

التحسينات الهندسية
تطور الطائرات
طلعات الطيران الشهيرة
عصر النفاثات
الطائرات فوق الصوتية
الأرقام القياسية لارتفاعات الطيران الطائرات الحديثة
الارتفاع بالقدم الارتفاع بالمتر السنة الطيار الدولة
الطائرات الحديثة
الطائرات الخفيفة.
الطائرات العسكرية
الطائرات البحرية
طائرات الأغراض الخاصة.
أجزاء الطائرة
التصميم الهندسي للجناح والذيل وجهاز الهبوط
الجسم
مجموعة الذيل
جهاز الهبوط أو جهاز العربة السفلى.
مراوح الطائرات
القدرة اللازمة للطيران
مقارنة بين الطائرات ذات المحركات الترددية والطائرات النفاثة
المحركات النفاثة
المحركات الصاروخية
كيف تطير الطائرة
قوة الرفع
كيف تتولد قوة الدفع
تغيير الاتجاه
قيادة الطائرة
الحركات الأساسية للطائرة
العدادات وأجهزة التحكم الأساسية بالقمرة
بدء التحليق
عطوف الطائرة
انعراج الطائرة
الطيران المستوي
الإقلاع
طيران العدادات
الهبوط
كيف تدور الطائرة
تعلم الطيران
الملاحة الجوية
هناك ثلاث طرق رئيسية للملاحة الجوية
القيادة الحرة
طرق أخرى للملاحة الجوية.
لطيارين طرق خاصة للملاحة عبر المحيطات
بناء الطائرة
التصميم والاختبار
نموذج طائرة بالحجم الطبيعي

التحسينات الهندسية.

أجريت خلال فترة الثلاثينيات من القرن العشرين العديد من التحسينات الهندسية، جعلت من الممكن للطائرات أن تكون أكبر حجماً، وأن تطير بسرعات أكبر، ولمسافات أبعد، ولارتفاعات أعلى، وأن تتقل حمولات أثقل. واستطاع المهندسون استناداً إلى التقدم في علم الديناميكا الهوائية أن يجعلوا طائراتهم أكثر انسيابية بدرجة تجعلها تشق طريقها خلال الهواء ببسر. واجه الطيارون والركاب مشكلة صعوبة التنفس بسبب تناقص الهواء عند الارتفاعات العالية. لذلك، صمم المهندسون القمّرات المضبوطة الضغط التي جعلت التنفس عند ارتفاع 9,000م بنفس سهولته عند ارتفاع 2,000م. كذلك قاموا بتصميم المراوح التي يمكن التحكم في مقدار خطوتها مما سمح للطيارين بإعادة ضبط وضع ريشة المروحة عند أفضل زاوية لها عند كل سرعة طيران. كذلك كان التحسين في معدات الاتصال اللاسلكي سبباً في تمكين الطيارين من تلقي تعليمات الطيران من المحطات الأرضية. أما الريان الآلي (أو الأوتوماتي) الطيار الجيروسكوبي فقد بدأ في العمل خلال الثلاثينيات من القرن العشرين، وكان سبباً في زيادة دقة الملاحة الجوية، وفي مساعدة الطيارين على تجنب الإرهاق الزائد خلال الرحلات الطويلة.

واستُخدمت التحسينات الرئيسية المتاحة كافة في ذلك الوقت لتصميم واحدة من أنجح الطائرات على الإطلاق وتصنيعها، وهي الطائرة دوجلاس دي. سي - 3 الأمريكية. وقامت هذه الطائرة ثنائية المحرك بأول رحلة جوية تحمل ركاباً عام 1936م. وهي تستطيع حمل 21 راكباً، وتطير بسلام عند سرعة تصل إلى 274 كم/ساعة، وسرعان ما أصبحت طائرة النقل الرئيسية لدى خطوط الطيران الكبرى في كافة أنحاء العالم. وحتى الآن، مازالت الطائرات من طراز دي. سي - 3 القديمة تحمل الركاب والبضائع في رحلات داخلية في أجزاء كثيرة من العالم.

وخلال الثلاثينيات من القرن العشرين أيضاً، حملت الطائرات المائبة الكثير من الركاب، واستخدمت أساساً لعبور المحيطات.

ومن أوائل الطائرات المائبة التجارية، الطائرة الألمانية دورنيير دو إكس ذات الاثني عشر محركاً. وكانت الطلعة الأولى لهذه الطائرة عام 1929م، لكنها لم تحقق أي انتشار.

وفي عام 1936م، قامت بريطانيا بتطوير الطائرات المائبة التابعة للإمبراطورية البريطانية من أجل توفير خدمة النقل الجوي بين بريطانيا والأجزاء المترامية للإمبراطورية. وآخر الطائرات المائبة وأشهرها كانت الطائرة بوينج 314 كليبر التي استطاعت حمل 74 راكباً. وفي عام 1939م بدأت الطائرة كليبر أولى خدماتها المنتظمة للركاب عبر المحيط الأطلسي. وفي عام 1939م، بدأت بريطانيا في تشييد خدمة بريدية عبر شمالي الأطلسي مستخدمة الطائرات المائبة للإمبراطورية. إلا أن هذه الخدمة توقفت مع الحرب العالمية الثانية. وبعد انتهاء الحرب، كان تطور الطائرات الأرضية لتصبح أكثر قدرة، وكذلك تطوير المطارات وتزويدها بممرات هبوط ذات طول كاف لاستقبالها، سبباً في انتهاء عصر الطائرات المائبة في معظم أنحاء العالم.

تطور الطائرات

فترة الحرب العالمية الثانية (1939-1945م). قامت كل من ألمانيا وبريطانيا واليابان والولايات المتحدة وكذلك دول أخرى، بإنتاج الآلاف من الطائرات العسكرية خلال هذه الفترة. ومثلما حدث خلال فترة الحرب العالمية الأولى، قام المهندسون بإدخال تعديلات جوهرية في تصميم القاذفات والمقاتلات. وكانت القاذفات التي طورت في أثناء الحرب تقدر على حمل ضعف الحمولة، وتقطع ضعف المسافة دون إعادة التزود بالوقود، مقارنة بقاذفات ما قبل الحرب. وعند بداية الحرب، كانت السرعة القصوى للمقاتلات تصل إلى 480 كم/ساعة، وترتفع نحو 9,000م. أما في نهاية الحرب، فقد وصلت سرعة الطائرات إلى أكثر من 640 كم/ساعة، وأصبحت تعلق لارتفاعات تزيد على 12,000م. بل وكان من الممكن للمقاتلات النفاثة أن تتجاوز هذه السرعة.

في بداية الثلاثينيات من القرن العشرين قام فرانك ويتل المهندس البريطاني بوضع تصميمات المحرك النفاث. إلا أن الطيران الأول بطائرة مزودة بمحرك نفاث، قامت به الطائرة الألمانية هي -178 عام 1939م. أما أول طائرة نفاثة بريطانية فكانت الطائرة جلوستر إي 39/28، التي أنتجت عام 1941م. وتمكنت الطائرة الألمانية ميسرشميث مي -262، وهي أول طائرة نفاثة تستخدم في المعارك الجوية في أثناء الحرب العالمية الثانية، من السيادة على جميع مقاتلات الحلفاء، بما فيها الطائرة جلوستر متيور - أول طائرة قتال بريطانية نفاثة. وكان يمكنها أن تطير بسرعات تزيد على 880 كم/ساعة. أما أول طائرة أمريكية نفاثة فكانت الطائرة بيل ب - 59 أ عام 1942م. كان العلماء الألمان قد قاموا بإجراء التجارب على الطائرات الصاروخية منذ عام 1928م. وقاموا - في بداية الحرب العالمية الثانية - بإنتاج النموذج الأول (نموذج اختبار بحجم كامل للطائرة) ميسرشميث م.ي 163. واستطاعت هذه الطائرة المدفوعة صاروخياً، الطيران بسرعة تزيد على 970 كم/ساعة. استخدم المهندسون الألمان هذه الطائرة نموذجاً للمقاتلة م.ي 163 كوميت التي أدت مهام قتالية في نهاية الحرب.

طائرات الخطوط الجوية بعيدة المدى. قرب نهاية الحرب العالمية الثانية بدأت الشركات المنتجة في تطوير طائرات النقل عبر المحيط الأطلسي دون توقف، وذلك لاستخدامها على خطوط الطيران التجارية. واستخدمت لذلك الطائرات رباعية المحركات التي كانت قد طورت أثناء الحرب. ففي الرحلات طويلة المدى لخدمة الركاب استخدمت الطائرتان الأمريكيتان دوجلاس دي.سي - 4، ولوكهيد كونستليشن. كذلك تم في فترة السلم تطوير مقاتلات فترة الحرب مثل الطائرة البريطانية أفرو يورك التي طوّرت أصلاً عن الطائرة لانكستر لتحمل 45 راكبًا. إلا أنه كان لا بد لها أن تتوقف في طريق عبورها للمحيط لإعادة التزود بالوقود. لقد كان عبور المحيط دون توقف محتاجًا إلى إنتاج محركات ذات قدرات أكبر، وأصبحت المحركات النفاثة في عام 1945م، تمتلك هذه القدرة المطلوبة، إلا أن استهلاكها للوقود كان لا يزال مرتفعًا، مما جعلها تحتاج إلى إعادة التزود بالوقود بعد مسافة طيران قصيرة. وبدلاً من انتظار تحسين المحركات النفاثة، تم استخدام محركات ترددية (أي مكبسية) أكبر قدرة، مازال بعضها يستخدم حتى الآن في العديد من الطائرات. ومن بين أواخر الطائرات التي دفعت أليًا بمحركات مكبسية الطائرة دوجلاس دي.سي - 7، والطائرة لوكهيد سوبر كونستليشن، والطائرة بوينج 377 ستراتوكروزر. كانت كل من هذه الطائرات تحمل 100 راكب عبر المحيط دون توقف، من الولايات المتحدة حتى أوروبا بسرعات تزيد على 480كم/ساعة.

طلعات الطيران الشهيرة

- 1908م قام هنري فارمان الفرنسي بأول رحلة دائرية رسمية طولها كيلو متر واحد. وطار كذلك لمسافة 27 كم في أول طيران عبر البلاد.
- 1908م قام جلن هـ. كيرتيس بأول طيران عام رسمي في الولايات المتحدة الأمريكية، لمسافة تزيد على الكيلو متر.
- 1911م قام كالبريث ب. رودجرز بأول رحلة عبر الولايات المتحدة، حيث طار من مقاطعة شيب شيد بولاية نيويورك حتى لونغ بيتش بولاية كاليفورنيا، في سلسلة من الطلعات القصيرة استغرقت 84 يوماً.
- 1919م قام الطياران البريطانيان، جون ألكوك، وأرثر وتن براون بأول رحلة جوية عبر المحيط الأطلسي دون توقف، قطعاً خلالها مسافة قدرها 3,138 كم من سانت جونز في نيوفاوندلاند بكندا، إلى كليفتن بأيرلندا.
- 1924م قامت طائرتان تابعتان للجيش الأمريكي، بأول رحلة حول العالم استغرقت نحو ستة أشهر. بلغ طول الرحلة 42,398 كم.
- 1926م أول طلعة جوية فوق القطب الشمالي، قام بها ريتشارد بيرد، و فلويد بنيت الأمريكيان معاً.
- 1927م أول طيران منفرد دون توقف عبر المحيط الأطلسي قام به تشارلز أ. ليندبيرج، الطيار الأمريكي، حيث قطع مسافة 5,810 كم من جاردن سيتي بولاية نيويورك إلى باريس في زمن قدره 33,5 ساعة.
- 1928م أول رحلة جوية عبر المحيط الهادئ، قام بها تشارلز كينجزفورد سميث وأفراد طاقمه، مبتدئاً من أوكلاند بولاية كاليفورنيا الأمريكية، ومنتهياً عند برزبين بأستراليا، بعد التوقف في محطات هونولولو في هاواي وصوفا في فيجي.
- 1929م تحققت أول رحلة جوية فوق القطب الشمالي قام بها ريتشارد. بيرد الأمريكي مع أفراد طاقمه.
- 1931م قام الطياران الأمريكيان، كلايد بانجون، وهوج هيرندون بأول رحلة طيران دون توقف عبر المحيط الهادي. كانت بداية الرحلة في طوكيو ونهايتها في ويناتشي بولاية واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية.
- 1932م كانت أميليا إيرهارت الأمريكية، أول امرأة تطير بمفردها عبر المحيط الأطلسي. كانت البداية من ميناء جريس في نيوفاوندلاند بكندا، أما النهاية فكانت في مرعى قرب بلدة لندنديري بأيرلندا. استغرقت الرحلة زمناً قدره 15 ساعة، و18 دقيقة.
- 1933م أول طيران منفرد حول العالم، قام به وايلي بوست قاطعاً مسافة قدرها 25,099 كم في زمن قدره 7 أيام و18 ساعة و49 دقيقة.
- 1949م قام طاقم من القوات الجوية للولايات المتحدة بأول طيران حول العالم دون توقف قاطعاً مسافة قدرها 37,742 كم في زمن قدره 3 أيام و22 ساعة ودقيقة واحدة.
- 1986م قام ريتشارد روتان، وجينا بيجر الطياران الأمريكيان، بأول طيران حول العالم دون توقف ودون التزود بالوقود. بدأت الرحلة وانتهت عند قاعدة إدواردز الجوية، بولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية.
- 1988م قام كلاي لاسي الطيار الأمريكي، ومعه طاقم من خمسة أفراد، و135 راكباً، بطلعة جوية طار فيها حول العالم في زمن قياسي قدره 16 ساعة و54 دقيقة و15 ثانية.

1992م طار كلود ديورم وجين بوييه من الخطوط الجوية الفرنسية برحلة حول العالم بطائرة من طراز كونكورد في زمن قدره 32 ساعة و49 دقيقة و3 ثوان.

عصر النفاثات.

عكف المهندسون خلال الأربعينيات من القرن العشرين على تحسين المحركات النفاثة، التي أنتجت خلال الحرب العالمية الثانية وكانت تتصف بالبدائية. وظهر احتياج القوات الجوية الأمريكية لهذه المحركات النفاثة لزيادة قدرة قاذفاتها ومقاتلاتها، وزيادة سرعتها. وعند بداية الحرب الكورية (1950-1953م) كانت هناك بالفعل طائرات نفاثة ذات فعالية مرتفعة. وحدث أن التقت طائرتان شهيرتان في معركة فوق كوريا، والطائرتان هما: ف-86 سابر التابعة للقوات الجوية الأمريكية، و الميج - 15 السوفيتية (سابقاً).

وفي بريطانيا، أنتج مهندسوها أول طائرة نفاثة عملاقة تعمل في خدمة الخطوط الجوية التجارية. هي الطائرة دي هافيلاند كوميت وبدأت في خدمة الركاب عام 1952م، وسرعتها نحو 800كم/ساعة، ودرجة اهتزازها والضوضاء الصادرة عنها محدودة. وفي حادثين متتاليين انفجرت طائرتا كوميت أثناء الطيران وقتل جميع الركاب. وصدرت في الحال أوامر الحكومة البريطانية بوقف جميع طائرات الكوميت لفحصها. وتبين بعد الفحص، أن الخطأ يكمن في هيكل الطائرة. فقد كان الضغط داخل القمرة يتم ضبطه لضمان سلامة الركاب وراحتهم. فلما وصلت الطائرة إلى ارتفاعات شاهقة، حيث الهواء الجوي منخفض الضغط، تسبب الضغط المرتفع داخل القمرة في إضعاف الغلاف المعدني للطائرة. وانهار المعدن، وتحطمت الطائرة في الجو. وبعد الكارثة، تم تطوير الهيكل، ليصير أكثر متانة. وقد تم ذلك لجميع طرازات الطائرات بما فيها الكوميت الجديدة.

وفي نفس الفترة، أنتجت بريطانيا أيضاً، الطائرة فيكرز فيسكونت وهي طائرة نقل تدفع مروحها آلياً بواسطة محرك نفاث. وبدأت هذه الطائرة التربومروحية في حمل الركاب عام 1953م.

وفي عام 1955م، أنتجت فرنسا الطائرة النفاثة ثنائية المحرك: الكرافيل بينما أنتج الاتحاد السوفيتي (السابق) أولى طائراته النفاثة ثنائية المحرك توبولوف تي. يو 104. كانت الشركات الأمريكية تعمل أيضاً على تصميم طائرات خطوط جوية تجارية نفاثة. ففي عام 1958م، بدأت الطائرة النفاثة بوينج 707، ذات المحركات الأربعة، خدمات السفر بين الولايات المتحدة وأوروبا. وحتى عام 1960م، عملت في خدمة نقل الركاب طائرتان نفاثتان أمريكيتان أخريان، هما: الطائرة ماكدونل دوغلاس دي.سي - 8، والطائرة كونفير 880. وكانت هناك خطط جاهزة على لوحات الرسم لطائرات أضخم. وكانت أولى هذه الطائرات العملاقة، الطائرة لوكهيد س - 5 أ جلاكسي للنقل العسكري، التي بدأت الخدمة في القوات الجوية الأمريكية عام 1969م. أما الطائرة الجامبو النفاثة التجارية أو الطائرة بوينج 747، فقد بدأت الخدمة عام 1970م حاملة نحو 500 راكب.

استشعرت الشركات الأوروبية لصناعة الطائرات، عدم قدرتها على منافسة الشركات الأمريكية العملاقة - مثل شركة بوينج - ما لم تعمل معاً. ونجح أول مشروع أوروبي مشترك لإنتاج سلسلة طائرات خدمة الخطوط الجوية طراز إيرباص أ - 300 وذلك طوال السبعينيات والثمانينيات من القرن العشرين.

الطائرات فوق الصوتية.:

وهي طائرات تستطيع الطيران بسرعات تزيد على سرعة الصوت. وسرعة الصوت عند سطح البحر تساوي 1,225 كم/ساعة، تقل عن ذلك كلما زاد الارتفاع. فعلى سبيل المثال، عند ارتفاع قدره 12,000م، تكون سرعة الصوت 1,060 كم/ساعة.

ولم تملك أي من الطائرات الأولى من القدرة أو المتانة ما تستطيع به تجاوز سرعة الصوت. إلا أن القليل منها حاول الاقتراب من هذه السرعة، حيث لوحظ حينئذ أن الهواء أمام الطائرة لم يعد يفسح لها طريقاً، وبدأ يزار محدثاً موجة صدمية مصحوبة باهتزاز عال مع صعوبة في قيادة الطائرة. وأصيب الطيارون بالخوف من ذلك الحاجز الصوتي الذي يصعب اجتيازه عند الرقم ماخ واحد صحيح - أي عندما تساوي سرعة الطائرة سرعة الصوت تماماً
وفي عام 1947م، قامت الطائرة الصاروخية الأمريكية بيل إكس - 1 بإجراء أول طيران فوق صوتي في التاريخ، وقاد الطائرة تشارلز بيجر العقيد طيار بالقوات الجوية الأمريكية. وفي عام 1962م، حلقت الطائرة الصاروخية الأمريكية إكس - 15 على ارتفاع قدره 95,936م، أي أكثر من 80كم فوق سطح الأرض، مما أهل الطيار الرائد روبرت م. وايت التابع للقوات الجوية الأمريكية للقب رائد فضاء. وفيما بعد، تمكنت الطائرة إكس - 15 من الطيران بسرعات تزيد على ماخ 5-

أي خمسة أضعاف سرعة الصوت - وتسمى السرعات التي تصل إلى ماخ 5 أو تزيد عليها، السرعات الفرط صوتية.

وفي عام 1953م، أصبحت الطائرة المقاتلة النفاثة ف - 100 سوبر سابر التابعة لأمريكا الشمالية، أول طائرة نفاثة تطير بانتظام عند سرعات فوق صوتية. أما أول طائرة قاذفة فوق صوتية، فكانت الطائرة كونفير ب - 58 هوستلر التابعة للقوات الجوية الأمريكية. وبدأت أول طيران لها عام 1956م.

وكانت كل الطائرات النفاثة فوق الصوتية، عسكرية في بداية الأمر إلى أن قام طيارو الاختبار الروس، عام 1968م، بالطيران في أول طائرة نقل فوق صوتية، وهي الطائرة توبولوف تي.يو - 144. واشتركت بريطانيا وفرنسا في صنع طائرة نقل فوق صوتية هي الطائرة كونكورد، التي قامت بأول رحلة اختبار جوي لها عام 1969م.

وبدأ الاتحاد السوفييتي (سابقاً) في استخدام الطائرة توبولوف تي.يو - 144 في خدمات الشحن الجوي في ديسمبر عام 1975م، وفي خدمات نقل الركاب في عام 1977م. إلا أنه أعلن في عام 1983م، عن سحب الطائرة من الخدمة. أما بريطانيا وفرنسا فقد بدأتا في استخدام الطائرة كونكورد في خدمات نقل الركاب في يناير عام 1976م.

وفي الولايات المتحدة، بدأت شركة بوينج بالفعل في العمل من أجل إنتاج طائرة نقل فوق صوتية. إلا أن الشركة اضطرت لإلغاء المشروع عام 1971م، بعد أن رفض مجلس النواب الأمريكي الموافقة على اعتمادات حكومية إضافية لتمويل المشروع العالي التكلفة.

وعلى الرغم من النصر التقني، والشعبية الجارفة التي تمتعت بها الكونكورد فإنها لم تتمكن من تحقيق أرباح فورية. وتسبب ارتفاع الضوضاء الصادرة عن محركاتها، وكذلك الموجات الصوتية والصدمية التي تتولد عند تجاوزها سرعة الصوت، في اشتداد محاربة حماة البيئة لها، وخصوصاً في الولايات المتحدة. وأصبحت القيود الموضوعة على استخدام الطيران فوق الصوتي فوق الأراضي المأهولة عائقاً دون استخدام الطائرة على الخطوط الجوية كافة. وتم إنتاج 16 طائرة كونكورد فقط لحساب كل من شركة الخطوط الجوية البريطانية، وشركة الخطوط الجوية الفرنسية، اللتين استخدمتا هذه الطائرات في خطوطها عبر شمالي الأطلسي.

وظلت التكلفة التشغيلية للطائرات الأسرع من الصوت، كالكونكورد، باهظة، فهي تحمل نحو من 100 راكب وتستهلك كميات كبيرة من الوقود، وتسبب محركاتها ضوضاء هائلة. وفي سبيل تصنيع طائرات أكبر سرعة وأقل ضجيجاً وأكثر أماناً، عكف مهندسو الطيران على إجراء الأبحاث اللازمة التي تمكنهم من تعزيز كفاءة طائراتهم. وربما تستخدم طائرات المستقبل محركات صاروخية تصل بالطائرة إلى سرعة تفوق سرعة الصوت بخمس عشر مرة.

الأرقام القياسية لارتفاعات الطيران

الأرقام القياسية للمسافات المقطوعة دون توقف للنزود بالوقود

المسافة بالميل المسافة بالكيلومتر السنة الطيران الدولة الرحلة

1,950*	3,138*	1919	جون ألكوك، آرثر وتن براون	بريطانيا	من سانت جونز بكندا إلى كليفتن بأيرلندا
2,516*	4,049*	1923	ج.أ. مكريدي، أ.ج. كيلي	الولايات المتحدة	من نيويورك إلى سان دييجو
3,610	5,810	1927	ت.أ. ليندبيرج	الولايات المتحدة	من جاردن سيتي بنيويورك إلى باريس
3,911	6,294	1927	ك. تشمبرلين، ك. أ. ليفين	الولايات المتحدة	من نيويورك إلى أيزلين بألمانيا
4,467	7,189	1928	أرتورو فيرارين، ك.ب. ديلبرت	إيطاليا	من روما إلى توروس بالبرازيل
4,912	7,905	1929	د. كوست، م. بيلون	فرنسا	من باريس إلى كيكهار بالصين
5,657	9,104	1933	ب. كودو، م. روسي	فرنسا	من نيويورك إلى رفاق بسوريا
11,236	18,083	1946	ت.د. دافيز، من أطقم البحرية	الولايات المتحدة	من بيرث بأستراليا إلى كولمبوس، بولاية أوهايو بالولايات المتحدة الأمريكية.
12,532	20,168	1962	س.ب. إيفلي، من أطقم القوات الجوية الأمريكية	الولايات المتحدة	من كادينبا بأوكيناوا إلى توريجون بأسبانيا.

1986 40,212 24,987 ر. روتان، ج. بيجر الولايات المتحدة حول العالم. البداية والنهاية بقاعدة إدواردز الجوية، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.

ساعة دقيقة:ثانية

1992 49:32 3 كلود ديورم وجين بوبيه فرنسا حول العالم

المصدر: الأرقام القياسية العالمية والأمريكية والجمعية الوطنية للطيران.
* رقم قياسي غير رسمي

الارتفاع بالقدم الارتفاع بالمتر السنة الطيار الدولة

1,637	499	1909	أ. رايت	أمريكا
20,079	6,120	1913	ج. لجانيو	فرنسا
33,113	10,093	1920	ر. و. شرويدر	أمريكا
41,795	12,739	1929	و. نيونوفن	ألمانيا
43,166	13,157	1930	أ. سوسك	أمريكا
49,944	15,223	1936	ر. د سوين	بريطانيا
56,046	17,083	1938	م. بيزي	بريطانيا
59,445	18,119	1948	ج. كنجهام	بريطانيا
63,668	19,406	1953	و. ف. جيب	بريطانيا
65,889	20,083	1955	و. ف. جيب	بريطانيا
70,308	21,430	1957	م. راندروب	بريطانيا
91,243	27,811	1958	ه. س. جونسون	أمريكا
103,389	31,513	1959	ج. ب جوردان	أمريكا
113,890	34,714	1961	ج. موسولوف	روسيا
246,750	75,209	1962	ج. أ. ووكر	أمريكا
314,750	95,936	1962	و. م. وايت	أمريكا
354,200	107,960	1963	ج. أ. ووكر	أمريكا

المصدر: الأرقام القياسية العالمية والأمريكية – الجمعية الوطنية للطيران، والإدارة الوطنية للطيران والفضاء.
* لم يتم التأكد من هذا الرقم رسميًا بواسطة الهيئة الدولية للطيران أو الجمعية الوطنية للطيران.

الطائرات الحديثة

تنقسم الطائرات الحديثة إلى خمس مجموعات رئيسية، هي: 1- طائرات نقل تجاري 2- طائرات خفيفة 3- طائرات عسكرية 4- طائرات بحرية 5- طائرات أغراض خاصة. ويشرح هذا الفصل من المقالة بعض أنواع الطائرات في كل مجموعة وكيفية استخدامها.

طائرات النقل التجاري. طائرات ضخمة تمتلكها شركات الخطوط الجوية، ومعظمها مصمم لحمل الركاب والبضائع. ويطلق عليها أيضًا طائرات السفر الجوي وهناك طائرات نقل تجاري أخرى مصممة لحمل شحنات البضائع فقط.

والكونكورد هي الطائرة التجارية الوحيدة في العالم التي تتخطى سرعة الصوت، وتتسع لأكثر من 120 راكبًا، وتطير بسرعة 2,000 كم/ساعة، لتعبر المحيط الأطلسي في أقل من أربع ساعات.

طائرة ترايبستار صنعتها شركة لوكهيد وتتسع لعدد يتراوح بين 256 وبعد أقصى 400 راكب، تبعًا للترتيب الداخلي. يقود الطائرة طاقم من ثلاثة ملاحين رئيسيين. وأنتج منها 250 طائرة حتى بداية الثمانينيات من القرن العشرين الميلادي. وتتسع معظم طائرات الخطوط الجوية لعدد من الركاب يتراوح ما بين 100 و250 راكبًا. لكن هناك بعض الطائرات التي تحمل أكثر من ذلك كثيرًا. فالطائرة بوينج 747 تتسع لما يقرب من 500 راكب، وفي الطائرة ستة مطابخ لإعداد الطعام، وتزود بأكثر من 178,000 لتر من الوقود.

والطائرات النفاثة رباعية المحركات مثل الطائرة بوينج 747 مصممة لقطع المسافات الطويلة، فهي تستطيع الاستمرار في الطيران دون توقف لمسافة 10,000 كم أو أكثر. ويمكنها ذلك من الطيران المباشر من لندن إلى طوكيو، على سبيل المثال. وتطير طائرات الخطوط الجوية النفاثة على ارتفاعات تتراوح بين 9,000 و13,700 م وبذلك تكون فوق معظم العواصف الجوية.

وتستطيع بعض الطائرات ثلاثية المحركات مثل الطائرة لوكهيد ترايبستار والطائرة ماكدونل دوغلاس دي. سي -10 حمل عدد من الركاب يساوي ما تستطيع حمله معظم الطائرات النفاثة رباعية المحركات إلا أن معظم الطائرات النفاثة ثلاثية المحركات، مصممة لرحلات جوية أقصر. كما أنها تحتاج فقط لممرات إقلاع أقل طولًا. أما الطائرة الروسية ياك -40، وكذلك بعض الطائرات النفاثة ثلاثية المحركات، فتحمل حوالي 40 راكبًا فقط، وتستطيع الإقلاع والهبوط في مهابط صغيرة.

طائرات نفاثة ثنائية المحركات. وهي تتفاوت كثيرًا من حيث الحجم. فتشمل طائرات خطوط جوية تجارية ضخمة - مثل الطائرة إيرباص أ -310، المبنية أعلاه. وتتسع الطائرة إيرباص لأكثر من 250 راكبًا. وتحمل معظم طائرات الخطوط التجارية ثنائية المحركات نحو 100 راكب. وتطير الطائرات المروحية ثنائية المحركات بسرعة تقل عن 600 كم/ساعة، وتقوم في معظم الأحوال بالرحلات الجوية القصيرة. أما الطائرات النفاثة ثنائية المحركات فتستطيع الطيران بسرعة أكبر ولمسافات أبعد. فعلى سبيل المثال، تطير كل من الطائرة الأوروبية إيرباص، والطائرة الأمريكية بوينج 747 مباشرة دون توقف في رحلات جوية يصل طولها إلى 3,000 كم أو أكثر. وتستطيع هذه الطائرات حمل عدد من الركاب يساوي ما تحمله معظم الطائرات النفاثة رباعية المحركات.

وكثير من طائرات الخطوط الجوية الكبيرة مصممة بحيث يمكن نزع مقاعدها لإفساح المكان لحمولة كاملة من البضائع. وتزود هذه الطائرات بأبواب إضافية ضخمة، كما أنها قد تزود بالآلات شحن وتفريغ مبنية داخل جسم الطائرة.

تشمل الطائرات النفاثة ثنائية المحركات الطائرات الصغيرة والخفيفة - مثل الطائرة سسنا ستيشن. التي لا تستطيع حمل أكثر من 9 ركاب.

وتتشابه طائرات الشحن التي تحمل بضائع فقط، مع طائرات الخطوط الجوية إلا أنها دون نوافذ. وتستطيع طائرات الشحن الكبرى، مثل الطائرة لوكهيد س - 5 أيه.جلاكسي، وكذلك الطائرة طراز بوينج 747 المجهزة للشحن فقط، حمل 90 طنًا متريًا من البضائع لرحلة طولها يزيد على 6,400 كم.

وتحمل معظم طائرات الشحن الجوي، البضائع خفيفة الوزن وغالية الثمن. مثل المعدات الإلكترونية وأجزاء الآلات. كذلك تنقل هذه الطائرات البضائع التي يجب توريدها على وجه السرعة، بما في ذلك الورود والفاكهة والخضراوات الطازجة واللحوم. وتحمل طائرات الشحن الأضخم حمولات أثقل، مثل مواد البناء والمعدات العسكرية. ويتم وضع معظم البضائع عند شحنها في صناديق معدنية تسمى الحاويات. وتقوم معدات خاصة بتحميل الحاويات بسرعة وسهولة من أو إلى هذه الطائرات

الطائرات الخفيفة.

هي طائرات أصغر من طائرات النقل التجاري، وتستطيع الإقلاع والهبوط في مهابط صغيرة. ومعظم هذه الطائرات أحادية المحرك، وتدفع ألياً بمراوح، وذات ملكية خاصة. وفي الولايات المتحدة وحدها ما يزيد على 10,000 طائرة خفيفة أحادية المحرك وهو رقم يزيد على ما تملكه أي دولة أخرى. وفي الولايات المتحدة، وكذلك في المناطق الواسعة، قليلة السكان بكندا وأستراليا، تستخدم الطائرات الخفيفة وسيلة شائعة للانتقال.

بعض هذه الطائرات تزن ما لا يزيد على بضعة مئات من الأرباطال أو الكيلوجرامات، وتتسع فقط لقائدها. إلا أن هناك طائرات خفيفة أحادية المحرك تستطيع حمل 12 راكباً.

وتزود أكبر الطائرات الخفيفة بمحركين تردديين أو نفاثين، وتستطيع حمل 19 شخصاً. وتعمل هذه الطائرات كما لو كانت طائرات سفر جوي صغيرة. وتستخدم الخطوط المحلية والمنتظمة مثل هذه الطائرات لنقل الركاب بين المطارات الصغيرة، والمطارات الكبيرة. وتمتلك الكثير من شركات الأعمال، طائرات خفيفة أحادية أو ثنائية المحركات، وتستخدمها لنقل موظفيها الإداريين والمديرين ومدربي المبيعات وغيرهم في رحلات عمل. وقليل من طائرات الأعمال وطائرات السلطة التنفيذية، طائرات نفاثة كبيرة وسريعة.

وللطائرات الخفيفة مئات من الاستخدامات الأخرى. فبعض هذه الطائرات يستخدم للكشف عن خطوط الأنابيب وخطوط الهاتف، ولتحديد مواقع حرائق الغابات ومقاومتها، ولتوصيل مساعدات الطوارئ للمتضررين. وتستخدم غيرها من الطائرات لحمل شحنات خفيفة وللتصوير الجوي ولتدريب الطلبة الطيارين. ويستخدم المزارعون هذه الطائرات الخفيفة لأعمال مثل بذر البذور والكشف عن تآكل التربة وحصر الشتلات.

وأخف الطائرات التي تدفع ألياً، هي الطائرات شديدة الصغر، ومتناهية الصغر. وهذه الطائرات ذات مقعد واحد ولا تستطيع حمل أكثر من 120 كجم، وتدفع ألياً بمحرك احتراق داخلي صغير يدفع مروحة. وتطير الطائرات متناهية الصغر عند سرعات تزيد على 290 كم/ساعة، عند ارتفاعات تزيد على 7,900 م. ويقود هذه الطائرات في الأساس طيارون هواة ورياضيون. وتنظم القوانين في كثير من الدول، الحجم والسرعة والارتفاع الأقصى للطائرات شديدة الصغر، والطائرات متناهية الصغر.

الطائرات العسكرية.

تؤدي هذه الطائرات مهمات خاصة للقوات المسلحة للبلاد. والقليل من الطائرات العسكرية هي في الأصل نماذج خاصة من طائرات النقل أو الطائرات الخفيفة، قامت القوات المسلحة بشرائها من مصانع الطائرات. فعلى سبيل المثال، تستخدم القوات المسلحة للولايات المتحدة نماذج خاصة من الطائرة بوينج 707، لنقل الجنود أو كخزان لإعادة تزويد الطائرات الأخرى بالوقود في الجو.

وتنتج معظم الطائرات العسكرية خصيصاً لأداء مهمة عسكرية محددة. كأن تكون على سبيل المثال: طائرة مقاتلة أو قاذفة أو طائرة أعمال بحرية أو طائرة نقل. وتعد كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي (سابقاً)، المنتجين الرئيسيين للطائرات العسكرية. وتتعاون الدول الأوروبية كذلك في مشاريع مشتركة، مثل مشروع إنتاج الطائرة بانافيا تورنادو التي اشترك في إنتاجها كل من بريطانيا وإيطاليا وألمانيا الغربية. وتشمل الطائرات العسكرية أضخم الطائرات في العالم مثل طائرة القوات الجوية التابعة للولايات المتحدة طراز س 5 أ جالاكسي القادرة على حمل دبابتين أو 350 جندياً. كذلك تشمل أسرع الطائرات العالمية مثل الطائرة لوكهيد س.ر 71 أ، طائرة الاستطلاع التي تستطيع التحليق على ارتفاع يصل إلى 30,000 م، وبسرعة تزيد على 3,200 كم/ساعة.

الطائرات البحرية.

طائرات تستطيع الإقلاع والهبوط فوق الماء. وهناك ثلاثة أنواع من الطائرات البحرية هي: 1- الطائرات العائمة، 2- القوارب الطائرة، 3- الطائرات البرمائية.

والطائرات العائمة والقوارب الطائرة تستطيع العمل فوق الماء فقط، والطائرات العائمة طائرات أرضية مزودة بعوامة كبيرة بدلاً من العجلات. أما القوارب الطائرة فجسمها محكم ضد تسرب الماء، وتستطيع الطفو فوق الماء مثل هيكل السفينة تمامًا. والطائرات البرمائية طائرات عائمة أو قوارب طائرة مزودة بعجلات مثبتة في عوامتها أو في هيكلها. ويستطيع الطيار جذب العجلات لأعلى أو لأسفل لتقلع أو لتهبط على الأرض والماء على حد سواء.

طائرات الأغراض الخاصة.

طائرات مصممة لأداء مهام خاصة. من هذه الأنواع طائرات رش المحاصيل التي يستخدمها المزارعون لرش حقولهم بالمخصبات والمبيدات السائلة. وهذه الطائرات مصممة لتطير بسرعة بطيئة ولحمل خزانات كبيرة مملوءة بالكيميائيات السائلة. والطائرات البرمائية المصنعة في كندا، مصممة خصيصًا لمكافحة حرائق الغابات. وتستطيع هذه الطائرة الهبوط فوق البحيرات، وسحب ما يزيد على 3,800 لتر من الماء في خزاناتها المجهزة خصيصًا لذلك. وتقلع الطائرة في اتجاه الحريق لتسقط حمولتها من الماء. ومن طائرات الأغراض الخاصة كذلك، الطائرات المستخدمة في المسابقات أو الألعاب الجوية أو البهلوانية. وتتسم هذه الطائرات بخفة الوزن وأدائها للمناورات الجوية الصعبة. من أنواع طائرات الأغراض الخاصة أيضًا طائرات التجميع المنزلي وتُصنع أجزاؤها في مجموعات معدة للتركيب بواسطة المالك.

أما ما يسمى بطائرات الإقلاع والهبوط العمودي أو القصير (ف. ستول) فهي طائرات صممت للإقلاع والهبوط العمودي أو من ممر شديد القصر، بحيث لا تحتاج الطائرة لممر أطول من 150م للإقلاع والهبوط. وتحتاج الطائرات العادية إلى عشرة أضعاف هذا القدر. وهناك طائرات تقلع عموديًا تمامًا بينما طائرات أخرى تقلع وتهبط في مسافة قصيرة.

ولطائرات الإقلاع والهبوط العمودي أو القصير، كالمطائرة البريطانية هاربير قيمة عسكرية كبيرة، لاستطاعتها الهبوط على حاملات طائرات صغيرة أو على الأراضي الممهدة داخل الغابات. تخدم طائرات الإقلاع والهبوط القصير في الخطوط الجوية التجارية. فهي تستطيع استخدام مطارات صغيرة في المدن الكبرى أو مهابط غير جيدة التمهيد في المناطق النائية.

أجزاء الطائرة

تتكون كل الطائرات – فيما عدا القليل من الطائرات التجريبية – من نفس الأجزاء الرئيسية. وهذه الأجزاء هي: 1- الجناح
2- الهيكل (الجسم)
3- مجموعة الذيل
4- جهاز الهبوط
5- المحرك.

وتشكل كل هذه الأجزاء – فيما عدا المحرك – هيكل الطائرة. وبنافش هذا الجزء من المقالة الأجزاء الرئيسية للهيكل، وكذلك أجهزة قيادة الطائرة وآلاتها ومختلف أنواع المراوح. وفي الجزء التالي من المقالة يتم شرح المحركات.

التصميم الهندسي للجناح والذيل وجهاز الهبوط الجناح.:

يمتد جناح الطائرة إلى الخارج من كل جانب من جانبي الطائرة. والسطح السفلي للجناح مستوي تقريباً بينما السطح العلوي مقوس. يساعد هذا الشكل الانسيابي على توليد قوة الرفع التي ترفع الطائرة عن الأرض وتبقي عليها في الجو. انظر فقرة كيف تطير الطائرة، فهي تشرح كيف يساعد شكل الجناح في توليد قوة الرفع.

وُصنع معظم أجنحة الطائرات من الفلز. وللجناح هيكل يتركب من قوائم طولية، وأضلاع عرضية. ويغطي الهيكل بغطاء رقيق يصنع عادة من سبيكة ألومنيوم. (السبيكة خليط من الفلزات) ومعظم الطائرات لها أجنحة كابولية مثبتة تماماً في الجسم.

ولجناح الطائرة جذر، وطرف، وحافة أمامية، وحافة خلفية. فالجذر هو الجزء من الجناح المثبت بالجسم، والطرف هو حافة الجناح الأبعد عن الجسم، والحافة الأمامية هي الحافة المقوسة في مقدمة الجناح. ويزداد سُمك الجناح ابتداءً من الحافة الأمامية، ثم ينحدر للخلف حتى الحافة الخلفية الحادة كالسكين. وفي معظم الطائرات يكون طرفاً الجناح أعلى قليلاً من جذريه. ويسمى الجناح في هذه الحالة جناحاً ذا زاوية زوجية.

وفي معظم الطائرات تكون الأجنحة سفلية التثبيت، أي أنها مثبتة في الجزء السفلي من الجسم. إلا أنه توجد طائرات ذات أجنحة وسطى، حيث تثبت قرب منتصف علو جانب الجسم. كذلك هناك طائرات ذات أجنحة عليا، حيث تثبت الأجنحة قرب الحافة العليا للجسم. والأجنحة المستقيمة تصنع الحافة الأمامية لها زاوية قائمة مع الجسم. وتزود معظم الطائرات بهذا النوع من الأجنحة، لأن أداءه يكون ممتازاً في الطيران بسرعات عالية أو منخفضة على السواء.

ولكثير من الطائرات عالية السرعة — وبخاصة الطائرات النفاثة — أجنحة ذات امتداد خلفي. وتميل هذه الأجنحة للخلف ابتداءً من الجذر حتى الطرف. ولقلة من الطائرات أجنحة ذات (امتداد أمامي). والجناح المثلي يشبه المثلي الهندسي. ويكون طول الجذر فيها مساوياً تقريباً لطول الجسم، بينما يمتد الحرف الأمامي إلى الخلف بانحراف كبير. ويوفر هذا التصميم للطائرة سرعة طيران عالية، كما أنه يقلل من قوة السحب الهوائي. وتزود الطائرات الحربية عالية السرعة ذات الشكل الهندسي المتغير بما يسمى بالأجنحة المتحركة، حيث يمكن تحريك الأجنحة و الطائرة في الجو. فعندما تكون الأجنحة خارجة في الوضع المستقيم، يكون ذلك مناسباً للطيران بسرعات منخفضة، حيث تتولد في هذا الوضع قوة رفع إضافية. أما إذا كانت الأجنحة في وضع الامتداد الخلفي على شكل جناح مثلي، فإن الطائرة تكون في أفضل أوضاعها للسرعات العالية. وفي معظم أجنحة الطائرات أسطح تحكم متحركة تساعد على المحافظة على توازن الطائرة في الجو. الجنيحات مقاطع مثبتة مفصلياً بطول الحافة الخلفية للجناح. ويمكن تحريكها لأعلى أو لأسفل للتحكم في الاستقرار العرضي للطائرة (أي الاتزان من جانب للجانب الآخر). وتستخدم الجنيحات للتحكم في جعل الطائرة تميل جانباً يميناً أو يساراً من أجل الالتفاف. وبينما يرتفع أحد الجنيحين إلى أعلى، ينخفض الجنيح الثاني لأسفل. وفي معظم الطائرات يثبت مفصلياً في نهاية كل جنيح، سطح يسمى سطح تعديل الموازنة. ويستخدم قائد الطائرة هذا السطح لتخفيف الجهد اللازم من قبله من أجل المحافظة على توازن الطائرة في الجو. وتوجد عادة سطحيات تعديل موازنة على كل من الدفة والرافعة، كذلك الموجودة على الجنيحات. ويشرح الجزء المعنون قيادة الطائرة، كيف يستخدم الطيار سطحيات تعديل الموازنة.

وتزود الكثير من الطائرات بقلابات. وتوضع هذه الأسطح المثبتة مفصلياً بطول الحرف الخلفي للجناحين قرب الجذر. ويتم خفض القلابات لأسفل لمساعدة الطائرة وزيادة قوة الرفع أثناء الإقلاع ولزيادة قوة السحب الهوائي أثناء الهبوط.

ولبعض الطائرات أجهزة تحكم إضافية مثبتة في الجناحين. فهناك، على سبيل المثال، جهاز تخفيف الرفع (المدادات) وهو سطح مثبت على الجزء العلوي من كلا الجناحين. ويمكن لقائد الطائرة رفع جهازي تخفيف الرفع لعمل مكابح هوائية. أما إذا رفع الطيار جهاز تخفيف الرفع في جانب واحد فقط، فإن الطائرة تميل في نفس هذا الاتجاه. وتحل أجهزة تخفيف الرفع في بعض الطائرات محل الجنيحات.

والشريحة الأمامية، سطح مثبت مفصلياً عند الحرف الأمامي قرب الطرف الخارجي لكلا الجناحين. وتنحدر الشريحة ألياً — عند السرعات المنخفضة — خارجة للأمام، فتساعد الأجنحة على توليد قوة الرفع. والشق، فتحة صغيرة توجد خلف الحرف الأمامي مباشرة قرب كل من طرفي الجناح. ويساعد هذان الشقان أيضاً على توليد قوة رفع أكبر عند السرعات المنخفضة.

وتثبت المحركات — في كثير من الطائرات — إما فوق الأجنحة أو داخلها. وتوجد المحركات داخل غلاف معدني مغلق يسمى كبة المحرك، يوجد عادة أسفل الجناح. وتتسع أيضاً معظم الأجنحة في داخلها لاحتواء خزانات الوقود وجهاز الهبوط. وتتوزع أنواع مختلفة من كشافات الإنارة على أجنحة الطائرة. فيوجد عند كل من طرفي الجناح ضوء ملاحى ملون، أو ضوء تحديد للموقع. فالضوء الموجود عند طرف الجناح الأيسر يكون ذا لون أحمر، أما الضوء الموجود عند الطرف الأيمن فيكون أخضر اللون. وعند رؤية هذين الضوئين، يمكن — من اللوحة الأولى — تحديد اتجاه سير الطائرة.

الجسم

يمتد جسم الطائرة من مقدمتها حتى ذيلها. ويأخذ جسم معظم الطائرات الشكل الأنبوبي، المغطى بغلاف خفيف من الألومنيوم. وفي الطائرات أحادية المحرك يثبت المحرك عادة في الجزء الأمامي للجسم. لكن بعض الطائرات النفاثة يثبت أحد محركاتها أو كلها في الجزء الخلفي من الجسم.

ويجمع الجسم بداخله أجهزة التحكم، والطاقم، والركاب، والبضائع. ويحتوي الجسم، في الطائرات الصغيرة، على قمرة تتسع فقط للطيار وراكب واحد. ويجلس قائد الطائرة مع الركاب في الطائرة التي تتسع لما بين راكبين، وستة ركاب. وفي معظم الطائرات الكبيرة قمرة منفصلة للطاقم، وأخرى للركاب والبضائع. وفي الطائرات الأضخم، مثل الطائرة بوينج 747، يكون بالقمرة طابقان منفصلان لكل من الركاب والبضائع.

مجموعة الذيل.

هي الجزء الخلفي من الطائرة. وتساعد مجموعة الذيل على التحكم في قيادة الطائرة والمحافظة على اتزانها في الجو. ومعظم مجموعات الذيل تتكون من زعنفه ودفة رأسيين، وموازن ورافعة أفقيتين. وتقف الزعنفه رأسياً ثابتة دون حركة، لتحافظ على مؤخرة الطائرة من التآرجح يميناً أو يساراً. وتثبت الدفة في الطرف الخلفي للزعنفه، وتتحرك في أي من الجانبين للتحكم في الطائرة أثناء الدوران.

ويشبه الموازن جناحاً صغيراً مثبتاً عند الذيل، ويعمل على منع الذيل من التذبذب إلى أعلى أو أسفل محافظاً على الاستقرار الأفقي للطائرة.

وتثبت الرافعة في الطرف الخلفي للموازن، ويحركها الطيار إلى أعلى أو أسفل ليرفع أو ليخفض مقدمة الطائرة.

ولمعظم الطائرات الحديثة ذيل أفقي يتحرك بالكامل، بدلاً من الموازن والرافعة. ويتحرك الذيل الأفقي في هذه الحالة بكامله إلى أعلى أو أسفل. وربما تزود الطائرات بسطوح تعديل الموازنة عند الرافعة أو الذيل الأفقي كامل الحركة، بينما يزود بعضها فقط بسطوح تعديل الموازنة عند الدفة.

ولمجموعة الذيل أشكال وترتيبات مختلفة. ففي بعض الطائرات، تثبت الزعنفه والدفة رأسياً بحيث تصنع زاوية قائمة مع الجسم. بينما في طائرات أخرى يميلان بزواوية حادة للخلف. وفي معظم الطائرات النفاثة التي تكون محركاتها في مؤخرة الجسم، يثبت الموازن الأفقي والرافعة عبر أو قرب النهاية العليا للذيل الرأسي والرافعة، أو قريبها، ويكون أطول من المعتاد. وتكون مجموعة الذيل لبعض الطائرات الخفيفة على شكل 7 مثبت في كل منها رافعة وسطوح تعديل الموازنة.

جهاز الهبوط أو جهاز العربة السفلي.

ويتكون من العجلات أو العوامات التي تتحرك الطائرة فوقها عندما تسير على الأرض أو الماء. ويتحمل جهاز الهبوط وزن الطائرة عند سيرها على الأرض أو الماء.

وللطائرات الأرضية نوعان من أجهزة الهبوط. ففي بعض الطائرات الخفيفة، يتكون جهاز الهبوط من عجلتين أسفل الجزء الأمامي للجسم، وعجلة ثالثة تحت الذيل، أما معظم الطائرات الأخرى فلها جهاز هبوط ثلاثي، يتكون في الطائرات الخفيفة من عجلة أسفل المقدمة وعجلتين تحت منتصف الجسم، أو واحدة تحت كل جناح، وكثير من الطائرات الكبيرة لها جهاز هبوط ثلاثي يتكون من: 1- جهاز الهبوط الرئيسي، ويتضمن ما يصل إلى 12 عجلة أسفل كل من الجناحين، 2- جهاز هبوط المقدمة به عجلة أو عجلتان على الأكثر.

وجهاز الهبوط إما ثابت، أو قابل للطي. ويبقى الجهاز الثابت في وضعه الممتد طوال الطيران مما يخفض من سرعة الطائرة. أما الطائرات عالية السرعة فيتم في معظمها طي العجلات أو جذبها لأعلى بعد إتمام الإقلاع، إما لداخل الأجنحة وإما إلى داخل الجسم.

ويقوم جسم الطائرة المائبة المحكم ضد تسرب الماء بعمله كجهاز هبوط وقمرة في نفس الوقت. أما العوامات، فنقوم مقام جهاز الهبوط في الطائرات العادية. وللطائرات البرمائية - التي تعمل من الأرض والماء - عجلات تطوى مثبتة في العوامات أو الجسم.

لوحة العدادات تتراوح بين اللوحة المبسطة نسبياً للطائرة بيتش كرافت كينج أير (إلى اليمين) وبين اللوحات المعقدة للطائرة، بوينج 747، (إلى اليسار). ويستطيع كل من الطيار والطيار المساعد التحكم في الأجهزة المثبتة في اللوحة الأمامية. أما في الطائرة 747 فهناك مهندس طيران يراقب الأجهزة المثبتة على اللوحة اليمنى. أجهزة التحكم والعدادات. في داخل قمرة القيادة، تتوفر لقائد الطائرة مختلف أجهزة القيادة والعدادات والمساعدات الملاحية. ولمعظم الطائرات عجلة قيادة تقوم بتشغيل الجنيحات والرافعة، بينما لعدد قليل من الأنواع الخاصة من الطائرات – مثل المقاتلات وطائرات الرش الزراعي عصاً للتحكم بدلاً من عجلة القيادة. وتتحكم في تشغيل الدفة دوستان. ويوجد كذلك عدد من العدادات المتصلة بالمحرك لتسجيل استهلاك الوقود، وضغط الزيت، وغير ذلك من المعلومات عن المحرك. أما عدادات الطيران فتبين سرعة الطائرة، والارتفاع، وزاوية توجيه المقدمة (وضع المقدمة) في الهواء.

ولبعض الطائرات، طيار آلي، ويتصل هذا الجهاز بأجهزة التحكم ويتولى المحافظة على الطائرة في وجهتها آلياً. وتزود كل طائرات الخطوط الجوية الحديثة بطيار آلي، وبحاسوب محمول، وغير ذلك من المساعدات الإلكترونية مثل، الرادار.

وللمزيد من المعلومات عن أجهزة التحكم والعدادات في الطائرة، انظر فقرة قيادة الطائرة، وفترة الملاحة الجوية ضمن هذه المقالة.

مراوح الطائرات

المراوح. (الدواسر أو المروحية)

وهي تدفع الطائرات ذات المحركات المروحية التوربينية، وكذلك ذات المحركات الترددية (أو المكبسية) خلال الهواء. وفي معظم هذه الطائرات يكون لكل مروحة محرك خاص بها. وفي قليل من الطائرات تدار المراوح بمحرك مشترك – أي تدار مروحتان بمحرك واحد – وتثبت المروحة في معظم الطائرات أحادية المحرك – وأحادية المروحة – عند مقدمة الجسم. بينما تثبت المحركات والمراوح في الطائرات التي يزيد عدد محركاتها على محرك واحد، عند الأجنحة.

ولبعض الطائرات مراوح ذات ريشتين. بينما للطائرات الكبيرة مراوح ذات ريش يصل عددها إلى خمس. ولكثير من الطائرات مراوح يمكن التحكم في مقدار خطوتها. ويمكن لقائد الطائرة تغيير زاوية الريش لهذه المراوح أثناء الطيران فكل سرعة خاصة، أو مناورة معينة، أو زاوية محددة للريش تناسبها. وعندما تكون الريش عند الزاوية الصحيحة تعمل الطائرة بكفاءة أفضل. أما المراوح ذات الريش الثابتة فلا يمكن التحكم بتغيير زواياها. والمحركات ثابتة السرعة، يتم ضبط زوايا ريشها آلياً بحيث يحافظ على سرعة دوران المحرك ثابتة في أثناء المناورات الجوية.

وبعض ريش المراوح يمكن أن تدار إلى زاوية قائمة لكي تكون حوافها موازية مع اتجاه سير الطائرة. ويتم تقويم الريش لمنع الريح من تدوير المروحة عند تعطل المحرك ضمناً لسلامته.

وتشرح فقرة كيف تطير الطائرة من هذه المقالة، كيفية قيام المراوح بدفع الطائرة خلال الهواء.

القدرة اللازمة للطيران

يولد المحرك، القدرة اللازمة لطيران الطائرة. وتستخدم الطائرات ثلاثة أنواع رئيسية من المحركات:

1- محركات ترددية أو مكبسية

2- محركات نفثة

3- محركات صاروخية.

والمحركات الترددية هي الأكثر وزنًا والأقل إنتاجًا للقدرة من بين هذه الأنواع، بينما المحركات الصاروخية هي الأكثر إنتاجًا للقدرة.

مقارنة بين الطائرات ذات المحركات الترددية والطائرات النفاثة

المحركات الترددية أو المكبسية. وتستخدم أكثر من غيرها من أنواع محركات الطائرات. فمعظم الطائرات الصغيرة، وكثير من الطائرات الكبيرة مزودة بمحركات ترددية. ولهذه الطائرات مروحة أو أكثر. ويدير المحرك المروحة، لتتولد قوة لدفع الطائرة في الجو.

ويعمل المحرك المكبسي في الطائرة، بصورة تشبه عمله في السيارة. ففي كلتا الحالتين، يقوم المحرك بحرق خليط من البنزين والهواء داخل أسطوانات، مما يحدث انفجارا يؤدي إلى دفع المكابس للحركة داخل الأسطوانات إلى أعلى وإلى أسفل. وتدير هذه الحركة الدافعة، عمود المرفق، الذي يقوم بدفع مروحة الطائرة للدوران. وفي السيارة يقوم عمود المرفق بدفع أجزاء أخرى تؤدي في النهاية إلى دوران العجلات. إلا أن المحرك الترددي المستخدم في الطائرات، يختلف عن مثيله المستخدم في السيارات في كثير من النواحي. ففي معظم محركات الطائرات، ترتب الأسطوانات دائريًا أو في خطين متوازيين. أما في محركات السيارات، فإنها ترتب إما في خط مستقيم واحد، وإما على شكل 7. وتستخدم محركات الطائرات كذلك جهازًا يسمى المغنيط بدلًا من البطاريات لإحداث الشرارة. ويتم تبريد معظم محركات الطائرات بالهواء بدلًا من الماء

تقاس قدرة المحرك الترددية بوحدة الكيلوواط، وتتراوح قدرة معظم محركات الطائرات بين 22 كيلوواط للطائرات الصغيرة ذات المحرك المفرد، ونحو 300 كيلوواط للطائرات الكبيرة ثنائية المحركات. وقد كان أكثر المحركات الترددية إنتاجًا للقدرة المستخدمة لدفع الطائرات، المحرك المثبت على الطائرة القاذفة الأمريكية العملاقة ب - 36، والذي كان يولد 2,722 كيلوواط، في أواخر الأربعينيات من القرن العشرين. ولم تعد الطائرات الكبيرة أو السريعة تستخدم مثل هذه المحركات الترددية ذات القدرة العالية. فمثل هذه الطائرات أصبحت تدفع أليًا بمحركات نفثة أخف وزنًا من المحركات الترددية رغم أنها تولد قدرة أكثر منها كثيرًا. وما زالت المحركات الترددية تستخدم في معظم الطائرات الخفيفة حيث تعمل بصورة أفضل من المحركات النفاثة عند السرعات المنخفضة.

المحركات النفاثة.

تُمكن المحركات النفاثة الطائرات الكبيرة من السفر مسافات طويلة بسرعات عالية. لكن المحركات النفاثة لا بد لها أيضا من أن تعمل بصورة مرضية عند السرعات المنخفضة حتى تستخدم للدفع الآلي للطائرات من أجل سلامة هبوط الطائرة. وهناك ثلاثة أنواع للمحركات النفاثة، هي:

- 1- محرك توربيني نفاث
- 2- محرك توربيني مروحي
- 3- محرك مروحي توربيني.

والمحرك التوربيني النفاث هو أول محرك نفاث يحقق نجاحًا، وما زال يستخدم لأن في بعض الطائرات. ومثل المحركات النفاثة الأخرى، يسحب المحرك التوربيني النفاث الهواء من أمامه، ويحرقه بعد خلطه بالوقود. ويتولد عن هذه العملية نفث قوي للعدم حيث تندفع غازات العادم من خلال المحرك إلى مؤخرته بسرعة فائقة، مما يتسبب في تحرك المحرك للأمام بسرعة عالية مساوية. انظر: الدفع النفاث. وقبل أن يترك العادم فوهة المحرك، يدير قرصًا للتوربين. فيدير التوربين أجزاء المحرك المختلفة

وتزود كل طائرات الخطوط الجوية الحديثة تقريبًا بمحركات توربينية مروحية، تماثل المحركات التوربينية النفاثة مع إجراء بعض التحسينات. والمحرك التوربيني المروحي يعمل في معظم الأحوال مثله مثل المحرك التوربيني النفاث، إلا أن له مروحة أمامية تسحب كمية كبيرة من الهواء. يتجه جزء فقط من هذا الهواء للاحتراق مع الوقود لتوليد نفث العادم، أما الهواء الباقي فينضم إلى غاز العادم عند خروجهما معا من فوهة المحرك. ويصبح بذلك العادم الناتج أكثر قدرة وأقل حرارة من عادم المحرك التوربيني النفاث.. ويستهلك المحرك التوربيني المروحي وقودًا أقل مما يستهلكه المحرك التوربيني النفاث، ويصدر ضوضاء أقل، كما أنه يعمل بصورة أفضل عند السرعات البطيئة.

وتستخدم الطائرة المروحية التوربينية، محركًا توربينيًا نفاثًا لدفع المروحة الأمامية. وتجمع بذلك بين القدرة الفائقة للمحرك التوربيني النفاث وقدرة المرواح الأفضل على الطيران عند سرعات منخفضة.

وهناك أنواع أخرى من المحركات النفاثة، إلا أنها نادرًا ما تستخدم لدفع الطائرات. فالمحرك النفاث التضاعطي هو أبسط أنواع المحركات النفاثة وأكثرها إنتاجًا للقدرة. لكنه لا يعمل إلا عند السرعات العالية فقط. ويستخدم المحرك النفاث التضاعطي أساسًا في دفع القذائف الطائرة (وهي طائرات دون طيار)، وكذلك للأسلحة. أما المحرك النافوري النبضي فهو أيضًا محرك نفاث مبسط. إلا أنه يستهلك قدرًا كبيرًا من الوقود ويصدر ضوضاء شديدة، ولهذا فهو لا يصلح لدفع الطائرات

المحركات الصاروخية.

يعمل المحرك الصاروخي بصورة مشابهة لعمل المحرك النفاث، فيما عدا أنه ليس في حاجة للتزود بالأكسجين من الجو الخارجي، ويتحسن أداء المحرك الصاروخي عند السرعات العالية جدًا، إلا أنه يستهلك أيضًا قدرًا عاليًا من الوقود مما يرفع من تكلفة تشغيله. ويظل احتمال انفجار المحرك الصاروخي في أي لحظة سببًا في عدم استخدامه للدفع الآلي للطائرات التي تحمل ركابًا، نظرًا لشدة خطورته.

وعلى الرغم من عيوبه، فإن المحرك الصاروخي يستخدم أحيانًا لدفع الطائرات. فهناك عدد قليل من الطائرات النفاثة أو المروحية التوربينية التي تستخدم محركات صاروخية صغيرة لمساعدتها على الإقلاع بسرعة عالية إذا كانت الحمولة كبيرة أو للإقلاع من ممر قصير. وتثبت المحركات الصاروخية إما بجسم الطائرة أو أسفل أجنحتها. وقد استخدمت المحركات الصاروخية للدفع الآلي لكثير من طائرات الاختبار فوق الصوتية، مثل الطائرة بيل إكس - 1، والطائرة الأمريكية إكس -

كيف تطير الطائرة

القوى الأربع التي تؤثر على الطائرة في الجو هي: 1- الجاذبية 2- الرفع 3- السحب الهوائي 4- الدفع. والجاذبية هي القوة الطبيعية التي تجذب الطائرة في اتجاه الأرض. وقوة الرفع تدفع الطائرة إلى أعلى ضد قوة الجاذبية. أما قوة السحب الهوائي فهي القوة الطبيعية للهواء الذي يصاد حركة الطائرة للأمام. ويوازن الدفع قوة السحب الهوائي ويدفع الطائرة للأمام.

تتحكم في طيران الطائرة أربع قوى رئيسية، هي:

1- الجاذبية

2- قوة الرفع

3- قوة السحب الهوائي

4- قوة الدفع. والجاذبية هي القوة الطبيعية التي تجذب الطائرة في اتجاه الأرض.

أما قوة الرفع فهي القوة التي تدفع الطائرة إلى أعلى ضد قوة الجاذبية. وتتولد هذه القوة بسبب حركة جناح الطائرة خلال الهواء. وقوة السحب الهوائي هي القوة الطبيعية لمقاومة الهواء لحركة الطائرة للأمام. وقوة الدفع هي القوة التي تضاد قوة السحب الهوائي، وتتسبب في حركة الطائرة للأمام. وتتولد قوة الدفع بوساطة مراوح الطائرة أو المحركات النفاثة. وعندما تتساوى قوة الرفع للطائرة مع قوة الجاذبية، وتتساوى قوة الدفع مع قوة السحب الهوائي، تطير الطائرة في وضع مستقيم مستوي. وعندما تتغير أي من هذه القوى الأربع، تبدأ الطائرة في الصعود، أو الدوران أو تغيير الاتجاه أو تغيير الوضع. ويناقش هذا الجزء من المقالة، بعض الطرق التي تؤثر بها القوى الأربع في طيران الطائرة. ويناقش الجزء التالي كيف يتحكم الطيار في هذه القوى.

قوة الرفع

تتولد من انخفاض ضغط الهواء فوق جناح الطائرة. والسطح العلوي للجناح محدب. وينخفض ضغط الهواء الذي يسري فوق هذا السطح المحدب عندما تتحرك الطائرة للأمام. وتحاول منطقة الضغط المرتفع دائماً أن تتحرك في اتجاه منطقة الضغط المنخفض، ولهذا فإن منطقة الضغط المرتفع أسفل الجناح ترتفع في اتجاه منطقة الضغط المنخفض فترفع الطائرة في الجو.

قوة الجاذبية وقوة الرفع. تحاول قوة الجاذبية المحافظة على بقاء الطائرة فوق سطح الأرض أو جذبها نحو الكرة الأرضية عندما تطير في الجو. وقوة الجاذبية عند الأرض تساوي وزن الطائرة. ولكي تقلع الطائرة وتبقى في الجو، لابد لجناحها من توليد قوة رفع لأعلى تزيد على قوة الجاذبية لأسفل. وتتولد قوة الرفع بسبب تغير ضغط الهواء حول المقطع الانسيابي للجناح كلما تحركت الطائرة على أرض الممر (المدراج) أو في الهواء.

فشلت المحاولات الأولى للطيران باستخدام الأجنحة، حيث لم يكن مفهوماً حينئذ أن السطح العلوي المحدب لجناح الطائرة هو السبب في تولد قوة الرفع. وبعد اكتشاف هذه الحقيقة، بدأ الناس في صنع أجنحة الطائرات بحيث يكون سطحها العلوي محدباً قليلاً. وبذلك تولدت قوة الرفع اللازمة، بنفس الطريقة التي يعمل بها جناح الطائرة.

عندما تكون الطائرة واقفة فإن ضغط الهواء على الجناح من أعلى ومن أسفل يتساوى، وعندما تتحرك الطائرة للأمام، يبدأ الهواء في السريان فوق الجناح وأسفله ويتحرك الهواء المار فوق السطح العلوي المحدب للجناح في مسار منحن، فتزيد سرعته بينما يقل ضغطه. ويتحرك الهواء المار على السطح السفلي للجناح في خط مستقيم، فتبقى لذلك سرعته وضغطه ثابتين. وتحاول منطقة الضغط المرتفع دائماً الحركة في اتجاه منطقة الضغط المنخفض. ولهذا فإن الهواء أسفل الجناح يحاول الحركة إلى أعلى في اتجاه الهواء أعلى الجناح. لكن الجناح يحجز طريقه. لذلك، فبدلاً من الالتقاء بمنطقة الضغط المنخفض، تقوم منطقة الضغط المرتفع برفع الجناح في الجو. وكلما زادت سرعة الطائرة، زادت قوة الرفع التي يولدها الجناح. وبزيادة الطائرة لسرعتها في أثناء حركتها على الممر قبل الإقلاع، يولد جناحها رفقاً متزايداً. وفي نهاية الأمر، عندما يزيد الضغط أسفل الجناح على وزن الطائرة، وتصبح قوة الرفع أكبر من قوة الجاذبية، تقلع الطائرة.

كيف تتولد قوة الدفع.

قوة السحب الهوائي وقوة الدفع. يستطيع الجناح توليد قوة الرفع فقط عندما يكون متحركاً للأمام خلال الهواء. لهذا فإن الطائرة تحتاج إلى محركات تولد قوة الدفع اللازمة لبدء الحركة الأمامية المطلوبة. وكلما زادت قوة الدفع، تحركت الطائرة أسرع من قبل، لكن، مع زيادة سرعة الطائرة، تزيد قوة السحب الهوائي. ولمقاومة هذا السحب الهوائي، تحتاج الطائرة لمزيد من الدفع.

وفي المحركات النفاثة، تتولد قوة الدفع بسبب الحركة السريعة للغازات خلال المحرك. وتتولى المراوح توليد قوة الدفع للطائرات المروحية التوربينية والطائرات المدفوعة بمحركات ترددية. تشبه ريش المراوح جناح الطائرة في كثير من الوجوه. وعند دوران المروحة، ينخفض ضغط الهواء أمامها. وهنا يبدأ الهواء ذو الضغط الأعلى خلف الريش في الحركة في اتجاه الضغط المنخفض أمامها دافعا ريش المروحة والطائرة للحركة إلى الأمام. وكلما زادت سرعة المحرك النفاث أو دوران المروحة زادت قوة الدفع المتولدة.

وللمساعدة في زيادة قوة الدفع، يسعى المهندسون لتصميم جسم الطائرة في شكل انسيابي ما أمكن ذلك، ويتم إكساب الطائرة سطحاً أملس وشكلاً محكماً، كما يتم تصميم جميع الأجزاء الموجودة على سطحها الخارجي بحيث تستطيع شق طريقها في الهواء بسهولة ونعومة.

تغيير الارتفاع . تتوازن قوة الرفع مع قوة الجاذبية، وقوة الدفع مع قوة السحب الهوائي للطائرة التي تطير في وضع مستقيم ومستقر. وللبقاء في الهبوط بالطائرة فلا بد أن يشرع قائدها في تخفيض قدرة المحرك. ويتم ذلك بالنسبة للمحركات النفاثة والمحركات المروحية، بتخفيض سرعة دوران المحرك لتخفيض قوة الدفع المتولدة. ومع انخفاض قوة الدفع، تنخفض أيضاً قوة الرفع لتبدأ الطائرة في الهبوط إلى أسفل. وفي نفس الوقت تزيد قوة السحب الهوائي فتتخفف سرعة الطائرة ويزيد معدل هبوطها.

وللصعود، لا بد لقائد الطائرة من أن يزيد من قدرة محركاتها. وتدور المروحة، أو المحرك النفاث، بسرعة أكبر لتتولد قوة دفع أكبر. ومع زيادة قوة الدفع، تزيد قوة الرفع، لتبدأ الطائرة في الصعود. إلا أن الصعود يرفع من قوة السحب الهوائي ولهذا، تحتاج الطائرة للمزيد من قوة الرفع. وللحصول على أعلى قوة رفع، يقوم الطيار بزيادة زاوية الهبوط، وهي الزاوية التي يقطع بها الجناح الهواء. وتستخدم لذلك أجهزة التحكم لدفع مقدمة الطائرة لتشير لأعلى قليلاً، حتى يصنع الجناح زاوية موجبة مع مسار الطيران. وتزيد سرعة الهواء المار فوق السطح العلوي للجناح ليصبح ضغطه أقل من ضغطه في أثناء الطيران المستوي. وتتحرك منطقة الضغط المرتفع أسفل الجناح إلى منطقة الضغط المنخفض أعلاه مولدة قوة الرفع. لكن الاستمرار في زيادة زاوية الهبوط يؤدي في النهاية إلى اضطراب الهواء فوق سطح الجناح وزيادة قوة السحب الهوائي ويستعيد الطيار توازن القوى الأربع المؤثرة على الطائرة عن طريق زيادة قدرة المحرك لتوليد قوة دفع أكبر.

تغيير الاتجاه.

يقوم الطيار بإجراء دوران للطائرة عن طريق زيادة قوة الرفع المتولدة من جناح أو آخر. فإجراء دوران إلى اليسار، مثلاً، يستخدم الطيار أجهزة التحكم التي تضع الطائرة في وضع الميل الجانبي لليسار: أي أن الجناح الأيسر يسقط منخفضاً عن الجناح الأيمن. وتتولد قوة الرفع دائماً عمودية على سطح الجناح. فعندما لا يكون الجناح أفقياً موازياً لسطح الأرض، تكون قوة الرفع هي الأخرى مائلة مع سطح الأرض. وتزيد قوة الرفع على الجناح الأيمن عندما ينخفض الجناح الأيسر، مما يدفع الطائرة للدوران. ويستخدم قائد الطائرة الدفة للمحافظة على وضع الطائرة مستقرًا. ولا يُعتمد على الدفة لإحداث الدوران، بل إن ميل قوة الرفع عند الأجنحة بزوايا كافية مع خط الأفق هي التي تدفع الطائرة للدوران.

وعندما تبدأ الطائرة في الدوران، تقل قوة الرفع المضادة للجاذبية وتفقد الطائرة بعض ارتفاعها. ولإستعادة توازن القوى الأربع مرة أخرى، يمكن للطيار اتخاذ أحد إجراءين، هما: 1- زيادة زاوية الهبوط ليزداد الرفع المتولد على الأجنحة 2- زيادة قدرة المحركات لزيادة قوة رفع أكبر. وفي الدوران الحاد، يقوم الطيار بزيادة كل من زاوية الهبوط، وقدرة المحرك في آن واحد، لمنع الطائرة من فقد بعض ارتفاعها. لمزيد من المعلومات عن كيفية طيران الطائرة وكيف تؤثر القوى الأساسية على الطائرة في الجو،

قيادة الطائرة

الطائرة مَرَكَبَةٌ ميكانيكية تخضع للقوانين الميكانيكية. وعلى من يرغب في أن يصبح طياراً ماهراً، أن يتعرف على هذه القوانين بالإضافة إلى قوانين الديناميكا الهوائية. وعليه كذلك أن يحصل على التدريب واكتساب الخبرة اللازمة لقيادة الطائرة.

وتختلف قيادة الطائرة عن قيادة السيارة في كثير من الوجوه. فعند الرغبة في الدوران بالسيارة، يدير سائقها ببساطة عجلة القيادة في الاتجاه المطلوب. وللدوران بالطائرة، يجب على قائدها تشغيل العديد من أجهزة التحكم في وقت واحد.

الحركات الأساسية للطائرة

الحركات الأساسية للطائرة وأجهزة التحكم فيها. للطائرة ثلاث حركات أساسية، هي: 1- الخطران 2- العطوف 3- الانعراج. والخطران حركة الطائرة بحيث تتحرك مقدمتها إلى أعلى أو إلى أسفل. وتتعطف الطائرة عندما ينخفض أحد جناحيها عن الآخر. والانعراج حركة الطائرة بحيث تتحرك مقدمتها لليمين أو اليسار. ويستخدم قائد الطائرة أجهزة التحكم لإحداث هذه الحركات أو لضبطها.

وللطائرة الكثير من أجهزة التحكم. لكن الأساسية منها أربعة، وهي: 1- الرافعة 2- الدفة 3- الجنيحات 4- ذراع الخنق. والرافعة والدفة جزءان من مجموعة الذيل. أما الجنيحات فهي مثبتة في الأجنحة. وتصل مجموعة من الأسلاك والأذرع والبكرات بين أسطح التحكم الخارجية هذه، وبين أجهزة تحكم الطيار داخل القمرة. وتتحكم عجلة القيادة في حركة الجنيحات والرافعة، بينما تتحكم البدالات بالدفة. ويستخدم الطيار ذراع الخنق للتحكم في سرعة المحرك وقدرته.

العدادات وأجهزة التحكم الأساسية بالقمرة

وتستخدم عجلة القيادة وبدالات الدفة لإحداث كل من الخطران والعطوف والانعراج. وتدفع عجلة القيادة للأمام والخلف، وتدور من جانب لجانب. ويتسبب دفع العجلة للأمام أو جذبها للخلف في تحريك الرافعة لأعلى أو لأسفل لإحداث الخطران. فعندما تدفع عجلة القيادة للأمام تنخفض الرافعة، وتنخفض المقدمة تبعاً لذلك. أما إذا جذبت العجلة للخلف، فتتحرك الرافعة لأعلى وترتفع المقدمة. ومع تحريك عجلة القيادة من جانب لآخر ترتفع الجنيحات أو تنخفض لتسبب العطوف. فعندما تدفع العجلة إلى اليمين، يتحرك الجنيح الأيمن لأعلى والجنيح الأيسر لأسفل، وتتعطف الطائرة يميناً. أما إذا دفعت العجلة إلى اليسار فإن الطائرة تتعطف يساراً. ويستخدم الطيار بدالي الدفة لإحداث الانعراج. فبالضغط على البدال الأيسر، تتحرك الدفة إلى اليسار مسببة انحراف مقدمة الطائرة لليسر أيضاً. أما الضغط على البدال الأيمن فيتسبب في انحراف مقدمة الطائرة لليمين.

بدء التحليق

ولدى الطيار، داخل القمرة، معدات للتحكم في حركة سطوحات تعديل الموازنة الخاصة بالجنيحات والرافعة والدفة. وتعمل سطوحات تعديل الموازنة على المحافظة على اتزان الطائرة رغم أي تغيير يحدث في سرعة الطائرة أو في موقع مركز ثقلها. ويتغير مركز ثقل الطائرة عدة مرات أثناء الطيران. فعلى سبيل المثال، يتغير موقع مركز الثقل بعد استهلاك وقود خزانات الأجنحة. ولمنع الطائرة من الطيران لأعلى، يتحكم الطيار في الرافعة بالضغط المستمر على عجلة القيادة. أما إذا ضبط الطيار سطوحات تعديل الموازنة فإنها تقوم آلياً بعمل الرافعة. ويسمح ضبط سطوح تعديل الموازنة، للطيار بالطيران حر اليدين، دون استخدام عجلة القيادة أو البدالات.

عطوف الطائرة

الاستخدام الصحيح لأجهزة التحكم. لا يستخدم قائد الطائرة (القبطان) واحداً فقط من أجهزة التحكم لإحداث أي من المناورات الجوية. فللدوران إلى اليسار — على سبيل المثال — لا يكفي أن يضغط الطيار ببساطة على البدال الأيسر، وإلا أدى ذلك إلى انزلاق الطائرة يساراً. فلن يستكمل الدوران إذا بدأت الطائرة في الانزلاق، بل تعود إلى اتجاهها الأصلي فور رفع الطيار لقدمه عن البدالة.

انعراج الطائرة

ولإحداث دوران صحيح إلى اليسار أثناء الطيران المستوي، لا بد للطيار من أن يستخدم أربعة أجهزة تحكم في آن واحد. فيجب عليه: 1- الضغط لأسفل على البدال الأيسر لنتجه الطائرة لليسر 2- دفع عجلة القيادة لليسر ليرتفع الجنيح الأيسر لإحداث ميل جانبي لليسر 3- جذب عجلة القيادة للخلف لرفع الرافعة إلى أعلى ومن ثم رفع مقدمة الطائرة وزيادة زاوية الهبوب. 4-

دفع ذراع الخنق للأمام لزيادة القدرة المولدة من المحرك. ويؤدي الطيار كل هذه الخطوات في وقت واحد. وبهذا فإن الطيار يستخدم الدفة والجنيحات معاً لإحداث الالتفاف، لكن الطائرة تفقد بعض الرفع عند بدء الالتفاف. ولتعويض هذا الفقد يرفع الطيار الرافعة لزيادة زاوية الهبوب. ويترتب على زيادة زاوية الهبوب زيادة في قوة السحب الهوائي ويصبح مطلوباً قوة دفع أكبر، وللحصول عليها يدفع الطيار ذراع الخنق لزيادة قدرة المحرك. وفي جميع المناورات الجوية الأخرى – من الإقلاع حتى الهبوط – لابد للطيار من المحافظة على التوازن العام للقوى المؤثرة، كما هو بالنسبة للدوران. فبالاستخدام المتزامن لكافة أجهزة التحكم يستطيع الطيار أن يضمن توازن قوة الرفع مع قوة الجاذبية، وقوة الدفع مع قوة السحب الهوائي.

الطيران المستوي

السقوط. يحدث عندما تصبح زاوية هبوب الجناح كبيرة لدرجة تفقد فيها الطائرة الكثير من قوة الرفع وتبدأ في السقوط. وتؤدي الزيادة البسيطة لزاوية الهبوب، كما سبق أن أوضحنا، إلى زيادة قوة الرفع. لكن، إذا وضع الطيار مقدمة الطائرة لأعلى حتى يصنع جناحها زاوية تزيد على ما بين 15° و 20° مع اتجاه الطيران، يبدأ الهواء المار فوق الجناح في الاضطراب بعنف. ونتيجة لذلك تفقد الطائرة قدرًا من قوة الرفع، وإذا لم يبادر الطيار باستعادة الرفع المفقود، يصبح من غير الممكن التحكم في الطائرة، وتسقط حتى تصطم بالأرض وتتحطم.

الإقلاع

ويستطيع الطيار الخروج بطائرته من السقوط، بوضع مقدمتها لأسفل، ثم تركها لتأثير الجاذبية لتتزايد سرعتها، ومن ثم تتزايد قوة الرفع. ويستطيع الطيار كذلك زيادة قدرة المحركات ليكتسب زيادة في قوة الرفع نتيجة لزيادة قوة دفع المحركات.

طيران العدادات.

يستطيع الطيار الماهر أداء المناورات الجوية والهبوط بالطائرة إذا لم يكن قادرًا على رؤية ما حوله، معتمدًا فقط على قراءة العدادات. وتزيد أهمية هذه المهارة في الطيران خلال السحب أو الضباب أو الأمطار الغزيرة. فعندما لا يتمكن الطيار من رؤية خط الأفق أو رؤية الأرض تحته، يصبح من العسير التأكد من سير الطائرة في خطها المرسوم، والتأكد من أنها لا تفقد أو تكسب ارتفاعًا. وتوفر العدادات هذه المعلومات، بل إنها تساعد الطيار أيضًا على مختلف المناورات الجوية دون فقد في الارتفاع أو السرعة، كما تساعده على الهبوط فوق الأرض بأمان.

الهبوط

قياس سرعة الطيران. تقاس سرعة الطائرة في أثناء الطيران بطرق متعددة. والسرعة الهوائية المبينة، هي السرعة التي يقرؤها الطيار على عداد يسمى مبين السرعة الهوائية لكن قراءة مبين السرعة الهوائية تتأثر بالتغيرات التي تحدث في ضغط الهواء ودرجة حرارته عند مختلف الارتفاعات. لذلك فإن السرعة الهوائية المبينة تختلف عن السرعة الحقيقية وكذلك عن السرعة الأرضية. وتعرف السرعة الهوائية الحقيقية بأنها سرعة الطائرة بالنسبة للهواء. أما السرعة الأرضية فهي سرعة الطائرة بالنسبة لسطح الأرض. ويستطيع الطيار حساب السرعة الهوائية الحقيقية عن طريق قراءة السرعة الهوائية المبينة مع إضافة 2% زيادة لكل 300م ارتفاع. فمثلاً، إذا طارت طائرة على ارتفاع قدره 3,000م، وكانت قراءة مبين السرعة الهوائية 100كم/ساعة، تكون السرعة الهوائية الحقيقية حوالي 120كم/ساعة. ويستطيع الطيار استخدام السرعة الهوائية الحقيقية لحساب السرعة الأرضية إذا توفرت لديه المعلومات عن سرعة الرياح واتجاهها. فإذا كانت السرعة الهوائية الحقيقية للطائرة هي 120كم/ساعة، وكانت الرياح قادمة من الأمام بسرعة قدرها 30كم/ساعة، فإن السرعة الأرضية للطائرة تكون 90كم/ساعة.

كيف تدور الطائرة

السرعة القصوى. هي أعلى سرعة يمكن أن تصل إليها الطائرة في أثناء طيران مستوي. أما أفضل سرعة صعود فهي أقصى سرعة يمكن الصعود عندها. وسرعة الطيران المطرد، هي السرعة الأكثر ملاءمة للطيران لمسافات طويلة. وسرعة المناورة هي أعلى سرعة يمكن بها للطائرة أداء المناورات دون إحداث أضرار بالطائرة. ولكل طائرة أيضاً سرعة العلامة الصفراء، وسرعة العلامة الحمراء، وتظهران على مبين السرعة الهوائية. والمنطقة المميزة باللون الأصفر هي منطقة تحذير حيث يجب على الطيار عدم أداء أي مناورات جوية مفاجئة عند طيرانه ضمن هذه المنطقة. أما المنطقة المميزة باللون الأحمر فهي تبين أعلى سرعة يمكن للطائرة أن تطير عندها بسلام في جميع الظروف.

ولكل طائرة سرعة هويان (انهيار) وهي السرعة التي تفقد الطائرة عندها قوة الرفع. وتوضح شركات تصنيع الطائرات سرعة الانهيار لكل طائرة تقوم بإنتاجها وبيعها. لكن سرعة الانهيار المبينة تنطبق فقط على حالة مستوى الطيران. أما في أثناء الدوران، فتكون سرعة الانهيار أعلى منها أثناء مستوى الطيران. وللخروج من حالة الانهيار أثناء هذا المستوى يدفع الطيار عجلة القيادة للأمام، ويرفع من قدرة المحرك لاكتساب المزيد من قوة الرفع.

تعلم الطيران.

يحتاج الطيران إلى قدر كبير من المعرفة المتخصصة، لذلك يحصل كثير من الطلبة الطيارين على دروس أساسية بالإضافة إلى دروس الطيران. وتتضمن الدروس الأساسية مواد: الديناميكا الهوائية، والأرصاد الجوية (دراسة الجو)، والملاحة الجوية، وقوانين الطيران. ولا بد للطلبة الطيارين من اكتساب معرفة جيدة بكل هذه الموضوعات لاجتياز الامتحانات.

وتشمل دروس الطيران 40 ساعة طيران أو أكثر. نصف هذا الوقت يكون طيرانًا ثنائيًا، حيث يصاحب الطالب في الطائرة معلمٌ يشارك في قيادتها، عن طريق جهاز تحكم مزدوج. ويكون الطيران منفردًا في باقي الدروس حيث يطير الطالب الطيار بمفرده في الطائرة. ولا بد من أن يكتسب الطالب مهارة في عمليات السير بالطائرة على الأرض، والإقلاع وإجراء المناورات الجوية المختلفة والملاحة الجوية والهبوط والحط على الأرض. ويجب أن يستكمل الطالب نصف وقت الطيران المنفرد عبر البلاد، تكون من بينها رحلة واحدة على الأقل يتم الهبوط في نهايتها في مهبط آخر غير مطارهِ الأصلي. وقبل كل رحلة عبر البلاد يختبر الطالب حالة الجو، ويقوم بتوقيع مسار الرحلة على نوع خاص من الخرائط يسمى لوحة الملاحة الجوية. كذلك يقوم بالكشف الدقيق على الطائرة قبل الإقلاع.

ولا بد من أن يكون الطالب قادرًا على الطيران بالعدادات فقط، وأيضًا عن طريق ملاحظة الملامح الأرضية. وبعد الهبوط والحط على الأرض، يقوم الطالب بتسجيل زمن الرحلة في سجل الطائرة.

وتشترط معظم الدول على المتقدم للحصول على شهادة طيران – ما لم يكن قد تدرّب على الطيران الحربي – أن يحصل على دورة تدريبية معترف بها من قبل الهيئة القومية المسؤولة، والتي تصدر هذه الشهادات للمتقدمين من ذوي الكفاءة المناسبة دون غيرهم.

الملاحة الجوية

الملاحة الجوية هي الوسيلة التي يصل بها الطيار إلى محطته الأخيرة، والتي يحدد بها موقعه في أي وقت. وتزوّد الطائرات ببوصلة وبعض الأجهزة الأخرى التي تساعد الطيار على الملاحة بدقة. وتحتوي الكثير من طائرات الخطوط الجوية، وغيرها من الطائرات الكبيرة، على حاسوب يساعد في أعمال الملاحة أثناء الرحلات الجوية الطويلة.

ومن بين أهم المساعدات الملاحية الجوية: خريطة الطيران، وهي تشبه خرائط الطرق لكنها تحتوي على معلومات أكثر، فمثلاً، تبين خريطة الطيران مختلف علامات الطرق، ومسارات الخطوط الجوية، وأماكن الهبوط، ومحطات الراديو التي تبث الإشارات الملاحية للطائرة. وتستخدم حالياً بكثرة، خريطة قواعد الطيران بأجهزة البيان، وهي نوع خاص من خرائط الطيران تبين فقط مواقع وذبذبات محطات الراديو.

وهناك ثلاث طرق رئيسية للملاحة الجوية:

1- القيادة الحرة

2- تقدير الموضع

3- الملاحة بالراديو. ويجمع معظم الطيارين بين هذه الطرق الثلاث.

القيادة الحرة.

هي أبسط وأكثر طرق الملاحة الجوية استخدامًا. وباستخدام هذه الوسيلة، يحافظ الطيار على خط سيره بتتبع سلسلة من العلامات الأرضية. ويقوم الطيار قبل الإقلاع برسم خط على الخريطة الطيرانية المناسبة، يمثل خط السير المطلوب. ويلاحظ الطيار العلامات الأرضية التي سيمر بها أثناء رحلته مثل: الجسور والطرق وخطوط السكك الحديدية والأنهار والمدن. وكلما

مرت الطائرة في أثناء الرحلة فوق واحدة من هذه العلامات، يضع الطيار علامة بذلك على الخريطة. فإذا اكتشف الطيار أنه لم يعبر بدقة فوق العلامة الأرضية، فإن ذلك يعني ضرورة تعديل مسار الطائرة.

تقدير الموضع.

تستخدم هذه الطريقة للملاحة الجوية عندما لا تكون هناك علامات أرضية مرئية. وتحتاج طريقة تقدير الموضع إلى مهارة وخبرة أكثر من تلك المطلوبة للملاحة بطريقة القيادة الحرة. ويلجأ الطيار إلى أسلوب الملاحة بتقدير الموضع عند الطيران فوق مساحات مائية واسعة، أو غابات، أو مناطق صحراوية أو وسط طبقات من السحب الكثيفة. ويحتاج الطيار، بالإضافة إلى خريطة الطيران، إلى ساعة توقيت دقيقة، وبوصلة وحاسوب صغير لإجراء العمليات الحسابية المعقدة. ويقوم الطيار مسبقاً بتوقيع خط السير على الخريطة. ثم يقوم بحساب الوقت اللازم للوصول إلى نهاية المسار إذا ما طار بسرعة منتظمة. وباستخدام الحاسوب يقوم الطيار بتصحيح المسار بعد أخذ تأثير الرياح في الحسبان.

وأثناء الطيران في الجو، يراقب الطيار البوصلة للمحافظة على الطائرة في وجهتها الصحيحة. وتكون الطائرة قد وصلت إلى نهاية المسار عندما ينقضي الوقت المحسوب. ولا تنجح الملاحة الجوية بطريقة تقدير الموضع في كل الحالات، حيث يتسبب تغير الرياح في عدم المحافظة الدائمة على الطائرة في وجهتها الصحيحة.

محطة تردد عال جداً شامل المدى ترسل إشارات راديوية في جميع الاتجاهات (360°) ويبين الرسم ثماني إشارات فقط. ويتخذ الطيار إحدى الإشارات ليتتبعها عند اقترابه من المحطة، أو ابتعاده عنها. ويبين جهاز استقبال التردد العالي جداً المثبت بالطائرة ما إذا كانت في الاتجاه الصحيح أو خارجه. الملاحة بالراديو. يستخدمها الطيارون في معظم الأحوال. ترسل محطات الراديو ذات الترددات العالية جداً، إشارات تستقبلها الطائرة. وتزود معظم الطائرات الحديثة بالأجهزة التي تستعمل هذه الإشارات.

ويجد الطيار محطة الراديو التي يجب أن يضبط عليها جهازه في كل منطقة، مبينة على خريطة الطيران، وعندما يقوم الطيار بضبط جهازه على المحطة الأرضية الصحيحة، ترشده إبرة موجودة بجهاز الملاحة إلى أنه يطير في الاتجاه الصحيح أو خارجه. كذلك تبين هذه الإبرة لحظة انحراف الطائرة عن المسار الصحيح، ليقوم الطيار بإعادة تصحيح المسار. وهذا النظام — والذي صمم أصلاً للطائرات المدنية، أو غير العسكرية — يسمى راديو التردد العالي جداً شامل المدى.

وتستخدم طائرات السفر الجوي، وكثير غيرها من الطائرات، جهازاً خاصاً مع محطات التردد العالي جداً شامل المدى يسمى جهاز قياس المسافة. ويسمى النظام في هذه الحالة: محطة التردد العالي جداً شامل المدى المزود بجهاز قياس المسافة. كذلك تستخدم الطائرات العسكرية جهازاً مماثلاً يسمى جهاز الملاحة الجوية التكتيكي. وقد جرى الجمع بين النظامين في نظام واحد تستخدمه الطائرات المدنية والعسكرية على السواء، وتستفيد بعض الطائرات بالإشارات الصادرة من محطة التردد العالي جداً شاملة المدى، لتغذية جهاز الطيران الآلي.

طرق أخرى للملاحة الجوية.

يطلب من طياري طائرات السفر الجوي في الغالب العمل طول الوقت بقواعد الطيران باستخدام أجهزة البيان. أثناء ذلك يكون لدى الطيار مساعدات ملاحية مختلفة تساعد على الإقلاع والطيران والهبوط والخط على الأرض بأمان. ومن بين أهم هذه المساعدات، مجموعة من مراكز المراقبة الجوية لمسار الطائرات. وتزود هذه المراكز بأجهزة رادار لتتأكد من أن جميع الطائرات في دائرتها، تطير في مسارها الجوي المحدد. كذلك تزود طائرات السفر الجوي بجهاز رادار خاص للاستقبال والإرسال يسمى جهاز التعارف. ويستقبل هذا الجهاز الإشارة على الأرض، تظهر الطائرة أكثر وضوحاً على شاشة الرادار.

ولكثير من المطارات أبراج للمراقبة، ويعمل في برج المراقبة مراقبون جويون حاصلون على تدريب خاص يقومون بتوجيه الطائرات الهابطة أو المقلمة، مستخدمين أجهزة اتصال راديو ورادار. وتزود معظم المطارات العاملة في النشاط التجاري بأجهزة الهبوط الآلي لمساعدة طياري طائرات السفر الجوي على الهبوط والهبوط الآمن. ويبحث هذا النظام مجموعة من الأحزمة الراديوية منبعثة من الأرض لتشغيل أجهزة خاصة في قمرة قيادة طائرة السفر الجوي. وبمراقبة الطيار لهذه الأجهزة يمكن التأكد من موقعه الدقيق بالنسبة للممر، ومن ثم الهبوط والخط الآمن على الأرض.

وللطيارين طرق خاصة للملاحة عبر المحيطات.

والطريقتان الأكثر استخداماً هما:

1— توجيه القصور الذاتي

2— الملاحة الجوية بعيدة المدى (لوران).

ويتوفر للطائرات التي تستخدم توجيه القصور الذاتي، حاسوب وأجهزة خاصة أخرى لتتبيه الطيار عندما يستكمل قطع المسافة المخطط لها ضمن الرحلة الجوية. أما الطائرات التي تستخدم الملاحة الجوية بعيدة المدى، فلديها أجهزة تستقبل إشارات راديو خاصة ترسل باستمرار من محطات بث أرضية. وتبين هذه الإشارات الموقع الدقيق للطائرة.

بناء الطائرة

توضع مواصفات تصميم وتصنيع الطائرات بواسطة هيئات مثل: هيئة الطيران المدني البريطانية، وإدارة الطيران الفيدرالية بالولايات المتحدة. ولا بد من أن تحصل كل طائرة جديدة قبل بيعها للمستعمل على شهادة تبين تحقيقها للمواصفات المطلوبة في التصميم واختبار المواد والتصنيع والإنشاء والأداء. وتتطبق قواعد شبيهة كذلك على طائرات التصنيع المنزلي.

أعمال الفحص والاختبار تجري في كل مرحلة من مراحل تصنيع الطائرة. ويُخصّص كل جزء — مثل الجناح إلى اليسار— فحصاً دقيقاً لضمان سلامة الطائرة.

التصميم والاختبار.

يبدأ المصممون والمهندسون في التخطيط وإجراء الاختبارات لأي طائرة جديدة، قبل فترة طويلة من بدء إنتاجها بالجملة. وتحتاج طائرة السفر الجوي لتخطيط من 8 إلى 10 سنوات على الأقل، وتصميم الطائرة يعتمد كثيراً على كيفية استخدامها. فلا بد لطائرة النقل من أن تكون قادرة على حمل شحنات ثقيلة لمسافات طويلة، واستهلاك أقل وقود ممكن. أما الطائرات الخفيفة فلا بد من أن تكون قادرة على سهولة المناورة والهبوط والحط على الأرض فوق ممر قصير. ولا بد من أن يكون لجميع الطائرات جناح يمكنه توليد قوة رفع عالية عند السرعات المنخفضة، ويتعرض لقوة سحب هوائي صغيرة عند السرعات العالية. أما الطائرة المقاتلة التابعة للقوات الجوية، فلا بد من أن تكون قادرة على الطيران بسرعات عالية — هي غالباً ضعف أو ثلاثة أضعاف سرعة الصوت — وكذلك قادرة على العمل عند جميع الارتفاعات، العالية جداً والمنخفضة جداً.

اختبارات الأنفاق الهوائية تجري على نموذج ابتدائي لاستكشاف قدرة الطائرة الكاملة على مواجهة مختلف ظروف الطيران. ويقوم المهندسون بعناية باختبار المعادن واللدائن والأخشاب والمواد الأخرى المستخدمة في تصنيع الطائرة. فلا بد لهذه المواد من أن تتحمل ضغوط هواء هائلة وظروفاً جوية عاتية. فالأجنحة — على سبيل المثال — لا بد من أن تتحمل ما بين أربعة أضعاف قوة الجاذبية وستة أضعاف. وقد يستخدم المهندسون الأنفاق الهوائية لاختبار أثر الهواء المار حول الطائرة عند مختلف السرعات والارتفاعات. انظر: النفق الهوائي. لكن الكثير من تصميمات الطائرات أصبحت حالياً تختبر باستخدام الحاسوب بدلاً من الأنفاق الهوائية. وبجانب هذه الاختبارات، يقوم المهندسون ببناء نماذج بالحجم الطبيعي لطائرة — من الخشب والمعدن — مشتملة غالباً على كافة التفاصيل الدقيقة لاختبار الترتيب الداخلي للمقاعد والمعدات.

وبعد سنوات من التخطيط والبحوث، يبدأ المهندسون ببناء نموذج أولي للطائرة. وتجرى على هذا النموذج اختبارات دقيقة على الأرض، وتدار المحركات على سرعات دوران عالية، وتحرك الطائرة على الأرض بأسرع ما تستطيع. وعادة ما يقوم المهندسون ببناء أكثر من نموذج أولي واحد لاختبار البلى الذي تتعرض له الطائرة بعد طول الاستخدام، ولاختبار أداء الأنظمة المختلفة. ويتم تشغيل المحرك والأجزاء المتحركة في الطائرة حتى انهيارها. ثم تبدأ الشركة المصنعة في إجراء الاختبارات الجوية على طائرة تجريبية. ولا بد حينئذٍ من قيام الهيئة الحكومية المسؤولة — إدارة الطيران الفيدرالي للولايات المتحدة على سبيل المثال — بمراجعة عناصر تصميم الطائرة كافة وإنشائها واختبارها. فإذا تبين تحقيق الطائرة لجميع المواصفات، تُمنح الشركة المنتجة، شهادة طراز، تسمح ببيع الطائرة وبدء التشغيل العام لها.

الإنتاج بالجملة يبدأ بعد استكمال اختبار النموذج الأولي، وبعد الحصول على الموافقات اللازمة. ويقوم العمال عند كل موقع على خط التجميع النهائي، كما في الصورة أعلاه، بتركيب الأجنحة أو أحد الأجزاء الكبيرة الأخرى، حتى تستكمل عملية تجميع الطائرة.

الإنتاج بالجملة. يقوم بإنتاج الطائرات عدد قليل من الشركات في قليل من الدول. لكن آلاف المصانع تقوم بتوريد الأجزاء اللازمة لتجميع الطائرة لمصانع الطائرات. ويتخصص بعض الموردين في إنتاج أجزاء معينة من الطائرة مثل جهاز الهبوط أو العدادات. بينما تتولى شركات أخرى تصنيع الأجزاء الكبيرة للطائرة بما فيها الأجنحة والهيكل والذيل.

ويعمل خط تجميع الطائرات بطريقة تماثل كثيراً عمل خط تجميع السيارات، حيث يقف العمال على جانبي خط التجميع والإنتاج. وتشمل خطوط التجميع النهائية خطوط تجميع فرعية يتم فيها تجميع الأجزاء الرئيسية للطائرة، مثل الهيكل والأجنحة، قبل إرسالها إلى خط التجميع النهائي. وفي المشروعات الكبيرة المتعددة الجنسيات، مثل مشروع الطائرة إيرباص الأوروبية، يتم تصنيع الأجنحة في إحدى الدول، والهيكل في دولة أخرى، والمحركات في دولة ثالثة. ويتم جمع الأجزاء المصنعة في

مصنع واحد للتجميع النهائي.

نموذج طائرة بالحجم الطبيعي.

يتم بناء نموذج بالحجم الطبيعي للطائرة لاختبار الأجهزة. ويقوم العمال غالبا ببناء العديد من النماذج الأولية للطائرة، مستخدمين نفس المواد والأجزاء التي ستستخدم في الإنتاج بالجملة للطائرة. وتختبر النماذج الأولية اختبارا شاملا. وبعد الانتهاء من تركيب جميع أجزاء الطائرة، يتم دفعها خارج خط التجميع. ثم يجري تفتيش كامل لكل طائرة جديدة، كما يقوم طيار اختبار بتجربة الطائرة في الجو للتأكد من أن المحركات وأجهزة القيادة في حالة تشغيل طبيعية. وبعد اجتياز الطائرة لهذه الاختبارات النهائية تكون جاهزة ليتسلمها المشتري.

المصدر : الموسوعة العربية العالمية - الطائرة