ساختمان هواپیما

Aircraft Structure

گردآوری :

گروه سازه سایت مرکز مهندسی هوافضا

AeroSpace Engineering Center

فهرست :

۱) بدنه هواپیما Aircraft Fuselage ۲

۲) انواع سازه بدنه هواپیما Aircraft Fuselage Structure Type ۵

۳) بال هواپیما Aircraft Wing ۷

۴) مجموعه دم هواپیما Empennage ۱۶

۵) وسایل افزایش برا : Lift & Drag Augmentation Devices ۱۹

۶) سامانه های افزایش پسا Drag Augmentation Devices ۲۳

۷) ارابه فرود هواپیما Landing Gear ۲۸

WWW.ASEC.IR

قسمتهای اصلی ساختمان هواپیما Aircraft Structure

قسمتهای اصلی تشکیل دهنده ساختمان هواپیما عبارتند از :

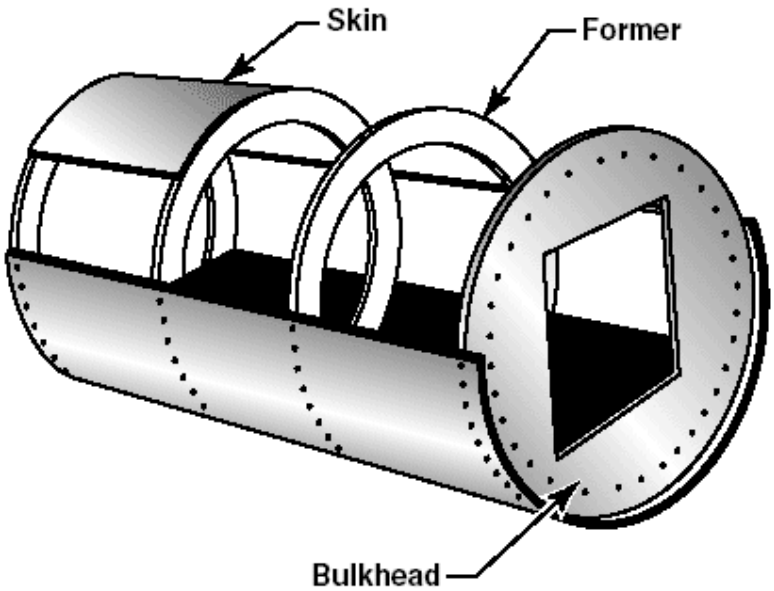
۱- بدنه هواپیما
۲- بال هواپیما
۳- سکان های ثابت
۴- فرامین پروازی
۵- چرخ ها وسیستم ارابه فرود

بدنه هواپیما (Aircraft Fuselage)

بدنه هواپیما قسمت عمده هواپیما را تشکیل می دهد و در واقع سایر قسمت ها و قطعات به طور مستقیم یا غیر مستقیم به آن متصل می شوند. بدنه همه هواپیماها از لحاظ طراحی به یکدیگر شباهت و فقط از نظر ابعادی و متعلقات نسبت به هم تفاوت دارند. از نظر عملکرد در هواپیماهای مختلف وظایف بدنه متفاوت خواهد بود ولی به نوعی می توان گفت وظیفه اصلی بدنه در هواپیماها تامین فضای لازم برای نفرات به همراه بار مفید می باشد. علاوه بر وظیفه اصلی اشاره شده بدنه باید دارای فضای کافی برای نصب متعلقات لازم از قبیل مخازن سوخت، ارابه فرود، موتور، رادار، قابلیت نصب بال و مجموعه دم، تحمل اختلاف فشار داخل و خارج کابین در صورت پرواز هواپیما در ارتفاع بیش از ۱۰۰۰۰ پایی و دید کافی برای خلبان را داشته باشد. همه قابلیتهای اشاره شده الزاما در بدنه هر هواپیمایی وجود ندارد، بلکه بدنه هر هواپیما با در نظر گرفتن نوع و ماموریت هواپیما و نیز پیکربندی آن دارای برخی از قابلیت های اشاره شده می باشد بدنه هواپیماهای بزرگ معمولا به شش بخش تقسیم می گردد. ساختمان بدنه از نظر سازه ای از اجزایی مانند Skin,Former,Stringers,Frame,Longeron,Bulkhead تشکیل شده است.

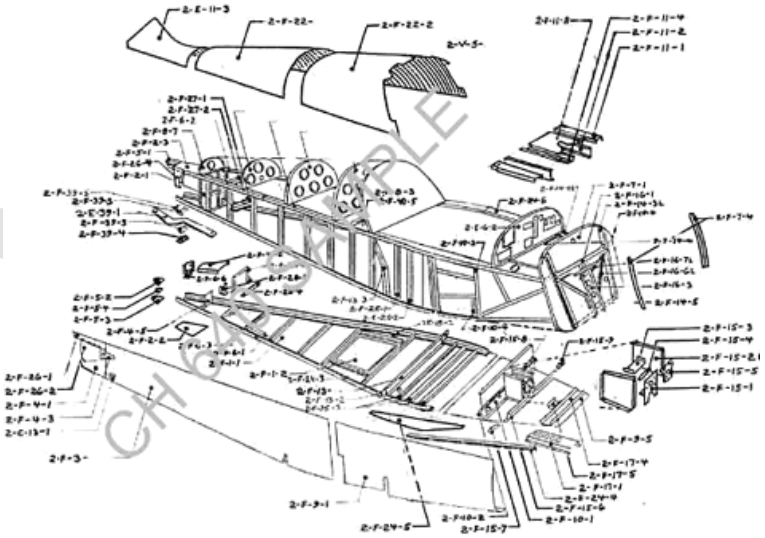
دیواره عرضی (Bulkhead)

دیواره عرضی ویا به عبارتی دیواره میانی یکی از اجزای سازه ای عمودی در بدنه هواپیما می باشد.



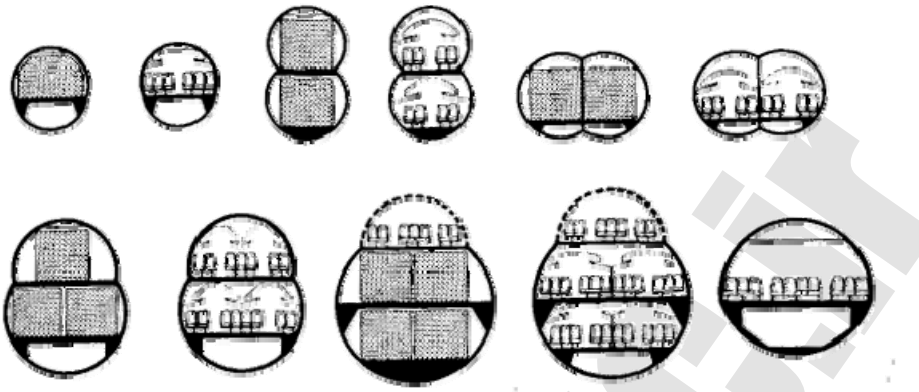
ستون های طولی بدنه هواپیما (Longeron)

ستون های اصلی در طول بدنه هواپیما نصب می شوند و استحکام خاصی در بدنه ایجاد میکنند. Langeron ها از نظر وزنی از Steringerها سنگین تر می باشند به عبارتی می توان گفت Langeronها در سازه بدنه، Bulkheadها، Formerها، Stringerها را در یکدیگر نگه می دارد.

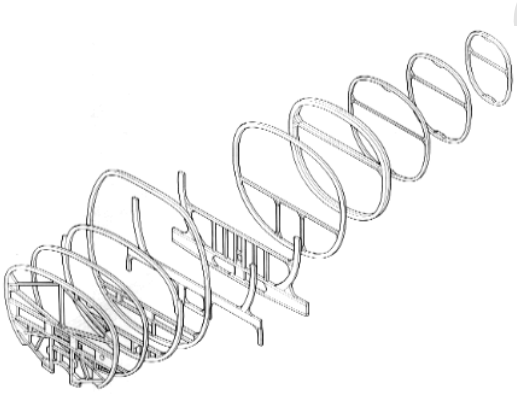


قاب، چهارچوب (Frame)

قابی که سبب شکل گرفتن بدنه هواپیما و نیز استحکام سازه می شود وپوسته بر روی آن ها نصب می گردد.



Some of the cross-sections that Douglas considered for a very large aircraft project. with a conventional cross-section to provide scale. A prime requirement was efficient accommodation of an 8'x8' container.



ستونهای فرعی (Stringer)

اجزای طولی که هم در بدنه و هم در بال به منظور ایجاد استحکام در سازه بکار برده می شود. ستونهای فرعی به سازه شکل داده و پوسته بر روی آنها نصب می گردد. Stringerها در بدنه Frameها را به یکدیگر متصل می کند. این اجزاء به مراتب سبکتر ازLongeron می باشند. ستون های طولی و ستونهای فرعی از آلیاژ آلومینیوم ساخته شده اند و از وارد آمدن تنش های درهم فشردگی، پیچشی وخمشی به بدنه جلوگیری می کنند.

سازه فرعی شکل دهنده (Frame)

سازه فرعی سبکی که برای حفظ و یا بهبود شکل خارجی هواپیما و به منظور ایجاد انحنای لازم و یا حذف زوایای تیز و لبه دار در سازه نصب می شود. Former ها صفحات گرد سوراخ داری هستند که اسکلت بدنه هواپیما از از داخل تقویت می کنند.

پوسته (Skin)

ساختمان بدنه، توسط پوسته فلزی آلومینیومی پوشش داده می شود و به نوعی در تحمل بارهای وارده به سازه اصلی نقش مهمی را ایفاء می نماید.

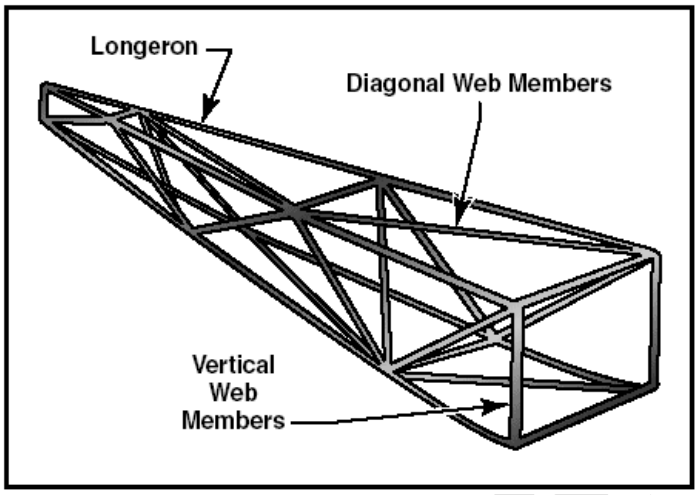
انواع سازه بدنه هواپیما (Aircraft Fuselage Structure Type)

سازه بدنه هواپیما به چهار نوع تقسیم می شود و عبارتند از :

۱- تراس Truss Type
۲- وارن تراس warren Truss Type
۳- مونوکوک Monocoque Type
۴- سیمی مونوکوک Semimonocoque

۱-بدنه تراس (Truss Type)

این نوع ساختمان که امروزه تنها از آن در هواپیماهای کوچک استفاده می شود بنای اصلی ساختمان بوده و در گذشته اکثر هواپیماها دارای این نوع ساختمان بدنه بوده اند. اکثر قسمت های این بدنه معمولا فلزی است ولی در مدلهای قدیمی و در بعضی از قسمتهای آن از چوب نیز استفاده شده است. به طور کلی این نوع بدنه دارای چهار پایه اصلی Longeron است که بوسیله چند Strut و میله های فلزی Rods به یکدیگر متصل شده اند. انتهای بدنه به تیرکی ختم می گردد که Sternpost نامیده می شود. چون این نوع ساختمان مکعبی شکل است باید به آن شکل آیرودینامیکی بهتری داده شود بنابراین در بالای آن تیرک هایی تحت عنوان Fairing نصب نموده و روی آن را با پارچه های مخصوص پوشش می دهند. قسمت هایی از بدنه که باید فشارهای بیشتری را تحمل نماید مانند محل اتصال بال به بدنه و چرخ ها به بدنه قوی تر و با استحکام بیشتری ساخته شده اند که از انواع آن می توان به نوع Warren Truss اشاره نمود.

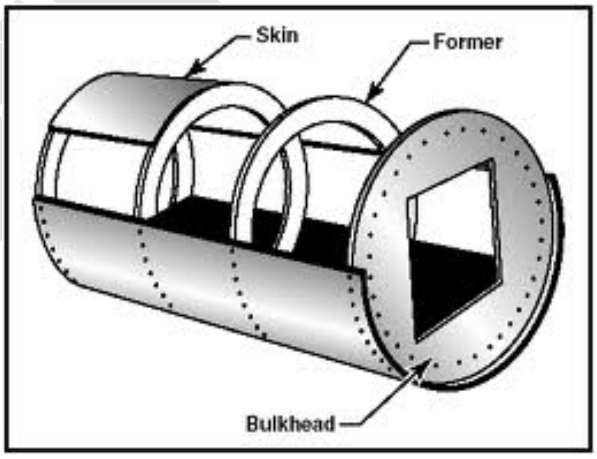


۲-بدنه وارن تراس (Warren Truss)

بهترین نوع تراس که در هواپیما مورد استفاده زیادی دارد نوع وارن تراس می باشد که کلیه اجزای آن به صورت مثلثی به یکدیگر متصل شده اند و فقط در معرض نیروی کششی و فشاری قرار می گیرند و نیروی خمش بر آن اثر ندارد. وارن تراس منحصرا در ساختمان بدنه هواپیماهای کوچک و سبک بکار می رود.

۳-بدنه مونوکوک

مونوکوک در حقیقت مانند یک پوسته هواپیما را در بر می گیرد و از آلومینیوم و آلیاژهای آن ساخته شده است و این نوع بدنه بدون تقویت اجزای آن، نیروهای وارده را تحمل می نماید. بطور کلی این نوع بدنه از لحاظ وزنی بسیار سنگین می باشد وامروزه از این نوع بدنه استفاده نمی گردد.



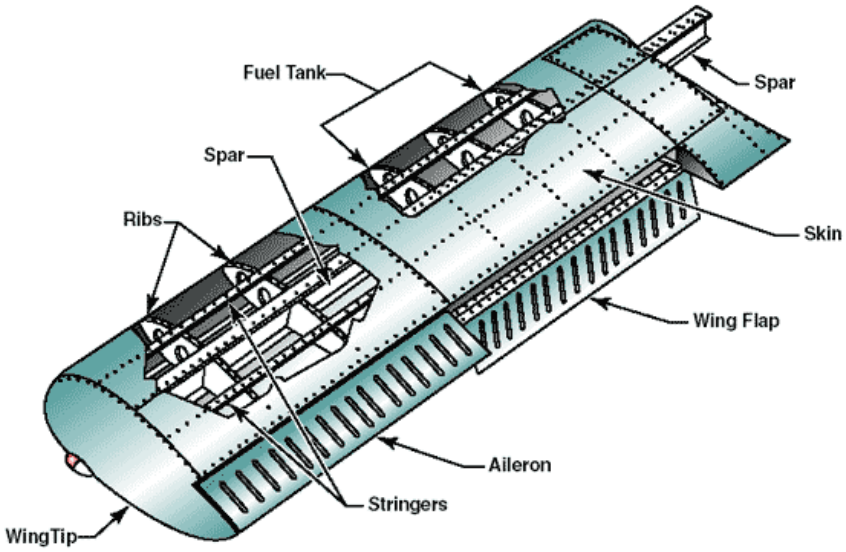
۴-بدنه سیمی مونوکوک (Semimonocoque)

اکثر هواپیماهای مدرن امروزی دارای این نوع ساختمان بدنه می باشند. این نوع سازه از محفظه توخالی با پوشش فلزی ساخته شده است که در داخل آن Former بیضی شکل، دایره ای و یا چهارگوش بکار رفته است که بوسیله دیواره های عرضی Bulkheadها به یکدیگر متصل و تقویت شده اند و در واقع قسمت های اصلی اسکلت فلزی بدنه شکل می گیرد. یکی از مزایای سازه فوق نسبت به سایر سازه ها وجود Bulkhead، Frame، Stringer و Longeron در ساختمان آن هاست که برای تقویت بدنه بکار رفته و مقاومت مصالح آن را زیاد نموده است بنابراین استحکام بدنه تقویت شده و ساختمان اصلی خود را حفظ می کند و فشارهای آیرودینامیکی در این نوع سازه بطور متناسب و یکنواخت تقسیم می گردد و با توجه به شرایط فوق در برابر فشارهای پیچشی نیز بسیار مقاوم می باشد. در این نوع سازه بخشی از بار توسط ترکیبی از Frame و Stringer و بخشی دیگر توسط پوسته تحمل می شود. با توجه به استحکام این نوع سازه اکثر هواپیماهای مدرن روز، همچنین نسل شکاری از سازه Semimonocoque برخوردار می باشند.

بال هواپیما (Aircraft Wing)

بال هواپیما به منظور تولید نیروی برا Lift دارای مقطعی دوکی شکل است که به آن Rib یا Airfoil می گویند. بال ها علاوه بر اینکه وزن هواپیما را در پرواز تحمل می کنند نیروی بالا برنده Lifting Force هواپیما را نیز تامین می نمایند. بال ها به بدنه هواپیما متصل شده و محل اتصال را Wing Root می نامند. ساختمان بال از نظر سازه ای از اجزایی مانندSpar، Rib، Stringer، Skin و Stiffener تشکیل شده است. بال در بعضی از هواپیماها به کمک نگهدارندهWing Strut به بدنه متصل می گردد و در شرایطی که بال بدون نیاز به نگهدارنده و وایرهای خاررجی به بدنه متصل گردد از نوع Cantilever Wing است. به طور کلی به اجزاء ساختمانی مثل یک تیرک، که تنها دریک نقطه به صورت صلب به تکیه گاهی متصل شده و فاقد هرگونه نگهدارنده ای باشد Cantilever گفته می شود.

WWW.ASFO.ir



تیرک های طولی بال(Spar)

تیرک محکم و با استحکامی است که در طول بال کشیده شده است تصویر شماره(۲) و در واقع دنده های عرضی، Rib ها را به یکدیگر متصل می نماید. به نوعی می توان گفت، Spar کل وزن هواپیما را در حین پرواز تحمل می نماید. ساختمان هر بال ممکن است از یک یا چند تیرک مستقل تشکیل گردد، در این شرایط هر دو تیرک می توانند یک ساختار مستقل و قوی بنام Box Spar تشکیل دهند که در این حالت اجزاء سازه ای فرعی لبه حمله و لبه فرار بال به آن متصل می شوند. بال بعضی از هواپیماها دارای یک Spar می باشد که اصطلاحا Monospar و در بعضی از هواپیماها که بال آن ها دارای چند Spar است اصطلاحا Multi Spar نامیده می شوند.

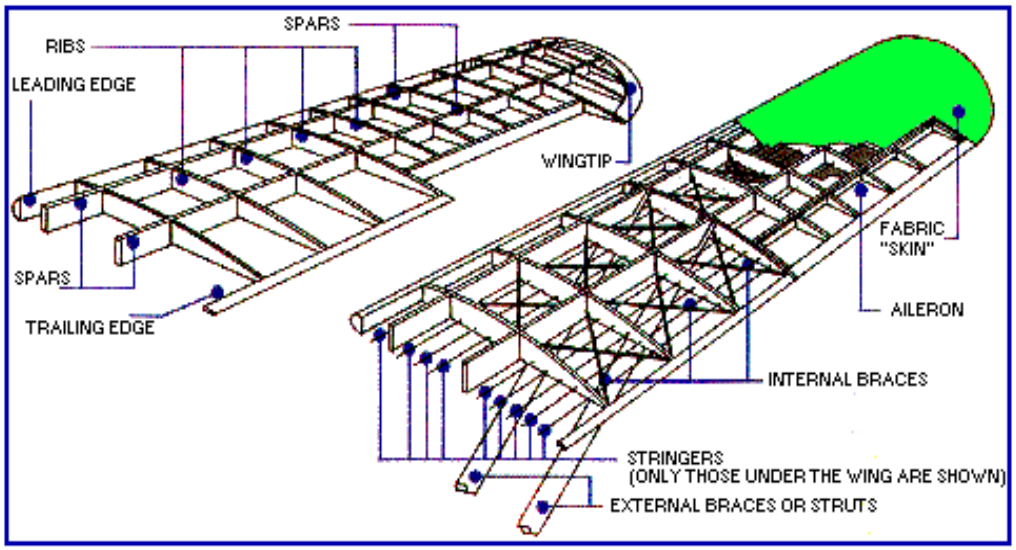


Figure 1-5 Wood-and-fabric-type wing structure

تیغه یا دنده های عرضی (Rib)

اجزاء سازه ای اصلی در یک بال که ایرفویل نیز خوانده می شوند و به تعداد در امتداد خط وتر قرار می گیرند. دنده های عرضی بین لبه حمله بال و لبه فرار بال کشیده شده اند و در واقع باعث ایجاد شکل دوکی برای مقطع بال می شود و در نهایت توسط پوسته، Skin پوشش داده می شوند.

اجزاء طولی تقویت کننده (Stringer)

اجزاء طولی تقویت کننده در بدنه، بال و سطوح مجموعه دم که به سازه شکل داده و پوسته روی آن نصب می شود. این اجزاء در بدنه قاب ها، Frameها و در بال دنده های عرضی Ribها را به یکدیگر متصل می کنند.

اجزاء تقویت کننده و استحکام بخش (Stiffener)

اجزاء سازه ای تقویت کننده ای که به منظور تحمل نیروهای عمود بر سطح به سازه متصل می شوند.

امتداد یافتن لبه حمله بال در محل اتصال بال به بدنه (Leading Edge Extension)

معمولا در طراحی و ساخت بال بعضی از هواپیماها، لبه حمله بال در محل اتصال بال به بدنه امتداد داده می شود، که اصطلاحا Leading Edge Extension و یا به اختصارLEX نامیده می شود. این لبه حمله امتداد یافته به منظور افزایش و پشتیبانی نیروی Lift بال در زوایای حمله بالا و همچنین برای تعدیل جریان هوای متلاطم ایجاد شده در سطوح فوقانی بالها و به عبارتی برای به تاخیر انداختن وضعیت واماندگی Stall در نظر گرفته شده اند. برای مثال جنگنده F-18 و هواپیمای تجسسی SR-71 از جمله هواپیماهایی هستند که دارای لبه حمله امتداد یافته در محل اتصال بال به بدنه می باشند.

بالهای هواپیما به طور کلی دارای دو نوع ساختمان می باشند :

۱- بال با پوشش پارچه ای - Wood & Cloth Wing

۲- بال با پوشش فلزی - Stress Skin Wing

بال پوشش پارچه ای (Wood & Cloth Wing)

این نوع ساختمان بال ممکن است تماما فلزی و یا ترکیبی از چوب و فلز باشد وپوشش خارجی آن پارچه است و اجزای متشکله آن شامل Spar و Rib می باشد که به بال شکل و فرم می دهند. این نوع بال برای هواپیماهای سبک و با سرعت کم مانند هواپیمای PIPER CUB J-3 تصویر شماره(۵) بسیار مناسب می باشد. شایان ذکر است امروزه در صنعت هواپیمایی از مواد کامپوزیت بدلیل وزن کم و استحکام بسیار استقبال شده است به طوری که اکثر قسمت های هواپیماها از این نوع مواد ساخته می شوند. در سالهای اخیر کارخانه های سازنده هواپیماهای کوچک ترجیح داده اند همه قسمت های بال و بدنه را از مواد کامپوزیت بسازند.

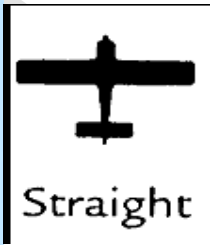
بال با پوشش فلزی (Stress Skin Wing)

از این نوع بال در اکثر هواپیماها استفاده می شود و در سازه آن ها از فلزاتی مانند فولاد، آلومینیوم و یا آلیاژ مربوطه استفاده می گردد و روکش بال ها نیز از ورق های فلزی می باشد. به عنوان مثال در سازه جنگنده اف-۱۵ حدود ۲۵,۸ درصد تیتانیوم، ۵,۵ درصد فولاد، ۳۷,۳ درصد آلومینیوم به کار رفته است و همچنین تیرک طولی بال Spar نیز در این هواپیما از تیتانیوم ساخته شده است به نوعی می توان گفت استفاده از تیتانیوم در بخش هایی از سازه مزیت هایی را به دنبال دارد چون با انتقال نیروهای حاصل از سطوح کنترل به قسمت های دیگر از هواپیما و اعمال فشار مضاعف بر بخش های دیگر سازه، ساختمان هواپیما می بایست مقاومت کافی از خود نشان دهد که استفاده از تیتانیوم این امر را امکان پذیر نموده است. پوسته بال نیز از فلزات سبک، با دوام وسخت ساخته می شود(آلیاژی از آلومینیوم) که بوسیله میخ و پرچ به تیرک های تقویت کننده بال Stringers متصل شده و استقامت بال را در مقابل نیروهای وارده بیشتر می نماید.

امروزه جهت مقاومت بیشتر بال ها از صفحاتی شبیه شبکه زنبور عسل Honey Comb که معمولا از آلیاژ آلومینیوم می باشد استفاده می گردد که این صفحات در داخل سازه بال ها قرار می گیرند و مقاومت فوق العاده زیادی را ایجاد می نماید. استفاده از Honey Comb در هواپیماهای Super Sonic به دلیل نیاز این گونه از هواپیماها به بال های مقاوم و دارای ضخامت کم بسیار حائز اهمیت می باشد.

بالهای مستطیل شکل (Rectangular Wing)

به بال هایی گفته می شود که شکل آنها به صورت مستطیل باشد، به عبارت بهتر اندازه طول وتر بال در تمام قسمت های بال یکسان باشد، این نوع بال مخصوص هواپیماهای سبک و کم سرعت است و از نظر ساختمانی بسیار ساده و هزینه ساخت آن کمتر از بالهای دیگر است.



زاویه انحراف بال Sweepback / Sweepforward

تمایل قابل ملاحظه بالها به طرف عقب از ریشه تا نوک، به طوری که لبه حمله بال به صورت مایل با باد نسبی برخورد نماید زاویه انحراف متمایل به عقب بال Sweepback نامیده می شود. بال اکثر هواپیماهای امروزی متمایل به عقب طراحی شده است و به عبارتی دارای زاویه انحراف رو به عقب می باشد. هدف اصلی این نوع طراحی کاهش نیروی پسا در سرعتهای بالا می باشد. به نوعی می توان گفت بالی که دارای زاویه انحراف رو به عقب است در سرعت های زیاد نیروی پسای کمتری تولید می کند و از طرفی این نوع بال ها بر روی پایداری هواپیما نیز تاثیر مثبت دارند. زاویه انحراف بالها به سمت عقب به وضوح در هواپیماهای مسافربری مشهود است و بر طبق اصول آیرودینامیکی این نوع بالها، هواپیما را پس از برخورد با جریان متلاطم هوا، مجددا به حالت پایدار اولیه خود بر می گرداند و این در حالیست که در هواپیمای آزمایشی X-29 که دارای زاویه انحراف بال به سمت جلو Sweepforward می باشد پایداری، بسیار کم است البته به اعتقاد طراحان جنبه مثبت انحراف بال ها به سمت جلو، افزایش قابلیت مانور پذیری در این نوع از هواپیماها می باشد.

بالهای دلتا Delta Wing

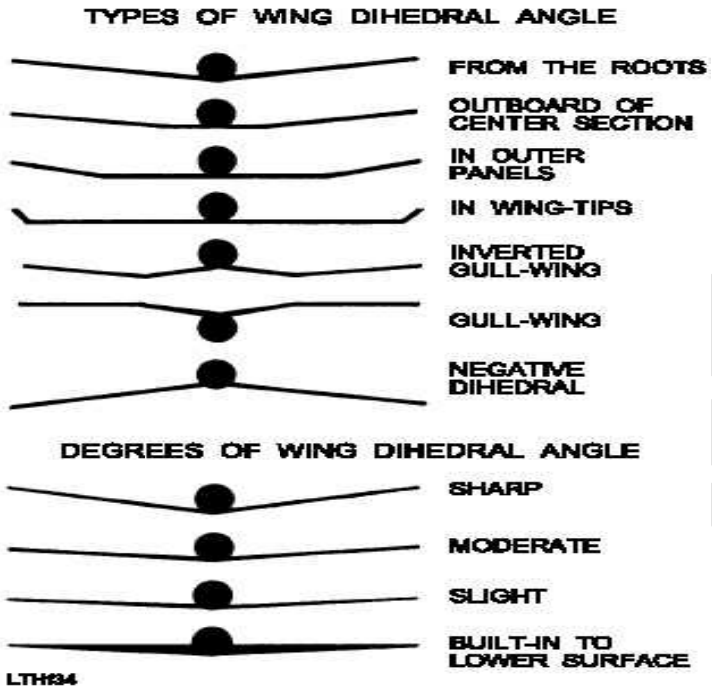
همان گونه که در قسمت زاویه انحراف بال اشاره گردید در شرایطی که لبه حمله بال ها عمود بر بدنه نباشد، زاویه ای با آن تشکیل می دهد که به آن، زاویه عقب رفتگی بال Sweepback می گویند. به طور کلی اگر زاویه عقب رفتگی بال حدود ۴۵ درجه و یا بیشتر باشد، آن را Delta Wing می نامند. هواپیماهایی که دارای این نوع بال می باشند سطوح فرامین Aileron و Flap آن ها به صورت ترکیبی عمل نموده و اصطلاحا این نوع از سطوح ترکیبی Flaperon خوانده می شود.

سراشیبی مثبت و منفی در بال (Dihedral & Anhedral)

معمولا بالهای هواپیما را طوری طراحی می کنند که پس از نصب و در شرایطی که هواپیما در حالت افقی قرار دارد محور طولی هر بال با سطح افق زاویه ای تشکیل می دهد به طوری که بال از نوک به طرف ریشه و با برعکس دارای سراشیبی خواهد بود.

در این حالت اگر نوک بال بالاتر از ریشه بال باشد آنرا سراشیبی مثبت یا Dihedral و اگر سر بال ها پایین تر از ریشه بال ها باشد آن را سراشیبی منفی یا Anhedral می نامند. همچنین این حالت در مورد سکان های افقی دم نیز صدق می نماید.

نقش اصلی سراشیبی یا به عبارتی هفتی بال تامین پایداری عرضی هواپیما است. هرگاه هواپیما ناخواسته حول محور طولی بچرخد و در معرض جریان سمتی Slide Slip قرار گیرد بالی که پایین تر قرار گرفته است به دلیل مکانیزم هفتی بال Lift بیشتری نسبت به بالی که بالاتر قرار گرفته تولید می کند و به همین دلیل هواپیما دوباره به حالت اولیه (افقی) بر می گردد به نوعی می توان گفت در هواپیماهای بال بالا High Wing به لحاظ قرارگرفتن بال بر روی بدنه هواپیما، شرایط پایداری بسیار افزایش می یابد و این در حالیست که در هواپیماهای دارای بال پایین Low Wing به لحاظ قرارگرفتن بال در زیر بدنه شرایط پایداری نسبت به بال بالا کمتر است. درمقابل هواپیماهایی مانندIl-76، C-5،An-225 دارای سراشیبی منفی در بال هستند تا از میزان پایداری آنها تا حدی کاسته شود.



بال با سطح مقطع متغیر (Taper Wing)

بال های با سطح مقطع متغیر به سه دسته و بشرح زیر تقسیم بندی می شوند:

الف- بالهای با وتر متغیر (Taper In Planform)

اندازه وتر مقطع این بالها در تمام طول بال یکسان نیست و معمولا هر قدر به نوک بال نزدیکتر شویم از طول وتر کاسته می شود ولی ضخامت آن بجز قسمت نوک بال ثابت می باشد.

ب- بالهای با ضخامت متغیر(Taper In Thickness)

طول وتر در این نوع از بالها ثابت بوده ولی هر اندازه به نوک بال نزدیکتر شویم از ضخامت بال کاسته می شود و به همین جهت آن ها را بال های با ضخامت متغیر می نامند.

ج- بالهای با ضخامت و طول وتر متغیر (Taper In planform and Thickess)

این نوع بالها ویژگی هر دو نوع بال الف و ب ذکر شده را دارا می باشد بطوریکه هر اندازه به نوک بال نزدیک می شویم هم از طول وتر و هم از ضخامت آن کاسته می شود.

شکل نوک بال هواپیما (Wing Tip Shape)

به منظور کاهش نیروی پسا، Drag و ایجاد شرایط مناسب برای جدایش جریان ایجاد شده در طول بال معمولا در طراحی نوک بال از دو شیوه ساده استفاده می گردد :

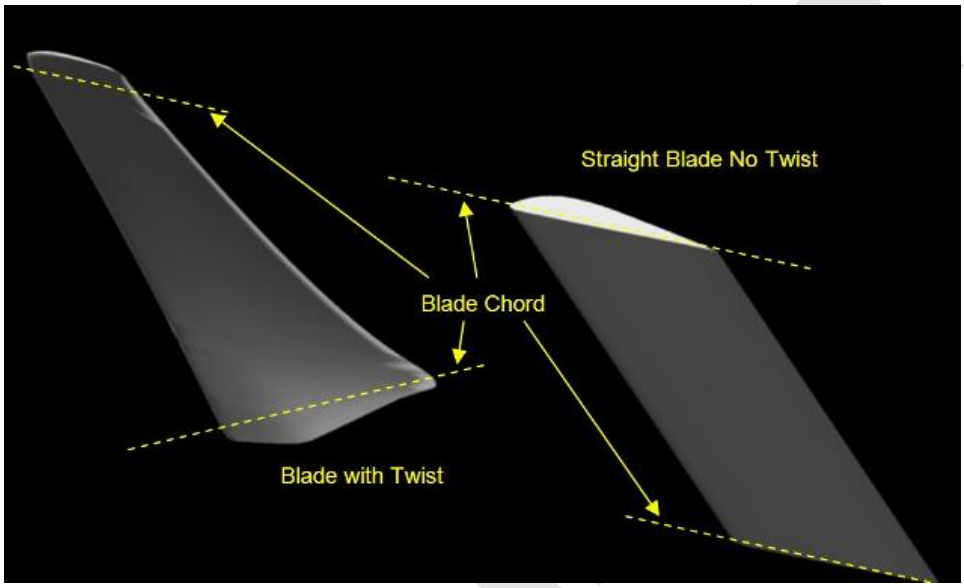
۱- نوک بال بریده شده Straight Cut Tip

۲- نوک بال خمیده شده به سمت بالا و یا پایین Bent Tip

پیچش بال (Wing Twist)

اگر از نمای پهلو به مقطع ریشه تا نوک بال یک هواپیما، به عنوان مثال Airbus A380 نگاه کنیم، می بینیم که بال از طرف ریشه به سمت نوک بال دارای پیچش و یا به عبارتی تابیده شده است. این پیچش

در بال به منظور جلوگیری از واماندگی نوک بال قبل از ریشه در نظر گرفته شده است. به عبارتی می توان گفت اگر زاویه نصب ریشه بال با زاویه نصب نوک بال متفاوت باشد، بال دارای Twist است. بنابراین در شرایطی که زاویه نصب بال از ریشه بطرف نوک بال افزایش یابد، پیچش مثبت بال یا Wash Inو برعکس در شرایطی که زاویه نصب بال از ریشه به طرف نوک بال کاهش یابد پیچش منفی بال یاWash Out خوانده می شود.



برای مثال در تصویر زیر بال جنگنده f 22 را مشاهده می کنید که پیچش در آن کاملا مشخص است:

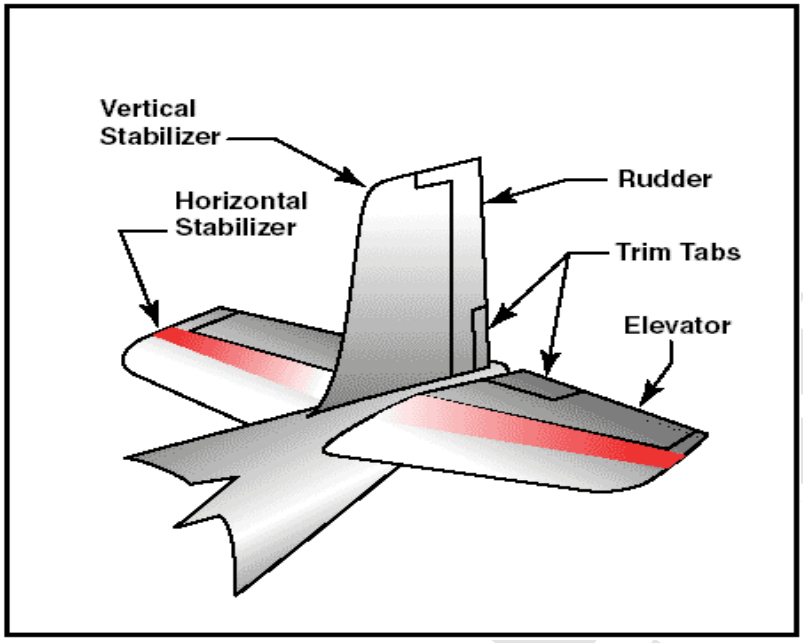
بالک(Winglet)

در سالهای اخیر و در طراحی جدید هواپیماها، در نوک بال به منظور ممانعت از انتقال جریان فشار از زیر سطح بال، بر روی بال و به عبارتی دیگر به منظور کاهش جریانات حلقوی ایجاد شده در نوک بالها از بالک استفاده می گردد. بالک ها معمولا بر روی نوک بالها نصب می گردند و به سمت بالا و در وضعیت عمودی نسبت به بال قرار می گیرند، طراحان هواپیما معتقدند راندمان بالی که مجهز به بالک است با اضافه شدن طول آن افزایش می یابد و در نتیجه بال قادر خواهد بود تا انتهای نوک خود نیروی برا تولید نماید. امروزه در بسیاری از جت های تجاری جدید از Winglet استفاده شده است.

مجموعه دم هواپیما (Empennage)

سطوح ثابت دم هواپیما که شامل سکانهای ثابت افقی و عمودی می باشدStabilizer نامیده می شود. این سطوح، هواپیما را در پرواز، حول محور عرضی و عمودی متعادل نگه می دارند. یکی از وظایف سکان عمودی خنثی نمودن گشتاور، حاصل از موتور و ملخ هواپیما می باشد که اثرات منفی حرکت پیچشی ایجاد شده، تا حد امکان به کمک این سکان کاهش می یابد.

در بعضی از هواپیماهای شکاری مانند اف-۱۴ سکانهای افقی ثابت طراحی نشده است به عبارتی سکان های افقی این هواپیما تماما متحرک می باشد. در شکاری اف-۱۴ از سکان افقی، هم در جهت حرکت حول محور عرضی و هم حول محور طولی استفاده می گردد که به این نوع از سطوح کنترل Elevon می گویند، از طرفی در بسیاری از هواپیماها نیز، سکان افقی از دو سطح ثابت Horizontal Stabilizerو سکان افقی متحرکElevator ساخته شده است.



به طور کلی مجموعه دم به شکل های مختلفی طراحی و ساخته می شود که در اینجا به ذکر چندین نوع از متداول ترین آنها می پردازیم :

۱- **دم معمولی Normal Tail** : در هواپیماهایی مانند ایرباس300 A و Boeing 747، ایرباس A380 از این نوع مجموعه دم استفاده است.

۲- **دم T شکل T- Tail** : این نوع مجموعه دم در هواپیماهایی مانندBoeing 727، Fokker 100 استفاده شده است.

۳- **دم صلیبی شکل Cruciform Tail** : در هواپیماهایی مانند جت فالکون Falcon 20 از این نوع مجموعه دم استفاده شده است.

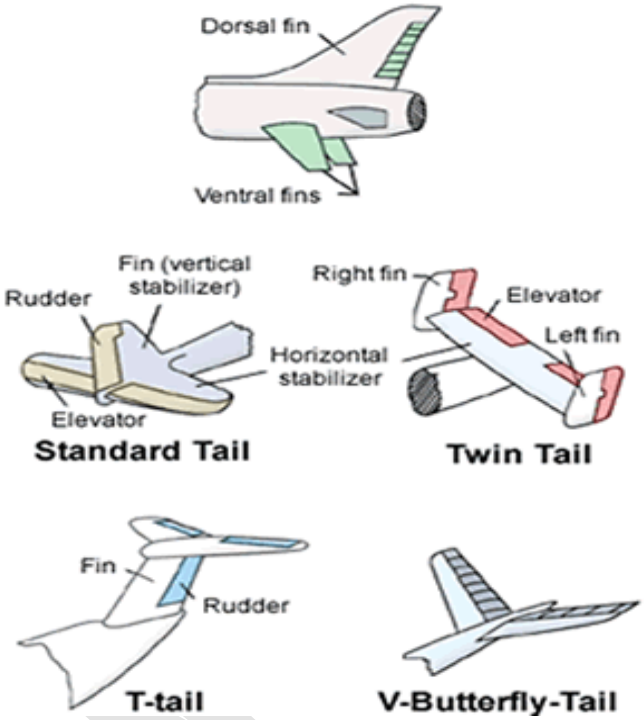
۴- **دم H شکلH-Tail** : هواپیماهای تهاجمی A-10 Thunderbolt برخوردار از این نوع مجموعه دم می باشد.

۵- **دم V شکل V-Tail** : هواپیمای Fouga CM - 170 مجهز به این نوع از مجموعه دم می باشد.

۶- **دم Y شکل معکوس Inverted Y- Tail** : مکانیزم کنترل این نوع از مجموعه دم ساده تر از مجموعه دم V-Tail است، جنگنده معروفF-4 Phantom دارای این نوع از مجموعه دم می باشد.

۷- **دم دوگانه Twin Tail** : این نوع از مجموعه دم دارای دو سکان عمودی می باشد، در جنگنده های مدرن مانند F-18 و Mig -29 و F-35 از این نوع مجموعه استفاده شده است.

۸-دم متصل به بال توسط سازه لوله ای و بلند Boom Mounted Tail : این نوع از مجموعه دم معمولا به کمک دو سازه لوله ای شکل بلند به بال متصل می شود و در هواپیماهایی استفاده می گردد که موتورهای آنها اغلب در نزدیکی مرکز ثقل هواپیما نصب می گردند، هواپیمای O-2 معروف به



Cessna Skymasterمجهز به این نوع مجموعه دم می باشد.

تلفیق سکان های عمودی و افقی(Ruddervator)

همانگونه که اشاره گردید این نوع مجموعه دم به لحاظ شکل ظاهری آن به V-Tail معروف است و از نظر فرامین پروازی نیز به جهت نداشتن سکان عمودی و سکان افقی مستقل، دارای Elevator وRudder مستقل نیز نمی باشد. در این نوع دم به دلیل تلفیق سکان های عمودی و افقی در یکدیگر و ایجاد مجموعه دم جدید V شکل فرامین مستقل نیز نخواهیم داشت و سطح متحرک کنترل پرواز جدید که در واقع مخلوطی از فرامین قبلی می باشد Ruddervator خوانده می شود. هدف اصلی طراحان از طراحی این نوع دم کم کردن مساحت مجموعه دم است. در این طرح، نیروهای عمودی و افقی دم، مولفه های نیروهای وارده به سطوح Vبوده و لذا دم V شکل، هم نقش دم عمودی و هم نقش دم افقی را ایفا می کند، به این دلیل مساحت دم Vشکل کمتر از دم معمولی است البته با توجه به

اینکه مبنای کنترل و پایداری سطح بیشتر می باشد. بنابراین می توان گفت طرح V شکل تا حدودی در تضاد با کنترل و پایداری بوده و ضمنا پیچیدگی سامانه کنترل مجموعه دم ها را نیز به دنبال خواهد داشت.

دم افقی نصب شده در جلوی بال (Canard)

بعضی هواپیماها، مانند Eurofighter که از نوع Delta Win بوده مجهز به سطوح کنترل پرواز، بنامCanard می باشند. Canard در مقایسه با مجموعه دم معمولی، به نوعی نقش سکان افقی را دراین نوع از هواپیماها ایفاء می کند و کنترل کننده هواپیما، حول محور عرضی می باشد. Canard از نظر آیرودینامیکی به لحاظ قرار داشتن در قسمت جلوی بال از وامانده شدن عمیق هواپیما ممانعت نموده و دارای عملکرد پروازی بسیار مناسبی می باشد.

وسایل افزایش برا (Lift & Drag Augmentation Devices) :

۱- بالچه (فلاپ) Flap ۲- پیشبال Slat ۳- وسایل کنترل جریان هوای روی سطح بال ها Boundary Layer Control

بالچه (Flap)

فلاپ ها را می توان امروزه بر روی بال اکثر هواپیماها مشاهده نمود. اثر افزودن فلاپ به لبه فرار بال معادل افزایش Camber بال است. بعضی از فلاپ ها نیز طول وتر بال را افزایش می دهند، این امر باعث افزایش مساحت بال و در نتیجه باعث کاهش زاویه حمله مورد نیاز برای تولید نیروی برا می شود. باز نمودن فلاپ ها تا حدود ۲۰ درجه، در سرعت های پایین باعث افزایش نیروی برا، بدون افزایش زیاد نیروی پسا می شود. بسیاری از هواپیماها فلاپ هایشان را حدود ۱۰تا۲۰ درجه به منظور کاهش طول باند خزش، پایین می آورند. وقتی فلاپها بیش از ۲۰ درجه پایین می آیند، پسا بسرعت افزایش می یابد، به طوری که با افزایش کم و یا هیچ گونه تغییری در نیروی برا همراه است. افزایش نیروی پسا باعث افزایش نرخ کاهش ارتفاع می شود که در حین تقرب برای فرود مناسب است. فلاپ ها را ابزار کنترل ثانویه Secondary Control Device و یا ابزار افزایش برا High Lift Device می گویند. همانطوریکه اشاره گردید باتوجه به شرایط پروازی، نقش فلاپ هم افزایش نیروی برا و هم افزایش نیروی پسا می باشد و این نقش عمدتا در شرایط نشست و برخاست بیشتر قابل توجه خواهد بود. از تاثیرات عمده فلاپ بر روی بال می توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱- افزایش ضریب نیروی برا در بال

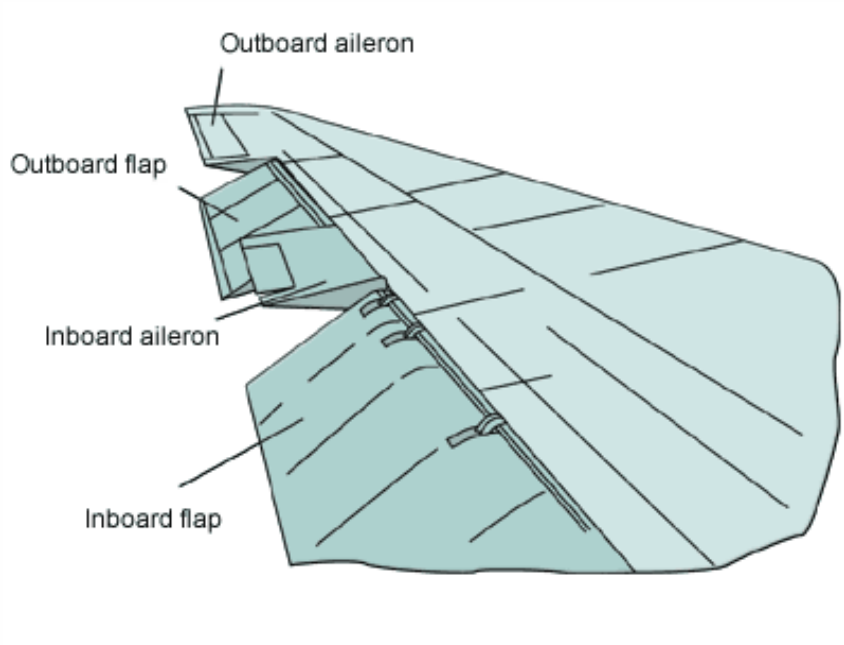
۲- کاهش زاویه واماندگی بال

۳- کاهش سرعت واماندگی

به طور کلی فلاپ ها در دو موقعیت نصب می شوند :

۱- فلاپ های نصب شده بر روی لبه حمله بال Leading Edge Flaps & Slat

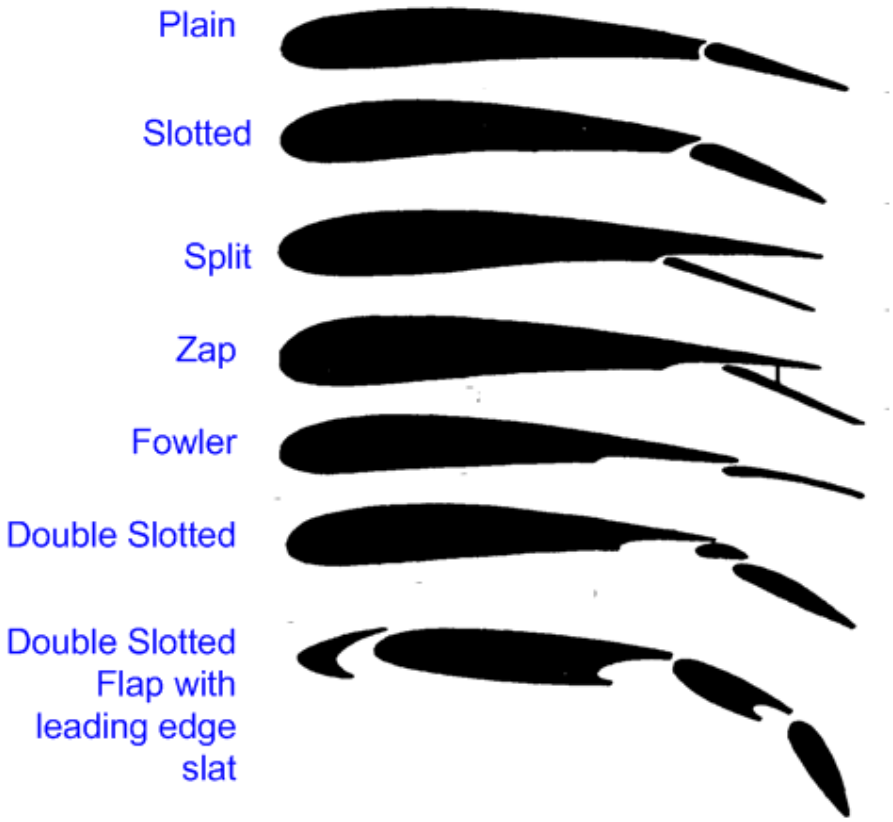
۲- فلاپ های نصب شده بر روی لبه فرار بال Trailing Edge Flaps



همانگونه که اشاره شد فلاپ باعث افزایش نیروی برا می گردد، بنابراین با زیاد شدن این نیرو خلبان می تواند سرعتش را کاهش دهد و با کم شدن سرعت، هواپیما برای فرود به باند کوتاهتری نیاز خواهد داشت.

انواع فلاپ لبه فرار (Trailing Edge Flaps)

۱- فلاپ ساده Plain Flap , Simple Flap , Hinged Flap
۲- فلاپ جداشونده یا شکسته Split Flap
۳- فلاپ زپ Zap Flap
۴- فلاپ فاولر Fowler
۵- فلاپ شکافدار Slotted Flap



۱- فلاپ ساده (Plain Flap)

این نوع فلاپ قسمتی از لبه فرار را تشکیل می دهد که به بال لولا شده است و می تواند به شکل ساده سمت پایین حرکت نماید. در زاویه حمله کم فلاپ ساده دارای بهره خوبی است ولی در زاویه های

حمله زیاد بعلت ایجاد یک منطقه نامنظم و گردابه ای که در سطح فوقانی فلاپ تولید می شود ایجاد پسای زیادی می نماید که باعث کاهش بهره آیرودینامیکی می گردد.

۲- فلاپ جداشونده (شکسته) Split Flap

این نوع فلاپ قسمتی از لبه فرار را تشکیل می دهد و ضمن پایین آمدن هیچگونه حرکتی و یا به عبارتی جابجایی به سمت عقب ندارد. این نوع فلاپ در دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ معرفی شد و یکی از انواع فلاپ هایی بود که بر روی هواپیماهای ساخته شده نصب می شد. از این نوع فلاپ بر روی هواپیماهای DC-3 معروف به داکوتا و در حال حاضر بر روی هواپیمای PC-7 استفاده شده است.

۳- فلاپ زپ (Zap Flap)

این نوع فلاپ مانند نوع Split Flap می باشد با این تفاوت که ضمن پایین آمدن کمی هم به سمت عقب نیز حرکت کرده و مقداری سطح بال را افزایش می دهد و بنابراین بازخورد این عمل افزایش نیروی برا خواهد بود. ولی با این حال این نوع فلاپ نیز مانند فلاپ های نوع قبل تولید جریان نامنظم در سطح فوقانی آن می نماید که پسای هواپیما را افزایش می دهد.

۴- فلاپ فاولر(Fowler Flap)

این نوع فلاپ هم مانند Split Flap می باشد با این تفاوت که ضمن پایین آمدن به شکل قابل ملاحظه ای به سمت عقب حرکت می کند و سطح بال را افزایش می دهد، همچنین شکافی بین لبه حمله فلاچ و سطح زیر بال بوجود می آید که باعث از بین رفتن جریانهای نامنظم هوای سطح فوقانی فلاپ وسطح زیر بال بوجود می آید که باعث از بین رفتن جریان های نامنظم هوای سطح فوقانی فلاپ می شود زیرا جریان هوا با سرعت از داخل شکاف عبور نموده و جریان هوای نامنظم را با خود می برد.

۵- فلاپ شکافدار (Slotted Flap)

این نوع فلاپ قسمتی از لبه فرار بال را تشکیل می دهد و با فرمانی که از داخل کابین داده می شود به سمت عقب و پایین حرکت کرده و ضمن ایجاد یک تا چند شکاف برای ورود هوا، از جدایش جریان هوای روی فلاپ ممانعت می کن و همچنین انحنای بال را نیز در قسمت لبه فرار افزایش می دهد. این نوع فلاپ عمدتا در هواپیماهای جت چند موتوره استفاده می گردد. در فلاپ های شکافدار، شکاف های قابل ملاحظه ای بین بال و فلاپ، مقداری از جریان هوا با انرژی زیاد را از زیر بال به روی فلاپ می آورد، بنابراین این مولکول های هوا برای زمان بیشتری به سطح فلاپ می چسبند و باعث کاهش نیروی پسا ونهایتا از واماندگی جلوگیری می نمایند. به این ترتیب می توان

گفت فلاپ های دارای دو شکاف و یا سه شکاف در این امر نقش مهمی را ایفاء می کنند. شایان ذکر است از فلاپ های دارای سه شکاف Triple Slottedدر هواپیماهای بوئینگ۷۴۷ استفاده شده است.

این نوع فلاپ دارای سه قسمت می باشد :

۱- Fore Flap
۲- Mid Flap
۳- Aft Flap

ب- سامانه های افزایش پسا (Drag Augmentation Devices)

در بعضی از شرایط لازم خواهد بود که برای کم کردن سرعت هواپیما و یا جلوگیری از ازدیاد آن به مقدار پسای هواپیما افزوده شود، بعنوان مثال جهت متوقف کردن هواپیما روی سطح بان، ترمز چرخ ها در اثر زیاد بودن سرعت و وزن هواپیما قادر به توقف هواپیما در طول باند نمی باشد، در چنین شرایطی باید از وسیله ای که بتواند سرعت هواپیما را کم و آنرا در فاصله کوتاهی از باند متوقف نماید استفاده شود، که این وسایل مخصوص افزایش پسا بشرح زیر می باشند :

۱- سرعت شکن (Speed Brake)
۲- کاهنده های برا (Spoilers)
۳- کاهنده های برا از نوع ثابت (Fixed Spoiler / Stall Strip)
۴- چتر ترمز (Drag Parachute)
۵- معکوس کردن نیروی کشش موتور (Reverse Thrust)
۶- معکوس کردن زاویه گام ملخ (Reverse Pitch)

۱- سرعت شکن (Speed Brake)

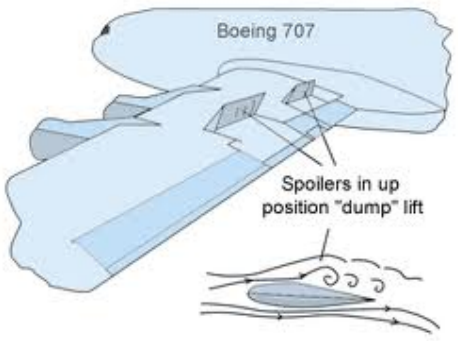
درقسمتهای مختلف هواپیما از قبیل لبه حمله بال، لبه فرار بال، طرفین و یا زیر بدنه، سطوح متحرکی تعبیه شده اند که معمولا به وسیله نیروی هیدرولیک باز و بسته می شوند چنانچه آن ها را باز کنند پسای زیادی ایجاد می شود و به این ترتیب می توان سرعت هواپیما را در مدت زمان کوتاهی کم کرد، از این وسیله هم در حین پرواز و هم بر روی زمین استفاده می شود. سرعت شکن به نام های مختلفی در کتاب ها درج شده است از قبیل : فلاپ های شیرجه Dive Flaps و یا ترمز شیرجه Dive Brake، ولی مصطلح ترین آن ها سرعت شکن Speed Brake نامیده می شود.

۲- کاهنده های برا Spoilers

کاهنده های برا سطوح متحری هستند که روی بال نصب می شوند و بوسیله فشار هیدرولیک باز و بسته می گردند، باز شدن این سطوح باعث نامنظم شدن جریان هوا می گردد که پسای زیادی ایجاد می نماید از این سطوح هم در حین پرواز و هم بر روی زمین استفاده می گردد. این سطوح باعث کاهش نیروی بالا برنده می شوند و به کمک لولاهای کوچکی بر روی سطوح فوقانی بال ها نصب می شوند که در صورت دریافت فرمان از داخل کابین توسط خلبان در شرایط برافراشته قرار می گیرند. اساسا از سطح مذکور برای ایجاد نیروی پسا و به عبارتی کاهش نیروی برا استفاده می گردد و در نتیجه این امر، هواپیما به آرامی ارتفاع خود را از دست می دهد. هواپیماهای گلایدر با استفاده از Spoiler در مسافت کوتاهتری از باند متوقف می شوند، به عبارتی می توان گفت با استفاده از این سطوح، هواپیما قادر است به آرامی و با ایمنی بیشتر در باند فرود آید. امروزه از Spoiler در هواپیماهای بسیار بزرگ نیز استفاده می شود به گونه ای که خلبانان به کمک Spoiler قادر خواهند بود نه تنها در موقع فرود از این سطوح به منظور کم کردن سرعت و ایجاد پسا و در نتیجه توقف سریعتر هواپیما بهره ببرند، بلکه با استفاده از این سطوح در حال پرواز نیز می توانند در جهت کنترل پیچش، حول محور طولی نیز استفاده نمایند، در این شرایط خلبان،Spoilerهای یک بال را برافراشته و Spoilerهای بال دیگر را به صورت جمع شده حفظ می نماید که در این وضعیت، حرکتRoll به وقوع می پیوندد. بنابراین در هواپیماهای بزرگ به طور همزمان از Spoilerها می توان هم در جهت ایجاد نیروی پسا و هم کاهش نیروی برا و همچنین به صورت انتخابی (در یک بال، افراشته و در بال دیگر به صورت جمع شده) به منظور حرکت حول محور طولی استفاده نمود و چون از Spoilerها اغلب به صورت ترکیبی با Aileron ها در شرایط پروازی استفاده می شود، بنابراین استفاده از سیستم خودکار در مکانیزم کنترل Spoilerها الزامی می باشد. محل قرارگرفته Spoilerها در تصویر زیر بر روی بال هواپیمای بوئینگ ۷۴۷ نشان داده شده است.

۳-کاهنده برا از نوع ثابت (Fixed Spoiler / Stall Strip)

نوار برجسته فلزیی که به قسمت لبه حمله بال معمولا نزدیک محل نصب بال به بدنه متصل می شود و در زاویه حمله نسبتا زیاد ایجاد جریان آشفته و یا به عبارتی باعث واماندگی زودرس و خفیف می گردد که این امر باعث می شود همه سطح بال در شرایط واماندگی کامل قرار نگیرد. شایان ذکر است به جهت دقت بسیار زیاد در نصب Fixed Spoiler بر روی لبه حمله بال اطاعت کامل از دستورالعمل های فنی مربوطه الزامی خواهد بود. هواپیمای PIPER PA 28-161 از جمله هواپیماهایی است که به این نوع کاهنده برا مجهز می باشد.



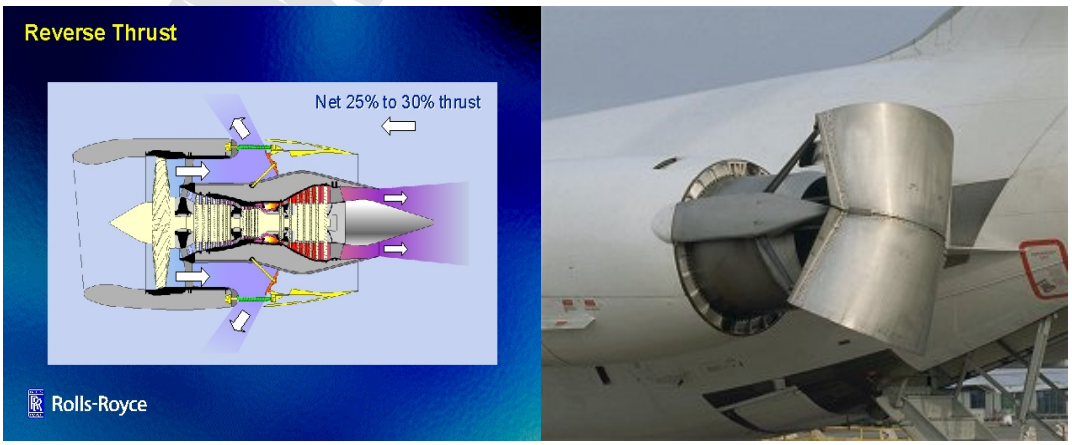
۴-چتر ترمز (Drag Parachute)

چتر ترمز در انتهای مجموعه دم هواپیما قرار دارد و پس از تماس کامل هواپیما با زمین با فرمانی که از داخل کابین داده می شود باز می شود و در فاصله ای از دم هواپیما قرار می گیرد و این عمل باعث افزایش پسای هواپیما می شود. در صورت استفاده از چتر ترمز هواپیما می تواند پس از نشستن بدون استفاده از ترمز در مسافت کوتاهی توقف نماید. معمولا از چتر ترمز در هواپیماهای شکاری استفاده می گردد.

۵-معکوس کردن نیروی رانش موتور (Reverse Thrust)

از نیروی رانش موتور در شرایط معکوس هنگام نشستن و پس از تماس کامل چرخ ها با زمین جهت تولید نیروی پسا و کمک در کم کردن سرعت هواپیماهای جت استفاده می شود. همانطوریکه می دانید خروج گازها از دهانه اگزوز موتور جت باعث تولید نیرویی می شود که عکس العمل آن باعث حرکت هواپیما به سمت جلو می شود. در این شرایط اگر جهت گازهای خروجی از موتور جت را تغییر دهیم نیروی رانشی در جهت مخالف حرکت هواپیما ایجاد می شود که باعث کم شدن سرعت جلو روندگی و متوقف شدن تدریجی و سریع هواپیما خواهد شد. بنابراین واضح است که هواپیماهای مجهز به موتور جت به واسطه داشتن توانایی حرکت در سرعت های بسیار بالا در زمان فرود با شرایط حساسی روبرو می شوند زیرا سرعت فرودی آنها در مقایسه با سرعت هواپیماهای غیرجت زیاد می باشد در موتور جت به واسطه عدم وجود ملخ نمی توان پسای قابل توجهی را انتظار داشت که در این صورت هواپیمای جت جهت فرود به باند طولانی تری احتیاج خواهد داشت.

برای حل این مشکل و متوقف نمودن هواپیما در فاصله کوتاهتری از باند همانگونه که اشاره گردید جریان گازهای خروجی در قسمت اگزوز هواپیما به کمک دریچه هایی از حرکت به سمت عقب منحرف می شود که این امر باعث افت قابل توجه سرعت هواپیما می شود. باتوجه به اینکه نصب مکانیزم فوق بر روی موتورهای جت با افزایش وزن و هزینه همراه می باشد ولی امروزه شاهد هستیم که این مکانیزم بر روی جتهای کوچک نیز نصب گردیده و باعث شده است که هواپیماهای جت بتوانند در مسیر کوتاهتریی از باند متوقف شوند، علاوه ار این امتیاز قابلیت مانور هواپیما نیز بر روی زمین بیشتر شده است. دو نوع از منحرف کننده های جهت جریان گازهای خروجی عبارتند ازBuckets Type و Clamshells Type که در تصویر زیر نشان داده شده است.



۶-معکوس کردن زاویه گام ملخ (Reverse Pitch)

در هواپیماهای ملخ دار با تغییر زاویه گام ملخ نیروی کششی درجهت مخالف حرکت هواپیما ایجاد می شود که پس از نشستن کامل هواپیما بر روی زمین در ایجاد پسای زیاد و در نتیجه کم شدن سریع سرعت هواپیما موثر می باشد. همانطوریکه می دانید ملخ هواپیما هوا را از سمت جلو می گیرد و با سرعت به سمت عقب می راند نتیجه این عمل عکس العملی است که هواپیما را به جلو حرکت می دهد. حال اگر زاویه گام ملخ را معکوس نماییم، یعنی زاویه ای به ملخ داده شود که هوا را از عقب بگیرد و با سرعت به سمت جلو حرکت دهد در این حالت عکس العملی داریم که هواپیما را به طرف عقب می راند بنابراین با معکوس کردن زاویه گام ملخ پس از نشستن می توانیم سرعت هواپیما را مقدار زیادی کاهش دهیم و هواپیما را در طول باند کوتاهتری متوقف نمود. در این خصوص، بعنوان مثال می توان به هواپیمای چهار موتوره C-130 Hercules که پیشرانه های آن از نوع توربوپراپ (جت ملخدار) می باشد اشاره نمود.

ارابه فرود هواپیما (Landing Gear)

به طور کلی ارابه فرود در هواپیما دارای چند وظیفه اساسی می باشد این وظایف به طور خلاصه عبارتند از :

۱- هواپیما را بر روی زمین در حالت پایدار نگه می دارد و مانع از تماس و صدمه دیدن بال و بدنه می شود.
۲- نقش شاسی گردان را برای هواپیما ایفاء می نماید تا هواپیما بتواند روی زمین حرکت و یا بارگیری نماید.
۳- در هنگام فرود ضربات را جذب می کند.
۴- قبل از برخاستن هواپیما از روی زمین، امکان افزایش سرعت را فراهم می نماید.

باتوجه به وظایف اشاره شده در خصوص ارابه فرود اعتقاد بر این است که این سامانه در هنگام پرواز هیچ نقشی را بر عهده ندارد و بنابراین برای کاهش تبعات منفی آن از جمله ایجاد پسا بهتر است این سامانه به نوعی در داخل بال و یا بدنه هواپیما جمع شوند. با توجه به تنوع موجود در طراحی و ساخت ارابه های فرود و تعداد چرخهای نصب شده و حتی چیدمان متنوع چرخ ها همانگونه که در تصویر زیر نشان داده شده است، بطور کلی ارابه های فرود به شش نوع تقسیم بندی می شوند :

۱- یک چرخ اصلی و یک چرخ کوچک Single Main
۲- چرخ دم Tail Gear

۳- چهار چرخ Quadricycle

۴- دو چرخ اصلی و دو چرخ کوچکBicycle

۵- سه چرخ (چرخ زیر دماغه هواپیما) Nose Glear – Tricycle

۶- چند چرخه Multi – Bogie

۱- یک چرخ اصلی و یک چرخ کوچک Single Main

از این نوع ارابه فرود به دلیل سادگی دربسیاری از هواپیماهای گلایدر استفاده می شود. چرخ اصلی هم می تواند جلوتر از مرکز ثقل و یا حتی عقب تر از آن قرار گیرد که در این صورت باید درقسمت زیر بدنه و جلوی مرکز ثقل یک Skid قرار گیرد.

۲- ارابه فرود چرخ دم (Tail Gear)

این نوع ارابه فرود دارای ۲ چرخ اصلی در جلوی مرکز ثقل و یک چرخ کمکی در زیر محموعه دم است. از آنجا که چرخ عقب بسیار کوچکتر از چرخ های جلو است گاهی به جای آن یک Skid نصب می کنند در این صورت به آن Tail Dragger می گویند.

این نوع ارابه فرود قبلا به عنوان ارابه فرود معمولی Conventional نامیده می شد چرا که در ۴۰ سال اول هوانوردی به صورت گسترده از آن استفاده می شد این نوع ارابه فرود دارای وزن وپسای کمتری بوده وبه ملخ از زمین فاصله بیشتری می دهد. همچنین این نوع ارابه فرود در زمینهای ناهموار باعث می شود تا بال نیروی Lift بیشتری در مقایسه با نوع سه چرخ تولید نماید. با این وجود این نوع ارابه فرود ناپایدار است. اگر هواپیما روی زمین شروع به دور زدن نماید، به دلیل اینکه مرکز ثقل، عقب تر از چرخ های اصلی قرار دارد، دور زدن مشکلتر خواهد بود و در شرایطی که هواپیما بخواهد در حین دور زدن به مسیر مستقیم تغییر جهت دهد، در صورت عدم کنترل صحیح سرعت زمینی ممکن است نوک یکی از بال ها به زمین اصابت نموده و یا حتی ارابه فرود نیز صدمه ببیند و هواپیما از باند خارج شود.

یکی دیگر از اشکالات این نوع ارابه فرود عدم وجود دید کافی در هنگام حرکت روی باند فرودگاه می باشد. بنابراین با توجه به موارد فوق این نوع ارابه فرود امروزه کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. هواپیمای Piper Cub J-3 مجهز به این نوع ارابه فرود می باشد.

۳- چهار چرخ (Quadricycle)

از این نوع ارابه فرود در هواپیماهای ترابری به دلیل طراحی نزدیک کف بدنه به زمین استفاده می شود. هواپیمای C-130 Hercules دارای این نوع ارابه فرود می باشند.

۴- دو چرخ اصلی و دو چرخ کوچک (Bicycle)

این نوع ارابه فرود دارای دو جایگاه چرخ اصلی می باشد یکی جلو ودیگری در پشت مرکز ثقل، به اضافه دو چرخ کوچک دیگر که در زیر بالها برای حفظ پایداری هواپیما بر روی زمین قرار داده می شود. جایگاه چرخ عقب این نوع ارابه فرود به دلیل اینکه عقب تر از مرکز ثقل قرار دارد، هواپیما باید بطور افقی نشست و برخاست نماید در این صورت هواپیما باید طوری طراحی شده باشد که با زاویه کم بال بتواند ضریب Lift زیادی تولید نماید، به عبارتی می توان گفت بال باید دارای نسبت منظری زیاد، مقطع ایرفویل ضخیم تر وفلاپ قوی تر باشد : این نوع ارابه فرود در هواپیمای Harrier استفاده شده است.

۵- **ارابه فرود سه چرخ یا چرخ دماغه ای (Nose Glear – Tricycle)**

در این نوع ارابه فرود دو چرخ اصلی در عقب مرکز ثقل و یک چرخ کمکی در جلوی مرکز ثقل نصب شده است. بطور کلی در ارابه فرود سه چرخ یا چرخ دماغه ای، هواپیما روی باند کاملا افقی قرار می گیرد. همچنین به دلیل قرار گرفتن مرکز ثقل در جلوی چرخ های اصلی، هواپیما بر روی زمین پایدار است از طرفی در این نوع ارابه فرود، خلبان از دید بهتری بر روی زمین برخوردار است. هواپیماهاییماندCessna 172 Piper، Tucano، Pc-70 مجهز به این نوع ارابه فرود می باشند.

۶- **ارابه فرود چند چرخه (Multi Bogie)**

جهت رعایت مسائل ایمنی در هواپیماهای با وزن بین دویست هزار تا چهارصد هزار پوند و نیز جهت کاهش ابعاد هر چرخ، استفاده از نوع ارابه فرود چند چرخی بسیار مطلوب است.

در نوع ارابه فرود چند چرخ، در واقع چرخ ها به سازه ای به نام Bogie متصل می گردد که آن ها نیز به انتهای پایه جذب کننده ضربه وصل می شوند. هواپیماهایی مانند Airbus و Boeing 747 دارای این نوع ارابه فرود می باشند. در انواع ارابه فرود، آن جایگاه چرخی را که به مرکز ثقل نزدیکتر باشد و بار بیشتری را تحمل می نماید چرخ اصلی Main Gear می نامند و چرخ های دیگر فرعی نامیده می شوند. بطور کلی به فاصله بین چرخ های اصلی و فرعی Wheel Base و فاصله بین دو چرخ اصلی Wheel Track می گویند.

با توجه به اینکه امروزه همه هواپیماهای مسافربری و نظامی دارای ارابه های فرود جمع شونده هستند ولی به طور کلی ارابه های فرود را به دو نوع تقسیم بندی نموده اند :

۱- ارابه های فرود ثابت Fixed Landing Gear

۲- ارابه های فرود جمع شونده Retractable Landing Gear

در هواپیماهایی که آب نشین هستند و یا به عبارتی از روی آب پرواز نموده و بر روی آب فرود می آیند از ارابه فرود مخصوصی که با توجه به نوع و ماموریت هواپیما طراحی و ساخته شده است استفاده می گردد تا شرایط سر خوردن هواپیما را بر روی آب فراهم آورد، به این نوع ارابه فرود، وسیله سرش یا Skid می گویند.

انواع ضربه گیر در ارابه فرود (Shock Absorbers Type)

یکی از ماموریتهای اساسی ارابه فرود جذب ضربه در شرایط فرود سخت می باشد بخشی از این کار توسط تایرها انجام می شود. بعضی از هواپیماها مانند گلایدرها فاقد سیستم مجزای ضربه گیر هستند. در این نوع ضربه گیر ضربات وارده به وسیله لاستیکها جذب و به عبارتی تایرها در هنگام فرود و یا برخورد با مانع تا اندازه ای فشرده شده و ضربه را جذب می کنند. انواع ضربه گیر عبارتند از :

۱- ارابه های فرود فاقد ضربه گیر Rigid Axel

۲- ارابه های فرود از نوع فنر سخت Solid Spring

۳- ارابه های فرود از نوع لاستیک و لولا Rubber & Hinge

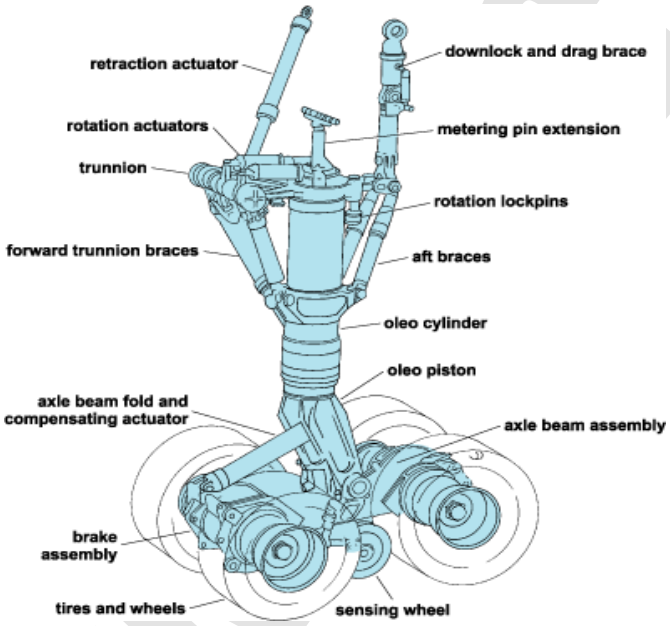
۴- ارابه های فرود از نوع هیدرولیک استوانه ای Oleo – Pneumatic Shock Strut

۵- ارابه های فرود از نوع هیدرولیک لولایی Oleo – Pneumatic Hinge

به عنوان مثال از ارابه های فرود نوع Rigid Axel در هواپیماهای گلایدر و از نوع Solid Spring در هواپیماهایی مانند Cessna استفاده می گردد.

WWW.ASGIR

از ارابه های فرود نوع Rubber & Hinge در هواپیماهای قدیمی استفاده می شد بعنوان مثال در هواپیمای Piper Cub پایه اصلی چرخ ها به بدنه لولا شده است و با استفاده از کابل های لاستیکی ضربات وارده جذب می گردد. در هواپیماهای امروزی عمدتا از ارابه ای فرود نوع هیدرولیکی استفاده می گردد که به آن ها نیز اشاره شده است.



تایرهای هواپیما Aircraft Tires

با توجه به اهمیت سامانه ارابه فرود در هواپیماها استفاده از تایرهای برابر با استانداردهای هوایی نیز می تواند در سامانه فرود هواپیماها نقش بسزایی را ایفاء نموده و ضریب ایمنی هواپیما را در شرایط برخاستن و نشستن افزایش دهد. در هواپیما ها از هر دو نوع تایر های بدون تیوب و همچنین تایرهای با تیوب استفاده می گردد. به عبارتی می توان گفت تایر بعنوان یک ضربه گیر شوک های سخت وارد به هواپیما را در لحظات برخاستن و نشستن تحمل نموده و ضربات وارده را جذب می نماید ازطرفی وزن کلی هواپیما بر روی زمین عمدتا بر روی تایرها متمرکز است و علاوه بر آن تنش های استاتیکی و دینامیکی نیز بر تایرها وارد می شود.

بنابراین می توان نتیجه گرفت که طراحی و ساخت تایرهای مورد استفاده در هواپیما از دقت ساخت بسیار بالایی برخوردار می باشد. تایرهای هواپیما از چندین لایه ساخته می شوند که باعث کاهش پیچ و تاب وافزایش پایداری و استحکام در تایر می گردد.

استفاده از ۶ نوع تایر در هواپیما :

۱- تایرهای نوع اول دارای سطحی صاف و خطوطی با فاصله کم نسبت به یکدیگر می باشند و برای هواپیماهایی طراحی شده است که دارای ارابه فرود ثابت می باشند اگر چه این نوع تایر در حال حاضر نیز بر روی بعضی از هواپیماها استفاده می شوند ولی در طراحی هواپیماهای نسل جدید استفاده از این نوع تایر کم رنگ تر شده است زیرا این نوع از تایرها با طراحی و ساخت نسل جدید هواپیماها منسوخ و از رده خارج شده اند.

۲- تایرهای نوع دوم دارای فشار زیاد می باشند و در خصوص هواپیماهایی مورد استفاده قرار می گیرند که ارابه های فرود آن ها جمع شونده باشد.

۳- تایرهای نوع سوم دارای فشار پایین و با نوع اول قابل مقایسه می باشند، نوعا می توان گفت فواصل خطوط روی تایرهای نوع سوم نسبت به فواصل خطوط روی تایرهای نوع اول کمتر است و فشار آنها نیز نسبت به نوع اول بسیار کم می باشد.

۴- تایرهای نوع چهارم دارای مقطع عرضی کمتری نسبت به تایرهای دیگر بوده و فقط در خصوص چرخ های دماغه هواپیما مورد استفاده قرار می گیرند.

۵- تایرهای نوع پنجم دارای فشار بسیار زیادی می باشند و در گروه تایرهایی هستند که کاربرد جهانی دارند و در جت های بزرگ غیر نظامی ونظامی و همچنین هواپیماهای توربوپراپ سنگین مورد استفاده قرار می گیرند ظرفیت این نوع از تایرها از نظر تحمل بارهای وارده بر آن قابل توجه می باشد. تایرهای نوع ششم دارای مقطع عرضی کم و فشار بالا می باشند و مخصوص هواپیماهایی طراحی شده ان که سرعت برخاستن آن ها بسیار زیاد است.

WWW.ASTF.IR