بسم الله الرحمن الرحيم

دراسة الشكل الانسيابي لأجسام بعض السيارات

اعداد الطلاب:

- أيمن فيصل أحمد محمد 205B007
- محمد معاوية مصطفي 052031

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

إشراف الأستاذ/ أسامة محمد المرضي

قسم الهندسة الميكانيكية

جامعة وادي النيل

كلية الهندسة والتقنية

أكتوبر 2010

الآيـــــــة

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى :

﴿ لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴾

صدق الله العظيم

سورة الحديد الآية (٢٥)

الإهداء

إلى ستبقى أيادي ...

"وطني العزيز "

الي منبع الحنان والظل الوارف

إلى أمي ...

الي رمز الشموخ والعطاء

إلى أبي ...

إلي سر إبداعي " إخوتي "

إلي منارات العلم " الأساتذة الأجلاء "

إلي رفقاء العلم والمعرفة " طلاب دفعة ٢٠٠٦م "

الشكر والعرفان

الشكر أولاً وأخيراً لله سبحانه وتعالى ،،،

لا أملك وأن أضع هذا البحث بين أيديكم إلا وأن أرد بعض الدين لأهله .

أتقدم بجزيل شكري وتقديري لكل الذين قدموا لي يد العون والمساعدة في أنجاز هذا البحث خاصة الاستاذ الذي جسد لنا مثلاً صادقا في قدوته الحسنة واشرافه علي هذا البحث فكان نعم الموجهة الذي لم يبخل بكل غال ونفيس في سبيل اكمال هذا العمل ،،،

الأستاذ / أسامة محمد المرضي

والشكر ايضا لهذا الصرح العظيم جامعة وادي النيل وخاصة كلية الهندسة والتقنية وخص بالشكر ايضا اساتذتنا الاجلاء في قسم الهندسة الميكانيكية الذين كانوا لنا عونا وسندا للوصول الي هذا المستوى من العلم والمعرفة فجزاهم الله عنا خيراً .

والشكر موصول الي اسرتي التي كانت اليد المعينة في مسيرتي العلمية

الباحثة

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الآية	II
الإهداء	III
الشكر والعرفان	IV
الفهرست	V
الملخص	VII
الفصل الأول : مقدمة	
مقدمة	2
1-1 لمحة تاريخية عن علم تحريك الهواء	3
1-2 دراسة نظرية عن الجسيمات الهوائية	3
1-3 قوة السحب	5
1-4 قوة الرفع	6
1-5 مراوح طاقة الرياح	6
1-6 أجنحة الطائرات	8
الفصل الثاني : انفاق الهواء	
2 دراسة نظرية عن انفاق الهواء	11
الفصل الثالث : إجراء التجارب المعملية	
3-1 الهدف من التجربة	14
3-2 تجهيز العينات	15
3-3 نظرية العمل	20
الفصل الرابع : مناقشة النتائج	
مناقشة النتائج	27
الفصل الخامس : الخاتمة والتوصيات	
5-1 الخاتمة	30
5-2 التوصيات	31
المراجع	32

فهرس الاشكال

الموضوع	رقم الصفحة
(1-2) يوضح نفق هوائي مخصص للسيارات	12
(3-1) يوضح ابعاد السيارة الحقيقية	16
(3-2) يوضح نموذج بميلان زجاج أمامي (90)	17
(3-3) يوضح نموذج بميلان زجاج امامي (45)	18
(3-4) يوضح نموذج بميلان زجاج أمامي (30)	19
(3-5) يوضح علاقة قوة السحب بزوايا هجوم متباينة لنموذج بميلان زجاج امامي (90)	21
(3-6) يوضح علاقة قوة السحب بزوايا هجوم متباينة لنموذج بميلان زجاج امامي (45)	23
(3-7) يوضح علاقة قوة السحب بزوايا هجوم متباينة لنموذج بميلان زجاج امامي (30)	25
(4-1) يوضح مقارنة بين الثلاثة نماذج من حيث قوة السحب وزوايا الهجوم	28

الملخص:

هدف هذا البحث هو دراسة الأشكال الانسيابية لأجسام بعض السيارات والتعرف على الآلية التي يتم بها اختيار هذه الأشكال الانسيابية للسيارات ودور هذه الأشكال في التأثير على قوة مقاومة السحب أو الجر في السيارات وبالتالي التأثير على سرعتها وصرف الوقود فيها وثباتها واستقرارها أثناء سيرها على الطريق.

كذلك هدف هذا البحث هو إجراء اختبارات معملية على بعض النماذج المصغرة لأجسام سيارات حقيقية داخل نفق هوائي . وتم عمل ثلاثة نمازج بميلان زجاج أمامي (90°) ، (45°) ، (30°) مع مراعاة عوامل أخرى عند تصميم الشكل الخارجي للسيارات مثل سعة مقصورة الركاب والمظهر الجذاب للسيارة .....الخ.

وتم تثبيت هذه النماذج داخل النفق الهوائي وضخ عليها هواء بواسطة مروحة موجودة في مقدمة النفق وتم التحصل على قراءات لقوة مقاومة النماذج للهواء ، ووجد أن أقل مقاومة للهواء كانت في النموذج الثالث بميلان زجاج أمامي (30) حيث أنه كان أفضل الأشكال انسيابية .

الفصـــــل الأول

مقدمة

الفصل الأول

مقدمـــــة

تحريـــك الهـــواء هـــو أحـــد العلـــوم الهندســـية التـــي تعنـــي بدراســـة تـــأثيرات حركـــة الهـــواء (كقـــوة وضـــغط وعـــزم) النـــاتج عـــن حركـــة الأجـــسام فـــي الجـــو . ويطبـــق هـــذا العلـــم فـــي تـــصميم الأجـــسام الطـــائرة والـــصواريخ ولـــه دور مهـــم فـــي اختيـــار الأشـــكال الهندســـية للقـــوارب والمناطيـــد والقطـــارات الـــسريعة والمركبـــات والـــسفن الفـــضائية والعنفـــات الريحيـــة والغازيـــة . ويـــستعان بـــه كـــذلك فـــي دراســـة مـــدي تحمـــل الجـــسور والأبراج وناطحات السحاب لحركة الرياح .

بالإضـــافة إلـــي ذلـــك فـــان تقلـــيص المقاومـــة الهوائيـــة هـــو أمـــر مهـــم ايـــضا بالنـــسبة للـــسيارات وعربـــات الطـــرق . فالأهتمـــام بالاقتـــصاد فـــي اســـتهلاك الوقـــود حـــادث كبيـــر فـــي الموازنـــة بـــين الأداء الـــديناميكي الهوائي الكفوء ، وبين التصاميم الجذابة بأنواعها .

ولكـــن لمـــا كانـــت الخوططـــة الكاملـــة لأجـــسام الـــسيارات غيـــر ممكنـــة نظـــراً للنـــواحي العمليـــة التـــي تـــضع قيـــوداً علـــي الطـــول الكلـــي للـــسيارة وســـعة كابينـــة الركـــاب وغيرهـــا مـــن القيـــود ، فأنـــه لـــيس مـــن الممكـــن الحـــصول علـــي نتـــائج تقـــارب معـــاملات المقاومـــة للرقـــائق الهوائيـــة المثلـــي .ولكـــن مـــن الممكـــن الـــتحكم فـــي خطـــوط كـــل مـــن المقدمـــة والمـــؤخرة فـــي حـــدود القيـــود المفروضـــة علـــي الطـــول الكلـــي للـــسيارة للحـــصول علـــي نتـــائج معقولـــة . وعلـــي ســـبيل المثـــال المقدمـــة المنخفـــضة للـــسيارة والخطـــوط الانـــسيابية لهـــا هـــي مـــن المزايـــا الرئيـــسية التـــي تقلـــل من المقاومة الكلية .

1-1 لمحة تاريخية عن علم تحريك الهواء :

نشأ علم تحريك الهواء في أوربا في القرن الثامن عشر الميلادي بعد أن طرح العالمان السويسريان دانيل برنولي (Daniel Bernoulli) (1700-1782) ، وليونارد أولير (Leonhard Euler) (1707-1783) نظريتهما لتحريك الغازات والسوائل. وبعد قرن من الزمن وضع القوانين الأساسية لتحريك الغازات والموائع الفرنسي هنري نافيير (Hennery Navir) (1785-1836) في عام 1827م . غير أن وضع الحلول الرياضية لهذه القوانين المعقدة لم يتم إلا بعد اعتماد فرضيات تبسيطية مدعومة بالتجارب المعملية . ونتج عن تطور هذا العلم تجريبياً ظهور معاملات التشابه والخواص اللزجة للموائع (سوائل أو غازات) علي يد أوزيورن رينولدز (Reynolds Oshorne) في عام 1883م . وأرنست ماخ (Mach) في عام 1889م.

وفي نهاية القرن التاسع عشر وفي بداية القرن العشرين أدي علم تحريك الهواء التجريبي إلي اكتشاف القوانين الفيزيائية التي مكنت العلماء من شرح ظاهرتي قوة الرفع Lift علي يد نيقولاي جوكوفسكي (Nikolai Jaokovski) في عام 1904م . وقوة مقاومة الهواء (Drag) علي يد بلازيوس (Blasius) في عام 1907م . وأدي تطور هذا العلم إلي زيادة سرع الأجسام الطائرة إلي سرعات تفوق سرعة الصوت ، ويعود الفضل في ذلك إلي تيودور كارمان (T.V.Karman)

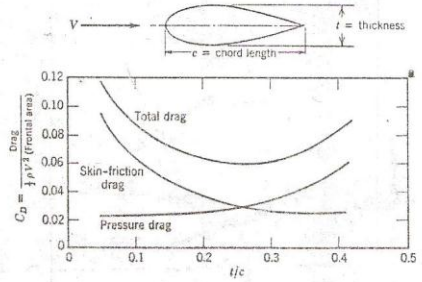
(1881-1963) الذي تركزت أبحاثه في مجال نظرية الاضطراب والطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت

1-2 دراسة نظرية عن الجسيمات الهوائية :

أن الهدف من خوططة الأجسام هو تقليص تدرج الضغط غير المحبذ الذي يحدث خلف نقطة السمك الأقصى للجسم ، وهذا بالتالي يؤدي إلي تأخير انفصال الطبقة الجدارية ، ومن ثم يقلل من قوة مقاومة الضغط ، ويتم ذلك بسحب سطح الجسم ومطه بشكل انسيابي واتجاه موازي لاتجاه التدفق . ولكن في نفس الوقت يؤدي إلي زيادة المساحة السطحية للجسم ، وعلي ذلك يجب عند محاولة خوططة جسم ما الموازنة بين هذين

العاملين ، بحيث يتم الحصول علي شكل هو أقرب ما يمكن للشكل المخوطط المثالي ، وهو ذلك الذي تنتج عنه أقل قوة مقاومة كلية . فعلي سبيل المثال يمكن اعتبار الجسم الذي يقطعه علي شكل (نقطة الدمع) علي أنه أسطوانة مخوططة . وفي هذه الحالة يكون تدرج الضغط حول هذا الجسم أقل حدة مما هو عليه حول اسطوانة دائرية المقطع . ويبين الشكل (1-1) أدناه نتائج اختبارات معملية أجريت عند $Re=4*10^5$ لتغيرات مقاومة الضغط ومقاومة الاحتكاك السطحي ، والمقاومة الكلية مع النسبة بين سمك الجسم ، وطول الوتر له ، وهو طول الخط المستقيم الذي يربط بين الحافة المتقدمة والحافة المتأخرة للجسم . ويوضح الشكل أن القيمة الصغرى لمعامل المقاومة هي $C_d=0.06$ وتحدث عندما تكون نسبة السمك إلي الطول هي (t/c= 0. 25) . هذه القيمة هي حوالي 20% من القيمة الصغرى لمعامل المقاومة لاسطوانة دائرية لها نفس السمك .

أي أن مخوططة الأجسام كان له الأثر الأكبر في تخفيض قيمة المقاومة الكلية . وقد تصاعد الاهتمام بالرقائق الهوائية أو الجنيحات ذات المقاومة المنخفضة في الثلاثنيات ، وذلك عندما طورت رقائق هوائية ذات تدفق انسيابي ، وأمكن فيها تأخير حدوث التحول حتى (60-65)% من الطول الخطي للحافة المتقدمة . وأوضحت التجارب التي أجريت علي إنفاق هوائية خاصة أن التدفق الانسيابي يمكن المحافظة عليه حتى أعداد رينولدز كبيرة .



شكل (1-1)

3-1 قوة السحب :

تسمي القوة التي تؤثر (قوة المقاومة) في الجسم أثناء عبوره المائع بقوة السحب . وتعتمد قوة السحب التي تؤثر في الجسم علي مدي سهولة انسياب المائع حول الجسم والمسار الذي يتخذه أي جزء من المائع ، ويمر حول الجسم في انسياب منتظم يسمي انسيابياً . وإذا كان الجسم انسيابيا فان الانسيابات تتفرق بانتظام عند المقدمة وتمر بانتظام حول الجسم ، وتعرف هذه الحركات بالدوامات الهوائية . وقد ينفصل المائع عن سطح الجسم ويحدث فراغاً جزئياً خلفه ، ويزداد مقدار قوة السحب بسبب انعدام قوة الضغط خلف الجسم لموازنة قوة الضغط الأمامية . ويمكن قياس آثار انسيابية الجسم في نفق هوائي ، وفي النفق الهوائي يهب الهواء ماراً بالجسم حتى يمكن قياس قوة السحب . ويمكن جعل الانسيابات مرئية بإضافة دخان إلي الهواء عند عدة نقاط . فعندما يختبر تعرض لوح مسطح بوضع عمودي لتدفق الهواء داخل النفق يمكن رؤية الانسيابات تتلوي حول أطراف اللوح ، ويضطرب الهواء وراءه ، مخلفاً تيارات دوامية لفراغاً جزئياً . وتكون قوة السحب الواقعة علي اللوح كبيرة نسبيا .

ولدي اختبار جسم انسيابي تماماً داخل نفق هوائي يمكن رؤية الانسيابات خلف الجسم أكثر انتظاماً ، ولا تحدث تيارات دوامية خلف الجسم وتقل مقاومة السحب . وفضلاً عن شكل الجسم فان هنالك ثلاث عوامل تؤثر في قوة السحب :

i/ كثافة المائع .

ii/ مساحة الجسم التي تتعرض للمائع .

iii/ سرعة الجسم في المائع .

وتتضاعف قوة السحب أيضاً إذا تضاعفت مساحة الجسم المعرضة للمائع ، ولكن إذا تضاعفت سرعة الجسم فان قوة السحب تتضاعف أربعة مرات .

1-4 قوة الرفع :

هي القوة التي تتغلب علي الوزن بغية المحافظة علي توازن الجسم الطائر في الهواء . ويكون اتجاهها عموديا في اتجاه جريان المائع ، ومعاكس لاتجاه الوزن . أن هذه القوة الميكانيكية الناشئة علي التأثير المتبادل والتماس بين الجسم الصلب والمائع يصعب شرحها من دون الاستعانة بالقوانين الرياضية . لكن في حالة الطائرة مثلا فان أجنحتها توفر لها معظم قوة الرفع اللازمة . لا توجد قوة الرفع إلا بوجود المائع (الهواء) وهذا يفسر سبب عدم تزويد المركبات أو السفن الفضائية بأجنحة كبيرة مع أنها تمضي جزءا من وقتها في الهواء ، فالمركبات الفضائية مصممة للمكوث زمنا طويلا في الفضاء الخارجي الخالي من الهواء وعند عودتها إلي الأرض تولد أجنحتها الصغيرة نسبيا قوة رفع كافية لتوفر لها هبوط آمن . ولا توجد قوة رفع أيضا إلا بوجود الحركة لأنها تتولد من نشوء فرق بين سرعتي المائع وسرعة الجسم الصلب الموجود فيه .

1-5 مراوح طاقة الرياح :

يتم تحويل الرياح إلي طاقة كهربائية بواسطة توربينات عملاقة ، وتعتبر طاقة الرياح الأكثر نموا والأسرع علي المستوي العالمي في الطاقات المتجددة ،و تمثل ألمانيا المركز الأول في مجال استغلال طاقة الرياح . ويبلغ الإنتاج العالمي من الكهرباء المولدة بطاقة الرياح حوالي 40 ألف ميغاواط ويبلغ نصيب أوربا منها حوالي 75% .

المكونات الرئيسية لتوربين الرياح هي شفرات دواره تحمل علي عمود ، ومولد يعمل علي تحويل الطاقة الحركية للرياح إلي طاقة كهربائية . فعندما تمر الرياح علي الشفرات تخلق دفعة هوائية ديناميكية تتسبب في دوران الشفرات ، وهذا الدوران يشغل المولد فينتج عنه طاقة كهربائية . كما جهزت تلك التوربينات بجهاز تحكم في دوران الشفرات (فرامل) لتنظيم معدلات دورانها

ووقف حركتها إذا لزم الأمر . وتعتمد كمية الطاقة المنتجة من توربين الرياح علي الرياح وقطر الشفرات .

العنفات الريحية :

يتألف العضو الدوار (rotor) للعنف الريحية أو الهوائية (wind turbine) الحديثة من ريشة واحدة أو ريشتين أو ثلاثة ريش ، وتصنع ريش العنفات من مواد مركبة كالألياف الزجاجية، وعمرها الافتراضي يصل إلي عشرين عاماً .

إن مبدأ عمل هذه الريش لا يختلف كثيراً عن مبدأ المقطع العرضي الانسيابي لجناح الطائرة ، ولكن تختار عادة المقاطع العرضية التخينة للاستخدام في العنفات الريحية . إن اتجاه الرياح التي ترتطم بالقرص الدوار تختلف عن اتجاهها بعيداً عن القرص ، بسبب الحركة الدورانية للقرص، فهذا يعني أنه من المستحيل تحويل كامل الطاقة الحركية للرياح إلي طاقة ميكانيكية . وعند ارتطام تيار الهواء بالقرص الدوار يفقد – الهواء – جزءاً من سرعته ويزيد ضغطه ، أي يفقد جزءاً من طاقته التي تتحول إلي طاقة ميكانيكية . ولما كانت الريش مجبرة علي الدوران ضمن مستوي محدد، فإن قوة الرفع الناتجة تسبب دوران القرص الدوار حول مركزه ، وتحاول المقاومة العمودية منع القرص الدوار من الحركة . لذا فإن الهدف الرئيسي للمصمم يمكن في تصميم ريش توفر نسبة عالية بين قوة الرفع وقوة المقاومة ، وتتغير هذه النسبة علي طول الريشة بغية الحصول علي قيم مثلي للطاقة المولدة من العنفة عند اختلاف سرعة الرياح .

ووقف حركتها إذا لزم الأمر . وتعتمد كمية الطاقة المنتجة من توربين الرياح علي الرياح وقطر الشفرات .

العنفات الريحية :

يتألف العضو الدوار (rotor) للعنف الريحية أو الهوائية (wind turbine) الحديثة من ريشة واحدة أو ريشتين أو ثلاثة ريش ، وتصنع ريش العنفات من مواد مركبة كالألياف الزجاجية، وعمرها الافتراضي يصل إلي عشرين عاماً .

إن مبدأ عمل هذه الريش لا يختلف كثيراً عن مبدأ المقطع العرضي الانسيابي لجناح الطائرة ، ولكن تختار عادة المقاطع العرضية التخينة للاستخدام في العنفات الريحية . إن اتجاه الرياح التي ترتطم بالقرص الدوار تختلف عن اتجاهها بعيداً عن القرص ، بسبب الحركة الدورانية للقرص، فهذا يعني أنه من المستحيل تحويل كامل الطاقة الحركية للرياح إلي طاقة ميكانيكية . وعند ارتطام تيار الهواء بالقرص الدوار يفقد – الهواء – جزءاً من سرعته ويزيد ضغطه ، أي يفقد جزءاً من طاقته التي تتحول إلي طاقة ميكانيكية . ولما كانت الريش مجبرة علي الدوران ضمن مستوي محدد، فإن قوة الرفع الناتجة تسبب دوران القرص الدوار حول مركزه ، وتحاول المقاومة العمودية منع القرص الدوار من الحركة . لذا فإن الهدف الرئيسي للمصمم يمكن في تصميم ريش توفر نسبة عالية بين قوة الرفع وقوة المقاومة ، وتتغير هذه النسبة علي طول الريشة بغية الحصول علي قيم مثلي للطاقة المولدة من العنفة عند اختلاف سرعة الرياح .

6-1 أجنحة الطائرات :

يصعب فهم كيف يمكن للهواء أن يحمل طائرة ثقيلة الوزن بعيداً عن الأرض ، وقد يبدو الجواب غريباً للوهلة الأولي ، فمن السهل القول أن الهواء يدفع أجنحة الطائرة وجسمها إلي الأعلى ، ولكن الهواء يحيط بالطائرة من جميع الجهات ولابد للهواء الموجود أسفل الأجنحة أن يدفع الطائرة نحو الأعلى بقوة أكبر من قوة الهواء الموجود أعلي الأجنحة والذي يدفع الطائرة نحو الأسفل . أن قوة دفع الهواء هذه تسمي ضغط الهواء ومن ثم فان ضغط الهواء أسفل الأجنحة أكبر من مثيله فوق الأجنحة . وما يزال تفسير هذه الظاهرة مبهماً فكيف يتكون هذا الفرق في الضغط علي سطحي الأجنحة .

إن النظر إلي الجناح من الجانب يظهر أن له شكلا خاصاً يسمي المقطع العرضي الانسيابي للجناح فيكون سطحه العلوي منحنياً ، وسطحه السفلى مستوياً تقريباً . وعلي بساطة هذا الشكل فإن أثره كبير في تمكين الطائرة من الطيران . وثمة عدة تفسيرات لظاهرة قوة الرفع هذه ، أهمها تفسير الممر الطولي ، ويعرف أيضاً بتفسير العالم برنولي أو بتفسير تساوي زمن العبور ، وكذلك التفسير النيوتني ويعرف أيضاً بتفسير انتقال كمية الحركة أو بتفسير انحراف الهواء . مع أنه من السهل نقد هذين التفسيرين إلا أنهما يقدمان فهماً حدسياً لظاهرة حدوث قوة الرفع .

i/ تفسير الممر الطولي :

يستند هذا التفسير إلي أن السطح العلوي للمقطع العرضي للجناح أكثر إنحناءا من سطحه السفلى . ويفترض إن جسمين هوائيين متلاصقين ينفصلان عن الحافة الأمامية للمقطع العرضي للجناح ، ويتحرك كل منهما عبر أحد سطحي المقطع العرضي ، ويعودان فيتلاقيان عند الحافة الخلفية له في زمن واحد . وعلي اعتبار أن الجسيم الذي عبر السطح العلوي قطع مسافة أكبر ، فإن سرعته أكبر من سرعة الجسيم قطع السطح السفلى واستناداً إلي معادلة برنولي الشهيرة التي تثبت انخفاض ضغط المائع حين ازدياد سرعته أو العكس ، فإن الجسيم العابر للسطح العلوي ينخفض ضغطه في حين يرتفع

ضغط الجسيم العابر للسطح السفلى . والفرق بين الضغطين المتشكلين علي سطحي الجناح يساعدان علي سحب الجناح ورفعه نحو الأعلى .

ii/ التفسير النيوتني :

يستند هذا التفسير إلي القانون الثالث لنيوتن الذي ينص علي أن لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه . ويفترض أن الهواء الذي يرتطم بالسطح السفلى للمقطع العرضي للجناح يسلك سلوك ارتداد الرصاصة في البندقية بعد ارتطامها بصفيحة معدنية مثلاً. فكل جسيم هوائي يرتد علي السطح السفلي للمقطع العرضي بعد ارتطامه به ، ينحرف نحو الأسفل فيمنح جزءاً من كمية حركته أو طاقته للمقطع العرضي للجناح مما يؤدي إلي دفعه نحو الأعلى تدريجياً .

الفصل الثاني

أنفاق الهواء

الفصل الثاني

أنفاق الهواء

دراسة نظرية عن أنفاق الهواء :

أن الهدف من اختبارات تحريك الهواء في نفق هوائي علي نموذج مصغر لسيارة مثلا هو مساعدة المصمم علي التنبؤ بالسلوك الحقيقي لبعض خواص التحريك الهوائي أثناء السير ، كتغير القوة والعزوم بتغير زاوية الهجوم مثلا ، يحدث النفق الهوائي جريانا هوائيا مضبوطا وموجهاً نحو نموذج مصغر لجسم حقيقي يراد اختباره . ويتطلب الحصول علي نتائج عملية دقيقة الحيطة والدقة في التعامل مع العناصر الرئيسية للثلاثة الآتية :

i/ النفق الهوائي .

ii/ النموذج المصغر .

iii/ مقاييس القوة والعزوم .

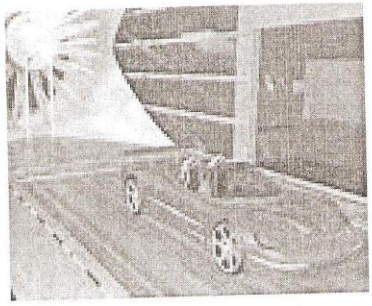
فمعايرة النفق الهوائي قبل الاختبار أمر ضروري بغية الحصول علي قيم صحيحة ما أمكن لقياسات الضغط ودرجة الحرارة والسرعة وغيرها . ويجب أن تكون الأبعاد الهندسية للنموذج المصغر مختارة بدقة بحيث تمثل النموذج الأصلي لحد كبير ، أما مقاييس القوة والعزوم فيجب معايرتها وتركيبها في مواضيعها المناسبة بحيث تمنع حدوث تداخل القراءات فيما بينها .

تسمي الأنفاق الهوائية ذات سرعة الهواء قريبة من سرعة الصوت أي حوالي 1225 كيلو متر / ساعة الأنفاق حول الصوتية . أما الأنفاق الهوائية دون سرعة الصوت فتسمي الأنفاق دون الصوتية . والأنفاق التي يكون فيها سرعة الهواء أكبر من سرعة

الصوت فتسمي الأنفاق فوق الصوتية . فبالإمكان نفخ الهواء أو الغازات الأخرى العالية الضغط عبر الأنفاق الهوائية لتماثل مختلف أحوال السيارات علي الطرق .

يمكن في بعض الأنفاق الهوائية تحقيق درجة حرارة عالية أو منخفضة جدا ، مما يمكن الخبراء من دراسة بعض الموضوعات مثل أداء السيارات في المناخات القطبية والمدارية .

وفي هذا البحث سوف نقوم بإجراء التجارب المعملية باستخدام هذه الأنفاق بتحديد قوة الجر لبعض أجسام السيارات والشكل (2-1) أدناه يوضح نفق هوائي مخصص للسيارات



الشكل (1-2) نفق هوائي مخصص للسيارات

الفصل الثالث

إجراء التجارب المعملية

الفصل الثالث

إجراء التجارب المعملية

3-1 الهدف من التجربة :

لحساب قوة الجر للسيارة لابد من إجراء عدة تجارب معملية ، وإجراء التجارب المعملية يحتاج لعمل نماذج مصغرة للسيارة وفق مقاييس مناسبة للجهاز الذي تجري به التجربة . هذا الجهاز الذي يقوم بحساب قوة الجر في السيارة يسمي النفق الهوائي (wind tunnel) وهو الجهاز الذي تم التعرف له في الفصل الثاني .

النفق الهوائي (wind tunnel) هو عبارة عن أنبوب كبير بمقياس مناسب ومعلوم ، ويوجد في مقدمة هذا الأنبوب مروحة لضخ الهواء بسرعة معلومة ومحددة ، ويوجد في مؤخرة الأنبوب النموذج المراد قياس قوة السحب له .

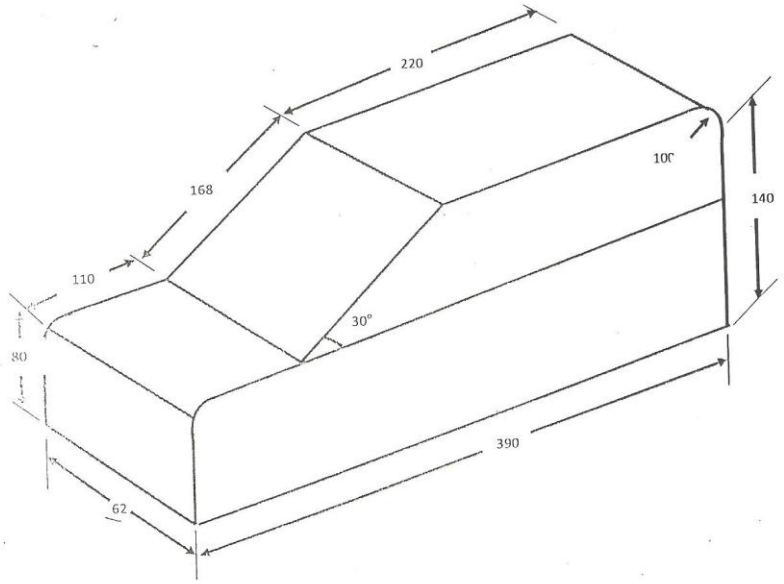
ويثبت هذا النموذج علي الجهاز بإحكام ، وعندما تدور المروحة تضخ الهواء إلي داخل النفق الهوائي بالسرعة المعلومة والمحددة فيصطدم الهواء بالنموذج فيقوم النموذج بمقاومة الهواء الواقع عليه ، تعتمد مقاومته علي انسيابية شكله ويقوم الجهاز بقراءة وتسجيل هذه المقاومة التي هي عبارة عن مقاومة الجر أو السحب بالنسبة للنموذج .

يمكن أيضاً قياس قوة السحب للنموذج بزوايا هجوم مختلفة بحيث تعطينا نتائج مشابهة لنتائج مقاومة السحب للسيارات الحقيقية علي المنحنيات والطرق الملتوية بحيث تكون زوايا سقوط الهواء علي السيارات بصورة مائلة ، مع العلم أن قوة السحب في السيارات تزيد عند المنحنيات وذلك لزيادة مساحة السطح المعرض للهواء .

3-2 تجهيز العينات :

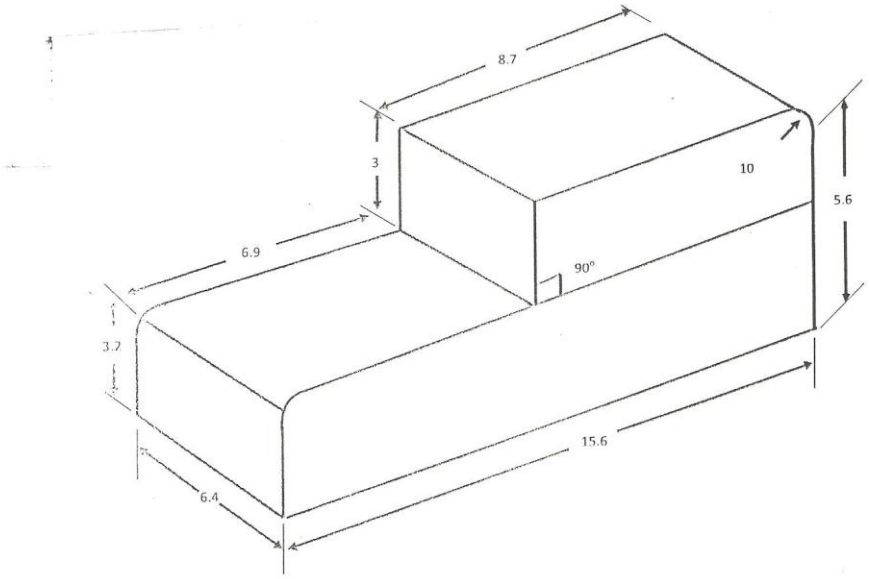
لحساب قوة الجر للسيارات باستخدام تجربة النفق الهوائي لابد من عمل نماذج مصغرة للسيارة بمقاييس رسم مصغرة للسيارة الحقيقية المراد حساب قوة الجر لها تم رفع مقاسات من سيارة حقيقية ماركة تايوتا (toyota) موديل برادو (prado) وتم عمل نموذج خشبي للسيارة بتصغير مقياس الرسم بنسبة (1:25) وتم عمل ثلاثة نماذج مصغرة للسيارة الحقيقية تختلف عن بعضها البعض في ميلان الزجاج الأمامي ، حيث تم عمل إحدي النماذج بميلان زجاج أمامي بزاوية (°90) وأخرى بزاوية (°45)، والأخير بميلان زجاج أمامي (°30) وهو الميلان الحقيقي للسيارة التي تم رفع المقاسات .

والأشكال (3-1) ، (3-2) ، (3-3) ، (3-4) أدناه هي عبارة عن رسومات تبين أشكال السيارة الحقيقية والنماذج الثلاثة .



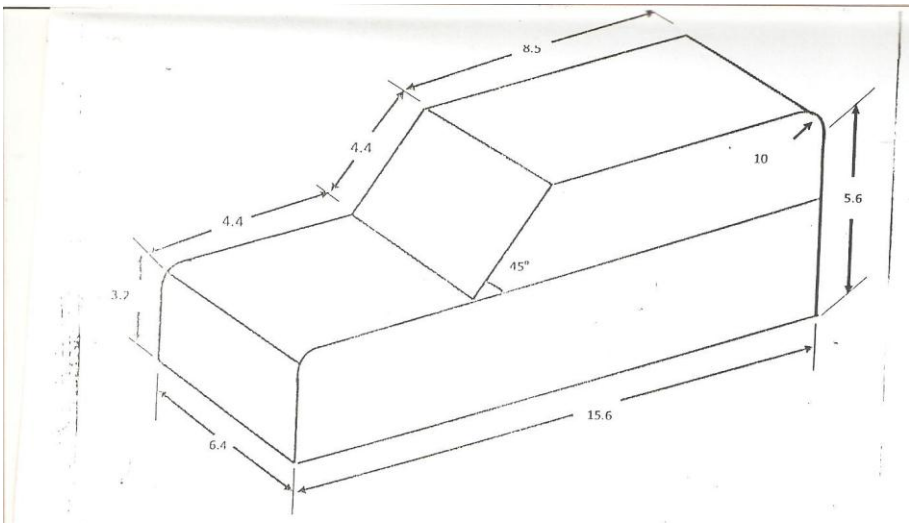
الشكل (3-1) يوضح أبعاد السيارة الحقيقية

الأبعاد كلها بالـ cm



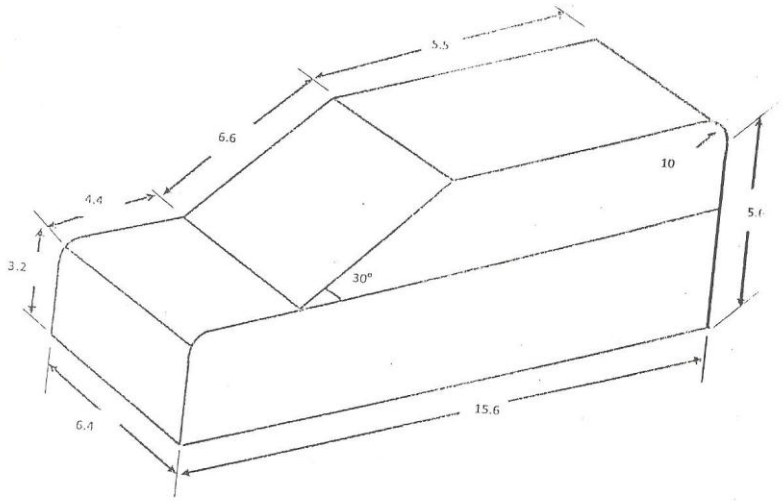
الشكل (3-2) يوضح نموذج بميلان زجاج أمامي (90^0)

الأبعاد كلها بالـ cm



الشكل (3-3) يوضح نموذج بميلان زجاج أمامى (45°)

الأبعاد كلها بالـ cm



الشكل (3-4) يوضح نموذج بميلان زجاج أمامي (30°)

الأبعاد كلها بالـ cm

3-3 نظرية العمل :

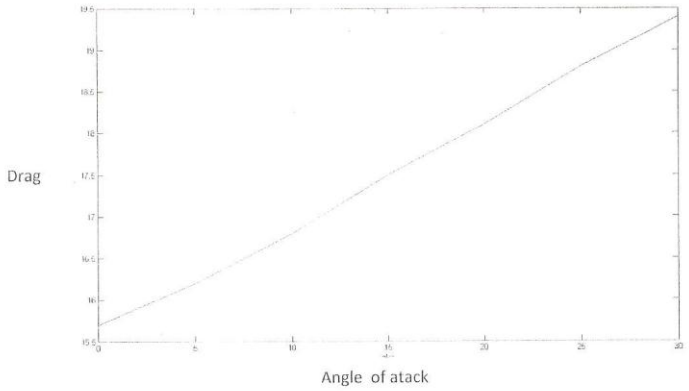
تم وضع النماذج الثلاثة داخل النفق الهوائي الواحدة تلو الأخرى وأجريت عليها الاختبارات وتم تسجيل قوة الجر لكل نموذج كما يلي :

i/ نموذج بميلان زجاج أمامي (90°) :

تم وضع النموذج داخل النفق الهوائي وتم تشغيل النفق الهوائي بسرعة (81.5) كيلو متر/ الساعة و ضغط هوائي ($32mmH_2O$) وأخذت القراءات التالية مع مراعاة أنه يتم تغيير زوايا هجوم الهواء علي النموذج . و الجدول (1- 3) والمخطط البياني (5- 3) الموضحان ادناه يبينان علاقة قوة السحب بزوايا هجوم للهواء متباينة لمنموذج بميلان زجاج أمامي (90°)

الجدول (1- 3) :

DRAG	ANGLE OF ATACK
15.7	0
16.2	5
16.85	10
17.5	15
18.1	20
18.8	25
19.4	30



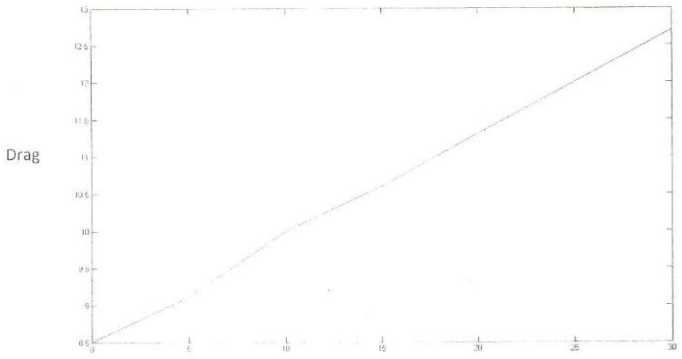
الشكل (3-5) يوضح علاقة قوة السحب بزوايا هجوم متباينة لنموذج بميلان زجاج أمامي (90^0)

ii/ النموذج الثاني بميلان زجاج أمامي (45°) :

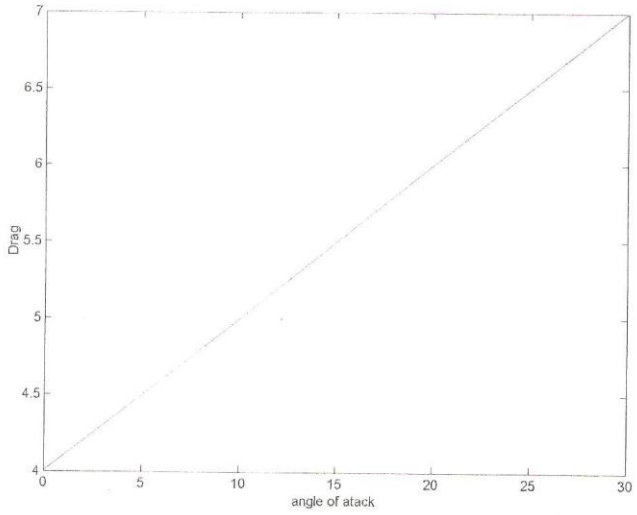
تم وضع النموذج داخل النفق الهوائي وتم ضبطه علي نفس الإدارات السابقة وسجلت القراءات التالية مع مراعاة أنه يتم تغيير زوايا هجوم الهواء علي النموذج ، والجدول (2-3) والمخطط البياني (6-3) الموضحان ادناه يبينان علاقة قوة السحب بزوايا هجوم للهواء متباينة لنموذج بميلان زجاج امامي (45°) :

الجدول (2-3) :

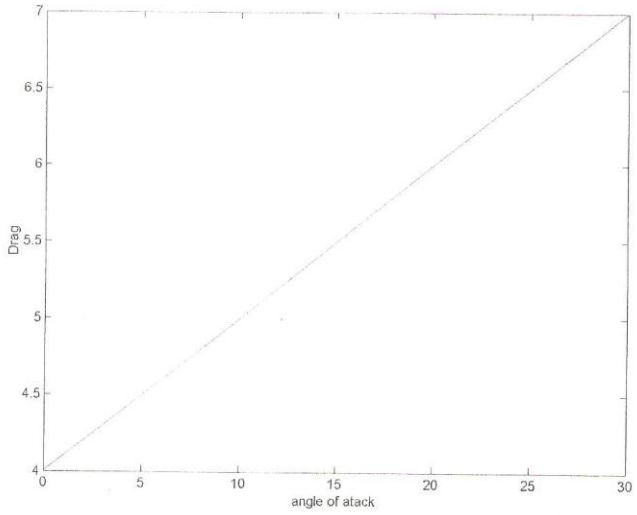
DRAG	ANGLE OF ATACK
8.5	0
9.1	5
10	10
10.6	15
11.3	20
12	25
12.7	30



الشكل (3-6) يوضح علاقة قوة السحب بزوايا هجوم متباينة لنموذج بميلان زجاج أمامي (45^0)



الشكل البياني (7- 3) يوضح علاقة قوة السحب بزوايا هجوم متباينة لنموذج
بميلان زجاج أمامي (30^0)



الشكل البياني (7- 3) يوضح علاقة قوة السحب بزوايا هجوم متباينة لنموذج
بميلان زجاج أمامي (30^0)

iii/ النموذج الثالث بميلان زجاج أمامي (30°) :

تم عمل نفس الخطوات السابقة وسجلت القراءات التالية : والجدول (3-3) والمخطط البياني (3-7) الموضحان ادناه يبينان علاقة قوة السحب بزوايا هجوم للهواء متباينة لنموذج بميلان زجاج امامي (30°) :

الجدول (3-3) :

DRAG	ANGLE OF ATACK
4	0
4.5	5
5	10
5.5	15
6	20
6.5	25
7	30

الفصل الرابع

مناقشة النتائج

بعد إجراء الاختبارات المعملية علي النماذج المصغرة للسيارة الحقيقية داخل النفق الهوائي وتسجيل قراءات الجهاز عند زوايا الهجوم المختلفة وبعد المقارنة بين هذه القراءات مجتمعة لوحظت النتائج التالية :

1/ أكبر قوة سحب كانت في النموذج الأول بميلان زجاج أمامي (°90) .

2/ أصغر قوة سحب كانت في النموذج الثالث بميلان زجاج أمامي (°30) .

3/ تزيد قوة السحب بزيادة زاوية هجوم الهواء علي النموذج .

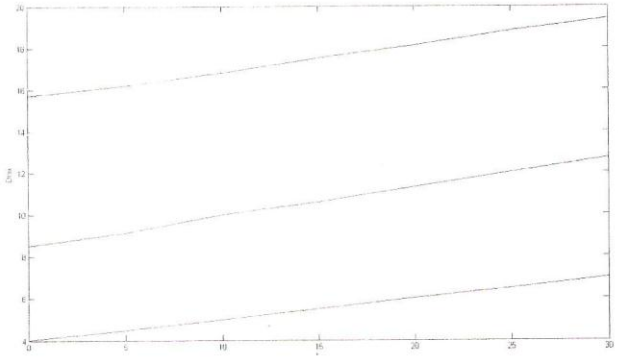
4/ زيادة قوة السحب في النموذج الثالث بميلان زجاج أمامي (°30) تكون منتظمة مع زيادة زوايا هجوم الهواء علي النموذج بانتظام . وذلك علي عكس النموذج الأول والثاني (ميلان زجاج أمامي (°90) . وميلان زجاج أمامي (°45)) . علي الترتيب ، واللذان تكون فيهما زيادة قوة السحب بصورة غير منتظمة مع زيادة زوايا هجوم الهواء علي النموذج بصورة منتظمة .

هذه الملاحظات التي أخذت من القراءات تفسيرها يكون في الأتي :

i/ تعتمد قوة السحب في السيارات علي الشكل الانسيابي لجسم السيارات . فكلما كان شكل جسم السيارة انسيابي كلما قلت قوة السحب والعكس صحيح ، وهذا التفسير تدعمه النتائج (1) ، (2)

ii/ تتغير قوة السحب بتغيير زوايا هجوم الهواء علي جسم السيارة . وذلك لأنه عند تغيير زاوية هجوم الهواء علي السيارة يزداد سطح السيارة المعرض للهواء وبذلك يزداد قوة مقاومة جسم السيارة للهواء (قوة السحب) ، وهذا التفسير تدعمه النتيجة (3) .

iii/ كلما كان جسم السيارة أكثر انسيابية كلما كان تغير قوة السحب أكثر انتظاماً مع تغير زوايا الهجوم المنتظم ، وهذا التفسير تدعمه النتيجة (4) .



الشكل (1-4) يوضح مقارنة بين الثلاثة نماذج من حيث قوة السحب

وزوايا الهجوم

الفصل الخامس

الخاتمة والتوصيات

الفصل الخامس

الخاتمة والتوصيات

5-1 الخـاتمـة :

في هذا البحث تم التوصل الي ان للشكل الانسيابي لأجسام السيارات وخوطتها تأثير كبير علي قوة مقاومة الهواء لأجسام السيارات ، كذلك تعلمنا كيفية حساب قوة الجر لهذه السيارات باستخدام تجارب علي نماذج مصغرة لسيارات حقيقية توضع في أنفاق هوائي ، من هذه التجارب تمت معرفة أن لتغير زوايا هجوم الهواء علي السيارة تأثير واضح علي قوة مقاومة الهواء فيها .

باستخدام نتائج هذا البحث كلبنة وبإجراء تجارب أخرى يمكننا معرفة تأثير قوة الجر علي صرف الوقود في السيارة وكذلك تأثيرها علي سرعة السيارة أي أداء السيارة بشكل عام علي الطريق .

هذا البحث يمكن الاستفادة منه في تصميم الأشكال الخارجية لأجسام السيارات ، بحيث تحقق التصميم الأيروديناميكي وكذلك المتطلبات الأخرى مثل السعة الداخلية للسيارة والمظهر الجذاب وأي مواصفات أخرى للشركة المصنعة .

قصور هذا البحث يتمثل في أن الأنفاق الهوائية التي أجريت عليها الاختبارات المعملية كانت مخصصة أصلا لنماذج الطائرات وأجنحة الطائرات ، وتم تعديلها لتوافق نماذج السيارات مما يمكن أن يؤثر علي النتائج المعطاه من هذه الأنفاق الهوائية .

احتكار شركات السيارات لتجاربها الخاصة في مجال هذا البحث صعب من إمكانية توفر كمية كبيرة من المعلومات في هذا الشأن ، هذا الاحتكار هو نتيجة لضرورات السرية والمنافسة القائمة بسوق السيارات .

5-2 التوصيـات :

* لتصميم الشكل الانسيابي للسيارات نوصي باستخدام الأنفاق الهوائية الخاصة بالسيارات وأيضاً عدم الاعتماد علي التجارب النظرية الأخرى في مجال حساب قوة الجر مثل تجربة محاكاة حركة الموائع (Computation Fluid Dynamic) .

* يجب الاهتمام بالدقة في عمل النماذج المصغرة للسيارات ، والاهتمام بنعومة الأسطح لهذه النماذج لأن نعومة الأسطح وعدمها يؤثر علي قوة مقاومة الهواء .

* عند عمل التجارب علي الأنفاق الهوائية نوصي بحساب قوة الجر لأكبر عدد ممكن من النماذج ولأكبر عدد من زوايا الهجوم للهواء متاحة في النفق .

المراجع

[1] د. الهادي أبراهيم الدكان ، د. صالح محمد ابوغريس ، د. فؤاد محمد فريد سياله –" أساسيات مكانيكا الموائع" – ELGA للنشر – ربيع عام 1995م.

[2] د. محمد تقي داؤود الكامل – "مكانيكا الموائع والدقائق" – مديرية دار الكتب للطباعة والنشر جامعة السودان - عام 1986م .

[3] د. شيركو شاكر فتاح – "نظرية السيارات" – وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقية – عام 1981م .

[4] شبكة الإنترنت – منتديات المهندسين العرب ، وكيبيديا الموسوعة الحرة.