

---

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

---



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة العربي التبسي - تبسة

كلية العلوم والتكنولوجيا

قسم الهندسة الميكانيكية

تخصص: طاقة



مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر 2

تحت عنوان:

دراسة عددية لأداء نظام محطة مدخنة شمسية:

دراسة حالة في الجزائر

**Numerical study of the performance of a solar chimney power  
plant system: Case study in Algeria**

من اعداد الطالب:

فرحاني حسام

تحت إشراف الدكتور:

لعور رضوان

لجنة المناقشة:

رئيسا

جامعة تبسة

الدكتور بوعفان عبد الكريم

مؤطرا

جامعة تبسة

الدكتور لعور رضوان

مناقشا

جامعة تبسة

الدكتور عقون رابح

السنة الجامعية: 2019-2020

---

# شكر وفقرى

الحمد والشكر لله الذي من علينا بإتمام هذه المنكرة

نتقدم بالشكر الى كل من أنار لنا دربنا وساهم في زيادة معرفتنا

وخص بالذكر الأستاذ المشرف على هذه المنكرة الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته

الى الأساتذة الذين شرفونا بمناقشتهم لهذه المنكرة

الى كل من كان لنا عوناً وسنداً

والى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد ولو بكلمة طيبة



# إهداء



الحمد لله الواحد القهار مكنور الليل على النهار تذكرة للوفي القلوب والأبصار وتبصرة للوفي الأبواب

والاعتبار والصلوة والسلام على النبي الصادق المختار.

اللهم كن الحمد حتى ترضى وكن الحمد إذا رضيت وكن الحمد بعد الرضى

اللهم لا مانع لما أعطيت ولا معطي لما منعت

وما بعد:

أهدي هذا العمل المتواضع الي كل من يشهد أن لا إله الا الله

فوق هذه البسيطة من عرب ومن عجم

الي بنت الكروم أمي الفاضلة

الي من لم تسعني الا سطر لذكرهم

عسام فرحاني

---

# الفهراس

---

I.....الفهرس

II.....1. فهرس المحتويات

V.....2. فهرس الأشكال:

VIII.....فهرس الجداول:

IX.....4. قائمة الرموز

3.....مقدمة عامة:

5.....الفصل الأول: نظرة عامة حول المدخنة الشمسية

6.....1. المقدمة

7.....2. نبذة تاريخية:

14.....3. المدخنة الشمسية:

14.....1.3. تعريفها:

15.....2.3. مبدأ عملها:

16.....3.3. مكوناتها:

16.....أ. المجمع (The collector):

17.....ب. المدخنة (The chimney):

18.....ج. العنفات (The turbines):

20.....د. مخزن الطاقة (Energy store):

21.....4. الظواهر الفيزيائية المتحكمة في المدخنة الشمسية:

21.....5. إيجابيات وسلبيات المدخن الشمسية:

21.....1.5. الإيجابيات:

22.....2.5. السلبيات:

22.....6. الخاتمة:

4.....الفصل الثاني: المعادلات الحاكمة والميزان الطاقوي

24.....1. المقدمة:

- 25.....2. المعادلات الحاكمة للنموذج الفيزيائي :  
25..... 1-2 مؤثر الطاقة :  
25..... 2-2 الطاقة الحرارية :  
26..... 3-2 الطاقة الكهربائية:  
26..... 4-2 إنخفاض كمية الحركة:  
26..... 5-2 المعادلات:  
26..... ا. معادلة الاستمرارية:  
26..... ب. معادلة الطاقة:  
27..... ج. كمية الحركة (الزخم، قوى الدفع) لجسم:  
27..... 6-2 معادلة برنولي:  
28..... 7-2 المجمع:  
29..... 8-2 المدخنة:  
30..... 3 الميزان الطاقوي:  
30..... 1-3 الميزان الطاقوي:  
31..... 2-3 معادلات التوازن الحراري:  
31..... 4. الخاتمة:

### 32..... الفصل الثالث: المحاكاة العددية.....

- 33..... 1. المقدمة:  
34..... 3. خصائص المواد المستعملة:  
35..... 4. البرامج المستعملة في الدراسة العددية:  
35..... 1.4. الغامبيت (gambit):  
35..... 2.4. الفلوننت (fluent):  
36..... 3.4. الايكسال (Excel):  
37..... 5. تشكيل الشبكة:  
39..... 6. الحل العددي:  
39..... 1.6 بعض النماذج الرياضية المستعملة في الفلوننت:  
39..... 2.6 تحقيق النتائج المتحصل عليها مع محاكاة أجريت على مدينة ووهان الصينية.....

- أ./دراسة في حالة عدم وجود عنفة:.....40
- \*الشروط الحديدية للمسألة:.....40
- \*مخططات توزيع الضغط والسرعة ودرجة الحرارة دون عنفة:.....42
- ب./ دراسة في حالة وجود عنفة:.....46
- \*الشروط الحديدية للمسألة:.....46
- \*مخططات توزيع الضغط والسرعة ودرجة الحرارة مع وجود عنفة:.....47
- ج./ التحقق من النتائج:.....51
- نتائج السرعة في مخرج المدخنة:.....51
- نتائج درجة الحرارة في مخرج المدخنة:.....52
- تحليل نتائج السرعة ودرجة الحرارة:.....52
- نتائج الطاقة في مخرج المدخنة:.....53
- تحليل نتائج الطاقة:.....53
- المقارنة مع نتائج XU:.....54
- الفصل الرابع: دراسة حالة في الجزائر ..... 61**
1. مقدمة:.....62
2. الشروط الحديدية:.....62
3. النتائج المتحصل عليها:.....63
4. التعليق على النتائج والمقارنة:.....67
5. الخاتمة:.....67
- الخاتمة العامة ..... 68**
- المصادر والمراجع ..... 70**
- المصادر والمراجع ..... 71**



2. فهرس الأشكال:

الفصل الأول

- شكل (1-1): أول فكرة مجسدة للمدخنة الحراري. .... 7
- شكل (2-1): الآلة المقترحة في مشروع المحرك الشمسي. .... 8
- شكل (3-1): مقترح البروفيسور ديوس. .... 9
- شكل (4-1): الوصف المقترح لفكرة ديوس. .... 10
- شكل (5-1): النموذج المقترح من طرف ريدي. .... 11
- شكل (6-1): صورة النموذج المقترح من طرف نازار. .... 12
- شكل (7-1): نموذج مانزاناراس. .... 13
- شكل (8-1): رسم توضيحي للمدخنة الشمسية. .... 14
- شكل (9-1): شكل مبين لمبدأ عمل المدخنة. .... 15
- شكل (10-1): شكل يمثل المجمع. .... 16
- شكل (11-1): شكل يمثل المدخنة. .... 17
- شكل (12-1): صورة تبين عنفة ذات قطر كبير. .... 18
- شكل (13-1): صورة تبين عنفة عموديا. .... 19
- شكل (14-1): صورة تبين عنفات افقية. .... 19
- شكل (15-1): صورة توضح أنابيب مخزن الطاقة. .... 20

الفصل الثاني

- الشكل (1-2): رسم تخطيطي يوضح ابعاد مدخنة الشمسية. .... 24
- الشكل (2-2): رسم تخطيطي يوضح مختلف التبادلات في المجمع. .... 28

الفصل الثالث

- الشكل (1-3): نافذة برنامج القامبيت. .... 35
- الشكل (2-3): نافذة برنامج الفلونت. .... 36
- الشكل (3-3): نافذة برنامج الايكسال. .... 36
- الشكل (4-3): شبكة الحساب عند ادخالها في برنامج الفلوانت. .... 37
- الشكل (5-3): شبكة مقربة تبين الطبقة الحديدية في المجمع ومنطقة الاتصال. .... 38
- الشكل (6-3): المكونات الهندسية للمدخنة. .... 40
- الشكل (7-3): تقسيم الشروط الحديدية على المدخنة. .... 41

- الشكل (3-8): يمثل توزيع الضغط في المدخنة الشمسية دون عنفة. .... 42
- الشكل (3-9): شكل مقرب يمثل توزيع الضغط في المجمع ومنطقة الاتصال دون عنفة. .... 42
- الشكل (3-10): توزيع درجة الحرارة في المدخنة دون عنفة. .... 43
- الشكل (3-11): شكل مقرب يمثل توزيع درجة الحرارة في المجمع ومنطقة الاتصال دون عنفة. .... 44
- الشكل (3-12): توزيع السرعة في المدخنة دون عنفة. .... 45
- الشكل (3-13): يمثل توزيع السرعة في المجمع ومنطقة الاتصال دون عنفة. .... 45
- الشكل (3-14): توزيع الضغط في المدخنة بوجود عنفة. .... 47
- الشكل (3-15): شكل مقرب يمثل توزيع الضغط في المجمع ومنطقة الاتصال بوجود عنفة. .... 47
- الشكل (3-16): توزيع درجة الحرارة في المدخنة مع وجود عنفة. .... 48
- الشكل (3-17): شكل مقرب يمثل توزيع درجة الحرارة في المجمع ومنطقة الاتصال مع وجود عنفة. .... 49
- الشكل (3-18): توزيع السرعة في المدخنة مع وجود عنفة. .... 50
- الشكل (3-19): شكل مقرب يمثل توزيع السرعة في المجمع ومنطقة الاتصال مع وجود عنفة. .... 50
- الشكل (3-20): تأثير الاشعاع وفرق الضغط على السرعة في مخرج المدخنة. .... 51
- الشكل (3-21): تأثير الاشعاع وفرق الضغط على درجة الحرارة في مخرج المدخنة. .... 52
- الشكل (3-22): تأثير الاشعاع وفرق الضغط على الطاقة في مخرج المدخنة. .... 53
- الشكل (3-23): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 54
- الشكل (3-24): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 54
- الشكل (3-25): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 55
- الشكل (3-26): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 55
- الشكل (3-27): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 56
- الشكل (3-28): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 56
- الشكل (3-29): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 57
- الشكل (3-30): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج XU. .... 57
- الشكل (3-31): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 200. .... 58
- الشكل (3-32): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 400. .... 59
- الشكل (3-33): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 600. .... 59
- الشكل (3-34): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 800. .... 60

#### الفصل الرابع

- الشكل (4-1): منحني بياني يمثل درجة الحرارة المتحصل عليها في ولايات ثلاثة. .... 65
- الشكل (4-2): منحني بياني يمثل السرعة المتحصل عليها في ولايات ثلاثة. .... 65

- 66..... الشكل (4-3): منحى بياني يمثل التدفق الكتلي المتحصل عليها في ولايات ثلاثة.
- 66..... الشكل (4-4): منحى بياني يمثل التدفق الكتلي المتحصل عليها في ولايات ثلاثة.

فهرس الجداول:

- جدول (1-3): الابعاد الهندسية للمدخنة. .... 33.....
- جدول (2-3): خصائص الغاز. .... 34.....
- جدول (3-3): خصائص الألمنيوم. .... 34.....
- جدول (4-3): خصائص التربة. .... 34.....
- جدول (5-3): الشروط الحدية في حالة عدم وجود عنفة. .... 41.....
- جدول (6-3): الشروط الحدية في حالة وجود عنفة. .... 46.....
- جدول (1-4): الشروط الحدية لدراسة حالة في الجزائر. .... 62.....

4. قائمة الرموز

الوحدة	التسمية	الرمز
m	الارتفاع	h
K	درجة الحرارة	T
Pa	الضغط	P
W/m <sup>2</sup>	الدفق الحراري	$\dot{Q}_f$
m/s	السرعة	V
/	التغير في القيمة	$\Delta$
kg/s	الدفق الكتلي	$\dot{m}$
kg	الكتلة	m
m <sup>2</sup>	المساحة	A
/	المردودية	$\eta$
m/s	الجاذبية	g
kg/m <sup>3</sup>	الكتلة الحجمية	$\rho$
k	التغير في درجة الحرارة	$\Delta T$
m	التغير في الارتفاع بين مدخل ومخرج المدخنة	$\Delta z$
W	الاستطاعة	P
/	عمل الضاغط	$\dot{W}_c$
/	عمل العنف	$\dot{W}_t$
m	قطر المدخنة	D
m	نصف القطر	R
J/kg.k	السعة الحرارية	$C_p$
N	القوة	F
J	الطاقة	E
m	المحور الافقي	X
m	المحور العمودي	Y

---

# المقدمة العامة

---

## مقدمة عامة:

أعدت الظروف المحيطة بتفشي فيروس كورونا، سلوك المستهلكين في استخدام الطاقة، عبر سياسات زيادة الاعتماد على الطاقة الشمسية الصديقة للبيئة، مقابل تقليل الاعتماد على مصادر الوقود الأحفوري (الكربون)، تدريجياً.

حيث أن النمو الديموغرافي الكبير وتسارع انتشار الإنسان بشكل رهيب على سطح الأرض زاد من احتياجاته في جميع المجالات وخاصة الطاقة والتي يستعملها في جميع نواحي الحياة والتي تعتمد في الأساس على الطاقات الغير متجددة (البترول، الغاز، الفحم، مصادر نووية.....الخ) والتي تشكل تهديدا صارخا على صحة الإنسان وعلى الطبيعة والبيئة من خلال الأضرار الناتجة عن انبعاث الغازات مثل (CO2) والذي أدى إلى توسع ثقب الأوزون والاحتباس الحراري ومشاكل بيئية أخرى زيادة عن ارتفاع تكلفة إنتاجها الباهظة والمكلفة.

انطلاقاً من هذه المعطيات يسعى الباحثون والعلماء إلى إيجاد حلول عملية لمواجهة هذه المشاكل وإيجاد طاقات نظيفة وغير مكلفة من خلال موارد ومصادر متجددة ومتوفرة مثل (الهواء والماء والشمس.....الخ) وهو بالفعل ما تجسد بما يعرف حالياً بالطاقات المتجددة بأشكالها المختلفة.

وعليه فإن الطاقات المتجددة تعتبر حلول مثالية لهذه المشاكل والتحديات، فهذه التكنولوجيا ستساعد دول العالم عامة والجزائر خاصة على الخروج إلى اقتصاد آمن يضمن لها الرفاه الاجتماعي والأمن، خاصة أن الجزائر تتوفر على مساحات شاسعة غير مستغلة تصلح لجميع أنواع الطاقات المتجددة ونخص بالذكر المدخنة الشمسية والتي ستكون محور دراستنا في هذه المذكرة بإذن الله.

وبما أن الجزائر تحوز على مناخ متنوع فسنعوم في هذه المذكرة بمحاكاة عددية لدراسة تأثير الإشعاع الشمسي وفرق ضغط العنفة على السرعة ودرجة الحرارة والطاقة في مخرج المدخنة ثم دراسة مدى نجاح النموذج المستعمل في الجزائر من خلال تجريب محاكاة على ثلاث ولايات مختلفة.

وقد قسمنا هذا العمل الى خمس فصول استهللنا في فصله الأول بمفاهيم عامة حول المدخنة الشمسية، اما الفصل الثاني اعطينا لمحة حول المعادلات الحاكمة في المدخنة ، وقد تطرقنا في الفصل الثالث الى محاكاة عددية لدراسة تأثير الاشعاع الشمسي وفرق ضغط العنفة على درجة الحرارة والسرعة والطاقة وفي الأخير قمنا بدراسة حالة في ثلاث ولايات بالجزائر.



---

# الفصل الأول :

نظرة عامة حول المدخنة

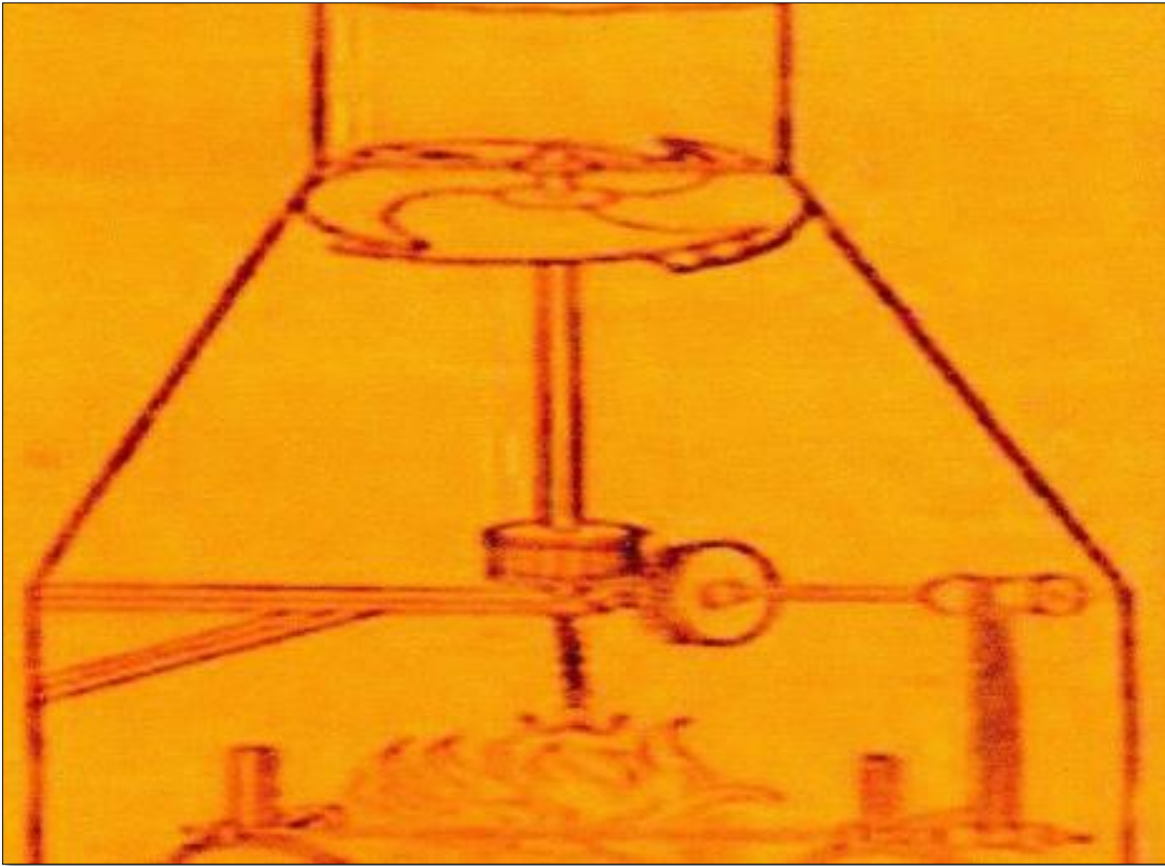
الشمسية

## 1. المقدمة

إن معظم الطاقة المستهلكة في العالم مصدرها موارد احفورية تؤثر على البيئة بالسلب، وعليه وجب استعمال الطاقات المتجددة والتي أصبحت ملاذا لـجـل دول العالم، توجد العديد من أنواع الطاقات المتجددة ومن أهمها هي المدخنة الشمسية والتي تحوز على أهمية بالغة في صنع الطاقة كونها أحد الابتكارات الفعالة في عصرنا الحديث، وهو ما يوجب علينا إفرادها بدراسة وعناية خاصة نفصل فيها كل من تاريخها وتعريفها ومكوناتها وإيجابياتها وسلبياتها.

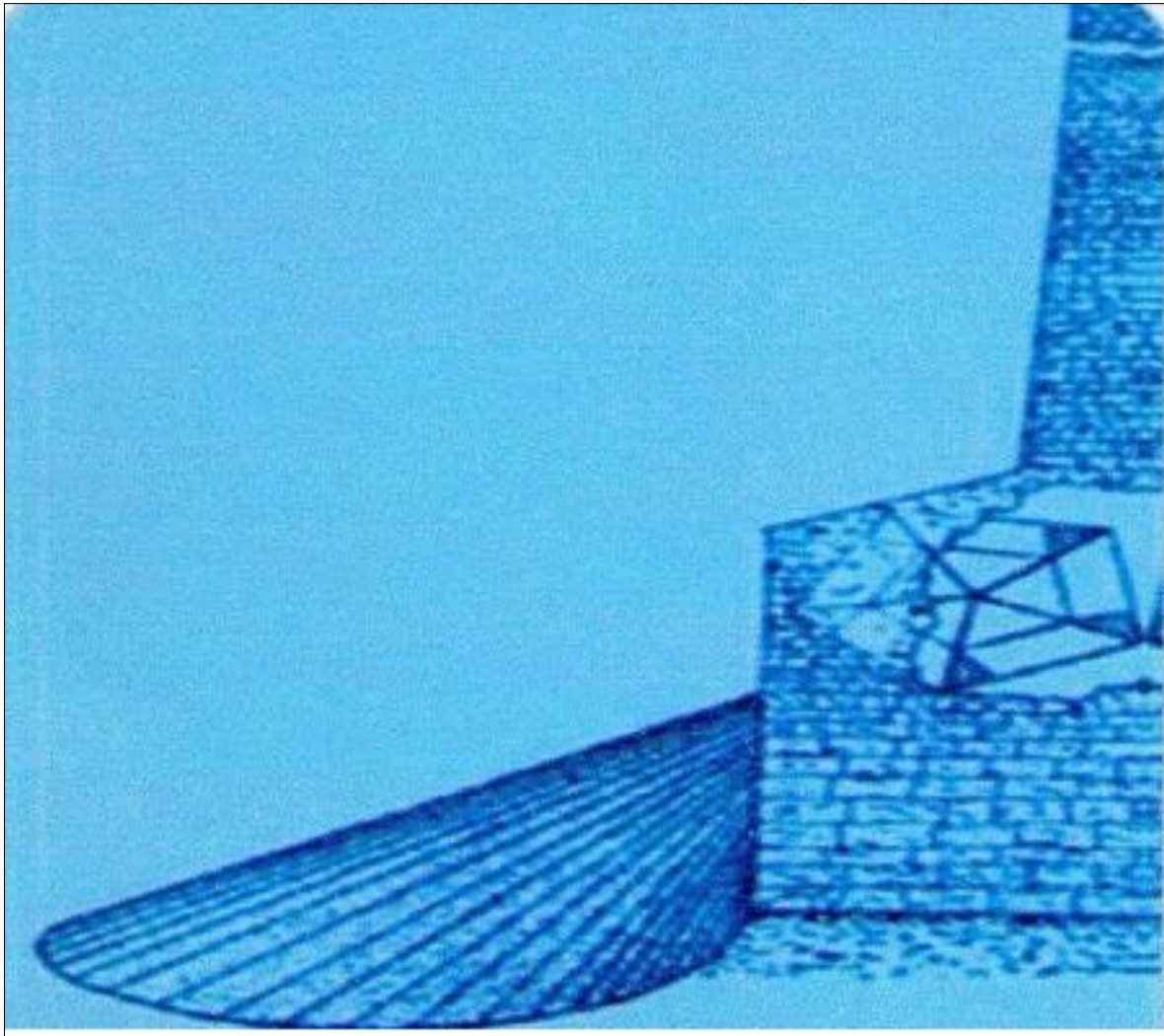
2. نبذة تاريخية [1]:

- فكرة المدخنة الحرارية لأول مرة كانت لصاحبها الفنان النهضة الإيطالية ليوناردو دافينشي (1452م - 1519م) الذي اشتهر بانه عالم ورسام حيث جسّد هذا الفكرة أين استعمل فيها تيار الهواء الحار الصاعد في المدخنة والمسخن بواسطة فرن (موقد) لتحريك وتدوير طاحونة الهواء كما يجسده الشكل (1-1).



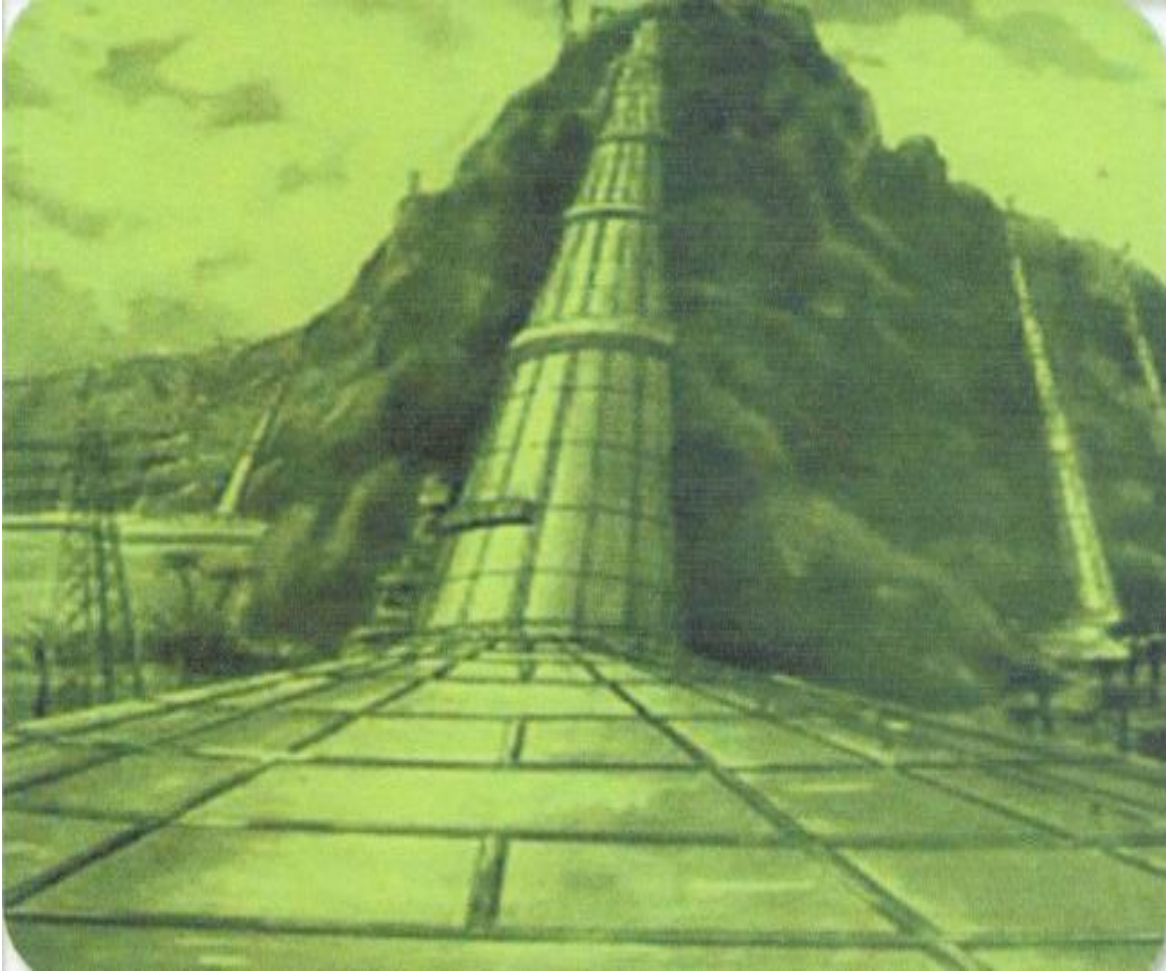
شكل (1-1): أول فكرة مجسدة للمدخنة الحرارية.

- وقد تم وصف المدخنة الشمسية للمرة الأولى من طرف المهندس الاسباني " ايزيدور كاباناس Isidore\_Cabanyes" وذلك في مشروعه " المحرك الشمسي (Project\_de\_motter\_souler) الذي يقوم بوصف كيفية استعمال آلة تحتوي على هواء ساخن موجود في المدخنة ويمر عبر عنفة لأجل استخراج الطاقة من الهواء الطافي لإنتاج الكهرباء واقترح لذلك الآلة المجسدة في الشكل (2-1).



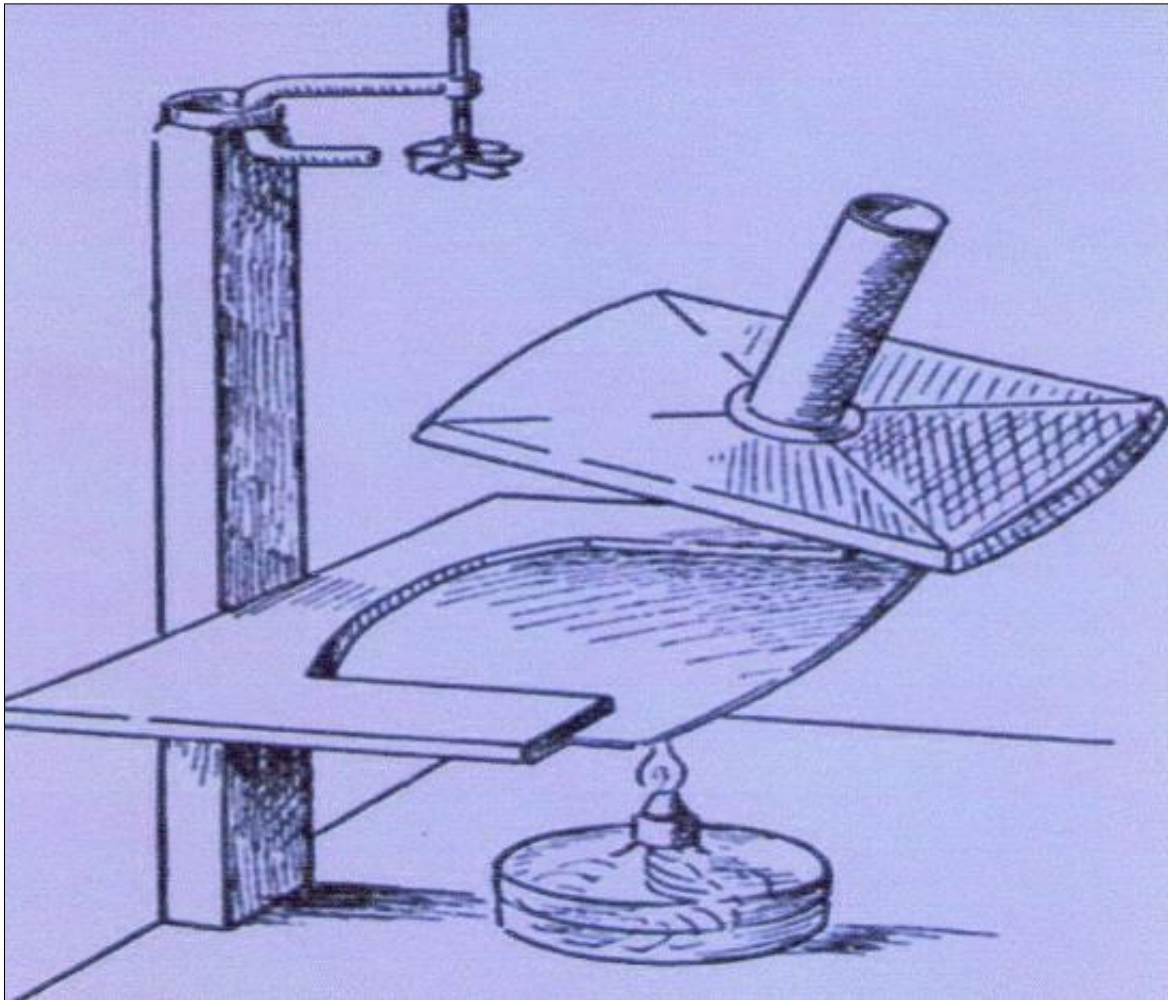
شكل (2-1): الآلة المقترحة في مشروع المحرك الشمسي

- وقد اقترح على الأكاديمية الفرنسية للعلوم من طرف البروفيسور والمهندس " برنارد دييوس Bernard Dubos بناء محطة للطاقة الكهربائية تتموقع في شمال إفريقيا وتكون متصلة بالجبال العالية كما يبينه الشكل (3-1).



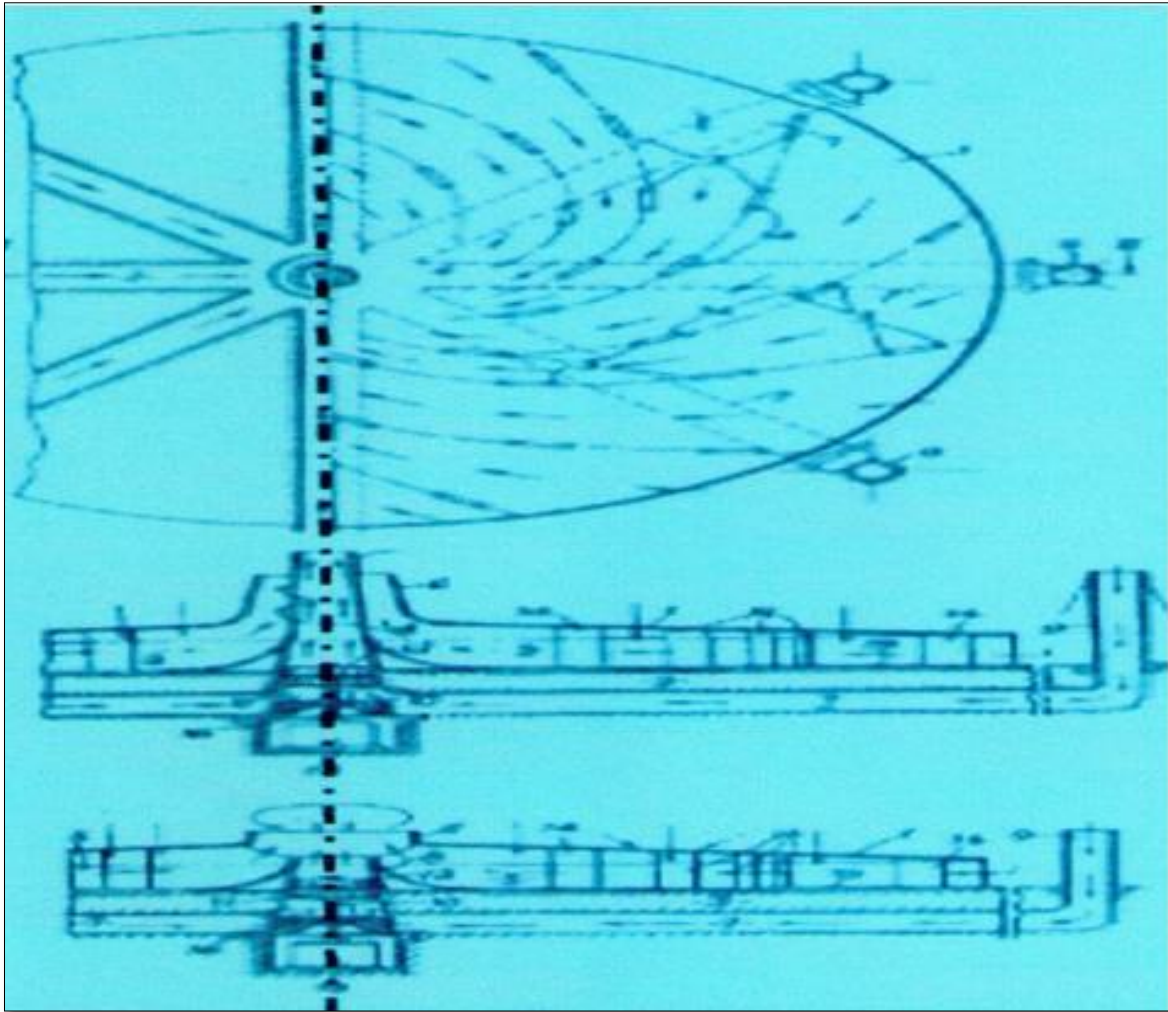
شكل (3-1): مقترح البروفيسور دييوس

- وقد تم في عام (1931م) وصف ونشر فكرة ديبوس Dubos من طرف هانس جنثر Hanns\_Gunther الذي قام بتوضيح مبدأ عملها بالتجربة المبينة في الشكل الآتي حيث اعتمد على منبع حراري متمثل في مصباح مسلط على صفيحة افقية تعمل على تسخين الهواء الموجود فوقها، والذي يجتمع تحت تأثير الحمل الحراري في المدخنة ويتحرك نحو الأعلى مؤديا بدوره إلى تدوير العنفة الهوائية.
- كما في الشكل (4-1)



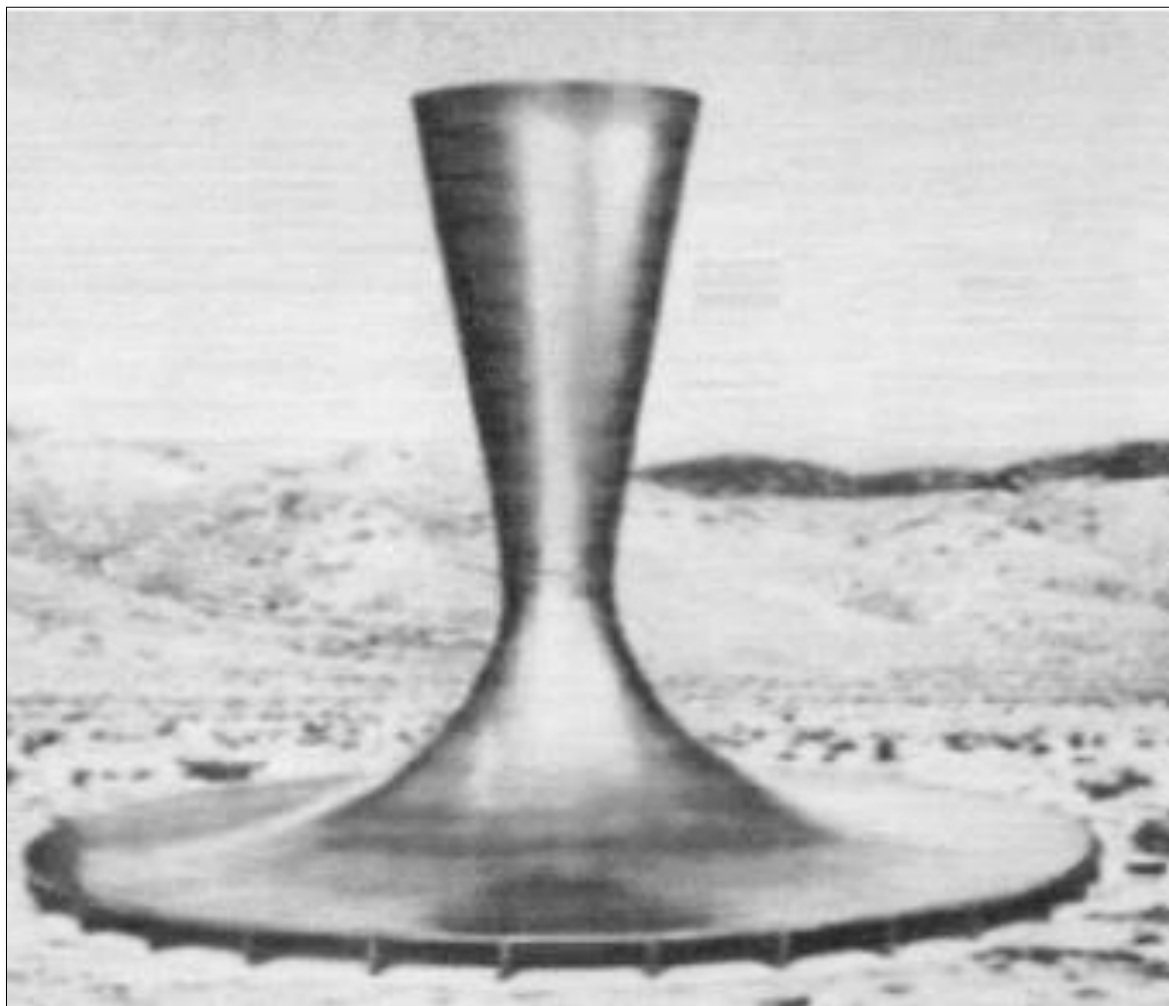
شكل (4-1): الوصف المقترح لفكرة ديبوس.

- قدم العالم ريدلي Ridley في عام (1956 م) اختراعا " تمثل في نموذج بمدختين حيث يقوم بتسخين حائط المدخنة الأولى بالهواء الساخن المتولد في البيوت الزجاجية في حين ان الهواء البارد يصل إلى العنفة الموجودة في قاعدة المدخنة الأولى عن طريق نفق مربوط بالمدخنة الشمسية، ومنه يتم تزويد المدخنة الثانية بالهواء عن طريق التيار المنخفض الأساسي في حين تنتج المدخنة الأولى تيارا مرتفعا بفضل اختلافات درجة الحرارة في جدران المدخنة وهذا بالإضافة إلى اختلاف قنوات خروج الهواء كما يبينه الشكل (5-1).



شكل (5-1): النموذج المقترح من طرف ريدلي

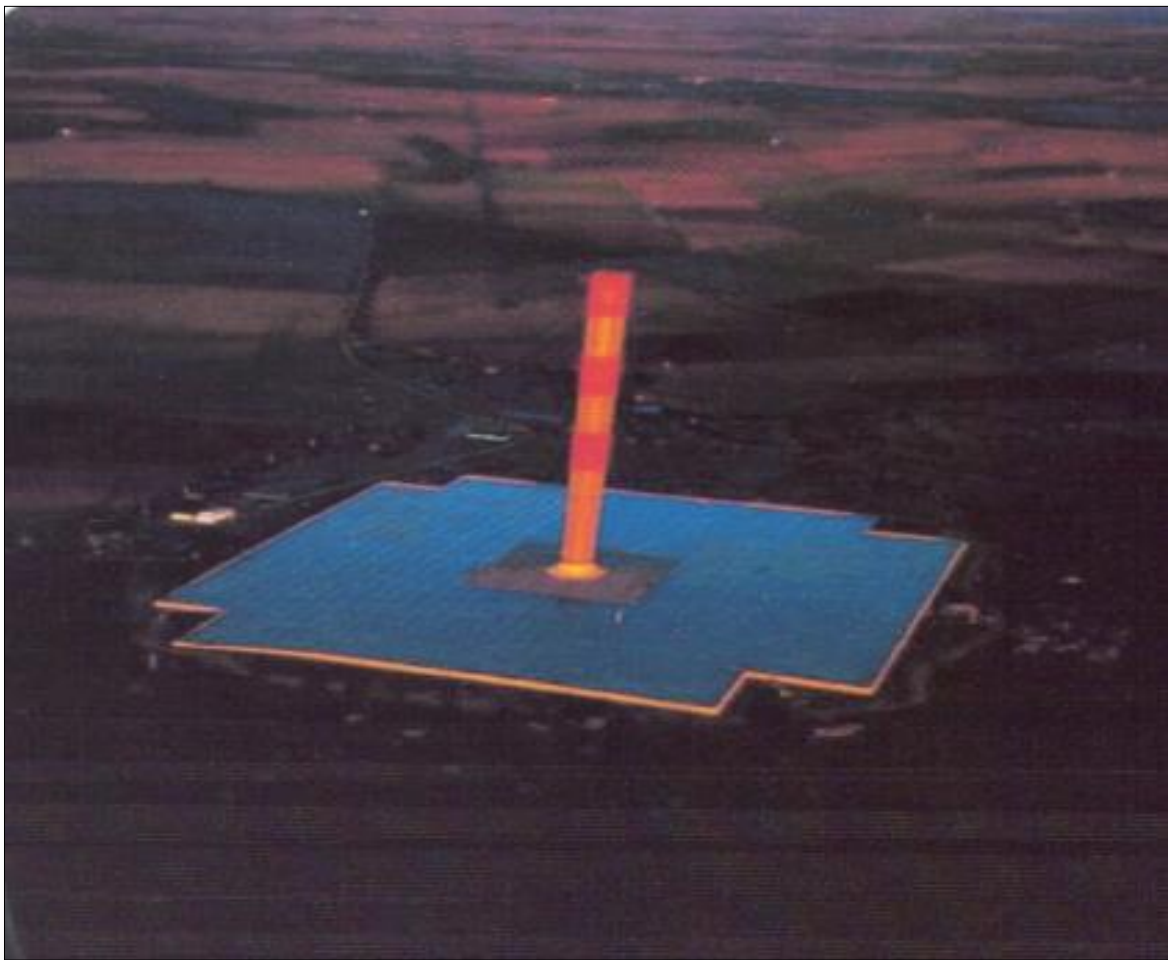
- قام " نازار " Nazare " في عام (1964 م) بتجسيد نموذج كان عبارة عن برج بلغ ارتفاعه حوالي 211م الى 311متر، حيث كان شكله كالناشر تقريبا كما يوضحه الشكل (6-1).



شكل (6-1): صورة النموذج المقترح من طرف نازار.



- تم اقتراح أول نموذج مصغر للمدخنة الشمسية في مانزاناراس Manzanares في اسبانيا من قبل البروفيسور شلاخ Schlaich في عام (1978 م) ومن طرف مؤسسة الوحدة الكهربائية "Fenosa" وقد تم تمويل هذا المشروع من طرف وزارة البحث والتكنولوجيا الألمانية، ودخلت الآلة حيز التشغيل في الفترة الممتدة من 1982 م سنة إلى غاية 1989 م مثلما يبين الشكل (1-7).

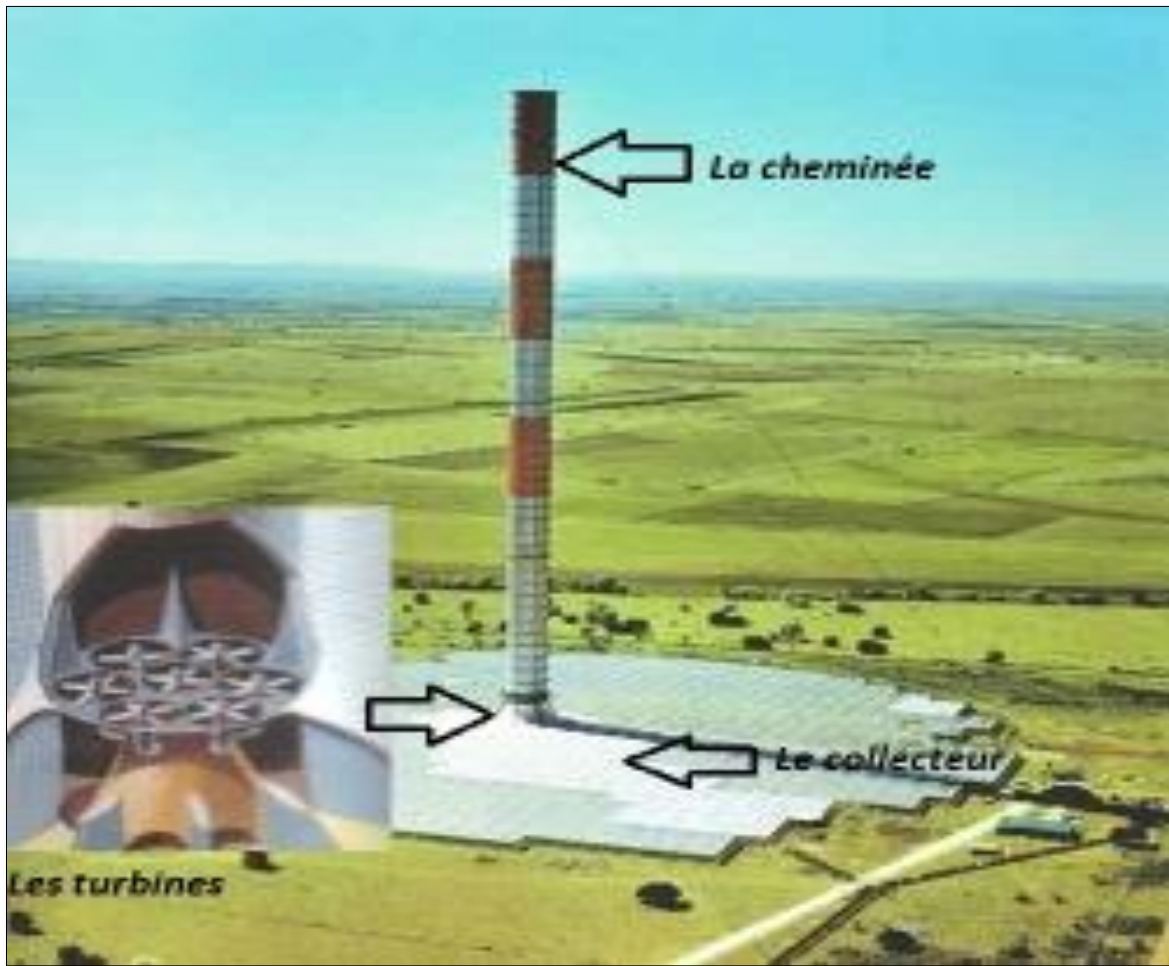


شكل (1-7): نموذج مانزاناراس.

### 3. المدخنة الشمسية:

#### 1.3. تعريفها [2] :

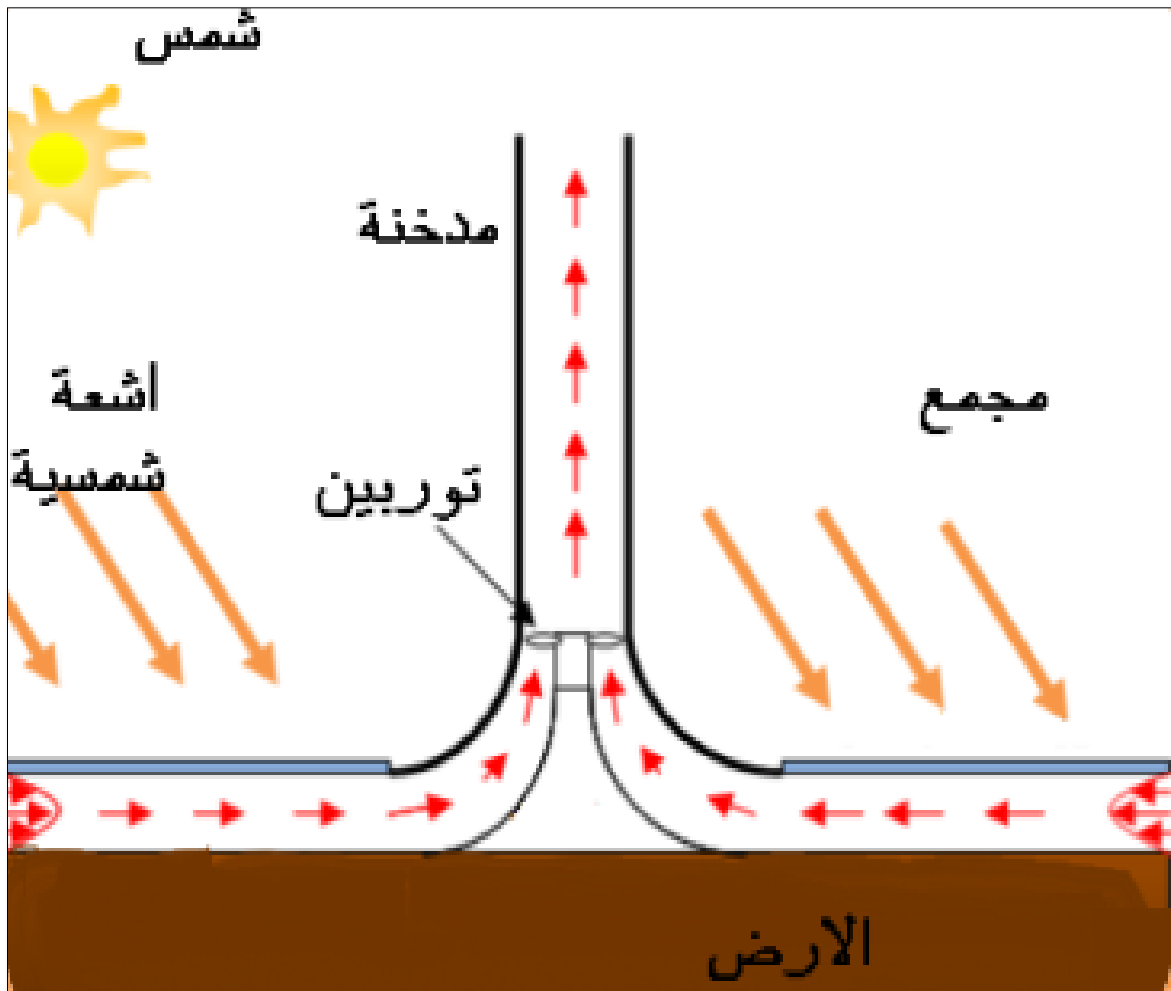
هي وسيلة لإنتاج الطاقة الكهربائية باستعمال الطاقة المتجددة انطلاقاً من ظواهر فيزيائية مدروسة مثل تحويل الحرارة بالإشعاع حيث تقوم تلك الإشعاعات بتحويل الطاقة الحرارية إلى أخرى ميكانيكية يتم توجيهها عبر المجمع نحو العنفة لتتحول إلى طاقة كهربائية ويمكن القول إنها ببساطة أنباء وعمود مفتوح من أعلى ومن أسفل ويمكن أن تأخذ أكثر من شكل هندسي وغالباً ما يكون الشكل الدائري هو الغالب أنظر الشكل (8-1).



شكل (8-1): رسم توضيحي للمدخنة الشمسية.

2.3. مبدأ عملها [3]:

تقوم اشعة الشمس المسلطة على الغطاء الزجاجي للمجمع بتسخين الهواء الموجود أسفل الغطاء مما يؤدي الى انخفاض كتلته فيتشكل تيار حمل يحمل الهواء الساخن نحو الاعلى (بسبب اختلاف الضغوط) ويتم استغلال هذا التيار الهوائي لتدوير العنفة الموجودة في أسفل المدخنة والتي تقوم بدورها بتدوير المولدات الكهربائية التي تولد الكهرباء المطلوبة مثل ما هو مبين في الشكل (9-1).



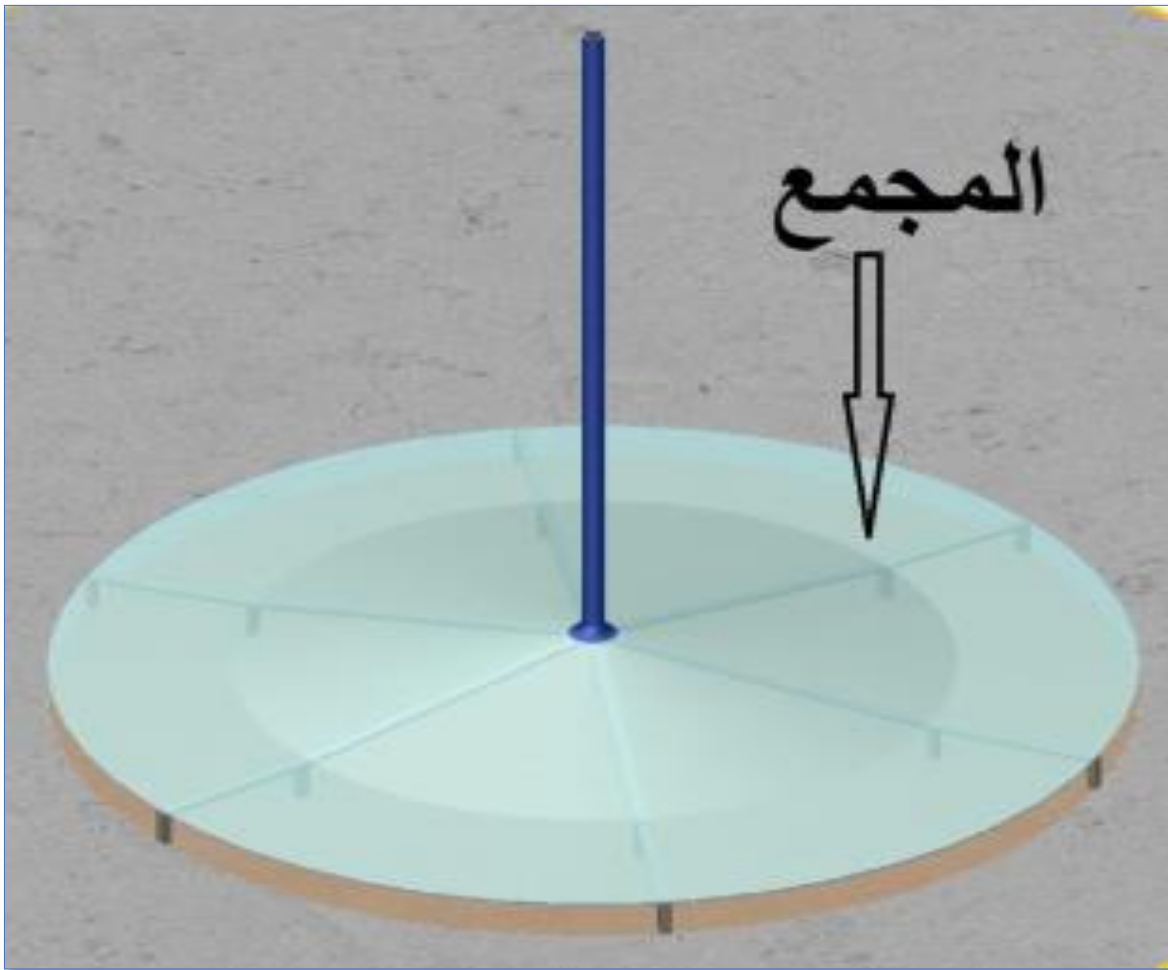
شكل (9-1): شكل مبين لمبدأ عمل المدخنة.

3.3. مكوناتها [4]:

يتكون نظام المدخنة أساسا من ثلاثة أجزاء أساسية بالإضافة إلى جزء تخزين الطاقة.

أ. المجمع (The collector):

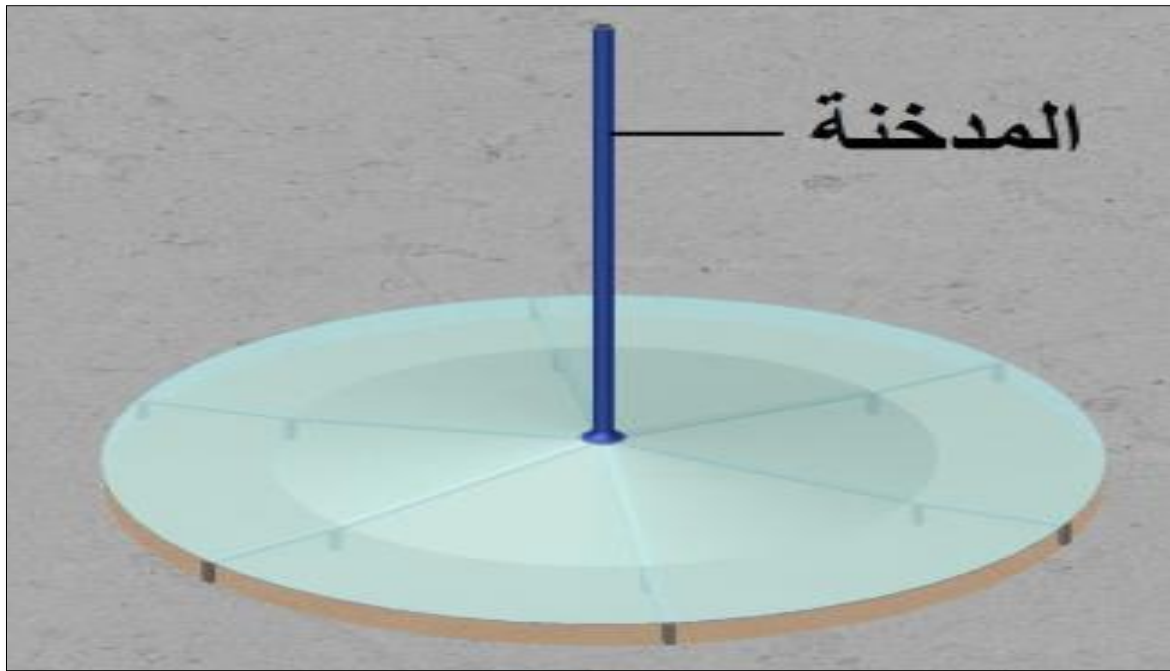
هو المكون الرئيسي للمدخنة الشمسية ويتكون من الزجاج أو البلاستيك ويتم تثبيته على ارتفاع 2 إلى 6 متر على سطح الأرض أما قطره فيمتد إلى مئات والاف الأمتار، هذا ويعتبر نوعا من أنواع المبادلات الحرارية التي تحول الاشعاع الشمسي إلى طاقة داخلية لجزيئات الهواء التي تتجه نحو الأعلى من خلال تسخينها لتصبح طاقة حركية يتجه من خلالها الهواء نحو المدخنة ليمر بالعنفة وفيما يلي يبين الشكل (10-1) صورة للمجمع.



شكل (10-1): شكل يمثل المجمع.

ب. المدخنة (The chimney):

المدخنة هي برج يتوسط المجمع ويمكن ان نقول انها المحرك الحراري الفعلي للمدخنة الشمسية، المدخنة وهي عبارة عن أسطوانة مجوفة بسيطة ذات قطر كبير، وليست نحيفة بشكل خاص، وتخضع لمتطلبات قليلة جداً مقارنة بالمباني المأهولة. هناك العديد من الطرق المختلفة لبناء هذا النوع من المداخن. أفضلها ان يكون بناء قائما بذاته، باستعمال الخرسانة المسلحة. ولكن من الممكن أيضاً استخدام أنابيب مشدودة، وغلافها الخارجي مصنوع من صفائح معدنية مموجة، بالإضافة إلى تصميمات شبكات الكابلات مع الكسوة أو الأغشية. جميع الأساليب الهيكلية معروفة جيداً وقد تم استخدامها في أبراج التبريد. ليس هناك حاجة إلى تطوير خاص اما عمر برج الخرسانة المسلحة في مناخ جاف فيصل الى 100 سنة على الأقل ويمكن ان تعمل المدخنة بمثابة أنبوب الضغط حيث كلما زاد ارتفاع المدخنة كلما كانت كمية الطاقة المنتجة أكثر، ان كفاءة المدخنة لا تعتمد على درجات حرارة الهواء بقدر ما تعتمد على التناسب الطردى مع نسبة ارتفاع المدخنة ودرجة الحرارة الخارجة، هذا ويبين الشكل (11-1) صورة للمدخنة.



شكل (11-1): شكل يمثل المدخنة.

ج. العنفات (The turbines):

تستخدم لاستخراج الطاقة من الهواء وتوضع هذه العنفات دائماً عند قاعدة المدخنة حيث تدفق سرعة الهواء يكون أعظمي، وذلك لتحويل الطاقة الحركية القصوى إلى طاقة ميكانيكية بعدها يقوم المولد المدفوع بالعنفة بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

تكون العنفات المستخدمة إما عنفة تغطي شفراتها المقطع العرضي للمدخنة، أو عنفات صغيرة موزعة على كامل القسم ومن الممكن أيضاً ان ترتب عددا كبيرا من العنفات الصغيرة ذات المحاور الأفقية في محيط القسم بين الفوهة العلوية وقاعدة المدخنة، كما يمكنها تعديل انخفاض الضغط ومعدل التدفق من خلال تغيير زاوية ميل شفرات العنفة.

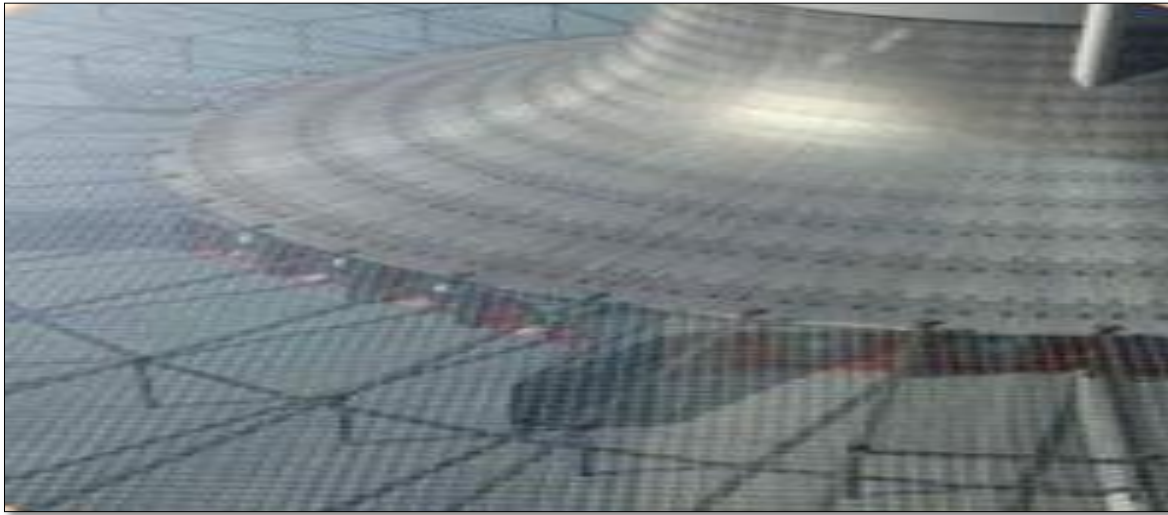


شكل (1-12): صورة تبين عنفة ذات قطر كبير.

يتم وضع العنفة اما عموديا كما في الشكل (13-1) او افقيا في المدخنة كما في الشكل (14-1) وكل هذا من اجل الحصول على الطاقة القصوى من الهواء الساخن ويجب ان تكون ريشات العنفات تغطي الجزء الكامل من المدخنة لذلك يجب استخدام عنفة كبيرة او عدة عنفات عند سفح الدخنة.



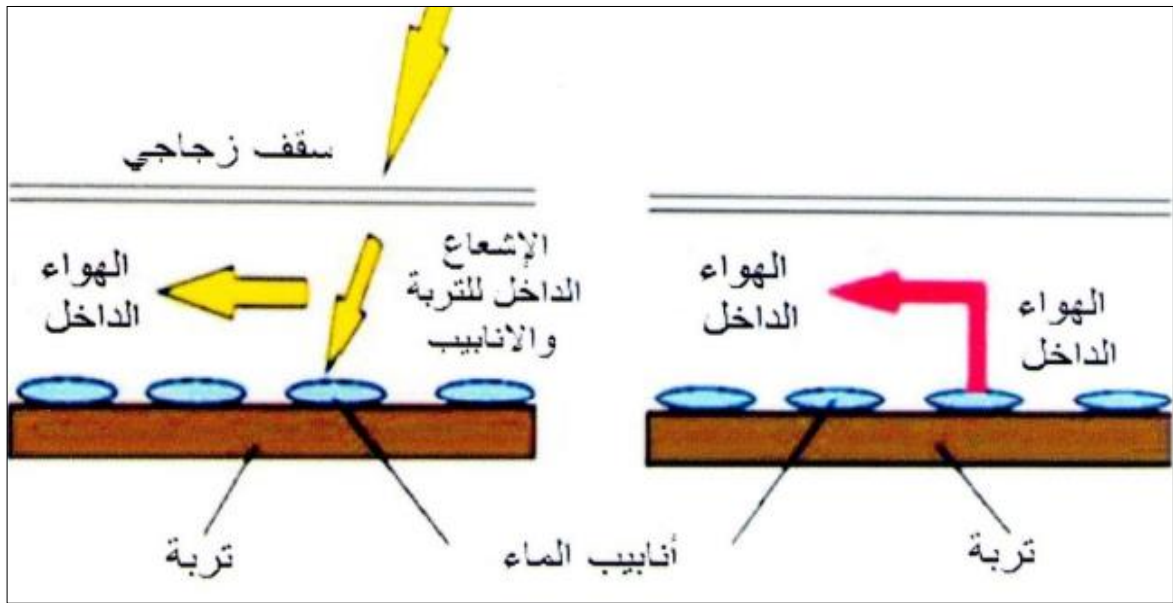
شكل (13-1): صورة تبين عنفة عموديا.



شكل (14-1): صورة تبين عنفات افقية.

د. مخزن الطاقة (Energy store):

من احدى المشاكل التي تعيق انتاج الطاقة باستخدام الموارد الشمسية هو التذبذب الذي ينتج جراء غياب الشمس في الليل او غيابها بسبب الغيوم والسحاب، هذه المشاكل دفعت الى ابتكار حلول منها تخزين الطاقة الحرارية داخل شبكة انابيب سوداء توضع داخل المجمع الشمسي ويوجد بداخلها مياه واسفلها عازل حراري يمنع الحرارة من الانتقال الى التربة، وفي الليل عند انخفاض درجة الحرارة يتم إطلاق تلك الطاقة الحرارية داخل المجمع ليتم نقلها عبر ظواهر فيزيائية مثل الحمل الحراري.



شكل (1-15): صورة توضح أنابيب مخزن الطاقة.

وهناك طرق تخزين أخرى مثل التخزين عن طريق الرمل وعن طريق التربة حيث تعمل بنفس مبدأ التخزين باستعمال الانابيب السوداء.



### 4. الظواهر الفيزيائية المتحكممة في المدخنة الشمسية [2]:

#### 1.4. تأثير الحمل الحراري الطبيعي:

هي الظاهرة الأساسية المتحكممة في انتقال الحرارة في المدخنة وهي أمر ضروري لتشغيل المدخنة حيث تتميز الظاهرة بتغير الكثافة بما ان الهواء الساخن أخف من البارد فانه يطفو ويتحرك نحو المدخنة.

#### 2.4. تأثير الدفيئة: ان الغطاء البلاستيكي او الغطاء الزجاجي المكون للمدخنة الشمسية يكون نافذا للطول

الموجي القصير ولكنه معتم للطول الموجي الطويل مما يسمح بتحقيق الاحتباس الحراري.

#### 3.4. تأثير فنتوري: يحدث هذا التأثير عندما يحصل تضيق في منطقة الدوران فان جسيمات الهواء تتسارع.

### 5. إيجابيات وسلبيات المدخن الشمسية [5]:

#### 1.5. الإيجابيات:

- ✓ استخدم مصدر غير ملوث ومستدام ومتجدد ومقتصد.
- ✓ لا يحتاج الى تغذية بالوقود لإنتاج الطاقة.
- ✓ لا يحتاج صيانة كبيرة ولا يكون الهيكل تحت أي تأثيرات ايكولوجية.
- ✓ الاستمرارية في انتاج الطاقة ليلا ونهارا بفضل آلية تخزين الطاقة.
- ✓ توفر المواد الضرورية لبناء هذه الهياكل حتى في البلدان النامية وبكثرة.
- ✓ مصدر نظيف مقارنة مع غيره من الطاقات مثل الطاقة النووية.
- ✓ إمكانية انشاءها في المناطق الصحراوية النامية مما يوفر مناصب عمل كثيرة.
- ✓ تكنولوجيا لها مستقبل واعد حسب نظرة اهل الاختصاص.
- ✓ تستخدم وسيلة فعالة لتعزيز التهوية الطبيعية.
- ✓ توفر بيئة صحية ومريحة.

- ✓ تسمح بتخزين الطاقة الشمسية على السطح لتهوية ليلية نقية في المحيط.
- ✓ سهولة إنشائها على ارض الواقع.
- ✓ تكنولوجيا بسيطة وغير معقدة.
- ✓ العمر التشغيلي كبير ويتراوح بين 80 الى 100 عام.

### 2.5. السلبيات:

- ✓ ضعفها بسبعة مرات مقارنة بالطاقة النووية.
- ✓ تشوه المناظر الطبيعية.
- ✓ إنتاجها اليومي والسنوي متذبذب.
- ✓ يجب بنائها في الصحراء لأنها تحتاج الى مساحات كبيرة جدا من اجل تجسيدها وبنائها.
- ✓ مواجهة اشكال العواصف الرملية حيث ان أفضل الأماكن لبنائها هي الصحراء وبالمقابل سنواجه خطر هبوب الرياح الرملية التي سوف تؤثر وبشكل كبير على مردود العنفة والقدرة الإنتاجية لها.
- ✓ تكلفتها الاستثمار الأولية فيها مرتفعة.

### 6. الخاتمة:

لقد ركزنا في هذا الفصل على التعريف بالمدخنة الشمسية وإعطاء مفاهيم عامة حول مكوناتها لتبسيط وتقريب الرؤية للقارئ بالإضافة الى ذكر مبدأ تشغيلها وطريقة عملها وبعض الظواهر الفيزيائية المتحكمة في تشغيلها وإيجابيات وسلبيات المدخنة

---

# الفصل الثاني:

المعادلات الحركية والمميزان

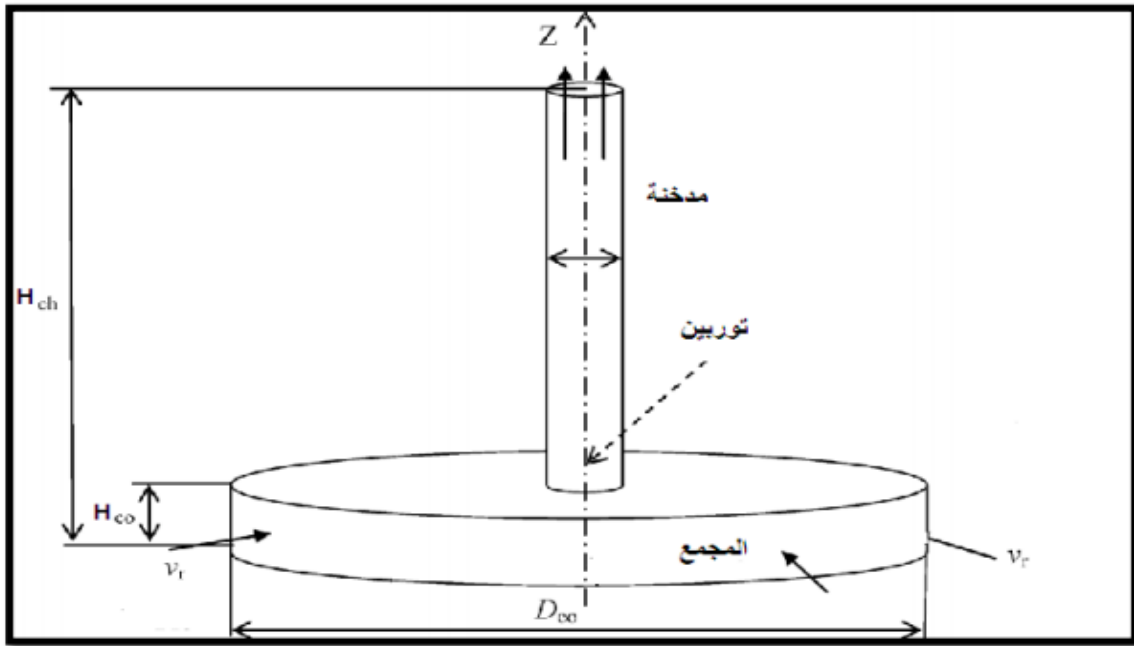
الطاقوي

---

## 1. المقدمة:

تعمدنا في هذا الفصل الجمع بين جزئين مهمين في دراسة المدخنة الشمسية وذلك لتسهيل الدراسة عن طريق المحاكاة العددية حيث سنطرق الى المعادلات الحاكمة للظاهرة والميزان الطاقوي.

نهدف في هذا الفصل الى التعريف بالمعادلات الحاكمة والميزان الطاقوي للنظام المدروس الا وهو المدخنة الشمسية حيث يعتمد منتوج الطاقة على معايير مثل الظروف المحيطة (تشمل كميات مثل كثافة الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة المحيطة) والابعاد الهيكلية للنظام (تشمل الارتفاع ونصف القطر لكل من المدخنة والجامع)، حيث يستند أداء محطة الطاقة على النموذج الرياضي ومناقشته تكون عن طريق إقران معادلات توازن الطاقة لمكونات النظام من أجل جعل العلاقات المتبادلة مفهومة حيث يتم عرضها هنا في شكل مبسط للمكونات الرئيسية لمحطة توليد الطاقة الشمسية (المدخنة الشمسية) من المجمع والمدخنة والعنفة مع العلم أن هناك العديد من المسائل الفيزيائية تصاغ رياضياً على شكل معادلات تفاضلية كما يوضح الشكل (1-2) رسم تخطيطي لمدخنة الشمسية.



الشكل (1-2): رسم تخطيطي يوضح ابعاد لمدخنة الشمسية.

2. المعادلات الحاكمة للنموذج الفيزيائي [6]:

1-2 مؤثر الطاقة [7]:

$$P_{ind} = \dot{m}U_{tip} (c_{o1}c_{o2}) \quad (1-2)$$

$$A = \rho \frac{\pi}{4} (d_T^2 - d_h^2) c_a \quad (2-2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (d_T^2 - d_h^2) \quad (3-2)$$

$\dot{m}$ : كتلة من الهواء لكل كيلو غرام.

$U_{tip}$ : سرعة الشفرة m/s

$c_{o1}$ : مكون السرعة عند المدخل m/s

$c_{o2}$ : مكون السرعة عن المخرج m/s

2-2 الطاقة الحرارية [7]:

$$P_{heat} = \dot{m}c_p (\Delta T_{turb}) \quad (4-2)$$

$$\Delta T = T_1 - T_2 \quad (5-2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D_{ch})^2 \quad (6-2)$$

$c_p$ : حرارة محددة ثابتة من الهواء k/Kg K.

$T_1$ : درجة حرارة الهواء قبل التوربين k.

$T_2$ : درجة حرارة الهواء بعد التوربين k.

$D_{ch}$ : قطر المدخنة.

3-2 الطاقة الكهربائية:

تقاس الطاقة الكهربائية بالواط [7]

$$P_{elec} = VI \quad (7-2)$$

يتم وصف الظواهر النقل داخل المدخنة الذي تم فحصها (الهواء والمواد الصلبة) [8] بواسطة:

4-2 إنخفاض كمية الحركة:

يجعل مبدأ الحفاظ على الزخم من الممكن تحديد العلاقات بين خصائص السائل أثناء حركته والأسباب التي تنتجها. ويشير الى أن معدل تغير الزخم المتضمن في حجم التحكم يساوي مجموع جميع القوى الخارجية المطبقة عليه. مكتوب بالشكل التالي:

$$\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = \rho \vec{g} - \nabla \vec{P} + \mu \Delta \vec{V}$$

5-2 المعادلات:

يقوم الاشعاع بتسخين الهواء في المجمع، الذي يتم دفعه بعد ذلك بواسطة قوى الطفو للتحرك كطاقة رياح ساخنة من خلال التوربينات الخاصة لتوليد الطاقة الكهربائية، وفقا لذلك فإن المعادلات الحاكمة من النموذج المادي تصف حركة التدفق ومن المفترض أن تكون الخواص غير الفعالة ثابتة في جميع الصياغات ماعدا في فترة صياغة الطفو [5].

ا. معادلة الاستمرارية:

هي معادلة تفاضلية لوصف تدفق كمية فيزيائية محفوظة مثل دراسة الكتلة والشحنة الكهربائية ولا تجد تطبيقاتها في مجال جريان الموائع

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial z} (r\rho u) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho v) = 0 \quad (8-2)$$

ب. معادلة الطاقة:

$$\rho C_p \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rT_U) + \frac{\partial}{\partial z} (rT_v) \right] = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r w \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( r \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r P_U) + \frac{\partial}{\partial z} (P_v) \phi \quad (9-2)$$

ج. كمية الحركة (الزخم، قوى الدفع) لجسم:

$$P = m\vartheta \quad (10-2)$$

القانون يطبق على الانسياب المانع خلال الحجم ويعرف بأنه منطقة يتحرك المانع خلالها ومحددة بسطح تحكم.

$$F = ma \quad (11-2)$$

ويمكننا التعبير عن كمية الطاقة:

$$E = m\vartheta^2 \quad (12-2)$$

يتم التقييم معدل تدفق الهواء الذي يدخل المجمع كالتالي:

$$\dot{m} = \rho AV_{in} \quad (13-2)$$

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (14-2)$$

ويتم الحصول على سرعة المانع كالتالي:

$$V_{in} = \frac{\dot{m}}{\rho A} \quad (15-2)$$

$$V_{in} = \frac{\dot{m}}{2\pi r H_{cp}} \quad (16-2)$$

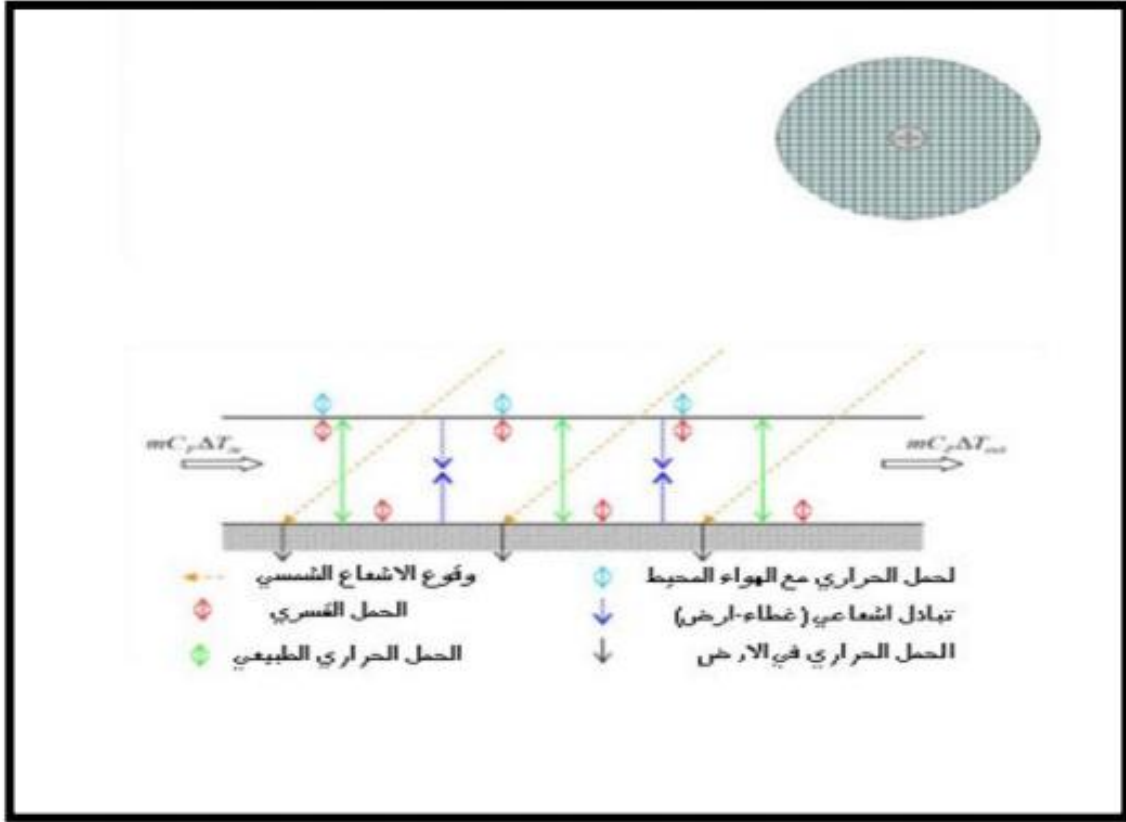
6-2 معادلة برنولي:

هو تعبير عن البقاء الطاقة في علم حركة السوائل، وينص على أن ضغط السائل يرتفع كلما انخفضت سرعته، وبالعكس ينخفض الضغط كلما ازدادت السرعة [9].

$$\frac{1}{2}\rho\vartheta^2 + \rho gz + P = \mathbf{const} \quad (17-2)$$

7-2 المجمع:

يتكون من أرضية وغطاء شفاف يقع على ارتفاع  $h$  حيث يستخدم المجمع الشمسي مبدأ الاحتباس الحراري او الدفيئة لتسخين الهواء [10] حيث يتم تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية داخله [11] كما يوضح الشكل (2-2).



الشكل (2-2): رسم تخطيطي يوضح مختلف التبادلات في المجمع

وتكون معادلة الطاقة [12] كالتالي:

$$\dot{q} = mC_p\Delta T = \tau_{\alpha}A_{col}G - h_{ch}\Delta T_{\alpha}A_{col} \quad (18-2)$$

$$= \eta_{col}A_{col}G$$

$$\dot{m} = \rho_{col}A_{col}V_{col} \quad (19-2)$$

ونعبر عن سرعة منفذ الهواء عبر المجمع كما يلي:

$$V_{col} = \frac{\tau_{\alpha}A_{col}G - h_{ch}\Delta T_{\alpha}A_{col}}{\rho_{col}A_{ch}C_p\Delta T} \quad (20-2)$$



يقوم مجمع المدخنة الشمسية بتحويل الإشعاع الشمسي المتوفر  $G$  الى سطح المجمع  $A_{coll}$  الى انتاج الحرارة، ويمكن التعبير عن كفاءة المجمع على أنها نسبة لإخراج الحرارة من المجمع مثل الهواء الساخن  $Q$  والإشعاع الشمسي  $G$  [5].

$$\eta_{coll} = \frac{Q}{A_{coll} \cdot G} \quad (21-2)$$

8-2 المدخنة:

يتم التعبير على المردود [11] كالتالي:

$$\eta_{ch} = \frac{P_{tot}}{Q} = \frac{gH_{ch}}{C_p T_0} \quad (22-2)$$

تقوم المدخنة الشمسية بتحويل الطاقة الحرارية المنتجة من المجمع الى طاقة حركية وطاقة الكامنة، الفرق في كثافة الهواء بسبب الزيادة في درجة الحرارة التي تسبب حركة الهواء ويتم تعريف كفاءة المدخنة بتعبير آخر [5] كالتالي:

$$\eta_{ch} = \frac{P_{utile}}{P_{solaire}} \quad (23-2)$$

تقوم المدخنة بتحويل تدفق الحرارة  $Q$  الذي ينتجه المجمع الى طاقة حركية وطاقة الكامنة وبالتالي فإن اختلاف كثافة الهواء الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة في المجمع سيعمل كقوة دافعة وفرق الضغط ينتج بين قاعدة المدخنة (تدفق الجامع) والمناطق المحيطة [12].

$$\Delta P_{tot} = g \int_0^h (P_0 - P_{ch}) \quad (24-2)$$

وفقا لمعادلة الطاقة نكتب:

$$\Delta P_{tot} = P_{col} g A_{ch} \frac{\Delta T}{T_0} \quad (25-2)$$

$$P = \frac{F}{S} \quad (26-2)$$

يعمل التوربين على تحويل الطاقة الحركية للهواء الساخن عند المخرج كهرباء المدخنة من خلال تيار مولد، الحد الأقصى للطاقة التي يوفرها التوربين [11] هي:

$$P_{tur-max} = \frac{2}{3} v_{ch} A_{ch} \Delta P_{tot} \quad (27-2)$$

إذا:

$$P_{tur-max} = \frac{2gH_{ch}A_{col}}{3C_pT_0} \quad (28-2)$$

وهذا يؤدي الى الطاقة التي تنتجها المدخنة الشمسية [11]:

$$P_{elec} = \frac{2gH_{ch}A_{col}}{3C_pT_0} \eta_{col} \eta_{tur} G \quad (29-2)$$

$$\eta_{turb} = \frac{P_{elec}}{P_{heat}} \quad (30-2)$$

### 3 الميزان الطاقوي:

#### 1-3 الميزان الطاقوي:

تهدف معادلة توازن الطاقة في أبسط أشكالها الى تمثيل ما يحدث للهيئة منة خلال النظر الى الفرق بين مدخول الطاقة ونتاج الطاقة.

في شكل أبسط من ذلك بكثير فان معادلة توازن الطاقة هي: الطاقة الداخلة = الطاقة خارجة + الطاقة المخزنة.

$$E_{in} = E_{out} + E_s \quad (31-2)$$

هو في الأساس مجرد إعادة لتفسير الديناميكا الحرارية الأساسية، حيث أنه لا يمكن خلق الطاقة او تدميرها ويجب أن يتم حسابها بشكل أو بآخر بما يعرف بمبدأ إنحفاض الطاقة في هذه الحالة، تظهر الاختلافات بين الطاقات الداخلة والخارجة كتغير في الطاقة المخزنة.

## 2-3 معادلات التوازن الحراري:

حيث يتم التعبير عن توازن الطاقة في الهواء الدافئ داخل المجمع والمدخنة [13]:

$$\rho_{in} C_p V_{in} H_{ch} \frac{\partial T_f}{\partial r} = h_c (T_f - T_c) + h_e (T_f - T_e) \quad (32-2)$$

ليم اعتبار نقل الحرارة للحمل لكل سطح تلامس حيث نكامل المعادلة (31-2) لنتحصل على درجة حرارة السطح هي:

$$T_f(r) = \frac{1}{2} \left[ T_c + T_e + (2T_a - T_c + T_a) e^{\frac{2\pi h}{cp}(r^2 - r_0^2)} \right] \quad (33-2)$$

مجموع كفاءة النظام:

في حساب كفاءة النظام تم استخدام الاجراء الذي تم تحديده في سنة 2005 من طرف *Schlaich* [14]

$$T_{se} = \eta_{coll} \eta_{touer} \eta_{turbine} \quad (34-2)$$

## 4. الخاتمة:

تم التعرف في هذا الفصل على الجزء النظري المتعلق بالمعادلات المختلفة منها الخاصة بالداخل كديناميكا المانع ومنها الخارج كحرارة الجو، والتي تسمح لنا حسابيا من معرفة أحوال النظام المدروس والتي تسهل لنا تفسير الظواهر المختلفة المتعلقة بالمدخنة الشمسية.

---

# الفصل الثالث:

المحاكاة العددية

---

### 1. المقدمة:

سنقوم في هذا الفصل بإجراء محاكاة عددية ثنائية البعد للمدخنة الشمسية, حيث سنقوم فيه بدراسة عددية تشمل العوامل الفيزيائية المؤثرة في المدخنة الشمسية. خلال هذه الدراسة نقوم بتغيير كل من فرق الضغط في العنفة والإشعاع وملاحظة النتائج ومن ثم التحقق من النتائج في مخرج المدخنة من خلال مقارنتها مع نتائج لدراسة سابقة والنتائج التجريبية.

الامر الذي يجب الاشارة اليه هو اننا في هذه الدراسة وخلافا للدراسات السابقة ([15] و [16]) قمنا بإضافة ارضية باعتبار انها تمثل مخزن للطاقة لان نسبة من الاشعاع المسلط عليها يتم امتصاصه.

### 2. الابعاد والخصائص الهندسية [16]:

قمنا في هذه الدراسة باستعمال الابعاد الهندسية المستعملة في النموذج الاسباني لكن ما يميز هذه الدراسة عن سابقتها تم اضافة ارضية وسمكها باعتبارها مخزن للطاقة المنبعثة من الاشعاع.

قيمة البعد الهندسي	المكون
طوله 122 متر	المجمع الحراري
ارتفاعه 2 متر	مدخل المجمع الحراري
ارتفاعها 195 متر و نصف قطرها 5 متر	المدخنة
ارتفاعها 6 متر في المنطقة الاتصال و 10 متر بعد المنطقة المقوسة	المنطقة الرابطة بين المجمع و المدخنة
ارتفاعها 195 متر و نصف قطرها 5 متر	مخرج المدخنة
نصف قطرها 5 متر و ارتفاعها 10 متر	العنفة

جدول (1-3): الابعاد الهندسية للمدخنة.

3. خصائص المواد المستعملة:

من الامور و الجزئيات التي يجب على الدارس لهذه الظاهرة باستعمال برنامج الفلونت ان لا يغفلها هي خصائص المواد المستعملة كونها تؤثر تأثيرا واضحا على الدراسة و النتائج في المحاكاة و من هذا المنطلق اردنا ان نظهر كافة المواد المستعملة في الدراسة و هي على التوالي ( تربة الارضية و الالمنيوم الذي تتكون منه جدران المدخنة بالإضافة الى الهواء او الغاز الذي يتحرك داخل المدخنة ) و كل خصائص المواد مبينة كما في الاشكال التالية :

جدول يمثل خصائص الغاز	
القيمة	الخاصية
1.2	الكثافة [kg/m <sup>3</sup> ]
1006.43	الحرارة النوعية تحت ضغط ثابت [J/Kg.K]
0.0242	معامل التوصيل الحراري [W/m.K]
1.7894.e -05	اللزوجة [Kg/m.s]
0.003366	معامل التمدد الحراري [1/K]

جدول (2-3): خصائص الغاز.

جدول يمثل خصائص الالمنيوم	
القيمة	الخاصية
2719	الكثافة [kg/m <sup>3</sup> ]
871	الحرارة النوعية تحت ضغط ثابت [J/Kg.K]
202.4	معامل التوصيل الحراري [W/m.K]

جدول (3-3): خصائص الالمنيوم.

جدول يمثل خصائص التربة	
القيمة	الخاصية
1700	الكثافة [kg/m <sup>3</sup> ]
2016	الحرارة النوعية تحت ضغط ثابت [J/Kg.K]
0.78	معامل التوصيل الحراري [W/m.K]

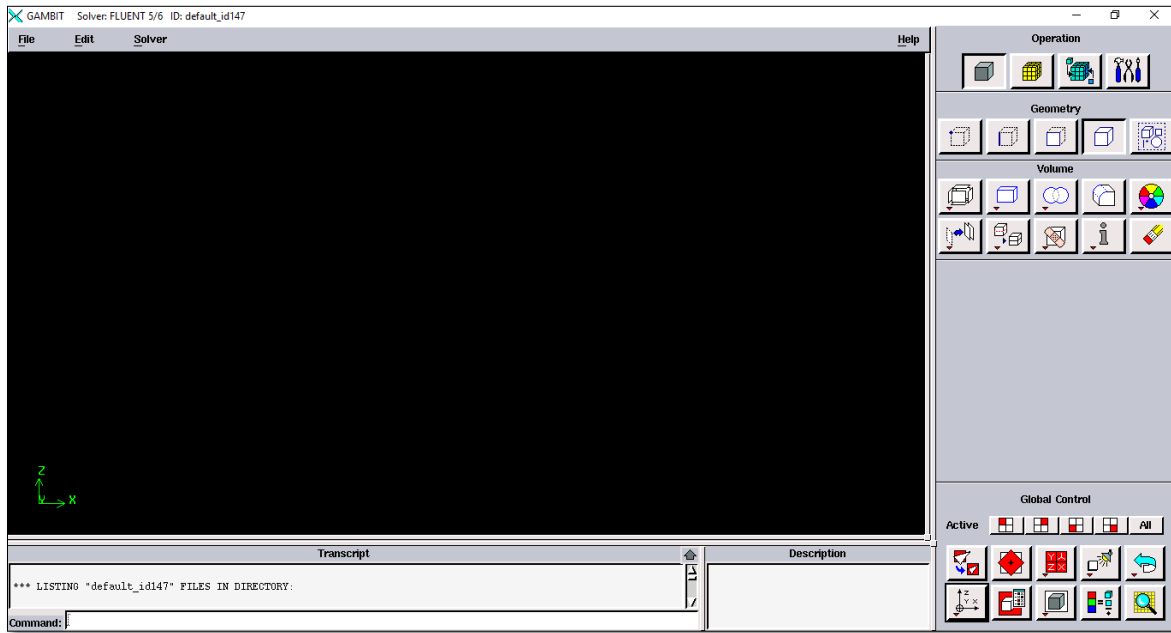
جدول (4-3): خصائص التربة [17].

#### 4. البرامج المستعملة في الدراسة العددية:

من أجل انجاح الدراسة نقوم بترجمة الظواهر الفيزيائية في المدخنة داخل مجموعة برامج هي:

##### 1.4. الغامبيت (gambit):

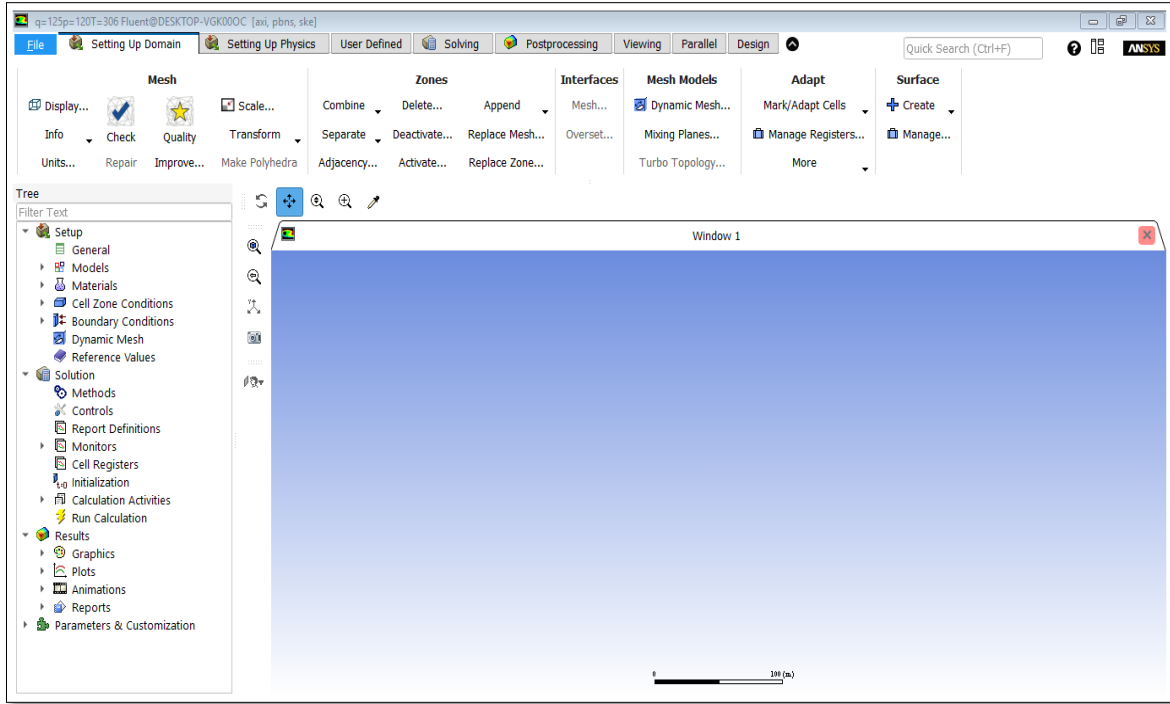
هو برنامج متناسق مع الفلوانت نقوم في بتمثيل الظاهرة على شكل شبكة مقطعة الى مربعات او معينات او مثلثات صغيرة, كما نقوم بتحديد الشروط الحدية على اسطح الاشكال المراد دراستها مثل (wall prusser inlet prusser outlet symmetry).



الشكل (3-1): نافذة برنامج القامبيت.

##### 2.4. الفلونت (fluent):

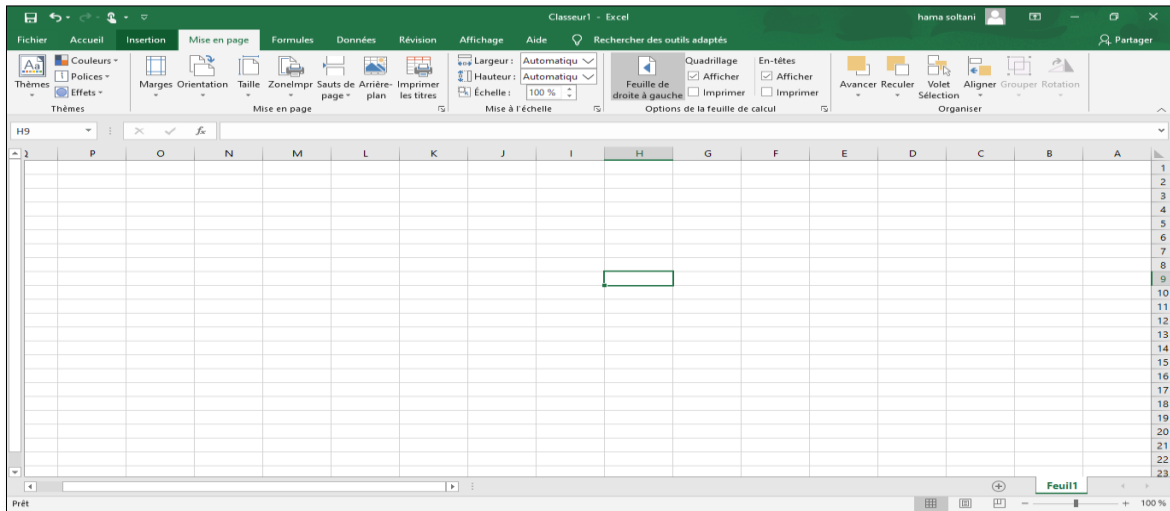
هو برنامج لإنجاز محاكاة لحركة الموائع حول أشكال هندسية مختلفة يقوم بحل المسائل بإستعمال (CFD) حيث يحتوي على مميزات لنمذجة الظواهر الفيزيائية و يساعدها على معرفة النتائج و توزيعات الحرارة و السرعة و الضغط و الكثافة, هذا و يستخدم الفلوانت طريقة الحجم المنتهية اذ يقوم بتقسيم المجال الهندسي الى عدد كبير من الأحجام لتتحول المعادلات التفاضلية الى معادلات جبرية يسهل حلها بالطرق الحسابية عن طريق عدد كبير من التكرارات.



الشكل (2-3): نافذة برنامج الفلونت.

### 3.4. الايكسال (Excel):

هو برنامج يستخدم لإنشاء جداول البيانات، القوائم، الميزانيات، والرسوم البيانية ويعتبر مفيداً لمعالجة البيانات وقد يستخدم للقيام بعمليات حسابية متقدمة. تم تصميم البرنامج عن طريق شركة مايكروسوفت. ([18]).



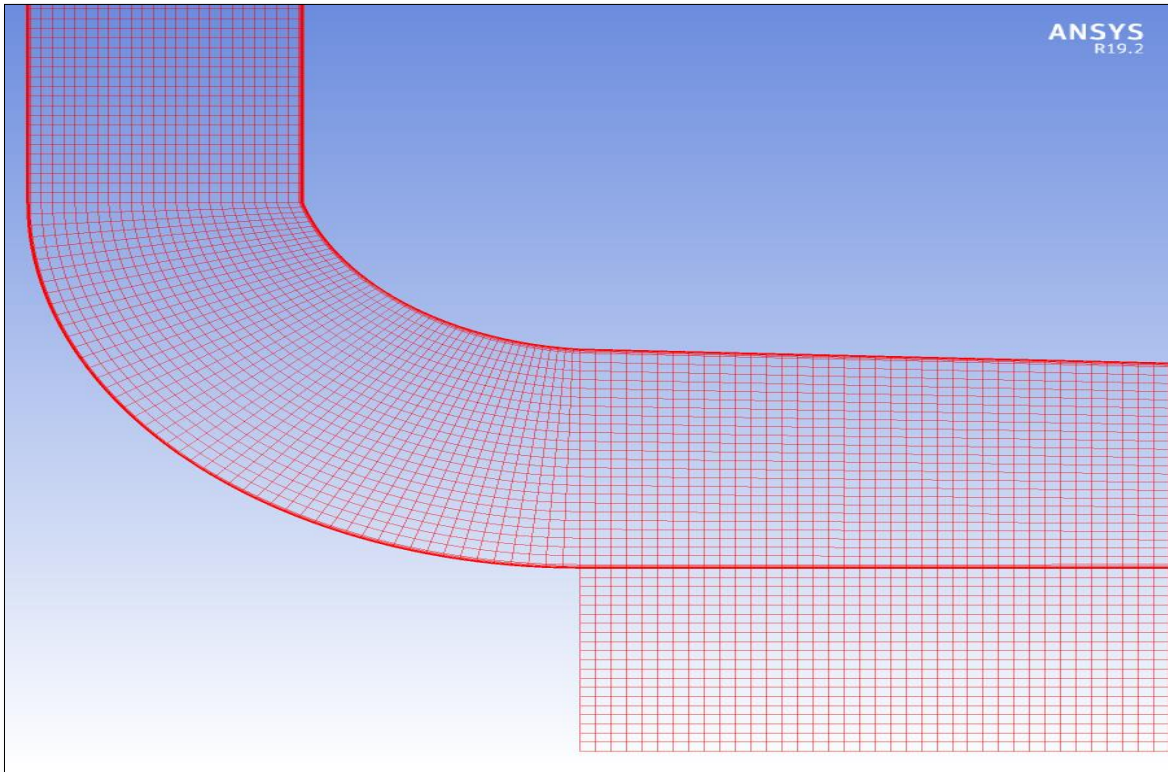
الشكل (3-3): نافذة برنامج الايكسال.



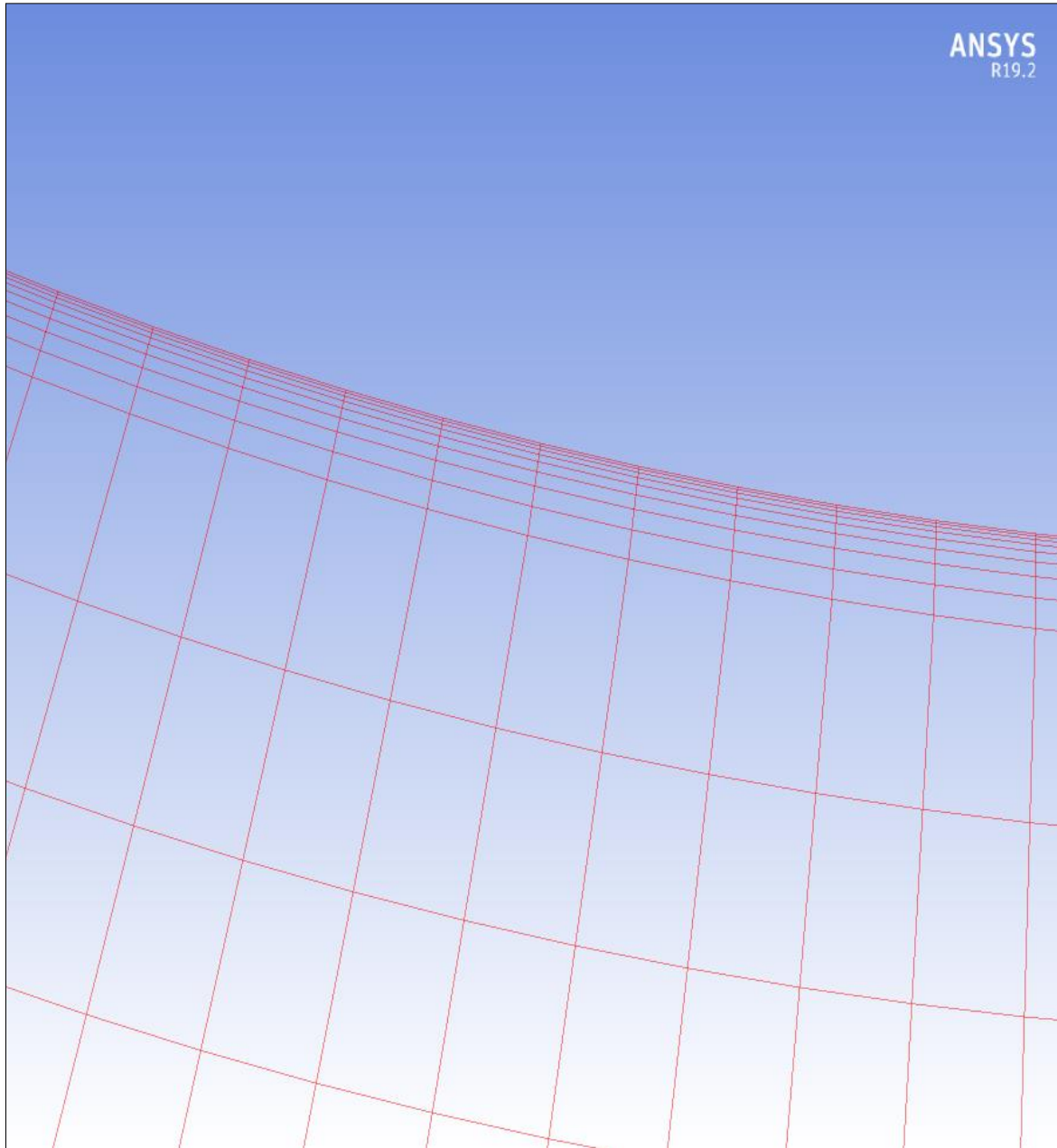
نقوم باستعمال الغامبيت (GAMBIT) لنرسم المجال الهندسي و الشبكة ووضع الشروط الحدية ثم نقوم بنقلها على شكل mesh الى الفلوانت (FLUENT) من أجل معالجتها بإدخال قيم الشروط الحدية و النماذج الرياضية المستعملة في الظاهرة و من ثم لبدأ في عملية الحساب و المحاكاة و اخراج النتائج التي نقوم أخيرا بنقلها إلى الإيكسل (EXCEL) ورسم البيانات التي نحتاجها في التحقيق و المقارنة.

### 5. تشكيل الشبكة:

يعتبر تشكيل الشبكة من أهم المراحل التي نولي لها اهتماما بالغاً في دراستنا، فبعد أن نقوم بالنمذجة و نختار الأبعاد الهندسية المناسبة للحالة المراد دراستها تأتي هذه المرحلة حيث نختار في البداية نوع الشبكة (شبكة مهيكلة بعناصر مربعة و منتظمة أو أخرى مثلثة أو معينة) و سنختار الأولى كونها سهلة و بسيطة و فعالة ثم بعد ذلك نقوم بإنشاء طبقة حدية في الاسطح الصلبة الملامسة لاتجاه الجريان و في النهاية نضع الشروط الحدية لمواد الصلبة و الموائع التي نحتاجها في الدراسة ثم بعد ذلك نقوم باخراج الملف على شكل mesh حتي تسهل قراءته في برنامج الفلوانت.



الشكل (3-4): شبكة الحساب عند ادخالها في برنامج الفلوانت.



الشكل (3-5): شبكة مقربة تبين الطبقة الحديدية في المجمع ومنطقة الاتصال.

6. الحل العددي:

قمنا في الجزء الأول بدراسة تأثير الإشعاع الحراري وفرق الضغط في العنفة على كل من السرعة ودرجة الحرارة والطاقة في مخرج المدخنة حيث قمنا بتثبيت الإشعاع ثم تغير فرق الضغط من 0 وحتى 480 باسكال وبعد ذلك كررنا العملية مع قيم مختلفة من الإشعاع وبعد ذلك استخرجنا النتائج في مخرج المدخنة وقمنا بتحليلها وتحققها مع نتائج في محاكاة مماثلة في مقالة تمت مقارنتها بالنتائج التجريبية للنموذج الاسباني (مانزاناراس) وتحققنا من الظاهرة والنتائج.

1.6 بعض النماذج الرياضية المستعملة في الفلونت [15]:

لقد استعملنا في الحل العددي مجموعة من النماذج نذكر منها نموذج بوسيناسك ورايلي

❖ نموذج بوسيناسك في الكثافة الحجمية في الحمل الحراري الطبيعي

ينص نموذج بوسيناسك على أن التغيير في تدرجات الكثافة في الحمل الحراري الطبيعي ترجع الى اختلافات درجة الحرارة، أكثر منها بكثير في اختلافات الضغط المتعلقة بالجريان.

$$\rho = \rho_{\infty} \{1 - \beta(T - T_{\infty})\}$$

$\beta$  : معامل تمدد الحجم في ضغط ثابت

❖ عدد رايلي

$$Ra = \frac{g\beta\Delta TL^3}{\alpha \nu}$$

يكون الجريان صفيحيا عندما يكون عدد رايلي حوالي  $10^{08}$  في حين يكون عصفي في المجال  $10^{08} < Ra < 10^{10}$  وفي نموذج مانزاناراس فإن عدد رايلي أكبر من  $10^{10}$  وعليه فإن الجريان عصفي ونختار نموذج K- $\xi$  كحل

2.6 تحقيق النتائج المتحصل عليها مع محاكاة أجريت على مدينة ووهان الصينية.

في هذه الظاهرة قمنا بتقسيم الحل العددي لعدة مراحل، فبعد تشكيل الشبكة باستعمال برنامج الغامبيت نقوم بفتح برنامج الفلونت ونختار دقة الحل التي نريدها ونقوم بقراءة الملف الذي تم إنشاؤه ونختار المعادلات و النماذج التي نستعملها في الحل و نقوم بإدراج الشروط الحدية وعطيها القيم الخاصة بها و بعد ذلك نشرع في عملية الحساب النهائية و بعد إكمال الحساب نستخرج النتائج من الفلونت من أجل تحقيقها وتحليلها و مقارنتها مع النتائج التجريبية [19] و

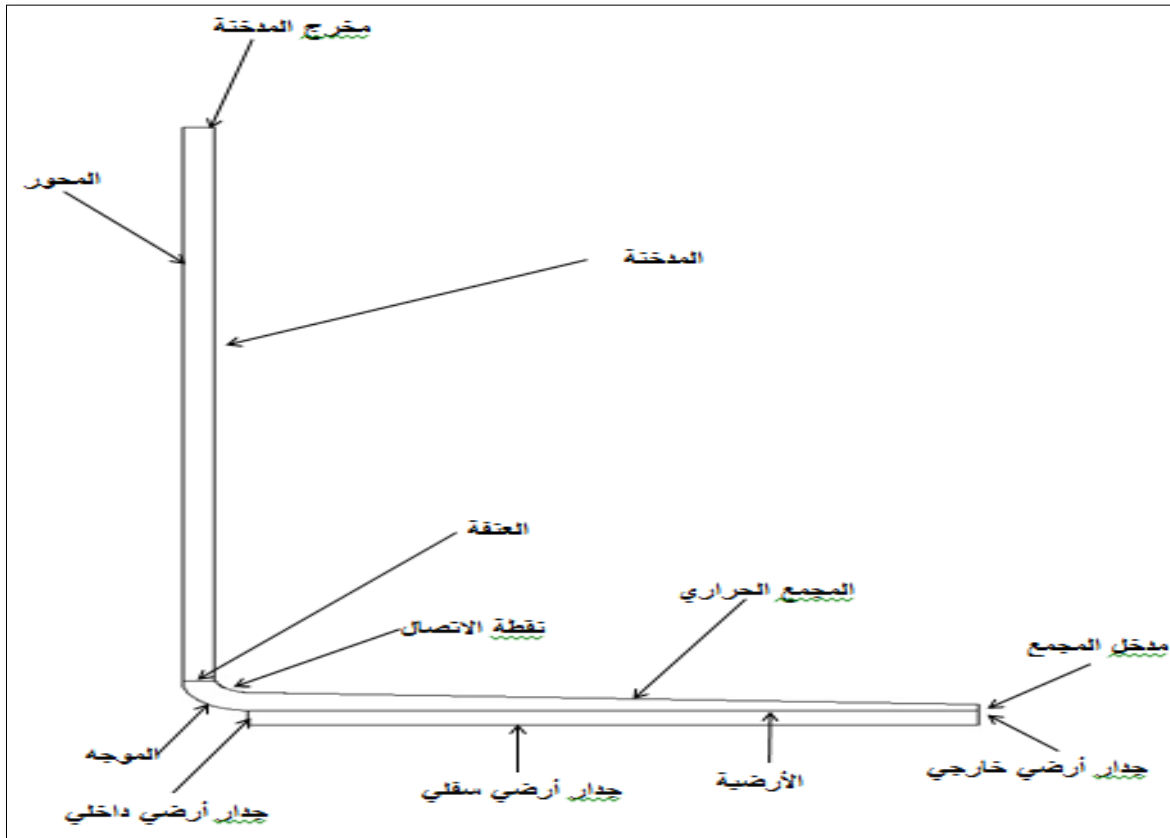
التعليق عليهما، كما يمكننا استخراج المخططات الخاصة بالسرعة و الضغط ودرجة الحرارة من أجل التحقق من أن الظاهرة التي تمت دراستها منطقية و صحيحة.

يجدر بالذكر اننا قمنا في الجزء الأول من الدراسة بدراسة تأثير الإشعاع الحراري فرق ضغط العنفة في كل من درجة الحرارة والسرعة والطاقة في مخرج المدخنة الشمسية.

أ/. دراسة في حالة عدم وجود عنفة:

#### ❖ الشروط الحدية للمسألة:

يجب مراعاة نمذجة كل الخصائص الفيزيائية والهندسية للمدخنة بدقة لامتناهية بما في ذلك الشروط الحدية والتي نولي لها اهتماما بالغاً في الدراسة نظراً لأهميتها في تقريب المحاكاة للواقع.

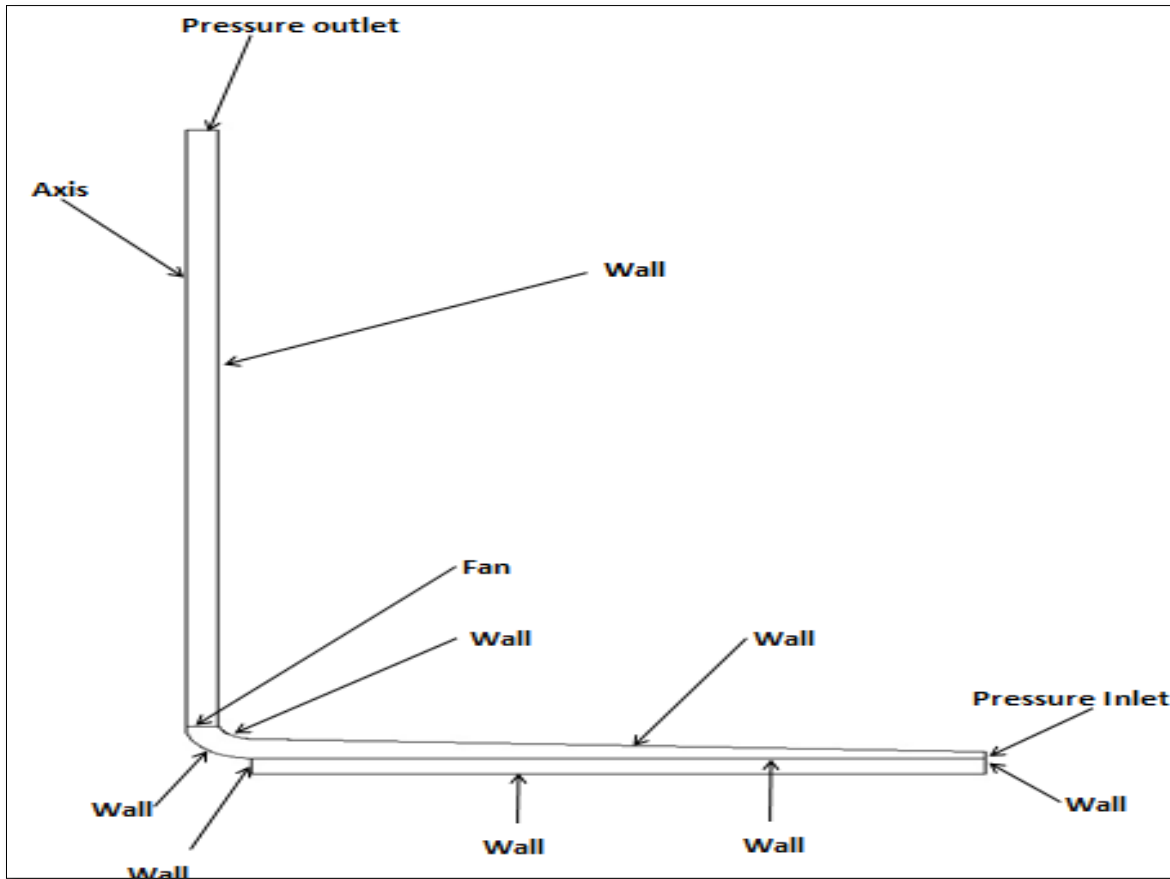


الشكل (6-3): المكونات الهندسية للمدخنة.

ما يلي جدول خاص بالشروط الحدية في حالة عدم وجود عنفة:

الحد	الشروط الحدية	القيمة
مدخل المجمع	Pressure inlet	P=0 Pascal    T= 293k
المجمع الحراري	wall	h=10 w/m <sup>2</sup> .k    T= 293k
العنفة	fan	P=0 Pascal
الارضية	wall	G= [2-8].10e6    Wall thickness=0.0001
الجدار الارضي السفلي	wall	T=300k
الجدار الارضي الداخلي	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
الجدار الارضي الخارجي	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
الموجه	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
نقطة الاتصال	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
المحور	axis	(-)
المدخنة	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
مخرج المدخنة	pressure outlet	P=0 Pascal    T= 293k

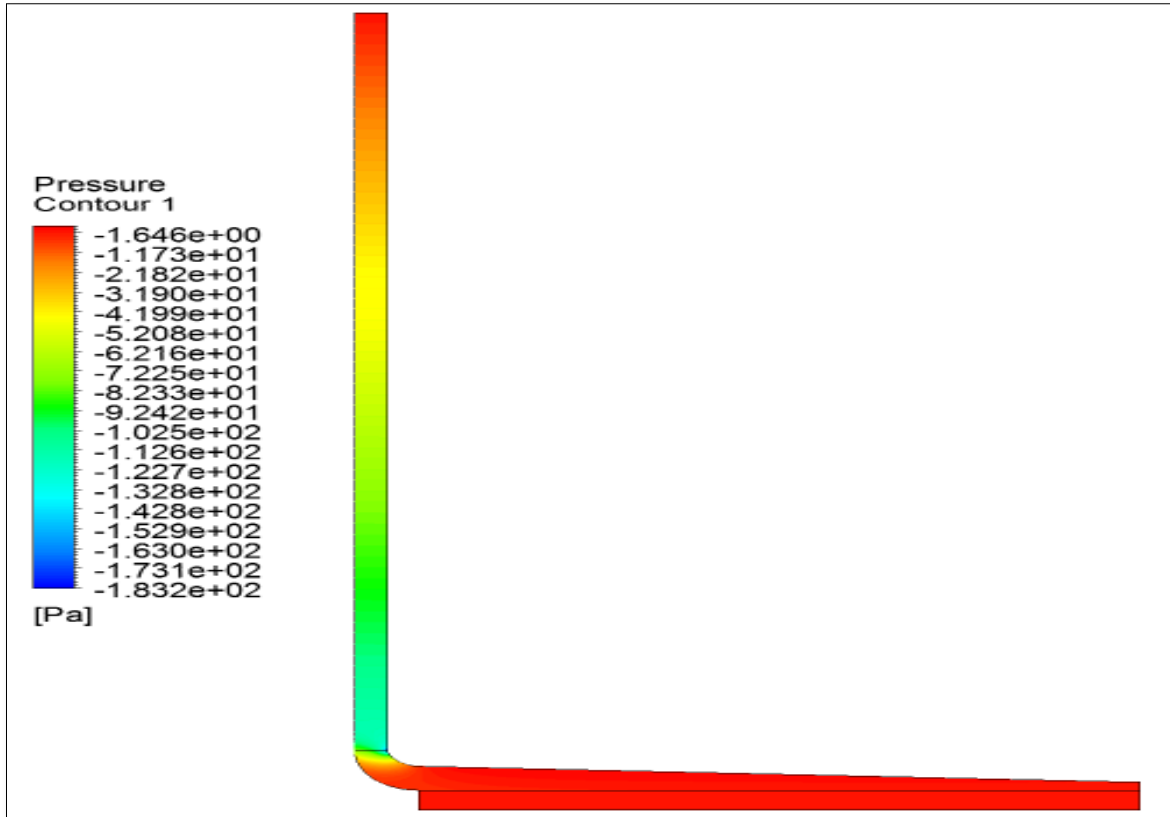
جدول (5-3): الشروط الحدية في حالة عدم وجود عنفة.



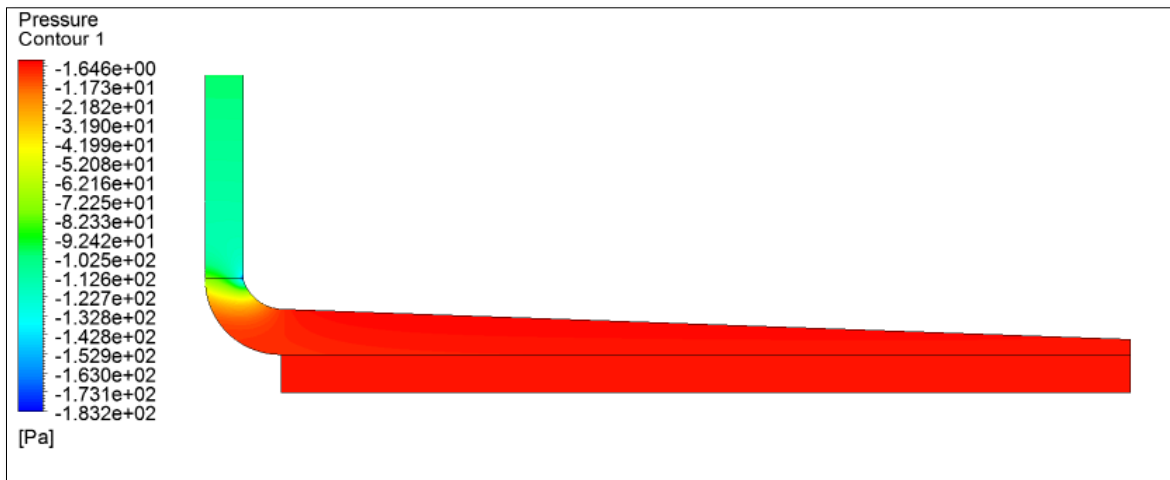
الشكل (7-3): تقسيم الشروط الحدية على المدخنة.

❖ مخططات توزيع الضغط والسرعة ودرجة الحرارة دون عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>:

• توزيع الضغط:



الشكل (8-3): يمثل توزيع الضغط في المدخنة الشمسية دون عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>.

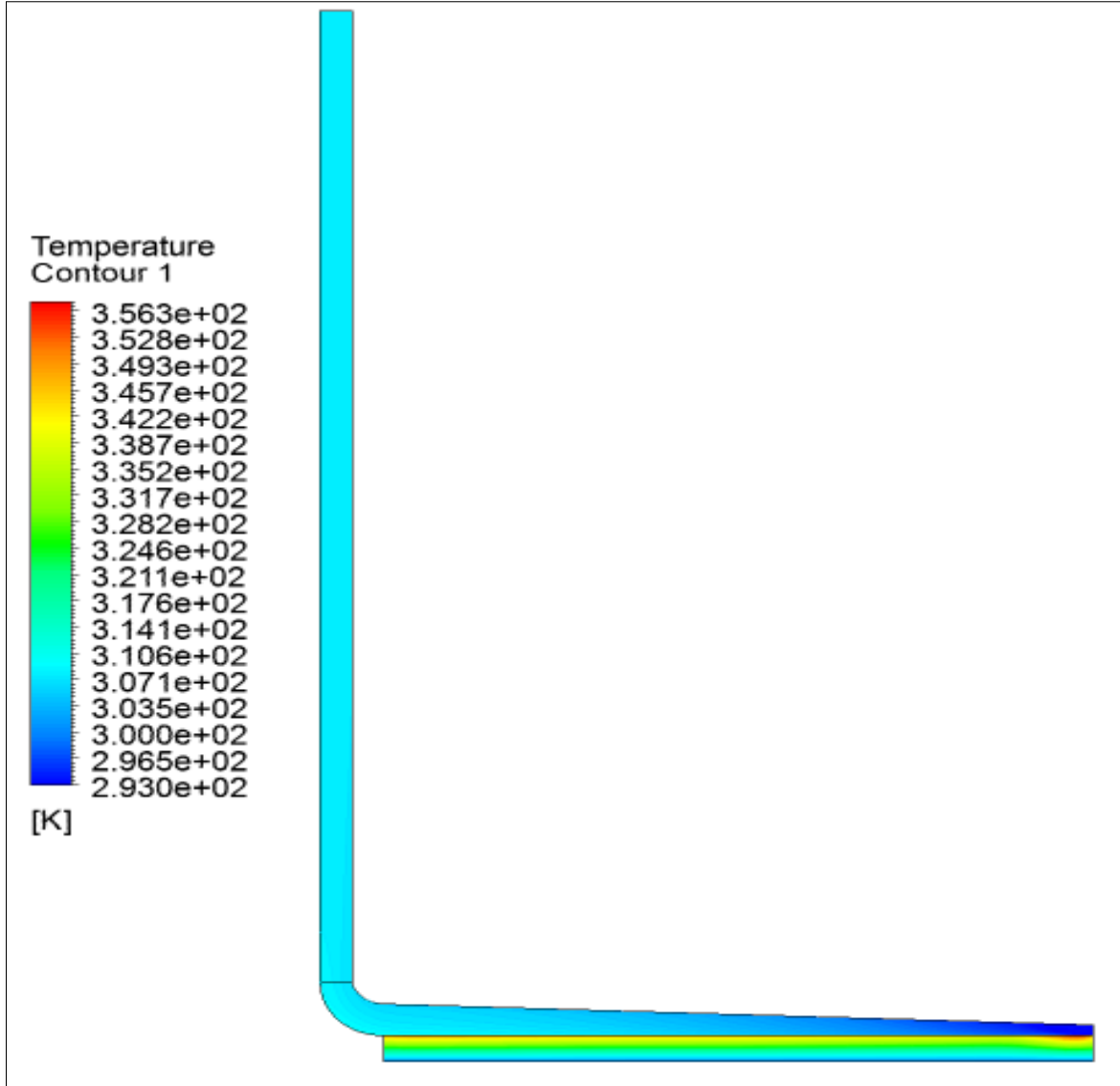


الشكل (9-3): شكل مقرب يمثل توزيع الضغط في المجمع ومنطقة الاتصال دون عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>.

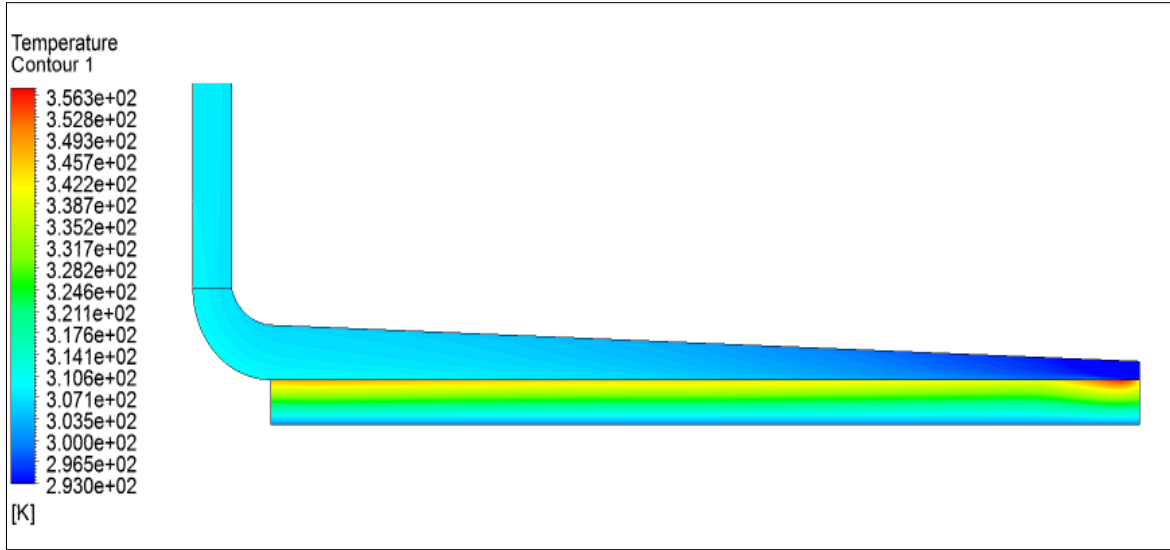
• تحليل مخططات الضغط:

نلاحظ ثبوت الضغط في المجمع وهذا راجع الى كون الجريان يحدث في ضغط جوي عادي مع انخفاضه في نهاية المجمع والاقتراب من أسفل المدخنة مع تسجيل قيم سالبة له. في حين يتجلى تغير في التوزيع بين مدخل ومخرج المدخنة حيث انه كلما اتجهنا الى اعلى المدخنة كلما زاد الضغط.

• توزيع درجة الحرارة:



الشكل (3-10): توزيع درجة الحرارة في المدخنة دون عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>.



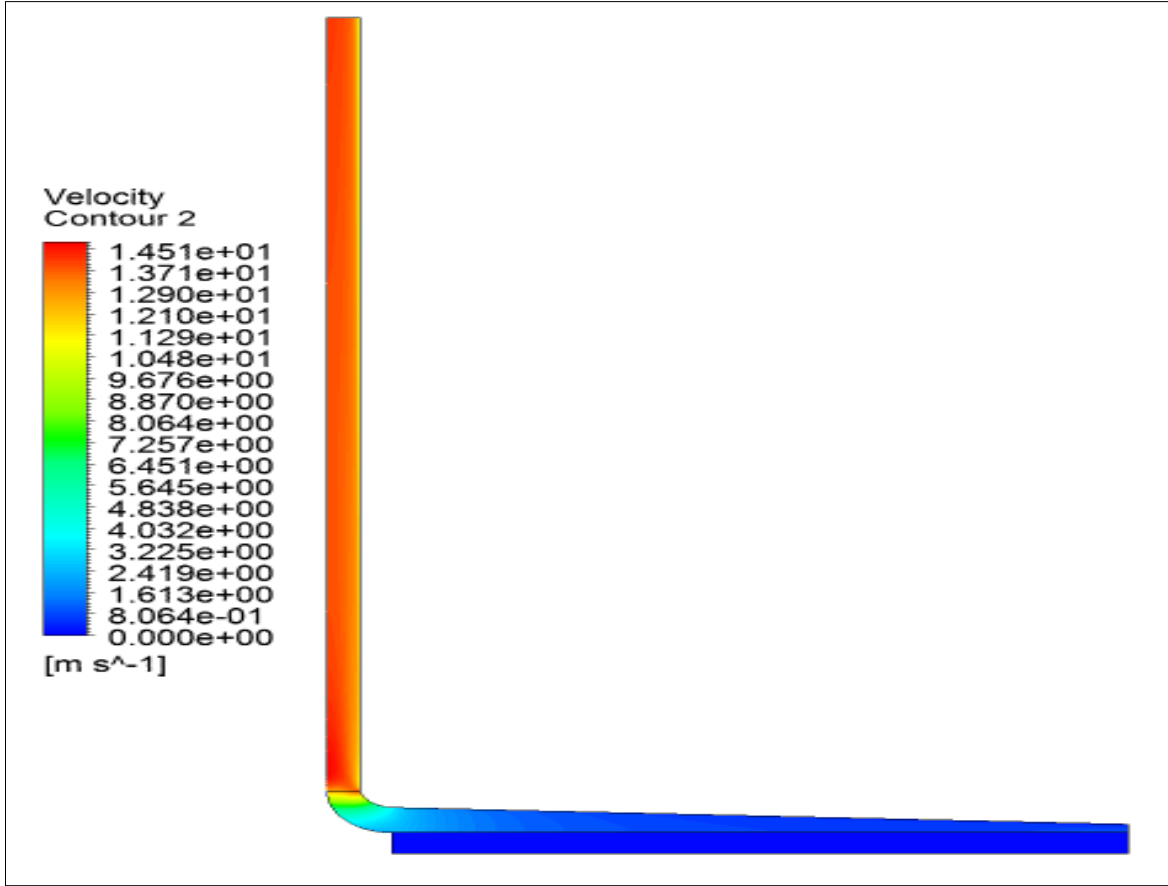
الشكل (3-11): شكل مقرب يمثل توزيع درجة الحرارة في المجمع ومنطقة الاتصال دون عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>.

• تحليل مخططات درجة الحرارة:

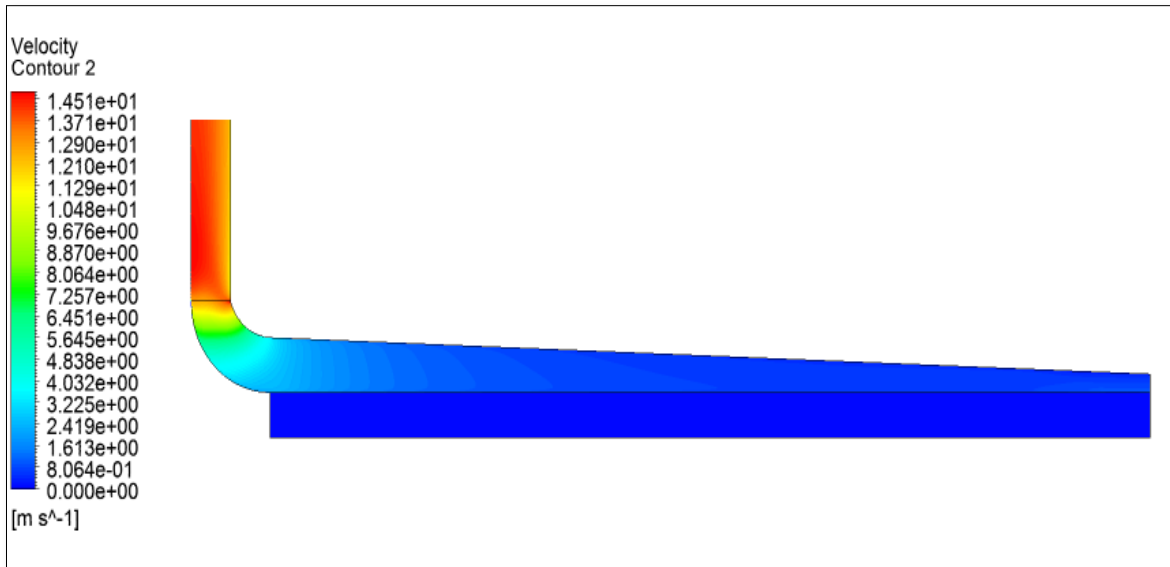
تزداد درجة الحرارة من مدخل الى مخرج المجمع ويتجلى ذلك في ارضية هذا الجزء لأن الهواء فيه يتعرض للتسخين بسبب حرارة الارضية المرتفعة التي تم امتصاصها من الاشعاع المنعكس من زجاج المجمع اما درجة الحرارة في برج المدخنة تكون ثابتة بسبب جدار المدخنة العازل.



• توزيع السرعة:



الشكل (12-3): توزيع السرعة في المدخنة دون عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>.



الشكل (13-3): يمثل توزيع السرعة في المجمع ومنطقة الاتصال دون عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>.

• تحليل مخططات السرعة:

تكتسب جزيئات الهواء سرعة عند تعرضها للإشعاعات الحرارية وظاهرة الحمل الحراري الطبيعي مما يزيد في سرعتها على مستوى المجمع وتتناقص الى أدنى درجاتها عند منطقة الاتصال بسبب تغير الابعاد الهندسية ثم تتزايد مرة اخرى على طول برج المدخنة.

ب./ دراسة في حالة وجود عنفة:

في حالة وجود عنفة فإن القيمة الوحيدة التي تتغير مقارنة بالحالة السابقة هو الضغط اين تكون قيمته متراوحة بين 100 و400 باسكال.

❖ الشروط الحدية للمسألة:

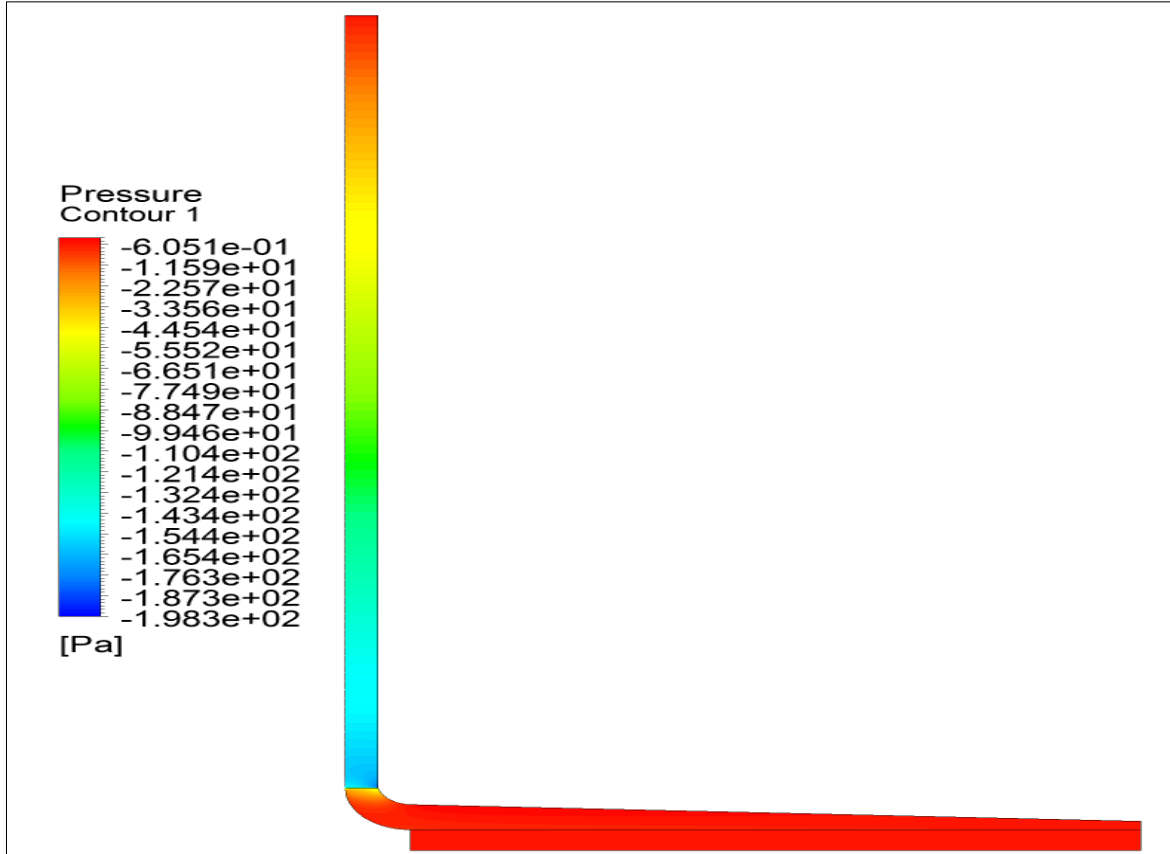
الحد	الشروط الحدي	القيمة
مدخل المجمع	Pressure inlet	P=0 Pascal T= 293k
المجمع الحراري	wall	h=10 w/m <sup>2</sup> .k T= 293k
العنفة	fan	P=[100-400] Pascal
الارضية	wall	G=[2-8].10e6 Wall thickness=0.0001
الجدار الارضي السفلي	wall	T=300k
الجدار الارضي الداخلي	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
الجدار الارضي الخارجي	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
الموجه	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
نقطة الاتصال	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
المحور	axis	(-)
المدخنة	wall	h=0 w/m <sup>2</sup> .k
مخرج المدخنة	pressure outlet	P=0 Pascal T= 293k

جدول (6-3): الشروط الحدية في حالة وجود عنفة.

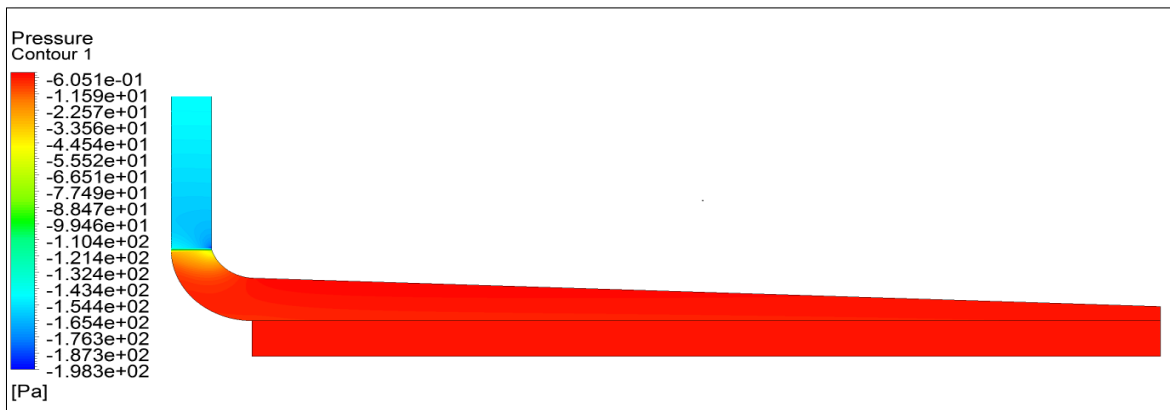
❖ مخططات توزيع الضغط والسرعة ودرجة الحرارة مع وجود عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup>

وضغط 120 باسكال:

● توزيع الضغط:



الشكل (14-3): توزيع الضغط في المدخنة بوجود عنفة.



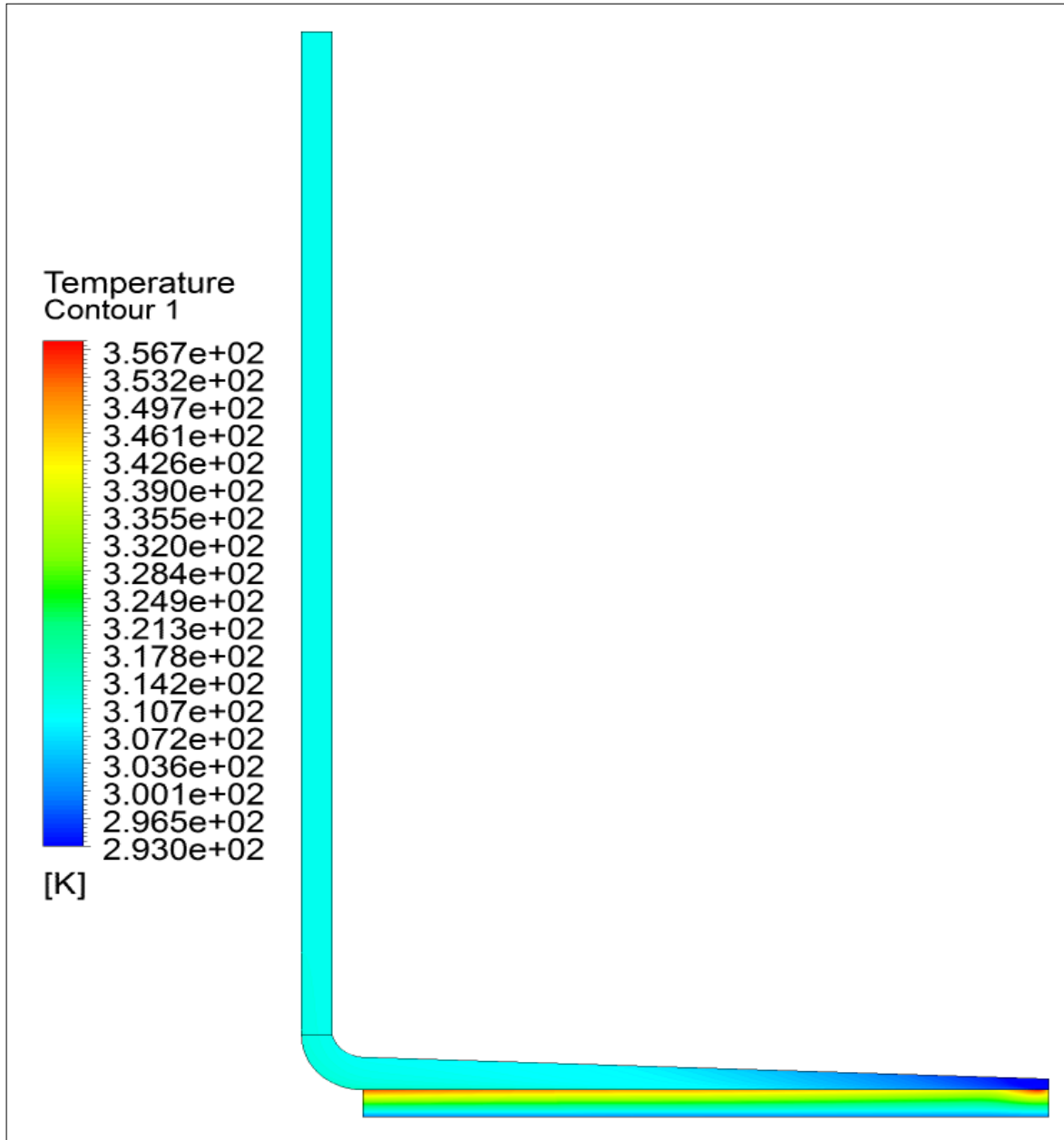
الشكل (15-3): شكل مقرب يمثل توزيع الضغط في المجمع ومنطقة الاتصال بوجود عنفة في إشعاع

400 واط/م<sup>2</sup> وضغط 120 باسكال.

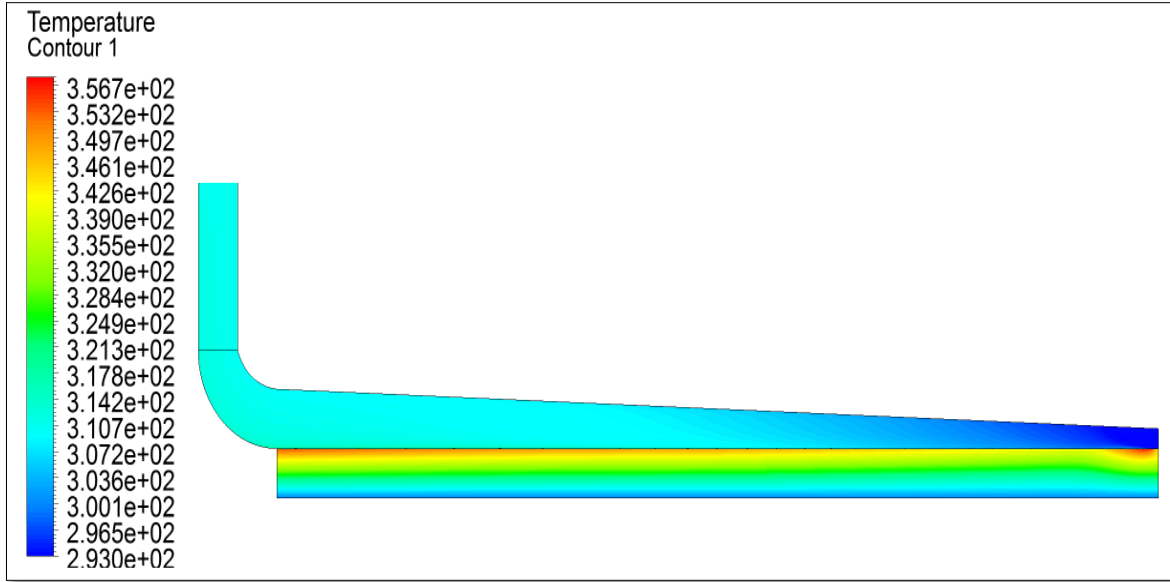
• تحليل مخططات الضغط:

يتماثل توزيع الضغط في المجمع ويتغير قليلا في منطقة الاتصال ثم نشهد سقوطا حرا عند العنفة وهذا امر منطقي ثم يتدرج في الارتفاع كلما زاد ارتفاع برج المدخنة.

• توزيع درجة الحرارة:



الشكل (3-16): توزيع درجة الحرارة في المدخنة مع وجود عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup> وضغط 120 باسكال.

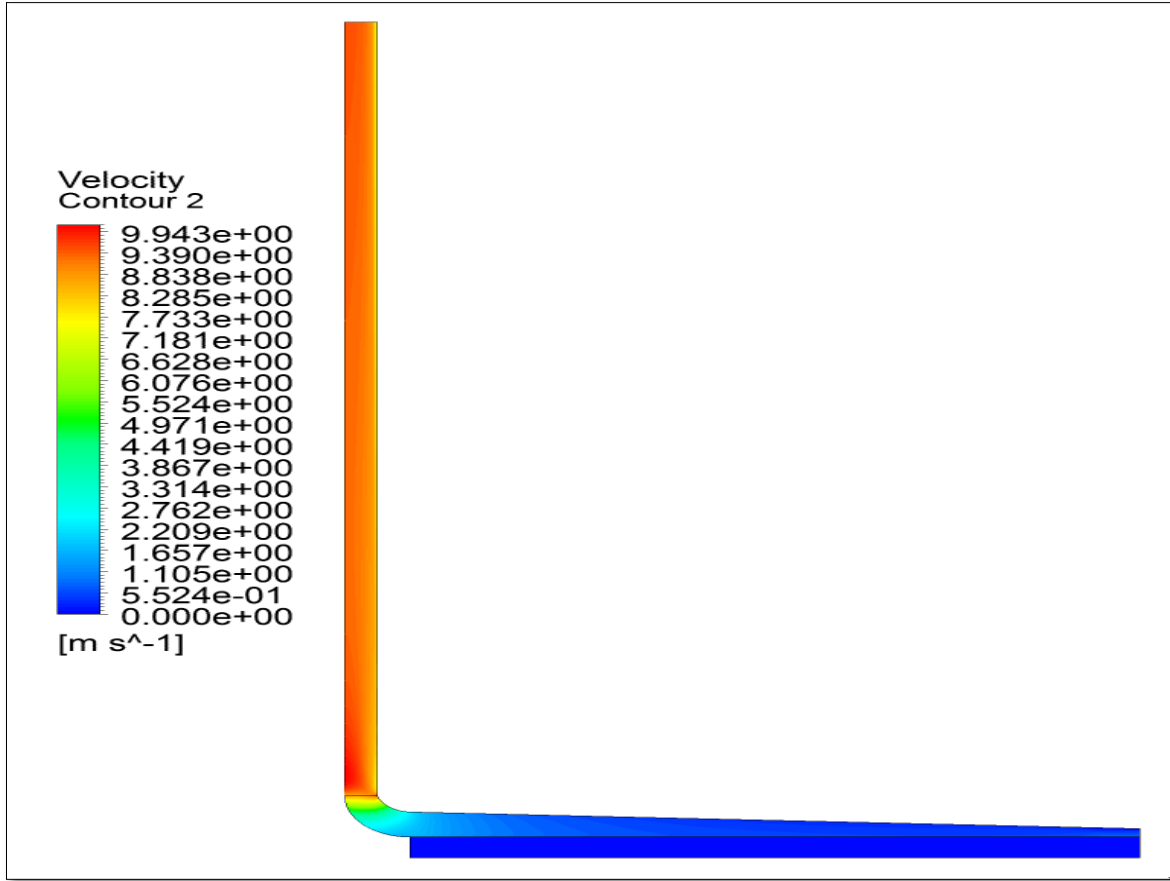


الشكل (3-17): شكل مقرب يمثل توزيع درجة الحرارة في المجمع ومنطقة الاتصال مع وجود عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup> وضغط 120 باسكال..

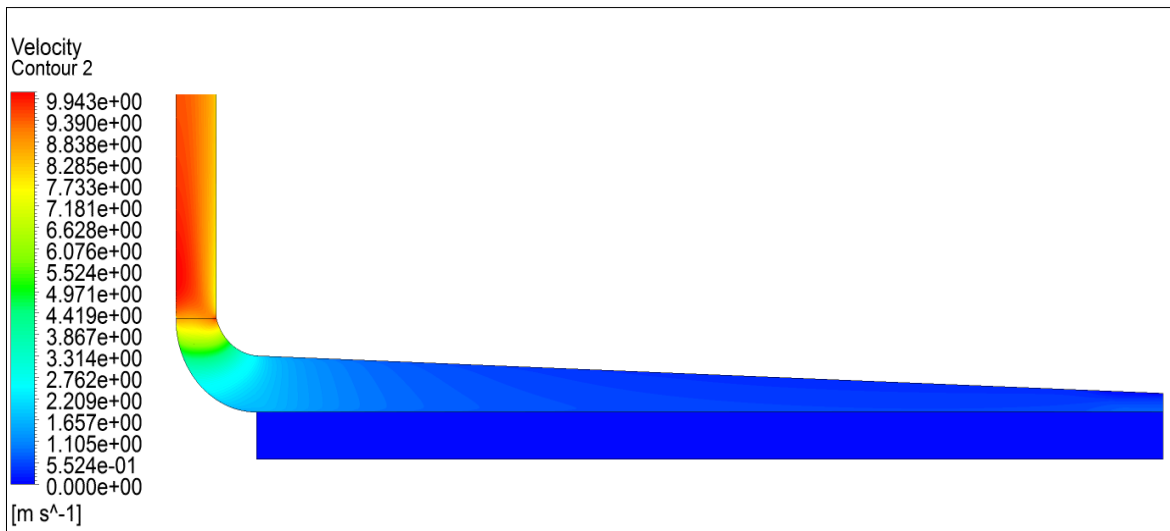
• تحليل مخططات درجة الحرارة:

تتغير درجة الحرارة على مستوى المجمع بسبب تعرض الهواء لدرجة الحرارة المرتفعة للأرضية ويظهر إثر التسخين عن طريق كل من الحمل الطبيعي والإشعاع بوضوح في المجمع ثم تثبتت في بقية الأجزاء وهذا يظهر جليا عدم تأثير العنفة في توزيع درجة الحرارة في المدخنة الشمسية.

• توزيع السرعة:



الشكل (3-18): توزيع السرعة في المدخنة مع وجود عنفة في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup> وضغط 120 باسكال.



الشكل (3-19): شكل مقرب يمثل توزيع السرعة في المجمع ومنطقة الاتصال مع وجود عنفة. في إشعاع 400 واط/م<sup>2</sup> وضغط 120 باسكال.

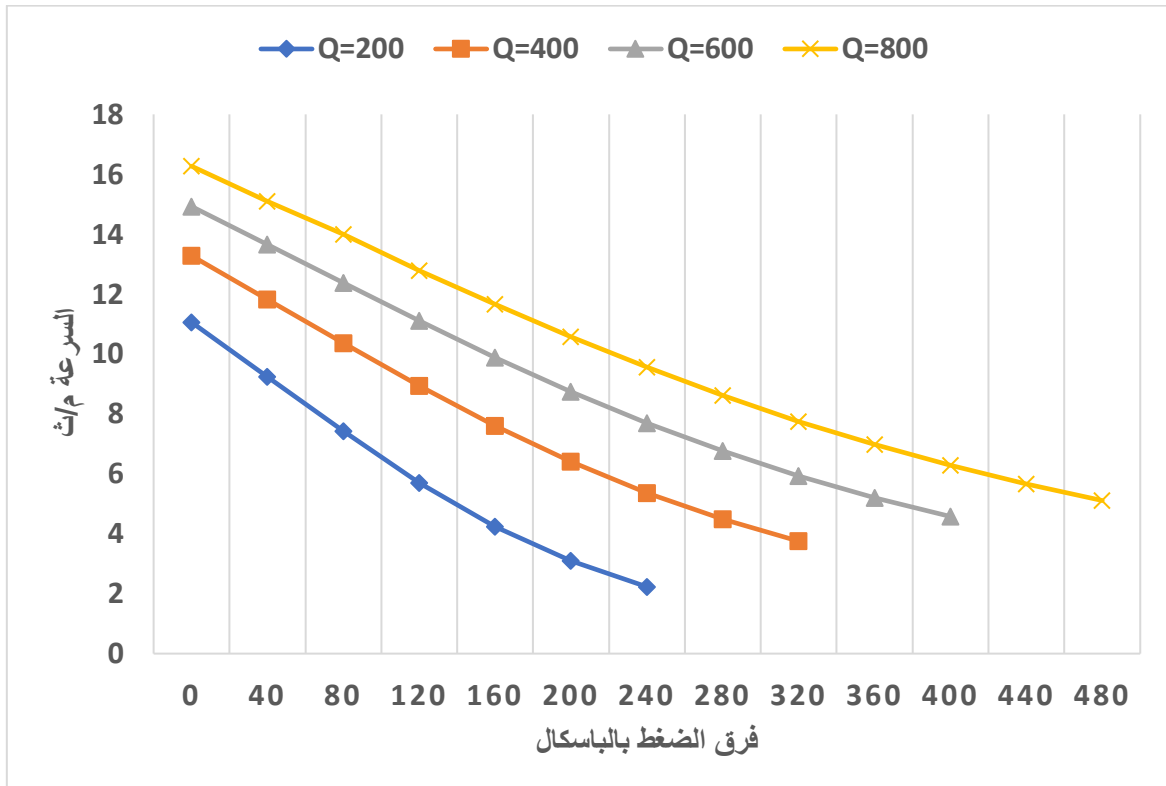
• تحليل مخططات السرعة:

تتسارع جزيئات الهواء عند تعرضها للتسخين على مستوى المجمع مما يقودنا الى ثبات توزيع للسرعة ثم تنتقل هذه الجزيئات الى الأعلى عن طريق ظاهرة الحمل الحراري وبالتالي زيادة السرعة في حين ان التوزيع يكون متماثلاً قبل العنفة بعدها ثم يبدأ في التزايد في برج المدخنة.

ج./ التحقق من النتائج:

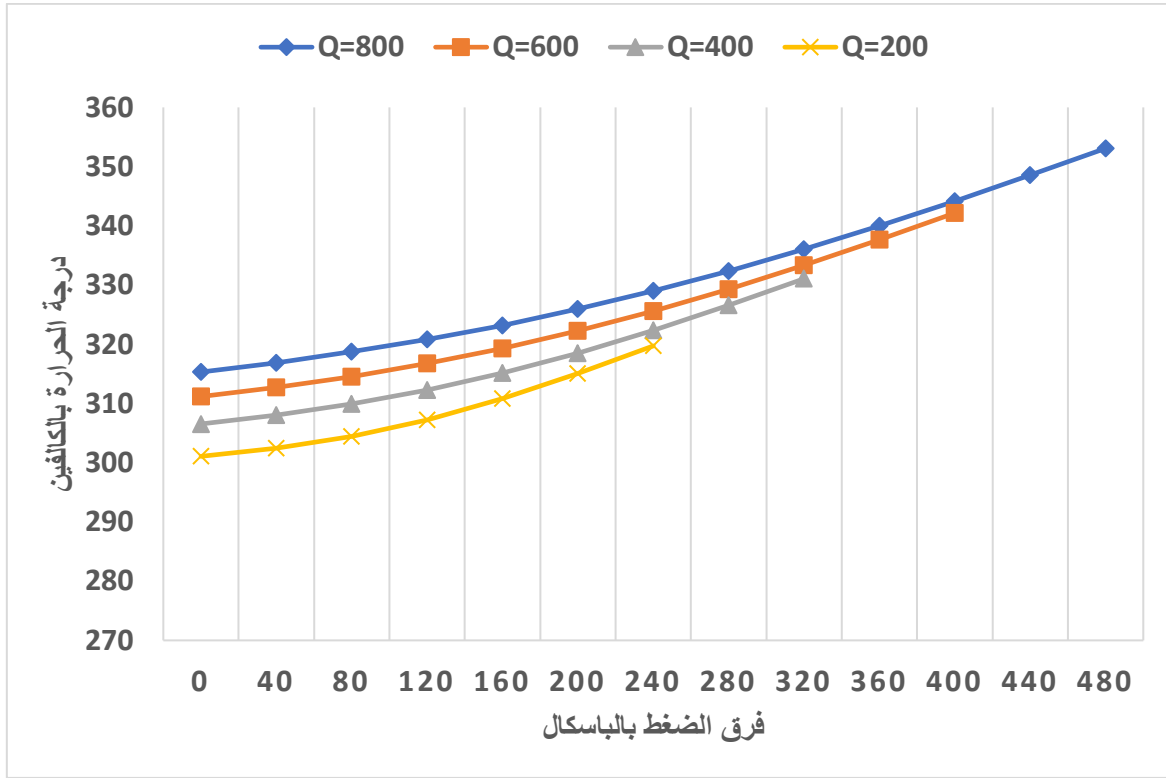
في هذا الجزء سنقوم بأخذ النتائج المتحصل عليها ثم التعليق عليها واثم مقارنتها بتحقيقها مع النتائج التجريبية ونتائج بحث XU [17] والذي قام بمحاكاتها وفق خصائص مدينة ووهان الصينية وذلك من اجل التحقق من ومن صحة المحاكاة.

❖ نتائج السرعة في مخرج المدخنة:



الشكل (3-20): تأثير الاشعاع وفرق الضغط على السرعة في مخرج المدخنة.

نتائج درجة الحرارة في مخرج المدخنة:



الشكل (3-21): تأثير الاشعاع وفرق الضغط على درجة الحرارة في مخرج المدخنة.

تحليل نتائج السرعة ودرجة الحرارة:

يظهر تأثير الاشعاع الحراري وفرق الضغط على السرعة ودرجة الحرارة عند مخرج المدخنة الشمسية بوضوح حيث انه عندما يزداد فرق الضغط والاشعاع تزداد درجة الحرارة بينما تنخفض السرعة عند المخرج تدريجيا وهذا لان زيادة فرق ضغط العنفة يسبب منعا وانسدادا لتدفق الهواء عند نهاية المجمع مما يزيد في ارتفاع درجة الحرارة عبر طول المجمع.

وفي حالة كان فرق الضغط ثابتا فان سرعة الهواء تزداد بشكل ملحوظ مع تزايد الاشعاع الشمسي الذي ينشأ على طول المجمع بفعل ظاهرة الحمل الحراري وعليه فان درجة الحرارة والسرعة في هذه الحالة تكونان في زيادة عند المخرج.

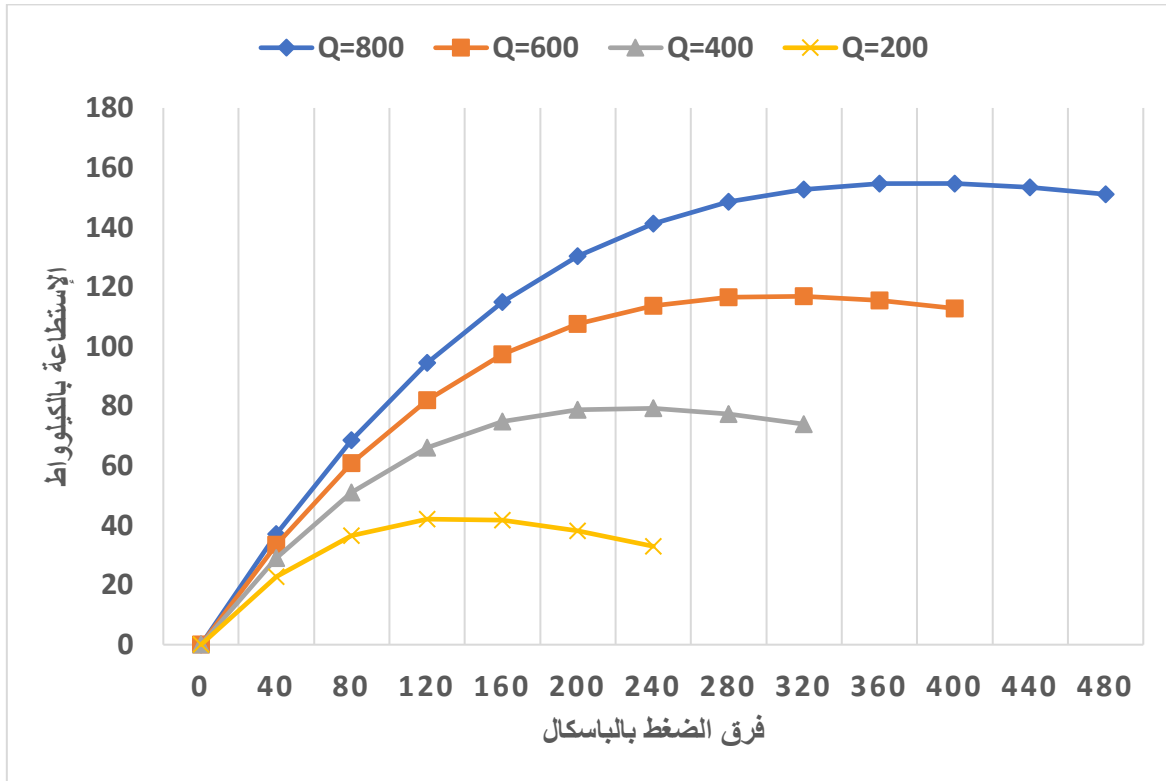


❖ نتائج الطاقة في مخرج المدخنة:

من اجل حساب الطاقة في مخرج المدخنة فإننا نستعمل العبارة الموالية:

$$w_t = \eta_t \cdot \Delta p \cdot V [17]$$

والتي تنص على ان الطاقة هي جداء كل من مردود العنفة وفرق الضغط والتدفق الحجمي حيث ان التدفق الحجمي يتم استخراجة من نتائج المحاكاة في كل حالة توافقه من الاشعاع وفرق الضغط اما مردود العنفة يؤخذ 80%.



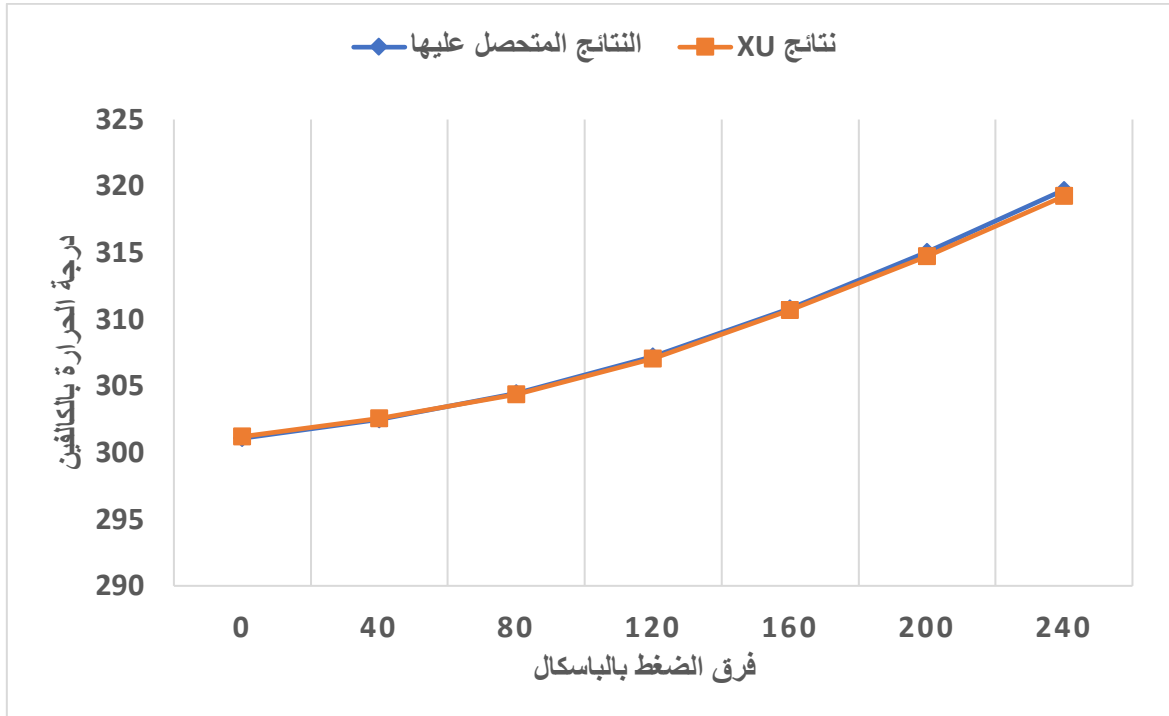
الشكل (3-22): تأثير الاشعاع وفرق الضغط على الطاقة في مخرج المدخنة.

❖ تحليل نتائج الطاقة:

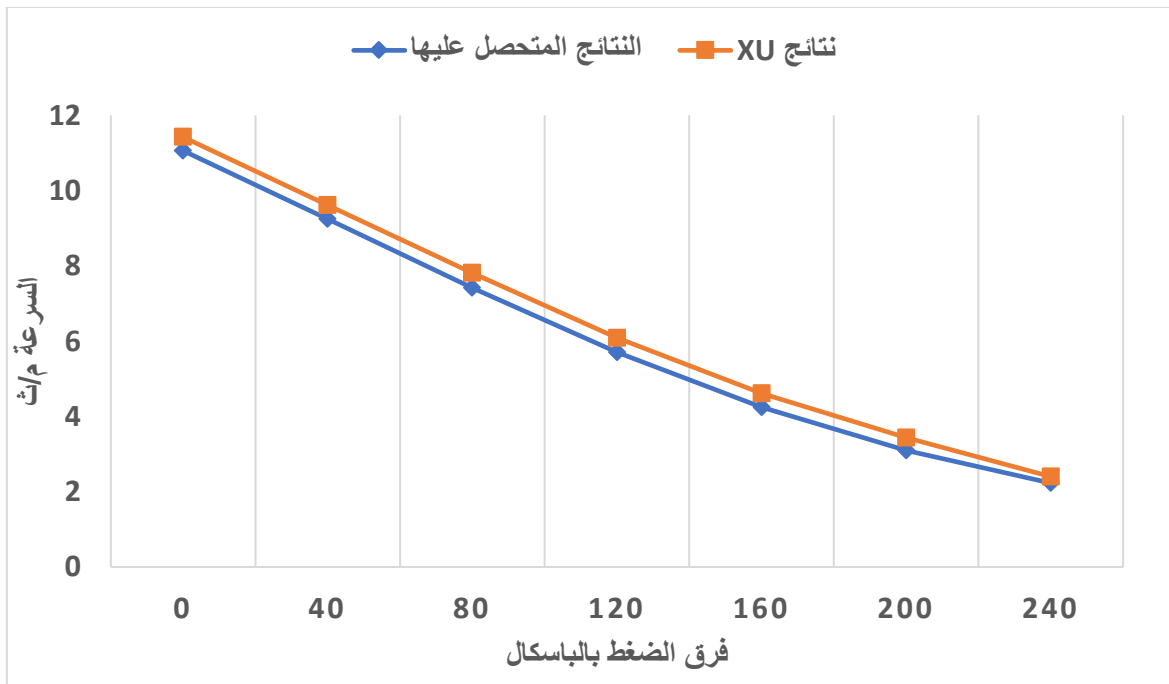
بما أن مردود العنفة يكون ثابتا 80% كما هو مبين في قانون حساب الطاقة فعندما يكون فرق الضغط ثابتا أيضا فإن المتحكم في قيمة الطاقة هو الاشعاع لهذا نلاحظ من خلال البيانات أنه كلما زاد الاشعاع تزيد قيمة الطاقة في المخرج المدخنة ذلك راجع الى أن زيادة الاشعاع يصاحبها زياده في تدفق الهواء داخل النظام. أما فيما يخص تأثير فرق الضغط نلاحظ انه بالنسبة للقيم الصغيرة كلما زاد فرق الضغط فان الطاقة تزداد أما بالنسبة للقيم الكبيرة فنلاحظ انخفاض الطاقة بسبب انسداد تدفق الهواء بالقرب من العنفة.

❖ المقارنة مع نتائج XU:

• في اشعاع  $200 \text{ W/m}^2$

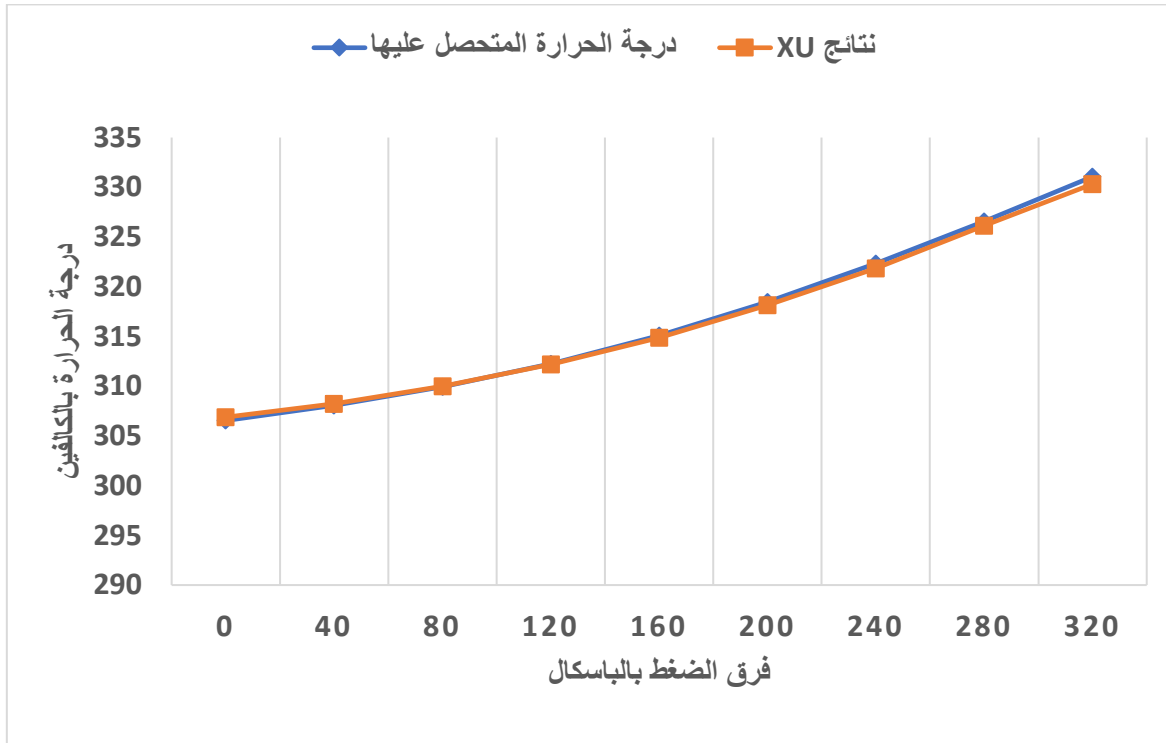


الشكل (23-3): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج XU.

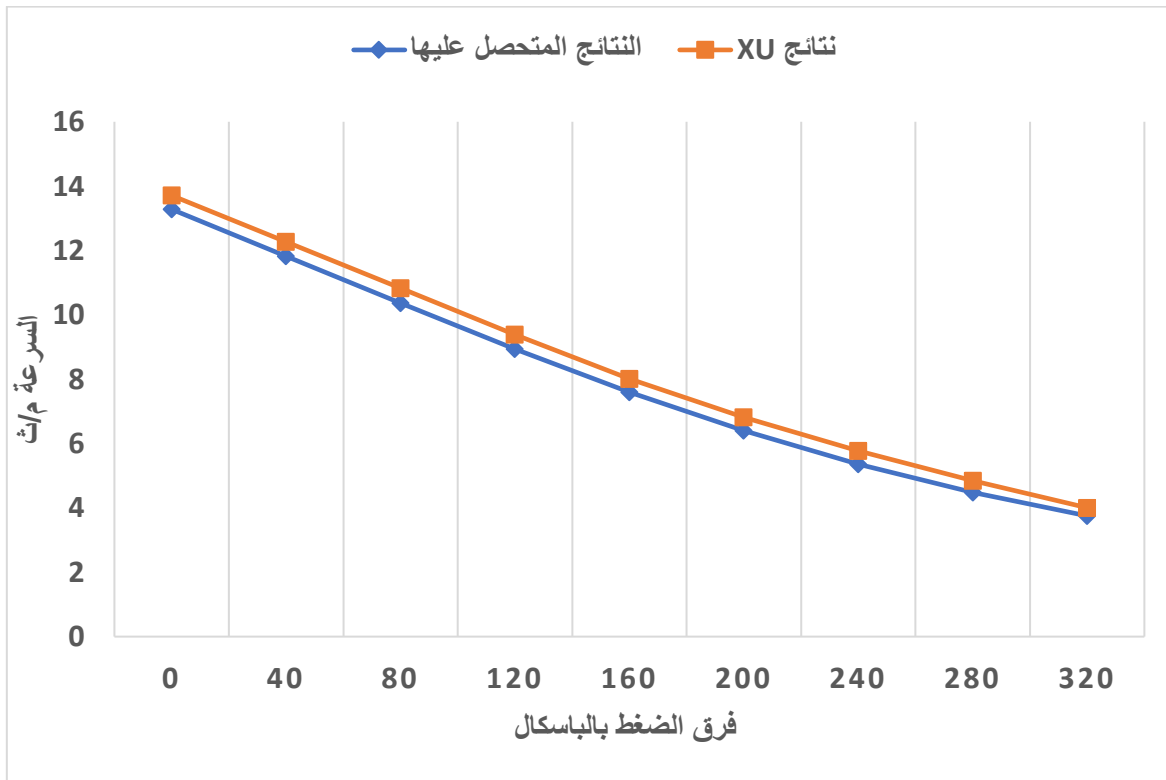


الشكل (24-3): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج XU.

• في الاشعاع  $400W/m^2$

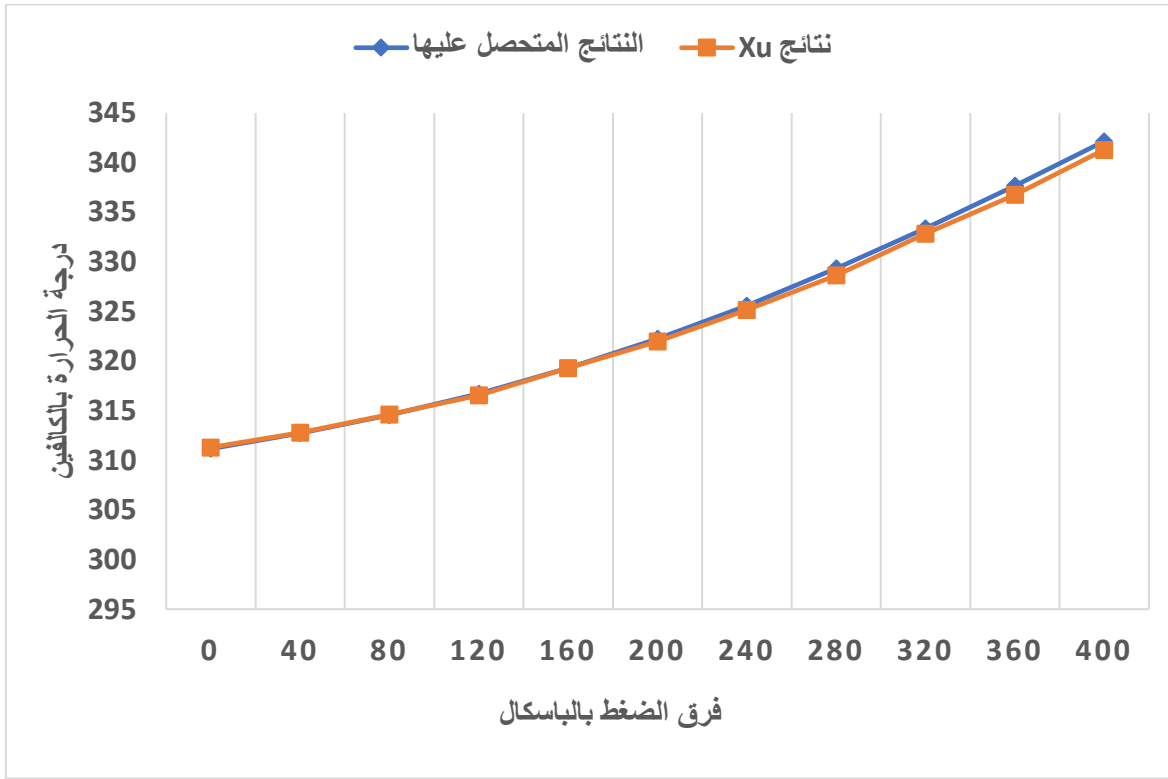


الشكل (3-25): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج XU.

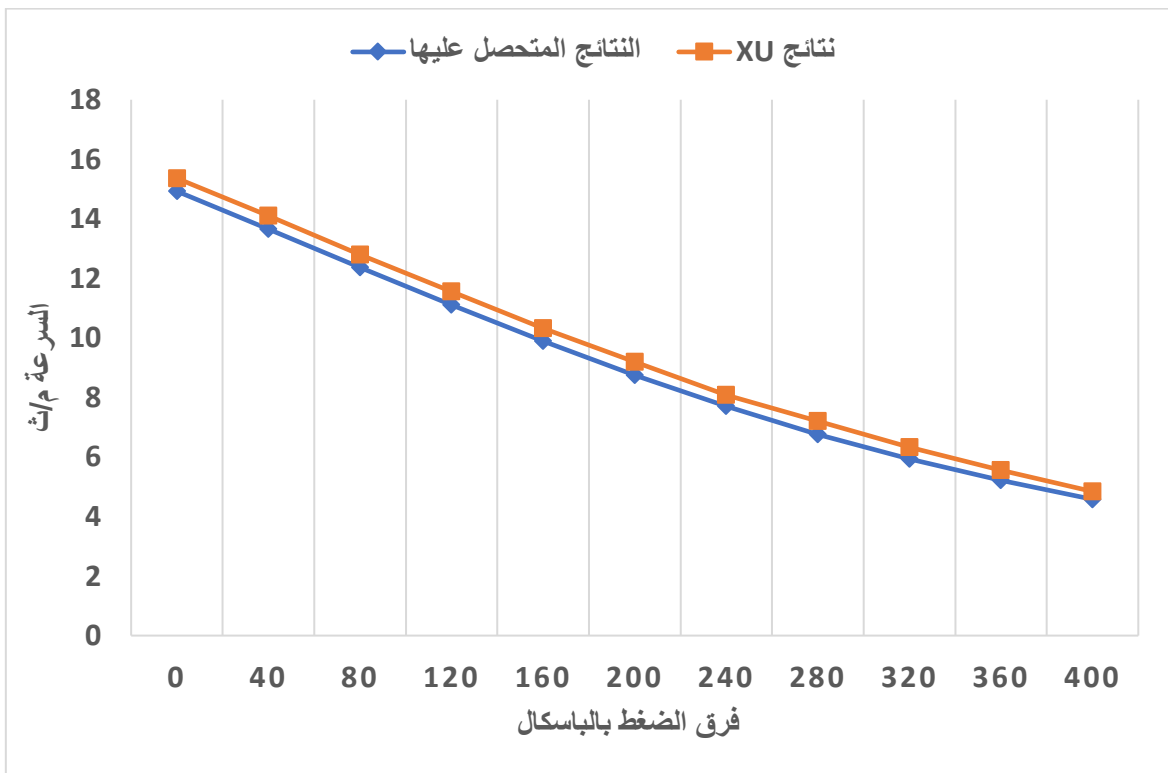


الشكل (3-26): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج XU.

• في الاشعاع  $600W/m^2$

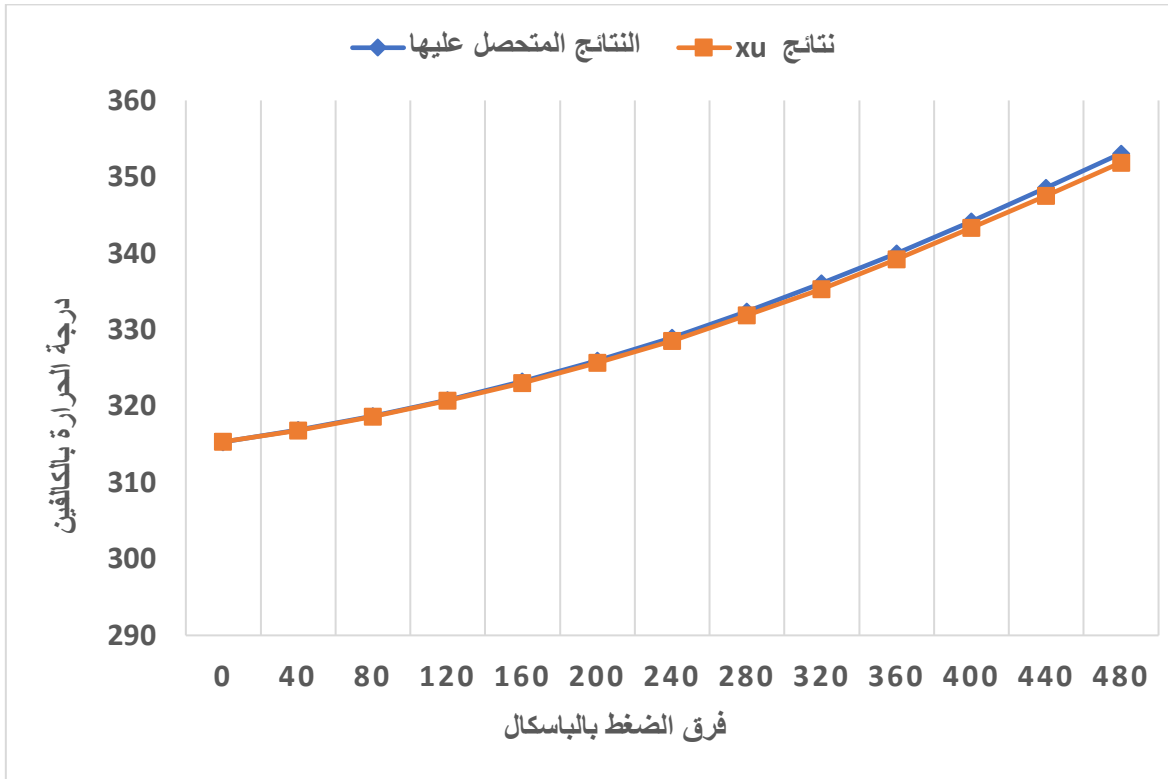


الشكل (27-3): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج Xu.

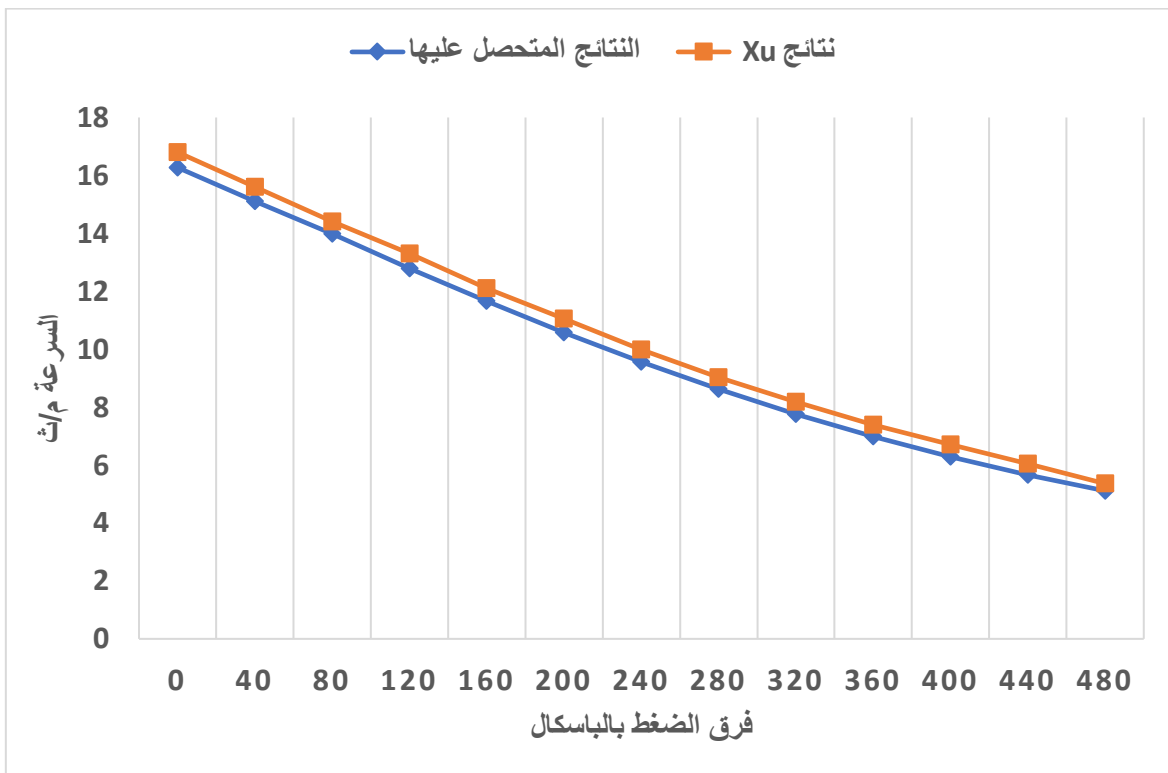


الشكل (28-3): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج Xu.

• في الاشعاع  $800W/m^2$



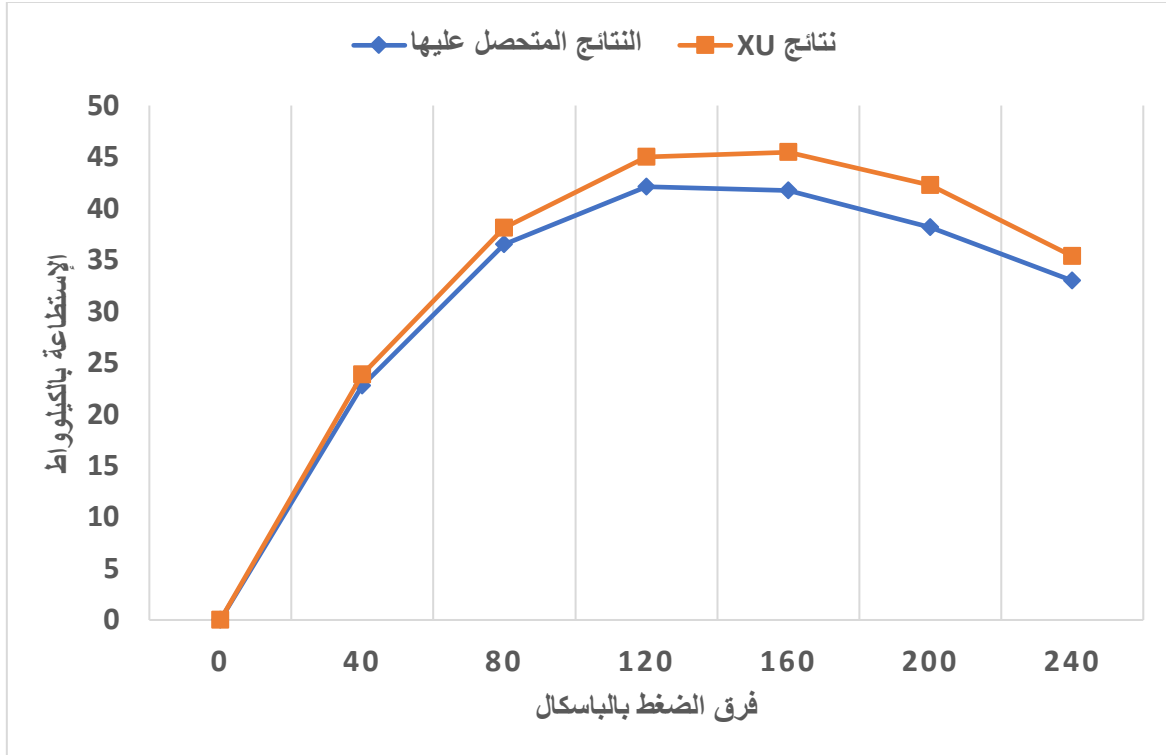
الشكل (3-29): مقارنة بين نتائج درجة الحرارة المتحصل عليها ونتائج Xu.



الشكل (3-30): مقارنة بين نتائج السرعة المتحصل عليها ونتائج Xu.

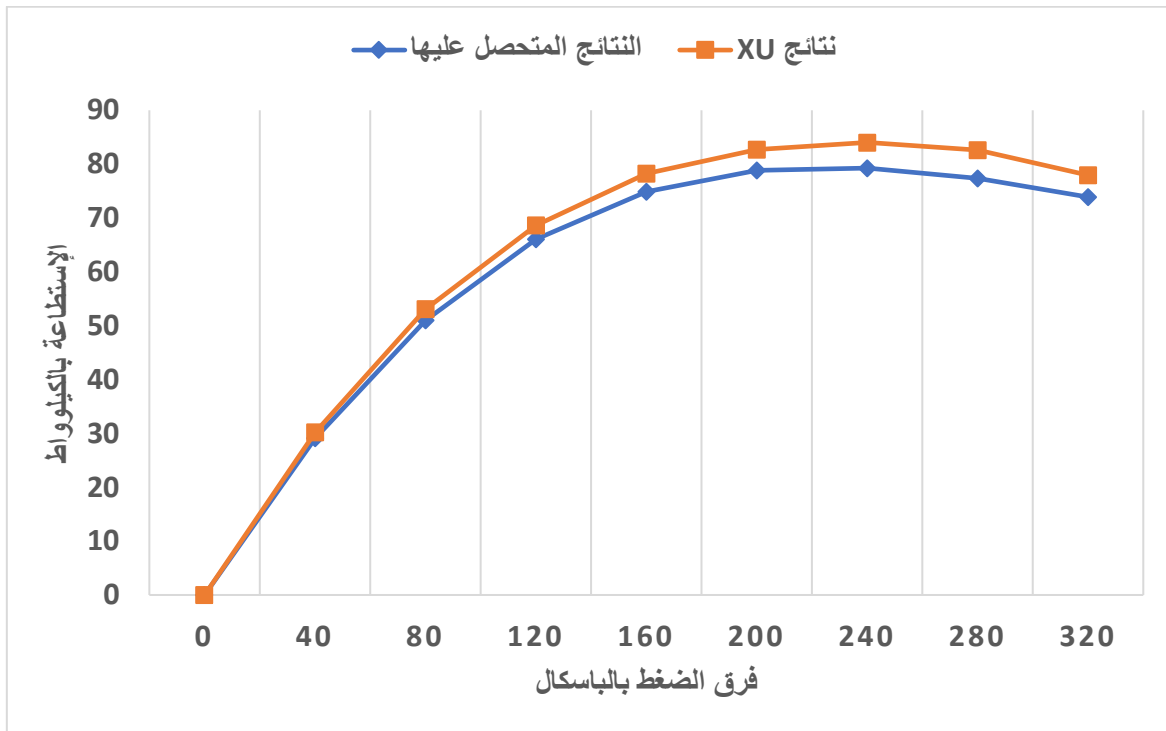
الفرق بين النتائج المتحصل عليها ونتائج XU [17] لا يتعدى 3% في كل من السرعة ودرجة الحرارة وهذه نسبة ممتازة جدا اما ذلك الفرق البسيط فسببه هو اننا لم نستعمل نفس العدد من العقد في شبكة الحساب حيث أخذ XU [17] عدد عقد يصل 500 الف عقدة في حين أخذنا تحت 54 ألف عقدة فقط.

● الطاقة عند الاشعاع  $200W/m^2$



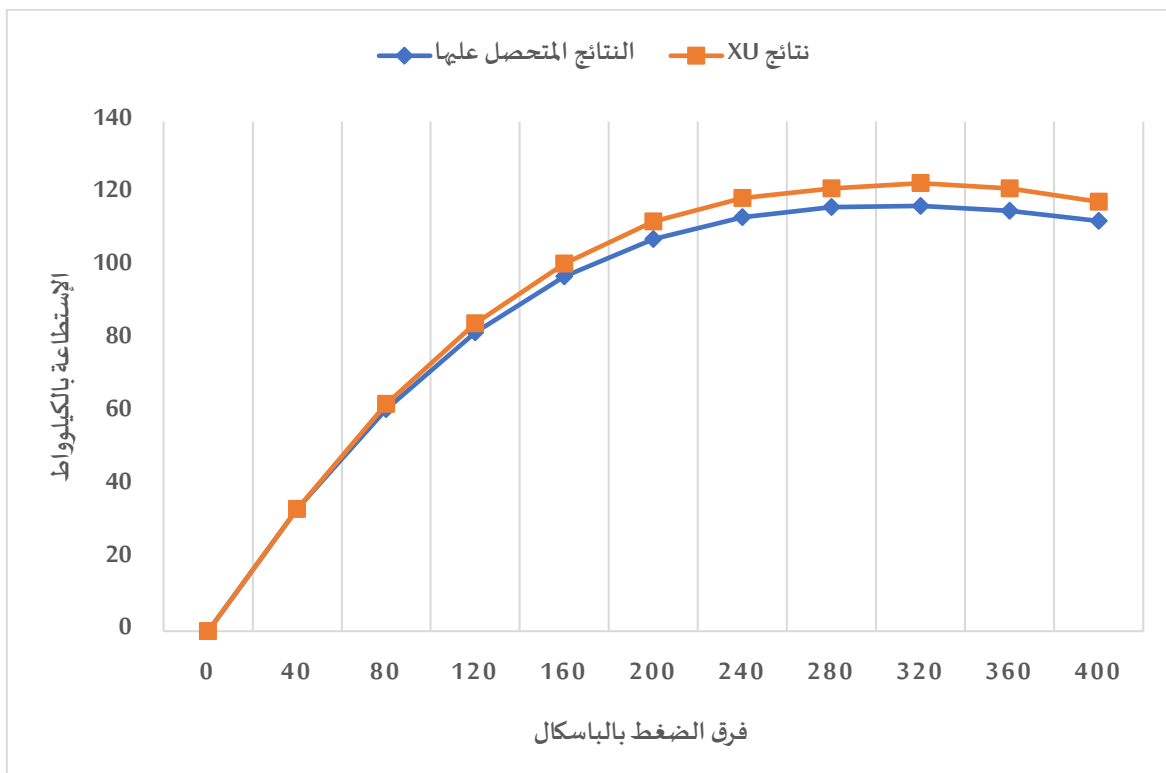
الشكل (3-31): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 200.

• الطاقة عند الاشعاع  $400W/m^2$



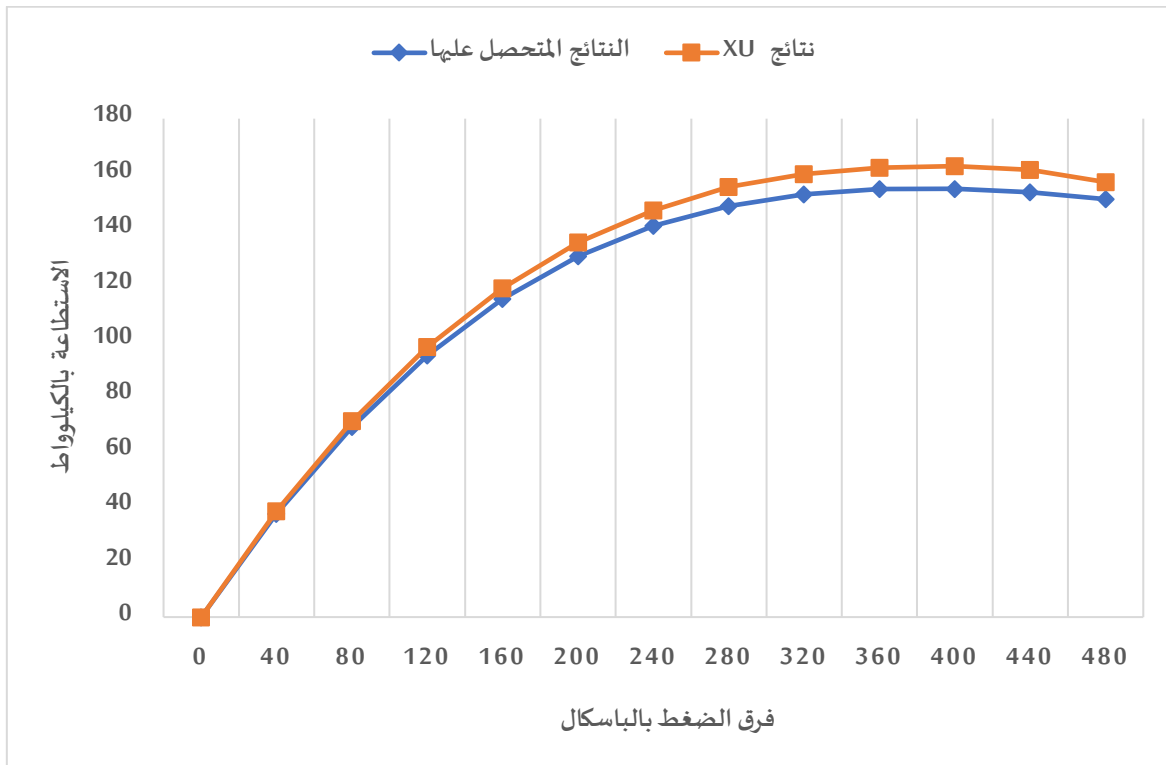
الشكل (3-32): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 400.

• الطاقة عند الاشعاع  $600W/m^2$



الشكل (3-33): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 600.

• الطاقة عند الاشعاع  $800W/m^2$



الشكل (3-34): مقارنة بين نتائج الطاقة المتحصل عليها ونتائج XU عند اشعاع 800.

نلاحظ ان قيمة الطاقة في المخرج في النتائج المتحصل عليها تصل الى 160 كيلوواط في اشعاع 800 واط/م<sup>2</sup> في حين ان الطاقة في النموذج التجريبي الاسباني مانزاناراس يصل الى 35 كيلوواط في اشعاع 750 واط/م<sup>2</sup> كما في المرجع وذلك راجع [17] الى ان العنفة المستعملة في الواقع بعيدة عن المثالي المستعمل في المحاكاة بالإضافة الى أسباب أخرى كالظروف الجوية الخارجية مثل الرياح والعواصف الرملية او حالة الطقس المتقلبة.

7. الخاتمة:

أجرينا في هذا الفصل محاكاة عددية لدراسة مدى تأثير كل من فرق الضغط والاشعاع الشمسي على درجة الحرارة والسرعة والطاقة في مخرج المدخنة وقد تحققنا من النتائج وقارناها بالنتائج التجريبية ونتائج أجريت على مدينة ووهان الصينية [17] وتبين أنها منطقية وجيدة ويمكننا الاستعانة بها في بحوث أخرى.



# الفصل الرابع:

دراسة حالة في

الجرائر

1. مقدمة:

في هذا الفصل سنقوم بمحاكاة عددية بنفس النموذج السابق على حالات في الجزائر مكونة من ثلاث ولايات ورقلة قسنطينة أدرار حيث سنختار يوما معيناً من أيام السنة ونأخذ منه قيم كل من الاشعاع ودرجة الحرارة في المحيط في ساعات مختلفة من اليوم ونرى مدى إمكانية انجاز النموذج الاسباني في الجزائر وأي الولايات أصلح لتجسيد المدخنة فيها.

يجدر بالذكر اننا سنستعمل نفس المعطيات السابقة من تشكيل الشبكة الى غاية اخراج النتائج، الفرق الوحيد في هذه المرة هو تغيير في الشروط الحدية في كل من الاشعاع وتعويض درجة الحرارة في المدخل بدرجة حرارة المحيط المصاحبة لها [16]، اما ضغط العنفة فيكون ثابتاً ويأخذ القيمة 120 باسكال.

2. الشروط الحدية:

فيما يخص معطيات الحرارة والاشعاع في المناطق المذكورة نعتد على المعطيات الموجودة في المرجع [16]

الحد	الشروط الحدي	القيمة
مدخل المجمع	Pressure inlet	P=0 Pascal T= 293k
الارضية	wall	G=[1.22-10.62].10e6 Wall thickness=0.0001

جدول (5-1): الشروط الحدية لدراسة حالة في الجزائر.

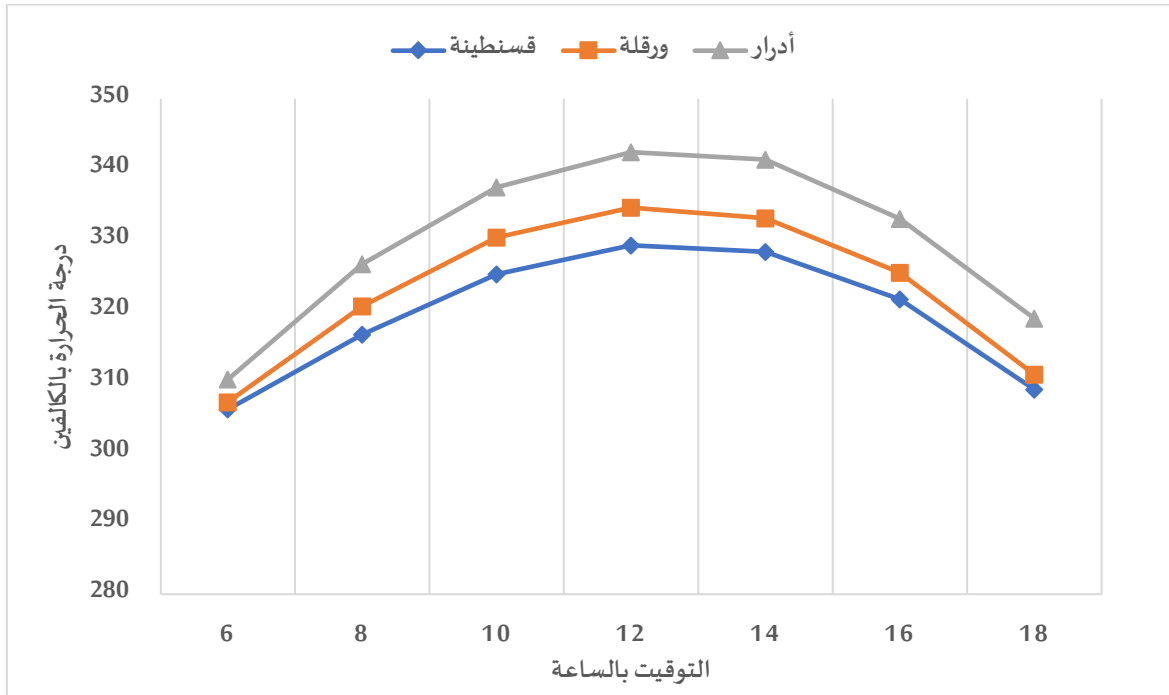
## 3. النتائج المتحصل عليها:

الولاية	التوقيت	درجة حرارة المحيط	الإشعاع	السرعة	درجة الحرارة في المخرج	التدفق الكتلي
قسنطينة	6	289	187	4.768	306.123	449.388
	8	293.45	590	11.1	316.725	1046.208
	10	298.15	894	14.419	325.205	1359.007
	12	302.06	998	15.794	329.293	1488.6
	14	304.72	869	15.504	328.382	1461.303
	16	305.15	544	13.163	321.704	1240.76
	18	302.7	145	7.026	308.953	662.19
ورقلة	6	296.25	166	5.671	307.155	534.538
	8	301.77	582	12.755	320.666	1202.185
	10	306.89	907	16.162	330.419	1523.276
	12	310.5	1010	17.443	334.622	1644.041
	14	312.15	879	17.01	333.15	1603.209
	16	311.52	536	14.541	325.465	1370.482
	18	308	122	8.344	311.063	789.432
أدرار	6	306.71	125	7.93	310.361	747.416
	8	311.55	587	14.947	326.654	1408.789
	10	316.75	946	18.279	337.499	1722.778
	12	320.85	1062	19.632	342.461	1850.327
	14	323.2	915	19.356	341.399	1824.272
	16	322.55	531	17.012	333.078	1603.397
	18	320.25	81	12.15	318.975	1145.173

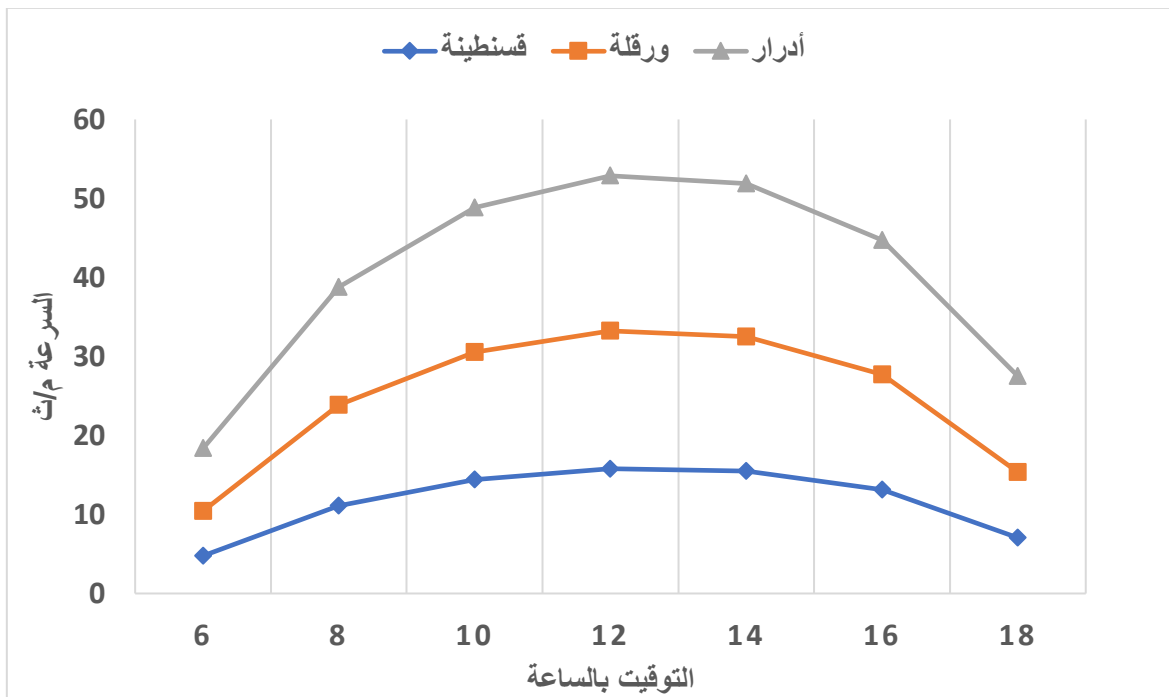
الجدول (2-4): النتائج المتحصل عليها (1).

الولاية	التوقيت	التدفق الحجمي	الطاقة في المخرج بالواط	الطاقة في المخرج بالكيلوواط
قسنطينة	6	366.8473469	35217.34531	35.21734531
	8	854.0473469	81988.54531	81.98854531
	10	1109.393469	106501.7731	106.5017731
	12	1215.183673	116657.6327	116.6576327
	14	1192.900408	114518.4392	114.5184392
	16	1012.865306	97235.06939	97.23506939
	18	540.5632653	51894.07347	51.89407347
ورقلة	6	436.357551	41890.3249	41.8903249
	8	981.3755102	94212.04898	94.21204898
	10	1243.490612	119375.0988	119.3750988
	12	1342.074286	128839.1314	128.8391314
	14	1308.742041	125639.2359	125.6392359
	16	1118.760816	107401.0384	107.4010384
	18	644.4342857	61865.69143	61.86569143
أدرار	6	610.1355102	58573.00898	58.57300898
	8	1150.031837	110403.0563	110.4030563
	10	1406.349388	135009.5412	135.0095412
	12	1510.47102	145005.218	145.005218
	14	1489.201633	142963.3567	142.9633567
	16	1308.89551	125653.969	125.653969
	18	934.835102	89744.1698	89.7441698

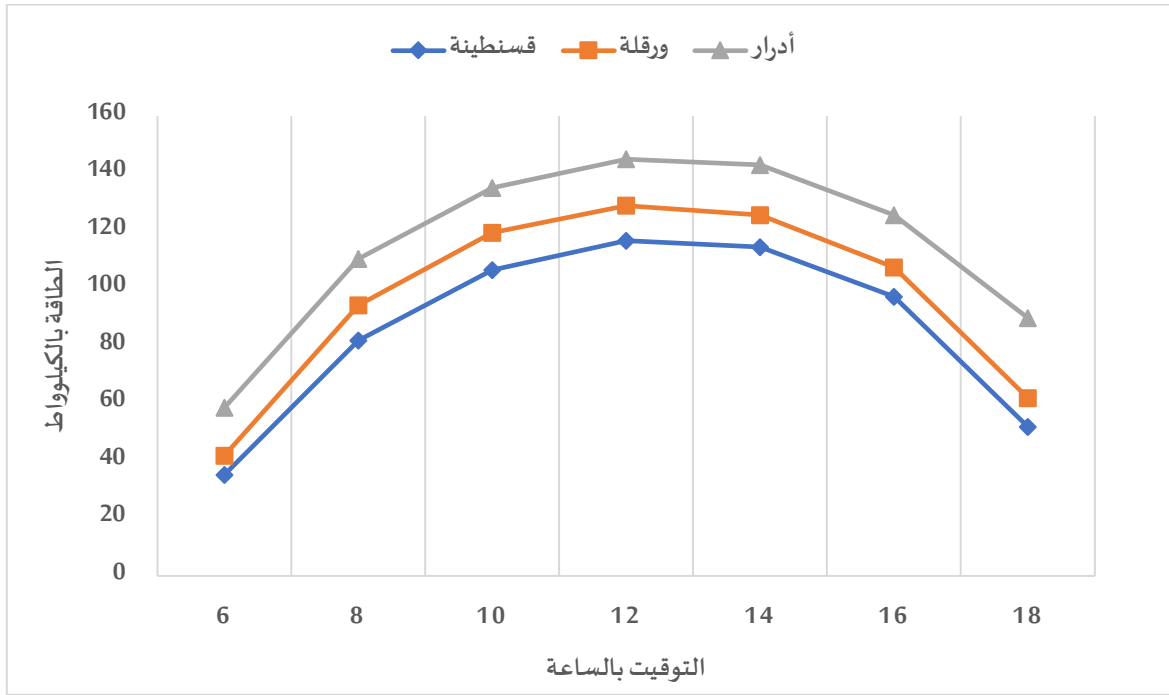
الجدول (3-4): النتائج المتحصل عليها (2).



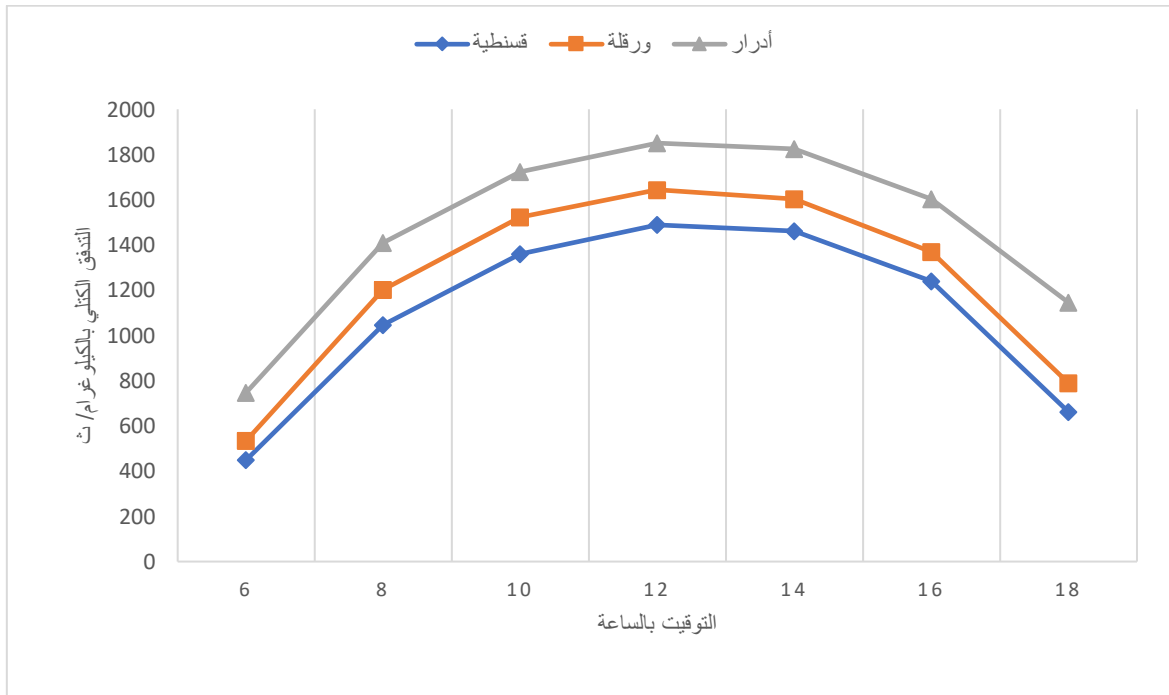
الشكل (4-1): منحنى بياني يمثل درجة الحرارة المتحصل عليها في ولايات ثلاثة.



الشكل (4-2): منحنى بياني يمثل السرعة المتحصل عليها في ولايات ثلاثة.



الشكل (4-3): منحنى بياني يمثل التدفق الكتلّي المتحصّل عليها في ولايات ثلاثة.



الشكل (4-4): منحنى بياني يمثل التدفق الكتلّي المتحصّل عليها في ولايات ثلاثة.

## 4. التعليق على النتائج والمقارنة:

من خلال النتائج نلاحظ أن المدخنة الشمسية قابلة للتجسيد في الجزائر في كل من قسنطينة ورقلة وأدرار حيث أنه في اليوم الذي اخترناه كانت الطاقة في المخرج 118 كيلوواط في قسنطينة و130 كيلوواط في ورقلة و145 كيلوواط في أدرار كأقصى حد وهذا معدل جيد جدا وهذا وقد وصلت قيمة السرعة الى 15 م/ث في قسنطينة 33م/ث في ورقلة 52م/ث في ادرار وتعتبر سرعة جيدة بالنسبة للنظام في حين تروحت درجة الحرارة بين 330 و345 كالفين بين الولايات.

كل هذه النتائج السابقة تجعلنا نختار ولاية أدرار كنموذج مثالي بين الولايات السابقة لتجسيد المدخنة الشمسية في الجزائر ذلك أن فرق درجة الحرارة واضح وكبير بين الولايات. وكذلك الاشعاع الشمسي في ادرار أكبر منه بكثير من الولايات الأخرى حيث يكون عموديا على سطح الأرض في كثير من أيام السنة ولا ننسى ان تذكر ان ادرار تم اختيارها كأسخن مكان على وجه الأرض في صيف 2020 مما يشجع على الاستثمار الطاقوي الحراري في هذه الولاية.

## 5. الخاتمة:

في هذا الفصل قمنا بمحاكاة عددية لتجريب النموذج الاسباني مانزاناراس للمدخنة الشمسية في ثلاث ولايات بالجزائر، حيث تبين أن النموذج صالح في الجزائر ويعطي نتائج ممتازة وهو قابل للتجسيد كحل للأزمات الطاقوية للبلاد وتقليل فاتورة الطاقة التي تعتمد بنسبة 99% على الغاز بالإضافة الى توفير مناصب شغل وتحريك عجلة التنمية في البلاد.

---

انخراطية العامة

---



### الخاتمة العامة

في حوصلة هذه الدراسة التي قمنا بها من خلال هذه المذكرة والمتمثلة في دراسة متواضعة للمدخنة الشمسية، التي تصنف واحدة من بين أبرز الآلات المنتجة للطاقة باعتماد مصادر الطاقة المتجددة (صديقة البيئة) حيث ; تطرقنا في بحثنا لمعرفة هذه الآلة وكيفية عملها ثم الى الدراسة العددية لمعالجتنا عن طريق برنامج فلونت fluent.

انطلقنا من مبادئ ومكونات المدخنة الشمسية وطريقة عملها كنظرة عامة. ثم اعتمدنا المعادلات الحاكمة في الظواهر الفيزيائية غرض التوضيح والتطبيق إضافة الى دراسة محاكاة عددية لدراسة تأثير فرق الضغط والإشعاع الحراري في درجة الحرارة، السرعة والطاقة في مخرج المدخنة والتي تحصلنا من خلالها على نتائج دقيقة وجد إيجابية توضحها الصور والاستنتاجات المرفقة. وفي الاخير حاولنا دراسة حالة في الجزائر بحكم الانتماء، واعتمدنا ثلاثة نماذج تجريبية في مناطق مختلفة من الجزائر هي: قسنطينة، ورقلة وأدرار. واستنتجنا من خلالها انه يمكننا تطبيق هذا المشروع في الجزائر والحصول من خلاله على مردود جيد يستحق التشجيع والعمل بحكم السهولة والبساطة من حيث الإمكانيات والمواد الأولية والتي تعتمد عليها المدخنة الشمسية.

ولله المنة والفضل.

---

المصادر

والمراجع

---

Références

المصادر والمراجع

<p>س. ث. م. العيد، "دراسة عددية للمدخنة الشمسية"، مذكرة ماستر كلية علوم وتكنولوجيا-جامعة تبسة، 2019.</p>	<p>[1]</p>
<p>T. Taher ، "processus de la convection naturelle laminaire dans la chemine solaire "، <i>Magister en Physique universite de constantine,algerie</i> ، p. 83 .2010 ،</p>	<p>[2]</p>
<p>ع. توفيف، "المدخن الشمسية في اصوان طاقة نظيفة تمتد لمئة عام"، مصر، 2018.</p>	<p>[3]</p>
<p>جديوي فتيحة، عبيدات نوال، "تحليل كفاءة المدخنة الشمسية"، مذكرة تخرج ماستر كلية التكنولوجيا-جامعة تبسة، 2017.</p>	<p>[4]</p>
<p>C. Djassem ، "Réalisation et expérimentation d'une cheminée solaire "، <i>MASTER, UNIVERSITÈ KASDI MERBAH OUARGLA</i> ، pp. 34-77 .2014 ،</p>	<p>[5]</p>
<p>خ. دقعة، "دراسة المدخنة الشمسية في الجنوب الشرقي للجزائر (وادي سوف)"، مذكرة تخرج ماستر جامعة حممة لخضر- الوادي، 2018.</p>	<p>[6]</p>
<p>Ahmed shaaban soliman et all ، "the solar chimney power plant "، <i>Faculty of Engineering and Energy-Aswan, Egypt</i> ، pp. 42-43/54 .2015 ،</p>	<p>[7]</p>
<p>E. P. Ortega ، "Analyzes of Solar Chimney Design "، <i>Master thesis Spring,Department of Energy,Norwegian University</i> ، p. 11/82 .2011 ،</p>	<p>[8]</p>
<p>س. محمود، "ميكانيك السوائل ومعادلات نافيه ستوكس"، 2017.</p>	<p>[9]</p>
<p>Frank Kreith , Richard T. Meyer ، <i>SOLAR THERMAL CONVERSION</i> ، Prepared under Task No. 1430.76, WPA No. 153C-82. ، November 1982 .</p>	<p>[10]</p>

all, Mohamed Ramzi Jemli et , "Experimental investigation of solar tower with " , <i>international journal of hydrogen</i> .2016 ،	[11]
A. El-Haroun , " Performance Evaluation of Solar Chimney Power Plants " , <i>International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology</i> ، المجلد 2 ، رقم 13 ، pp. 49-59 ، .2012	[12]
M. G. e. all ، "An experimental study on the thermal performance of a solar chimney with different dimensional parameters " . <i>Renewable Energy</i> .2016 ،	[13]
.]T. Chaichan ، <i>Al-Khwarizmi Engineering Journal</i> ، رقم 1 ، المجلد 7 ، pp. 30-38 .2011 ،	[14]
Rayan Rabehi, Abla Chaker, Tingzhen Ming, Tingrui Gong, ، "Numerical simulation of solar chimney power plant adopting the fan model " . <i>Renewable Energy</i> .2018 ،	[15]
Rabehi Rayan, Abla Chaker, Zeroual Aouachria and Ming Tingzhen, . " CFD analysis on the performance of a solar chimney power plant system Case study in Algeria " ، <i>International Journal of Green Energy</i> ، رقم 12 ، المجلد 14 ، p. 971–982 .2017 ،	[16]
Guoliang Xu, Tingzhen Ming , Yuan Pan, Fanlong Meng, Cheng Zhou ، " Numerical analysis on the performance of solar chimney power plant system " . <i>Energy Conversion and Management</i> .2011 ، رقم 883–876 ،	[17]
[En ligne]. Available: <a href="https://ar.wikipedia.org/wiki/ويكيبيديا_مايكروسفت_اكسل">https://ar.wikipedia.org/wiki/ويكيبيديا_مايكروسفت_اكسل</a> [Accès le 06 06 2020].	[18]
Guanliang XU ، "numerical analysis on the performance of solar chimney power plant system " . <i>Energy CONversionand management</i> ، pp. 876-883 .2011 ،	[19]
م. خ. ابراهيم، "تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري على الوطن العربي والحد من انتشارها،" <i>الجملة الدولية لتنمية بالعراق</i> ، المجلد المجلد الثاني، رقم 6، 2013.	[20]

## المصادر والمراجع

<p>فؤاد ميرغني سر الختم الحاج، محمد مسعود محمد علي، "استخدام أسلوب ديناميكا الموائع المحوسبة CFD لتحليل ونمذجة أداء مضخة طرد مركزي، " مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالوريوس، كلية الهندسة والتقنية جامعة وادي النيل، 2018.</p>	[21]
<p>ع. سهيل، "محاكاة عددية لدور الحمل الحراري في التهوية الطبيعية للبنىات، " مذكرة تخرج ماستر جامعة محمد بوضياف المسيلة-الجزائر، 2018.</p>	[22]