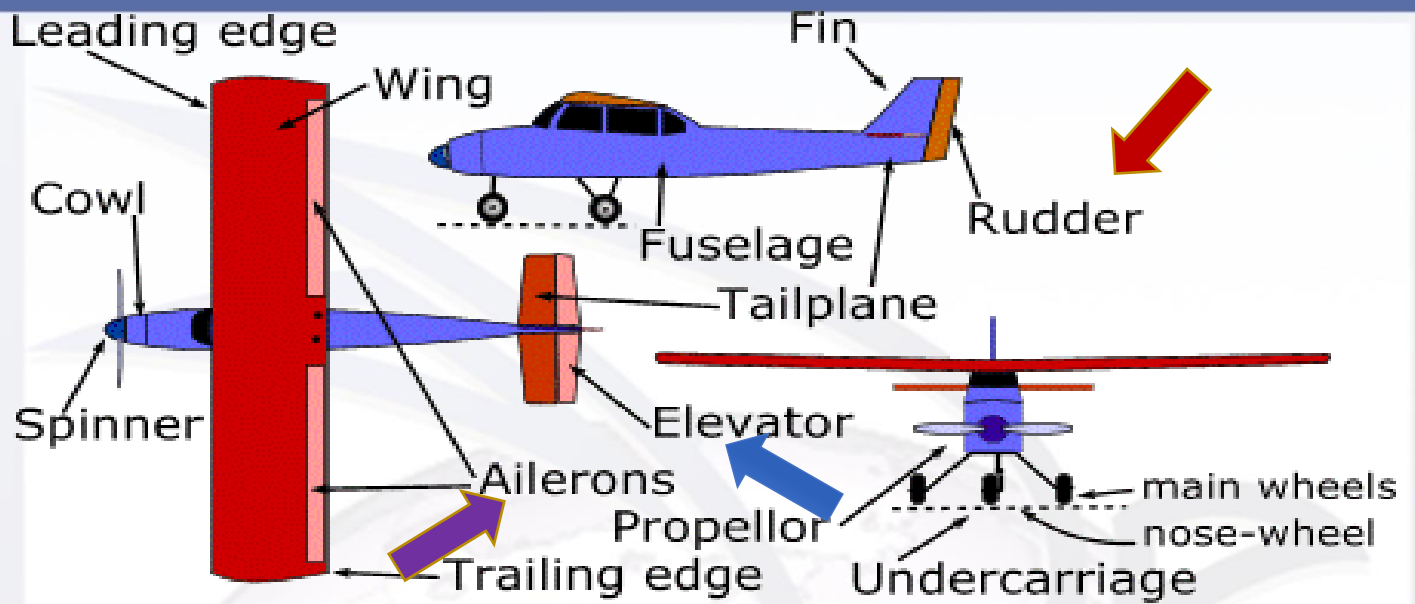


در ۱۷ دسامبر سال ۱۹۰۳ میلادی، دو برادر به نام های ویلبر رایت و ارویل رایت، اولین انسان هایی بودند که پرواز کنترل شده با هواپیمای موتوردار را تجربه کردند. آن ها برای آنکه بتوانند رموز پرواز را کشف کنند به طراحی، ساخت و آزمایش تجربی چندین هواپیما پرداختند. گلايدر ها هواپیماهایی بدون موتور هستند. ساخت و به پرواز درآوردن انواع مدل های گلايدر، نقش بسیار مهم تعادل وزنی را به برادران رایت آموخت و فهماند اگر وزن هواپیما در جای دقیق آن نباشد، پرنده پرواز نخواهد کرد. برای مثال، وزن زیاد در جلو(دماغه) هواپیما سبب برخورد هواپیما از ناحیه دماغه با زمین خواهد شد. همچنین وزن زیاد در ناحیه دم هواپیما سبب واماندگی هواپیما می شود. ویلبر و ارویل همچنین آموختند که طراحی یک هواپیما بسیار مهم است. تجربه پرواز دادن مدل های مختلف به آنان آموخت که هواپیما زمانی خوب پرواز خواهد کرد که بال ها، دم و بدنه آن طوری طراحی و متعادل شده باشد که با یکدیگر بهترین عملکرد را داشته باشند.



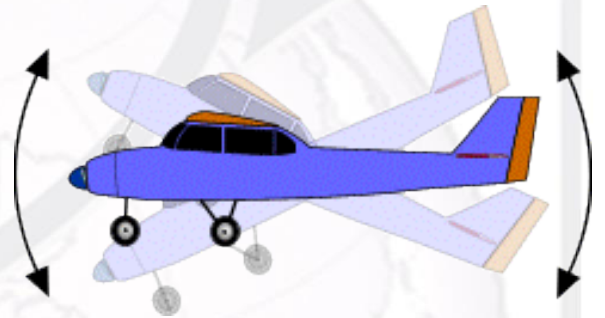
پرنده برادران رایت اولین هواپیمایی بود که توانست به طور کامل از زمین بلند شود و فرود آید. برای کنترل مسیر پرواز، هواپیماها از سطوح کنترل استفاده می کنند. **سطوح کنترل افقی (Elevator)** که روی دم هواپیما قرار دارد سبب بالا و پایین آمدن دماغه هواپیما می گردد. همچنین سبب می شود که دماغه هواپیما به چپ و یا راست تمایل پیدا کند. **سکان عمودی (Rudder)** در آن زمان برادران رایت از یک تکنیک که چرخش بال نام داشت برای این کار استفاده کردند. در هواپیماهای جدید یک سطح کنترلی روی بال های هواپیما تعبیه شده به نام **شهرپر (Aileron)** که سبب حرکت چرخشی هواپیما حول محور طولی می گردد.

جزوه آموزشی ویژه مریان جمپا



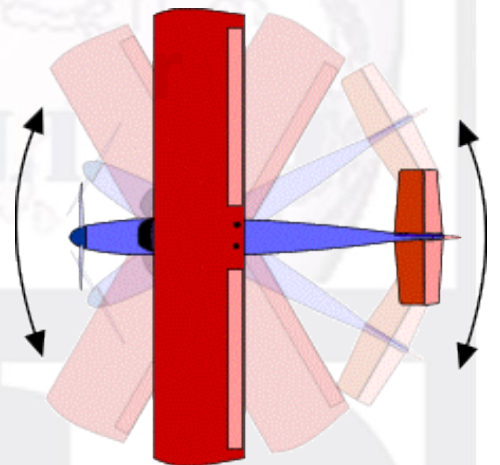
Elevator

سطوح کنترل افقی



Rudde

سکان عمودی



Aileron

شپهر

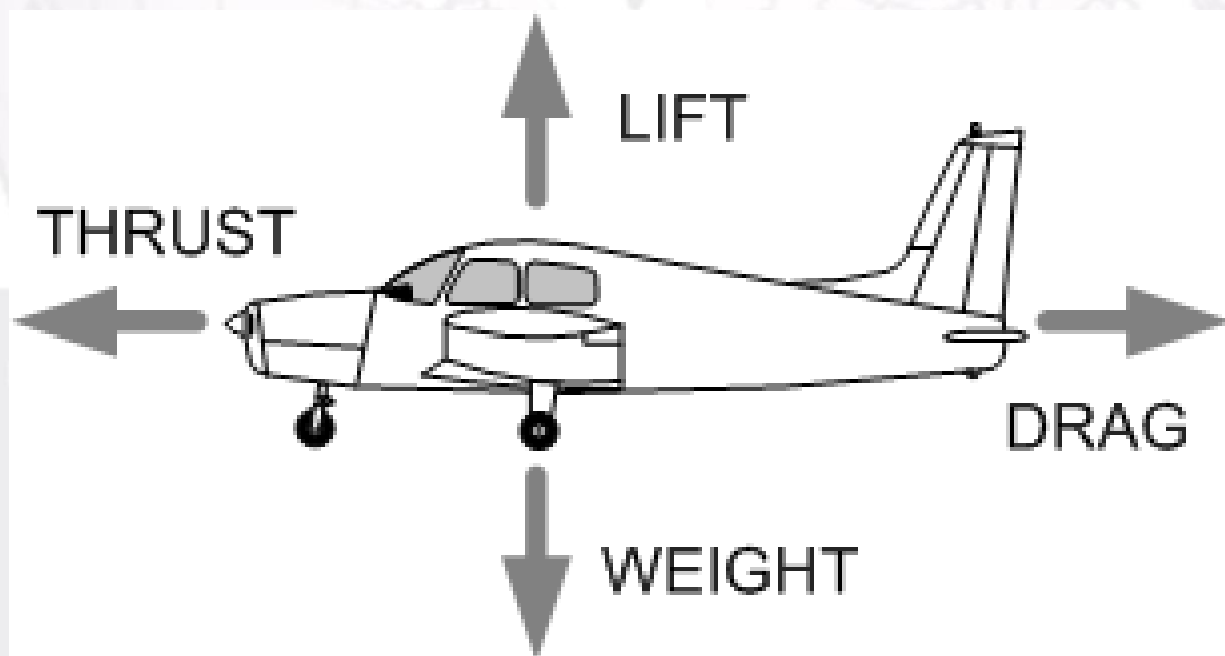


نیروهای آیرودینامیکی

نیروی آیرودینامیک در اثر وزش باد بر روی اجسام تولید می شود که می تواند یک ساختمان، خودرو، هواپیما و یا هر جسم دیگری باشد. اما نتیجه ی نیروی آیرودینامیکی که ایجاد می شود بستگی به شکل این جسم خاص که در معرض وزش باد قرار گرفته است دارد. اگر پهن باشد و عمود بر جهت وزش باد، در برابر باد مقاومت می کند و در جهت وزش باد خم می شود. اما اگر دارای زوایای خمیده و یا نیم دایره ای باشد، مقاومت کمتری نسبت به سایر اجسام خواهد داشت.

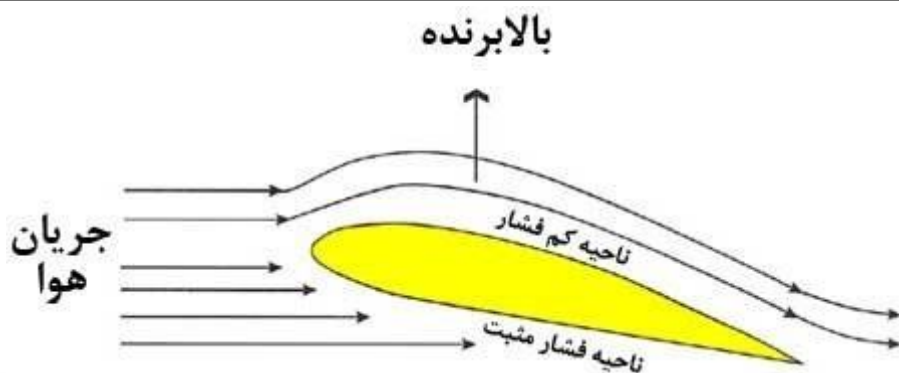
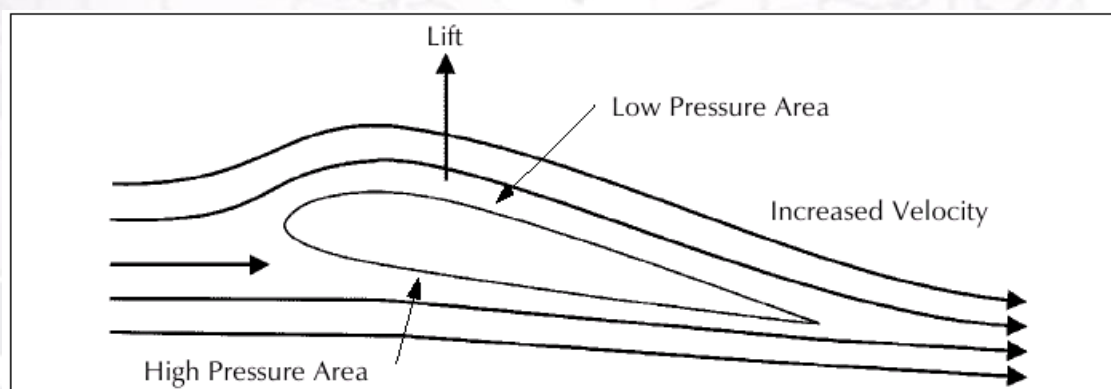
نیروهای آیرودینامیکی وارد بر هواپیما شامل چهار نیرو می شود که این نیروها عبارتند از:

برای (Lift)، وزن (Weight)، رانش (Thrust)، پسا (Drag)



نیروی برا

نیروی برا نیرویی است که باعث بالا رفتن هواپیما یا هلیکوپتر و اجسام پرنده می شود. برای اینکه این نیرو ایجاد شود باید جسم مور نظر شکل خاصی داشته باشد. اگر این جسم به گونه ای در جریان هوا قرار گیرد که باد از جلوی جسم که حالت نیم دایره دارد بوزد و از انتهای جسم که زاویه ی تندی دارد جسم را ترک کند نیروی برا ایجاد خواهد شد. وقتی که مولکول های هوا با لبه ی جلوی بال برخورد می کنند، تعدادی به سمت بالا و تعدادی به سمت پایین بال متمایل می شوند. هر دو گوه این مولکول ها بایست در انتهای بال همزمان به یکدیگر برسند. چون بالای بال هواپیما انحنای بیشتری دارد و مسافت آن نسبت به زیر بال بیشتر است، در نتیجه مولکول هایی که از سطح بالایی عبور می کنند، باید با سرعت بیشتری حرکت کنند تا همزمان با مولکول های سطح پایینی به انتهای بال برسند. این عمل باعث کاهش فشار هوا در سطح بالای بال نسبت به سطح پایین آن خواهد شد. این کاهش فشار نیروی برا را ایجاد می کند. (اشاره به اصل برنولی) اگر بال هواپیما دارای این مقطع باشد وقتی که با سرعت حرکت کند نیروی برا ایجاد می شود و سبب بلند شدن آن از روی زمین می شود.



نیروی وزن

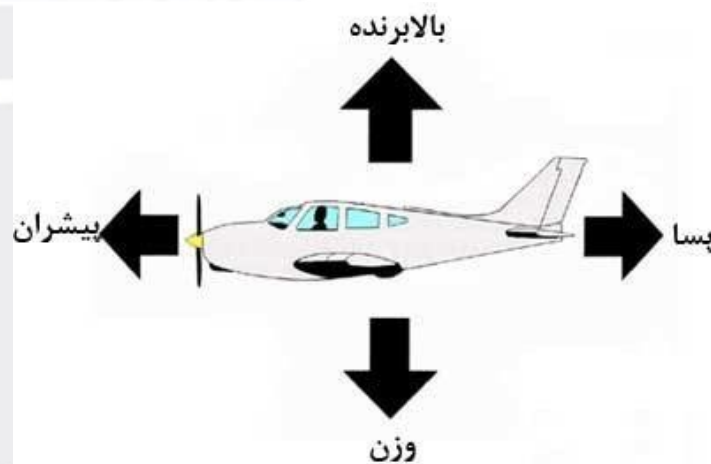
وزن هر جسمی به دلیل نیروی جاذبه ای است که از طرف زمین به جسم وارد می شود. هواپیماها نیز وزنی دارند که برای پرواز لازم است نیروی بیشتری از نیروی وزن توسط بال ها و در جهت عکس تولید شوند. جالب است بدانید وزن اجسام در سیارات مختلف متفاوت است و دلیل این اتفاق هم تفاوت نیروی جاذبه است.

نیروی رانش

نیروی رانش باعث می شود تا هواپیما به طرف جلو حرکت کند. حرکت رو به جلو باعث می شود تا مولکول های هوا از روی بال عبور کنند و نیروی برا تولید شود. در نتیجه هواپیما می تواند پرواز کند. البته در گلايدر ها به دلیل سرخوردن در هوا و کاهش ارتفاع نیروی برا تولید می شود.

نیروی پسا

نیروی پسا، نیرویی است که از اصطکاک بین مولکول های هوا بر بدنه و اجزای هواپیما تولید می شود. این نیرو حذف شدنی نیست ولی با طراحی های خاص می توان آن را به کمترین مقدار ممکن رساند. جالب است بدانید نیروی پسا با افزایش سرعت هواپیما افزایش می یابد. یکی از مهمترین اجزای تاثیر گذار روی نیروی پسا، شکل بال های هواپیماست که در ادامه به بررسی آن ها خواهیم پرداخت.



اجزاء هواپیما

هواپیماها از اجزای گوناگونی تشکیل شده اند اما همه هواپیماها از چند بخش اصلی برخوردارند که عبارتند از:

بدنه: این بخش معمولا محل قرارگیری بار یا مسافر است. همچنین بدنه رابط دیگر اجزاء نیز هست. در اکثر هواپیماها این بخش به سادگی قابل تشخیص است اما در بال های پرنده، بدنه و بال ها یکپارچه هستند.

دم: این بخش از هواپیما وظیفه حفظ تعادل را برعهده دارد. به گونه ای که اگر دم حذف شود دیگر پرنده تعادل نخواهد داشت.

بال: بال هواپیما وظیفه تامین نیروی برا را برعهده دارد که با توجه به نوع هواپیما در اشکال گوناگونی طراحی می شود که در ادامه بررسی خواهیم کرد .

البته قبل از آن لازم است با بعضی از اجزای بال آشنا شویم:

لبه ی حمله (Leading edge): اولین قسمت بال است که با جریان و مولکول های هوا برخورد می کند یا به عبارت دیگر جلوی بال را لبه ی حمله می گویند.

لبه ی فرار (Trailing edge): محلی که مولکول های هوا سطح بال را ترک می کنند. همچنین این قسمت محل تلاقی و برخورد جریان هوایی است که از زیر و روی بال عبو نموده است.

زاویه ی دای هیدرال: این زاویه همان زاویه ی هفتی وسط بال است. وظیفه این زاویه پایداری بیشتر در هنگام پرواز است. به همین دلیل است که در هواپیماهای گلايدر آموزشی این زاویه به خوبی قابل مشاهده است اما در هواپیماهای آکروباسی قابل مشاهده نیست.

جزوه آموزشی ویژه مریان جمپا

اجزای هواپیما



در هواپیماهای اولیه از چنین بال هایی استفاده میشود و امروزه نیز استفاده می شوند. بال مستطیلی عبارت است از بالی که عرض آن در ابتدا و انتها مساوی باشد و دارای هیچگونه زاویه ای به جلو یا عقب نیست. به طوری که جریان هوای روی بال همزمان به سرتاسر لبه حمله برخورد می کند. از این نوع بال معمولا در هواپیماهایی با سرعت کم استفاده می شود. مهمترین مزیت این نوع بال ها سادگی و سهولت ساخت است. همچنین حجم مخازن سوخت در این نوع بال ها بیشتر از بال های دیگر است.

بال بیضوی (Eliptic wing): این بال همانطور که از نامش پیداست، عبارت است از بالی که به شکل بیضی می باشد. هواپیمای سوپر مرین، اسپیت فایر شکاری جنگنده انگلیسی در جنگ جهانی دوم مشهورترین هواپیمایی است که از این بال سود جسته است.

بال مثلثی (Delt wing): بالی است که کاملا شبیه مثلث است. از این نوع بال در هواپیمای پرسرعت مافوق صوت امروزی استفاده می شود. هواپیمایی که از چنین بالی بهره می برد، قدرت مانور بسیار

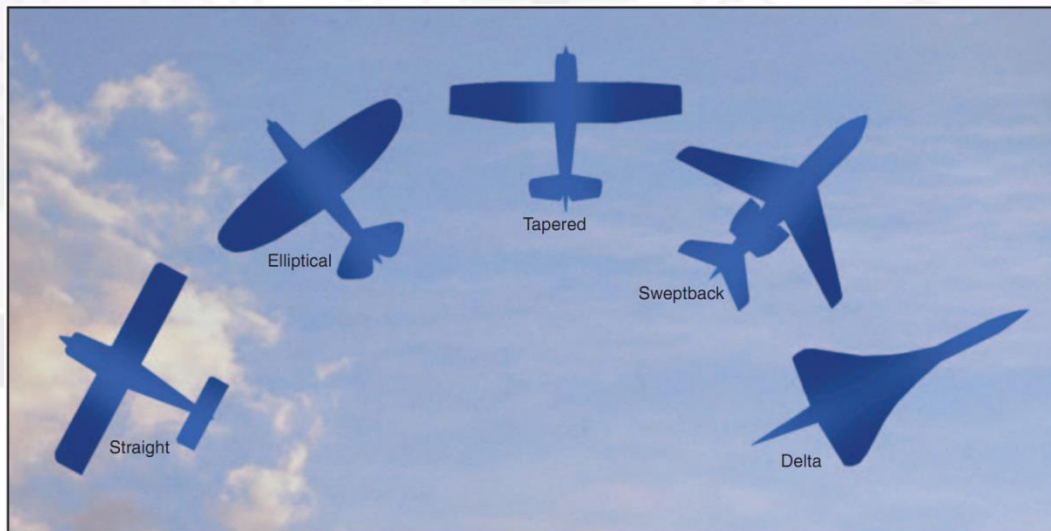
جزوه آموزشی ویژه مریان جمپا

زیادی در حین پرواز دارد. از آنجا که استفاده از چنین بالی موجب می شود دم افقی حذف شود، وزن کل هواپیما نیز کاهش می یابد.

بال عقب رفته (Swept wing): عقب رفتگی بال عبارت است از تمایل رو به عقب بال از سمت بدنه به سمت نوک. ممکن است حتی یک بال مستطیلی را بتوان به صورت عقب رفته طراحی نمود.

در بال های عقب رفته پسا تا سرعت های نزدیک به صوت به تاخیر می افتد و هواپیما می تواند با سرعت بیشتری نسبت به بال های مستطیلی و بیضوی پرواز کند.

بال رو به جلو: یونکرس ۲۸۷ از اولین هواپیماهای جت و اولین هواپیما با بال های رو به جلو در جهان ساخت آلمان نازی بود. بال های روبرو به جلو نسبت به اغلب طرح بال های سنتی، زمان وقوع واماندگی یا استال در سرعت های بالا و نیز در سرعت های کم می تواند کنترل پذیری خوبی داشته باشد. این نوع از بال ها در مراحل آزمایش و بررسی بیشتر هستند و هنوز به صورت گسترده مورد استفاده قرار نگرفته اند.



ارابه فرود: این بخش وظیفه به حرکت درآوردن هواپیما روی زمین و همچنین محافظت از هواپیما در هنگام بلند شدن و فرود را برعهده دارد. شکل و نوع ارابه فرود با توجه به نقش و وظیفه هواپیما و همچنین اندازه هواپیما انتخاب می شود.

تست و بالانس و پرواز

حال که هواپیما را ساخته اید نوبت به پرواز آن می رسد. فراموش نکنید تا زمانی که هواپیما تنظیم نباشد پرواز زیبایی از آن نخواهید دید. اولین نکته ای که باید بررسی کرد، تنظیم بودن مرکز ثقل هواپیماست. این نقطه مکانی است که وزن هواپیما در دوطرف آن یکسان است. در بعضی هواپیماها این نقطه در نزدیکی وسط بال قرار دارد. بدنه هواپیما را روی یکی از انگشتان خود قرار دهید و سعی کنید مرکز ثقل آن را بیابید. سپس از این نقطه هواپیما را گرفته و به آرامی پرتاب کنید. به پرواز هواپیما دقت کنید. هواپیما باید به آرامی روی هوا سرخورده و به آرامی روی زمین فرود بیاید.

حال هواپیمای شما کدام از این حالات را داشت؟

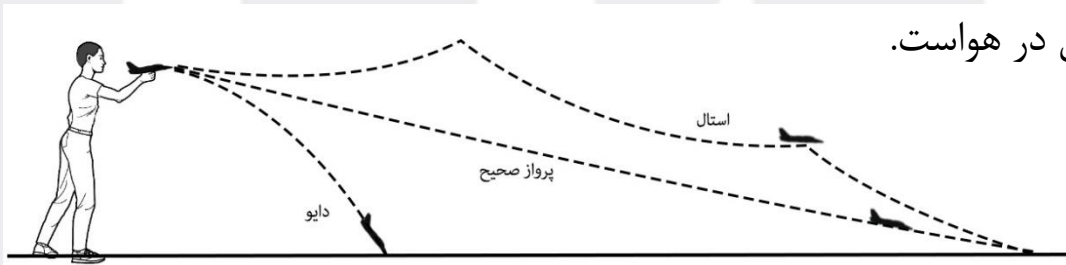
اگر هواپیمای شما «دایو» کرد به این معنی است که دماغه هواپیما سنگین است؛ در نتیجه وزنه در داخل دم آن فرو کنید و دوباره به آرامی پرتاب کنید.

اگر هواپیمای شما «استال» کرد یعنی دم هواپیما سنگین است؛ پس وزنه را در دماغه فرو کنید تا مشکل برطرف شود.

حال که هواپیمای شما تنظیم شده می توانید از پرواز آن لذت ببرید و لحظات مفرحی را با آن داشته باشید. برای پرواز هواپیما این نکته را فراموش نکنید که نباید هواپیما را به شدت پرتاب کرد بلکه باید به آرامی و موازی زمین، آن را در هوا رها کرد.

تذکر: قبل از رها کردن هواپیما مقداری آن را حمل کنید.

نکته: پرواز هواپیمای بال مثلثی سریع و با شدت انجام می شود؛ در حالی که پرتاب مابقی هواپیما ها به آرامی و با کمی حمل در هواست.



جزوه آموزشی ویژه مربیان جمپا

در این جزوه سعی شده تمامی حالات و عکس العمل هایی که یک «**هواپیمای مدل کشی پرواز آزاد**» از خود نشان می دهد را بررسی می کنیم. پارامترهای مختلفی وجود دارند که توسط آن ها می توان بهترین نتیجه را گرفته و به یک پرواز مطلوب رسید.

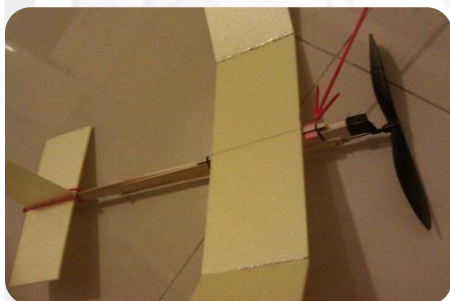
قبل از هرکاری به مدلی که داریم به چشم یک گلايدر نگاه کنیم و در راستای افق آن را به آهستگی پرتاب می کنیم. (بدون کوک کش)

حالت اول:

هواپیما شیرجه کرده و با سر به زمین می خورد.

ترمیم:

۱- با گذاشتن یک ورق فوم یا بالسا در لبه ی جلوی بال (لبه ی حمله) زاویه ی حمله را زیاد می

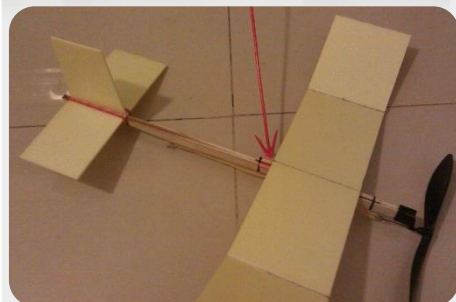


کنیم. (تصویر)

۲- در صورت امکان بال را کمی جلوتر می بریم.

حالت دوم:

ابتدا کمی اوج گرفته و بعد در حالت واماندگی (استال) کرده و با سر به زمین برخورد می کند.



ترمیم:

۱- عقب تر بردن بال.

۲- اضافه کرن وزنه به نوک هواپیما.

۳- کمتر کردن زاویه حمله با گذاشتن ورق فوم یا بالسا در لبه انتهای بال (لبه ی فرار). (تصویر)

حالت سوم:

هوایما به شدت به یک طرف گردش کرده و زمین می خورد.

تریم:

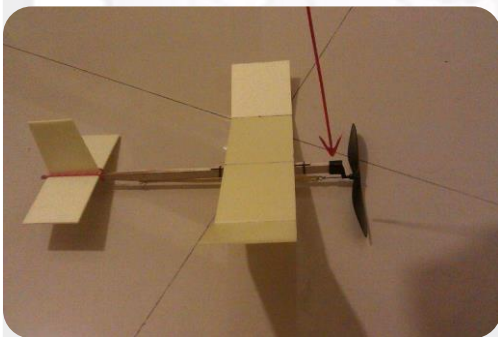
۱- سکان عمودی باید در راستای محور طولی نصب شده باشد و کج بودن آن باعث گردش هوایما می شود.

۲- شاید در بال پیچیدگی وجود داشته (تاب برداشته) و باعث چرخش شدید می شود و باید برطرف شود.

***نکته:** برای برطرف کردن تاب بال؛ می توان از حرارت اتو استفاده کرد و با دست به آهستگی قاب بال را گرفته و صاف می کنیم.

حالت چهارم:

به آهستگی گلاید می کند و فرود می آید که این حالت مطلوب است.
برای شروع بهتر است تقریباً ۱۵۰ دور هوایما را کوک کنیم و آهسته مدل را پرتاب کنیم.



حالت اول:

شیرجه کرده و با سر به زمین می خورد.

تریم:

۱- وقتی به این مرحله می رسیم که گلاید هوایما در مرحله اول قابل قبول بوده پس ابتدا زاویه موتور را چک می کنیم. اگر زیادی رو به پایین بود آن را بالاتر می آوریم. (تصویر)

جزوه آموزشی ویژه مریبان جمپا

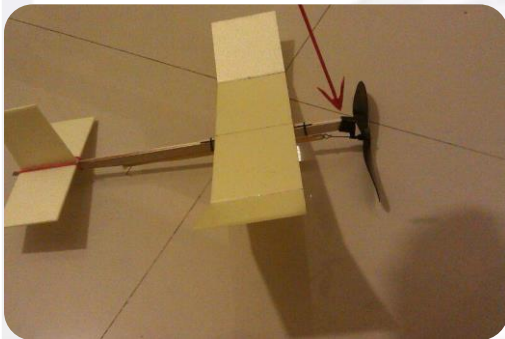
۲- یک تکه نوار چسب به طول پنج سانت در انتهای سکان افقی می چسبانیم و آن را رو به بالا خم می کنیم.

۳- اگر سکان افقی با کش نصب شده باشد؛ می توان با گذاشتن ورقه فوم یا بالسا در انتهای سکان افقی آن را تریم کرد.

۴- زاویه حمله بال را زیادتر کنیم (با گذاشتن ورق فوم یا بالسا زیر لبه ی حمله)

۵- می توان بال را کمی جلوتر ببریم.

حالت دوم:

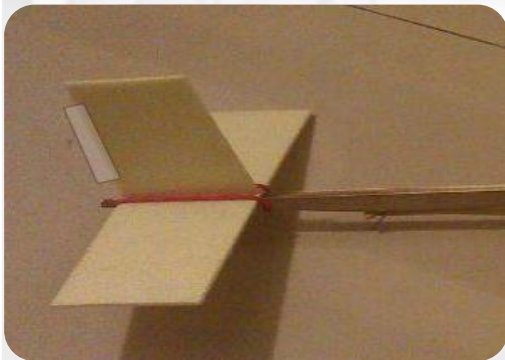


در ابتدا با نیروی موتور اوج گرفته و بعد با سر به زمین می خورد.

تریم:

۱- باید زاویه ی حمله را بیشتر کرد و زاویه موتور را رو به پایین تنظیم می کنیم. (تصویر بالا)

حالت سوم:



هوایما استال کرده و با سر به زمین می خورد.

تریم:

۱- زاویه موتور را کمی رو به پایین می دهیم.

۲- یک تکه نوار چسب به طول چهار سانتیمتر روی قسمت انتهایی سکان عمودی می چسبانیم و آن را (معمولا به سمت راست) خم می کنیم. این باعث گردش هوایما شده و از استال خارج می شود و دایره وار پرواز می کند. (تصویر بالا)

۳- می توان بال را حول محور حوالی کمی چرخاند و زاویه داد و اگر امکانش نبود سکان افقی را حول محور طولی کمی زاویه بدهیم چرا که باعث گردش شده و از استال جلوگیری می کند.

جزوه آموزشی ویژه مریبان جمپا

۴- می توان کمی وزنه به نوک هواپیما اضافه کرد.

۵- می توان زاویه حمله را کم کرد «با گذاشتن ورق فوم یا بالسا در انتهای لبه ی فرار»

حالت چهارم:

هواپیما گردش شدید کرده و زمین می خورد.

تریم:

۱- زاویه بال و دم را نسبت به محور طولی چک می کنیم چراکه تراز نبودن آن ها باعث گردش می شود.

۲- اگر گردش به سمت چپ باشد که عکس العمل موتور هم در آن تاثیرگذار است پس زاویه موتور را به سمت راست می دهیم و بالعکس.

۳- سکان عمودی را چک کرده که پیچیدگی نداشته باشد و صاف در راستای محور طولی هواپیما باشد و یک تکه نوار چسب چهار سانتیمتری به انتهای سکان عمودی چسبانده و در جهت عکس چرخش هواپیما آن را تقریباً سی درجه خم می کنیم.

۴- ممکن است پیچیدگی و تاب در سکان افقی وجود داشته باشد که اگر یک طرف پایین تر باشد باعث چرخش و زمین خوردن می شود.

۵- بدنه ی هواپیما را چک می کنیم که قوس بر نداشته باشد اصطلاحاً (موزی شکل) نشده باشد. مشخصاً این حالت باعث می شود که نیروی موتور هواپیما را در جهت قوس بچرخاند.

اگر بدنه به سمت چپ قوس داشته باشد؛ چون عکس العمل موتور هم به گردش کمک می کند؛ این گردش شدیدتر می شود و برای اصلاح آن اگر بدنه تیرک باشد می توان روی بخار آب آن را صاف کرد ولی در بدنه های اسکلتی کار دشوارتر می شود! (باید دقیق ساخت)

حالت پنجم:

در شروع پرواز که نیروی موتور زیادتر است نزدیک به سطح زمین پرواز می کند و در آخر که نیروی موتور کم می شود تازه شروع به اوج گرفتن می کند که زمان کوتاهی هم دارد.

تریم:

۱- زاویه حمله بال زیادتر شود.

۲- زاویه موتور کمی رو به بالا برود.

حالت ششم:

هوایما پرواز نرمالی داشته و بهتر است در جهت راست گردش کرده و به آرامی فرود آید.

حالا کوک را بالاتر می بریم (تا ۴۰۰ دور) و دوباره هوایما را به آهستگی در راستای افق پرتاب می کنیم. الان نسبت به قبل فقط نیروی موتور زیادتر شده و در نتیجه زاویه موتور بسیار تاثیرگذار بوده است. برای رفع عیب پرواز در این حالت نخست زاویه موتور را به درستی تنظیم می کنیم سپس دیگر پارامترها را لحاظ می کنیم.

کوک را تا ۸۰۰ الی ۱۲۰۰ دور بالا برده؛ کوک را که بالا ببریم عکس العمل هوایما نسبت به تمام پارامترهای موجود زیادتر می شود و باید با تجربه و آزمون و خطا و حتی یادداشت کردن تجارب پروازی و فیلم برداری از آن ها بتوان به بهترین نتیجه رسید.

هوایمای کشی یک تریم ثابت ندارد و لازم به ذکر است شرایط آب و هوا، شدت وزش باد و ... تاثیر گذار میباشد.

جزوه آموزشی ویژه مریان جمپا

ارتفاع از سطح دریا بسیار روی پرواز ما اثر دارد.

مثال:

هوایمایی که در تهران تریم می شود در مکانی هم سطح دریا استال پرواز می کند.

***نکته:**

- ۱- برای تریم کردن؛ اینکه از یک روش یا از ترکیب چند روش بهره ببریم بستگی به علاقه و حوصله، آزمون و خطاها و تجارب ماست.
- ۲- ساخت و ساز دقیق و با حوصله خیلی از عیوب را پوشش می دهد.
- ۳- بالانس بودن ملخ و کج نبودن شفت در پرواز ایده آل ما نقش بسیار مهمی را ایفا می کند.



تهیه شده در کارگروه هوانوردی خلاقیت برتر

نخستین مرکز رشد دانش بنیان هوافضای ایران

تلفن: ۰۲۱-۸۸۴۶۷۲۶۴ پشتیبانی: ۰۹۱۰۶۶۲۵۱۹۱



نخستین مرکز رشد فناوری دانش بنیان هوافضای ایران

www.jampa.ir