



جامعة قاصدي مرباح، ورقلة - الجزائر

كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر

في ميدان : علوم المادة

تخصص: فيزياء طااقوية وطاقات متجددة

من إعداد:

• مخلوفي عفاف • كريبع إسمهان

بعنوان :

محاكاة تسخين المياه بالإشعاع الشمسي المركز المنقول بواسطة ألياف بصرية من مركز نقطي

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ: 18 جوان 2023

أمام اللجنة المكونة من السادة:

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ تعليم عالي	بن مبروك لزهري
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	استاذ محاضر " أ "	محسن حسين
مؤطرا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	استاذ محاضر " أ "	تليلي صالح

السنة الجامعية: 2023/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الإهداء

أتوجه بعظيم الشكر والحمد لله عز وجل على ما منحني من جهد وأمانني لإتمام هذه المذكرة واهدي هذا العمل واللقاء وشهاداتي إلى والدي العزيزين الكريمين اللذان اجتازوا كل الصعوبات لكي أصل إلى هذه المرتبة فما أنا وولدت وحققت ما تمنيتموه يوم ويا فرحتي بكم وأهديكم هذا الوصول و لك يا أبي الفخ شكري و جزاك الله ورنك يا من دفعت كل ثمن حابه جميله في الحياة أنا فيها أبي أنت الفضل والخير أنت الكل أنت الكتف والسند والظهر أبي الذي حين تذكر سيرتك بين الناس تلقانيا ارفع راسي بكل فخر حفظك الله ورنك، ها لك كل الإهداء يا أمي أيتها الجوهرة الغالية ويا مأمني وسعادتي التي مسحت الدمع والى من جعلت المستحيل في عين ممكن وإذا ما في هذه الدنيا انكسرت ريعتك هي ظل ووسادتي التي وقفت معي في أسوأ حالاتي وظروفي وضغوطاتي لولاها لو أصل إلى هذا المستوى عندما هدمتني الحياة تكون أمي على مလာها تبني رضي الله عنها وأقول جزاك الله عنى خير الجزاء لو امضي عمري خادمه تحب رجلك والله ما خسرت فانا لا أجيد الكتابة عن أمي فلا احد يستطيع وصف الجنة اللهم أحفظ والديا .

واهدي واشكر فيروز وايمان وكل إخوتي وأخواتي وكل من وقف معي وساندني وكل الإهداء والشكر لجنود الخفاء باكير وزميلاتي سمينة صندالي و عفافه مخلوفي والى كل من كان سندا ودعما لي بعد الله سبحانه وتعالى إلى جميع الأساتذة والأهل والزلاء كل الود والاحترام .

اسمهان

الإهداء

الحمد لله الذي وفقنا لإعداد هذه المذكرة المتواضعة

أهدي ثمرة هذا النجاح إلى حبيب قلبي ومثالي الأعلى أبي سدي يا من هون

علي كل المحن حفظك الله وربنا

إلى أجمل الهدايا من وهبتني الحياة في كل مرة يا من جعلني أعلامي و أوهامي حقيقة أمي

يا سبب الوجود

إلى من يشع الأمل من عينا قوتي في الحياة أبتني أية وفي حزنك تنتهي جميع أحزاني

إلى جميع أحبائي إخوتي أصدقائي كنتم السند والقوة

وأخذ بالذکر رفیقتي في العمل كریح إسمهان

إلى روح صديقتي فوزية جواحي فوزية رحمك الله

إلى أصحاب الفضل أساتذتي الكرام جزاكم الله كل خير

إلى جميع أفراد الدفعة دون استثناء

إلى جميع زملاء العمل

شكراً لكم



شكر و عرفان

{ وأخر دعواتهم أن الحمد لله رب العالمين }

ما ضاع جهد الأمل في يوم وسد و الله يجزي الحسن بالإحسان

ألفه شكرا لك أستاذنا تليلى صالح بالإشراف على تفضله على هذه المذكرة ونفع بعلمه الطلاب
والباحثين يا من تشع وتضيء نور العلم لقناديل العلم والمعرفة في قلبنا شكرا لرمز التضحية والعطاء
شكرا أستاذنا لك كل الحب والتقدير و الاحترام جزاك الله خير جزاء وكتبه لك عند الله ما درست

طوبى لك هذه الأجور

أفضل بالشكر الجزيل لأساتذة المناقشين لهذه المذكرة جزاكم الله كل خير

كما أشكر جميع الساهرين على السير الحسن لجامعة قاصدي مرباح ورقلة

شكر خالص

إلى جميع أساتذة قسم الفيزياء

إلى كل من مد لنا يد العون



الصفحة	العنوان
	الإهداء
	شكر وعرقان
	فهرس المحتويات
أ	قائمة الأشكال
ب	قائمة الجداول
1	المقدمة العامة

الفصل الأول: المياه الساخنة والإشعاع الشمسي

3	مقدمة
3	1-2 المياه الساخنة
3	1-2-1 المياه الساخنة في الطبيعة
5	1-3-1 أفضل الينابيع الساخنة
5	1-3-2 أفضل الينابيع في العالم
5	1-4-1 طرق تسخين المياه
5	1-4-2 الطرق التقليدية
6	1-4-3 الطرق الحديثة
11	1-5 طرق تحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة
11	1-5-1 تعريف الإشعاع الشمسي
12	1-5-2 طرق قياس الإشعاع الشمسي

- 14 1-5-3 نماذج لمركزات الإشعاع الشمسي
- 14 1-6 المجال الشمسي في الجزائر
- 15 1-7 معدل الشعاع الشمسي
- 16 1-8 ساعات الذروة للإشعاع الشمسي

الفصل الثاني : الألياف البصرية

- 17 مقدمة
- 17 1-1-1 نبذة تاريخية عن الألياف البصرية
- 17 1-2-2 الألياف البصرية
- 17 1-2-1 تعريف الألياف البصرية
- 18 1-2-2 مكونات الليف البصري
- 18 1-2-3 أنواع الألياف البصرية
- 19 1-2-3-1 ألياف متعددة النمط
- 21 1-2-3-2 ألياف أحادية النمط
- 25 1-2-3-3 الألياف البصرية حسب المادة الصنع
- 22 1-2-3-4 الألياف بلاستيكية
- 23 1-2-3-5 الألياف الزجاجية
- 23 1-2-4 مبدأ عمل الليف العصبي
- 23 1-2-5 مراحل انتقال الضوء عبر ليف بصري
- 24 1-2-5-1 قانون سنل ديكارت للانكسار

24	2-2-5-2 الزاوية الحرجة
25	3-2-5-2 الانعكاس الكلي الداخلي
25	4-2-5-2 زاوية القبول
26	6-2-2 تصنيع الألياف البصرية
27	1-2-6-2 تحضير المادة البصرية
27	2-2-6-2 سحب الليف
28	3-2-6-2 الصنع بالطريقة الكيميائية لترسيب البخار
28	7-2-2 استعمالات الألياف البصرية
28	8-2-2 محاسن و مساوئ الألياف البصرية

الفصل الثالث: دراسة نظرية

30	مقدمة
30	1-III خصائص منطقة الدراسة
31	3-III تحديد و قياس الإشعاع الشمسي
31	4-III حساب الاشعاع الشمسي المباشر
36	5-III دراسة نظرية الإشعاع المركز الشمسي ذو القطع المكافئ النقطي
36	1-5-III تعريف الاشعاع الشمسي المركز ذو القطع المكافئ النقطي
36	2-5-III زاوية الفتحة الفتح المكافئ
37	3-5-III الارتفاع
37	4-5-III سطح القطع المكافئ

37	III-5-5 نصف قطر القطع المكافئ
38	III-5-6 طول القطع المكافئ
38	III-6 منظومة المركز الشمسي ذو القطع المكافئ
38	III-6-1 العاكس
39	III-6-2 المستقبل
40	III-6 خصائص المستقبل
40	III-6-1 أبعاد المستقبل
40	III-6-2 قطر القبة الضوئية
41	III-6-3 المسافة المحورية
42	III-7 خصائص المركز الشمسي ذو القطع المكافئ
42	III-7-1 التركيز
42	III-7-2 نسبة التركيز الهندسي
43	III-7-3 نسبة التركيز الضوئي
43	III-7-4 المردود الضوئي
44	III-7-5 كمية التدفق الشمسي الكلي الواصل الى سطح المركز القطع المكافئ الشمسي
44	III-8 دراسة نقل الإشعاع عبر ليف بصري
44	III-8-1 الإشعاع الشمسي الواصل للبؤرة
46	III-8-2 الإشعاع الشمسي الوارد الى الكابل
47	III-8-3 الإشعاع الشمسي المركز الداخل للكابل و درجة الحرارة مقطوع خارجي لكابل

	الليف البصري و درجة الهواء
48	9-III فتحة النفوذ العدديّة
48	10-III معامل التعبئة
49	11-III خصائص النفاذية في الألياف البصرية
49	III-11-1 التوهين
50	III-11-2 التشتت في الاليف البصرية
51	III-11-3 انعكاس فرينل
51	III-11-4 خسارة تشتت رايلي
52	III-11-5 خسارة الانحناء في الليف
53	III-11-6 الخسارة في التعبئة
54	III-12 أهم تحويلات الحاصلة
55	III-13 فرضيات الدراسة
55	III-14 خطوات الدراسة

الفصل الرابع: مناقشة و تحليل النتائج

57	مقدمة
57	IV-2 تحديد أيام الدراسة
57	IV-2-1 دراسة تطور أقصى شدة شمسية منطقة ورقلة
58	IV-2-2 دراسة تطور أقصى درجة حرارة الجو
59	IV-3 دراسة تطور شدة الإشعاع الشمسي المباشر و درجة حرارة الجو المطلقة خلال

قائمة المحتويات

	يوم الدراسة
59	1-3-IV تطور شدة الإشعاع الشمسي خلال نهار الدراسة
61	2-3-IV دراسة تطور درجة حرارة الجو خلال نهار الدراسة
61	4-IV دراسة النتائج المتعلقة بالمركز الشمسي
61	1-4-IV دراسة تطور شدة الإشعاع
62	2-4-IV دراسة تطور الطاقة الحرارية
62	3-4-IV دراسة درجة الحرارة
65	الخلاصة العامة
66	المراجع
	الملخص

قائمة الأشكال:

الصفحة	العنوان
4	الشكل (1-1) : يمثل ينبوع حار
7	الشكل (2-1) : رسم تخطيطي لسخان كهربائي
9	الشكل (3-1) : سخان الأنابيب المفرغة
9	الشكل (4-1) : سخان الأنابيب الحرارية
10	الشكل (5-1) : بعض أنواع المركبات الشمسية الخطية
11	الشكل (6-1) : بعض أنواع المركبات الشمسية النقطية
12	الشكل (7-1) : جهاز البيرانومتر لقياس شدة الإشعاع الشمسي
13	الشكل (8-1) : جهاز البيرانوجراف لتسجيل شدة الإشعاع الشمسي
13	الشكل (9-1) : جهاز اليوهليومتر
14	الشكل (10-1) : المركز الشمسي ذو القطع المكافئ
14	الشكل (11-1) : شدة الإشعاع الشمسي المباشر اليومي في جويلية سنة 2001 في الجزائر
15	الشكل (12-1) : خريطة شدة الإشعاع الشمسي
16	الشكل (13-1) : منحنى معدل ساعات ذروة الإشعاع الشمسي
18	الشكل (1- II) : مكونات الليف البصري
19	الشكل (2- II) : مسار الحزم الضوئية خلال الليف العتبي
21	الشكل (3- II) : تغيير معامل الانكسار في الليف التدريجي
21	الشكل (4- II) : انتشار الحزم الضوئية عبر الليف ذي القطع المكافئ
23	الشكل (5- II) : الانعكاس الكلي لشعاع ضوئي
24	الشكل (6- II) : الشعاع الوارد الشعاع المنعكس الشعاع النافذ
24	الشكل (7- II) : الزاوية الحرجة للسقوط
25	الشكل (8- II) : انتشار شعاع ضوئي غير ليف بصري
26	الشكل (9- II) : زاوية القبول عند إدخال الضوء لليف

- 28 الشكل (II-10) : تصنيع ليف بصري بطريقة السحب
- 33 الشكل (III-1) : الكتلة الهوائية الضوئية
- 34 الشكل (III-2) : زاوية الساعة الشمسية و دائرة العرض للمنطقة
- 34 الشكل (III-3) : بيان تغيرات التصحيح الزمني خلال أيام السنة
- 35 الشكل (III-4) : حركة الأرض بالنسبة للشمس
- 35 الشكل (III-5) : بيان تغيرات زاوية الميل الشمسي خلال أيام السنة
- 36 الشكل (III-6) : هندسة القطع المكافئ
- 37 الشكل (III-7) : زاوية الفتحة بالنسبة لموضع البؤرة
- 38 الشكل (III-8) : المركز الشمسي ذو القطع المكافئ
- 39 الشكل (III-9) : عنصر تفاضلي لسطح على قطعة القطع المكافئ
- 40 الشكل (III-10) : قطر الشمسي الزاوي
- 41 الشكل (III-11) : حدود البقع الضوئية للقطع المكافئ
- 42 الشكل (III-12) : المسافة المحورية الخلفية لوضع المستقبل
- 44 الشكل (III-13) : الإشعاع الشمسي الواصل للسطح العاكس
- 45 الشكل (III-14) : الإشعاع الشمسي الواصل لبؤرة المركز
- 46 الشكل (III-15) : الإشعاع الضائع بالانعكاس و الإشعاع الوارد الى الكابل
- 47 الشكل (III-16) : التزاوج بين مركز القطع المكافئ الشمسي و كابل الألياف البصرية
- 50 الشكل (III-17) : تهوين الليف بدلالة الطول الموجي
- 51 الشكل (III-18) : مخطط يوضح الآليات المهمة للتهوين
- 53 الشكل (III-19) : تشكيلات هندسية مختلفة لتعبئة الألياف البصرية
- 58 الشكل (IV-1): يمثل التغيرات السنوية لأقصى شدة إشعاع شمسي يومية في منطقة ورقلة
- 58 الشكل (IV-2): يمثل التغيرات السنوية لأقصى درجة حرارة الجو يومية في منطقة ورقلة

- 59 الشكل (3-IV): يمثل التغيرات اليومية لشدة الإشعاع الشمسي المباشر خلال يومي الدراسة في منطقة ورقلة
- 60 الشكل (4-IV): يمثل التغيرات اليومية لدرجة حرارة الجو خلال يومي الدراسة في ورقلة
- 61 الشكل (5-IV): يمثل التغيرات اليومية لشدتي الإشعاع الشمسي المركز بواسطة الصحن و الداخل لليف البصري
- 62 الشكل (6-IV): يمثل التغيرات اليومية لطاقة الحرارية الداخلة لليف البصري و الخارجة منه
- 63 الشكل (7-IV): يمثل التغيرات اليومية لدرجة الحرارة عند مخرج الليف البصري و الصفيحة المعدنية
- 64 الشكل (8-IV): يمثل التغيرات اليومية درجة الحرارة المتوسطة للماء في الخزان مع تغير حجمه

قائمة الجداول:

الصفحة	عنوان الجدول
30	الجدول (1-3): يوضح جدول القيم الفلكية لمنطقة ورقلة.
31	الجدول (2-3) يوضح جدول القيم أقصى وادنى درجات حرارة الجو لمنطقة ورقلة.

قائمة الرموز

الوحدة الدولية	الرمز	المقادير الفيزيائية
[m]	λ	طول الموجة
[°C]	T	درجة الحرارة
[w/m ²]	G _h	شدة الإشعاع الكلي
[w/m ²]	I _h	شدة الإشعاع المباشر
[w/m ²]	D _h	شدة الإشعاع المنتشر
يوم	N _j	رقم اليوم من السنة
[UA]	D _T ,	البعد بين الأرض والشمس
[w/m ²]	E	الثابت الشمسي
[w/m ²]	I _o	شدة الإشعاع الشمسي
[°]	δ	زاوية ميل الشمس
[°]	h	الارتفاع الشمسي
[°]	φ	زاوية دائرة العرض
[°]	L	زاوية خط الطول
[°]	a	زاوية سمت الشمسي
[°]	Z	زاوية سمت الرأس
[°]	ω	زاوية الساعة الشمسية
[h]	T _{vs}	التوقيت الشمسي الحقيقي
[h]	T _L	التوقيت المحلي
[h]	E _t	التوقيت الزمني
[h]	Δt	المدى النهاري

قائمة الرموز

[m]	f	البعد البؤري
[°]	Ψ	زاوية فتحة(الحافة) القطع المكافئ
[m]	a	قطر فتحة القطع المكافئ
[m]	h	ارتفاع القطع المكافئ
[m ²]	A _x	سطح القطع المكافئ
[m]	r _r	نصف قطر القطع المكافئ
[m]	s	طول القطع المكافئ
[m ²]	Aa	مساحة فتحة العاكس
[m ²]	A _{ref}	مساحة السطح العاكس
[m ²]	sabA	مساحة السطح المستقبل
[m]	r _f	القطر الكبير للبقعة الضوئية
[m]	s _f	القطر الصغير للبقع الضوئية
[rad]	θ_s	القطر الشمسي الزاوي
[m]	L	المسافة المحورية الخلفية
[m]	a ₂	قطر فتحة المستقبل
[m]	C _g	نسبة التركيز الهندسي
	C ₀	نسبة تركيز الضوئي
	$\eta_{optique}$	المردود الضوئي
[w/m ²]	I _{abs}	تدفق الإشعاع على فتحة الخروج للمستقبل
[w/m ²]	I _a	تدفق الإشعاع الشمسي الوارد على سطح العاكس

المقدمة العامة

إن احتياجات العالم من الطاقة في حالة متزايدة على جميع المستويات الاجتماعية و الاقتصادية، و نتيجة لاستغلال الإنسان للطاقات الأحفوري ، نتج عن ذلك العديد من المشاكل مثل التلوث البيئي و الاحتباس الحراري ، لذلك كان من الضروري البحث عن الطاقات المتجددة لأنها صديقة للبيئة و متجددة. الطاقة الشمسية هي الضوء و الحرارة المنبعثان من الشمس و التي استغلها البشر منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من التقنيات المتطورة باستمرار. تشمل تقنيات استخدام الطاقة الشمسية استخدام الطاقة الحرارية للشمس سواء للتدفئة المباشرة أو ضمن عملية التحويل الميكانيكي للحركة أو الطاقة الكهربائية ، و هي تقنيات يمكن أن تسهم بشكل كبير في حل بعض المشاكل الأكثر إلحاحًا في العالم اليوم.

تُعدّ معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة على سطح الأرض إلى الإشعاع الشمسي بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية ، مثل طاقة الرياح و طاقة الأمواج و الطاقة الكهرومائية و الكتلة الحيوية . تجدر الإشارة إلى أنه تم استخدام جزء صغير فقط من الطاقة الشمسية المتاحة في حياتنا . يتم توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية بواسطة المحركات الحرارية أو المحولات الكهروضوئية . و بمجرد تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ، فإن براعة الإنسان فقط هي التي تتحكم في استخداماتها . من بين التطبيقات التي يتم إجراؤها باستخدام الطاقة الشمسية ، أنظمة التدفئة و التبريد أثناء التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية ، و مياه الشرب من خلال التقطير و التطهير و استخدام ضوء النهار ، و تسخين المياه ، و الطهي بالطاقة الشمسية ، و درجات الحرارة المرتفعة للأغراض الصناعية .

عادةً ما تكون تقنيات الطاقة الشمسية إما أنظمة طاقة شمسية سلبية أو أنظمة طاقة شمسية نشطة اعتمادًا على الطريقة التي يتم بها تسخير ضوء الشمس و تحويله و توزيعه. تشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام الألواح الكهروضوئية و المجمع الحراري الشمسي ، مع المعدات الميكانيكية و الكهربائية ، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة . لتسهيل استخدام الطاقة الشمسية المركزة ، ظهرت فكرة نقل الألياف الضوئية من قبل فريق بحث فرنسي (Cariou et al 1982) تم إجراء دراسات لنقل الطاقة الشمسية المركزة عبر الألياف الضوئية بطرق مختلفة ، بما في ذلك تطوير دراسة النظرية الحرارية للألياف الضوئية التي تحمل طاقة شمسية مركزة .

تطرقنا إلى الدراسة أثناء البحث عن تسخين المياه عن طريق الإشعاع الشمسي المركز عبر الألياف الضوئية ، تتناول هذه المذكرة أربعة فصول رئيسية:

الفصل الأول يتضمن دراسة لتاريخ ينابيع الساخنة وكيفية تسخين المياه والإشعاع الشمسي في الجزائر ومختلف المراكز

الفصل الثاني يتضمن دراسة شاملة للألياف البصرية محاسن ومساوئ ونسب تشتت يتناول الفصل الثالث نموذج دراستنا في هذه المذكرة بالإضافة إلى أهم المعادلات المتعلقة بنقل الإشعاع الشمسي عبر الألياف الضوئية ، و كذلك الفرضيات التي طرحناها من أجل تبسيط عمليات المحاكاة العددية .

يتضمن الفصل الرابع مناقشة لنتائج دراستنا . وتحليل للمنحنيات المتحصل عليها . وفي نهاية الموضوع خاتمة عامة نكر فيها كل ماتناواناه بايجاز اضافة الى ذكر النتائج التي تحصلنا عليها واقتراح مجموعة من الحلول من اجل تحسين النموذج وذلك بزيادة تركيز شدة الاشعاع الشمسي واختار كابل الالياف ذو نوعية جيدة وعزل الخزان خارجيا.

مقدمة:

يعد الماء عنصرا حيويا من أجل توازن النظام الكوني، إلى جانب دوره البيولوجي و الجيولوجي. و في الحياة يلعب الماء أيضا دورا اجتماعيا و أنثروبولوجيا كبيرا، فهو عصب الحياة و مصدر نشأة المجتمعات و الهام معتقداتها. لذلك فأغلبية التجمعات البشرية تستقر أمام أول نقطة للمياه حول الآبار و الينابيع، لأجل شربها و غذاءها و لتدبير شؤونها اليومية. لذلك فهو على الدوام رهان و مصدر صراع اقتصادي، سياسي و ثقافي.

من جهة أخرى و في المخيلة الشعبية يرتبط الماء بتنظيف الجسد والجمال، لذلك فإن له رمزية كبيرة و قوية في صناعة الذات الاجتماعية و المعتقدات الدينية. في هذا الشأن يعد الماء مادة ضرورية لأجل التخلص من كل نجس؛ إما لأجل إقامة شعائر العبادة أو لأجل الزينة، بالتالي فإن للماء ارتباط وثيق بطقوس التطهير وممارسات الاغتسال و الاستحمام. [01]

2-I المياه الساخنة:

1-2-I المياه الساخنة في الطبيعة :

الينابيع الحارة هي ينابيع نشأت نتيجة تسرب المياه السطحية، التي تنتج عن الأمطار و الثلوج إلى باطن الأرض. إذ يتكون عدد كبير من الينابيع في المناطق البركانية، عندها تكون الصخور الحارة المنصهرة التي تسمى الصهارة قرب سطح الأرض، تسيل المياه السطحية بالتدرج إلى أسفل خلال طبقات من الصخور حتى يتم تسخينها بالصهارة، بعدئذ يرتفع الماء إلى السطح خلال القنوات الموجودة في الصخور. تنشأ الينابيع الحارة أيضا في المناطق التي يوجد بها طبقات صخورها تحت أرضية على شكل إنصداعات أو طيات، أين ترتفع الحرارة في باطن الأرض بازدياد العمق. و تمكن الانصداعات و الطيات المياه السطحية من النفاذ إلى أعماق الأرض، حيث يتم تسخينها. و يعتقد أناس كثيرون أن أملاحا معدنية معينة موجودة في الينابيع الحارة قادرة على شفاء أم ارض مختلفة، فمنذ قديم الزمان أدى هذا الاعتقاد إلى قيام الناس بالاستحمام فيها و شربهم إياها.

تتمركز المنتجعات الصحية الشهيرة حول الينابيع الحارة، و من أشهرها؛ المتنزه القومي للينابيع الحارة في كل من أركنساس بالولايات المتحدة الأمريكية، فيسبادن في ألمانيا.

الينابيع الحارة مصدر للطاقة الحرارية الجوفية، و هي الطاقة التي تنتج بالبخر أو المياه الحارة

الموجودة داخل الأرض. توجد لدى العديد من الدول و منها؛ نيوزيلندا، الاتحاد السوفييتي (سابقا) و الولايات المتحدة وحدات لتوليد القدرة تستخدم الطاقة الحرارية الجوفية لتوليد الكهرباء. [02]



الشكل (1-I) : يمثل ينبوع حار . [02]
(Yellowstone National Park)

على الرغم من أن معظم الينابيع الساخنة (السخانات) تتدلع بشكل غير منتظم ، إلا أن بعضها ينفجر بانتظام ؛ أشهر الينابيع الموجودة في حديقة يلوستون الوطنية ، والتي تحمل اسم "Old Faithful" ، تنفجر كل 60 إلى 90 دقيقة تقريبًا.

عوامل مثل الانهيارات الأرضية ، و الزلازل ، و الجفاف قد تغير من اندلاع السخانات المياه الساخنة (السخانات) أو قد تدمرها تماما. يساهم الناس أيضًا في تدمير الينابيع الساخنة (السخانات) عن طريق إلقاء القمامة و الفضلات في أفواه الينابيع ، مما يؤدي إلى انسدادها. تعتبر الينابيع الساخنة (السخانات) مصدرًا جيدًا للطاقة الحرارية الأرضية التي يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء للمنازل و المباني ؛ و مع ذلك، فإن محاولة الاستفادة من هذه الطاقة قد يؤدي إلى استنفاد المياه داخل الينابيع.

تعتبر الينابيع المياه الساخنة (السخانات) المنفذ الطبيعي للطبيعة ، و هي ميزة رائعة لآليات العالم المدهشة التي لا تتوقف أبدًا عن إدهاشنا. مثل الظواهر الطبيعية الأخرى على الأرض، علينا توخي الحذر

في التعامل معها ؛ لأنه قد يكون أحد أقوى مصادر الطاقة ، لكنه قد يشكل أيضًا خطرًا كبيرًا ، ليس فقط بسبب طبيعتها لبركانية ، و لكن أيضًا قد يكون انسداده أكثر خطورة. [02]

I-3 كيفية تشكل الينابيع الساخنة:

بالإضافة لما جاء أعلاه، تتكون الينابيع الحارة بطرقٍ عديدة: [03]الشائع منها، هي عندما تسخن مياه المطر أو مياه الآبار عن طريق الاتصال مع الصخور، التي اكتسبت حرارتها من خلال مقذوفات البراكين أو الصخور المنصهرة. هذا النوع من الينابيع يتكون بجوار البراكين، بعد ذلك تصبح المياه الساخنة قابلة للطفو و أكثر لزوجة و من ثم تبحث عن شقوق و ثانيا لتصل إلى سطح الأرض، لتظهر في صورة الينابيع الحارة التي نراها.

من الطرق الأخرى لتكوين الينابيع الساخنة، هي عندما يسقط المطر على الأرض و يتم تسخينه من خلال العناصر المشعة الموجودة في التربة و الصخور، التي تتحرك مياهه خلالها. عندها تصبح المياه أكثر لزوجة تتجه نحو السطح، مكونة شيئًا أشبه بالبحيرة و هي الينابيع الحارة.

I-3-1 أفضل الينابيع في العالم :

هناك العديد من الينابيع الساخنة المنتشرة عبر سطح المعمورة، نذكر منها: [02]

- ينبوع بلو لاجون (Blue Lagoon) في آيسلندا: يعتبر هذا الينبوع من أفضل الينابيع الحارة في العالم، حيث تتصاعد الأبخرة من المياه بشكلٍ ساحر. إذ تحاط المياه بمجموعةٍ من الصخور السوداء، و الثلوج في مظهرٍ ينبض بالحياة.
- ينابيع اوجو كالونت (Ojo Caliente) في المكسيك: هو أحد أقدم الينابيع الحارة في العالم، يرتفع فيه أكثر من 100 ألف جالون من المياه الساخنة كل يوم، محملة بأربعة أنواعٍ من المعادن المختلفة.
- ينابيع بانچار الحرارية في بالي: هذا الينبوع له طرازٌ جمالي مختلف، حيث تسقط مياه الينبوع من صخورٍ على شكل جماجم حيوانات في منظرٍ طبيعيٍ مثير.

I-4 طرق تسخين المياه :

I-4-1 الطرق التقليدية (نار - الحطب):

في البداية كان هناك ماء بارد و لم يستحم الناس كثيرا، لقد قاموا بإخفاء رائحة الجسم بالعطور و الزيوت. حتى وقت قريب في مطلع القرن، كان تشغيل الماء الساخن متاح فقط لمن هم ميسور الحال.

ففي الولايات المتحدة ينظر إلى الإمداد الشخصي بالمياه الساخنة على أنه ضرورة مع الطعام و المأوى، و بمرور الوقت قام الناس بتسخين الماء بعدة طرق. منذ فترة طويلة تميزت وسائل التسخين القديمة ببساطتها و من الوسائل التي استخدمها الناس ما يلي: [04]

• **إشعال الخشب والحطب** : كانوا يقوموا بإشعال الحطب و الأخشاب في الكهوف التي كانوا فيها يعيشون ، و عندما يصبح الحطب جمرا فإنه يبعث الحرارة.

• **المواقد (خزان التخزين)**: بعد تطور فكر الإنسان أصبح يستغل المعادن و يصنع منها مواد تلزمه و من تلك المواد صنع السخان الذي يستخدم الفحم كان هذا الجهاز صغيرا من الحديد الزهر يتم توصيله. بصهرج التخزين بنفس طريقة عودة الماء و يستخدم سطل واحد من الفحم يوميا للحفاظ على الماء ساخنا نسبيا على الأقل يحتوي هذا السخان أدوات تحكم لضبط معدل الاحتراق ولكن تسخين المياه التلقائي لم يأتي بعد.

• **سخان الذراع الجانبية**: في اغلب الأحيان يحتوي على موقد غاز يوضع تحت ملف نحاسي في غلاف من حديد الزهر يتم تسخين الماء في الملف و من ثم سيقود الحمل الحراري الماء المسخن الى صهرج التخزين تماما كما حدث في موقد الفحم .

كان الخشب و الفحم هما الوقود السائد فكان يوضع قدر فوق النار أو في غلاية فوق موقد الطهي تحتوي بعض المواقد على خزان مبطن بالقصدير أو النحاس أو الخزف يتم ملئها بالماء لتدفئة هذه الطريقة تتطلب وقتا لتسخين المياه من أجل الاستحمام .

I-4-2 الطرق الحديثة (غاز - كهرباء - طاقات شمسية):

بتطور التقنية، تطورت وسائل و طرق تسخين المياه، انطلاقا من ظهور المحروقات، إلى الكهرباء حتى إعادة التعامل بالطاقات الجديدة المتجددة: [05]

• **سخان الغاز** :

يفضل الكثير في الآونة الأخيرة استخدام سخان الغاز بدلاً من السخان الكهربائي، ذلك لتكلفة العالية الناتجة لما يستهلكه السخان الكهربائي من كهرباء بشكل كبير جداً. بالإضافة إلى عدم توفر إمكانية الحصول على مياه ساخنة فور فتح الصنبور، كما يحدث في سخان الغاز. بل و تتزايد سخونة المياه كلما زادت مدة فتح الصنبور، بدلاً من اختيار الحرارة المناسبة. ففي بداية الأمر تدخل المياه إلى السخان عن طريق طلمبة مياه (معبّر للماء)، ثم تقوم المياه بالدوران داخل "سرينتية" حول الشعلات. التي

تقوم بتسخينها، فتبدأ درجة حرارة المياه بالارتفاع بشكل تدريجي. و السربنتينة هي عبارة عن ماسورة مصنوعة من النحاس أو الألمنيوم، و إن كان النحاس أفضل. لكن يعود هذا في الغالب إلى نوعية السخان المتواجد. و بعد ذلك يقوم المستخدم بضبط درجة الحرارة المناسبة له، و فتح الصنبور مع العلم إن قوة تدفق المياه تؤثر بشكل أساسي في درجة حرارة المياه.

• سخان الكهرباء :

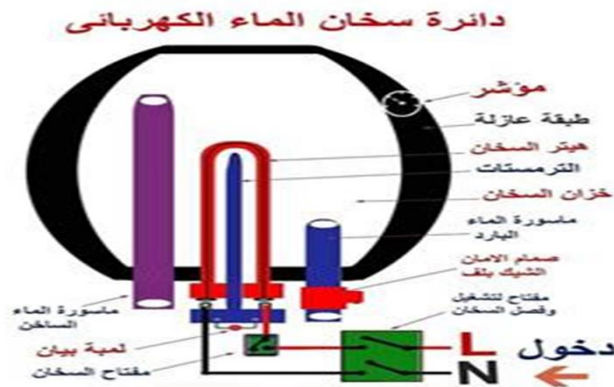
يقوم السخان الكهربائي بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية يتم الاستفاد منها في تسخين المياه، حيث يسري تيار كهربائي في مادة موصلة حرارية ذات مقاومة عالية للكهرباء. ، يتم فصل التيار الكهربائي عن ملف التسخين تلقائيا و السخان الكهربائي نوعان، و هما :

- السخان الكهربائي الحافظ للحرارة:

يُعد هذا النوع هو الأكثر انتشار في الاستخدامات المنزلية، وهو عبارة عن خازن حافِظ للحرارة. غالبا ما يكون اسطوانتي الشكل، يحتوي على مقاومة حرارية تقوم بتسخين الماء. وهي عبارة عن ملف حراري معزول في أحد جوانب الخزان أو أسفله، كما يحتوي على منظم للحرارة يتم من خلاله التحكم بدرجة التسخين. بحيث يقوم بفصل التيار الكهربائي لإيقاف عملية التسخين، ويحتوي السخان على عمود مغنيزيوم للتعامل مع المياه الحمضية لحماية السخان من التآكل، ويحتوي أيضا على صمامات للأمان وللمحافظة على عدم اختلاط الماء الساخن بالبارد.

- السخان الكهربائي (المباشر الفوري):

يُعد هذا النوع موفرا للطاقة، وسريع التسخين. حيث يتم تشغيله عند الحاجة للماء الساخن.



الشكل (2-I) : رسم تخطيطي لسخان كهربائي [06]

ويتم استهلاك كمية الماء الذي تم تسخينه كلياً، حيث يتم تركيب هذا النوع من السخانات على خطوط الماء الرئيسية لصنبور الماء المراد خدمته بالماء الساخن. حيث يتم تدفق الماء الساخن مباشرة منه، ويتكون السخان المباشر من ملف تسخين للماء معزول بمادة خزفية، يتم إيصال الكهرباء إليه من خلال قاطع كهربائي، يعمل على ضغط وقوة الماء المتدفق من الصنبور. حيث يقوم بتسخين الماء حال فتح صنبور الماء، وعند إغلاق الصنبور يتحرر القاطع الكهربائي قاطعاً بذلك التيار الكهربائي عن ملف التسخين.

• السخانات الشمسية:

هو جهاز يحول الطاقة الشمسية المحمولة في الإشعاع إلى طاقة حرارية، يستفاد منها في تسخين المياه. وقد أصبح استعمال هذا الجهاز واسع الانتشار في معظم أنحاء العالم، ويعتمد على حركة المياه وانتقال الحرارة على مبدأ الحمل الحراري. حيث يمتص اللوح الأسود الماص ضمن اللاقط الشمسي أشعة الشمس و يحولها إلى حرارة، تنتقل إلى شبكة أنابيب موضوعة ضمن أو خلف اللوح الماص فيسخن الماء فيها. تتحرك المياه من الخزان إلى المجمعات، حيث ترتفع درجة حرارتها. و تعود من ثم إلى الخزان و لأجل ضخ المياه من الخزان إلى المجمعات تستعمل مضخات المياه. و من بين تلك السخانات : [07]

1- السخانات الشمسية المباشرة:

هي التي تستعمل الإشعاع الشمسي مباشرة دون أي انعكاس و منها:

- سخان الأنابيب المفرغة : عبارة عن أنابيب زجاجية بداخلها أنابيب أخرى مطلية بمادة سوداء أو زرقاء، و هي الأفضل حيث تقوم بامتصاص أشعة الشمس و تسخن المياه التي بداخلها. يعمل هذا النوع من السخانات باستغلال الكثافة، حيث أن الماء البارد بطبيعته أكثر كثافة و بالتالي يكون بالأسفل. تقوم أشعة الشمس بتسخين المياه في الأنابيب، فينتقل الماء الحار إلى أعلى. و تستقر المياه الباردة في الأسفل، و تبدأ دورة انتقال الماء الساخن و البارد من أعلى إلى أسفل إلى أن يتم تسخين الماء في السخان بالكامل.

- السخانات الشمسية المسطحة: المُجمع الشمسي فيه عبارة عن سطح رفيع من الألمنيوم أو النحاس الرفيع و مغطى بمادة زجاجية عازلة للحرارة، يقوم هذا السطح بامتصاص حرارة الشمس. و ينقله إلى المشعاع أو المُسخن، كالموجود في ارديتور التكييف. و الذي يحتوي على ماء خاص داخل أنابيب

المشعاع أو المسخن، و يمر الماء من خلال المشعاع فيُسخن الماء المُلاصق لأنابيب المشعاع أو الراديتور الداخلي. و يختلف عن سخان الشمسي ذات الأنابيب المفرغة، في أنه أقل كفاءة في امتصاص أشعة الشمس نظرا لطبيعة شكله المسطح.



الشكل (3-I) : يمثل سخان الأنابيب المفرغة. [02]

- سخان الأنابيب الحرارية: سخان الأنابيب الحرارية، و هو السخان الذي يجمع بين مميزات سخان الأنابيب المفرغة و السخانات المُسطحة. شكل السخان ذات الأنابيب الحرارية مثل الأنابيب المفرغة، إلا أن الماء لا يدخل داخل الأنابيب. كما هو الحال في سخانات الأنابيب المفرغة، و هو عبارة عن أنابيب بداخلها أنابيب حرارية بداخلها مواد سائلة، تنقل حرارة الشمس إلى الأنابيب الحرارية و في نهايتها مكثف يقوم بتسخين الماء في الخزان مباشرة.



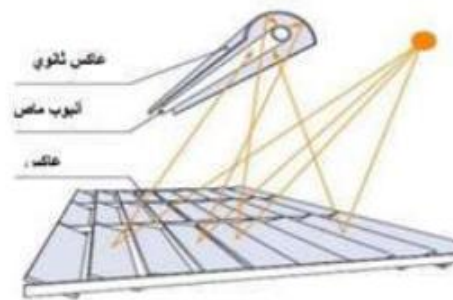
الشكل (4-I) : يمثل سخان الأنابيب الحرارية. [02]

2. المركزات الشمسية:

هي منظومة خاصة بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية أو كهربائية، كونها تملك سطوح عاكسة لتركيز الإشعاع الشمسي إما بشكل خطي أو نقطي، يمكن استخدامها لأغراض متعددة. [08]

- التركيز الخطي:

يتم تركيز الإشعاع الشمسي المباشر خطيا بواسطة عاكس على سطح أنبوب ماص مثبت في المحور البؤري و يتم التتبع الشمسي وفق محور دوران واحد للرفع من المردود و من أهمها؛ المركز الاسطواناني القطع المكافئ (PTC) و عاكس فرينل الخطي (LFR)، تبلغ نسبة تركيز فيهما من 30% إلى 80% و تصل درجة الحرارة المائع إلى 400 درجة مئوية.

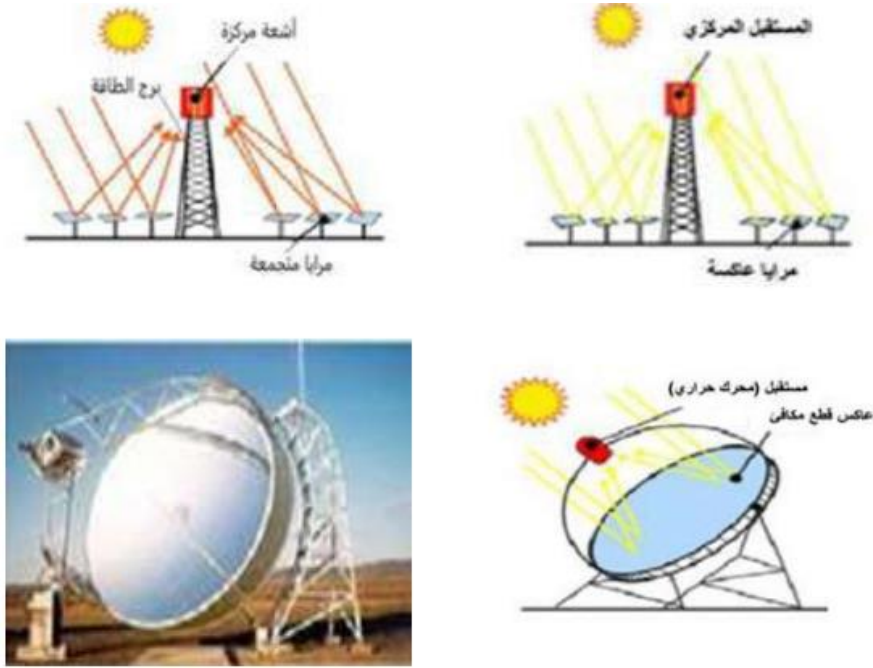


الشكل (5-I) : يمثل بعض أنواع المركزات الشمسية الخطية. [08]

- التركيز النقطي:

يتم تركيز الإشعاع الشمسي المباشر الساقط على سطح عاكس في نقطة البؤرة من خلال نظام الصحن القطع المكافئ (DP)، حيث تصل نسبة الإشعاع الشمسي من 1000 إلى 4000 وحدة، يتم

التتبع وفق محور دوران للمحافظة على تركيز الإشعاع في نقطة البؤرة. من أنواعه؛ المركز الشمسي الاسطواني القطع المكافئ ذي العاكس المزدوج (CPC)، البرج المركزي الشمسي (المستقبل المركزي) (CRC) و المركز الشمسي الصحن القطع مكافئ (DP).



الشكل (6-I) : يمثل بعض أنواع المراكز الشمسية النقطية. [08]

1-5 طرق تحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة:

يعتمد مبدأ تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المراكز الشمسية والمجمعات بحيث يتركز بداخله الإشعاع الشمسي ويتم الاستفادة من هاته الحرارة التي تستخدم في عدة مجالات من بينها تسخين المياه

1-5-1 تعريف الإشعاع الشمسي:

من المعروف أن الإشعاع الشمسي الكلي هو مجموعة الأشعة الكهرومغناطيسية و هو عبارة عن مجموع الإشعاع المباشر و المنتشر. [09]

لكن المؤثر الحقيقي على المراكز هو الإشعاع المباشر فقط، لذلك نهتم هنا بكيفية حسابه .

I-5-2 طرق قياس الإشعاع الشمسي:

الغرض الأساسي من قياس شدة الإشعاع الشمسي يتحدد في معرفة و تسجيل القيم اللحظية و القيم على المدى الطويل للإشعاع الشمسي المباشر و المنتشت و الكلي الساقط على سطح ما.

جهاز Pyranometer :

يستخدم جهاز البيرانومتر في قياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر على سطح الأرض، و هو يتركب من مستشعر حراري مثبت داخل قبة زجاجية ينفذ خلالها الإشعاع الشمسي نحو المستشعر الذي يتركب من قاعدة مكونة من قطعتين معدنيتين أحدهما سوداء اللون و الأخرى بيضاء اللون، و لان القطعة السوداء تمتص كل الأشعة الواصلة إليها و تعكس القطعة البيضاء كل الأشعة الواصلة إليها، يتباين تأثير كل قطعة معدنية بكمية الإشعاع الشمسي نفسها الواصلة إليهما و هو ما يعني التباين في كمية الطاقة التي تكتسبها كل منهما (كالوري جرام)، و تعتمد ميكانيكية الجهاز على تحويل الفرق بين كمية الطاقة التي تكتسبها كلتا القطعتين المعدنيتين إلى إشارات كهربائية تحرك مؤشر في قرص مدرج يمكن قراءته و تدوينه في جداول خاصة للتعبير عن شدة الإشعاع الشمسي وقت الرصد. [10]



الشكل (I-7) : جهاز البيرانومتر للقياس شدة الإشعاع الشمسي [10]

2- جهاز Pyranograph :

يستخدم في قياس و تسجيل شدة الإشعاع الشمسي آلياً، و يتركب الجهاز من بييرانومتر يثبت بالقطعتين المعدنيتين فيه رافعة تنقل الفرق في التمدد بين القطعتين المعدنيتين بواسطة سن ريشة تسجل

بالحبر هذا الفرق على ورقة رسم بياني مدرجة أفقياً ورأسياً يمثل المحور الأفقي ساعات النهار، و يمثل المحور الرأسي قيم شدة الإشعاع (كالورى جرام/ سم² / دقيقة) و هي ملفوفة فوق أسطوانة تدور بسرعة الساعة الزمنية دورة كاملة كل يوم أو كل أسبوع و يمكن استخراج قيمة كمية الإشعاع الشمس في كل لحظة على الورقة. [10]



الشكل (8-I) : جهاز البيرانوجراف لتسجيل شدة الإشعاع الشمسي [10]

3-جهاز اليوهليومتر pyrheliometer :

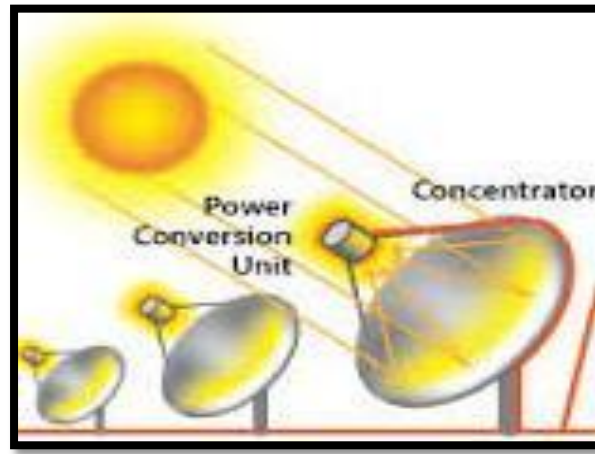
تستخدم لقياس الإشعاع المباشر و يتم حجب الأشعة المثبتة في هذا الجهاز عن طريق وضع حساس القياس و هو عبارة عن عمود حرارة في قاع أنبوبة موجهة مباشرة إلى الشمس .



الشكل (9-I) : جهاز اليوهليومتر [11]

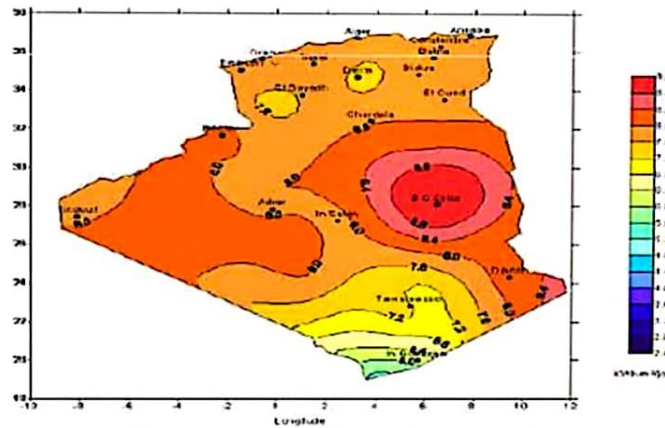
I-5-3 نماذج لمركزات الإشعاع الشمسي:

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 (I-10) ويمكن للأنظمة العاكسة المقعرة أن تصل درجات حرارتها عند العاكس 1500°C [30,34] وتستخدم هذه المركزات في محطات توليد الطاقة الحرارية الشمسية والتدفئة والطاقة الكهربائية [12] كما يبينه الشكل (I-10) .



الشكل (I-10) : المركز الشمسي ذو قطع المكافئ [12]

I-6 المجال الشمسي في الجزائر



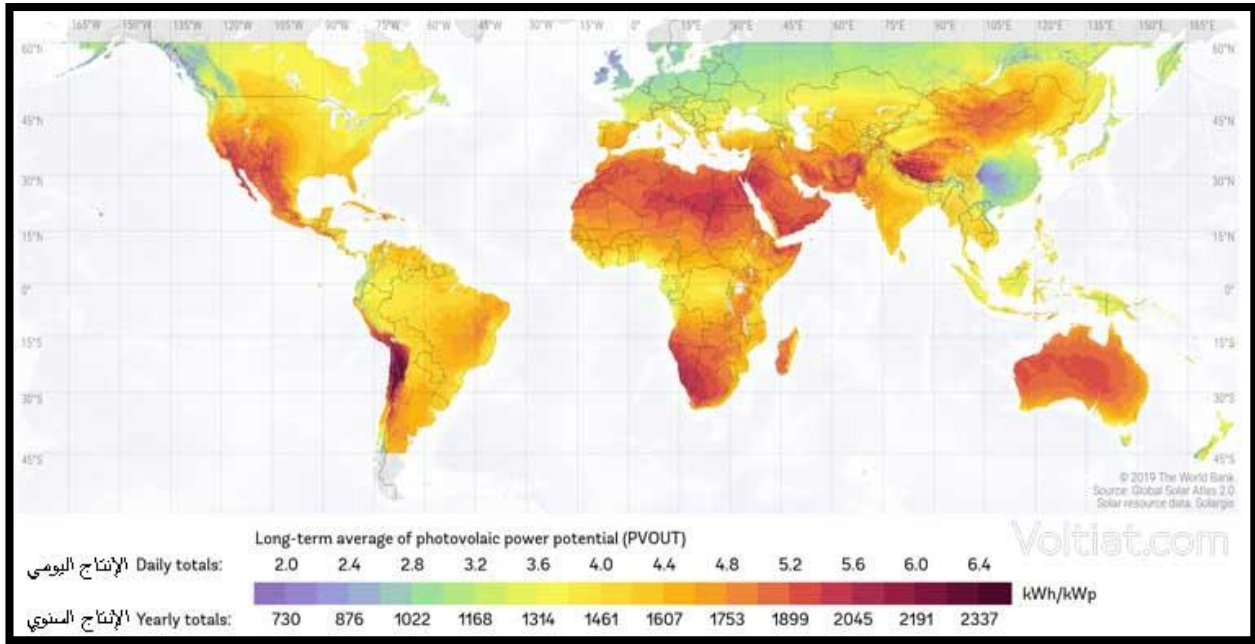
الشكل (I-11) : شدة الإشعاع الشمسي المباشر اليومي في جويلية سنة 2001 في الجزائر [13]

تملك الجزائر مخزونا كبيرا من الطاقة الشمسية نظرا لطبيعة المناخ ، فان أقصى طاقة شمسية في أي نقطة في بلدنا هي حوالي 1 kw/m^2 . متوسط الطاقة القصوى اليومية (السماء صافية ، يوليو) يتجاوز 6 kw/m^2 ، و الحد الأقصى من الطاقة السنوية في الجزائر حوالي 2500 kw/m^2 . [13]

1-7 معدل الإشعاع الشمسي: [15]

قد تختلف قيمة معدل الإشعاع الشمسي من موقع لموقع آخر حسب البيئة وساعات وجود الشمس خلال فترة النهار، كما نعلم أن منطقة الشرق الأوسط تعتبر المركزية في وجود الإشعاع الشمسي، وزيادة شدته في الدول العربية على وجه الخصوص.

لذلك لا بد من استخدام كافة الوسائل المتاحة للاستغلال الأمثل لأشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض، والاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية المستدامة والنظيفة والمجانية. هناك العديد من التطبيقات والبرامج التي تحدد لنا قيمة معدل الإشعاع الشمسي اليومي والسنوي، وما أفضل زاوية ميل للألواح الشمسية، حيث يمكنك من خلال موقع "global solar atlas" من تحديد كمية الإشعاع الشمسي الساقط على الموقع خلال اليوم أو السنة، وكذلك يوضح لك أفضل زاوية الميل المطلوب للألواح الشمسية.

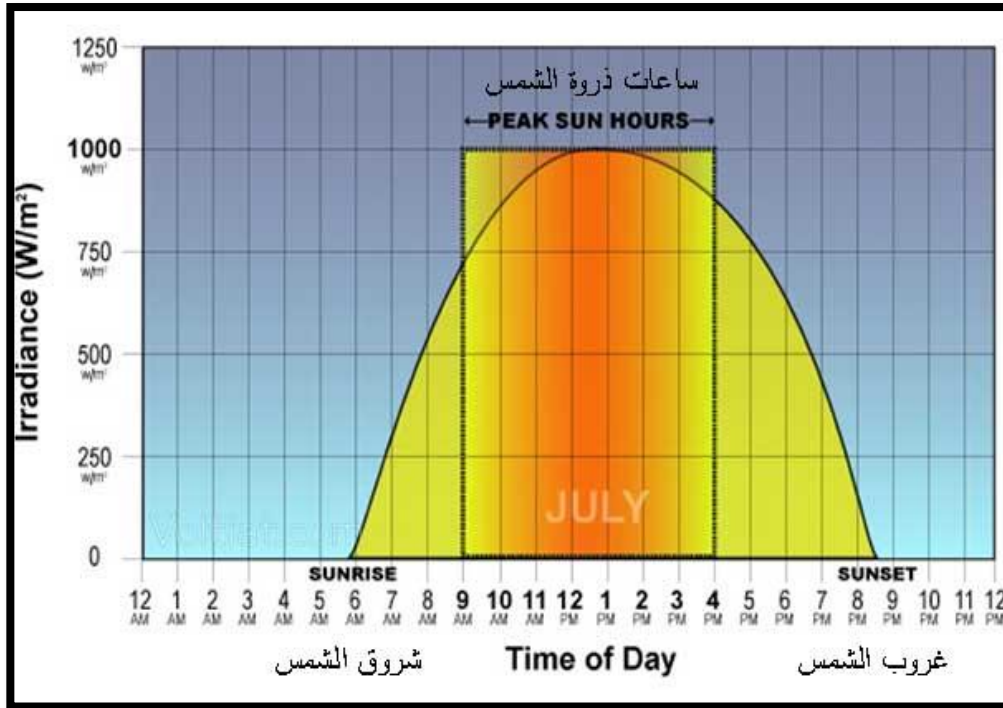


الشكل (1-12): خريطة شدة الإشعاع الشمسي [15]

باستخدامك لمتصفح الإنترنت، أصبح من السهل تحديد القيمة بدقة من خلال زيارة الموقع الذي يوضح لك فيه خريطة العالم، وبمجرد النقر على مكان موقعك يوضح لك معدل الإشعاع الشمسي المتوفر، وأنسب زاوية ميل للألواح الشمسية، وبعض المعلومات الأخرى. وقيمة معدل الإشعاع الشمسي تختلف من منطقة لمنطقة أخرى، ففي مدينة الرياض تكون القيمة (6.65)، بينما في القاهرة (6.33)، وفي دمشق (6.50)، وفي الجزائر 4.6 ولتعرف القيمة بشكل أدق حسب موقعك عليك الذهاب إلى موقع global solar atlas.

I - 8 ساعات ذروة الإشعاع الشمسي: [16]

مع تغير موضع أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض، فإن الألواح الشمسية تستقبل الإشعاع الشمسي بدرجات متفاوتة خلال النهار، إذ تكون في أقل قيمتها بفترة الشروق، وتصل إلى ذروتها بمنتصف النهار (وقت الظهيرة)، وتتناقص وقت الغروب. ويطلق على ساعات الذروة الشمسية بالإنجليزية: "Peak Sun Hours"، وخلال هذه الفترة تكون قد استقبلت الخلايا الشمسية قدرة محددة من الطاقة التي تكافئ افتراض استقبال اللوح لإشعاع شمسي ثابت قيمته 1000 وات لكل متر مربع.



الشكل (I-13) : منحنى معدل ساعات ذروة الإشعاع الشمسي [16]

مقدمة:

تهدف الدراسات والبحوث العلمية في الجانب الطاقات البديلة والمتجددة إلى إيجاد حلول لمشاكل نفوذ الطاقة فاقترحت العديد من طرق نقل الإشعاع الشمسي ومن بينها الألياف الضوئية التي باتت من مقومات الأساسية في عصرنا نظرا لاستخدامها في العديد من المجالات ومن خلال هذه المحاسن المتنوعة للألياف الضوئية وكمية نقل المعلومات الهائلة والتوهين المنخفض جعلنا نتطرق لدراسة هذه الألياف بشكل شامل

II-1 نبذة تاريخية عن الألياف البصرية :

اهتم الباحثون منذ زمن بفكرة انتقال الضوء فاستخدموا المرايا العاكسة والمصابيح لنقل المعلومات ولكن مقدار المعلومات المنقولة محدودة ويمكن للأخزين الاطلاع عليها علاوة على التأثير السلبي للظروف البيئية.

إن أول محاولة فعلية مدونة لاستخدام الإشارات كانت عام 1791م من قبل كلود شابي في فرنسا أدى استخدم مجموعة من الأبراج تحتوي على عدة أدرع لنقل معلومات مسافة 200 كلم يستغرق إرسال المعلومة حوالي 15 دقيقة. في عام 1854 اجر د. جون تايلند تجربة بسيطة بين الضوء يمكن ثنيه إذا وجد الوسط الملائم وفي عام 1870 برهن على انه يمكن احتواء الضوء وتوجيهه داخل أنبوب رقيق من ماء ثم تجريب نفس الفعل على أنابيب من زجاج وبعدها أنابيب من الكوارتز الخالص. [16]

و في عام 1880 قام الكسندر جرهام بنقل الصوت عبر حزمة ضوئية. وقد أجريت محاولات عدة لاستخدام الاتصالات البصرية و لكنها لم تلق النجاح لعدم توفر المناخ المناسبة إضافة إلى الاضطرابات الجوية كالمطر و الثلج و الغبار و الضباب مما حد من إمكانية استخدامها . أدى اكتشاف الليزر عام 1960 من قبل ثيودور ميمان إلى تجديد الاهتمام بالاتصالات البصرية. و في عام 1966 اقترح كل من تشارس كاو و جورج هوكام تصنيع ألياف زجاجية قليلة الفقد و في عام 1970 تم تصنيع ألياف زجاجية مصنعة من مادة السليكا و يفقد 20 ديسبل بدلا من 1000 ديسبل لكل كيلومتر قبل ذلك الوقت. [17]

II-2 الألياف البصرية:

II-2-1 تعريف الألياف البصرية : هي اتحاد لاسطوانتين في المركز مصنوعتين من الزجاج النقي السليكا أو البلاستيك قطرهما بحجم شعرة رأس الإنسان و لا يتجاوز ربع ميليمتر تستخدم لنقل الإشارة الضوئية دون فقدها أو إتلافها . [18]

II-2-2 مكونات الليف البصري :

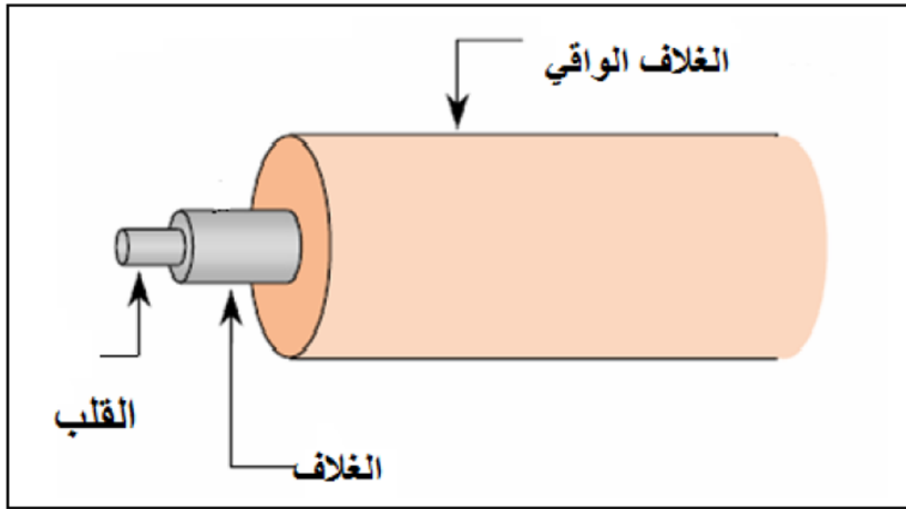
يتكون من ثلاث أجزاء رئيسية وهي :

II-2-2-1 القلب (core) وهو الجزء المركزي للليف يتكون من زجاج عالي النقاوة ينتقل فيه الضوء.

II-2-2-2 العاكس (cladding) مادة تحيط بالقلب وتعمل على عكس الضوء مرة أخرى.

II-2-2-3 الغطاء الواقي (Buffer Coating) غلاف من بلاستيك يحمي الليف من الضرر

والإتلاف . [19]



الشكل (II-1) : مكونات الليف البصري [19]

II-2-3 أنواع الألياف البصرية :

تنقسم الألياف البصرية إلى أكثر من نوع وذلك حسب معيار المستخدم لتقسيم فحسب تغير معامل

الانكسار في قلب الليف تنقسم الألياف إلى:

-ألياف عتبية

-ألياف تدرجية

أما من حيث أنماط المنتشرة خلال الليف البصري تنقسم إلى :

-ألياف متعددة النمط

-ألياف أحادية النمط

وتنقسم حسب مادة الصنع إلى :

-ألياف زجاجية

-ألياف بلاستيكية

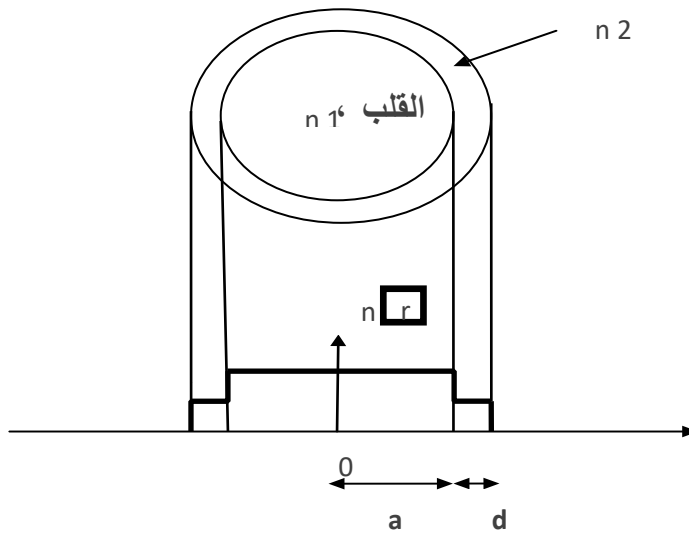
II-2-3-1 ألياف متعددة النمط Multimode :

الليف العتبي Step- Index Fibre :

نتيجة لسهولة التصنيع ظهر هذا النوع من الألياف حيث يصنع قلب الليف من زجاج النقي له معامل انكسار ثابت n_1 كما يصنع الغلاف من زجاج أيضا بمعامل انكسار ثابت n_2 حيث $n_2 < n_1$ كما هو موضح في هذا الشكل الذي يمثل كيفية تغير معامل الانكسار الليف البصري $n(r)$ بالاعتماد على المسافة القطرية من مركز الليف ، إن تغير معامل الانكسار من القيمة n_1 إلى n_2 او العكس يأخذ شكل الدرجة او العتبة ومن هنا جاءت تسمية الليف العتبي . [20]

بالاعتماد على العلاقة التالية يمكننا حساب عدد أنماط المنتشرة (Mg) خلال الليف العتبي بالعلاقة :

$$M_g = V^2/2 \quad (II - 1)$$



الشكل (II-2) : تغير معامل انكسار الليف العتبي

بحيث :

n معامل انكسار للوسط الذي يتم فيه انتشار (القلب $n=n_1$) .

d يمثل سمك الغلاف .

ان سبب ثبات سرعة يعود الى ان معامل انكسار لب الليف ذو قيمة ثابتة وعليه فالعلاقة (II - 1) لا تتغير هندسيا تنتشر الحزم او الأشعة الضوئية ضمن منطقة لب الليف البصري وتكون مساراتها على

شكل خطوط مستقيمة الشكل (II-3) :

تمتاز الألياف العتبية بتدني سعرها نظرا لبساطتها وتشتتها الباطني

الليف التدريجي :

يتميز هذا النوع من الألياف بمعامل انكسار تدريجي راجع إلى أن معامل الانكسار لا يكون ثابت القيمة وإنما يتغير تدريجيا انطلاقا من القلب إلى غاية الحد الفاصل بين القلب والغلاف حيث أقصى قيمة $n=n_1$ و $n=n_2$ ويأخذ أشكالا مختلفة المثلثي والقطع المكافئ وكذا أشكالا قريبة منهما يبقى معامل انكسار ثابت في غلاف الليف (n_2) . [20]

يمكننا التعبير رياضيا عن معامل الانكسار المتغير للقلب كدالة r (n) بالعلاقات التالية :

$$n(r) = n_1(1 - 2\Delta)\sqrt{\left(\frac{r}{a}\right)\alpha} \quad r < a \quad (II - 2)$$

$$n(r) = n_1\sqrt{(1 - 2\Delta)} = n_2 \quad r \geq a \quad (II - 3)$$

$$\Delta = \frac{(n_1^2 - n_2^2)}{2 \cdot n_1^2} \quad (II - 4)$$

Δ هو فرق النسبي لمعامل الانكسار

حيث الفرق النسبي لمعامل الانكسار وتكون اقل بكثير من الواحد وعبارة α تمثل معامل الدالة

الذي يمثل شكل الدالة (مثلثي . قطع مكافئ الخ) عند :

$\alpha = 1$ يصبح الشكل مثلثي

$\alpha = 2$ يصبح الشكل قطع مكافئ

$\alpha = \infty$ يصبح الشكل عتبي كما في الشكل (II-4)

يمكن أن تأخذ α أي قيمة لكن أفضل قيمة هي 1.98 وشكل الناتج في هذه الحالة قطع مكافئ [20]

يمكننا ان نحسب عدد الأنماط المنتشرة في الليف التدريجي بالعلاقة التالية :

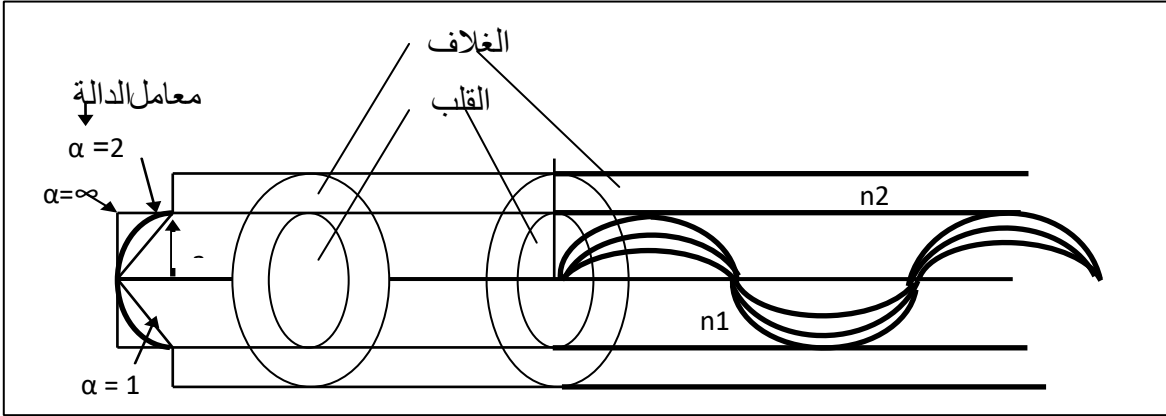
وعليه عدد أنماط يعتمد على نوع الدالة:

تكون مسارات حزم الضوئية داخل قلب الليف على شكل خطوط منحنية وليست مستقيمة وهذا

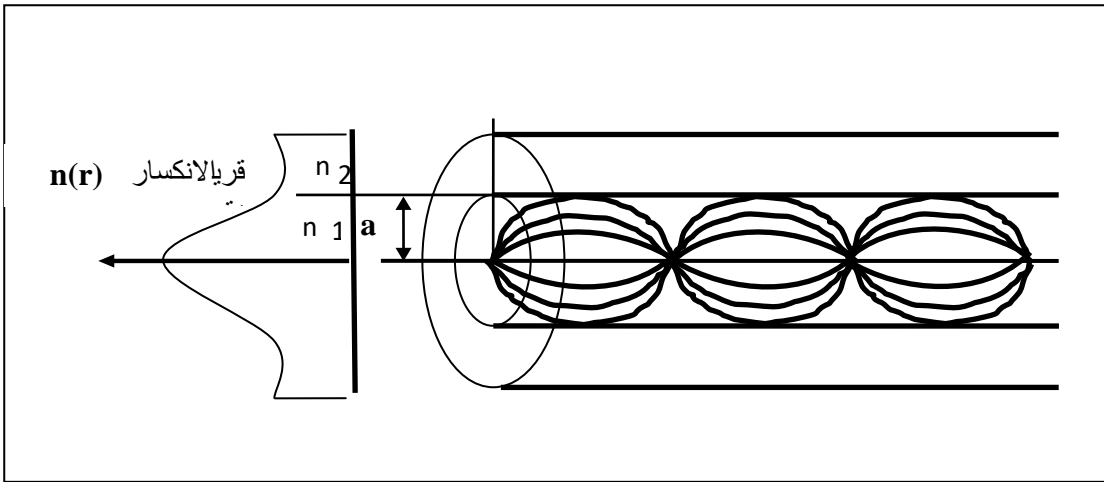
راجع إلى أن معامل الانكسار لمنطقة الانتشار لب الليف متغير فتكون السرعة عالية على منطقة

الأطراف القلب وتكون منخفضة في منطقة مركز القلب وهذا هو السبب الرئيسي الذي يعطي الألياف

البصرية ذات معامل الانكسار التدريجي ميزة الايجابية مقارنة مع الألياف العتبية. [21]



الشكل (II-3) : تغير معلم الانكسار في الليف التدريجي [21]



الشكل (II-4) : انتشار الحزم الضوئية عبر ليف ذي القطع المكافئ [19]

إن الحزم القريبة من القلب تكون بطيئة السرعة لكنها تقطع مسافة قصيرة أما الحزم الأبعد عن مركز القلب والأقرب للغلاف تتكون سريعة لكنها تقطع مسافة أطول كما في الشكل (II-5) ومنه جميع الحزم تصل في وقت متقارب وهذا ما يقلل التشتت ب 100 مرة مقارنة بالألياف العتبية. ومنه نستخلص أن الألياف البصرية ذات معلم الانكسار التدريجي أفضل من الألياف البصرية ذات معلم انكسار عتبي فهي تستخدم في التطبيقات لمسافات الإرسال البعيدة وتطلب سرعة عالية بإضافة إلى ان سعرها أعلى . [19]

II-2-3-2 ألياف أحادية النمط : [23]

لليف أحادي النمط نمط واحد من الانتشار وهو HE₁₁ وهو أول نمط يبدأ بالظهور والانتشار عبر الليف البصري ويسمى النمط الأساسي أو الأول في نفس الوقت وينتشر هذا النمط عبر حالتين من الاستقطاب

الحالة الأفقية يرمز لها بالرمز x والعمودية يرمز لها بالرمز y لا يمكن الحصول على حالة انتشار واحد الا اذا كانت قيمة v صغيرة للغاية (أي $v < 2.405$).

بحيث لما $v=2.405$ تسمى القيمة الحدية والتي تضمن ظهور نمط واحد بقيمة القطع ونرمز لها بـ V_C ومن اجل الحصول على ليف أحادي النمط من النوع العتبي يجب ان يتحقق الشرط .

$$0 \leq V \leq 2.405$$

يتحقق هذا الشرط بطريقتين :

الطريقة الأولى: تصغير نصف قطر الليف (a)

الطريقة الثانية : عن طريق الفرق النسبي لمعامل الانكسار (Δ) في حالة الليف أحادي النمط من النوع التدريجي V_C تعطى بالعلاقة التالية:

$$V_C = 2.405 \sqrt{1 + \frac{2}{\alpha}} \quad (II - 2)$$

II-2-3-3 الألياف البصرية حسب المادة الصنع :

II-2-3-3-1 الألياف البلاستيكية :

تتميز الألياف البلاستيكية بأنها مصنوعة بالكامل من البلاستيك وهذا ما يجعلها رخيصة حيث تصنع الآن على شكل ألياف عتبية متعددة الأنماط وتعمل على الطول الموجي 650nm ،من أهم الميزات الايجابية للألياف البلاستيكية هي :

- تدني السعر
- القطر كبير نسبيا حوالي (1000 nm) وهذا يجعلها سهلة الاستخدام
- بساطتها ومرونتها في التطبيق
- فتحة النفوذ العددية (NA) عالية حوالي (0.5-0.6)

أما بالنسبة لسلبيات فهي : [19]

- التوهين العالي جدا (أكثر من 200db/km)
- عرض النطاق الترددي القليل (5MHZ)
- استخدام الألياف البصرية البلاستيكية يقتصر على المسافات القصيرة جدا (داخل المكاتب والمعامل)

II-2-3-3-2 الألياف الزجاجية :

إن تكلفة صنع الزجاج أكبر مما عليه في حالة بلاستيك لكن ما يميزه الخسارة أقل بحيث تصنف أنواع الزجاج المستخدمة الى صنفين :

زجاج درجات الحرارة العالية المتمثل في ثاني أكسيد السيلكون النقي SiO_2 ويضاف له السليكا النقية المعالجة بالمواد GeO_2, PO, B_2O_3 عند الحاجة لتغيير قرينة الانكسار .

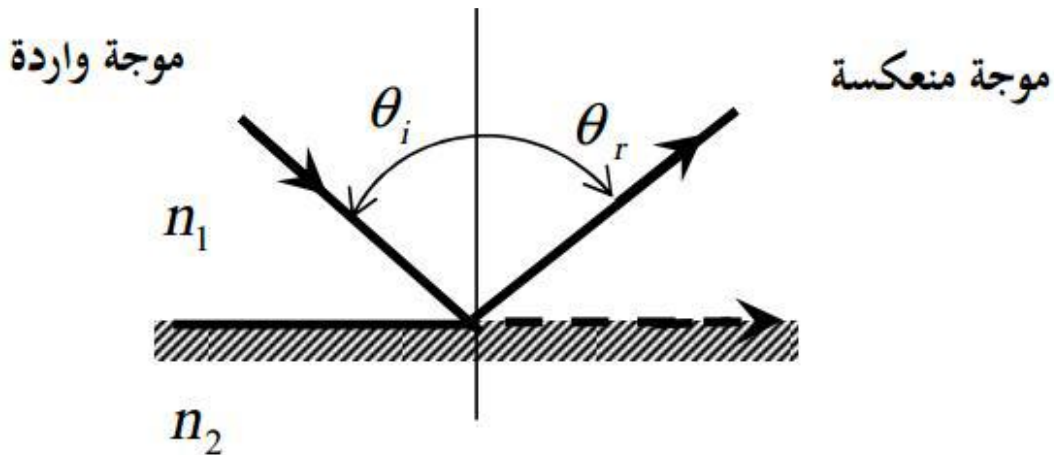
بالنسبة لنوع الثاني فيكون من زجاج السليكا المركب الذي يعتبر زجاج درجات الحرارة الوطئة مثل صديوم سيلكا تالبورن SiO_2, B_2O_3, Na_2O او صوديوم السيلكات الكالسيوم SiO_2, CaO, Na_2O . [24]

II-2-4 مبدأ عمل الألياف البصرية :

يرتكز عمل الألياف البصرية على نظرية الإشعاع الضوئي الذي يعتبر الضوء كشعاع يتجه باتجاه معين وزوايا معينة وينطبق عليه القوانين الأساسية في علم الاتصالات البصرية الضوئية مثل قوانين (قانون سنل , الانعكاس .الانكسار) وعليه فان الضوء ينتشر كشعاع أخذا اتجاه معين وسرعة معينة تعتمد قيمتها على نوع الوسط الذي يتم فيه الانتشار وعليه فان أي انتشار الضوء داخل الوسط يكون أقل من الفراغ . [23]

II-2-5 مراحل انتقال الضوء عبر ليف بصري :

يعتمد انتشار الضوء داخل الليف الضوئي على ظاهرة الانعكاس الكلي والذي يتحقق عند $n_2 < n_1$



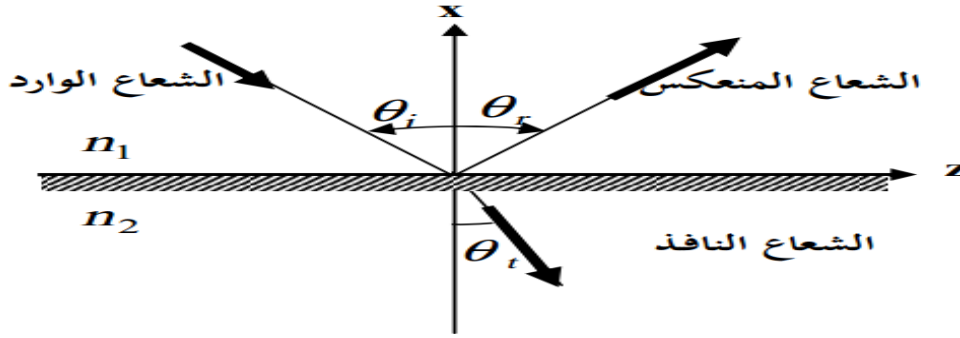
الشكل (II-5) : الانعكاس الكلي لشعاع الضوئي [25]

من بين تطبيقات ظاهرة الانعكاس الكلي البيروسكوب (منظار الأفق) ومنظار ثنائي العينين و حمل

الإشارة في الليف البصري . [25]

II-2-5-1 قانون سنل ديكرت للانكسار: [16]

يعتبر قانون سنل من القوانين من أهم القوانين في عالم البصريات والذي يعطي العلاقة ما بين الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والزوايا المصاحبة .



الشكل (II-6) : يوضح الشعاع الوارد الشعاع المنعكس الشعاع النافذ [16]

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t \quad (\text{II} - 6)$$

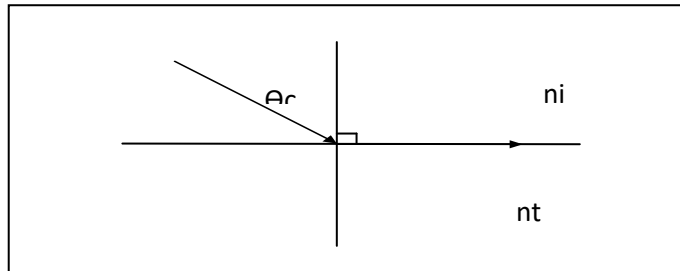
n_1 ترمز إلى معامل انكسار الزجاج و n_2 ترمز إلى معامل انكسار الهواء فيكتب قانون سنل

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin t} = \frac{n_2}{n_1} \quad (\text{II} - 7)$$

عندما تكون $n_1 > n_2$ فان $\theta_1 < \theta_2$.

II-2-5-2 الزاوية الحرجة : [16]

الزاوية الحرجة هي الحالة الخاصة لقيمة زاوية السقوط عندما تكون زاوية الانكسار مساوية ل 90°



الشكل (II-7) : الزاوية الحرجة لسقوط [16]

من قانون سنل يمكننا الحصول على الزاوية الحرجة لسقوط θ_c

$$\theta_c = \arcsin(n_t/n_i) \quad (II - 8)$$

II-2-5-3 الانعكاس الكلي الداخلي :

من قانون سنل كلما تغيرت زاوية السقوط كلما رافقها تغير في زاوية الانكسار في حالة كون زاوية

سقوط اكبر من زاوية الحرجة ، فان الضوء ينعكس بالكامل (لا يحدث انكسار) وتسمى هذه الظاهرة

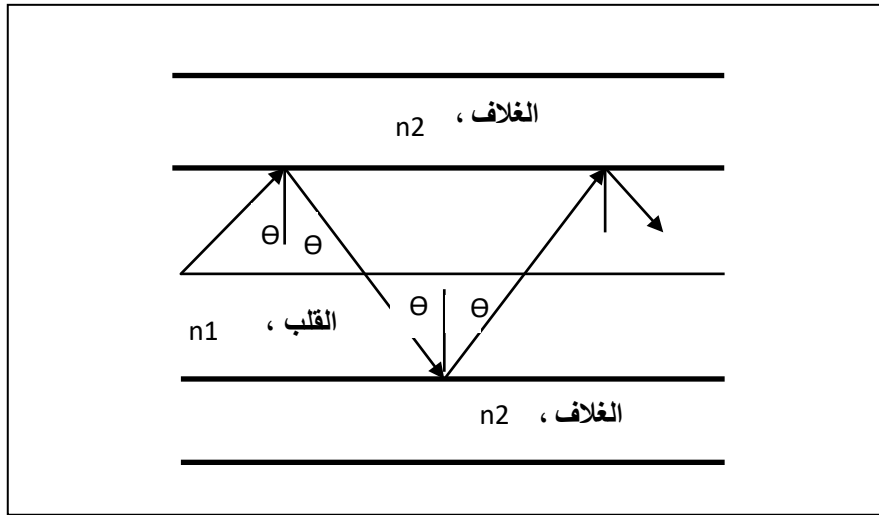
بالانعكاس الكلي ($\theta_i < \theta_c$) من اجل الحصول على هذه الظاهرة يجب ان ينتقل الضوء من الوسط ذي

معامل انكسار أعلى n_i الى وسط ذي معامل انكسار اقل n_t . [27]

لتوضيح عملية الانتشار الضوء عبر ليف بصري يمثل الشكل (II-9) انتقال الشعاع الضوئي

بزاوية سقوط θ حيث يكون الانتشار خلال لب الليف بكامل وذلك طبقاً لمبدأ الانعكاس الكلي الداخلي.

[16]

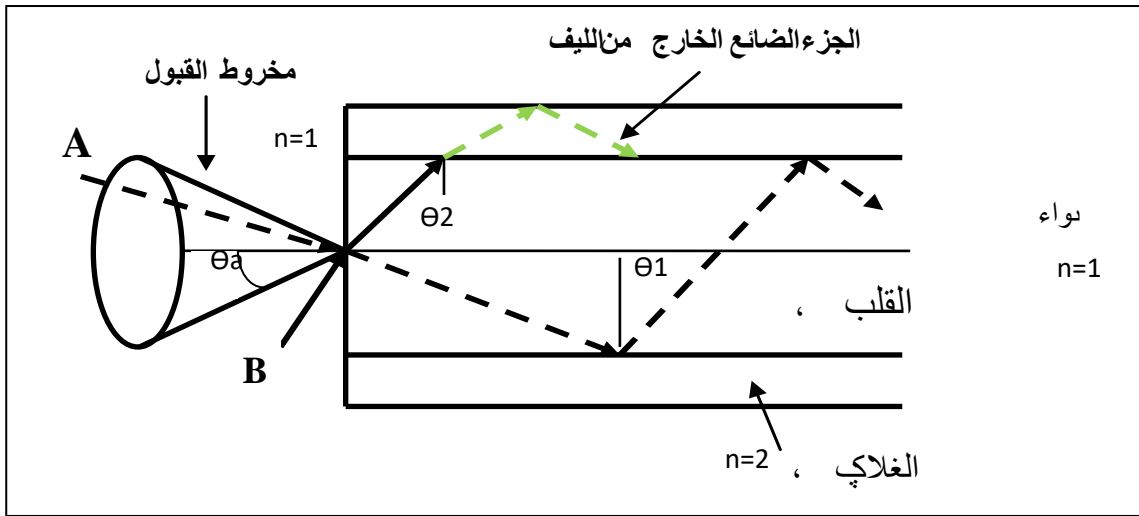


الشكل (II-8): انتشار شعاع ضوئي عبر ليف بصري [16]

II-2-5-4 زاوية القبول :

تعد زاوية القبول θ_a من القيم العددية التي يجب معرفتها عن الليف البصري ولكي يتضح

المعنى نستعين بالشكل أدناه :



الشكل (II-9): زاوية القبول عند إدخال الضوء للليف [28]

من خلال الشكل (II-10) يتضح لنا ان الشعاع A يدخل لليف بزوايا اقل من زاوية (θ_a) ويصل للحد الفاصل بين القلب والمحيط بزوايا θ_1 تكون اكبر من الزاوية الحرجة θ_c وبذلك يتابع مساره عبر الليف بشكل صحيح (يحقق الانعكاس الكلي الداخلي) بحيث يكون الفقد في هذه الحالة اقل ما يمكن يدخل الشعاع B لليف البصري بزوايا أكبر من زاوية القبول θ_a حيث يصل الحد الفاصل بين القلب والمحيط بزوايا أقل θ_c وبالتالي فان جزءا منه ينكسر باتجاه المحيط ويخرج خارج الليف مما يتسبب في فقد جزء من الضوء المنتشر وبالتالي لايمكن ان نحقق الانعكاس الكلي الداخلي .

ومن هنا يتضح لنا معنى زاوية القبول بأنها الزاوية التي يجب على الشعاع الداخل ان يدخل بها بزوايا تساويها أو اقل منها حتى يتحقق الانعكاس الكلي الداخلي وبالتالي ينتشر عبر الليف بشكل صحيح وأقل ضياع وأما الشعاع الداخل بزوايا أكبر من زاوية القبول فان جزءا منه ينكسر عبر محيط الليف وما تبقى منه ينعكس داخل الليف وهنا نتحصل على انعكاس جزئي وليس كلي من أجل ارسال الضوء لاطول مسافة ممكنة يجب مراعاة ادخال الضوء بزوايا لاتتجاوز θ_a والتي تكون محصورة بين صفر و 90° فانه يتشكل ما يشبه المخروط عند مقدمة الليف والذي يسمى مخروط القبول. [28]

II-2-6 تصنيع الألياف البصرية :

من أجل تصنيع الألياف يتوجب توفير مادتين على الأقل كل منهما مادة عازلة شفافة ومتجانسة التركيب كما تتميز بتوهين ضئيل جدا ومن ضروري اختلاف هاتين المادتين في معامل الانكسار .

هناك العديد من المواد العازلة العضوية وغير عضوية التي تحقق هذه الشروط في المدى المرئي ومجال الأشعة تحت الحمراء من طيف الإشعاع الكهرومغناطيسي لكن النوعين الأكثر استعمالاً هما الزجاج والبلاستيك .

تستخدم مادة البلاستيك بصفة عامة في صناعة الألياف البصرية ذات معامل انكسار عتبي فقط ولا تصلح لصناعة ألياف بصرية ذات معامل انكسار تدريجي وهذا الأخير يتطلب تغير معامل قلب الليف بشكل دقيق عبر التطعيم بمواد مناسبة وهذا ما يمكن إجراءه عند التصنيع فقط .

من النقاط المهمة في تصنيع الزجاج هي درجة حرارة الانصهار فمن المعلوم أن الزجاج يختلف عن معظم المواد بعدم وجود نقطة انصهار ثابتة كمعظم المواد البلورية .

تعمل المواد المضافة لمعالجة السليكا النقية على تغير معامل انكسارها بالمقدار المرغوب كما تخفض من مقدار لزوجتها وتعمل على زيادة معامل تمددها الطولي . [28]

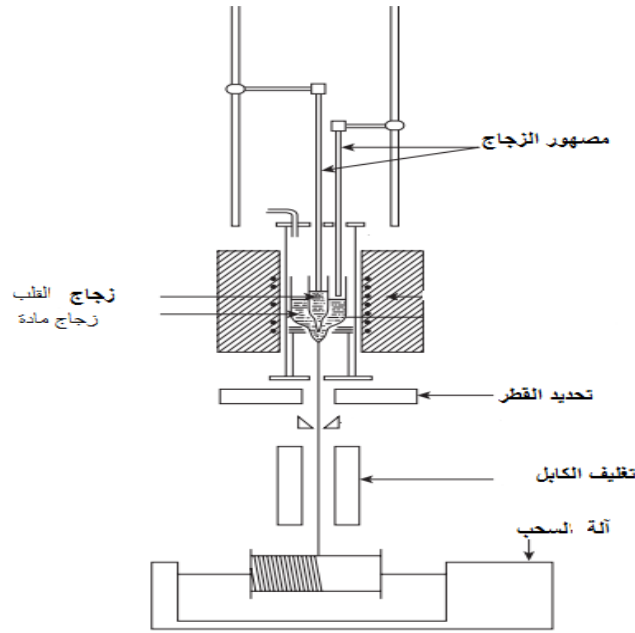
II-2-6-1 تحضير المادة البصرية :

تتضمن إحدى الطرق الأساسية التي تستخدم في تحضير قضبان الزجاج النقي تقنيات تعرف بتقنيات الانصهار أو تقنيات الطور السائل إن أول خطوة في هذه التقنية هي تحضير المواد المطلوبة على شكل مساحيق عالية النقاوة ثم تحضير منصهر لهذه المواد وذلك لتشكيل وسط متجانس من مركبات الزجاج وخالياً من الفقاعات حتى الدقيقة منها كما يملك معامل انكسار ثابت يمكن التحكم في هذا الأخير بنسب مركبات الخليط أو بتبادل الأيونات عندما تكون المواد في حالة انصهار . [28]

سحب الليف :

تتم عملية سحب الألياف البصرية بعد تحضير مواد الليف البصري بتقنية الطور السائل بطريقة البودقة المزوجة لسحب حيث تصنع البودقتين من البلاطين ويكون لهما محور مشترك تغذى البودقة الداخلية بالقضبان الزجاج المعد لقلب الليف البصري كما تغذى البودقة الخارجية بقضبان الزجاج المعد للغلاف يتم صهر محتوى البودقتين في فرن عالي الكفاءة .

في قاعدة كل بودقة يوجد مخرج على شكل دائري لخروج قطر قلب الليف وغلافه حسب الحاجة وأسفل ذلك يقترن التركيب بمصهور البلاستيك الذي يشكل غطاء الليف ثم يمر كابل الألياف البصرية ببكرة تعمل على لفه. [25]



الشكل (II-11) : تصنيع ليف بصري بطريقة السحب [25]

II-2-6-2 الصنع بالطريقة الكيميائية لترسيب البخار:

ينتج عن ترسيب الزجاج بحالة البخار ألياف بصرية ذات خسارة واطئة جدا حيث يتم ترسيب الزجاج على السطح الخارجي لقضيب دوار من السليكا أو على سطحه الداخلي . حيث تشكل عملية الانتشار لأيونات المنقلة عبر الحد الفاصل بين القلب وغلافه المنصهر الأساس لطريقة التصنيع أما صيغة الانتشار فتحدد نموذج التغير في معامل الانكسار للليف البصري كما يمتد الانتشار على طول أنبوب السليكا بفعل التسخين الموضعي للأنبوب تعد نتائج هذه هي الأفضل في الحصول على التغير المطلوب للقرينة الانكسار . [24]

II-2-7 استعمالات الألياف البصرية : [28]

تستخدم الألياف في عدة مجالات

- الاتصالات بعيدة المدى
- البث التلفزيوني عبر الكابل
- الانترنت ونقل البيانات
- الاتصالات العسكرية
- في المجال الطبي والهندسة الوراثية

II-2-8 محاسن ومساوئ الألياف البصرية :

II-2-8-1 المحاسن : [28]

- ✓ تتميز الألياف البصرية بصغر قطرها وحجمها ووزنها وتتوفر بأطوال كافية لمختلف التطبيقات
- ✓ تتألف من مواد عازلة فتستخدم في مختلف المجالات .
- ✓ قابلة للإثناء ويمكن أن تنتهي بسهولة .
- ✓ تنقل الصورة بأدق التفاصيل منها التحليل والألوان .
- ✓ النقل الجيد للموجة الكهرومغناطسية وبخسارة ضئيلة .
- ✓ سعة نقل المعلومات كبيرة وأحسن من طرق التقليدية.
- ✓ تكمل غلاف حماية ووقاية جيد مما يجعلها وسيلة اتصال أكثر سرعة وصلابة.

II-2-8-2 مساوئ : [29]

- ✓ من مشاكل التي نواجهها في الألياف البصرية وهي التوهين الذي لا نستطيع حله وإنما نعمل على تخفيضه بقدر المستطاع الذي يسبب انخفاض الإشارة الضوئية بسبب سلوك الموجة المرسله مسارات ينتج عنها عدد من الموجات ذات الأطوار المختلفة ويتداخل هذه الموجات يحدث أضعاف لمستوى الموجة .
- ✓ تشتت الأمواج الناتج عن التعرجات التي تواجهها الموجة على مستوى قلب الليف وتواصل طريقها وتبتعد عن الموجة المارة في الخط المستقيم وبالتالي تتأخر عنها وهذا ما يجعل الأمواج تنتشت.

مقدمة :

إن استعمال الإشعاع الشمسي المركز بواسطة الألياف البصرية فتحت العديد من الخيارات مثل توليد الطاقة الشمسية لتسخين المياه وهذا الإشعاع الشمسي يتطلب تركيزه قبل نقله باستعمال المركز الشمسي .

في هذه الدراسة نستعمل مركز القطع المكافئ الشمسي الذي ينتج كثافة إشعاع عالية على بؤرته، هذا المركز يجب أن يدمج مع حزمة الألياف البصرية بشكل صحيح لنقل الإشعاع الشمسي بالكامل و بشكل فعال.

سوف نقوم في هذا الفصل بالتطرق إلى أهم الظواهر الحاصلة في النموذج المدروس و كذا النموذج الرياضي المستند عليه في هذه الدراسة .

III-1 خصائص منطقة الدراسة :

منطقة الدراسة ولاية ورقلة التي تقع في خط الطول 5.24^0 وخط العرض $\varphi=31.570$ وعلى ارتفاع $H=141m$ من سطح الأرض ونتيجة لهذا الموقع المتميز جعل منها مكان جيد لاستغلال هذه الطاقة الهائلة في عدة مجالات كالكهربائية باستخدام الخلايا الشمسية وحرارية بتوجيهها وتركيزها في المراكز الشمسية وهي التي اعتمدها في هذه الدراسة . [30]

Alti	141
S	1
Lati	31,57
Long	5,24

(جدول III-1) جدول القيم الفلكية لمنطقة ورقلة.

	Tmax	Tmin
JANVIER	19,9	5,4
FÉVRIER	23,2	7,9
MARS	27,3	11,4
AVRIL	31,6	16
MAI	35,6	20
JUIN	41,9	25,5
JUILLET	44,1	28,9
AOÛT	43,6	27,2
SEPTEMBRE	39,2	23,6
OCTOBRE	32,2	16,7
NOVEMBRE	24,9	10
DÉCEMBRE	21,2	6,2

(جدول 2-III) لقيم أقصى و ادني درجات حرارة الجو لمنطقة ورقلة.

4-III تحديد وقياس الإشعاع الشمسي:

إن القياس الدقيق لشدة الإشعاع الشمسي مهم لتصميم وتنفيذ مشاريع الطاقة الشمسية، فقبل البدء بالمشروع يسعى الباحثون إلى جمع معلومات عن حالة الإشعاع في منطقة العمل وقيمتها من أجل تصميم ناجح للمشروع وضمان عمل جيد له خلال فترة عمله مستقبلاً.

تتألف أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض من الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر والإشعاع الشمسي الأفقي المنتشر وكلاهما سوياً حسب المعادلة التالية يمثلان الإشعاع الأرضي الأفقي

$$GHI = DHI + DNI \cdot \cos(\varphi) \quad (III - 1)$$

حيث φ زاوية ميلان الإشعاع عن سطح الأرض.

1-4-III حساب الإشعاع الشمسي المباشر: [30]

- الثابت الشمسي I_0 : هو شدة تدفق الإشعاع الشمسي التي تتلقاها وحدة مساحة 1 m^2 خارج الغلاف الجوي للأرض ، بحيث تكون عمودية على أشعة الشمس التي تبعد عن الأرض بقيمة متوسطة خلال السنة تقدر بـ $1,5 \cdot 10^8 \text{ Km}$ ، وتعطى قيمة الثابت الشمسي المقاسة من طرف Gueymard في 2004 ب :

$$I_0 = 1366.1 \text{ W/m}^2 \quad (III - 2)$$

وخلال أيام السنة تعطى علاقة التصحيح للثابت الشمسي:

$$I_0 = I \left[1 + 0.034 \cos[(N_J - 2)] \frac{360}{365} \right] \quad (\text{III} - 3)$$

حيث N_J يمثل رقم اليوم من السنة الشمسية (365 1,2 N_J)، الذي يحسب من خلال تحديد كل من N_m رقم الشهر من السنة و N_{jm} رقم اليوم من الشهر بالعلاقة التالية:

$$N_J = 30(N_m - 1) + N_{jm} \quad (\text{III} - 4)$$

- الكتلة الهوائية الضوئية (AM (masse d'air

هي نسبة المسافة التي يخترقها الشعاع الشمسي في الغلاف الجوي، حتى يصل سطح الأرض إلى المسافة التي يخترقها الشعاع الشمسي. عندما تكون الشمس عمودية فوق الموقع، مع اعتبار أن الموقع في مستوى سطح البحر كما يبين الشكل (III - 3).

إذ تكون الكتلة الهوائية الضوئية مساوية للواحد عندما تكون الشمس عمودية على الموقع، و تعطى بالعلاقة:

$$AM = \frac{OA}{OB} = \frac{1}{\sinh} \quad (\text{III} - 5)$$

من أجل أشعة الشمس النازمية ($h=90^\circ$) فإن ($AM=1$).

حيث: $1 \leq AM < \infty+$

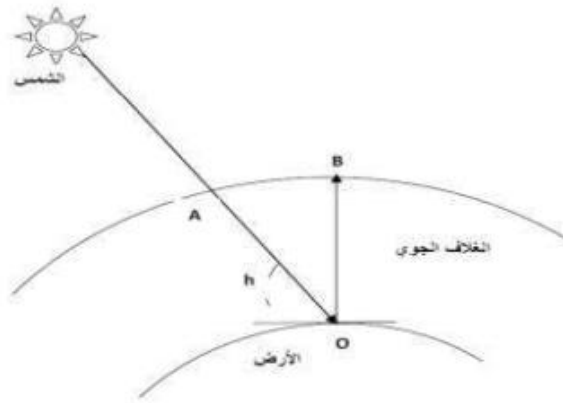
- زاوية الارتفاع h : هي الزاوية التي يصنعها الشعاع الشمسي الوارد إلى النقطة من سطح الأرض مع المستوى الأفقي المار بالنقطة، حيث تكون $h=0$ عند الشروق و الغروب كما يبين الشكل (II-2)، وتعطى بالعلاقة:

$$h = \arcsin(\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\omega) \quad (\text{III} - 6)$$

$$h_{max} = \arcsin(\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta)$$

-زاوية دائرة العرض للمنطقة φ

و هي الزاوية التي يصنعها الناظم على سطح الأرض في المنطقة مع الناظم على سطح الأرض في خط الاستواء، الواقع في نفس خط الطول مع المنطقة. و تكون الزاوية موجبة، إذا كانت المنطقة شمال خط الاستواء، بينما تكون سالبة إذا كانت المنطقة جنوب خط الاستواء الشكل (III-1).



الشكل (III-1) : الكتلة الهوائية الضوئية

- زاوية الساعة الشمسية w : نتيجة دوران الأرض حول نفسها، فإن الشعاع الشمسي يمسح دورة كاملة حول الأرض 360° خلال 24 h وفق دائرة العرض، أي 15° لكل ساعة، مع اعتبار الزوال هو المبدأ ($w=0$)، وتعطى عبارة زاوية الساعة الشمسية بالعلاقة:

$$w = (TVS - 12) \quad (\text{III} - 7)$$

حيث TVS يمثل التوقيت الشمسي الحقيقي، الذي يعتمد الزوال الشمسي في المنطقة ($w=0$) عند الساعة $12:00$ زوالاً. وتكون $w > 0$ مساءً، بينما تكون $w < 0$ صباحاً. ويتعلق التوقيت الشمسي الحقيقي (TVS) بالتوقيت المحلي للمنطقة بالعلاقة:

$$TVS = T_U + E_t + \frac{L}{15} \quad (\text{III} - 8)$$

- T_U التوقيت العالمي (خط الزوال مار عبر غرينيتش).

- L خط الطول للمنطقة حيث: $L < 0$ شرقاً و $L > 0$ غرباً.

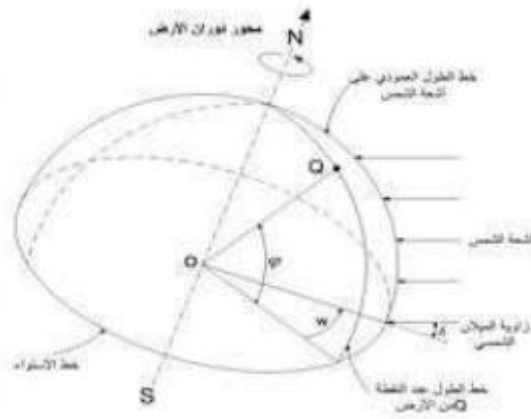
- معادلة التصحيح الزمني E_t : تعطى معادلة التصحيح الزمني وبدقة إلى 30 ثانية خلال ساعات النهار من طرف Woolf بالدقائق:

$$E_t = 0.258\cos x - 7.416\sin x - 3.648\cos 2x - 9.228\sin 2x \quad (\text{III} - 9)$$

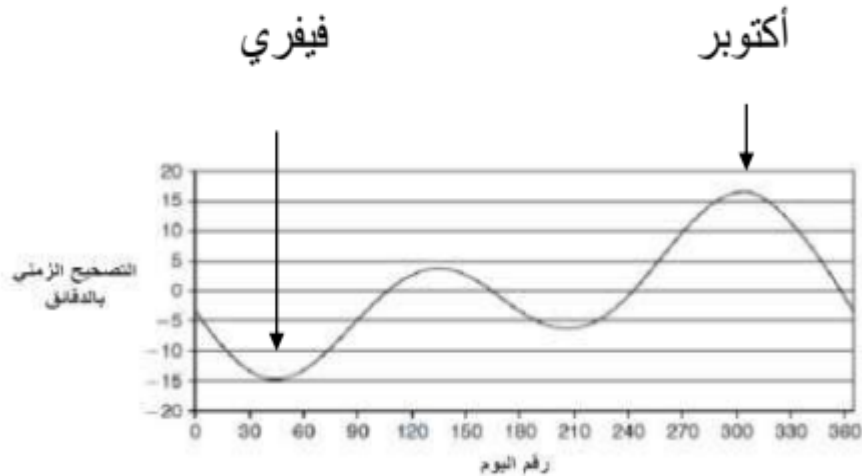
حيث x مقدرة بالدرجات :

$$x = \frac{360(N_f)}{365.242} \quad (\text{III} - 10)$$

و يعطي البيان الشكل (2-III) التصحيح الزمني خلال أيام السنة.

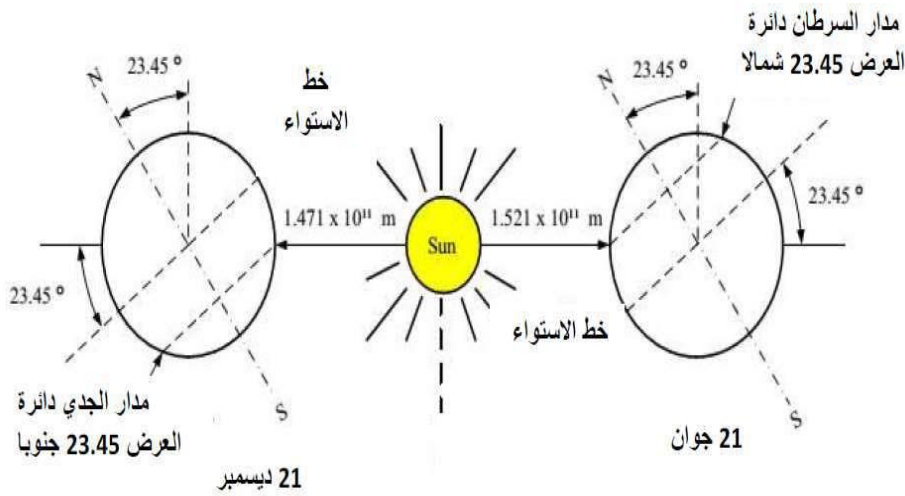


الشكل (2-III) : زاوية الساعة الشمسية و دائرة العرض للمنطقة



الشكل (3-III) : يعطي البيان تغيرات التصحيح الزمني خلال أيام السنة.

- زاوية الميل الشمسي δ : تدور الأرض حول الشمس في مساره هليجي، حيث تكمل دورة كاملة خلال 365.25 يوم، بحيث تصل المسافة أرض - شمس أقل قيمة والتي تبلغ $(1,47 \cdot 10^{11} \text{m})$ في 21 ديسمبر. كما تبلغ المسافة قيمتها العظمى، $(1,52 \cdot 10^{11} \text{m})$ في 21 جوان الشكلين (2-III و 3-III). يصنع محور دوران الأرض حول نفسها مع الناظم على المستوى الهليجي (مستوى دوران الأرض حول الشمس) زاوية الميل δ تتغير بين 23.45° و -23.45° على مدار السنة الشكل (4-III).



الشكل (III-4) : حركة الأرض بالنسبة للشمس

و تعطى عبارة زاوية الميل الشمسي في كل يوم من السنة بالعلاقة:

$$\delta = 23.25^\circ \sin \left[\frac{360}{365} (284 + N_J) \right] \quad (\text{III} - 11)$$

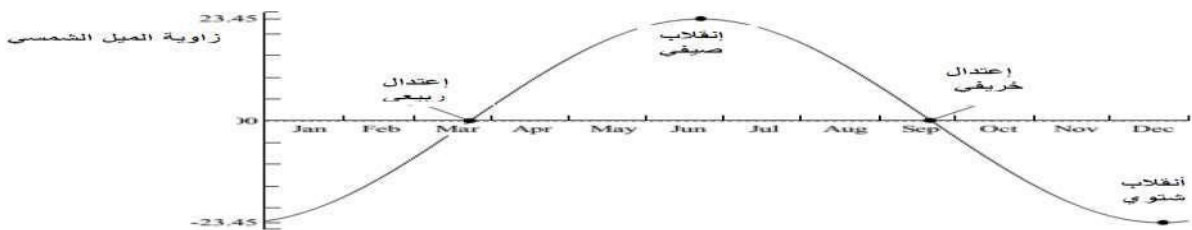
حيث نأخذ القيمة العظمى؛ $(+23.45)$ في جوان 21 انقلاب صيفي و (-23.45) في 21 ديسمبر انقلاب شتوي. بينما تكون معدومة $(\delta=0)$ في الاعتدالين الخريفي في 21 سبتمبر و الربيعي في 21 مارس كما يبين الشكل (III-1).

- الإشعاع الشمسي المباشر: تعطى عبارة الإشعاع الشمسي المباشر الوارد من الشمس إلى سطح الأرض ناظميا بعد اختراقه للغلاف الجوي بالعلاقة:

$$ID = I (a_0 + a_1 e^{-K \cdot AM}) \dots \dots \dots (\text{III} - 12)$$

في حالة الإشعاع الشمسي المباشر الذي يرد بزاوية أعلى سطح مائل تعطى عبارتها بالعلاقة:

$$IDT = ID \cos i \dots \dots \dots (\text{III} - 13)$$



الشكل (III-5) : بيان تغيرات زاوية الميل الشمسي خلال أيام السنة

5-III دراسة النظرية الإشعاع المركز الشمسي ذو القطع المكافئ نقطي :

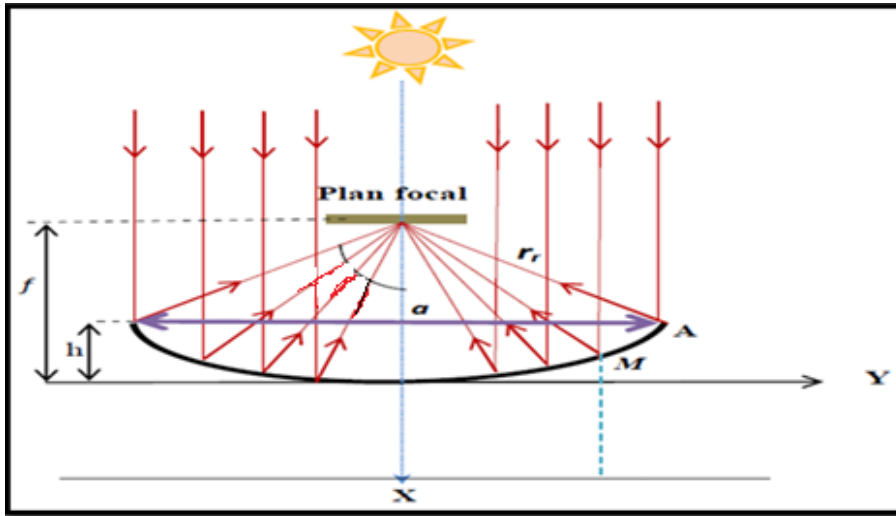
1-5-III تعريف الإشعاع المركز الشمسي ذو القطع المكافئ نقطي:

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) [32،31]، وتعطى معادلة القطع المكافئ كالتالي:

$$X^2 = 4 \cdot f \cdot Y \quad (\text{III} - 13)$$

حيث: f هو البعد البؤري.

كل الأشعة الشمسية الواردة على السطح العاكس للقطع المكافئ المقعر والموازية للمحور ستعكس في نقطة واحدة تسمى البؤرة تميزها زاوية الفتحة Ψ ونصف قطر القطع المكافئ r_r [31] كما موضح في الشكل (6-III) :



الشكل (6-III) : هندسة القطع المكافئ [33]

2-5-III زاوية الفتحة القطع المكافئ:

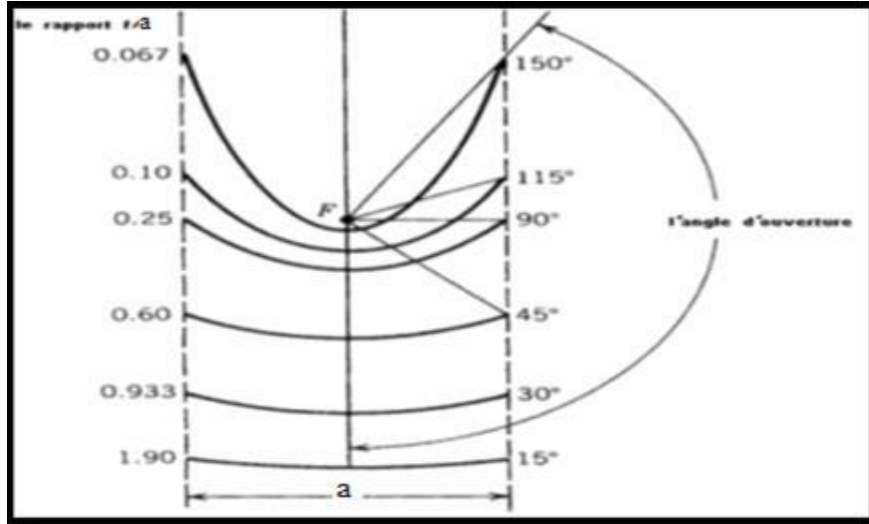
يميز المركز الشمسي بزاوية الفتحة Ψ كما موضحة في الشكل (7-III) حيث تعطي بالمعادلة التالية:

$$\tan \psi = \frac{(f/a)}{2(f/a)^2 - \frac{1}{B}} \quad (\text{III} - 14)$$

: قطر فتحة القطع المكافئ.

f: البعد البؤري.

يتضح من العلاقة (2-3) أن زاوية الفتحة تكون صغيرة كلما كان البعد البؤري كبير [11] وهذا عند نفس قطر القطع المكافئ كما موضح في الشكل (III-7) :



الشكل (III-7) : زاوية الفتحة بالنسبة لموضع البؤرة [11]

III-5-3 الارتفاع h:

يرمز لارتفاع القطع المكافئ ب h يمكن تعريفه بأنه المسافة بين الرأس للقطع المكافئ A و نقطة تقاطع المحور مع قطر فتحة قطع مكافئ [30، 11] ويعطى بالعلاقة التالية:

$$h = \frac{a^2}{16f} \quad (\text{III} - 15)$$

III-5-4 سطح القطع المكافئ AS:

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

$$A_S = \frac{2}{3} a \cdot h \quad (\text{III} - 16)$$

III-5-5 نصف قطر القطع المكافئ r_r:

يعرف على أنه المسافة FM بين نقطة M من سطح القطع المكافئ والبؤرة F [34] ويعطى بالعلاقة التالية:

$$r_r = \frac{2f}{1 + \cos \psi} \quad (\text{III} - 17)$$

III-5-6 طول القطع المكافئ S:

يمثل طول شريط قوس من القطع المكافئ يكون من تقاضل السطح الفاصل [35] لهذا المنحنى

كما توضحه العلاقة التالية:

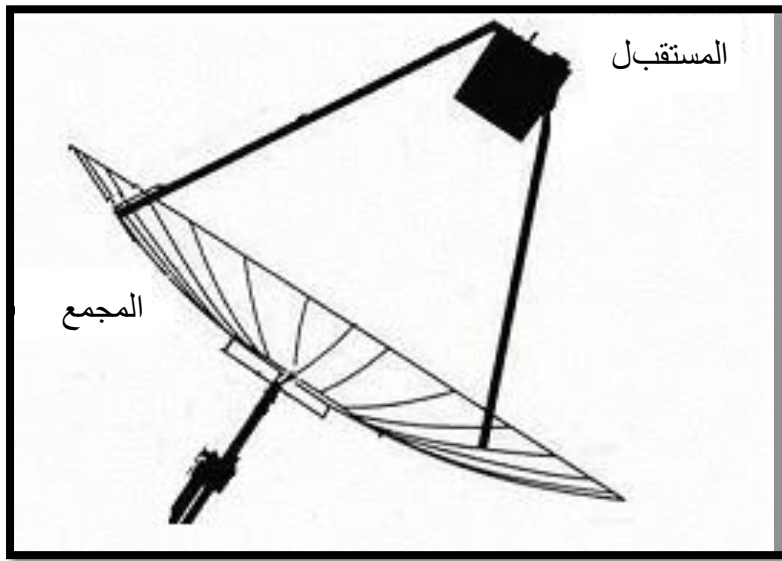
$$s = \left[\frac{a}{2} \sqrt{(4h/a)^2 + 1} \right] + 2f \cdot \ln \left[\frac{4h}{a} + \sqrt{(4h/a)^2 + 1} \right] \quad (\text{III} - 18)$$

حيث: s هو طول القوس ويقاس ب m .

III-6 منظومة المركز الشمسي ذو قطع مكافئ :

يتكون المركز الشمسي ذو شكل القطع المكافئ من عاكس والمجمع والمستقبل [34] كما موضح

في الشكل (8-III) :



[ع]

الشكل (8-III) : المركز الشمسي ذو القطع المكافئ [34]

III-6-1 العاكس:

إن دوران قطع مكافئ حول محور Z كمحور تناظر نحصل على الجسم المكافئ الدوراني

(paraboloïde) ما يسمى بالصحن أو الطبق الشمسي [12] حيث تكون دائرة معادلتها:

ويعطى Z بالعلاقة

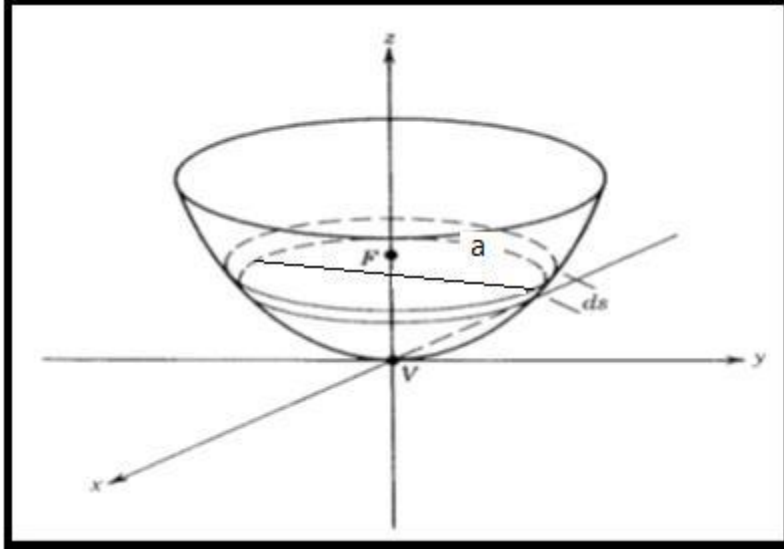
$$x^2 + Y^2 = 4 \cdot f \cdot z \quad (\text{III} - 19)$$

$$z = \frac{a^2}{4 \cdot f} \quad (\text{III} - 20)$$

بإمكاننا أن نعرف شريط تقاضلي دائري لسطح دائري على الفتحة [12] كما هو ممثل في الشكل

: (9-III)

$$dA_{ref} = 2. \pi. a \sqrt{dz^2 + da^2} \quad (\text{III} - 21)$$



الشكل (9-III) : عنصر تفاضلي لسطح على قطعة القطع المكافئ [12]

حيث: a قطر القطع المكافئ.

$$dA_{ref} = 2. \pi. a. da \sqrt{\left[\frac{a}{2f}\right]^2 + 1} \quad (\text{III} - 22)$$

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

$$A_{ref} = 8. \pi. f^2 \left\{ \left[\left(\frac{a}{4f} \right)^2 + 1 \right]^{3/2} - 1 \right\} \quad (\text{III} - 23)$$

ومساحة فتحة العاكس هي مساحة دائرة:

$$A_a = \frac{\pi.a^2}{4} \quad (\text{III} - 24)$$

ويمكن كتابتها حسب [12] كما يلي:

$$A_a = \frac{\pi}{4} (2\pi. \sin\Psi)^2 \quad (\text{III} - 25)$$

III-6-2- 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) [30] وقد يكون هذا المائع ماء أو زيت أو غاز

III-6-2-1 خصائص المستقبل: يأخذ الشكل الاسطواني وهذا للاستغلال التام لأبعاد البؤرة المراد المصنوع منها المستقبل يستحسن أن تأخذ الخصائص التالية وهذا لأجل الاستفادة المثالية من الطاقة الشمسية وهذا من خلال الالتقاط كل الأشعة [35]:

❖ التوصيل الجيد والانتشار الحراري مثل النحاس والألمنيوم الذي له معامل توصيل حراري

$$K=237 \text{ w / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}, [32] K=401 \text{ w / m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \text{ على التوالي}$$

❖ معامل الامتصاص قيمته تقارب الوحدة معامل امتصاص [35,36].

❖ مقاومة كيميائية جيدة للسوائل المستخدمة داخل المستقبل [35,36].

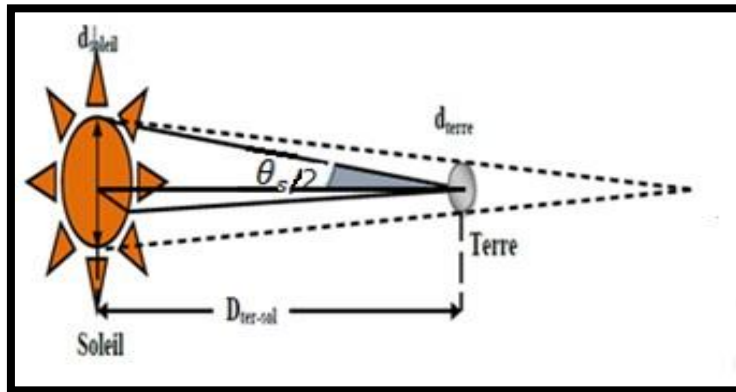
من المهم أن يكون المستقبل معدن وذلك لأن المعادن وحدها التي تتمتع بمعاملات توصيل الحرارة جيدة حيث أن كلما كان معامل التوصيل صغير فإنه يزيد من عطالة المستقبل.

III-6-2-2 أبعاد المستقبل:

لقد رأينا أن العاكس يعكس جميع الأشعة الضوئية الموازية لمحوره إلى نقطة تدعى البؤرة، ولهذه البؤرة أبعاد محددة وهي تمثل صورة الشمس عند هذه النقطة، بالنسبة لمشاهد على الأرض فإن القطر الشمسي

$$\theta_s \text{ التي تساوي } \theta_s = 37^\circ \text{ والتي تقدر بـ } \theta_s = 0.0093 \text{ m rad} [37]$$

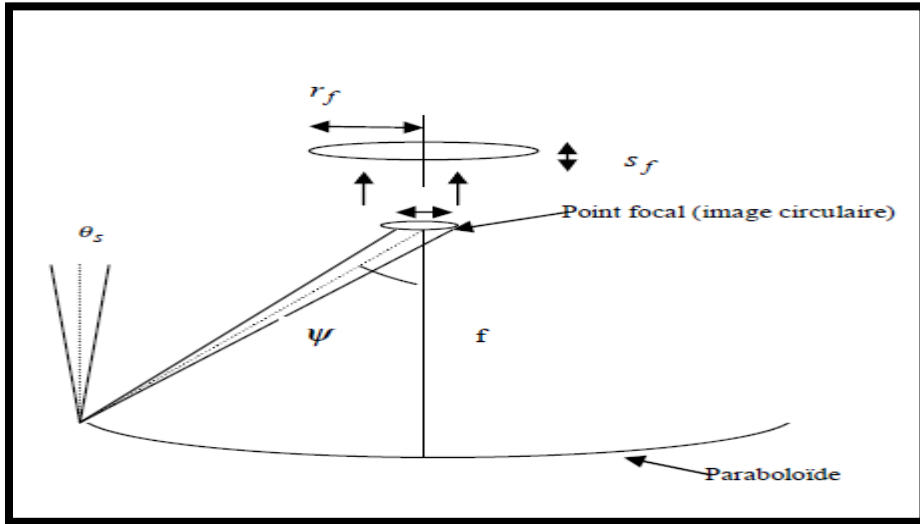
وكما هو موضح في الشكل (III-10) :



الشكل (III-10) : قطر الشمسي الزاوي $\theta_s = 37^\circ$ [37]

III-2-6-3 قطر البقعة الضوئية:

عندما يتم محاذاة زاوية فتحة القطع المكافئ في حالة ممتازة نحو الشمس، فإن انعكاس الأشعة الشمسية يشكل البقعة الضوئية (Tache optique) حيث تتمركز في نقطة بؤرية على شكل إهليجي حيث القطر الصغير S_f والقطر الكبير r_f [38،36] كما يوضحه الشكل (III-11) :



الشكل (III-11) : صدور البقع الضوئية للقطع المكافئ [12]

المشار إليها بالعلاقتين التاليتين:

$$r_f = \frac{f \theta_s}{(1 + \cos \Psi/2) \cdot \cos \Psi} \quad (\text{III} - 26)$$

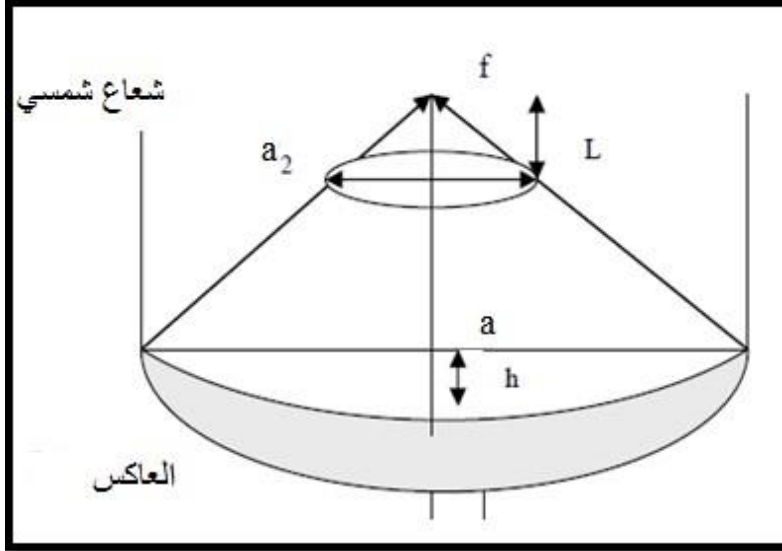
$$s_f = \frac{f \cdot \theta_s}{1 + \cos \psi}$$

r_f, s_f : هما قطرا البقعة الضوئية وذلك بإهمال خطه تتبع الشمس وخطه تمرکز المستقبل.

III-2-6-4 المسافة المحورية الخلفية L:

من أجل تطبيقات الإشعاع 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،33] وكما يوضحه الشكل (III-12) :



الشكل (III-12) : المسافة المحورية الخلفية لموضع المستقبل [36]

وتعطى علاقة قطر فتحة المستقبل $2a$ بدلالة المسافة الخلفية L كالتالي:

$$a_2 = \frac{a \cdot L}{f - h} \quad (\text{III} - 27)$$

III-7 خصائص المركز الشمسي ذو قطع مكافئ:

III-7-1 التركيز:

تتميز المراكز الشمسية بنسبة تركيز الإشعاع الشمسي الوارد على سطح فتحة الدخول نحو البؤرة (سطح العاكس) وتعتبر من أهم المعايير التي تقيم من خلالها عمل المراكز وتعرف بطرقتين [34]:

III-7-2 نسبة التركيز الهندسي C_g :

هي النسبة بين مساحة فتحة سطح المستقبل على مساحة فتحة العاكس [35] ويعطى بالعلاقة

التالية:

$$C_g = \frac{A_{abs}}{A_{ref}} \quad (\text{III} - 28)$$

A_{abs} : مساحة سطح المستقبل .

A_{ref} : هو مساحة فتحة لسطح العاكس.

III-7-3 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) [39] وتعطى بالعلاقة التالية:

$$C_g = \frac{A_{abs}}{A_{ref}} \quad (III - 28)$$

$$C_0 = \frac{I_{abs}}{I_{ref}} \quad (III - 29)$$

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

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

III-7-4 المردود الضوئي:

هو نسبة التدفق الطاقى الممتصة من طرف المستقبل على نسبة التدفق الطاقى المستقبلة

من طرف العاكس [37] ويكتب بالعلاقة التالية:

$$\eta_{optique} = \frac{Q_{abs}}{Q_{ref}} \quad (III - 30)$$

حيث Q_{abs} : يمثل تدفق الطاقى الممتص من طرف المستقبل.

Q_{ref} : يمثل تدفق الطاقى المستقبلى من طرف المستقبل..

ويكتب كذلك بالعلاقة التالية :

$$\eta_{optique} = (\alpha \cdot \rho) \cdot s \cdot \tau \quad (III - 31)$$

τ : معامل النفاذية للزجاج إذا كان الهواء فإنه يساوي 1.

s : معامل الظل يتراوح بين 95.4 بالتقريب 99.4 ويحسب بالعلاقة:

$$s = \frac{A_a - A_t}{A_a} \quad (III - 32)$$

حيث A_a : مساحة فتحة الجسم الدوراني المكافئ.

A_t : تمثل المساحة المضللة للمستقبل التي لا تنعكس فيها الأشعة الشمسية الساقطة على

العاكس [35].

α : معامل الإمتصاص لسطح المستقبل.

ρ : معامل إنعكاسية السطح العاكس.

III - 5-7 كمية التدفق الكلي الواصل الى سطح المركز القطع المكافئ الشمسي :

- 5-7 كمية التدفق الكلي الواصل الى سطح المركز القطع المكافئ الشمسي :

كمية التدفق الشمسي الكلي الواصل الى سطح المركز القطع المكافئ الشمسي الموضح في الشكل

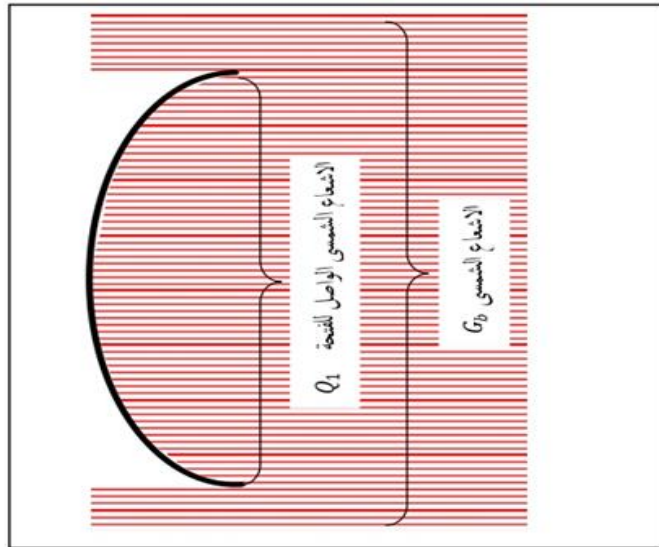
(III-13) :

$$Q_1 = G_b \cdot A_a \quad (\text{III} - 33)$$

حيث A_a مساحة فتحة مركز القطع المكافئ الشمسي ويعطى ب A_a :

$$A_a = \pi \cdot (D_a^2 / 4) \quad (\text{III} - 34)$$

D_a : يمثل قطر المركز الشمسي



الشكل (III-13) : الإشعاع الشمسي الواصل للسطح العاكس [35]

III - 8 دراسة نقل الإشعاع عبر ليف البصري:

III - 1-8 الإشعاع الشمسي الواصل للبؤرة:

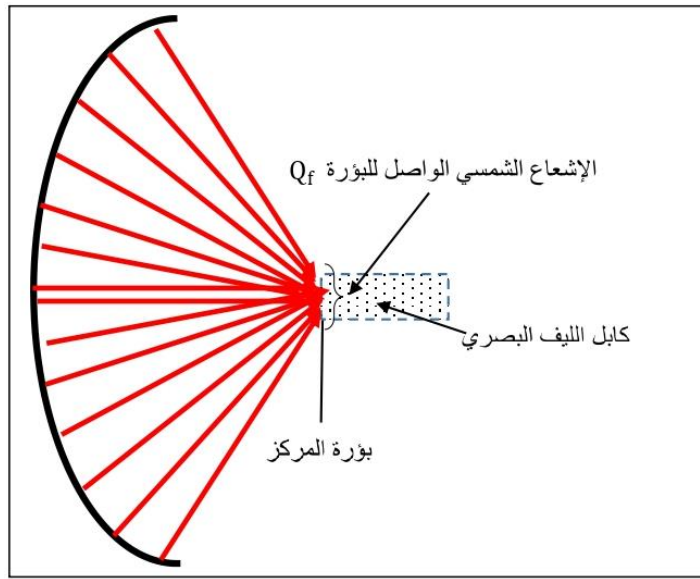
ينعكس جزء من التدفق الشمسي Q_1 الواصل للمرآة بفعل انعكاسية المرآة فيكون مقدار التدفق

الشمسي $Q_2 = G_b \cdot A_a$ ثم يخفض هذا التدفق بمعامل الملاحظة F (مشاهدة المستقبل للمرآة القطعية

وهو يتعلق ب θ_{max} . و يعبر عن نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس على المرآة إلى الإشعاع الشمسي المنعكس على المرآة إلى الإشعاع الشمسي الساقط على الحزمة).

فيصبح $Q_3 = F \cdot \rho \cdot G_b \cdot A_a$ وعليه فان شدة الإشعاع الشمسي الواصل للبويرة يصبح Q_f كما هو موضح في الشكل (14-III) . [40]

$$Q_f = F \cdot \rho \cdot G_b \cdot A_{bundle} \quad (III - 35)$$



الشكل (14-III) : الإشعاع الشمسي الواصل لبؤرة المركز. [40]

حيث:

$$C_{max} = \frac{A_a}{A_{bundle}} \quad (III - 36)$$

θ_{max} زاوية قبول الإشعاع الوارد إلى فتحة كابل الألياف البصرية.

حيث:

ρ انعكاسية السطح العاكس.

F معامل المشاهدة (مشاهدة المستقبل للمرآة القطعية) و تعطى عبارته كالتالي [42]:

$$F = \frac{\sin^2 \theta_{max} - \sin^2 \theta_s}{4 \tan^2 \left(\frac{\theta_{max}}{2} \right)} \quad (III - 37)$$

c_{max} التركيز الهندسي و عبارته [41]:

$$C_{max} = \frac{A_a}{A_{bundle}} = \frac{\sin^2 \theta_{max} - \cos^2 \left(\theta_{max} + 0.267^\circ + \frac{\delta}{2} \right)}{\sin^2 \left(0.267^\circ + \frac{\delta}{2} \right)} \quad \text{(III - 38)}$$

حيث: [42]

ϕ_s زاوية التظليل (بسبب حجم المستقبل).

الخطأ في قياس زاوية الانحراف للسطح العاكس.

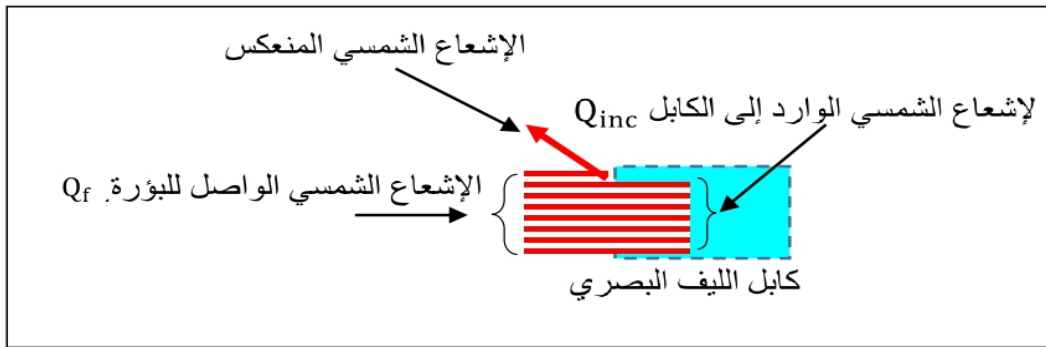
نصف زاوية مخروط ورود شعاع الإشعاع الشمسي.

في هذه الدراسة نعتبر أن المركز القطعي (المرآة) مثالية $= 0$ و أيضا نعتبر زاوية التظليل $\phi_s = 0$.

III-8-2 الإشعاع الشمسي الوارد إلى الكابل:

يحدث انعكاس جزئي لشعاع القادم من البؤرة يسمى بانعكاس فرينل R_f المعروف في المعادلة ، و عليه فان

الإشعاع الشمسي الوارد إلى الكابل Q_{inc} و الموضح في الشكل (III-15) :

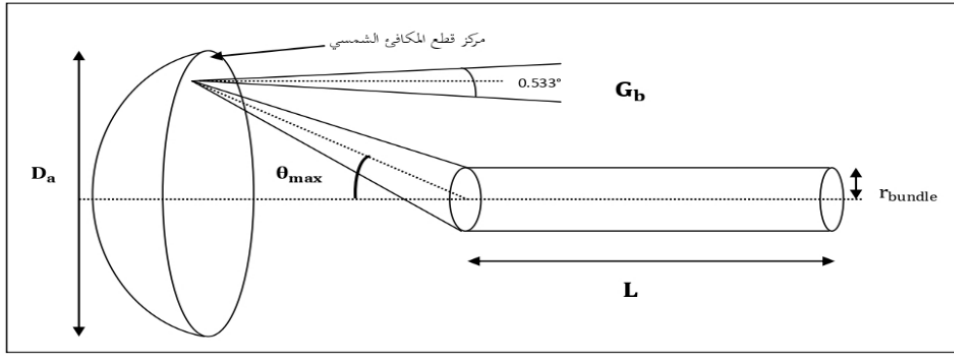


الشكل (III-15) : الإشعاع الضائع بالانعكاس و الإشعاع الوارد إلى الكابل. [42]

$$Q_{inc} = F \cdot \rho \cdot G_b \cdot A_{bundle} \cdot C_{max} \cdot (1 - R_f)$$

وصف نموذج الدراسة:

يوضح الشكل (III-16) النموذج المقترح في الدراسة.



الشكل (III-16) : التزاوج بين مركز قطع المكافئ الشمسي و كابل الألياف البصرية [42]

III-8-3 الإشعاع الشمسي المركز الداخل للكابل ودرجة الحرارة مقطع الخارجي لكابل الليف البصري

ودرجة الهواء : [43]

إن الإشعاع الشمسي الوارد إلى كابل الألياف البصرية و المعروف في المعادلة يتعرض لفقد آخر المسامات. و عليه فإن الإشعاع الشمسي الداخل إلى الكابل تصبح علاقته كالتالي:

$$Q_{in} = \rho \cdot A_a \cdot G_b \cdot F \cdot C_{max} \cdot (1 - R_f) \cdot \phi_{pf} \quad (III - 39)$$

بتعويض عبارة R_f المعرفة في العلاقة في المعادلة الأخيرة نحصل على:

$$Q_{in} = \rho \cdot A_{bundle} \cdot G_b \cdot F \cdot C_{max} \cdot \left(1 - \left(\frac{n_1 - 1}{n_1 + 1}\right)^2\right) \cdot \phi_{pf} \quad (III - 40)$$

درجة حرارة سطح مقطع كابل الألياف البصرية تتعلق بالإشعاع الشمسي المركز الداخل إلى الكابل
بالعلاقة التالية : (Q_{in})

$$Q_{in} = Q_f - h_{con-in} \cdot A_{bundle} \cdot (T_{in} - T_a) \quad (III - 41)$$

بتبسيط العلاقة نجد علاقة درجة حرارة سطح مقطع كابل الألياف البصرية كدالة الإشعاع الشمسي المركز الداخل إلى كابل الألياف البصرية كالتالي:

$$T_{in} = T_a + \frac{(Q_f - Q_{in})}{h_{con-in} \cdot A_{bundle}} \quad (III - 42)$$

Ta درجة حرارة الهواء المحيط بالكابل

$$T_a = \frac{(Q_f - Q_{in})}{h_{con-in} \cdot A_{bundle}} - T_{in} \quad (III - 43)$$

Q_f الإشعاع الشمسي الواصل للبويرة قبل دخوله لكابل الليف البصري .

H_{con-in} معامل الانتقال بالحمل الحراري لسطح مقطع الأمامي لمقطع الليف البصري .

III-9 فتحة النفوذ العددية: [44]

هناك قيمة عددية أكثر شمولاً من زاوية القبول θ_a والتي توضح العلاقة ما بين إمكانية إدخال الضوء

لليف بشكل صحيح ومعامل الانكسار لكل من القلب الليف n₁ وغلافه n₂.

تسمى هذه القيمة بفتحة النفوذ العددية (NA) والتي نتحصل عليها من خلال العلاقة التالية:

$$NA = n_0 \sin \theta_a = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$$

حيث n₀ ترمز لمعامل الانكسار للوسط الفاصل بين المصدر الضوئي ومقدمة الليف (عادة ما يكون

الهواء (n₀=1) ومنه :

$$\theta_a = \sin^{-1}(NA) \quad (III - 45)$$

علماً أن :

θ_a تأخذ بين الصفر و 90⁰

NA بين الصفر والواحد

III-10 معامل التعبئة :

ترتيب الألياف البصرية يتحدد بمعامل التعبئة (ϕ_{PF}) وهو نسبة مساحة الألياف المشغولة في

الحزمة (A_{fibres}) إلى المساحة الكلية لحزمة الألياف البصرية (A_{bundal}) [22]

$$\phi_{PF} = \frac{A_{fibres}}{A_{bondl}} \quad (III - 46)$$

ويعطى معامل التعبئة ببساطة على أنه نسبة مساحة القلب والغلاف المشغولين في وجه مساحة

حزمة الألياف البصرية.

$$\phi_{bf} = \phi_{core} + \phi_{clad} \quad (III - 47)$$

بحيث :

(ϕ_{core}) نسبة مساحة القلب A_{core} في وجه حزمة الألياف البصرية وتعطى كالتالي :

$$\phi_{core} = \frac{A_{core}}{A_{bondl}} \quad (III - 48)$$

(φ_{clad}) نسبة مساحة الغلاف A_{clad} في وجه حزمة الألياف البصرية وعلاقتها كالتالي:

$$\varphi_{clad} =$$

A_{core} مساحة القلب المشغول في وجه حزمة الألياف البصرية وعلاقتها كالتالي :

$$A_{core} = N \cdot (\pi a^2) \quad (III - 50)$$

N عدد الألياف البصرية داخل الكابل .

A_{clad} مساحة الغلاف المشغول في وجه حزمة الألياف البصرية وعلاقتها

$$A_{CLAD} = N \cdot \pi \cdot d^2 \quad (III - 51)$$

A_{bunda} مساحة حزمة الألياف البصرية وتعطى :

$$A_{bounde} = \pi \cdot r_{bundle}^2 \quad (III - 52)$$

r_{bundle} نصف قطر حزمة الألياف البصرية

III-11 خصائص النفاذية في الألياف البصرية :

III-11-1 التوهين : [45]

التوهين عامل مهم جدا في التصميم الفعال البعيد المسافة لشبكات الألياف البصرية. و يعتبر في وسط ما مثلا لسلك موصل أو ليف بصري واحدا من اهم العوامل التي تحدد من فائدة الوسط في نقل الإشارة الكهربائية أو البصرية و أيضا المسافة القصوى لإرسال. و يعطى عادة خلال وسط ما بدلالة دالة لوغاريتميه وحدتها الديسيبل (dB)، يستخدم الديسيبل لمقارنة مستوى القدرة الموجية بصرية في موضعين، مثال قدرة الإشارة الداخلة و قدرة الإشارة الخارجة بعد انتقالها طول معيناً من الليف البصري. و يعرف في المعادلة التالية :

$$\tau = (10/L) \cdot \log \frac{Q_{in}}{Q_{out}} \quad (III - 53)$$

حيث :

Q_{in} قدرة الإشارة الداخلة

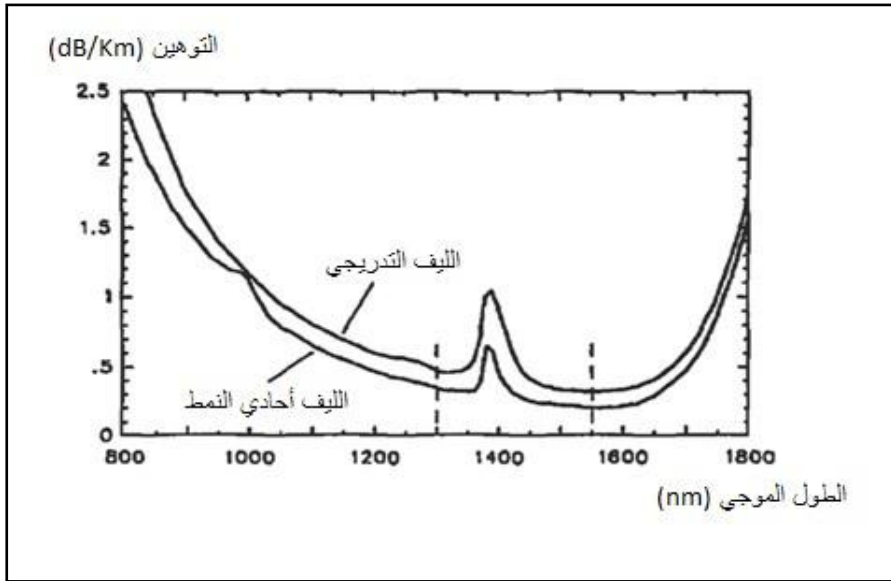
Q_{OUT} قدرة الإشارة الخارجة

L طول المسافة التي قطعتها الإشارة في الليف البصري

t يعبر عن التوهين بوحد الديسيبل dB

الضياح الكلي المثالي للليف البصري يكون في الأطوال الثلاثة

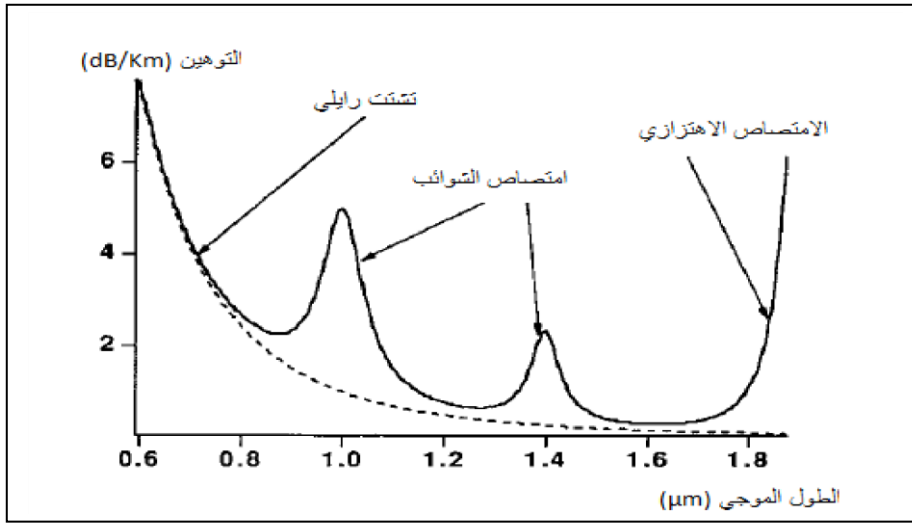
800nm/1300nm/1550nm •



الشكل (III-17) : توهين الليف بدلالة الطول الموجي [45]

III-11-2 التشتت في الألياف البصرية : [26]

هذا التشتت ناتج عن التغيرات المحلية لقرينة الانكسار الذي ينتج عنه تغير الكثافة على مسافات صغيرة أمام الطول الموجي وذلك لان زجاج الليف البصري قد يكون غير متجانس من حيث الكثافة أو في تركيز مكوناته كذلك قد ال يكون مقطع الليف البصري منتظما أو يحتوي على فقاعات هوائية صغيرة تتغلغل إلى قلب الليف أو إلى الحد الفاصل بين القلب والغمد، هذه العوامل قد تؤدي إلى التشتت وبالتالي خروج الضوء خارج الليف البصري وضياعه أهم نوع لهذا التشتت هو تشتت رايلي حيث أن هذا التشتت الذي يهيمن على ميكانيكية الخسارة لوسط ما في الأطوال الموجية الواقعة بين نهاية مدى الأشعة فوق البنفسجية وحتى مدى الأشعة تحت الحمراء حيث تكون خسارة الامتصاص صغيرة .



الشكل (III-18) : مخطط يوضح الآليات المهمة لتوهين [26]

III-11-3 إنعكاس فرينل : [28]

عندما يسقط الضوء على لوح زجاجي فان جزء من الطاقة سينعكس عنه , يدعى هذا الانعكاس " بانعكاس فرينل" ومقدار الانعكاسية (R_f) يعطى وفق المعادلة الآتية:

$$R_f = \left(\frac{n_i - n_0}{n_i + n_0} \right)^2$$

n_0 : قرينة انكسار وسط سقوط الضوء (عادة ما يكون الهواء)

n_i : قرينة انكسار الوسط الساقط عليه الضوء (قلب ليف)

III-11-4 خسارة تشتت رايلي : [24]

يعتمد التوهين الناتج عن تشتت رايلي على طول الموجة العابرة في الليف البصري وهو مقدر ب $m-1$ يعطى مقدار خسارة رايلي بالعلاقة التالية :

$$y_R = \frac{8\pi^3}{3\lambda^4} n^8 p^2 \beta_c kt_F$$

β_c ثابت يقدر $7 \times 10^{-11} m^2/N$

$K.T_f$ هي درجة حرارة الليف وثابت بولتزمان

n معامل الانكسار مادة الليف

P معامل المرونة البصرية

III-11-5 خسارة الانحناء في الليف : [25]

ان الخسارة الناجمة عن الانحناء الذي يصيب جزءا من طول الليف البصري التي تولد خسارة في جزء من الطاقة خارجا عند موضع الانحناء او التكور في الليف البصري .

من أجل ان تبقى الجبهة الموجة العمودية على اتجاه الانتقال محافظة على شكلها يعني أن جزء من نمط التذبذب في الغلاف يجب ان ينتقل بسرعة أكبر من سرعة الضوء في الوسط نفسه ولما كان هذا غير ممكن لذا فان الطاقة المرافقة لهذا الجزء من النمط التذبذب ستفقد على شكل إشعاع ، تعطى قيمة الحرجة لنصف القطر التكور لليف البصري بالعلاقة
يمكن تقليل الخسائر عن طريق

1- تصميم ليف بصري ذي فرق نسبي لمعامل الانكسار كبير

2- إرسال الأمواج الكهرومغناطيسية قصيرة الأطوال الموجية

تتمثل خسارة الانعكاس فيزيائيا من خلال زيادة نسبة طاقة الموجة كهرومغناطيسية الضائعة عبر الليف عند الانحناء .

III-11-6 الخسارة في التعبئة :

المقصود بعملية التعبئة هي مجمع الألياف البصرية في حزمة و تغطيتها بطبقة أو أكثر من الكسوة الأخيرة، يوضح الشكل تصاميم نموذجية احتمالية الترتيب الذي يمكن ان تتخذه عملية تعبئة ألياف بصرية متماثلة. إن طاقة الضوء الساقطة عند مدخل ليف بصري و التي تعبر خلاله هي فقط تلك التي تسقط على مساحة المقطع لقلب الليف و تتحدد هذه عادة بنسبة معينة تدعى نسبة تعبئة (Qpf)، تعتمد أيضا هذه النسبة على التشكيلة الهندسية لتعبئة الألياف البصرية. تدعى نسبة التعبئة لتشكيلات هندسية مختلفة تكون هذه النسبة كالأتي :

التشكيلة مضلعة: الجزء (أ) من الشكل (III-19) :

$$Q_{pf}=(2a/a_2)^2 \quad \text{(III - 55)}$$

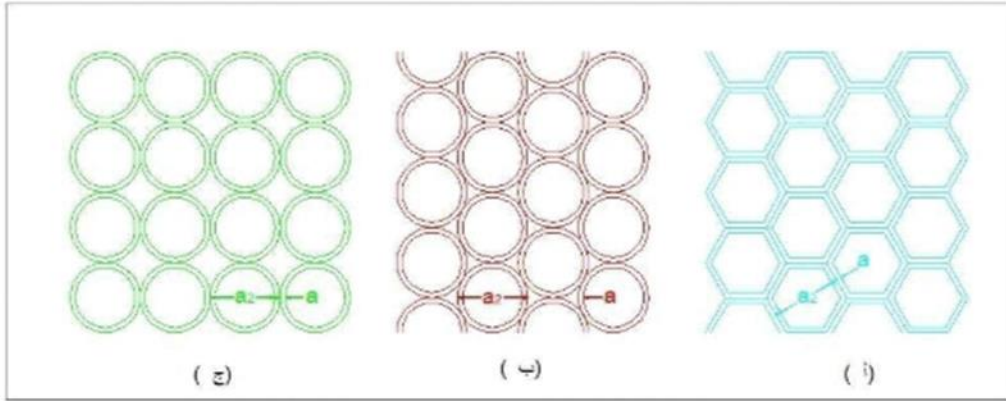
التشكيلة مثلثة: الجزء (ب) من الشكل

$$Q_{pf}=\pi 2\sqrt{3}(2a/a_2)^2 \quad \text{(III - 56)}$$

التشكيلة المربعة : الجزء (ج) من الشكل

$$Q_{pf}=\pi/4(2a/a_2)^2 \quad \text{(III - 57)}$$

حيث: a2 قطر ليف بصري



الشكل (III-19) : يمثل تشكيلات هندسية مختلفة لتعبئة الألياف البصرية

III -12 أهم التحويلات الحاصلة :

تستقبل قطعة المعدنية كمية من الطاقة عند مخرج كابل الاليف البصرية الذي يعاني من بعض التوهين على طول الكابل حتى يصل الى النهاية وبالتالي تكون عبارة الطاقة عند مخرج الكابل كالتالي

$$Q_{o.of} = Q_{i.of} \cdot 10^{-Ld_{dB}/10} \quad (III-58)$$

حيث L طول حزمة الاليف البصرية

D_b التوهين في الاليف

$Q_{o.of}$ طاقة عند مخرج الاليف

$Q_{i.of}$ الطاقة عند مدخل حزمة الاليف

لدينا مجموع التدفقات الحرارية الداخلية والخارجية يساوي الحرارة المخزنة

معادلة السطح الماص

يستقبل القطع المكافئ الاشعاع الشمسي الذي يتركز في نقطة وينتقل عبر الليف الضوئي الذي يكون

موصول بمعدن النحاس

لدينا

$$m = \rho v \quad (III-59)$$

$$\rho S r c p \frac{dT_r}{dt} = I \frac{\pi}{4} * D + h S r (T_f - T_r) + k * S r \frac{dT_r}{dt}$$

ولدينا انتقال بالحمل بين الصفيحة والماء حيث يحدث في هذا التحول انتقال للحرارة من صفيحة للماء

الخران

$$\rho S r c p \frac{dT_r}{dt} = h S r (T_r - T_f) \quad (III-60)$$

k معامل انتقال الحراري بالتوصيل لصفیحة

h_{conv} معامل انتقال الحراري بالحمل

T_r درجة حرارة الصفیحة

T_f درجة حرارة المائع

D قطر الصفیحة

cp سعة الحرارية لليف الضوئي

S_r مساحة المقطع

III- 13 فرضيات الدراسة :

حيث نستطيع القيام بعملية المحاكاة للنظام المقترح لابد لنا من وضع فرضيات تحدد مجال دراستنا، فمن المعلوم أنه عند القيام بعملية المحاكاة لظواهر فيزيائية كانت ام علمية يلجأ الباحثون لتجريد هذه الظواهر من بعض المتغيرات العشوائية، تتمثل أهم الفرضيات التي اعتمدها في دراستنا فيما يلي: (2)

- 1 خطأ تعقب الشمس معدوم.
- 2 حزمة الألياف البصرية في الكابل متجانسة.
- 3 انعكاسية مادة المركز الشمسي مثالية والتي تتغير مع الزمن (δ على 2) تساوي صفر ، $\Phi_s=0$
- 4 الدراسة تتضمن الأطول الموجية للإشعاع الشمسي في المجال المرئي فقط
- 5 قرينة انكسار مادة الغلاف ثابتة.
- 6 الإشعاع الشمسي يكون موضوع في الاتجاه العمودي على فتحة المركز القطع المكافئ الشمسي
- 7 مادة المقطع المكافئ الشمسي عالية.

III- 14 خطوات الدراسة :

1. تحديد يوم الدراسة.
2. تحديد منطقة الدراسة.
3. تحديد تغير مقدار الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة المطلقة في يوم الدراسة .
4. حساب شدة الإشعاع المركز و الداخل للكابل ألياف البصرية.
5. تحديد الطاقة في بداية الكابل و نهايته.
6. حساب درجة الحرارة بين طرفي الصفیحة و في خزان الماء.

خاتمة

تطرقنا في هذا الفصل الى دراسة النظرية لمنظومة المركز الشمسي ذو القطع المكافئ وعلاقات الرياضية التي تخص هندسة العاكس وأبعاد المستقبل وكذلك خصائص منطقة الدراسة وطرق انتقال الاشعاع الشمسي داخل الليف الضوئي وكمية الطاقة عند مخرج الليف الضوئي وأهم معادلات انتقال الحراري.

مقدمة:

بعد التطرق لدراسة النظرية في الفصل السابق، الآن و في هذا الفصل نقوم بعرض النتائج و مناقشتها حيث فضلنا أن يكون تقسيمها إلى ثلاثة أقسام و هي :

1- قراءة في مميزات منطقة الدراسة و تحديد أيامها.

2- دراسة تطور شدة الإشعاع الشمسي المباشر و درجة حرارة الجو (المطلقة) خلال يوم الدراسة.

3- القسم الأخير دراسة النتائج المتعلقة بالمركز الشمسي.

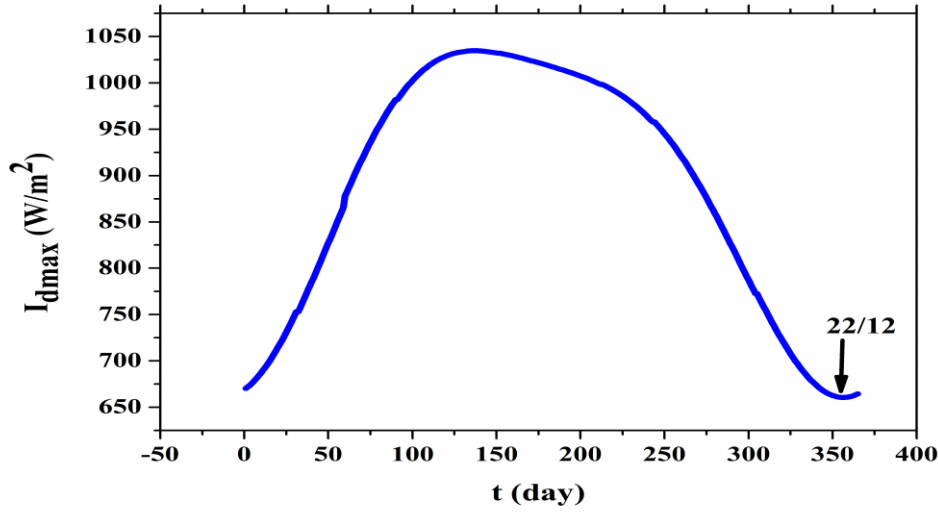
IV-2 تحديد أيام الدراسة:

في دراستنا ولتحديد يوم الدراسة، الذي نفضل أن يتميز بأقل أقصى شدة إشعاع شمسي مباشر يومية وأقل أقصى درجة حرارة للجو اليومية كذلك. لذلك كان لزاما مراقبة تطور هذين المعاملين خلال السنة في منطقة الدراسة، التي تم التعرف عليها أنفا وهي منطقة ورقلة.

IV-2-1 دراسة تطور أقصى شدة شمسية منطقة ورقلة:

من خلال الشكل (IV-1)، نلاحظ أن هناك زيادة دائمة لأقصى شدة إشعاع الشمسي مباشر خلال السنة في هذه منطقة. هذا بين يوم الثاني و العشرون من شهر ديسمبر و السابع عشر من شهر ماي، إذ تقدر قيمته في هذين اليومين بـ 1034.65 W/m^2 و 660.56 W/m^2 على التوالي.

بينما تتناقص قيمة هذه الشدة خلال مدتين، أولهما تناقص ببطيء و الأخرى تناقصها بشكل سريع. انطلاق من يوم سابق الذكر حتى يوم الواحد و العشرون من شهر جوان أين تقدر قيمة هذه الشدة بـ 1023.27 W/m^2 و من هنا حتى يوم الثاني و العشرون من شهر ديسمبر. خلال المدد الثلاثة المذكورة التغير في هذه الشدة خلال أيام السنة يكون تقريبا خطيا، حيث أن يوم الثاني و العشرون من شهر ديسمبر هو اليوم المفضل لدارستنا من حيث هذه الشدة كما هو موضح في الشكل (IV-1)

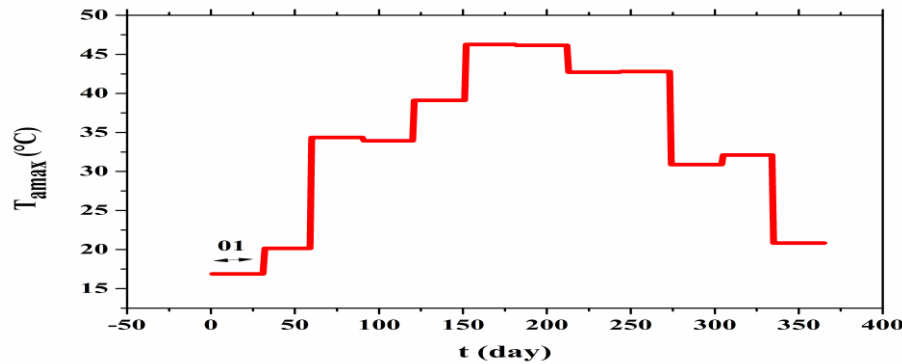


الشكل (1-IV): يمثل التغيرات السنوية لأقصى شدة إشعاع شمسي يومية في منطقة ورقلة

2-2-IV-2 دراسة تطور أقصى درجة حرارة الجو:

الملاحظة الأولى التي يمكن الاطلاع عليها من خلال الشكل (2-IV) أن أقصى درجة حرارة الجو تبقى ثابتة خلال كامل الشهر، و هي نفس درجة الحرارة القصوى لأي منهم (الشهور) و المعروضة في الجدول (1-III). كما يظهر كذلك انه هناك تزايد في هذه القيمة بين شهري جانفي و جويلية، الذي بعده تبدأ هذه القيمة في التناقص حتى شهر ديسمبر.

إذا يعتبر شهر جانفي هو الأبرد خلال السنة في هذه المنطقة، لذلك يمكن اختيار أي يوم منه ليعبر عن اقل قيمة قصوى في درجة حرارة الجو في منطقة ورقلة، يمكن اختيار أول أيام السنة للتعبير عن هذه القيمة.



الشكل (2-IV): يمثل التغيرات السنوية لأقصى درجة حرارة الجو يومية في منطقة ورقلة

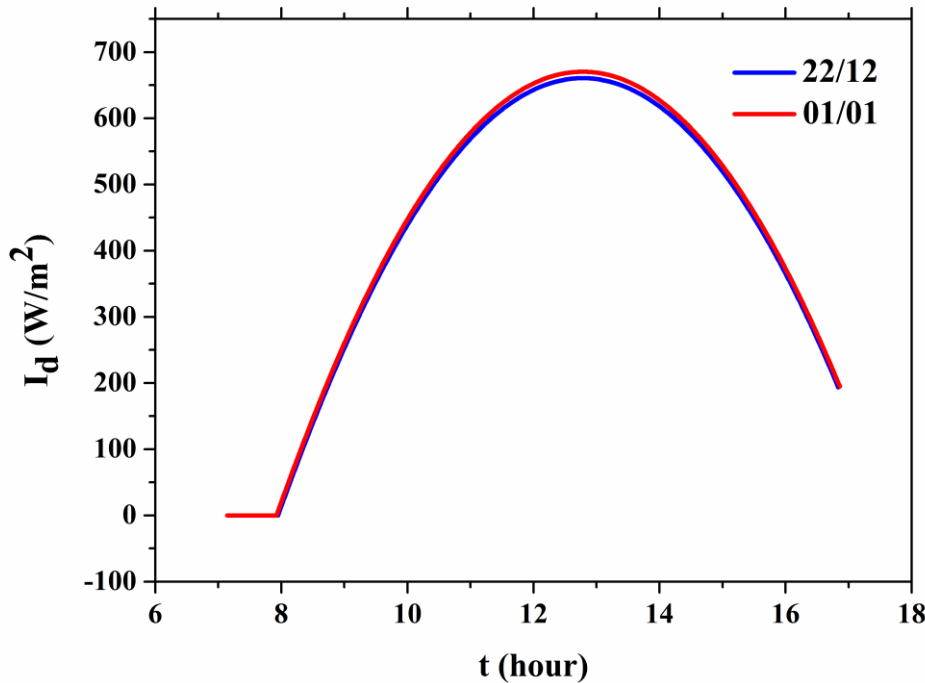
أصبح من الواضح أن يومي الدراسة المختارين هما يومي الثاني و العشرون من شهر ديسمبر كذا و الأول من شهر جانفي.

3-IV دراسة تطور شدة الإشعاع الشمسي المباشر و درجة حرارة الجو المطلقة خلال يوم الدراسة:

يتضمن هذا العنصر تطور شدة الإشعاع الشمسي المباشر و درجة حرارة الجو خلال نهار يومي الدراسة لان الإشعاع الشمسي يظهر إلا نهارا فقط.

1-3-IV تطور شدة الإشعاع الشمسي خلال نهار الدراسة:

هذا التطور يظهر في الشكل (3-IV)، الذي يأخذ شكل قطع مكافئ انطلاقا من التوقيتين 7 و 57 دقيقة و 7 و 55 دقيقة و 12 ثانية الممثلين لتوقيت وصول الإشعاع الشمسي في يومي الأول من شهر جانفي و الواحد و العشرون من شهر ديسمبر على التوالي، أما توقيت الغروب يكون عند 16 و 51 دقيقة و 36 ثانية و عند 16 و 50 دقيقة و 24 ثانية على التوالي.



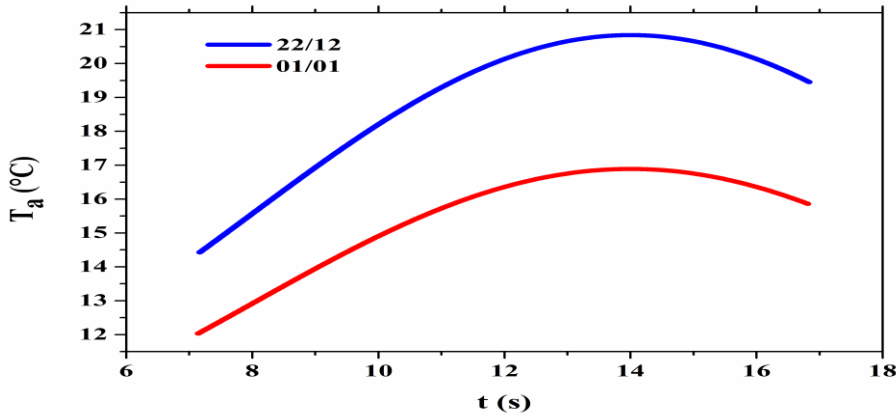
الشكل (3-IV): يمثل التغيرات اليومية لشدة الإشعاع الشمسي المباشر خلال يومي الدراسة في منطقة

ورقلة

كما يمكن ملاحظة أن الفارق في شدة الإشعاع يكون قليل جدا بين اليومين، إذ يكون صغير جدا في الساعات الأولى لنهار و في ساعته الأخيرة. من جهة أخرى هذا الفارق يتزايد وصولا إلى التوقيت 12 و 46 دقيقة و 48 ثانية، أين تكون شدة الإشعاع في قيمتها القصوى و التي تقدر بـ 670.34 W/m^2 و 660.56 W/m^2 بعد هذا التوقيت يعود هذا الفارق بالتناقص من جديد.

IV-3-2 دراسة تطور درجة حرارة الجو خلال نهار الدراسة:

يمثل الشكل (IV-4) تغير درجة حرارة الجو خلال نهارين الدراسة، من الواضح أن هذا التغير يأخذ كذلك يأخذ شكل القطع المكافئ ويكون أكثر انفرج

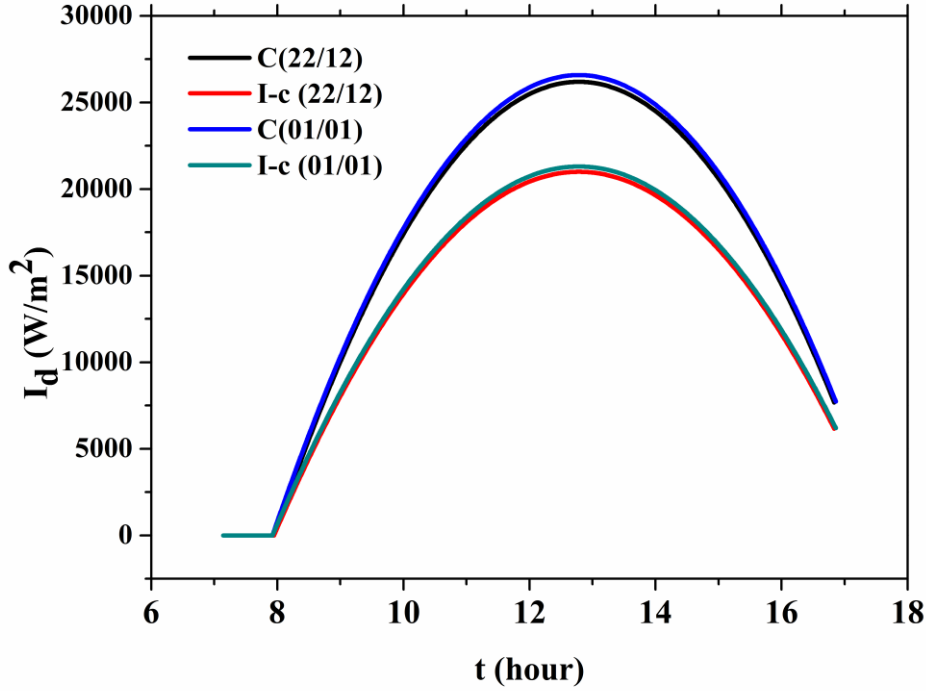


الشكل (IV-4): يمثل التغيرات اليومية لدرجة حرارة الجو خلال يومي الدراسة في منطقة ورقلة

كما يتضح قلة درجة حرارة الجو عند الشروق مقارنة بمثلتها عند الغروب و التي تعطى خلال يومي الدراسة كالتالي يوم الأول شهر جانفي بـ $15.83 \text{ }^\circ\text{C}$ و يوم العشرون من شهر ديسمبر بـ $19.45 \text{ }^\circ\text{C}$ ، كما تظهر أعلى قيمة لهذه الحرارة عند الثانية زوالا بالقيم $16.89 \text{ }^\circ\text{C}$ و $20.84 \text{ }^\circ\text{C}$ على التوالي كذلك. يؤكد هذا التمثيل النتيجة السابقة، و منه فإن الفارق بين درجتي الحرارة حتما يتغير كما تغير الفارق في شدة الاشعاع والمتناول اعلاه.

4-IV دراسة النتائج المتعلقة بالمركز الشمسي:

1-4-IV دراسة تطور شدة الإشعاع:

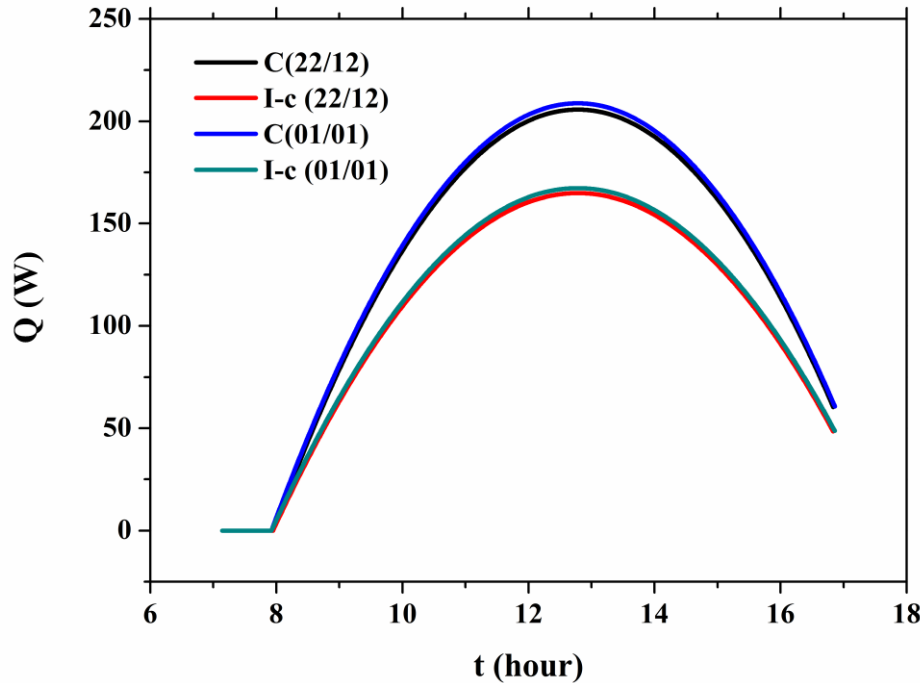


الشكل (5-IV): يمثل التغيرات اليومية لشدتي الإشعاع الشمسي المركز بواسطة الصحن و

الداخل لليف البصري

يصف الشكل (5-IV) تطور كل شدة الإشعاع المركز خلال الصحن والإشعاع الداخل لليف البصري خلال يومي الدراسة في منطقة ورقلة، الذي من خلاله يظهر أن الشكل العام لهذا التطور يماثل شكل تطور الإشعاع الشمسي المباشر. لكن بقمم تكون من أجل الإشعاع المركز بواسطة الصحن أربع مرات ضعف قمة شدة الإشعاع المباشر (26195.39 W/m², 26583 W/m²)، أما من أجل الإشعاع الداخل لليف فتكون ثلاث إضعاف فقط. و بفارق صغير جدا بين يومي الدراسة.

IV-4-2 دراسة تطور الطاقة الحرارية:



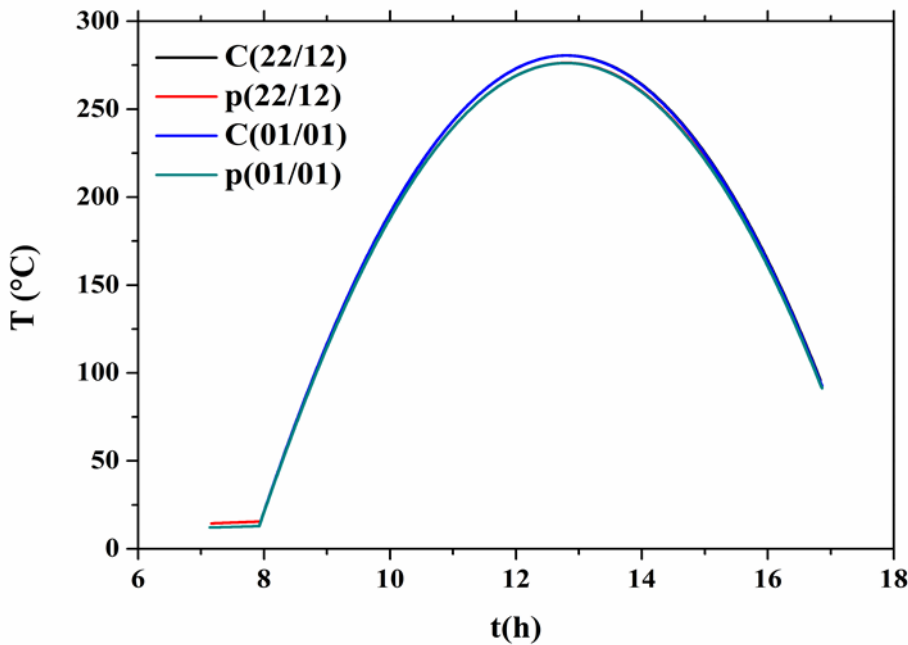
الشكل (IV-6): يمثل التغيرات اليومية لطاقة الحرارة الداخلة لليف البصري و الخارجة منه

يمثل الشكل (IV-6) تطور كل الطاقة الحرارية اليومية عند مدخل الليف البصري و مخرجه في يومي الدراسة في منطقة ورقلة، الذي من خلاله يتضح ثبات الشكل العام لهذا التطور الممثل لسابقه. لكن بقمم الفارق بينهما يقدر بحوالي 50 W، إذ يمثل هذا المقدار الخسارة الحرارية بين جوانب الليف البصري. بينما الفارق بين يومي الدراسة ضعيف جد، إذ من الواضح أن هناك نوع من التطابق بين قيمهما.

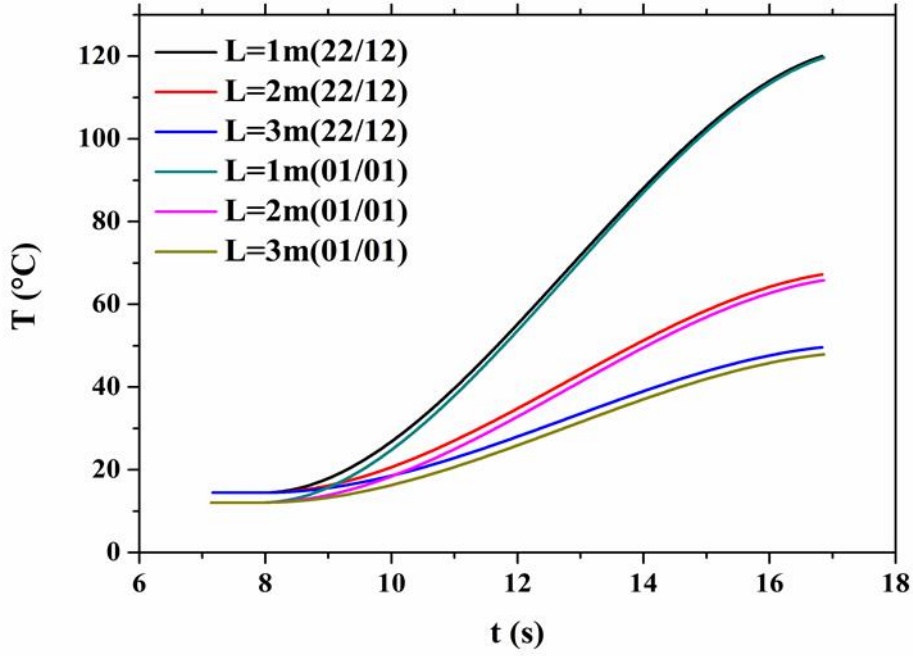
IV-4-3 دراسة درجة الحرارة:

الشكل (IV-7) يصور تغير درجة الحرارة اليومية عند مخرج الليف البصري و الصفيحة المعدنية يومي الدراسة في منطقة ورقلة، الذي منه يلاحظ قبل ظهور الإشعاع الشمسي أن القيم الابتدائية تكون نفسها درجة حرارة الجو. بعد ظهور الإشعاع يأخذ هذا التغير نفس تغير المعاملين سابق الذكر، مع تطابق واضح في النتيجة الحاصلة في يومي الدراسة و اختلاف طفيف بين مخرج الليف و الصفية نظرا لسمكها الصغير.

أما الشكل (8-IV) الوصف لتغير درجة الحرارة المتوسطة اليومية للمياه المخزنة يومي الدراسة في منطقة ورقلة، يوضح من شكله أن الطاقة الحرارية تخزن في المياه حيث؛ يكون التخزين في البداية بطيء، بالأخص بعد ظهور الإشعاع الشمسي بحوالي ساعة واحدة. بعد ذلك يبدأ هذا التخزين في التزايد بشكل شبه خطي إلى غاية الساعة الأخيرة من النهار، أين يستقر تقريبا عند قمته. درجة حرارة الماء تكون هي نفسها بين يومي الدراسة إذ كان حجم الماء صغير، بينما يكون الفرق أكثر وضوحا كلما زاد حجم الخزان. من جهة أخرى نحصل على درجة حرارة عالية كلما كان الحجم صغير أيضا، و تقل كلما زاد الحجم و هي التي تصل على التوالي الى حوالي 120°C ، 67°C و 50°C .



الشكل (7-IV): يمثل التغيرات اليومية لدرجة الحرارة عند مخرج الليف البصري و الصفيحة المعدنية



الشكل (8-14): يمثل التغيرات اليومية درجة الحرارة المتوسطة للماء في الخزان مع تغير حجمه

الخلاصة العامة:

تم تحقيق من خلال هذا العمل دراسة محاكية لتسخين مياه مخزنة، و التي تم نقل الحرارة لها بواسطة الألياف البصرية. إذ تنتج هذه الحرارة من تحويل الإشعاع الشمسي المركز بواسطة صحن لاقط أو ما يسمى قطع مكافئ نقطي. الحسابات تعتمد على خطوات متعددة، بداية من دراسة تغيرات القيم القصوى لكل من شدة هذا الإشعاع و درجة حرارة الجو. و بالتالي يمكن اقتراح أيام الدراسة. تليها دراسة تغير كل منها خلال نهار تلك الأيام. و أخيرا مراقبة تطور مخرجات المركز و هي شدة الإشعاع المركز، الطاقة الحرارية أو تدفقها بالأحرى و أخيرا درجات الحرارة سواء تلك التي تكون عند محرج الليف أو في الصفيحة أخيرا تلك الخاصة بالمياه المخزنة.

لقد تم الحصول على نتائج كثيرة، يكن تعدادها في:

- الأيام الأقل في كل شدة قصوى في شدة الإشعاع الشمسي المباشر و درجة حرارة الجو في منطقة ورقلة هما على التوالي يومي الثاني و العشرون ديسمبر و الأول جانفي.
- هنالك تقارب في تغير شدة الإشعاع بين يومي الدراسة، مع اختلاف طفيف في درجة الحرارة الجو، إذ يتغير كلاهما بشكل قطع مكافئ.
- يتوافق شكل تغير كل المعاملات المدروسة ماعدا درجة حرارة المياه في الخزان مع تغير المعاملان المذكورين أعلاه، مع فارق طفيف يكون بين يومي الدراسة و المهمل أحيانا.
- تنقص درجة حرارة الماء المخزن كلما زادت كميته، إذ أن الكمية التي تعطي درجات حرارة عالية لا تكفي الاستعمال الشخصي مما يثبت فشل هذه الطريقة.
- لفشل هذه الطريقة الكثير من الأسباب، و التي بالتطرق لإعطاء حلول لها. يشكل أفاق و حيثيات بحث مستقبلية. و التي نذكر من بينها:
- اقتراح طرق رياضية أكثر دقة، لا تهمل بعض الجزئيات المهمة في دراستنا.
- محاولة دراسة الاستفادة من الطاقة الحرارية المفقودة عند حواف الليف البصري.
- البحث عن مواد تعطي ألياف بصرية أكثر فعالية.

قائمة المراجع :

[01] أ. بن عبد الله زهية، الجسد و العناية به في رحاب حضارات الماء، المركز الوطني للبحوث في عصور ما قبل التاريخ، 11 مارس 2015.

[02] قاموس لاروس

[03] Hote spring, www.phenomena.org, 4-1-2020.

[04] "Solar Radiation And Temperature", www.britannica.com, Retrieved 2-1-2018. Edited.

[05] د. رائد خضر سلمان الفهداوي، محاضرات في الطاقات المتجددة، قسم الفيزياء، جامعة الأنبار، 2016/2015 العراق.

[06] <https://images.app.goo.gl/hwsMzYshsiv1dxu99>

[07] د. سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة، عالم المعرفة، الكويت 1978.

[08] د. م. كاميليا يوسف محمد، الطاقة الكهروشمسية، موقع الفريد في الفيزياء، 82 ديسمبر.

[09] كتاب خرائط الطقس والمناخ-د.محمد إبراهيم محمد شرف-دار المعرفة الجامعية الإسكندرية

[10] Modeling Solar Radiation at the Earth's Surface: Recent Advances 2008th Edition, by Viorel Badescu.

[11] مسعودي الضاوية، تأثير مخروط عاكس على تركيز شمسي ، مذكرة مقدمة لنيل ماستر في الفيزياء جامعة ورقلة 2011.

[12] Zghib ilhem, Etude et réalisation d'un concentrateur solaire parabolique, diplôme de MAGISTER EN physique énéfétique, Facultés des sceinces, UNIVERSITE Mentouei-Costantine 2005.

[13] تجاني بثنينة، نصير هيفة، دراسة المركز الشمسي ذي القطع المكافئ، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي بتخصص فيزياء تطبيقية شعاع و طاقة، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الوادي 2017 .

[14] S. Amara, B. Benyoucef, B. Nordell, A. Touzi and A. Benmoussat, EXPERIMENTAL.

[15] STUDY OF A CONCENTRATION HEATING SYSTEM WITH OPTICAL FIBER SUPPLY, Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien (URER/MS) Adrar – BP 478, Route de Reggane.

- [16] جورج صنيح 1992 م ، اتصالات الألياف البصرية ، الطبعة الأولى ، المركز العربي للتعريب والترجمة والنشر والتأليف.
- [17] سارة سالم القماطي -الألياف البصرية و أهمية السلامة عند استخدامها-ليبيا .
- [18] صلاح الدين مصباح 2007 م، الألياف البصرية ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة .
- [19] محمد عبد الرحمن 1995 م، اتصالات الألياف البصرية، الطبعة الأولى.
- [20] M ARUMUGAM, 'Optical Fiber Communication An Overview', Indian Academy of Sciences, Vol. 57, Nos 5 & 6, pp. 849–869, 2001.
- [21] Zeno Toffano, 'Optoélectronique: Composants Photoniques Et Fibres Optiques', Ellipses, 2001.
- [22] سمية زقودو مذكرة لنيل شهادة الماستر
- [23] Dr. William Gris , Dr. Charles Patrick, 'Passive Solar Lighting Using Fiber Optics', Co Journal Of Industrial Technology, V 19, N 1, 2003.
- [24] Fedor. Mitschke, Fiber Optics, 2ed, springer.
- [25] John M. Senior Optical Fiber Communications Principles and Practice, Third edition 2009.
- Michael Bass, Eric W. Van Stryland, David R. Williams, William L. Wolfe, 'Handbook Of Optique', V.II, McGraw–Hill, 1995.
- [27] رايتريكير 2011 م، ترجمة أنعام عجاج ، الالكترونيات البصرية و تكنولوجيا الألياف البصرية ، بيروت .
- [28] سهام عفيف قندلا ، فيزياء الألياف البصرية ، دار المسيرة للنشر و التوزيع و الطباعة ، عمان ، الطبعة الأولى [1421 هـ -2000م].
- [29] ريم مصطفى الدبس ، 'نظم الاتصالات' ، مكتبة المجتمع العربي للنشر، 2004.
- [30] سوداني محمد عبد البار تحقيق عملي لمركز شمسي اسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي رسالة مقدمك لنيل شهادة الدكتوراه في علوم جامعة ورقلة 2018 .
- [31] 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.
- [32] Ben abdelaziz Kawtar, " tude de la technologie solaire DishStirling", Mémoire de Projet de fin d'étude, Mémoire de Projet de fin d'étude, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, 01/07/2013.

- [33] <https://ar.wikipedia.org>, 18/05/2017.
- [34] Tabet Ismail, Etude, Realisation et simulation d'un capteur solaire, thèse de doctorat, Université des frères mentouri Constantine ,19 /01 /2016.
- [35] 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.
- [36] Electo Silva, Reinaldo Guillen, Oscar Almazan , Modeling generation systems from using solar stirling engines parabolic dishes (solar / dish), WREF 2012 .
- [37] Rahmani Djelloul, "Analyse de système de concentration solaire pour la production d'hydrogène (cas de L'Algérie)", le diplôme de magester, universite Hassiba Ben Bouali de Chlef, Algérie, 2011/2012.
- [38] Matthias Günther, Michael Joemann , Simon Csambor, Parabolic Trough Technology, Deutsches Zentrum für Luft–und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz– Gemeinschaft.
- [39] Andraka, Charles E. Solar Heat Pipe Testing of the StirlingThermal Motors 4–120 Sterling. [ed.] IEEE.DE–AC04–94AL85000. 1996.
- [40] O A Jaramillo, J A delRío, 'Optical Fibres For A Mini–Dish/Stirling System:Thermodynamic Optimization', I.O.P, 35 (1241–1250) 2002.
- [41] 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.
- [42] Soteris a. Kalogirou, 'Solar Thermal Collectors And Applications', Progress In EnergyAnd Combustion Science, 30(231–295)2004.
- [43] CananKandilli, KorayUlgen, ArifHepbasli, 'Exergetic Assessment Of TransmissionConcentratedSolarEnergySystems Via Optical Fibres For Building Applications', Energy And Buildings, 40 (1505–1512) 2008.
- [44] Murat Tekelioglu, Byard D. Wood, 'Solar Light Transmission Of Polymer OpticalFibers', Solar Energy, 83(2039–2049) 2009.
- [45] Casimer Decusatis, 'Hand Book Of Fibre Optic Data Communication',Academic Press, 2002.
- [46]

الملخص:

العمل المنجز يتضمن دراسة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية باستعمال نموذج لمركز شمسي مصغر ذو قطع مكافئ بواسطة جهاز يدوي للتعقب الشمس. قمنا بالدراسة النظرية بتقدير بعض الوسائط منها الطاقة الشمسية التي تساهم بتحديد الطاقة الشمسية المباشرة على مستوى العاكس، و التركيز الهندسي و الطاقة المتبادلة بين فتحة القطع المكافئ وفتحة المستقبل التي تساهم لنا بتقدير الاشعاع الشمسي المنقول بواسطة الالياف البصرية الموصولة بمعادن النحاس الذي يسخن لنا الماء بواسطة الحمل الحراري داخل خزان معزول عن الوسط الخارجي تم اخيار يومين ثاني وعشرون ديسمبر واول جانفي وكانت شدة الاشعاع اعلى بمقدار $5000\text{W}/\text{m}^2$ او 50 w على التوالي عنه مدخل كابل الالياف البصرية

كلمات المفتاحية: الاشعاع الشمسي -مركزات القطع المكافئ - تسخين المياه-الالياف البصرية

Résumé :

Le travail réalisé comprend une étude de la conversion de l'énergie solaire en énergie thermique à l'aide d'un modèle de centre solaire miniature avec une parabole au moyen d'un dispositif manuel de suivi du soleil. Nous avons fait l'étude théorique en estimant certains milieux, dont l'énergie solaire qui contribue à déterminer l'énergie solaire directe au niveau du réflecteur, et le foyer géométrique et l'énergie échangée entre l'ouverture de la parabole et l'ouverture du récepteur qui nous contribue à estimer le rayonnement solaire transmis par des fibres optiques reliées au métal de cuivre qui chauffe l'eau pour nous par convection à l'intérieur d'un réservoir isolé du milieu extérieur. Deux jours ont été choisis, le 22 décembre et le 1er janvier à L'intensité du rayonnement était supérieure de $5\ 000\ \text{W}/\text{m}^2$ ou $50\ \text{W}$, respectivement, à l'entrée du câble à fibre optique.

Mots-clés : rayonnement solaire - concentrateurs paraboliques - chauffage de l'eau - fibres optiques

Abstract

The completed work includes a study of the conversion of solar energy into thermal energy using a model of a miniature solar center with a parabola by means of a manual sun-tracking device. We did the theoretical study by estimating some media, including the solar energy that contributes to determining the direct solar energy at the level of the reflector, and the geometric focus and the exchanged energy between the aperture of the parabola and the aperture of the receiver that contributes to us in estimating the solar radiation transmitted by optical fibers connected to the copper metal that heats the water for us by convection inside a tank isolated from the outside medium. Two days were chosen, the twenty -second of December and the first of January, and the radiation intensity was higher by $5000\text{W} / \text{m}^2$ or $50\ \text{w}$, respectively, than the entrance of the fiber optic cable.

Keywords: solar radiation - parabolic concentrators - water heating - optical fibers