بسمه تعالی

آشنایی با هواپیماهای بدون سرنشین

UNMANNED AIR VEHICLE

تنظیم کننده: مسعود عابدینی

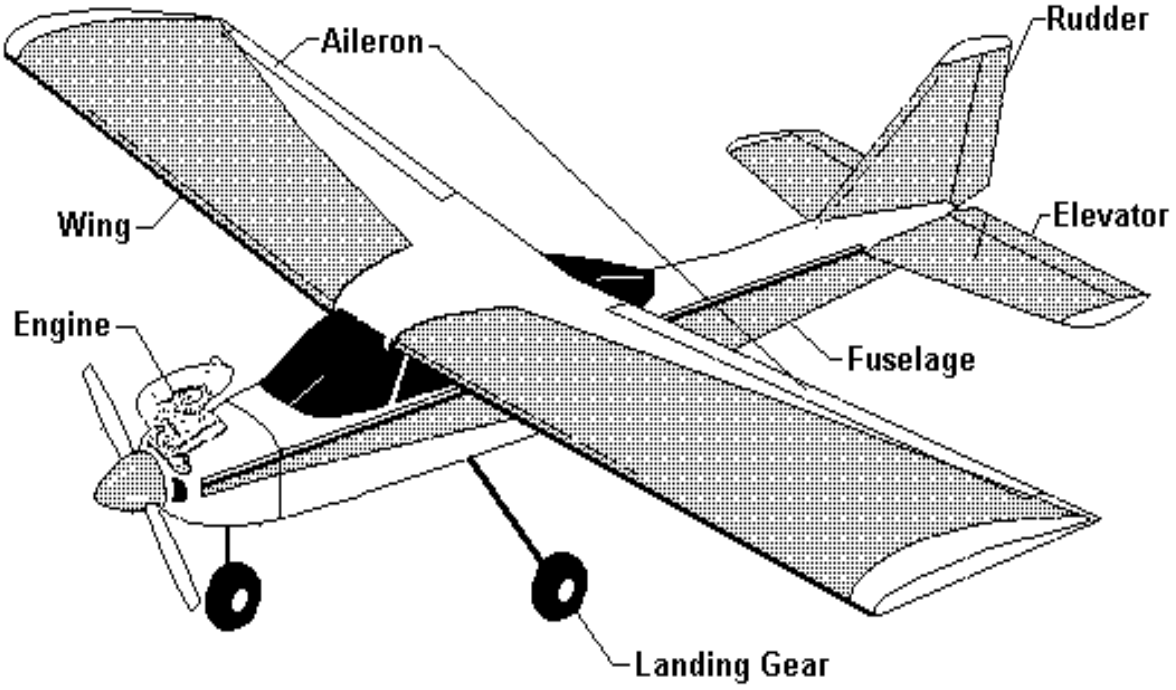
آیرودینامیک (Aerodynamic**):**

به طور کلی آیرودینامیک علمی است که راجع به حرکت اجسام در هوا صحبت می کند.

واژه **آیرودینامیک** از کلمه یونانی Aerios به معنی «مربوط به هوا» و Dynamis به معنی «نیرو» می آید. آیردینامیک مطالعه حرکت گازها -مهم ترین آنها هوا- و تأثیر آنها بر حرکت اشیایی است که در میانشان حرکت می کنند. به عبارت دیگر آیرودینامیک طریقه **حرکت هوا** در اطراف چیزها است.

اجزای اصلی هواپیما:

۱. موتور (Engine)
۲. بدنه (Fuselage)
۳. بال ها (Wings)
۴. مجموعه دُم (Tailassembly Empanage)
۵. ارابه ی فرود (Landing Gear)

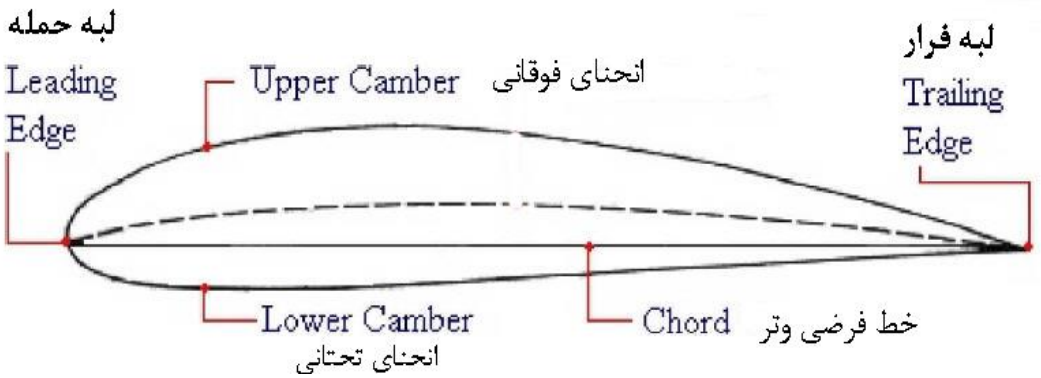


بال (wing**)**:

به مقطع بال های هواپیما Air Foil گفته می شود.

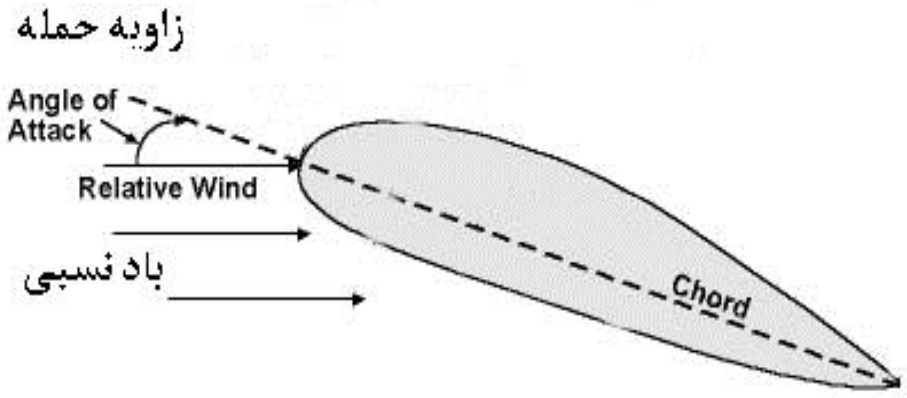
اجزای اصلی بال های هواپیما:

۱. لبه حمله (Leading Edge)
۲. لبه فرار (Trailing Edge)
۳. انحنای فوقانی (Upper Camber)
۴. انحنای تحتانی (Lower Camber)
۵. خط فرضی وتر (Chord line)



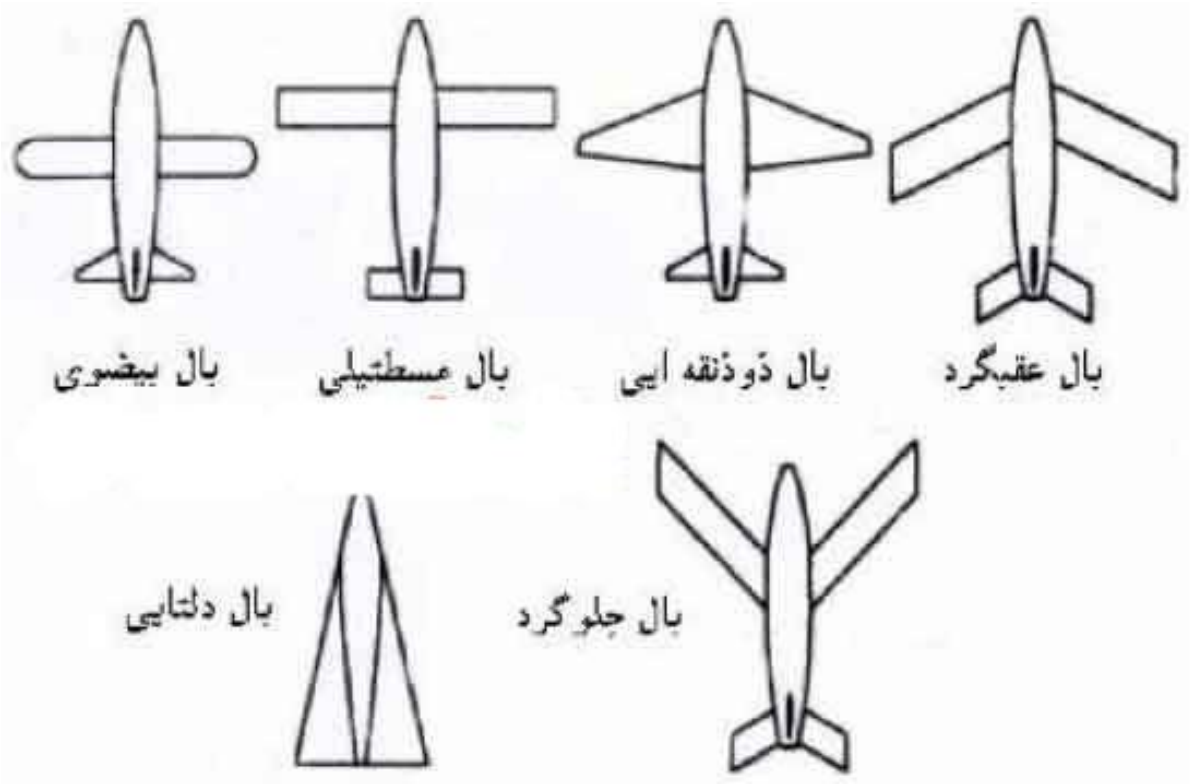
جهت حرکت هواپیما: به مسیری که هواپیما آن را طی میکند مسیر پرواز (Flight Path) گفته می شود.

زاویه حمله: به زاویه ی بین خط فرضی وتر و باد نسبی زاویه حمله (Angle of Attack) گفته می شود.

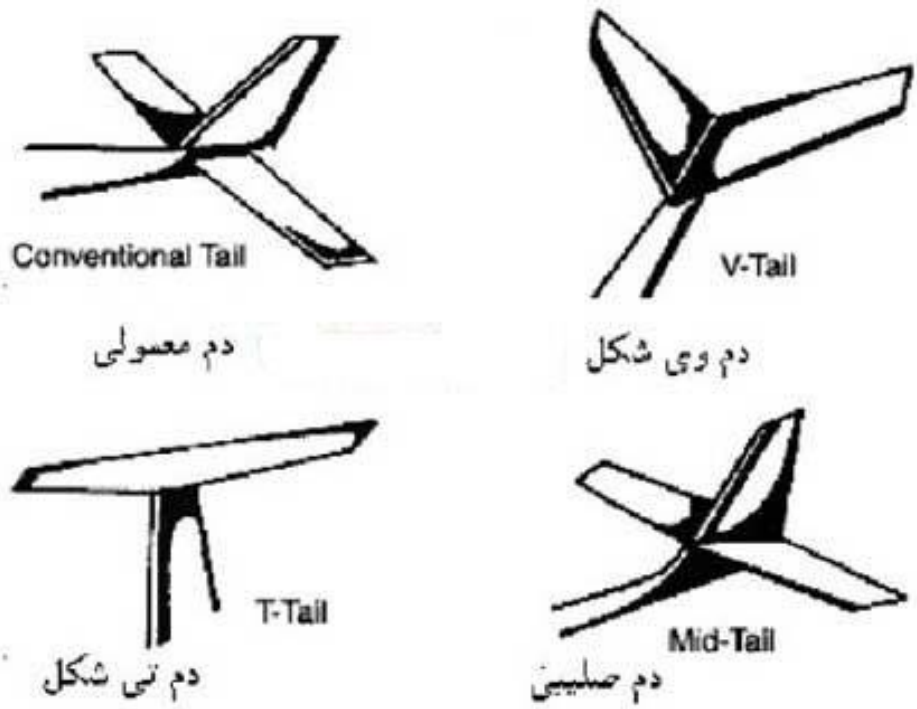


زاویه نصب بال با بدنه:

اشکال مختلف بال هواپیما:



اشکال مختلف دُم هواپیما:

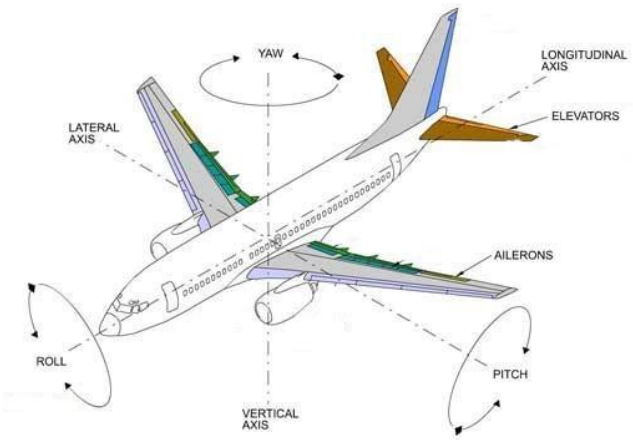


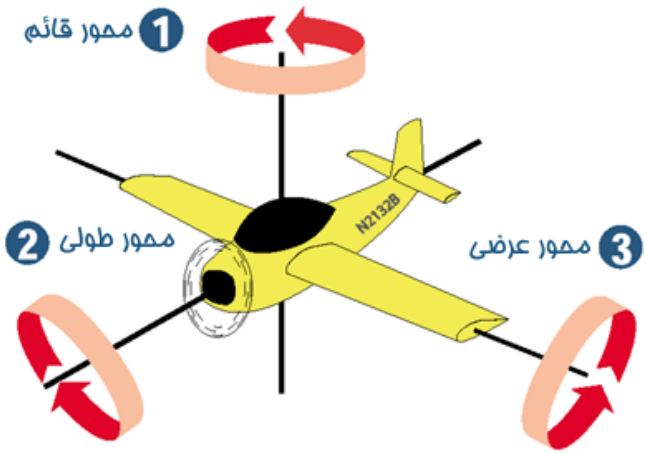
محورهای هواپیما:

۱. طولی (Longitudinal): حرکت حول محور طولی Roll نام دارد.

۲. عرضی(Lateral): حرکت حول محور عرضی Pitch نام دارد.

۳. عمودی(Vertical): حرکت حول محور عمودی Yaw نام دارد.



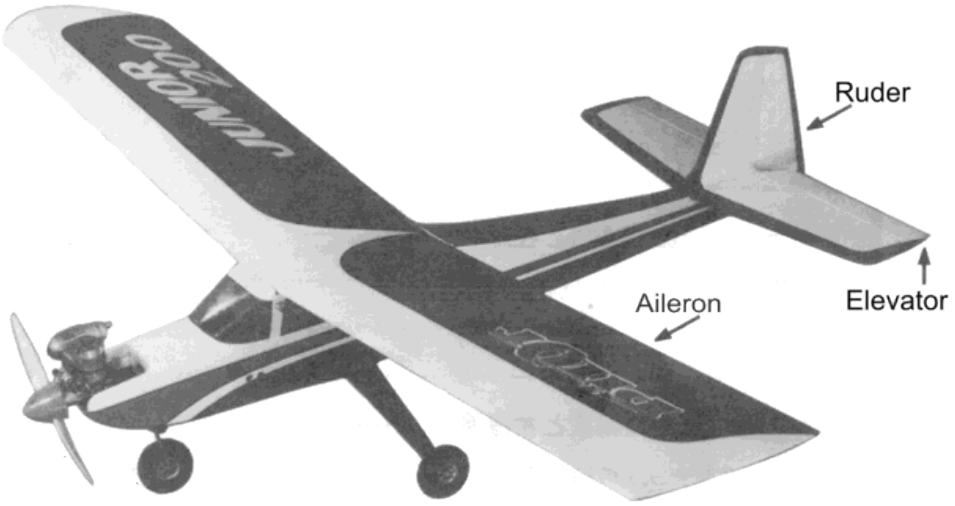


فرامین هواپیما:

۱. الوران (aileron)

۲. الویتور (elevator)

۳. رادر (rudder)



انواع ارابه فرود(landing gear):

۱. سه چرخ (tricycle)

۲. چرخ دُم(tail gear)

۳. اسکید(skid)

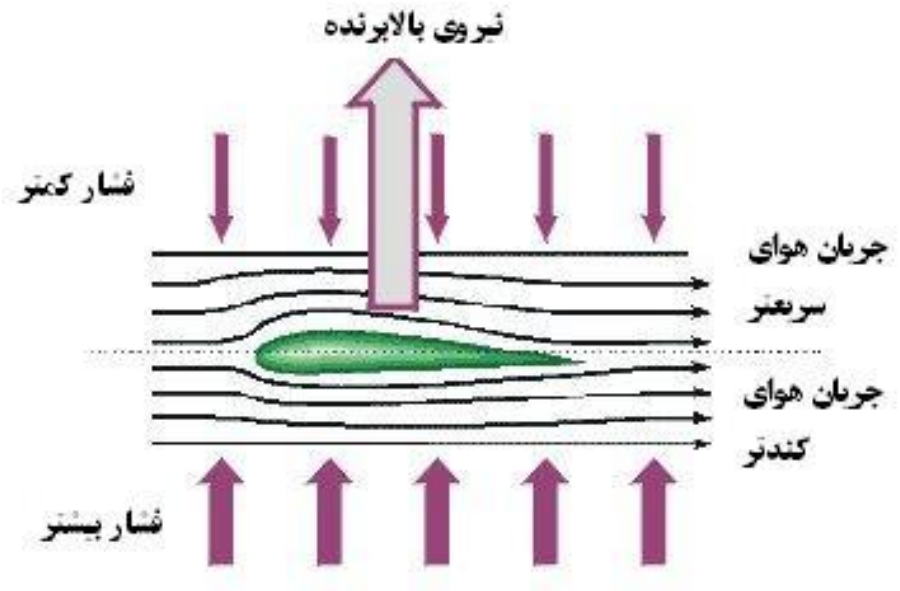
۴. تک چرخ

هواپیما چگونه پرواز می کند؟

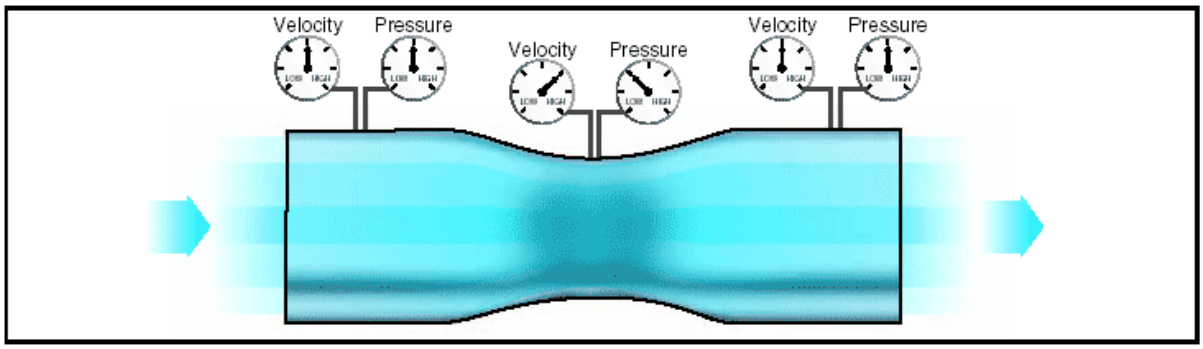
پرواز هواپیما به وسیله دو قانون برنولی و قانون سوم نیوتن توجیه می شود.

قانون برنولی: به بیان ساده اگر سرعت یک سیال افزایش پیدا کند، فشاری که بر یک سطح وارد میکند کاهش می یابد و بالعکس.

شکل زیر پدیده ای را نشان می دهد که در هنگام عبور جریان هوا از دو طرف بال هواپیمای در حال حرکت افقی رخ می دهد. جریان هوا در هنگام برخورد به لبه حمله به دو قسمت تقسیم می شود. قسمتی که از روی سطح بالایی عبور میکند به علت طول بیشتر این سطح باید سریعتر حرکت کند تا خود را به قسمت پایینی جریان هوا برسانند. در نتیجه افزایش سرعت نیمه بالایی جریان هوا فشاری که به سطح بالایی بال وارد می کند کمتر می شود. در نتیجه فشار روی سطح بالایی کمتر از فشار روی سطح پایینی است و اختلاف این دو به صورت نیروی بالابرنده عمل می کند.



این قانون اولین بار توسط ریاضی دان سوئیسی دانیل برنولی و توسط آزمایش بروی لوله ونتوری مطرح شد.



قانون سوم نیوتن(عمل و عکس العمل):

سومین قانون حرکت نیوتن به این صورت بیان می‌شود که "هر عملی را عکس العملی است ؛ مساوی آن و در جهت خلاف آن .. این قانون به قانون کنش و واکنش هم معروف میباشد. یعنی که هرگاه جسمی به جسمی دیگر نیرو وارد کند جسم دوم نیز نیرویی به همان بزرگی ولی در خلاف جهت بر جسم اوّل وارد میکند.

برای ایجاد لیفت بال باید عملی بر هوا انجام دهد. کاری که بال بر هوا انجام داده را عمل و لیفت را عکس العمل می نامند . بیایید دو شکل پایین را که مربوط به جریان هوا در اطراف بال هستند را مقایسه کنیم. در شکل ۴ جریان هوا مستقیم به بال

برخورد میکند و به آن چسبیده و انحنا آن را دنبال کرده و سرانجام مستقیم بال را در پشت ترک میکنند. همه ما تصاویر مشابه آن را حتی در منوال پرواز دیده ایم. اما در این تصویر هوا بال را دقیقا به همان صورت که به آن برخورد کرده بود ترک میکند که این هیچ عملی را بر هوا انجام نمیدهد پس لیفتی وجود نخواهد داشت .شکل ۵ جریان هوا را به آن صورت درستی که باید باشد نشان میدهد. هوا انحنا بال را طی میکند و به سمت پایین خم میگردد. قانون اول نیوتن میگوید باید نیرویی وجود داشته باشد تا هوا را به سمت پایین رانده است (عمل). قانون سوم میگوید باید نیرویی برابر و خلاف جهت (به سمت بالا) بر بال وارد شود (عکس العمل). پس برای ایجاد لیفت بال باید مقدار زیادی هوا را به سمت پایین براند

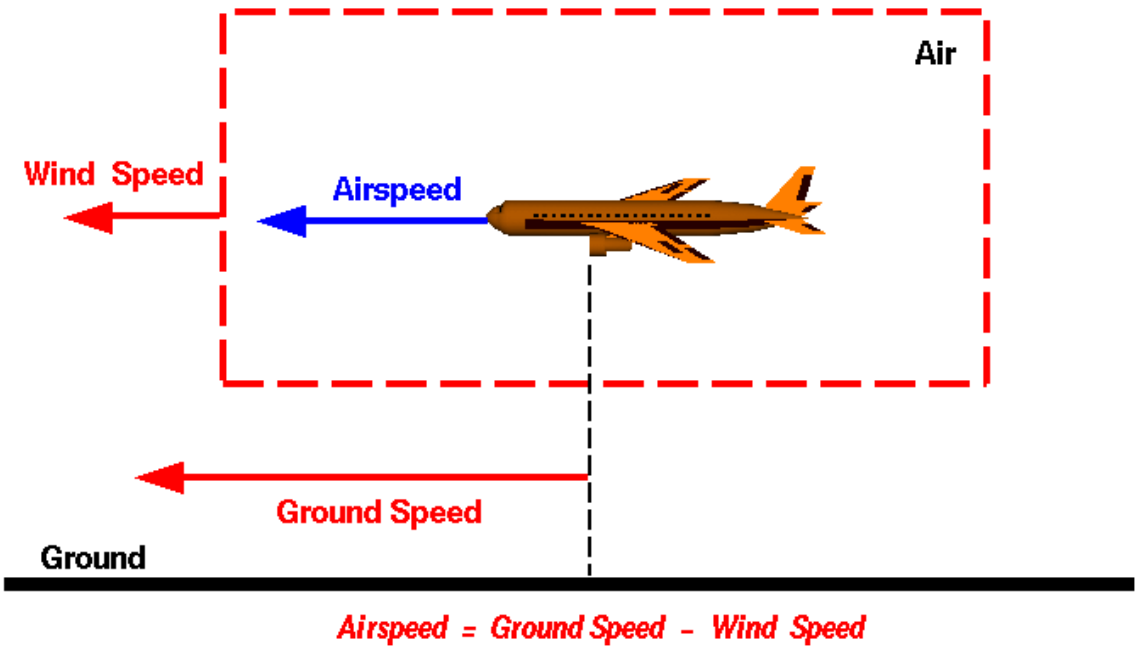
شکل شماره ۴: ترسیم رایج جریان هوا اطراف بال. این بال لیفت ندارد

شکل شماره ۵: ترسیم درست جریان هوا در اطراف بال. این بال لیفت دارد

تعریف انواع سرعت:

۱. سرعت هوایی (Air Speed): سرعت هواپیما نسبت به هوای اطراف خود
۲. سرعت زمینی(Ground Speed):سرعت هواپیما نسبت به زمین

تفاوت سرعت هوایی و سرعت زمینی این است که برای مثال هواپیما دارای سرعت ۱۰۰ کیلومتر برساعت می باشد و از طرفی سرعت بادی که از روبرو به هواپیما برخورد می کند ۳۰ کیلومتر بر ساعت می باشد در نتیجه سرعت زمینی این هواپیما ۷۰ کیلومتر بر ساعت می باشد.

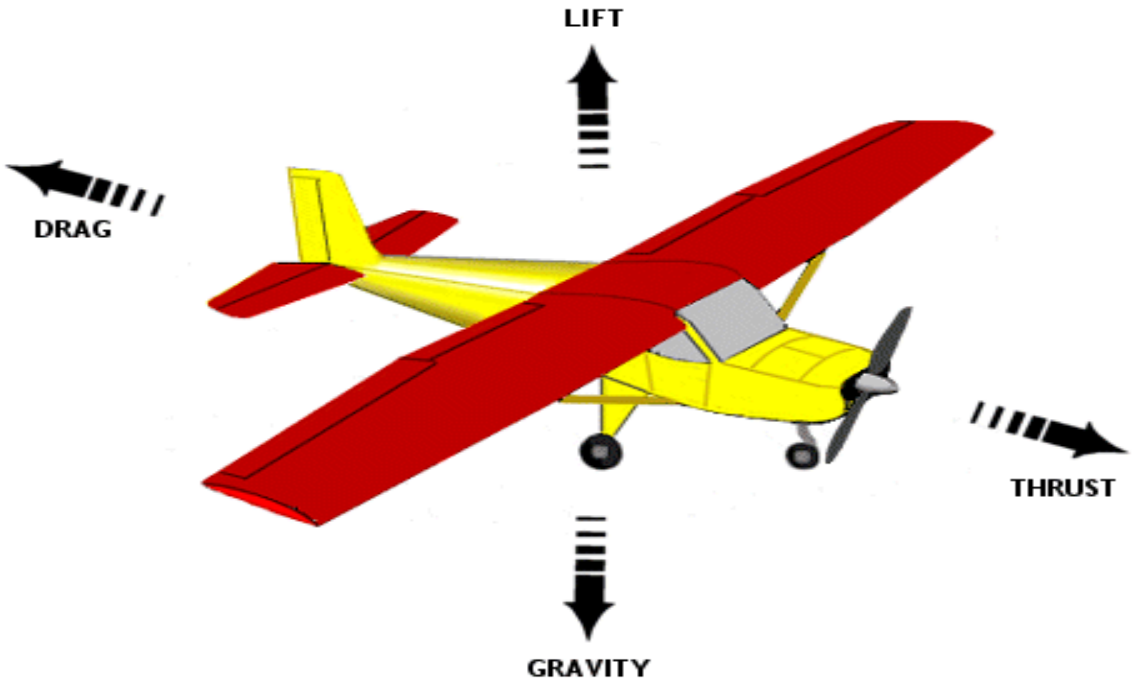


سرعت های هواپیما:

۱. سرعت صفر
۲. سرعت واماندگی (Stall Speed)
۳. سرعت افقی(Cruises Speed)
۴. حداکثر سرعت در حال افقی(Max Speed)
۵. سرعت حد(Never Exceed)

نیروهای وارد بر هواپیما:

۱. رانش(Trust):این نیرو در جهت طولی هواپیما می باشد.
۲. وزن(Weight):همیشه عمود به زمین می باشد.
۳. برا(Lift):همیشه عمود بر مسیر پرواز می باشد.
۴. پسا(Drag):همیشه مانع حرکت روبه جلو هواپیما می باشد.



عوامل موثر در مقدار برا(فرمول LIFT**)**:

$$L = \frac{1}{2}\rho V^2 S C_L$$

۱. **رو (ρ)**: غلظت هوا (density)

۲. **سرعت هوایی(V^2)**: سرعت هوایی به توان دو

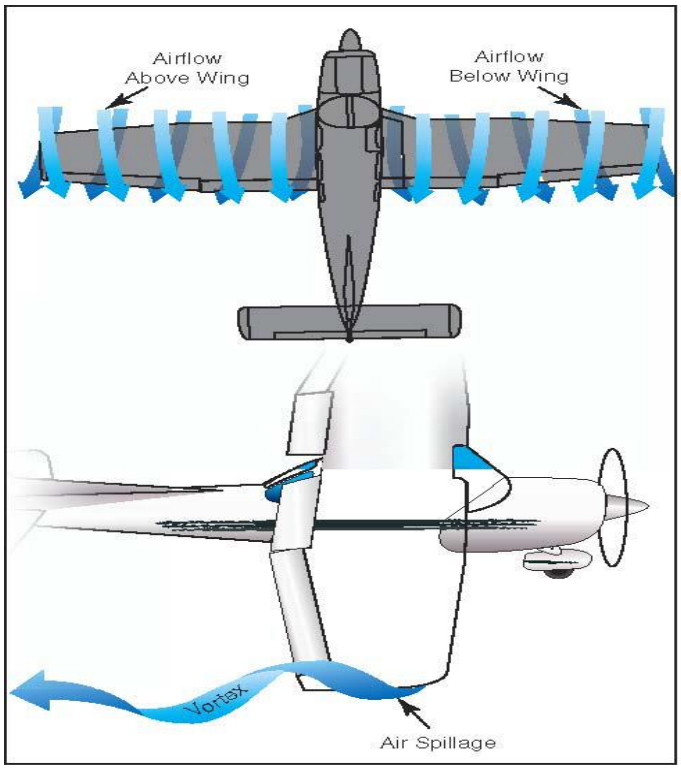
۳. **مساحت بال (S)**: مساحت بال های هواپیما

۴. **ضریب برا(C_L)**: این ضریب بستگی به زاویه حمله و نوع ایرفویل و نسبت منظری بال(نسبت طول بال به عرض بال) دارد.

نکته:در اثر افزایش فشار هوا، غلظت هوا نیز افزایش و در اثر افزایش رطوبت و دمای هوا، غلظت هوا کاهش می یابد.

انواع پسا:

۱. **پسای القایی(Induced Drag):** پسای القایی در نتیجه تولید نیروی برآ توسط یک بال محدود به وجود می‌آید. برای این که یک بال تولید برآ کند باید فشار سطح زیرین بال نسبت به سطح بالایی آن بیشتر باشد. بنابراین یک چرخش هوا از سطح پرفشار بال که در پائین آن قرار گرفته است به سمت سطح کم فشار بال که در بالای آن قرار دارد، ایجاد می‌شود. به بیان دیگر در این حالت نسبت به بال نامحدود دارای جریان در جهت دهانه بال خواهیم بود.این جریان در جهت دهانه در کل طول لبه فرار رخ می‌دهد، به گونه‌ای که جریانی که سطح بالایی بال را ترک می‌کند به سمت داخل رانده می‌شود در حالی که جریان پایین بال به سمت خارج کشیده می‌شود. به دلیل برخورد این دو جریان مخالف، یک جریان چرخشی در فاصله کوتاهی از پایین دست جریان ایجاد می‌شود که به طور مشخص در دو گردابه لبه بال متمرکز می‌گردد. برای تشکیل گردابه‌ها مقداری انرژی صرف می‌شود و در واقع به انتقال این انرژی از بال به هوا پسای القایی گفته می‌شود.



۲. پسای سطح مقطع(form drag): پسایی که در اثر شکل ظاهری هواپیما به وجود می آید.

۳. پسای اصطکاک سطح(surface friction drag)

نکته: در بعضی کتب مورد دو و سه را پسای مزاحم (parasite drag) نام گذاری کردند.

اثر سرعت بر پسای القایی و پسای سطح مقطع:

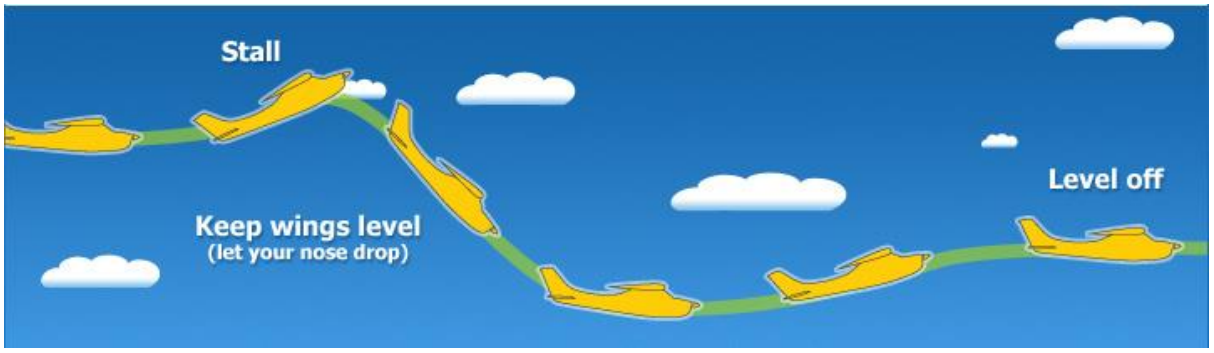
افزایش سرعت = کاهش پسای القایی

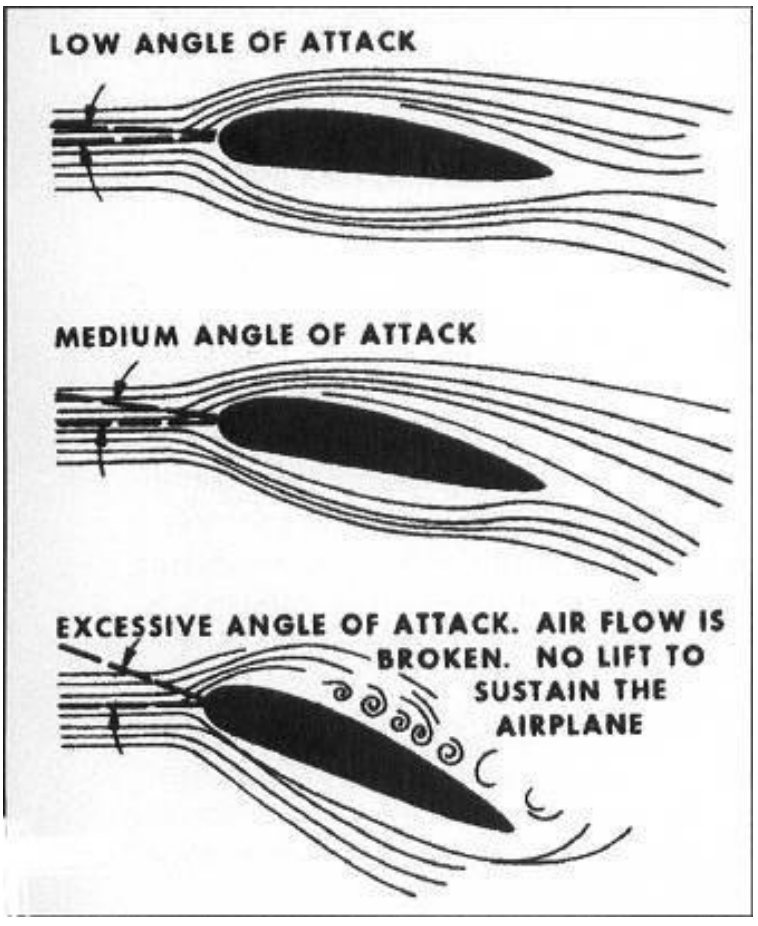
افزایش سرعت = افزایش پسای سطح مقطع

واماندگی(stall):

افزایش بیش از حد زاویه حمله را واماندگی یا استال می نامند.

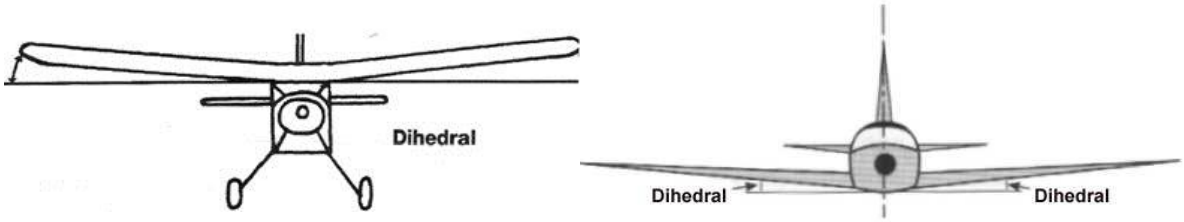
استال در گردشهای شدید: گاه با گردش های شدید و جلوگیری از کاهش ارتفاع استال در گردش رخ خواهد داد.





پایداری: تمایل هواپیما به حفظ حالت خود را پایداری می نامند.

۱. **پایداری در محور طولی**: عامل پایداری زاویه dihedral می باشد.



۲. **پایداری در محور عرضی:** پایداری توسط سکان افقی حاصل می شود.

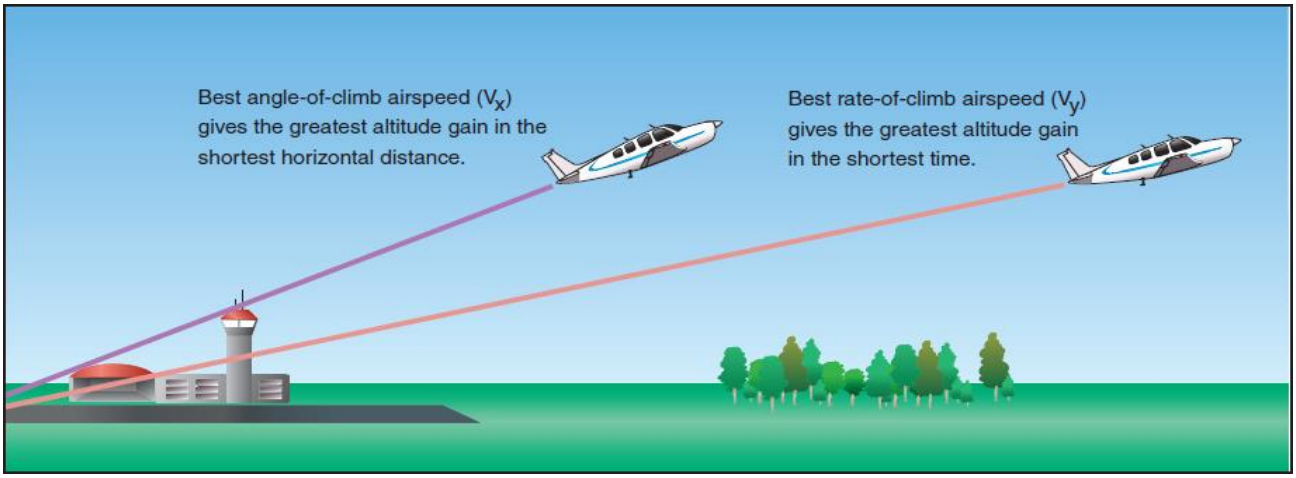
۳. **پایداری در محور عمودی:** پایداری توسط سکان عمودی حاصل می شود.

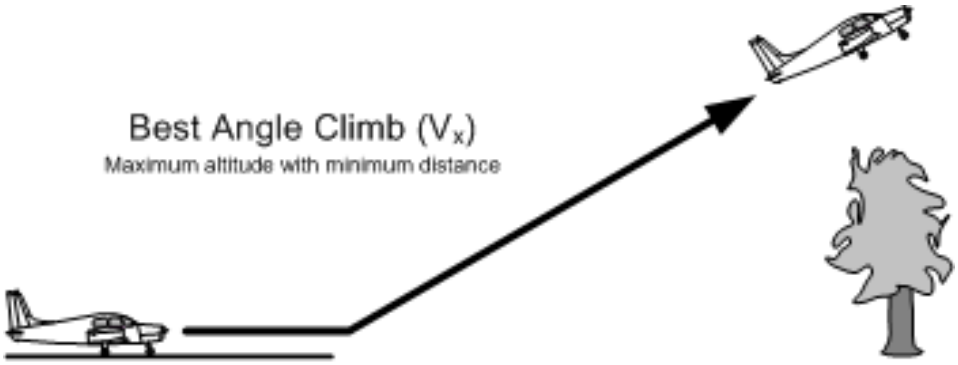
سرعت سرش(Glide Speed):

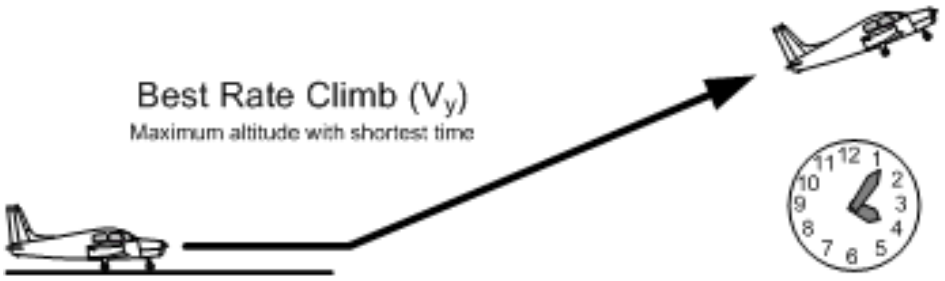
۱. **بهترین سرعت سرش(Best Glide Speed):** طی بیشترین مسافت نسبت به کاهش ارتفاع

۲. **سرعت بهترین نرخ اوجگیری(Best Rate Of Climb):** بیشترین اوجگیری نسبت به زمان

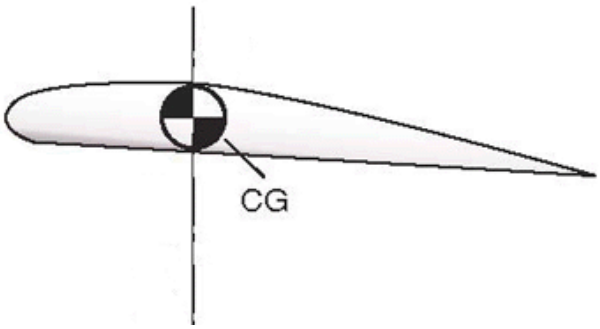
۳. **سرعت بهترین زاویه اوجگیری(Best Angle Of Climb Speed):** بیشترین اوجگیری نسبت به مسافت طی شده







مرکز ثقل(CG):مرکز ثقل هواپیما درقسمت بال هواپیما و بین ۱/۳ تا ۱/۴ از لبه ی حمله بال می باشد.



محدوده مجاز مرکز ثقل:

۱. **مرکز ثقل جلوتر از حد مجاز(**Forward CG**)**: باعث میشود که دماغه ی هواپیما همیشه به سمت پایین باشد.

۲. **مرکز ثقل عقب تر از حدمجاز(**Aft CG**)**: باعث می شود که همیشه دماغه ی هواپیما به سمت بالا باشد و به سمت استال نزدیک می شود.

تمایل به چپ(Left Tendency):

به طور کلی در اثر کار کردن موتور بعضی هواپیماهای ملخی تک موتوره، تمایل به چپ رخ خواهد داد.

علت های تمایل به چپ:

۱. برخورد جریان هوای حلقوی(Slip Stream) حاصل از موتور به سکان عمودی

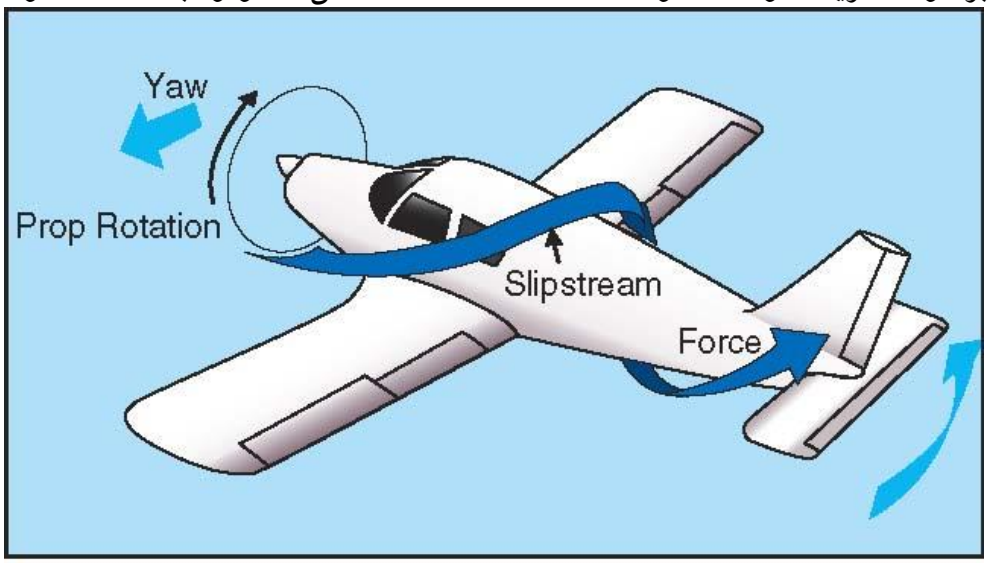
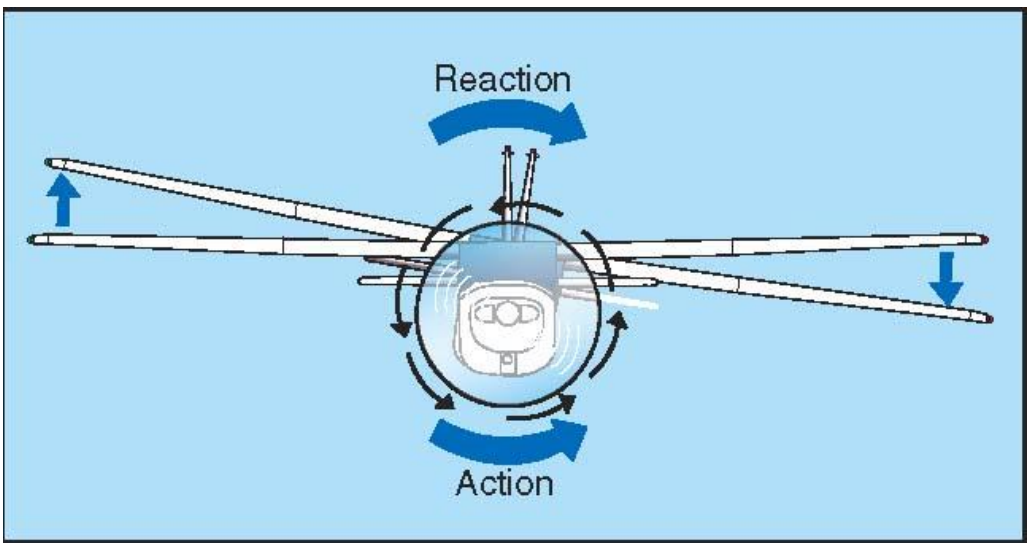


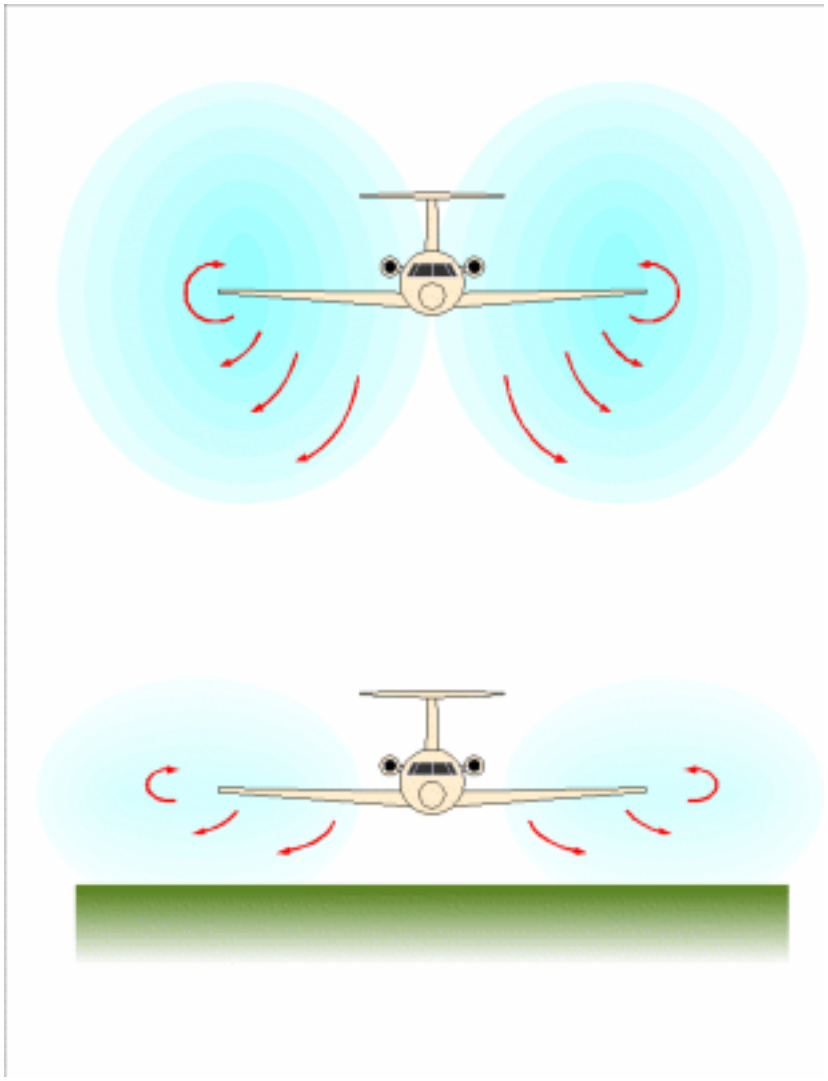
Figure 3-31. Corkscrewing slipstream.

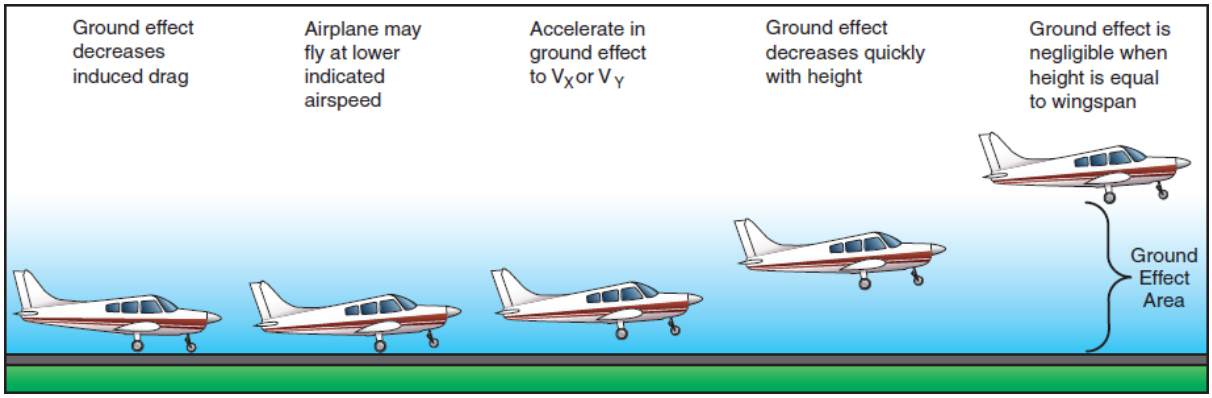
۲. اثر گشتاور موتور(Engine Torque) بروی بدنه



اثر زمین(Ground Effect**)**:

به طور کلی در اثر پرواز هواپیما نزدیک زمین به سبب برخورد جریان های هوای آشفته(Vortex) حاصل از موتور به زمین نیروی برا(Lift) ی بیشتری به وجود می آید.





سرعت واماندگی در گردش ها(Stall Speed in Banks):

به طور کلی سرعت واماندگی هواپیما در حال گردش، افزایش می یابد برای مثال یک هواپیما در حالت افقی دارای سرعت واماندگی ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت می باشد همین هواپیما در گردش با زاویه ۶۰ درجه دارای سرعت واماندگی ۲۸۲ کیلومتر برساعت می باشد.

نکته: سرعت واماندگی در گردش **۶۰** درجه **۱/۴۱ (۴۱٪)** افزایش می یابد.

نکته: سرعت واماندگی در گردش **۳۰** درجه **۱/۰۸ (۸٪)** افزایش می یابد.

Load Factor:

هنگامی که هواپیما در گردش است مقداری افت ارتفاع در اثر تغییر زاویه نیروی برا به وجود می آید اگر ما افت ارتفاع را با استفاده از فرامین عرضی (Elevator) جبران کنیم نیرویی علاوه بر نیروی وزن هواپیما در اثر گریز از مرکز به بال های هواپیما وارد می شود که به آن Load Factor می گویند.

نکته: منظور از G شتاب جاذبه زمین می باشد.

*Bank 80^0 = 5/75G

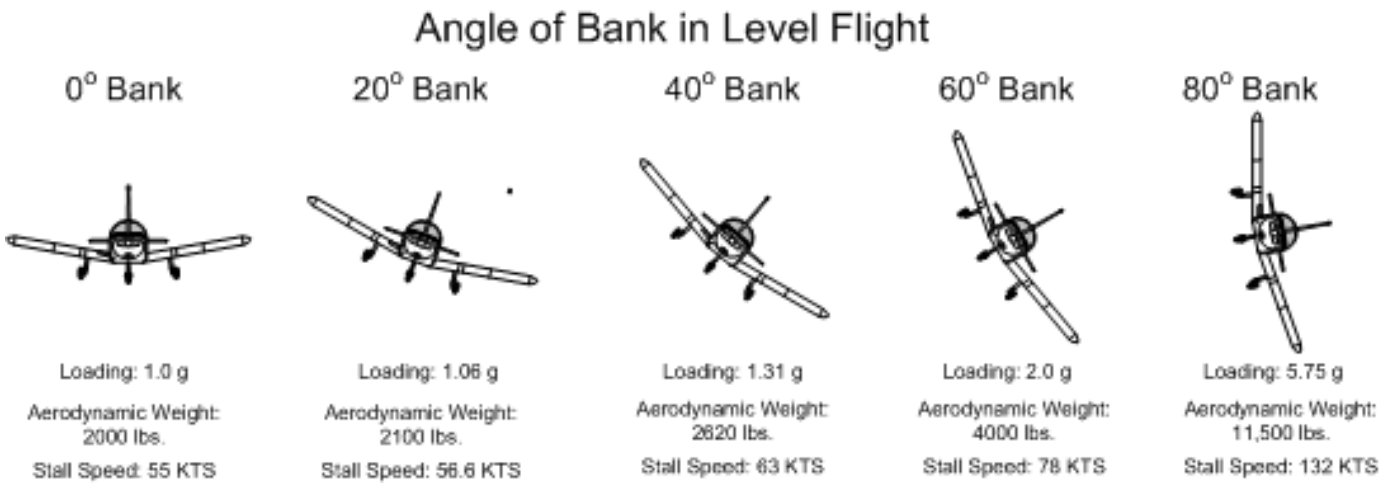
*Bank 60^0 = 2G

Bank 40^0 = 1/31G

*Bank 30^0 = 1/16G

Bank 20^0 = 1/06G

*Bank 15^0 = 1/04G

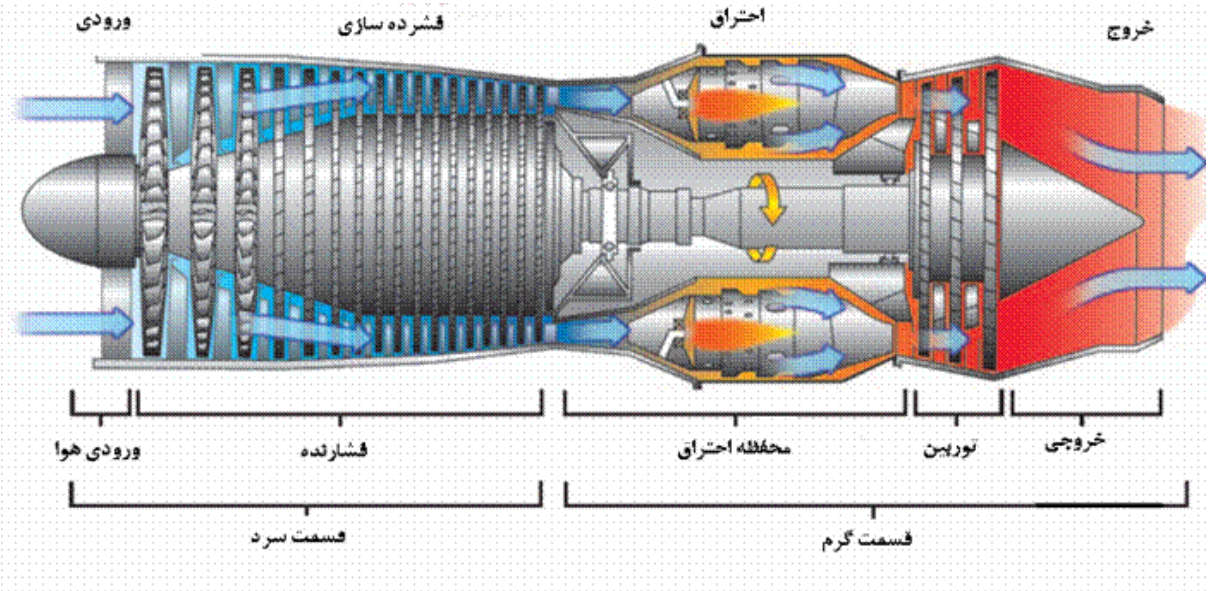


انواع موتورهای هواپیما:

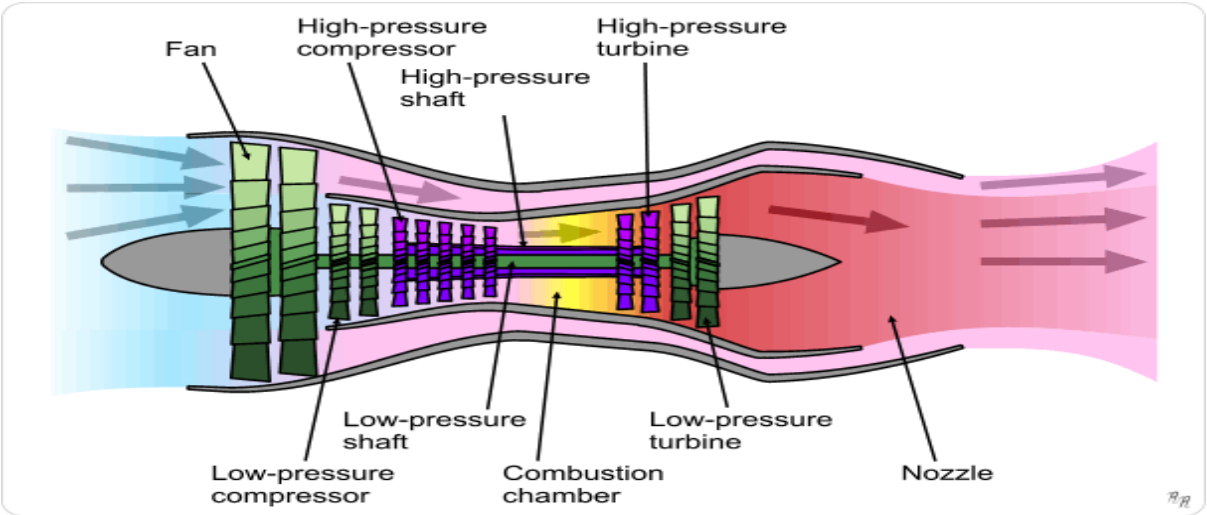
۱. توربینی
۲. پیستونی
۳. وانکل
۴. الکتریکی

انواع موتور توربینی:

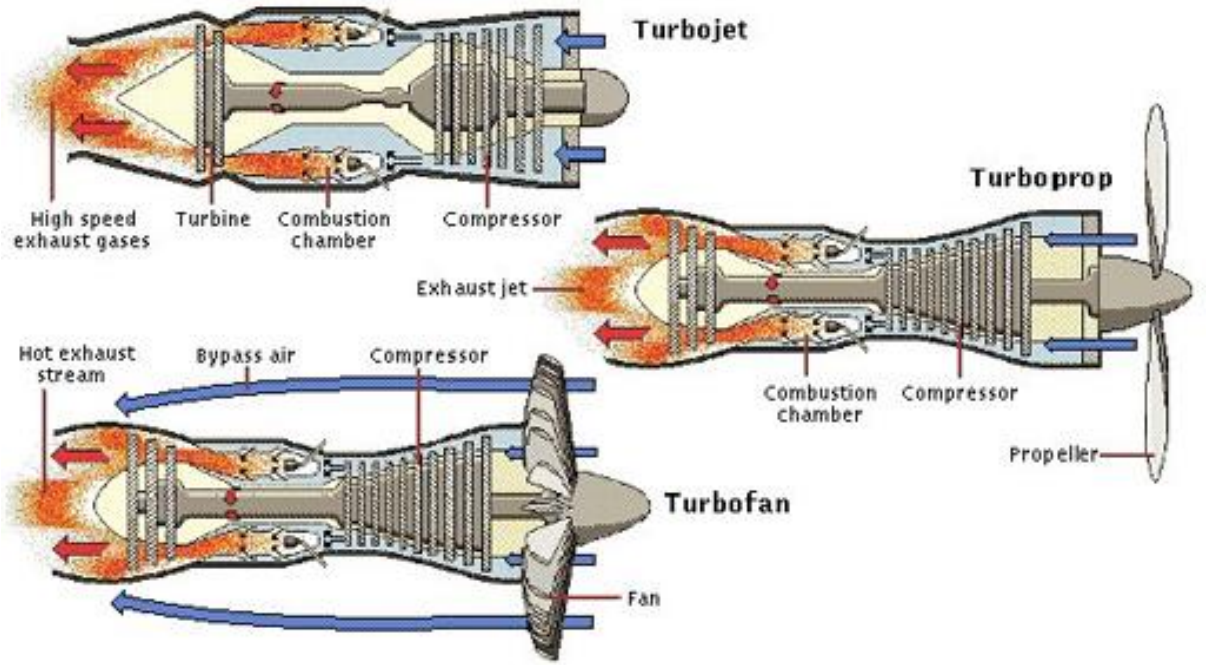
۱. توربوجت: رانش به وسیله خروج گاز از اگزوز تامین می شود.



۲. توربوفن: شبیه به توربوجت است منتهی قسمت ورودی هوا بزرگتر است.



۳. توربوپراپ:نیروی حاصل ازچرخش توربین به ملخ هواپیما وارد میشود مانند س



۴. توربوشفت: نیروی حاصل از موتور به ملخ هلیکوپتر می شود.

نکته: سوخت موتورهای توربینی JP5 و JP4 که شبیه نفت و گازوئیل است.

محاسن موتورهای توربینی

۱. قدرت بالا نسبت به وزن

۲. عملکرد مناسب در ارتفاع بالا

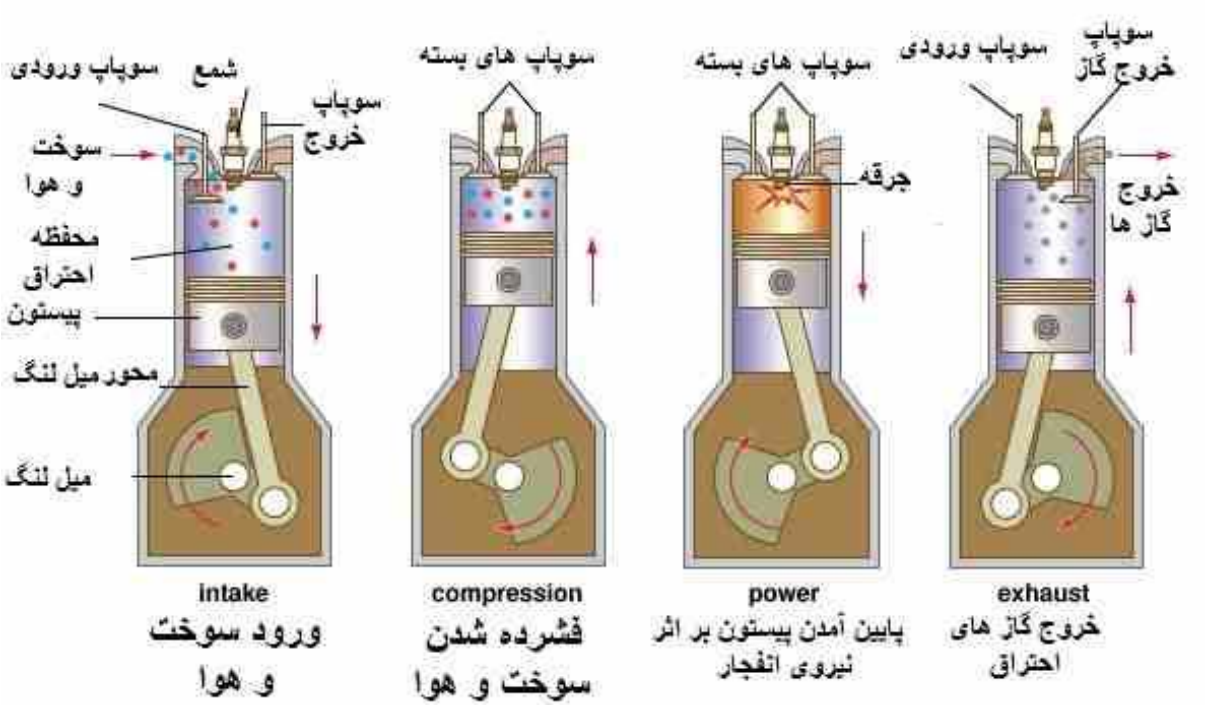
معایب موتورهای توربینی

۱. هزینه اولیه بالا موتور

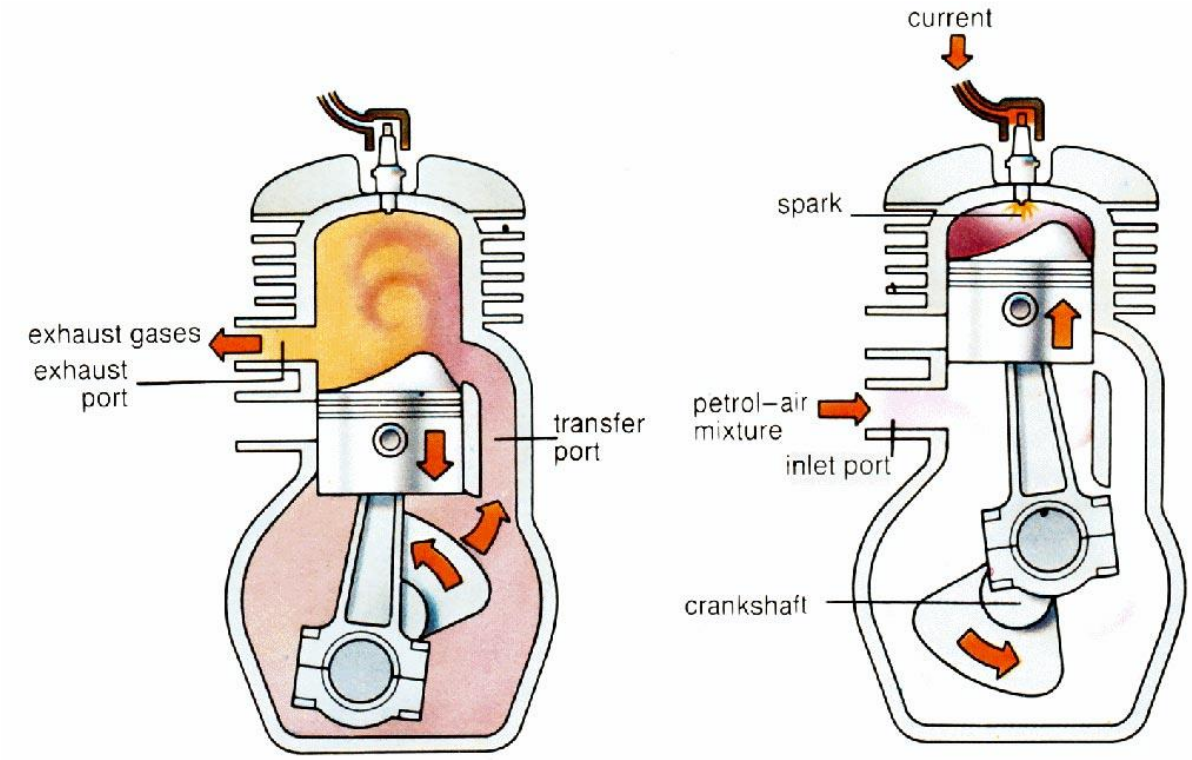
۲. هزینه بالای تعمیرو نگهداری

انواع موتورهای پیستونی:

۱.چهار زمانه(Four Stroke):



۲.دوزمانه(Two stroke):



معایب و محاسن موتورهای چهار زمانه و دو زمانه:

۱. سوخت موتورهای دوزمانه باید با روغن ترکیب شود.
۲. موتورهای دوزمانه کارایی خوبی در شرایط سرما دارند(برخلاف شرایط گرما)
۳. موتورهای دوزمانه نسبت به وزن خود قدرت خوبی دارند.
۴. موتوهای دوزمانه مصرف سوخت بیشتری دارند.
۵. تعمیر و نگهداری موتور دوزمانه آسانتر و کم هزینه تر است.
۶. قیمت موتور های دوزمانه کمتر است.

سیستم های موتور:

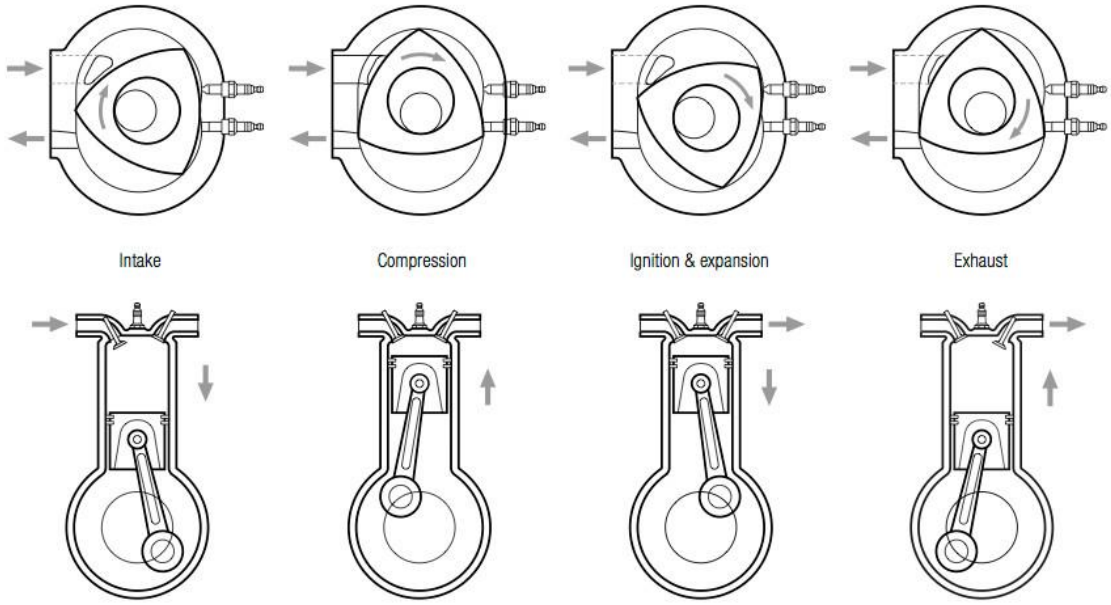
۱. روغن کاری
۲. خنک کاری
۳. سوخت رسانی
۴. احتراق
۵. هیدرولیک(در موتورهای پیشرفته)

ترکیب سوخت با هوا:

اگر نسبت سوخت بیش از حد باشد اصطلاحا موتور Rich کار می کند. در این حالت دور موتور و دمای موتور کاهش می یابد و شمع دوده می زند.

اگر نسبت سوخت کمتر از حد مجاز باشد اصطلاحا موتور Lean کار میکند و در این حالت دور موتور و دمای موتور افزایش می یابد و در ادامه باعث گیریپاش کردن می شود.

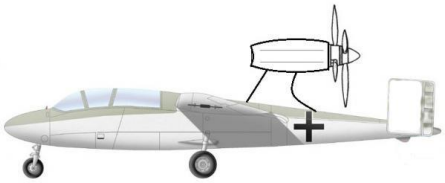
موتور وانکل(Wankel):



انواع موتور الکتریکی:

۱. موتور کشنده(Puller)

۲. موتور هل دهنده(Pusher)



نکته: موتورهای کشنده(Puller) نیروی برا (Lift) بیشتری روی بال ایجاد می کند.

هواشناسی:

باد: به طور کلی حرکت افقی هوا که دارای سمت و سرعت می باشد.

نکته:سمت باد برحسب درجه(Degree) و سرعت باد برحسب نات(knot) بیان میشود.

نکته: یک نات نزدیک به دو کیلومتر سرعت دارد.**(1knot=1852m)**

نکته:سرعت باد با افزایش از سطح زمین افزایش می یابد.**(1foot=30/48cm)**

قیچی باد(wind shear**)**: تغییر ناگهانی سرعت یا جهت باد را قیچی باد می نامند.

آشفتگی هوا(turbulence**)**: تور بولانس عبارت است از جریانات آشفته هوائی توربولانس میتواند بر اثر عبور هوا از روی جسم جامد یا عبور یک سیال از روی سیال دیگر و یا جابجائی توده های مختلف هوا به وجود می اید. در تمامی موارد توربولانس میتواند باعث ایجاد مشکلات در پرواز بال در گردد.

نکته: گاهی اوقات این جریانات هوایی آشفته بر اثر برخورد هوا به موانع طبیعی مانند کوه پدید می آید و بعضی مواقع نیز این آشفتگی ها بر اثر پرواز هواپیماها ایجاد می شود که به آن Vortex یا wake turbulence می گویند.

عوامل وجود توربالانس:

۱. برخورد باد به عوارض فیزیکی زمین
۲. Vortex
۳. عدم گرم شدن یک نواخت زمین

اجزای کنترل هواپیماهای مدل:

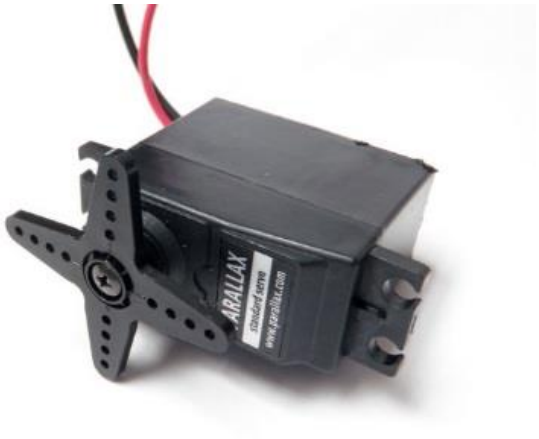
۱. فرستنده(Tx)

۲. گیرنده(Rx)

۳. منبع تغذیه هواپیما (باتری)

۴. سِروو (قطعاتی که نیروی الکتریکی را به مکانیکی تبدیل می کنند)

نکته: هر رادیو بسته به تعداد کانال هایی که دارد می تواند یک عمل مکانیکی را روی هواپیما انجام دهد.



تنظیمات رادیو کنترل:

۱. Reverse : عمل معکوس کردن فرامین را انجام می دهد.

۲. Dual Rate: دامنه حرکت فرامین را بیشتر می کند.

۳. Travel Adjust: مقدار حرکت سروو ها را تنظیم می کند.

۴. Fail Safe : قرار گرفتن فرامین در حالت از پیش تعیین شده در صورت قطع ارتباط

۵. Mix : ادغام بعضی فرامین با هم