4-3 الإرتفاع h:

يرمز لإرتفاع القطع المكافئ بـ h يمكن تعريفه بأنه المسافة بين الرأس للقطع المكافئ A و نقطة تقاطع المحور مع قطر فتحة قطع مكافئ[16،21] ويعطى بالعلاقة التالية:

$$h = \frac{a^2}{16f} \quad (4\text{-}2)$$

2-2-4-4 سطح القطع المكافئ As:

هو الحيز (المساحة) الذي يشغل فتحة القطع المكافئ [32] والذي يعطى كالتالي:

$$A_S = \frac{2}{3} a.h \quad (5\text{-}2)$$

5-2-4-2 نصف قطر القطع المكافئ r_r :

يعرف على أنه المسافة FM بين نقطة M من سطح القطع المكافئ والبؤرة F [29] ويعطي بالعلاقة التالية:

$$r_r = \frac{2f}{1+\cos\Psi} \qquad (6\text{-}2)$$

6-2-4-2 طول القطع المكافئ S:

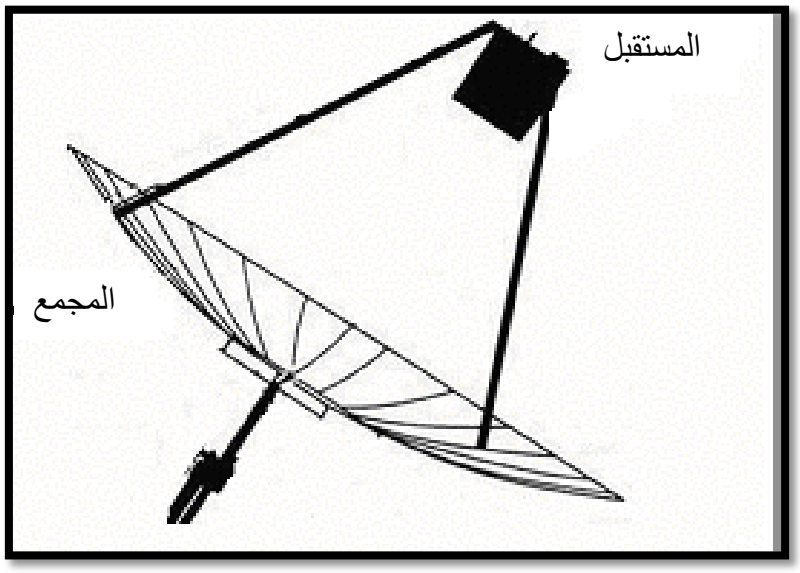
يمثل طول شريط قوس من القطع المكافئ يكون من تفاضل السطح الفاصل[32] لهذا المنحنى (5-2) كما توضحه العلاقة التالية:

$$s = \left[\frac{a}{2}\sqrt{(4h/a)^2+1}\right] + 2f.\ln\left[\frac{4h}{a} + \sqrt{(4h/a)^2+1}\right] \qquad (7\text{-}2)$$

حيث: s هو طول القوس ويقاس بـ m.

3-4-2 منظومة المركز الشمسي ذو قطع مكافئ :

يتكون المركز الشمسي ذو شكل القطع المكافئ من عاكس (المجمع) والمستقبل [29] كما موضح في الشكل(2-10):



الشكل (2-10): المركز الشمسي ذو القطع المكافئ[29].

2-4-3-1 العاكس:

إن دوران قطع مكافئ حول محورZ كمحور تناظر نحصل على الجسم المكافئ الدوراني (paraboloïde) ما يسمى بالصحن أو الطبق الشمسي [23] حيث تكون دائرة معادلتها:

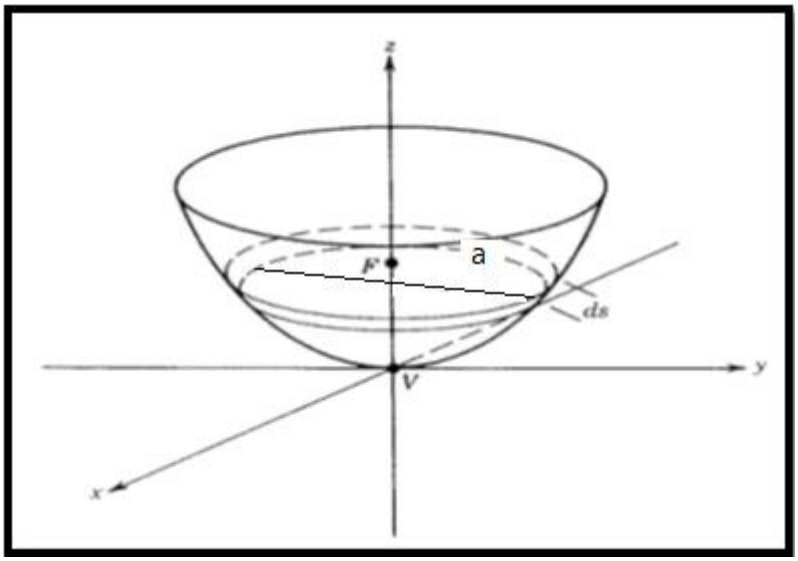
$$X^2 + Y^2 = 4.f.Z \qquad (8\text{-}2)$$

ويعطى Z بالعلاقة:

$$Z = \frac{a^2}{4.f} \qquad (9\text{-}2)$$

بإمكاننا أن نعرف شريط تفاضلي دائري لسطح دائري على الفتحة[23] كما هو ممثل في الشكل(2-11):

$$dA_{ref} = 2.\pi.a\sqrt{dz^2 + da^2} \qquad (10\text{-}2)$$



الشكل (2-11): عنصر تفاضلي لسطح على قطعة القطع المكافئ [23]

حيث: a قطر القطع المكافئ.

$$dA_{ref} = 2.\pi.a.da\sqrt{\left[\frac{a}{2.f}\right]^2 + 1} \qquad (11\text{-}2)$$

تفاضل مساحة العاكس التي لها بعد بؤري f وقطر الفتحة a يعطى بـ:

$$A_{ref} = 8.\pi.f^2\left\{\left[\left(\frac{a}{4f}\right)^2 + 1\right]^{3/2} - 1\right\} \qquad (12\text{-}2)$$

ومساحة فتحة العاكس هي مساحة دائرة:

$$A_a = \frac{\pi.a^2}{4} \quad (13\text{-}2)$$

ويمكن كتابتها حسب [23] كمايلي:

$$A_a = \frac{\pi}{4}(2\pi.\sin\Psi)^2 \quad (14\text{-}2)$$

2-3-4-2 المستقبل:

يستقبل الأشعة الشمسية المنعكسة من طرف العاكس حيث يستوعب أكبر عدد ممكن من تدفق الطاقة الشمسية المركزة على سطحه ويحولها إلى طاقة حرارية، ويتم نقل هذه الحرارة إلى سائل (مائع)[16] وقد يكون هذا المائع ماء أو زيت أو غاز.

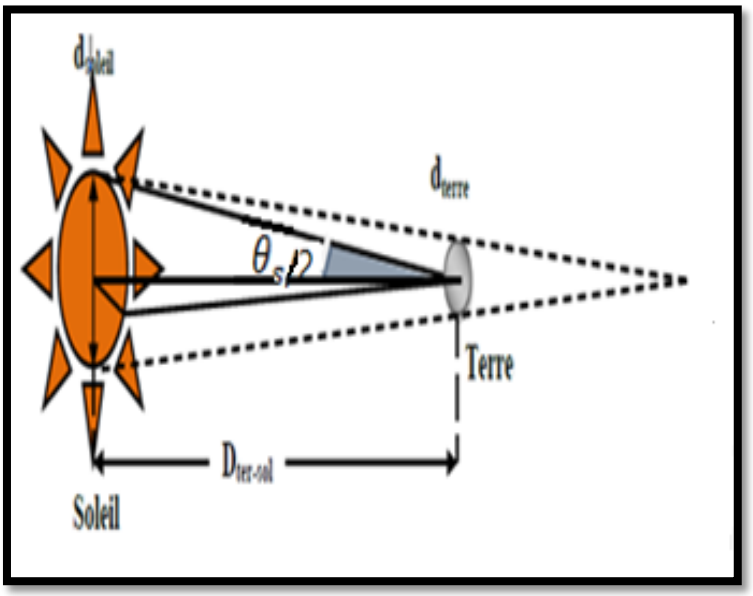
خصائص المستقبل: يأخذ الشكل الاسطواني وهذا للإستغلال التام لأبعاد البؤرة أما المادة المصنوع منها المستقبل يستحسن أن تأخذ الخصائص التالية وهذا لأجل الإستفادة المثالية من الطاقة الشمسية وهذا من خلال الإلتقاط كل الأشعة[32]:

- التوصيل الجيد والإنتشار الحراري مثل النحاس والألمنيوم الذي له معامل توصيل الحراري على التوالي: $K=237w/m^2\,^oc$،$K=401w/m^2\,^oc$ [24،32].
- معامل الإمتصاص قيمته تقارب الوحدة معامل إمتصاص [24،32].
- مقاومة كيمياوية جيدة للسوائل المستخدمة داخل المستقبل [24،32].

من المهم أن يكون المستقبل معدن وذلك لأن المعادن وحدها التي تتمتع بمعاملات توصيل الحرارة جيدة حيث أن كلما كان معامل التوصيل صغير فإنه يزيد من عطالة المستقبل.

4-24 أبعاد المستقبل:

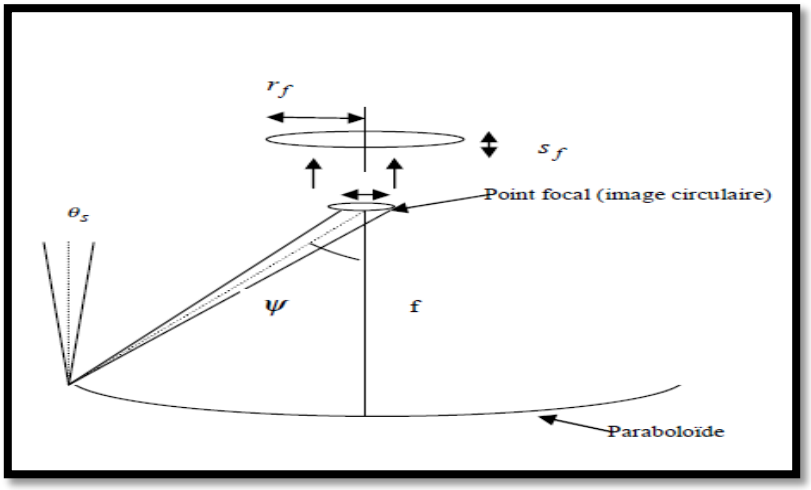
لقد رأينا أن العاكس يعكس جميع الأشعة الضوئية الموازية لمحوره إلى نقطة تدعى البؤرة، ولهذه البورة أبعاد محددة وهي تمثل صورة الشمس عند هذه النقطة، بالنسبة لمشاهد على الأرض فإن القطر الشمسي الزاوي θ_s التي تساوي $\theta_s = 37°$ والتي تقدر بـ$\theta_s = 0.0093\ m\ rad$[35]. وكما هو موضح في الشكل (2-12):



الشكل (2-12): قطر الشمسي الزاوي $\theta_s = 37°$[35].

2-4-4-1 قطرا البقعة الضوئية:

عندما يتم محاذاة زاوية فتحة القطع المكافئ في حالة ممتازة نحو الشمس، فإن إنعكاس الأشعة الشمسية يشكل البقعة الضوئية (Tache optique) حيث تتمركز في نقطة بؤرية على شكل إهليجي حيث القطر الصغير S_f والقطر الكبير r_f[24،37] كما يوضحه الشكل (2-13):



(13-2): صور البقع الضوئية للقطع المكافئ[23].

المشار إليها بالعلاقتين التاليتين:

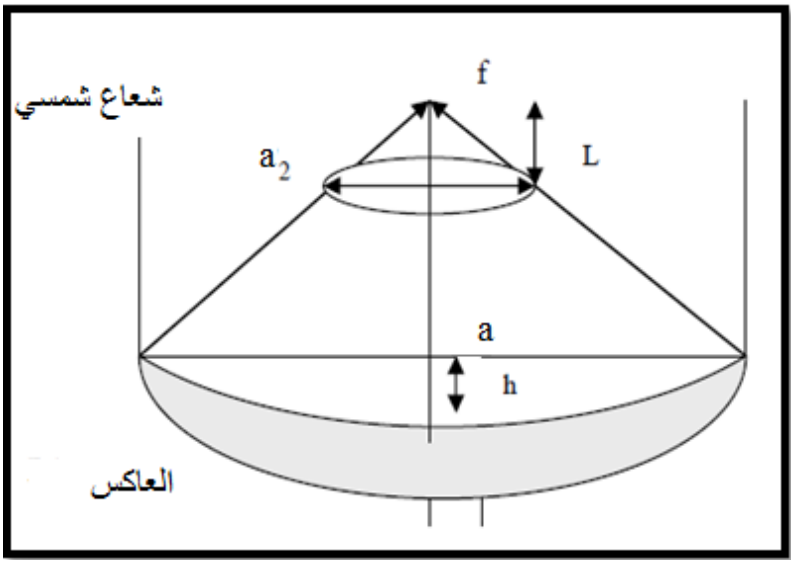
$$r_f = \frac{f.\theta_s}{\left(1+\cos\psi/2\right).\cos\psi} \quad (15\text{-}2)$$

$$s_f = \frac{f.\theta_s}{1+\cos\psi} \quad (16\text{-}2)$$

r_f، s_f: هما قطرا البقعة الضوئية وذلك بإهمال خطأ تتبع الشمس وخطأ تمركز المستقبل.

2-4-4-2 المسافة المحورية الخلفية L:

من أجل تطبيقات الاشعاع الشمسي يجب ان يكون قطر فتحة سطح المستقبل تقارب قطر البقعة الضوئية الواقعة في المستوي البؤري لكن عندما يكون قيمة قطر البقعة صغير فإننا نستطيع تغييرها بالزيادة أو بالنقصان وذلك من خلال تغيير المسافة المحورية الخلفية للمستقبل L الواقعة على المحور البؤري [36،22] وكما يوضحه الشكل (2-14):



(14-2): المسافة المحورية الخلفية لموضع المستقبل L [22].

وتعطى علاقة قطر فتحة المستقبل a_2 بدلالة المسافة الخلفية L كالتالي:

$$a_2 = \frac{a.L}{f-h} \qquad (17\text{-}2)$$

2-5 خصائص المركز الشمسي ذو قطع مكافئ:

2-5-1 التركيز:

تتميز المركزات الشمسية بنسبة تركيز الإشعاع الشمسي الوارد على سطح فتحة الدخول نحو البؤرة (سطح العاكس) وتعتبر من أهم المعايير التي تقيم من خلالها عمل المركزات وتعرف بطرقتين :[29]

2-5-1-1 نسبة التركيز الهندسي C_g :

هي النسبة بين مساحة فتحة سطح المستقبل على مساحة فتحة العاكس [32] ويعطى بالعلاقة التالية:

$$C_g = \frac{A_{abs}}{A_{ref}} \qquad (18\text{-}2)$$

A_{abs}: مساحة سطح المستقبل.

A_{ref}: هو مساحة فتحة لسطح العاكس.

2-1-5-2 نسبة التركيز الضوئي C_0 :

هي النسبة بين شدة تدفق الإشعاع الشمسي على سطح المستقبل (فتحة الخروج) إلى شدة تدفق الإشعاع الشمسي على سطح العاكس (فتحة الدخول) [26] وتعطى بالعلاقة التالية:

$$C_0 = \frac{\mathrm{I_{abs}}}{\mathrm{I_{ref}}} \qquad (19\text{-}2)$$

$\mathrm{I_{abs}}$: هو شدة تدفق الإشعاع على سطح المستقبل.

$\mathrm{I_{ref}}$: شدة تدفق الإشعاع الشمسي على سطح العاكس.

2-5-2-1 المردود الضوئي:

هو نسبة التدفق الطاقي الممتصة من طرف المستقبل على نسبة التدفق الطاقي المستقبلة من طرف العاكس[35] ويكتب بالعلاقة التالية:

$$\eta_{\mathrm{optique}} = \frac{\mathrm{Q_{abs}}}{\mathrm{Q_{ref}}} \qquad (20\text{-}2)$$

حيث $\mathrm{Q_{abs}}$: يمثل تدفق الطاقي الممتص من طرف المستقبل.

$\mathrm{Q_{ref}}$: يمثل تدفق الطاقي المستقبل من طرف المستقبل..

ويكتب كذلك بالعلاقة التالية :

$$\eta_{\mathrm{optique}} = (\alpha.\rho).s.\tau \qquad (21\text{-}2)$$

τ : معامل النفاذية للزجاج إذا كان الهواء فإنه يساوي1.

s : معامل الظل يترواح بين 0.95 بالتقريب 0.99 ويحسب بالعلاقة:

$$\mathrm{S} = \frac{A_a - A_t}{A_a} \qquad (22\text{-}2)$$

حيث A_a : مساحة فتحة الجسم الدوراني المكافئ.

A_t : تمثل المساحة المضللة للمستقبل التي لاتنعكس فيها الأشعة الشمسية الساقطة على العاكس[32] .

α : معامل الإمتصاص لسطح المستقبل.

ρ : معامل إنعكاسية السطح العاكس.

2-2-5-2 المردود الحراري:

هو النسبة بين شدة التدفق الحراري المفيد Q_u على شدة تدفق الإشعاع الواصل إلى سطح العاكس Q_{ref} (الذي إكتسبها المائع) [28] ويعطى بالعلاقة:

$$\eta_{thermique} = \frac{Q_u}{Q_{ref}} \quad (23\text{-}2)$$

حيث التدفق الطاقي المفيد يعطى بالعلاقة التالية:

$$Q_u = Q_{abs} - Q_{pert} \quad (24\text{-}2)$$

Q_{pert} :التدفق الطاقي الناتج عن الضياع بالعلاقة التالية:

$$Q_{pert} = Q_{p.r} + Q_{p.cond} + Q_{p.cov} \quad (25\text{-}2)$$

حيث $Q_{p.r}$: التدفق الطاقي الضائع الناتج بالإشعاع.

$Q_{p.cond}$: التدفق الطاقي الضائع الناتج بالتوصيل.

$Q_{p.cov}$: التدفق الطاقي الضائع الناتج بالحمل.

6-2 خاتمة:

الدراسة النظرية للمنظومة لمركز شمسي ذو قطع مكافئ بينت علاقات رياضية تخص هندسة العاكس وأبعاد المستقبل، وفي الفصل الموالي سنقوم بدراسة عددية لتأثير هذه المعاملات على هندسة العاكس والمستقبل وبعض التطبيقات التجريبية التي تخص هذه المنظومة وهذا ما سنراه لاحقا.

الفصل الثالث

الدراسة العددية والتجريبية لمركز شمسي ذو قطع مكافئ

1-3 مقدمة:

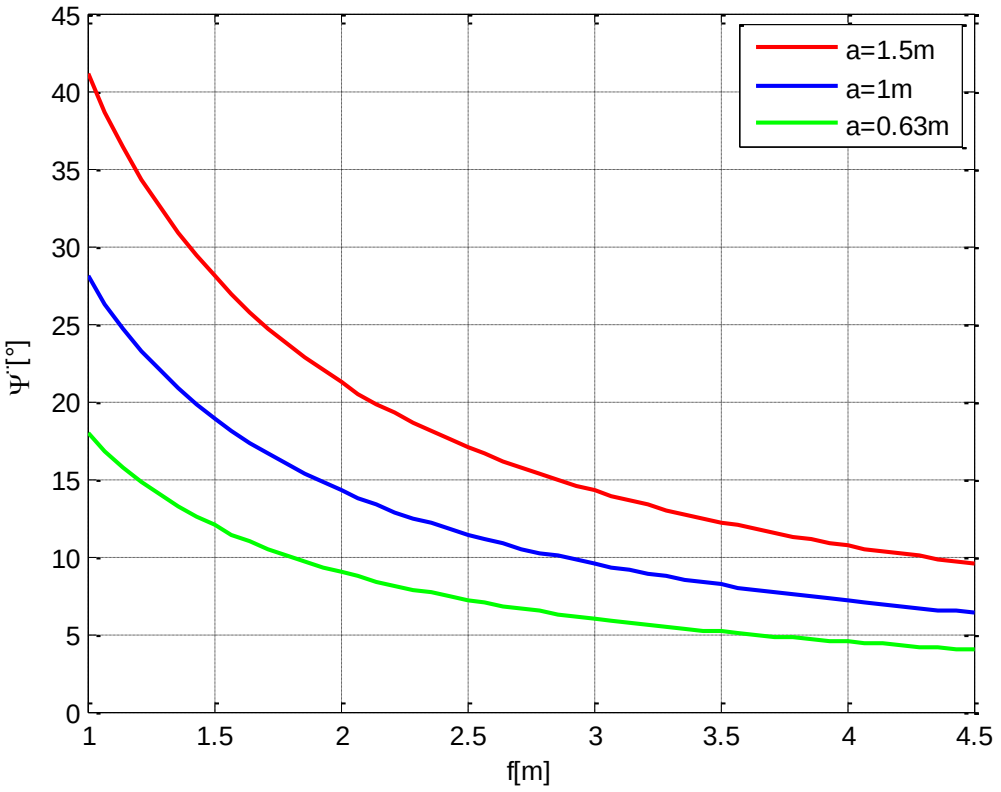
بعد التعرف والتطرق للدراسة النظرية للمركزات الشمسية ذو القطع المكافئ والمعاملات الهندسية والضوئية من حيث الطاقات التي تميزه وهذا ما تم شرحه بالتفصيل في الفصل السابق. سنقوم في هذا الفصل بالدراسة العددية والتطبيقية للمركز ذو قطع المكافئ.

2-3 الدراسة العددية:

لهدف معرفة تأثير المعاملات المميزة للمركز الشمسي ذو قطع مكافئ من حيث زاوية الفتحة أو مساحة البقعة الضوئية والعديد من هاته المعاملات قمنا بتحقيق برنامج عددي مكتوب بلغة البرمجة المساعد الـ Matlab0.6 يعطي نتائج لتأثير تشغيل النظام من أجل الحصول على مردود جيد وكذلك المعاملات فكانت النتائج كما يلي:

1-2-3 تأثير البعد البؤري f على زاوية الفتحة Ψ :

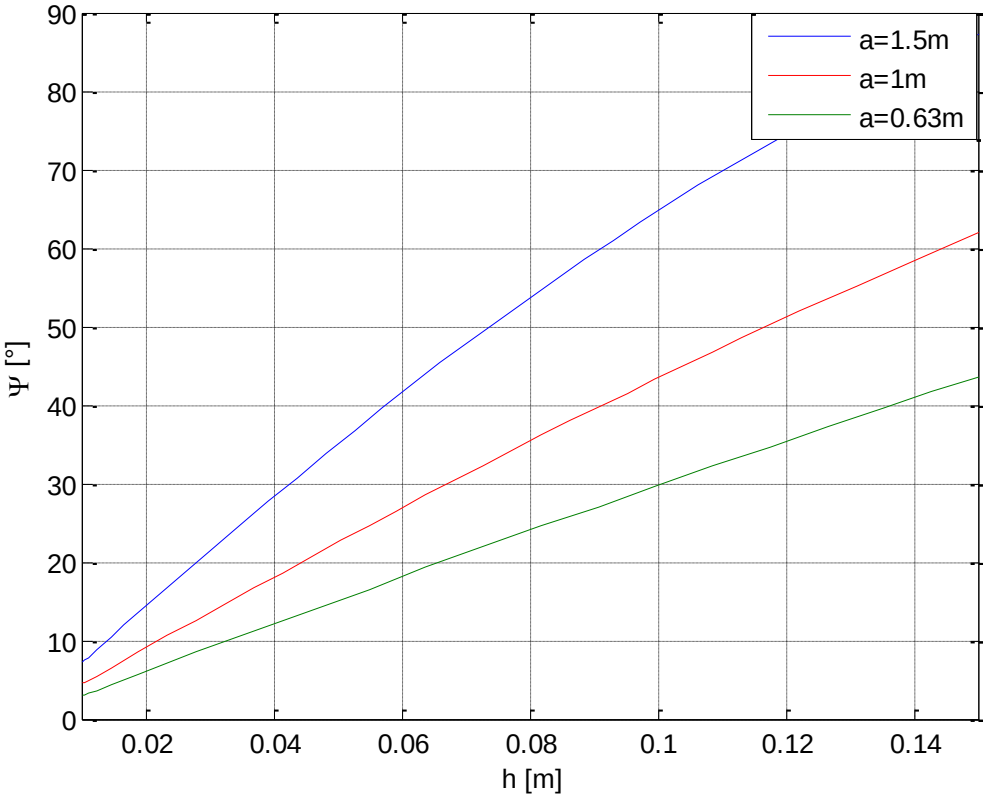
من أجل قيم مختلفة لقطر المركز الشمسي نلاحظ أن زاوية الفتحة Ψ تزيد بزيادة قطر العاكس وبالعكس، وتتناسب عكسيا مع البعد البؤري هذا ما يوضحه الشكل الموالي(3-1):



الشكل (3-1): تأثير البعد البؤري fعلى زاوية الفتحة Ψ.

2-2-3 تأثير الإرتفاع h على زاوية الفتحة Ψ :

من الملاحظ أن بزيادة الإرتفاع للمركز الشمسي تزيد قيم زاوية الفتحة Ψ بشكل ملاحظ و هذا من أجل قيم مختلفة لقطر العاكس وهذا ما يوضحه الشكل (3-2) فمن أجل تغير متزايد في قيمة قطر المركز الشمسي هناك تزايد ملاحظ في قيمة زاوية الفتحة Ψ :

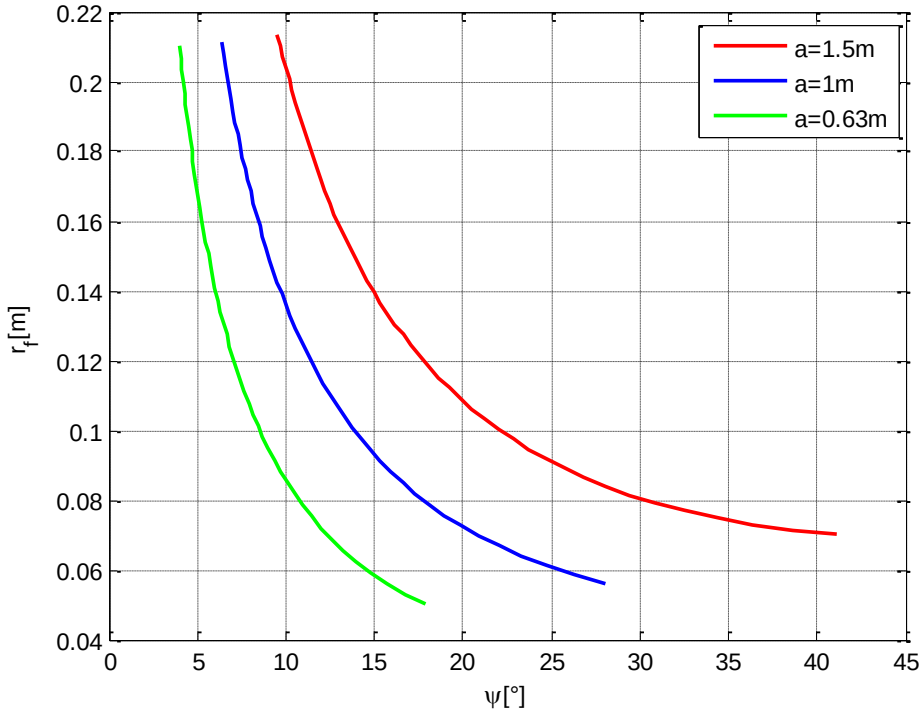


الشكل (3-2): تأثير الإرتفاع h على زاوية الفتحةΨ .

3-2-3 تأثير زاوية الفتحة Ψ على بعد القطر الكبير البقعة الضوئية r_f:

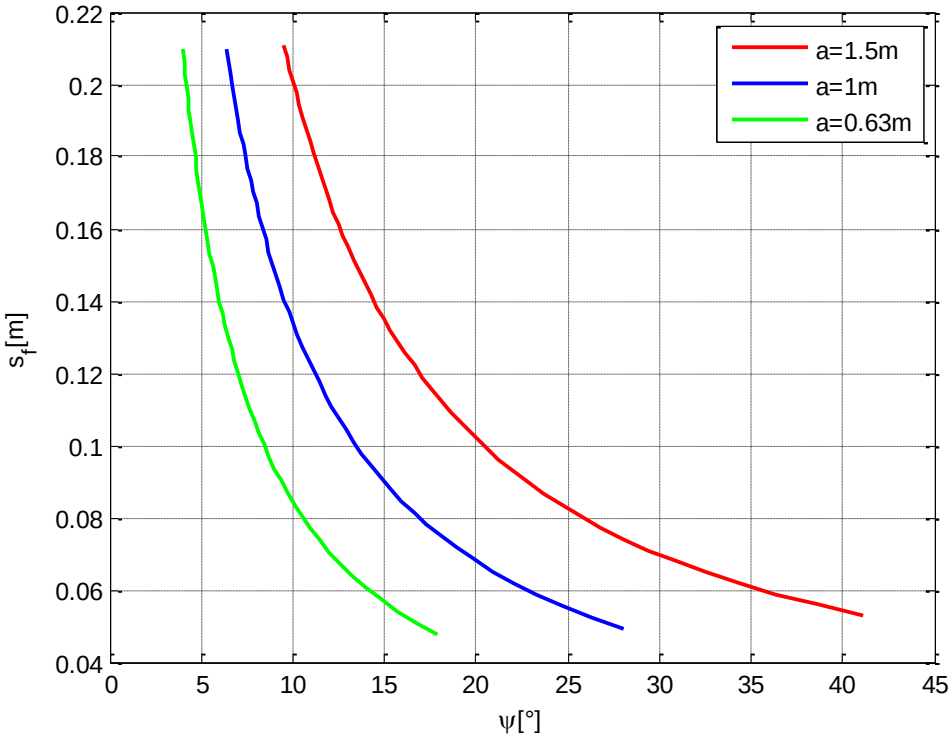
البقعة الضوئية الناتجة من إنعكاس الاشعة الشمسية على السطح العاكس تمثل الصورة الشمسية وتكون على شكل دائرة إهليلجية الشكل ولها قطرين الكبير r_f والصغير s_f حيث تأثير زاوية الفتحة Ψ بشكل واضح على القطر الكبير r_f والقطر الصغير s_f للبقعة الضوئية فما كما هو موضح في الشكل(3-3) و الشكل (3-4).

حيث بزيادة قيمة زاوية الفتحة Ψ فإن قيمة قطرا البقعة يقل يصل البعض الملمترات وكلما زدنا من قيمة قطر العاكس من أجل قيم مختلفة فإن قطرا البقعة يزيد.



الشكل (3-3): تأثير زاوية الفتحة Ψ على بعد القطر الكبير البقع الشمسية r_f.

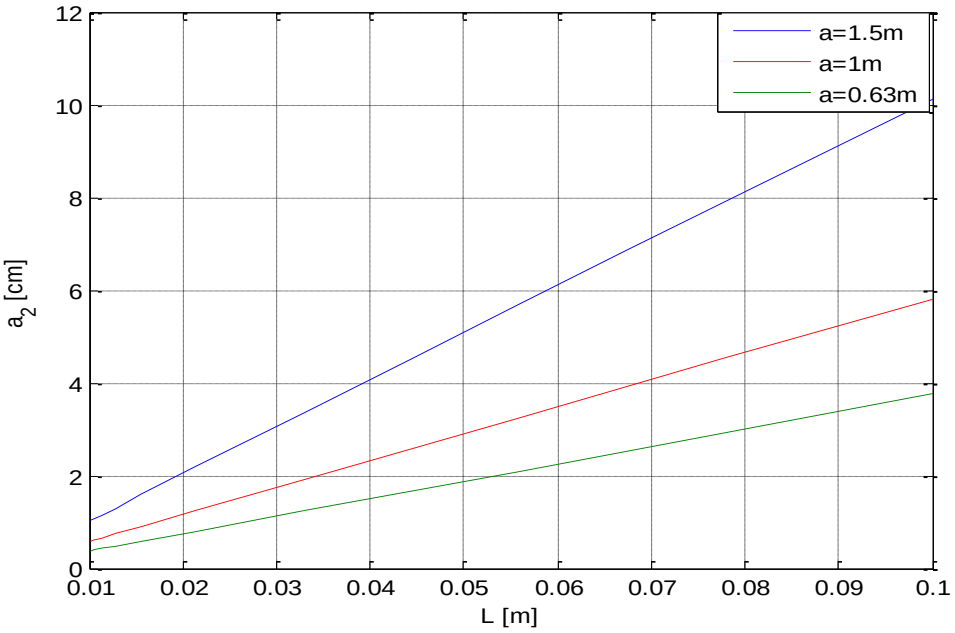
4-2-3 تأثير زاوية الفتحة Ψ على بعد القطر الصغيرللبقع الشمسية s_f :



الشكل (3-4): تأثير زاوية الفتحة Ψ على بعد القطر الصغير للبقع الشمسية s_f.

5-2-3 تأثير المسافة الخلفية L على قطر المستقبل a_2:

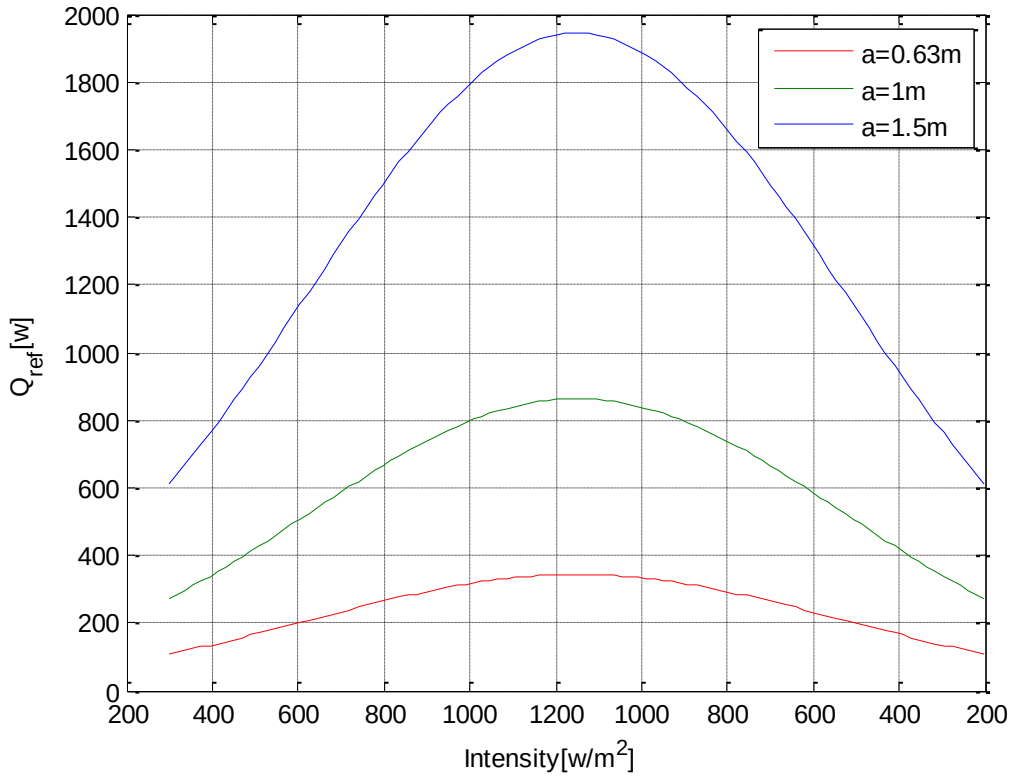
توجد مسافة محورية خلفية للبؤرة L تتراوح قيمها حوالي العشر سنتيمترات الهدف منها هو تغيير قطر البقعة الضوئية من خلال موضع المستقبل على المسافة L لأن قطرا البقعة الضوئية صغير عندما يكون في موضع البؤرة فإنه لأجل تطبيقات عملية لن يكون فعال فنقوم يتغير المسافة L بزيادة قطر البقعة ليتوافق مع قطر المستقبل a_2 ويصبح مناسب حيث نجد هناك تناسب طردي بين المسافة L وقطر المستقبل a_2 وهذا من أجل قيم مختلفة لقطر العاكس كما هو موضح في الشكل (3-5):



الشكل (3-5): تأثير المسافة الخلفية L على قطر المستقبل a_2.

6-2-3 الطاقة المستقبلة من طرف العاكس Q_{ref} :

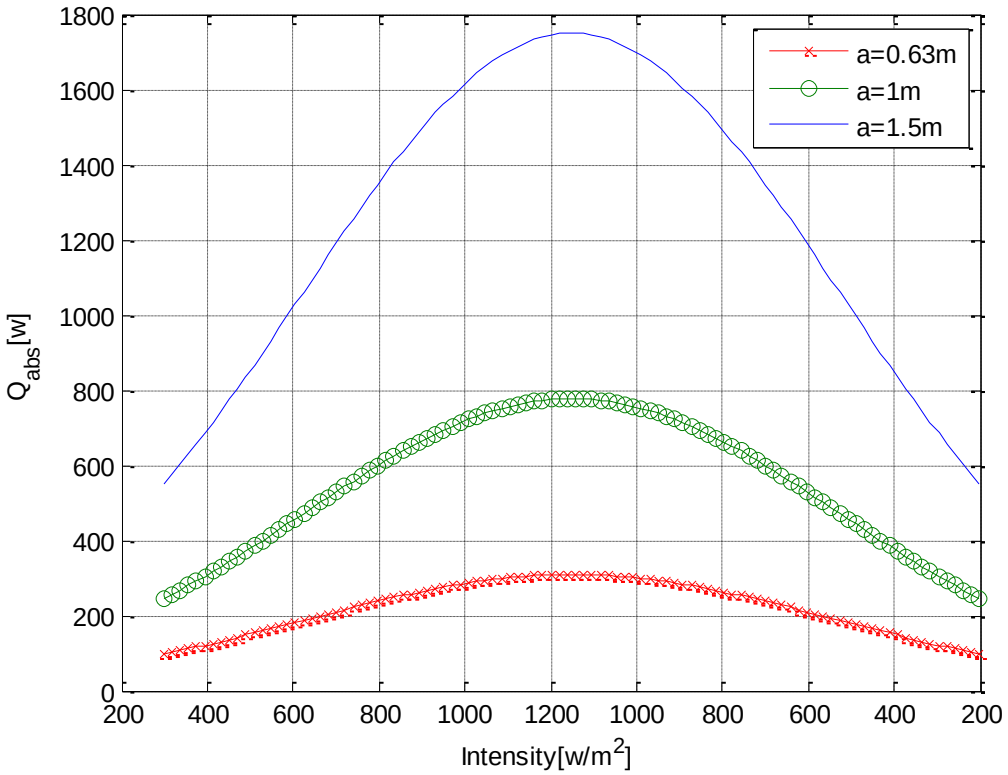
الشكل(3-6) تكون الطاقة المستقبلة في تزايد مع الشدة الضوئية الواردة إلى ان تصل اقصى قيمة لها عند الزوال فمن أجل قيم مختلفة لقطر العاكس نلاحظ أنه كلما زاد قطره تزيد الطاقة المستقبلة وهذا خلال يوم كامل، كما يوضحه الشكل (3-6):



الشكل (3-6): تغيرات Q_{ref} بدلالة الشدة الضوئية.

3-2-7 الطاقة الممتصة من طرف المستقبل Q_{abs}:

من الشكل(3-7) تكون الشدة الضوئية الممتصة في تزايد مع الشدة الضوئية الواردة إلا أن قيمتها تكون أقل بقليل من قيم الطاقة المستقبلة وهذا راجع إلى الضياعات الطاقوية الشكل (3-7) يوضح ذلك:



الشكل (3-7): تغيرات Q_{abs} بدلالة الشدة الضوئية.

3-3 دراسة نموذج مركز شمسي مصغر:

من أجل تحقيق بعض التطبيقات للمركز الشمسي قمنا بتحقيق التركيب التجريبي في مخبر فيزياء إستغلال وتثمين المصادر الطاقوية الصحراوية (Levres) في جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي. حيث يتكون هذا التركيب من:

العاكس: هو مصنوع من الحديد ذو قطر 0.63 متر حيث قمنا بتغليفه بمرأة كروم الفضة اللاصقة وهذه الأخيرة تملك الخصائص التالية الموضحة في الجدول(3-1):

الجدول(3-1): بعض خصائص مرآة كروم الفضة اللاصقة.

المادة	كلوريد البوليفينيل
النوع	الكروم ملصقا
معامل الإنعكاسية	ρ =0.94

والموضحة في الشكل(3-8)، وتم إختيارنا لهذه المادة لأنها أقل تكلفة من المرايا الزجاجية وسهلة التركيب وغير قابلة للتكسير وأسرع في التنظيف وأكثر فعالية من غشاء الألمنيوم في إنعكاس الأشعة والصورة موضحة في الشكل التالي:

الشكل(3-8): مرآة كروم الفضة اللاصقة [37].

العاكس يملك خصائص هندسية وقمنا بحساب عددي للمعاملاته كما موضح في الجدول (3-2) التالي:

الجدول (3-2): خصائص العاكس.

a(m)	0.63
h(m)	0.06
f(m)	0,42
$\psi(^o)$	41.01
$A_a(m^2)$	0.311
$A_{ref}\ (m^2)$	1.246
C_g	0. 1614

معامل التركيز الهندسي لهذا النموذج هو:

$$C_g = \frac{\text{Scaption}}{A_a} = 0.01614$$

المستقبل: هو عبارة عن إسطوانة مصنوعة من الألمنيوم وخصائصها من حيث القطر والمساحة موضحة في الجدول (3-3) التالي:

الجدول (3-3): خصائص المستقبل.

a_2(m)	0.085
r(m)	0.0425
l(m)	0.15
$S_{caption}$(m^2)	0.00502
A_{abs}(m^2)	0.1028

$S_{caption}$: تمثل مساحة السطح الماص اللاقط للبقعة الضوئية

A_{abs} : تمثل المساحة الكلية للمستقبل للأسطوانة.

1-3-3 خطوات العمل التجريبي:

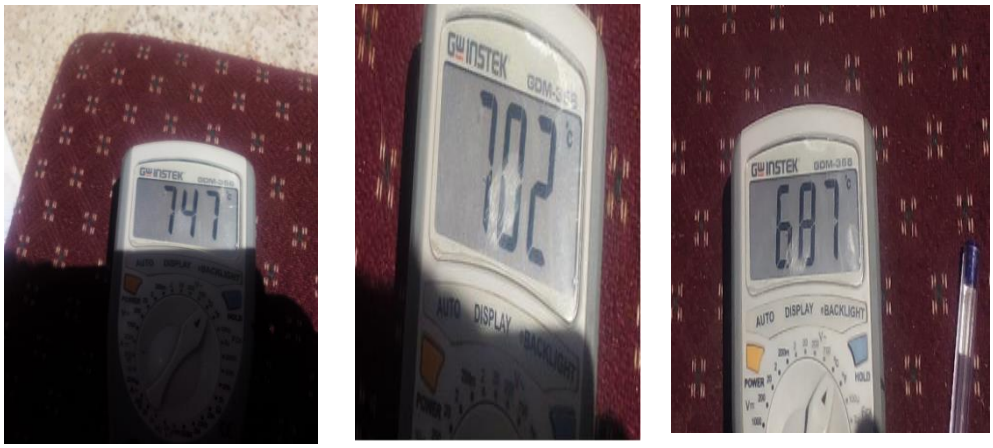
يوم 2017 /04/27 إبتداءا من الساعة 09:00 صباحا إلى الساعة 16:00 مساءا، قمنا بالتجربة كما هو موضح في الشكل (3-9) عند درجة حرارة الغرفة التي كانت37 ºc (الجو غائم)و يوجد بعض الرياح المصحوبة بالغبار قمنا بتتبع أشعة الشمس بالجهاز التتبع اليدوي وجهاز مقياس درجة الحرارة thermo-couple .

الشكل (3-9): نموذج للمركز الشمسي ذو القطع المكافئ المصغر.

3-3-2 درجة حرارة البقعة الضوئية:

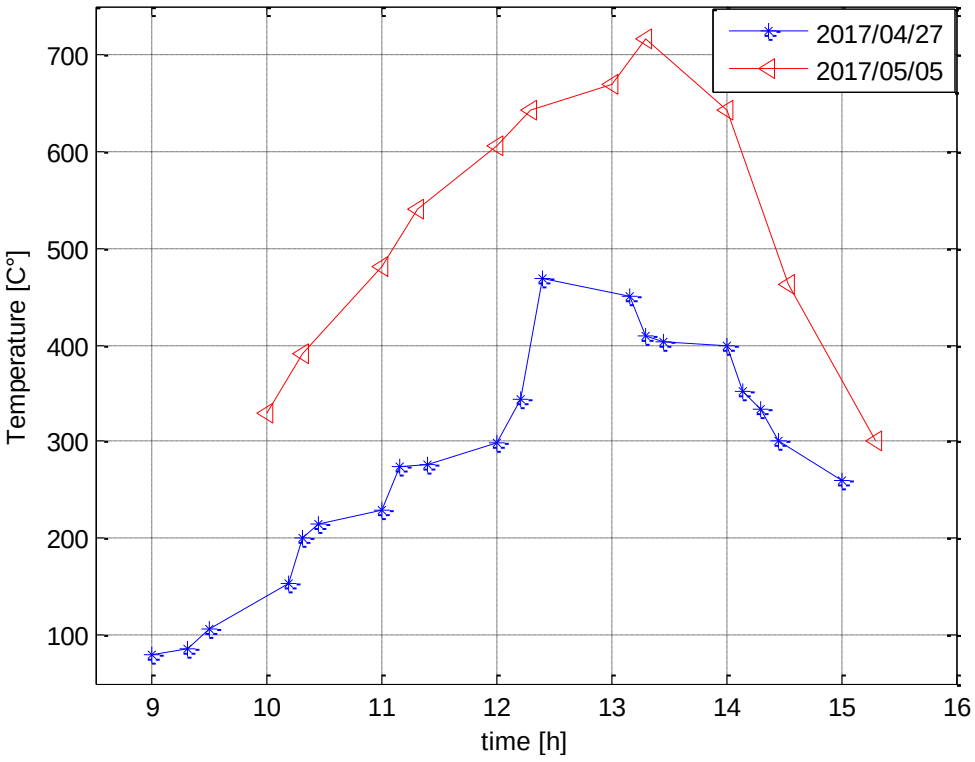
النتائج التجربة يوم 2017/04/27 لقياس درجة حرارة البقعة الضوئية في جو غائم موضحة في الشكل (3-11).

ثم أعدنا قياس درجة حرارة البقعة الضوئية يوم2017/05/05 الجو مشمس وصافي وهذا لمعرفة القيمة الحقيقة التي يمكن أن تصلها درجة الحرارة موضحه في صور (3-10) الجهاز والنتائج العددية مبينة في المنحنى(3-11).



الشكل (3-10): بعض درجات الحرارة للبؤرة خلال جو غائم وصافي.

و لمعرفة الفرق قمنا برسمها في المنحنى الموضح في الشكل (3-11) نلاحظ تزايد في درجات الحرارة من الفترة الصباحية إلى الزوال حيث كانت أعظمية على الساعة زوالا 12:40 بقيمة 469°c في الجو الغائم أما بالنسبة لجو مشمس وصافي فكانت أعظمية على الساعة 13.30 بقيمة 747 °c.



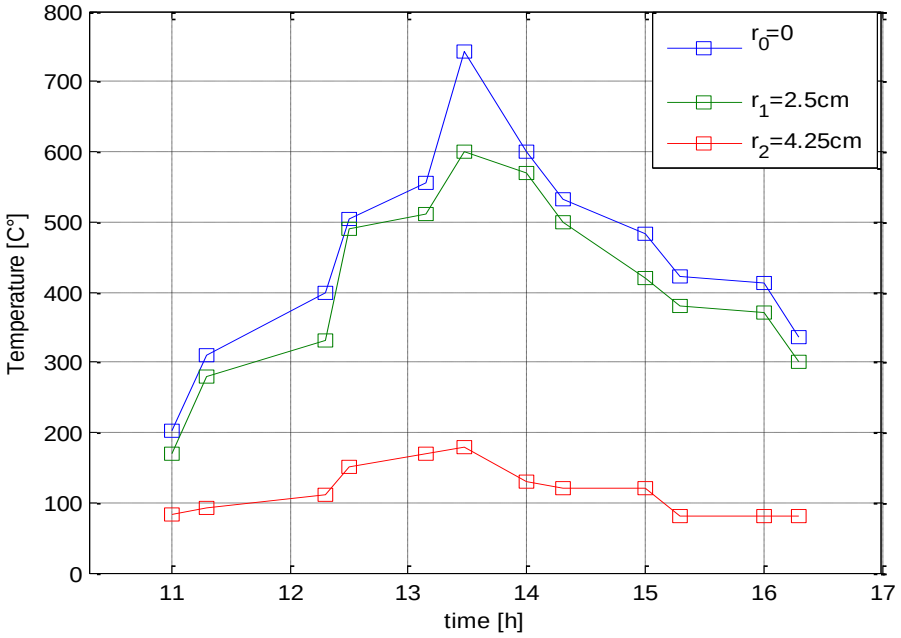
الشكل (3-11): تغيرات درجة حرارة البقعة الضوئية خلال يوم مشمس ويوم مغيم.

3-3-3 توزيع درجة الحرارة على سطح المستقبل:

يوم 2017/05/04 إبتداء من الساعة 10:00 صباحا قمنا بالقياسات التجريبية وهذا بعد تركيب المستقبل كما هو موضح في الشكل (3-12):

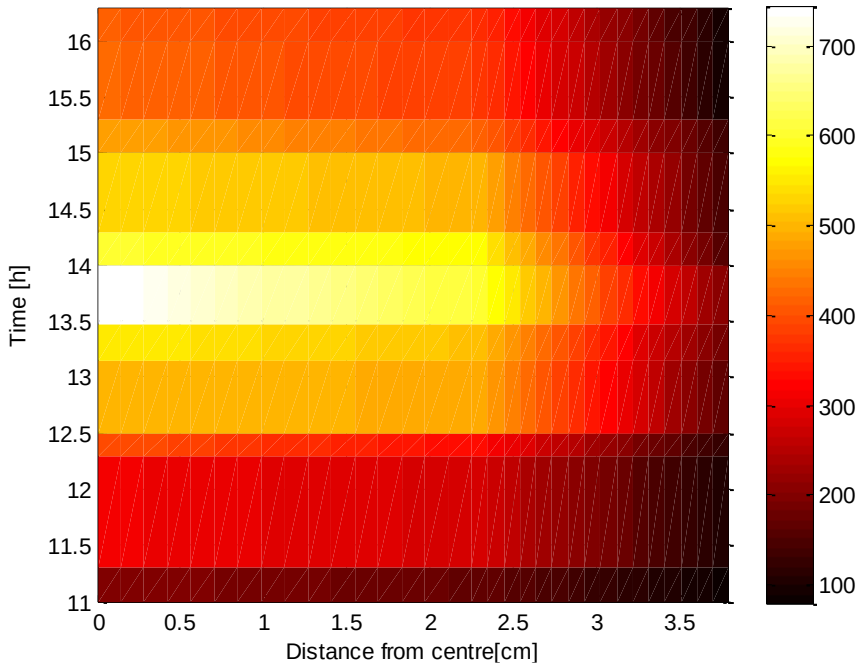
الشكل (3-12): تركيب المستقبل بدون طلاء أسود.

ومن أجل معرفة كيفية توزيع درجات الحرارة عند البؤرة حاولنا وضع سطح اللاقط للمستقبل عندها ووضعنا مقياس درجة الحرارة thermo-couple الأول في مركز السطح $r_0=0$ ومقياس درجة الحرارة thermo-couple الثاني عند $r_1=\frac{r}{2}$ أما مقياس درجة الحرارة الثالث وضع عند $r_2=r$ والنتائج المتحصل عليها موضحه في الشكل (13-3):



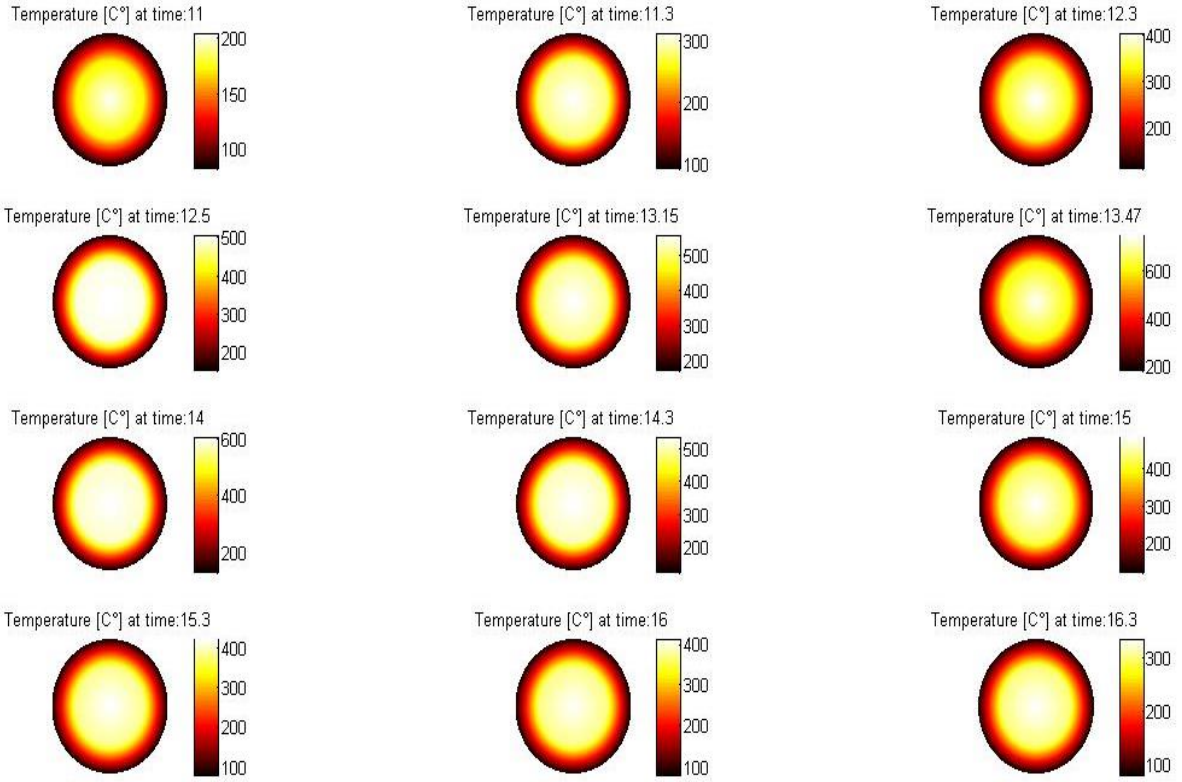
الشكل (13-3): منحنى توزيع درجة حرارة سطح اللاقط.

وكتوضيح أكثر للمنحنى مثلنا ذلك بالصورة الموضحة في الشكل (14-3):



الشكل (14-3): صورة توزيع درجة الحرارة على سطح المستقبل.

نلاحظ أن درجات الحرارة على سطح المستقبل في لحظات زمنية معينة تتناقص تدريجيا إبتداءا من مركز المستقبل r=0 إلى r وهذا ما يؤكد على شكل البقعة كما هو موضح في الشكل (15-3):



الشكل (3-15): كيفية توزيع درجات الحرارة في لحظات زمنية معينة على سطح المستقبل.

3-3-4 قياس درجة حرارة الماء:

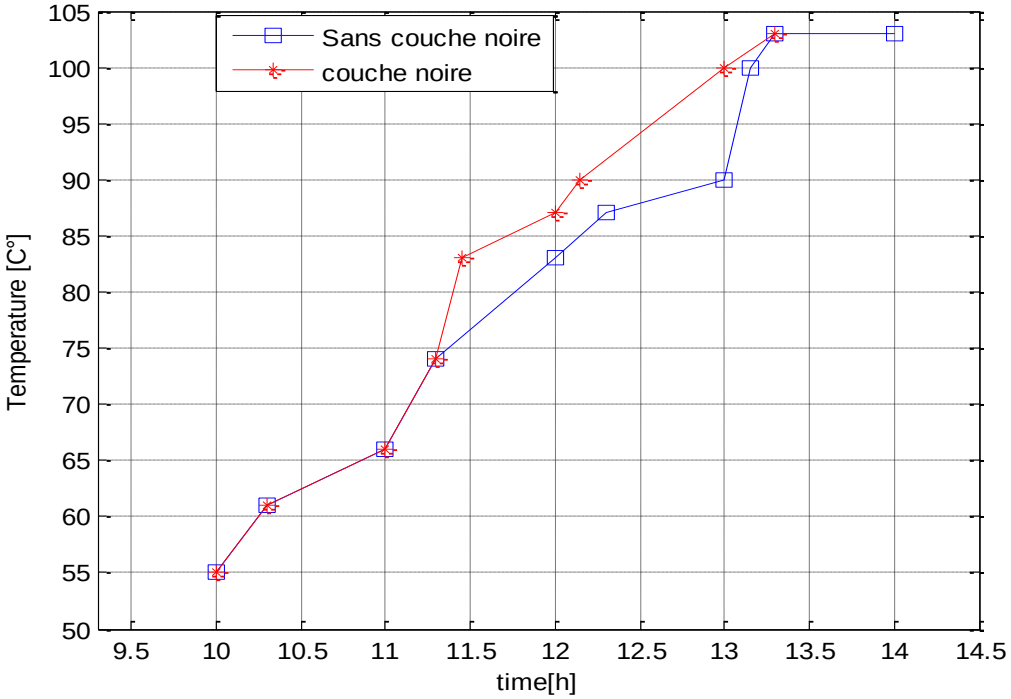
لأجل تطبيقات عملية سنذكر منها التسخين لهذا المركز الشمسي قمنا بملأ المستقبل بواحد لتر من الماء في يوم 2017/05/05 وقمنا بقياس درجة حرارة الماء في المستقبل كل نصف ساعة والنتائج العملية مبينة في الشكل (3-17)، نلاحظ تزايد في درجة حرارة الماء خلال فترات زمنية إلى أن يصل درجة الغليان عند 13.30 زوالا، وبعدها تثبت هاته القيمة.

3-3-5 قياس درجة حرارة الماء بوجود طلاء أسود:

في يوم 2017/05/06 قمنا بالعمل التجريبي لتسخين الماء ومن أجل تسريع عملية الغليان قمنا بطلاء المستقبل باللون الأسود وذلك لزيادة عمل إمتصاص الأشعة الشمسية كما هو موضح في الشكل(3-16):

الشكل (3-16): بعد طلاء المستقبل باللون الأسود.

قمنا برسم المنحنيات تغيرات درجة حرارة المستقبل بوجود طلاء أسود وبدون طلاء أسود فعند الساعة 13:30 زوالا تم غليان الماء بدون اللون (الطلاء) الأسود، أما بوجود الطلاء الأسود كان الغليان على الساعة 12.30 زوالا والنتائج التجريبية المحصل عليها موضحة في الشكل (3-17):



الشكل (3-17): تغيرات درجة حرارة الماء بوجود طلاء أسود وبدون طلاء أسود.

4-3 تطبيق الليزر الشمسي:

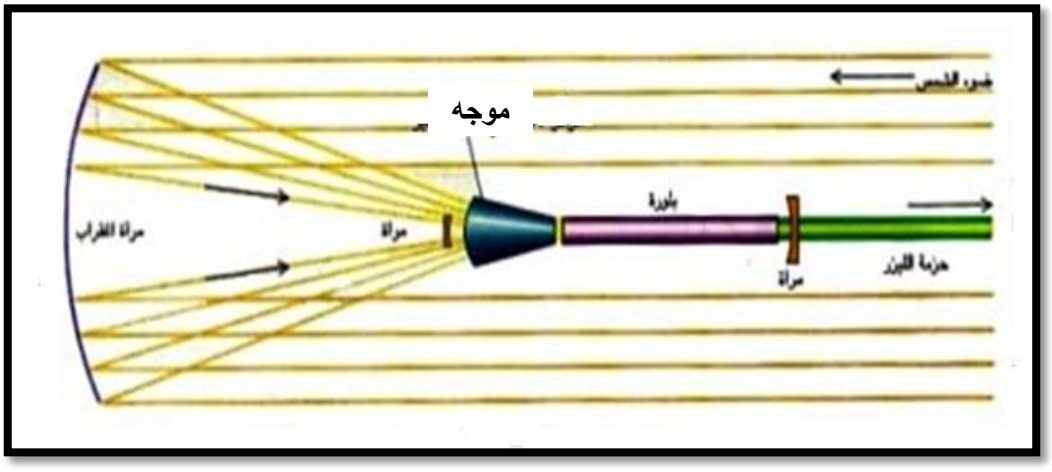
تحتاج المنظومة الليزرية إلى ثلاث أجزاء أساسية: وسط فعال وتجويف الرنين ووسيلة الضخ هاته الاخيرة لها طرق عديدة فمنها الضخ الكهربائي ومنها الضخ الضوئي وهذا بإستعمال الضوء نيون مثلا.

ولأن البحث العلمي يركز على الأقل تكلفة والأسرع تم إستخدام الطاقة الشمسية كوسيلة ضخ ليزرية وسمي بالليزر الشمسي و هذا لأنها مجانية وطريقتها آمنة و لا تشكل أي ضرر على البيئة، فالطاقات المتجددة و البديلة من بين الأعمال المنجزة في هذا المجال ففي عام 1966 قام العالم C.G Youn بتوليد ليزر شمسي من Nd: YAG بطاقة خروج ليزرية 1w وفي عام 2007 قام Yasser at all بتوليد طاقة ليزرية بـــ 80w بإستعمالYAG: Nd إضافة Cr بإستعمال عدسات فرينل.

1-4-3 منظومة ضخ الليزر الشمسي:

تتكون منظومة الليزر الشمسي وهذا ما يوضحه الشكل (3-18):

- **وسط فعال:** هو عبارة عن بلورة YAG Nd والتي تملك خصائص عديدة منها تملك خصائص فيزيائية ناقلية حرارية عالية والإمتصاص في المجال المرئي.
- **تجويف الرنين:** هو عبارة عن مرآتين تكون إحداهما عاكسة كليا والأخرى عاكسة جزئيا.
- **وسيلة الضخ:** فهي مركز شمسيي ذو قطع مكافئ حيث تعتبر هذه الآلية من بين تطبيقاته حيث يقوم بعكس الأشعة الشمسية في البؤرة ثم يتم توجيهها بطرق علمية دقيقة علما أنه ليس من السهل أبدا عمليا لأن درجة حرارة البؤرة تفوق $700\ ^{o}c$. من بعد ذلك تستغل في عملية الضخ الليزري منتجة ضوء أحادي اللون والطور والتردد وهذا ما نسميه بالليزر والشكل (3-18) يوضح منظومة الليزر الشمسي.



الشكل (3-18): منظومة الليزر الشمسي.

5-3 تحليل ومناقشة النتائج:

أظهرت الدراسة العددية في الجزء الأول من خلال المنحنيات الناتجة من المنحنى (3-1) نلاحظ أن البعد البؤري يتناسب عكسيا مع زاوية الفتحةΨ فكلما كانت زاوية الفتحة Ψ صغيرة زاد البعد البؤري وهذا بزيادة قطر العاكس a. ونلاحظ من المنحنى البياني(3-2) أن كلما زاد الإرتفاع h زادت زاوية الفتحة Ψ مهما كان قطر العاكس a أي هناك علاقة طردية بينهما. وهذا راجع لأن محور الناظمي للعاكس يتغير بتغيير تجويفه(مقعر) من خلال هذا يمكننا القول أنه يمكن تحقيق عاكس ذو قطع مكافئ بحسب الخصائص المطلوبة.

بالنسبة للبقعة الضوئية و التي تمثل صورة الشمس عند البؤرة وبالتالي فهي تملك قطرين القطر الكبير و القطر الصغير كما نلاحظ من المنحنى البياني(3-3) أنه كلما زادت زاوية الفتحة Ψ ينقص نصف القطر الكبير r_f للبقع الضوئية مهما إختلف قطر العاكس a. ومن المنحنى البياني(3-4) ونفس الملاحظة نصف القطر الصغير s_f ، نلاحظ أن هناك تزايد مستمر بين المسافة الخلفية L وقطر المستقبل a_2 ومن المنحنى البياني(3-5) وهذا لأن زاوية الإنعكاس للأشعة الشمسية الموازية للمحور البؤري تزيد مما يؤدي الى إنعكاسها في موضع البؤرة و بالتالي تكون أقطار البقعة الضوئية صغير.

الطاقة الشمسية المستقبلة من طرف العاكس عند قيمه المختلفة للعاكس نلاحظ من المنحنى البياني (3-6) أن هناك تزايد بين شدة الإشعاع$1100w/m^2$ والطاقة المستقبلة من قبل العاكس حتى تبلغ الطاقة أقصى قيمة، ثم تتناقص تدريجيا في المساء إذن بزيادة قطر العاكس تزيد الطاقة المستقبلة والممتصة وهذا بسبب زيادة المساحة التي تسقط عليها الاشعة الضوئية هذا ما بينته الدراسة النظرية والعددية.

الجزء العملي أو التجريبي: من خلال المنحنى البياني (3-11) نلاحظ تزايد درجة حرارة البقعة الضوئية (خلال يوم مغيم بمرور الوقت، عند الساعة 00: 9 صباحا تكون درجة حرارة البقعة الضوئية^oc 80 ثم تتزايد تدريجيا لتصل إلى أقصى قيمة له^oc469 عند الساعة 40: 12 وبعدها تبدأ في التناقص إلى أن تصل ^oc260 عند الساعة 00 :15، أما خلال يوم مشمس فكانت أعظمية على الساعة 13.30 بقيمة تفوق^oc 747. إن الصعود المستمر في درجة الحرارة التي تصل عند الزوال إلى قيم مرتفعة أما في الفترة المسائية هناك تناقص تدريجي وهذا يفسر بأن الأجسام المادية (الجدران ، البلاط.....) تساهم بدورها في زيادة درجة الحرارة

- بالنسبة للمنحنى البياني (3-13) نلاحظ تزايد تدريجي ومستمر خلال الزمن لدرجات حرارة السطح المستقبل مهما إختلفت أبعاد (r_2 r_1 r_0)، و نلاحظ تزايد في

توزيع درجات الحرارة وتكون أعظمية عند مركز المستقبل و تبدأ بالتناقص على أطرافه، وهذا ما يبين الشكل الإهليجي الذي تأخذه البقعة الضوئية.

- بالنسبة للمنحنى البياني (3-17) نلاحظ تزايد مستمر لدرجات حرارة المستقبل بدون طلاء بمرور الوقت، حيث عند الساعة 10:00 صباحا تكون درجة حرارة المستقبل بدون طلاء أسودc°55 ثم تتزايد تدريجيا لتصل إلى أقصى قيمة لهc°103عند الساعة 13:30، وبعدها تثبت عند هذه القيمة.
- بالنسبة للمنحنى البياني (3-17) نلاحظ تزايد مستمر لدرجات حرارة المستقبل بوجود طلاء أسود بمرور الوقت، حيث عند الساعة 10:00 صباحا تكون درجة حرارة المستقبل بدون طلاء أسود $55c°$ ثم تتزايد تدريجيا لتصل إلى أقصى قيمة لهc°103عند الساعة 12:20 وهذا بسبب زيادة معامل إمتصاص المستقبل.

وعلى ضوء هاته النتائج التجريبية التي بينت القيم المرتفعة لدرجة الحرارة البقعة الضوئية وهذا ما أظهرته كفاءة مرآة فضة الكروم اللاصقة من فعالية في الأداء من حيث إنعكاس أكبر عدد ممكن من الأشعة الشمسية التي وصلت درجة حرارة بؤرتها c° 743أي مركز سطح المستقبل وهذا في حجم مركز شمسي قطره صغير تعتبر نتيجة جد هامة مقارنة بالدراسة [23] ، وهذا راجع كذلك إلى موقع ولاية الوادي التي يعتبر جوها صيفي على مدار العام تقريبا والتي تزخر بكمية إشعاع شمسي ساقطة كبيرة تقدر بـ $[5 - 5,5]\ KWh/m^2$ وهذا ما يجعلها مشروع إستثمار ناجح في مجال الطاقات المتجددة و البديلة .

خاتمة عامة

خاتمة عامة

الدراسة العددية و التجريبية للمركز الشمسي ذو القطع المكافئ قد أظهرت نتائج تسمح بمعرفة مبدأ عمل هاته المنظومة و المعاملات التى تميزها كذلك تمكننا من معرفة درجة حرارة التى يصلها فتحة المستقبل و كيفية توزيع الحرارة على سطحه.

من خلال الدراسة العددية التي أنجزناها بواسطة البرنامج المساعد Matlab 0.6 بينت تأثير المعاملات المتعلقة بالمركز الشمسي ذو القطع المكافئ من حيث تأثير البعد البؤري و الارتفاع و زاوية الفتحة على الخصائص الهندسية للعاكس كذلك وجدنا كيف أن تاثير زاوية الفتحة على قطرا البقعة الضوئية والمسافة المحورية الخلفية للبورة. من خلال هذا الحساب العددي بواسطة هذا البرنامج تمكنا من تحقيق مركز شمسي ذو قطع مكافئ بخصائص هندسية محددة للعاكس و فتحة المستقبل.

التحقيق التجريبي لنموذج مركز شمسي ذو قطع مكافئ مصغر أظهرت نتائج ايجابية الي حد كبير بالرغم من الصعوبات التي واجهناها من بينها الجهاز اليدوي لتتبع الشمس الذي يحتم توجيهه كل خمس دقائق تقريبا طوال اليوم لاجل دقة النتائج بالرغم من درجة حرارة الجو التى تفوق منتصف النهار 50°. غياب الجهاز الذي يقوم بحساب الإشعاع الشمسي المباشر **(Pyranometer)** لم يسمح لنا بحساب المعادلات الطاقوية للمنظومة و بالتالي حساب المردود الضوئي و الحراري.

لأجل تطبيقات مهمة لنموذج مركز شمسي مصغر بينت النتائج التجريبية لقياس درجة الحرارة التي تصلها البقعة الضوئية نتائج مهمة جدا مقارنة مع الدراسة [23] فقد فاقت درجة الحرارة $700^{\circ}c$ بالرغم من المساحة الصغيرة للعاكس و هذا راجع إلي المادة العاكسة التي قمنا بتغليفها للعاكس كذلك موقع ولاية الوادي التي تعتبر منطقة صحراوية و هذا ما يظهر أهمية انجاز مشاريع في مجال الطاقة البديلة و المتجددة بناءا على هذه النتائج.

العمل التجريبي لعملية التسخيين السوائل و الذي استخدمنا في هذا العمل الماء. فقد تعتبر المادة المصنوع منها المستقبل مهمة وهذا لأجل الناقلية الحرارية العالية وهذا متوفر في النحاس و الألمنيوم و الذي استخدمنا هذا الاخير فكانت النتائج التي أظهرتها التجربة مرضية لان عملية الغليان كانت بطيئة و هذا راجع للضياع الطاقوي بالحمل و التوصيل والإشعاع، لأننا لم نغلق المستقبل باحكام و بالتالي الضغط لم يكن عال اذن درجة الحرارة تقل .فلتسريع عملية الغليان قمنا بطلاء المستقبل باللون الاسود ليحقق ماص مثالي فتحصلنا على نتائج جد مرضية و كان بفارق يفوق الساعة.

من أجل استمرار البحث العلمي في هذا الموضوع المهم في مجال الطاقات البديلة و المتجددة نقترح استخدام المركز الشمسي ذو القطع المكافئ في تشغيل محرك ستيرلينغ الذي نضعه في مكان البؤرة اي فتحة المستقبل و سيقوم هذا المحرك بتحويل الطاقة الحرارية الي طاقة كهربائية مجانية وهذا راجع لمدى كفاءة هذا النظام. كذلك طرق توجيه الاشعة الشمسية عند البؤرة في درجات حرارة مرتفعة يعتبر موضوع بحث و دراسة لافاق مستقبلية جديدة في مجال الاتصالٌ (الليزر الشمسي).

قائمة المراجع

✓ المراجع باللغة العربية

[1] عاشور رحال، إنجاز سخان شمسي و دراسة تجريبيا كبديل عن السخان الكهربائي في المنطقة، مذكرة تخرج لنيل شهادة دبلوم دراسات عليا بالمركز الجامعي الوادي (2009) .

[4] العاتي مختار، المساهمة في تحسين مجفف شمسي للمحاصيل الزراعية، مذكرة ماجستير جامعة ورقلة 2011.

[5] اولاد سالم حليمة، تقدير الإشعاع الشمسي في منطقة ورقلة وتأثير طرق التتبع الشمسي وزوايا توجيه اللاقط على شدة الإشعاع، مذكرة ماستر أكاديمي جامعة ورقلة 2016.

[6] د.سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة،عالم المعرفة، الكويت فبراير1981 .

[7] أ .بن حميدة سفيان، أ .غوقالي مبروك، كتاب سلسلة الطاقات المتجددة، (2009) مطبعة مزوار .

[8] خلف نور وحشيفة ليلى،استعمال الطاقة الشمسية لتسخين المياه الصحية،مذكرة تخرج لنيل شهادة ليسانس أكاديمي بالمركز الجامعي الوادي(2012) .

[9] الطاقة الشمسية واستخدامتها – محمد أحمد سيد خليل – دار الكتب العلمية للنشر وتوزيع القاهرة.

[10] قدري أحمد فتحي، إبراهيم شفيع طه، سمير السيد علي، عادل محمد خليفة، أسس انتقال الحرارة، مركز جامعة الملك عبد العزيز النشر العالمي، الطبعة الأولى(1994)

[13] أ–نبيل شهيد، تقنيات الطاقة حساب الإشعاع الشمسي الساعي بمساعدة الحاسوب الطاقة والحياة –العدد الثالث والعشرون –الصيف (يونيو)2006.

[16] سوداني عبد البار، دراسة نظرية لمجمع شمسي إسطواني مقعر ذي غطاء زجاجي، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة 2009.

[17] المملكة العربية والسعودية المؤسسة العامة للتدريب المهني و الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، انتقال الحرارة و الموائع-عملي، تخصص تقنية التصنيع الغذائي، 1429.

[18] :الهيئة العامة للاستعلامات مركز النيل للإعلام بالسويس، استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة، السويس أغسطس 2006.

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

[21] الضاوية مسعودي، تأثير مخروط عاكس على تركيز مركز شمسي، مذكرة ماستر جامعة قاصدي مرباح (2011).

✓ المراجع باللغة الأجنبية

[11] SAYIGHA.A, Characteristics Of Solar Radiation, Solar Energy Conversion, Pergamon Press, Ontario,1979.

[12] Hamani Nadjette, Modélisation du flux solaire incident et de la température de sortie dans un capteur solaire à eau avec effet de concentration du rayonnement solaire incident, mémoire de magister, Université Mohamed Khider- Biskra,2005.

[14] A.A SFEIR G. GUARRACINO, ingénieur des systèmes solaires, application a l'habitat, technique et documentation, Edition paris,1981.

[15] K-Messaitfa. , Evaluation de l'apport quantitatif des inclinaisons optimales d'un Système de pompage photovoltaïques – enersole'01-adrar- algerie pp 255-272. 2001

[20] C.Zidani ,F.Benyarou, Simulation de la position apparente du soleil et estimationdes Energies Solaires incidentes sur un Capteur Plan pour la Ville de Tlemcen en Algérie. Rev.Energ.Ren, Vol.6,(2003) pp69-76.

[22] Electo Silva, Reinaldo Guillen, Oscar Almazan , Modeling generation systems from using solar stirling engines parabolic dishes (solar / dish), WREF 2012 .

[23] Zghib Ilhem, Etude et Réalisation d'un Concentrateur Solaire Parabolique, memoire magister universite mentouri - constantine (2005).

[24] C. collector, Tzivanidis, E. Bellos, D. Korres, K.A. Antonopoulos, Thermal and optical efficiency investigation of a parabolic trough G. Mitsopoulos Case Studies in Thermal Engineering2015;6c:226-237

[25] Mr Abdelmadjid Kaddour, Modélisation et simulation d'un concentrateur parabolique solaire à moteur Stirling en vue d'un rendement optimal, these docteur, Universite Abou-bekr belkaid-Tlemcen, Janvier 2013.

[26] Andraka, Charles E. Solar Heat Pipe Testing of the Stirling Thermal Motors 4-120 Sterling. [ed.] IEEE.DE-AC04-94AL85000. 1996.

[27] B. Draoui, M. Bensafi, S. Zegnoun, Etude Expérimentale Et Modélisation D'un Concentrateur Parabolique Solaire Dans La Région De Béchar, Laboratoire ENERGARID, Université de Béchar, 10 July 2013.

[28] E. Bellos, C. Tzivanidis, K. A. Antonopoulos, Thermal performance of a direct-flow coaxial evacuated tube with solid works flow simulation, 6th InternationalConference on"Experiments/Process/System Modelling/Simulation/Optimization, Athens, 8-11 July, 2015.

[29] Tabet Ismail, Etude, Realisation et simulation d'un capteur solaire, thèse de doctorat, Universite des freres mentouri Constantine ,19 /01 /2016.

[30] M.Gowtham, M.Sharath Chander, K.V.Sri Saila Mallikarujanan, and N.Karthikeyan, Concentrated Parabolic Solar Distiller with latent heat storage capacity, June 2011.

[31] Francis Pronovost, développement d'un concentrateur solaire dans une perspective d'exploitation durable de l'énergie solaire, Université Laval, 2010.

[32] M. Mouzouris and M. J. Brooks, Construction of a Composite Material Solar Concentrator for High Heat Flux Applications University of KwaZulu-Natal, Durban, 4041, South Africa, 25 - 28 July 2010.

[33] Ben abdelaziz Kawtar, "Étude de la technologie solaire Dish-Stirling", Mémoire de Projet de fin d'étude, Mémoire de Projet de fin d'étude, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, 01/07/2013.

[35] Rahmani Djelloul, "Analyse de système de concentration solaire pour la production d'hydrogène (cas de L'Algerie)", le diplôme de

magester, universite Hassiba Ben Bouali de Chlef, Algérie, 2011/2012.

[37] Matthias Günther, Michael Joemann , Simon Csambor, Parabolic Trough Technology, Deutsches Zentrum fur Luft-und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz- Gemeinschaft.

[38] Mokhtar Ghodbane,Estimating solar radiation to semi empirical approach of perrin de Brichambaut:application on several areas With different climate in Algeria, International Journal of Energetica(IJECA) ISSN:2543-3717,(2016)

✓ **مواقع الأنترنت**

[2] http://www.masdar.ae/ar/energy/detail/shams-1, 20/05/2017.
[3] http://solarsnipers.com/pages/article_details/solar-power-projects
[34] http://energy21c.blogspot.com/2011/01/blog-post.html
[36] https://ar.wikipedia.org, 18/05/2017.

الملخص:

العمل المنجز يتضمن دراسة تحويل الطاقة الشمسية إلي طاقة حرارية بإستعمال نموذج لمركز شمسي مصغر ذو قطع مكافئ بواسطة جهاز يدوي للتتبع الشمس. قمنا بالدراسة النظرية بتقدير بعض الوسائط منها الطاقة الشمسية الشهرية المتوسطة التي تسمح لنا بتحديد الطاقة الشمسية المباشرة على مستوى العاكس، و التركيز الهندسي و الطاقة المتبادلة بين فتحة القطع المكافئ وفتحة المستقبل و التي تسمح لنا بتقدير درجة الحرارة على مستوى هذه الأخيرة. ، العمل التجريبي تمت باستعمال خصائص العاكس قطره 0.63 متر و ارتفاعه 0.063متر و مستقبل من الألمنيوم قطره 0.08 متر و طوله 0.15 متر يقع في المنطقة البؤرية لالتقاط الطاقة الشمسية المجمعة (المنعكسة). وهذا النوع من التركيز قادنا إلى درجات حرارة تفوق 700درجة مئوية وهذه النتيجة تفوق بكثير بالنتائج دراسات أخرى وهي مطابقة للدراسة النظرية، وهاته النتيجة يمكن أن تستغل في تطبيقات غير محصورة.

الكلمات المفتاحية: الإشعاع الشمسي، مركز شمسي مكافئي الشكل، المستقبل الشمسي، المنطقة البؤرية، البقعة الضوئية.

Résumé:

Le travail effectué comporte l'étude de la transformation de l'énergie solaire en énergie thermique en utilisant un modèle d'un centre solaire d'une parabole à l'aide d'un appareil manuel pour suivre le soleil. L'étude théorique s'est fait à l'aide de l'estimation de quelques moyens tels que l'énergie solaire moyenne mensuelle qui permet de déterminer l'énergie solaire au niveau du réflecteur, et la concentration géométrique et l'énergie mutuelle entre l'ouverture de la parabole et l'ouverture du récepteur et qui nous permet d'estimer la température au niveau de cette dernière. L'étude pratique s'est réalisée en utilisant les caractéristiques d'un réflecteur d'un rayon de 0.63m et d'un hauteur de 0.063m et d'un récepteur d'aluminium d'un rayon de 0.08m et de 0.15m de longueur situé dans la zone focale de capture de l'énergie solaire réflexe. Ce type de concentration nous conduit à des températures plus de 700 Degré Celsius, et ce résultat est très plus grand que celle dans d'autres études et est correspondant à l'étude théorique, on peut utiliser ce résultat aussi dans de nombreuses utilisations illimitées.

Mots-clés: rayonnement solaire, concentrateur solaire parabolique, récepteur solaire, zone focale, point optique.

Abstract:

The work involves studying the transformation of solar energy into thermal energy using a model of a solar center of a parabola using a hand-held device to track the sun. The theoretical study was carried out using the estimation of a few means such as the average monthly solar energy which allows to determine the solar energy at the level of the reflector and the geometric concentration and the mutual energy between The opening of the parabola and the opening of the receiver and which allows us to estimate the temperature at the level of the latter. The practical study was carried out using the characteristics of a reflector with a radius of 0.63m and a height of 0.063m and an aluminum receiver with a radius of 0.08m and 0.15m of length located in the focal area of capture of reflex solar energy. This type of concentration leads us to temperatures over 700 Degrees Celsius, and this result is much greater than that in other studies and is corresponding to the theoretical study, this can also be used in many unlimited uses.

Keywords: solar radiation, parabolic solar concentrator, solar receiver, focal area, optical spot.