(7)

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة وادي النيل

كلية الهندسة والتقانية

مشروع دراسة بحثية ومعملية لنموذج توربين هوائي

لنيل شهادة الدبلوم في الهندسة الميكانيكية

Theoretical and experimental study of wind turbine model

osama Mohammed Elmardi Suleiman
Mechanical Engineering Department
Faculty of Engineering and Technology
Nile valley University, Atbara, Sudan

إعداد

بهاء الدين عبد الله محمد

مرتضى أبو القاسم فضل

هيثم إبراهيم محمد أحمد

محمد خير الله النعيم محمد

١٩٩٨

إشراف الأستاذ

أسامة المرضى

المحتويات

الإهداء (I)
شكر وعرفان (II)
ملخص (III)

الفصل الأول

1.0 مقدمة

1.1 خلفية تاريخية (1)

1.2 استغلال طاقة تيارات الرياح في السودان (3)

الفصل الثاني

2.0 نظرية الجسيمات الهوائية

2.1 تعريف الجسم الهوائي (4)

2.2 مصطلحات الجسيم الهوائي (5)

2.3 الثوابت الهندسية (5)

2.4 أنواع الجسيمات (6)

2.5 توليد قوة الرفع والسحب (6)

الفصل الثالث

3.0 تصميم النماذج وإجراءات الاختبار

3.1 تصميم النماذج (10)

3.2 إجراءات الاختبار (11)

الفصل الرابع

4.0 القراءات والنتائج

4.1 القراءات (13)

4.2 عينة من كيفية إجراء الحسابات (13)

4.3 النتائج (14)

4.4 التعليق على النتائج (14)

الفصل الخامس

5.0 الخاتمة و التوصيات (15)

5.1 الخاتمة

5.2 التوصيات

المراجع والملاحق (16)

بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص :

هذا البحث هو سلسلة من البحوث التي تم تنفيذها بكلية الهندسة والتقنية عطبرة لمحاولة الاستفادة من الطاقة المتجددة [Renewable energy ~~energy Renewable~~] المتاحة لدينا والتي لم يتم استغلالها بالصورة المثلى مثل طاقة الرياح ، الطاقة الهيدرولية ، طاقة الشمس ، طاقة باطن الأرض ،الطاقة الحيوية وغيرها ومحاولة تحويلها إلى شكل مناسب من الطاقة لمصلحة الإنسان فى بلادنا .

الفصل الأول من هذا البحث يحتوى على مقدمة تتناول خلفية تاريخية لاستغلال طاقة تيارات الرياح في تشغيل محطات القدرة المختلفة (مولدات ،طواحين ،طلمبات ، وغيرها ...) . عند نهاية هذا الفصل تم حصر الأهداف الأساسية لهذه الدراسة .

الفصل الثاني يشرح نظريات الجسيمات الهوائية المختلفة والمقاطع المستطيلة و يعرف المصطلحات الفنية المتعلقة بهما .

بينما **الفصل الثالث** يتطرق لتصميم النماذج والإجراءات المستخدمة لاختبارها .

الفصل الرابع يوضح القراءات التي تم الحصول عليه والنتائج المقابلة لها خلال جداول ،مخططات ، وعينة من الحسابات .

الفصل الخامس من هذه الدراسة يتضمن الخاتمة والتوصيات التي تبرر استخدام مثل هذا النوع من مقاطع الريش ويعطى توصيات إضافية خاصة بتطوير هذا التصميم .

ملحق هذا البحث يحتوى على جداول ومخططات خاصة بالنماذج التي تم إجراء الاختبار عليها .

إهداء

إلى أبائنا

إلى امهاتنا

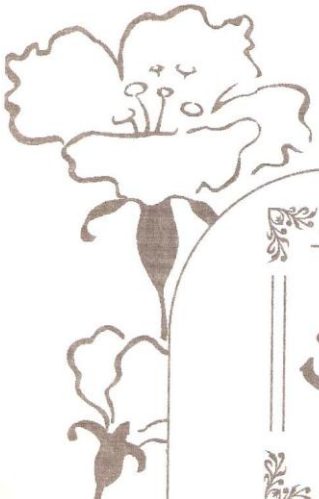
إلى الاساتذة الاجلاء

إلـى كـل مـن سـاعد او اشـرف وشـارك

فى تنفيذ او التخطيط لهذا المشروع ،، ،،،

إلى دماء شهداء هذه الامة ،،، ،،

اليكم جميعاً نهدى هذا العمل المتواضع ،، ،،،



شكر وعرفان

إلى كل من ساهم فى انجاح هذا المشروع

و الشكر اولاً إلى

الاستاذ / أسامه المرضى

الذى اضاء لنا الطريق بوضع اللبنات الاولى لهذا المشروع و الذى لم يبخل علينا باى معلومة متى ما طلب منه ذلك ،، ،،،

و الشكر موصول آلي جميع رؤساء الورش و إلى شركة اعمال الرى والحفريات لتعاونهم التام معنا ،،،،

فلهم منا فائق الشكر والعرفان ،، ،،،

وجزاهم الله خير الجزاء

الفصل الأول

مقدمه

خلفيه تاريخيه :

- زيادة استهلاك مصادر الطاقه سنة تلو الاخرى بعد الثوره الصناعيه التى عمت العالم قبل اكثر من قرن ونصف القرن هدد ينفدها خاصة بعد اختراع الآلات والماكينات الحديثه و التى اتبعها البحث عن مصادر الطاقه مثل الزيوت و المواد المعدنيه الاخرى و التسابق المحموم فى محاولة امتلاك الاشكال المتاحه من الطاقه باى وسيلة ومحاولة تحويلها إلى منتجات او خدمات لرفاهية الانسان هذا التسابق الجنونى شجع العلماء و الباحثين لعمل كل مافى وسعهم لانقاذ موارد العالم المحدوده .

وهكذا فانه قد تم توجيه البحث العلمى ناحية إيجاد مصادر اخرى للطاقة تكون مستمرة وابدية مثل الطاقة المتجدده التى تشمل طاقة الشمس ، تيارات الرياح ، الغازات الحيويه ، الحراره الكامنه فى باطن الارض ، وطاقة تيارات المياه وغيرها . هذه الاشكال من الطاقه يمكن الاستفاده منها بتكلفة تشغيل صغيره جداً ﴿ تقريباً معدومه ﴾ لحل مشاكل الطاقه كلياً او جزئياً فى بلدان عديده خلال هذا العالم . ولكن المشكله الان تكمن فى التكاليف الانشائيه المتصاعده لانشاء وحدات التحويل التى بمقدورها تحويل هذه الطاقة الخام إلى اشكال مفيدة .

طاقة تيارات الرياح هى احدى الطاقات المتجدده التى تقسم بالاستمراريه و الديمومة و التى يمكن استخلاصها و الاستفادة منها فى كثير من التطبيقات الهندسية التى تحتاج لقدرة عاليه مثل تشغيل طلمبات صغيرة الحجم لدى حيازات صغيرة او توليد قدرة كهربائية لاضاءة المنازل وغيرها . تنشأ حركة الرياح نتيجة لتغير درجة حرارة الهواء عند ملامسته الارض فهو يبرد ليلاً ويسخن نهاراً .

وتختلف سرعة الرياح كثيراً من مكان لآخر ففى بعض الاحيان تكون الرياح على هيئة نسمة لطيفة وفى بعضها الآخر تزداد سرعتها بزيادة كبيرة قد تصل إلى حد العاصفة و الاعصار .

وقد وضع ﴿ الاميرال البريطانى ﴾ عاش فى القرن التاسع عشر يدعى اسير فرانيس بوفورت مقاس تقريبى للرياح على اساسه اقيمت قوة رفع الرياح لاشرعة السفن الشراعيه المستعملة فى ذلك الحين وعرف باسم مقياس بوفورت لسرعة الرياح وماذال حتى اليوم مستعملاً .

الرياح ذات السرعة ٦٢ -- ٧٤ كلم / الساعه و التى تؤدى إلى انكسار اطراف فروع الشجر لا تصلح للاستخدام فى الطاقة مما تحدثه من خراب ودمار ويجب عند اختيار الاماكن التى

تقام فيها التجهيزات ~~لاستخدام طاقة~~ لاستخدام طاقة الرياح بحيث تكون مناسبة لها صفة الدوام طول العام .

وقد بلغ قطر المراوح المستخدمة فى الولايات المتحدة ٦٠ متراً وتتوقف فى مصر فى شبه جزيرة سيناء وفى منطقة شرق العوينات . وقد ثبت فى بعض الدراسات التى اجريت فى هذا المجال ان سرعة الرياح فى منطقة العوينات تبلغ فى المتوسط ثمانية امتار فى الثانية اى ٣٠ كيلومتر / الساعه وهى سرعة مناسبة تكفى لتوليد قدر من الكهرباء من مراوح كهربائية قطر كل منها نحو عشرين متراً . ويمكن عن طريقها استخراج المياه من الآبار . الارتوازية لدى نحو ٢٥٠ الف فدان من الاراضى القابلة للزراعه بهذه المناطق .

كذلك .. من بعض الدراسات التى قام بها فريق يتكلف من وزارة الكهرباء و الطاقه ان منطقة خليج السويس بها سرعات هواء عالية قدرتها آلي الف ميجاوات وهى تعادل قوة محطة توربنية كبيرة .

وهنالك مشروعات لتوليد الكهرباء و استخراج المياه من باطن الارض فى رأس غاب و الفردقة ولصناعة الثلج المجروش باسوان . ومن المنتظر ان يتسع استعمال طاقة الرياح لتوليد الكهرباء و استخراج المياه من باطن الارض فى كثير من البلدان . وهذه المحطات قليلة التكاليف ويمكن وضع كثير من اجزائها محلياً وكل ما تطلبه مرور رياح متوسطة السرعه طول العام .

وفى هولندا استخدمت سرعة الرياح فى تحريك طواحين الهواء التى انحيت على ساحل البحر استعملت فيها مراوح ضخمة تحركها الرياح لتحرك بدورها الطاحونة الموجوده بقاع البحر وكذلك اقيمت باربكا ابراج عالية تحمل مراوح ضخمة لانتاج الكهرباء وبلغ قطر بعض المراوح ٦٠ متراً وتخطو غالباً استخدام الطاقة من الرياح لانتاج قدر كبير من الطاقة الكهربائية التى ستنتجها عام ٢٠٠٠م لتوفير الوقود .

المروحة التى قطرها ٨ متر تستطيع ان تنتج ٣,٢ كيلوات من الكهرباء وهو يكفى احتياجات المنزل المعتاد

وتتميز هذه المحطات بعدم صدور ضوضاء ويمكن اقامتها بجانب المنازل لعدم حدوث ضوء منها . وتتوفر فى كثير من مناطق فى مصر وفى الساحل الشمالى كما ذكرت وهذا طبقاً من ملخص الدراسات التى اجريت .

١.٢ - إستقلال طاقتي سيارات الرياح بالسودان :

استقلال طاقة تيارات الرياح بالسودان ضعيف جداً نسبة لضعف حركة الرياح حيث هنالك احصاءات من محطة الارصاد الجوى لمتوسط سرعة تيارات الرياح لمدن عديدة فى السودان يمكن من خلالها تحديد المناطق التى يمكن ان تستفيد من هذه الطاقة فنجد ان متوسط سرعة الرياح للاعوام من ١٩٦١ إلى ١٩٩٢ م فى المدن المذكوره فى الجدول ادناه كالآتى :

صسلسل	المدينة	متوسط سرعة الرياح (م/ث) ١٩٦١-١٩٩٢
١	كريمه	٣,٥٧
٢	الخرطوم	٣,٣٣
٣	عطبره	٢,٦٣
٤	نيالا	٣,٢٠
٥	الفاشر	٢,٣٧
٦	ود مدنى	٣,١٣
٧	القضارف	٢,٧٧
٨	بورتسودان	٣,٠٠

ملحق مخططات إحصائية ص (16) إلى ص (25)

للتفاصيل ملحقات ﴿ مخطط ارقم (٢) ص (١٦) ﴾

من المعلوم ان السودان يتأثر بالرياح الشماليه الجافه فى فصل الشتاء و الرياح الجنوبيه الرطبه فى فصل الصيف تبعاً لحركة الفاصل شمالاً او جنوباً ففى فصل الصيف مثلا يتحرك الفاصل المدارى آلي اقصى شمال السودان او الناحية الجنوبية لمصر مما يجعل المناطق او جميع انحاء البلاد جنوب الفاصل المدارى عرضه للرياح الجنوبيه الرطبه بينما يتحرك الفاصل المدارى فى فصل الشتاء آلي اقصى الجنوب مما يجعل المناطق التى تقع شمال الفاصل المدارى متاثرة بالرياح الشماليه الجافة .

من الجدول عاليه يلاحظ ان سرعة الرياح فى السودان ضعيفه جداً بحيث لا يمكن استغلالها لتوليد قدرات كهربائيه يمكن اعتبار الولاية الشمالية وولاية الخرطوم كأفضل المناطق فى السودان التى تعطى سرعات نسبياً افضل من غيرها لاقامة مشاريع صغيره تعمل بتيارات الرياح (مثل إنارة المنازل وغيرها)

الفصل الثاني

٢.٥ نظرية الجسيمات الهوائية

٢.٥ ٢.١ تعريف الجسم الهوائي :

الجسم الهوائى هو عباره عن جسم انسيابى يتم تصميمه لانتاج قوة رفع باقل قوة للسحب لجسم انسيابى مغمور فى مائع منساب ، نجد نقطة الانفصال متاخر حتى قرب المؤخرة وهذا سيخفض السحب على الجسم الانسيابى آلي ادنى قيمه . يمكن ان يكون السحب الواقع على الجسم الانسيابى حوالى ١/١٥ من السحب الواقع على اسطوانة بنفس السمك .

الملمح الاساسى و الهام فى الجسم الانسيابى هو المسلوب البطىء للذيل . من الواضح ان الرسومات الموضحه فى الشكل رقم ﴿ ٢-١ ﴾ و ﴿ ٢-٢ ﴾ ص ﴿8﴾ تشبه حدما بعض المخلوقات البحريه ﴿ الاسماك و الدلافين ﴾ .

٢,٢ مصطلحات الجسم الهوائى :

الشكل رقم ﴿ ٢,١ ﴾ يوضح جسيم هوائى وبعض المصطلحات المتعلقة به ومنه المصطلحات يمكن تعريفها كالآتى :

١) 2.2.1 الحافة الاماميه :

هى الحافة التى يمر بها الانسياب فى الاول ويطلق عليها فى بعض الاحيان انف ﴿ ﴾ .

٢) 2.2.2 الحافة الخلفيه :

هى النهاية البعيده للجزء الخلفى للجسيم الهوائى .

٣) 2.2.3 الوتر :

هو المسافه بين الحافة الاماميه و الخلفيه .

٤) 2.2.4 خط الوتر :

هو مستقيم يتم رسمه لوصل الحافتين بحيث يمر خلال مركز المساحة للجسيم الهوائى .

٥) 2.2.5 خط التقوس :

هو الخط الذى يصل بين الحافتين بحيث يمر خلال مركز المساحة للجسيم الهوائى .

٦) 2.2.6 زاوية السقوط :

هى الزاوية التى يضعها خط الوتر للجسيم الهوائى مع إتجاه إنسياب المائع ويطلق عليها فى بعض الاحيان زاوية الهجوم .

2.3 الثوابت الهندسية :

خواص مقطع الجسيم الهوائى يتم تحديدها ببعض الثوابت الهندسة التى يمكن تعريفها كالآتى :

١) 2.3.1 نسبة ﴿ t /c ﴾

هى النسبة بين السمك الاقصى ﴿ t ﴾ وخط الوتر ﴿ c ﴾ .

٢) 2.3.2 نسبة ﴿ x / c ﴾ :

هى النسبة بين موضع السمك الاقصى بعد الأنف و طول الوتر .

٣) 2.3.3 النسبة المئوية للتقوس :

هى النسبة بين التقوس الاقصى وطول الوتر ويعبر عنها كنسبة مئوية .

٤) 2.3.4 النسبة المئويه لنصف قطر الأنف :

هى نصف قطر التقوس للأنف كنسبةإلى طول الوتر .

٥) ٢.٣.٥ زاوية الحافة الخلفيه :

هى الزاوية بين السطوح العليا و الدنيا عند الحافة الخلفية .

٢.٤ انواع الجسيمات الهوائية :

يمكن تصنيف الجسيمات الهوائية عموماً إلى نوعين رئيسين هما جسيمات هوائية متماثلة وجسيمات هوائية غير متماثلة .

١) ٢.٤.١ الجسيمات الهوائية المتماثلة :

الملامح الاساسية لهذا النوع هو ان خط التقوس يطابق مع خط الوتر كما واضح فى الشكل رقم ﴿ ٢٠٢ ﴾ من النادر إستخدام هذه الجسيمات الهوائية لاننا يمكن ان يتحصل على رقم دفع اعلى وقيم سحب ادنى بانواع اخرى من الجسيمات الهوائية .

٢) ٢.٤.٢ الجسيمات الهوائية غير المتماثلة :

يمكن تحسين النسبة بين قوة الرفع وقوة السحب ﴿ FL / FD ﴾ باستخدام جسيمات هوائية غير متماثلة . فى هذه الجسيمات الهوائية نجد ان خط التقوس لا يطابق مع خط الوتر .

٢.٥ توليد الرفع و السحب :

اذا وضع جسيم هوائى فى جدول من المائع المنساب ، فان خطوط السريان حول الجسم الهوائى ستنحرف مسببه لخفض فى الضغط على السطح العلوى وزيادة فى الضغط على السطح السفلى . ونتيجة لهذا الاختلف فى الضغط فان هنالك قوة ستتولد يمكن تحليلها آلي مكونه موازية لاتجاه انسياب المائع معطيه قوة السحب﴿ F D ﴾ ، ومكونة ثانية متعامده مع اتجاه السريان الرئيسى معطية قوة الرفع ﴿ F L ﴾ ﴿ شكل رقم ٢.١ ﴾ قوتى السحب و الرفع هاتين يمكن التعبير عنهما بدلالة القوة الدينا ميكية القصوى ﴿ Fmax ﴾ و التى تعطى بالصيغة التالية :

﴿ Fmax = ½ e v_r^2 A (N) ____ 2.1 ﴾ حيث ﴿ e ﴾ كثافة كتلة الهواء بال ﴿ veg / min ﴾ .

v_r = السرعه النسبية بين المائع المنساب و الجسم ﴿ n / s ﴾

A = المساحة المستطيله ﴿ m^2 ﴾

$FL = \frac{1}{2} C_L \rho v_r^2 A = 2.2$ ←

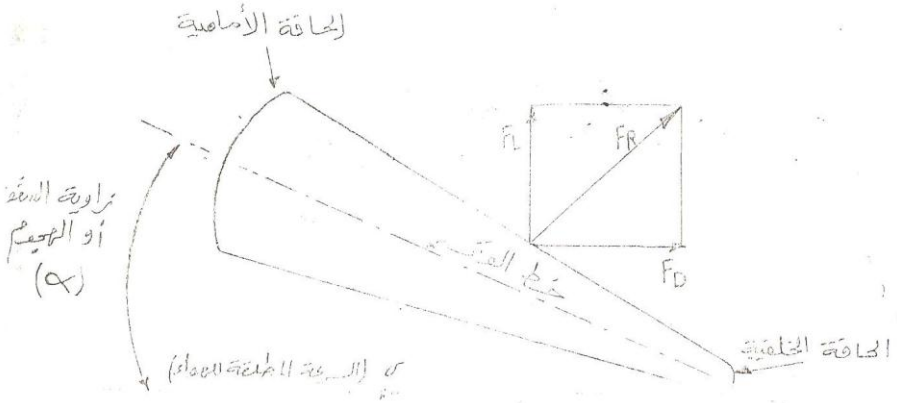
قوة الدفع هى : ﴿ ٢.٢ ﴾ ____ ﴿ N ﴾ A^2 e v_r ½ = FL

﴿ ٢.٣ ﴾ ____ ﴿ N ﴾ A^2 e v_r ½ C_D = FD

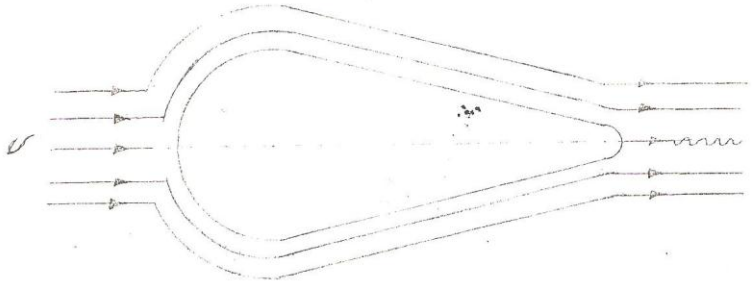
$FD = \frac{1}{2} C_D \rho v_r^2 A \longrightarrow (2.3)$

حيث : C_L = معامل الرفع

C_D = معامل السحب



شكل رقم (2.1) جسم هوائي غير متماثل



شكل رقم (2-2) جسم هوائي متماثل

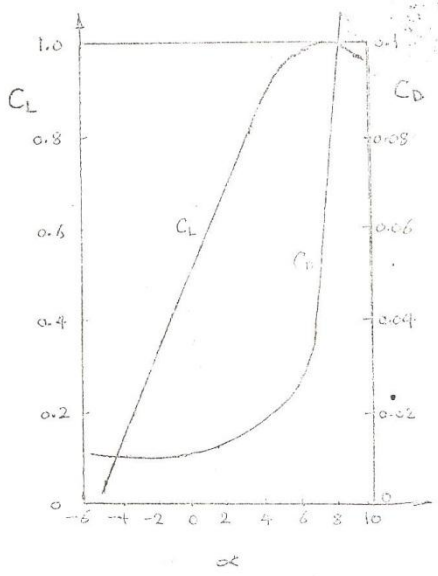


Fig. (2.4) Variation of C_L and C_D with α for a typical Aerofoil

الفصل الثالث

3.0 تصميم النمازج واجراءات الاختبار :

3.1 تصميم النمازج :

تم اختيار نوعين من النمازج لاجراء الاختبارات عليهما . احد هذه النمازج مقطعه انسيابى و الآخر مقطعه مستطيل كالمستخدم فى المراوح الهوائية وكلا النموزجين متشابهين هندسياً تم اتخاذهما بنفس الابعاد تقريباً

3.1.1 (١) النموزج ذو المقطع الانسيابى :

تم تصنيفه من الخشب الموسكى بالابعاد التالية :

الوتر ﴿ C ﴾ = 35 mm

السمك الاقصى ﴿ t ﴾ = 4 mm

النطاق ﴿ s ﴾ = 330 mm

نسبة ﴿ x / c ﴾ = 4/35 = 0.1143 موضع السمك الاقصى من الانف ﴿ x ﴾

3.1.2 (٢) النموزج ذو المقطع المستطيل :

وهو مقطع مستطيل منتظم ظن تم تصنيعه من الخشب الموسكى بالابعاد التالية :

السمك ﴿ t ﴾ = 4 mm

العرض ﴿ c ﴾ = 35 mm

النطاق ﴿ s ﴾ = 330 mm

3.1.3 (٣) تصنيع الريش :

تم تصنيع طقمين من خشب الموسكى . كل طقم يحتوى على اربعة ريش متشابهة . ايضاً تمت استدارة حافة كل ريشه وذلك لتخفيض الدوامات الخلفية . هنالك قطعه من الفولاذ الطرى تم لحام صامولة عليها وربطها على كل ريشه . ايضاً توجد صامولة اخرى لضبط وتثبيت زاوية السقوط المطلوبه . هنالك مؤشر يتم تثبيته عند الحافة الاماميه ﴿ الانف ﴾ لكل ريشه رغرض مقارنة زاوية السقوط المطلوبه .

٣,١,٤ تصميم وتصنيع الشاسيه و العمود ﴿ شكل رقم ٣,١,٤ ﴾

٣,١,٤,١ الشاسيه :

يتكون الشاسيه من جزئين ، الجزء الاول يتكون من محملين بقطر داخلى مقداره ٢٠ m m وقطر خارجى ٤٦,٨ m m لاسناد العمود ، بينما الجزء الآخر يستخدم لتثبيت الجهاز فى الموضع المطلوب ثم استخدام زاوية من الفولاذ الطرى ١٢,٧ m m لتصنيع الشاسيه و استخدمت مسامير ~~[illegible]~~ لربط القطع المختلفه للشاسيه .

٣,١,٤,٢ العمود :

هو العمود بجوف ﴿ ماسوره ٥٠ بوصه ﴾ بطول ١,٢٥ m وقطر ١٩,٦ m m من الفولاذ الطرى . ثم لحام صره قرصيه مصنوعه من الفولاذ الطرى قطرها 60 m m وسمكها 20 m m

٣,١,٥ فرملة برونى و الاجهزة المساعده :

تم تصنيعها من قطعة صفيحه عرضها 18 m m وسمكها 2 m m ولديها ذراع طوله 75 mm مقاساً من مركز دوران العمود . تم استخدام ميزان زنبركى للمدى مع فرملة برونى ليشكل منظومه لقياس العزم . و العزم المطلوب قياسه هو العزم الذى ينقله العمود . هنالك قائم رأسى مثبت بمسا مير على الشاسيه يستخدم لمسك الميزان الزنبركى .

يتم استخدام ساعة ايقاف للمساعدة فى قياس سرعة الزاوية للعمود ويتم هذا بحساب عدد لفات العمود فى دقيقه .

ايضاً يجب ان يتوفر جهاز لقياس سرعة تيار الهواء عند اوقات متباينه خلال الاختبار حيث يتم اخذ عدد من القاءات وحساب المتوسط .

٣,٢ إجراءات الاختبار :

يمكن تلخيص إجراءات الاختبار كالآتى :

٣,٢,١ استخدام مفتاح لضبط زاوية السقوط المطلوبه للريش الاربعة على التوالى .

٣,٢,٢ اعتق فرملة برونى لجعل العمود حر الحركه ودع العمود يدور لمدة دقيقه قبل اخذ القراءة .

٣,٢,٣ استخدام ساعة ايقاف و احسب عدد اللفات للعمود خلال دقيقه واحده وهذه تمثل سرعة العمود بالـ rev / min .

٣,٢,٤ طبق فلرملة برونى على العمود حتى يتوقف مطلقاً عندئذ سجل قاءة الميزان الزنبركى .

~~٣,٢,٥~~ 3-2-5 - يتم اخذ قراءة سرعة الدوران وقراءة الميزان الزنبركى ثلاثة مرات خلال كل ضبط جديد لزاوية السقوط ، وبعد ذلك يتم تسجيل القيم المتوسطه .

~~٣,٢,٦~~ 3-2-6 يتم اخذ قراءة سرعة تيار الرياح بمقياس تيار لكل ضبط جديد ويتم تسجيل القيمة المتوسطة .

~~٣.٢.٧~~ 3-2.7 كرر الاجراءات اعلاه لكل ضبط لزاوية السقوط .

الفصل الرابع

الفصل الرابع
4.0 القراءات والنتائج :-

4-1 القراءات

جدول (4-1-1) و (4-1-2). وضع القراءات التي تم الحصول عليها من الأجهزة المختبرية بالكلية وهي الانسياب، والعزم المستغل على الترتيب

4.2 عينة من كيفية إيجاد الحسابات :

لإيجاد أي قراءة من الجدول (4-1-1) :-

$\alpha = 5^\circ$ ، $\omega = 16$ rad/s

$$= 3.56 - \frac{16 \times 2\pi}{60} \times 0.39$$

$$= 3.56 - 0.49 = 3.07 \text{ m/s}$$

حيث V = سرعة سائل الرباع

u = سرعة الهواء

من جداول الهواء عند الضغط الجوي ودرجة الحرارة $(40^\circ C)$

$N = 16 \text{ rev/min}$ ، $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$

$F = 1.2N$ ، $C = 35\text{mm} = 0.035\text{m}$

$r = 75\text{mm} = 0.075\text{m}$

طريقة حساب القيم النظرية كالآتي

العزم T :

$$T = F \cdot r$$

$$= 1.2 \times 0.075 = 0.09 \text{ N.m}$$

قدرة الخرج

$$P_o = \frac{2\pi TN}{60}$$

$$= \frac{2\pi \times 0.09 \times 16}{60} = 0.16 \text{ W}$$

قدرة الدخل :

$$P_i = \frac{1}{2} \rho v_r^3 H$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.25 \times 3.07^3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.39^2 = 2.16$$

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\% = \frac{0.16}{2.16} \times 100\% = 7.4\%$$

4.3 النتائج :-

4.4 التعليق على النتائج

يتضح من النتائج التي تم الحصول عليها أن الكفاءة تزداد بزيادة زاوية السقوط إلى قيمتها العظمى ثم تبدأ في الهبوط تدريجياً مرة أخرى إلى الصفر وكذلك الكفاءة العظمى تم الحصول عليها في القطع الأسباني وهي (12%) أفضل كثيراً من القطع المستطيل (7-7%)

الفصل الخامس

الفصل الخامس :-

5-0 الخاتمة والتوصيات :-

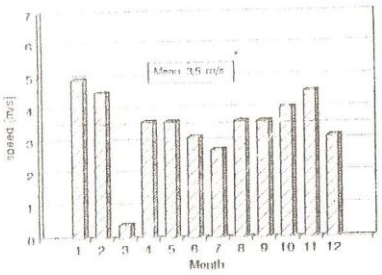
يتضح من القرارات التي تم اتخاذها أن ريش التيسم الهوائي تعطي أعلى قدرة وبالتالي أعلى كفاءة مقارنة بالريش المستقيم المثلثي بزاوية وضع معينة، علما بأنها يتضح باستخدام هذا النوع من الريش مستقبلا في تطبيقات الطواحين الهوائية لشبه لصغر سرعة الرياح خلال هذا الفصل من العام (3-00m/s) فإنها قد استخدمنا مروحة تربينة لإجراء الاختبار عند سرعات وقد اخترنا (3.56m/s).

تم بحمد الله

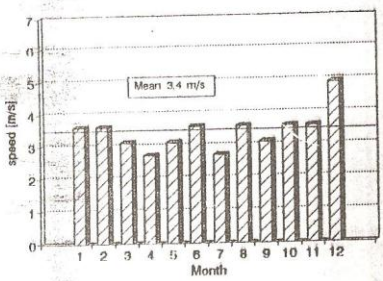
WINDSPEED - STATION KARIMA

(base of Sudan Meteorological Department)

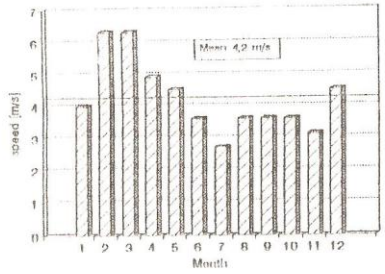
year 1988



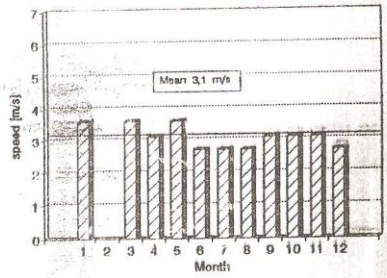
year 1989



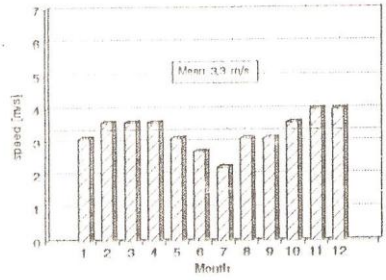
year 1990



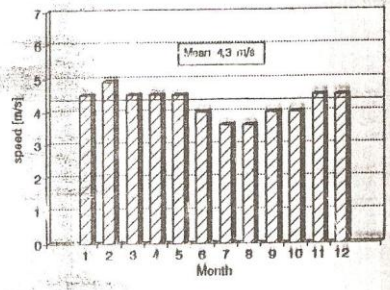
year 1991



year 1992

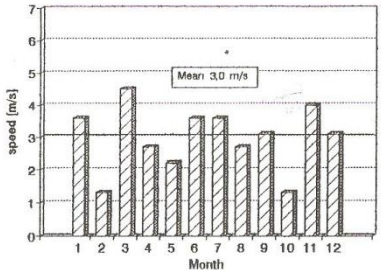


years 1981 - 1990

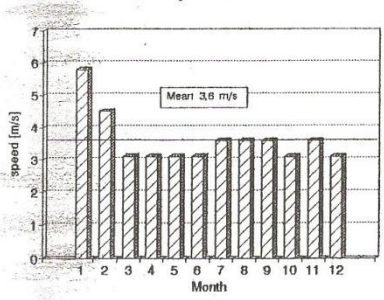


WINDSPEED - STATION KHARTOUM (base of Sudan Meteorological Department)

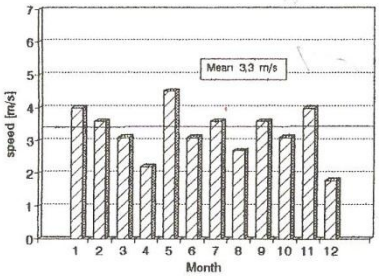
year 1988



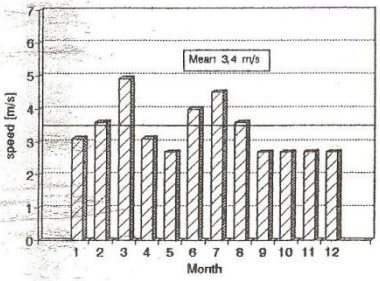
year 1989



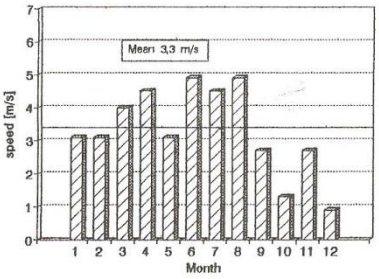
year 1990



year 1991

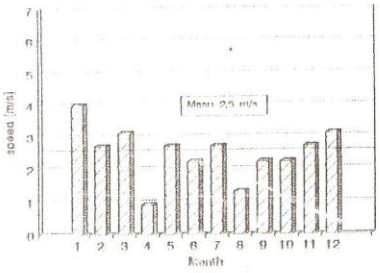


year 1992

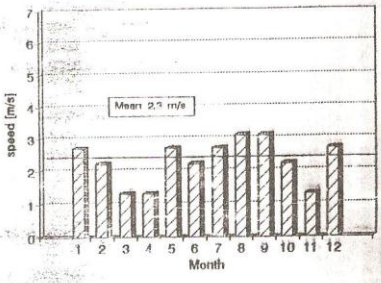


WINDSPEED - STATION ATBARA (base of Sudan Meteorological Department)

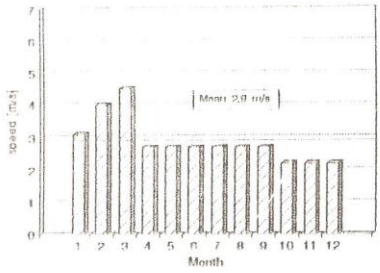
year 1988



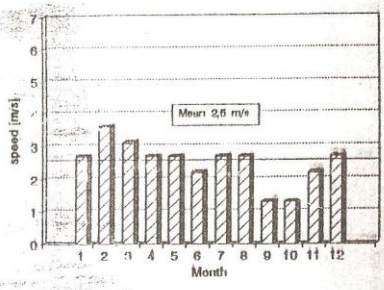
year 1989



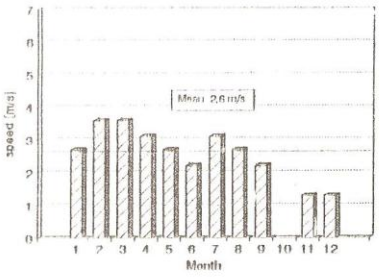
year 1990



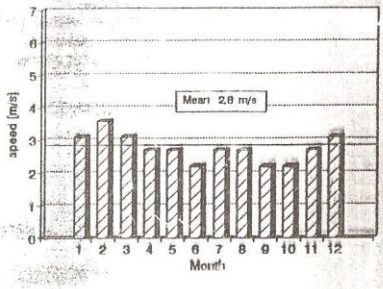
year 1991



year 1992

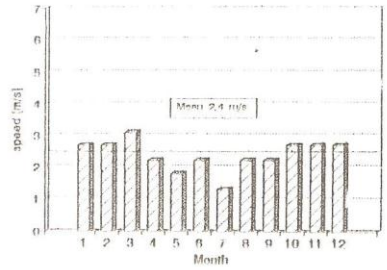


years 1961 - 1990

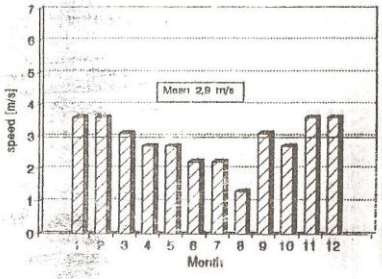


WINDSPEED - STATION NYALA (base of Sudan Meteorological Department)

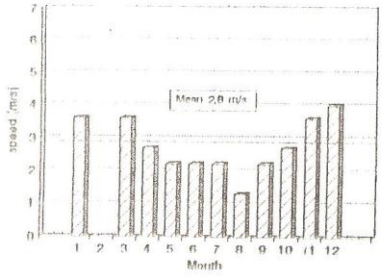
year 1988



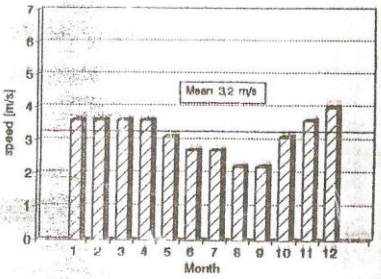
year 1989



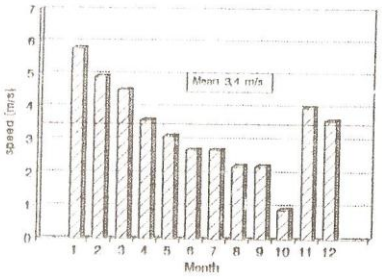
year 1990



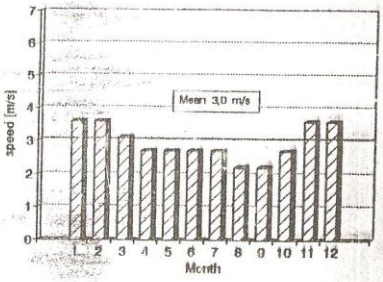
year 1991



year 1992

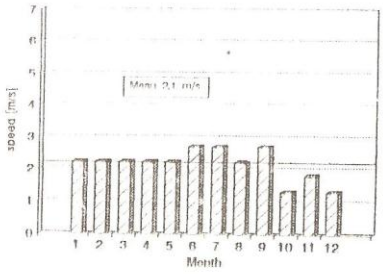


years 1961 - 1990

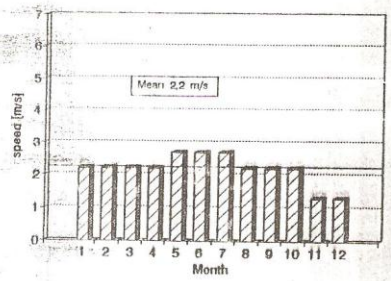


WINDSPEED - STATION EL FASHER (base of Sudan Meteorological Department)

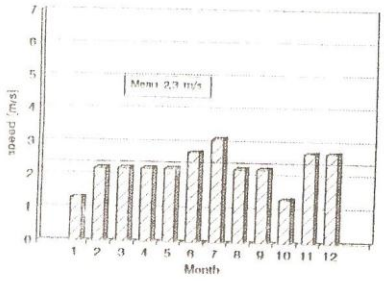
year 1988



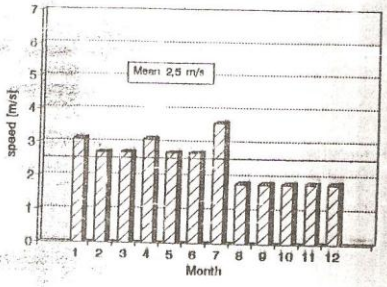
year 1989



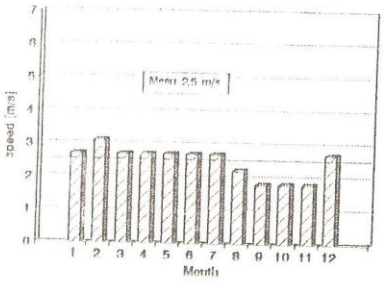
year 1990



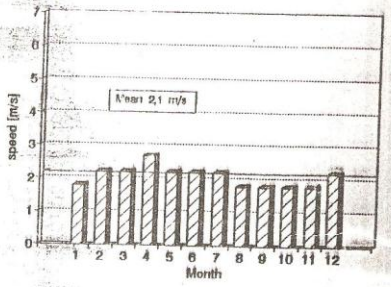
year 1991



year 1992

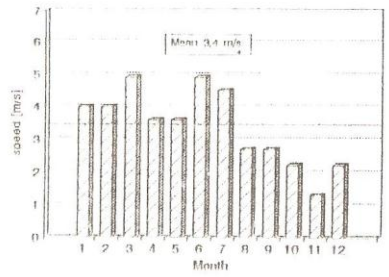


years 1961 - 1990

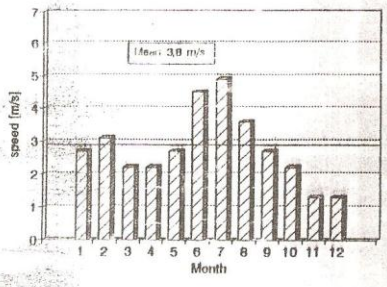


WINDSPEED - STATION WAD MEDANI (base of Sudan Meteorological Department)

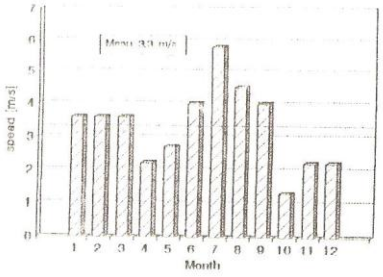
year 1988



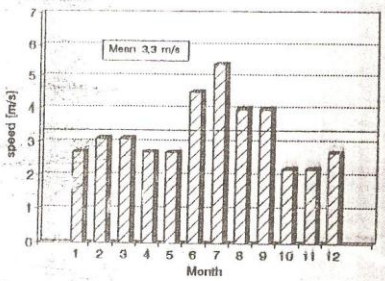
year 1989



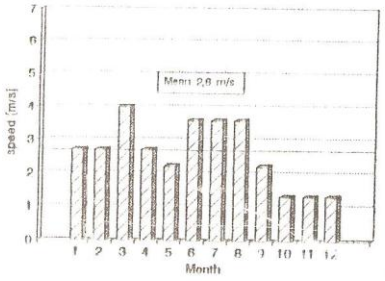
year 1990



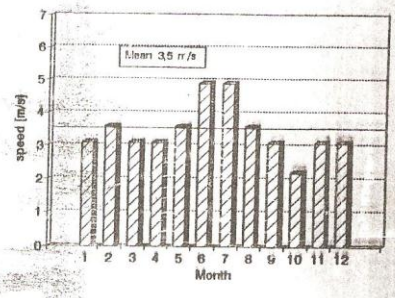
year 1991



year 1992

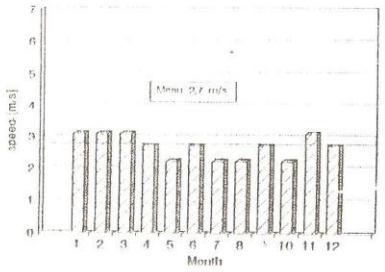


years 1961 - 1990

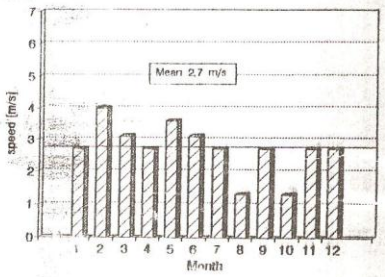


WINDSPEED - STATION GEDAREF (base of Sudan Meteorological Department)

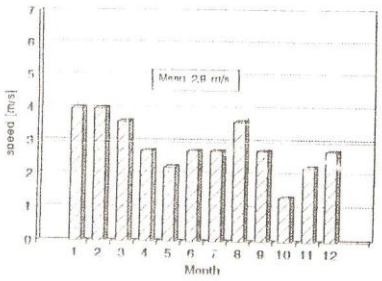
year 1988



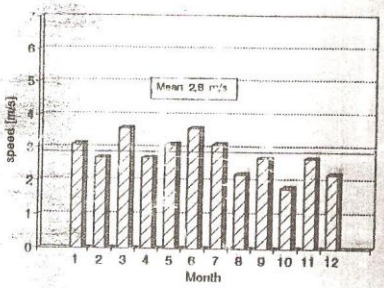
year 1989



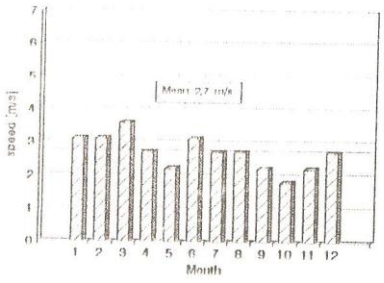
year 1990



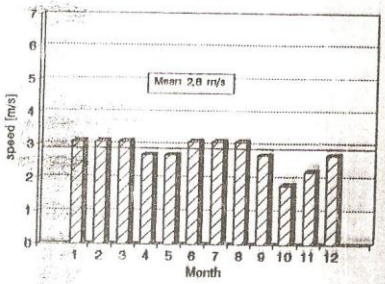
year 1991



year 1992

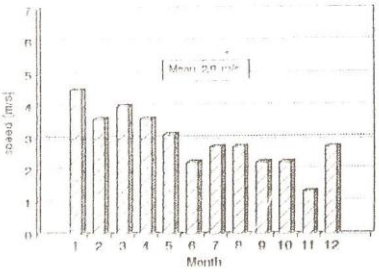


years 1961 - 1990

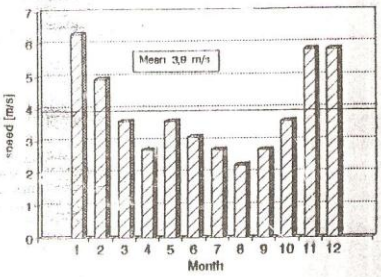


WINDSPEED - STATION PORT SUDAN (base of Sudan Meteorological Department)

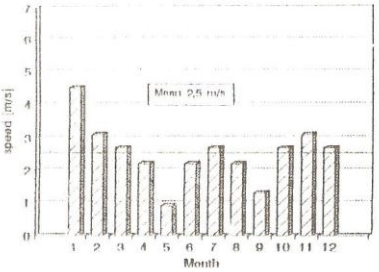
year 1988



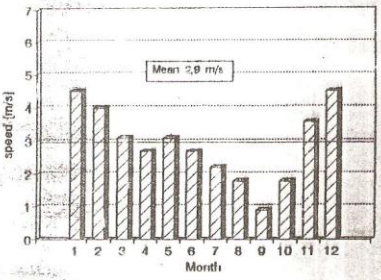
year 1989



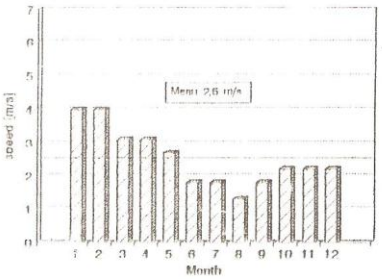
year 1990



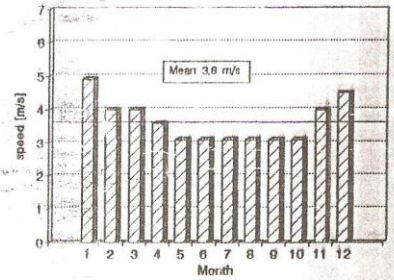
year 1991



year 1992



years 1961 - 1990



جدول (4-1-1): قراءات المقلع الإنسيابي

قراءة القرص (N)	السرعة (rev/min)	قراءة الزاوية (θ)
0	0	0
0.7	14	10
0.8	16	20
1.0	18	30
1.4	26	40
1.2	16	50
0.8	10	60
0.5	8	70
0.2	4	80
0	0	90

جدول (4-1-2): قراءات المقلع المغناطيسي

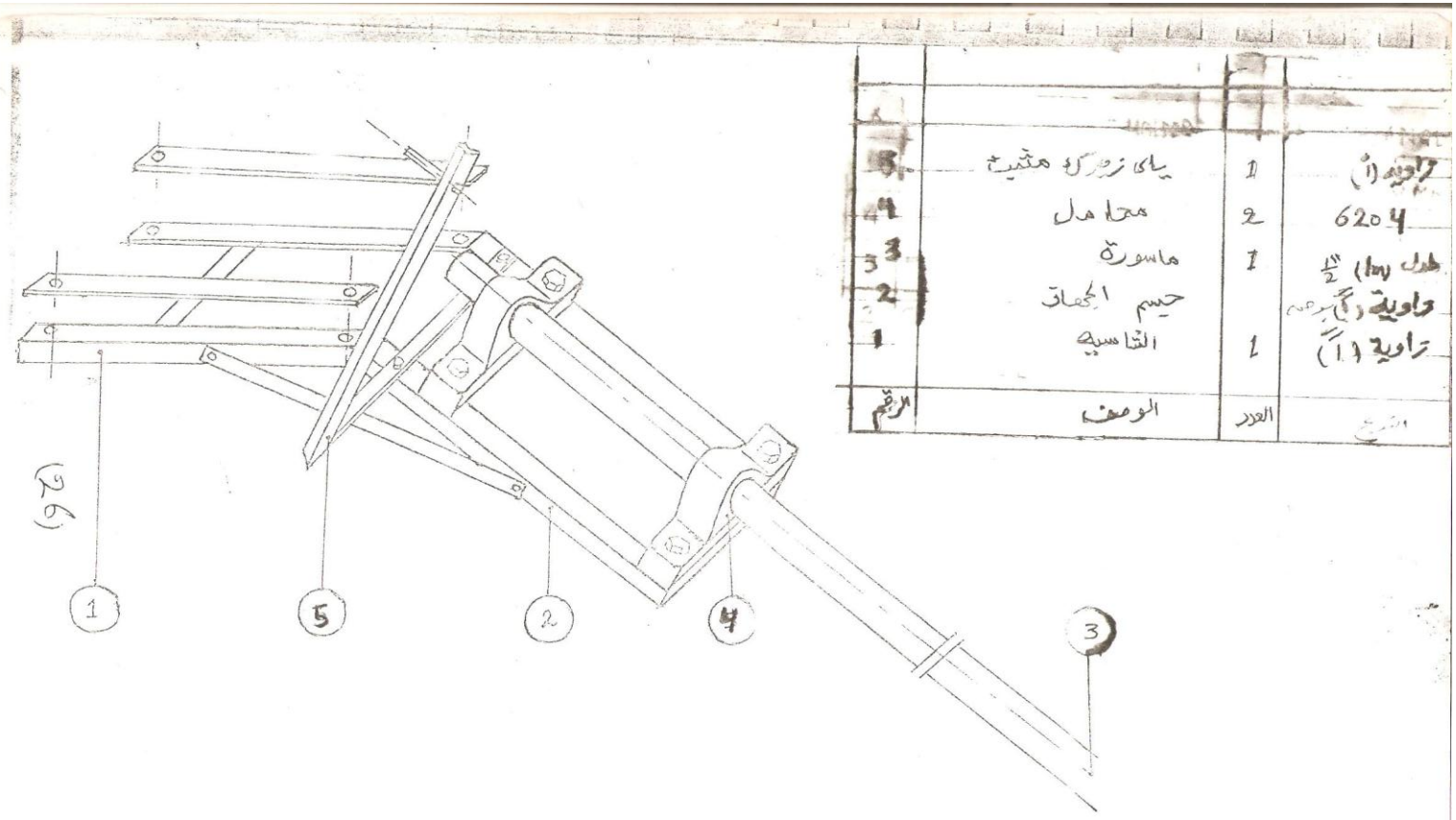
قراءة القرص (N)	السرعة (rev/min)	قراءة الزاوية (θ)
0	0	0
0.6	8	10
0.8	10	20
1.25	17	30
1.00	13	40
0.80	14	50
0.45	8	60
0.25	6	70
0.10	3	80
صفر	صفر	90

جدول (4-3-1) نتائج المقطع الإنسيابي

φ (deg)	العزم (N-m)	قدرة الخرج (W)	الكفاءة (%)
صفر	صفر	صفر	صفر
10	0.052	0.04	0.018
20	0.06	0.1	0.044
30	0.075	0.14	0.06
40	0.105	0.286	0.12
50	0.09	0.16	0.07
60	0.06	0.063	0.02
79	0.037	0.031	0.014
80	0.015	0.006	0.003
90	0	0	0

جدول (4-3-2) نتائج المقطع المستقل

φ (deg)	العزم (N-m)	قدرة الخرج (W)	الكفاءة (%)
صفر	صفر	صفر	صفر
10	0.045	0.04	0.018
20	0.06	0.063	0.029
30	0.094	0.167	0.077
40	0.075	0.12	0.053
50	0.06	0.088	0.04
60	0.034	0.028	0.012
70	0.018	0.012	0.005
80	0.075	0.024	0.01
90	0	0	0



الرقم	الوصف	العدد	المادة
5	ياى زوركا مثبت	1	زاوية (أ)
4	محامل	2	6204
3	ماسورة	1	طول (1m) ½"
2	جسم الجهاز		زاوية (كما بالرسم)
1	القاعدة	1	زاوية (1")

Fig. (٣.3) The Model

التكلفة الكلية للمشروع

الرقم	العدد	النوع	السعر بالجنيه
1	24	مسمار تركي	200 * 24 = 4800
2	2	محمل 6204	2 * 6000 = 12000
3	1	2½ موتر زاوية (أ)	4000
4	4	مقاقل دائرية	4 × 500 = 2000
5	1	ماسورة (½) متر	5000
6	1	متر مسطرة	5000
7			32800

سعر التكلفة الكلية للمشروع تساوي 32800 جنيه

المراجع :-

١- الطاقة ومصادرها
أحمد عزت الأدهمي

2- Solving problems in fluid mechanics By
J-F-Douglas
volume (I)

3- Solving Problems in fluid Mechanics By
J-F-Douglas
volume (2)