

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء



مذكرة تخرج لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

الشعبة: فيزياء

تخصص: الفيزياء الطاقوية والطاقات متجددة

من إعداد الطالبتين: رحمانى حنان , تايه فاطمه الزهراء

الموضوع

المحاكاة العددية لمركز قطع مكافئ اسطواني قائم على الموائع النانوية

نوقشت علناً بتاريخ: 2020/09/27

أمام لجنة مناقشة مكونة من :

رئيسا	أستاذة تعليم عال	بابا حني أم الخير
ممتحنا	أستاذ محاضر أ	سوداني محمد البار
مؤطرا	أستاذ محاضر أ	معريف يسين

السنة الجامعية: 2020/2019

الإهداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشركك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك
..... ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك إلى من بلغ الرسالة وأدى
الأمانة..... ونصح الأمة..... إلا نبي الرحمة ونور العالمين
* سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم *.

إلى ملاكي في الحياة إلا معنى الحب والحنان والتفاني..... إلا رمز
الحب والوقار وبلسم الشفاء إلا القلب الناصع البياض إلى بسمة
الحياة وسر الوجود إلا من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم
جراحي إلى أغلى حبيبة * أمي *

إلى من كلله الله بالهبة والوقار..... إلى من علمني العطاء بدون
إنتظار..... إلى من أحمل اسمه بكل إفتخار..... أرجو من الله
أن يمد في عمره ليرى ثمارا قد حان قطفها بعد طول إنتظار وستبقى
كلماتك نجوم أهندي بها اليوم و في الغد وإلى الأبد
* أبي الغالي *

وإلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى تلك المدينة المغلقة
التي لا يدخلها إلا الأوفياء إلى ربحان حياتي
* أخواني وأخواتي *

الآن تفتح الأشعة وترفع المرساة لتنتقل السفينة في غرض بحر
واسع مظلم وهوجر الحياة وفي هذه الظلمة لا يضيء إلا قنديل
الذكريات ذكريات الأخوة البعيدة إلى الذين أحببتهم وأحبوني
* صديقتي *

كل واحدة بسمها * مبروكة * مروة * زينب * بشرى *
* حكيمة * سعاد * بتول * وكل صديقتي من قريب وبعيد.

رحماني حنان

الإهداء

أهدي ثمرة جهدي وخلاصة عملي إلى أعز ما أملك في الوجود

إلى من سهرت على تربيتي وكانت سر وجودي " أمي الغالية"

والحنونة حفظها الله وأطال الله في عمرها.

* إلى من علمني أبجدية الحياة وسقاني كأسها حلوها ومرها

إلى من ناظل لأجلي لأرتاح وهياً لي أسباب النجاح إلى من أتمنى

أعمل لأكون له ثمرة طيبة " أبي الغالي"

* إلى من هم أنس عمري ومخزن ذكرياتي ومحصد إستمراري

" أخواني الأعزاء" كل واحد بسمه :فؤاد,نجاة,محمد البشير

رحيل,الأميرعبدالقادر,أحمد سامي بدون أن أنسى الحفيد الأول للعائلة

محمد ماهر .

* إليكم أحبي أهدي رسالتي إلى "أعمامي وعماتي", وعمتي عائشة

تغمدها الله برحمته وأسكنها فسيح جنانه .

* إليكم أهدي رسالتي إلى "أخوالي وخالاتي" كل واحد بسمه.

إلى كل صديقاتي التي فارقتنا العين ولم تفارقنا الوجدان كل واحدة

باسمها ورسمها.

* إلى كل أساتدتي الكرام الذين لهم الفضل في وصولنا إلى ما نحن عليه.

* إلى كل طلبة ماستر فيزياء طاقوية دفعة 2019\2020.

وفي الأخير أتوجه بجزيل الشكر والإمتنان الى كل من ساعدني من قريب

أو بعيد على إنجاز هذا العمل المتواضع.

تايه فاطمه الزهراء

الشكر والعرفان

شكروالحمد لله الذي وفقنا وأعنا على إتمام هذا العمل
راجيين من المولى عز وجل أن يجعل هذا العمل فيه نفعا
للعباد .

نتقدم بأخلص عبارات الشكر وأسمى عبارات العرفان و
الإمتنان إلى الأستاذ المشرف معريف يسين على قبوله وتحمله
أعباء الإشراف على هذا العمل وتوجيهه ونصحه إلينا ، حيث
تعلمنا منه أجديات البحث العلمي ، كما أشكره على
المعاملة الطيبة التي حطينا بها وعلى صبره علينا ، جزاه الله
عنا خير جزاء .

كما نوجه بأعمق وأسمى عبارات الشكر والعرفان إلى
أساتذتنا الكرام الذين أشرفوا على تكويننا والذين ساهموا في
تأطير وتخرج دفعتنا وإلى كل زملاء الدفعة فيزياء طاقوية .

وإلى الأصدقاء الذين لم يخلو علينا بنصائحهم ، وإلى جنود
الخفاء ورفقاء الدرب و لعائلتنا الكرام على دعمهم إلينا من
كل الجهات ، نتوجه بأعمق وأسمى عبارات الشكر والعرفان .
وإلى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد ولو بكلمة طيبة لكل
هؤلاء أقول جزاكم الله عنا خير جزاء .

فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
	الإهداء
	شكر وعرهان
	قائمة المحتويات
	قائمة الجداول
	قائمة الأشكال
	قائمة الرموز والاختصارات
1	مقدمة عامة
الفصل الأول: البحث في المراجع حول المركز قطع مكافئ والموائع النانوية	
3	1-I (مقدمة
3	2-I)المركزات الشمسية
4	1-2-I (أنواع المركزات الشمسية
6	1-2-2) مكونات المركز القطع المكافئ الأسطواني
9	1-2-3) أنظمة التتبع الشمسي لمركز قطع مكافئ
11	3-I) تقنية النانو
11	1-3-I) الأدوات والطرق المستعملة في إنتاج الموائع النانوية
12	1-3-2) المشاريع المستقبلية حتى عام 2025 ومخاطر تقنية النانو
13	1-3-3) الموائع النانوية
14	4-I) الخاتمة
الفصل الثاني: الدراسة النظرية و النمذجة الرياضية	
15	1-II) مقدمة
16	2-II) النمذجة الرياضية لمركز قطع مكافئ
16	1-2-II) الاستطاعة المستقبلية من طرف المركز
18	2-2-II) الطريقة المستعملة في النمذجة
21	3-II) التحويلات الحرارية في العنصر الجامع للحرارة

21	التحويلات الطاقوية بين الحاوي الزجاجي والهواء (1-3-II)
22	التحويلات الحرارية بين الأنبوب الماص والحواي الزجاجي (2-3-II)
23	التحويلات الطاقوية بين المائع والأنبوب الماص (3-3-II)
25	نمذجة الرياضية للموائع النانوية (4-3-II)
26	خاتمة (4-II)
الفصل الثالث: مناقشة النتائج	
27	مقدمة (1-III)
27	الحل العددي والبرمجة (2-III)
30	تحليل النتائج (3-III)
30	التحقق من النموذج الرياضي (1-3-III)
32	دراسة تأثير الإشعاع الشمسي (2-3-III)
33	دراسة التأثير للموائع النانوية على فعالية المركز (3-3-III)
36	خاتمة
37	خاتمة عامة
39	الملحق
48	المراجع والمصادر

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الشكل
4	تقنية البرج الشمسي	1-1
5	تقنية الصحن المكافئ	2-1
5	تقنية مركز فريبل الخطي	3-1
6	تقنية مركز القطع المكافئ	4-1
7	مخطط لشكل العامل ل PTC	5-1
8	العنصر الجامع للحرارة	6-1
9	تتبع شمسي شرق - غرب لمركز قطع مكافئ أسطواني	7-1
10	تتبع شمسي شمال - جنوب لمركز قطع مكافئ أسطواني	8-1
10	تتبع شمسي شرق غرب قطبي لمركز قطع مكافئ اسطواني	9-1
15	مخطط منهجية المحاكاة العددية	1-2
16	التدفقات الحرارية المتبادلة داخل المركز	2-2
17	مسار الشعاع في المساحة الفارغة بين الحاوي الزجاجي والأنبوب الماص	3-2
19	الحصيلة الطاقوية في الشريحة Δx	4-2
29	خطوات برنامج الحساب	1-3
32	تغيرات شدة الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن	2-3
33	تغيرات درجة حرارة المركز بدلالة الزمن	3-3
33	تغيرات درجة حرارة الخروج حسب نوعية المادة النانوية المضافة للماء	4-3
34	تغيرات معامل الانتقال الحراري بدلالة الزمن	5-3
35	تغيرات المردود الحراري بدلالة الزمن	6-3
35	تغيرات درجة حرارة الخروج بدلالة التركيز	7-3

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الجدول
12	المجالات الأكثر استخداماً لتقنية النانو	1-1
14	استعراض بعض الأبحاث لمركز قطع مكافئ القائم على المواعع النانوية	2-1
26	الخصائص الفيزيائية للجسيمات النانوية	1-2
30	خصائص المركز المستعمل للمحاكاة	1-3
31	خصائص ccp والمائع Syltherm 800	2-3
31	مقارنة بين النتائج التجريبية ونتائج المحاكاة	3-3

الرموز والاختصارات

الوحدة في النظام الدولي	المقادير الفيزيائية	الرمز
W	كمية الاستطاعة المستقبلية من قبل الأنبوب الماص	Q_{ab}
/	ثابت متعلق بالزاوية الورود	K
m^2	مساحة فتحة المركز	A_0
m^2	مساحة الأنبوب الماص	A_{ab}
$W/m^2 K$	الحمل الطبيعي	$h_{c1(ext)}$
$W/m^2 K$	الحمل القسري	$h_{c2(ext)}$
$W/m.K$	الموصلية الحرارية الفعالة	λ_{eff}
W/m^2	الإشعاع الشمسي المباشر	I_d
/	عدد الأيام	N
/	كتلة الهواء	m_A
m	طول الأنبوب	L
Degré	زاوية الارتفاع الشمسي	H
H	الثابت الشمسي	I_0
m	طول فتحة المركز	W
m	ارتفاع المنطقة	Z
m	القطر	D
K	درجة الحرارة الأنبوب الماص	T_{ab}
K	درجة حرارة القبة السماوية	T_{ciel}
/	عامل الاضطراب الكلي	T_L
K	درجة حرارة الحاوي الزجاجي	T_v

K	درجة حرارة المائع	T_f
K	درجة حرارة الهواء	T_a
J/kg.K	السعة الحرارية	C_P
/	نسبة المواد النانوية في المحلول القاعدي	ϕ
/	المحلول القاعدي	bf
/	المائع الناني	nf
الرموز اليونانية		
/	نفاذية الزجاج	τ
Degré	زاوية الميل	δ
Degré	زاوية دائرة العرض	φ
Degré	زاوية الساعة الشمسية	ω
/	امتصاصية الأنبوب الماص	α
W	كمية الحرارة المتبادلة بين الأنبوب الماص والحاوي الزجاجي	$Q_{c(ab-v)}$
W	كمية الحرارة المتبادلة بين الحاوي الزجاجي والهواء	Q_{r-a}
/	انعكاسية السطح العاكس	ρ_0
W	كمية الطاقة المستقبلية من قبل المائع	$Q_{a(f)}$
/	عامل الاعتراض	Γ
/	الفعالية البصرية	η_{pot}
/	الفعالية الحرارية	η_{th}

الاختصارات

المجمع الاسطواني القطع المكافئ	PTC
الطاقة الشمسية المركزة	CSP
المائع الناقل للحرارة	HTF
العنصر الجامع للحرارة	HCE
تتبع كلي	TOTAL
تتبع شرق - غرب	E.O
تتبع شرق - غرب قطبي	E.O.P
تتبع شمال - جنوب	N.S

مقدمة عامة

مقدمة عامة:

من التضاعف المفرط في طلب الطاقة منذ ما بعد الثورة الصناعية ، حيث يستهلك العالم اليوم 76 مليون برميل من النفط يوميا بحلول 2025 [1]. الطاقة المتجددة عن مصادر ناضبة ومتوفرة في الطبيعة ومتجددة باستمرار ، هي نظيفة لا ينتج عن استخدامها تلوث بيئي نسبيا ومن أهم المصادر الطاقة الشمسية التي تعتبر المصدر الأساسي والرئيسي الذي يمد كوكب الأرض بالطاقة كما تعتبر المصدر الواسع الانتشار في مختلف أنحاء العالم حيث أن الطاقة التي يمكن الحصول عليها من أشعة الشمس لمدة 105 دقيقة تكفي (احتياجات واستهلاك العالم لمدة عام) [2] . تعود معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة على سطح الأرض إلى الإشعاع الشمسي فجميعها بما فيها البترول والغاز والفحم تكونت بسبب أشعة الشمس وما تلي ذلك من حرارة وضغط عبر الأحقاب الزمنية بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية مثل طاقة الرياح وطاقة الكتلة الحية..... الخ

الشمس آية من آيات الله في الكون، ولأهميتها في الحياة تكرر ذكرها في 33 موضعا من القرآن سخرها المولى لتحقيق الحياة لكل الكائنات الحية على وجه الأرض، فمنها يستمدون الطاقة اللازمة لحياتهم، وكذلك ينتج عن دورتها حول الأرض تعاقب الليل والنهار، لذلك امتن الله بها على عباده .

استغل الإنسان طاقة الشمس بشكل مباشر منذ القدم في حياته البسيطة في التدفئة والحصول على النار ولتجفيف الأغذية النباتية والحيوانية، ثم تطور هذا الاستغلال إلى استحداث آليات لتجميع الطاقة الشمسية و الاستفادة منها في مجالات مختلفة، استمر التطوير من خلال رفع كفاءة المجمعات الشمسية بزيادة فعالية إمتصاص الإشعاع الشمسي على شكل حرارة من جهة وزيادة العزل من جهة أخرى ، ثم تطور إستغلال الطاقة الشمسية إلى إنتاج الكهرباء ، حيث يتم إنتاج هذه الأخيرة بالتحويل الكهروضوئي أو الحراري بواسطة محطات الطاقة الشمسية المركزة (CSP) [1]، حيث تلعب هذه الأخيرة دورا هاما في مجال الطاقات النظيفة فهي تقوم بتحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة تستخدم في إدارة توربينية بخارية لإنتاج الكهرباء، كما تهدف أجهزة التركيز الشمسي إلى زيادة كثافة الإشعاع على سطح الماص إلى معدل أعلى من المعدل الطبيعي و تتم هذه العملية بواسطة أسطح عاكسة على سطح ماص صغير مقارنة باللاقط المسطح بهدف الحصول على درجات حرارة مرتفعة [3]. محطات الطاقة الشمسية المركزة عدة أنواع (عواكس فريزل، البرج المركزي، الصحن القطع المكافئ، مركبات لقطع المكافئ الأسطواني). من بين كل أنواع محطات الطاقة الشمسية المركزة يعتبر المجمع القطع المكافئ الأسطواني هو الأقل كلفة والأكثر مردودا والأطول عمرا وذلك بإثبات العديد من التجارب والتطبيقات العلمية والعملية. سيكون هذا الأخير(المجمع القطع المكافئ الأسطواني) موضوع دراستنا وستتعرف على مكوناته وطريقة عمله

وأنظمة التتبع الشمسي خاصة به. من أجل الوصول إلى ذروة المردود لهذا المركز تتطرقنا إلى تقنية واعدة ألا وهي تقنية النانو تكنولوجي و التي تحتل صدارة الاهتمامات العلمية والبحثية في مراكز البحث والجامعات في أنحاء العالم حيث لا يكاد يمر يوم إلا ونسمع عن اختراع أو حدث مهم في عديد المجالات الطبية والصناعية وجميع مناحي الحياة ، أن هذه التقنية لها إمكانات هائلة مما يجعلها قادرة على مساهمة بإحداث تقدم مذهل في رفاهية الحياة البشرية تغيير وجهة عملنا القادم تغييرا كليا نحو الأفضل إذا استخدمت بشكل سليم [4]. أما نحن محورنا دراستنا على مجال في غاية الأهمية ألا وهو مجال الطاقات النظيفة ومدى مساهمة تقنية الموائع النانوية في حل كثير من مشكلات الطاقة كالطاقة الشمسية مثلا، باستخدام تكنولوجيا الموائع النانوية وجد بعد العديد من التجارب العلمية والعملية أن استخدام موائع نانوية بالنسبة للمركبات الشمسية لوحظ ارتفاع كفاءة هذه المركبات، مقارنة بالمركبات الخالية من هذه التقنية . في الأخير و حسب توقعات العلماء ستكون تقنية النانو تكنولوجي جزء من حياة كل إنسان فينا خلال 20 سنة القادمة ، كما ستظهر اختراعات متعددة كنا نظن أنها موجودة في أفلام الخيال العلمي فقط .

الفصل الأول

I-1 مقدمة:

من بين جميع تكنولوجية الطاقة الشمسية المركزة المتاحة حتى الآن فان المجمعات الأسطوانية لقطع المكافئ هي الحل الواعد و الأكثر ملائمة من حيث الكلفة والفعالية لتوليد الطاقة الكهربائية. يعتبر المجمع الشمسي الأسطواني القطع مكافئ من أهم أنظمه التركيز الشمسي الحراري من حيث الفعالية في إنتاج البخار حيث يستغل بشكل مركزي في إنتاج البخار المضغوط لتدوير عنفات مولدات الطاقة الكهربائية من خلال محطات توليد الطاقة الكهربائية الشمسية أو من خلال مختلف التطبيقات الحرارية (تسخين المياه , إنتاج البخار , التقطير) وذلك لمختلف الأغراض الصناعية والمنزلية ولقد اهتمت الدراسات السابقة بزيادة فعالية المركز الأسطواني بزيادة مردود من خلال اختيار المواد المناسبة و اختيار طرق التتبع الشمسي وكذا بزيادة المردود الحراري بزيادة العزل الحراري للأنبوب الماص وإضافة مواد نانوية للمائع الناقل للحرارة (الموائع النانوية) . هذا مع مراعات التقليل من التكلفة وزيادة عمر الاشتغال. [3]

I-2- المركزات الشمسية :

يتم تركيز الإشعاع الشمسي الساقط على الفتحة، بواسطة السطح العاكس نحو سطح الإمتصاص (جسم أسود) الذي يمتص هذا الإشعاع على شكل حرارة ، وبتالي زيادة في درجة الحرارة ، ومن ثم تنتقل هذه الحرارة إلى المائع الناقل لحرارة (Heat Transfer Fluid) بواسطة الحمل على شكل حرارة مفيدة ، بينما يتم فقد جزء من هذه الحرارة إلى الهواء الجوي المحيط بواسطة (التوصيل، الحمل، الإشعاع) على شكل ضياع. ويتكون المركز الشمسي عموما من: أداة تركيز الإشعاع. - أداة تتبع الإشعاع - أداة إمتصاص الإشعاع [1] .

تعمل المركزات الشمسية على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية في إدارة تربينات بخارية لإنتاج الكهرباء وهو ما يعني إمكانية تكامل المركزات الشمسية مع محطات توليد التقليدية للاستفادة بربط هذه النظم بالشبكة الكهربائية وعلى نحو أخري يمكن استخدام الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية و تحلية المياه في نفس الوقت، وذلك بالاستفادة من فائض الطاقة في تحلية مياه البحر، ويتوقع أن تلقى هذه التقنية رواجاً في المستقبل القريب وخاصة في الدول التي تعاني في شح المياه العذبة [5]

I-2-1 أنواع المركبات الشمسية:

المركز الشمسي هو عبارة عن مركب ذو سطح انعكاسي من الزجاج أو البلاستيك و التركيز مرتبط بالإشعاع الشمسي المباشر حيث أن الإشعاع المنتشر و المنعكس لا يمكن تركيزه. ولهذا السبب المركز لديه درجتان من التحرر و المتابعة بشكل ذاتي للشمس، ومن أهمها نجد : مركز البرج الشمسي، مركز الصحن المكافئ ،مركز فريزل الخطي و مركز قطع الأسطواني المكافئ و الذي ستطرق إلى مكوناته بالتفصيل .

مركزات البرج الشمسي

هذا النوع من المحطات تحتوي على مجموعة من المرايا يطلق عليها اسم هيليوستا، التي بدورها تقوم بتركز أشعة الشمس اتجاه المرجل الذي يقع في قمة البرج و الجانب الايجابي لهذا البرج الشمسي هو أن الضياع الحراري للمحيط يكون ضعيف لأن السطح المعرض للهواء محدودة. الذي يسمح للوصول إلى درجة حرارة عالية تصل ما بين 800°C إلى 1000°C [6]



الشكل: 1-1 : تقنية البرج الشمس [7,1]

مركزات الصحن القطع المكافئ

مركزات قطع مكافئ لها نفس الشكل لقطع مكافئ لمستقبلات الأقمار الاصطناعية ، لواقط القطع المكافئ تعمل بكل حرية لتتبع الأشعة الشمس عند توزيعها بشكل آلي و تركز الأشعة الشمسية نحو نقطة تقارب و تسمى بالبؤرة ، في البؤرة يوجد محرك يقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة ميكانيكية بعد ذلك إلى طاقة كهربائية يسمى بمحرك ستيرلينغ. المركزات قطع مكافئ

تستطيع أن تصل درجة حرارتها إلى 1000°C ومن بين لمحاسنها الأساسية وهو إمكانية الوضع في المناطق المعزولة [6]



الشكل:1-2 : تقنية الصحن المكافئ [1,7]

مركزات عاكس فرينل الخطي:

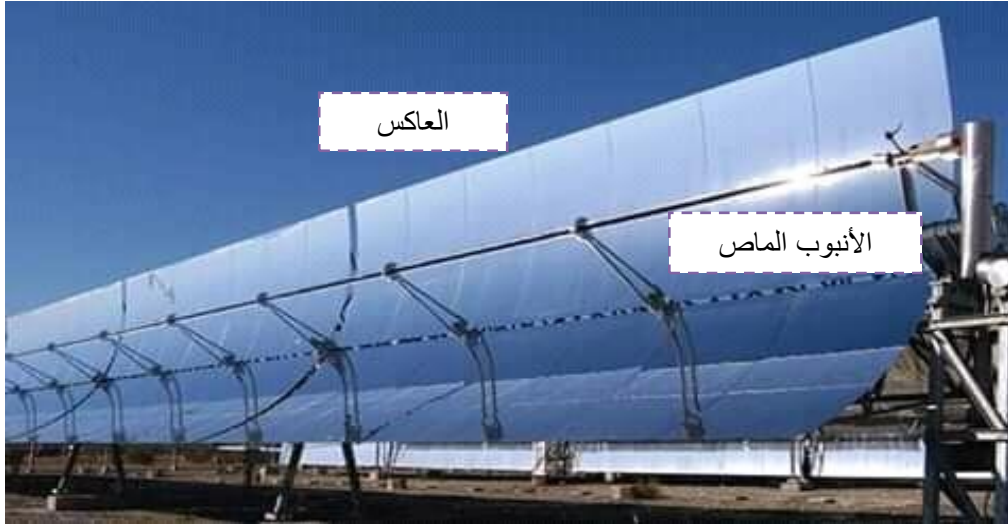
يتكون من مرايا مسطحة متوازية، تقوم بتركيز الإشعاع الشمسي نحو جهاز استقبال خطي يقع على بعد أمتار فوق حقل المرآة الأولية، هذا يتطلب مرآة ثانوية فوق جهاز الاستقبال لإعادة تركيز الأشعة الضائعة، أو البديل عن ذلك زيادة عرض جهاز الاستقبال يجعله يتكون من عدة أنابيب متوازية. [6]



الشكل:1-3: تقنية مركز فرينل الخطي [1,7]

المركز قطع مكافئ أسطواني:

المجمع الاسطواني القطع المكافئ (Parabolic Trough Collector) له عناصر أساسية يتكون منها وهي سطح عاكس وهو عبارة على شكل مرآة زجاجية من مادة الألمنيوم أو من مادة الفضة و تثبت طوليا على شكل أسطواني قطع مكافئ ويكون وزنها خفيف لسهولة تحرك من اجل تتبع الشمسي و يركز هذا العاكس الإشعاع الشمسي نحو العنصر الجامع للحرارة الذي يتم تثبيته في الخط البؤري للسطح العاكس للقطع المكافئ.



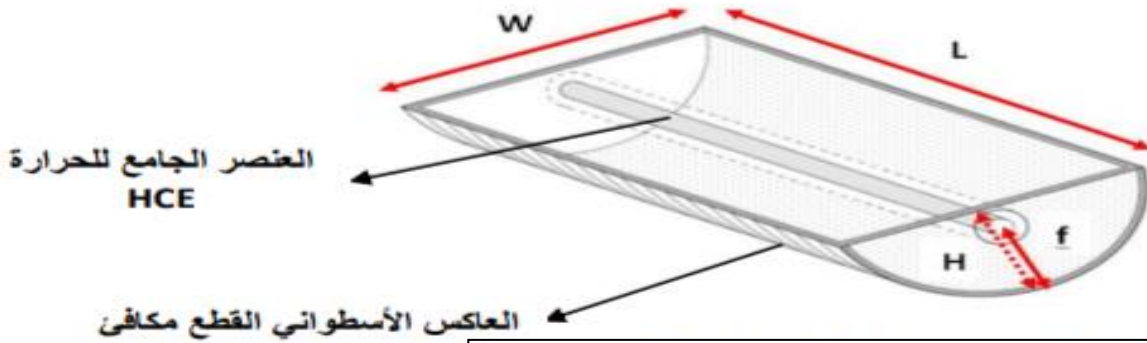
الشكل: 1-4: تقنية المركز القطع المكافئ [7,1]

I-2-2 مكونات المركز قطع مكافئ أسطواني

المجمع الاسطواني القطع المكافئ (Parabolic Trough Collector) له عناصر أساسية يتكون منها وهي سطح عاكس على شكل مرآة زجاجية مفضضة أو المونيوم المصقول أو اينوكس (INOX) حيث يتجاوز معامل الإنعكاس 88%، يتم تثبيتها طوليا على شكل اسطواني بحيث يكون مقطوعها العرضي قطع مكافئ، يجب أن تحافظ مادة العاكس على معامل إنعكاسها لمدة طويلة تحت مختلف الظروف الجوية والمناخية . يكون وزنها خفيف لسهولة التحرك من اجل التتبع الشمسي و يركز هذا العاكس الإشعاع الشمسي نحو العنصر الجامع للحرارة ((Heat Concentrated Element الذي يتم تثبيته في الخط البؤري للسطح العاكس للقطع المكافئ.

يتكون العنصر الجامع للحرارة من الأنبوب الماص (من النحاس عادة أو الفولاذ المقاوم للصدأ) ويكون سطحه الخارجي مطلي بطبقة إنتقالية لتحسين خواصه الضوئية (امتصاصية الضوء المرئي +معامل الانبعاث ضعيف جدا للأشعة تحت الحمراء عند درجات الحرارة العالية للسطح الماص). بذلك يتم امتصاص جزء كبير من الإشعاع الشمسي الوارد من الحد بشكل كبير من الضياع بالإشعاع الحراري المنبعث. يسري بداخل الأنبوب مائع ناقل للحرارة مثل : الماء والزيوت الهيدروكربونية ، الجليكول، الهواء والأملاح المنصهرة وعند اختيار المائع من بين هذه الموائع يجب مراعاة ما يلي: معامل التمدد منخفض، معامل اللزوجة منخفض، معامل السعة الحرارية مرتفعة، نقطة التجمد منخفضة و نقطة الغليان مرتفعة، يتم اختيار المائع حسب درجة الحرارة المطلوبة وخيارات التخزين الحراري، حيث يتم اختيار الزيوت الحرارية عند درجات الحرارة الأعلى من 200°C لأن استخدام الماء في هذه الدرجة يؤدي إلى ضغوط عالية داخل الأنبوب الماص ينتج عنها زيادة في التكلفة. [1, 6]

[يمتلك المركز الأبعاد التالية: الطول L , عرض الفتحة W , البعد البؤري f , الارتفاع H , كما هو موضح في الشكل:



الشكل: 5-1: مخطط لشكل العامل ل PTC [1]

ويحاط الأنبوب الماص الشكل: (1-6) بطرف زجاجي عادة زجاج Pyrex أو borosilicate (الذي يحافظ على متانته ونفاذيته تحت درجات الحرارة عالية) مع طلاء مضاد للإنعكاس لزيادة للتقليل من الخسائر الإنعكاس، يكون الطرف الزجاجي مفرغ من الهواء لحماية السطح الإنتقالي للأنبوب الماص من التدهور و التأكسد، كما يقلل من الضياع الحراري بالحمل، حيث عندما يكون الضغط داخل الفراغ في حدود 0.01 Pa ففي هذا المستوى من الضغط يكون انتقال الحرارة الضائعة بين سطح الأنبوب الماص الساخن والطرف الزجاجي البارد عبر الإشعاع فقط . [1]



الشكل: 1-6 العنصر الجامع للحرارة [1]

I-2-3 أنظمة التتبع للمركز الاسطواني القطع المكافئ

نظرا لتغير موضع الشمس بالنسبة لسطح الأرض وعلى طول أيام السنة ،لذاك فإننا بحاجة إلى التتبع المستمر لتوجيه سطح الفتحة نحو الإشعاع الشمسي للحصول على أقصى تدفق للطاقة الشمسية على فتحة نظام الاسطواني القطع المكافئ ، لتحسين في قيمة المردود الضوئي وهناك نوعان رئيسيان لتتبع الشمسي وهما :

أ) التتبع الشمسي بمحورين دوران:

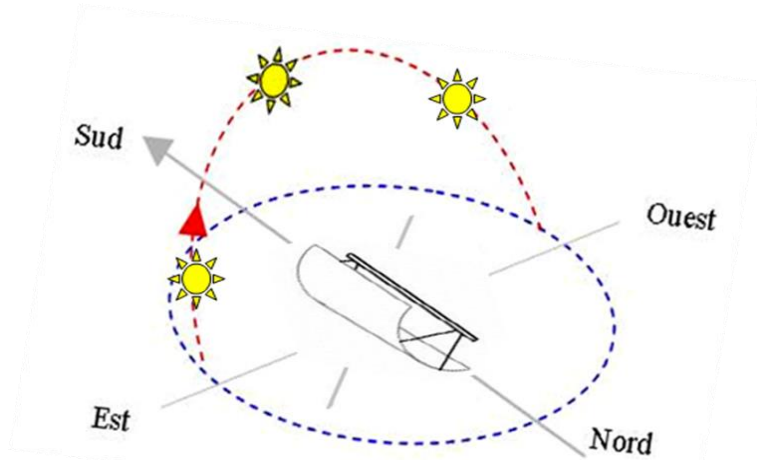
في هذه الحالة تتم حركة المجمع افقيا نحو سمت الشمس ورأسيا نحو ارتفاع الشمس ،بحيث تبقى أشعة الشمس دواما ناظمية على سطح الفتحة ، منه تنعدم زاوية الورود وبالتالي يكون المردود الضوئي أعظمي.

ب) التتبع الشمسي بمحور دوران واحد:

في هذه الحالة تتم حركة المجمع راسيا نحو ارتفاع الشمس بحيث تبقى أشعة الشمس دواما تقع في المستوى النظامي علي سطح الفتحة ، بذلك التحسين في قيمة المردود الضوئي وهي على ثلاث أنواع (شمال-جنوب) و(شرق-غرب) و (شرق-غرب قطبي) [6,1]

1- في حالة الأنبوب الماص شمال - جنوب مع تتبع شمسي شرق - غرب زاوية الورود تكتب كما يلي :

$$\cos \theta = \sqrt{(\cos(\delta) \sin(\varphi) \cos(\omega) - \cos(\delta) \cos(\omega))^2} \quad (1-1)$$

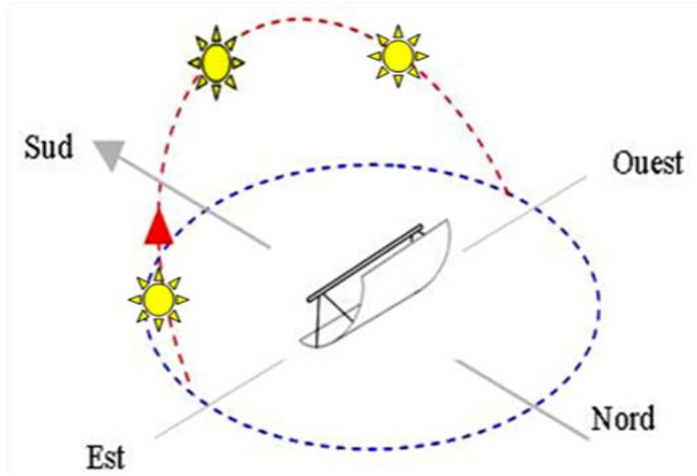


الشكل: 7-1 : تتبع شمسي شرق- غرب لمركز قطع مكافئ أسطواني [3]

2- حالة أنبوب الاستقبال متجه نحو شرق - غرب مع تتبع شمسي شمال - جنوب زاوية الورد تكتب بطريقتين :

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \cos^2 (\delta) \sin^2 (\omega)} \quad (2-1)$$

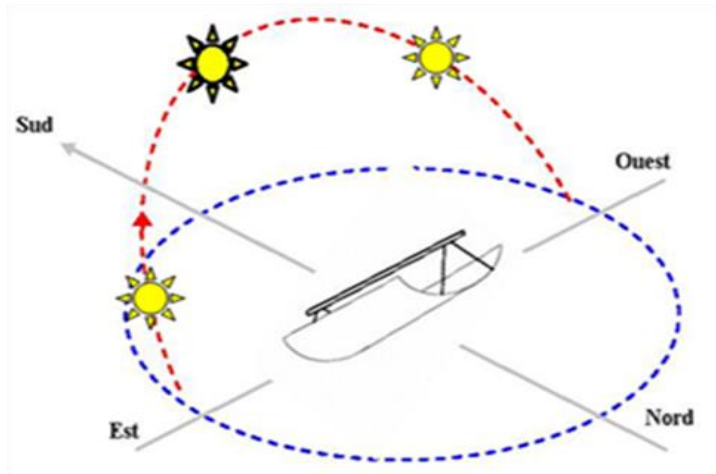
$$\cos \theta = \sqrt{\sin^2 (\delta) + \cos^2 (\delta) \cos^2 (\omega)} \quad (3-1)$$



الشكل: 8-1: تتبع شمسي شمال - جنوب لمركز قطع مكافئ أسطواني [3]

3- في حالة أنبوب الاستقبال متجه نحو شمال - جنوب مع تتبع شمسي شرق - غرب قطبي:

$$\cos \theta = \cos \delta \quad (4-1)$$



الشكل: 9-1: تتبع شمسي شرق غرب قطبي لمركز قطع مكافئ اسطواني [3]

I-3 تقنية النانو

إن أغلب المواد الموجودة في الطبيعة صالحة كمواد أولية لإنتاج المواد النانوية كالفلزات وأشباه الفلزات والزجاج وبعض المركبات العضوية، يستخدم العلماء أسلوبين متعاكسين للحصول على الخواص المطلوبة، الأسلوب الأول تكبير أبعاد الجزيئات الصغيرة بتجميعها وترتيبها لتصل أبعادها بين واحد ومائة نانو متر مع الحفاظ على هيكلها الأساسية ، أما الأسلوب الثاني فهو تصغير الحبيبات الكبيرة وتحويلها إلى حبيبات صغيرة ناعمة لا تتعدى أبعادها مئة نانو متر.

النانو متر يعني بالغة اليونانية (القرمز) أما في علم الفيزياء فيعني جزء واحد من مليار (ألف مليون) أي أصغر من المايكرو الذي يستخدم لقياس أبعاد الجراثيم بألف مرة، تقنية النانو ظهرت سنة 1959 كفكرة طرحها العالم الفيزيائي ريتشن فيمنت المتحصل على جائزة نوبل في الفيزياء التحكم في الذرات والجزيئات وتعديلها، يستخدم النانو وحدة لقياس أقطار الذرات وبعض الجزيئات والفيروسات.....الخ [8].

I-3-1 الأدوات والطرق المستخدمة في إنتاج المواد النانوية

تمتاز المواد النانوية بصفات تميزها عن غيرها من المواد العادية. لها صفات فيزيائية جديدة :فهي أكثر صلادة ومتانة ،تنخفض درجة انصهارها كلما تناقصت أقطارها. بداية لكل تقنية أدواتها التي لا بد من توفرها وإتقان عملها ،هو إنتاج مواد نانوية تتراوح أبعادها بين (1نانو متر ومائة نانو متر) أي تصغير حبيبات المادة من بضعة مليمترات إلى مادون مئة نانو متر، سنوضح طريقتين منها وهما :

- طريقة الطحن الميكانيكي :

تتألف هذه الطريقة من وعاء اسطواني الشكل مصنوعة من سبائك صلبة ،توضع فيه الحبيبات المراد سحقها مع كرات تفوقها صلادة ،ذلك من خلال إفراغ الوعاء من الهواء الجوي وحقن غاز حامل بدلا منه ،لمنع تأكسد تلك الحبيبات ،بعدها تدار طاحونة الكرات بسرعات عالية تصل إلى 800 دورة في الدقيقة ،بغية طحن الحبيبات الكبيرة وتنعيمها وتصغير أبعادها لتصبح أقل من مئة نانو متر في فترة زمنية محددة.

- طريقة التجميع والترتيب :

هي تكبير الذرات والجزيئات الصغيرة بتجميعها وترتيبها آليًا واستخدام أنواع من الميكروسكوبات تعمل علي فحص وتحليل البنية الداخلية للمواد وتكبيرها أكثر من مليون مرة،حتى يستطيع الباحث أن يرى الذرات و الجزيئات من خلالها [8] .

الجدول التالي يوضح المجالات وترتيبها من حيث الاستخدام الأكثر لتقنية النانو :

الجدول(1-1) المجالات الأكثر استخدامًا لتقنية النانو [8] .

الترتيب	مجال البحث
الأول	الإلكترونيات
الثاني	الطب /اكتشاف لأمراض والأدوية
الثالث	التصنيع الجزيئي
الرابع	الطاقات المتجددة
الخامس	تصنيع مواد الطلاء
السادس	العمليات الفيزيائية
السابع	البصريات
الثامن	التكنولوجيا الحيوية
التاسع	صناعة المحفزات (العوامل المساعدة) في الكيمياء
العاشر	إنتاج والتصنيف

I -3-2) مشاريع مستقبلية حتى عام (2025) ومخاطر تقنية النانو

لازالت الأبحاث متواصلة في مجال تقنية النانو في عدة مجالات من بينها:

- أبحاث دائمة لصناعة روبوت نانوي يدخل بحرية حتى داخل الشعيرات الدموية لقتل الجراثيم والفيروسات في جسم الإنسان.
- طائرات تجسسية نانوية تتحرك بحرية تامة مهما كان المكان ضيقا.
- ابتكار أعضاء لجسم الإنسان أكثر عمراً وكفاءة من أعضائه .
- حبيبات نانوية تتغلغل داخل جسم الإنسان لإزالة الشحوم الثلاثية والكوليسترول.
- تصنيع وسائط نقل (سيارات، طائرات، سفن، قطارات)، يدخل في تصنيعها جسيمات نانوية تجعلها أخف وزنا.
- نانو دكتور وهو مكررو سكوب مطور يستخدمه الطبيب لمعرفة تحاليل دم مريضه مباشرة.

رغم ماقدمته تقنية النانو وماستقدمه للإنسان في المستقبل القريب بما ينعم فيه بحياة هنيئة ومديدة فإن العديد من الخبراء يرون بأن استخدامها في جوانب الحياة له عواقب غير مرضية .حيث صدر عن منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (اليونسكو) كتاب بعنوان (تقنية النانو العلم والأخلاقيات وقضايا السياسات)جاء فيه :

- إن التحكم بآثار تقنية النانو المحتملة على المدى البعيد أمر صعب جداً، لأنها غير مرئية ويصعب كشفها وتنظيفها من الجسم والبيئية من جهة ،وهي تتطور بسرعة فائقة من جهة ثانية. بالإضافة إلى إمكانية استخدامها في المجالات العسكرية والأمنية وبما يتعارض مع حقوق الإنسان وعليه يجب صياغة دستور أخلاقي لهذه التقنية تساهم فيها المنظمات المعنية بالصحة العامة والبيئة ونشر هذه السياسات بوسائل الإعلام [8].

I-3-3 الموائع النانوية

يتم تحضير الموائع النانوية من خلال تشتيت الجسيمات النانوية المعدنية أو غير معدنية في المائع القاعدي وهذا المصطلح تم تقديمه من طرف العالم Choi في 1995 [9].الفكرة الرئيسية لاستخدام هي الزيادة في معامل التوصيل لأن الجسيمات المستخدمة لديها ناقلية أكثر من ناقلية السوائل القاعدية (ماء أو زيت) [10] .الجدول التالي يوضح استعراض بعض الأبحاث لمركز قطع مكافئ القائم على الموائع النانوية والتي تستعمل الماء كمائع قاعدي .

الجدول I-2) استعراض بعض الأبحاث لمركز قطع مكافئ القائم على الموائع النانوية [11]

الدراسة	الموائع النانوية	الزيادة %		طبيعة الدراسة	المراجع
		المردود الحراري	معامل الانتقال الحراري		
Coccia et al 2016	Fe ₂ O ₃ ;SiO ₂ TiO ₂ ;znO AL ₂ O ₃ ;AU	~ 0	-	تجريبية	[10]
Chaudhair et al 2015	Al ₂ O ₃	7	32	تجريبية	[9]
Ghasemi and Ranjbar2016	Cuo Al ₂ O ₃	-	35.28	نظرية	[12]
Mwesigye et la 2015	Al ₂ O ₃	-	22	نظرية	[13]
Rehan et la 2018	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	13.11	-	تجريبية	[14]
Subramani et la 2017	Al ₂ O ₃	8.54	-	تجريبية	[15]
Subramani et la 2018	TiO ₂	8.66	23	تجريبية	[16]

4-I الخاتمة:

تعتبر أنظمة القطع المكافئ الاسطواني من أهم التكنولوجيات في بناء محطات كهرباء الطاقة الشمسية المركزة (Concentrating Solar Power) والتي تعتبر البديل عن توليد الكهرباء بالطاقة الأحفورية وما يمثله هذا البديل من تحدي عالمي قصد وقف التدهور البيئي وما أنجز عنه انعكاسات وخيمة على صحة الإنسان و التوازن الايكولوجي للبيئة , لذلك اهتمت الكثير من الدراسات على مر الزمن وإلى الآن بتحسين من الفعالية و المردود الضوئي و الحراري لمركز القطع المكافئ الاسطواني و الزيادة في الفعالية باستخدام تقنية الموائع النانوية.

الفصل الثاني

1-II مقدمة:

من أجل المحاكاة العددية لمركز الأسطوانى القطع المكافئ القائم على الموائع النانوية، نقوم بإنشاء نموذج رياضي للمركز، النموذج الرياضي ما هو إلا تقدير تقريبي للنظام الحقيقي، المحاكاة العددية هي العملية المتبعة أو المستخدمة لحساب حلول هذا النموذج الرياضي باستعمال الحاسوب و بالتالي محاكاة الواقع، عادة ما تكون هنالك خمس مراحل في محاكاة نظام حقيقي وهي: [17 -

[18

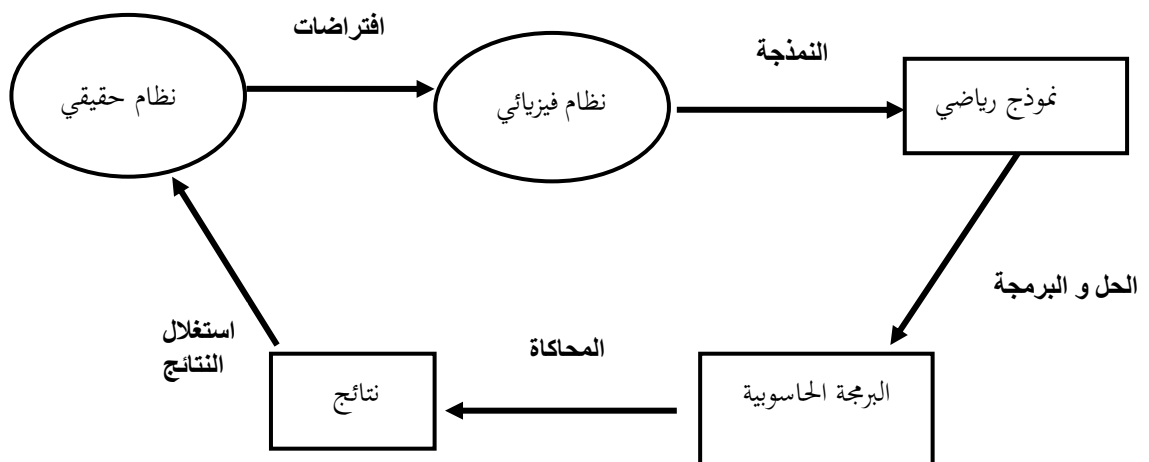
1- الفرضيات

2- البحث عن نموذج رياضي

3- حل المعادلات الرياضية.

4- الترجمة إلى لغة الحاسوب.

5- المحاكاة العددية و استغلال النتائج.



الشكل 1-2 مخطط منهجية المحاكاة العددي [17-18]

γ : عامل الاعتراض و يمثل نسبة الأشعة التي يمتصها الأنبوب المجمع للحرارة

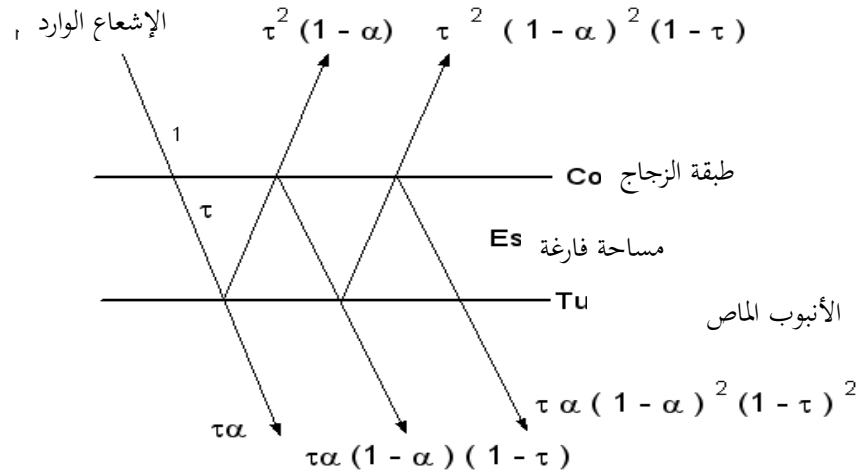
ρ_0 : انعكاسية السطح العاكس

$$(3-2) \quad A_0 = LW$$

A_0 : مساحة فتحة المركز

α_0 : هو عامل النفاذية والامتصاص بين الحاوي الزجاجي و الأنبوب الماص، الشكل (2-3) يوضح مقدار الطاقة المفقودة

في كل إرسال-انعكاس الأشعة على المستقبل [22]:



الشكل: 2-3: مسار الشعاع في المساحة الفارغة بين

الحاوي الزجاجي و الأنبوب الماص [22]

الكمية النهائية للطاقة المنقولة هي متتالية هندسية لا نهائية أساسها $(1-\alpha)(1-\tau)$ حيث:

$$(4-2) \quad \alpha_0 = (\tau \cdot \alpha) \sum_{i=0}^{i=\infty} (1-\alpha)^i (1-\tau)^i = \frac{(\tau \cdot \alpha)}{1-(1-\alpha)(1-\tau)}$$

α : إمتصاصية الأنبوب الماص و τ : نفاذية الزجاج الحاوي

I_d : الإشعاع الشمسي المباشر ويمكن حسابه باستعمال نموذج الأطلس الجزائري [20] و يعطى بالعلاقة التالية:

$$(5-2) \quad I_d = I_0 \cdot \varepsilon \cdot \cos \theta \cdot \exp\left(\frac{m_A T_L}{94 + (0.9 \times m_A)}\right)$$

بحيث θ : زاوية الورد و I_0 : الثابت الشمسي $I_0=1367W/m^2$

ε : تصحيح المسافة شمس- ارض تحسب بالعلاقة التالية:

$$(6-2) \quad \varepsilon = 1 + 0.034 \times \cos\left(\frac{360}{365}(n-2)\right)$$

n : عدد الأيام و m_A : هي كتلة الهواء البصري وتعطى علاقتها بالعلاقة التالية :

$$(7-2) \quad m_A = \frac{1}{\sin(h) + 9.4 \times 10^{-4} [\sin(h) + 0.0678]^{-1.253}} \approx \frac{(0.89)^z}{\sin(h)}$$

$$(8-2) \quad \sin h = \cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta : \text{ حيث } h: \text{ تمثل زاوية الارتفاع الشمسي حيث}$$

Z : ارتفاع المنطقة على سطح البحر و δ : زاوية الميل الشمسي و φ : زاوية دائرة العرض و ω : الزاوية الساعية

T_L : معامل الاضطراب الجوي و يمثل الانتشار و الامتصاص الذي يتعرض له الإشعاع الشمسي من قبل الغلاف الجوي.

وتراوح قيمته بين 2 في فترة الشتاء و 5 في فترة الصيف.

يمكن حساب الفعالية البصرية للمركز قطع مكافئ بالعلاقة [21]:

$$(9-2) \quad \eta_{opt} = \frac{Q_{ab}}{A_0 \cdot I_d} = \rho_0 \cdot \alpha_0 \cdot \gamma \cdot K$$

II -2-2 الطريقة المستعملة في النمذجة:

الأنبوب الجامع للحرارة هو العنصر الرئيسي في المركز الأسطواني قطع مكافئ ووظيفته امتصاص الإشعاع الشمسي المباشر

وتحويل ونقل الحرارة إلى المائع . تمت النمذجة بطريقة خطوة بخطوة هذه الطريقة تسمح بحساب درجة الحرارة بالنسبة لجميع

عناصر الأنبوب الجامع للحرارة مع مرور الزمن . تعتمد على تقسيم الأنبوب الجامع إلى شرائح وهمية طولها (Δx) في اتجاه سريان

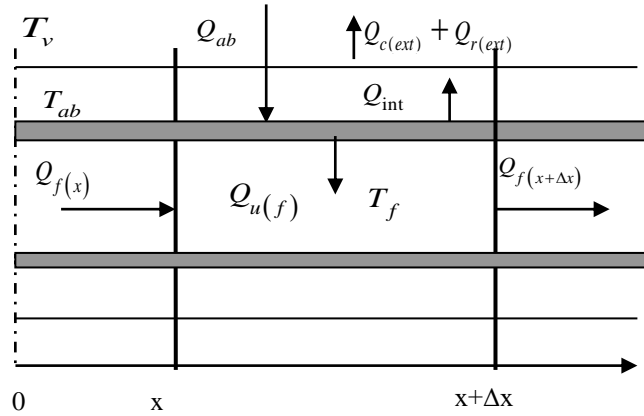
المائع وكتابة المحصلة الطاقوية في كل شريحة . ولتبسيط النموذج أخذنا بعين الاعتبار الافتراضات التالية [23]:

1- التبادلات الحرارية بالتوصيل بالنسبة للأنبوب الماص والحاوي الزجاجي مهملة.

2-سريان المائع ذو بعد واحد.

3-توزيع الطاقة الشمسية على مستوى الأنبوب المجمع للحرارة تكون متساوية .

4-امتصاصية الحاوي الزجاجي مهملة.



الشكل 4-2 الحصيلة الطاقوية في الشريحة Δx [19]

أ- على مستوى الحاوي الزجاجي: الحصيلة الطاقوية على مستوى الحاوي الزجاجي تقدمها المعادلة التالية [19]

$$(10-2) \quad \left(\frac{m_v c_v}{A_{v(ext)}} \right) \frac{dT_v(t, x)}{dt} = \frac{Q_{(int)}(t, x) - Q_{c(ext)}(t, x) - Q_{r(ext)}(t, x)}{A_{v(ext)}} \quad (W/m^2)$$

$$(11-2) \quad \Rightarrow (\rho_v c_p D_v) \frac{dT_v(t, x)}{dt} = \left(\frac{A_{ab(ext)}}{A_{v(ext)}} \right) h_{(int)} (T_{ab} - T_v) - h_{c(ext)} (T_v - T_a) - h_{r(ext)} (T_v - T_{ciel})$$

$$(12-2) \quad D_v = \frac{D_{v(ext)}^2 - D_{v(int)}^2}{4D_{v(ext)}} \quad et \quad \frac{A_{ab(ext)}}{A_{v(ext)}} = \frac{D_{ab(ext)}}{D_{v(ext)}}$$

.انتقال الحرارة بالحمل بين الأنبوب الماص والحاوي الزجاجي. $h_{(int)}(T_{ab} - T_v)$

.ضياع الحرارة بالحمل. $h_{c(ext)}(T_v - T_a)$

.ضياع الحرارة بالإشعاع. $h_{r(ext)}(T_v - T_{ciel})$

ب- على مستوى الأنبوب بنفس الطريقة

الماس:

$$(13-2) \quad \left(\frac{m_{ab} c_{ab}}{A_{ab(ext)}} \right) \frac{dT_{ab}(t,x)}{dt} = \frac{Q_{ab}(t) - Q_{(int)}(t,x) - Q_{u(f)}(t,x)}{A_{ab(ext)}} \quad (\text{W/m}^2)$$

$$(14-2) \Rightarrow (\rho_{ab} Cp_{ab} D_{ab}) \frac{dT_{ab}(t,x)}{dt} = \left(\frac{A_0}{A_{ab(ext)}} \right) I_d \cdot \rho_0 \cdot (\tau \alpha_0) \cdot \gamma \cdot K - h_{(int)}(T_{ab} - T_v) - \left(\frac{A_{ab(int)}}{A_{ab(ext)}} \right) h_{u(f)}(T_{ab} - T_{f(in)})$$

$$(15-2) \quad D_{ab} = \frac{D_{ab(ext)}^2 - D_{ab(int)}^2}{4D_{ab(ext)}} \quad \text{et} \quad \frac{A_{ab(int)}}{A_{ab(ext)}} = \frac{D_{ab(int)}}{D_{ab(ext)}}$$

كمية الإشعاع الشمسي الممتص: $\left(\frac{A_0}{A_{ab(ext)}} \right) I_d \cdot \rho_0 \cdot (\tau \alpha_0) \cdot \gamma \cdot K$

انتقال الحرارة بين الأنبوب الماس والحاوي الزجاجي: $h_{(int)}(T_{ab} - T_v)$

انتقال الحرارة بين الأنبوب الماس والمائع: $h_{u(f)}(T_{ab} - T_{f(in)})$

ج- على مستوى المائع الناقل للحرارة: يوجد انتقال مزدوج للحرارة و الكتلة الموزنة الطاقوية تكتب على النحو التالي

$$(16-2) \quad \left(\frac{m_f Cp_f}{A_{ab(int)}} \right) \frac{dT_f(t,x)}{dt} + \left(\frac{\dot{m}_f Cp_f}{A_{ab(int)}} \right) \frac{dT_f(t,x)}{dx} \Delta x = \frac{Q_{u(f)}(t,x)}{A_{ab(int)}} \quad (\text{W/m}^2)$$

$$(17-2) \Rightarrow \frac{1}{4} D_{ab(int)} \rho_f Cp_f \frac{dT_f(t,x)}{dt} + \left(\frac{\dot{m}_f Cp_f}{\pi D_{ab(int)}} \right) \frac{dT_f(t,x)}{dx} = h_{u(f)}(T_{ab} - T_{f(in)})$$

الطاقة الحرارية المحولة الناتجة من تدفق المائع: $\left(\frac{\dot{m}_f Cp_f}{A_{ab(int)}} \right) \frac{dT_f(t,x)}{dx}$

انتقال الحرارة بين الأنبوب الماس والمائع: $h_{u(f)}(T_{ab} - T_{f(in)})$

نفرض كشرط ابتدائي أن درجة حرارة الأنبوب تساوي درجة حرارة الوسط في بداية اليوم:

$$T_{ab}(0, x) = T_a(0) \quad T_v(0, x) = T_a(0) \quad , \quad T_f(0, x) = T_a(0)$$

وكشرط حدي أن درجة حرارة المائع عند دخول الأنبوب تساوي درجة حرارة الوسط خلال هذا اليوم :

$$T_f(t, 0) = T_a(t)$$

3-II التحويلات الحرارية في العنصر الجامع للحرارة

1-3-II التحويلات الطاقوية بين الحاوي الزجاجي والهواء:

الضياع الحراري الخارجي (الهواء - الحاوي الزجاجي) يتم عن طريق الحمل والإشعاع. الضياع بالحمل الحراري يستند لسرعة الرياح

ويكتب بالعلاقات التالية [24]:

$$(18-2) \quad h_{c(ext)} = \max(h_{c1(ext)} + h_{c2(ext)}) \quad (\text{W/m}^2 \text{ K})$$

$h_{c1(ext)}$: تمثل الحمل الحراري الطبيعي في حالة السرعة الضعيفة للرياح

$h_{c2(ext)}$: تمثل الحمل الحراري القسري في حالة السرعة الكبيرة للرياح

$$(19-2) \quad h_{c1(ext)} = \left[0.6 + 0.387 \left(\frac{Ra_{air}}{\left(1 + \left(\frac{0.559}{Pr_{air}} \right)^{9/16} \right)^{16/9}} \right)^{1/6} \right] \cdot \frac{\lambda_{air}}{D_{v(ext)}} \quad (\text{W/m}^2 \text{ K})$$

$$(20-2) \quad h_{c2(ext)} = C \cdot Re^n \cdot Pr^m \cdot \frac{\lambda_{air}}{D_{v(ext)}} \quad (\text{W/m}^2 \text{ K})$$

يمكن تحديد قيمة n و m بحساب الرقم البعدي لرينولدز بالعلاقة التالية :

$$Re = \frac{\rho_a \cdot D_{v(ext)} \cdot V_a}{\mu_a}$$

حيث يتم حساب المقادير الفيزيائية للهواء الخارجي عند متوسط درجة الحرارة:

$$T_{m(ext)} = \frac{T_a + T_v}{2}$$

$$0.4 < Re \leq 40 \Rightarrow C = 0.989, n = m = 0.33$$

$$40 < \text{Re} \leq 4000 \Rightarrow C = 0.683, n = 0.486, m = 0.33$$

$$4000 < \text{Re} \leq 40.000 \Rightarrow C = 0.193, n = 0.618, m = 0.33$$

$$40.000 < \text{Re} \leq 400.000 \Rightarrow C = 0.0266, n = 0.805, m = 0.33$$

الضياء الحراري بالإشعاع يكتب بموجب قانون ستيفان بولتزمان:

$$(21-2) \quad h_{r(\text{ext})} = \varepsilon_v \sigma \left[(T_{\text{ciel}} + 273)^2 + (T_v + 273)^2 \right] (T_{\text{ciel}} + T_v + 546) \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

$$T_{\text{ciel}} = 0.0552 T_a^{1.5}$$

: تمثل درجة حرارة T_{ciel} القبة السماوية (بحيث الشمس تعامل كجسم أسود)

الضياء الحراري الخارجي الكلي يمكن كتابته بالعلاقة

$$(22-2) \quad Q_{(\text{ext})} = A_{v(\text{ext})} h_{(\text{ext})} (T_v - T_a) \quad \text{et} \quad h_{(\text{ext})} = h_{c(\text{ext})} + h_{r(\text{ext})} \quad (\text{W})$$

II-3-2 التحويلات الحرارية بين الأنبوب الماص و الحاوي الزجاجي:

التبادل الحراري بين هادين الإثنين (الانبوب الماص - الحاوي الزجاجي) يتم عن طريق الحمل والإشعاع كذلك ويقدر

التبادل بالحمل الطبيعي بالعلاقات الحرارية التالية:

$$(23-2) \quad h_{c(\text{int})} = \frac{2 \cdot \lambda_{\text{eff}}}{D_{ab(\text{ext})} \ln \left(\frac{D_{v(\text{int})}}{D_{ab(\text{ext})}} \right)} \quad (\text{W/m}^2 \text{K})$$

λ_{eff} : الموصلية الحرارية الفعالة وتكون في المنطقة الثابتة بين الأنبوب الماص و الحاوي الزجاجي [24]:

$$(24-2) \quad \lambda_{\text{eff}} = 0.386 \cdot \lambda_a \left(\frac{\text{Pr}_a}{0.861 + \text{Pr}_a} \right)^{1/4} (Ra_c)^{1/4} \quad (\text{W/m K})$$

)

$$(25-2) \quad Ra_c = \frac{\left(\ln \left(\frac{D_{v(int)}}{D_{ab(ext)}} \right) \right)^4}{L_{eff}^3 \left(D_{ab(ext)}^{-3/5} + D_{v(int)}^{-3/5} \right)^5} \cdot Ra_{eff}$$

$$L_{eff} = \frac{D_{v(int)} - D_{ab(ext)}}{2} \quad et \quad Ra_{eff} = Gr_a \cdot Pr_a$$

$$Gr_a = \frac{\rho_a^2 g \beta_a L^3 (T_{ab} - T_v)}{\mu_a^2} \quad et \quad Pr_a = \frac{\mu_a C_{p_a}}{\lambda_a}$$

ويتم حساب المقادير الفيزيائية للهواء الداخلي بين الأنبوب الماص والحاوي الزجاجي عند متوسط درجة الحرارة:

$$T_{m(a)} = \frac{T_{ab} + T_v}{2}$$

أما بالنسبة للإشعاع:

$$(26-2) \quad h_{r(int)} = \varepsilon_{int} \sigma \left[(T_{ab} + 273)^2 + (T_v + 273)^2 \right] (T_{ab} + T_v + 546) \quad (\text{W/m}^2 \text{ K})$$

$$\varepsilon_{int} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon_{ab}} + \frac{1 - \varepsilon_v}{\varepsilon_v} \right) \left(\frac{D_{ab(ext)}}{D_{v(int)}} \right)}$$

التبادل الحراري الكلي بين الأنبوب الماص والحاوي الزجاجي:

$$(27-2) \quad Q_{(int)} = A_{ab(ext)} h_{(int)} (T_{ab} - T_v) \quad et \quad h_{(int)} = h_{c(int)} + h_{r(int)} \quad (\text{W})$$

3-3-II التحويلات الطاقوية بين المائع و الأنبوب الماص:

المائع ينتقل بتدفق معين عبر الأنبوب الماص إذا الانتقال الحراري يكون بالحمل القسري. و بحساب الرقم الا بعدي

لرينولدز يعطى معامل الحمل الحراري بالعبرة التالية [20] :

$$(28-2) \quad h_{u(f)} = \frac{\lambda_f}{D_{ab(int)}} Nu_f \quad (\text{W/m}^2 \text{ K})$$

$$(29-2) \quad Nu_f = C.Re^n .Pr^m$$

$$Re = \frac{\rho_f . D_{ab(int)} . V_f}{\mu_f} \quad / \quad V_f = \frac{4 . \dot{m}_f}{\pi . D_{ab(int)}^2}$$

$$\rightarrow Re = \frac{4 . \rho_f . \dot{m}_f}{\pi . \mu_f . D_{ab(int)}}$$

-1 في حالة : $Re < 2100$

$$(30-2) \quad G_z = Re . Pr \frac{D_{ab(int)}}{L}$$

$$(31-2) \quad Nu_f = 3.66 + \frac{0.085 G_z}{1 + 0.047 G_z^{2/3}} \quad si \quad G_z < 100$$

$$(32-2) \quad Nu = 1.86 G_z^{1/3} + 0.87 (1 + 0.015 G_z^{1/3}) \quad si \quad G_z > 100$$

-2 في حالة : $2100 < Re < 10^4$

$$(33-2) \quad Nu = 0.116 (Re^{2/3} - 125) Pr^{1/3} \left[1 + \left(\frac{D_{ab(int)}}{L} \right)^{2/3} \right]$$

-3 : $Re > 10^4$ في حالة :

إذا كان الأنبوب طويل : $\frac{L}{D_{ab(int)}} > 60$

$$(34-2) \quad Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.33}$$

أنبوب قصير : $\frac{L}{D_{ab(int)}} < 60$

$$(35-2) \quad Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.33} \cdot \left[1 + \left(\frac{D_{ab(int)}}{L} \right)^{0.7} \right]$$

يتم حساب المقادير الفيزيائية لسائل عند متوسط درجة الحرارة : $T_{m(f)} = \frac{T_{f(in)} + T_{f(out)}}{2}$

كمية الحرارة المفيدة التي يمتصها المائع هي :

$$(36-2) \quad Q_{u(f)} = A_{ab(int)} h_{u(f)} (T_{ab} - T_{f(in)}) \quad (W)$$

يمكن حساب الكفاءة الحرارية للمركز و هي عبارة عن الطاقة المفيدة على الطاقة الممتصة.

$$(37-2) \quad \eta_{th} = \frac{Q_{u(f)}}{A_0 \cdot I_d} = \frac{A_{ab(int)} h_{u(f)} (T_{ab} - T_f)}{A_0 \cdot I_d} = \frac{\pi D_{ab(int)} h_{u(f)} (T_{ab} - T_{f(in)})}{W \cdot I_d}$$

II-4 النمذجة الرياضية للموائع النانوية:

يمكن التعبير عن الخواص الفيزيائية للموائع النانوية بدلالة الخواص الفيزيائية للمحلول القاعدي والمواد النانوية المضافة له وهناك عدة أبحاث تجريبية في هذا المجال:

- كثافة الموائع النانوية تكتب بالشكل التالي [25]:

$$(38-2) \quad \rho_{nf} = \rho_{bf} \cdot (1 - \phi) + \rho_{np} \cdot \phi_f$$

- السعة الحرارية للموائع النانوية تكتب كما يلي [26]:

$$(39-2) \quad c_{p,nf} \cdot \rho_{nf} = \frac{\rho_{bf} \cdot (1 - \phi)}{\rho_{nf}} \cdot c_{p,bf} + \frac{\rho_{np} \cdot \phi}{\rho_{nf}} \cdot c_{p,np}$$

- ناقلية الموائع النانوية يمكن التعبير عنها بالعلاقة [27]:

$$(40-2) \quad k_{nf} = k_{bf} \frac{k_{np} + 2 \cdot k_{bf} + 2 \cdot (k_{np} - k_{bf}) \cdot \phi}{k_{np} + 2 \cdot k_{bf} - (k_{np} - k_{bf}) \cdot \phi}$$

- لزوجة الموائع النانوية تكتب بالشكل التالي [27]:

$$(41-2) \quad \mu_{nf} = \mu_{bf} \cdot (1 + 2.5 \cdot \phi + 6.2 \cdot \phi^2)$$

: نسبة المواد النانوية في المحلول القاعدي ϕ

: المحلول القاعدي bf

: المائع النانوي nf

الجدول التالي يوضح الخصائص الحرارية لبعض الجسيمات النانوية:

الجدول (1-2) الخصائص الفيزيائية للجسيمات النانوية

الجسيمات النانوية	$\rho \left(\frac{kg}{m^3} \right)$	$c_p \left(\frac{j}{kg.k} \right)$	$k \left(\frac{w}{mk} \right)$
Cu	8933	397	393
CuO	6000	551	33
Fe ₂ O ₃	5180	670	6,9
TiO ₂	4230	692	8,4
AL ₂ O ₃	3960	773	40
SiO ₂	2200	765	1,4

II-14 الخاتمة:

بناء على الدراسة المرجعية لنموذج المركز الأسطواني القطع المكافئ و للموائع النانوية المعتمدة في الدراسات السابقة، ثم نمذجة الظواهر الفيزيائية بمعادلات رياضية تعتمد على الموازنة الطاقوية والسلوك الضوئي لمختلف أجزاء المركز الشمسي (انعكاس 2، امتصاص، نفاذ) و كذلك تم كتابة الخواص الفيزيائية للموائع النانوية بدلالة نسبة المواد النانوية في المحلول القاعدي.

الفصل الثالث

III-1-المقدمة

سنتطرق في هذا الفصل إلى الحل العددي لجملة المعادلات التفاضلية (النموذج رياضي) باستخدام طريقة الفروق المنتهية (MDF) التي تحول هذه المعادلات إلى معادلات جبرية يتم حلها باستعمال الطريقة العددية لغوص سيدل بواسطة برنامج مكتوب بلغة الفور ترون (FORTRAN) ، قبل المحاكاة و استخراج النتائج تم التأكد من مصداقية النموذج الرياضي وهذا بمقارنته بالنتائج التجريبية لبحوث سابقة [1]

III-2-الحل العددي و البرمجة

يمكن حل المعادلات التفاضلية الثلاث عددياً باستخدام طريقة الفروق المنتهية ، في هذه الطريقة يتم تحويل المشتقات من الدرجة الأولى إلى تعبير يسمى مخطط رقمي باستخدام نشر تايلور و هذا للحصول على نظام خطي يتكون من ثلاث معادلات جبرية، يمكن كتابة المشتق الأول لدرجة الحرارة بالنسبة للزمن و الموضع كما يلي [22]:

$$(1-3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial T(t, x)}{\partial t} \approx \frac{T(t, x) - T(t - \Delta t, x)}{\Delta t} = \frac{T(j) - T^*(j)}{\Delta t} \\ \frac{\partial T(t, x)}{\partial x} \approx \frac{T(t, x) - T(t, x - \Delta x)}{\Delta x} = \frac{T(j) - T(j-1)}{\Delta x} \end{array} \right.$$

j : ترقيم تقسيمات الأنبوب المجمع للحرارة حيث عدد التقسيمات يساوي طول الأنبوب على طول القسيمة ($L/\Delta x$)
*: اللحظة الزمنية السابقة.

إذا يمكن كتابة المعادلات التفاضلية الثلاث على مستوى الحاوي الزجاجي، الأنبوب الماص و المائع على النحو التالي:

$$\frac{(\rho_v C p_v D_v)}{\Delta t} (T_v(j) - T_v^*(j)) = \left(\frac{D_{ab(ext)}}{D_{v(ext)}} \right) h_{(int)} (T_{ab}(j) - T_v(j)) - h_{c(ext)} (T_v(j) - T_a) - h_{r(ext)} (T_v(j) - T_{ciel}) \quad (2-3)$$

$$\frac{(\rho_{ab} C p_{ab} D_{ab})}{\Delta t} (T_{ab}(j) - T_{ab}^*(j)) = C.I_a \cdot \rho_0 \cdot \alpha_0 \cdot \gamma \cdot K - h_{(int)} (T_{ab}(j) - T_v(j)) - \left(\frac{D_{ab(int)}}{D_{ab(ext)}} \right) h_{u(f)} (T_{ab}(j) - T_f(j)) \quad (3-3)$$

$$(4-3) \quad \frac{1}{4} D_{ab(int)} \rho_f C p_f \frac{(T_f(j) - T_f^*(j))}{\Delta t} + \left(\frac{\dot{m}_f C p_f}{\pi D_{ab(int)}} \right) \frac{(T_f(j) - T_f(j-1))}{\Delta x} = h_{u(f)} (T_{ab}(j) - T_f(j))$$

تحصلنا على ثلاث معادلات جبرية غير خطية و سيتم حل هذا النظام في وقت واحد باستخدام طريقة غوص سيدال (Gause-Seidel) التكرارية بدقة 0.001 درجة مئوية. بعد إعادة الترتيب ، تم العثور على المعادلات الجبرية المقابلة:

1- الحاوي الزجاجي:

$$(5-3) \quad \alpha_{1v} T_v(j) + \alpha_{2v} T_{ab}(j) + \alpha_{3v} T_f(j) = B_v$$

حيث:

$$\alpha_{1v} = \left(\frac{\rho_v C p_v D_v}{\Delta t} + \left(\frac{D_{ab(ext)}}{D_{v(ext)}} \right) h_{(int)} + h_{r(ext)} + h_{c(ext)} \right), \quad \alpha_{2v} = - \left(\frac{D_{ab(ext)}}{D_{v(ext)}} \right) h_{(int)}$$

$$\alpha_{3v} = 0, \quad B_v = \frac{(\rho_v C p_v D_v)}{\Delta t} (T_v^*(j)) + h_{c(ext)}(T_a) + h_{r(ext)}(T_{ciel})$$

2- الأنبوب الماص

$$(6-3) \quad \alpha_{1ab} T_v(j) + \alpha_{2ab} T_{ab}(j) + \alpha_{3ab} T_f(j) = B_{ab}$$

حيث

$$\alpha_{1ab} = \left(\frac{\rho_{ab} C p_{ab} D_{ab}}{\Delta t} + h_{(int)} + \left(\frac{D_{ab(int)}}{D_{ab(ext)}} \right) h_{u(f)} \right), \quad \alpha_{2ab} = -h_{(int)}$$

$$\alpha_{3ab} = - \left(\frac{D_{ab(int)}}{D_{ab(ext)}} \right) h_{u(f)}, \quad B_{ab} = \frac{(\rho_{ab} C p_{ab} D_{ab})}{\Delta t} (T_{ab}^*(j)) + C.I_d \cdot \rho_0 \cdot \alpha_0 \cdot \gamma \cdot K$$

3- للمائع

$$(7-3) \quad \alpha_{1f} T_v(j) + \alpha_{2f} T_{ab}(j) + \alpha_{3f} T_f(j) = B_f$$

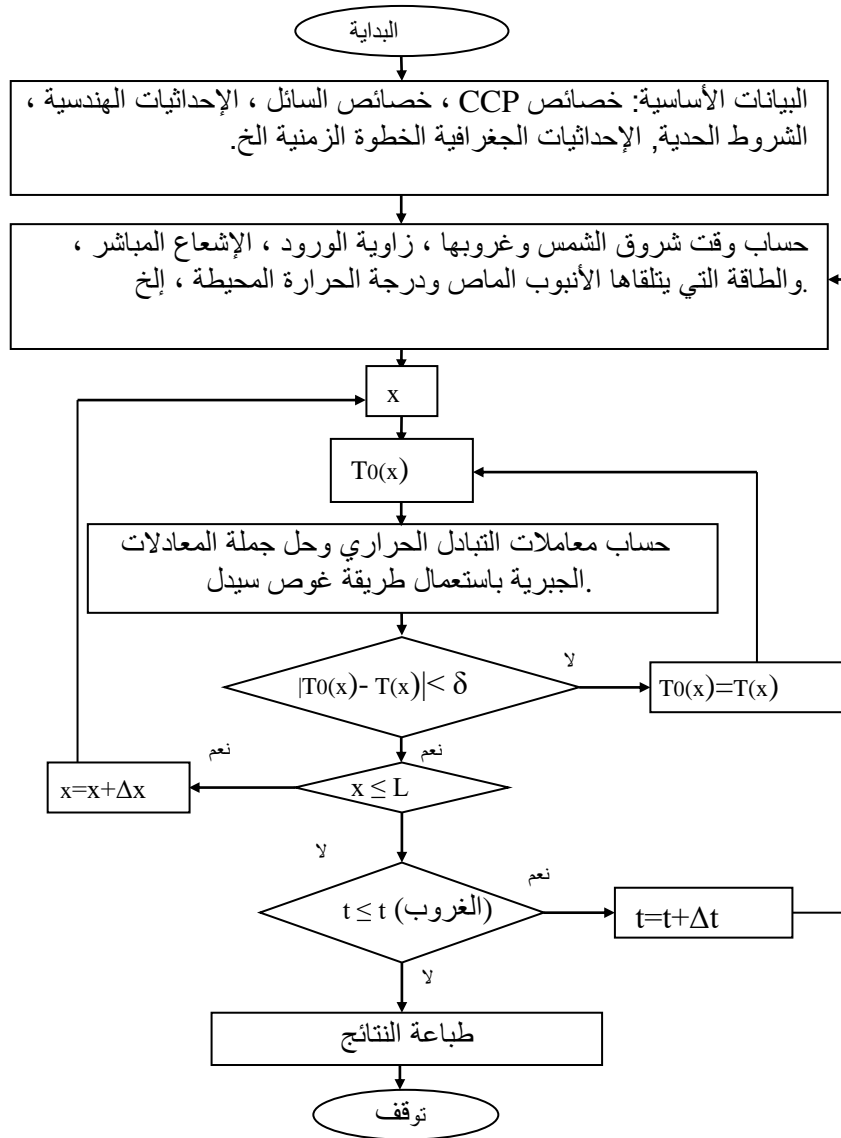
حيث:

$$\alpha_{1f} = 0, \quad \alpha_{2f} = -h_{u(f)}, \quad \alpha_{3f} = \left(\frac{1}{4\Delta t} D_{ab(int)} \rho_f C p_f + \frac{1}{\Delta x} \left(\frac{\dot{m}_f C p_f}{\pi D_{ab(int)}} \right) + h_{u(f)} \right)$$

$$B_f = \frac{1}{4} D_{ab(int)} \rho_f C p_f \frac{(T_f^*(j))}{\Delta t} + \left(\frac{\dot{m}_f C p_f}{\pi D_{ab(int)}} \right) \frac{(T_f(j-1))}{\Delta x}$$

لحل هذا النظام عدديا تم كتابة برنامج كمبيوتر بلغة الفور ترون (FORTRAN 90)، الحساب يتم على النحو التالي:

في اللحظة الأولى من اليوم (طلوع الشمس) نفترض أن جميع العناصر المركز لها نفس درجة حرارة المحيط. ثم في كل خطوة زمنية ($\Delta t = 6$ دقائق) ولكل شريحة (تقسيمه $\Delta x = 10$ سم) للأنبوب ، يتم حل نظام المعادلات الجبرية حتى نهاية اليوم (غروب الشمس) . كذلك درجة حرارة المائع عند دخول أي شريحة تساوي درجة حرارة الخروج بالنسبة الشريحة السابقة. المخطط البياني التالي يعطي المحاور الرئيسية للحساب:



الشكل 3-1 خطوات برنامج الحساب

III-3 تحليل النتائج

البرنامج يسمح لنا بمحاكاة المركز الأسطواني قطع مكافئ في يوم مثالي من شهر جويلية في منطقة ورقلة, استعملنا الماء كمائع قاعدي وهذا لكثرة استعماله في التطبيقات الشمسية المنزلية (تسخين الماء, التبريد الشمسي) مع تتبع شمسي بمحوريين للدوران و تدفق كتلي يساوي 0,2 كغ/ثا وباعتبار سرعة الهواء ثابتة تساوي 1 م/ثا, ولهذا الغرض اخترنا مركز من الحجم الصغير [23]:

الجدول (3-1): خصائص المركز المستعمل في المحاكاة

طول الأنبوب الماص (L)	4m	نفاذية الزجاج (τ)	0.92
فتحة المركز (W)	1.8 m	انبعاثي الحاوي الزجاجي (ϵ_v)	0.85
البعد البؤري (F)	0.8 m	انبعاثي الأنبوب الماص (ϵ)	0.49
القطر الخارجي للأنبوب الماص $D_{ab (ext)}$	0.03m	انعكاس العاكس (ρ_0)	0.83
القطر الداخلي للأنبوب الماص $D_{ab (int)}$	0.028m	عامل الاعتراض (γ)	0.823
القطر الخارجي للحاوي الزجاجي $D_{v(ext)}$	0.03628 m	السعة الحرارية للأنبوب الماص (C_{ab})	380 J/kgK
القطر الداخلي للحاوي الزجاجي $D_{v(int)}$	0.03398 m	السعة الحرارية للحاوي الزجاجي (C_v)	750 J/kgK
معامل التركيز (C)	16.7	الكثافة الحجمية للأنبوب الماص (ρ_{ab})	8940 kg/m ³
معامل امتصاص الأنبوب الماص (α)	0.88	الكثافة الحجمية (ρ_v)	2500 kg/m ³

III-3-1 التحقق من النموذج الرياضي

للتحقق من دقة النموذج الرياضي قمنا بمقارنة نتائج المحاكاة مع نتائج تجريبية لمركز قطع مكافئ أسطواني من الحجم الكبير تمت باستعمال المائع الناقل للحرارة Syltherm 800 , باعتبار سرعة الهواء ثابتة تساوي 1 م/ثا , خصائص المركز المستعمل لتتحقق من دقة النموذج مبينة في الجدول: 3-3 و نتائج المحاكاة مبينة في الجدول: 3-3 :

الجدول (2-3): خصائص cccp والمائع Syltherm 800

طول الأنبوب الماص (L)	7.8 m	نفاذية الزجاج (τ)	0.95
فتحة المركز (W)	5 m	انبعاثي الحاوي الزجاجي (ϵ_v)	0.86
البعد البؤري (F)	1.84 m	انبعاثي الأنبوب الماص (ϵ)	0.2
القطر الخارجي لأنبوب الماص $D_{ab (ext)}$	0.070 m	انعكاس العاكس (ρ_0)	0.864
القطر الداخلي لأنبوب الماص $D_{ab (int)}$	0.066 m	عامل الاعتراض (γ)	0.99
القطر الخارجي للحاوي الزجاجي $D_{v(ext)}$	0.115 m	الكثافة الحجمية (ρ_f)	1105.702
القطر الداخلي للحاوي الزجاجي $D_{v(int)}$	0.109 m	التوصيلات الحرارية (C_f)	0.1900210
معامل التركيز (C)	22.418	اللزوجة الحركية (μ_f)	$8.48 \cdot 10^{-4}$
معامل امتصاص الأنبوب الماص (α)	0.96	السعة الحرارية (C_{pf})	1107.798

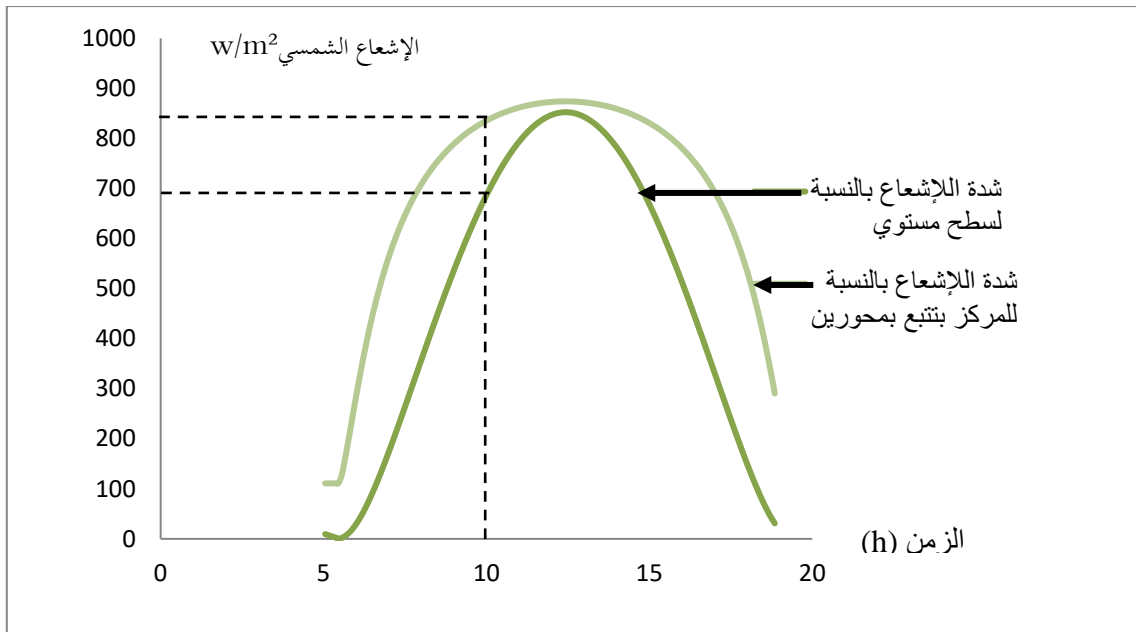
الجدول 3-3: مقارنة بين النتائج التجريبية ونتائج المحاكاة

الحالات	I_d (W/m ²)	\dot{m}_f (kg/s)	T_a (°C)	T_{in} (°C)	Exp T_{out} (°C)	Model T_{out} (°C)	الخطأ النسبي $ T_{(Exp)} - T_{(Mod)} / T_{(Exp)}$ (%)
1	933.7	0.8808	21.25	102.25	124.05	128.84	3.86
2	968.2	0.8808	22.45	151.8	173.35	177.87	2.6
3	909.5	1.008	26.35	250.75	269.45	271.25	0.66
4	937.5	1.0227	26.35	297.85	316.45	317.68	0.38
5	880.6	1.0227	28.85	299.05	317.25	317.56	0.097
القيمة المتوسطة للخطأ النسبي							1.52

وفقا لهذا الجدول يمكن نلاحظ أن درجة حرارة المائع عند مخرج الأنبوب والتي تم الحصول عليها باستعمال النموذج الرياضي تتوافق مع النتائج التجريبية، حيث يمكننا أن نرى الحد الأدنى للخطأ النسبي وهو 0.097% و أكبر خطأ نسبي هو 3.86% مع خطأ متوسط لا يتعدى 1.52%. إذا يمكن الإعتماد على هذا النموذج لمحاكاة المركز الأسطواني قطع مكافئ.

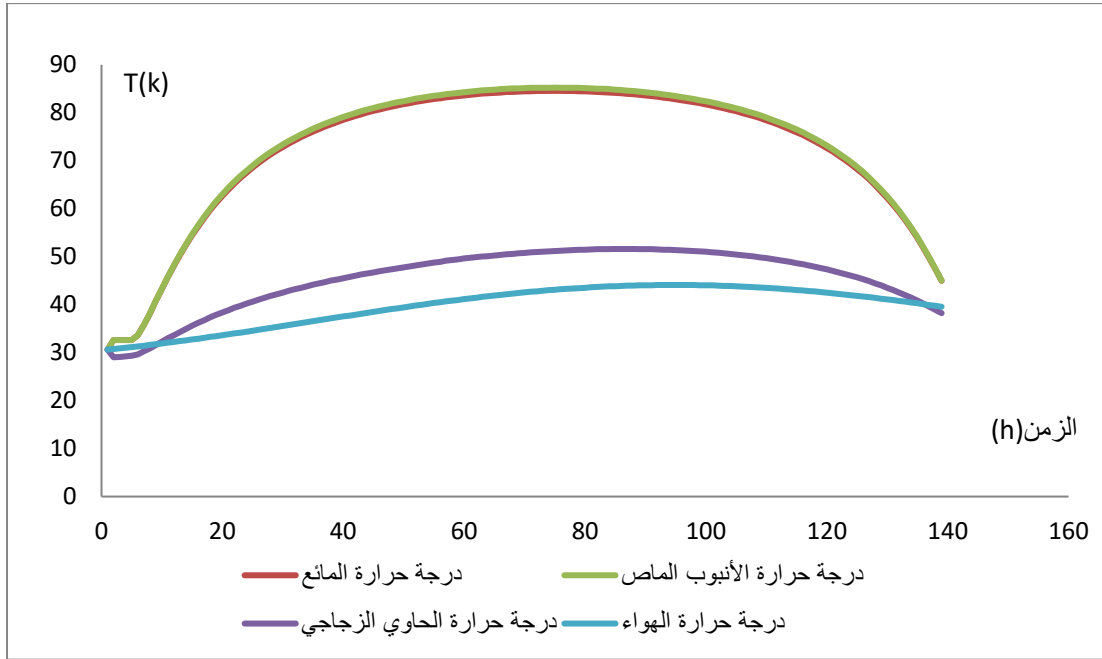
II-3-2- دراسة تأثير الإشعاع الشمسي

يمثل الشكل 2-3 منحني تغيرات شدة الإشعاع الشمسي الملتقطة بالنسبة لسطح مستوي و للمركز CCP بتتبع محورين من خلال المنحنيين نستنتج أن قيمة الإشعاع المستقبلية من طرف المركز بتتبع محورين تكون أعلى مقارنة بالتي يستقبلها السطح المستوي. مثالا على الساعة العاشرة صباحا قيمة الإشعاع تساوي بالتقريب W/m^2 850 بالنسبة للمركز بينما السطح المستوي يستقبل إشعاع يقدر بـ $700 W/m^2$, ومن هنا تظهر أهمية التتبع الشمسي.



الشكل(2-3):تغيرات شدة الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن

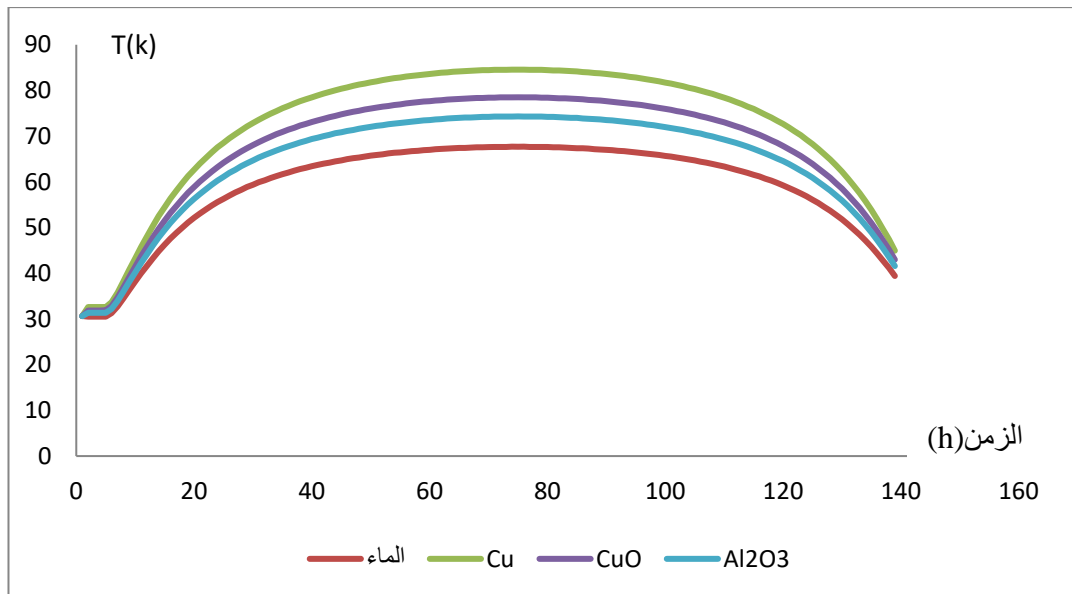
يمكن أن يلاحظ من خلال الشكل 3-3 و الذي يمثل تغيرات درجة حرارة أجزاء المركز بدلالة الزمن أن حرارة المائع و درجات حرارة أجزاء المركز (الأنبوب الماص والحاوي الزجاجي) عند الخروج تتناسب مع شدة الإشعاع الشمسي المباشر الذي يلتقطه المركز. نستنتج أهمية التتبع الشمسي بغية التقاط كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي المباشر.



الشكل (3-3): تغيرات درجة حرارة أجزاء المركز بدلالة الزمن

II - 3-3 - دراسة تأثير للموائع النانوية على فعالية المركز

لدراسة تأثير نوعية المواد النانوية المضافة للماء على درجة حرارة الخروج قمنا برسم المنحنيات الخاصة بالماء، الماء و النحاس، الماء وأكسيد النحاس الثنائي و الماء مضاف إليه أكسيد الألمونيوم وهذا باعتبار نسبة المواد النانوية في المحلول القاعدي (الماء) متساوية حيث: $\phi = 4\%$ (الشكل 3-4).



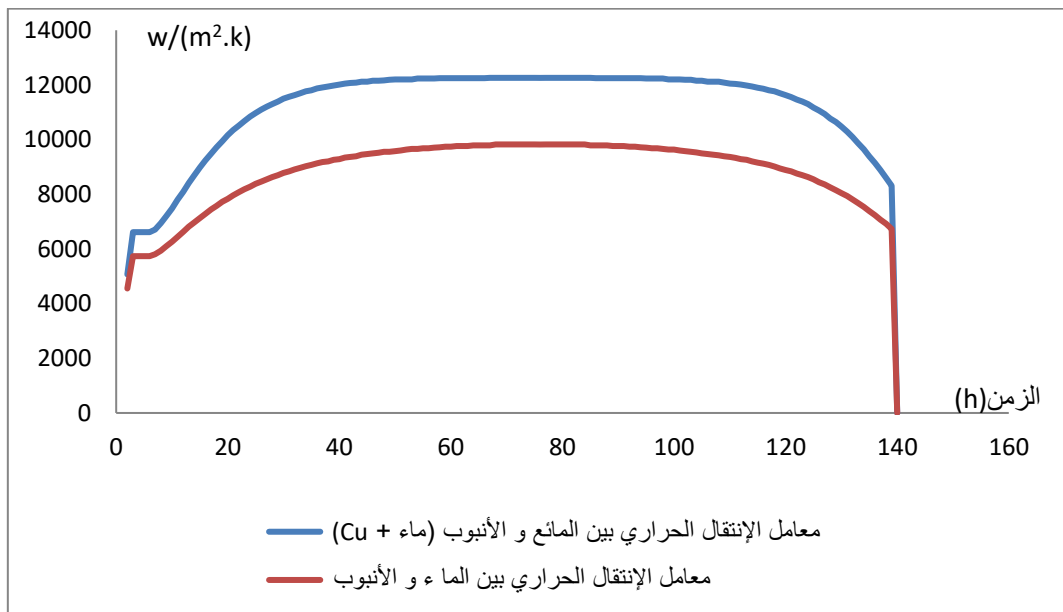
الشكل (3-4): تغيرات درجة حرارة الخروج حسب نوعية المادة النانوية المضافة للماء

من خلال الشكل 3-4 يتبين أهمية الموائع النانوية حيث نلاحظ زيادة درجة حرارة الخروج باختلاف طبيعة المائع الناقل للحرارة ، كما نلاحظ أن الحالة التي تكون فيها قيمة خروج للحرارة أعظمية هي حالة النحاس، من ثم يليه أكسيد النحاس الثنائي ومن ثم أكسيد الألمونيوم ، أما اقل قيمة لخروج الحرارة تكون عندما يكون المائع الناقل للحرارة وهو الماء بدون مادة نانوية. وهذا راجع إلى:

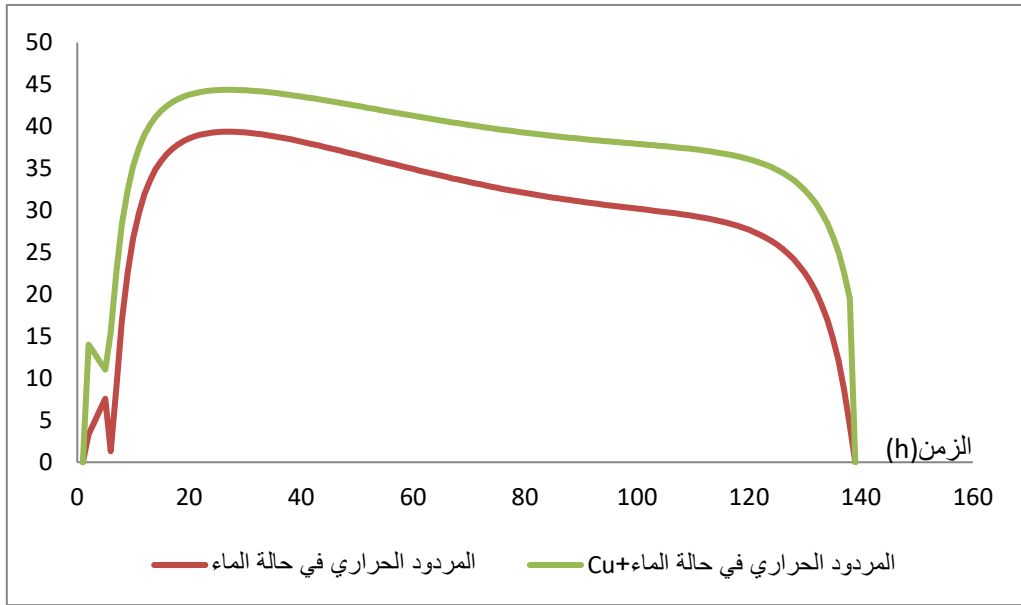
1- الناقلية الحرارية العالية للنحاس المقدرة بـ 393 W/mK مقارنة بالناقلية الحرارية لأكسيد النحاس و أكسيد الألمونيوم التي تساوي 33 W/mK و 40 W/mK على التوالي مما يؤدي إلى الزيادة في معامل الانتقال الحراري بالحمل $h_{u(f)}$ بين المائع النوني و الأنبوب الماص (العلاقة 2-28).

2- جداء السعة الحرارية في الكثافة التي تسمح للمائع بتخزين أكبر قدر من الحرارة أثناء السريان و المقدرة بـ $\text{MJ/m}^3\text{K}$ 3.546 مقارنة بأكسيد النحاس و أكسيد الألمونيوم التي تساوي $3.306 \text{ MJ/m}^3\text{K}$ و $3.061 \text{ MJ/m}^3\text{K}$. وهذا ما يؤدي إلى زيادة درجة الخروج في حالة أكسيد النحاس مقارنة بأكسيد الألمونيوم رغم أن الناقلية الحرارية لأكسيد الألمونيوم أكبر من ناقلية أكسيد النحاس.

الشكل 3-5 يبين الفرق الكبير بين معامل الانتقال الحراري بالحمل بين المائع والأنبوب الماص في حالة الماء و ماء+نحاس. وهذا ما يؤدي إلى الزيادة في المردود الحراري للمركز و هذا واضح في الشكل 3-6 .

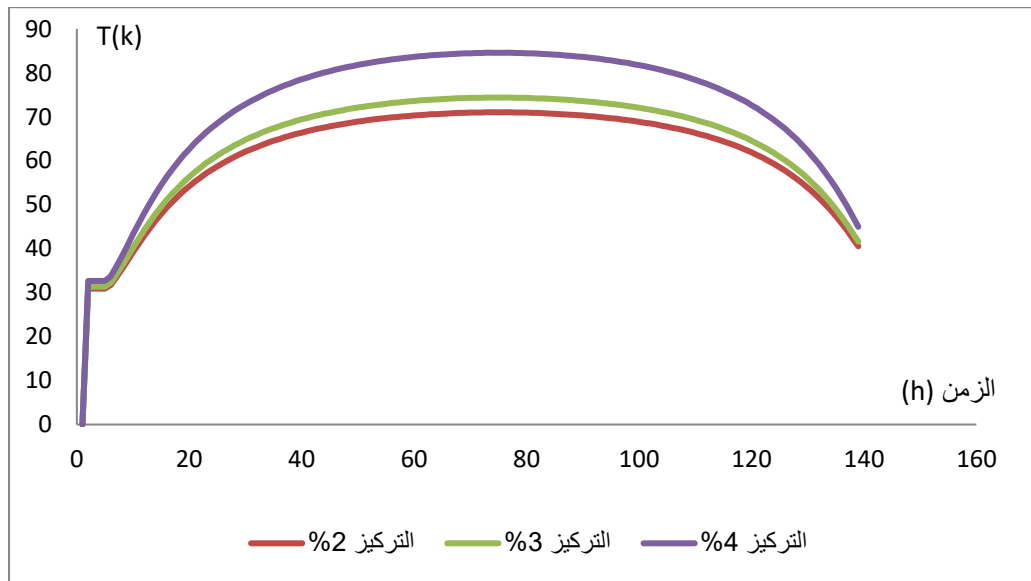


الشكل (3-5): تغيرات معامل الانتقال الحراري بدلالة الزمن



الشكل (3-6): تغيرات المردود الحراري بدلالة الزمن

من خلال المنحنى التالي الذي يمثل تغيرات درجة حرارة الخروج للماء و النحاس بدلالة تركيز المادة النانوية و التي هي النحاس في الماء, نلاحظ أن الزيادة في تركيز النحاس يزيد من درجة حرارة الخروج . عندما يفوق التركيز 4% حسب نتائج المحاكاة فإن درجة حرارة الماء تقارب 100 درجة مئوية الماء يكون في حالة غازية وهذا لا يتطابق مع الخواص الفيزيائية للماء المدرجة في البرنامج و المعطاة في الحالة السائلة.



الشكل (3-7): تغيرات درجة حرارة الخروج بدلالة التركيز

III-4 الخاتمة :

من خلال تحليل ومناقشة نتائج المحاكاة العددية لمركز قطع مكافئ اسطواني فإننا نستطيع مضاعفة المردود الحراري وخفض تكلفة المركز بالتقليل من أبعاده من خلال اختيار طريقة تتبع الشمسي مناسبة للزيادة في شدة الإشعاع الشمسي المباشر وكذلك ونوعية المائع الناقل للحرارة . حيث تلعب الموائع النانوية دور كبير في الزيادة في معامل التوصيل بين الأنبوب الماص و المائع لأن الجسيمات الصغيرة المستخدمة لديها ناقلية أكثر من ناقلية السوائل القاعدية (الماء) وكذلك جداء السعة الحرارية في الكثافة التي تسمح للمائع بتخزين أكبر قدر من الحرارة.

خاتمة عامة

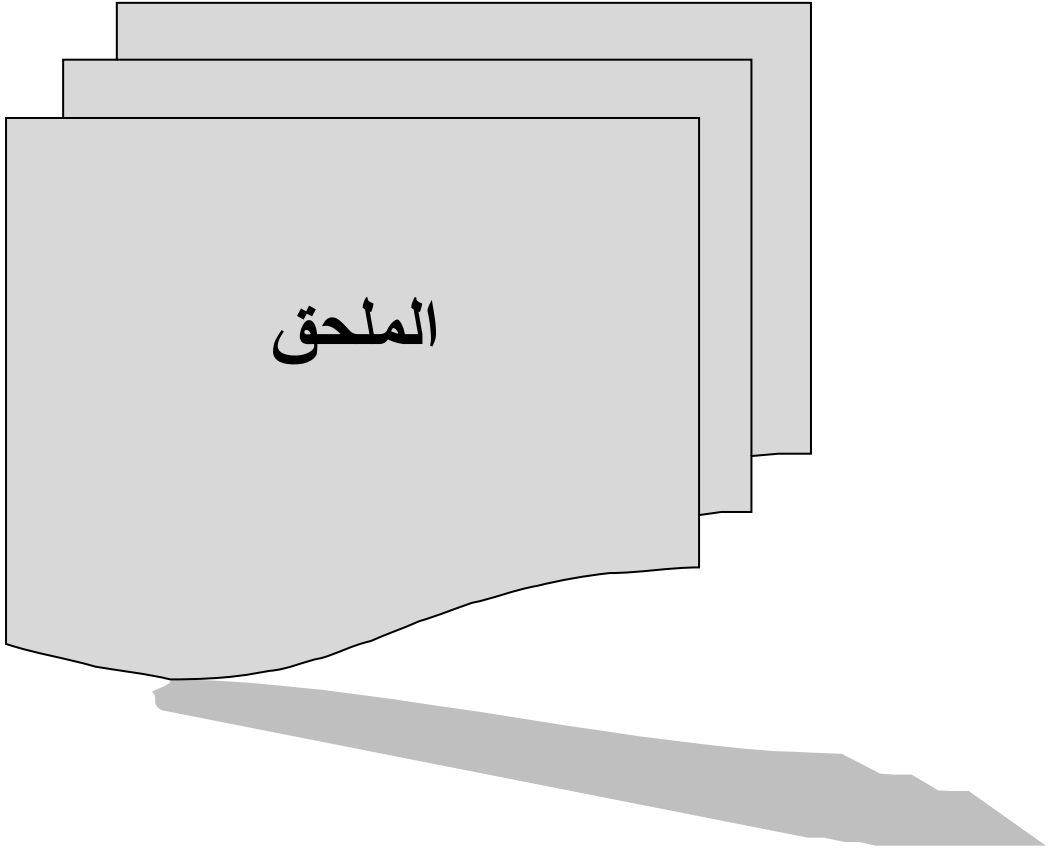
خاتمة عامة

يتعرض عالمنا اليوم إلى أزمة اقتصادية مستمرة نتيجة لارتفاع أسعار الطاقة وزيادة الطلب عليها وذلك لارتباطها بالوقود الأحفوري أو التقليدي (النفط، الغاز، الفحم)، أضف إلى ذلك ما يتعرض له كوكبنا من تلوث بيئي نتيجة لانبعاث غازات دفيئة (ثاني أكسيد الكربون، الميثان، الهيدروفلوروكربون، سادس فلوريد الكبريت) والغازات الأخرى والتي أدت إلى الانحباس الحراري. بهدف مواجهة هذه الأزمات نحتاج إلى تركيز جهودها ووضع سياسات تعمل على ترشيد استهلاك الطاقة ورفع كفاءتها وأنظمة إنتاجها وتنوع مصادرها بما يضمن مشاركة المصادر المتجددة لتقليل الاعتماد على البترول والغاز وبالتالي الحد من انبعاث الغازات الدفيئة .

لرفع كفاءة استخدام الطاقة نلجأ للأبحاث العلمية المرتبطة بالطاقة المتجددة خاصة الشمسية منها.

إن الحديث عن الطاقة الشمسية يدفع بنا إلى الحديث عن المراكز الشمسية كجزء لا يتجزأ من هذه التقنية، إذ إن استخدام المراكز الشمسية في محطات الطاقة الكهروضوئية يمثل التكنولوجيا الواعدة من أجل إنتاج الطاقة الحرارية الشمسية مما يقلل من استهلاك الوقود اللازم لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة وبالتالي لتخفيف من الأضرار الناتجة عن التلوث . تطبيقات الطاقة الشمسية في مختلف الأغراض الصناعية والمنزلية تسعى لزيادة مردودها بزيادة شدة الإشعاع الشمسي الساقط عليها، قمنا بدراسة حول المراكز الشمسية و أنواعها ، من بين هذه المجمعات الشمسية وجدنا أن الجمع الاسطواني القطع المكافئ هو الحل الواعد من حيث الكلفة والفعالية لتوليد الطاقة الكهربائية وكذلك ، كما انه ممتاز من حيث استغلال المساحات. هو أكثر المجمعات استخداما هذه الأيام ، فتطرفنا إلى مكوناته وأنظمة التتبع الخاصة به، من اجل تحسين المردود قمنا بإضافة تقنية جديدة ألا وهي تكنولوجيا النانو حيث تعتبر تقنية النانو أو تقنية المتناهية الصغر من التقنيات الوليدة التي أخذت لنفسها مكانا تحت ضوء الشمس وأصبحت في طليعة العلوم الأكبر أهمية والأكثر إثارة لما تحمله من آمال كبيرة ومتعددة من ثورات علمية سوف تغير وجهة العلم في المستقبل القريب واهتمت بها معظم دول العالم حيث تدخل تطبيقاتها في جميع المجالات الحيوية المتعلقة بمعيشة الإنسان وحياته وتوسعت تطبيقاتها وتنوعت لتشمل العلوم الطبية والصيدلانية والإلكترونية والمعلوماتية والكيميائية والريانات النانوية والصناعية والطاقة وغيرها، فاستعرضنا بعض تطبيقاته المختلفة مع التركيز على تطبيقاته في مجال الطاقة المتجددة ومدى مساهمة تقنية المواع النانوية في زيادة كفاءة و فعالية المركز قطع مكافئ أسطواني. ومضاعفة مردوده الطاقوي. من خلال تحليل

ومناقشة نتائج المحاكاة العددية تبين أن للخواص الفيزيائية للمواد النانوية المضافة للماء كمحلول قاعدي دور كبير في الزيادة في فعالية الموائع النانوية . وللتحقق من نتائج المحاكاة نقتح القيام بعمل تجريبي في الدراسات المستقبلية.



الملحق

-1 الخواص الفيزيائية للماء و الهواء:

➤ Capacités thermiques: * القدرات الحرارية:

L'eau : $C_e = 0.01378 T^2 - 1.42026 T + 4218.2371$ الماء:

L'air : $C_{air} = -0.497 \times 10^{-3} T^3 + 0.782 \times 10^{-4} T^2 - 0.284 T + 1034.09$ الهواء:

➤ Conductivités thermiques : * التوصيلات الحرارية:

L'eau : $k_e = -5.96341 \times 10^{-6} T^2 + 1.68 \times 10^{-3} T + 0.56821$ الماء:

L'air : $k_{air} = 7.57 \times 10^{-5} T + 0.0242$ الهواء:

➤ Viscosités dynamiques : * اللزوجة الحركية:

L'eau : $\mu_e = -4.28265 \times 10^{-10} T^3 + 1.88979 \times 10^{-7} T^2 - 2.77774 \times 10^{-5} T + 15.6 \times 10^{-4}$ الماء:

L'air : $\mu_{air} = 1.7176 \times 10^{-5} + 0.0046 \times 10^{-5}$ الهواء:

➤ Masses volumiques : * الكتلة الحجمية:

L'eau : $\rho_e = -4.95626 \times 10^{-4} T^2 - 0.23291 T + 1001.83736$ الماء:

L'air : $\rho_{air} = 342.071 / (T + 273.15)$ الهواء:

البرامج الفرعية - 2

حساب الثوابت الزمنية:

```
SUBROUTINE corrhorair(Pi,Nm,Njm,Lati,pas,Nj,decl,DeltaT,angHS,TLs,TCs,DeltLC,N,L
ong,Pat)
```

```
implicit real (N,L)
```

```
Lati=31.57; Long=5.24; Alti=141 !OUARGLA
```

```
Nj=30*(Nm-1)+Njm
```

```
***** calcul de la déclinaison decl*****
```

```
decl=23.45*sin(0.0172*(Nj+284))
```

```
***** calcul de la correction de temps DeltaT*****
```

```
x=(2*Pi/365)*(Nj-1)
```

```
DeltaT=(0.000075+0.00018*cos(x)-0.032077*sin(x)-0.014615*cos(2*x)
```

```
$-0.04089*sin(2*x))*229.18
```

```
DeltaT=DeltaT/60
```

```
***** calcul de la durée du jour DeltLC*****
```

```
x2=Pi/180
```

```
angHS=acos(-tan(decl*x2)*tan(Lati*x2));angHS=angHS/x2
```

```
TLs=12-angHS/15;TCs=12+angHS/15;DeltLC=(2*angHS)/15
```

```
N=int((DeltLC)/(pas))
```

```
RETURN
```

```
END
```

حساب الإشعاع الشمسي المباشر:

```
SUBROUTINE rayonnement(Lati,decl,angH,angri,Angm,Rsd,Nj,coss,h,az)
```

```
implicit real(L,N)
```

```
implicit doubleprecision(M,T)
```

```
parameter(m=1000,Pi=3.1415926)
```

```
x2=Pi/180
```

```
Alti=141
```

```
angri=0
```

```
Angm=1
```

```
*****Calcul de cordones horaire*****
```

```
h=cos(Lati*x2)*cos(angH*x2)*cos(decl*x2)+sin(Lati*x2)*sin(decl*x2)
```

```

x1=sqrt(abs(1-h**2));h=atan(h/x1);h=h/x2
if (h.lt.0) then ; h=0 ;endif
az=(sin(angH*x2)*cos(decl*x2))/cos(h*x2)
x3=sqrt(1-az**2);az=atan(az/x3);az=az/x2
G=1367*(1+0.034*cos(0.0172*(Nj-2)))
MAhe=sin(0.0172*(Nj-121))
T0=2.4-0.9*sin(Lati*x2)+0.1*MAhe*(2+sin(Lati*x2))-(0.2*0.264)
T0=T0-(1.22+0.14*MAhe)*(1-sin(h*x2))
T1=(0.89)**(0.264)
T2=(0.63)**(0.264)
T2=T2*(0.9+0.4*MAhe)
TL=T0+T1+T2
MA=(sin(h*x2)+0.0678)**(-1.253)
MA=MA*9.4E-4+sin(h*x2)
MA=1/MA
R=9.4+(0.9*MA)
R=1/R
Rsd=G*cos(angri*x2)*exp(-TL*MA*R)
coss=cos(angri*x2)
RETURN
END

```

حساب درجة حرارة الهواء:

```

SUBROUTINE AMBIANTE(Nm, TSV, Tciel, Ta)
real Nm
parameter (Pi=3.1415926)
call TmaxTmin(Nm, Tmax, Tmin)
Ta=((Tmax-Tmin)/2)*cos(Pi*(14-TSV)/12)+(Tmax+Tmin)/2
Tciel=0.0552*(Ta)**1.5
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE TmaxTmin(Nm, Tmax, Tmin)
real Nm
parameter(m1=15)
dimension Tamax(m1), Tamin(m1)

```

```

Tamax(1) =19.9D0 ; Tamin(1) = 5.4D0 ! JANVIER (01)
Tamax(2) =23.2D0 ; Tamin(2) = 7.9D0 ! FEVRIER (02)
Tamax(3) =27.3D0 ; Tamin(3) =11.4D0 ! MARS (03)
Tamax(4) =31.6D0 ; Tamin(4) =16.0D0 ! AVRIL (04)
Tamax(5) =35.6D0 ; Tamin(5) =20.0D0 ! MAY (05)
Tamax(6) =41.9D0 ; Tamin(6) =25.5D0 ! JUIN (06)
Tamax(7) =44.1D0 ; Tamin(7) =28.9D0 ! JUILLET (07)
Tamax(8) =43.6D0 ; Tamin(8) =27.2D0 ! AOUT (08)
Tamax(9) =39.2D0 ; Tamin(9) =23.6D0 ! SEPTEMBRE (09)
Tamax(10) =32.2D0 ; Tamin(10) =16.7D0 ! OCTOBRE (10)
Tamax(11) =24.9D0 ; Tamin(11) =10.0D0 ! NOVEMBRE (11)
Tamax(12) =21.2D0 ; Tamin(12) = 6.2D0 ! DECEMBRE (12)
Tmax=Tamax(Nm) ; Tmin=Tamin(Nm)
RETURN
END

```

حساب معاملات الحمل الخارجية:

```

SUBROUTINE coeffexterne(Dv2,MVIt,Tv,Tciel,Ta,Hcext,Hrext,Hext)
implicit doubleprecision(S,V)
parameter(segma=5.67E-8,Emsv=0.1,g=9.81)
*****Convection*****
Tm=(Ta+Tv)/2
SMVa=353/(Tm+273.15)
Conda=7.57E-5*Tm+0.0242
Visda=0.0046E-5*Tm+1.7176E-5
Bettaa=1/(Tm+273.15)
Cpa=1008
Gra=(Bettaa*g*(Dv2**3)*(SMVa)**2)*(Tv-Ta)/(visda**2)
Pra=(visda*Cpa)/conda
Raa=Pra*abs(Gra)
Hcext1=(1+(0.559/Pra)**0.5625)**1.7777
Hcext1=(0.6+0.387*(Raa/Hcext1)**0.1666)**2
Hcext1=(Hcext1*Conda)/(Dv2)

Rea=(Conda*Dv2*MVIt)/(Visda)
If (Rea.le.40) then

```

```

Hcext2=0.989*(Conda/Dv2)*(Rea*Pra)**0.333
  else
  If (Rea.le.4000) then
  Hcext2=0.683*(Conda/Dv2)*((Rea)**0.486)*(Pra)**0.333
  else
  If (Rea.le.40000) then
  Hcext2=0.193*(Conda/Dv2)*((Rea)**0.618)*(Pra)**0.333
  else
  Hcext2=0.0266*(Conda/Dv2)*((Rea)**0.805)*(Pra)**0.333
  endif
  endif
  endif
Hcext=max(Hcext1,Hcext2)
*****Rayonnement*****
  Hrext=segma*emsv*((Tv+273.15)**2+(Tciel+273.15)**2)*(Tv+Tciel+546.3)
  Hext=Hcext+ Hrext
RETURN
END

```

حساب معاملات الحمل الداخلية:

```

SUBROUTINE coeffinterne(Pat,Dv1,Dab2,Tab,Tv,Hint)
implicit doubleprecision(S,V)
real Lef
  parameter(Emsab=0.2,Emsv=0.1,Segma=5.67E-8,g=9.81)
*****Convection*****
  Tm=(Tab+Tv)/2
  Lef=(Dv1-Dab2)/2
  SMVa=(Pat)/(287.05*(Tm+273.15))
  Conda=7.57E-5*Tm+0.0242
  Visda=0.0046E-5*Tm+1.7176E-5
  Bettaa=1/(Tm+273.15)
  Cpa=1008
  Gra=(Bettaa*g*(Lef**3)*(SMVa)**2)*(Tab-Tv)/(visda**2)
  Pra=(visda*Cpa)/conda
  Raef=Pra*abs(Gra)
  Rac=(Lef**3)*(Dab2**(-0.6)+ Dv1**(-0.6))**5

```

```

Condef=(Pra/(0.861+Pra))
Condef=0.386*Conda*((Condef*Rac)**0.25)
Hcint= (Dab2)*ALOG(Dv1/Dab2)
Hcint=(2*Condef)/Hcint

```

```

*****Rayonnement*****

```

```

Emsint=((1/Emsab)+(1-Emsv/Emsv))
Emsint=(Dv1/Dab2)/(Emsint)
Hrint=segma*Emsint*((Tab+273.15)**2+(Tv+273.15)**2)*(Tab+Tv+546.3)
Hint=Hrint
RETURN
END

```

حساب معامل الحمل بين الأنبوب و المائع:

```

SUBROUTINE coeffutile(Dibf, pasx, Dab1, Tfi, Tfo, Cpf, SMVf, Huti)
implicit doubleprecision(S, V)
implicit real(L)
parameter(g=9.81, Pi=3.1415926, phi=0.07)
Tm=(Tfi+Tfo)/2
c   ****Water*****
SMVW=-0.00380*Tm**2-0.0505*Tm+1002.6
condW=-9.87E-6*Tm**2+2.238E-3*Tm+0.5536
viscW=0.002E-4*Tm**2-0.3389E-4*Tm+17.199E-4
visdW=viscW/SMVW
BetaW=1/(Tm+273.15)
CpW=4180
c   Nanoparticul*****Cu*****
SMV=8933
cond=393
Cp=397
c *****
SMVf= SMVW*(1-phi)+SMV*phi
Cpf=(SMVW*(1-phi)*CpW+SMV*phi*Cp)/SMVf
cond1=cond+2*condW+2.662*(cond-condW)*phi
cond2=cond+2*condW-1.331*(cond-condW)*phi
condf=(condW*cond1)/cond2
visdf=visdW*(1+2.5*phi+6.2*(phi)**2)

```

```

Prf=(visdf*Cpf)/condf
  Ref=(4*condf*Dibf)/(Pi*Visdf*Dab1)
  Gz=(Dab1/pasx)*(Ref*Prf)
  D=pasx/Dab1

If (Ref.lt.2100) then
  goto 10
else
  If (Ref.lt.10000) then
    Nuf=(Prf**0.333)*(1+(Dab1/pasx)**0.666)
    Nuf=0.116*((Ref**0.666)-125)*Nuf
  else
    goto 20
  endif
endif
10  if (Gz.lt.100) then
    Nuf=3.66+(0.085*Gz)/(1+0.047*(Gz)**0.666)
  else
    Nuf=(1.86)*(Gz**0.333)+0.87*(1+0.015*(Gz)**0.333)
  endif
20  if (D.lt.60) then
    Nuf=0.023*(Ref**0.8) *(Prf**0.33)*(1+(Dab1/pasx)**0.7)
  else
    Nuf=0.023*(Ref**0.8) *(Prf**0.33)
  endif
  Huti=(condf/Dab1)*Nuf
  RETURN
  END

```

إنشاء المصفوفة:

```

SUBROUTINE matrice(Dibf,Dv,Dab,Dab2,Dab1,Dv2,pas,pasx,Pab,Cpf,Tv
$,Tab,Tfi,Tfo,Ta,Tciel,Hint,Hcext,Hrext,Hext,Huti,SMVf,A,B)
  implicit doubleprecision(S)
  parameter(m=10,MVab=8940,Cpab=380,Cpv=840,MVv=2530,Pi=3.141592)
  dimension A(m,m),B(m)

```

```

A(1,1)=((MVv*Dv*Cpv)/pas)+Hint*(Dab2/Dv2)+Hext
A(1,2)=-Hint*(Dab2/Dv2)
A(1,3)=0
B(1)=((MVv*Dv*Cpv)/pas)*Tv+(Hcext*Ta)+(Hrext*Tciel)
A(2,1)=-Hint
A(2,2)=((MVab*Dab*Cpab)/pas)+Huti*(Dab1/Dab2)+Hint
A(2,3)=0
B(2)=((MVab*Dab*Cpab)/pas)*Tab+Huti*(Dab1/Dab2)*Tfi+Pab
A(3,1)=0
A(3,2)=-Huti
A(3,3)=(Cpf*Dibf)/(Pi*Dab1*pasx)
A(3,3)=A(3,3)+(Dab1*Cpf*SMVf)/(4*pas)
B(3)=((Dab1*Cpf*SMVf)/(4*pas))*Tfo
B(3)=B(3)+(((Cpf*Dibf)/(Pi*Dab1*pasx))-Huti)*Tfi
RETURN
END

```

طريقة غوص سايدل:

```

SUBROUTINE gouss(A,B,X,Dibf,Cpf,Dv1,Dv2,Dab1,Dab2,Dv,Dab,pas
$,pasx,Pab,MVit,Tciel,Ta,Tfi,Pat)
  implicit doubleprecision(S)
  parameter(m=10)
  dimension A(m,m),B(m),X(m),X1(m)
  eps=0.001
  k=1
  do i=1,3
    X1(i)=B(i)
  enddo
60  S=0 ;S3=0
  do i=1,3
    S1=0
    S2=0
    do j=1,3
      e=j-i
      If (e.lt.0) then

```




```

S1=S1+A(i,j)*X(j)
  else
    If (e.eq.0) then
      goto 50
    else
      S2=S2+A(i,j)*X1(j)
    endif
  endif
50  enddo
  X(i)=(B(i)-(S1+S2))/A(i,i)
  S=S+(X(i)-X1(i))**2
  S3=S3+X1(i)**2
  X1(i)=X(i)
40  enddo
  ERR=sqrt(S/S3)
  do while (ERR.GT.eps)
    CALL coeffexterne(Dv2,MVit,X(1),Tciel,Ta,Hcext,Hrext,Hext)
    CALL coeffinterne(Pat,Dv1,Dab2,X(2),X(1),Hint)
    CALL coeffutile(Dibf,pasx,Dab1,Tfi,X(3),Cpf,SMVf,Huti)
    CALL matrice(Dibf,Dv,Dab,Dab2,Dab1,Dv2,pas,pasx,Pab,Cpf,X(1)
$,X(2),Tfi,X(3),Ta,Tciel,Hint,Hcext,Hrext,Hext,Huti,SMVf,A,B)

    k=k+1
    goto 60
  enddo
RETURN
END

```



قائمة المراجع

قائمة المراجع

المراجع بلغة العربية:

- [1] سوداني محمد البار، تحقيق عملي لمركز اسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2018.
- [2] سماحي سهيلة، فعالية أداء الخلايا الشمسية الكهروضوئي في ورقلة وتأثير شدة الإشعاع الشمسي والعوامل المناخية عليها، مذكرة ماستر أكاديمي جامعة ورقلة 2016
- [3] سهيلة بن زاهي، سهيلة بلخير، دراسة مقارنة بين أنظمة التتبع الشمسي لمركز قطع مكافئ أسطواني، مذكرة ماستر أكاديمي جامعة ورقلة 2019 .
- [4] د.محمد بن صالح الصالحي، د. عبد الله بن صالح الضويان ،قسم الفيزياء والفلك –كلية العلوم-جامعة الملك سعود، تحت عنوان مقدمة في تقنية النانو لعام 2007.
- [5] فراح هاجر، ميهوبي خولة، المركزات الشمسية وأنظمة تخزين الطاقة الحرارية، مذكرة ماستر أكاديمي جامعة ورقلة 2018.
- [7] دكتور مهندس محمد مصطفى محمد الخياط –محطات مركزات الطاقة الشمسية مجلة الكهرباء العربية العدد 94 - 2010.
- [8]:حسن عز الدين بلال (2013) النانو وتطبيقاته، الهيئة العامة لسوريا للكتاب :سوريا.

المراجع بلغة الأجنبية:

- [6] Quoilin. S, Les Centrales Solaires à Concentration, Rapport, Université de Liège Faculté des sciences appliquées, Mai 2007.
- [9] S.U. Choi, J. Eastman, Enhancing Thermal Conductivity of Fluids with Nanoparticles, Argonne National Lab, IL (United States), 1995.
- [10] O. Mahian, A. Kianifar, A.Z. Sahin, S. Wongwises, Entropy generation during Al₂O₃/water nanofluid flow in a solar collector: Effects of tube roughness, nanoparticle size, and different thermophysical models, International Journal of Heat and Mass Transfer 2014;78:64-75
- [11] Evangelos Bellos, Christos Tzivanidis Thermal efficiency enhancement of lunanofid-based parabolic trough collectors.

- [12] K. S. Chaudhari, P. V. Walke, U. S. Wankhede, R. S. Shelke, An Experimental Investigation of a Nanofluid (Al₂O₃+H₂O) Based Parabolic Trough Solar Collectors, British Journal of Applied Science & Technology 2015;9(6):551-557
- [13] G. Coccia, G. Di Nicola, L. Colla, L. Fedele, M. Scattolini, Adoption of nanofluids in low-enthalpy parabolic trough solar collectors: Numerical simulation of the yearly yield, Energy Conversion and Management 2016;118:306-319
- [14] S.E. Ghasemi, A.A. Ranjbar, Thermal performance analysis of solar parabolic trough collector using nanofluid as working fluid: A CFD modelling study, Journal of Molecular Liquids 2016;222:159-166
- [15] A. Mwesigye, Z. Huan, Thermodynamic analysis and optimization of fully developed turbulent forced convection in a circular tube with water–Al₂O₃ nanofluid, International Journal of Heat and Mass Transfer 2015;89:694-706
- [16] M.A. Rehan, M. Ali, N.A. Sheikh, M.S. Khalil, G.Q. Chaudhary, T. ur Rashid, M. Shehryar, Experimental performance analysis of low concentration ratio solar parabolic trough collectors with nanofluids in winter conditions, Renewable Energy 2018;118:742-751
- [17] F.W.H. Yik ,Modelling Methods for Energy in Buildings, by Blackwell Publishing Ltd (2004).
- [18] Marif. Y, .Benhamou. M, Zerrouki. M, Belhadj. M, Thermal performance of the outside and inside wall insulation in the existing building in the south of Algeria. ISESCO Journal of Science and Technology 9 (16), 53-59. (2013)
- [19] Yacine Marif, RAPPORT DE CONFIRMATION, Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien d'ADRAR , Adrar : Juin 2012
- [20] J.A. Duffie, W.A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, JohnWiley & Sons, New York, 1991.
- [21] Soteris A.Kalogirou, Solar thermal collectors and applications, Progress in Energy and Combustion Science 30 (2004) 231-295.
- [22]]Michel Dagueneat .GéditTourani, les séchoirs solaires: théorie et pratique. Belgique (1985)
- [23] O.Garcia –Valladares, N.Velazquez, Numerical simulation of parabolic trough collector: improvement using counter flow concentric circular heat exchangers, International journal of heat and mass transfer, Mexico (2008)

[24] M.Capdrou, Atlas Solaire de L'Algérie, Ed. Algérie : EPAU, Volume 1 Tome 1, 1987

[25] O. Mahian, A. Kianifar, A.Z. Sahin, S. Wongwises, Entropy generation during Al₂O₃/water nanofluid flow in a solar collector: Effects of tube roughness, nanoparticle size, and different thermophysical models, International Journal of Heat and Mass Transfer 2014;78:64-75

[26] K. Khanafer, K. Vafai, A critical synthesis of thermophysical characteristics of nanofluids, International Journal of Heat and Mass Transfer 2011;54(19):4410-4428

[27] W. Duangthongsuk, S. Wongwises, An experimental study on the heat transfer performance and pressure drop of TiO₂-water nanofluids flowing under a turbulent flow regime, International Journal of Heat and Mass Transfer 2010;53(1-3):334-344

ملخص:

الموائع النانوية هي محاليل تحتوي على ذرات صغيرة الحجم يتم مزجها مع المائع القاعدي، يمكن استعمال هذه الموائع لتحسين الانتقال الحراري في اللواقط الشمسية. إن التطور الملحوظ في المركبات الشمسية يعود لاستعمال عاكسات تقوم بتركيز الإشعاع الشمسي اللاقط وهذا يسمح بالتقليل من حجم اللواقط والذي يؤدي لتقليل من الضياعات و الزيادة في الفعالية الحرارية. إن تقنية المركبات القطع المكافئ الاسطواني تحتل الصدارة من بين أنواع المركبات الأخرى. بحثنا يتمثل في النمذجة الرياضية و المحاكاة العددية لمركز قطع مكافئ أسطواني الذي يستعمل مزيج من الماء مع ذرات النانو كمائع ناقل للحرارة، نتائج المحاكاة كانت مشجعة وواعدة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، مركز قطع مكافئ أسطواني، الموائع النانوية، المحاكاة.

Résumé :

Les nanofluides sont des solutions constituées de particules de taille nanométriques en suspension dans un liquide porteur. Les nanofluides peuvent être employés pour améliorer le transfert de chaleur dans les capteurs solaire. Le développement de la technologie des concentrateurs solaire vient d'atteindre un niveau très appréciable. En utilisant des réflecteurs afin de concentrer les rayons du soleil sur l'absorbeur cela permet de diminuer grandement la taille de l'absorbeur, ce qui réduit les pertes de chaleur et augmente son efficacité à hautes températures. La technologie des concentrateurs cylindro-paraboliques (CCP) est actuellement la plus éprouvée des techniques de concentration solaire, notre étude concerne la modélisation mathématique et une simulation numérique d'un concentrateur cylindro-parabolique qui utilise comme fluide caloporteur un mélange d'eau et des nanoparticules, les résultats de la simulation sont encourageants et prometteuses.

Mots-clés : Energie solaire, Concentrateur cylindro-parabolique, Nanofluides, Simulation .

Abstract:

Nanofluids, as an innovative material are solid-liquid mixtures in which the solid particles have small size and can use these fluids to improve the transition warming in pickup solar. Nanofluids can be applied in enhancing the solar collector's performance. The solar collector's technology offers a promising method for the large scale use of solar energy using reflectors in order to focus the sun's rays on the absorber this greatly reduces the size of the absorber, which reduces heat loss and increases its efficiency at high temperatures. The parabolic trough collector technology (PTC) is currently the widest spread of the solar concentration techniques, our study concerns the mathematical modelling and a numerical simulation of a parabolic trough collector which uses a mixture of water and nanoparticles as colporteur fluid, the simulation results are encouraging and promising.

Keywords: Solar energy, Parabolic trough collector, Nanofluides, Simulation.