



جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا



كلية الهندسة _ مدرسة الهندسة الميكانيكية

قسم الإنتاج

بحث مقدم للاستيفاء الجزئي للحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة

الميكانيكية

بـعـنـوان :

مروحة توربين هوائي مستمرة الدوران عند انقطاع تيار الهواء

إعداد الطالب:

احمد عبد العزيز احمد ابراهيم

اشراف :

أ: جعفر عبد الحميد

أكتوبر 2015

قال تعالى:

{وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا}

الفرقان 48

إهداء

أهدي هذا البحث الى والدتي و والدي لوقوفهما بجانبني و تشجيعي على إكماله

شكر و تقدير

كل الشكر و التقدير للأستاذ جعفر عبد الحميد لمساندته لي في إنجاز هذا البحث

المحتويات

الرقم	البيان	رقم الصفحة
1	الباب الاول (تسلسل البحث)	1
2	مقدمة البحث	2
3	مشكلة البحث و أهميته	2
4	أهداف البحث	3
5	مجال البحث	3
6	الباب الثاني (الخلفية النظرية)	4
7	الفن السابق في توربينات الرياح	5
8	مكونات توربين الرياح	5
9	انواع توربينات الرياح	7
10	الدوامات الهوائية , تكوينها و كيفية الاستفادة منها	10
11	الباب الثالث (منهجية البحث)	13
12	نموذج المروحة المستخدمة في الاستفادة من طاقة الدوامات	14
13	المادة المستخدمة في تصميم نموذج المروحة و خواصها	16
14	الباب الرابع (تحليل البيانات)	19
15	الحسابات و المعادلات	20
16	المحاكاة و التحليل	22
17	الباب الخامس (النتائج و التوصيات)	35
18	النتائج و التوصيات	36
19	المراجع	37

قائمة الأشكال و الرسومات البيانية

الشكل	الاسم	رقم الصفحة
2-1	مكونات توربين الرياح	6
2-2	توربين الرياح ذو المحور الأفقي	8
2-3	توربين داربوس عمودي المحور	9
2-4	توربين رياح حلزوني الشفرة	9
2-5	تكوين الدوامات الهوائية عند اصطدامها بالأجسام المختلفة	10
2-6	استخدام الدوامات الهوائية لبيان انسيابية تصميم سيارة و خلوها من العيوب	11
2-7	تكوين الدوامات الهوائية خارج مروحة توربين الرياح للتأكد من زاوية ميلان الشفرات و انسيابية التصميم	12
3-1	تصميم المروحة مستمرة الدوران	14
3-2	ابعاد المروحة من المقطعين الامامي و الأفقي	15
3-3	Poly mer Viscosity Graph	17
3-4	Polymer Specific Volume Graph	17
3-5	Polymer Specific Heat Graph	18
3-6	Polymer Thermal Conductivity Graph	18
4-1	(Swept Area) المساحة المجتاحة	20
4-2	مساحة الأسطوانة	21
4-3	ضغط الهواء الكلي المؤثر على المروحة من المقطع الأفقي	24
4-4	ضغط الهواء الكلي المؤثر على المروحة من المقطع الجانبي مع بيان امتداد اثر قوة الضغط	25
4-5	سرعة الهواء من المقطع الأفقي في الاتجاه (X)	26
4-6	سرعة الهواء من المقطع الجانبي في الاتجاه (X)	27

28	سرعة الهواء من المقطع الافقي في الاتجاه (Y)	4-7
29	سرعة الهواء من المقطع الجانبي في الاتجاه (Y)	4-8
30	سرعة الهواء من المقطع الافقي في الاتجاه (Z)	4-9
31	مع بيان تأثير السرعة باللون الاحمر على اتجاه دوران سرعة الهواء من المقطع الجانبي في (Z) المروحة	4-10
32	Turbulent Energy	4-11
33	Turbulence Length	4-12
34	Turbulent Viscosity	4-13

ملخص الدراسة

يتعلق البحث بإيجاد حل لمشكلة توقف دوران مروحة توربين الرياح بعد انقطاع تيار الهواء عنها , حيث تم ايجاد تصميم مناسب لمروحة توربين الرياح يسمح لها بتكوين دوامات هوائية داخلها مما يكون قوة دفع اضافية تسمح لها بالدوران لبضع ثوان بعد انقطاع تيار الهواء عنها و لحين عودته مرة أخرى اعتمادا على دراسة علم ديناميكا الهواء و تكوين الدوامات الهوائية .و تم انجاز التصميم و المحاكاة بواسطة برنامج Solidworks201

Abstracts

This research is about finding a solution to make wind turbine fans never stop spinning after the air flow stop . based on aerodynamic and the creating of turbulence a new design of wind turbine fan has been made ,which provide a continuous movement of the fan after the stopping of the air flow . the design and simulation were done by a designing program could SolidWorks 2014

الباب الأول

1-1 مقدمة البحث:

توربين الرياح هو جهاز يحول الطاقة الحركية من الرياح إلى طاقة ميكانيكية. إذا تم استخدام الطاقة الميكانيكية لإنتاج الكهرباء، يسمى الجهاز المستخدم مولد الرياح . تطورت هذه الفكرة لأكثر من ألف عام ، و في هذه الايام يتم تصنيع توربينات الهواء بشكل واسع وبأنواع مختلفة من التوربينات العمودية والافقية المحور , الا ان التنوع كان بنسبة اكبر في تصميمات مراوح هذه التوربينات (مروحة حلزونية _ مروحة شرعية _ مروحة مخروطية ..و غيرها).

1-2 مشكلة البحث و أهميته:

بالرغم من التطور الهائل في تصاميم توربينات الرياح ، إلا أنها تواجه مشكلة مشتركة بين كل أنواعها وهي ان تصميم مراوحها لا يسمح لها بمواصلة الدوران بعد انقطاع تيار الهواء عنها ، هذا الانقطاع له اثر كبير على انتاج الطاقة الكهربائية في الدول الصناعية ، و هو ما جعل الاستفادة من طاقة الرياح لا يتجاوز 75% من قدرة مروحة التوربين .

1-3 أهداف البحث:

إيجاد تصميم مناسب لمروحة توربين الرياح يسمح لها بالحصول على دوران مستمر عند انقطاع تيار الهواء .

1-4 مجال البحث:

مجال البحث هو علم ديناميكا الهواء ، لمعرفة كيف يتصرف الهواء عند اصطدامه بالاجسام المختلفة .

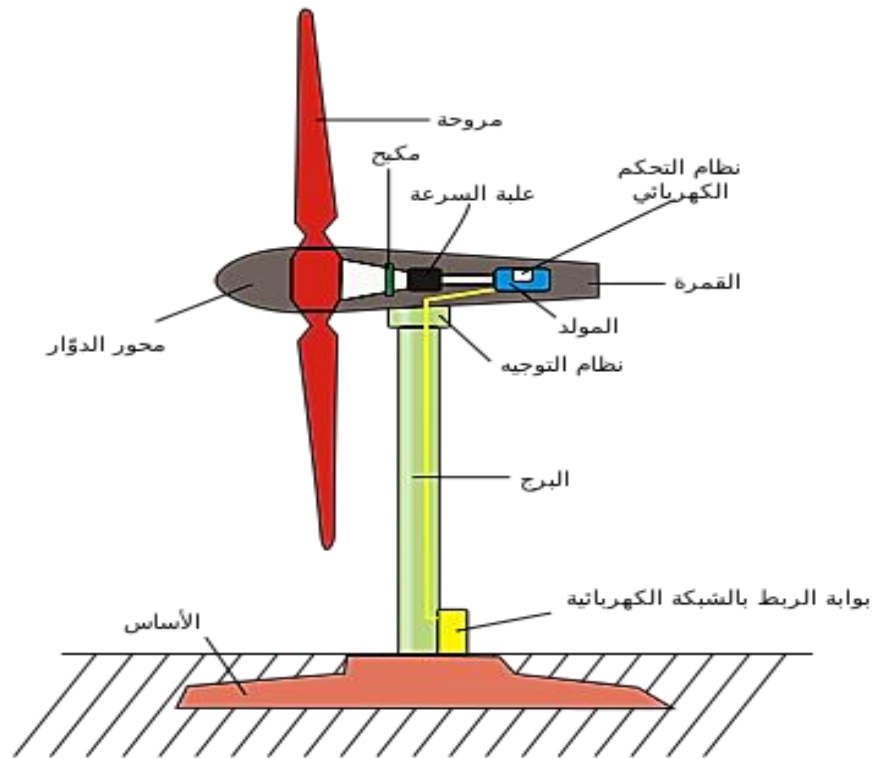
الباب الثاني (الخلفية النظرية)

2-1 الفن السابق في توربينات الرياح:

استخدمت مروحة الرياح في بلاد فارس في حوالي سنة 200 قبل الميلاد. كما عرفت عنفة هيرو السكندري كأول عنفة تستخدم طاقة الرياح لإنتاج طاقة ميكانيكية.

2-1 مكونات توربين الرياح:

1. القاعدة: وهي الجزء السفلي من عنفة الرياح الذي يصمم بشكل أساسي من أجل نقل الحمل الرأسي (الوزن الساكن) إلى الأرض، الأمر الذي يسمح عموماً بتوزيع الحمل.
2. مولد كهرباء: يقوم بتحويل طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية.
3. فرملة : تخفض من سرعة الرياح الشديدة ، وتوقف المروحة عند حدوث عواصف .
4. الحجرة المعلقة : فيها المحول الكهربائي وأجهزة أخرى من ضمنها ناقل حركة.
5. أجهزة قياس سرعة الرياح واتجاهه : هذه توجد في مؤخرة الحجرة المعلقة ، وترسل قراءتها إلى المركز الرئيسي .
6. محرك كهربائي : يقوم بتوجيه العنفة في اتجاه الرياح .
7. دوائر تحكم إلكترونية : تغير من وضع الشفرات محورياً ، وتدير الحجرة المعلقة عن طريق المحرك الكهربائي ، حتي تتخذ الحجرة المعلقة الاتجاه الأمثل للاستفادة من الرياح.



مكونات توربين الرياح: (2-1) Figure

2-3 انواع توربينات الرياح :

2-3-1 توربينات المحور الأفقي :

توربينات الرياح ذات المحور الأفقي (HAWT) لديها عمود الدوران الرئيسي والمولدات الكهربائية في الجزء العلوي من البرج، ويجب أن يتوجه إلى مهب الريح. التوربينات الصغيرة توضع امام رياح هوائية بسيطة، في حين أن التوربينات الكبيرة عموما تستخدم أجهزة استشعار الرياح بالإضافة إلى استخدام محرك Servo . معظمها تحتوي على علبة المسننات، التي تقوم بتحويل الدوران البطيء للشفرات إلى دوران أسرع الامر الذي يجعله أكثر ملائمة لتوليد الطاقة الكهربائية. بما ان البرج ينتج اضطراب خلفه، يتم عادة وضع التوربينات عكس اتجاه الرياح للبرج الداعم لها. تصنع شفرات التوربينات بحيث تكون صلبة جدا حتى تحول دون اندفاعها في حالات الرياح العنيفة والقوية.

بعض النماذج تعمل على سرعة ثابتة، ولكن يمكن جمع المزيد من الطاقة من قبل توربينات متغيرة السرعة. وقد تم تجهيز كافة التوربينات مع ملامح وقائية لتلافي وقوع ضرر على سرعات الرياح العالية، وذلك بوضع فرامل على الشفرات في حالات الرياح القوية تقوم هذه الفرامل بالتحكم بسرعة الشفرات.



توربين الرياح ذو المحور الأفقي : (2-2) Figure

2-3-2 توربينات المحور العمودي:

توربينات الرياح ذات المحور الرأسي VAWTs لديها محور دوران عمودي مرتبة عموديا . المزايا الرئيسية لهذا الترتيب هي أن التوربينات ليست في حاجة إلى ان تكون باتجاه الرياح حتى تكون فعالة. هذه الميزة ملائمة جدا في المناطق التي تكون فيها الرياح متقلبة بشكل كبير، على سبيل المثال عند اندماج المباني مع بعضها. العيوب الرئيسية تشمل انخفاض سرعة دوران مع عزم دوران يترتب على ذلك ارتفاع التكلفة، وبطبيعتها معامل الطاقة لها منخفض، وصعوبة وضع نماذج تدفق الرياح بدقة، وبالتالي تحديات تحليل

وتصميم الدوار قبل افتعال نموذج أولي. مع محور عمودي، يمكن وضع المولد وعلبة المسننات بالقرب من سطح الأرض وبالتالي تحسين إمكانية الوصول للصيانة.



توربين دارايوس عمودي المحور: (2-3) Figure

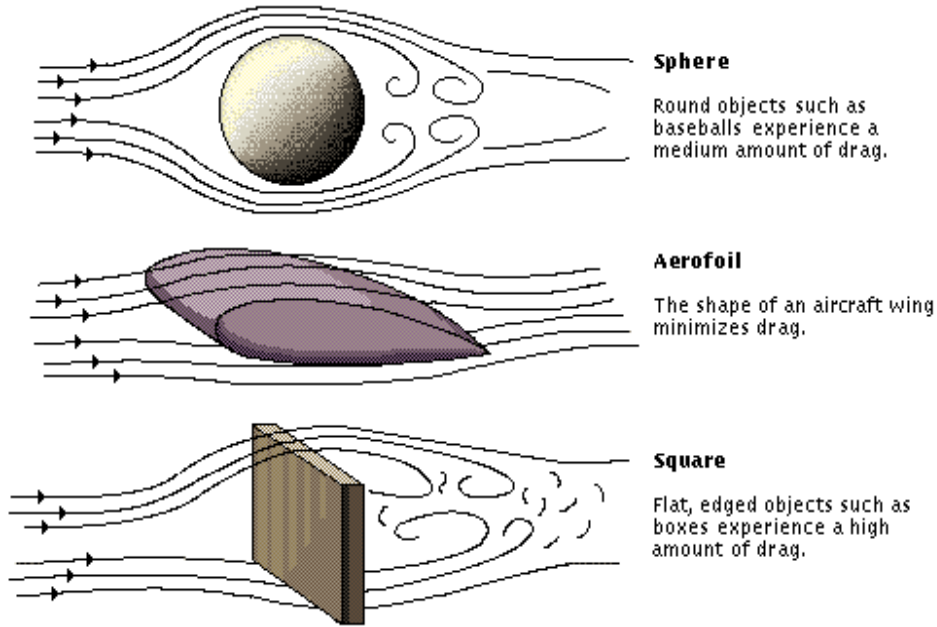


توربين رياح حلزوني الشفرة: (2-4) Figure

2-4 الدوامات الهوائية , تكوينها و كيفية الاستفادة منها:

عندما يتقاطع تيار الهواء مع جسم آخر يؤدي ذلك الى نشوء

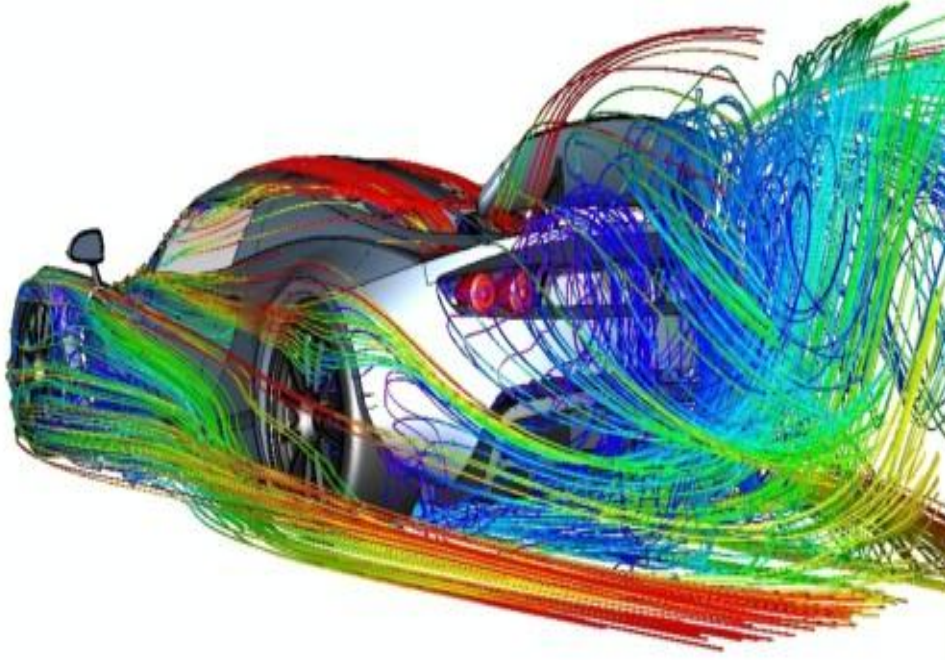
دوامات هوائية.



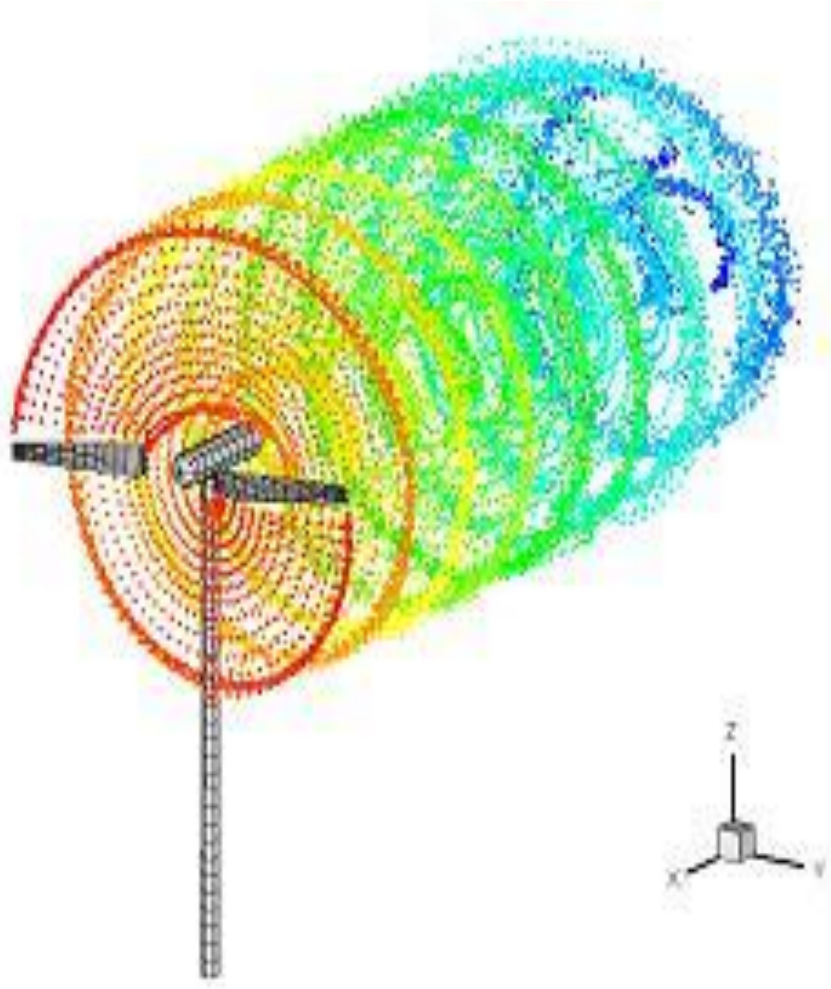
تكوين الدوامات الهوائية عند اصطدامها بالأجسام المختلفة: (2-5) Figure

تعتبر الدوامات الهوائية دليلا لبيان حقل التدفق الهواء و اتجاهه و

لكن بالرغم من ذلك فإنها في ذات الوقت تعتبر طاقة مهدرة.



استخدام الدوامات الهوائية لبيان انسيابية تصميم سيارة و خلوها من العيوب (2-6) Figure



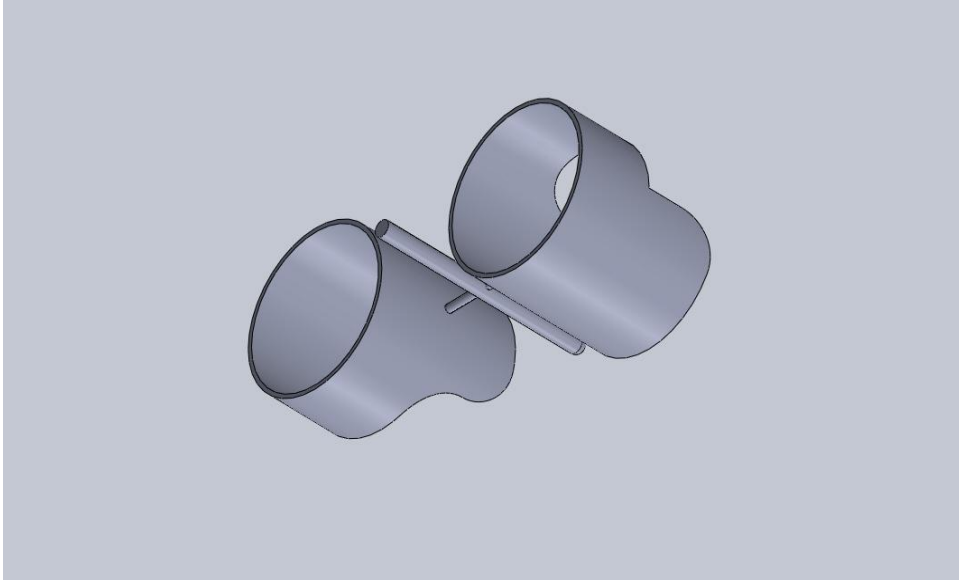
تكوين الدوامات الهوائية خارج مروحة توربين الرياح للتأكد من زاوية ميلان (2-7) Figure
الشفرة و انسيابية التصميم

الباب الثالث

(منهجية البحث)

3-1 نموذج المروحة المستخدمة في الاستفادة من طاقة الدوامات:

يمكن الاستفادة من الدوامات الهوائية كدليل لبيان حقل التدفق الهوائي و كطاقة حركية في نفس الوقت, لديها أسطوانات ذات مقطع شبه نصفي من منتصفها بدلا من الشفرت العادية و لا تحتاج لتوجيه بزاوية معينة لأنها من النوع VAWT و تصميمها هذا يسمح لها بأن تدور اطول فترة عند انقطاع تيار الهواء . يدخل الهواء من المقطع النصفي و يصطدم بالجدار الداخلي للمروحة ثم يبدأ في تكوين دوامة داخل الأسطوانة مما يؤدي لنشوء قوة دفع تجبر المروحة على الدوران و حتى خروج طاقة الدوامة من الجزء العلوي.



تصميم المروحة مستمرة الدوران : (3-1) Figure

3-1-1 Design Structure (In mm)

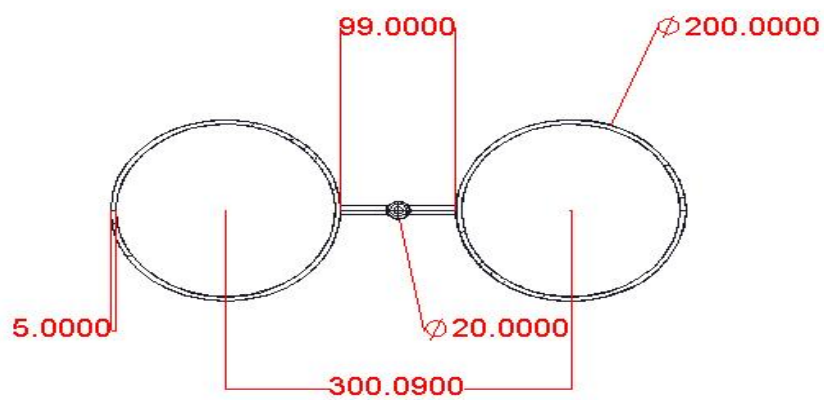
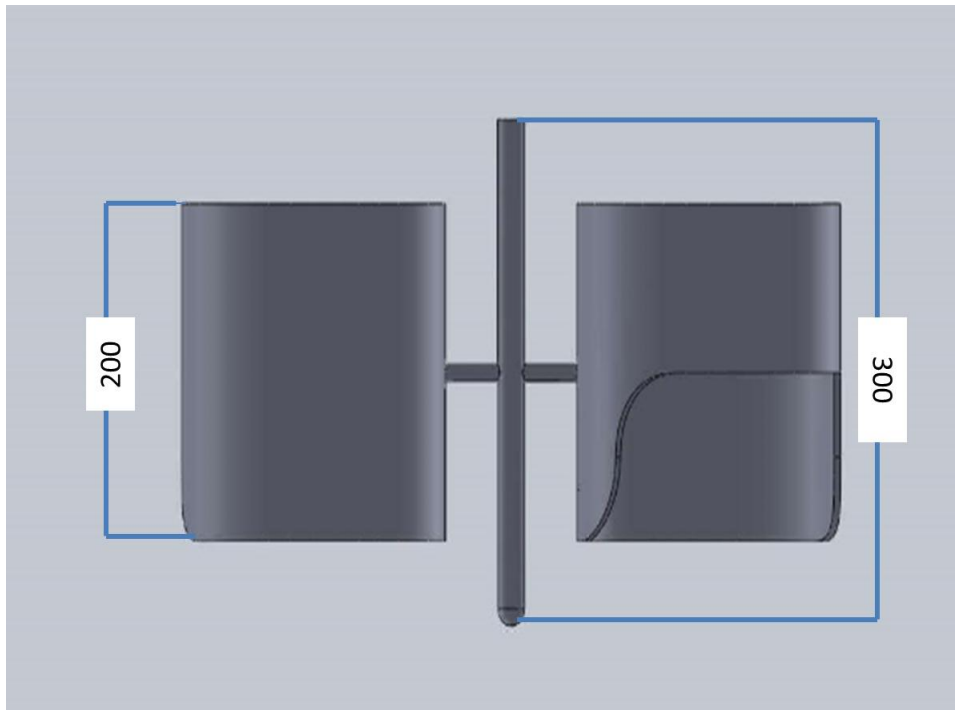


Figure (3-2) : ابعاد المروحة من المقطعين الامامي و الافقي

3-2 المادة المستخدمة في تصميم نموذج المروحة و خواصها :-

3-2-1 بيانات المادة من البرنامج :

Material Name = PVC

Product Name = "(P) Generic material / Generic material of PVC"

Melt Temperature = 190.00 °C

Mold Temperature = 40.00 °C

Ejection Temperature = 75.00 °C

Glass Transition Temperature = 80.00 °C

Specific Heat = 1 1.800000e+007

Thermal Conductivity = 1 1.800000e+004

Young Modulus = 2 3.300000e+010 3.300000e+010

Poisson's Ratio = 2 4.000000e-001 4.000000e-001

3-2-2 Material Parameter:-

1. Polymer Viscosity Graph

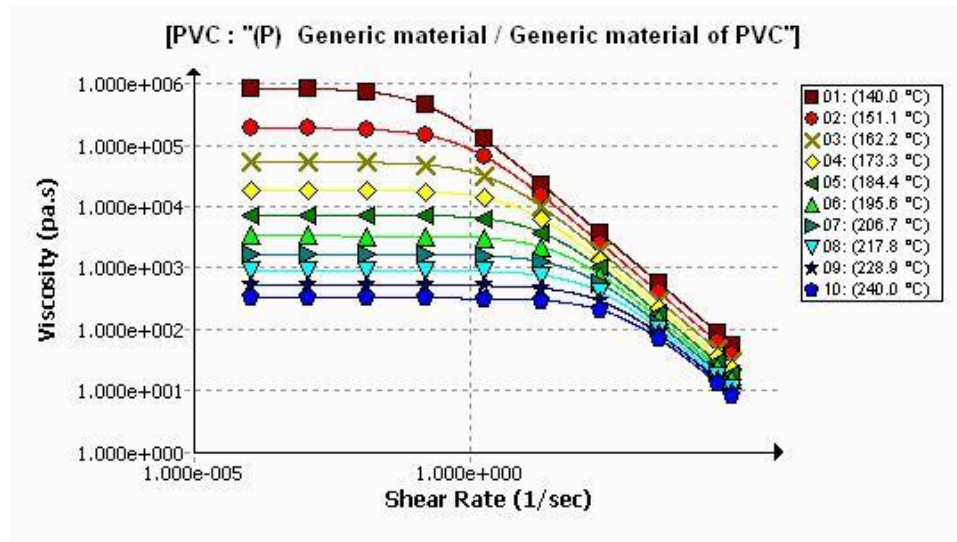


Figure (3-3) :Poly mer Viscosity Graph

2. Polymer Specific Volume Graph

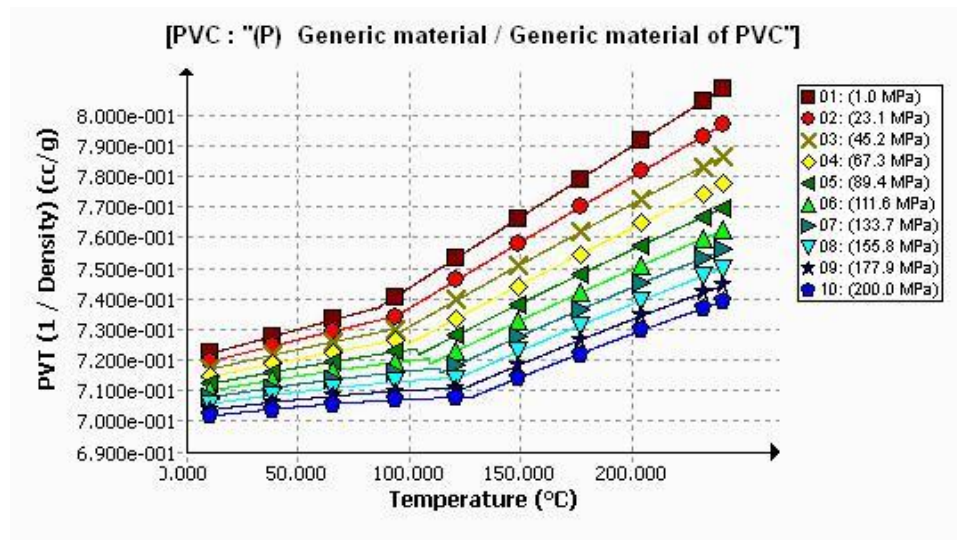


Figure (3-4) : Polymer Specific Volume Graph

3. Polymer Specific Heat Graph

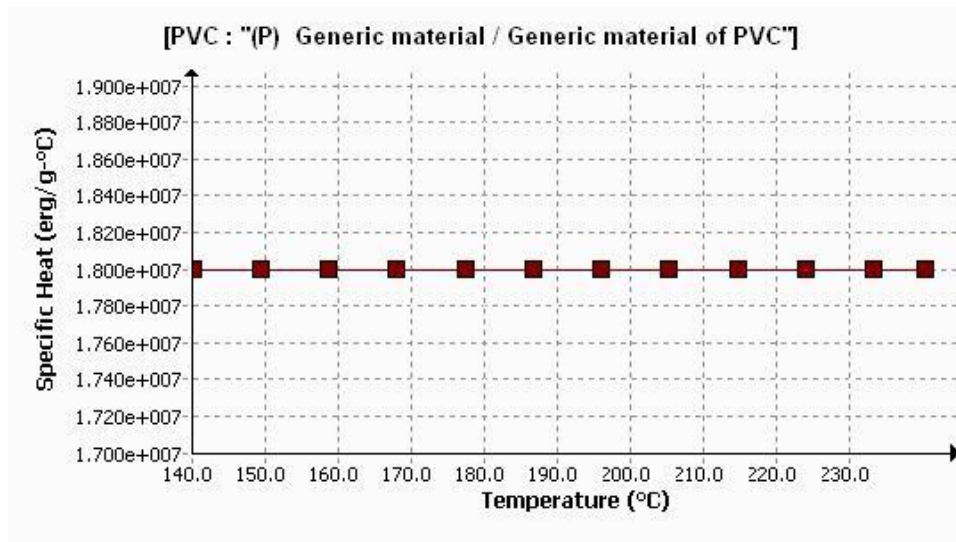


Figure (3-5) : Polymer Specific Heat Graph

4. Polymer Thermal Conductivity Graph

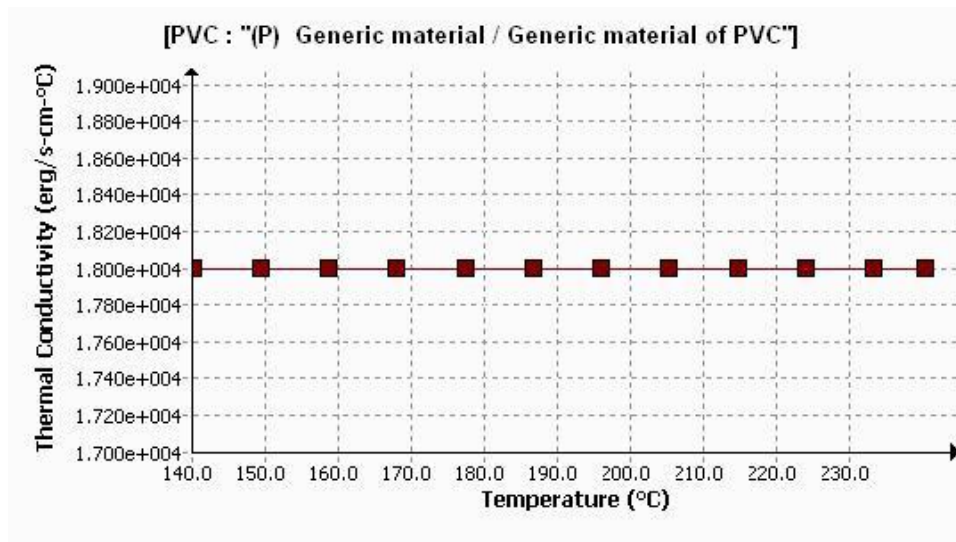


Figure (3-6) : Polymer Thermal Conductivity Graph

الباب الرابع (تحليل البيانات)

4-1 الحسابات و المعادلات:

القدرة الناتجة من توربين الرياح متناسبة طرديا مع المساحة المجتاحة .

القدرة الناتجة من توربين الرياح متناسبة طرديا مع مكعب سرعة الرياح.

كثافة الهواء تساوي 1.23 kg / m^3

وعليه فإن قدرة الرياح تحسب بالمعادلة :

$$\text{Wind Power} = 0.5 \times \text{Swept Area} \times \text{Air Density} \times \text{Velocity}^3$$

4-1-1 المساحة المجتاحة (Swept Area) :

هي المساحة التي تحتلها المروحة أثناء الدوران .

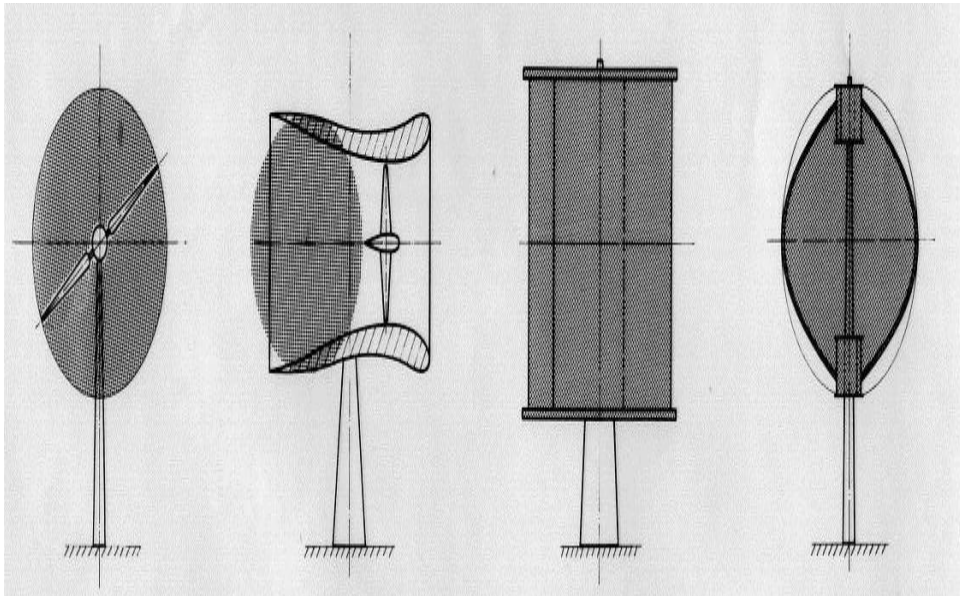
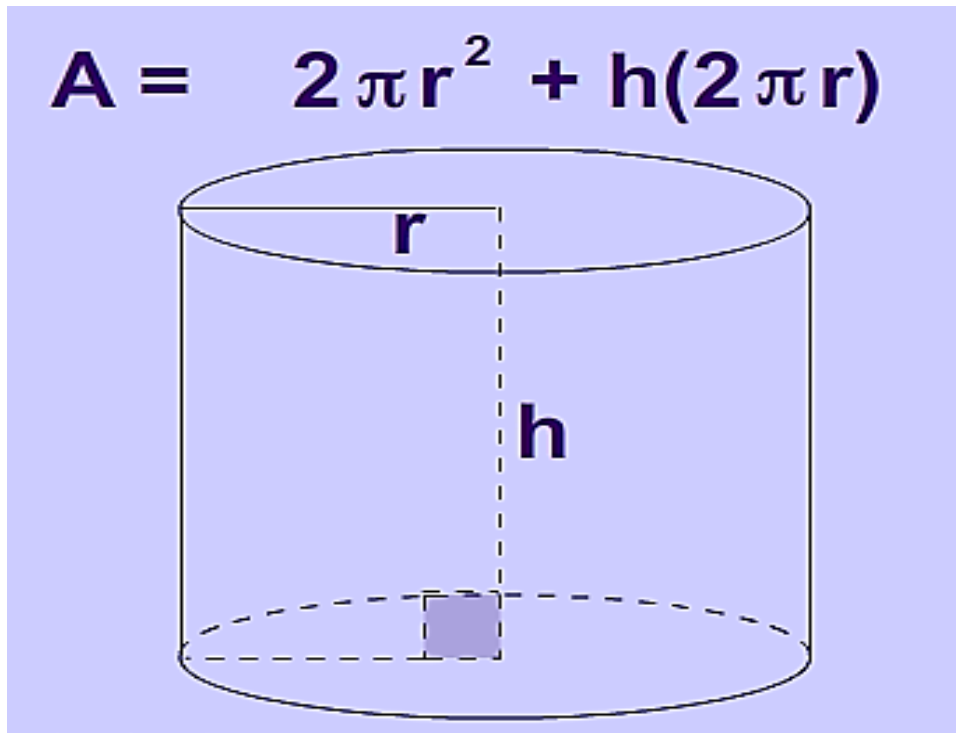


Figure (4-1): المساحة المجتاحة (Swept Area)

المساحة المجتاحة لنموذج المروحة المصممة للاستفادة من طاقة الدوامات
تمثل مساحة الأسطوانة .



مساحة الأسطوانة: (4-2) Figure

$$A = 188495.559 \text{ mm}^2 = 1884.95559 \text{ cm}^2 = 0.18849556 \text{ m}^2$$

$$\text{Wind Velocity} = 6 \text{ m/s (constant)}$$

$$\text{Wind Power} = 0.5 \times 0.18849556 \times 1.23 \times 5^3$$

$$= 14.4905962 \text{ watt (approximately)}$$

4-2 المحاكاة و التحليل :

4-2-1 النتائج :

Information : Process Condition

FLOW/PACK

Filling Time = 10 sec

Main Material Melt Temperature = 190 °C

Mold Wall Temperature = 40 °C

Injection Pressure Limit = 100 MPa

Max. Inject(Machine) Flow Rate = 194 cc/s

Flow/Pack Switch Point in Filled Volume = 100 %

Pressure Holding Time = 20 sec

Total Time in Pack Stage = 100 sec

Auto Filling Time(1: Exist, 0: Not) = 1

Auto Packing Time(1: Exist, 0: Not) = 1

Venting Analysis(1: Exist, 0: Not) = 0

Cavity Initial Air Pressure = 0.1 MPa

Cavity Initial Air Temperature = 25 °C

COOL

Inlet melt temperature = 190 °C

Min. Coolant temperature = 25 °C

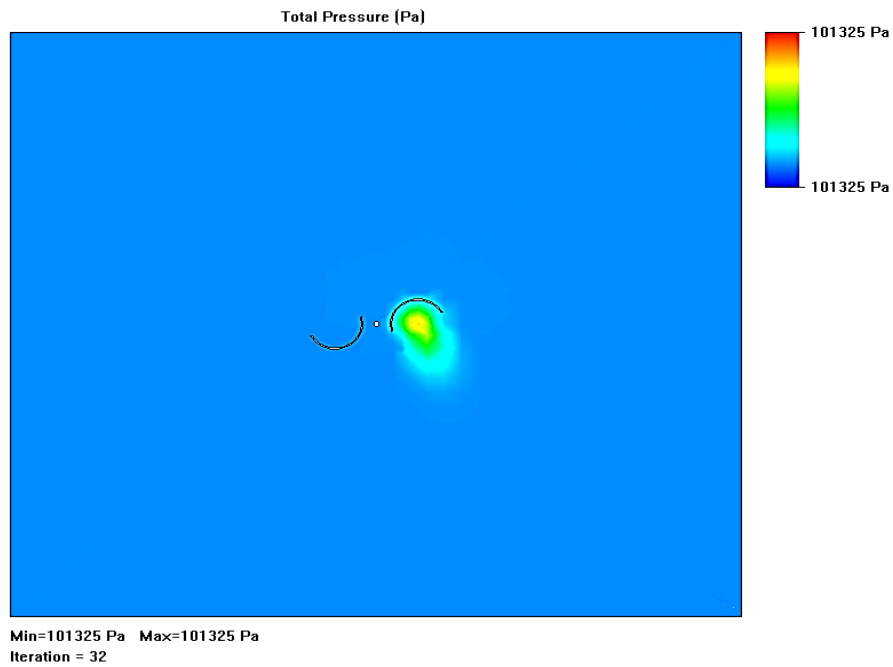
Air temperature = 30 °C

Mold open time = 5 sec

WARP

Ambient Temperature = 30 °C

a) Pressure Simulation Results :-



Figure(4-3): ضغط الهواء الكلي المؤثر على المروحة من المقطع الأفقي

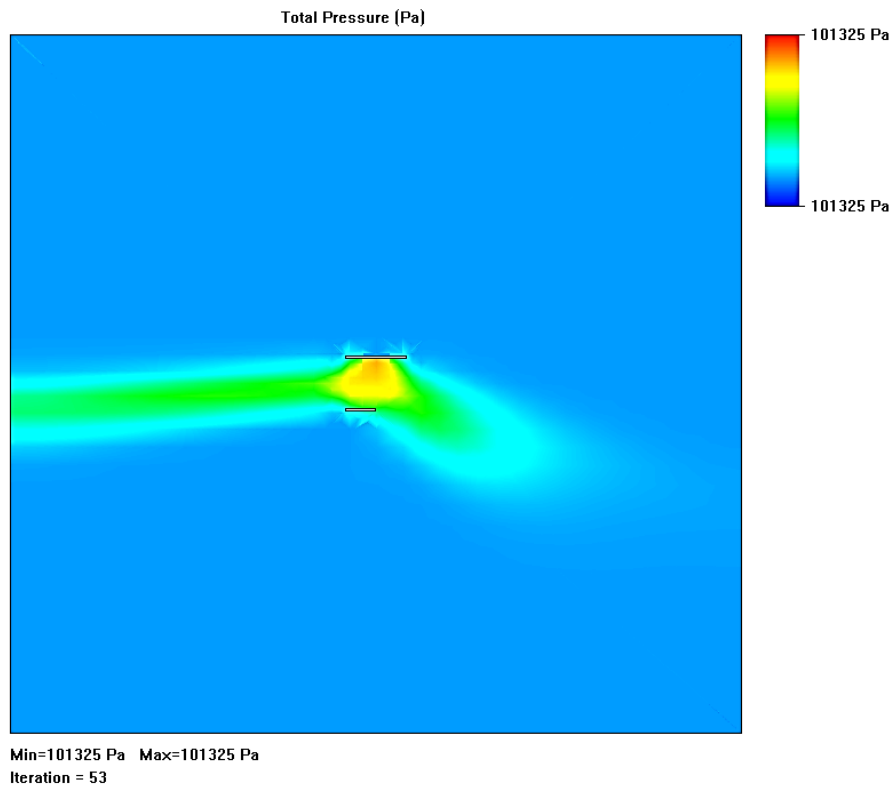


Figure (4-4) ضغط الهواء الكلي المؤثر على المروحة من المقطع الجانبي مع بيان امتداد
اثر قوة الضغط

b) Velocity Simulation Results :-

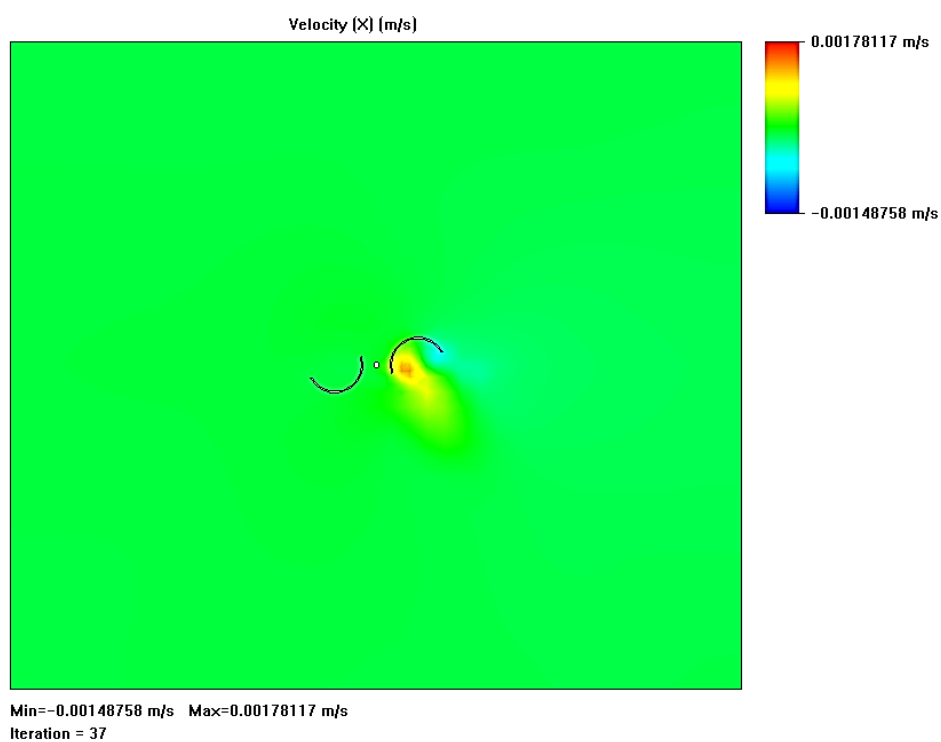
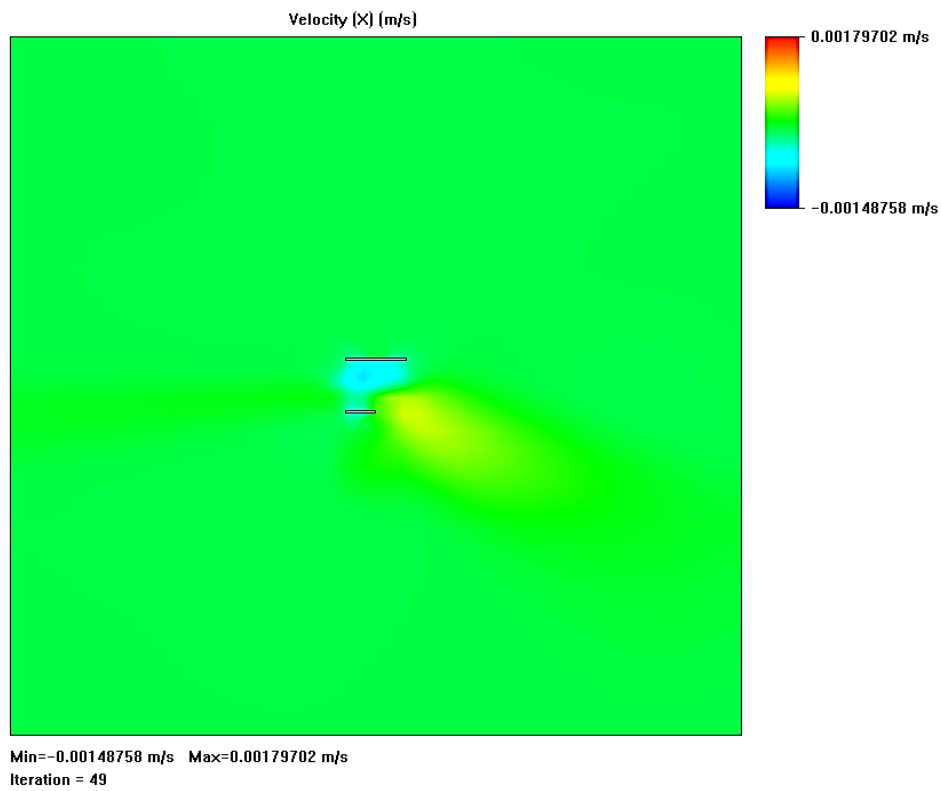


Figure (4-5) : (X) سرعة الهواء من المقطع الافقي في الاتجاه



سرعة الهواء من المقطع الجانبي في الاتجاه (X) : (4-6) Figure

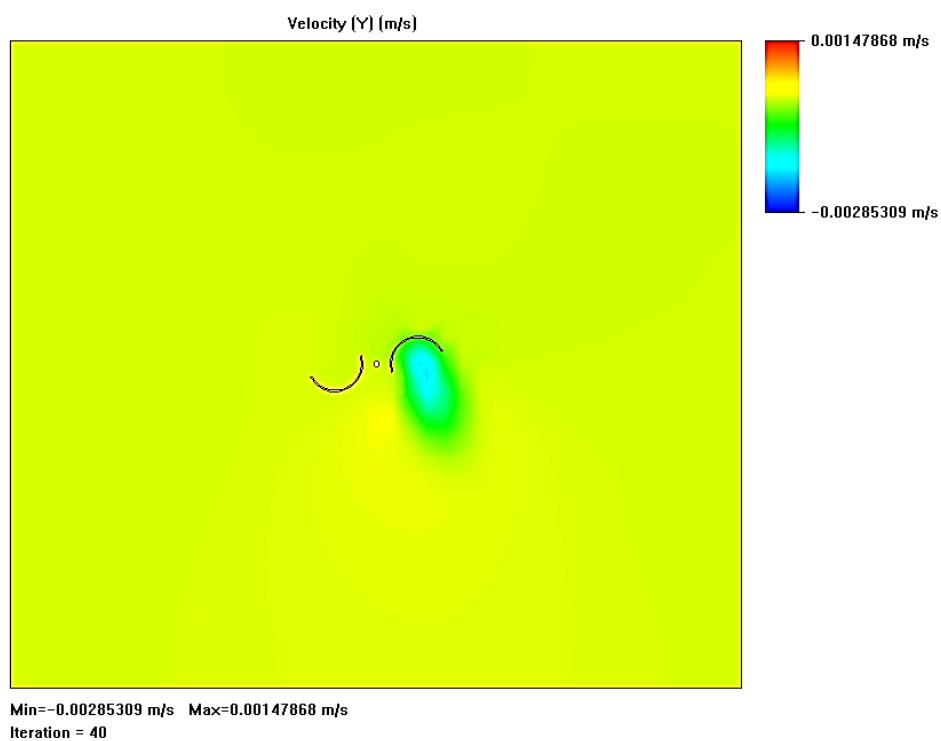


Figure (4-7) : (Y) سرعة الهواء من المقطع الافقي في الاتجاه

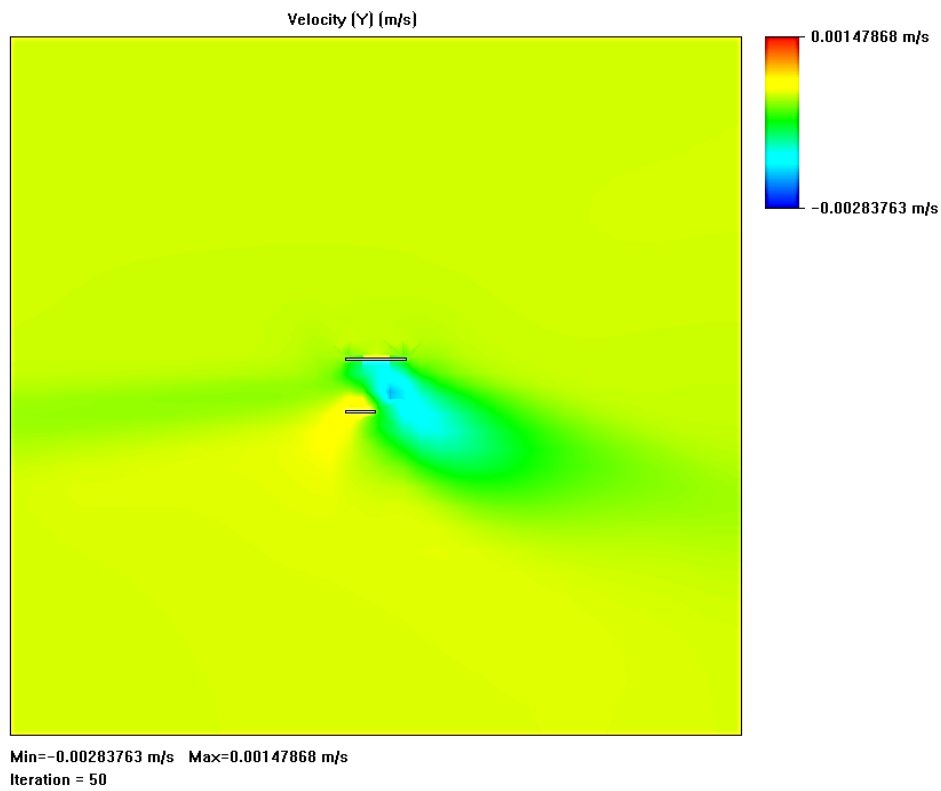


Figure (4-8) : (Y) سرعة الهواء من المقطع الجانبي في الاتجاه

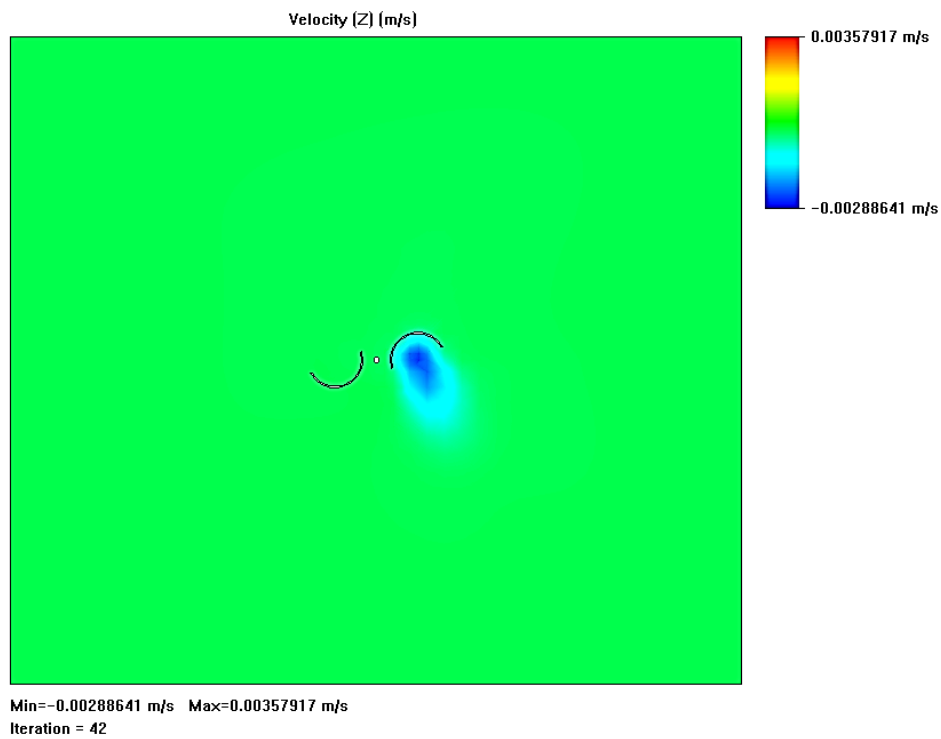
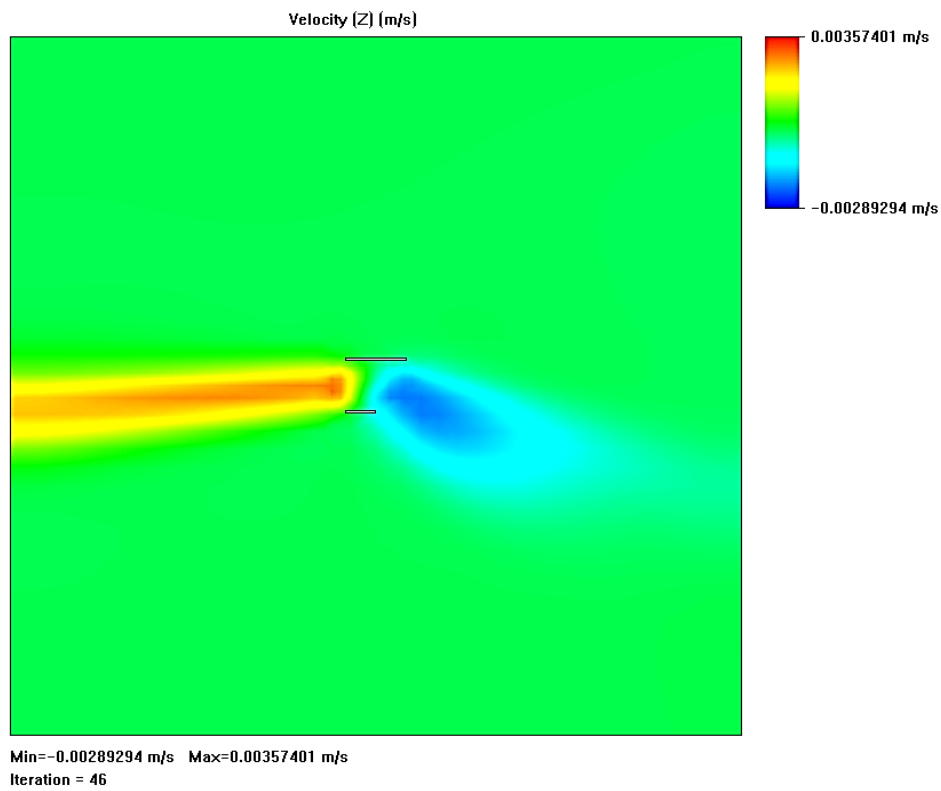


Figure (4-9) : (Z) سرعة الهواء من المقطع الافقي في الاتجاه



مع بيان تأثير السرعة باللون الاحمر على اتجاه دوران المروحة : Figure (4-10)
سرعة الهواء من المقطع الجانبي في (Z)

c) Turbulent Simulation Results :-

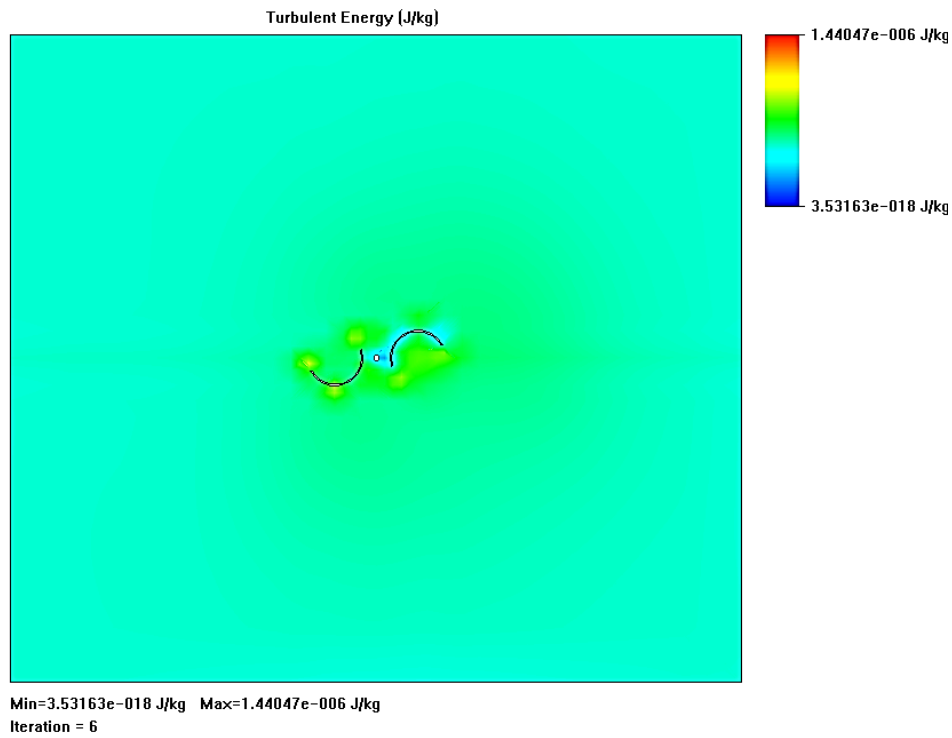


Figure (4-11) : Turbulent Energy

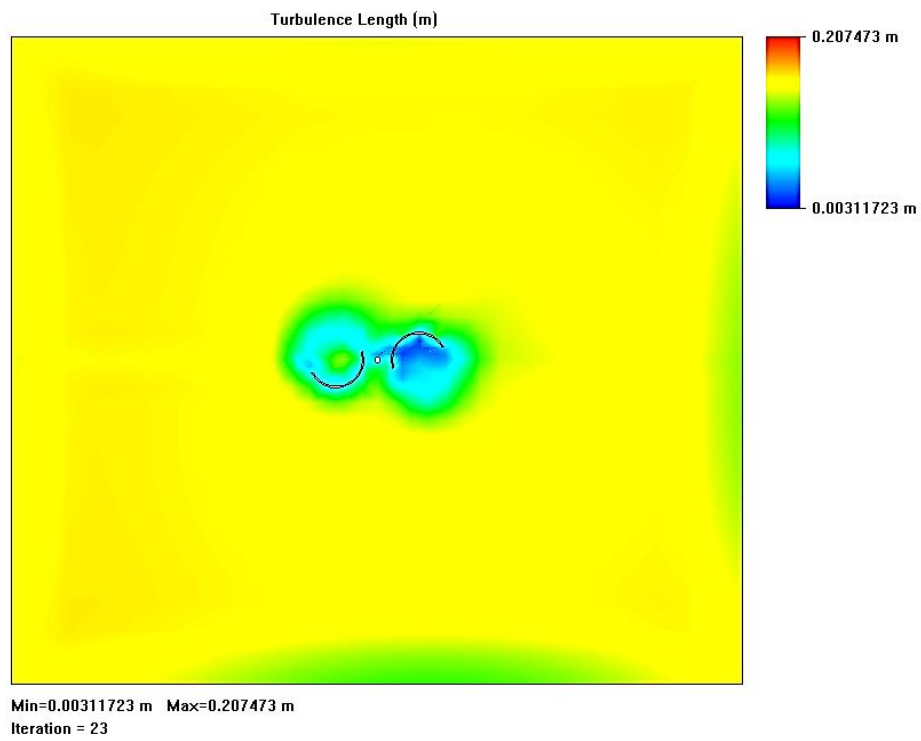


Figure (4-12) :Turbulence Length

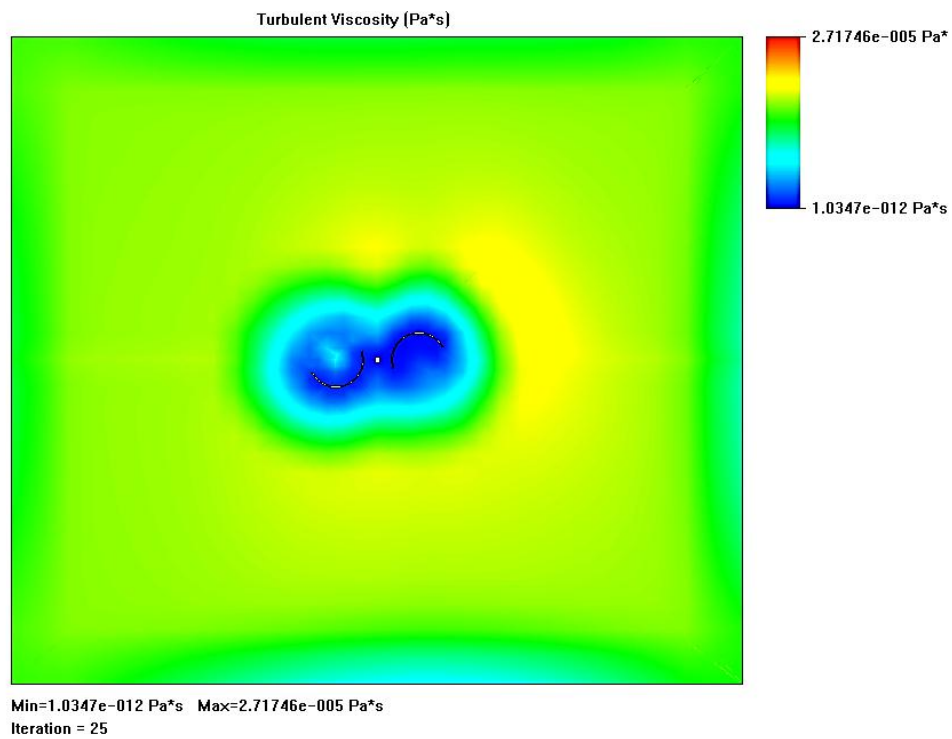


Figure (4-13) : Turbulent Viscosity

الباب الخامس
(النتائج و التوصيات)

5-1 النتائج:

- اثبت نموذج المروحة في برنامج المحاكاة قدرته على تحمل ضغط الدوامة تحت الظروف القياسية .
- نموذج المروحة يعمل فقط مع توربينات الرياح من النوع العمودي المحور VAWT .
- الحسابات المخرجة تخص تصميم المروحة فقط ... و لا تخص التوربين نفسه، ما يعني أنه عند تركيبها مع التوربين فإن قدرتها سوف تقل بناء على تأثير العوامل الميكانيكية (الإجهاد _ الاحتكاك _ التآكل وغيرها) .

5-2 التوصيات:

1. يجب دراسة حدود بيتر لتصميمات المرواح.
2. معرفة عيوب توربينات الرياح عمودية المحور.

المراجع و المصادر

1. المؤلف : Paul Gipe

الكتاب : Wind Energy Basics Revised: A Guide to Home– and

Community–scale Wind Energy Systems_ Second Edition

دار النشر : *Chelsea Green* , تاريخ النسخة : 1999

2. المؤلف : Paul Gipe

الكتاب : Wind Power: Renewable Energy for Home, Farm, and

Business

دار النشر : *Chelsea Green* , تاريخ النسخة : 2004

3. المؤلف : Darrell Dodge

الموضوع : illustrated history of wind power development

دار النشر : Telnet Web Development , تاريخ النشر : 2001