



به نام اهورامزدا ی پاک  
و به نام **ایران**

# آشنایی با هواپیمای مدل

ترجمه و تالیف : عرفان آقایی ( آرن )

[erfan\\_aghaei@pochta.ru](mailto:erfan_aghaei@pochta.ru)

my blog : [yazilarim.blogfa.com](http://yazilarim.blogfa.com)



تقدیم به : سارا . ت

از همه دوستانی که این کتاب را دانلود کرده و مورد استفاده قرار میدهند ، خواهمشمندم در نقل مطالب این اثر ، اخلاق مداری را رعایت کرده و نام منبع آن را بازگو کنند . هیچ قانون خاصی به جز اصول اخلاقی و احترام به مترجم کتاب برای این کار وجود ندارد . پیشاپیش از همکاری شما سپاسگزارم . عرفان آقایی



این کتاب را تقدیم میکنم به :  
سارا . ت

ناوک غمزه بیار و رسن زلف که من ..... جنگها با دل مجروح بلاکش دارم



جلد اول

### فهرست موضوعی :

- ۱- پیشگفتار ( ص ۴ )
  - ۲- هواپیمای مدل و اهمیت آن ( ص ۵ )
  - ۳- هواپیما چگونه پرواز میکند ( ص ۷ )
  - ۴- نیروهای وارد بر هواپیما ( ص ۷ )
  - ۵- نیروی برادر بالها ( ص ۸ )
  - ۶- تنوری ایروفویل ( ص ۹ )
  - ۷- آشنایی با ایروفویل ( ص ۱۱ )
  - ۸- سایر مفاهیم ( ص ۱۲ )
  - ۹- انواع بالها ( ص ۱۳ )
  - ۱۰- محل نصب بالها ( ص ۱۴ )
  - ۱۱- انواع مختلف دم ( ص ۱۴ )
  - ۱۲- برافزا و فلیپها ( ص ۱۷ )
  - ۱۳- ارایه فرود ( ص ۱۹ )
  - ۱۴- پایداری پرواز ( ص ۲۰ )
  - ۱۵- تأثیرات عرضی و دینامیکی ( ص ۲۳ )
  - ۱۶- کنترل هواپیمای مدل ( ص ۲۴ )
  - ۱۷- اجزاء یک هواپیما ( ص ۲۵ )
  - ۱۸- کارانی هواپیمای مدل ( ص ۲۶ )
  - ۱۹- اصول برخاستن ( ص ۲۹ )
  - ۲۰- فرود ( ص ۳۰ )
  - ۲۱- تأثیرات باد و شیب باند ( ص ۳۱ )
  - ۲۲- کنترل هواپیمای دو موتوره ( ص ۳۱ )
  - ۲۳- ساختار هواپیمای مدل ( ص ۳۲ )
  - ۲۴- حرکتهای نمایشی - مانور ( ص ۳۴ )
  - ۲۵- شبیه سازها ( ص ۳۶ )
  - ۲۶- نگهداری ( ص ۳۶ )
  - ۲۷- انواع هواپیمای مدل ( ص ۳۷ )
  - ۲۸- انتخاب هواپیمای مدل ( ص ۴۰ )
  - ۲۹- آشنایی با موتور ( ص ۴۰ )
  - ۳۰- ساختار موتورها ( ص ۴۲ )
  - ۳۱- عملکرد موتورها ( ص ۴۳ )
  - ۳۲- دیگر موتورهای مدل ( ص ۴۴ )
  - ۳۳- آشنایی با شمع ( ص ۴۶ )
  - ۳۴- منبع سوخت ( ص ۴۷ )
  - ۳۵- فیلترها ( ص ۴۸ )
  - ۳۶- کاربراتور ( ص ۴۸ )
  - ۳۷- صدا خفه کن یا اگزوز ( ص ۴۹ )
  - ۳۸- روشن کردن موتور ( ص ۵۱ )
  - ۳۹- ملخ هواپیمای مدل ( ص ۵۳ )
  - ۴۰- رادیو کنترل ( ص ۵۵ )
  - ۴۱- سرووها ( ص ۵۹ )
  - ۴۲- نصب سرووها ( ص ۶۰ )
  - ۴۳- نگهداری از موتورهای مدل ( ص ۶۲ )
  - ۴۴- چک لیست و توصیه پایانی ( ص ۶۲ )
  - ۴۵- واژه نامه ( ص ۶۳ )
- مطالب جلد دوم :**
- آشنایی با موتورهای الکتریکی  
آشنایی با باتریها  
آشنایی با سامانه کنترل ( ESC )  
آشنایی کامل با موتورهای جت مدل  
آشنایی با سامانه ( FADEC )  
و ....
- مطالب جلد سوم :**
- آشنایی با موشک های مدل  
آشنایی با موتورهای رم جت  
آشنایی با موتورهای پالس جت  
آشنایی با قایقهای مدل  
آشنایی با بالگردهای مدل  
و ....
- به زودی :**
- ۱- طراحی هواپیمای مدل  
۲- راهنمای ساخت هواپیمای مدل  
۳- موتورهای هواپیما  
۴- راهنمای ساخت موتورهای شمعی

## پیشگفتار:

### به نام یزدان پاک

همواره ، مقدمه نویسی برای من کاری دشوار بوده است ! وقتی شروع به نوشتن میکنم ، جسته و گریخته میتوانم با هر زحمتی که هست آن را به پایان برسانم ، اما برای خلق پیشگفتار مناسبی که بازگو کننده هدف کلی کارم باشد دچار مشکل میشوم . این کتاب پیش از تولد ، مجموعه ایی از متون های فنی بوده که به خاطر علاقه و عشقی که به دنیای هوانوردی دارم ، گردآوری کرده و پس از ترجمه و استفاده ، آنها را در آرشیو شخصی ام نگهداری میکردم . با گذشت زمان به این فکر افتادم که به این آرشیو بی در و پیکر سروسامانی داده و اگر فرصتی بود آنها را به شکل یک کتاب الکترونیکی در اختیار سایر علاقمندان این رشته قرار دهم .

بهانه خاصی نمی تواند مد نظر باشد ، اگر از چشم یک راهب بودائی به جهان پیرامون خودمان نگاه کنیم ، زندگی چیزی جز حرکت نیست ، رفتن و رفتن ، دیدن و جستجو کردن و زیستن به خاطر خود زیستن ! . در این مسیر ، مفید و راهگشا بودن و خدمت به دیگران ، مایه آرامش و تسلی آدمی است . همه ما بهانه ایی برای نفس کشیدن داریم ، بهانه ایی برای دوست داشتن ، بهانه ایی برای رفتن ، و دلیلی برای دلواپسی و .....

وقتی همه بهانه ها از انسان گرفته می شود ، لاجرم چاره ایی جز معنا بخشی و هدفمند کردن زندگی نداریم ، باید بهانه ایی داشت ، باید کاری کرد و الایهودگی قلب و روحمان را میدرد ! برای من ، نقاشی ، موسیقی ، کتاب ، و فکر کردن به ... و پرواز ، بهانه های زندگی ام هستند . و این کتاب و شاید کتابهای دیگری که تقدیمتان میکنم ، بخشی از تکاپوی من در برزخ هستی محسوب می شوند با این امید تسلی بخش ، که پنجره تازه ایی به دنیای شما گشوده باشم ، با این آرزو که گامی کوچک در راه شناساندن و معرفی دانش هوانوردی برداشته باشم .

شک ندارم که این کتاب ، کامل و بدون نقص نمیباشد ، میپذیرم که به برخی موارد آن گونه که باید نپرداخته ام ، قبول دارم که ممکن است دچار اشتباهی ناخواسته شده باشم ، شاید جمله ایی را بدرستی ترجمه نکرده ام و یا ترجمه آن غلط بوده ، میپذیرم که شاید با کار و دقت افزونتر ، می شد کتابی به مراتب بهتر تالیف کرد ، اما این کار نیازمند آرامش و اندکی شادمانی است که درحال حاضر من هیچیک از این دو را ندارم . با این همه ، امیدوارم کاستی های آن را بر من ببخشید و مرا از پیشنهادهای خودتان محروم نکنید .

در پایان به اطلاع همه دوستان میرسانم که متأسفانه املائی من ضعیف است و پیشاپیش بخاطر غلط های املائی کتاب ، از شما پوزش میخواهم !

عرفان آقایی ( آراین )

تهران ۱۳۸۵



### هواپیمای مدل و اهمیت آن :

شاید شما نیز همانند بسیاری از افراد دیگر ، هواپیماهای مدل را وسیله ایی برای سرگرمی و یا در حد پائین تر آن ، تنها یک بازیچه برای کودکان و نوجوانان بدانید . متأسفانه چنین طرز فکری ( به ویژه در ایران ) وجود دارد و حتی در میان قشر دانشجو و تحصیل کرده کشورمان آگاهی درستی از این دانش وجود ندارد و بر خلاف سایر کشورها ، این شاخه از دانش هوانوردی آنچنان که باید و شاید گسترش پیدا نکرده و به جز چند شهر ایران ، در سایر نقاط ، مردم آگاهی درستی از هواپیمای مدل نداشته و اهمیتی برای آن قائل نیستند . با کمال تأسف حتی در شهرهایی همانند تهران ، تبریز ، اصفهان و مشهد لوازم مورد نیاز مُدِلرها به درستی عرضه نمیشود و برخی از وسایل را نمیتوان تهیه کرد . هر چند این وضع در تهران (با وجود همه مشکلات ) تا حدودی بهتر از سایر نقاط کشور است ، اما همه این مسائل بیانگر بی توجهی و بی مهری به صنعت هواپیمای مدل محسوب میشود .

سابقه حضور و راه یابی این هنر در ایران ، به دوره پیش از انقلاب مربوط می شود ، که با تلاش دولت وقت ، هسته های فعالی در چند شهر کشورمان تشکیل شد و تا زمان انقلاب کارشان ادامه یافت . وقوع جنگ ایران و عراق این کالا را در ردیف مصارف تجملی قرار داد و واردات مواد و وسایل مورد نیاز این رشته محدود و هزینه کار واقعا غیر اقتصادی شد و عملا تا مدتها علاقمندان هواپیمای مدل از کار و فعالیت دور ماندند .

در ده سال گذشته همزمان با جان گرفتن دانش هوانوردی در کشورمان ، این شاخه نیز احیا و آموزشهای آن رفته رفته به حالت سابق خود بازگشت ، اما همچنان و تا امروز ، آنگونه که باید پیشرفت نکرده است . شاید دو عامل اساسی مانع ترقی این هنر در کشورمان بوده ( و هست ) که میتوان به تبلیغات ضعیف و از سویی گران بودن محصولات و لوازم این رشته اشاره کرد .

دنیای هوانوردی به هواپیماهای مدل مدیون است . طراحان بزرگ این رشته کارشان را با هواپیمای مدل شروع کرده اند و بسیاری از طرحهای تجربی پیش از ساخته شدن ، با کمک مدلهای مقیاسی ارزیابی و محاسبه شده و به این ترتیب کمک شایانی به رفع اشکال و بهبود آنها شده است . از شاتل های فضایی ، تا هواپیماهای جنگی مدرن ، همگی پیش از ساخت ، به کمک مدلها ، آزمایش شده و دانشمندان تجربه های گرانقدری از این راه بدست آورده اند .



یک هواپیمای مدل نظامی

به جرات می توان گفت که کشور های اروپایی پیشرفت های خود در زمینه هوانوردی را مدیون صنعت و هنر هواپیماهای مدل هستند . با تشویق و ترویج این کالای مفید ، باعث نهادینه شدن دانش هوانوردی در میان مردم شده و به این ترتیب ذهن های خلاق و با استعداد را به این شاخه جذب میکنند .

برای هواپیماهای مدل نمیتوان محدودیتی قائل شد ، از کاربردهای نظامی گرفته تا عملیات امداد و نجات ، میتوان از این وسایل سودمند استفاده کرد .  
امروزه هیچ ارتش مدرنی در جهان وجود ندارد که کاربر پهبادهای نظامی نباشد . این وسایل پرنده اعجاب انگیز با مجهز شدن به سامانه های کنترل و هدایت پیشرفته میتوانند کیلومترها دورتر از پایگاه اصلی پرواز کرده و اقدام به ارسال تصاویر و اطلاعات دریافتی خود کنند .  
امروزه حتی هواپیماهای رادیو کنترلی ساخته شده است که رکورد مداومت پرواز را شکسته اند و میتوانند تا مدتها در آسمان باقی بمانند .



مهندسان ناسا مدل هواپیمای X-36 را برای پرواز آماده میکنند



هواپیماهای مدل در یکی از آزمایشهای ارتش ایران

هواپیمای مدل بازیچه و سرگرمی نیست ، هر چند میتوانند به عنوان وسیله ایی مفید در خدمت اوقات فراقت مردم باشند ، اما با این پرنده ها به احترام برخورد کنید و برایشان ارزش قائل باشید .  
آنها همانند یک هواپیمای واقعی پرواز کرده و از همان اصولی پیروی میکنند که برای ساخت هواپیماهای بزرگ استفاده می شود .





### هواپیما چگونه پرواز میکند :

بدون شک گاهی پرواز تجاری داشته اید ، برای خود من هواپیماها یکی از شگفت آورترین چیزهایی هستند که هر روز میبینم . وقتی وارد یک هواپیمای مسافربری ۷۴۷ میشوم ، در واقع سوار وسیله ایی شده ام که توانایی حمل حداقل ۵۰۰ الی ۶۰۰ مسافر را دارد ! این هواپیما با وزنی در حدود ۸۷۰۰۰۰ پوند ، همانند جادویی ، میتواند از روی باند بلند شده و ۷۰۰۰ مایل دریائی پرواز کند ! واقعا باورنکردنی است !

اگر از این امر تعجب میکنید و میخواهید بدانید چه چیزی به این غول سنگین وزن و یا هر هواپیمای دیگری اجازه میدهد تا به پرواز در آید این نوشتار را بخوانید . در این بخش ما قدم به قدم تئوری پرواز را بررسی خواهیم کرد .



### نیروهای آیرودینامیکی :

پیش از هر چیز ما این موضوع را بررسی خواهیم کرد که چه چیزی به بالهای هواپیما اجازه میدهد تا آن را در آسمان نگاه دارد . و لازم است نگاهی به چهار نیروی : برا (lift) وزن (weight) پیشران (thrust) و پسار (drag) ، داشته باشیم . برای آنکه یک هواپیما بتواند به شکل مستقیم پرواز کند ، رابطه زیر باید برقرار باشد :

**Thrust = Drag** یا پیشران = پسار

**Lift = Weight** یا وزن = برا



اگر به هر دلیلی نیروی پسار (drag) بیشتر از نیروی پیشران (thrust) باشد ، سرعت پرواز هواپیما کاهش می یابد . و اگر نیروی پیشران بیشتر از نیروی پسار باشد ، هواپیما سرعت بیشتری خواهد داشت . و به همین شکل اگر نیروی برا کمتر از وزن باشد ارتفاع پرواز هواپیما کم می شود .

### بررسی نیروهای وارد بر هواپیما :

**تراست :** نیرویی است که باید برای غلبه بر " پسار " تولید شود . هواپیماها این نیرو را به وسیله موتورهای ملخ دارد و یا موتورهای جت ایجاد میکنند . حتی موتورهای موشک نیز از وسایل تولید نیروی برا محسوب میشوند . در تصویر بالا " تراست " یا نیروی " پیشران " با استفاده از یک موتور ملخ دار به وجود آمده است که شبیه یک پنکه عمل کرده و هوا را از میان تیغه های خود عبور میدهد .

**پسار :** یک نیروی آیرودینامیکی 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

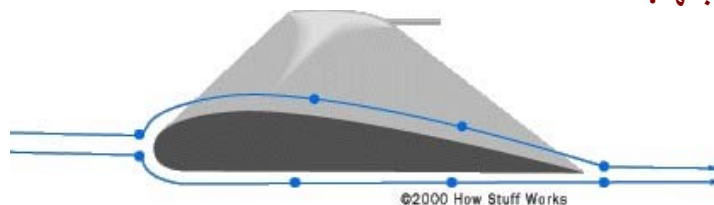
دادن دستتان ، میتوانید شکل ساده ایی از آن را تجربه کنید . مقدار نیرویی که به دست شما وارد میشود به اندازه دست شما و سرعت و غلظت هوا بستگی دارد . هر چه سرعت کم بشود شما راحتتر دست خودتان را حرکت میدهید . مثال دیگری که در این زمینه وجود دارد اسکی بازانی هستند که در بازیهای المپیک و یا مسابقات دیگر میبینیم . آنها برای اینکه سریعتر حرکت کنند ، دولا ( خم ) میشوند ! در واقع آنها با کوچکتر کردن خودشان مقاومت جریان هوا را کاهش میدهند تا سریعتر به پائین تپه برسند .

آیا از خودتان پرسیده اید چرا پس از اینکه هواپیما از روی باند بلند میشود چرخهایش را جمع میکند ؟! احتمالا علت آن را میدانید ! درست است ! بخاطر اینکه نیروی پسار کم شود ! درست مثل همان اسکی بازانی که خودشان را خم میکنند ، مقدار پساری که چرخهای هواپیما تولید میکنند بسیار زیاد است و در چنین شرایطی هواپیماها برای پرواز و دور زدن نیاز به نیروی زیادی دارند .

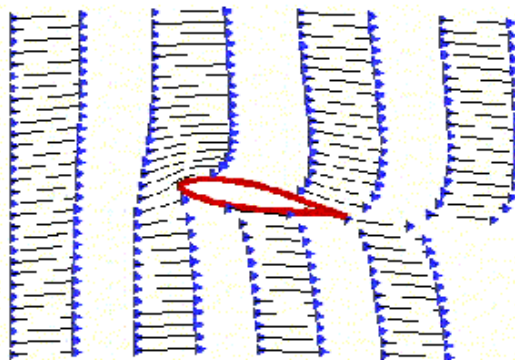
**نیروی وزن :** این یکی از آسانترین مفاهیم پرواز است . بر روی زمین هر جسمی دارای وزن است . یک هواپیمای ۷۴۷ نزدیک به ۴۳۵ تن وزن دارد و باند پرواز باید بتواند آن را تحمل کند

**برا :** نیروی برا هواپیما را در آسمان نگاه میدارد و احتمالا پیچیده ترین نیرویی است که ما با آن روبرو هستیم . بالها با تولید نیروی برا وزن هواپیما را تحمل میکنند . تشریح فیزیکی نیروی برا توضیح میدهد که : نیروی برا یک نیروی عکس العمل شناخته میشود . به طوری که بالها نیروی برا را با به پائین فرستادن هوا تولید میکنند .

### نیروی برا در بالها :



به تصویر بالا خوب نگاه کنید ! شاید ساده ترین راه برای توضیح برا در بالها این تصویر باشد . شما در این تصویر مقطع یک بال هواپیما را میبینید ، سطح بالائی بال دارای انحنا بوده و دارای شکلی خمیده است . اگر دو خط آبی را دو جریان یک سیال ( مثل هوا ) در نظر بگیریم و دو نقاط آبی را به مثابه یک گوی تجسم کنیم ، با استفاده از این شکل میتوانیم خواص بال هواپیما را شرح بدهیم . حال فرض کنید این دو گوی ، بر روی این دو جریان هوا رها شده اند ! گوی مسیر پائین و گوی مسیر بالائی میبایست این مسیر را طی کرده و در انتهای بال ( که در زبان فارسی به آن لبه فرار میگوئیم ) به هم برسند ، واضح است که گوی بالائی باید این مسیر را سریعتر طی کند تا به گوی پائینی برسد . این تصویر به سادگی یکی از مهمترین قوانین دینامیک " شاره " ( سیالها ) را بیان میکند ! یعنی اگر سیالی در یک شارع سرعتش زیاد شود فشارش کم میشود . و این کلید معماری پرواز محسوب میشود !



جریان هوا در بالا سرعتش زیاد و فشارش کم می شود در حالی که جریان هوا در زیر بال سرعتش تغییری نمیکند . چون فشار سطح هوای پائین بال بیشتر میشود نیرویی به سمت بالا ایجاد می کند که همان نیروی برا نامیده می شود . تعریفی که در اینجا ارائه شد از نظر علمی دارای اشکال است ! تعجب نکنید زیرا در عمل همه بالها به این شکل نیستند و حتی در ساخت هواپیماها از بالهایی استفاده میشود که کاملاً قرینه هستند ! و از طرفی طبق این تعریف هواپیماها قادر به

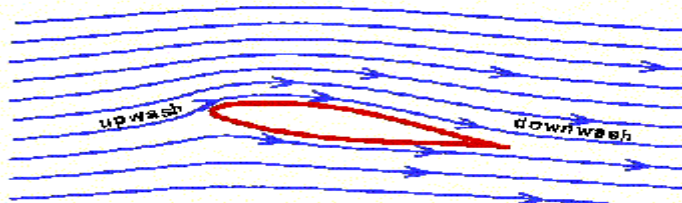


پرواز وارانده نخواهند بود ، در حالی که میدانیم چنین نیست ! پس در بخش بعد نگاه دقیقتری به ایرفویل خواهیم انداخت .

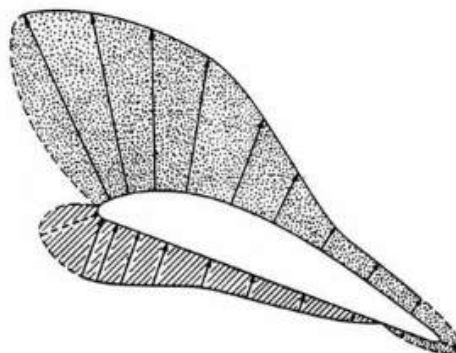
### تئوری ایرفویل :



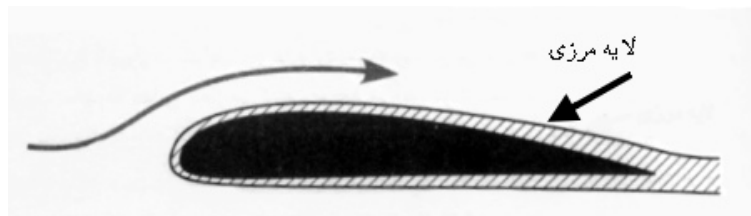
ایرفویل را میتوان به صورت یک شکل هدایت کننده جریان که اصولاً از دو سطح قوس دار که طول و پهنای آن نسبت به ضخامتش خیلی زیاد باشد ، تعریف کرد . شکل بالا یک ایرفویل را نشان میدهد که در مسیر جریان هوا قرار گرفته است . همانگونه که از روی این شکل مشاهده میشود ، در نزدیکی و روی سطح ایرفویل تغییری در جهت جریان گاز پدید می آید ، ولی در جریان اصلی انحراف دائمی به وجود نمی آید . جریان در موقع رسیدن به لبه پیشرو به دو قسمت تقسیم میشود و در انتهای ایرفویل یعنی در لبه پسرو ( فرار ) بیکدیگر می پیوندند . در این صورت نیروهای اعمال شده تنها آنهایی هستند که اثر اصطکاک یا اختلالات موضعی به وجود می آیند . شکل بعد یک ایرفویل دیگر را نشان میدهد ، این ایرفویل نسبت به جریان اصلی ، قبل از رسیدن به لبه پیشرو ، تحت زاویه بطور مایل قرار گرفته است . این زاویه را " زاویه حمله " مینامیم . در این صورت یک اختلال قابل توجه در جریان سیال پدید می آید که منجر به پیدایش انحراف موضعی ( محلی ) زیاد در جریان میشود . برای این که این انحراف در جریان گاز از بین برود ، ایرفویل باید نیروی به جریان وارد سازد ، به این ترتیب ، یک نیروی عکس مساوی و در جهت مخالف توسط هوا به ایرفویل وارد میشود . این نیروها ممکن است بر حسب نیرو به ازاء واحد سطح بر آمده با فشار استاتیکی بیان شود .



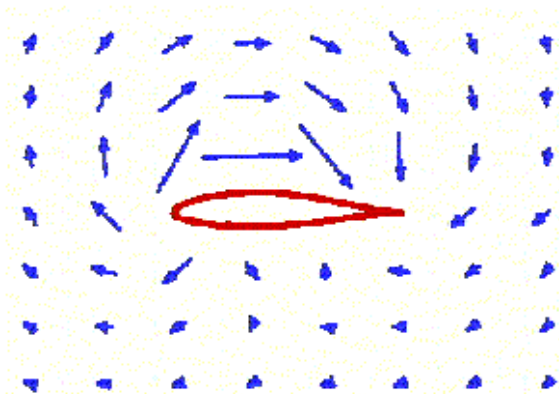
برای یک مقدار ثابت از فشار به سکون رسیده ( فشار کل ) ، فشار استاتیکی در زیر ایرفویل بیشتر از سطح روئی آن خواهد بود . در واقع جریان دور یک ایرفویل ، هم مستقیم است و هم دایره ایی . در تصویر زیر توزیع فشار استاتیکی در اطراف یک ایرفویل را نشان میدهد . کل نیروی عمود بر ایرفویل از دو مؤلفه تشکیل شده است : یکی نیروی بالابرنده ( Lift ) که عمود بر امتداد سرعت ورودی میباشد و دیگری مؤلفه مقاومت ( Drag ) که با امتداد سرعت ورودی موازی میباشد . نیروی بالابرنده از توزیع نامتعادل فشار بر روی سطح ایرفویل بوجود می آید و نیروی مقاومت از تنش برشی در سطح و در نتیجه از لایه مرزی ناشی میشود . لایه مرزی غالباً برای یک مسافت کوتاه ، در جهت جریان لبه پیشرو ، منظم ( Laminar ) میباشد . ولی پس از آن آشفته (مغشوش ) میشود . مقاومت ناشی از لایه مرزی منظم کمتر از مقاومت لایه مرزی آشفته است . بنابر این تا حد امکان باید از این وضعیت جلوگیری شود .



**لایه مرزی :** از تعاریف ارائه شده ، اینطور برداشت میشود که جریان هوا بر روی بال بدون اصطکاک است . در صورتی که جریان روی بال بخاطر وجود اصطکاک بین گاز و ماده جامد ( بال و هوا ) درست بر روی سطح میچسبد ، یعنی سرعت جریان بر روی سطح بال برابر صفر است و یک ناحیه نازکی از جریان گند شده در مجاورت سطح وجود خواهد داشت . این ناحیه از جریان لزج که بخاطر وجود اصطکاک روی سطح به وجود آمده است را لایه مرزی می گویند .



**دوران یا " سیرکولاسیون " :** جریان سیال در اطراف یک ایرفویل ترکیب دو نوع جریان است : یکی حرکت جریان آزاد سیال حول ایروفویل و دیگری جریان چرخشی و یا سیرکولاسیون در اطراف یک ایرفویل.

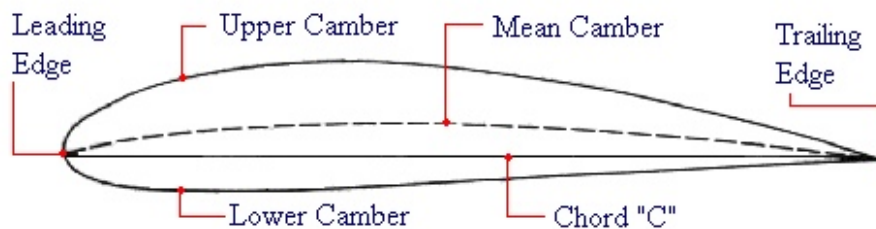


علت سیرکولاسیون را اینگونه میتوان توضیح داد که به علت کاهش فشار روی بال ، هوای این قسمت شتاب گرفته و این امر باعث کشیدن هوا از جلوی بال و فرستادن آن به پشت و پائین بال است . برای این مقدار هوا باید جایگزینی پیدا شود ، بنابر این هوا شروع به تغییر مکان حول محور بال میکند . روشنترین نتیجه سیرکولاسیون حول بال این است که هوا از زیر بال نزدیک شده و باعث به وجود آمدن جریان رو به بالا میشود

**گردابه های بال :** زمانی که هوا از لبه فرار بال جدا میگردد ، مسیر جریان از سطح بالائی نسبت به سطح پائینی مورب بوده و یک مسیر مارپیچی و یا گردابه ایی را ایجاد میکند و در نتیجه یک خطی از مسیر گردابه ها در پشت بال به جای گذاشته می شود . مقاومت این گردابه ها در نوک بالها قویتر بوده و به طرف میانه بال کاهش یافته و در نقطه میانی به پایان میرسد . در تصویر زیر میتوان گردابه های نوک بالها را دید که در پشت هواپیما امتداد یافته است .



## آشنایی با ایروفویل بالها :



**لبه حمله (Leading Edge) :** اولین نقطه مقطع عمودی بال یا مقطع آیرودینامیکی است که قبل از هر قسمت دیگر با الیاف هوا برخورد مینماید .

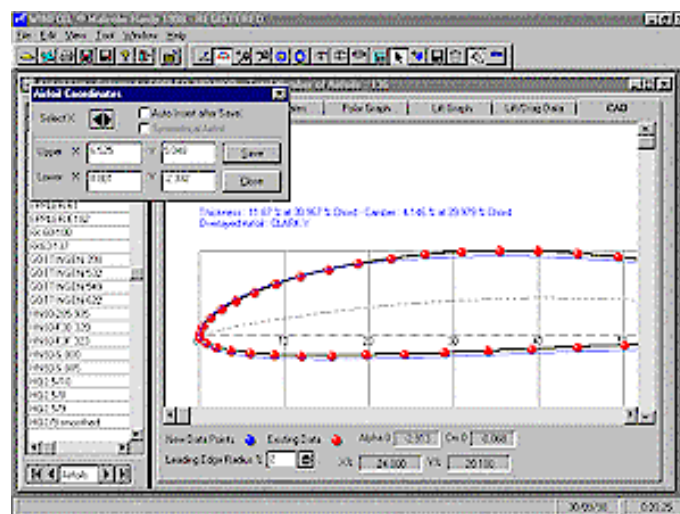
**لبه فرار (Trailing Edge) :** آخرین نقطه از مقطع عمودی که با هوا تماس دارد و در آن نقطه جریان هوا ، مقطع آیرودینامیکی را ترک میکند .

**خط وتر (Chord C) :** خط مستقیمی که لبه حمله را به لبه فرار وصل میکند " خط وتر " نامیده میشود . بطور کلی در همه مباحث آیرودینامیکی هر جا از " وتر " نام برده میشود . منظور همان طول " خط وتر " است که ویژگیهای مقطع آیرودینامیکی بر اساس آن تعیین و رسم می شود.

**خط نیمساز (Mean Camber) :** خط یا منحنی است که از ابتدای خط وتر شروع و به انتهای آن ختم میشود . بطوریکه مقطع آیرودینامیکی را به دو قسمت مساوی تقسیم مینماید . برای مقاطع متقارن این خط یا منحنی روی خط وتر منطبق است . شکل خط نیمساز در تعیین ویژگیهای آیرودینامیکی مقطع بال بسیار مهم است . دو پارامتر یکی اندازه ماکزیمم انحنای منحنی خط نیمساز که ماکزیمم فاصله اش تا خط وتر است و دیگری محل ماکزیمم انحناء ، کمک شایان و ارزنده ایی در جهت تعیین خط نیمساز بشمار میرود .

**کمان بالا (Upper Camber) و کمان پائین (Lower Camber) :** که از روی شکل کاملاً مشخص بوده و نیازی به توضیح ندارد .

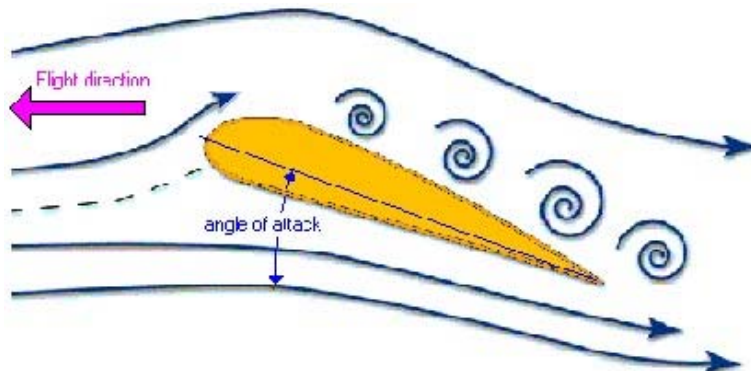
**طراحی ایروفویل :** برای طراحی ایروفویل هواپیما ، میتوان از انواع استاندارد ایروفویل چهار رقمی و یا شش رقمی سازمان " ناکا " ( ناسا فعلی ) استفاده کرد . این ایروفیلهای توسط کارشناسان آیرودینامیک طراحی شده و مشخصات آنها به شکل کدهایی در اختیار علاقمندان است . ( چون در اینجا قصد آموزش طراحی هواپیما را ندارم به چگونگی آن اشاره نمیکنم ) البته امروزه نرم افزارهای رایانه ایی بسیار خوبی وجود دارد که کار شما را آسانتر میکنند . برای نمونه برای طراحی ایروفویل میتوان به نرم افزار جامعی مثل (winfoil) اشاره کرد که از طریق این نشانی (<http://www.winfoil.com>) در شبکه اینترنت قابل دسترسی است . این نرم افزار قدرتمند ابزار مفیدی است که کار یک طراح هواپیما ( اعم از هواپیماهای واقعی و یا مدل ) را آسانتر میکند . ( من از این نرم افزار استفاده میکنم . م )



نمایی از نرم افزار winfoil

### سایر مفاهیم :

**زاویه حمله :** در دانش هوانوردی زاویه حمله هندسی (Geometric angel of attack) به این صورت تعریف میشود : زاویه بین وتر نسبی بال ( خطی که لبه حمله بال را به لبه فرار وصل میکند ) و جهت باد نسبی .



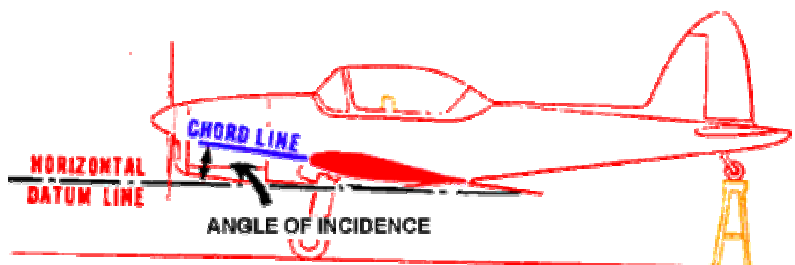
ما برای بحث خودمان از زاویه حمله موثر ( Effective angel of attack ) استفاده میکنیم که در آن بال ، نیروی برآیی تولید نمیکند . شما باید بین زاویه حمله هندسی که در دانش هوانوردی از آن استفاده میکنند و زاویه حمله موثر که در اینجا مورد استفاده واقع میشود اختلاف قائل شوید . رابطه بین نیروی برآ و زاویه حمله در " زاویه بحرانی " (Critical angle) قطع میشود . در این زاویه نیروها آن قدر قوی میشوند که هوا شروع به جدا شدن از بال میکند . در این حین بال نیروی برای خود را از دست میدهد و باعث افزایش نیروی " پساز " میگردد . در زاویه حمله بحرانی ، بال وارد مرحله " واماندگی " (Stall) میشود .

yazilarim.blogfa.com

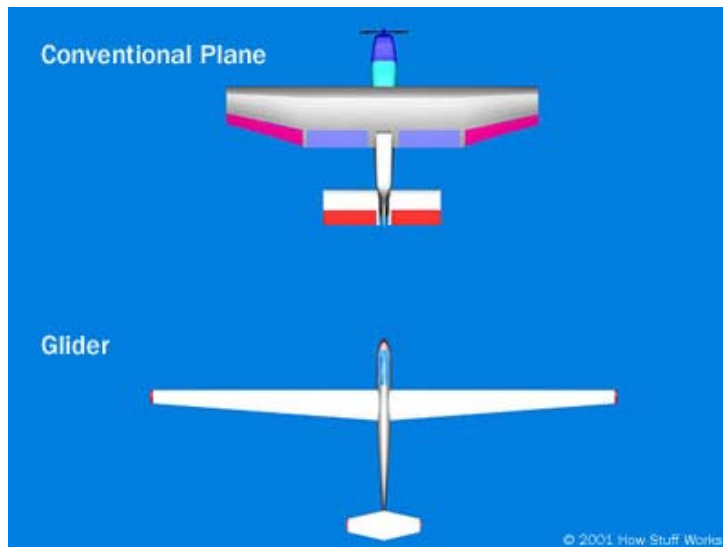


در هواپیماها برای افزایش زاویه حمله و کاهش اثرات آن از " اسلات " و " اسلت " ها استفاده میکنند که در تصویر بالا نمونه یک اسلت دیده میشود . در هنگام گروز اسلتها جمع میشوند تا باعث افزایش پساز نشوند .

**زاویه نصب بال :** زاویه ای بین وتر ریشه بال و خط مرکزی بدنه را زاویه نصب بال گویند . این زاویه میتواند ثابت یا متغییر باشد . زاویه نصب بال باید آن مقدار باشد که برای مورد نیاز را در سرعت سیر ایجاد کند و حداقل پساز را داشته باشد . زاویه نصب بال با زاویه حمله رابطه ایی مستقیم دارد .



**نسبت منطری (Aspect Ratio) :** بطور کلی نسبت عرض هواپیما به طول وتر بال را نسبت منطری میگویند . هواپیماهایی که بال مستطیل شکل دارند ، نسبت منطریشان زیاد است مانند هواپیماهای گلایدر . در تعریف خلاصه نسبت منطری میتوان گفت : نسبت دهنه بال به وتر متوسط آیرودینامیکی است . در شکل زیر دو هواپیما با نسبت منطری متفاوت را میبینید .



### انواع بالهای هواپیما :



- ۱- بال ذوزنقه ایی (Tapered)
- ۲- بال مستطیلی (Rectangular)
- ۳- بال مثلثی یا دلتا (Delta)
- ۴- بال پیکانی (Swept back)



۵- بال بیضوی (Elliptical)

۶- بال جلوگرد (Swept forward)

در هواپیماهای مدل از نوع ، مستطیلی ، بال بیضوی ، و دلتا ، بیشتر از سایر طرحهای بال مورد استفاده طراحان قرار میگیرد . هر یک از این طرحها دارای ویژگیهای خاصی است که طراحان با توجه به پارامترها و پیش فرض هایی که دارند یکی از آنها را انتخاب میکنند .



این هواپیمای مدل از بال مستطیلی شکل استفاده میکند

**محل نصب بالها :** محل نصب بالها میتواند بالا ، وسط ، و یا پائین بدنه باشد . هر یک این روشهای نصب ویژگیهای خاصی به هواپیمای مدل میدهد . بطور کلی روشهای نصب بال از این قرار است :

۱- بال بالا (High wing)

۲- بال وسط (Mid wing)

۳- بال پائین (Low wing)

۴- بال بالاتر (Parasol wing)

هر یک از این روشها مزایا و معایبی دارد که طراح هواپیما با توجه به نوع طرح و یا پارامترهای خواسته شده یکی از آنها را انتخاب میکند .

۱- **بالا بالا (High wing) :** برای هواپیماهای مدلی که دارای بال تقویت شده با میله هستند ( همانند تصویر بالا ) مناسب است . همچنین برای هواپیماهای مدلی که بر روی آب فرود می آیند بهترین گزینه ممکن بشمار میرود . و برای هواپیماهای کایت و گلایدر مناسب میباشد . بال بالا اثر زمین را کم کرده و اثر سرایشی بال را افزایش میدهد . چون بالها بهم وصل هستند بال دارای ضریب برآی بیشتری است . هواپیمای مدل در هنگام نشستن عملکرد بهتری دارد و نیروی پسای بال پایدار کننده است .



یک هواپیمای مدل آب نشین .

**معایب :** نیروی پسای بیشتری در مقایسه با بال پائین دارد . وزن بیشتری دارد . عملکرد در برخاستن بدتر است زیرا اثر زمین طول باند را بیشتر میکند . از نظر آکروباتیکی بعد از بال پائین قرار میگیرد .

**۲- بال پائین (Low wing):** به دلیل تاثیر زمین عملکرد در برخاستن بهتر است . هواپیما وزن کمتری نسبت به انواع بال بالا دارد . پسای کمتری دارد . ظاهر زیباتری داشته و پسای القایی کمتر است . از نظر آکروباتیکی بهتر از بال بالاست .  
**معایب :** ضریب برای کمتری نسبت به بال بالا دارد . اثر سرایشی بال کمتر است . عملکرد نشست بدتری دارد . زاویه حمله دُم را کم میکند و این مسئله اثر دم را کاهش میدهد . نیروی پسای بال ناپایدار کننده است .

**۳- بال وسط (Mid wing):** بین دو حالت قبلی است . ولی مشکل اصلی آن اضافه وزن است . چون تیرکهای اصلی چپ و راست از یکدیگر جدا هستند و باید خوب تقویت شوند . از مزایای آن میتوان به زیباتر بودن آن نسبت به دو نوع قلبی و شکل آیرودینامیکی بهتر اشاره کرد و مهمترین عیب آن نیز همانگونه که عنوان شد وزن آن محسوب می شود.

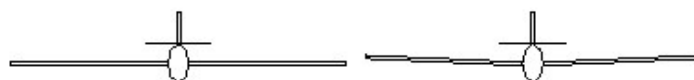
**۴- بال بالاتر (Parasol wing):** این بال اغلب در هواپیمایی که در آب فرود می آیند استفاده می شود . البته در هواپیمای مدل عمومیت ندارد و حتی با بال پائین هم میتوان مدل نوع آب نشین ساخت . مزایای این نوع بالها شبیه به انواع بال بالاست و معایب آن نیز وزن و پسای بیشتر آن است .

#### بیشتر بدانیم :

**زاویه انحراف بال (Sweep):** بال بیشتر هواپیمای امروزی دارای زاویه انحراف است . انگیزه اصلی چنین کاری کاهش نیروی پسا در سرعت های کروز بالاست . علت دیگر این امر میتواند به جابجا کردن مرکز نیروی برای بال به سمت جلو یا عقب محل اتصال ریشه بال به بدنه باشد . همچنین هواپیمایی که دارای زاویه انحراف به سمت عقب هستند پایدارتر بوده و در سرعت های بالا عملکرد بهتری دارند . بال هواپیمای جنگی بهترین مثال برای این مورد است .

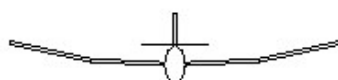
**بال ذوزنقه ای (Taper):** علت استفاده از این نوع بالها توزیع بارگذاری بال به نحوی است که این بارگذاری در نوک بالها کاهش می یابد . بال ذوزنقه ای باعث کاهش بار در نوک بالها میشود . در هواپیمای مدل از این نوع بالها نیز استفاده میکنند و برخی از مدل های ورزشی به این نوع بال مجهزند .

**زاویه هفتی یا زاویه فراز (Dihedral):** پایداری عرضی و طولی برای هواپیمای آموزشی مطلوب است و با دادن زاویه هفتی به بالها بدست می آید . در کل باعث افزایش پایداری میشود .

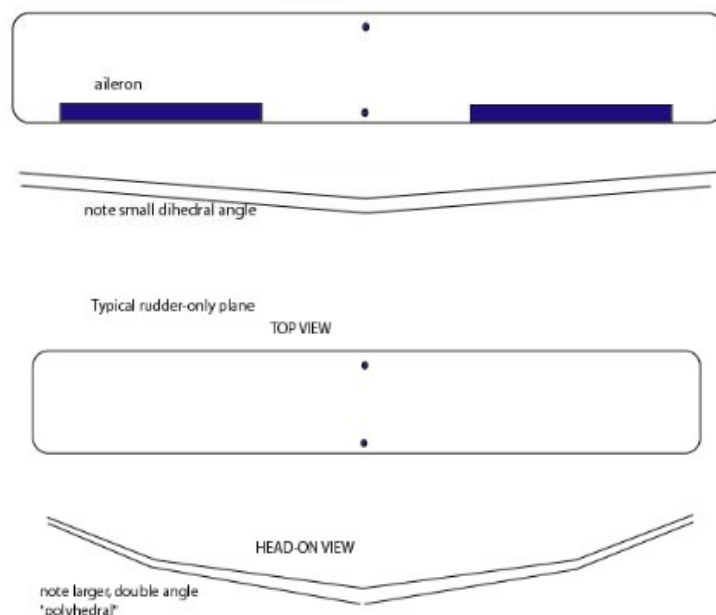


Flat

Dihedral



Polyhedral



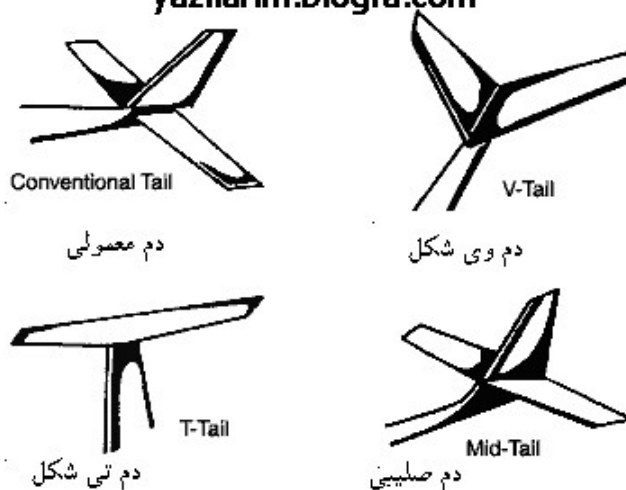
yazilarim.blogfa.com



طراحان سعی میکنند با خم کردن بالها به پایداری هواپیما کمک کنند .

**انواع مختلف دم :** تقریباً نزدیک به دوازده نوع دم گوناگون در هواپیماها مورد استفاده قرار میگیرد که از این میان ما تنها به شرح چهار نمونه که کاربرد بیشتری در هواپیماهای مدل دارند خواهیم پرداخت ، هر چند نمی توان منکر استفاده از سایر طرحها شد ، اما این چهار نمونه از انواع پرکاربرد و مطرح هستند .

yazilarim.blogfa.com



**دم معمولی :** بیشتر هواپیماهای مدل از این نوع دم استفاده میکنند . طراحی آن آسان است و پاسخگوی وظایف سه گانه دم ها میباشد و معمولا کمترین وزن را در بین انواع دم ها دارند . تصویر پائین مدلی را نمایش میدهد که از این نوع دم استفاده میکند .



**دم تی (T) شکل :** این نوع دم نیز در هواپیماهای مدل استفاده میشود . معمولا سنگین تر از دم معمولی است چون دم عمودی جهت تحمل دم افقی باید قویتر باشد . در اثر وجود دم افقی در بالای دم عمودی به علت کاهش مساحت عمودی ، دم عمودی به مساحت کمتری نیاز دارد . در این نوع ، دم افقی دور از جریانات بال و ملخ است و به همین دلیل مساحت آن را کاهش میدهد . همچنین لرزش دم افقی کمتر است . از اشکالات این دم این است که احتمال واماندگی عمیق (Deep Stall) در هواپیماهای مدل وجود دارد .

**دم وی (V) شکل :** در این نوع ، نیروهای عمودی و افقی دم ، موثلفه های نیروهای وارد بر سطح V بوده و لذا دم وی شکل هم نقش دم عمودی و هم افقی را دارد . به این خاطر مساحت دم V کمتر از دم معمولی است همچنین پسای تداخلی کمتری دارد ولی عیب دیگر آن پیچیدگی سامانه کنترل دم محسوب میشود . البته در ریز مدلهای ، که کنترل هواپیما همانند مدلهای عادی مطرح نیست ، این نوع دم می تواند وزن و سادگی سامانه را افزایش دهد .



**دم صلیبی :** دارای ویژگیهایی ما بین دم تی شکل و دم معمولی است .

**برافراها (High Lift Devices) :** وسایل و یا تجهیزات نصب شده بر روی بال که زاویه واماندگی را افزایش میدهند را ، وسایل بر افزا میگویند . مانند اسلت (Slat) و اسلات (Slot) که پیش از این به آنها اشاره شد

**فلپها (Flaps) :** فلپها سطوحی هستند که در لبه فرار بال قرار دارند . بطور کلی فلپها موجب افزایش نیروی برآ ، از طریق زیاد کردن زاویه حمله بال یا سطح موثر بال ، همراه با زیاد شدن زاویه حمله میشوند . در هواپیماهای مدل از (Trailing edge flap) استفاده می شود که از نوع فلاپ ساده و یا (Simple flap) بشمار میروند . این فلپها قسمتی از لبه فرار را تشکیل میدهند که به بال هواپیما لولا شده و میتواند به سمت پائین حرکت کند . نوع دیگری از فلپها ( Split

(flaps) یا فلاپ جدا شونده نامیده میشوند این فلاپ بخشی از لبه فرار محسوب میشود . از انواع دیگر فلاپ ها میتوان به فلاپ زپ (Zap flaps) و فلاپ فاولر (Fowler flaps) اشاره کرد . که از انواع کم کاربرد در هواپیماهای مدل هستند . بخاطر سادگی ساخت و استفاده ، در هواپیماهای مدل از نوع فلاپهای ساده استفاده میکنند که توسط یک سرو به حرکت در می آید .



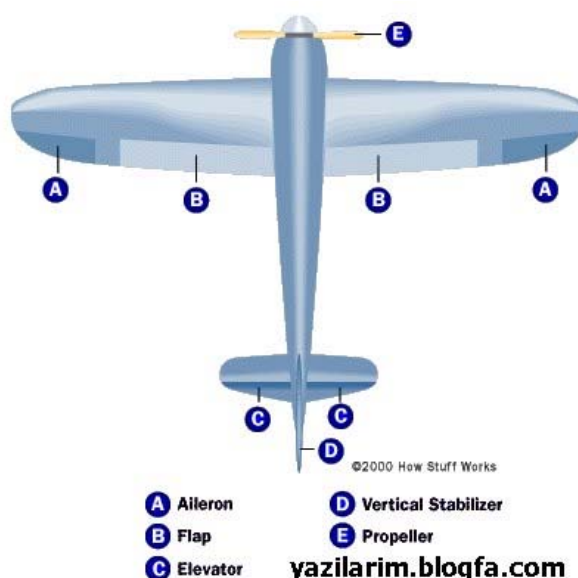
**شهیپرها (Ailerons):** سطوح متحرکی هستند که در لبه فرار هر بال و در قسمت بال خارجی (Outer Wing) قرار دارند . در هواپیماهای مدل در هر بال یک عدد شهپر قرار دارد . هر شهپر توسط یک سرو به حرکت در می آید . حرکت شهپرها دو بال در خلاف جهت یکدیگر میباشد . یعنی اگر یکی به سمت پائین حرکت کند دیگری به بالا حرکت خواهد کرد . همانند فلاپها ، شهپرها نیز دارای انواع مختلفی هستند که در زیر نمونه های ساده و شکاف دار آن را میبینید .



Differential Ailerons.



Frise Ailerons.





**ارابه فرود (Landing Gears):** ارا به فرود وزن کلی هواپیمای مدل را تحمل کرده و آن را در حالت پایدار نگه میدارد. در هنگام فرود، ضربات را جذب و خنثی میکند و قبل از پرواز امکان سرعت گیری را به هواپیما میدهد. دو نوع چرخ فرود در هواپیماهای امروزی استفاده می شود که: ارا به فرود ثابت (Fixed landing Gears) و دیگری ارا به فرود جمع شونده (Retractable Landing Gears) نام دارد. در هواپیماهای مدل بیشتر از نوع ثابت استفاده میشود. سادگی ساخت، هزینه کم، از عوامل استفاده آن بشمار میرود. چرخهای فرود خود به دو زیر گروه: ارا به فرود با چرخ دم (دو چرخ جلو و یک چرخ کوچک در زیر مجموعه دم)، و دیگری ارا به های فرود سه چرخ (یک چرخ در جلو و دو چرخ در عقب)، تقسیم میشوند. چرخهای فرود در انواع اندازه ها ارائه میشوند و طراح آن را بر اساس ویژگیها و وزن هواپیما انتخاب میکند. معمولاً هر چه هواپیما بزرگتر و سنگینتر باشد به ارا به فرود محکمتر و چرخهای بزرگتری نیاز دارد. موضوع مهمی که میبایست در اینجا به آن اشاره کنم این است که همه مدلها از روی زمین عمل پرواز را انجام نمیدهند و برخی از مدلها فاقد چرخ فرود هستند و بجای آن از " چتر بازیافت " استفاده میکنند. البته این نوع مدلها بیشتر جنبه کاربردهای نظامی دارد. و برای به پرواز در آوردن این نوع هواپیماهای مدل از سکوهایی پرتاب (لانچر) پنوماتیکی استفاده میکنند. علت چنین کاری میتواند، عدم دسترسی به محل مناسبی برای نشست و برخاست هواپیما باشد. از طرفی چنین ابزارهایی سرعت برخاست را افزایش میدهند. مطلب دیگر آنکه هواپیماهای مدل آبنشین نیازی به چرخ فرود ندارند.



هواپیمای مدل مجهز به چرخ فرود دم



هواپیمای مدل مجهز به ارا به فرود سه چرخ (یک چرخ جلو و دو چرخ در عقب)



پرتابگر پنوماتیکی برای یک نوع هواپیمای مدل جت



بازیافت هواپیمای مدل توسط چتر ( هواپیمای شناسایی " ابابیل  
" طراحی و ساخت ایران )

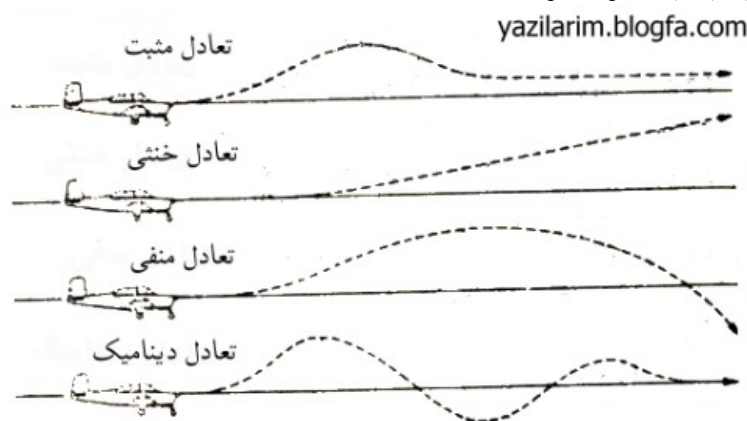
### پایداری پرواز (Stability) :

پایداری استاتیکی : برای یک هواپیما ، بدان معناست که اگر توده ایی از هوا یا جریان متلاطم ، باعث تغییر در حالت فعلی ( مانند جهت آن ) بشود ، یک نیروی بازگرداننده در آن به وجود می آید و اگر هواپیمایی درست طراحی شده باشد ، پس از برخورد با هوای متلاطم ، به حالت اول خود بازگشته و متعادل می شود . نکته آنکه : پایداری (Stability) با تعادل (Balance) فرق دارد . هواپیما زمانی متعادل است که گشتاور (Torque) خالصی به آن وارد نشود . پایداری ، تمایل هواپیما برای بازگشت به وضعیت قبلی خود پس از مواجه با اغتشاش هواست .

پایداری و کنترل : تعریف ساده پایداری عبارت است از : تمایل و یا عدم تمایل هواپیما برای پرواز در شرایط پروازی از پیش تعیین شده و کنترل توانایی یک خلبان جهت تغییر شرایط

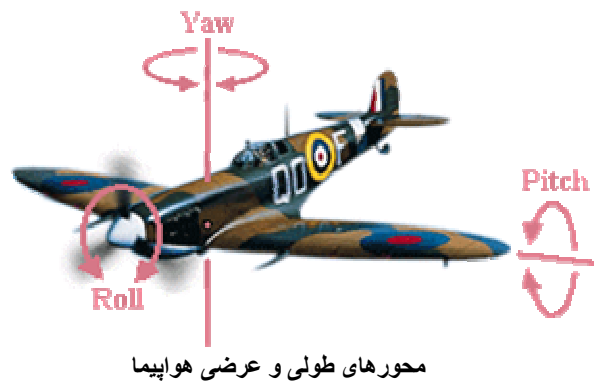
پروازی هواپیما . برای اینکه یک هواپیما در شرایط پروازی خاص ، در حالت تعادل قرار گیرد ، مجموع کلیه نیروها و گشتاورهای اعمال شده بر آن باید صفر باشد . برای مثال هواپیمایی در حالت پرواز مستقیم و یکنواخت را در نظر بگیرید . در این حالت نیروی برآ با وزن ، و پسا با نیروی پیشرانه مساوی است و هیچ گونه گشتاور چرخشی بر هواپیما عمل نمیکند ، بنابراین هواپیما در حالت تعادل قرار دارد .

حال چنانچه هواپیما در شرایط مغشوش قرار گیرد ( به وسیله اغتشاش در هوا ) و دماغه آن به سمت بالا متمایل گردد ( یعنی زاویه حمله افزایش یابد ) دیگر در وضعیت متعادل نخواهد بود . اگر این نیروها و گشتاورهای به وجود آمده جدید ، که به وسیله افزایش زاویه حمله ایجاد شده ، باعث بالا بردن دماغه هواپیما به زاویه بیشتر گردد ، این هواپیما به صورت استاتیکی ناپایدار بوده و حرکت واگرایی نسبت به وضعیت تعادل خواهد داشت . ولی در صورت تمایل اولیه هواپیما به ادامه دادن به پرواز در همان حالت مغشوش شده ثابت ، این وضعیت ، " پایداری استاتیکی خنثی " نامیده میشود . از طرف دیگر ، چنانچه نیروها و گشتاورهای تولید شده به وسیله هواپیما ، تمایل به برگشت دادن آن به حالت پروازی مستقیم و متعادل باشد ، این وضعیت " پایداری استاتیکی " یا دینامیک خواهد بود .



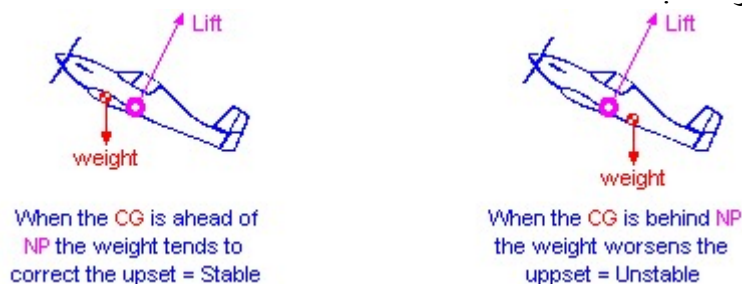
اگر فرض شود که هواپیما دارای پایداری استاتیکی است ، امکان دارد تحت تاثیر سه حالت متفاوت حرکت نسبت به زمان قرار گیرد : الف - دماغه هواپیمای مدل به سمت پائین قرار گرفته ، سپس بازگشت نموده و به سمت بالا متمایل شده ، دوباره تحت زاویه کمتری به سمت پائین و در نهایت به شرایط متعادل قبلی خود یعنی پرواز مستقیم یکنواخت ادامه دهد . این نوع حرکت نوسانی کاهنده مشخص مینماید که هواپیما دارای " پایداری دینامیکی " است .

ب- حالت بعدی آن است که به حرکتهای دماغه به طرف بالا و پائین با دامنه ثابت نوسان ادامه دهد که این وضعیت " پایداری دینامیکی خنثی " نامیده می شود . در بدترین وضعیت ، امکان دارد جلوی هواپیمای مدل با دامنه فزاینده نوسان به بالا و پائین حرکت نماید که این حالت " ناپایداری دینامیکی " خواهد بود . هواپیمای مدل میتواند به صورت دینامیکی ناپایدار بوده ولی کماکان قابلیت پرواز را داشته باشد که این امر از طریق استفاده خلبان از فرامین فرستنده ( سکان افقی متحرک ) امکان پذیر است اما در شرایط ایده آل او نباید این عمل را انجام دهد و هواپیمایی که اینگونه طراحی شود دارای کیفیت پروازی ضعیفی است .



در کل سه نوع پایداری برای یک هواپیما تعریف شده است : ۱- کنترل و پایداری طولی که مربوط به حرکت (Pitching) یا (دوران حول محور عرضی) هواپیماست. ۲- کنترل و پایداری جانبی (Lateral) که مربوط به حرکت غلتیدن هواپیماست. ۳- کنترل پایداری عرضی که در ارتباط با حرکت (Yawing) یا (دوران حول محور قائم) است. پایداری جانبی و عرضی به بطور نزدیکی با یکدیگر در ارتباط بوده و در نتیجه بعضی اوقات میتوان آن را فقط پایداری جانبی نامید.

**پایداری طولی (Longitudinal stability):** پایداری طولی، تمایل هواپیمای مدل به بازگشت به یک وضعیت خاص پس از مواجهه با جریان متلاطم هواست. فرض کنید توده متلاطمی از هوا، زاویه حمله بال هواپیما را زیاد کند. افزایش زاویه حمله، نیروی برآ (Lift) را زیاد میکند. این افزایش باعث چرخش بال حول مرکز چرخش میشود و در نتیجه باعث کاهش زاویه حمله میگردد. به عبارت دیگر گشتاور چرخشی وجود دارد که بال را در خلاف جهتی که شروع به چرخش کرده بود میچرخاند، بنابر این به این حالت پایداری میگویند. فرض شود هواپیمایی جهت پرواز تحت زاویه خاصی تنظیم شده است. بدین معنی که هواپیما در حالت تعادل بوده و هیچ گونه گشتاوری حول مرکز ثقل هواپیما که تمایل به حرکت (Pitch) داشته باشد وجود ندارد. منظور از پرواز در شرایط تعادلی خاص این است که سکان افقی متحرک در یک زاویه تنظیم میگردد و گشتاور کلی در این حالت حول مرکز ثقل هواپیما صفر است. موقعیت افقی مرکز ثقل تأثیر بسزایی بر پایداری استاتیکی بال، و بنابر این بر پایداری استاتیکی کل هواپیما دارد. چنانچه مرکز ثقل کاملاً در جلوی مرکز آیرودینامیکی (به قسمتی از بال که بیشترین نیروی برآ تحت زاویه ای خاص در آنجا ایجاد میشود) قرار گیرد، هواپیما دارای پایداری استاتیکی است. حال اگر مرکز ثقل هواپیما کلاً به طرف عقب حرکت داده شود، نقطه ای وجود خواهد داشت به نام نقطه حنثی که منحنی گشتاو به صورت افقی خواهد بود، در این حالت هواپیما به صورت خنثی پایدار است.

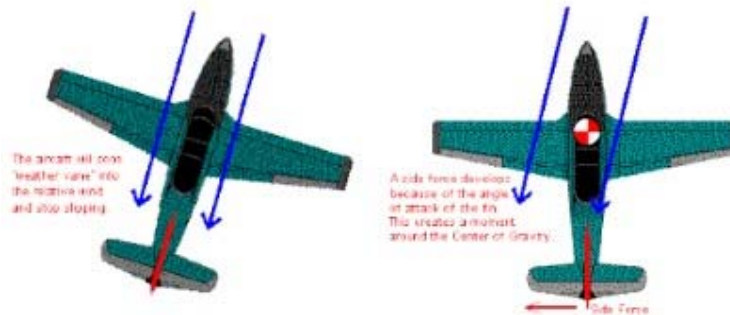


تأثیر مرکز ثقل در پایداری هواپیما، در تصویر سمت چپ مرکز ثقل جلوتر از مرکز آیرودینامیکی بال و در هواپیمای سمت راست مرکز ثقل عقب تر از آن است.

دم افقی هواپیما، اصلی ترین سهم را در گشتاور قابل کنترل در منحنی گشتاور کل هواپیما داراست. دمه‌ای افقی بزرگ پایداری استاتیکی بیشتری را نسبت به دمه‌ای کوچکتر فراهم میکنند. فاصله دم هواپیما از مرکز ثقل بسیار مهم است و به هر مقدار که از آن فاصله داشته باشد، پایداری استاتیکی هواپیما تقویت میشود.

**پایداری عرضی (Directional stability):** بسیاری از اصول پایداری طولی را میتوان در پایداری عرضی بکار برد. در شرایط معمول تعادلی، هواپیما به صورتی پرواز میکند که زاویه yaw صفر است. حال به منظور حصول پایداری عرضی استاتیکی، در وضعیتی که هواپیما به سمت زاویه منفی عرضی منحرف شده، میبایست یک زاویه عرضی مثبت و گشتاور Yawing منفی تولید شود. چنانچه هواپیما وضعیت منحرف شده خود را حفظ نماید دارای "پایداری عرضی خنثی" خواهد بود. اگر هواپیمای مدل تمایل به افزایش حالت انحراف (دور شدن از حالت تعادل) داشته باشد، هواپیما به صورت عرضی ناپایدار است. بدنه هواپیما و دم عمودی، دو جزء اصلی موثر در پایداری عرضی هستند. هنگامی که هواپیما تحت شرایط انحراف شده قرار گیرد، بطور کلی بدنه هواپیما به تنهایی گشتاوری ایجاد میکند که انحراف را افزایش میدهد و لذا حالت ناپایدار برقرار میگردد.

دم عمودی در واقع جزء اصلی در پایداری عرضی استاتیکی است. زمانی که به سبب ایجاد حرکت انحرافی عرضی در یک زاویه حمله قرار میگیرد یک نیروی جانبی تولید میکند که حاصل ضرب آن با بازوی گشتاور (فاصله بین مرکز ثقل جانبی هواپیما و مرکز آیرودینامیکی دم عمودی) یک گشتاور پایدار کننده را سبب میشود.



که تمایل به برگرداندن هواپیما به زاویه عرضی (Yaw angle) صفر دارد . ابعاد دم عمودی به عوامل بسیاری بستگی که در اینجا به آن اشاره ایی نمیکنم .

**پایداری جانبی (Lateral stability):** هواپیمائی دارای پایداری جانبی است که پس از برخورد با یک اغتشاش جوی و غلتشی تحت زاویه خاص روی محور Yaw بتواند نیروها و گشتاورهایی ایجاد کند که تمایل به کاهش این زاویه غلتش و تامین شرایط پرواز متعادل را داشته باشد . از زاویه فراز (Dihedral) (منظور بالهایی است که به شکل هفتی خمیده هستند در بخشهای قبل به چنین بالهایی اشاره شد ) معمولاً به عنوان وسیله ایی برای بهبود پایداری جانبی استفاده می شود . موقعیت نصب بال نسبت به بدنه نیز در پایداری جانبی موثر است . برای نمونه ، هواپیمایی با بال بالا به پایداری جانبی کمک میکند در حالی که نوع بال پائین تاثیر ناپایداری در حرکت غلتشی دارد ، پس در چنین بالهایی ، با اعمال زاویه فراز بیشتر ، این تاثیر نامطلوب کاهش یافته و به پایداری جانبی کمک میشود .



**تأثیرات عرضی و دینامیکی:** بطور خلاصه میتوان گفت که حرکتهای هواپیما در وضعیت عرضی به گونه ایی است که حرکت غلتشی باعث ایجاد حرکت Yaw و متقابلاً حرکات عرضی هواپیما (Yaw) باعث ایجاد حرکت غلتشی میگردد . بنابر این ، یک نوع ارتباط نزدیک بین پایداری استاتیکی عرضی و پایداری استاتیکی طولی وجود دارد که در اثر این تاثیر متقابل ، سه نوع حرکت دینامیکی پدیدار میشود : ۱- واگرایی حرکت سمتی (Directional divergence) ۲- واگرایی حرکت مارپیچی (Spiral divergence) ۳- غلتش هلندی (Dutch roll) **واگرایی سمتی:** در نتیجه عدم پایداری هواپیما به صورت عرضی (Directional) رخ میدهد . هنگامی که هواپیما حرکت سمتی و یا غلتشی را انجام میدهد ، سُر خوردن جانبی را به دنبال خواهد داشت ، بطوری که نیروهای جانبی بر روی هواپیما تولید شده و این نیروها باعث ایجاد گشتاور عرضی گردیده و سُر خوردن جانبی را افزایش میدهد .

**واگرایی مارپیچی:** مشخصه هواپیمایی است که بصورت عرضی پایداری زیاد داشته ، ولی پایداری جانبی آن کافی نباشد ، برای مثال : هواپیمای مدلی که دارای سکان عمودی بزرگ بوده و هیچ گونه زاویه فراز نداشته باشد ، در این حالت ، هنگامی که هواپیما در حالت غلتش بوده و سُر خوردن جانبی را انجام میدهد ، نیروهای جانبی ، تمایل به چرخش آن به طرف جهت باد نسبی را دارند . بال بیروین حرکت سریعی دارد و در نتیجه نیروی برای (Lift) بیشتری تولید میکند و در نتیجه هواپیما در زاویه های بیشتری غلتش میکند . در این حال هیچگونه پایداری جانبی ندارد که بتواند این حرکت را خنثی کند . لذا زاویه غلتش همچنان ادامه زیادتیر شده و موجب میگردد هواپیما به چرخش خود ادامه دهد و وارد یک سُر خوردن " جانبی مارپیچی " بسیار تنگ شود .

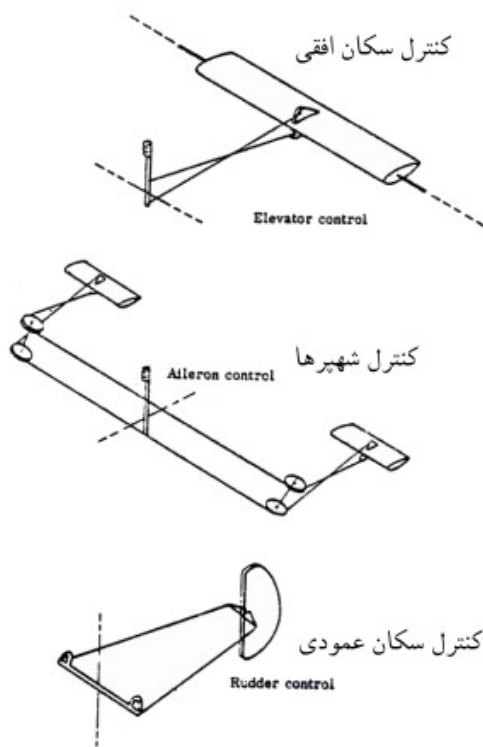
**غلتش هلندی:** حرکتی است که نشانگر مشخصه های هر دو وضعیت واگرایی سمتی و واگرایی مارپیچی است . برای این نوع حرکت ، پایداری جانبی قوی بوده ولی پایداری عرضی ضعیف است . چنانچه یک انحراف جانبی در حرکت هواپیما رخ دهد ، باعث میگردد که همزمان با



حرکت عرضی هواپیما ، چرخشی خارج از مسیر اصلی و در جهت مخالف انجام دهد . در این وضعیت هواپیمای مدل دُم خود را از یک طرف به طرف دیگر تکان میدهد .

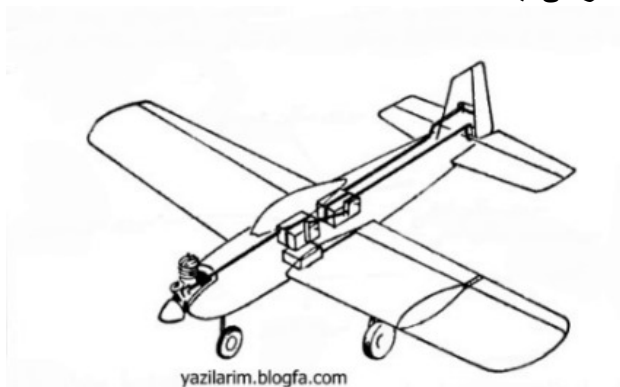
### کنترل هواپیمای مدل :

پیش از اینکه به چگونگی کنترل یک هواپیمای مدل بپردازیم نگاهی خواهیم داشت به اجزاء کلی یک هواپیمای مدل . یادآوری میکنم این سطوح و اجزاء و عملکرد آنها درست همانند رفتاری است که در یک هواپیمای واقعی رخ میدهد و هیچ تفاوتی از این نظر بین این دو دیده نمیشود ! کنترل یک هواپیمای واقعی و یا مدل پایدار و یا ناپایدار ، عبارت است از توانایی خلبان به منظور تغییر شرایط پروازی هواپیما . این امر بوسیله استفاده از وسایلی که نیروی برآ را روی صفحاتی که به آنها متصل بوده و تغییر میدهند ، امکان پذیر است .



### کنترل‌های اصلی در یک هواپیمای واقعی .

سطوح کنترل یک هواپیمای مدل همانند یک هواپیمای واقعی عمل میکنند . در هواپیماهای واقعی این سطوح به وسیله اهرمهای کنترلی که خلبان از داخل کابین خود به حرکت در می آورد عمل میکنند ، اما در هواپیماهای مدل این سطوح به وسیله امواج ارسالی از فرستنده و به کمک گیرنده و سیروها به حرکت در می آیند .

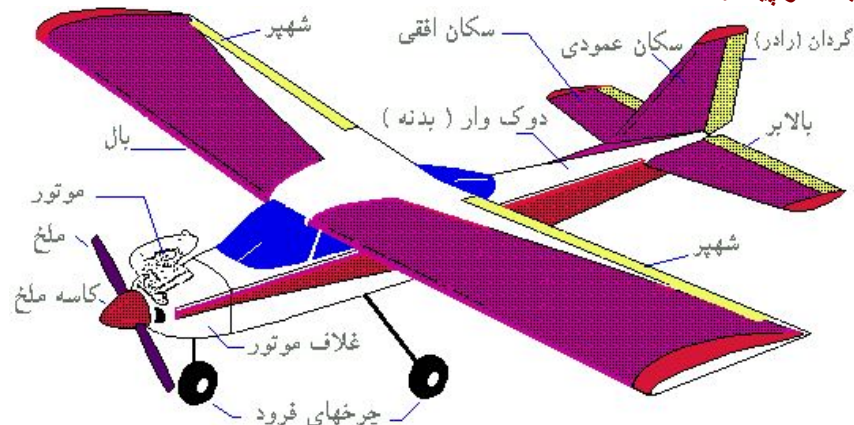


### سطوح کنترل در هواپیمای مدل به کمک سیروها به حرکت در می آیند

این سطوح عبارتند از : ۱- سکان افقی متحرک به منظور فراهم نمودن کنترل طولی . ۲- شهرها جهت کنترل جانبی . ۳- سکان عمودی متحرک به منظور کنترل عرضی .

تأثیر پذیری یک هواپیمای مدل ، میزانی است که چگونگی عملکرد سطوح کنترل به وسیله آن سنجیده می شود . بطور کلی ، به هر میزان که سطوح کنترل متحرک نسبت به کل سطح کنترلی که به آن متصل است بزرگتر باشد، تأثیر پذیری کنترل آن بیشتر خواهد بود . همچنین ، سطوح کنترلی که نسبت منطری بالایی دارند ، تأثیرپذیری آنها نسبت به سطوح منطری پائین ، بیشتر است .

### اجزاء یک هواپیما :



### اجزاء یک هواپیمای مدل

**موتور ( Engine ) :** نیروی مورد نیاز برای به حرکت در آوردن ملخ هواپیما را تأمین میکند .  
**ملخ ( Propeller ) :** نیروی گردشی موتور را به نیروی کششی تبدیل میکند .  
**کاسه ملخ ( Spinne ) :** در واقع یک پوشش آیرودینامیک محسوب میشود .  
**سکان عمودی ( Vertical Stabiliser ) :** این سکان به طور عمودی بر انتهای بدنه و بین دو سکان افقی سمت چپ و راست قرار دارد و وظیفه اصلی آن ایجاد و حفظ تعادل عرضی در پرواز و جلوگیری از انحراف ناخواسته آن به چپ و راست است .  
**رادر و یا سطح متحرک سکان عمودی ( Rudder ) :** میتواند همانند یک بادبنا به چپ و راست حرکت کرده و باعث گردش هواپیما به سمت چپ و یا راست شود .  
**سکان افقی ( Stabiliser ) :** همان گونه که از نامش پیداست باعث ثبات طولی هواپیما میشود .  
**بالابر ( Elevator ) :** بخش متحرک سکان افقی ، که باعث بالا و پائین رفتن دم هواپیما میشود در مجموع با همراه شپرها از سطوح اصلی پروازی به حساب می آیند .  
**شپیر ( Ailerons ) :** در دو سمت بالا و در انتهای " لبه فرار " قرار دارند و باعث غلط هواپیما حول محورهای عرضی خود میشود . حرکت شپرها خلاف جهت یکدیگر است بدین معنی که با حرکت یکی از شپرها به طرف پائین دیگری به بالا حرکت میکند . این عمل باعث غلط هواپیما یا در اصلاح " رول " میشود .



اجزاء یک هواپیمای واقعی با یک هواپیمای مدل تفاوتی ندارد.

### کارایی هواپیمای مدل :

فن آوری مورد استفاده : از همان آغاز ، همه تلاشها معطوف به افزایش کارایی و اطمینان پذیری این وسایل پرنده حساس و ظریف بوده است . مشکلات پیش روی این صنعت ، امروزه بیشتر به یک داستان علمی تخیلی شبیه است تا به واقعیتی که طراحان اولین هواپیماهای مدل مجبور به رویارویی با آنها بوده اند . شاید برای شما که از پیشرفته ترین تجهیزات فرستنده و گیرنده امروزی استفاده میکنید ، دیدن تصویر پائین شگفت آور باشد ، به ویژه اگر بدانید این عکس در واقع اولین فرستنده ی ساخته شده برای کنترل هواپیماهای مدل را نمایش میدهد .



تصویری که میبینید از اولین هواپیماهای مدل رادیو کنترل محسوب میشود . صفحه کنترل فرستنده از یک تولید کننده پالس تلفن استفاده میکرد . بدون شک کنترل هواپیما به این روش دشوار بود .



هواپیماهای مدل پیشرفت خود را مدیون گامهای بلند صنعت الکترونیک در ترقی و ساخت ابزارهای جدید هستند . یکی از مشکلات اساسی هواپیماهای مدل کلاسیک کنترل و هدایت آنها بود و از طرفی به خاطر سنگین بودن سامانه گیرنده ، طراحان مجبور بودند هواپیماهای مدل خود را بزرگتر از آن چیزی که ما امروزه شاهد آن هستیم بسازند . پیچیدگی و دشواری نگهداری و تعمیر این هواپیماها ، دست کمی از نمونه های واقعی خود نداشت . فرستنده های اولیه نیز کارایی محدودی داشته و بخاطر بزرگی و سنگین بودنشان مانند مدل های امروزی خوشدست نبودند . حالا تصویر فرستنده بالا را با یک نوع فرستنده مدرن امروزی ( تصویر روبرو ) مقایسه کنید .

امروزه شاهد خودنمایی موتورهای جت و انواع و اقسام موتورهای مدل پیستونی بر روی هواپیماهای مدل هستیم ، در حالی که در سالهای ۱۹۳۰ الی ۱۹۴۰ یکی از اساسی ترین مشکلات طراحان ، ساخت موتورهای مطمئن و سبک برای هواپیماهای مدل خود بود . برای رسیدن به جایگاهی که موتورهای فعلی آن را کسب کرده اند زحمتهای زیادی کشیده شده و افراد زیادی زندگی خود را وقف این کار کرده اند . هر چند همانند بسیاری دیگر از پیشرفتهای صنعتی ، جنگ و کاربردهای نظامی این وسایل پرنده ، یکی از عوامل اصلی ترقی آنها بوده است ، با این حال آنها توانسته اند جایگاه خود را به عنوان یک ورزش و یا ابزاری برای آزمایشهای هوایی تثبیت کنند . اولین موتورهای ساخته شده برای هواپیماهای مدل نوع ساده شده ای از موتورهای پیستونی معمولی بود ، که البته سنگین و دست و پاگیر بودند . بعدها با ساخت موتورهای شمعی و پیستونی سبک ، راه برای ساخت موتورهای امروزی هموار شد .



اولین واحد گیرنده که بر روی هواپیماهای مدل کلاسیک نصب میشد . به همراه یک دسته کنترل که خلبان میبایست آن را بدست میگرفت !

yazilarim.blogfa.com



یک نمونه از گیرنده های امروزی ! ( با تصویر بالا مقایسه کنید )

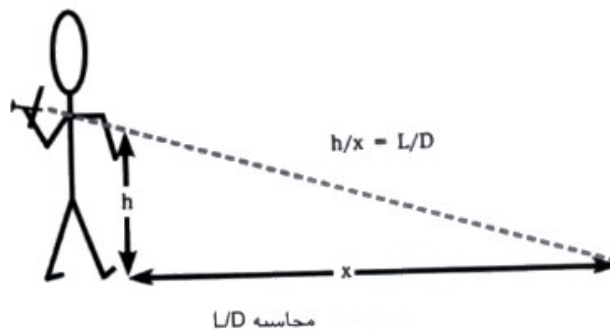




ارتش آمریکا از اولین کاربران هواپیمای مدل بود و به اهمیت آن در آموزش نیروهای پدافند هوایی خود پی برد .

گذشته از نوع فن آوری مورد استفاده در هواپیماهای مدل به برخی دیگر از معیارهای کارایی آنها میپردازیم .

**نسبت برا به پسا (Lift-to-Drag Ratio) :** مهمترین پارامتر آیرودینامیکی " نسبت برا به پسا " است که اغلب به آن نسبت  $L$  به  $D$  گفته می شود و آن را به صورت  $L/D$  نمایش میدهند . این نسبت ، برا و پسای هواپیمای مدل را به یک واحد تبدیل میکند که میتوان آن را به عنوان پارامتر کارایی هواپیمای مدل در نظر گرفت . چون برا و پسا هر دو نیرو هستند ، این واحد دارای بُعد نیست که این به معنای عددی بودن واحد است . هر چه نسبت برا به پسا بیشتر باشد ، به این معناست که هواپیمای مدل با کارایی بیشتری نیروی برا تولید میکند .



در هوای ساکن ،  $L/D$  ، نسبت گلاید است . شما میتوانید  $L/D$  یک هواپیمای مدل گلایدر ساخته شده از چوب بالسا را با محاسبه نسبت گلاید آن بدست آورید . نسبت گلاید برابر با ارتفاع پرتابی به مسافت طی شده توسط گلایدر است . بعید است که این نسبت حداکثر باشد اما یکی از نشانه های چگونگی تنظیم گلایدر است .

**گلاید (Glide) :** اگر موتور هواپیمای مدل به هر علتی از کار بیفتد ، هواپیمای مدل باید توانایی گلاید را داشته باشد . در چنین شرایطی وزن هواپیمای مدل میتواند تعیین کننده باشد . هواپیمای مدل باید بتواند مسافتی را بدون استفاده از توان موتور گلاید کند تا خلبان بتواند آن را بدون آسیب به زمین بنشاند . مسافت گلاید و توانایی یک هواپیمای مدل در گلاید کردن از پارامترهای کارایی آن بحساب می آید .

**کارایی برخاستن (Takeoff Performance) :** برخاستن هواپیمای مدل موضوع نسبتا ساده ایی است . هواپیمای مدل بر روی باند پرواز شتاب میگیرد تا سرعت آن بیشتر از سرعت واماندگی شود ، سپس خلبان با استفاده از فرستنده هواپیما را از زمین بلند میکند . در هواپیماهای مدل مسافت برخاست بر خلاف نمونه های واقعی خیلی کم است و گاه تنها به چند متر محدود میشود . در واقع مسافت برخاست از پارامترهای کارایی به حساب می آید . یک هواپیمای مدلی که بخوبی طراحی شده باشد ، به مسافت برخاست زیادی نیاز نخواهد داشت . البته توان موتور و وزن هواپیما در مسافت برخاست تاثیر زیادی دارد اما همه موتورها دارای محدودیت رانندگی هستند و طراح هواپیما میبایست این عوامل را در نظر بگیرد . مسافت برخاستن تحت تاثیر باد



نیز قرار دارد . در صورتی که هواپیمای مدل را در جهت باد به پرواز در آوریم مسافت برخاستن کوتاهتر از حالت معمول آن خواهد بود .

هواپیما هنگام برخاستن از بیشترین قدرت یا نیروی محرکه خود استفاده میکند ولی هنگام فرود معمولاً موتور خاموش و یا خلاص است . هواپیما مدل در هنگام فرود ، از پرواز در هوا به حرکت روی باند تغییر وضعیت می دهد . اما در حالت برخاستن هواپیما از حرکت روی باند به پرواز در هوا تغییر وضعیت میدهد . این دو حالت پروازی که معکوس یکدیگر هستند از چند جهت با دیگر مراحل پروازی اختلاف دارند :

- ۱- حرکت در برخاستن و فرود الزاماً شتابدار است ولی در دیگر مراحل پرواز میتواند بدون شتاب باشد .
- ۲- در برخاستن و فرود ، اغلب زاویه حمله تغییرات زیادی دارد ، ولی در دیگر حالت ها پروازی چنین نیست .
- ۳- در این دو مرحله پروازی ، ارباب فرود نقش مهمی دارد ولی در دیگر مراحل تقریباً هیچ نقش و وظیفه ای ندارد .
- ۴- خطرات مختلفی از جمله " واماندگی " و برخورد با موانع زمینی و سقوط ناخواسته این دو مرحله ، به ویژه برخاستن را تهدید میکند .
- ۵- در این دو مرحله است که باند فرود اهمیت پیدا میکند ( چمن ، خاکی ، آسفالت و ... ) هر چند بیشتر هواپیماهای مدل قادر به پرواز از روی همه این باندها هستند .
- ۶- هواپیمای مدل هنگام برخاستن سنگینتر از لحظه فرود است ( بخاطر مصرف سوخت )

### اصول برخاستن :

برخاستن هواپیمای مدل از روی زمین و پس از طی مسافتی روی باند ، دارای سه مرحله است :

الف - حرکت روی باند

ب - حرکت انتقالی

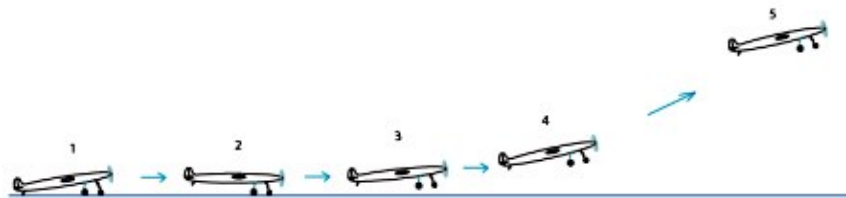
ج - حرکت در هوا



برای به پرواز در آوردن هواپیماهای مدل سه چرخ میتوان به روش زیر عمل کرد :

- ۱- پیش از آغاز کار به فرستنده خودتان مسلط شوید . قبل از اینکه هواپیمای مدل را بر روی باند به حرکت در آورید ، عملکرد کانالهای فرستنده را آزمایش کنید و به دسته های کنترل ( جوی استیک ) آن مسلط شوید . سپس دسته گاز را به آرامی جلو ببرید تا هواپیمای مدل بر روی باند حرکت کند . در صورتی که این اولین پروازتان محسوب می شود با احتیاط عمل کنید .
- ۲- اجازه بدهید هواپیما سرعت گرفته و در یک خط مستقیم بر روی باند حرکت کند . در صورتی که احساس میکنید نمی توانید هواپیما را کنترل کنید دسته گاز را پائین بیاورید و مدل را به جایگاه قبلی خود بازگردانید .
- ۳- یک هواپیمای آموزشی خوب و با ثبات بعد از رسیدن به سرعت مناسب از روی زمین بلند می شود . در غیر این صورت الویتور را کمی بالا بیاورید تا چرخ جلوی هواپیما اندکی از زمین کنده شود . مراقب باشید تا هواپیما دچار واماندگی نشود .
- ۴- پس از مرحله سوم هواپیما از زمین جدا شده و به پرواز در می آید ، حالا میتوانید تنظیمات سکان افقی را به حالت قبل بازگردانید .
- ۵- اکنون هواپیمای مدل شما در حال پرواز است . اجازه ندهید زیاد از شما دور شود در هر حال شما میبایست دور زده و مسیر پروازتان را عوض کنید . ابتدا کمی سکان افقی را بالا بیاورید و اجازه بدهید تا هواپیما کمی اوج بگیرد ، سپس به آرامی سکان عمودی را به چپ و یا راست بگردانید ( خیلی نرم ) در عین حال با دسته دوم ( احتمالاً سمت

راست ) شهر بال مخالف جهت دور زدن را پائین بیاورید تا هواپیمای مدل دور بزند .  
فراموش نکنید همه این کارها را خیلی نرم و آهسته انجام داده و مهمتر آنکه به خودتان  
فرصت بدهید و عجله نکنید .  
برای به پرواز در آوردن هواپیماهای مدل ، با چرخ دم میتوان به روش زیر عمل کرد :



- ۱- دسته کنترل گاز را به آرامی بالا بیاورید تا هواپیما شروع به حرکت نماید .
- ۲- در انواع مدلهایی که از چرخ دم استفاده میکنند با توجه به زاویه نصب دم افقی ، پس از طی مسافتی دم هواپیما میبایست از زمین بلند شود .
- ۳- حالا اندکی الویتور ( سکان افقی ) را پائین بیاورید تا دم هواپیما از زمین کنده شود . مراقب میزان زاویه حمله بال باشید .
- ۴- در این مرحله هواپیما از زمین کنده شده و شروع به پرواز میکند ، بعد از رسیدن به ارتفاع مناسب الویتور را به حالت اول بازگردانید .
- ۵- برای دور زدن از همان روشهای قبلی استفاده کنید .

در هنگام بلند شدن هواپیما مراقب حالت واماندگی باشید .  
فاصله خودتان را با درختها و یا موانع اطراف بسنجید و بهتر  
آن است که در یک محیط باز و بدون موانع طبیعی پرواز کنید

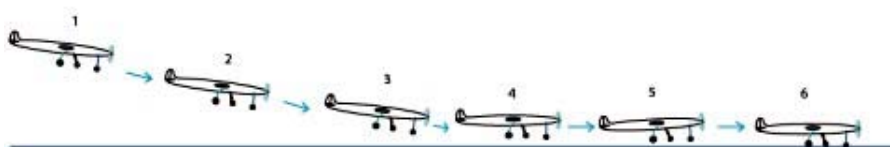


**فرود (Landing Procedure) :** عملیات فرود از بسیاری جهات شبیه پروسه برخاستن است ، منتها با جهت معکوس . فرود ، انتهای پرواز است . ولی برخاستن ابتدای پرواز . برخاستن ، جدا شدن هواپیما از زمین (باند ) ، ولی فرود تماس با زمین (باند ) است . در فرود از حداقل نیروی جلو برندگی استفاده میشود (گاهی صفر ) ولی در برخاستن از حداکثر نیروی موتور استفاده میشود . فرود بدون موتور امکان پذیر است اما برخاستن بدون موتور محال است . همانند برخاستن ، مهمترین عامل ارزیابی کارایی ، هنگام فرود ، طول باند فرود است . هرچه این طول کمتر باشد ، کارایی فرود بهتر است . فرود نیز مانند برخاستن حرکتی شتابدار است ، ولی شتاب حرکت ، منفی است . عمل فرود همانند برخاستن کاری دشوار است . عواملی مانند باد جانبی ، لغزش روی باند ، از عوامل سانحه ساز بشمار می آید . عملیات فرود را میتوان به سه بخش تقسیم کرد :

الف -تقرب (Approach)

ب- چرخش (Rotation)

ج - توقف (Stop)



پیش از آنکه هواپیمای مدل وارد مرحله فرود شود ، در حال کاهش ارتفاع (Descent) است که در آن حالت معمولاً زاویه هواپیما با افق کم میشود . در شروع فرود ، هواپیما حالت گرد کردن (Flare) به خود میگیرد ، یعنی دماغه را تا حد امکان بالا میبرد تا آماده فرود شود . در این موقع سرعت هواپیما کاهش یافته است و همزمان با کاهش سرعت ، کم کم فاصله هواپیما با باند کم می شود تا ارابه فرود اصلی (دو چرخ عقب ) با باند تماس پیدا کند . به محض تماس ارابه فرود

اصلی با باند ، دماغه حول ارابه فرود اصلی میچرخد تا ارابه فرود فرعی نیز با باند تماس پیدا کند در مرحله سوم پس پیمودن مسافتی سرعت هواپیما به صفر رسیده و متوقف میشود .

**سرعت واماندگی (Vs):** حداقل سرعتی است که هواپیمای مدل میتواند با آن خود را در هوا نگه دارد . اگر سرعت هواپیما از سرعت واماندگی کمتر باشد ، بال نمیتواند نیروی برای کافی تولید کند و وزن بر نیروی برا غلبه میکند و در نتیجه هواپیمای مدل ارتفاع خود را از دست میدهد . به عبارت دیگر هواپیما با سرعت کمتر از سرعت واماندگی قادر به بلند شدن از زمین نیست . وقتی یک هواپیمای مدل میخرید ، به مشخصات ارائه شده از سوی سازنده هواپیما دقت کرده و پارامترهایی همچون سرعت واماندگی و دیگر کمیت های مهم مدل خودتان را بدانید تا در موقع پرواز دادن آن با مشکلی مواجه نشوید .

### تاثیر باد و شیب باند در برخاست و فرود :

برخاست و فرود را دو عملیات پروازی شتابدار معرفی کردیم . از بسیاری جهات این دو ، با دیگر مراحل پروازی تفاوت دارند . دو عامل باد و شیب باند در عملیات برخاستن و فرود تاثیرات زیادی دارند . خلبان هواپیمای مدل باید در مقابل هر یک از آنها عکس العمل مناسب را نشان بدهد . این دو عامل خود به پنج نوع زیر تقسیم میشوند :

- ۱- باد روبرو
- ۲- باد پشت سر
- ۳- باد جانبی
- ۴- شیب مثبت باند
- ۵- شیب منفی باند

تاثیرات هر یک از این عوامل با دیگری اختلاف دارد . " باد روبرو " نیروهای برا و پسا و محرکه را افزایش داده ، و طول برخاستن را کاهش میدهد . در حالی که باد پشت سر ( بادی که در خلاف جهت حرکت هواپیمای مدل می وزد ) آن نیروها را کاهش داده و طول باند برخاست را افزایش میدهد ( یعنی هواپیمای مدل باید مسافت بیشتری را برای بلند شدن از روی باند طی کند ) تاثیرات باد روبرو و باد پشت سر در هنگام فرود نیز مشابه برخاستن است . از این رو خلبان همیشه سعی میکند در خلاف جهت باد فرود آید و بلند شود .

" باد جانبی " تاثیرات دیگری نیز بر برخاستن و فرود دارد . اگر جهت باد جانبی را به دو مؤلفه عمود و موازی جهت حرکت هواپیما تقسیم کنیم ، مؤلفه موازی جهت حرکت همان تاثیر باد روبرو و پشت سر را دارد ، ولی مؤلفه عمود بر جهت حرکت در جهت حرکت اثر میگذارد و میتواند هواپیمای مدل را از مسیر خود منحرف کند . این اثر همیشه منفی و حادثه ساز است و خلبان می بایست پرواز در چنین شرایطی را بیاموزد .

### کنترل هواپیماهای دو موتوره :

هر چند شمار هواپیماهای مدل دو موتوره بسیار کم است و معمولاً تنها از سوی با تجربه های این کار پرواز داده میشوند . این بخش تنها به خاطر آشنایی شما با کنترل و کارکرد این نوع مدلها به این کتاب افزوده شده . هواپیماهای مدل دو موتوره صرف نظر از مدلهایی قدیمی که هر دو ملخ های آنها در جهت و یا خلاف جهت ساعت میچرخید ، به دو گروه زیر تقسیم میشوند :

- ۱- هواپیماهایی که پروانه د رجعت مخالف ولی به سوی یکدیگر می گردند .
- ۲- هواپیماهایی که ملخ ها در جهت مخالف و بسوی نوک بالها می گردند .



yazilarim.blogfa.com

این دو روش از بهترین گزینه های عملکرد ملخ ها در هواپیماهای دو موتور محسوب میشوند زیرا به خاطر خنثی شدن " تورک " (یا شار ملخ) بهترین حالت ممکن میباشد. (شار ملخ در بخش مربوط به ملخ توضیح داده شده) در هواپیماهای دو موتور تا جایی که امکان دارد موتورها نزدیک به بدنه وصل میشوند تا در صورت از کار افتادن یکی از موتورها کنترل هواپیما پذیر باشد زیرا بر اثر چرخشی ملخ موتور دیگر کنترل هواپیما را دشوار میکند. هواپیماهای دو موتور میبایست از سکان عمودی بزرگتری استفاده کنند تا در صورت از کار افتادن یکی از موتورها امکان کنترل هواپیما وجود داشته باشد.



یکی از اساسی ترین مشکل هواپیماهای دو موتور این است که یکی از موتورهای آن از کار افتاده، دور زدن است. باید تا جایی که امکان دارد از سرعت موتور سالم کاست و در این شرایط همانگونه که گفته شد سکان عمودی مناسب میتواند کمک بزرگی برای خلبان باشد.

### ساختار هواپیمای مدل (Fuselage) :

این کتاب ساخت هواپیمای مدل را به شما آموزش نمی دهد، بلکه هدف من از ترجمه و گردآوری این مجموعه آشنایی شما با هواپیمای مدل و انواع و اقسام آن بود، در این بخش نیز من قصد پرداختن به هنر ساخت مدل را ندارم، بلکه اشاره ای کوتاه به روشها و مواد مورد استفاده در ساخت هواپیماهای مدل خواهیم داشت و اگر فرصتی باشد در آینده نزدیک ساخت هواپیمای مدل را در کتاب آموزشی دیگری پی خواهیم گرفت.

روشهای زیادی برای ساخت هواپیمای مدل وجود دارد. امروزه برای تولید انبوه برخی از هواپیماها مدل از روشهای قالب گیری تحت فشار نیز استفاده میشود. این قبیل مدلها بیشتر از پلاستیک ساخته میشوند و دارای ساختار ساده ای هستند و تنها با پیچ و یا چفت شدن اجزاء آن به یکدیگر آماده پرواز میشوند.

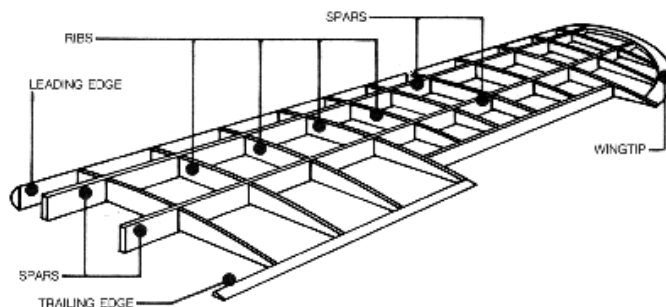


معمولا پس از مدتی آموزش و پرواز دادن هواپیمای مدل، بسیاری از شما علاقمند به ساخت هواپیمای خودتان خواهید شد. چنین حسی قابل درک است زیرا پرواز دادن هواپیمای مدل ساخت دست انسان لذت دیگری دارد.

هواپیماهای مدل امروزی دارای بدنه ایی دوکی شکل هستند که اسکلت اصلی آنها را از چوب بالسا میسازند و با ورقهای نازکی از همان جنس پوشش میدهند . از چسب چوب و یا چسب اپوکسی برای چسباندن اجزای اسکلت و پوشش آن استفاده میشود . برای ساخت کاناپی هم معمولاً از یک ورق پلاستیکی شفاف استفاده میکنند که به کمک قالب دست سازی آن را شکل داده و به وسیله چسب بر روی بدنه نصب میشود . بدنه مدل باید دارای استحکام مناسبی برای جای دادن گیرنده و سروها و مخزن سوخت باشد . همچنین باید امکان پیچ کردن سروها و پایه موتور در نظر گرفته شود .



برای ساخت بال نیز از چوب بالسا استفاده میشود . و بسته به نوع طراحی بال ، از دو یا چند تیرک استفاده میکنند . بال را یک تکه و یا دو تکه میسازند و سپس به یکدیگر می چسبانند . محل قرار گیری فلاپها به ظریف کاری بیشتری نیاز دارد و میبایست به دقت ساخته شود .



چوبهای بالسا بر اساس نقشه هواپیمای مدل بریده و با استفاده از قید و بست های مخصوص در کنار یک دیگر قرار میگیرند . پس از ساخت ، میتوان مدل را بر اساس سلیقه شخصی رنگ آمیزی کرد . هواپیماهای گلایدر و یا " کشی " از اسکلت ساده تر و سبکتری استفاده میکنند و معمولاً ساخت آنها نیز زحمت کمتری دارد .

از چوب صنوبر و تخته سه لا نیز در ساخت هواپیمای مدل استفاده می شود . ساخت هواپیمای مدل هنری است که نمیتوان آن را با چند خط توضیح دادن ، آموزش داد . این بحث را در کتاب جداگانه ایی پی خواهیم گرفت .





## حرکتهای نمایشی (مانور) :



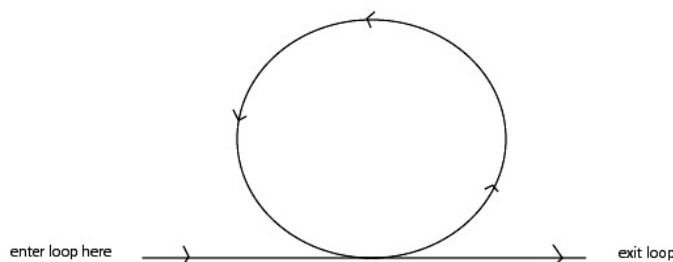
کلمه مانور ، کلمه ایی انگلیسی و در اصطلاح به معنی هر حرکت غیر ساده است ( در فارسی به آن نمایش هوایی میگوئیم ) در اصطلاح هوانوردی ، مانور به انتقال از حالت حرکت پایدار افقی در سرعت و ارتفاع ثابت ، به حالت پایدار شتابدار عمودی و دوباره ، بازگشت به حالت اولیه گفته میشود . در مانور حداقل یکی از دوران ها وجود دارد . این دورانها توسط چرخش سطوح کنترل هواپیمای مدل ایجاد میشود . ارزیابی قدرت مانوری هر هواپیمای مدلی بر اساس سرعت دوران هواپیما حول محورهاست . هر چه کنترل هواپیمایی آسانتر باشد ، کارائی آن هواپیما بالاتر است . دور زدن پایه بسیاری از مانورهاست . هنگام مانور به سازه هواپیما فشار بیشتری وارد میشود ، پس هواپیماهای مدل باید توانایی تحمل بارهای وارده را داشته باشند . از انواع مانورهای مشهور میتوان به : فرچرخ (Spin) ، شیرجه (Dive) ، پرواز معکوس (Inverted) ، چرخش ۹۰ درجه (Roll 90) ، واماندگی (Stall) ، دور زدن در صفحه عمودی (Loop) ، حرکت اس (S) ، و ..... اشاره کرد

**دور زدن :** دور زدن با زاویه چرخش کم را میتوان از ساده ترین انواع مانور بشمار آورد . در دور زدن ، هواپیمای مدل تمام و یا بخشی از دایره را طی میکند . این دایره میتواند افقی ، عمودی یا دارای زاویه با افق باشد . برای اینکه هواپیمایی بتواند هنگام دور زدن شعاع دایره خود را ثابت نگه دارد ، لازم است همزمان دو دوران حول محور X ها (چرخش) و حول محور Z ها (گردش) انجام دهد . در این صورت یک بال پائین میرود و بال دیگر بالا می آید و هواپیما شروع به دور زدن میکند .



**چرخش :** تمامی هواپیماهای مدل توانایی چرخش دارند . هواپیماهای غیرمانوری این عمل را به آرامی انجام میدهند ، ولی هواپیماهای مانوری میتوانند این کار را سریعتر انجام دهند . چرخش هواپیما دوران حول محور X هاست . خلبان شپرها را مخالف جهت یک دیگر به چرخش در می آورد و به دلیل عدم تساوی نیروهای برای نیمه چپ بال یا نیمه راست بال ، هواپیما حول محور X ها خواهد چرخید . مقدار زاویه چرخش به قدرت مانوری هواپیما بستگی دارد . چرخشهای معروف عبارتند از : چرخش نود درجه (Roll 90) ، چرخش ۱۸۰ درجه (Roll 180) ، چرخش ۳۶۰ ، و چرخش مداوم .

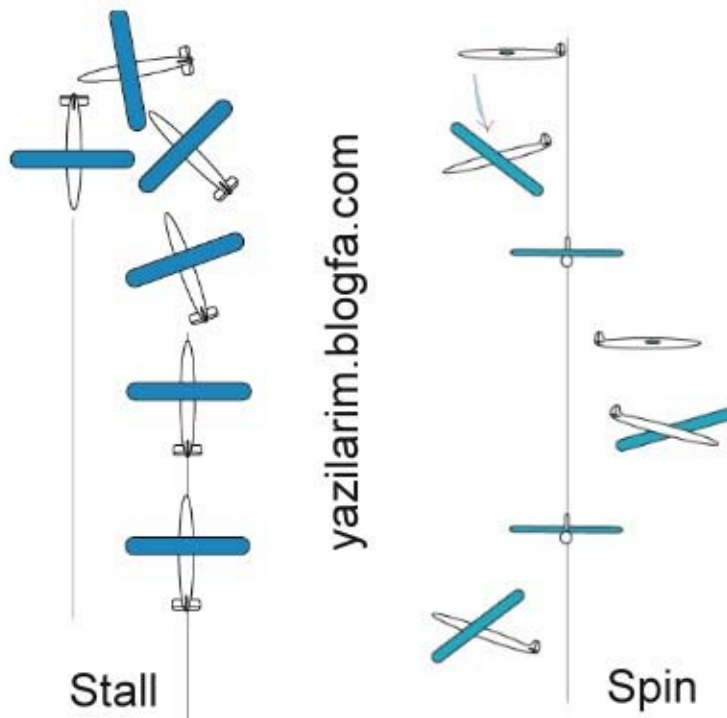
**چرخش حول محور عمودی (Loop) :** در این مانور هواپیمای مدل یک دایره کامل را در صفحه X-Z ( عمود بر افق ) طی میکند . به عبارت دیگر در یک نیم دایره اوجگیری و در نیم دایره دوم با کاهش ارتفاع به ارتفاع قبلی باز میگردد .



**پرواز معکوس (Inverted) :** در این مانور هواپیما کاملاً پشت و رو می شود . هواپیما در این حالت بطور افقی پرواز میکند .



**فرچرخ (Spin) :** این مانور باعث سقوط بسیاری از هواپیماهای مدل بوده است . هواپیماهای مدلی که دم و سکان عمودی کوچکتری دارند بیشتر در معرض خطر هستند . فرق اصلی این مانور با دیگر مانورها این است که هواپیما وارد حالت واماندگی می شود . حالت فرچرخ به این شکل ایجاد می شود که یک بال زودتر از دیگری وارد واماندگی میشود و این موجب ایجاد عدم تقارن در نیروی برآ و نیروی پسا میگردد . عدم تقارن در نیروی برآ موجب ایجاد چرخش پیرامون محور طولی شده و عدم تقارن در پسا موجب گردش می شود و ترکیب این دو ، حرکت مارپیچی به سمت زمین را ایجاد میکند . ( تصویر پائین سمت راست )



**واماندگی در صفحه عمودی (Hammerhead-stall) :** مانور واماندگی عمودی از نوع واماندگی معمولی نیست و یک مانور زیبا به شمار می آید . در این مانور هواپیمای مدل بطور عمودی ( ۹۰ درجه ) شروع به اوجگیری میکند و چون هواپیماهای عادی قادر به اوجگیری با زاویه ۹۰ درجه نیستند ، لذا سرعتهشان به صفر خواهد رسید . هواپیما پس از یک لحظه توقف با هدایت خلبان ، شروع به سقوط میکند . در لحظه توقف در آسمان نیروی برآ کمتر از وزن است و به آن اصطلاحاً واماندگی عمودی گویند . ( تصویر بالا سمت چپ )

مانورهای هواپیما انواع و اقسام زیادی دارد و ما در اینجا تنها به برخی از انواع متداول آن پرداختیم . فراموش نکنید برای انجام تمامی این حرکتهای باید دارای تجربه و مهارت کافی باشید تا به هواپیمای مدل خودتان آسیب نرسد .



**شبیه سازها (Simulator) :** شبیه سازها برنامه های رایانه ایی هستند که هزینه آموزش را کاهش داده و میتوانند به شما در امر یادگیری پرواز هواپیمای مدل کمک کنند . من به شخصه توصیه میکنم بجای پرواز دادن هواپیمای مدل خودتان و قبول ریسک آن ، پیش از هر کاری با استفاده از شبیه ساز ، پرواز دادن هواپیمای مدل را تمرین کنید . این کار از پرداخت هزینه تعمیر بهتر است و هزینه ی زیادی را به شما تحمیل نمیکند . به ویژه آنکه نرم افزارهای شبیه ساز زیادی وجود دارند که قیمت و کیفیت خوبی داشته و بدون شک میتوانند چیزهای زیادی را به شما بیاموزند . نمونه ایی از این نوع شبیه سازها از نشانی زیر قابل دسترسی است :

[http://n.ethz.ch/student/mmoeller/fms/index\\_e.html](http://n.ethz.ch/student/mmoeller/fms/index_e.html)

<http://www.aeroflypro.com/>



**نگهداری :** اگر شما هم از آن دسته افرادی هستید که حوصله باز و بسته کردن هواپیمای خودتان را ندارید و مایلید آن را به همان شکلی که هست نگهداری کنید به این توصیه عمل کرده و این موارد را در نظر داشته باشید :

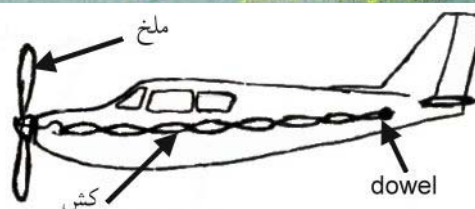
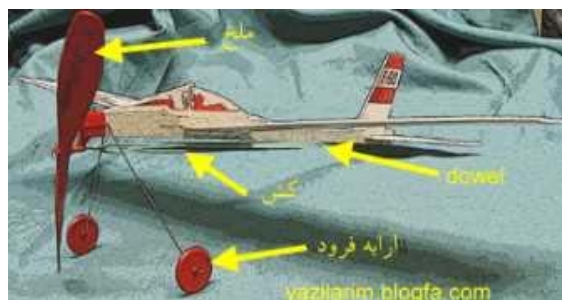
پس از پرواز، سوخت داخل باک را خالی کرده و باطری را از مدار خارج نمایید . هواپیمای مدل خودتان را در جای مناسبی قرار دهید تا خطر افتادن اشیاء دیگری بر روی آن وجود نداشته باشد . اگر مجبورید آن را برای مدتی در هوای آزاد و یا در جایی نگهداری کنید ، از روکشها و پیاکاورهای مدل استفاده کرده و بدنه را بپوشانید . از قرار دادن مدل خودتان در کنار منابع حرارتی خوداری کنید . مراقب رطوبت محل نگهداری باشید .



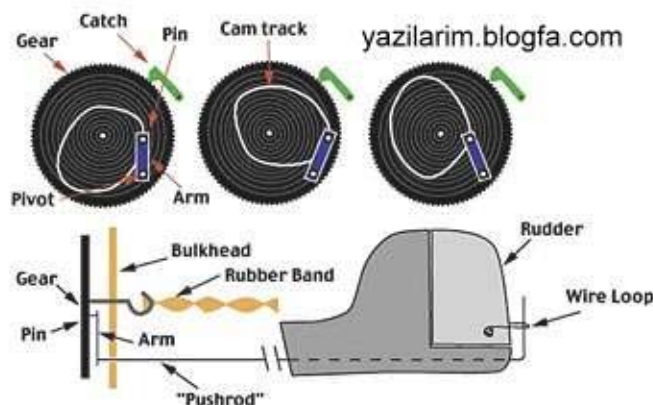
### انواع هواپیماهای مدل : هواپیماهای مدل را میتوان به چهار گروه زیر تقسیم بندی کرد :

- ۱- هواپیماهای کشی
- ۲- هواپیماهای کنترل لاین
- ۳- هواپیماهای گلابدر
- ۴- هواپیماهای رادیو کنترل

۱- **هواپیماهای کشی :** یکی از ساده ترین و کم هزینه ترین نوع هواپیماهای مدل محسوب می شوند . اصولاً فاقد کنترل و یا به صورت " پرواز آزاد " هستند . نیروی مورد نیاز برای به حرکت در آوردن ملخ هواپیما توسط یک حلقه کش متصل میشود . اصول کار به این شکل است که یک حلقه کش را از قسمت دماغه به ملخ متصل کرده و انتهای آن را به دم هواپیما متصل میکنند ( به گیره ایی به نام Dowel ) چگونگی کار این سامانه ساده کاملاً مشخص است و با چرخاندن ملخ هواپیما در جهت عقربه های ساعت کش جمع ( کوک ) شده و پس از رها کردن ملخ ، کش تابیده شده باعث چرخش ملخ هواپیما میشود .



مدت زمان پرواز این مدلها محدود بوده و به میزان کوک و نوع کش مورد استفاده بستگی دارد . این مدلها پس از رها شدن به شکل آزاد ( بدون هدایت ) پرواز میکنند و اگر به شکل مناسب و درستی طراحی شده باشند پس از کاهش سرعت و یا تمام شدن کوک به شکل " گلابدر " فرود می آیند . هر چند میتوان با روشهای ساده ایی به نوعی باعث ایجاد گردش در این هواپیماهای مدل شده و تا حدودی پرواز آنها را تحت کنترل داشت .



همانگونه که در این تصویر دیده می شود ، اصول کار پیچیده نیست و در واقع با استفاده از یک زائده یا شکاف هندسی ( در نقش یک بادامک ) که معمولاً پشت ریشه محور ملخ ساخته می شود باعث ایجاد حرکت با قاعده و دایره شکلی می شوند که به کمک میله ایی رادر هواپیما را بحرکت در می آورد . و چون این کار تا زمان گردش ملخ ادامه خواهد داشت ، این امر موجب چرخش متوالی هواپیمای مدل در یک مسیر مشخص و تقریباً دایره شکل می شود . هواپیماهای مدل کشی از پلاستیک ، چوب بالسا و فوم ساخته میشوند .

۲- **هواپیماهای کنترل لاین :** به نظر من یکی از مزخرف ترین ( امیدوارم املای این کلمه را درست نوشته باشم ) نوع هواپیماهای مدل میباشد . نظر شخصی من این است که لذت پرواز دادن یک هواپیمای مدل کشی ، صد برابر بیشتر از مدل‌های کنترل لاین است که چیزی جز سرگیجه ندارند . در این نوع مدل‌ها هواپیما به وسیله چند رشته سیم کنترل میشود و شما باید دور خودتان بچرخید تا هواپیما را به پرواز در آورده و کنترل کنید . انواع موتور دار این مدل‌ها نیز وجود دارند و ساختمان و عملکردشان شبیه هواپیماهای مدل معمولی است با این تفاوت که کنترل آن از طریق سیم انجام میشود . این روش پرواز دادن مدل‌ها در حال منسوخ شدن است .

۳- **هواپیماهای گلايدر :** یک لذت واقعی ! یک تجربه شگفت آور ! این تنها تعریفی است که میتوانم ارائه بدهم ! . هواپیمای گلايدر ، هواپیمایی است که بدون کمک موتور پرواز میکند و از صدای ناهنجار ملخ و یا آگزوز خبری نیست . پس از اینکه هواپیمای مدل را پرتاب میکنید ، مهارت شما عامل اصلی پرواز آن خواهد بود . در یک روز آفتابی و با کمک نسیم ملایمی میتوان پروازی خوب و به یاد ماندنی را تجربه کرد . ( روش پرواز دادن می‌تواند شامل پرتاب به وسیله دست و یا بکسل باشد )



یکی از مشخصات اصلی هواپیماهای گلايدر طول بال آنهاست . چون هواپیما بدون موتور است برای ایجاد نیروی برای کافی و همچنین ثبات و کنترل پذیری ، طول بال‌های گلايدر ها بیشتر از انواع هواپیماهای مدل معمولی است و معمولاً دارای زاویه فراز (Dihedral) هستند تا به پایداری آنها کمک شود . پرواز گلايدر ها هزینه ای ندارد چون از سوخت و موتور استفاده نمیکنند . طول مدت پرواز به مهارت و شرایط جوی بستگی دارد . هدایت هواپیماهای مدل گلايدر همانند سایر مدل‌های رادیو کنترل است و دارای گیرنده و سرو هستند . پرتاب گلايدر از بالای یک تپه میتواند نتیجه بخش باشد . اما در هر حال تجربه لذت بخش و بی نظیری است که نباید آن را دست کم گرفت .



**هواپیمای رادیو کنترل :** هواپیماهای رادیو کنترل خود به زیر گروه‌های موتور دار ( پیستونی ، جت ، الکتریکی ) و بدون موتور ( گلايدر ) تقسیم شده و در انواع : آموزشی ، آکروباتیک ، رزمی ، سرعت ، و تفریحی رده بندی می شوند . هواپیماهای مدل رادیو کنترل ، به شما امکان میدهند تا هواپیمای مدل خودتان را کاملاً در اختیار داشته و آن را هدایت کنید . مجموعه ایی از فرستنده ، گیرنده و سروها ساختار

یک هواپیمای مدل را تکمیل میکنند و هر یک همانند یک پیکره زنده وظایف تعریف شده ایی بر عهده دارند که در این کتاب تا آنجایی که بتوانم بخشهای مختلف آن را برایتان شرح خواهم داد .



در هواپیماهای رادیو کنترل موتور دار، نیروی محرکه مورد نیاز هواپیما به کمک موتورهای پیستونی ( که خود دارای انواع مختلفی است ) و موتورهای جت و یا موتورهای الکتریکی تامین می شود . و با توجه به پیکره و ساختار هواپیما رده بندی می شوند .

- ۱- آموزشی : از متداولترین نوع است و انتخاب اول یک تازه کار محسوب میشوند .
- ۲- آکروباتیک : این نوع مدلها بیشتر از بال پائین استفاده میکنند و مخصوص انجام حرکتهای نمایشی ساخته می شوند
- ۳- سرعت : همانگونه که از نامش پیداست برای مسابقات سرعت بکار میرود و دارای بدنه ای کشیده هستند
- ۴- رزمی : برای مسابقات رزم هوایی بکار میروند و معمولاً از بدنه ای محکمتر از دیگر مدلها برخوردارند .
- ۵- تفریحی یا پارک فلایر که در رده مدلهای آموزشی نیز تعریف شده و کاربردی همانند آن دارند با این تفاوت که بیشتر توسط افراد آماتور پرواز داده می شوند .



شکی نیست که این تقسیم بندی از نظر یک مدلر حرفه ای نادرست است . من این تقسیم بندی را بر اساس مدلهای رایج در ایران انجام داده ام و البته از نظر من ایرادی ندارد . همچنین در تعریف کارکرد برخی از مدلها اختلاف نظر وجود دارد و من آن را در تقسیم بندی خود رعایت نکرده ام . مثلاً در ایران هواپیمای مدل دو باله به ندرت استفاده میشود .



لینوکس

سیستم عامل آدمهای متفاوت !

[yazilarim.blogfa.com](http://yazilarim.blogfa.com)

### انتخاب هواپیمای مدل :

**بسیاری** از مردم یک مدل بدون موتور را برای اولین تجربه ی خود در نظر میگیرند . اگرچه یک مدل بدون موتور آهسته تر پرواز میکند اما به نظر من برای شروع و آزمایش پرواز مناسب است .

یک خلبان هواپیمای بدون موتور را نمیتوان بی تجربه نامید و همچنین یک خلبان هواپیمای موتور دار را لزوما نمیتوان خلبان ماهر و کارکشته ای دانست .

با فرض اینکه شما یک مدل موتوردار را انتخاب کرده اید توصیه میکنم کارتان را به همراه یک راهنما و هواپیمایی با ترکیب زیر شروع کنید ( تصویر )



این نوع ، با بالی نسبتا بلند دارای پیکربندی متدوالی است که در بیشتر مدل های آموزشی دیده میشود . "

ایرفویل " این مدل در بخش پائینی دارای انحناء کمی است . نوع پیکربندی به آن اجازه میدهد با سرعت کم توانایی فرود آرامی داشته باشد . مدلی که در تصویر دیده میشود برای شروع آموزش بسیار مناسب است و از پایداری پروازی خوبی برخوردار میباشد .

این ویژگی به خاطر استفاده از بال بالا و توزیع مناسب وزن ایجاد میشود .

با این وجود نباید فراموش کنید که این نوع از هواپیماها بسیار حساس هستند و باید آن را در هوای مناسبی پرواز بدهید . شما به عنوان یک مبتدی باید مراقب لبه های بال باشید و همچنین از انجام حرکتهای دشوار پروازی و نمایشی خوداری کنید .

یک مدل آموزشی خوب نباید کوچک باشد ، زیرا نگهداری و استفاده از آن دشوار است و به بادهای قوی حساستر هستند و کار یادگیری را دشوارتر میکنند . همچنین مدل انتخابی نباید آنقدرها بزرگ باشد ! زیرا حمل و نقل آن دشوار است و از طرفی به باند فرود بزرگتری نیاز دارد و قیمت آنها هم مقرون به صرفه نیست . پس یک مدل متوسط آموزشی پیشرفته با توانایی پرواز در سرعت پائین و زاویه واماندگی بالا بهترین انتخاب ممکن به حساب می آید .. ( بعدها به اهمیت این انتخاب پی خواهید برد )



نوع دیگری از مدل آموزشی با پیکربندی مشابه ، مناسب برای آموزش و یادگیری پرواز .

اندازه معقول برای بال یک هواپیمای مدل آموزشی ۱۵۰ سانتی متر با یک نسبت منطقی بالاست . با کمی دقت میبینیم که بیشتر این نوع مدل ها از بالهای مربعی شکل استفاده میکنند ، این بدان علت است که این نوع بال امکان توزیع متعادل وزن را بر روی تمام سطح آن امکانپذیر میکند .

برای یک فرود معقول نیروی وارد بر بال نباید از 60 g/sq بیشتر باشد . نیروی وارده همان وزن هواپیماست که در سطح بال توزیع میشود . همچنین درجه "برون شیب" بال ، کیفیت پایداری را در مدل های مورد نظر ما بهبود بخشیده است .

هواپیماهای مدل به نظر ساختار ساده ای دارند و شاید به سرتان بزنند که خودتان یک هواپیمای مدل بسازید ! ، این کار هر چند امکان پذیر است اما کسی که دست به این کار میزند باید طراح چیره دستی بوده و اصول آیرودینامیک و علم مواد و پیکربندی را به خوبی فرا گرفته باشد . اما یک راه آسانتر ( گرچه گرانتر ) این است که شما وسایل مورد نیازتان را بخرید ( به صورت کیت ) کیت های بسیار زیادی در انواع و اقسام طرحها و قیمت ها ارائه میشوند و شما میتوانید بر حسب توانایی مالی خودتان یکی از آنها را تهیه کنید ، دوباره تکرار میکنم مدلی که تهیه میکنید ( چه بصورت آماده و چه بصورت کیت ) باید دارای ویژگیهای مناسبی که پیشتر برشمرديم باشد تا با خیال آسوده به فراگیری فنون خلبانی آن بپردازید و مشکلی نداشته باشید . بهترین کار ممکن آن

است که شما یک مدل آماده و ساخته شده بخرید . ساخت کیت های هواپیما کار سختی نیست اما شما باید برخی قطعات را بسازید و یا میبایست الگوهای را بر روی چوب بالسا با ظرافت و دقت ببرید و آنها را به یکدیگر بچسبانید که این کار مستلزم دقت و حوصله ی زیاد و همچنین اندکی مهارت فنی است که بیشتر علاقمندان به فنون پرواز فاقد آن هستند .

این مدلها در دو نوع (almost ready to fly یا ARF) به معنی آماده پرواز و یا " پرواز تقریباً آماده " و در مدلهای (also ready to fly یا RTF) ارائه میشود . این کار بخاطر سهولت آموزش برای افراد مبتدی صورت میگیرد . در نوع " ای آر اف " که بهترین نوع مدل برای ساخت بحساب میاید قطعه های پیش ساخته آن توسط بست های مخصوص (پین) داخل یکدیگر قفل شده و یا بوسیله پیچ و مهره بیکدیگر متصل میشوند . قطعات این نوع مدلها معمولاً از آلایزهای سبک یا پلاستیک سبک و مقاوم ساخته شده اند .

در ساخت این نوع مدلها شما معمولاً نیازی به استفاده از رنگ و چسب و سایر مواد شیمیایی دیگر بر روی بدنه و یا بالها ندارید . در مدل بعدی که " آر تی اف " نامیده میشوند شما یک مدل کاملاً آماده را خریداری میکنید . بسیاری از این مدلها به همراه کلیه وسایل مورد نیاز و حتی رادیوی آنها فروخته میشوند و معمولاً دارای وسایل جانبی هستند که خرید و یا عدم خرید آنها میتواند اجباری و یا اختیاری باشد . در این نوع از مدلها شما پس از خرید فقط زحمت روشن کردن موتور آن را به عهده خواهید داشت .

به هر روی شما حق انتخاب وسیعی دارید ، اگر به اصول طراحی آیرودینامیک وارد هستید میتوانید هواپیمای دلخواهتان را طراحی کنید و یا اگر حوصله بریدن و چسب زدن را دارید میتوانید کیت مدل مورد نظرتان را بسازید و یا اینکه قید همه چیز را زده و یک مدل کاملاً آماده تهیه کنید .

### آشنایی با موتور :

بیشتر موتورهای مورد استفاده در مدلهای (R/C) از نوع موتورهای شمعی یا گداختی ( glow engines) و یا از نوع الکتریکی (electric motors) هستند .



موتورهای احتراق داخلی بر خلاف موتورهای الکتریکی ، نسبت به وزن خود انرژی زیادی تولید میکنند با این وجود موتورهای الکتریکی نیز مزایای خاص خودشان را دارند . مثلاً موتورهای نوع اول سروصدای زیادی دارند و مستعد تراوش روغن و سوخت هستند اما در موتورهای الکتریکی این مشکلات وجود ندارد .

موتورهای احتراق داخلی دو نوع هستند : چهار زمانه (four - stroke) و دو زمانه (two - stroke)

موتورهای دو زمانه از پرکاربردترین نوع مورد استفاده در هواپیماهای مدل محسوب میشوند . ساختمان ساده ، کاربرد راحت ، نگهداری آسانتر و قیمت مناسب از ویژگیهای

بارز این موتورها بحساب می آید . البته با توجه به سیکل کاری که دارند موتورهای پرسروصدایی هستند و باید برای آنها آگروز مناسبی انتخاب شود .

موتورهای چهارزمانه در بین کاربران ، طرفداران و علاقمندان خاص خود را دارد . زیرا پایداری و سروصدای کمتری دارند و مصرف سوختشان پائین است . نسبت وزن و ار پی ام پائینی که دارند (RPM - دور بر دقیقه) نیروی کمتری داشته ، اما گشتاور خوبی تولید میکنند و امکان استفاده از ملخهای بزرگتر را فراهم میسازند .

با همه محاسنی که موتورهای چهارزمانه دارند برخی ویژگیهای این نوع باعث شده تا هزینه ساخت و نگهداری آنها بالاتر باشد . طراحی و ساخت آنها ظرافت های مهندسی دشواری را میطلبد و نیاز به قطعه های بیشتر ، نگهداری و تعمیر این موتورها را سخت تر میکند و در نتیجه قیمت آنها نیز بالاتر است . تنظیم و آماده سازی آنها برای پرواز هم در دسرهای خاص خود را دارد در حالی که کار کردن با موتورهای دوزمانه بسیار ساده تر است ( با همه معایبی که دارند )

\* نمونه ایی از موتورهای دوزمانه .



\* یک موتور چهار زمانه . به ابعاد ظریف آن در مقایسه با دست انسان توجه کنید !

### ساختار موتورهای احتراق داخلی :

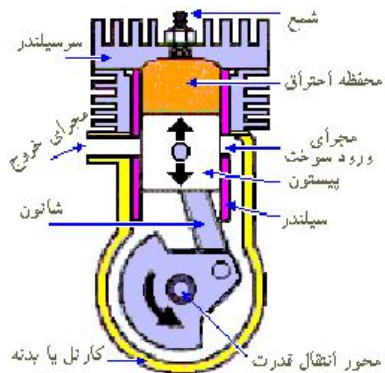
- ۱- کارتل (Crankcase) : که بدنه اصلی موتور است و بخشهای داخلی موتور را در خود جای میدهد .
- ۲- سر سیلندر (Head) : به کارتل پیچ میشود و شمع احتراق موتور بر روی آن بسته میشود . همچنین دارای زائده های پره مانندی است که باعث خنک شدن موتور میشود .
- ۳- لوله آگزوز (Muffler) : باعث کاهش صدای گازهای خروجی از موتور میشود .
- ۴- کاربراتور (Carburettor) : میزان سوخت مورد نیاز موتور را تامین کرده و باعث مخلوط شدن سوخت و هوای مورد نیاز می شود .
- ۵- میله حائل و یا انتقال قدرت (Prop Shaft) : بخشی از میلنگ است که خارج از کارتل قرار داشته و وظیفه انتقال قدرت به ملخ هواپیما را به عهده دارد . ملخ داخل محور آن قرار گرفته و بوسیله مهره ای محکم میشود . میلنگ حرکت رفت و برگشتی پیستون موتور را به حرکت دورانی تبدیل میکند .



بخشهای مختلف یک موتور دو زمانه



### نگاهی دقیقتر به عملکرد موتور :



نمای برش خورده یک موتور دو زمانه

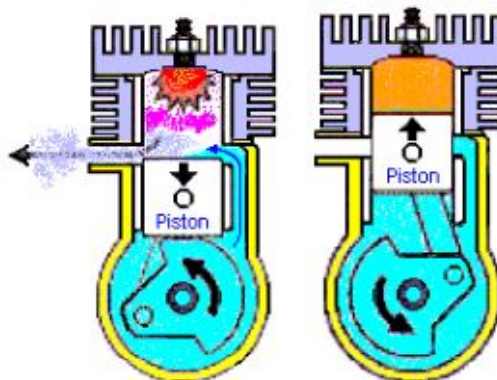
پیش از آنکه به عملکرد موتورهای دو زمانه بپردازیم از شما دعوت میکنم تا نگاهی دوباره به تصویر روبرو ببندازید و به اجزاء آن توجه کنید . این تصویر را در واقع میتوان نمای برش خورده موتوری دانست که در تصویر قبل آن را برایتان شرح دادم . در این تصویر شما میتوانید به خوبی محل ورود و خروج سوخت را ببینید و از طرفی با ساختمان داخلی این نوع موتورها آشنا شوید . اگر چه موتورهای مدل انواع و اقسام مختلفی دارند و حتی در مدلهای چند سیلندری ( اعم از خطی و غیر خطی ) ارائه میشوند اما با توجه به اهداف اولیه این کتاب به شرح یکایک این مدلها اشاره ایی نمیکنم و تنها به ارائه توضیح در

مورد متداولترین نوع آن یعنی " موتورهای دو زمانه " میپردازم . البته تصمیم دارم بررسی و مطالعه بر روی موتورهای مدل را در کتابی جداگانه به طور جامعتری ادامه بدهم .

در یک موتور دوزمانه (two - stroke) همانند موتورهای چهار زمانه (four - stroke) پنج عمل اساسی انجام میشود که به ترتیب همان : مکش ، تراکم ، احتراق ، تولید نیرو ، و تخلیه است . بدین صورت که با حرکت پیستون بطرف بالا مخلوط هوا و بنزین ( سوخت ) از دریچه ورودی وارد سیلندر ( و یا کارتل ) شده و همانطور که پیستون بطرف بالا میرود این مخلوط فشرده میشود تا جاییکه دو مجرای موجود در سیلندر ( منظور مجرای ورود سوخت و خروج دود است ) در مقابل پیستون قرار گرفته و مسدود میشوند .

وقتی که پیستون به نقطه بالا رسید و این مخلوط کاملاً فشرده شد توسط شمع عمل احتراق انجام میگردد که در اثر سوختن متانول ( سوخت ) و هوا ، گاز منبسط شده و پیستون به طرف پائین رانده میشود . به محض آنکه پیستون در هنگام پائین آمدن از مقابل مجرای دود کنار رفت دود بخارج تخلیه میگردد .

هنگاهی که پیستون به نقطه پائین رسید دوباره بسمت بالا رفته و مخلوط هوا و سوخت موتور بداخل سیلندر فرستاده میشود و سیکل ( مرحله ) دیگری آغاز میشود . همانطور که میبینید در هر سیکل پیستون یک رفت و برگشت داشته است ، یعنی در موتورهای دوزمانه در هر سیکل میل لنگ یک دور میزند . در اینجا لازم است به یکی از معایب عمده این موتورها هم اشاره ایی داشته باشیم و آن داغ کردن این نوع موتورهاست ، زیرا فاصله زمانی دو احتراق نصف زمانی است که در موتورهای چهار زمانه وجود دارد . البته شما نگران این مسئله نباشید ! زیرا در موتورهای مدل به ندرت چنین مشکلی بروز میکند . در تصویر زیر میتوانید مرحله تراکم و احتراق در موتورهای دو زمانه (two - stroke) را ببینید .



\* نکته ی مهمی که لازم است به آن اشاره کنم ، مربوط به اصطلاح شمع است . توجه داشته باشید که شمع موتورهای مدل با شمعی که شما در موتور اتومبیل میبینید تفاوتی دارد . همچنین امروز دیگر بندرت از بنزین به عنوان سوخت استفاده میشود و بجای آن از متانول با کمی مخلوط روغن کرچک استفاده میکنند .





### دیگر موتورهای مدل :

در ابتدای مبحث موتورهای مدل توضیح دادم که قصد پرداختن کامل به تمامی موتورها مدل را ندارم ، اما حالا احساس میکنم که رها کردن این موضوع بدون آنکه ذهن شما را نسبت به دیگر انواع پیشرانه های هواپیما روشن کنم ، کار اشتباهی است . پس تنها برای آگاهی شما و بدون آنکه وارد جزئیات شوم به معرفی دو نوع دیگر از موتورها خواهم پرداخت و اگر فرصتی بود در کتاب جداگانه ایی به طور مفصل و جامع در مورد موتورهای هواپیما خواهم نوشت .

**موتورهای دیزلی :** از ساده ترین نوع موتورها محسوب میشوند ، این نوع موتورها فاقد شمع هستند و عمل احتراق در نتیجه حرارت ناشی از فشار به سوخت ایجاد می شود . گرمای ایجاد شده در اثر فشرده شدن گاز با درجه فشار تغییر میکند . در این نوع موتورها برای ایجاد فشار متغییر در موتور یک پیستون متغییر در بالای سیلندر وجود دارد که که بوسیله پیچی قابل تنظیم است . اگر پیچ آن را بسمت داخل بچرخانیم حجم سیلندر کم شده و در نتیجه میزان فشردگی گاز افزایش خواهد یافت .



**موتورهای وِنگل :** تفاوت عمده موتورهای " ونگل " با موتورهای پیستونی در این است که در موتورهای پیستونی حرکت رفت و برگشت پیستون تبدیل به گشتاور میشود ، در حالی که در موتورهای ونگل پیستون هندسی شکل آن به جای حرکت طولی به دور خود و در داخل یک محفظه هندسی شکل (سیلندر) میچرخد و این نیرو را به وسیله یک جعبه دنده ساده به محور خود انتقال میدهد . در موتورهای ونگل ، همانند موتورهای دو زمانه و چهارزمانه پیستونی ، چهار عمل مکش ، تراکم ، احتراق ، و تخلیه به شکل دورانی انجام می شود و از این نظر تفاوتی بین این موتور و انواع دیگر موتورهای احتراقی وجود ندارد .



حضور موتورهای ونگل در دنیای هواپیماهای مدل چیز عجیبی نیست ، قدرت و راندمان خوب و از سویی شکل مناسبی که دارند ، این نوع موتورها را برای کاربردهای هوایی مناسب میکند ، زیرا آنها را میتوان به راحتی در داخل بدنه دوکی شکل هواپیما جای داد و شکل آیرودینامیکی آن را حفظ کرد . امروزه در "پهپادهای " نظامی از موتورهای ونگل به فراوانی استفاده میشود .



مقایسه یک موتور شمع و یک موتور مدل ونگل

### آشنایی با شمع :

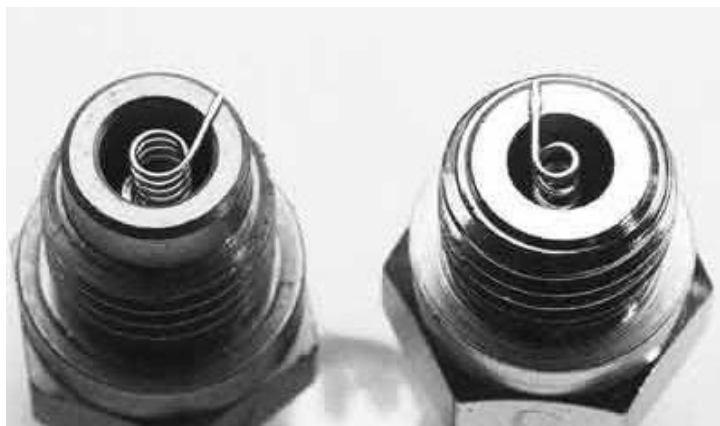


شمع مورد استفاده در موتورهای مدل

موتورهای احتراقی معمولاً از سامانه‌ی ساده‌ای شامل یک کوئل پلاتینی (سیم پیچ) به عنوان شمع ساخته می‌شوند. برای شروع به کار (استارت) این نوع موتورها، یک باتری یک و نیم ولتی هم کفایت میکند تا سیم پیچ پلاتینی به حالت گداختگی رسیده و باعث احتراق سوخت موتور، که شامل متانول و مقدار معینی روغن کرچک می‌باشد شود. در سالیان اول ساخت موتورهای مدل (منظور دهه

۳۰ میلادی می‌باشد) با تقلید از ساختمان موتور اتومبیل، موتورهای مدل نیز با شمع معمولی ساخته می‌شدند تا باعث اشتعال بنزین شوند. اما بعدها برای سبکتر ساختن موتورهای مدل بخشهایی مثل پلاتین و دلكو و سایر بخشهای دست و پاگیر حذف شد و با جانشین ساختن متانول به عنوان سوخت، راه برای ساخت موتورهای سبکتر امروزی هموار شد. متانول در مقایسه با بنزین نقطه اشتعال پائینتری دارد و فلز پلاتین نیز در برخورد با متانول خود به خود به حالت گداختگی میرسد. پس با استفاده از این فلز میتوان سیکل کاری موتورهای مدل را حفظ کرد و تنها برای شروع کار (استارت) نیاز به استفاده از باتری خواهیم داشت و پس از آن موتور به صورت عادی و بدون نیاز به عامل دیگری به راحتی بکار خود ادامه خواهد داد.

دو نوع شمع قابل دسترس است که به طور خلاصه به ویژگی آنها اشاره میکنم: نوعی که بر روی موتورهای کوچکتر از 2/5 cc نصب میشود و بالاتر. اگر قسمت عایق و یا الکترودهای شمع خیلی داغ باشد، احتمالاً قسمت عایق صدمه میبیند، و یا قبل از بروز گداختگی، پیش اشتعال ایجاد میشود. دمای عملکرد شمع به سطح عایق، فنری که در معرض سوخت متراکم قرار میگیرد و طول مسیر حرارت بستگی دارد. "یک شمع با عایق الکترود میانی کوتاهتر و کلفت تر، نسبت به یک شمع که دارای الکترود میانی بلندتر و باریکتری است، در شرایط خنک تری کار میکنند. بدین منظور اولی را شمع "سرد" و دومی را شمع "داغ" مینامند. اگر موتوری با دور و قدرت بالا (ارپی ام و ام ای پی) را بکار میگیریم، میبایست از شمع "سرد" استفاده کنیم تا از وقوع "پیش اشتعال" جلوگیری شود.

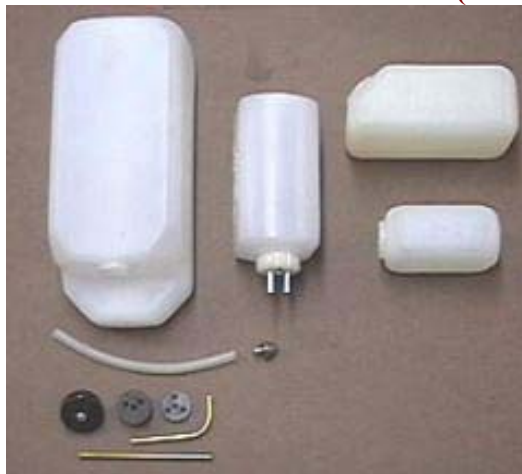


دو نوع مختلف از شمع ها را نشان میدهد که دارای سیم پیچهای پلاتینی متفاوتی هستند و هر یک بر روی مدل خاصی از موتورها بکار میروند.

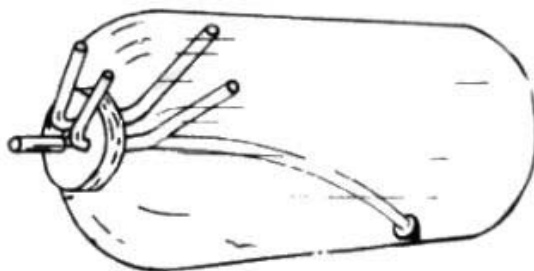
حرارت شمع به چند عامل بستگی داد از جمله آلیاژ به کار رفته در ساخت آن، ضخامت و طول کوئل پلاتینی، قطر چاه سیم پیچ (منظور محفظه‌ی شمعی است که کوئل پلاتینی داخل آن قرار میگیرد)، و جنس بدنه شمع. معمولاً در موتورهای مینیاتوری یا خیلی کوچک برای احتراق بهتر از هیدروژن استفاده میشود. به هر روی پیش از استفاده از هر نوع موتوری توصیه میکنم به راهنما و کاتالوگهای شرکت سازنده نگاهی بیندازید. همانگونه که در تصویر دیده میشود المنت پلاتینی درون چاه شمع و یا حفره آن قرار گرفته و در پایان به شکل تکه نخی به بدنه آن

جوش خورده است . برخی شمعها دارای پخ خوردگی هستند و گفته شده این ویژگی باعث جلوگیری از نشت تراکم در اطراف شمع میشود.

### منبع سوخت (Fuel Tank) :



موتورهای هواپیما دارای چندین ورودی سوخت از منبع هستند . این بدان علت است که هواپیمای در حال پرواز میتواند در محورهای مختلف حرکت کند و سوخت مایع در داخل تانک دارای وضعیت ثابتی نیست . و برای افزایش ضریب اطمینان و سوخت رسانی به موتور در محورهای مختلف منبع سوخت دارای چندین انشعاب است که به لوله و مسیر اصلی سوخت رسانی به موتور ختم میشود . در موتورهای مدل به جای این انشعابها از روش ساده تری استفاده میکنند و برای تداوم سوخت رسانی در حالت های مختلف پرواز از یک شلنگ پلاستیکی که بر سر آن وزنه ایی نصب شده استفاده میکنند . این وزنه شلنگ را در داخل سوخت نگه میدارد .



yazilarim.blogfa.com

نمونه ایی از یک منبع سوخت . توجه داشته باشید که منابع سوخت شکل و شمایل مختلفی دارند .

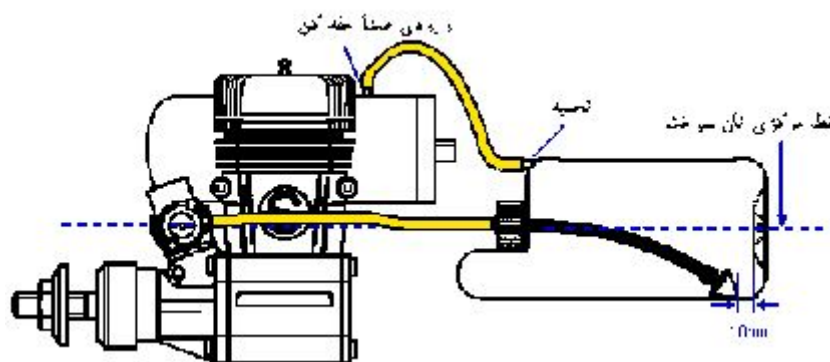


yazilarim.blogfa.com

شلنگهایی که سوخت را به موتور انتقال میدهند نباید به شکلی خم شده باشند که دچار گرفتگی بشوند . برای اینکه شلنگ اصلی حامل سوخت همواره و در وضعیت های مختلف پرواز داخل مایع سوخت باشد به سر آن وزنه ایی اضافه میکنند تا همواره داخل مایع سوخت باشد . برای جلوگیری از هوا گرفتگی و عدم عبور کافی سوخت به سمت کاربراتور لوله هوایی را به داخل تانک راه میدهند . سر این لوله به شکلی است که با سوخت ارتباطی پیدا نمیکند . از طرفی در برخی از هواپیماهای مدل برای تامین فشار لازم برای منبع سوخت و پایداری سوخت رسانی به موتور مقادیری از گازهای خروجی را به وسیله لوله ایی به داخل تانک متصل میکنند . باید توجه داشته باشید که اندازه ی مخزن سوخت با کیفیت پرواز رابطه دارد . یک مخزن سوخت بزرگ و مایع درون آن در جابجایی مرکز ثقل و زاویه صعود هواپیما تاثیر میگذارد .



اندازه مناسب برای تانک های سوخت اینگونه توصیه میشود :  
3.5cc (.21) and 6.5cc (.40) is 150 - 250cc



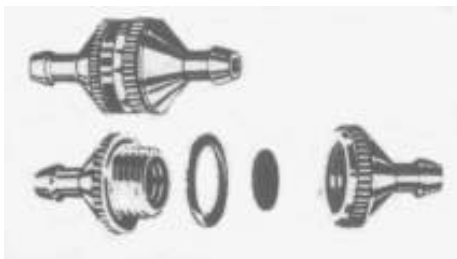
مخزن سوخت و شلنگهای رابط

لوله های انتقال سوخت از مواد قابل انعطافی درست میشوند . به هر روی لازم میبینم چند نکته را در مورد لوله های جریان سوخت گوشزد کنم . همواره توجه داشته باشید که لوله های سوخت با خود موتور تماسی نداشته باشند تا در اثر حرارت آسیب نبینند .



اگر مدل آماده ایی خریدید باشید مشکلی در این مورد نخواهید داشت زیرا شرکت سازنده باید استانداردهای لازم را رعایت کرده باشد . اما در صورتی که خودتان مدل را میسازید اندازه لوله های جریان سوخت را اندکی بزرگتر بگیرید ( نه زیاد و نه کوتاه ) دقت کنید که لوله سوخت پشت " دیواره آتش " باشد و دارای نشستی ( چه از محل تانک سوخت و چه از ناحیه شیر کاربراتور ) نباشد . اگر لازم بود میتوانید برای محکم کردن آن از بست های فلزی و یا پلاستیکی استفاده کنید

### فیلترها :

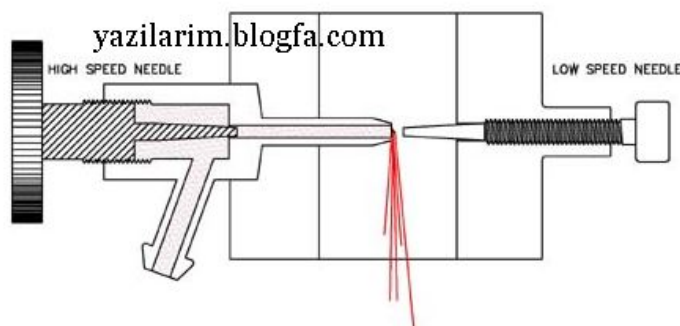


معمولا سوختهایی امروزی عاری از آلودگی و مواد مضر برای موتورها هستند اما استفاده از فیلتر مناسب توصیه میشود . سوخت پیش از رسیدن به موتور از این صافی ها عبور کرده و جرمهای اضافی و معلق احتمالی در سوخت را که باعث اختلال در کار موتور میشوند جذب میکند . پیش از پرواز از سالم بودن فیلترها مطمئن شوید . صافی ها از تورهای سیمی و یا شبکه هایی از جنس فلز ساخته میشوند .

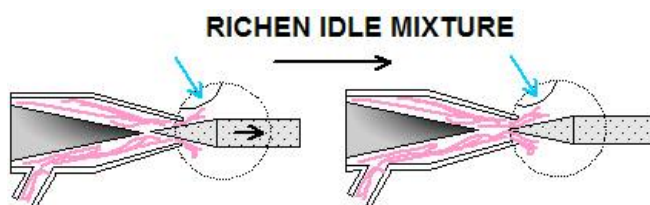
### کاربراتور :

وظیفه اصلی کاربراتور ، تامین سوخت به مقداری است که در هر زمان ، مخلوط مناسب مورد نیاز موتور را فراهم سازد . سیستم اصلی اندازه گیری در یک کاربراتور شامل مکانیزمی است که یک نسبت " سوخت - هوای " اساسی و تقریباً ثابت را ، در محدوده وسیعی از سرعتها و بارها تامین میکند . سیستم اصلی اندازه گیری شامل یک " ونتوری " است که هوا از آن عبور میکند . از افت فشار ایجاد شده در گلوگاه ونتوری در هنگام جریان هوا ، به طور مستقیم یا غیر مستقیم ، برای کنترل شدت جریان سوخت از طریق یک روزنه استفاده میشود . سپس سوخت با استفاده از یک شیپوره ، به صورت قطرات ریز ، با هوای ورودی مخلوط میشود .





**سوزن اندازه گیری :** یک راه ساده برای تغییر نسبت سوخت - هوا ، قرار دادن یک سوزن مخروطی شکل است ، که در داخل و خارج روزنه اصلی سوخت ، یا در داخل و خارج روزنه کمکی سوخت حرکت کند . حرکت این سوزن به صورت دستی و یا به کمک یک مکانیزم خودکار صورت میگیرد .

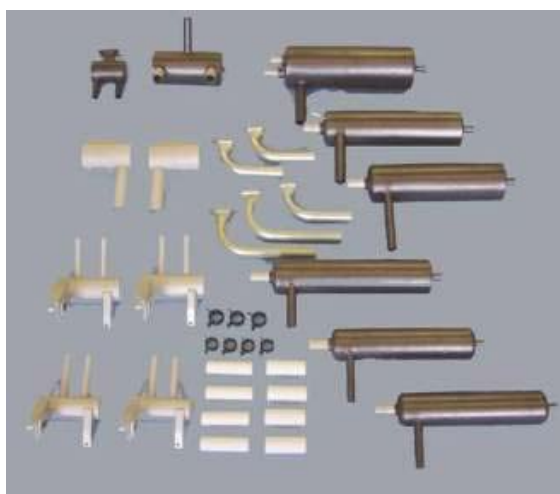


### صدا خفه کن یا اگزوز :

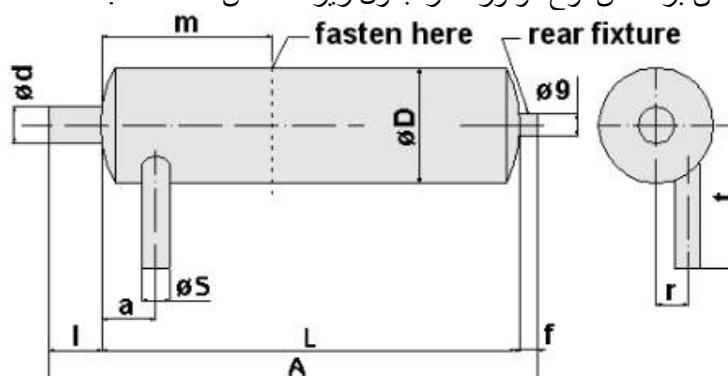
همانگونه که در بخشهای قبلی عنوان شد ، موتورهای شمعی با همه حسنی که دارند ، موتورهای پرسروصدایی هستند و میبایست برای جلوگیری از آلودگی صوتی محیط از صدا خفه کنهای ویژه ایی استفاده کرد . صدا خفه کنها باعث کاهش توان موتور میشوند اما این افت آنقدرها اهمیت ندارد که مزایای آن را نادیده بگیریم .



صدا خفه کنها در طرحها و شکلهای مختلفی ارائه میشوند . طراحی صدا خفه کن مناسب ، دشوار است و نیاز به تجربه بالایی دارد . برخی از صداخفه کنها مخروطی شکل هستند و برخی دیگر کوتاه بوده و در عوض فیلترهای بیشتری دارند . طول و حجم صدا خفه کنها در کنترل صدا توسط آنها نقش عمده ای دارد . اصول کار صداخفه کنها به زبان ساده به این شکل است که با کنترل گازهای خروجی از فشار آن کاسته و با استفاده از مواد جاذب و یا فیلترها توری صدای آن را کاهش میدهند . در همه صداخفه کنها گازهای خروجی به شکل مستقیم به خازج از محفظه آن هدایت نمیشوند . زیرا علت اصلی تولید صدا تفاوت فشار گازهای خروجی از موتور و هوای خارج از آن است . پس با هدایت گاز به محفظه داخل صدا خفه کن ، فشار آن را کاسته و سپس به بیرون هدایت میکنند . در صدا خفه کنها بسته به نوع موتور و کاربرد آن از یک و یا چند فیلتر استفاده میشود. در تصویر زیر نوع دیگری از صدا خفه کنها را میبینید .

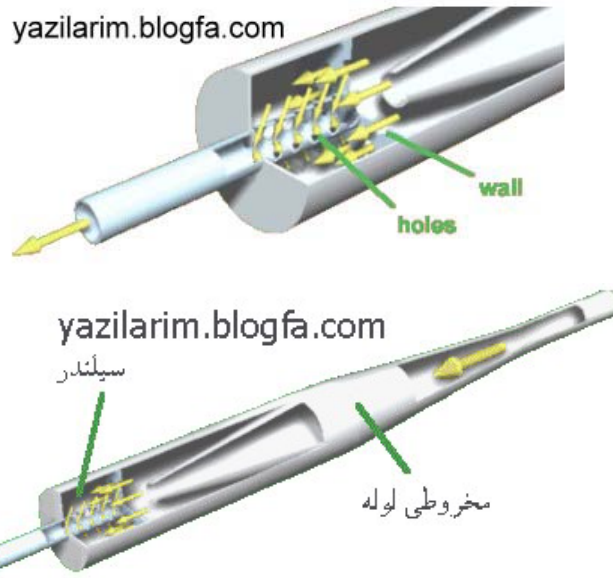


برای ساخت این نوع صدا خفه کنها میتوان از ترکیب بندی زیر استفاده کرد . اندازه و طول این نوع صدا خفه کن بر اساس نوع موتور ، در جدول زیر مشخص شده است .



motor capacity in ccm	silencer type	D	L	d	l	A	a	s	t	r	g	f	m	weight
30-45	M 40/60/270	62	270	20	40	330	35	16	105	18	12	20	110	240
45-60	M 60/60/270	62	270	25	40	330	35	16	105	21	12	20	110	250
60-80	M 80/70/300	72	318	25	40	380	40	20	110	23	16	20	145	400
80-90	M 80/80/300	82	300	25	40	360	40	20	150	23	16	20	145	435
90-120	M 105/80/300	82	320	30	40	380	40	25	000	28	16	20	145	445

طراحی نوع مخروطی صدا خفه کنها دشوارتر است و نیاز به محاسبات ریاضی دارد که شرح و توضیح آن را در کتاب دیگری پی خواهیم گرفت . اما پیش از پایان این بخش برای آگاهی از ساختمان داخلی برخی از این نوع صدا خفه کنها ، توجه شما را به تصویر زیر جلب میکنم :



همانگونه که در تصویر میبینید ، گازهای حاصل از احتراق ، پس از خروج وارد مجرای مخروطی شده و تحت فشار قرار میگیرند و سپس وارد محفظه دوم میشوند ، حسن استفاده از محفظه مخروطی شکل آن است که فرصت و امکان تخلیه محفظه دوم را فراهم کرده و شتاب لازم برای وارد شدن گازها به محفظه سوم و بخش پایانی را فراهم میکند . از سویی با تشکیل امواج ضربه ایی موجب بازگشت مقداری از سوخته های خارج شده از سیلندر میشود در بخش پایانی با کمک لوله خروجی مثبکی سرعت گازها کم شده و به حازج از صدا خفه کن هدایت می شوند.

### روشن کردن موتور :



برای روشن کردن موتور شمعی ، ابتدا شیر گاز موتور را چند دور بیش از اندازه عادی باز کنید ، و با چرخاندن ملخ ، انگشت خود را روی ورودی کاربراتور قرار دهید تا هوا وارد آن نشود ، سپس باطری را با استفاده از یک گیره به سر شمع وصل کرده و بعد با ضربه انگشت شروع به گرداندن ملخ نمائید ، در آنصورت موتور باید بعد از دو سه ضربه روشن شود . تا آنجایی که تجربه نشان داده ، علت روشن نشدن موتور شمعی در درجه اول ضعیف بودن باطری میباشد ، یک باطری ۱/۵ ولت بزرگ در دسترس داشته باشید زیرا باطریهای کوچک دارای ظرفیت کافی نبوده و اگر کار زیادی از آن کشیده شود ، در عرض یک دقیقه خالی میشود. در صورتیکه باطری به اندازه کافی قوی باشد ولی موتور روشن نشود ایراد در زیاد و یا کم بودن مقدار سوخت است . کم و یا زیاد بودن مقدار سوخت را میتوان از " تر " و یا خشک بودن سیلندر تشخیص داد ، حتی ممکن است شمع موتور سوخته باشد ، شمع را میتوانید با باز کردن و اتصال آن به باطری آزمایش کنید ، اگر سیم سرشمع سرخ شود سالم و اگر قرمز نشود سوخته است . ویژگیهای استارت و روشن شدن موتورهای شمعی به سوخت مصرفی نیز بستگی دارد ، موتورهای شمعی برای ترکیبات خاصی از سوخت طراحی شده اند اگر از سوخت تعیین شده استفاده شود ، موتور بخوبی کار خواهد کرد .



همچنین شرایط جوی نیز در کار سوخت تاثیر دارد . سوخت عادی موتورهای شمعی از ۷ قسمت متانول و سه قسمت روغن کرچک تشکیل میشود ، با افزودن اندکی " نیترومتان " کار موتور بهتر خواهد شد ، نیترومتان علاوه بر زیاد نمودن دور و قدرت موتور ، عمل روشن کردن را نیز بهبود میبخشد . وجود نیترومتان در سوخت قیمت آن را بالا میبرد ، در موتورهای ورزشی ( برای مدلهای اسپرت ) با حداکثر پنج درصد نیترومتان عرضه میشود . نسبتهای سوخت را میتوان برای حفظ حداکثر راندمان در مناطق مختلف تغییر داد ، البته این کار به تجربه بالائی نیاز دارد . دارندگان هواپیمای مدل معمولاً از ارزانتزین سوختی که برای موتورهای آنها مناسب است استفاده میکنند ، هر سوختی که موتور را زود روشن کرده و موتور به خوبی کار کند سوخت مناسبی است . برای روشن کردن موتورها میتوان از استارترهای الکتریکی استفاده کرد ( به جای چرخاندن ملخ با انگشت دست ) در تصویر بالا نمونه ایی از این نوع استارترها را میبینید و در سمت راست آن نیز سوختها استاندارد ارائه شده برای موتورهای مدل دیده میشود . در برخی از موتورها برای روشن کردن موتور از اهرم دستی یا استارتر فنری (recoil starter) استفاده می شود .

**روشن کردن موتورهای دیزل :** موتورهای دیزل از نظر سوخت مشکلات کمتری ایجاد میکنند . اگرچه اضافه نمودن ۴ درصد امیل نیترات (Amil Nitrat) و امیل نیتريت (Amil Nitrit) به سوخت ، کار موتور را نرم میکند اما تفاوتی در توان موتور ایجاد نمی شود . گاهی برای کم نمودن مصرف سوخت قدری نیتروبنزن (Nitro Benzene) به سوخت دیزل اضافه میشود . روغن معمول دیزل به نسبت مساوی از اتر و پارافین یا روغن موتور تشکیل میشود . اتر قدرت احتراق نداشته و تنها عمل احتراق را در هنگام کمپرس آسان مینماید . در موتورهای کوچک دیزل ، باید مقدار اتر به ۴۰ درصد افزایش یابد . در حالتهاى دیگر سوخت ، مقدار روغن را میتوان کم کرد و در عوض به پارافین آن افزود ، در هر حال مقدار آن برای روشن کردن یک موتور نباید از ۲۵ درصد کمتر باشد . سازندگان موتورها ترکیب مناسب سوخت را ارائه میدهند و توصیه میکنم از سوختهای بسته بندی شده و استاندارد استفاده کنید . سوخت موتورهای دیزل بسیار فرار است و میبایست در قوطی سربسته ایی نگهداری شود .



سوخت موتورهای دیزل کوچک از ۴۰ درصد اتر تشکیل میشود

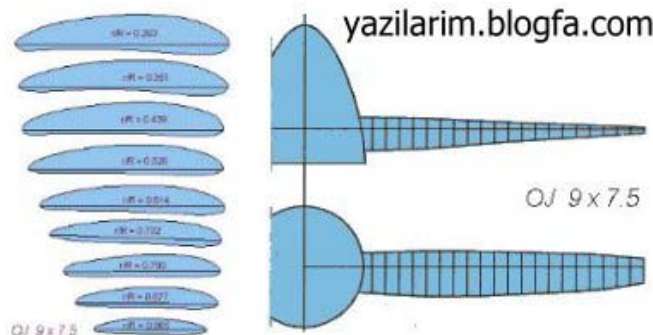
در صورتی که موتور و یا هواپیمای مدل خودتان را بتازگی خریداری کرده اید ، هرگز آن را به همان شکل مورد استفاده قرار ندهید ، موتورهای نو پیش از استفاده باید آب بندی شوند ، برای این منظور اجازه بدهید تا مدتی به شکل عادی و درجا کار کند .





## ملخ (Propeller) :

ملخها به صورت خیلی ساده ، یک بال چرخنده محسوب می شوند . برای مثال به تصویر ، زیر که برشهایی از یک ملخ میباشد دقت کنید . ایرفویلهای ملخ به وضوح شبیه بال هستند . میدانیم که وظیفه بال به پائین راندن هوا برای تولید نیروی برآ است . بطور مشابه ملخ نیز هوا را برای تولید نیروی پیشران به عقب میراند . ملخ کارآمدترین وسیله برای تولید نیروی پیشران در سرعتهای پائین است ، ۸۵٪ توان موتور میتواند توسط ملخها به نیروی جلوبرنده تبدیل شود .

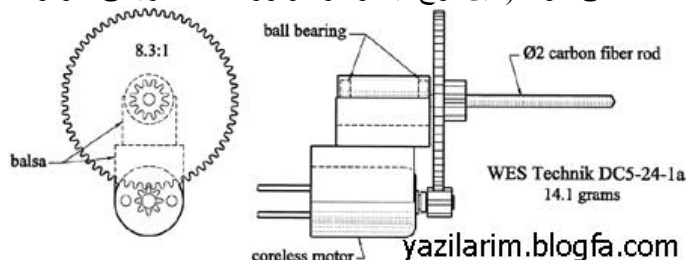


ملخ در هر دوری که میزند مقداری از هوا را به عقب میراند و آن را شتاب میدهد تا به سرعت بیشتری برسد ، ملخی که دارای مساحت بیشتری باشد کارایی بهتری دارد زیرا مقدار هوای بیشتری را به سمت عقب میراند . برای همان نیروی پیشران ، یک ملخ کوچکتر هوای کمتری را با سرعت بیشتری به عقب میراند که این باعث کاهش کارایی آن می شود . در هواپیماهای مدل کشی با یک ملخ بزرگتر و سرعت دوران کم میتوان پرواز طولانی تری داشت .



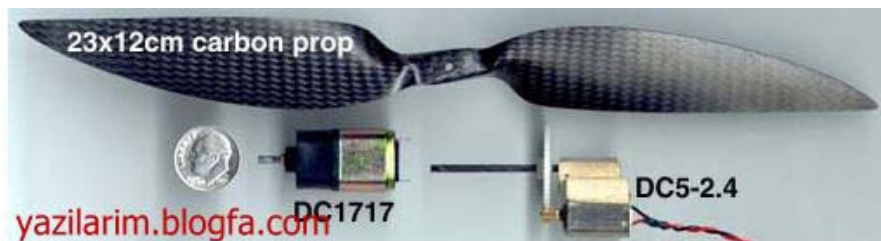
نمونه هایی از ملخ مورد استفاده در هواپیماهای مدل

اندازه ملخ و سرعت چرخش آن تحت تاثیر عوامل زیادی است . اول اینکه ساخت ملخی بزرگ که با سرعت کمی میچرخد به خاطر محدودیت فاصله تا زمین امکان پذیر نیست . اما از طرف دیگر رابطه برقرار کردن بین سرعت ملخ در حال گردش با نوع موتور موجود خیلی مهم است . ترکیب این دو عامل همراه با نگهداشتن سرعت نوک ملخ زیر سرعت صوت ( به خاطر سروصدای ایجاد شده و افزایش توان اتلافی ) باعث شده تا ملخهای موجود روی هواپیما به شکلی باشد که شما امروزه میبینید . در هواپیماهای مدل برای کنترل سرعت ملخ از چرخ دنده های کاهنده سرعت استفاده می شود . ( این نوع بیشتر در موتورهای الکتریکی کاربرد دارد )





انتخاب مساحت مناسب برای ملخ بر اساس اندازه و توان موتور اهمیت زیادی دارد . اگر پره (Blade) خیلی کوچک باشد نیروی وارد شده بر موتور خیلی کم میشود و زمانی که موتور به RPM زیاد برسد دچار گردش بیش از حد و یا (Over-rev) می شود و این باعث وارد شدن خسارت به آن می گردد . و از سویی اگر تیغه های ملخ خیلی بزرگ باشد موتور قادر نیست آن را به سرعت بهینه برساند و در نتیجه نمیتواند تمام توان خود را به موتور منتقل کند . در هواپیماهای مدل ملخها از جنس پلاستیک ، چوب ، و مواد مرکب ساخته میشوند . ملخهای پلاستیکی قیمت پائین تری دارند و کاربریشان زیاد است اما به خاطر انعطافی ( الاستیک ) که دارند در سرعتهای بالا دچار افت میشوند . ملخها معمولا دو پره هستند اما استفاده از ملخهای سه تیغه هم رایج است .

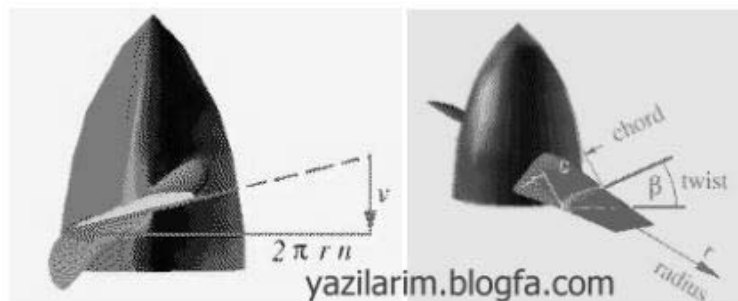


ملخ ساخته شده از مواد مرکب



مدل هایی از ملخ پلاستیکی

**گام ملخ (Propeller pitch) :** مسافتی که ملخ در یک دور کامل در هوا طی کرده و بجلو می رود طبق تعریف گام ملخ نامیده می شود . این مسافت با تغییر دانسیته هوا و همچنین زاویه تیغه ها (Blade Angle) تغییر میکند بدین صورت که با تغییر ارتفاع یا دگرگونی شرایط جوی مقدار جرم هوای عبوری از ملخ تغییر کرده و در نتیجه مقدار (Thrust) کم و یا زیاد میشود . نکته آنکه زاویه تیغه یا (Blade Angle) زاویه ایست که در هر نقطه از تیغه بین سطح دوران ملخ و وتر مقطع آیرودینامیکی در آن نقطه به وجود می آید .



### رادیو کنترل :



هواپیماهای مدل بوسیله سامانه رادیو کنترل هدایت میشوند . این سامانه با ارسال امواج الکترومغناطیسی فرامین را به سرورهای هواپیما انتقال میدهد . اساسا تجهیزات (C/R) از یک فرستنده رادیویی مرکب از چند کانال رادیویی تشکیل شده است که خلبان با استفاده از هر یک از این کانالها فرامین را به هواپیما انتقال میدهد . در تصویر روبرو میتوانید یک سامانه رادیویی به همراه باتری و سرورها ( فرمانبرها ) مورد استفاده در بیشتر هواپیماهای مدل را ببینید . توجه داشته باشید که مدلهای زیادی از این نوع فرستنده ها تولید و ساخته شده و هر یک دارای ویژگی و توانایی خاصی هستند . هر کانال رادیویی با ارسال امواج رادیویی بخش هایی مثل سکانها و یا شهپرهای هواپیما را به حرکت در می آورند . بُرد این فرستنده ها متفاوت است اما در انواع معمولی بردی در حدود دو کیلومتر را پوشش میدهند . البته در اغلب موارد ما به چنین بردی نیاز نداریم زیرا لذت پرواز دادن هواپیمای مدل در آن است که آن را ببینیم در حالی که در چنین مسافتی عملیات هواپیمای مدل به خوبی دیده نمیشود .

### آشنایی با فرستنده :



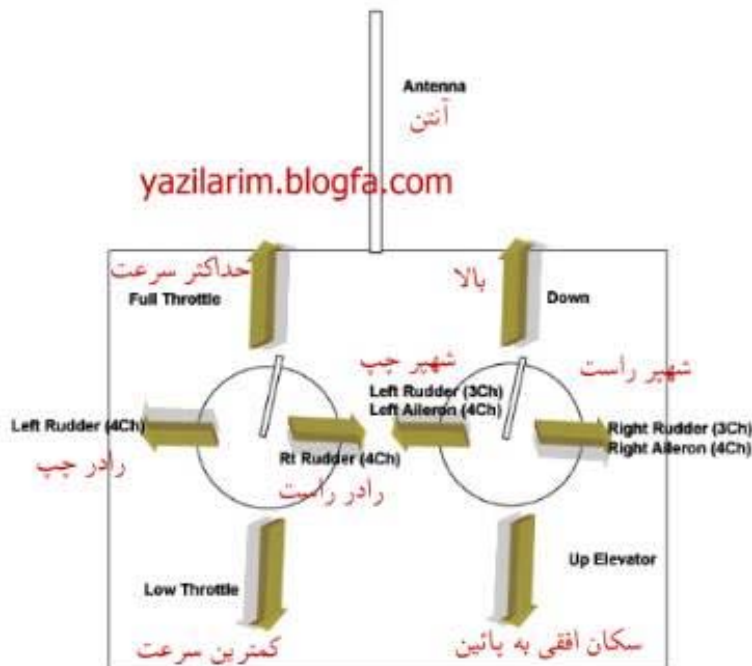
یک فرستنده رادیویی مناسب برای هواپیماهای مدل حداقل باید دارای ۴ الی ۶ کانال باشد تا بتوان سطوح مختلف هواپیما را کنترل کرد . کانالهای اضافی معمولا میتوانند وظایفی همچون خاموش و روشن کردن چراغها و یا باز کزدن چرخها ( درمدلهایی که چرخها جمع میشوند ) و یا کارهایی همچون کنترل دوربین عکاسی و .... را انجام بدهند .

در تصویر نمایش داده شده شما یک فرستنده پنج کاناله را میبینید که دارای دو دسته فرمان ( جوی استیک ) است که حرکتهای بالا ، پائین ، و چپ و راست هواپیما را میتواند کنترل کند . فرستنده از کانالهای دیگر برای کنترل سایر فرامین استفاده میکند .

هنگام خرید به این نکته ی ظریف توجه داشته باشید که رادیو باید خوش دست بوده و کار کردن با آن آسان باشد و از طرفی کنترل آن پیچیده نباشد . میزان مصرف باتری و برد را از روی کاتالوگ های سازنده کنترل کنید . یک سازنده معتبر فرستنده های خود را به همراه کتابچه های آموزشی ارائه میکند . سعی کنید ( به ویژه در ایران ) از فروشنده کمک بگیرید و یا آنکه فرستنده ایی را که معلم خلبانی به شما توصیه میکند بخرید .

یک فرستنده مدرن باید به شما امکان کنترل کامل مدل را بدهد . از جمله کنترل تریم تب ها در هواپیماهای مدل و یا میزان چرخش شهپر ها و غیره .... این موارد به ویژه ، هنگام انجام

حرکتهای نمایشی (مانور آکروباتیک) اهمیت زیادی دارد ، زیرا هر چه کنترل شما بر روی مدل بیشتر باشد قادر به انجام حرکتهای متنوع و بیشتری خواهید بود .



فرستنده های امروزی اغلب دارای سامانه " برگشت " هستند . این سامانه به ویژه برای افراد مبتدی میتواند سودمند باشد . این سیستم در صورتی که کنترل مدل از دست شما خارج شده و یا قادر به بازگرداندن آن به حالت عادی نباشید ، به کمک شما آمده و هواپیما را در حالت پایدار قرار میدهد . همچنین فرستنده های پیشرفته قادر هستند فرامین چند کانال را با هم مخلوط کنند . این توانایی کنترل مدلهایی را که از دُمهای وی شکل (V - tai) استفاده میبرند آسانتر میکند . همچنین فرستنده های مدرن امروزی دارای پردازنده پر سرعت و حافظه هایی هستند که کاربران را قادر میسازد پرواز های برنامه ریزی شده را انجام دهند . در این نوع فرستنده ها شما قادر هستید مسیر پرواز و عملیات مخصوص آن را تعریف کرده و سپس تنها شاهد پرواز و فرود خودکار مدلتان باشید !

از دیگر تواناییهای جالب توجه فرستنده های امروزی امکان اشتراکی کردن آن است ( مانند بازیهای رایانه ای ) با این کار دو نفر میتوانند از یک فرستنده استفاده کرده و آن را کنترل کنند . این توانایی هنگام آموزش بسیار مفید است و معلم خلبان میتواند به شکل شایسته تری تمرین های آموزشی را به همراه دانشجوی خود انجام دهد و مفاهیم پرواز را به خوبی به شاگرد خود انتقال دهد و در صورت بروز مشکلی میتواند کنترل هواپیما را به سرعت بدست بگیرد .

فرستنده های رادیویی مورد استفاده در هواپیماهای مدل معمولاً روی باندهای فرکانس ۲۷ مگاهرتز کار میکنند . در آمریکا از محدوده فرکانس های ۷۲ مگاهرتز استفاده می شود . در کشور های اروپائی از فرکانس ۳۵ مگاهرتز استفاده میکنند ( کانالهای ۵۵ تا ۹۰ ) برای چک کردن فرکانس های محل سکونت خودتان میتوانید به نشانی زیر مراجعه کنید :

<http://www.ukrcc.org/internet.html>



هنگامی که از فرستنده استفاده میکنید میباشد برای پرهیز از تداخل امواج و بروز اشکال های ناخواسته به آنتن فرستنده خودتان پرچم های رنگی مخصوصی ببندید . این پرچم های رنگی مشخص میکنند که شما از چه طول موج و چه کانالی برای هدایت هواپیمای مدل خودتان استفاده میکنید ، و بدین ترتیب دیگران از این امر آگاه خواهند شد . برای فرکانس ۲۷ مگاهرتز یک پرچم سه گوش به آنتن فرستنده متصل میگردد . برای فرکانس های بین ۵۰ الی ۵۴ مگاهرتز و بین ۷۲ الی ۷۶ با دو

پرچم و یا یک روبان و یک پرچم مشخص میگردند . ابعاد پرچم ها  $16 \times 1$  اینچ است . گاه به علت شلوغ بودن محیط پرواز و یا به هر دلیل دیگری ممکن است در تشخیص پرچم ها مرتکب اشتباه شویم و این اشتباه موجب سقوط هواپیمای مدل و آسیب دیدن آن شود . برای پرهیز از هر گونه اشتباهی در تشخیص کانالهای خالی میتوان از " فرکانس چک " استفاده کرد . که در تصویر بالا نمونه ایی از آن را میبینید . این دستگاه با چک کردن فرکانس های موجود ، کانال های خالی را مشخص میکند و جلوی بروز اشتباه را میگیرد . جدول زیر کانالهای فرکانس ۳۵ مگاهرتز را نمایش میدهد .

Channel Numbers on 35 MHz Band					
Frequency	Channel	Frequency	Channel	Frequency	Channel
۳۵,۱۹۰	۷۹	۳۵,۰۷۰	۶۷	۳۴,۹۵۰	۵۵
۳۵,۲۰۰	۸۰	۳۵,۰۸۰	۶۸	۳۴,۹۶۰	۵۶
۳۵,۲۱۰	۸۱	۳۵,۰۹۰	۶۹	۳۴,۹۷۰	۵۷
۳۵,۲۲۰	۸۲	۳۵,۱۰۰	۷۰	۳۴,۹۸۰	۵۸
۳۵,۲۳۰	۸۳	۳۵,۱۱۰	۷۱	۳۴,۹۹۰	۵۹
۳۵,۲۴۰	۸۴	۳۵,۱۲۰	۷۲	۳۵,۰۰۰	۶۰
۳۵,۲۵۰	۸۵	۳۵,۱۳۰	۷۳	۳۵,۰۱۰	۶۱
۳۵,۲۶۰	۸۶	۳۵,۱۴۰	۷۴	۳۵,۰۲۰	۶۲
۳۵,۲۷۰	۸۷	۳۵,۱۵۰	۷۵	۳۵,۰۳۰	۶۳
۳۵,۲۸۰	۸۸	۳۵,۱۶۰	۷۶	۳۵,۰۴۰	۶۴
۳۵,۲۹۰	۸۹	۳۵,۱۷۰	۷۷	۳۵,۰۵۰	۶۵
۳۵,۳۰۰	۹۰	۳۵,۱۸۰	۷۸	۳۵,۰۶۰	۶۶

در جدول زیر رنگ پرچم برای باندهای ۲۷ و ۵۳ و ۷۲ مگاهرتز را میبینید .

26 - 995	قهوه ای	53 - 100	پرچم مشکی یا روبان قهوه ای
27 - 045	قرمز	53 - 200	پرچم مشکی یا روبان قرمز
27 - 095	پرتقالی	53 - 300	پرچم مشکی یا روبان پرتقالی
27 - 145	زرد	53 - 400	پرچم مشکی یا روبان زرد
27 - 195	سبز	53 - 500	پرچم مشکی یا روبان سبز
27 - 255	آبی		
72 - 080	پرچم سفید یا روبان قهوه ای		
72 - 160	پرچم سفید یا روبان آبی		
72 - 240	پرچم سفید یا روبان قرمز		
72 - 320	پرچم سفید یا روبان بنفش		
72 - 400	پرچم سفید یا روبان پرتقالی		
72 - 960	پرچم سفید یا روبان زرد		
75 - 640	پرچم سفید یا روبان سبز		

yazilarim.blogfa.com



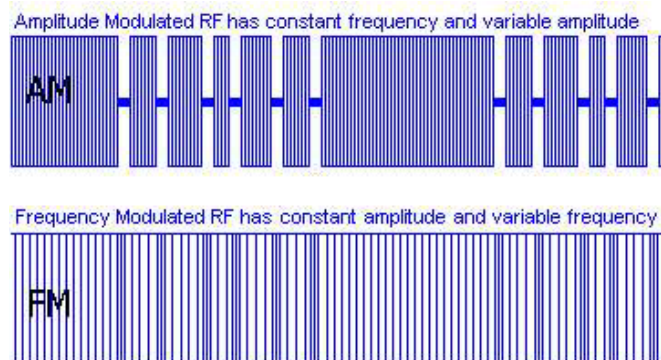
لینوکس

سیستم عامل آدمهای متفاوت !

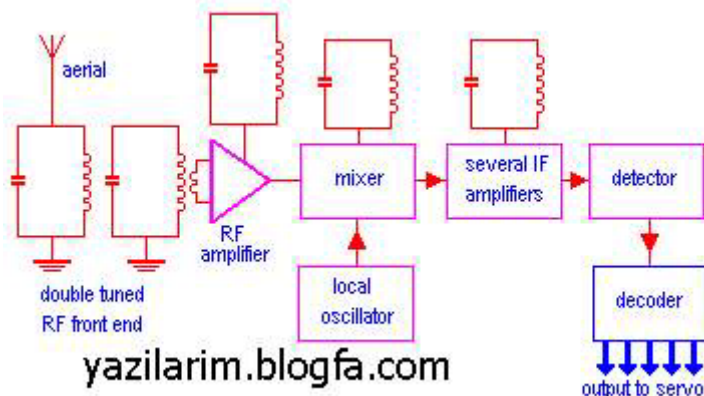
[yazilarim.blogfa.com](http://yazilarim.blogfa.com)



فرستنده‌ها از یک نوسان ساز (Oscillator) کریستالی ، مطابق با نوسان مورد نظر استفاده میکنند . نوسان ایجاد شده توسط تقویت کننده‌ها (Power Amplifier) تقویت شده و از آنتن منتشر میشود . مدولاسیون های AM (Amplitude Modulation) و FM (Frequency Modulation) از انواع پرکاربرد در فرستنده ها هستند .



امواج AM دقیقتر بوده اما نسبت به مدولاسیون FM حساسیت بیشتری دارند . بیشتر فرستنده ها بر اساس مدولاسیون AM عمل میکنند . با تغییر طول موج ، فرستنده فرامین لازم را به گیرنده ارسال میکند ، گیرنده دارای بخش آشکار ساز (Detector) میباشد که با تشخیص طول موج دریافتی آن را به سروها انتقال میدهد .



امواج از طریق آنتن (Aerial) وارد فرستنده شده و توسط خازن و سیم پیچ تنظیم میشوند . در مدار نشان داده شده بخش (Double tuned RF) در واقع عمل " باززایی " را انجام داده و فرکانس های ضعیف با وارد شدن در بخش دابل مدار تنظیم شده و بازایی میشوند ، سپس همین امواج توسط بخش تقویت کننده فرکانس رادیویی (RF amplifier) تقویت شده و وارد میکسر (Mixer) میشوند . در این بخش امواج ارسال شده توسط فرستنده با نوسان تولید شده توسط بخش (Local Oscillator) مخلوط شده و وارد تقویت کننده دوم امواج میانی (Several If) میشوند و توسط آشکار ساز (Detector) شناسایی و سپس توسط بخش (Decoder) کد گشائی شده و به هر یک از سروها انتقال می یابد .

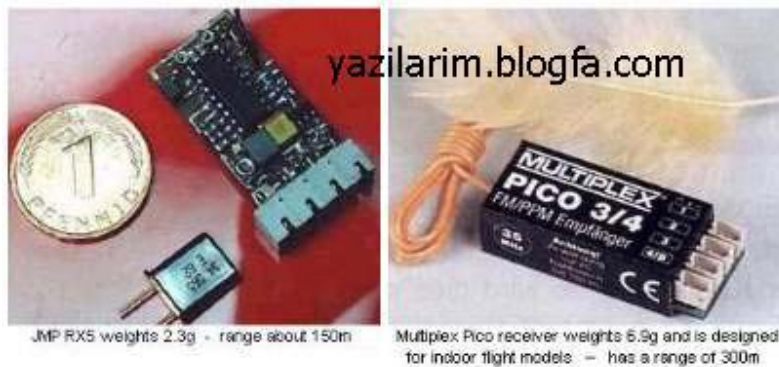
سامانه ای فرستنده میتواند از چندین روش برای کد بندی استفاده کنند ( کد بندی درصد خطا را کاهش داده و امنیت امواج ارسالی را تضمین میکند . از این روش معمولا فرستنده های دیجیتالی استفاده میکنند . در روشهای قدیمی تر از فیلترهای اکتیو استفاده میشد ) که از جمله میتوان به روشهای زیر اشاره کرد :

- ۱- (Pulse Position Modulation) PPM System
- ۲- (Pulse Code Modulation) PCM System
- ۳- (Intelligent Pulse Decoding) IPD System
- ۴- (Digital Signature Recognition) DSR System

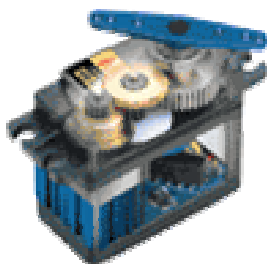
هر یک از این روشها دارای ویژگیهای مخصوصی هستند و از جمله فن آوریهای نوین در زمینه کنترل و هدایت و امنیت فرامین محسوب میشوند . یکی دیگر از علت های استفاده از این روشها رشد چشمگیر گیرنده های مجتمع و ریز تراشه ها و از سویی پیشرفت فن آوری دیجیتال بوده است . با ساخت گیرنده های دیجیتالی دیگر نمیتوان از روشهای قدیمی برای کنترل و هدایت



سامانه ها استفاده کرد . در تصویر زیر نمونه هایی از گیرنده های مدرن و پیشرفته امروزی را مشاهده میکنید ، اندازه کوچک و وزن کم این گیرنده ها امکان ساخت ریز مدلها را فراهم میکنند .

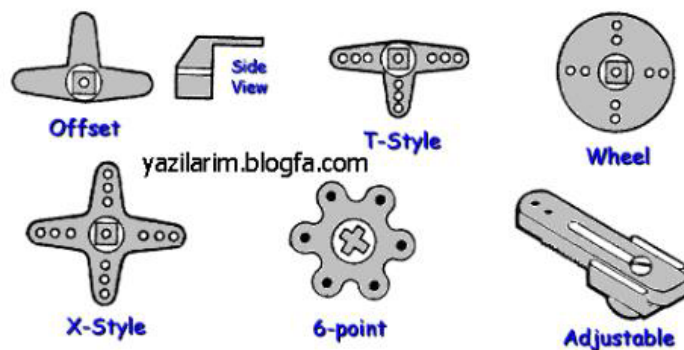


### سروها (Servos):



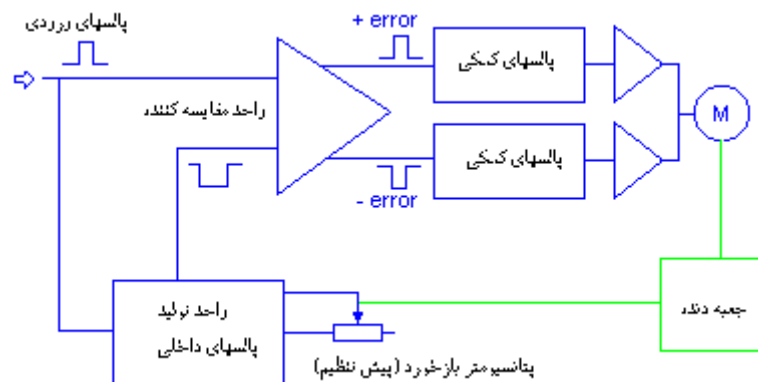
سروها حلقه های آخر یک زنجیره کنترل رادیویی هستند . سروها باعث روشن و یا خاموش شدن موتور ، کنترل فلپ ها و یا باز و بسته شدن چرخهای هواپیما میشوند . یک سرو متشکل شده است از یک موتور ، جعبه دنده ، تقسیم کننده ولتاژ ، بُرد الکترونیکی و یک محفظه پلاستیکی که این سامانه را در خود جای میدهد . بر روی بدنه نیز بازوها و سیمهای رابط قرار گرفته اند که اولی برای انتقال نیرو و دومی برای تبدیل جهت نیرو ( مثلاً از گردشی به خطی و یا از خطی به گردشی ) به

کار میروند . بازوی سروها معمولاً از یک قطعه پلاستیک که بر روی آن سوراخهای وجود دارد ساخته شده است ، در این سوراخها میله های فرمان پیچ میشود . این میله ها با کمک سروها باعث به حرکت در آمدن سکان هواپیما و یا کنترل جریان سوخت در موتور میشوند . امروزه بازوهای (rotary) یا چرخنده کاربرد بیشتری دارند ، این نوع میتواند تا ۴۵ درجه به چپ و راست حرکت کند . با این حال انتخاب نوع سرو و نوع بازوی آن بستگی به عملکرد و محل استفاده آن دارد ، مثلاً بازوی شعاعی و یا چرخنده ، بی هیچ شک و شبیه ایی برای کنترل سکان عمودی هواپیما مناسب است و نود و هشت درصد مدلها از این روش استفاده میکنند .



هر سرو دارای مکانیزم مجزایی است که زاویه حرکت و مقدار چرخش اولیه آن را میتوان به وسیله یک پتانسیومتر ( خازن متغییر ) تنظیم کرد . هر سرو به وسیله واحد مقایسه کننده خود یا به عبارتی (pulse width comparator) پالسهای وارد شده به سرو را با پالسهای تولید شده توسط (pulse locally generated) مقایسه کرده و برای یکسان کردن سطح اختلاف بوسیله واحد (pulse stretcher) اقدام میکند . سروها با استفاده از نوع پالسهای دریافتی تشخیص میدهند که این پالسها از نوع کاهنده است و یا از نوع افزاینده . اگر پالس دریافتی بزرگتر از پالس داخلی باشد واحد باز آفرینی سرو برای جبران آن اقدام میکند و چون این کار مستلزم عبور جریان از موتور سرو میشود لاجرم تا رسیدن به حالت تعادل آن را به حرکت وامیدارد ، بر حسب فرامین کاهنده ( ارورهای مثبت و یا منفی ) سرو میتواند در جهت مخالف و یا موافق عقربه های ساعت بچرخد . ( شاید این تعریف به نظر برخیها اشتباه باشد اما بگمانم این ساده ترین توضیح ممکن برای عملکرد سروها محسوب میشود . مثلاً ترجمه پالسهای کمکی برای واحد pulse

stretcher اشتباه به نظر میرسد ، به هر روی میتوان آن را به نوعی واحد پیرایش پالس و ... هم گفت . م ) در تصویر زیر میتوانید تصویر شماتیک بخشهای مختلف یک سرو را ببینید .



سروهای دیجیتال سرعت و عملکرد قابل اطمینانی دارند اما هزینه و مصرف برقشان بیشتر است . سروها در ابعاد و وزنهای زیر تولید میشوند :



Wes-Technik 2g Servo



Falcon 1.7g Servo

این تصویر دو نوع سرو متداول را نشان میدهد ، سمت چپ از نوع کشونی و سمت راست از نمونه های خوب سروهای (rotary) محسوب میشود که با مکانیزمی جالب کنترل طولی و عرضی را امکان پذیر میکند

Giant - weights around 100g(3.5oz)

Standard - 45gr(1.6oz)

Mini - 20gr(70oz)

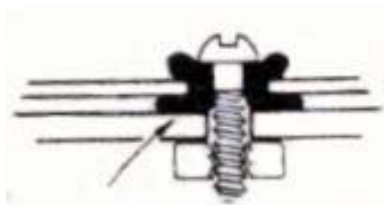
Micro - 8gr(28oz)

Pico - 5.5gr(18oz)

Wes Technik - 2.1gr(08oz)

Falcon Servo - 1.7 gr

### نصب سروها :

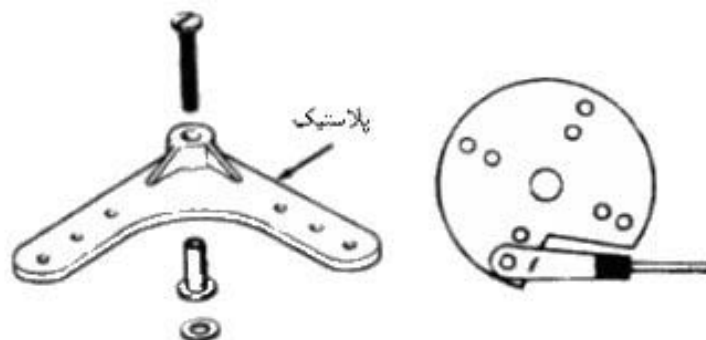


سروها به علت حرکت نرم و کندی که متناسب با بخش های کنترل انجام میدهند میبایست بدون لرزش و خلاصی در محل خود نصب شوند . برای جلوگیری از لرزش سرو ، آنرا توسط بندهای لاستیکی که دور محور پیچ و مهره قرار میگیرد به بدنه وصل میکنند ، البته ممکن است شما با روشهای دیگری نیز برای این کار برخورد

کنید اما در هر صورت موثله " ثابت و محکم بودن " محل نصب سروها باید در آن رعایت شده باشد . همچنین در سروهایی که حرکت مکانیکی به سوئیچ انتقال جریان الکتریکی تبدیل میشود به همین شکل عمل شده و آن را به قاب بدنه سرو محکم میکنند .

آزاد بودن پیچ و مهره در محل نصب کفایت تا لرزشها باعث عدم پایداری و سقوط آن شوند . بخاطر جلوگیری از لرزش و جابجایی قطعات داخلی مدل ، دیواره های داخلی بدنه و محل نصب بخشهایی مانند تانک سوخت ، سروها ، گیرنده ، به پوششی از اسفنج نرم یا ورقهای لاستیکی مجهز میشود . مورد دیگری که نباید فراموش کنیم محکم بودن قطعه های انتقال نیرو در سروها است که میبایست در جای مناسب خود محکم و بدون خلاصی باشند و همچنین عاملی مزاحم حرکت آنها نباشد . در تصویر زیر دو نمونه از این قطعه ها را میبینید که مدل سمت راست از

نوع دورانی و نوع دیگر آن را را بازوئی مینامیم . نوع کشوئی این قبیل قطعه ها در تصاویر قبلی دیده می شود .



شاید در پایان این بخش اشاره به ریز مدلها خالی از لطف نباشد . این نوع از هواپیماهای مدل بسیار ظریف و سبک ساخته شده و در مدلهای بسیار جالبی ارائه میشوند . بدون شک بدون پیشرفت فن آوری در زمینه الکترونیک این مدلها هرگز فرصت ظهور و مجال خودنمایی نمیافتند . این هواپیماها پروازی زیبا و شادی بخش را ارائه میدهند ، ساختمان آنها در نهایت سادگی و معمولاً از لوله های نازک فولادی و یا آلومینیم ساخته میشود . ریز مدلها از همان اصول پرواز مدلهای عادی استفاده میکنند اما هدف طراحان این نوع پرنده ها ارائه ساده ترین ساختار است تا ابتکار عمل خود را به نمایش بگذارند . از عیبهای این مدلها حساسیت زیاد آنها به جریان باد و دشواری رفتار با آنهاست ، منظورم این است که چنان ظریف و حساس هستند که باید در برابر آنها رفتار جنتل مابانه ای داشت . معمولاً این دخترهای زود رنج ! با جعبه مخصوصی ارائه میشوند و مدت زمان پرواز محدودی دارند . در تصویر زیر نمونه ی جالبی از این مدلها را میبیند



### نگهداری از موتورهای مدل :



همه موتورهای پس از مدتی کار نیاز به تعمیر و نگهداری دارند. تمیز نگه داشتن موتور کار دشواری نیست، پس از هر بار پرواز بدنه موتور خودتان را با استفاده یک برس (یا مسواک) تمیز کنید و اگر روغن و یا سوختی روی بدنه ریخته بود آن را با دستمال تمیزی پاک نمایید. همه مدلهای دیر یا زود میبایست موتور هواپیمای خود را باز کرده و آن را تمیز کنند. چکاندن چند قطره روغن چرخ خیاطی به درون سیلندر و کاربراتور توصیه می شود. متأسفانه با همه تلاشی که کردم حجم این کتاب زیاد شده و این امر کاربران

اینترنت را به دائلود آن بی علاقه میکند، بنابراین در کتاب دیگری به نام "موتورهای مدل" ضمن آشنایی با انواع مختلف موتورها، چگونگی باز و بسته کردن و نگهدار از آنها را آموزش خواهم داد. در پایان جلد اول این کتاب لازم است به این نکته اشاره کنم که هنگام پرواز دادن مدل خودتان ابزارهای تعمیر و نگهداری مورد نیاز را به همراه داشته باشید. معمولاً باتری، چسب، و مقداری ابزار به همراه هر مدلی وجود دارد. برای سوار کردن اجزاء مدل، آن را بر روی قید دابل وی شکلی قرار میدهند که با اندازه مدل هماهنگ است. این نگهدارنده ها ابزار مفیدی برای نصب راحت بال و اربه فرود محسوب میشوند و به نگهداری مدل کمک میکنند.



### چک لیست (پیش از پرواز):

- ۱- بعد از نصب بالها و آماده شدن مدل، میبایست موتور را مورد آزمایش قرار دهید، این کار میتواند بر روی نگهدارنده مونتاز و یا بر روی زمین انجام شود، برای این منظور دم هواپیما را بدست بگیرید و سپس دور موتور را اندکی زیاد کنید. به این طریق از کار کردن آن مطمئن شوید.
- ۲- برد فرستنده را مورد ارزیابی قرار دهید.
- ۳- از عملکرد شهرها و سکان عمودی هواپیمای مدل خودتان مطمئن شوید و بالانس بودن بال را چک کنید تا انحرافی نداشته باشد.
- ۴- وزن مدل و مقدار سوخت را چک کنید.

**توصیه های پایانی :** برای پرواز اولتان وجود یک مربی با تجربه لازم است. خونسرد باشید و از حرکتهای تند پرهیز کنید. زمان پرواز را در نظر داشته باشید تا سوخت تمام نشود. همیشه پشت به آفتاب بایستید و حتماً از عینک آفتابی استفاده کنید و جهت وزش باد را در نظر داشته باشید. پرچم های آنتن را فراموش نکنید. و اینکه: موفق باشید.

**واژه نامه ( برخی از لغات و اصطلاحات ):**

(Four-stroke) : موتورهای چهار زمانه	(Aileron) : شهر
(Two-stroke) : موتورهای دو زمانه	(Airfoil) : ماهیواره ، ایرفویلها باعث ایجاد نیروی برا در بالهای هواپیما میشوند
(Brushless) : موتورهای الکتریکی بدون جاروبک	(ARF) : مدل‌های تقریباً آماده پرواز
(Brushed Motor) : موتورهای الکتریکی جاروبکی	(RTF) : مدل‌های آماده پرواز
(Stall) : واماندگی ، زاویه حمله زیاد موجب جدا شدن کامل لایه مرزی از روی ایرفویل شده و نیروی برا بشدت کاهش می یابد .	(Dihedral) : زاویه فراز بال ، برای ایجاد پایداری جانبی بیشتر
(Servo arm) : بازوی سرو . که نیروی سرو را به کنترل‌های هواپیما انتقال میدهد .	(Elevator) : بالا بر ، سکان افقی هواپیما
(Battery) : باتری ، منبع تامین انرژی برای استارت موتور	(Engine) : موتور ، پیشران هواپیما
(Roll) : چرخش	(Fin) : سکان عمودی هواپیما
(Rudder) : سکان هدایت	(Fixed (Landing) Gear) : ارابه فرود
(Servos) : سروها ، یا فرمانیارها . که باعث چرخش کنترل‌های هواپیما میشوند	(Flap) : ابزارهای برافزا که در لبه فرار بال نصب شده و باعث افزایش برا میشوند
(Stabilizer) : متعادل کننده ، منظور سکان افقی هواپیماست	(Fuel Tank) : منبع سوخت
(Receiver) : دریافت کننده ، گیرنده ، که امواج ارسالی از فرستنده را دریافت و به سروها انتقال میدهد	(Fuselage) : بدنه هواپیما
(recoil starter) : استارتر فنری ، در برخی از موتورها با کشیدن یک اهرم دستی موتور روشن میشود .	(Glow Fuel) : سوخت موتورهای شمعی که متشکل از متانول و روغن کرچک است
	(Glow Plug) : شمع گداختی ، باعث عمل احتراق در موتورهای مدل است
	(Horizontal Stabilizer) : متعادل کننده افقی ، منظور سکان افقی هواپیماست
	(Kit) : بسته لوازم ، معمولاً به مجموعه ایی از لوازم آماده ایی گفته میشود که برای ساخت یک وسیله ایی ، از سوی شرکت های سازنده به صورت بسته بندی شده و آماده ارائه میشود و خریدار تنها به مونتاژ کردن آن میپردازد .
	(Loop) : چرخش حول محور عمودی
	(Propeller) : ملخ هواپیما
	(Radio Transmitter) : فرستنده رادیویی



## پایان جلد اول

ادامه مطالب کتاب را در جلد دوم و سوم پیگیری کنید .  
در صورتی که نظر و یا انتقادی در مورد این کتاب دارید  
بوسیله ای میل آن را با من در میان بگذارید . ( متن  
خودتان را به لاتین بنویسید )

[erfan\\_aghaei@pochta.ru](mailto:erfan_aghaei@pochta.ru)



توجه : منابع داخلی و خارجی مورد استفاده برای تالیف این کتاب  
در جلد سوم معرفی خواهند شد  
<http://www.esnips.com/web>



\*\*\*



آبی سرب

خون منجمد احساس

جاری شو در وجودم

قطره قطره

ببار در چشم جاده ها

شاعرم کن به بوسه سرد صبح

امروز روز تازه ایست !