

آشنایی تئوری ساختار هواپیما



باشگاه پرواز آزاد ایران

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز:

پیشنهادهات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی تهران- دوراهی قلهک- خیابان پابرجا- نبش خیابان گل غربی- پلاک ۱۶ طبقه ششم- صندوق پستی به شماره ۱۳۳۱۹۹۳۴۱۳- شرکت دانش بنیان خلاقیت برتر- باشگاه پرواز آزاد ایران ارسال فرمایند.

تلفن تماس: ۲۲۶۲۴۱۵۴

پست الکترونیکی: info@jampa.ir

سرشناسه:

راستی، سجاد، ۱۳۶۸

نام اثر:

آموزش تئوری ساختار هواپیما

پدیدآورنده:

شرکت دانش بنیان خلاقیت برتر

مؤلف:

کارگروه آموزش جمپا

مشخصات ظاهری:

ص، مصور رنگی

تصویرساز:

آرتا پرسا

طراح جلد:

کارگروه تبلیغات جمپا

ویراستار:

مهدی راستی

گروه سنی

۹-۱۷ سال

صاحب امتیاز:

باشگاه پرواز آزاد ایران

سال انتشار:

۱۳۹۸

از دیرباز که انسان پا به عرصه وجود گذاشت، برای رفع نیازهای اولیه و رسیدن به آسایش، همواره به دنبال سرزمین‌های حاصلخیز، کره زمین را درمی‌نوردیده تا بتواند در سایه موهبت‌های خداوند، آسایش و آرامش داشته باشد؛ اما امروزه دانش بشری بدان حد رسیده است که می‌تواند در هر سرزمینی با تفکر خلاق خود تمامی امکانات پیشرفته، آسایش و سعادت را به سرزمین خود وارد نماید. در گذشته بشریت با فروش معادن و سرمایه ملی به این اهداف دست می‌یافت اما امروزه با فروش اندیشه و نوآوری و اختراعات و صدور دانش و فناوری، آبادانی کشور خود را تضمین می‌نمایند و اصلی‌ترین عامل برتری کشورها، میزان صدور دانش و نوآوری آن سرزمین است. لذا در این راستا، خانواده جمپا تلاش می‌کند تا این ایده را نهادینه کرده و به مرحله عمل برساند. شرکت دانش‌بنیان خلاقیت برتر باهدف ارتقا سطح دانش و مهارت عمومی و ترویج علم سرگرمی‌های آموزشی و کمک‌آموزشی هوافضا، در شهریورماه سال ۱۳۹۶، به‌منظور نیل به این هدف، اقدام به راه‌اندازی باشگاه پرواز آزاد ایران به منظور شناسایی استعداد و خلاقیت، در جهت شناخت مسیر علاقه و استعداد کودکان و سرمایه‌گذاری بر روی آنها تا رسیدن به هدف متعالی نموده است. همچنین برای بالا بردن توان علمی و مهارتی افراد، برای هر گروه سنی، برنامه آموزشی متناسب با آن را در مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی را، مهیا نموده است.

سجاد راستی

مدیرعامل جمپا



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل (جمپا)

شماره صفحه

فهرست مطالب

فصل ۱ مقدمه و کلیات	۴
۱-۱ تاریخچه	۵
۲-۱ هواپیما	۷
۱-۲-۱ سطوح کنترل هواپیما	۱۰
۱-۲-۱-۱ سکان افقی (بالابر)	۱۱
۱-۲-۱-۲ سکان عمودی	۱۱
۱-۲-۱-۳ شهپر	۱۱
۳-۱ نیروهای آئرو دینامیکی	۱۲
۱-۳-۱ نیروی برا	۱۴
۲-۳-۱ نیروی وزن	۱۵
۳-۳-۱ نیروی پسا	۱۶
۴-۳-۱ نیروی رانش	۱۷
۴-۱ هواپیمای مدل	۱۸
۵-۱ اجزاء اصلی ساختمان هواپیما	۲۳
۱-۵-۱ بدنه	۲۳
۲-۵-۱ دم	۲۴



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۲۵ ۳-۵-۱ بال

۲۷ ۱-۳-۵-۱ لبه‌ی حمله

۲۸ ۱-۳-۵-۱ لبه‌ی فرار

۲۸ ۳-۳-۵-۱ زاویه‌ی دوسطحی

۲۹ ۴-۵-۱ انواع بال

۳۰ ۱-۴-۵-۱ بال بیضوی

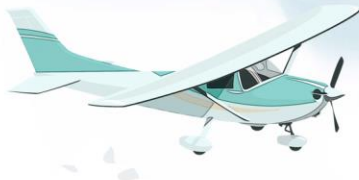
۳۰ ۲-۴-۵-۱ بال مثلثی

۳۱ ۳-۴-۵-۱ بال مستطیلی

۳۱ ۴-۴-۵-۱ بال عقب‌رفته

۳۲ ۵-۴-۵-۱ بال روبه‌جلو

۳۲ ۵-۵-۱ ارا به فرود



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل (جمپا)

شماره صفحه

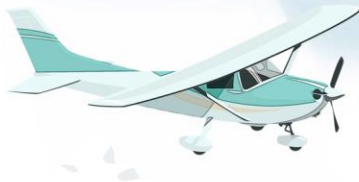
فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ نمایی از هواپیمای برادران رایت ۶
- شکل ۲-۱ محورهای اصلی هواپیما و نحوه حرکت آن بر اساس محور ۸
- شکل ۴-۱ نیروهای آئرو دینامیکی در هواپیمای در حال پرواز ۱۳
- شکل ۵-۱ توزیع فشار و نیروی برا در بال هواپیما ۱۵
- شکل ۶-۱ شماتیک نیروهای وارد بر موشک سوختی ۱۸
- شکل ۷-۱ قسمت‌های مختلف بال ۲۶
- شکل ۹-۱ انواع بال‌های هواپیما ۲۹
- شکل ۱۰-۱ نمونه‌ای از ارا به فرود هواپیمای مدل ۳۳



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

فصل ۱ مقدمه و کلیات



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۱-۱ تاریخچه

در ۱۷ دسامبر سال ۱۹۰۳ میلادی، دو برادر به نام‌های ویلبر رایت^۱ و ارویل رایت^۲، اولین انسان‌هایی بودند که پرواز کنترل‌شده با هواپیمای موتوردار را تجربه کردند. آن‌ها برای آنکه بتوانند رموز پرواز را کشف کنند به طراحی، ساخت و آزمایش تجربی چندین هواپیمای گلایدر پرداختند. گلایدرها هواپیماهایی بدون موتور هستند. ساخت و به پرواز درآوردن انواع مدل‌های گلایدر، نقش بسیار مهم تعادل وزنی را به برادران رایت آموخت و فهماند اگر وزن هواپیما در جای دقیق آن نباشد و تعادل وزنی برقرار نشود، 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 می‌شود. ویلبر و ارویل همچنین آموختند که طراحی یک هواپیما بسیار مهم است. پرنده برادران رایت، اولین هواپیمایی بود که توانست به‌طور کامل از زمین بلند شود و فرود آید (شکل ۱-۱).

^۱ Wright brothers

^۲ Orville wright



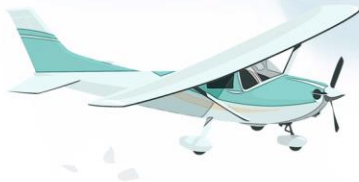
آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)



شکل ۱-۱ نمایی از هواپیمای برادران رایت

جمع آوری اطلاعات

با مراجعه به پایگاه‌های اطلاعاتی از قبیل کتابخانه‌ها و اینترنت
پیدا کنید در چه صورتی هواپیما خوب پرواز خواهد کرد؟



آموزش ساخت و پرواز هواپیماي مدل
(جمپا)

۱-۲ هواپیما^۱

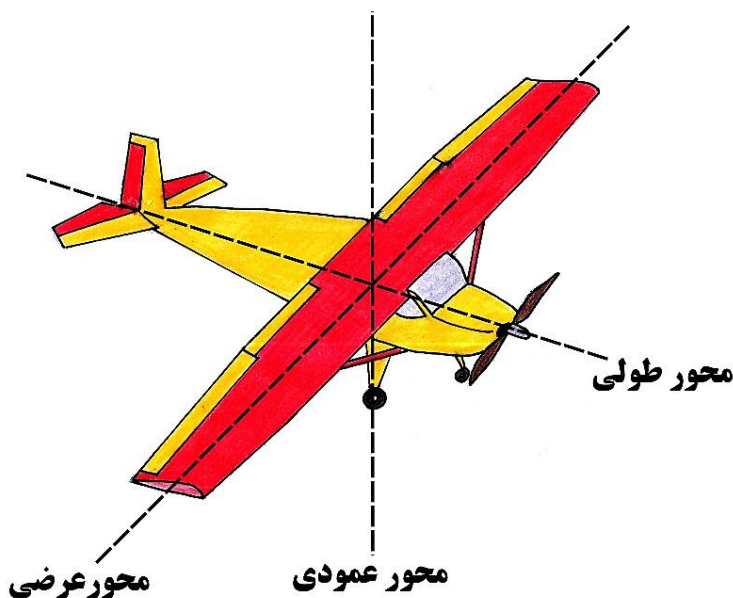
هواپیما عبارت است از، یک وسیله پرنده سنگین تر از هوا که به انواع و اشکال و اندازه‌های مختلف، طراحی و ساخته می‌شود و در موارد گوناگونی از قبیل حمل‌ونقل، باربری، تجسس، نیروهای نظامی، آموزشی، سم‌پاشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هواپیما شامل انواع نیروهای مکانیکی، هیدرولیکی، الکتریکی و آئرو دینامیکی بوده و از جنس آلومینیوم، فولاد، تیتانیوم و مواد کامپوزیتی، لاستیکی و پلاستیکی و چندین میلیون قطعه اعم از پیچ و مهره و واشر ساخته می‌شود. از نظر طرح و عملکرد، هواپیماها را می‌توان به دودسته: بال ثابت و بال متحرک (هلی‌کوپتر) تقسیم‌بندی کرد. هواپیماها طی پرواز تحت تأثیر نیروهای گوناگونی هستند. باید توجه داشت این نیروها همیشه باهم در تعادل نیستند. بادهایی که می‌وزند، جریان‌های ناآرامی که در هوا وجود دارند، عدم تقسیم وزن در نقاط مختلف هواپیما به صورت دقیق و ... همه دست‌به‌دست هم می‌دهند تا یک هواپیما نتواند به راحتی به پرواز خود ادامه دهد.

^۱ Air plane

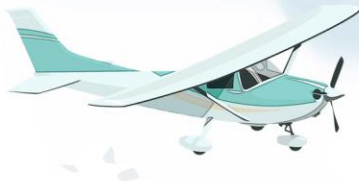


آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل (جمپا)

برای حل این مشکلات، وسایلی در هواپیما تعبیه گردیده است. خلبان به وسیله آن‌ها تعادل را میان نیروهای مختلف وارد شده بر هواپیما حفظ و هواپیما را در مسیر خویش هدایت می‌نماید. به این تجهیزات به اختصار سطوح پایداری و کنترل هواپیما می‌گویند. در ادامه با این سطوح کنترل آشنا می‌شوید. قبل از آشنایی با سطوح کنترل لازم است با برخی اصطلاحات اولیه آشنا شوید (شکل ۱-۲):



شکل ۱-۲ محوره‌های اصلی هواپیما و نحوه حرکت آن بر اساس محور



آموزش ساخت و پرواز هواپیماي مدل
(جمپا)

محور عرضی:

این محور خطی فرضی است که از نوک یک بال به نوک بال دیگر آن وصل می‌شود. گردش حول محور عرضی هواپیما باعث خواهد شد هواپیما بالا و پایین برود.

محور طولی:

این محور خطی فرضی است که از نوک هواپیما به انتهای آن کشیده می‌شود. گردش حول محور طولی باعث می‌شود که هواپیما عمل گردش به چپ یا راست را انجام دهد.

محور عمودی:

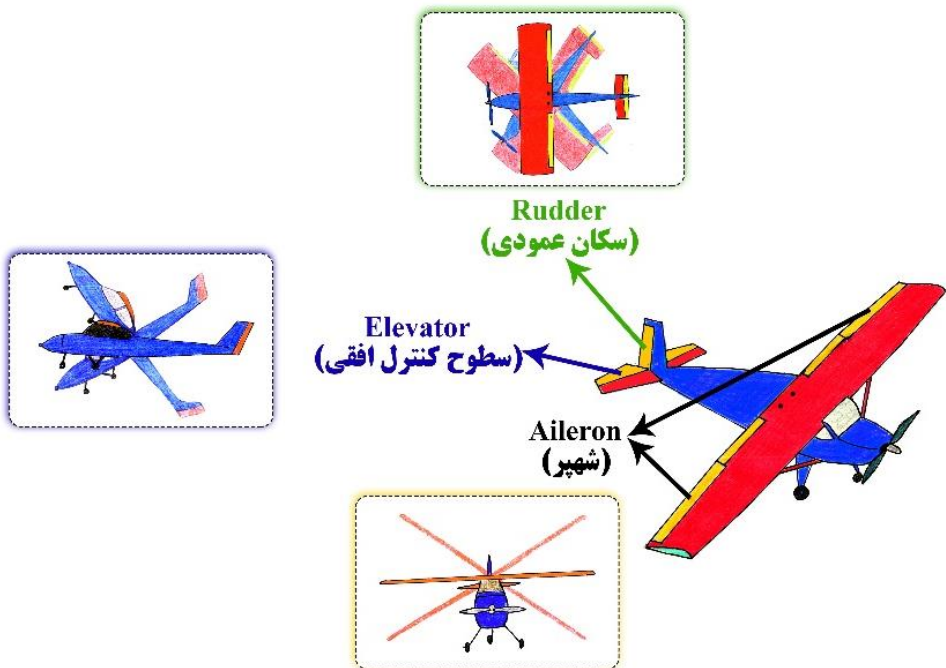
این محور خطی فرضی است که از مرکز ثقل هواپیما می‌گذرد و دو محور دیگر را در نقطه‌ای مشترک قطع می‌کند. حرکت حول محور عمودی سبب می‌شود هواپیما به‌طور افقی گرایش به چپ یا راست داشته باشد.



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۱-۲-۱ سطوح کنترل هواپیما

برای کنترل مسیر پرواز، هواپیماها از سطوح کنترل استفاده می‌کنند که شامل سکان افقی، سکان عمودی و شپیر می‌باشند (شکل ۱-۳) که به اختصار در زیر توضیح داده شده است:



شکل ۱-۳ سطوح کنترل هواپیما



آموزش ساخت و پرواز هواپیماي مدل
(جَمپا)

۱-۲-۱-۱ سکان افقی^۱ (بالابَر)

این سطوح در، روی دم هواپیما قرار دارد سبب بالا و پایین آمدن دماغه هواپیما حول محور عرضی می‌شود.

۱-۲-۱-۲ سکان عمودی^۲

این سکان، سبب می‌شود که دماغه هواپیما به چپ و یا راست تمایل پیدا کند. در آن زمان برادران رایت از یک فن که چرخش بال نام داشت برای این کار استفاده کردند.

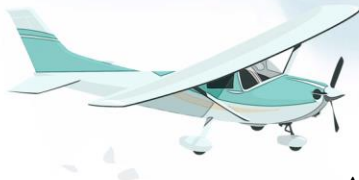
۱-۲-۱-۳ شهپر^۳

در هواپیماهای جدید یک سطح کنترلی به نام شهپر، روی بال‌های هواپیما تعبیه شده است که سبب حرکت چرخشی هواپیما حول محور طولی می‌گردد.

^۱ elevator

^۲ Rudder

^۳ Aileron



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۱-۳ نیروهای آئرو دینامیکی^۱

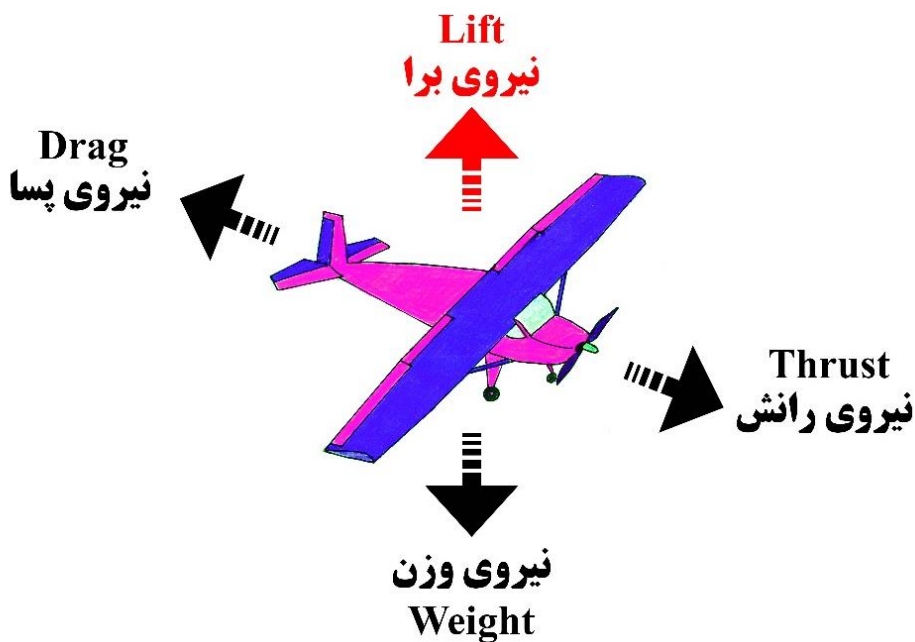
نیروهای آئرو دینامیک را عموماً می‌توان به حرکت اجسام مختلف در هوا مرتبط دانست. قوانین حاکم بر آئرو دینامیک نشان می‌دهند که چگونه یک هواپیما قادر به پرواز است. تمام اجسامی که در هوا حرکت می‌کنند، تحت تأثیر قوانین حاکم بر آئرو دینامیک قرار دارند. این اجسام می‌توانند یک موشک در حال انفجار یا یک بادبادک در حال پرواز و حتی یک ماشین مسابقه باشند. در واقع زمانی که یک جسم متحرک توسط هوا احاطه شده باشد، علم آئرو دینامیک در مورد آن به کار می‌رود. نیروی آئرو دینامیک در اثر وزش باد، بر روی اجسام تولید می‌شود که می‌تواند یک ساختمان، خودرو، هواپیما و یا هر جسم دیگری باشد؛ اما نتیجه‌ی نیروی آئرو دینامیکی که ایجاد می‌شود بستگی به شکل این جسم خاص که در معرض وزش باد قرار گرفته است دارد. به طوری که اگر پهن باشد و عمود بر جهت وزش باد، در برابر باد مقاومت می‌کند و در جهت وزش باد خم می‌شود؛ اما اگر دارای زوایای خمیده و یا نیم‌دایره‌ای باشد، مقاومت کمتری نسبت به سایر اجسام خواهد داشت.

^۱ Aerodynamic



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

نیروهای آئرو دینامیکی وارد بر هواپیما شامل چهار نیرو می شود
که این نیروها عبارتند: از نیروی برا^۱، وزن^۲، رانش (تراست)^۳ و نیروی
پسا^۴ که در شکل ۱-۴ نشان داده شده اند.



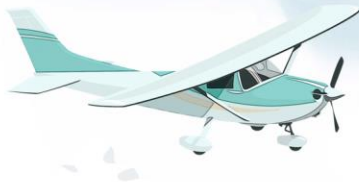
شکل ۱-۴ نیروهای آئرو دینامیکی در هواپیمای در حال پرواز

¹ Lift

² Weight

³ Thrust

⁴ Drag



آموزش ساخت و پرواز هواپیماي مدل
(جمپا)

۱-۳-۱ نیروی برا

هر سیالی (آب یا هوا) که از سطح جسمی عبور کند بر آن نیرو وارد می‌کند. نیروی برا، نیرویی است که باعث بالا رفتن هواپیما یا بالگرد^۱ و اجسام پرنده می‌شود. برای اینکه این نیرو ایجاد شود باید جسم موردنظر شکل خاصی داشته باشد. اگر این جسم به گونه‌ای در جریان هوا قرار گیرد که باد از جلوی جسم که حالت نیم‌دایره دارد بوزد و از انتهای جسم که زاویه تندی دارد جسم را ترک کند، نیروی برا، ایجاد خواهد شد.

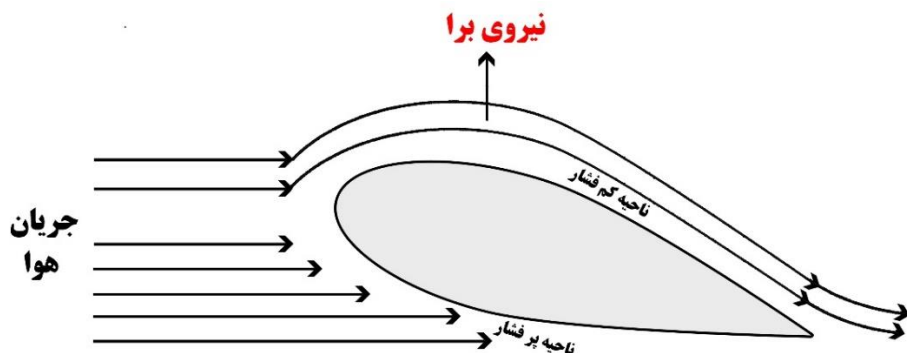
وقتی که مولکول‌های هوا با لبه جلوی بال برخورد می‌کنند، تعدادی به سمت بالا و تعدادی به سمت پایین بال متمایل می‌شوند. هر دو گواه این است که مولکول‌ها بایست در انتهای بال هم‌زمان به یکدیگر برسند. چون بالای بال هواپیما انحناي بیشتری دارد و مسافت آن نسبت به زیر بال بیشتر است، در نتیجه مولکول‌هایی که از سطح بالایی عبور می‌کنند، باید با سرعت بیشتری حرکت کنند تا هم‌زمان با مولکول‌های سطح پایینی به انتهای بال برسند. این عمل باعث کاهش

^۱ Helicopter



آموزش ساخت و پرواز هواپیماي مدل
(جمپا)

فشار هوا در سطح بالای بال نسبت به سطح پایین آن خواهد شد. این کاهش فشار، نیروی برا ایجاد می‌کند (شکل ۱-۵). اگر بال هواپیما دارای این مقطع باشد وقتی که با سرعت حرکت کند نیروی برا ایجاد می‌شود و سبب بلند شدن آن از روی زمین می‌شود. درواقع نیرویی که بر اثر برخورد هوا با سطوح فوقانی و تحتانی بال ایجاد و موجب بالا رفتن هواپیما یا ادامه پرواز آن می‌شود همان نیروی برا است.



شکل ۱-۵ توزیع فشار و نیروی برا، در بال هواپیما

۱-۳-۲ نیروی وزن

نیروی وزن، نیروی وارد شده از طرف زمین به اجسام است و واحد آن نیوتون است. وزن یک جسم، به جرم آن جسم و مقدار نیروی گرانش وارد شده بر آن جسم وابسته است. وزن مقدار ثابتی ندارد و چنانچه



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

نیروی گرانش وارد شده بر جسم تغییر کند همانند شرایطی که جسم به سیاره دیگری منتقل شود وزن آن جسم نیز تغییر می‌کند. این نیرو یکی از آسان‌ترین مفاهیم پرواز بر روی زمین است. هر جسمی دارای وزن است. به‌طور مثال یک هواپیمای مدل ۷۴۷ نزدیک به ۴۳۵ تن وزن دارد و باند پرواز باید بتواند وزن آن را تحمل کند.

۱-۳-۳ نیروی پسا

نیروی پسا، یک نیروی آئرو دینامیکی است که در برابر حرکت یک جسم در سیال (آب یا هوا) مقاومت می‌کند. اگر هنگام مسافرت دست خود را از پنجره اتوبوس بیرون بیاورید هنگام حرکت دادن دستتان، می‌توانید شکل ساده‌ای از آن را تجربه کنید. مقدار نیرویی که به دست شما وارد می‌شود به عواملی نظیر اندازه دست شما، سرعت و غلظت هوا بستگی دارد. هرچه سرعت کم بشود شما راحت‌تر دست خودتان را حرکت می‌دهید. مثال دیگری که در این زمینه وجود دارد اسکی‌بازانی هستند که در بازی‌های المپیک و یا مسابقات دیگر می‌بینیم آن‌ها برای اینکه سریع‌تر حرکت کنند، دولا یا خم می‌شوند؛ درواقع آن‌ها



آموزش ساخت و پرواز هواپیماي مدل (جمپا)

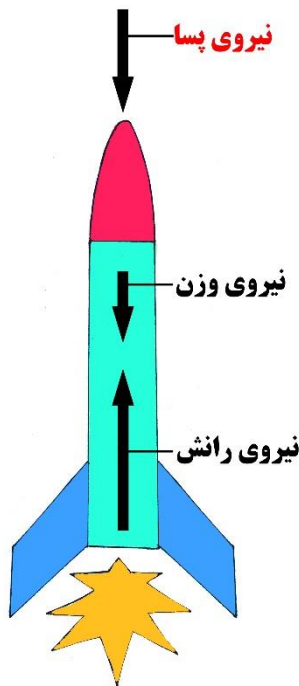
با کوچک تر کردن خودشان مقاومت جریان هوا را کاهش می دهند تا سریع تر به پائین تپه برسند. آیا از خودتان پرسیده اید چرا پس از اینکه هواپیما از روی باند بلند می شود چرخ هایش را جمع می کند؟! احتمالاً علت آن را میدانید! درست است! به خاطر اینکه نیروی پسا کم شود! درست مثل همان اسکی بازانی که خودشان را خم می کنند، مقدار نیروی پسا، که چرخ های هواپیما تولید می کنند بسیار زیاد است و در چنین شرایطی هواپیماها برای پرواز و دور زدن نیاز به نیروی زیادی دارند. یکی از مهم ترین اجزای تأثیرگذار روی نیروی پسا، شکل بال های هواپیماست که در ادامه به بررسی آن ها خواهیم پرداخت.

۱-۳-۴ نیروی رانش

نیروی رانش یا تراست، واکنشی است که جسم را در جهت مخالف نیروی پسا به حرکت درمی آورد. گاه برای این مفهوم، واژه پیشرانش هم بکار می رود. درواقع می توان گفت رانش، هواپیما را در هوا به جلو می برد. نیروی رانش برای مقابله با نیروی اصطکاک در هواپیما یا نیروی وزن در موشک های سوختی استفاده می شود (شکل ۱-۶).



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)



شکل ۶-۱ شماتیک نیروهای وارد بر موشک سوختی

۴-۱ هواپیمای مدل

هواپیماهای مدل از دسته هواپیماهای فوق سبک (طبق تعریف

مصوب سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری، دارای وزنی کمتر از ۷۰۰

کیلوگرم) اما بدون سرنشین به شمار می‌آیند. این نوع هواپیماها از لحاظ

ظاهر، نوع موتور و نوع پرواز در انواع بسیار متنوعی می‌باشند. هواپیمای



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل (جمپا)

مدل به طور کلی به انواع مختلفی از قبیل مدل های پرواز آزاد و رادیو کنترل تقسیم می شوند. مدل آموزشی^۱ جهت پروازهای آموزشی استفاده شده و غالباً بال درروی بدنه طراحی شده و جهت پایداری بیشتر، بال ها دارای زاویه دوسطحی^۲ می باشند. مدل ورزشی^۳ جهت انجام حرکات و مانورهای مسابقه ها و معمولاً جهت پرواز با سرعت زیاد طراحی می شوند. مدل سرگرمی^۴ جهت انجام پروازهای تفریحی با طراحی های زیبا و نه چندان باقاعده هست. مدل سه بعدی^۵ هواپیمای مدلی که توانائی انجام حرکات آکروباتی سه بعدی را داشته باشد، را گویند. در اکثر این مدل ها، بال در وسط بدنه طراحی شده و دارای سطوح کنترل بزرگ می باشند. اگر در هواپیمایی سامانه ای تعبیه شود که بتوان گام ملخ را معکوس نمود به این مدل چهاربعدی خواهیم رسید، در این مدل هواپیما با معکوس نمودن گام ملخ هواپیما به عقب حرکت می کند. مدل زمان قدیم^۶ از روی هواپیماهای

^۱ Trainer

^۲ Dihedral

^۳ Sport

^۴ flight Fun

^۵ Tridimensional (3D)

^۶ time old



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل (جمپا)

قدیمی و نسل اول ساخته می‌شود. مدل هواپیمای بی موتور^۱ که هواپیماهایی شبیه گلایدرهای موتوردار با بال‌های بزرگ هستند.

برای ساخت بدنه هواپیماهای مدل، عموماً از چوب بالسا، پلاستوفوم، پلی وود، فوم، بلوفوم، کامپوزیت و غیره استفاده می‌کنند. در کلیه مراحل ساخت، نهایت تلاش برای کاهش وزن هواپیمای ساخته شده انجام می‌شود زیرا چند گرم وزن کمتر تأثیر زیادی در مقدورات پروازی ایجاد می‌کند.

هواپیمای مدل می‌تواند کاربردهای زیادی داشته باشد. از جمله این کاربردها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود :

۱. فعالیت‌های پژوهشی: میدانید که علم هوافضا به واسطه اینکه از تمامی رشته‌های مختلف علوم جدید در آن استفاده می‌شود، یکی از کامل‌ترین و جامع‌ترین علوم به حساب می‌آید. در این راستا پژوهش و تحقیق می‌تواند در هواپیمای مدل ملموس شده و به مرحله عمل ارتقاء پیدا کند.

^۱ Sailplane



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۲. فعالیت شناسایی: یک هواپیمای مدل کاربرد وسیعی در جهت عملیات

شناسایی خواهد داشت. امروزه در عملیات نظامی یک هواپیمای مدل

شناسایی می‌تواند از صدها تلفات جانی جلوگیری کرده در عین حال

که بسیار سریع‌تر، ایمن‌تر، با خطای کمتر و مطمئن‌تر عمل نماید.

۳. فعالیت عکس‌برداری و فیلم‌برداری: با نصب یک دوربین و تعدادی

تجهیزات جانبی روی یک هواپیمای مدل و یا بالگرد مدل می‌توان

شاهکاری از عکس و فیلم تهیه نمود که بدون آن انجام چنین کاری

وجود نخواهد داشت. عکس‌برداری و فیلم‌برداری توسط هواپیمای

مدل می‌تواند در رشته‌های زیست‌محیطی، هنری، تجاری و بسیاری از

موارد دیگر نیز کاربرد داشته باشد و مطمئناً هزینه آن با هزینه گزاف

استفاده از هواپیما یا بالگرد سرنشین دار و یا تجهیزات دیگر قابل

قیاس نیست.

۴. عملیات سم‌پاشی: یک هواپیمای مدل می‌تواند یک سم‌پاش حرفه‌ای

باشد. شاید خودتان بهتر بتوانید موارد مختلف کاربرد آن را حدس

بزنید.



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۵. عملیات نظامی و شناسایی: در صنایع نظامی، هواپیمای مدل را به منظور انجام عملیات جنگی ساخته و با سامانه‌های خلبان خودکار و بعضاً دوربین و... تجهیز کرده و به سمت هدف هدایت می‌کنند.

۶. مانورهای نمایشی: خلبانان حرفه‌ای هواپیماهای بدون سرنشین مدل با انجام مانورهای پرواز حرفه‌ای می‌توانند چشمان ناظران خود را خیره کنند. بیش از ۳۷ نوع مانور پروازی بسیار زیبا به‌طور رسمی در مسابقات حرفه‌ای به اجرا درمی‌آید که حاصل چندین سال تمرین مستمر یک خلبان مدل را نشان می‌دهد.

۷. انجام پروازهای غیرحرفه‌ای و تمرینی: هواپیمای مدل یکی از مفرح‌ترین ورزش‌های هوایی محسوب می‌شود. ساخت و خلبانی هواپیمای مدل می‌تواند اوقات فراغت بسیار لذت‌بخش را برای تمام سنین به ارمغان بیاورد. جذابیت این تفریح به حدی است که از نوجوانان تا آقایان و خانم‌های مسن از لحظه شناخت ورود به ساخت یا خلبانی هواپیمای مدل معمولاً این تفریح را به‌طور مستمر ادامه داده‌اند.



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۸. زیبایی و تمرکز : حواسی که ساخت و پرواز هواپیمای مدل می‌طلبد از جمله دلایل بروز رضایتمندی از اوقات فراغت هست.

۱-۵ اجزاء اصلی ساختمان هواپیما

هواپیماها از اجزای گوناگونی تشکیل شده‌اند، اما همه هواپیماها از چند بخش اصلی برخوردارند که عبارت‌اند از: بدنه^۱، بال^۲، مجموعه دم^۳، ارابه فرود^۴ و پیشرانه^۵. در ادامه به اختصار اجزای هواپیما توضیح داده شده است.

۱-۵-۱ بدنه

در اغلب هواپیماها، بدنه نقش اساسی و مشترکی، مبنی بر قراردادن بال، مجموعه دم، پیشرانه و ارابه فرود در موقعیت مناسب خود، ایفا می‌کند. درواقع بدنه رابط بین بخش‌های اصلی دیگر است؛ اما

^۱ Body or Fuselage

^۲ Wing

^۳ Tail Empennage

^۴ Landing gear

^۵ Engine or Power plant



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل (جمپا)

در برخی هواپیماها مانند بال‌های پرنده، بدنه و بال یکپارچه بوده و مرزی بین آن‌ها وجود ندارد. از وظایف دیگر بدنه، می‌توان به مواردی از قبیل جای دادن اتاقک^۱ خلبان، اتاقک مسافر، محفظه بار، تانک‌های سوخت، محموله و جذب شوک‌های وارده از طرف چرخ‌ها در هنگام فرود، اشاره کرد.

۱-۵-۲ دم

قسمت‌های اصلی مجموعه دم هواپیما شامل سکان افقی^۲، سکان عمودی^۳ همراه با سطح کنترل متحرک مرتبط به آن‌ها یعنی بالابر و سکان عمودی هست. وظیفه اصلی این مجموعه، پایدار کردن هواپیما در هنگام پرواز است. سکان‌های افقی و عمودی، کمک می‌کنند تا اگر هواپیما در اثر عوامل خارجی منحرف گردد خودبه‌خود هواپیما میل به برگشت به حالت اولیه را داشته باشد و سکان‌های متحرک کمک می‌کنند تا خلبان بتواند به اختیار خود، هواپیمای خود را به سمت چپ و راست یا بالا و

^۱ Cabin

^۲ Elevator

^۳ Rudder



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل (جمپا)

پائین هدایت نمایند. دقت شود که در ساخت هواپیمای مدل، این سطوح می‌توانند به صورت خربائی^۱ و یا به صورت ورقه‌ای^۲ بنا بر تصمیم سازنده ساخته شوند. سکان‌های پایدارکننده می‌توانند انواع مختلفی داشته باشند. این سکان‌ها الزاماً دو سکان عمودی و افقی به هم چسبیده نبوده، بلکه به‌طور مثال می‌توان حالت V به خود گرفته که تلفیقی از سکان عمودی و سکان افقی هست و یا بافاصله از یکدیگر نصب شوند. به یاد داشته باشید که روش عملکرد سطوح متحرک در پرواز نیز بستگی به شکل و نوع سکان‌های ثابت عمودی و افقی خواهد داشت.

۱-۵-۳ بال

بال هواپیما، حساس‌ترین و مؤثرترین قسمت هواپیما محسوب می‌شود. به همین دلیل در هنگام ساخت بال می‌بایست ظرافت و دقت خاصی به کار گرفته شود. تقریباً تمام نیرویی که هواپیما را به سمت بالا می‌کشانند توسط بال هواپیما ایجاد شده و بدنه نیز که به بال متصل است از حرکت بال پیروی می‌کند. در طراحی هواپیما، محاسبات بسیار

^۱structure

^۲Sheet

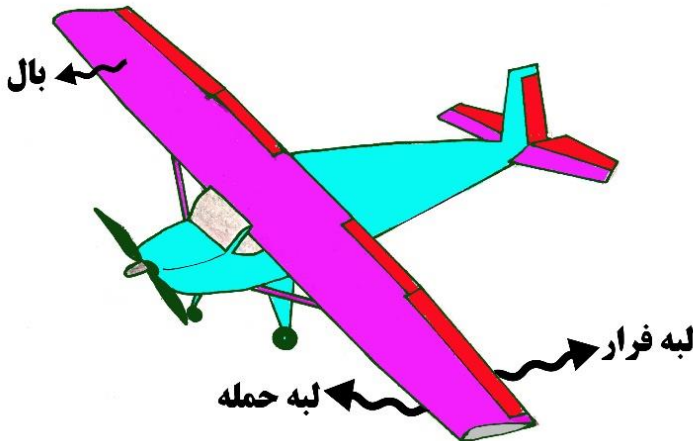


آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

گسترده‌ای برای به دست آوردن شکل مناسب بال اعم از سطح مقطع
بال^۱، طول بال^۲، زاویه نصب بال^۳، مکان نصب بال به بدنه، زاویه دوسطحی
بین بال سمت چپ و بال سمت راست و.. صورت می‌گیرد.

قسمت‌های مختلف بال (شکل ۷-۱) عبارت‌اند از : لبه حمله^۴، لبه

فرار^۵، زاویه دوسطحی^۶



شکل ۷-۱ قسمت‌های مختلف بال

¹ Span wing

² airfoil

³ incidence of angle

⁴ Leading edge

⁵ Trailing edge

⁶ dihedral



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

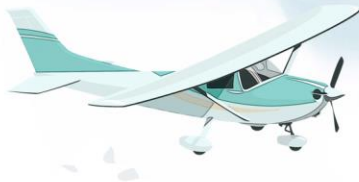
البته در هواپیماهای بدون سرنشین مدل نیز کمی راحت تر و با کمک گرفتن از نمونه اصلی و با سرنشین و یا انجام محاسبات مجزا این کار صورت می گیرد. یک اشکال کوچک در ساخت بال، حتی در یک هواپیمای مدل، می تواند باعث زمین خوردن و یا انحرافات عمده هواپیما در حین پرواز شود. بال هواپیمای مدل معمولاً به دو روش ساخته می شود: روش اول به صورت سازه ای^۱ با استفاده از ریب^۲ و روش دوم به صورت غیر سازه ای و با استفاده از انواع فوم ها و بعضاً همراه با لایه ای از چوب بالسا یا روکش چوب جهت مقاوم کردن آن است.

۱-۳-۵-۱ لبه ی حمله

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.

^۱ Structure

^۲ Rib



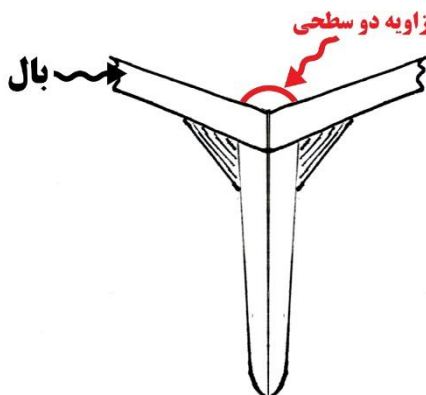
آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۱-۵-۳-۲ لبه‌ی فرار

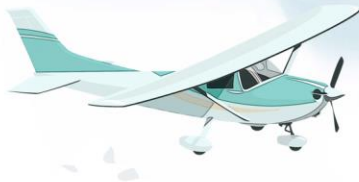
محلی که مولکول‌های هوا سطح بال را ترک می‌کنند را لبه فرار بال گویند. همچنین این قسمت محل تلاقی و برخورد جریان هوایی است که از زیر و روی بال عبور نموده است.

۱-۵-۳-۳ زاویه‌ی دوسطحی

این زاویه همان زاویه‌ی هفتی وسط بال است. وظیفه این زاویه پایداری بیشتر در هنگام پرواز است، به همین دلیل است که در هواپیماهای گلایدر آموزشی این زاویه به‌خوبی قابل مشاهده است (شکل ۸-۱) اما در هواپیماهای آکروباتی قابل مشاهده نیست.



شکل ۸-۱ زاویه دوسطحی بال در هواپیمای مدل گلایدر



آموزش ساخت و پرواز هواپیماي مدل
(جَمپا)

۱-۵-۴ انواع بال

بال‌های هواپیما انواع مختلفی دارد که بسته به نوع کاربرد هواپیما نوع بال متفاوت می‌گردد. شکل ۱-۹ انواع مختلف بال هواپیما را نشان می‌دهد.

• بال‌های بدون زاویه •



بال‌های بدون زاویه
مستطیل

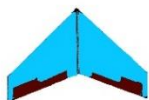


بال‌های بدون زاویه
مخروطی



بال‌های بدون زاویه
بیضوی

• بال‌های عقب گرد •



بال عقب گرد متوسط

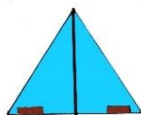


بال عقب گرد
با زاویه کم

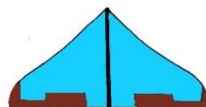


بال به شدت عقب گرد

• بال‌های دلتا •

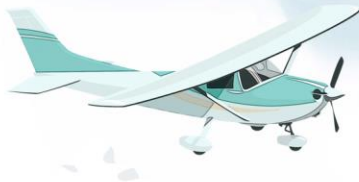


بال دلتای ساده



بال دلتای پیچیده

شکل ۱-۹ انواع بال‌های هواپیما



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۱-۵-۴-۱ بال بیضوی^۱

این نوع بال همان‌طور که از نامش پیداست، عبارت است از بالی که به شکل بیضی است. هواپیمای فوق مرینوس^۲، هواپیمای آتشبار^۳ شکاری جنگنده انگلیسی در جنگ جهانی دوم مشهورترین هواپیمایی است که از این بال سود جسته است.

۱-۵-۴-۲ بال مثلثی^۴

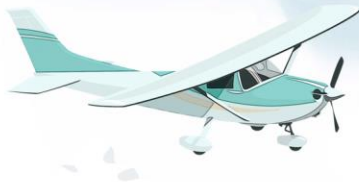
بال مثلثی، بالی است که کاملاً شبیه مثلث است. از این نوع بال در هواپیمای پرسرعت مافوق صوت امروزی استفاده می‌شود. هواپیمایی که از چنین بالی بهره می‌برد، قدرت مانور بسیار زیادی در حین پرواز دارد. از آنجاکه استفاده از چنین بالی موجب می‌شود دم افقی حذف شود، وزن کل هواپیما نیز کاهش می‌یابد.

^۱ Elliptic wing

^۲ Super merino

^۳ Spitfire

^۴ Delta wing



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

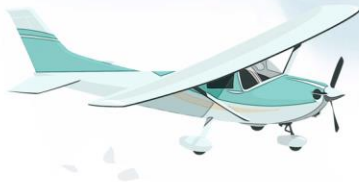
۱-۵-۴-۳ بال مستطیلی

بال مستطیلی عبارت است از بالی که عرض آن در ابتدا و انتها مساوی باشد و دارای هیچ گونه زاویه‌ای به جلو یا عقب نیست. به طوری که جریان هوای روی بال هم‌زمان به سرتاسر لبه حمله برخورد می‌کند. از این نوع بال معمولاً در هواپیماهایی با سرعت کم استفاده می‌شود. مهم‌ترین مزیت این نوع بال‌ها سادگی و سهولت ساخت است. همچنین حجم مخازن سوخت در این نوع بال‌ها بیشتر از بال‌های دیگر است.

۱-۵-۴-۴ بال عقب‌رفته^۱

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 عقب‌رفته طراحی نمود. در بال‌های عقب‌رفته پسا تا سرعت‌های نزدیک به صوت به تأخیر می‌افتد و هواپیما می‌تواند با سرعت بیشتری نسبت به بال‌های مستطیلی و بیضوی پرواز کند.

^۱ Swept wing



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

۱-۵-۴-۵ بال روبه جلو

هواپیمای یونکرس مدل ۲۸۷ از اولین هواپیماهای جت و اولین هواپیما با بال‌های روبه جلو در جهان ساخت آلمان نازی بود. بال‌های روبه جلو نسبت به اغلب طرح بال‌های سنتی، در زمان وقوع واماندگی^۱ در سرعت‌های بالا و نیز در سرعت‌های کم می‌تواند کنترل‌پذیری خوبی داشته باشد. این نوع از بال‌ها در مراحل آزمایش و بررسی بیشتر هستند و هنوز به صورت گسترده مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

۱-۵-۵ ارباه فرود

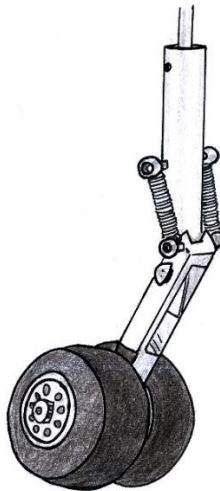
این بخش وظیفه به حرکت درآوردن هواپیما از روی زمین و همچنین محافظت از هواپیما در هنگام بلند شدن و فرود را بر عهده دارد (شکل ۱-۱۰). شکل و نوع ارباه فرود با توجه به نقش و وظیفه هواپیما و همچنین اندازه هواپیما انتخاب می‌شود. هواپیماها بخصوص هواپیمای مدل دارای ارباه‌های فرود متنوعی است. ارباه فرود می‌تواند ترکیبی از چرخ دم، چرخ جلو یا چرخ وسط باشد. البته یک هواپیمای مدل می‌تواند

^۱ Stale



آموزش ساخت و پرواز هواپیمای مدل
(جمپا)

هیچ ارابه فرودی نداشته باشد و در این صورت به وسیله دست یا دستگاه
پرتاب کننده^۱ پرواز خود را شروع کرده و به وسیله چتر و یا روی پایه
محافظ^۲ فرود می آید.



شکل ۱-۱ نمونه ای از ارابه فرود هواپیما

^۱ launcher

^۲ skid

باشگاه پرواز آزاد ایران

