المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
MINISTRY OF EDUCATION

وزارة التعليم
Ministry of Education

مجلة فيزيائية

كيف تحلق الطائرة

مدير المدرسة :
عبدالرحمن بن داموك الزهراني

باشراف :
أحيدر الصندل

مجلة فيزيائية

كيف تحلق الطائرة

كيف تطير طائرة ما بالمعنى البسيط ؟؟

تطير الطائرات بسبب إحداث أجنحتها لقوى في الطائرة. عندما يمر الهواء حول الأجنحة شكلاً مميزاً له القدرة على إحداث القوة القادرة Lift Force)، إن المقطع العرضي للجناح وهكذا يكون السطح العلوي أطول من السطح بسبب دفع أجنحة الطائرة للهواء الذي يمر الهواء بدفع الجناح للأعلى. هنالك ما يسمى الزاوية التي يصنعها الجناح مع تيار الهواء الهجوم Leading Edge) وهي الحافة الهواء، وأيضاً توجد (حافة الفرار أو الإدبار للجناح و التي يترك عندها الهواء الجناح، الهجوم و الفرار ممثلتين بنقطتين فقط في الرفع (Lift) و هي القوى الموجهة للأعلى تقوم الأجنحة بتغيير اتجاه الهواء، إن للجناح على رفع الطائرة و التي تسمى (قوة الرفع يأخذ شكل حاجب العين (أي أنه متقعر) السفلي للجناح. تنتج قوة الرفع في الأساس بجانبها للأسفل، و كرد فعل الهواء يقوم زاوية الهجوم (Angle of Attack) وهي المار ، هنالك أيضاً ما يدعى باسم (حافة الأمامية للجناح التي تكون بمواجهة Trailing Edge) و هي الحافة الخلفية في المقطع العرضي تكون كلاً من حافتي مقدمة مقطع الجناح وفي مؤخرته.

مبادئ الميكانيكا الأولية :

عندما تكون الطائرة في طور الإقلاع أو الطيران المستوي فإن حافة الهجوم للجناح تكون أعلى من حافةالفرار أو حافة الإدبار. و عندما يتحرك الجناح خلال الهواء تقوم زاوية الهجوم بدفع الهواء إلى أسفلالجناح. الهواء المتدفق أعلى الجناح ينحرف للأسفل أيضاً لأنه ينساب على الشكل المصمم خصيصاً للجناح إن ازدياد زاوية الهجوم يؤدي إلى ازدياد قوة الرفع على الجناح لأن هذا يؤدي إلى انحراف أكبر للهواء نحو الأسفل، لكن لهذا الازدياد حد يتحول بعد الجناح إلى حالة الانهيار،

القانون الثالث من قوانين الحركة

(التي صاغها الفيزيائي الإنجليزي إسحاق نيوتن) يقول بأن: لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه. في هذه الحالة دفع الأجنحة للهواء إلى الأسفل هو الفعل، بينما دفع الهواء للأجنحة إلى الأعلى هو رد الفعل، هذا ما يسبب قوة الرفع للطائرة و هي القوة العمودية للأعلى في الطائرة.

القوى الأساسية المؤثرة على الطائرة:

إن تحدي الطيران هو إقامة التوازن بين هذه القوى الأربع. فعندما تكون الدفع الدفع أكبر من قوة الجر تزداد سرعة الطائرة. وعندما تكون قوة الرفع أكبر من قوة الوزن ستعلو الطائرة. و باستخدام "سطوح التحكم" (Control Surfaces) و"أنظمة دفع" مختلفة، يمكن للطيار (الكابتن) أن يدير عملية التوازن بين هذه القوى الأربعة لتغيير الاتجاه و السرعة، فمثلاً: يمكن للطيار أن يقلل من قوة الدفع لكي يبطئ أو ينخفض، كما يمكنه أن يخفض "ذراع الهبوط" (عجلات الطائرة أو Landing Gear) في تيار الهواءو ينشر حواجب الهبوط على الأجنحة Spoilers لزيادة الجر والذي يحدث ذات التأثير لتقليل الدفع. يمكن للطيار زيادة الدفع (و ذلك بواسطة ضم ذراع الهبوط و حواجب الهبوط) إما لزيادة السرعة أو للصعود .

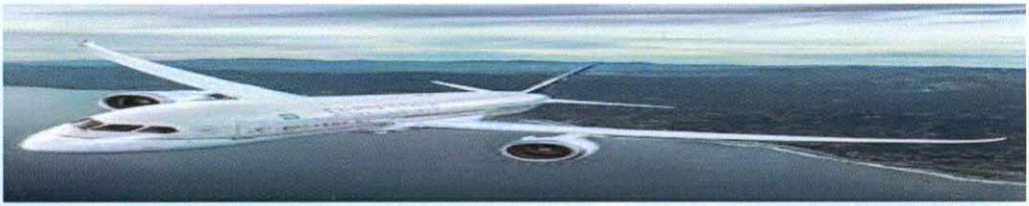
١-قوة الرفع (Lift Force) واحدة من القوى الأربع الرئيسية التي تؤثر على الطائرة، وقد ذكرنا أعلاه كيفية تولد هذه القوة.

٢-الوزن: (Weight) هو قوة تعاكس قوة الرفع لأنه يؤثر باتجاه يعاكس قوة الرفع، يجب أن يتم التغلبعلى وزن الطائرة من قبل قوة الرفع الناتجة عن الأجنحة، فإذا كانت طائرة تزن ٤,٥ طناً فإن قوة الرفع الناتجة عن الأجنحة يجب أن تكون أكبر من ٤,٥ طناً لكي تستطيع الطائرة الإقلاع عن الأرض. يجب أن يكون تصميم الجناح قوياً بشكل كافٍ لرفع الطائرة عن الأرض.

٣-الدفع: (Thrust) هي القوة التي تدفع الطائرة للأمام، تنشأ من خلال جملة الدفع سواء كانت مراوح(مروحة واحدة في المقدمة أو أكثر على الأجنحة) أو نفاثة أو مزيج من الاثنين معاً.

٤-قوة الجر: (Drag)

تؤثر على كامل الطائرة قوة رابعة هي قوة الجر أو الإعاقة، و يتولد الجر لأن حركة أي جسم خلال مائع (كعبور الطائرة في الهواء) تسبب احتكاكاً ولأنها يجب أن تزيح المائع من طريقها. سطح الرفع العلوي للجناح – على سبيل المثال – يولد قوة رفع جيدة جداً، و لكن بسبب حجمه الكبير فإنه يولد أيضاً كمية لا يستهان بها من قوة الجر، و لهذا السبب الطائرات المقاتلة والطائرات القاذفة تكون ذات أجنحة ضيقة، و على العكس؛ فإن طائرات رش المبيدات -و التي تطير بسرعة بطيئة نسبياً- قد تكون ذات أجنحة كبيرة وثخينة لأن قوة الرفع العالية أهم من كمية الجر المرافق لها. تصغر قوة الجر في الطائرات من خلال التصميم الأيروديناميكي الانسيابي للطائرة، وبأشكال انزلاقية تسهل حركة الطائرة خلال الهواء.



ثانيا : تعريفات فى الطيران مفصلة لبعض المصطلحات الموضحة بالشرح والصور اعلاه :

الرفع (Lift):

مركبة محصلة القوى الإيروديناميةعمودياً على اتجاه الريح، وفي مستوى التماثل للطائرة. وهذا الرفع هو الذي يقل الطائرة في الهواء بالقدر الذي يتناسب مع سرعتها الأمامية داخل حدود معينة.

الكبح (Drag):

مركبة محصلة القوى الإيروديناميةفي اتجاه الريح. وهي مجموع: المقاومة الجانبية، والمقاومة المستحثة للطائرة ضد سريان الهواء الذي تطير خلاله، ويكون اتجاها معاكساً لاتجاه تحت ظروف الطيران العادية.

الدفع (Thrust):

القوة الدافعة التي تولدها وحدة قدرة (Engine) لإحداث حركة لجسم، أو لتغير حركته، وتعادل:

أ- مركبة محصلة القوة الهوائية في الاتجاه الموازي لمحور المروحة.

ب- محصلة القوى الهوائية التي يولدها المحرك النفاث أو الصاروخي.

الوزن (Weight):

وزن الطائرة (أو الجهاز الطائر)، وهو يمثل الوزن الأقصى للطائرة التي يتوقع أن تحقق به الطائرة جميع متطلبات الجدارة للطيران.

مقطع انسيابي (Aerofoil):

سطح انسيابي رافع، صمم لأحداث قوة رافعة نتيجة لحركته خلال الهواء، ودون إنتاج مقاومة عالية في الوقت نفسه.

زاوية الهجوم (Angle of attack/Angle of incidence):

هي الزاوية المحصورة بين

خط الوتر لمقطع انسيابي واتجاه سريان الهواء النسبي الذي لم يضطرب بعد ولم

يحدث له انزلاق جانبي، وهو عادة اتجاه مسير الطائرة في تلك اللحظة.

زاوية الوضع (Set angle):

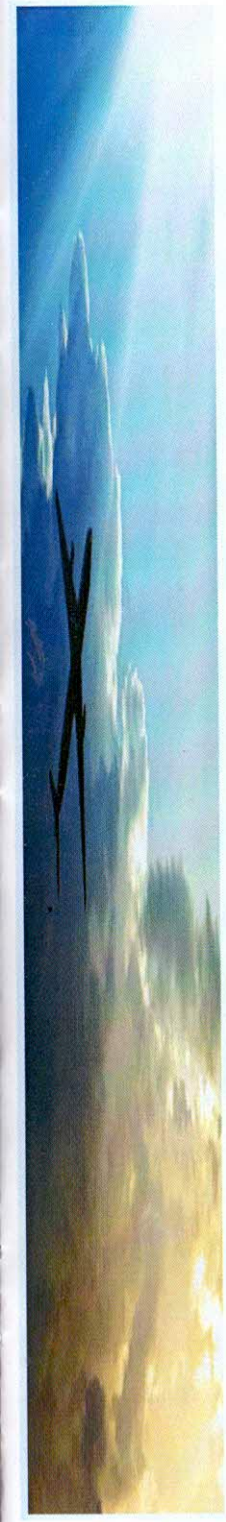
وهي الزاوية الموضوع بها الجناح على الطائرة.

زاوية الانهيار (Angle of stall):

القيمة الحدية لزاوية

السقوط، والتي ينفصل عندها تيار الهواء عن السطح العلوي للجناح، وهي عبارة

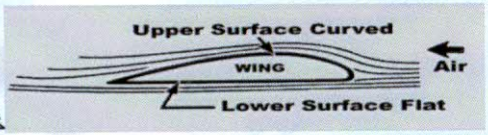
عن زاوية السقوط الحرجة التي تناظر الرفع الأقصى للجناح



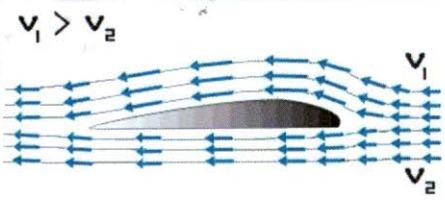
قوة الرفع

الرفع هي القوة الناتجة عن منطقة الضغط المنخفض بمحازات الطبقة العليا لجناح الطائرة إذا ما قورنت بمنطقة الضغط المرتفع بمحاذاة الطبقة السفلى لنفس الجناح. فتفاوت الضغط

بين اعلى الجناح وأسفله تنتج عنه قوة حاصلة تدفع بالجناح باتجاه منطقة الضغط الأقل – فهذا هو الرفع. ويتمّ خلق الرفع وتفاوت الضغط حول جناح الطائرة بإستخدام شكل هندسي خاص يسمى بالـ"حامل" (airfoil). ومن أهم خصائص الحامل الهندسية هو انه يجبر الهواء على الإنتقال مسافة أطول فوق الجناح من المسافة التي ينتقل فيها الهواء تحت الجناح. وبسبب تفاوت المسافتين، يحصل تفاوت في سرعة الهواء فوق الجناح وتحته مما سيبب تفاوت في الضغط حسب مبدأ برنولي للسوائل.



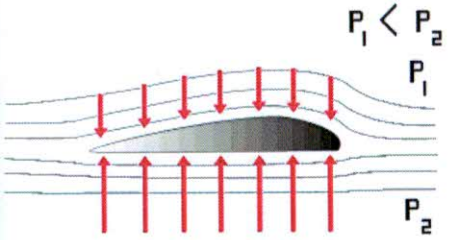
خصائص الحامل: لاحظ أن السطح الأعلى للجناح منحني مما يجعل مسافته أطول من مسافة اسفل الجناح.



فبسبب المسافة الأطول،

يحتاج الهواء الى سرعة أعلى فوق الجناح لكي يقطع المسافة الطول بنفس الزمن

الذي يقطع فيه الهواء المسافة الأقصر تحت الجناح

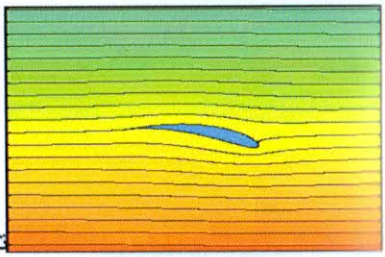


فينتج عن التفاوت في السرعة تفاوت في الضغط أيضا كما يتطلّب مبدأ برنولي للسوائل. فهذا التفاوت في الضغط هو ما يسبب قوة الرفع.

تدفق الهواء حول الجناح

من أهم الخصائص التي يتوجّب فهمها في نظرية الطيران هو ناتج تدفّق الهواء حول جناح الطائرة أو بالإحرى حول رافع (the airfoil) ويتأثر تدفق الهواء حول الرافع

بالزاوية التي يشكلّها الرافع مع خطوط التيار والتي تعرف بـ"زاوية الهجوم"....

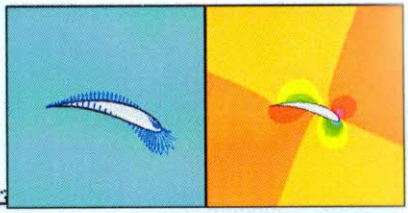


تغيّر خطوط التيار مع تغيّر زاوية الهجوم...

و هنا تظهر خصائص خطوط التيار حول رافعة الجناح في حالتين: حالة زاوية هجوم بسيطة و حالة زاوية هجوم حادّة. ولاحظ أن خطوط التيار تبدأ بالإنفصال عن الجناح كلّما ازدادت زاوية الهجوم مما يؤدّي الى توقف الجناح عن الرفع وسقوطه...

حقل التدفّق، فهو يتأثر أيضا بزاوية الهجوم كما تظهره الصورة المتحرّكة التالية:

وكلّ هذه الأشياء تودّي في النهاية الى تغيّر في حقل الضغط حول الجناح و تغيّر قوة الرفع الناتجة.



تحوّل حقل الضغط مع تغيير زاوية هجوم الجناح

اعداد الطلاب :

الزاكي عزالدين بشاشة

عبدالرحمن هاني

ابوبكر الجماعي

مهند عبدالقيوم

عبدالرحمن يسلم

معن رستم