الباب الأول

1-1 المقدمة

1-1-1 تاريخ الطيران والموائع

الطيران حلم راود الإنسان منذ قديم الزمان ويمكن تعريفه بأنه هو التحليق في الغلاف الجوي للأرض مع او دون إمكانية التنقل ، ومن المحتمل أن أول ظهور للطيران كان في الصين منذ بداية القرن السادس الميلادي حيث كان الناس يقيدون بالطائرات الورقية الكبيره كنوع من العقوبة .

وبعد ذالك فكر الإنسان في الطيران بمحاكاة الطيور والتى ولدت لديه إحساس أنه مقيد على سطح الأرض ، مماى دعى بعض المغامرين في العصور الإسلامية أمثال عباس بن فرناس للقفز من المرتفعات مستعينا علي ذلك بأجنحه ثبتها حول ساعديه ، وكان الإعتقاد السائد وقتها أن اجنحت الطيور فقط هي سبب طفوها و إرتفاعها في الهواء، وبالرغم من الحوادث المؤسفة التى إنتهت بها تلك المحاولات إلا انها كانت خطوة في طريق التقدم في مجال الطيران . حتى نهاية القرن الثامن عشر لم يتحقق أي تقدم يذكر في مجال الطيران سوى الجهد الذي قام به الرسام ليوناردو دافنشي حيث صمم نوع من البرشوت في شكل خيمة من الكتان على هيئة هرم مدعيا أنه بمقدور الإنسان أن يهبط بها من أي إرتفاع .

في عام 1759م أجريت تجربة ناجحة على نموذج من للبالون كوسيله للطيران ؛ حيث قام مارتولو ميودي بعرض بالون مملوء بالهواء الحار الذي يسخن بواسطة مادة شمعيه في صفيحه معلقه في البالون ، وتبعا لذلك تكون كثافة الهواء بداخل البالون أقل منها في الخارج نتيجة لتباعد الجزيئات بداخله، ووصل هذا البلون إلى إرتفاع إثنى عشر قدما وتم تطويره فيما بعد حيث استخدم غاز الهيدروجين الاقل كثافة من الهواء وسمي بالمنطاد وتم إستخدامه حتى في الحروب للمراقبة . تندرج كل هذه المحاولات السابقة تحت ما يسمى بالطائرات الأخف من الهواء ، وكانت بدائية نوعا ما نظرا لعدم إلمام الإنسان بالخواص الحرارية للهواء وسبب حدوث الطيران ولقلة التجارب في ذلك الوقت .

تلت هذه الحقبه تطورات عديدة حيث بدأت تجارب الطيران الاثقل من الهواء وكانت البدايه مع كايلي الذي صنع طائرته الشراعية المنزلقه عام 1804م وإعتبرها بعض المؤرخين أنها الطائره الأولى في التاريخ ، وحاول كايلي تطوير طائرته الشراعية بإضافة محرك لها إلا أن المحركات الشائعة في ذلك

الوقت هي المحركات البخارية والتى تعتبر ثقيلة جدا ولا تصلح للطائرات ، وتخطى هذه العقبه هينسون بمعاونة المهندس جون حيث زودا هذه الطائره بمحرك بخاري صغير خفيف الوزن نسبيا وطار هذا النموذج بشكل أو بآخر في إحدى الإختبارات عام 1848م وكان هذا الإختبار أول محاولة لإستخدام الدفع الميكانيكي في الطائرات .

تلى ذلك نموذج الفونس بينو الذي صمم أول طائره لها إستقرار ذاتى بالجو سماها نوفور وإستمدت القوه من شريط مطاطي يدير مروحه في ذيلها وحلقت بنجاح عام 1871م.

بعد ذلك جاء الأخوان رايت بنموذجهما مستفيدين من إحدى تصاميم بينو الرائعة وصمما محركا خاصا بهما يزن 82 كيلوجرما و يولد 13 حصانا فصنعا أول طائرة مزودة بمحرك في صيف 1903م وقد إستطاعت هذه الطائرة أن تحلق مسافة 36.5 متر لمدة 12 ثانية فقط ، وتعتبر أول طائرة تحمل رجلا وتحلق به في الهواء معتمدة على قدرتها الذاتية .

ولقد مرت الطائرات بتطورات كبيرة في السنين التى تلت التجارب ، وإستطاعة طائرة الأخوان رايت أن تصل سرعتها إلى 50 كيلومتر في الساعة بينما تزيد سرعة الطائرات البخارية عن 1000 كيلومتر في الساعة والطائرات الحربية عن 3400 كيلومتر في الساعة أي 2.8 ماخ في وقتنا الحاضر . ويعزى هذا التطور إلى التقدم الهائل في مجال العلوم والهندسة وخاصة في مجال الموائع الذي سنركز عليه في دراستنا لهذا الموضوع .

2-1 أهمية البحث

لقد جلبت الطائرات معها تغيرات عديده في اسلوب حياة الناس، فملايين البشر يعتمدون على الطائرة لتحقق لهم إنتقالاً مريحاً ، فرجال الأعمال مثلا يتوقعون خدمات بريدية سريعة، كما تقوم العديد من المصانع بتصدير منتجاتها عن طريق الجو، وتقدم الطائرة خدماتها للبشرية بطرق أخرى عديدة تتراوح بين مكافحة حرائق الغابات وحمل المساعدات في حالات الطوارئ، كذلك فإن الطائرة سلاح قوي أساسي في القتال .

للدخول إلى عالم الطيران العجيب يجب في البداية أن نتعرف علي موضوع الديناميكية الخاصة بالهواء والتي تعتبر المدخل الرئيسي لعالم الطيران والطائرات .

والديناميكا الهوائية هي فرع من فروع الديناميكا وهي التى تعنى بدراسة القوى المؤثرة على جسم ما أثناء حركته في الهواء أو أي نوع آخر من الغازات، وتؤثر قوى الديناميكا الهوائية على الطائرات وأية

أجسام أخرى متحركة في الهواء، ويدرس العلماء والمهندسون الديناميكا الهوائية ويهتمون بها لأنها القوى التى تؤثر في حركة الأجسام في الجو .

3-1 مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في عدم وجود دراسات وافيه تربط علم الطيران بعلم الموائع في السودان .

4-1 الغرض من البحث

الغرض من هذا البحث هو تصنيع طائرة على ضوء مبادئ علم الموائع .

5-1 محتوى البحث

يحوي هذا البحث ثلاثة أبواب الأول هو المقدمة ، والثاني يتحدث عن علم الموائع في حين يتحدث الباب الثالث عن تصنيع الطائرة .

الباب الثاني

1-2 مقدمه

يتحدث هذا الباب عن تعريف الموائع وطبيعتها وحركتها و قانون برنولي كما يتناول القوى المتحكمه في حركة الطائرات والمسؤولة عن إرتفاعها وتحليقها في الجو .

2-2 طبيعة المائع

تعرف الموائع على أنها مواد قابلة للإنسياب والتشكل بشكل الأوعية المحتوية لها ، ولاتظل الموائع ساكنة إذا أثرت عليها قوى مماسة أو قاصة ؛فجميع الموائع تتأثر وتنساب بتأثير أي إجهاد أو ضغط وهي لاتحاول إستعادة شكلها الأصلي بعد زوال الإجهاد .

وتنقسم الموائع إلى سوائل وغازات ، ولكننا سنركز على الغازات لأنها تمثل الجزء الأهم في دراستنا ، ويكمن الفرق بين السوائل والغازات في أن السوائل غير قابلة للإنضغاط بعكس الغازات التى تعتبر قابلة للإنضغاط ، كمان أن السوائل ذات أحجام ثابتة بينما حجم الغاز يكون غير ثابت حيث يتغير بتغير الإناء المحتوي له ؛ أي أن كثافة الغاز غير ثابتة وتتغير بسهولة تبعا لتغير الضغط المسلط عليها بينما كثافة السائل ثابتة .

يعتبر فهم سلوك وحركة الموائع أمرا مهما لتصميم وصناعة السيارات والسفن والطائرات والصواريخ كما هو مهم لدراسة الأحوال الجوية ، وسنركز هنا على صناعة الطائرات لأنها موضوع البحث ونتحدث بتفصيل أكثر عن حركة الموائع وطبيعتها.

لفهم طبيعة المائع لا بد من دراسة الخواص الفيزيائية له ومنها :

2-2-1 الضغط

الضغط (**p**) هو تاثير يحدث عند تطبيق قوة على سطح، أو هو القوة العمودية على وحدة المساحة. و يعتبر الضغط كمية قياسية وحداتها في النظام الدولي للوحدات هي الباسكال **Pa** .

حيث: 1 باسكال = 1 نيوتن/ متر^2 ، وفي نظام الوحدات الأمريكي المتخصص وحدة البساي psi
حيث: 1 بساي = 1 رطل / بوصة^2 .

يعتبر الضغط من الإحداثيات الأساسية في الديناميكية الهوائيةوهو مقترن دائماً بالحجم.

ويمكن حساب الضغط (**p**) من العلاقة:

حيث:

(**p**) الضغط . (**F**) القوة العمودية . (**A**) المساحة .

والضغط الجوي القياسي: هو قيمة ثابتة تساوي تقريباً ضغط الهواء في الأرض وفي مستوى سطح البحر، وقيمته تساوي = 101325 .Pa أو 101.325 Kpa .

2-2-2 الكثافة

الكثافة (ρ) لمائع هي كتلته لوحدة الحجم وتعطى بوحدة كتلة لكل وحدة حجم، أي كيلوجرام لكل متر مكعب (kg/m) ، وتعرف الكثافة النوعية للمائع بأنها النسبة بين كثافة المائع وكثافة الماء النقي عند درجة الحرارة القياسية .

3-2-2 الوزن النوعي

الوزن النوعي (γ) لمائع هو وزنه لوحدة الحجم وهو يمثل القوة الناشئة عن تأثير الجاذبية الأرضية على وحدة الحجم من المائع وبالتالي يكون له وحدات قوة لوحدة الجحوم، أي رطل لكل قدم مكعب

4-2-2 الحجم النوعي

الحجم النوعي (U) للمائع هو الحجم الذي تشغله وحدة الكتلة للممائع ودائما يطبق على الغازات، وغالبا ما يعطي بوحدات متر مكعب لكل كيلو جرام (m^3/kg) . الحجم النوعي يعتبر معكوس الكثافة .

5-2-2 اللزوجة

لزوجة المائع هي مقياس مقاومته للقص أو التشوه الزاوي، و تنتج قوة الإحتكاك في المائع من التماسك وتبادل كمية الحركة بين الجزيئات في المائع . تتأثر اللزوجة بدرجة الحرارة فإن لزوجة جميع السوائل

تنخفض مع زيادة درجة الحرارة بينما لزوجة جميع الغازات تزداد ،سبب ذلك هو ان قوة التماسك التي تقل مع زيادة درجة الحرارة ، تغلب بالنسبة للسوائل ، بينما بالنسبة للغازات فإن العامل السائد هو تبادل الجزيئات بين الطبقات ذات السرعات المختلفة ، ولذلك فإن الجزئ سريع الحركة أثناء إنتقاله إلى طبقة أبطأ يحاول أن يزيد من سرعة هذه الطبقة ، وكذلك الجزئ بطئ الحركة عند إنتقاله إلى طبقة أسرع يحاول أن يبطئها .

وهذا التبادل الجزئي يولد قوى قص و يؤدي إلى ظهور قوة إحتكاك بين الطبقات المتجاورة ، الزيادة في النشاط الجزئي عند درجات الحرارة المرتفعة تسبب زيادة لزوجة الغازات بزيادة درجة الحرارة .

3-2 قانون برنولي

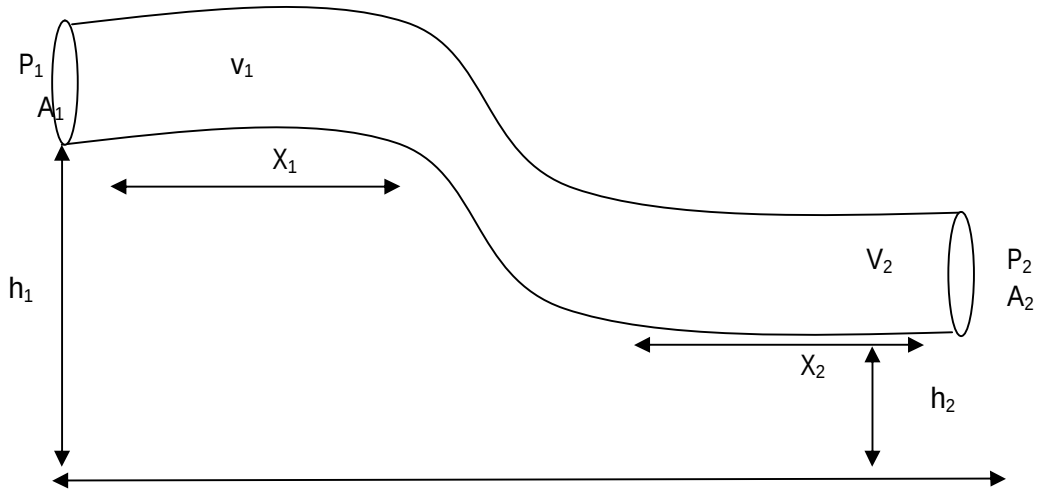
2-3-1 مبدأ برنولي

مبدأ برنولي احد المواضيع التى تندرج تحت ميكانيكا الموائع المتحركة حيث ينص المبدأ على أن "ضغط المائع المثالي يقل إذا زادت سرعته" أي أن العلاقة بين ضغط المائع وسرعته علاقة عكسية ، وقد طور عالم الرياضيات السويسري (دانيال برنولي) هذا القانون في القرن الثامن عشر الميلادي ونصه:

" مجموع الضغط والطاقة الحركية وطاقة الوضع لوحدة الحجوم تساوي مقدار ثابت " .

وتستخدم قاعدة برنولي عند تصميم أجنحة الطائرات ، حيث يعطى الجناح إنحناءة عند سطحه العلوي تجعل الهواء ينساب عليه أسرع منه عند السطح السفلي للجناح ، وبالتالي يكون ضغط الهواء أقل عند مواضع السرعة الأعلى ؛ ونتيجة لذلك يزيد ضغط الهواء أسفل الجناح عنه فوق الجناح ويؤدي ذلك إلى رفع الطائرة .

2-3-2معادلة برنولى



الشكل (2-3-1) يوضح إنسياب المائع عبر أنبوبة مسحوبة.

نفرض أن سائل ينساب طبقيا من أنبوبة كما بالرسم حيث سرعة السائل عند المقطع A_1 هى v_1 والضغط هو p_1 وعند المقطع A_2 هى v_2 والضغط هو p_2 .

حسب قانون حفظ بقاء الطاقة فإن معادلة حفظ الطاقة لهذا الوضع هى

الشغل المبذول على وحدة الحجوم من السائل المنساب = الزيادة فى طاقة الحركة

لوحدة الحجوم + الزيادة فى طاقة الوضع لوحدة الحجوم

ولذلك يجب علينا حساب كل من الشغل وطاقة الوضع والحركة كلاتي:

أولا الشغل المبذول لوحدة الحجوم

الشغل **W** = القوة x المسافة = الضغط x المساحة x المسافة = الضغط x الحجم

$$W = (p_2 - p_1) V \qquad (1\text{-}3\text{-}2)$$

$$\hat{W} = \frac{(p_2 - p_1) V}{V} = (p_2 - p_1) \qquad (2\text{-}3\text{-}2)$$

حيث:

$(\hat{W})$ الشغل المبذول لوحدة الحجوم.

ثانيا الزيادة فى طاقة الحركة لوحدة الحجوم

$$K = \frac{1}{2} M v^2 \qquad (3\text{-}3\text{-}2)$$

حيث:

(K) طاقة الحركة. (M) الكتلة.

(V) السرعة.

طاقة الحركة لوحدة الحجوم تعطى بالعلاقة

$$\frac{\frac{1}{2} M v^2}{V} = \frac{1}{2} \rho v^2 \qquad (4\text{-}3\text{-}2)$$

حيث M كتلة السائل و V حجم السائل

إذن الزيادة في طاقة الحركة لوحدة الحجوم تعطى بالعلاقة

$$K = \frac{1}{2}\ \rho\ v_2^2 - \frac{1}{2}\ \rho\ v_1^2 = \frac{1}{2}\ \rho\ \left(v_2^2 - v_1^2\right) \qquad (5\text{-}3\text{-}2)$$

ثالثا الزيادة فى طاقة الوضع لوحدة الحجوم

الزيادة فى طاقة الوضع لوحدة الحجوم = طاقة الوضع عند المقطع A_2 - طاقة الوضع عند المقطع A_1

$$\frac{M}{V}\ g\ h_2 - \frac{M}{V}\ g\ h_1 = \frac{M}{V}\ g\ \left(h_2 - h_1\right)$$
$$= \rho\ g\ \left(h_2 - h_1\right) \qquad (6\text{-}3\text{-}2)$$

من أولا وثانيا وثالثا يمكن الحصول على المعادلة التالية

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\ \rho\ \left(v_2^2 - v_1^2\right) + \rho\ g\ \left(h_2 - h_1\right)$$

$\therefore$

$$p_1 + \frac{1}{2}\ \rho\ v_1^2 + \rho\ g\ h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\ \rho\ v_2^2 + \rho\ g\ h_2 \qquad (7\text{-}3\text{-}2)$$

وهذه المعادلة تعرف بمعادلة برنولى والتى يمكن كتابتها على الشكل التالى

$$p + \frac{1}{2}\ \rho\ v^2 + \rho\ g\ h = C` \qquad (8\text{-}3\text{-}2)$$

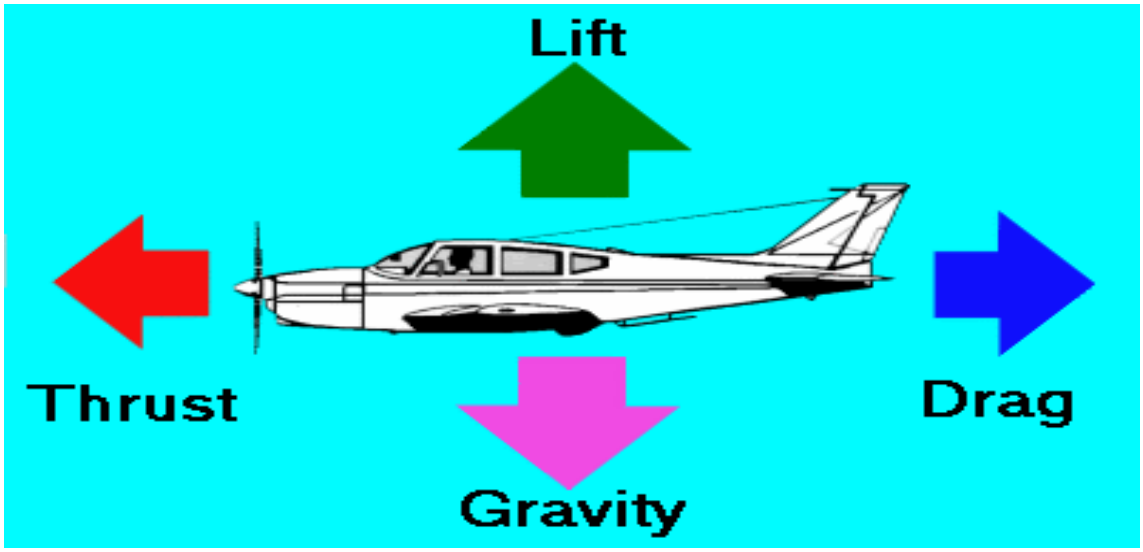
حيث C كمية ثابتة ويطلق على هذه المعادلة معادلة برنولى .

ملحوظة

فى إستنتاجنا لمعادلة برنولى أهملنا الطاقة المفقودة بسبب الإحتكاك الداخلى للسائل.

2-4 القوى المتحكمة في حركة الطائرة :

القدرة على الطيران هو في حقيقته القدرة على التحكم بقوى الجاذبية والحركة ، فالطائرة كجسممعلّق في الطبقة الجوية تتحكم فيها قوى أربعة هي:



الشكل(2-4-1) يوضح القوى الأربعة المتحكمة في الطائرة

2-4-1 الدفع (Thrust) :

وهي القوةالتي يولّدها المحرّك وفراشاته بدفعها للهواء الى الخلف ، فهي القوة المعاكسة لدفع الهواء للخلف واتجاهها هو الى الأمام .

2-4-2 المقاومة (Drag) :

وهي القوة التي تقاوم الحركة الى الأمام واتجاهها هو نحو الخلف .

2-4-3 الوزن (Weight) :

وهو قوة الجاذبية الناتجة عن كتلة الطائرة و اتجاهها هو الى مركز الأرض .

2-4-4 الرفع (Lift):

وهي القوة التي يولدها جناح الطائرة و اتجاهها عمودي لسطح جناح الطائرة وهي ناتجة 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.

وتحسب قوة الرفع (L) بالعلاقة التالية:

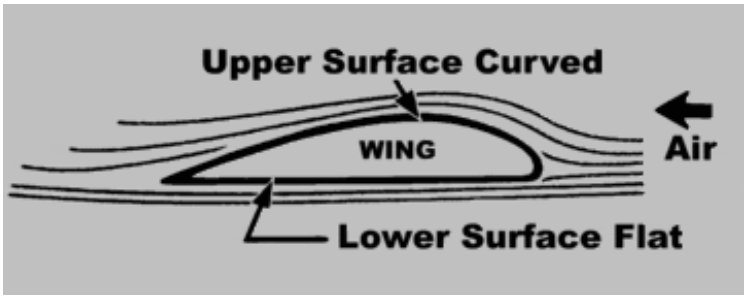
$$L = 1/2\ \rho V^2 A\ cl \qquad (1\text{-}4\text{-}2)$$

حيث:

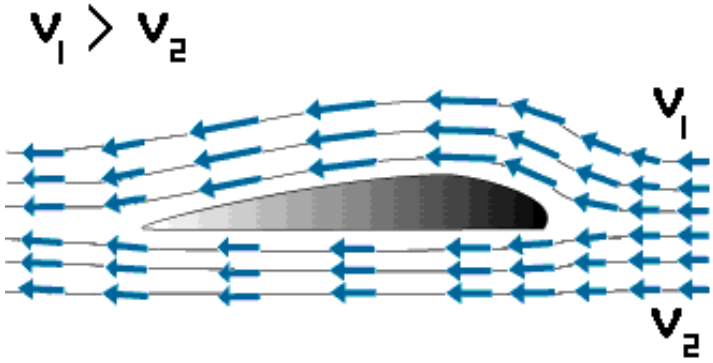
(ρ) كثافة الهواء. (V) سرعة التحليق.

(A) مساحةسطح الجناح. (cl) معامل 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 و تحته مما يسيبب تفاوت في الضغط حسب مبدأ برنولي للموائع.

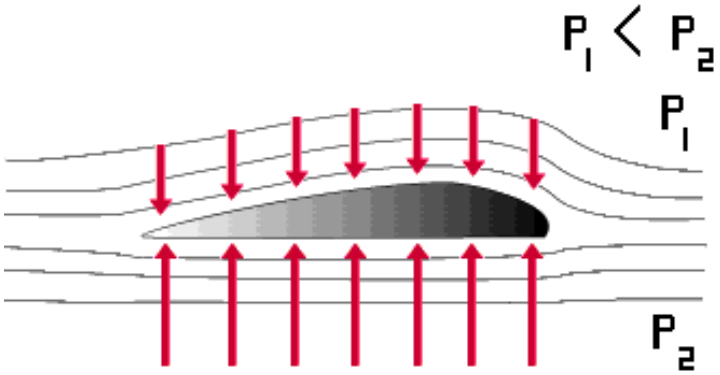


الشكل (2-4-2) يوضح إنسياب الهواء حول مقطع الجناح



الشكل (2-4-3) يوضح تفاوت سرعة الهواء أعلى الجناح وأسفله

فبسبب المسافة الأطول، يحتاج الهواء الى سرعة أعلى فوق الجناح لكي يقطع المسافة الأطول بنفس الزمن الذي يقطع فيه الهواء المسافة الأقصر تحت الجناح .



الشكل(2-4-4) يوضح تفاوت ضغط الهواء أعلى الجناح وأسفله

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

5-2 أنواع الطائرات

تنوع الطائرات تنوعاً كبيراً كالطائرات البرية و الطائرات الخاصة بحاملات الطائرات و الطائرات البحرية و الطائرات البرمائية و طائرات الإقلاع والهبوط العمودي VTOL و طائرات الإقلاع و الهبوط السريع STOL . وجميع هذه الأنواع تعتمد على نفس الأساس التقني إلا أن مقدراتها و استخداماتها تجعلها تبدو و كأنها مختلفة ، ونذكر منها:

2-5-1 الطائرات البرية (Land Planes)

الطائرات البرية صممت لكي تقوم بالإقلاع من أراضٍ غير معبدة أو منمدرج نموذجي و بعض الطائرات البرية تكون مجهزة لكي تقلع من على العشب أو من بعض الأراضي الأخرى غير منتهية البناء .

تملك الطائرات البرية عجلات لكي تقوم بالسير و الإقلاع و الهبوط، على الرغم من أن بعض الطائرات المخصصة للعمل في المناطق القطبية الشمالية أو الجنوبية تملك زلاجات بدل العجلات.

الصورة (2-5-1) توضح نموذج لطائرة برية

2-5-2 الطائرات الخاصة بحاملات الطائرات (Carrier-Based Aircraft)

الطائرات الخاصة بحاملات الطائرات هي نموذج مطور خصيصاً صممت للإقلاع من على سطح حاملة طائرات بحرية، هذه الطائرة ذات بنية تمت تقويتها بما في ذلك ذراع الهبوط لكي تناسب الإجهاد الناتج عن عملية الإقلاع من على سطح السفينة Catapult-Assisted Takeoff الذي تقلع الطائرة منه بواسطة الغاز الدافع و كبح عملية الهبوط التي تعمل بواسطة خطاف موصول بالطرف السفلي لذيل الطائرة لكي يمسكواحداً من الأسلاك الأربعة المتشابكة عبر سطح حاملة الطائرات.

الصورة(2-5-2) توضح طائرة خاصة بحاملات الطائرات

3-5-2 الطائرات المائية (Seaplanes)

الطائرات المائية والتي تدعى في بعض الأحيان باسم الطائرات الطوافة Floatplanes أو الطائرات العائمة Pontoon Planes هي عادة طائرات برية عادية تم تبديل العجلات فيها بالطوافات و بهذا

يمكنها أن تعمل على المياه.

تملك هذه الطائرات بدناً يشابه و يقوم بما يقوم به بدن المركب المائي، ولذا تعرف باسم المراكب الطائرة، وقد تملك هذه الطائرات طوافات صغيرة متصلة بألواح إلى أجنحتها الخارجية لكي تساعد في تثبيتها عند السرعات المنخفضة على المياه، إلا أن وزن الطائرة ينتج عن وزن البدن العائم.

الصورة (2-5-3) نموذج لطائرة مائية

2-5-4 الطائرات البرمائية (Amphibians)

الطائرات البرمائية كالحيوانات ذات الاسم نفسه، تستطيع العمل من القواعد البرية والبحرية معاً و في كثير من الحالات تكون الطائرة البرمائية هي طائرة مائية، ولكن بالإضافة إلى بدن القارب لها ذراع هبوط مصمم خصيصا يمكنها أن تتخطى الحدود المائية و تمشي خارج الماء نحو اليابسة .

الصورة (2-5-4) نموذج لطائرة برمائية

2-5-5 طائرات الإقلاع و الهبوط العمودي

(Vertical Takeoff and Landing Airplanes)

تستخدم طائرات الإقلاع و الهبوط العمودي VTOL الدفع النفاث من محركاتها الموجهة نحو الأسفل لكي تقلع وتهبط بخط عمودي نحو الأعلى و الأسفل، بعد الإقلاع تنتقل إلى الطيران بواسطة الجناحين أفقيا .

الصورة (2-5-5) توضح طائرة إقلاع وهبوط عمودي.

الباب الثالث

دور قوى الرفع والديناميكا الهوائية في صناعة الطائرة

1-3 مقدمة

يسعى المهندسون لتصميم جسم الطائرة في شكل انسيابي ما أمكن ذلك، ويتم إكساب الطائرةسطحًا أملس وشكلامحكمًا، كما يتم تصميم جميع الأجزاء الموجودة على سطحها الخارجي بحيث تستطيع شق طريقها في الهواء بسهولة وإنسيابية . وفي هذا البحث تم تصميم طائرة شراعية خشبية بمحرك كهربائي ،

2-3 بنية الطائرة

تتألف بنية الطائرة من الأجزاء الآتية:

1-2-3 بدن الطائرة

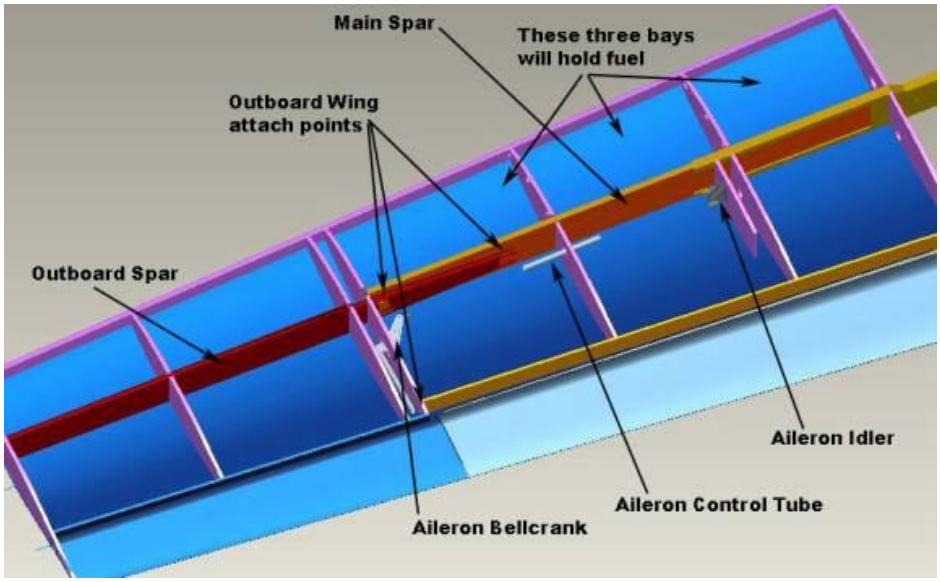
جسم الطائرة أو بدن الطائرة هو الحجرة الرئيسية وغالبا ما يحتوى على قسم قمرة القيادة cockpit عند الطرف الأمامي، حيث يتحكم الطيار بالطائرة ، وأيضا قسم الكابين cabin و هذا القسم مصمم لنقل المسافرين و الحمولات، وفي الطائرات الحربية يكون جسم الطائرة مستودعا للمحركات والوقود والإلكترونيات وبعض الأسلحة .

أما في الطائرة موضوع البحث فيحتوي البدن على المحرك في مقدمته و البطارية والإلكترونيات المتمثلة في مستقبل الإشارة (**Receiver**) والسيرفو موتور ومتحكم السرعة (speed controller) ، كما يمثل البدن عمود فقري يربط جناح الطائرة بالذيل والمحرك وبقية الأجزاء . وهو مصنوع من خشب البلصا الخفيف بطول 85 سنتمتر ومدعم بإطار داخلي، كما بالشكل التالي:

الصورة (3-2-1) توضح بدن الطائرة والإطار الداخلي لها

3-2-2 الأجنحة Wings

كل الطائرات لديها أجنحة إلا أن بعضها يكون تقريبا عبارة عن جناحين مع قمرة صغيرة فقط .
يتألف الجناح التقليدي من عارضة spar ممتدة من طرف الجناح إلى الطرف الأخر، ويوجد عموديا على العارضة سلسلة من الرقائق ribs والتي تمتد من مقدمة الجناح أو الحافة الأمامية وحتى مؤخرة الجناح أو الحافة الخلفية .
يجب أن يتم تشييد هذه الأجنحة بدقة لتعطي شكل الجناح وفق الشكل الأيروديناميكي الذي يقرر خواص قوة الرفع. لقد نجح إستخدام الأجنحة الخشبية والقماشية غالبا في بنية الطائرت بسبب خفة وزنها النسبية ومتانتها العالية ، كما إستخدم الكتان في صناعة غطاء الجناح .
الشكل التالي يوضح مكونات الجناح :



الصورة (3-2-2) توضح مكونات الجناح .

و في الطائرة موضوع البحث أستخدم خشب البلصا في صناعة إطار داخلي قوي للجناح على شكل (تحدبه العلوي أكثر من السفلي) والذي يحقق مبدأ برنولي للرفع ويبلغ طوله 126 سنتمتر وعرضه 23 سنتمتر، كما بالشكل التالي:

الصورة (3-2-3) توضح الإطار الداخلي للجناح .

وتم تغليف هذا الإطار بغلاف رقيق من البلصا بسماكة 2ملمتر كالأتي:

الصورة (3-2-4) تغليف الجناح بخشب البلصا.

الصورة (3-2-5) المقطع الجانبي للجناح بعد الغلاف الخشبي.

ودعم الجناح بغلاف حراري أملس من الخارج ليعطيه مزيد من المتانة ويساعده في إختراق الهواء بسهولة ويقلل من الإحتكاك معه ، كالآتي:

الصورة (3-2-6) الغلاف الحراري للجناح.

واخيرا لصق جزئي الجناح ببعضهما بحيث يصنعا زاوية صغيرة بينهما :

الصورة (3-2-7) توضح الشكل النهائي للجناح.

3-2-3 مجموعة الذيل Tail Assembly

جميع الطائرات لديها مجموعة الذيل و التي تكون موصولة بمؤخرة جسم الطائرة، وتتألف مجموعة الذيل من أسطح تحكم أفقية وعمودية والتي تبدو كأجنحة صغيرة .

يتألف الذيل من سطح أفقي ثابت يسمى سطح الموازنة الأفقي Horizontal Stabilizer يتصل به مفصلياً سطح أفقي متحرك يسمى دفة العمق Elevator ، كما يتألف من سطح ثابت عمودي يسمى سطح الموازنة العمودي Vertical Stabilizer أو الزعنفة Fin و يتصل بها مفصلياً سطح عمودي متحرك يدعى دفة الاتجاه Rudder وأحياناً تسمى الدفة، جميع هذه المكونات تسمى مجموعة الذيل empennage .

إن وظيفة سطوح التوازن الثابتة هي حفظ توازن و استقرار الطائرة أثناء الطيران المستقر، أما السطوح المتحركة فتقوم بإعطاء الحركات المختلفة للطائرة، فمثلاً عند انحراف الدفة دفة الاتجاه Rudder تنعرج الطائرة يميناً أو شمالاً هذه الحركة تسمى Yawing ، أما عند انحراف دفة العمق elevator فإن الطائرة إما أن ترفع مقدمتها إلى الأعلى أو تخفضها إلى الأسفل وهذه العملية تدعى Pitching . بالتأكيد أن انحراف هذه السطوح يتم بناء على أوامر الطيار البشري أو الطيار الآلي .

الصورة (3-2-8) توضح مجموعة الذيل وأسطحها الثابتة والمتحركة.

وفي الطائرة موضوع البحث صممت مجموعة الذيل بما في ذلك أسطح التوازن العمودية والأفقية بنفس الطريقة أعلاه من خشب البلصا ، وأرفق إلى هذه الأسطح كل من دفة الاتجاه Rudder و دفة العمق elevator وربطت معها بواسطة مفصلات بلاستيكية مرنة وقوية ، ويتم تحريكها بواسطة أسلاك يسحبها محرك صغير يسمى بالسيرفو (servo motor). الشكل التالي يوضح مجموعة الذيل:

الصورة (3-2-9) توضح مجموعة ذيل الطائرة موضوع البحث.

4-2-3 ذراع الهبوطLanding Gear :

لدى جميع الطائرات نوع ما من ذراع الهبوط العجلات و آلياتها و الفرامل و آليات التخميد كلها تدعى بذراع الهبوط .لدى الطائرات الأكبر أو الأكثر تعقيداً ذراع هبوط قابل للضم حيث يمكن سحبه داخل

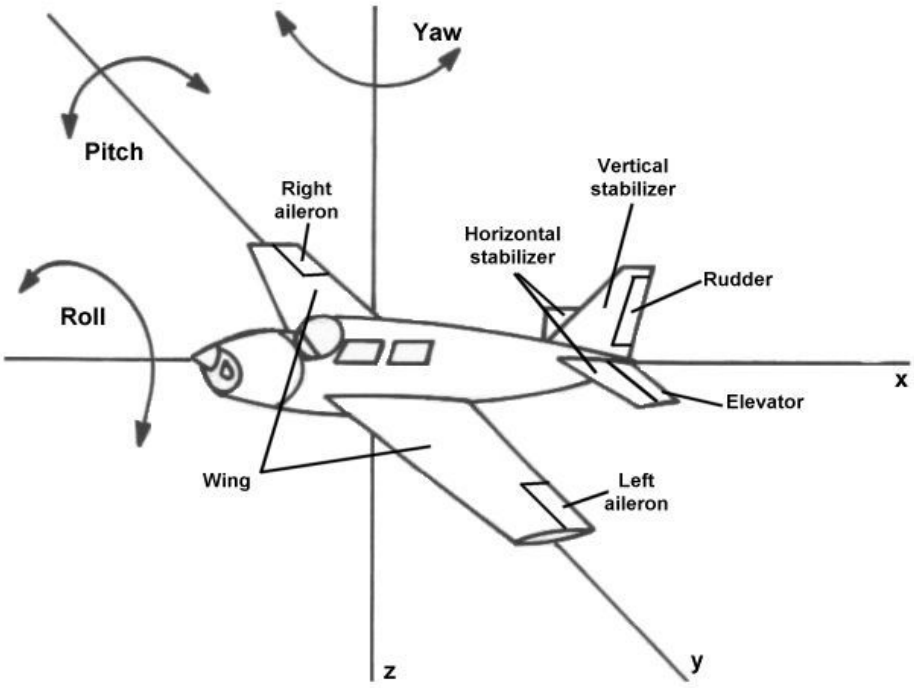
الجناح أو ضمن جسم الطائرة بعد الإقلاع، و بحصولنا على ذراع هبوط قابل للضم يمكننا التقليل وبشكل كبير من قوة الجر الناشئة عن بنية العجلات، والتي لولا ذلك ستبقى معلقة في الخارج ضمن التيار الهوائي.

في هذه الطائرة أستخدمة عجلات خفيفة من البلاستيك المطاط وثبتت على بدن الطائرة بأذرع معدنية مصممة بشكل يمكنها من إمتصاص الصدمات خاصة عند الهبوط .

3-3 التحكم بالطائرة

تقوم الطائرة بثلاثة أنواع أساسية من الحركة على ثلاثة محاور منفصلة، فقد تطير الطائرة بثبات في اتجاه واحد وارتفاع واحد وهو ما يسمى الطيران المنتظم ، و قد تصعد أو تهبط في حركة تسمى الخطران Pitching ، وهنا يتم تحريك المقدمة نحو الأعلى أو الأسفل. و قد تنعطف تتدحرج الطائرة Rollحول المحور الأفقي الطولي والذي يمتد على طول المركبة . وقد تعرج Yaw الطائرة أنفها إلى اليمين أو إلى اليسار حول المحور العمودي .وأخيراً فقد تنكس الطائرة أنفها للأعلى أو للأسفل متحركة حول محورها الجانبي و الذي يكون ممتداً من طرف الجناح إلى طرف الجناح الآخر bank و التي يمكن اعتبارها حركة مركبة من Rolling وPitching . أحياناً ترتفع الطائرة بالكامل دون ميلان مقدمتهاوذلك عن طريق زيادة دفع المحركات أو زيادة تقعر الأجنحة وهذه الحركة تسمى بالرفع Lift.

تعتمد الطائرة على حركة الهواء عبر جناحيها لكي ترتفع، و تستفيد الطائرة من تيار الهواء للتحرك في أية اتجاه حول المحاور الثلاثة، و لكي تقوم بهذا يجب على الطيار أن يتلاعب بخبرة بالتحكمات في القمرة أو عن طريق جهاز التحكم عن بعد كما بالطائرات اللاسلكية وهذه المتحكمات تتحكم بسطوح التحكم في الأجنحة و الذيل.



الشكل(3-3-1) يوضح أسطح التوجيه الثابتة و المتحركة ومحاور حركة الطائرة

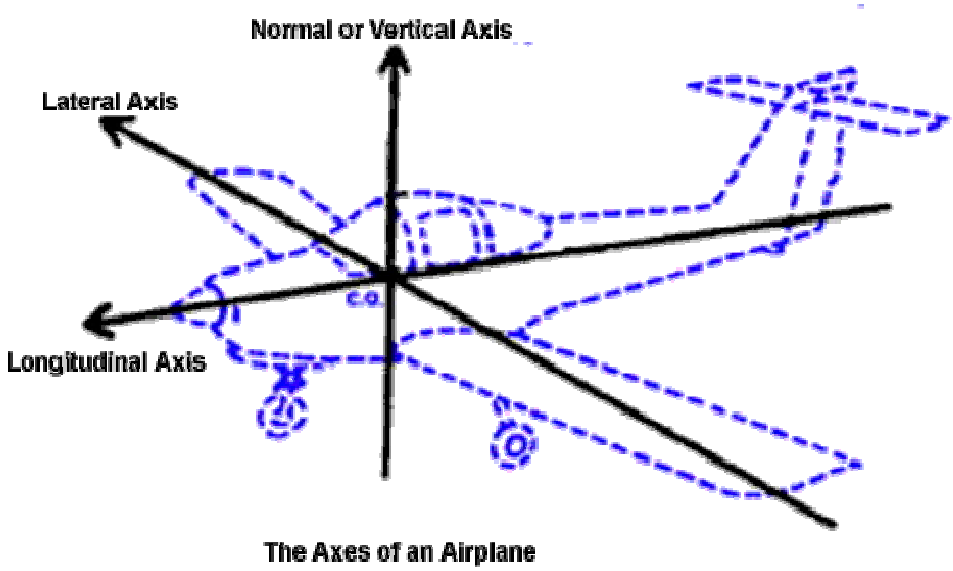
تتم حركة الانعطاف Rolling بواسطة إمالة الجنيحات ailerons الموجودة عند حافة الفرار للجناح، هذه الجنيحات تدور باتجاهات متعاكسة على الجناحين مسببة عزم فتل(دوران) يؤدي إلى دوران الطائرة حول محورها الطولي، فإذا أردنا الدوران إلى اليمين مثلا يتم رفع الجنيح اليميني فتقل قوة الرفع على الجناح اليميني بسبب انخفاض التقعر؛ و بالتالي انخفاض قوة الرفع ، وفي نفس الحين يتم خفض الجنيح اليساري فتزداد قوة الرفع بسبب زيادة التقعر وهكذا تصبح قوة الرفع اليسارية أكبر من القوة اليمينية و بالتالي لابد للطائرة أن تدور باتجاه اليمين.

الشكل (3-3-2) يوضح دوران الطائرة إلى اليمين.

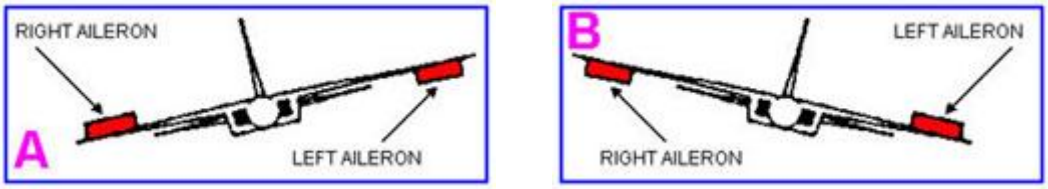
أما إذا أردنا الدوران إلى اليسار فإن الأمر يتم بالصورة المعاكسة تماماً .

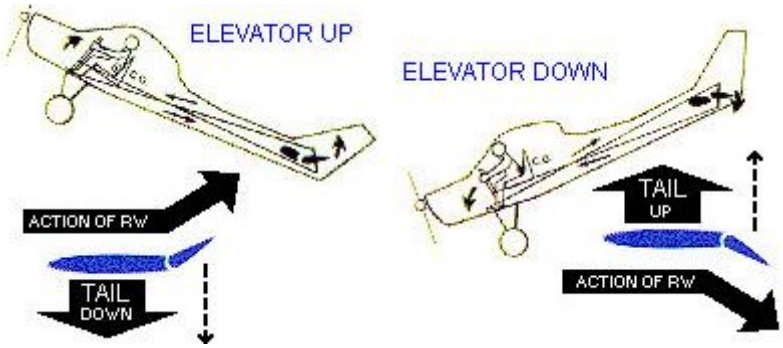
لكي تنعرج الطائرة تدير أنف الطائرة لليمين أو اليسار أي أنها تقوم بعمليةYaw فيجب على الطيار أن يحرك الدفة Rudder ، فإذا أراد أن تنعرج الطائرة إلى اليسار فعليه أن يحرك الدفة إلى اليمين، أما إذا حركها لليسار فإن الطائرة ستميل إلى اليمين .

لكي تقوم الطائرة بالخطران Pitching أي إمالة مقدمتها إلى الأعلى أو إلى الأسفل ، يحرك الطيار دفة العمق elevator عند النهاية الخلفية لسطح التوازن الأفقي، فإذا سحب دفة العمق للأعلى ضمن تيار الهواء سيندفع الذيل للأسفل و الأنف إلى الأعلى ، أما إذا دفع دفة العمق للأسفل فإن الذيل سيرتفع و يجبر الأنف على النزول .



The Axes of an Airplane





الشكل (3-3-3) يوضح حركات الطائرة حول المحاور بواسطة أسطع التوجيه المتحركة.

لابد من التحكم بالطائرة بدقة عالية ، وذلك يتطلب إختيار الأدوات المناسبة لتحريك وتوجيه أسطح التحكم من حيث القوة و سرعة الإستجابة وخفة الوزن .

4-3 الأجهزه

عند صناعة الطائرات يجب إختيار الأجهزة والمواد بعناية كبيرة بحيث تناسب شكل و وزن الطائرة ، فيما يلي توضيح للأجهزة التي تم إستخدامها في الطائرة موضوع البحث :

3-4-1 المحرك (Outrunner Motor)

تم إستخدام محرك كهربائي قوي وسريع يعمل بفولتية V(9-14) ليمنح الطائرة الإندفاع اللازم للطيران.

3-4-2 المروحة (Propelle)

أستخدمت مروحة مصنوعة من م خليط من الفايبر و الكربون تدعى بالكربون فايبر ، حيث يعمل الكربون علي تقوية الفايبر المرن ؛ وبذلك تصبح لمروحة قوية تتحمل ضغط الهواء للخلف لتدفع بالطائرة إلى الأمام . كما توجد بعض المراوح البلاستيكية.

3-4-3 متحكم السرعة (Speed Controller)

يقوم هذا الجهاز بالتحكم في سرعة المحرك حسب المطلوب منه ، وهو مهم لأن سرعة المحرك تتغير بتغير وضع الطائرة والحركات التى تقوم بها ، ففي حالة إقلاع الطائرة مثلا يجب أن يعمل المحرك بالسرعة القصوى لدفع الطائرة للأمام ومن ثم إرتفاعها.

3-4-4 السيرفو (Servo Motor)

السيرفو موتور هو عبارة عن محرك صغير مزود بصندوق تروس يقوم بتحويل سرعة الموتور إلى عزم ، كما يمكنه المحافظة على زاوية معينة مطلوبة منه ، يستخدم السيرفو في التحكم بالقطع المتحركة في الطائرة و أهمها أسطح التوجيه المتحركة (ailerons , elevator , Rudder) .

ويمكنه أداء مهام أخرى مثل كبح العجلات و رفعها بعد الإقلاع أو فتح مظلة هوائية (برشوت) ،ويمكن إستخدامه لتوجيه كاميرا مثبتة على الطائرة.

السيرفو متوفر متوفر بأحجام مختلفة ، وفي هذه الطائرة إستخدمنا (Micro Servo) ويزن تقريبا 8 جرامات.

3-4-5 البطارية (Battery)

ومهمتها تزويد كل أجهزة الطائرة بالكهرباء . زودت الطائرة ببطارية (14 V – 3.3 A) وهي ذات قدرة عالية مقارنة بحجمها ؛ لذلك تفرغ منها الكهرباء بسرعة ، وقد يكون متوسط زمن تحليق الطائرة 10 دقائق .

3-4-6 جهاز التحكم (Remote controle)

وهو الجهاز الذي يربط الطيار لاسلكيا بالطائرة ويمكنه من التحكم في جميع أجزائها عن طريق بث إشارات راديوية في الجو لتصل إلى الطائرة ، ولهذا الجهاز أنواع عديدة على حسب مدى بثه الراديوي وعدد قنواته . في هذه الطائرة أستخدم جهاز تحكم مزود بأربعة قنوات ، وله بث راديوي يفوق الكيلومتر .

3-4-7 جهاز الإستقبال (**Receiver**)

وهو الجهاز الذي يستقبل إشارت المتجكم عبر القنوات الموجودة به ويترجمها و يوزعها علي الأجهزة الكهربائية بالطائرة حسب المطلوب . تم إستخدام مستقبل بسبعة قنوات ، ربطت منها أربع بأجهزة الطائرة .

5-3 الخاتمة

الحمدلله والشكرلله الذي وفقنا وسدد خطانا فاكملنا وانجزنا هذا البحث ونتمني ان نكون قد أوفينا هذا الموضوع حقه ونكون قد اضفنا شيئـا ولو يسيرا ينتفع به كل من يطلب علما في مستقبل السنين القادمه والله ولي التوفيق.

المصادر والمراجع

1- ميكانيكا الموائع وتطبيقاتها الهندسية .

2- أساسيات العلوم الفيزيائية .

3-ويكيبيديا - الموسوعة الحرة .