الفصل الأول

تاريخ الطيران و تصنيف المركبات الطائرة

يمكن تعريف الطيران بأنه انعدام التلامس مع الأرض، مع أو بدون إمكانية التنقل، مع أو بدون أدوات هبوط. إن تاريخ الطيران هو بمثابة تاريخ تطور البشرية . الطيران هو واحد من أقدم التطلّعات الإنسانية .

إن تطور الطيران يمثل التكامل بين التقنيات والمجالات المتنوّعة: مثل الديناميكيا الهوائية ؛ و فروع الهندسة، مثل الهياكل و الدفع؛ وتلك الحقول ذات العلاقة، مثل الإلكترونيات والاتصالات.

لقد كان هذا التكامل هو الذي أخذ الطائرة الورقية، و التوربين، و الألعاب النارية من أشكال بسيطة إلى تطوّر الطائرة ذات الأجنحة ، و المروحية،و المحرك النفّاث، والصاروخ ذو الوقود الصلب و الوقود السائل.

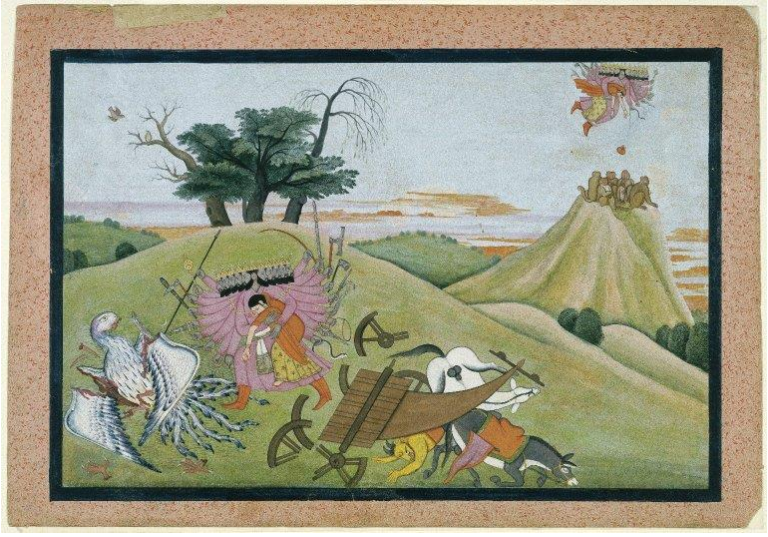
تاريخ الطيران يبحث في تطور الطيران الميكانيكي من المحاولات الأولي في الطائرات الورقية والطيران الشراعي حتى الطائرات الأثقل من الهواء وما بعدها .

العوامل المهمة التي ساهمت في بناء الطائرة هي :

- **التحكم**: بالبداية فإن التحكم بالطائرات الشراعية يكون بواسطة تحريك الطائرة ككل حسب "أوتو ليلينتال" **Otto Lilienthal**، أو امالة الجناح كما فعل الأخوان" رايت". لكن بالوقت الحالي يكون التحكم بواسطة أسطح التحكم مثل الجنيحات والروافع. وفي بعض الطائرات العسكرية تكون أسطح التحكم مهيئة بنظام كمبيوتر ليتم التوسع بالتحكم في الطيران الثابت والمستقر
- **الطاقة**: تطور محرك الطائرة حتى أصبح أخف وزنا وأكثر كفاءة، فمن المحرك البخاري إلى المكبس فالنفاث ثم محركات الصواريخ.
- **المواد**: كان صنع الطائرات في البداية من القماش والخشب ثم بدأ تقويتها بالأنسجة والأنابيب الفولاذية، ومنذ عام ١٩١٨ بدأ تكسية القشرة الخارجية بالألمونيوم واستمرت

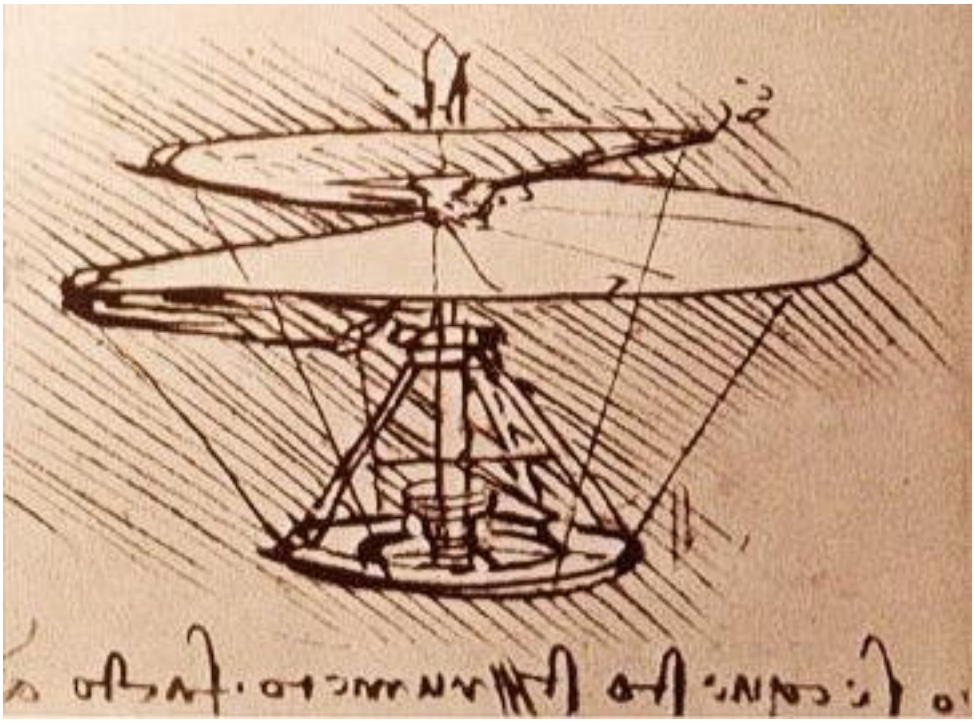
ذلك خلال الحرب العالمية الثانية، لكن في الوقت الحالي يكون البناء الخارجي للطائرة من مواد مركبة.

الطيران حلم قديم قدم الزمن راود الإنسان حيث يذكر في المثولوجيا الاغريقيه طيران الايكاروس . و هناك قصة بوشباكا و فيمانا في ملحمة رامايانا **Rāmāyaṇa**.



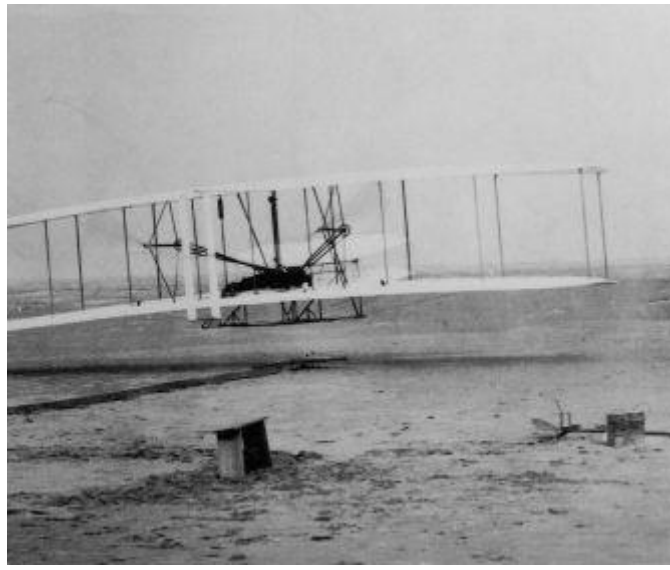
يمكن أن نقسم تاريخ الطيران إلى ٧ مراحل زمنية :

- **الخيال العلمي، المناطيد، والتحليق الشراعي** : هي المرحلة التي تنتهي في القرن التاسع عشر وخلالها تخيل الناس بطرق غريبة وقريبة من الحقيقة ما يمكن أن تكون عليه آلة طائرة. منذ بداية القرن الثامن عشر شهدت هذه المرحلة بداية غزو الأجواء مع تطوير المناطيد وتعدد محاولات الطيران الشراعي.

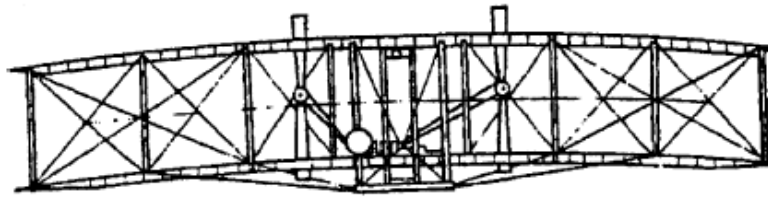


هليكوبتر دافنشى

- **رواد الطيران الأثقل من الهواء** : هي أولى عمليات التحليق بآلات ذات محركات قادرة على الطيران بقدراتها الخاصة. وكل محاولة تكون أول رقم قياسي أو تجاوزاً لرقم موجود كتحقيق مسافات أطول أو تحليق أسرع أو ارتفاعات أكبر وكان الطيارون في غالبيتهم صانعون لآلاتهم ومغامرون.

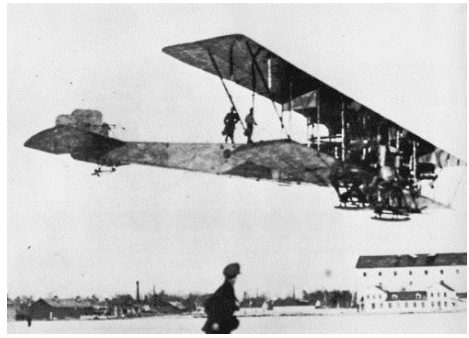


طائرة الاخوان رايت



Wright Flyer

- **الحرب العالمية الأولى** : بعد عدة سنوات على أول طيران ناجح ظهر في هذه الفترة سلاح جديد في ساحات القتال وأصبحت الطائرات تنتج بكميات كبيرة وبعض النماذج صنع منها أكثر من ألف مثال، وأصبح الطيارون ذوي خبرة رغم أن روح المغامرة كانت طاغية.



طائرة يجور سيكورسكي تطير فى روسيا عام ١٩١٣

- **بين الحربين** : نهاية الحرب العالمية الأولى تركت عدد هاماً من الطيارين دون عمل مما فتح المجال أمام النقل الجوي التجاري وفي المرتبة الأولى البريدي. وبتطور الطيران تم تأسيس قوات مسلحة بعدة دول، وهو ما جعل الطيران العسكري يدفع الصانعين الجويين إلى تحطيم الأرقام القياسية. وكان تطور الطيران المدني نتيجة مباشرة للبحوث العسكرية.
- **الحرب العالمية الثانية** : استعمل الطيران بكثافة في ساحات المعارك. ويمكن أن نعتبر هذه المرحلة كذروة تطوير الطائرات التي تستعمل

محركات ومراوح كوسيلة دفع وفي نهاية الحرب ظهرت المحركات التفاعلية والرادارات.

قاذفات فى الحرب العالمية الثانية

- **النصف الثاني من القرن العشرين** : بعد انتهاء الحرب وضع عدداً كبيراً من الطيارين والطائرات خارج الخدمة. وكانت بذلك انطلاقة النقل التجاري المدني القادر على خرق الظروف المناخية واستعمال الطيران بدون رؤية. مم دفع بالطيران العسكري إلى تطوير المحركات النفاثة وإلى إطلاق الطائرات الأسرع من الصوت. وأدت البحوث

المدنية إلى تطوير أولى طائرات الخطوط الرباعية المحركات وأصبح النقل الجوي متاحاً للجميع حتى في الدول النامية.

- **بداية القرن الواحد والعشرين** : في وقتنا الحاضر تطور النقل الجوي حتى أن بعض المناطق أصبحت لا تسع المزيد من الرحلات.و أصبح التطور مرتبطاً أكثر بالمراقبة الجوية وإدارة الحركة الملاحية منه بالطائرات وتصاميمها وعلى المستوى العسكري أصبحت الطائرة إحدى المكونات في أنظمة الأسلحة، وتقلصت مهام الطيار بسبب التقنيات الحاسوبية. وأصبح الطيار بعيداً كل البعد عن الأجواء في الحرب العالمية الأولى.

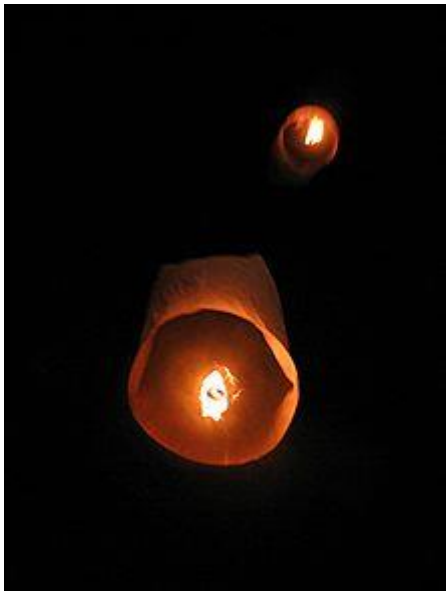
نماذج الطائرات الشراعية الأولى لأوتو ليليانذال

الإغريق

في حوالي ٤٠٠ قبل الميلاد، صمم العالم الرياضي والفلكي والفيلسوف ورجل الدولة الإغريقي أرخيتاس **Archytas** ، مايسمى بأقدم آلة طيران وقد بناها على شكل طائر وادعى بأنه قد طار بها لمسافة ٢٠٠ متر. تلك الآلة التي

اسماها بالحمامة (باليونانية: **Περιστέρα**) "بريستيرا"، قد تكون علقت بحبل أو أنبوب عند تحليقها.

المناطيد الهوائية والطائرات الورقية في الصين



الفانوس الصيني الطائر

عرفت المناطيد الهوائية بالصين منذ أقدم الأزمان وكانت تسمى بفانوس كونغ منغ **Kongming lantern** ، ويعزى هذا الاختراع إلى ضابط صيني (١٨٠-٢٣٤م) ولقبه الفخري هو كونغ منغ، وقال إن سبب استخدامه لذلك هو ادخال الرعب بقوات العدو:

تلك المصابيح الزيتية توضع بداخل أكياس ورقية كبيرة، وتلك الأكياس تسبح بالهواء بسبب الشعلة التي تسخن الهواء.. لذلك فالعدو سيصاب

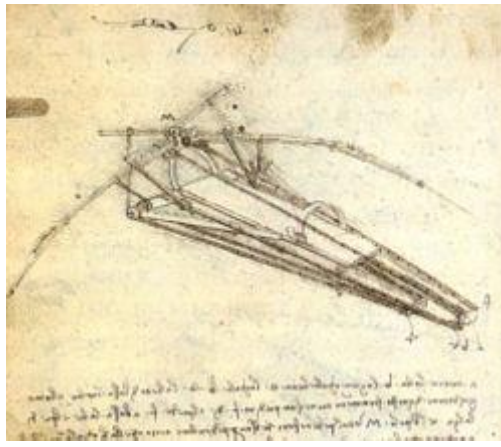
بالرعب من المصابيح الطائرة ويعتبرها أنها قوى إلهية أتت لتنقذهم. إن كانت تلك الآلات الطائرة المحتوية على شعلة قد تم الكتابة عنها منذ القدم إلا أن حسب ماقاله العالم جوزيف نيدهام **Joseph Needham** ، فإن المناطيد الهوائية كانت معروفة بالصين منذ القرن الثالث قبل الميلاد.

بالقرن الخامس قبل الميلاد اخترع الصيني لوبان **Lu Ban** الطائر الخشبي ، والذي قد يكون أشبه بطائرة ورقية كبيرة أو قد يكون أول طائرة شراعية .

وخلال القرن الثالث قبل الميلاد، قام العالم الرياضي والمبتكر الكبير، اليوناني الجنسية أرخميدس، باكتشاف سبب طفو الأجسام وكيفيته.

خلال حكم أسرة يوان (ق ١٣) وتحت حكم الملوك مثل قوبلاي خان، فإن المصابيح المستطيلة أصبحت لها شعبية خلال الاحتفالات، وحيث كانت تجذب الجماهير لمشاهدتها. لذا فقد انتشر هذا التصميم خلال حكم المغول عبر طريق الحرير إلى اواسط آسيا ثم إلى الشرق الأوسط. وهناك إضاءة طائرة شبيهة وذات المصابيح المستطيلة بحمالات تستخدم بكثرة في احتفالات التبت، واحتفالات ديوالي الهندية. ولكن مع ذلك لم يثبت بالدليل أن تلك المصابيح قد استخدمها الإنسان للطيران.

في عام ٨٧٥ قام العالم العربي عباس بن فرناس بالطيران بأجنحة شراعية مدة عشرة دقائق .



تصميم ليوناردو دا فينشي لطائرة خافقة الجناحين كالطير والذي كان يمكن له النجاح لولا عدم اختبار دافنشي له

على الرغم من أن ليوناردو دا فينشي حاول دراسة إمكانية الطيران بآلات أثقل من الهواء حوالي العام ١٥٠٠ م، إلا أن ذلك لم يحدث إلا بعد أربعة قرون تقريباً .

بين عام ١٠٠٠ و ١٠١٠ قام الراهب **Eilmer of Malmesbury** فى انجلترا بمحاولة الطيران بإستخدان أجنحة حيث طار لمسافة ٢٠٠ م لمدة ١٥ ثانية انتهت بإصطدامة بالارض .

وفي نحو عام ١٢٩٠م، سجل راهب إنجليزي يدعى روجر بيكون، أن الهواء – مثله مثل الماء – يحتوي على جسيمات صلبة واستنتج بيكون، بعد أن درس أفكار أرخميدس، أنه إذا أمكن بناء النوع الصحيح من المركبات، فسوف يرفعها الهواء كما يرفع الماء السفن.

وفي عام ١٦٨٠م، أثبت العالم الرياضي الإيطالي جيوفاني بوريللي، استحالة أن يطير الإنسان عن طريق رفرفة الأجنحة. فقد أثبت بوريللي أن عضلات جسم الإنسان أضعف من أن تتمكن من تحريك الأسطح الكبيرة المطلوبة لرفع وزنه في الهواء.

فى ١٧٠١ قام البرتغالى جسماو **Bartolomeu Lourenço de Gusmão** بصنع سفينة هوائية .

١٧٨٣م حقق الفرنسيان جان ف. بيلاتر دي روزييه، والماركيز دآرلاند أول ارتفاع في الجو في بالون أخف من الهواء مستخدمين الهواء الساخن لذلك.

بدأت أولى محاولات الطيران الجاد أواخر القرن الثامن عشر في أوروبا. وبدأت البالونات المملوءة بالهواء الحار والمجهزة بسلة للركاب بالظهور بالنصف الأول من القرن ١٩ وقد استعملت بشكل فعال في عدة حروب بذلك الوقت، خصوصا بالحرب الأهلية الأمريكية .

في عام ١٧٨٣ جرت تجربة لأول تحليق في المنطاد ..كان أول من أخترع المنطاد الأخوان جوزيف و جاك مونجولفيير **Montgolfière** صنع هذان الأخوان المنطاد من قماش الحرير، ونفخاه بالدخان الحار، وقد جلس في السلة المتصلة بالمنطاد غنمة و دجاجة و إوزة، من هنا فإن الإنسان لم يكن، في الواقع أول المحلقين على نمط العصافير .حلق المنطاد في أول طيران إلى ارتفاع كيلومترين، وطار مسافة تزيد عن كيلومتر ونصف .

١٨٠٤م أطلق السير جورج كايلي البريطاني أول نموذج لطائرة شراعية بنجاح.

١٨٤٣م وضع وليم س. هنسون، المبتكر البريطاني تصميمات لطائرة تدفع آليا بمحرك بخاري تتضمن العديد من الأجزاء الرئيسية للطائرة الحديثة.

١٨٤٨م بنى جون سترنجفيللو، البريطاني، نموذجًا مصغرا مُعتمدًا على تصميمات طائرة هنسون، وتم إطلاق هذه الطائرة، ولكنها لم تبق في الجو إلا فترة قصيرة.

في خمسينات القرن التاسع عشر، بنى جورج كيلي الطائرة الشراعية الأولى، ويعد جورج كيلي المخترع الأول لهذه الطائرة، درس كيلي امكانية طيران الإنسان، وبنى على هذا الأساس عددًا كبيرًا من الطائرات الشراعية، التي تتم السيطرة على تشغيلها بحركات جسم الإنسان.

وفي عام ١٨٩٠م، حاول المهندس الفرنسي كلمنت آدر الإقلاع بطائرة تُدفع آليًا بمحرك بخاري صنعه بنفسه، ولكنه لم يستطع السيطرة عليها، ومن ثَم لم تحلق في الهواء. وفي نفس الفترة تقريبًا قام السير هيرام ماكسيم الأمريكي – الذي أصبح فيما بعد مواطنًا بريطانيًا – بصنع طائرة ضخمة تدفع بمحرك بخاري، وكانت الطائرة مزودة بجناحين ومحركين ومروحتين أماميتين. واختبر ماكسيم طائرته عام ١٨٩٤م، حيث ارتفعت لمدة قصيرة عن سطح الأرض، ولكنها لم تتمكن فعليًا من الطيران.

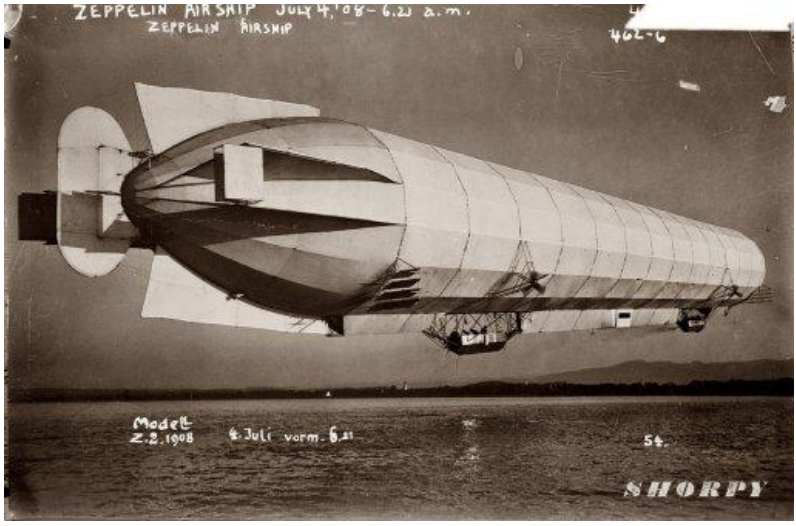
في عام ١٨٩١ بنى أوتو ليلينتال الطائرة الشراعية الأولى، التي بوسعها أن تنقل راكبا واحدًا الى مسافات بعيدة جدًا. وقد طار ليلنتال أكثر من ٢٥٠٠ مرة، الا أنه لقى حتفه في احدي هذه الرحلات الجوية، بعد أن فقد سيطرته على الطائرة نتيجة هبوب ريح مفاجئة ,فهوت به الطائرة وتحطمت ولقى الرجل حتفه .

نموذج لينجلي : في تلك الأيام بالذات بنى صموئيل لينجلي نموذجًا صغيرًا عبارة عن طائرة ذات محرك بخاري يسمي **Aerodrome** وهكذا حلق لينجلي في طائرة **Arodrome** مسافة ثلاثة أرباع الميل قبل أن ينفذ البنزين منها. كرر لينجلي تجاربه في تطوير واسطة نقل أكبر ولكن محاولاته باءت بالفشل، فتخلى عن هذا المجال كليا.

أول إنسان اعلن عن نجاحه في الطيران (ولكن بعد طيران سانتوس دومون)هو الفرنسي كليمون ادار، بقيادة طائرته. المحاولة الأولى في ١٨٩٠ كان نجاحه واضحاً للعيان الاثار التي تركتها العجلات على التربة المبللة كانت غير ظاهرة بوضوح في بعض الأماكن واختفت تماما لمسافة قاربت العشرين مترا. وقامت آلته الطائرة بذلك بتحقيق قفزة طويلة.ولم يكن هناك من شهود إلا بعض العمال الذين كانو مع كليمون ادار مما أدى إلى تصنيف هذه المحاولة مع المحاولات الفاشلة الأولى للطيران الأثقل من الهواء. ولم يتمكن كليمون ادار من النجاح بالطيران امام شهود رسميين في ١٨٩١.

كذلك قام مواطن أسترالي، وآخر من نيوزيلندا، بالعمل منفردين وبمعزل عما يحدث في باقي أرجاء العالم، ويعتبران رائدين في إجراء التجارب على الطائرات الأثقل من الهواء. فالأسترالي، لورنس هارجريف قد صنَّع أسطحًا ذات أشكال انسيابية لاستخدامها في تصنيع الأجنحة التي تولد قوة الرفع. كذلك أنتج مراوح أمامية ومحركات طائرات تستند إلى نظرية المحركات الدوارة. وفي عام ١٨٩٤م، وأثناء هبوب رياح بالقرب من شاطئ البحر جنوبيّ سيدني، تمكن هارجريف من رفع نفسه مسافة ٥م فوق سطح الأرض، مستخدمًا طائرة ورقية ذات صندوق ثلاثي. وعمت أفكار هارجريف، واستخدمها الكثيرون في الطائرات الأولى. فعلى سبيل المثال، كانت الطائرة الأوروبية تشبه كثيرًا الطائرة الورقية الصندوقية. بل إن هناك شواهد تؤكد الرأي القائل: إن رواد الطيران الأوائل الأخوين رايت . قد استخدما بعض أفكاره.

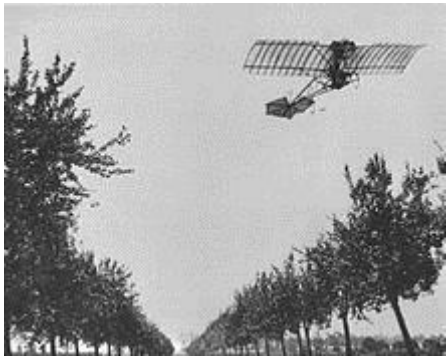
أطلق الكونت فرديناند فون زبلن أول سفينة هوائية تسمى (إل. زد – ١ : L – Z 1)عام ١٩٠٠م، وبلغ طولها ١٢٨ م، وكانت تطير بسرعة تصل إلى ٢٧ كم في الساعة، ولم تقم هذه السفينة إلاَّ بثلاث رحلات فقط، حيث كانت قدرة محركها أقل من القدرة المطلوبة لحركتها، وكان ينقصها كذلك معدات التحكم المناسبة .



زبلن اثناء طيرانه فى ١٩٠٨

الأخوان رايت جربا طائرتهما، ال فلاير ٢، على هضاب كيتي هاوك يوم ١٧ ديسمبر ١٩٠٣. كلا المخترعان قاما بالطيران بعد اجراء قرعة عمن ستكون له الافضلية في تجربة طائرتهما. الأول، أورفيل طار لمسافة ٣٩ مترا لمدة ١٢ ثانية. وهذه المحاولة تعتبر من قبل العديدين أول طيران ناجح أثقل من الهواء. ولكن المعارضين، خاصة المؤيدين لألبرتو سانتوس دومون، يتهمونهم باستعمال نظام إطلاق للهبوط. كما أن قلة عدد الشهود، لان المخترعين ارادا ترك طرقهما سرية، ونقص القرائن يجعل من اسبقيتهما في الطيران مجالا للشك. ولكن هذا الطيران تم التاكيد على صحته بالمحاولات التالية التي قاما بها أخوان رايت.

قام البرازيلي ألبرتو سانتوس دومون **Alberto Santos-Dumont**، بالطيران في ٢٣ أكتوبر ١٩٠٦ ٦٠مترا على ارتفاع بين ٢ و ٣ امتار. بفضل هذا الطيران ربح امام جمهور كبير جائزة مقدمة من قبل نادي فرنسا للطيران الأثقل من الهواء الذاتي الدفع (بدون نظام إطلاق). المشككين بذلك، كالمؤيدين للأخوان رايت، يلومونه على استعمال فعل الأرض للبقاء في الهواء، بينما كانت الفلاير III تستطيع الارتفاع عندما طارت لمسافة ٣٩.٥ كم في ٥ أكتوبر ١٩٠٥.



دومون فوق باريس

الحرب العالمية الأولى (١٩١٤-١٩١٨)

تم استعمال الطائرات الأولى والطيارون الأوائل في مهام استطلاع. وأول الدول التي قامت باستعمال الطائرات كانت بلغاريا في حرب البلقان الأولى ضد مواقع العثمانيين. وسارعت الدول الكبرى لامتلاك سلاح جو واختصت الطائرات في الاستطلاع، الاعتراض، القصف.

نيوبورت ١١ الفرنسية، إحدى أهم الطائرات خلال الحرب العالمية الأولى.

و بدأ سباق تحطيم الأرقام القياسية لتحقيق الأفضلية على العدو، تم تحديث التسليح مع أولى الرشاشات المحمولة على الطائرات. وظهرت المظلة كوسيلة

للنجاة. اما على الأرض فقد بنيت المهابط والقواعد الجوية الكبرى، وبدأت الطائرات تصنع بكميات كبيرة.

أولى الطائرات النفاثة

Gloster البريطانية

بين الحربين – "العصر الذهبي" (١٩١٨–١٩٣٩)

ظهر بين الحربين العالميتين الأولى والثانية الاستغلال التجاري للطيران مدفوع بالتقدم التقني المتواصل.

الميتسوبيشي ٦١م اليابانية.

وفي السنوات التي سبقت الحرب العالمية الثانية تعددت مختبرات البحوث العسكرية وتم التوصل إلى اختراعات ثورية في هذا المجال كالمحرك النفاث (في المملكة المتحدة وألمانيا)، الصاروخ (في ألمانيا)، و الرادار (في المملكة المتحدة). الحرب الأهلية الإسبانية كانت حقل تجارب للنازيين لتجربة اختراعاتهم وقدرة طائراتهم على القتال.

اما اليابان فقد كانت مقاتلتها الرئيسية «الزيرو» بداية من ١٩٣٩، الميتسوبيشي ٦١م، بقدراتها الجيدة، سيطرت على المحيط الهادي في الشطر الأول من الحرب. واستعملت هذه القدرات الجوية في قصف بيرل هاربر، مما جعل الولايات المتحدة تشن الحرب على اليابان وذلك بإسقاط القنبله النوويه على مدينة هيروشيما.

messerschmitt

اما المملكة المتحدة فقد امتلكت الهاوكر هاريكين **hurricane hawker** ومقاتلات سوبارمارين سبيتفاير **supermarine spitfire** التي كانت تتصدى بصعوبة للمسراشميت ب‌اف١٠٩ الالمانية ، ولكنها كانت تعتمد أساسا على راداراتها الساحلية وكونها جزيرة بعيدة نسبيا عن القارة.

hawker hurricane

supermarine spitfire

بي-١٧،قاذفة استراتيجية خفيفة

شهدت الحرب العالمية الثانية طفرة كبيرة في تصميم وإنتاج الطائرات.و تم ادخال العديد من التعديلات الجوهرية على تصماميم المقاتلات و القاذفات ودخلت كل الدول المشاركة في الحرب في هذا السباق الذي شمل الطائرات والأسلحة الجوية وأسلحة الاعتراض مثل الصاروخ الألماني في-٢ وخلال هذه الحرب ظهرت أول قاذفة بعيدة المدى، وأول مقاتلة نفاثة، التي كانت هاينكل **He 178** (ألمانيا). وكان هناك نماذج اولية الكواندا-١٩١٠ التي حلقت لمسافة صغيرة في ديسمبر ١٦، ١٩١٠. اما أول صاروخ عابر (في-١)، وأول صاروخ باليستي (في-٢) فقد صمما أيضا من قبل ألمانيا. ولكن هذه الطائرات النفاثة والصواريخ لم تحدث فرقا استراتيجيا، لان ال في-١ كانت قليلة الفاعلية وال في-٢ لم تنتج على مستوى الاستعمال. اما طائرة موستونق P-51 فكانت أول قاذفة استراتيجية ثقيلة.

فى 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 "هنكل ١٧٨ " **(Heinkel He 178)** عام ١٩٣٩ .أما أول طائرة نفاثه بريطانية فكانت الطائرة جلوستر إى ٣٩/٢٨ التى إنتجت عام ١٩٤١، و تمكنت الطائرة الألمانية ميسرشميث مى – ٢٦٢، و هى أول طائرة نفاثة تستخدم فى المعارك الجوية أثناء الحرب العالمية الثانية، من السيادة على جميع مقاتلات الحلفاء، بما فى ذلك الطائرة جلوستر متيور – أول طائرة قتال بريطانية نفاثة، و كان يمكن أن تطير بسرعة تزيد على ٨٨٠ كم/ساعة، أما أول طائرة أمريكية نفاثة فكانت الطائرة بيل ب – ٥٩ ا عام ١٩٤٢ .

كان العلماء الألمان قد قاموا بإجراء التجارب على الطائرات الصاروخية منذ عام ١٩٢٨، و قاموا – في بداية الحرب العالمية الثانية – بإنتاج النموذج الأول (نموذج إختبار بحجم كامل للطائرة) ميسرشميث مزى ١٦٣، و إستطاعت هذه الطائرة المدفوعة صاروخيا الطيران بسرعة تزيد على ٩٧٠ كم/ساعة، استخدم المهندسون الألمان هذه الطائرات نموذجا للمقاتلة مزى ١٦٣ كوميت التى أدت مهام قتالية فى نهاية الحرب .

طائرات الخطوط الجوية بعيدة المدى . قرب نهاية الحرب العاملية الثانية بدات الشركات المنتجة فى تطوير طائرات النقل عبر المحيط الأطلسى دو توقف و ذلك لإستخدامها على خطوط الطيران التجارية، و استخدمت لذلك

الطائرات رباعية المحركات التى كانت قد طورت أثناء الحرب، ففى الرحلات طويلة المدى لخدمة الركاب تم إستخدام الطائرتان الأمريكيتان دوجلاس دى سى – ٤ و لوكهيد كونستليشن، كذلك تم فى فترة السلم تطوير مقاتلات فترة الحرب مثل الطائرة البريطانية أفرويوك والتى طورت أصلا عن الطائرة لانكستر لتحمل ٤٥ رامبا، إلا انه لابد من أن تتوقف فى طريق عبورها للمحيط لإعادر التزود بالوقود، لقد كان عبور المحيط دون توقف يحتاج الى إنتاج محركات ذات قدرات أكبر، وأصبحت المرحكات النفاثة فى عام ١٩٤٥ تمتلك هذه القدرة المطلوبة، إلا أن استهلاكها للوقود كان لا يزال مرتفعا مما جعلها تحتاج الى إعادة التزود بالوقود بعد مسافة طيران قصيرة، و بدلا من انتظار تحسين المحركات النفاثة تم إستخدام محركات ترددية (مكبسية) اكبر قدرة، ما زال بعضها يستخدم حتى الآن فى العديد من الطائرات، و من بين أواخر الطائرات التى دفعت بمحركات مكبسية الطائرة دوجلاس دي سى –٧ و الطائرة سوبر كونستليشن و الطائرة بوينج ٣٧٧ ستراتوكروز، كانت كل هذه الطائرات تحمل ١٠٠ راكب عبر المحيط دون توقف من الولايات المتحدة حتى أوروبا بسرعات تزيد على ٤٨٠ كم / ساعة.

بوينغ ٧٤٧ سنغفورية

كما ذكرنا انه مع نهاية الحرب العالمية الثانية بدات بوادر الطيران التجاري باستعمال الطائرات العسكرية المنتهية خدمتها بالأساس في التجارة ونقل الاشخاص والبضائع وتعددت شركات النقل الجوي بخطوط شملت أمريكا الشمالية، أوروبا واجزاء أخرى من العالم. وكان ذلك لسهولة تحويل القاذفات الثقيلة والمتوسطة إلى طائرات للاستعمال التجاري. ولكن حتى مع نهاية الحرب والتقدم الكبير الذي شهده الطيران كانت الطائرات في حاجة إلى مزيد من التحسين والتطوير. ومع دخول العالم في مرحلة الحرب الباردة سعى كل من المعسكر الشيوعي والبلدان الغربية إلى تطوير انظمتهم الجوية العسكرية فتعززت مكانة الطائرات النفاثة، وأصبحت مقاتلة الأفرو ارو الكندية اسرع طائرة حينها.

Avro arow

عكف المهندسون خلال الأربعينيات من القرن العشرين على تحسين المحركان النفاثة التى أنتجت خلال الحرب العالمية الثانية و كانت تتصف بالبدائية، و ظهر احتياج القوات الجوية الأمريكية لهذه المحركات النفاثة لزيادة قدرة قاذفتها و مقاتلاتها و زيادة سرعتها، و عند الحرب الكورية (١٩٥٠-١٩٥٣) كانت هناك بالفعل طائرات نفاثة ذات فاعلية مرتفعة، و حدث أن التقت طائرتات شهيرتان فى معركة فةق كوريا هما ف – ٨٦ سابر التابعة للقوات الجوية الأمريكية و الميج -١٥ السوفيتية.

وفى بريطانيا أنتج المهندسون أول طائرة نفاثة عملاقة تعمل فى خدمة الخطوط الجوية التجارية هى الطائرة هافيلاند كوميت و بدات فى خدمة الركاب عام ١٩٥٢ و سرعتها ٨٠٠كم/ساعة و درجة إهتزازها و الضوضاء الصادرة منها كانت محدودة.

de Havilland Comet 1A

و فى نفس الفترة أنتجت بريطانيا ايضا الطائرة فيكرز فيسكونت و هى طائرة نقل تدفع مراوحها آليا بواسطة محرك نفاث و بدأت هذه الطائرة التربومروحية فى حمل الركاب عام ١٩٥٣ .

و فى عام ١٩٥٥ انتجت فرنسا الطائرة النفاثة ثنائية المحرك الكارافيل بينما أنتج الاتحاد السوفيتى أولى طائراته النفاثة الثنائية المحرك توبولوف تى يو ١٠٤، كانت الشركات الأمريكية تعمل أيضا على تصميم طائرات خطوط جوية تجارية نفاثة ففى عام ١٩٥٨ بدات الطائرة النفاثة بوينج ٧٠٧ ذات الاربعة محركات خدمات السفر بين الولايات المتحدة و أوروبا و حتى عام ١٩٦٠ عملت فى خدمة نقل الركاب طائرتات نفاثاتان أمريكيتان أخريان هما الطائرة مكدونل دوجلاس دى سى -٨ و الطائرة كونفير ٨٨٠، و كانت هناك خطط جاهزة على لوحات الرسم لطائرات أضخم، و كانت أولى هذه الطائرات العملاقة الطائرة لوكهيد س -٥ أ جلاكسى للنقل العسكرى التى بدات الخدمة فى القةات الجوية الأمريكية عاد١٩٦٩ اما الطائرة الجامبو النفاثة التجارية أو البوينج ٧٤٧ فقد بدأت الخدمة عام ١٩٧٠ و تحمل ٥٠٠ راكب .

A Vicker Viscount turbo-prop

DC4

B747

واستمرت الانجازات بقيام الخطوط الجوية البريطانية سنة ١٩٧٦ باستعمال الطائرة الفوق صوتية الكونكورد القادرة على عبور المحيط الاطلسي في اقل من ساعتين.

Concord

ثم اتحدت الشركات الأوروبية معا لمواجهة المنافسة الأمريكية المتمثلة فى بوينج و تم إنتاج طائرة ايرباص ٣٠٠ ايه.

AIRBUS 300

في الربع الأخير من القرن العشرين أصبحت جل البحوث والتصاميم تتركز على تحسين القدرات الملاحية وأنظمة التحكم في الحركة الجوية عوضا عن تطوير الطائرات وظهرت عدة اختراعات لتحسين القدرات التقنية للملاحة الآلية.

أما بالنسبة الى ارتياد الفضاء فقد بدأ عصر الفضاء في ٤ أكتوبر ١٩٥٧م. ففي ذلك اليوم أطلق الاتحاد السوفيتي أول قمر صناعي سبوتنيك ١ ليدور حول الأرض. وكانت أول رحلة طيران فضائية مأهولة يوم ١٢ أبريل ١٩٦١م، حين دار رائد الفضاء السوفييتي يوري جاجارين حول الأرض في السفينة الفضائية فوستوك ١ في رحلة استغرقت ١٠٨ دقائق.

بدأت أول رحلة مأهولة للقمر في ٢١ ديسمبر ١٩٦٨م، عندما أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية المركبة الفضائية أبولو٨، والتي دارت حول القمر ثماني مرات ثم عادت سالمة إلى الأرض. وفي ٢٠ يوليو ١٩٦٩م، هبط رائدا الفضاء الأمريكيان نيل أرمسترونج وإدوين ألدرين الابن بمركبتهما أبولو ١١ على سطح القمر. وأصبح أرمسترونج أول إنسان تطأ قدماه سطح القمر. وبعد ذلك قام رواد الفضاء الأمريكيون بخمس عمليات هبوط على سطح القمر قبل استكمال برنامج أبولو القمري عام ١٩٧٢م.

مكوك الفضاء

٢- تعريف المركبة الجوية aircraft

بوجه عام هى كل مركبة يقلها الهواء ، وتتضمن الطائرات ، والمناطيد ، والقذائف الموجهة ، باستثناء مظلات الهبوط . على نحو أدق هى أية آلة تستطيع أن تستمد بقائها في الجو من ردود فعل الهواء غير ردود فعل الهواء المنعكسة من سطح الأرض .

يجب التفرقة بين **aircraft** و (**airplane**) **aeroplane** فالأخيرة هى مركبة أثقل مِنْ الهواءِ مدارة ميكانيكياً ذات أجنحة ثابتة، عكس منطاد أَو شراعية و تعريف الايكاو (ICAO) لها انها مركبة هوائية أثقل من الهواء تستخدم القوي المحركة في تسييرها و تستمد قوة رفعها أثناء الطيران أساساً من ردود الفعل الأيروديناميكية علي أسطح نظل ثابتة في ظروف طيران معينة.

تصنيف المراكب االجوية :

هناك عدة طرق للتصنيف:

- **بالتصميم design :**

تصنف الى صنفين رئيسيين أخف من الهواء و أثقل من الهواء

heavier than air aircraft (or aerodyne)

مركبة جوية تعتمد في طيرانها على استخدام القدرة المستمدة من المحركات المركبة عليها .

aircraft (or aerostats) Lighter than air

مركبة جوية تحمل أساسا في الهواء نتيجة لطفوها الذاتى

أنواع الطائرات	
أخف من الهواء (أيروستات)	
بدون محرك	مع محرك
•بالون	•منطاد
طائرات هجينة (أخف من الهواء/أثقل من الهواء)	
بدون محرك	مع محرك
	•سفينة هوائية هجينة
أثقل من الهواء(أيرودينيس)	
بدون محرك	مع محرك
طائرة شراعية •طيران شراعي معلق	طائرة شراعية مع محرك

•طيران مظلي •طائرة ورقية	
جناح ثابت •نفاثة شراعية	جناح ثابت •طائرة بمحرك
	طائرة هجينة ثابتة/جناح دوار •جناح مائل •دوان مائل •طائرة عمودية
جناح دوار •طائرة ورقية دوارة	جناح دوار •أوتوجايرو •جايروداين"(طائرة شمسية)" •مروحية
	وسائل أخرى للطيران •أورنيثوبتر •طائرة دوارة
	ايضاً •مركبة التأثير الأرضي •حوامة •هيكل السرير الطائر •أفروكار

المصدر الموسوعة الحرة ويكيبيديا

- **بالدسر propulsion** :

بعض أنواع الطائرات، مثل البالون أو الطائرات الشراعية ، لا يوجد بها نظام دفع. البالون ينجرف بالريح. فى الطائرات الشراعية ، يحدث الإقلاع من موقع مرتفع، أو تسحب الطائرة إلى الهواء من قبل رافعة أو مركبة أرضية، أو تسحب لأعلى من قبل طائرة داره بمحرك.

أكثر الطائرات المبكّرة إستعملت المحرّك المكبسى ذو المروحة . بالرغم من أن شكل المحرّك يمكن أن يتفاوت (شعاعي ،دوّار ،خطى)، فجميعها تعمل طبقا لنفس المبادئ.

قبيل الحرب العالمية الثانية، ظهرت المحركات النفّاثة الأولى.

و ظهرت الأنواع المختلفة منها، مثل النفاث التضاغطى، النبضى النفاث، التربيني النفاث، و المروحى التربينى .(انظر فصل الدفع)

- **بالاستخدام usage** :

تصنف الطائرات إلى ثلاثة مراتب أساسية: الطائرات التجارية و الطائرات الحربية و طائرات الملاحة الجوية العامة، الطائرات التجارية هي تلك الطائرات المستخدمة لجني الربح المادي وذلك إما بنقل المسافرين أو بنقل البضائع لقاء الأجر، غالباً ما تصنف الطائرات الحربية إلى أربع أصناف: المحاربة، الناقلة (الحاملة)، التدريبية، الاستطلاعية. و تصنف الطائرات المحاربة بشكل عام إلى مقاتلة أو قاذفة على الرغم من أن بعض الطائرات تتمتع بالميزتين معاً. طائرات

الملاحة العامة هي الطائرة المعتمدة و المضمونة من أجل العمليات الخاصة أو غير التجارية. هناك أيضاً مرتبة أخرى من مراتب طائرات الملاحة العامة ألا وهي الطائرات الزراعية. هناك استخدامات اخرى للطائرات مثل عمليات البحث و الانقاذ و اطفاء الحرائق .

تقسيم أخر للطائرات على أساس الطائرات ذات أجهزة الهبوط التقليدية و الطائرات البرمائية أو المراكب الطائرة .كالتالى :

أ. **الطائرات البرية(Land Planes)**

الطائرات البرية صممت لكي تقوم بالإقلاع من أراضٍ غير معبدة أو من مدرج 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، و قد تسمى عجلات الطائرة في بعض الأحيان باسم الدواليب الحاملة (Undercarriage) على الرغم من أنها تدعى في بعض الأوقات مع المكابح المرافقة باسم (ذراع الهبوط Landing Gear)، وقد يكون ذراع الهبوط ثابتاً كما في طائرات الملاحة العادية أو قابلة للضم ضمن جسم الطائرة أو الأجنحة كما في الطائرات الأكثر تقدماً و المستخدمة في الأغراض التجارية.

ب. **الطائرات الخاصة بحاملات الطائرات (Carrier-Based Aircraft)** :

الطائرات الخاصة بحاملات الطائرات هي نموذج مطور خصيصاً صممت للإقلاع من على سطح حاملة طائرات بحرية. الطائرة الخاصة بحاملات الطائرات 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 يمسك واحداً من الأسلاك الأربعة المتشابكة عبر سطح حاملة الطائرات.

طائرة F14 تقلع من حاملة طائرات أمريكية

ج. الطائرات المائية seaplanes :

تدعى احيانا بسام الطائرات الطوافة **float plane** أو الطائرات العائمة **pontoon plane** هى عادة طائرة برية تم تبديل العجلات بالطوافات لكى تتمكن من العمل على الماء.

في الصورة طائرة pantoons وهي طائرة مائية

د. الطائرات البرمائية amphibians :

هى طائرات تستطيع العمل من البر و البحر معا و فى كثير من الاحيان تكون الطائرة البرمائية هى طائرة مائية ببدن قارب بالاضافة الى جهاز هبوط يمكنها من الهبوط و السير على الأرض.

هـ. طائرات الإقلاع و الهبوط العمودى vertical takeoff and landing airplanes .

في الصورة طائرة **Harrier jet** وهي تقلع من على حاملة طائرات بريطانية

تستخدم هذه الطائرات الدفع النفاث من محركاتها الموجهه نحو الأسفل لكى تقلع و تهبط عموديا نحو الأعلى و الأسفل و بعد الإقلاع تنتقل الى الطيران بواسطة الجناحين .

و. طائرات الإقلاع و الهبوط القصير short takeoff and landing airplanes .

صممت هذه الطائرات لتكون قادرة على تأدية وظيفتها على المدارج القصيرة نسبيا حيث يتم استخدام تصميم اجنحة و أجهزة رفع على الأجنحة تمن الطائرة من الأداء الأفضل أثناء الإقلاع و الهبوط .

في الصورة طائرة stol ذات إقلاع قصير وهبوط قصير إذ تقلع ضمن مدرج طوله ٢٠٠ متر

المكوك الفضائي space shuttle:

أطلقته وكاله ناسا و هو مركبة طائرة ثابتة الجنحة تطير كطائرة داخل الغلاف الجوى الأرضى و كمركبو فضاء خارج الغلاف الجوى الأرضى .

(مكوك فضائي أثناء هبوطه –بدون استخدام محركاته– عائداً إلى الأرض، يهبط على مدرج عادي ولكنه يستخدم البراشوت للتخفيف من سرعته)

٣- نظرية الطيران :

بالنسبة للمركبات الأخف من الهواء مثل البالون و المنضاد فإنها تطير بفعل قانون الطفو حيث تحمل غازاً أخف من الهواء .

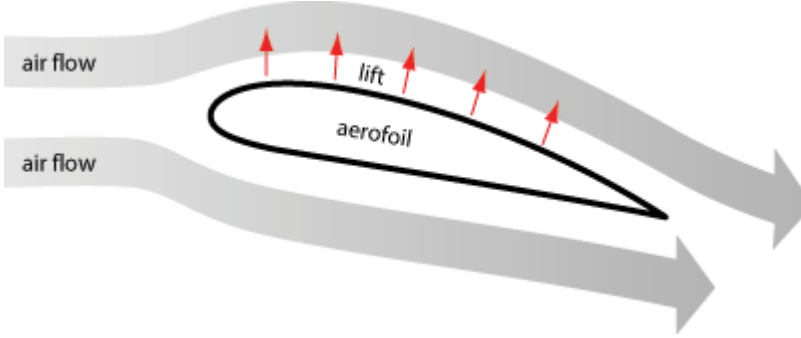
كيف تطير الطائرة :

تطير الطائرات بسبب إحداث أجنحتها لقوى الرفع (Lift) و هي القوى الموجهة للأعلى في الطائرة.

الرفع هي القوة الناتجة عن منطقة الضغط المنخفض بمحازاة 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"السطح الانسيابى الحامل" **(airfoil)**. ومن أهم خصائص هذه السطح 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 سيبب تفاوت في الضغط حسب مبدأ برنولي للسوائل

عندما يمر الهواء حول الأجنحة تقوم الأجنحة بتغيير اتجاه الهواء، إن للجناح شكلاً مميزاً له القدرة على إحداث القوة القادرة على رفع الطائرة و التي تسمى (قوة الرفع **Force Lift**)، إن المقطع العرضي للجناح يأخذ شكل حاجب

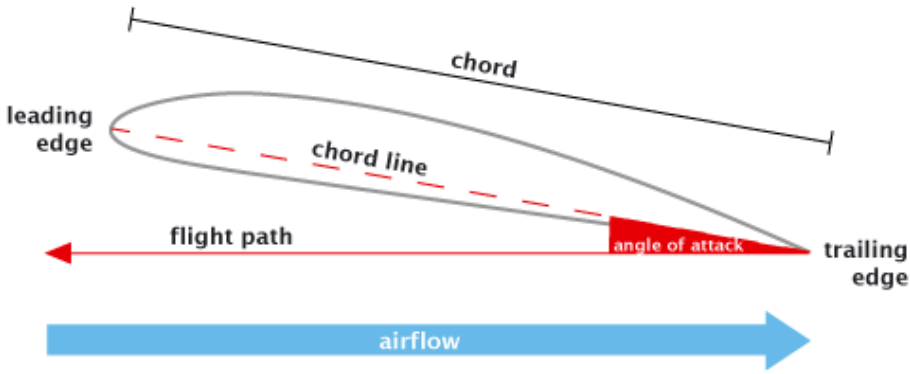
العين (أي أنه متقعر) وهكذا يكون السطح العلوي أطول من السطح السفلي للجناح. تنتج قوة الرفع في الأساس بسبب دفع أجنحة الطائرة للهواء الذي يمر بجانبها للأسفل، و كرد فعل الهواء يقوم الهواء بدفع الجناح للأعلى.



زاوية الهجوم أو الهبوب angle of attack

الزاوية التي تكون بين وتر الجناح وبين شعاع الهواء أو اتجاه التيارات الهوائية. قوة الرفع لجناح تتعلق مباشرة بزاوية الهجوم، أو يمكننا القول إن زاوية الهجوم هي الزاوية التي يحتاجها الجناح أو الطائرة لإنتاج قوة الرفع **(Lift force)** اللازمة لرفع أو حمل الطائرة. كلما زادت الزاوية كلما زادت قوة الرفع (وهذا بسبب زيادة المسافة التي تقطعها التيارات فوق الجناح ما يسبب فرقا في الضغط بين فوق وتحت الجناح فيؤدي إلى نشوء قوة رافعة للأعلى)، ويبقى ذلك صحيحا حتى الوصول إلى درجة القطيعة . قارن **angle of incedince** .

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.

يمكن تفسير قوة الرفع أيضا بواسطة مبادئ برنولي و التي تنص على أنه: عند الحركة السريعة للمائع (كالهواء) فإنه يتعرض لضغط أقل من الضغط الذي يتعرض له في حالة الحركة البطيئة للمائع. (سرعة عالية تؤدي إلى ضغط قليل، وسرعة منخفضة تؤدي إلى ضغط عالي)

نتيجة لكون سطح الجناح العلوي أصغر من سطح الجناح السفلي (نتيجة لتقعر الجناح) فإن الهواء أعلى جناح الطائرة يتحرك بسرعة أكبر وضغط أقل منه تحت الجناح، الضغط العالي تحت الجناح يؤدي إلى رفع الجناح، وهكذا يمكن إيجاد قوة الرفع المتولد بمعادلات مشتقة من مبادئ برنولي.

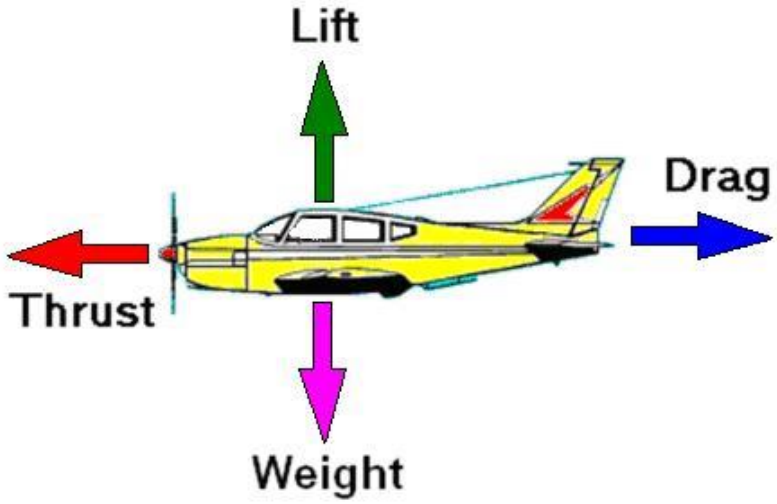
القوى الأساسية المؤثرة على الطائرة:

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

٢–الوزن: (**Weight**) هو قوة تعاكس قوة الرفع لأنه يؤثر باتجاه يعاكس قوة الرفع، يجب أن يتم التغلب على 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.

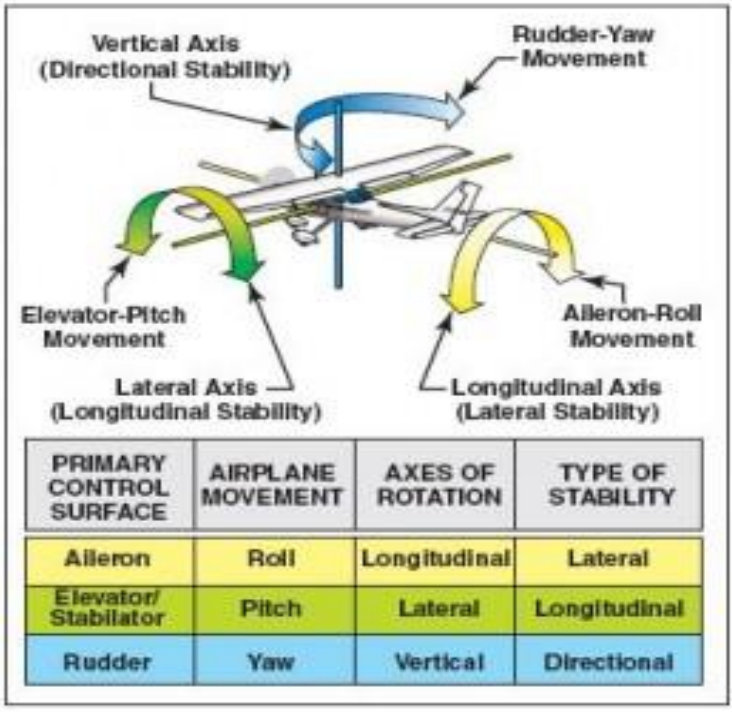
٣–الدفع: (**Thrust**) هي القوة التي تدفع الطائرة للأمام، تنشأ من خلال جملة الدفع سواء كانت مراوح (مروحة واحدة في المقدمة أو أكثر على الأجنحة) أو نفاثة أو مزيج من الاثنين معاً.

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 و لأنها 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 و الطائرات 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، و بأشكال انزلاقية تسهل حركة الطائرة خلال الهواء.



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. وباستخدام "سطوح التحكم" (**Control Surfaces**) و"أنظمة دفع" مختلفة، يمكن للطيار 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 **Gear Landing**) في تيار الهواء و ينشر حواجب الهبوط على الأجنحة **Spoilers** لزيادة الجر والذي يحدث ذات التأثير لتقليل الدفع. يمكن للطيار زيادة الدفع (وذلك بواسطة ضم ذراع الهبوط و حواجب الهبوط) إما لزيادة السرعة أو للصعود .

محاور الطائرة : انظر الرسم

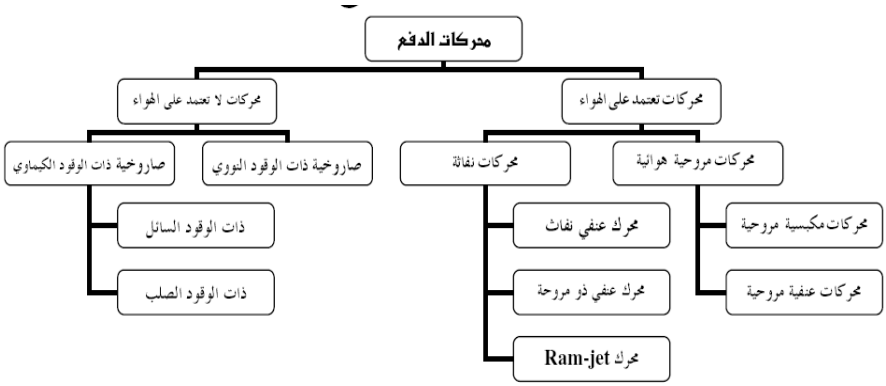


PRIMARY CONTROL SURFACE	AIRPLANE MOVEMENT	AXES OF ROTATION	TYPE OF STABILITY
Aileron	Roll	Longitudinal	Lateral
Elevator/ Stabilator	Pitch	Lateral	Longitudinal
Rudder	Yaw	Vertical	Directional

٤- المحركات :

هو نظام الدفع فى المركبة الطائرة، جميع انظمة الدفع تستخدم محرك حرارى يحول طاقة الوقود الى طاقة ميكانيكية و تحول الطاقة الميكانيكية الى شغل مفيد للطائرة .

تصنف محركات الدفع كالتالى :



الجدول من الموسوعة الحرة ويكيبيديا

و من الممكن تصنيفها ايضا الى :

Aircraft propulsion
Shaft engines ذات عمود ادارة أو ذات المحاور(to drive propellers, rotors, ducted fans, or propfans):

• Internal combustion engines: محركات احتراق داخلى
  ◦ Piston engine محركات مكبسية
  ◦ Wankel engine محرك وانكل
  ◦ Turbines: محركات تربنية
  ▪ Turboprop عنفى مروحى
  ▪ Turboshaftعنفى ذو عمود ادارة
• External combustion engines: محركات احتراق خارجى
  ◦ Steam-powered بخارية
• Others:
  ◦ Human-powered محرك بالطاقة البشرية
  ◦ Electric محرك كهربى

Reaction engines:محركات تفاعلية

- Turbines: تربينية
  - Turbojet عنفى نفاث
  - Turbofanنفاث ذو مروحة
- Rocket-poweredمحرك صاروخى
- Motorjet موتور نفاث
- Pulsejet نفاث نبضى
- **المحرك النفاث التضاغطي** Ramjet
  - **محرك نفاث ضغاطي احتراقي فوق صوتي** Scramjet

و بوجه عام تستخدم معظم الطائرات اما محركات مكبسية أو محركات تربينية .

اعتبارات تصميم المحرك :

عملية تطوير المحرك واحدة من الحلول الوسط. المهندسون يصممون سمات معينة للمحركات لتحقيق اهداف محددة. الطائرة هي من احد اصعب المتطلبات لصناعة محرك، عرض عدة شروط للتصميم، وكثير منها في تضارب مع بعضها البعض. محرك الطائرة يجب ان يكون:

- الاعتماد الكلي، إذ أن فقدان السيطرة على محرك الطائرة مشكلة كبيرة جدا بالمقارنة مع محرك السيارة.
- محرك الطائرة يعمل تحت ظروف معينة وهي درجة الحرارة، الضغط و السرعة القصوى، وبالتالي الحاجة الى العمل بشكل موثوق وآمن في ظل كل هذه الظروف.

- خفيفة الوزن، حيث الوزن الثقيل للمحرك يزيد من وزن الطائرة فارغة ويخفض حمولتها.
- قوية، للتغلب على الوزن والسحب من الطائرة.
- صغيرة ومبسطة؛ المحركات الكبيرة المركبة في الطائرة، تزيد من عملية السحب واهدار الطاقة والوقود وخفض الانتاجية.
- قابل للتصليح، لخفض تكلفة استبدال قطع الغيار، الاصلاحات الصغيرة تكون غير مكلفة نسبيا.
- كفائة الوقود، لتقدم للطائرة مدى واسع لمتطلبات التصميم.
- قادر على العمل في الارتفاعات التي تصلها الطائرات.

خلافا لمحركات السيارات، محركات الطائرات نعمل بأقصى طاقتها لفترات طويلة من الوفت. بشكل عام ، يدور المحرك بأقصى طاقة لبضع دقائق اثناء الأقلاع، ثم تنخفض طاقة المحرك قليلا في الارتفاع ، ثم تمضي معظم الوقت في وضع اعداد–الرحلة عادة ٦٥ ٪ إلى ٧٥ ٪ من الطاقة الكاملة. قوة الأحتراق الداخلي المماثل او توربينات محركات الطائرات تصنف في وحدات من القوة الى المراوح (عادة قياس قوة الحصان)وهو عزم دوران العمود المرفقي مضاعفة في الدقيقة الواحدة (لفة في الدقيقة).

المروحة تحول طاقة المحرك الى قوة الدفع بقوة الحصان او **thp** و الدفع ناتج عن وظيفة شفرات المروحة التي تعطي سرعة للطائرة. المحركات النفاثة مصنفة من حيث الدفع، وعادة ما يكون الحد الأقصى للقدرة تحقق خلال الاقلاع.

يميل تصميم محرك الطائرة للموثوقية اكثر من الأداء. طول مدة العمليات التي يقوم بها المحرك واعدادات الطاقة العالية، بالإضافة إلى اشتراط موثوقية عاليةوهذا يعني ان المحركات يجب ان تصنع من هذا النوع من العمليات بسهولة. محركات الطائرات تميل إلى استخدام أبسط أجزاء ممكنة وتشمل مجموعتين من أي شيء للدقة والموثوقية. الاستقلال الوظيفي لاجزاء المحرك يقلل من احتمال وجود عطل في احد المحركات مما يؤدي إلى فشل كامل. على سبيل المثال، محركات متماثلة لها نظمامين اشعال مغناطيسي مستقلين، ومضخة الوقود الميكانيكية للمحرك مدعوما بمضخة وقود كهربائية.

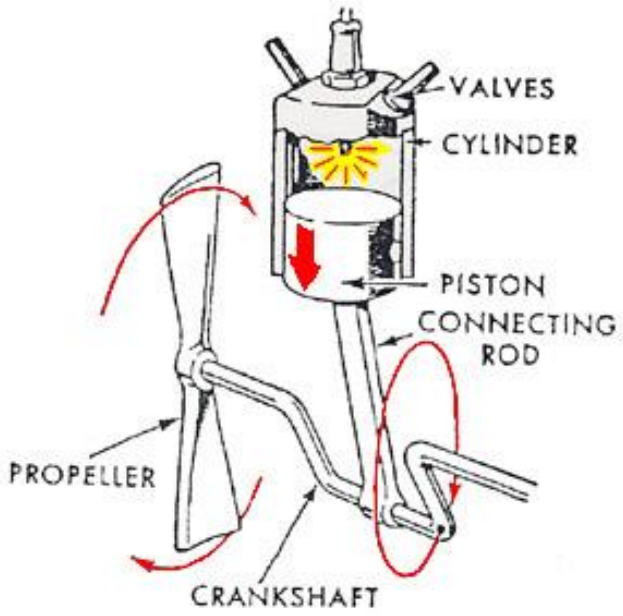
الطائرات تمضي معظم وقتها في السفر بسرعة فائقة. لذلك فمحرك الطائرة يصله هواء بارد مما يعني الاستغناء عن المبرد**(radiator)**. عدم وجود المبرد يعطي المحركات وزن اقل واقل تعقيد. كمية تدفق الهواء التي يستقبلهاالمحرك عادة تكون مصممة بعناية وفقا لسرعة وارتفاع الطائرة المتوقعة من أجل الحفاظ على المحرك في درجة حرارة مثالية.

تعمل الطائرة على ارتفاعات عالية حيث الهواء أقل كثافة منه على مستوى سطح الأرض. بما ان المحركات تحتاج الأوكسجين لحرق الوقود، النظام التعريفي القسري**(induction system forced)** مثل تيربوشارجر**(turbocharger)** او

سوبرشارجر(**supercharger**) مخصصة ومناسبة للإستعمال في الطائرات. وهذا ما يحقق معه العيوب المعتادة من التكلفة الإضافية، الوزن و التعقيد.

(**المحرك المكبسي Piston Engine**) **أو الترددى** :

محرك احتراق داخلي (يقوم بإدارة المروحة **(Propeller)** في مقدمة الطائرة أو عدة مراوح على الأجنحة (وهي كالمراوح المنزلية تدفع الهواء إلى الأمام، لكن في الطائرة فهي تسحب الهواء وتدفعه إلى الخلف بقوة لتتقدم الطائرة للأمام)

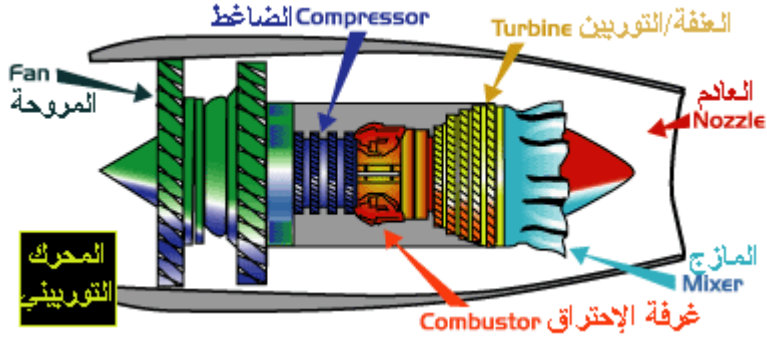


و هى تتألف من الأجزاء التالية :

مروحة، اسطوانات + مكابس، الجزء المعقوف، صمامات، دارة إشعال، دارة وقود و دارة زيت.

المحرك التربينى :

(Turbine-engine) وهو على شكلين، فإما أن تستخدم طاقة الدوران في إدارة مراوح الطائرة مثل المحركات المكبسية، و إما أن يتم استخدام قوة نفث كمية من الهواء الحار للخلف لدفع الطائرة (هنا لا حاجة إلى وجود المراوح)

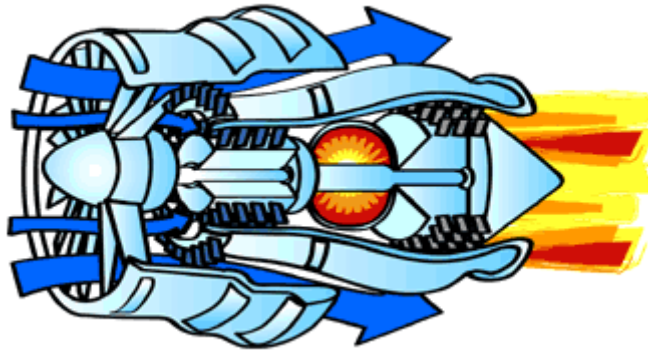


كل أنواع المحركات التوربينية أو النفاثة تعمل بنفس المبدأ إذ يمتص المحرك النفاث الهواء:

من المقدمة بواسطة المروحة و يضغطه عن طريق سحبه في سلسلة من المراوح ذات الشفرات الصغيرة والمتصلة بعمود إدارة shaft و من ثم يخلط بالوقود، و يشعل مزيج الهواء والوقود بواسطة شرارة كهربائية و ينفجر المزيج بقوة وتتمدد

الغازات المحترقة و تتجه نحو التوربين وهو عدة مراوح تدور وبدورانها تحرك المراوح التي في المقدمة عن طريق العمود المربوطة به، والغازات تتجه بقوة بعدئذ إلى المؤخرة عبر فوهات العادم، هذه القوة المتجهة للخلف تدفع المحرك النفاث والطائرة للأمام.

الصورة أسفل توضح كيفية تدفق الهواء من خلال المحرك فبعض الهواء يدخل قلب المحرك، وبعضه يتدفق حوله لعملية خفض صوت المحرك ومن ثم يخلط مع الهواء الحار لزيادة قوة الدفع.



بناء على ما سبق يمكن تقسيم المحرك التربيني التقليدي إلى:

المروحة – **Fan** الضاغط –(**Compressor** غرفة الإحتراق –**Combustor** عنفة أو توربين– **Turbine**مخرج أو عادم**Exhaust nozzle** ووظائفها كالتالي :

مدخل الهواء أو المروحة :

لسحب الهواء و إدخاله للمحرك وزيادة سرعته وتوجيهه للضاغط.

الضاغط : وهو عبارة عن مراوح عدة ذات شفرات صغيرة تكون متسلسة خلف بعضها وهي لضغط الهواء عن طريق عصره في مناطق صغيرة وبعد إرتفاع ضغط الهواء يدخل على غرفة الإحتراق.

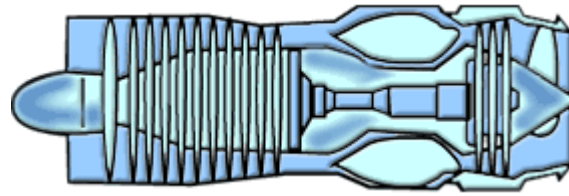
غرفة الإحتراق: عند دخول الهواء لها يتعرض لرش من الوقود عن طريق أنابيب صغيرة ومن ثم يتعرض للشرر من عدة قوابس تكون موزعة بشكل دائري و بدرجة حرارة تصل أحياناً إلى ٢٧٠٠ درجة يتمدد الهواء بهذه الحرارة العالية ويندفع للتوربين.

التوربين : بدورانه تدور الضواغط و المروحة فهو موصول بها عن طريق عمود الإدارة ليساعد في إدارتها و له عدة خدمات ومن خدماته أنه يمد نظام التكييف بالهواء المضغوط وكذلك يدير تروس إضافية ملتصقة بالمحرك من الخارج وتخدم هذه التروس الإضافيه مولدات الكهرباء بالطائرة ومضخات عدة.

العادم : وهو المكان الذي تخرج منه قوة الدفع **Thrust** ومنه يتم إخراج الهواء الساخن والمندفع للخلف ومزجه بالهواء البارد القادم من حول المحرك.

أنواع محركات التوربين:

١- المحـــــرك النفـــــاث التـــــوربيني:(Turbojet)

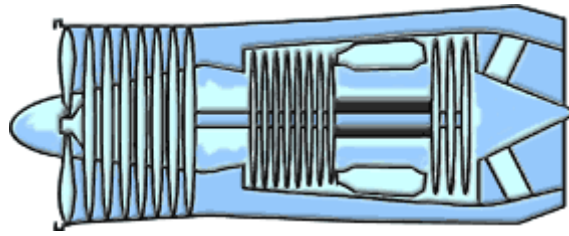


محرك مثالي للمحركات التوربينية حيث المروحة والضواغط وغرفة الاحتراق و التوربين و فوهة العادم، كل الهواء المسحوب إلى داخل الضواغط من المروحة يمر عبر نواة المحرك ثم يحرق ثم يتم إفلاته، وهنا ينشأ الدفع المقدم من قبل المحرك عن قوة سرعة إفلات غازات العادم من المؤخرة.

ولزيادة قوة الدفع لبعض المحركات النفاثة لدى الطائرات المقاتلة يوجد هناك قسم ما بعد الإحراق

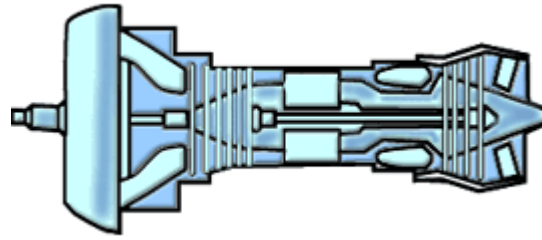
(Afterburner) ويوضع قبل العادم وهو عبارة عن أنابيب صغيرة موزعة بشكل منتظم لنشر رذاذ الوقود على الهواء المحترق والقادم من المحرك مما يزيد من حرارة الهواء وتمدده، وبزيادة هذه الحرارة تزيد قوة الدفع بحوالي ٤٠ %أثناء الإقلاع و تزيد أكثر أثناء الطيران بسرعات عالية والصورة التالية لمحرك نفاث مع**Afterburner** .

٢- **المحـــرك التـــوربيني ذو المروحـــة:(Turbofan)**



وهو المحرك الشائع لدى أغلب الطائرات المدنية في يومنا هذا، حيث تمت إضافة مروحة كبيرة في مقدمة قسم الضواغط ، تسحب هذه المروحة كميات هائلة من الهواء إلى داخل غلاف المحركات إلا أن كمية صغيرة نسبياً منه فقط تذهب عبر النواة للقيام بعملية الاحتراق وأما الباقي فيندفع خارج غلاف النواة وضمن غلاف المحرك(وهذا ما يجعله مختلف عن المحرك النفاث) ليساعد في خفض صوت المحرك و يختلط مع الهواء الحار في العادم مما يزيد قوة الدفع ويقلل إستهلاك الوقود. وتكون محركات **Turbofan, Turbojet** فعالة للسرعات فوق ٨٠٠ كم/س.

٣- المحـــرك المروحـــي التـــوربيني:(Turboprop)



وهو محرك نفاث يدير عمود موصل بمروحة كمروحة المحرك المكبسي، و كثير من الطائرات الصغيرة الاستثمارية تستخدم المحرك المروحي التوربيني، وهذه المحركات فعالة عند الارتفاعات المنخفضة و السرعات المتوسطة حوالي ٦٤٠ كم/س (٤٠٠ ميل بالساعة)، الفرق بين **Turbofan** و **Turboprop**أن: **Turbofan**في مروحته **Fan** ليست لتوليد الدفع و إنما لسحب الهواء و الدفع ناتج عن نفث الغازات، أما المروحة الدافعة **Propeller** فوظيفتها إنتاج الدفع فيما يكون لنفث الغازات من المحرك دفعاً صغيراً يصل إلى ١٥% من دفع المحرك بشكل عام.

والمحركات الجديدة من هذا النوع زودت بمراوح قصيرة الطول لكن كثيرة العدد وعدل في حوافها لأكثر فعالية في السرعات العالية.

٤- **محرك عمود الإدارة التوربيني: (Turboshaft)**

محرك شبيه بالمحرك المروحي التوربيني لكنه لا يدير المروحة بل لإدارة مراوح الهيلوكوبتر، وهو يستخدم بأكثر طائرات الهيلوكوبتر الموجودة حالياُ، و المحرك مصمم بحيث أن سرعة المراوح مستقلة عن سرعة المحرك مما يتيح لسرعة المراوح أن تكون ثابتة حتى لو تغيرت سرعات المحرك ليتكيف مع الطاقة المنتجة، وبما أن أغلب الطائرات المستخدمة لهذا المحرك تكون على إرتفاعات منخفظة فإن الغبار والأتربة قد تسبب عائقاً له لذا فقد أضيف له عند مدخل الهواء عازل ومصفي من الأتربة.

و يمكننا أن نضيف تصنيف للمحركات التربينية وهما المحرك العنفي الغازي **Gas Turbine Engine**والمحرك العنفي المروحي **Propeller Turbine Engine**، و تكمن الغاية الرئيسية في اختلاف أنواع المحركات في تأمين قوة الدفع اللازمة بأقل استهلاك للوقود عند نفس شروط التشغيل.

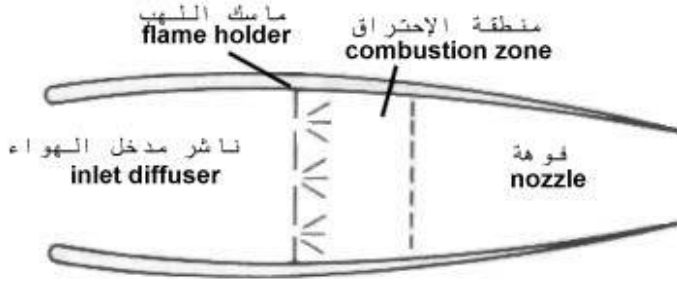
فمن أجل نفس قوة الدفع (التي هي كتلة الهواء المارة عبر المحرك في التسارع الذي يؤمنه المحرك لهذا الهواء)، فإن الفرق بين النوعين المذكورين من محركات الطائرات هو التالي:

- بالنسبة للمحرك العنفي الغازي فهو يعتمد في توليد قوة الدفع على مبدأ إعطاء تسارع كبير لكتلة صغيرة من الهواء.
- أما المحرك العنفي المروحي فهو يعتمد على إعطاء تسارع أصغر لكمية هواء أكبر.

إن تسريع كمية كبيرة من الهواء بشكلٍ أبطأ يعد أفضل من الناحية الاقتصادية لأنه يكلف وقوداً أقل، وهذا سبب تفضيل استخدام المحركات العنفية المروحية على المحركات العنفية الغازية وخاصةً في طائرات النقل الداخلي (مسافات قصيرة) لأن هذه النوع من المحركات أكثر اقتصاديةً.

ولكن رغم كل ذلك نجد أن المحركات العنفية الغازية تستخدم بشكلٍ كبير، والسبب في ذلك أن فعالية الداسرة (المروحة) تنخفض مع زيادة عند السرعات العالية للطيران.

٥- المحرك النفاث التضاغطي (Ramjet) :



Ramjet

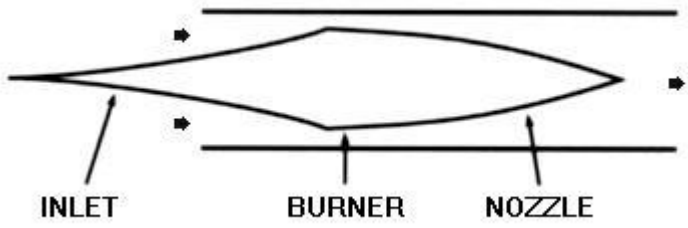
وفكرة هذا المحرك بسيطة وهي الإستغناء عن الضواغط والتوربين، و السماح للمحرك بنفسه بالتعامل مع الهواء بضغطه وتسخينه ودفعه إلى الخلف.

وهذا النوع من المحركات لا يعمل إلا أن يكون متحركاً بسرعة ٤٨٥ كم/س تقريباً (للسماح بالهواء للدخول بسرعة وضغطه)، وهو جداً فعال في السرعات العالية تقريباً ٣ ماخ (٣٦٠٠ كم/س) ويستخدم غالباً في الصواريخ طويلة المدى والمركبات الفضائية.

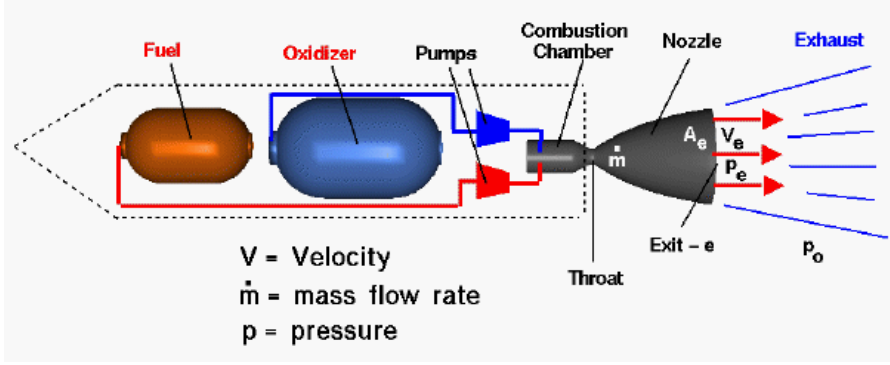
محرك نفاث تضاغطي فوق صوتي Scramjet:

مماثا للمحرك التضاغطي **ramjet** و لكن مصمم للعمل فى سرعة تفوق سرعة الصوت خمس مرات . و لكن على خلاف **ramjets**، الذي يبطئ تيار الهواء الأسرع من الصوت الذي يدخل الفتحة إلى سرعة دون سرعة الصوت

قبل الإحتراق، **scramjet** يقوم بحرق تيار الهواء الأسرع من الصوت بدون إبطائه.



٦- المحرك الصاروخي (Rocket engine) :



ويعمل محرك الصاروخ بنفس المبدأ، عدا أنه في مجال عديم الهواء في الفضاء يجب على الصاروخ أن يحمل على ظهره هواءه الخاص بشكل وقود صلب أو سائل قابل للتأكسد من أجل القيام بعملية الانفجار.

المحرك الصاروخى الذى يعمل بالوقود الصلب :

فى هذه المحركات لا يستخدم الهواء لتوليد الدفع بل يستخدم وقود و مؤكسد يحملهما فى داخله و هذه المحركات إسطوانية الشكل تحتوى بداخلها على مواد قابلة للإشتعال و التى ينتج عن غحتراقها غازات تندفع بسرعة كبيرة من مؤخرة الصاروخ (العنق) فبينتج عنها رد فعل على جسم المحرك، كما تحتوى هذه المحركات ايضا على صاعق لإشعال شحنة الوقود فى الصاروخ.

المحرك الصاروخى الذى يعمل بالوقود السائل :

هذا المحرك اسطوانى ذو رأس (رأس الصاروخ) و يوجد بداخلة خزان الوقود السائل (هيدروجين سائل، ميثان، كحول،....) كما يحتوى على خزان مؤكسد يدخل فى تركيبه الأكسجين بكميات كبيرة نظرا للحاجة اليها فى عمليه الإحتراق، و اهم المواد المؤكسدة المستخدمة (الأكسجين السائل، حامض النتريك، ثانى أكسيد النتروجين)، فى غرفة الإحتراق يتم مزج الوقود السائل مع المؤكسد و احتراقهما و فى نهاية المحرك يوجد عنق النفث .

الحارق اللاحق after – burner :

يضاف فى بعض المحركات النفاثة من أجل زيادة الدفع و يستخدم لتحسين إقلاع الطائرة و عد الإرتفاع (لا سيما الطائرات العسكرية) و هو عبارة عن صف من فتحات حقن الوقود تقع بعد العنفة و قبل الفوهة حيث يتم إشتعال الأكسجين الغير محترق ضمن غازات الإحتراق الناتجة عن العنفة و ذلك لان

زيادة درجة حرارة الغازات الخارجة من العنفة يزيد من سرعة النفث و بالتالى تزداد قوة الدفع، فترة استخدام الحارق اللاحق هى فترة محدودة لا تتجاوز بضع ثوانى و ذلك بسبب الإرتفاع الشديد فى درجة الحرارة و الاستهلاك الكبير للوقود.