« بسمه تعالی»

بیایید یک گلایدر بسازیم !

نوشته : امیر کریمی –احسان میرزایی

مقدمه:

برای علاقمندان به علم هوافضا و دوستداران پرواز مدل همواره طراحی، ساخت و بویژه پرواز هواپیما و هلیکوپتر مدل، یک آرمان بوده و بدون شک اصلی ترین هدف راه اندازی این سایت تحقق این آرزوست .

در آغاز با طراحی و ساخت یک گلایدر قدم در این راه می نهیم . به امید بالا رفتن سطح علمی و عملی طرفداران دانش پرواز !

متن زیر شامل مقدمه ای بر طراحی هواپیما ، تعریف گلایدر و جایگاه آن در میان دیگر پرنده ها ، ارائه ی جداولی بعنوان بانک اطلاعاتی ، فرمولهای مورد نیاز جهت طراحی و در نهایت ساخت گلایدر می باشد.

مقدمه ای بر طراحی:

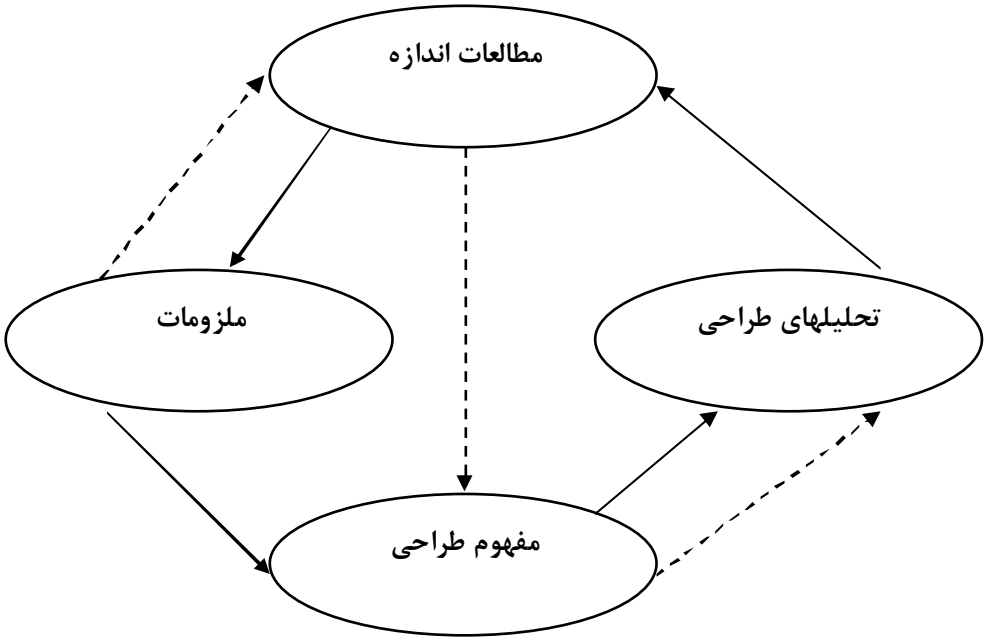
طراحی ترکیبی از علم، تکنیک و هنر است. طراح علاوه بر داشتن دانش کافی در زمینه ی علوم مورد نیاز و نیز داشتن مهارت دراستفاده از تکنیکهای مختلف و قدرت خلاقیت، می بایست یک هنرمند باشد. از آنجا که طراحی، بوجود آوردن چیزی است که تاکنون وجود نداشته، لذا طراحی یک پروسه معین نیست، مخصوصاً درمراحل اولیه که تعاریف با واقعیات تطبیق داده می شوند. طراحی با کشف و اختراع فرق می کند.

طراحی هواپیما، شاخه ای از طراحی:

طراحی هواپیما مبحث متفاوتی از مهندسی هوافضا نسبت به شاخه های تحلیلی آن همچون آیرو دینامیک، سازه، کنترل و پیش برنده است. اگر چه یک طراح هواپیما می بایست از علوم ذکر شده بخوبی بااطلاع باشد، لیکن بیشترین زمان وی صرف ایجاد طرحی جدید می شود یعنی خلق خصوصیات هندسی هواپیما. برای دسترسی سریعتربه این هدف لازم است یک طرح دارای اطلاعات اولیه کاملی باشد. نوآوری، ویژگی اصلی یک طرح است. طراحی مناسب یک هواپیما بطور شگفت انگیزی می تواند بدون تغییرات اساسی، آنرا به سمت معیارهای ایده آل سوق دهد. انجام دقیق مراحل طراحی،کلید مناسب دیگری برای طراح خواهد بود طراحی تنها بدست آوردن اطلاعات آماری نیست بلکه مراحل تحلیلی نیز دراین پروسه می گنجد.

مراحل طراحی هواپیما:

هرگز بطور قطعی نمی توان تعیین کرد که مراحل طراحی از کجا شروع می شود. طراح ابعاد هندسی تصور می کند که آغازگر طراحی است . متخصص ابعاد می پندارد که کار قبل از تخمین اولیه ی وزن نمی تواند شروع شود مشتری احساس می کند که طراحی با نوع نیازمندیهای وی آغاز می شود.در واقع همه درست می اندیشند، حقیقتاً طراحی یک فعالیت مرتبط با هم می باشد، چنانچه این مجموعه تحت عنوان «چرخه ی طراحی» مشخص شده است.



« چرخه ی طراحی »

همانطور که در چرخه ی شکل فوق مشخص شده است، مشخصات ماموریتی با توجه به مطالعات ابعاد وبرآورد هزینه اصلاح شده اند. مفاهیم طراحی برای تحقق مشخصات ما موریتی درخواست

شده تعریف میشوند و تحلیلهای طراحی بطور پیوسته بر اساس مفاهیم و یافته های جدید به پیش می روند. بنابر این تمامی معیارهای ذکر شده بطور یکسان در یک طراحی سهیم هستند

مراحل طراحی هواپیما:

طراحی هواپیما به سه مرحله اصلی تقسیم بندی می شود:

الف طراحی مفهومی[1]

ب طراحی اولیه[2]

ج طراحی اجزاء[3]

طراحی مفهومی:

دراولین مرحله از طراحی به سوالات پایه ای از قبیل نوع ساختار هواپیما اندازه وزن و عملکرد پاسخ داده می شود. نخستین سوال چنین مطرح میشود که« آیا هواپیمایی می توان ساخت که از عهدهٔ ماموریت محوله ی خود بخوبی بر آید؟» اگر چنین نباشد مشتری می بایست در نوع خواسته های خود تغییراتی دهد. طراحی مفهومی دارای مراحل بسیار شناوری است. عقاید و مسایلی که در یک طراحی بوجود می آید می تواند مسیر طراحی را تغییر داده و یا کامل نماید

طراحی اولیه:

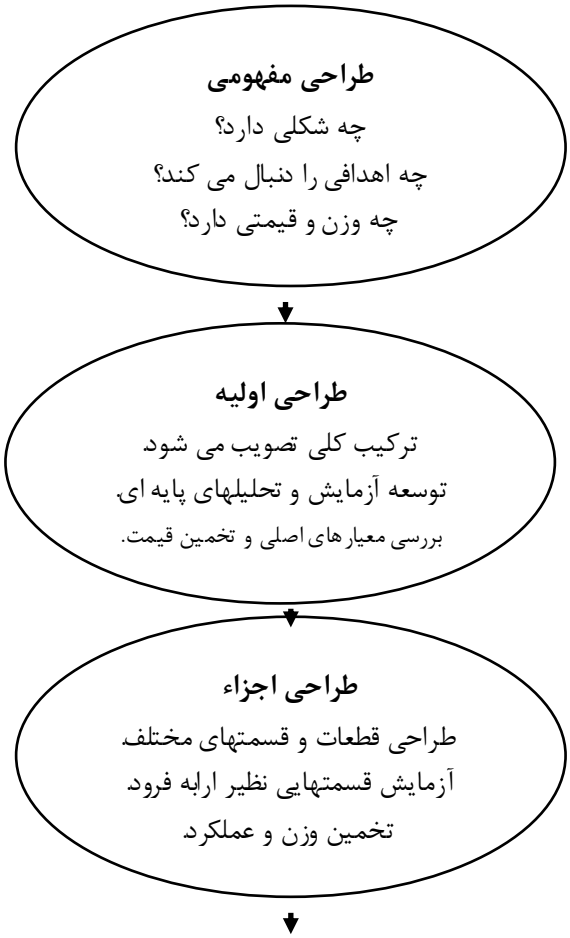
این مرحله از طراحی زمانی آغاز می شود که شکل کلی هواپیما مشخص شده باشد. سوالات اصلی همچون استفاده از کانارد یا دم پشت بال در مرحله ی اول تعیین شده است و انتظار می رود که ترکیب اصلی تقریباً ثابت بماند. اگر چه تجدید نظر های جزئی مورد نیاز می باشد درطول این مرحله ساختار هواپیما ارابه فرود و سیستمهای کنترلی طراحی شده و موقعیت آنها در هواپیما تحلیل می شود. انجام آزمایشهای آیرودینامیکی سازه و پایداری و کنترل به عهده ی این مرحله

[1] Conceptual Design
[2] Preliminary Design
[3] Detail Design

می باشد. همچنین در این مرحله از طراحی، مدلی از هواپیما ساخته و مدلسازی ریاضی روی آن انجام خواهد شد.

طراحی اجزاء:

با تصویب مراحل قبلی طراحی وارد مرحله ی آخر خود که شامل بررسی جزء جزء قطعات است می شود. برای مثال در طول طراحیهای مفهومی و اولیه، بالی طراحی و تحلیل شده است. در این مرحله بال به قسمتهای کوچکتر که شامل ریب، اسپار و پوسته می باشد تقسیم شده هرکدام بطور جداگانه طراحی و تحلیل می گردد.



ساخت

پارامترهای مهم در طراحی :

بدلیل خلاصه نویسی تنها به ذکر آنها پرداخته که با آنها آشنا شده و یا برایتان یادآوری شود:

ایرفویل (که شامل موارد زیر است:)

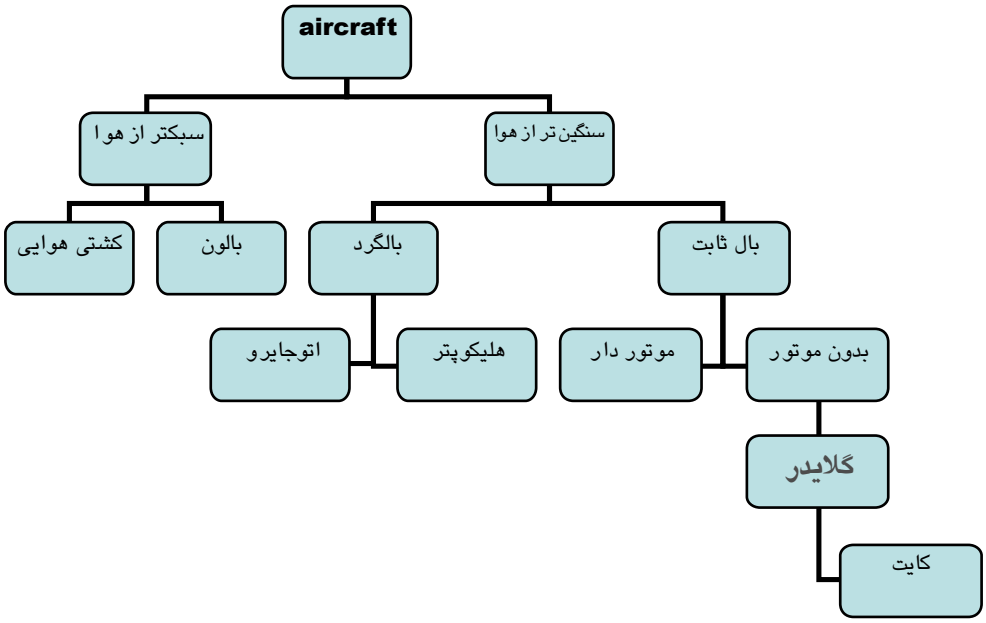
۱) انتخاب ایرفویل
۲) هندسه ایرفویل
۳) برآ و پسای ایرفویل
۴) ضریب برآی طراحی
۵) نسبت ضخامت ایرفویل

کارآیی آیرودینامیکی، نسبت منظری، پسگرایی بال، نسبت مخروطی، پیچش بال، زاویه نصب، زاویه هفتی، لبه های بال، هندسه دم، انواع دم و خصوصیات آنهاو نیز انتخاب دم

پرواز سرشی (گلاید):

گلایدر نوعی پرنده ی هوایی محسوب می شود که فاقد سیستم پیش برندگی می باشد بنا بر این حرکت خود را تنها با استفاده از قابلیت آیرو دینامیکی بدنه و سطوح کنترل انجام می دهد. به علت وا بستگی گلایدر تنها به شکل آیرودینامیکی، طراحی و ساخت آن در مقایسه با دیگر پرنده های هوایی حساستر و دقیقتر به نظر می رسد. بررسی ضرایب آیرودینامیکی و پارامترهای

کنترل و پایداری اعم از استاتیکی و دینامیکی برای یک طراح گلایدر امری قابل اهمیت و مهم بشمار می آید.



جایگاه گلایدر در تقسیم بندی هواپیما

یک طراح گلایدر با آگاهی از مراحل طراحی هواپیما و با داشتن داده های آماری که بصورت بانک اطلاعاتی تهیه گردیده است، کار خود را آغاز می کند. مراحل طراحی گلایدر همانند هواپیما البته بدون در نظر گرفتن سیستم پیش برندگی و پارامترهای وابسته به آن می باشد، بنا بر این نوعی، طراحی کم حجم تر ولی حساستری در پیش است.

تاریخچه ی گلایدر:

تاریخچه ی ساخت گلایدر از تاریخ پیدایش و سیر تکاملی هواپیما مجزی نیست. بشر همواره تلاش کرد تا هواپیمایی مناسب با نیازهای ماموریتی خویش طراحی کرده و بسازد. هواپیمایی برای حمل مسافر, پرنده ای برای جاسوسی, جنگنده ای برای دفاع از حریم هوایی و . . . هواشناسی نیز ماموریتی قابل اهمیت بوده که برای انجام آن راههای فراوانی پیشنهاد و طراحی شده است. یک

هواپیمای بدون موتور براحتی می تواند ازعهده این ماموریت برآید. بنابراین در برخی از نیازهای بشر به پرنده های دست ساز خویش، سیستم پیش برندگی کارایی خویش را از دست داده و وجودش لازم نخواهد بود. حتی تفریح با این نوع خاص از هواپیما(گلایدر) امکان پذیر می باشد.

شرکت هواپیماسازی شوایزر [4]،که از قدیمی ترین شرکتهای هواپیمایی در دنیا می باشد و شصت و هفتمین سال عمر خود را طی می کند، سازنده ی یکی از نخستین گلایدر ها در سال ۱۹۳۰ می باشد. این گلایدر که (SGP1-1) نامگذری شد، در۱۹ ژوئن به پرواز درآمد. ساخت این گلایدر ۱۳۵ دلار هزینه در بر داشت. مدل بهبود یافته ی آن (SGP1-2) نیز بلافاصله بعد از نمونه اولیه ساخته شد. درسال ۱۹۳۷ گلایدر(SGP1-7) جهت فروش به باشگاه آلتسکروس [5] به قیمت ۵۹۵ دلار ساخته شد در سال ۱۹۴۰ گلایدر (SGS2-8) مسافت ۲۱۹ مایل را پیمود و این اولین رکورد مناسب برای یک هواپیمای بدون موتور بود. در سال ۱۹۴۲ این شرکت جهت حمایت از نیروی هوایی ارتش امریکا شروع به ساخت گلایدرهای آموزشی (TG-2) کرد و در سال ۱۹۴۳ اولین پرواز گلایدر آموزشی (TG-3A) انجام شد سطح بالها و دم این پرنده از چوب ساخته شده بود.

در هفدهم سال ۱۹۴۶ مدرسه تجاری گلایدر توسط این شرکت افتتاح شد که همچنان تا به امروز به کار خود ادامه می دهد و قدیمیترین مدرسه گلایدر تجاری در دنیا است.

این آشنایی مختصر تنها در مورد بخشی از تاریخچه ی گلایدر می باشد . اطلاعات بیشتر در این زمینه نیازمند صرف زمان و منابع بیشتری می باشد که علاقمندان می توانند آنرا دنبال کنند.

پارامترهای مهم و روابط حاکم بر حرکت گلایدر:

طراحی و محاسبه ی خصوصیات عملکرد برای یک گلایدر امری حائز اهمیت می باشد. دو موضوعی که برای طراحان گلایدر و کایت سواران جالب توجه است عبا رتند از:

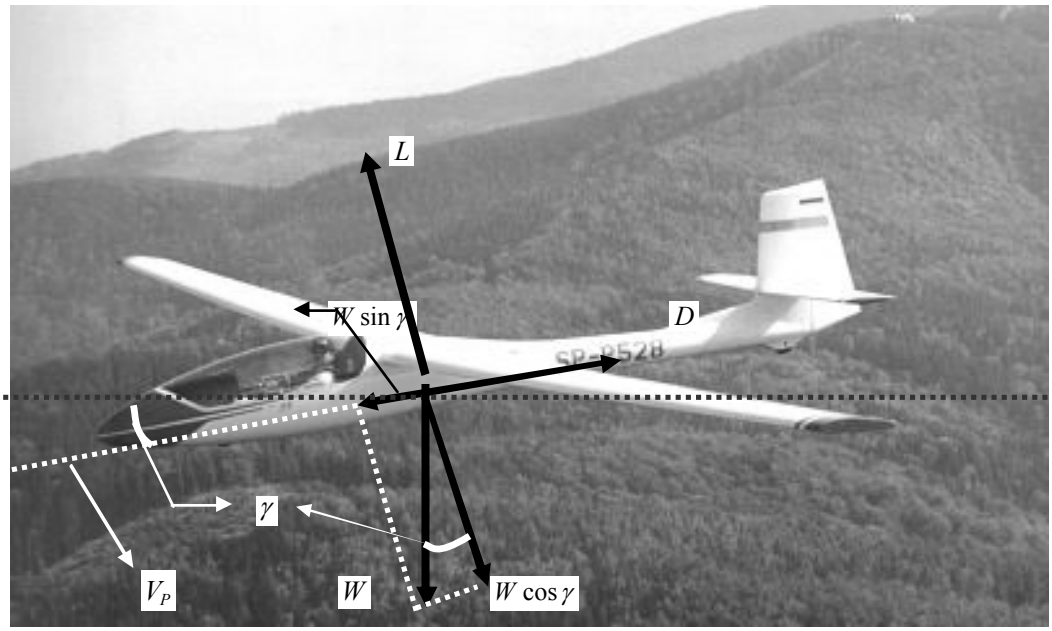
الف پرواز در حالتی که حداکثر مدت را در هوا بمانند

[4] Schweizer
[5] Altosqurus glider club

ب پرواز در حالتی که حداکثر مسافت افقی را طی کنند

یکی از متغیرهای مهم در ارزیابی گلایدرها نسبت سرش (کارآیی آیرودینامیکی) است. نسبت سرش مقدار مسافتی است که هر گلایدر به ازای از دست دادن یک واحد ارتفاع جلو می رود. هر چه در گلایدر این نسبت بیشتر باشد، کارآیی آن بیشتر می شود این نسبت در گلایدر ها اغلب حدود ۳۰ می باشد. برخی معادلات و روابط حاکم بر گلایدر در زیر آورده شده است.

با توجه به اینکه در هنگام گلاید، نیروی جلو برنده صفر است، لذا خواهیم داشت:



نیروهای وارده بر گلایدر

با توجه به شکل فوق می توان روابط زیر را نوشت :

$$\begin{matrix} L - W\cos\gamma = 0 \\ W\sin\gamma - D = 0 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} C_L qS = W\cos\gamma \\ C_D qS = W\sin\gamma \end{matrix} \Rightarrow \quad \tan\gamma = \frac{C_D}{C_L}$$

سرعت گلایدر« V_p» :

$$C_L qs = W\cos\gamma \Rightarrow C_L \tfrac{1}{2}\rho V_P{}^2 S = W\cos\gamma \Rightarrow V_p = \sqrt{\left(\frac{W}{S}\right)\left(\frac{2}{\rho}\right)\left(\frac{1}{C_L}\right)\cos\gamma}$$

نرخ نزول در گلایدر[6] که در واقع مولفه عمودی سرعت می باشد:

$$RD = V_p \sin\gamma \Rightarrow RD = V_p \tan\gamma\cos\gamma = V_p \frac{C_D}{C_L}\cos\gamma = \sqrt{\left(\frac{W}{S}\right)\left(\frac{2}{\rho}\right)\left(\frac{C_D{}^2}{C_L{}^3}\right)\cos^3\gamma}$$

در حالات عملی پرواز گلایدر، زاویه نزول[7] بقدری کوچک است که می توان گفت :

$$\cos\gamma \cong 1 \Rightarrow RD = \sqrt{\left(\frac{W}{S}\right)\left(\frac{2}{\rho}\right)\left(\frac{C_D{}^2}{C_L{}^3}\right)}$$

ملاحظه می شود که نسبتهای آیرو دینامیکی $\left(\frac{C_L}{C_D}\right)$ و $\left(\frac{C_L{}^3}{C_D{}^2}\right)$ نقش مهمی در عملکرد پرواز گلایدر ایفا می کنند. کمترین زاویه مسیر گلایدر مطلوب ماست :

$$\tan\gamma = \frac{C_D}{C_L} \Rightarrow \tan\gamma = \frac{1}{\left(\frac{C_L}{C_D}\right)} \Rightarrow \tan\gamma_{\min} = \frac{1}{\left(\frac{C_L}{C_D}\right)_{\max}}$$

.

همچنین نرخ نزول مینیمم مطلوب ماست :

$$RD = \sqrt{\left(\frac{W}{S}\right)\left(\frac{2}{\rho}\right)\frac{1}{\left(C_L{}^3 / C_D{}^2\right)}} \Rightarrow RD_{\min} = \sqrt{\left(\frac{W}{S}\right)\left(\frac{2}{\rho}\right)\frac{1}{\left(C_L{}^3 / C_D{}^2\right)_{\max}}}$$

در ضمن براحتی می توان روابط زیر را از معادله پسای قطبی[8] بدست آورد :

داریم $C_D = C_{D0} + \dfrac{C_L{}^2}{\pi.e.AR}$

---

[6] Rate Of Descent (RD)
[7] γ
[8] Drag Polar

$$\left(\frac{C_L}{C_D}\right)_{\max} \Rightarrow \frac{\partial C_L}{\partial C_D} = 0 \Rightarrow C_D = 2C_{D0} \Rightarrow \left(\frac{C_L}{C_D}\right)_{\max} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi.e.AR}{C_{D0}}}$$

$$\left(\frac{C_L^{\,3}}{C_D^{\,2}}\right)_{\max} \Rightarrow \frac{\partial C_L^{\,3}}{\partial C_D^{\,2}} = 0 \Rightarrow C_D = 4C_{D0} \Rightarrow \left(\frac{C_L^{\,3}}{C_D^{\,2}}\right)_{\max} = \frac{3\sqrt{3}}{16}\pi.e.AR\sqrt{\frac{\pi.e.AR}{C_{D0}}}$$

مراحل طراحی گلایدر مدل:

همانطور که مشاهده می کنید پارامترهایی همچون نسبت سرش، نرخ نزول و زاویه سرش از مهمترین پارامترهای یک گلایدر می باشند که بایستی محاسبه گردند. قسمتی که در پیش روی دارید شامل تحقیق و بررسی در مورد چندین نمونه گلایدر ساخت کشورهای مختلف، همچنین تشریح مراحل طراحی یک گلایدر و در پایان ارائه یک نمونه مدل، با خصوصیات ذکر شده می باشد.

تشکیل بانک اطلاعاتی:

همانطور که ذکر شد, شروع کار به نوعی با تشکیل بانک اطلاعاتی ممکن خواهد بود. چرا که، یک طراح برای ایده خود نیاز به نمونه هایی دارد تا طرح خود را پیوسته با آنها مقایسه کرده و با این کار در هزینه و زمان صرفه جویی کند.

با جمع آوری داده های ۹ گلایدر شامل پارامترهایی از قبیل نسبت سرش، نرخ نزول، وزن و .... و مرتب کردن آنها در جداول زیر , یک بانک اطلاعاتی تشکیل می دهیم. البته لازم به ذکر است که تمام این اطلاعات مربوط به گلایدرهایی در ابعاد و اندازه های واقعی و نه مدل می باشند.

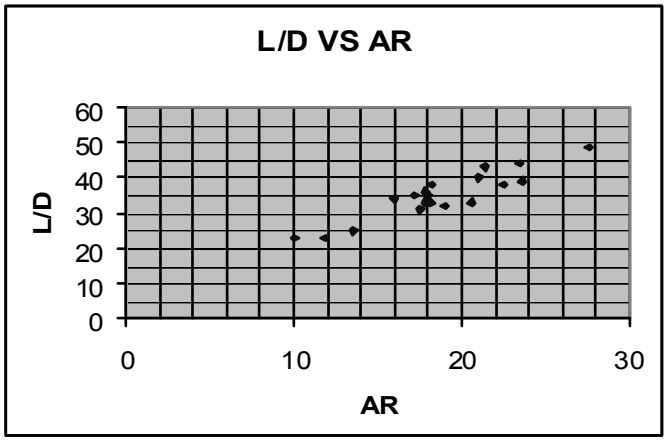
مشخصات چند گلایدر واقعی:

نام گلایدر / مشخصات	GB 2	GB2B	GB3	Grob	Schweizer 33	SZD-55-1	SZD-55	SZD-56-1	SZD-59
دهانه بال (m)	۱۳,۵	۱۳,۵۷	۱۳,۶۷	۱۷,۵	۱۵,۵۴	۱۵	۱۵	۱۵	۱۳,۲
سطح بال (m^2)	۱۴,۵	۱۴,۲	۱۴,۲	۱۷,۸	۲۰,۴	۱۲,۵۱	۹,۶	۸,۱۶	۹,۸
نسبت منظری	۱۲,۶	۱۲,۹	۱۳,۲	۱۷,۲	۱۱,۸۵	۱۸	۲۳,۴۴	۱۷,۵۷	۱۷,۸
نوع ایرفویل	Gottinger 535	Gottinger 535	Gottinger 535	Eppler603	NACA-63618	----	-----	-----	------
وزن خالی (kg)	۱۲۵	۱۵۷	۱۷۰	۳۶۸	۳۲۶,۱۵	۲۲۵	۲۱۵	۱۷۵	۲۶۵
وزن ناخالص (kg)	۱۶۶	۲۱۵	۲۵۰	۵۸۰	۴۷۱,۷۳	۳۸۰	۵۰۰	۴۱۰	۳۸۰
نسبت برآ به پسا	۱۷	۱۷	۱۷	۳۵در kph۶۵	۲۳در kph۹۰	۳۵در kph۸۵	۴۴,۱در kph۹۹	۴۸,۵در kph۱۱۰	۴۰در ۱۰۹ kph
نرخ نزول (m/s)	۰/۸	۰/۷۵	۰/۸	۰/۷۵	۰/۹۴	-----	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۶۲
جنس	------	-------	-------	-------	-------	------	------	-------	------

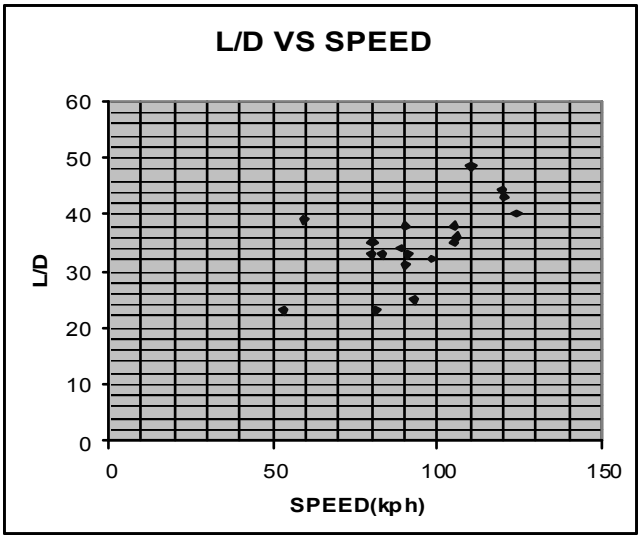
ترسیم ابعادی و تعیین هندسه گلایدر:

اولین مرحله از کار ما ترسیم ابعادی می باشد. یعنی در واقع تعیین پارامترهای اولیه مثل دهانه بال، طول وترهای نوک و ته بال، طول بدنه، نوع و ابعاد دم و ... .

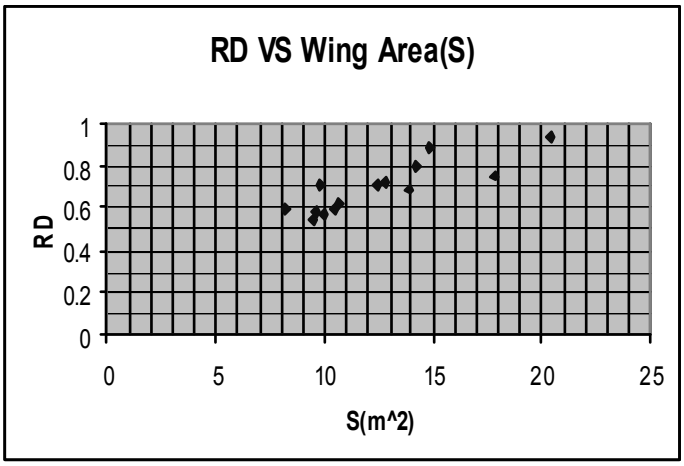
از داده های بانک اطلاعاتی، نمودارهای مهم مثل نسبت سرش بر حسب سرعت متوسط، نسبت سرش بر حسب نسبت منظری، نرخ نزول بر حسب سطح خیس شده، نرخ نزول بر حسب نسبت منظری و... را ترسیم می کنیم که در نمودارهای زیرنشان داده شده اند. مهمترین نتیجه گرفته شده این است که افزایش نسبت منظری روی افزایش نسبت سرش بسیار موثر بوده و هر چه مقدار این پارامتر بیشتر باشد، کارآیی آیرو دینامیکی گلایدر نیز بیشتر می شود. همچنین هر چه نسبت منظری بیشتر باشد نرخ نزول کمتر است. همانطور که می دانید مهمترین پارامترهایی که در طراحی یک گلایدر بایستی مد نظر قرار گیرند، نسبت سرش حداکثر و نرخ نزول حداقل می باشند.



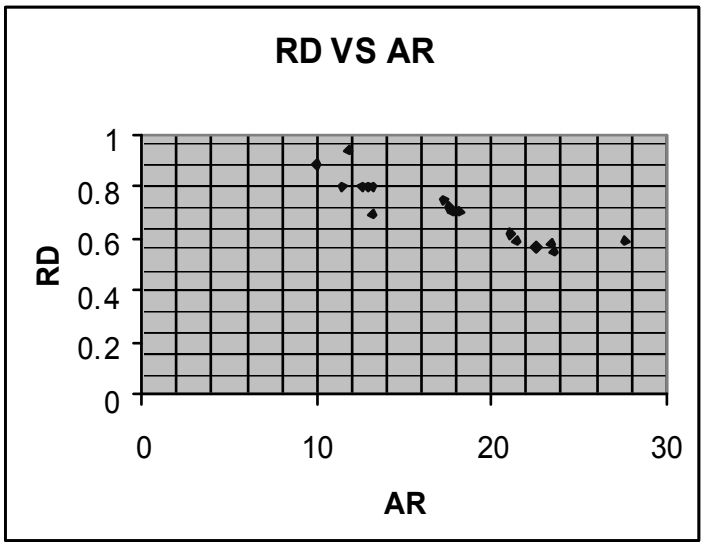
کارآیی آیرودینامیکی بر حسب نسبت منظری



کارآیی آیرودینامیکی بر حسب سرعت



نرخ نزول بر حسب سطح بال



نرخ نزول بر حسب نسبت منظری

از نمودارهای فوق به این نتیجه می رسیم که برای طراحی یک گلایدر با کارآیی بالا بایستی بالی با حداکثر نسبت منظری انتخاب کنیم هر چه این نسبت بیشتر باشد گلایدر مورد نظر نیز از کارآیی بالاتری برخوردار می شود. ولی تا چه حد می توان این نسبت را که بنوعی بیان کننده ابعاد بال است، بزرگ انتخاب کرد؟ همانطور که می دانید نسبت منظری برابر نسبت توان دوم دهانه بال به سطح بال می باشد. پس این نسبت با توان دوم دهانه بال نسبت مستقیم و با سطح آن نسبت عکس دارد. افزایش دهانه بال، که مطلوب ماست باعث افزایش سطح که مطلوب ما نیست می شود و بالعکس. پس سطح و دهانه ی بال باید به یک نسبت مناسب، با هم افزایش یابند از دیگر محدودیت های ما در انتخاب دهانه بال زیاد و سطح کم یا در واقع وتر بال کم، چگونگی ساخت بالی با این ویژگیها می باشد. چون مواد اولیه ما جهت ساخت مدل یونولیت می باشد، بالی با دهانه زیاد که با این مواد ساخته شده باشد، نمی تواند از استحکام کافی برخوردار باشد. اگر بخواهیم از

مواد کامپوزیت نیز برای استحکام بیشتر استفاده کنیم بر وزن مدل اضافه می شود که این پارامتر نیز مطلوب ما نمی باشد. همچنین برای ساخت بال با وتر کم (سطح کم) نیز محدودیت ساخت داریم چون هر چه طول وتر ایرفویل بال کمتر شود از ضخامت آن نیز کاسته شده و ساخت این بل نیز مشکل خواهد بود. حال با توجه به بانک اطلاعاتی و داده های آماری که از گلایدر های واقعی ترسیم کرده ایم، بهترین ابعادی که برای بال در نظر می توان گرفت دهانه ۲۰۰ با حداکثر وتر ۲۰ سانتیمتر و ایرفویل 662 *Eppler* می باشد. (نسبت منظری حدود ۱۱/۰۵)

(لازم به ذکر است که کتاب فرضیه ی مقاطع بال میتواند شما را در انتخاب نوع ایرفویل یاری دهد)

. . . واما ساخت گلایدر:

روش ساخت:

برای ساختن گلایدر مدل، روشهای مختلفی وجود دارد که بسته به نوع و میزان امکانات همچنین مدت زمان موجود برای ساخت، این روشها نیز فرق می کنند

بسته به روشهای مختلف ساخت، مواد مورد استفاده نیز می توانند متفاوت باشند. ولی بدیهی است که باید از موادی استفاده کنیم که در درجه اول سبک بوده و در عین حال از استحکام مناسبی برخوردار باشند. استفاده از چوب بالسا پیشنهاد مناسبی برای اینکار خواهد بود و در این صورت ساختار بال از مجموعه ریب و اسپار تشکیل خواهد شد، و در نهایت با روکشهای نایلونی، شکل آیرودینامیکی پوسته را ایجاد می کنیم. مساله مهمی که در مبحث طراحی هواپیما قابل ذکر است، مساله هزینه ها می باشد و چوب بالسا به علت مشکلاتی مثل در دسترس نبودن آسان و قیمت بالا، گزینه مناسبی برای ما نمی باشد، ضمنا زمان ساخت مدلی با این ساختار طولانی خواهد بود.

مواد دیگری که می توان از آنها برای ساخت استفاده کرد، ترکیبات کامپوزیتی می باشند که دارای استحکام بسیار بالایی بوده و از نظر دسترسی نیز براحتی قابل تهیه می باشند.

یک گلایدر با توجه به نداشتن سیستم پیش برندگی، جهت دستیابی به عملکردی خوب، می بایست بسیار سبک ساخته شود. با توجه به اینکه مواد کامپوزیتی از سختی بالایی برخوردار می باشند ولی وزن مدل را بشدت بالا برده و همچنین زمان ساخت نیز زیاد می شود.

گزینه دیگری که برای ساخت وجود دارد استفاده از مواد یونولیتی است که فوق العاده سبک و بسیار فراوان بوده و زمان مورد نیاز برای ساخت مدلی با این جنس نیز بسیار کم می باشد. تنها اشکال ساخت با این مواد استحکام پایین آنهاست که البته می توان بال ساخته شده با این مواد را با اسپارهایی از جنس ورقه های نازک چوب و یا کامپوزیت، در برابر گشتاورهای خمشی و پیچشی مقاوم کرد.

مواد اولیه مورد نیاز:

برای ساخت این گلایدر ابتدا می بایست مواد زیر تهیه شود:

الف بلوکهایی از یونولیت با نسبت فشردگی ۱۵ یا ۲۰.

ب چند تکه چوب MDF برای ساخت مقطع ایرفویلهای بکار رفته شده در بال و دم.

ج ورق چوبی از جنس صنوبر یا بالسا برای استفاده بعنوان اسپار.

د سیم المنت با مقاومت بالا در برابر جریانی با ولتاژ حدودا ۲۴ ولت با مقاطع چوبی که سیم را بخوبی نگهدارند.

ه ترانسفور ماتوری با توانایی تبدیل برق شهر به ولتاژهای مستقیم ۱۲ تا ۲۸ ولت.

و مقداری میخ برای ثابت کردن مقطع ایرفویل بر روی بلوک.

ز سنباده جهت از بین بردن سطوح ناصاف.

ح دریل برقی برای سوراخ کردن ایر فویلها جهت تعبیه میخ بر روی آنها.

ط گونیا و خط کش فلزی برای بریدن مقاطع بال از بلوکها

ی اره مویی برای بریدن مقطع ایرفویل از تخته MDF .

ک چسب لاتکس برای اتصال مناسب سطوح به هم

ل کش با استحکام مناسب برای سوار کردن بال روی بدنه

م فوم جهت ساخت دم

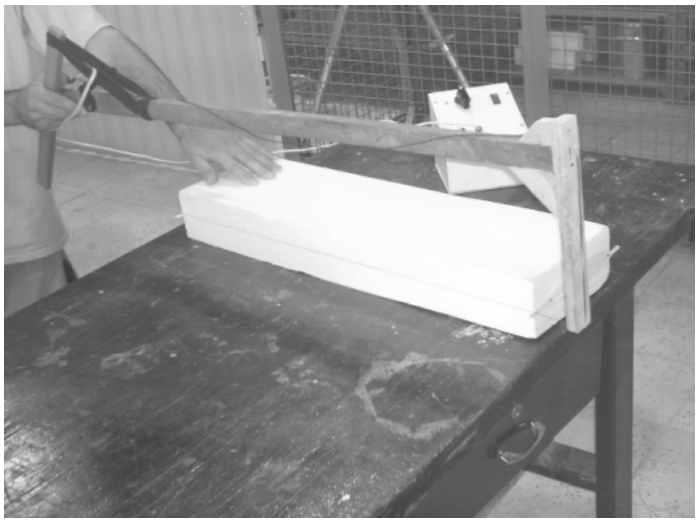
مرحله ی نخست:

ساخت بال:

همانطور که توضیح داده شد، با توجه به بانک اطلاعاتی، توانایی ها و امکانات موجود،برای نمونه بالی با دهانه ۲۰۰ و طول وتر ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است. اکنون ابعاد و زوایای مربوط به بال در اختیارمان است. ابتدا می بایست مقطع ایرفویل را آماده کنیم. برای این کارابتدا طرح ایرفویل را با توجه به مختصات نقاط مختلف آن، بر روی کاغذ میلیمتری و بصورت دستی یا با استفاده از نرم افزار هایی مثل Auto Cad رسم می کنیم. حل این طرح را روی تخته MDF چسبانده و با استفاده از اره مویی و با دقت زیاد، آنرا برش زده و برای راحتی دربرش بلوک با سیم با استفاده از سنباده نرم اطراف این ایرفویل را سنباده می زنیم اکنون با استفاده از دریل با تیغه مناسب، برای اتصال ایرفویل به بلوک، بر روی محیط آن سوراخهای ریزی تعبیه می کنیم. اگر بال مورد نظر ما مستطیلی باشد نمونه دیگری از این ایرفویل ساخته می شود و چنانچه باریک شونده باشد ایرفویل دیگری نیز با ابعادی که مد نظر ماست ساخته می شود. دراین حالت بال ما از سه قسمت مجزا تشکیل شده است. اکنون با توجه به طول و وتر بال، بلوکی به ابعاد نصف دهانه و به عرض وتر ایرفویل، همانند شکل نشان داده شده آماده می کنیم. ایرفویلهای آماده شده را به کمک میخ به دو طرف بلوک متصل کرده و با استفاده از سیم متصل به برق (کاتر) و بکاربردن دو گونیا در طرفین بال، بترتیب از لبه حمله بال، دو نفر بطور همزمان، کاتر را حرکت داده و در لبه فرار آنرا از

بلوک بیرون می آوریم. همانطور که در شکل دیده می شود، این عمل را یک بار بر روی سطح بالایی و یک بار بر روی سطح پایینی بلوک انجام می دهیم.

بلوک آماده شده جهت ساخت بال



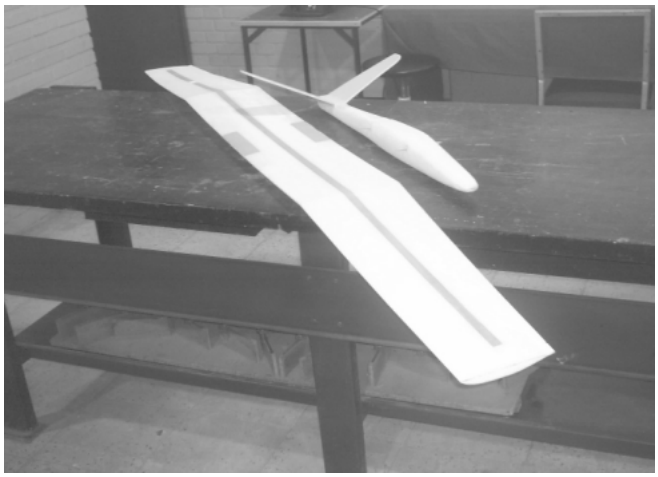
نحوه برش زدن بلوک

حال یک سمت بال ما آماده می باشد برای قسمت دیگر بال نیز دقیقاً همین کار را انجام می دهیم با این تفاوت که این بار ایرفویلها را قرینه حالت قبل روی بلوک وصل می کنیم. پس از اینکه بال سمت راست و چپ آماده شدند باید این دو بال را به هم متصل کنیم. برای این کار ابتدا می بایست زاویه هفتی مورد نظر را روی بال ایجاد کنیم، بدین صورت که قسمت نوک [۹] هر بال را به میزانی که در طراحی مشخص کرده ایم ارتفاع داده و با استفاده از کاتر برقی و گونیا به قسمت ته آن برشی می زنیم همین کار را برای قسمت دیگر بال انجام می دهیم. اکنون باید این دو بال را به هم متصل کنیم. برای این کار از چسب لاتکس استفاده می کنیم بدین ترتیب که قسمتهای ته [۱۰] هر بال را به این چسب آغشته کرده و پس از چند دقیقه که چسب کاملا خشک شد، دو بال را با دقت به هم می چسبانیم. نکته قابل توجه این است که برای اتصال دو سطح با استفاده از چسب لاتکس، بایستی حتماً هر دو سطح به چسب آغشته شده، مدتی صبر کنیم تا چسب خشک شود و بعد دو سطح را به هم بچسبانیم.

با توجه به اینکه بال ساخته شده از جنس یونولیت بوده و در راستای دهانه از استحکام بسیار پایینی برخوردار می باشد، لذا می توانیم از ورقه های نازک چوب به عنوان اسپار استفاده کنیم، بدینصورت که به اندازه طول دهانه بال و عرض حدود ۳ سانتیمتر از ورقه چوبی بریده و با استفاده از چسب لاتکس که طرز استفاده از آن شرح داده شد، همانند شکل زیر این اسپار را به سطح زیر بال می چسبانیم. در صورت لزوم می توان برای استحکام بیشتر بال از یک اسپار دیگر نیز برای سطح بالایی استفاده کرد. در پایان می توان با استفاده از سنباده نرم کلیه ناصافی های بال را از بین برده و بالی بسیار خوب و مناسب بدست آورد.

---

[9] Tip
[10] Root



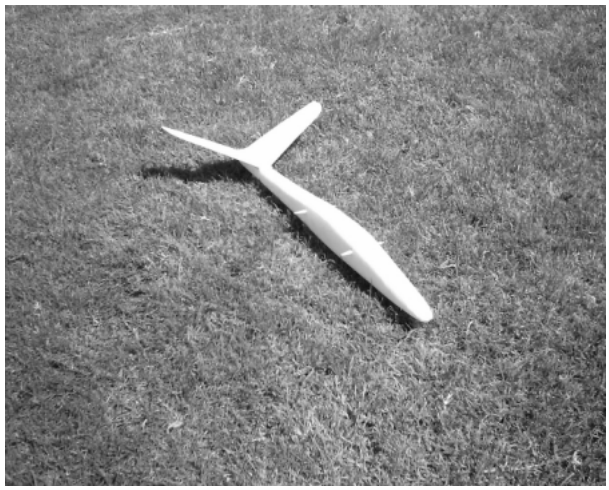
اسپار بکار رفته در سطح زیرین بال

مرحله ی دوم:

ساخت بدنه:

بدنه در هواپیما وظایف حمل خلبان، مسافر و یا سوخت و تجهیزات را دارد. همچنین دم را نسبت به بال در فاصله مناسبی نگه می دارد. در ساخت گلایدر مدل سعی بر آنست که بدنه، با حداقل وزن،کمترین حجم را اشغال کرده و دارای بهترین کارآیی در این حالت باشد.

یکی از مهمترین برتریهای مواد یونولیتی قابلیت شکل گیری آنهاست بنا بر این برای ساخت بدنه گلایدر مورد نظر از این ماده استفاده شد. با آماده کردن بلوک مورد نظر به ابعاد ۸۰*۱۰*۱۰ سانتیمتر، به کمک سنباده و با صبر و حوصله زیادتلاش کنید با در نظر گرفتن پارامتر های ذکر شده در قسمت قبل، مناسبترین شکل برای بدنه را بدست آورید. شکل زیر نمایی از بدنه را نشان می دهد



نمایی از بدنه

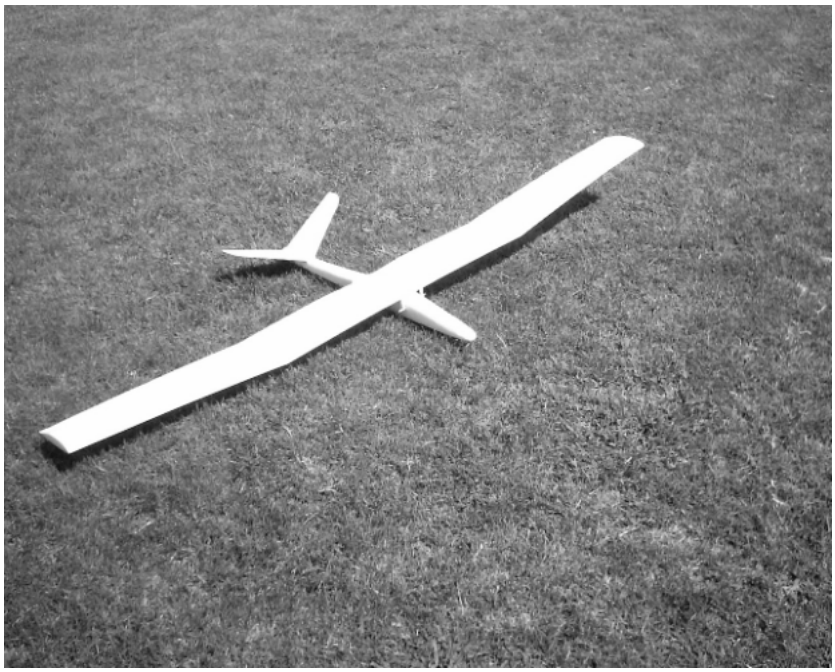
مرحله ی سوم:

ساخت دم:

در ساخت دم از انواع و اشکال مختلف می توان استفاده کرد. بعلت عدم بکارگیری سطوح کنترل در دم و همچنین کاهش وزن و تجربیاتی که از این نوع دم از قبل کسب شده است، بهترین ساختار برای دم گلایدر مورد نظرمان دم V شکل می باشد.

برای ساخت دم که با توجه به هندسه ی آن، شامل دو قسمت می باشد، از مواد فوم[1] استفاده شده است. مهمترین دلایل ما برای بکار گیری این ماده وزن فوق العاده کم، برش زدن آسان، عدم نیاز به بکارگیری ایرفویل بدلیل ضخامت کم و در عین حال استحکام مناسب می باشند. با در نظر گرفتن نسبت منظری حدود ۹ برای دم، بدلیل ساختار ورقی فوم، براحتی دو قسمت آن برش داده و با زاویه ای مناسب به بدنه چسبانده می شود. لازم بذکر است که برای سوار کردن بال بر روی بدنه از دو چوب به طول مناسب استفاده کنید که این چوبها طوری در راستای عرضی بدنه

چسبانده شدند که با استفاده ازکش بکار گرفته شده، بخوبی بتوانند بال را نگهدارند. ساختار نهایی گلایدر در شکل زیرآورده شده است.



نمایی از گلایدرساخته شده

نحوۀ پرواز گلایدر:

پرواز دادن گلایدرمدل کار چندان دشواری نیست. کافیست شما مرکز ثقل (C.G)آنرا پیدا کرده، با انگشتان اشاره و شصت گلایدر را نگهدارید . چند بار همراه با پرنده حرکت کنید تا با نوع پرواز آن آشنا شوید ، سپس با حرکت آهسته – و نه پر قدرت بازوانتان آنرا به پرواز در آورید . دقت داشته باشید که بر اساس قوانین دینامیک پرواز، پرنده ی شما در صورت تغییر مسیر می بایست به حالت اولیه و پایدار خود در جهت مستقیم به پرواز درآید . در صورت مشاهده انحراف از مسیر پرواز بدانید که هواپیمای شما بالانس نیست . یعنی مرکز ثقل آن روی محور طولی بدنه قرار ندارد ویا

کمی روی محور جابجا شده است . برای رفع این مشکل می توانید از وزنه های کوچک همچون سرب ویا میخ، بسته به نیاز در نوک بال ، انتهای دم و یا درTip (نوک) بالها استفاده کنید .

کلام آخر:

کار طراحی و ساخت بصورت گروهی امکانپذیر بوده و انجام آن به شکل انفرادی مشکلاتی را به همراه خواهد داشت . توصیه می کنیم برای ورود آسانتر به دنیای پرواز کارتان را بصورت تیمی آغاز کنید . چنانچه پس از مطالعه ی این مبحث به اشکالی برخوردید ، آنرا برای ما عنوان کرده تا پاسخ مطلوب را دریافت کنید .

Email: Info@tehranmodel.com