

آموزش قدم به قدم

طراحی گلايدر

اولین گلايدر دست پرتاب خود را بدون پیش زمینه قبلی طراحی کنید

امین رشید شمالی



در این کتاب یاد می گیرید

رویای پروازی را محقق کنید که برای دیگران محال است

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سرشناسه:

رشید شمالی، امین، ۱۳۶۷-

عنوان و نام پدیدآور:

آموزش قدم به قدم طراحی گلايدر/امین رشید شمالی؛
ویراستار محدثه خسروپسند؛ [برای] مرکز مهندسی هوافضا.

مشخصات نشر:

شیراز: کوثر سعادت، ۱۴۰۳.

مشخصات ظاهری:

۱۳۶ ص.: مصور، جدول؛ ۱۴/۵×۲۱/۵ س م.

شابک:

۹۷۸-۶۲۲-۹۳۶۳۳-۶-۲

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع:

گلايدرها -- طراحی و ساخت -- ادبیات کودکان و نوجوانان

Gliders (Aeronautics) -- Design and construction -- Juvenile literature

شناسه افزوده:

مرکز مهندسی هوافضا

رده بندی کنگره:

TL۷۶۰

رده بندی دیویی:

۶۲۹/۱۳۳۳۳ [ج]

شماره کتابشناسی ملی: ۹۸۱۱۴۷۱

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

آموزش قدم به قدم

طراحی گلايدر

امین رشید شمالی

ناشر: کوثر سعادت

طراح جلد: امین رشید شمالی

ویراستار: محدثه خسروپسند

مشاور کتاب: لیلی فتحي

شمارگان: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول/ ۱۴۰۳

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۳۶۳۳-۶-۲

ایمیل: info@asec.ir

این کتاب به شما یاد می دهد که چگونه پرنده ای را
خلق کنید که دیگران فقط رویای آن را در سر دارند.



آموزش قدم به قدم طراحی گلایدر

اولین گلایدر دست پرتاب خود را بدون پیش زمینه قبلی طراحی کنید

ASEC

مرکز مهندسی
هوافضا





فهرست مطالب

۱.....شروع برخاست

- ۳ گلایدر دست پرتاب چیست؟
- ۳ شروع برخاست!
- ۵..... من از کجا شروع کردم.....
- ۶ تفاوت این کتاب؟
- ۶ طراحی اقیانوسی است به عمق یک سانتیمتر
- ۸ این کتاب چه محتوایی دارد؟
- ۸ برای مطالعه کتاب پیش زمینه لازم است؟
- ۹ بخش ویژه و یک هدیه ویژه

۱۱.....گلایدر را بشناسیم

- ۱۲ گلایدر چیست؟
- ۱۳..... اولین‌ها در پرواز گلایدر.....
- ۱۴ گلایدرها پرواز طولانی ندارند؟!
- ۱۵..... گلایدرهای رام نشدنی.....
- ۱۵..... انواع گلایدر مدل
- ۱۵..... گلایدرهای صفحه‌ای.....
- ۱۶ گلایدرهای سازه‌ای.....
- ۱۷ گلایدرهای کامپوزیتی.....
- ۱۷ گلایدرهای فومی

- گلایدرهای بالسا ۱۸
- پیکربندی گلايدر ۱۸
- گلايدرهاي اسكيل ۱۹
- رده‌بندی گلايدر طبق مسابقات بين المللی ۱۹

۲۳..... اصول حرکت گلايدر

- گلايدرها چگونه حرکت می‌کنند؟ ۲۴
- آيروديناميك چیست؟ ۲۵
- روح برزولی شاد! ۲۷
- نیروی برآ چگونه ایجاد می‌شود؟ ۲۷
- نیروی پسا چگونه ایجاد می‌شود؟ ۲۸
- نیروی برآ و پسا تغییر می‌کنند ۲۸
- نسبت گلايد ۲۹
- چگونه گلايدرمان بيشتتر پرواز کند؟ ۳۰

۳۳..... انتخاب مواد

- گلايدر فومی ۳۴
- گلايدرهاي بالسا ۳۵
- گلايدرهاي کامپوزيتی ۳۷
- چه چسبی انتخاب کنیم؟ ۳۷
- کاور بالسا و ميله کربن ۳۸
- کدام ماده ارزان‌تر است؟ ۳۹
- سبک‌تر و محکم‌تر ۳۹
- کدام ماده در دسترس است؟ ۴۰
- کار با کدام ماده ساده‌تر است؟ ۴۱
- خب آخرش کدام ماده را انتخاب کنم؟ ۴۲

طراحی بال ۴۵.....

- ۴۶..... بال مهمترین بخش گلایدر.....
- ۴۷..... بارگذاری سطحی بال.....
- ۴۸..... تخمین وزن گلایدر.....
- ۴۹..... محاسبه مساحت بال.....
- ۵۱..... ایرفویل ساده‌تری نبود؟!.....
- ۵۲..... شکل بال.....
- ۵۳..... بال مخروطی.....
- ۵۴..... بال ترکیبی، بهتر از بال مخروطی.....
- ۵۴..... MAC و مرکز آیرودینامیک.....
- ۵۶..... MAC و مرکز آیرودینامیک در بال ترکیبی.....
- ۵۷..... برای آن‌ها که حوصله ندارند!.....
- ۵۸..... زاویه عقبگرد.....
- ۵۸..... نسبت منظری.....
- ۶۰..... حل یک مثال.....
- ۶۲..... سازه بال.....

طراحی دم ۶۵.....

- ۶۶..... کاربرد دم چیست؟.....
- ۶۷..... طراحی دم معمولی و T شکل.....
- ۶۸..... تعیین مساحت و فاصله دم معمولی و T.....
- ۶۹..... حل یک مثال.....
- ۷۰..... سازه دم.....
- ۷۱..... طراحی دم ۷.....

طراحی بدنه ۷۳

۷۴ بدنه پهن یا باریک؟

۷۵ ابعاد بدنه

۷۵ نصب بال و دم

۷۵ جنس بدنه

۷۸ حل یک مثال

تعاادل و پایداری ۸۱

۸۲ تعادل گلايدر

۸۳ نکته مهم در تعادل

۸۴ پایداری گلايدر

۸۴ پایداری طولی

۸۵ نقطه خنثی

۸۷ حل یک مثال

۸۹ پایداری جانبی

۹۰ پایداری سمتی

طراحی گلايدر كنترلی ۹۳

۹۴ گلايدرهاي بازگوش!

۹۴ گلايدر قابل كنترل

۹۵ طراحی ايلرون

۹۶ طراحی الويتور

۹۷ طراحی رادر

۹۸ سيستم كنترلی گلايدر

۹۹ محل قرارگيري سيستم كنترلی

۹۹ طراحی رادر و الويتور در دم ۷

طراحی گلايدر بدون دم ۱۰۱

انتخاب ایرفویل ۱۰۲

هندسه بال ۱۰۳

مرکز ثقل گلايدر (پایداری طولی) ۱۰۴

پایداری سمتی و جانبی ۱۰۴

کنترل گلايدر ۱۰۵

بخش ویژه ۱۰۷

خب این همه گفتی، حالا از کجا شروع کنم؟! ۱۰۸

طراحی را شروع کنید ۱۰۹

بیایید با هم گلايدر طراحی کنیم ۱۰۹

مراحل طراحی گلايدر فومی ۱۱۰

این هم یک گلايدر دیگر! ۱۱۶

یک هدیه ویژه ۱۱۸

نظرات شرکت کنندگان دوره ساخت و پرواز هواپیمای مدل ۱۲۱

فصل ۱

شروع برخاست



پسندیده‌ترین پرواز
پرش و پرزدن از پای پلیدی
پیمایش و پیوست به پیشانی پاک‌یست

گلایدر دست‌پرتاب چیست؟

گلایدر دست‌پرتاب پرنده‌ای است شبیه هواپیما که بال‌های بلندی دارد و به آرامی روی هوا سر می‌خورد تا اینکه به زمین برسد. این پرنده‌ها می‌توانند از جنس فوم، چوب یا کامپوزیت باشند. معمولاً گلایدرها موتور ندارند ولی می‌توان یک موتور کوچک روی آن‌ها گذاشت.

شروع برخاست!

چقدر لذت‌بخش است که پرنده‌ای طراحی کنی، بسازی و بعد، از پروازش لذت ببری. دیگر وقتش رسیده. اگر علاقه‌مند به پرواز هستی، اگر دنبال خلاقیت هستی، با این کتاب می‌توانی دست‌به‌کار شوی و یک گلایدر طراحی کنی. دیگر کافیست مباحث تئوری. کمی هم کار عملی کنیم!

از زمانی که یادم می‌آید معلم‌هایم از موضوعات ذهنی سخن می‌گفتند. آرزو به دلم ماند که یک بار دست ما را بگیرند و در طبیعت ببرند و پدیده‌ها را نشانمان دهند. کلاس آزمایشگاه ما به جای جذابیت، جایی برای در رفتن و فرار کردن بود. درس فیزیک همیشه صحبت از پرتابه‌ای بود که در حال پرواز بود اما یک بار نشد یک توپ را جلوی چشم ما پرتاب کنند تا ببینیم واقعاً همان جا می‌رود که می‌گویند!

حدود ۸ سال داشتم که دیدم برادر بزرگترم در حال ساختن یک هواپیمای کوچک چوبی است. برقی در چشمانم زد و خودم هم دست به کار شدم و چند هواپیمای جنگنده چوبی ساختم. در آن سن خودم هم نمی‌دانستم که چقدر به پرواز علاقه مندم. فقط عشق می‌کردم که چنین چیزهایی می‌سازم. همیشه در آسمان به پرواز هواپیما و بالگرد زل می‌زدم و تا جایی که در افق گم می‌شدند دنبالشان می‌کردم. آن موقع کسی یا منبعی نبود که به من آموزش دهد که چگونه پرنده‌ای بسازم که واقعاً پرواز کند. فقط ماکت می‌ساختم. چقدر دوست داشتم که کسی یا کتابی دست من را بگیرد و قدم به قدم مرا راهنمایی کند تا یک پرنده را طراحی کنم، بسازم و پروازش دهم.

از آن سال‌ها تاکنون منابع زیادی تولید شده‌اند که روش‌های ساخت و پرواز گلایدر را آموزش داده‌اند. اما قبل از ساخت و پرواز، حتماً یک طراح، آن گلایدر را طراحی کرده است. اگر می‌خواهید اصولی وارد دنیای گلایدر یا پرنده‌های مدل شوید باید سه مرحله را بگذرانید.

● مرحله اول : طراحی

- مرحله دوم: ساخت
- مرحله سوم: پرواز

این کتاب قصد دارد مرحله اول یعنی طراحی گلايدر را به صورت عملی و ساده به شما یاد بدهد. برای مراحل بعدی مطالب زیادی در سطح اینترنت وجود دارد که می‌توانید استفاده کنید. البته آموزش‌های خوبی در سایت و کانال مرکز مهندسی هوافضا گذاشته شده و در آینده به صورت جدی در حوزه ساخت گلايدر و هواپیمای مدل آموزش‌های کاربردی ارائه می‌شود.

من از کجا شروع کردم

اوایل دوران کارشناسی بود. در رشته مهندسی هوافضا در دانشگاه خواجه‌نصیر تحصیل می‌کردم. رشته‌ای جذاب با موضوعاتی مهیج! یادم هست در همان زمانی که در ابتدای راه بودم، یک گلايدر موتوردار با کلی زحمت ساختم ولی به خاطر ندانستن بعضی نکات ساده در همان پرتاب اول شکست! خب آن موقع کسی نبود که این نکات را به من بگوید. خیلی توی ذوقم خورد. بعدها که مقداری با گلايدر آشنا شدم، در دانشگاه برای دانشجویان سال اولی دوره‌های آموزش تئوری و عملی گلايدر برگزار کردم. در اواخر دانشگاه در یک تیم پهپادی مشغول به کار شدم و با همکاران یک پهپاد کامپوزیتی برای مسابقات دانشگاه شریف ساختیم.

در مقطع ارشد در دانشگاه علم و صنعت قبول شدم و این روند را ادامه دادم و چند نمونه هواپیمای مدل ساختم و در آنجا نیز در زمینه گلايدر و هواپیما به دانشجویان آموزش می‌دادم. بعد از آن به کمک همکارانم دوره‌های تئوری و عملی

ساخت و پرواز هواپیمای مدل را در سطح تهران آغاز کردیم. در این دوره ها هم مباحث تئوری پرنده و هم کارگاه‌های آموزشی داشتیم. در این کارگاه‌ها هم آموزش ساخت و هم آموزش پرواز می دادیم.

طبق تجربه‌ای که در این سال‌ها داشتم مطمئنم که اگر کسی در موضوع گلايدر مسلط شود، می‌تواند در گام بعدی پرنده‌های مدل موتوردار را طراحی کند، بسازد و از پروازش لذت ببرد.

تفاوت این کتاب؟

در منابع فارسی جای یک کتاب سرگرم‌کننده و علمی درباره گلايدر دست‌پرتاب خالی است. کتابی که به زبان ساده به شما یاد می‌دهد، چگونه یک پرنده را خلق کنید تا پرواز کند. کتابی که از شما یک طراح پرنده می‌سازد. البته فکر نکنید که طراح هواپیما می‌شوید! اما شروعی جذاب در طراحی پرنده‌های مدل خواهید داشت. مزیت این کتاب بیان مطالب علمی و طراحی به زبانی ساده است به طوری که علاقه‌مندان در رده‌های سنی بتوانند یک گلايدر دست‌پرتاب طراحی کنند.

طراحی اقیانوسی است به عمق یک سانتیمتر

طراح باید از همه علوم مرتبط با حوزه خود، علمی سطحی داشته باشد. او اجزای مختلف را کنار هم به درستی می‌چیند و مخلوقی زیبا می‌آفریند. طراحی را باید یک هنر دانست. یک هنرمند وقتی چیزی می‌سازد به تمام جوانب ساخته‌ی دست خویش اشراف دارد. در دنیای علم هوافضا، هنرمند واقعی طراح است که چیزی را خلق می‌کند. حالا این چیز می‌خواهد

یک فضاپیما باشد، یک موتور توربو فن یا یک پرنده گلايدر!



یک هواپیمای زیبا بیانگر نبوغ یک مهندس
بزرگ است که هنرمند بزرگی نیز هست.

نویل شوت، مهندس هوانوردی و رمان نویس، ۱۹۷۸

این کتاب برای چه کسانی مفید است؟

- این کتاب برای دانش‌آموزهایی است که می‌توانند خالق یک پرنده باشند و با طراحی آن احساس غرور کنند.
- برای دانشجوهای است که به دنبال یک ایده یا پروژه علمی جمع‌وجور هستند و می‌خواهند مهندسی را در عمل ببینند.
- برای پدر و مادرهایی است که دوست دارند یک اسباب‌بازی خلاقانه برای فرزندشان درست کنند.
- برای کسانی است که علاقه ندارند طرح‌های کپی شده را در مسابقات گلايدر درست کنند.
- این کتاب برای معلمانی است که دوره هوا فضا را در مدارس تدریس می‌کنند.
- در نهایت برای همه علاقه‌مندان به واژه زیبای پرواز است، کسانی که می‌خواهند وارد دنیای پرواز شوند.

این کتاب چه محتوایی دارد؟

در این کتاب از منظرهای مختلف با اصول علمی حرکت

گلايدر، ابعاد، جنس و مواد مناسب گلايدر، كنترل و پايداري گلايدر و طراحي گلايدرهای منحصربه‌فرد آشنا می‌شويد.

در ابتدا با گلايدر و تاريخچه آن بيشتر آشنا می‌شويد. بعد از آن بايد بدانيد كه گلايدر چگونه روی هوا سر می‌خورد. در مرحله بعدی مواد مناسب در ساخت گلايدر توضيح داده می‌شود. يك طراح بايد مواد ساختی را خوب بشناسد و مواد مناسب را برای طرح خود انتخاب كند. مراحل بعدی طراحي به ترتيب طراحي بال، طراحي دم و طراحي بدنه است. پس از آن با تعادل و پايداري گلايدر آشنا می‌شويد. يك فصل هم به گلايدرهای كنترلی اختصاص دادم برای کسانی كه علاقه‌مندند گلايدرشان را با دستگاه راديوكنترل هدايت كنند. از آنجايی كه خودم علاقه‌مند به طرح‌های جذاب هستم، يك فصل ديگر را به طراحي گلايدرهای بدون دم اختصاص دادم.

برای مطالعه كتاب پيش زمينه لازم است؟

تمام تلاشم را كردم كه مطالب كتاب ساده باشد. در همين كتاب مقدماتی از اصول و مفاهيم اوليه پرواز را بيان كردم. با اين وجود برای کسانی كه به تازگی وارد دنيای زیبای پرواز شده‌اند كتابچه‌ای آماده كردم و در آن به صورت مختصر و مفيد اصول پرواز، اجزای هواپیما و اصطلاحات علمی را شرح دادم. برای تهيه اين كتابچه می‌توانيد به ادمين كانال مركز مهندسی هوافضا پيام بدهيد تا آن را در اختيار شما قرار دهد.

بخش ویژه و يك هديه ویژه

توصيه می‌كنم حتما فصل آخر را بخوانيد. در تمام فصل‌ها قدم به قدم طراحي هر قسمت از گلايدر را توضيح دادم. اما

در فصل آخر همه این مراحل را یکجا آوردم. در فصل آخر قرار است با هم یک گلایدر فومی را از ابتدا تا انتها طراحی کنیم. این کار باعث می شود که ذهنتان منسجم شده و در آینده به خوبی بتوانید یک گلایدر را طراحی کنید.

علاوه بر این یک هدیه ویژه در انتهای کتاب برای شما آماده کردم که حتماً برایتان مفید خواهد بود.



این کتاب تضمین دارد!

اگر به هر دلیلی کتاب را مطالعه کردید و آن چیزی نبود که می خواستید. اگر رضایت نداشتید، شماره کارت خود را به ادمین کانال بفرستید، مبلغ کتاب به شماره کارت شما واریز خواهد شد.

فصل ۲

گلایدر را بشناسیم



او به عنوان سرگروه با دو فروند F-۱۴ برای مقابله با تجاوز هوایی ۹ فروند هواپیمای دشمن از زمین بلند شدند. دقایقی بعد در حالی کنترل زمینی به آنها هشدار می‌داد که مراقب باشند تا مورد اصابت قرار نگیرند در آسمان خوزستان به سوی جنگنده‌های مهاجم حمله ور شد و با سرنگون کردن دو فروند میگ ۲۳ عراقی بقیه را مجبور به فرار کرد. این نبرد درخشان هوایی در جدول آمارهای درگیری هوایی جهان بانام ADoWran بسیار پرآوازه است. روایتی از عملیات شهید عباس دوران

گلایدر چیست؟

گلایدر کلمه‌ای انگلیسی (Glider) است و معادل فارسی آن، بادپر است ولی ترجیح من این است که همان کلمه گلایدر را استفاده کنم زیرا در عرف این کلمه جا افتاده است. گلایدر به هر شیء پرنده‌ای گفته می‌شود که بتواند بدون موتور روی هوا سر بخورد. برای همین است که اگر در اینترنت جستجو کنید می‌بینید که این نام روی گونه‌ای از حیوانات به نام **شوگر گلایدر** گذاشته شده است. این حیوان که جسته‌ای کوچک دارد از شاخه‌ای به شاخه دیگر روی هوا سر می‌خورد.



شوگر گلایدر

پرنندگان هم یکی از بهترین نمونه‌های گلایدر در طبیعت هستند. برای مثال عقاب وقتی بال‌های خود را روی هوا ثابت نگه می‌دارد در واقع دارد روی هوا سر می‌خورد و با جریان باد در آسمان پرواز می‌کند.

برخی در تعریف گلایدر، موتور را هم دخالت می‌دهند یعنی گلایدری که نیروی پیشران دارد. حالا این نیرو می‌تواند توسط کش تولید شود یا یک موتور الکتریکی یا سوختی.

به هر صورت در این کتاب قصد ندارم به گلایدرهای موتوردار پردازم چه از نوع گلایدر کشی و چه گلایدرهای با موتور الکتریکی و سوختی. این موضوع بماند در کتاب دیگر که در آن طراحی هواپیمای مدل را آموزش می‌دهم.

اولین‌ها در پرواز گلایدر

در تاریخ اولین کسی که توانسته پرواز کند، عباس بن فرناس، دانشمند مسلمان بود. او در سال ۹۴ هجری قمری (دوران امام رضا (ع)) در اندلس به دنیا آمد. عباس بن فرناس یک مخترع بود و اختراعات مختلفی مثل خودنویس و ساخت شیشه از سنگ داشت اما معروف‌ترین اختراع او ساخت وسیله‌ای برای پرواز بود. او با ابزاری که از بال‌هایی شبیه پرنندگان ساخته شده بود توانست مدتی روی هوا پرواز کند و اولین گلایدر سرنشین‌دار را در جهان به نام خود ثبت کند.

اما حدود ۱۰۰۰ سال پس از او یک مهندس انگلیسی به نام کایلی طرحی از گلایدر ارائه داد. پس از کایلی، دانشمند آلمانی به نام لیلینتال گلایدری ساخت که توانست پروازهای موفقی انجام دهد ولی در یکی از پروازها آسیب شدیدی دید و

درگذشت.

حدود ۵ سال پس از این اتفاق برادران رایت گلایدی که قابل کنترل بود ساختند و چند سال بعد اولین هواپیمای موتوردار جهان توسط آن‌ها به پرواز درآمد. از صد سال پیش تا الان گلایدرها به کمک پیشرفت در علوم هوانوردی، بهینه‌تر شدند و قابلیت پرواز تا صدها کیلومتر را دارند.



تصویری از لیلینتال در حال پرواز با گلایدر

گلایدرها پرواز طولانی ندارند؟!

اگرچه درست است که گلایدرها موتور ندارند، اما می‌توانند مسافت‌های زیادی را طی کنند. برخی از گلایدرهای سرنشین‌دار از کل کشورها یا حتی قاره‌ها عبور کرده‌اند! اما چگونه این کار را می‌کنند. با استفاده از جریان حرارتی زمین.

در هوای روزهای آفتابی، جریان‌های هوایی ایجاد می‌گردد که صعودی هستند. اگر پرنده درون این جریان‌ها قرار بگیرد می‌تواند با کمترین انرژی صعود کند. گلایدرها نیز از این پدیده

به خوبی استفاده می‌کنند و با ورود به این جریان‌ها مدت‌ها در آسمان پرواز می‌کنند.

در طبیعت نیز خیلی از پرندگان از این پدیده استفاده می‌کنند. اگر دقت کرده باشید عقاب به مدت زیاد بدون بال زدن با استفاده از جریان حرارتی زمین، اوج می‌گیرد. این پدیده در کنار کوه‌ها و تپه‌ها بسیار اتفاق می‌افتد. بله، همان جایی که عقاب‌ها لانه دارند!

گلایدرهای رام نشدنی

برخی فکر می‌کنند که همه گلایدرها آهسته پرواز می‌کنند. اما این طور نیست، گلایدرها می‌توانند سرعت‌های چشمگیری داشته باشند، به خصوص هنگام سوار شدن بر جریان‌های شدید هوا. حتی گلایدرهایی داریم که چند برابر سرعت صوت حرکت می‌کنند.

انواع گلایدر مدل

در این کتاب می‌خواهم درباره طراحی گلایدر مدل صحبت کنم و درباره طراحی بقیه انواع گلایدر چه سرنشین‌دار و چه بدون سرنشین صحبتی نخواهد شد. گلایدرهای مدل هم از نظر جنس و هم از نظر ساختار و هم از نظر اندازه به چند دسته تقسیم می‌شوند.

گلایدرهای صفحه‌ای

اولین دسته گلایدرهای صفحه‌ای هستند و به گلایدرهای اسباب‌بازی معروف‌اند. این پرنده‌های جمع‌وجور و

دوست‌داشتنی می‌توانند با هر جنسی ساخته شوند. از کاغذ و مقوا گرفته تا فوم و چوب بالسا، موادی هستند که می‌توانید با آن‌ها پرنده‌هایی طراحی کنید که پرواز لذت‌بخشی داشته باشند. برای مثال همین موشک‌های کاغذی نوعی گلايدر هستند. علاقه‌مندان زیادی در سراسر دنیا، در مسابقات موشک کاغذی شرکت می‌کنند.



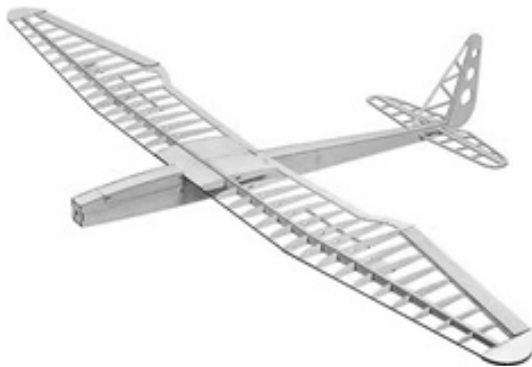
گلايدرهای صفحه‌ای

به کسانی که اول راه طراحی هستند توصیه می‌کنم که با گلايدرهای صفحه‌ای شروع کنند. خیلی ذهنتان را در بند پیچیدگی‌های طراحی و ساخت نکنید. می‌توانید همین الان طراحی را شروع کنید. مقوایی کنار دست خود بگذارید و بر اساس طرحتان از مقوا پرنده‌ای بسازید. تعجب نکنید، فکر کنید مخترعی هستید که می‌خواهد اولین پرنده ساخت دست انسان را طراحی کند و بسازد. در این مسیر ممکن است شکست هم بخورید. ولی به دنبال حل مسئله باشید. خلاقیت یعنی همین. البته نگران نباشید. در بخش‌های بعدی کتاب شما را با طراحی این پرنده‌ها آشنا خواهیم کرد.

گلايدرهای سازه‌ای

این گلايدرها ابعاد بزرگتری دارند. بال و بدنه آن‌ها شبیه یک

هواپیماست. در بال این گلایدرها از ریب و اسپارا استفاده شده است. طراحی این نوع گلایدرها از گلایدرهای صفحه‌ای، جزئیات بیشتری دارد. در زمینه گلایدر سازه‌ای مسابقات زیادی در دانشگاه‌ها و مدارس برگزار می‌شود. با یادگیری روش طراحی این گلایدرها برای گام‌های بزرگتر در آینده آماده خواهید شد. منظورم از گام‌های بزرگتر، طراحی هواپیمای مدل است.



یک مدل گلایدر سازه‌ای

گلایدرهای کامپوزیتی

این گلایدرها کمی حرفه‌ای‌تر هستند و جنس سطح بال و بدنه آن‌ها از کامپوزیت است. در این گلایدرها، سازندگان ممکن است در زیر سطح کامپوزیت از فوم یا ترکیب ریب و اسپارا استفاده کنند.

گلایدرهای فومی

همان‌طور که از اسمش پیداست گلایدرهایی هستند که از جنس فوم ساخته می‌شوند. بال و بدنه این گلایدرهای از

۱. ریب و اسپارا دنده‌ها و تیرک‌های تقویتی هستند که در بال و بدنه استفاده می‌شوند.

صفحه‌های فوم ساخته می‌شوند.

گلایدرهای بالسا

گلایدرهایی هستند که جنس بال و بنده آن‌ها از چوب بالسا است. این گلایدرها هم به شکل صفحه‌ای (در ابعاد کوچک) و هم به شکل سازه‌ای، هستند.

پیکربندی گلایدر

حتماً دیده‌اید که برخی هواپیماها دم ندارند. برخی دیگر در جلوی خود یک بالک دارند. این فرق در هواپیماها مربوط به پیکربندی آن‌هاست. طراح هواپیما بنا به شرایط و مأموریتی که برای هواپیما در نظر گرفته است، پیکربندی هواپیما را مشخص می‌کند. گلایدرها هم مثل هواپیماها از نظر پیکربندی به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند.

- گلایدر معمولی
- گلایدر کانارد
- گلایدر بدون دم

گلایدر معمولی رایج‌ترین پیکربندی را دارد. بال‌ها در وسط بدنه و دم‌های عمودی و افقی در انتهای بدنه قرار می‌گیرند. البته خود دم‌ها شکل‌های مختلفی می‌توانند داشته باشند. مثلاً دم V شکل، دم T شکل و دم H شکل از جمله هندسه‌های مرسوم هستند. درباره شکل دم‌ها در بخش طراحی دم صحبت خواهیم کرد.

گلایدر کانارد در جلوی بدنه یک بالک دارد. همانند یک سیبیل! در انتهای بدنه، بال‌ها قرار می‌گیرند. کمتر دیده شده

است که طراحان و سازنده‌ها، گلایدرهای کانارد را استفاده کنند.

گلایدر بدون دم که از اسمش پیداست، دم ندارد. بدنه‌ای که فقط بال روی آن سوار است. حتی می‌توان بدنه هم جزئی از بال باشد که در این صورت به آن بال پرنده^۱ گفته می‌شود. گلایدر بدون دم هم در طراحی‌ها و مسابقات به ندرت دیده شده است، در حالی که این پیکربندی در کنار وزن کمتر بهترین عملکرد را خواهد داشت.

گلایدرهای اسکیل

برخی از طراحان گلایدر (از جمله خود من) علاقه‌مند به گلایدرهایی هستند که نمونه کوچک شده یک هواپیمای معروف هستند. این گلایدرها بیشتر برای زیبایی هستند و عملکرد آن‌ها خیلی بهینه نیست. ولی ظاهری زیبا دارند و شبیه نمونه واقعی طراحی می‌شوند.

رده‌بندی گلایدر طبق مسابقات بین‌المللی

گلایدرها رده‌بندی‌های زیادی دارد. در اینجا فقط برخی از معروف‌ترین رده‌های آن‌ها را معرفی می‌کنیم. این رده‌بندی طبق فدراسیون بین‌المللی ورزش‌های هوایی^۲ ایجاد شده است.

گلایدرهای پرواز آزاد^۳: گلایدرهایی بدون کنترل هستند و در

۱. Flying Wing.

۲. FAI.

۳. Free Flight Glider.

داخل سالن و یا در فضای بیرون پرواز داده می‌شوند. این گلایدرها با نام F1A تا F1J شناخته می‌شوند. برخی از رده‌ها ملخ دارند که به هواپیمای کشی هم معروفاند.

گلایدرهای رادیوکنترل: این گلایدرها مجهز به بالک‌های کنترلی هستند و قابل کنترل هستند. این گلایدرها در رده‌های F3B, F, H, J, K و F5B, J هستند. برای مثال رده F3K گلایدرهایی هستند که دهانه بال آن‌ها ۱٫۵ متر است و رادیوکنترل هستند. خلبان گلايدر نوک بال هواپیما را گرفته و با چرخاندن گلايدر به دور خود، سرعت می‌گیرد و پروازش می‌دهد. در این حالت گلايدر تا ارتفاع ۳۰ متر ارتفاع می‌گیرد و تا حدود ۵ دقیقه امکان پرواز دارد. این گلایدرها معمولاً از جنس کامپوزیت یا بالسا هستند. همچنین رده F5J با طول بال ۱٫۵ متر، رادیوکنترل و موتوردار است. پس از پرواز گلايدر از ارتفاع کم، خلبان ۳۰ ثانیه مجاز است که موتور گلايدر را روشن کند. زمان پرواز آن‌ها ۱۰ دقیقه است.



دستورالعمل اجرایی این فصل

۱. در اینترنت فیلم پرواز پرندگان را ببینید.

- در اینترنت جستجو کنید و فیلم پرواز شوگر گلايدر را ببینید.
- پرواز عقاب را وقتی بال‌هایش را بر فراز آسمان ثابت نگه داشته است، مشاهده کنید. عقاب چه مدت زمانی، می‌تواند بدون بال زدن پرواز کند؟

۲. دست به کار شوید.

- احتمالاً تا حالا موشک کاغذی ساخته‌اید. فکر کنید چه چیزی باعث سرخوردن آن می‌شود. فرض کنید می‌خواهید یک اختراع کنید آن هم ساخت یک پرنده ساده با کاغذ، مقوا یا فوم. دست به کار شوید و یک نمونه بسازید.

۳. طرح‌های بیشتری ببینید.

- به عنوان یک طراح باید طرح‌ها و الگوهای ساخته شده زیادی را ببینید تا کمتر اشتباه کنید. در اینترنت کلید واژه "free flight gliders" را جستجو کنید و طرح‌های مختلف گلايدر را بررسی کنید. فیلم‌ها و عکس‌های مختلفی وجود دارد که به شما ایده‌های خوبی می‌دهد.

۴. گلايدرهای سرعت بالا

- گفتیم که برخی گلايدرها هستند که سرعتشان از سرعت صوت بیشتر است. جستجو کنید و ببینید این گلايدرها چه خصوصياتی دارند و برای چه کاری استفاده می‌شوند.
- آیا در کشور ما گلايدرهای سرعت بالا ساخته شده است؟



...If birds can **glide** for long periods of time, then”
why can’t I?” – Orville Wright

«اگر پرندگان می توانند برای مدت طولانی
سر بخورند، پس چرا من نمی توانم؟»

اورویل رایت - مخترع هواپیما - ۱۹۰۳

فصل ۳

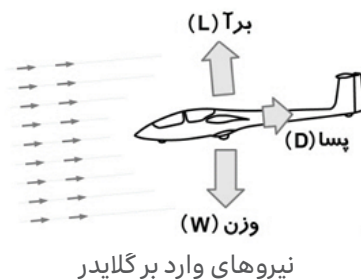
اصول حرکت گلايدر



بباید هر دو پا محکم نهادن / از آن پس، فکر برپای ایستادن
پريدن بی پر تدبیر، مستی است / جهان را گه بلندی، گاه پستی است
(پروین اعتصامي)

گلایدرها چگونه حرکت می کنند؟

اگر بخواهم حرف آخر را همین اول بزنم باید بگویم که دلیل اصلی پرواز هر پرنده ای وجود بال های آن است. در واقع بال ها نیروی لازم برای پرواز را ایجاد می کنند. برای اینکه بفهمیم یک گلایدر چگونه روی هوا سر می خورد باید نیروهای وارد بر آن را بشناسیم.



نیروهای وارد بر گلایدر

وقتی یک گلایدر را پرتاب می کنید در واقع او را به هوا سپردید تا روی آن سر بخورد. این جریان هوا باعث ایجاد نیروی روی گلایدر می شود. در تصویر مشخص است که سه نیروی اصلی روی گلایدر وارد می شود. نیروی برآ، نیروی پسا و وزن.

نیروی برآ و پسا در اثر مواجه شدن جسم پرنده با جریان هوا ایجاد می‌شود. فرض کنید با ماشین در حال حرکت هستید، دست خود را باز کنید به طوری که انگشتانتان به هم چسبیده باشد، در این حال دست خود را از پنجره بیرون برده و در معرض جریان هوا قرار دهید. حس می‌کنید که نیرویی به دستتان وارد می‌شود. آن نیرویی که دست شما را به عقب می‌برد نیروی پسا هست و آن نیرویی که دست شما را به بالا می‌برد نیروی برآ است. به این نیروها، نیروی آیرودینامیک گفته می‌شود.



جریان پر سرعت هوا، روی دستان شما نیرو وارد می‌کنند. نیروی برآ و پسا

آیرودینامیک چیست؟

شاید برای شما سؤال شود که آیرودینامیک چیست. آیرودینامیک علم مطالعه جریان هوا اطراف اجسام مختلف است. این علم امروزه در شاخه‌های مختلف کاربرد دارد. آیرودینامیک در صنایع مختلفی از جمله خودروسازی، ساختمان، هوانوردی و صنعت فضایی کاربرد دارد. این نکته را

در نظر داشته باشید که در علم آیرودینامیک حرکت نسبی هوا نسبت به جسم مهم است. خودروی در حال حرکت از میان هوای ساکن عبور می‌کند. اگر درون خودرو باشید می‌بینید که جریان هوا با همان سرعت به شما برخورد می‌کند. این دو حالت با هم فرقی نمی‌کند. برای همین است که در توضیحات این کتاب همیشه از حرکت جریان صحبت می‌کنیم و جسم را ثابت فرض می‌کنیم تا بهتر مفاهیم توضیح داده شود.



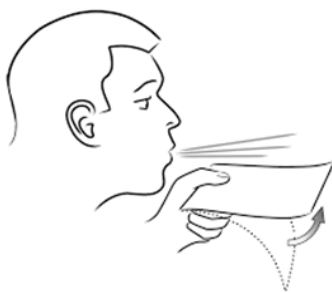
موفقیت یا عدم موفقیت یک طرح تا حد زیادی به فهم طراح از فیزیک جریان بستگی دارد و هیچ پیشرفتی در ابزارهای علمی، طراح را از بینش فیزیکی بی‌نیاز نمی‌کند.

دیتریک کوشمن، دانشمند آیرودینامیک، ۱۹۷۸

روح برنولی شاد!

این قانون را همیشه به یاد داشته باشید که هر جایی سرعت جریان هوا بیشتر باشد، فشار آن جریان کمتر است. این قانون رمز پرواز است! اسم این قانون، برنولی^۱ است. اگر می‌خواهید این قانون را حس کنید و روح برنولی را شاد کنید یک نوار کاغذی در دستتان بگیرید و روی آن فوت کنید. چه می‌بینید؟ وقتی روی کاغذ فوت می‌کنید انتظار می‌رود این کاغذ پایین‌تر برود اما برخلاف انتظار بالاتر می‌رود!

دلیلش این است که در اثر سرعت گرفتن جریان، فشار روی نوار کم می‌شود در حالی که فشار زیر آن تغییری نمی‌کند. در نتیجه اختلاف فشار باعث می‌شود نیرویی به سمت بالا به نوار کاغذی وارد گردد.



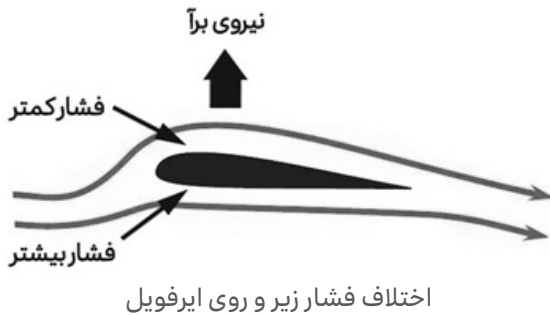
قانون برنولی - آزمایش فوت کردن روی نوار کاغذ

نیروی برآ چگونه ایجاد می‌شود؟

احتمالاً مقطع بال هواپیما و گلايدر را دیده‌اید. شکلی

۱. دانیل برنولی ریاضیدانی برجسته که حدود ۳۰۰ سال پیش از ما زندگی می‌کرد. در علم ریاضی، احتمالات و مکانیک سیالات آثار ماندگاری دارد اما این اصل معروف او درباره جریان هوا زیربنای عملکرد فناوری مهم قرن بیستم یعنی پرواز بال هواپیما شد.

شبيه به ماهی دارند. به این مقطع بال، ایرفویل^۱ می‌گویند. شکل ایرفویل به گونه‌ای است که وقتی جریان از روی آن عبور می‌کند، سرعت جریان روی آن بیشتر از سرعت جریان زیر آن است. پس طبق قانون برنولی، فشار جریان در سطح بالای ایرفویل کمتر از سطح پایین آن می‌شود و این اختلاف فشار، نیروی برآ ایجاد می‌کند. همیشه به خاطر داشته باشید که نیروی برآ عمود بر جهت جریان است.



نیروی پسا چگونه ایجاد می‌شود؟

هر جسمی که در معرض جریان هوا قرار می‌گیرد نیرویی در جهت جریان بر جسم وارد می‌شود و جسم را به عقب می‌راند. دلیل این موضوع اصطکاک سطح جسم با جریان هوا و اختلاف فشار جلو و عقب جسم است. نام این نیرو پسا است.

نیروی برآ و پسا تغییر می‌کنند

در همان مثال بیرون آوردن دست از ماشین، هر چقدر زاویه دستتان را تغییر دهید نیروی وارد بر دستتان تغییر می‌کند. اگر دستتان زاویه صفر با جریان هوا داشته باشد، نیروی ناچیزی

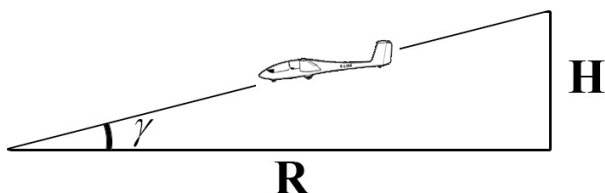
۱. Airfoil - برخی ها به آن ماهی‌واره هم می‌گویند.

دستتان را به عقب می‌راند که همان نیروی پسا است. حالا کمی زاویه دستتان را بیشتر کنید. می‌بینید که دست شما به عقب و بالا می‌رود. این موضوع نشان می‌دهد که با تغییر زاویه بال نسبت به جریان، نیروهای برآ و پسا تغییر می‌کنند. اگر دستتان را عمود بر جریان بگیرید نیروی قوی دستتان را به عقب می‌برد. یعنی با افزایش زاویه دستتان، نیروی پسا به شدت زیاد شد.

نسبت گلاید

فرض کنید گلایدی را پرتاب می‌کنید. گلایدی مسافتی را طی می‌کند و به زمین می‌رسد. اگر ارتفاع گلایدی هنگام پرتاب را بر مسافت طی شده گلایدی تقسیم کنیم نسبت گلاید بدست می‌آید.

مهمترین معیار در عملکرد یک گلایدی، نسبت گلاید آن است. نسبت گلاید نرخ کاهش ارتفاع گلایدی را بیان می‌کند و به صورت نسبت ارتفاع اولیه پرتاب گلایدی به مسافتی است که طی می‌کند. این نسبت می‌شود همان تانژانت زاویه نزول گلایدی.



H ارتفاع اولیه پرتاب گلایدی، R مسافت طی شده گلایدی

$$\frac{H}{R} = \tan \gamma \quad \text{(رابطه ۱) نسبت گلاید}$$

از سوی دیگر گلايدر با سرعت ثابت در هوا حرکت می‌کند. در این حالت نیروی برآ با مؤلفه عمودی نیروی وزن و نیروی پسا با مؤلفه افقی وزن برابر است.



$$\left. \begin{array}{l} D = W \sin \gamma \\ L = W \cos \gamma \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{D}{L} = \tan \gamma \quad (\text{رابطه ۲})$$

با ترکیب رابطه ۱ و رابطه ۲ متوجه می‌شویم که نسبت نیروی پسا به برآ (یعنی D/L) رابطه مستقیمی با نسبت گلايد دارد. همه این‌ها را گفتم تا به رابطه مهم زیر برسیم. اگر رابطه ۱ و ۲ را متوجه نشدید که چطور به دست آمد خیلی مهم نیست. مهم این است که رابطه زیر را بدانید. در واقع این رابطه به ما می‌گوید که **نسبت پسا به برآ، زاویه نزول گلايدر و نسبت گلايد یک چیز هستند** و ما باید به دنبال حداقل کردن آن‌ها باشیم تا بهترین عملکرد را برای گلايدرمان به دست آید.

$$\boxed{\frac{D}{L} = \frac{H}{R} = \tan \gamma} \quad (\text{رابطه ۳})$$

چگونه گلايدرمان بیشتر پرواز کند؟

هدف یک طراح گلايدر چیست؟ همان‌طور که گفتم هر چقدر زاویه نزول^۱ (همان نسبت گلايد) را کاهش دهد، گلايدر

۱. منظور همان زاویه گاما هست که با علامت γ که نشان می‌دهند.

بیشترین مسافت را طی خواهد کرد و زمان بیشتری پرواز می‌کند. اگر می‌خواهید گلايدر، بیشتر پرواز کند باید تا می‌توانید کاری کنید که نیروی برآ بیشتر و نیروی پسا کمتر شود. ما باید کاری کنیم که نسبت گلايدر یا همان زاویه گاما یا نسبت پسا به برآ کمترین مقدار شود.



دوباره تأکید می‌کنم طبق رابطه ۳، نسبت پسا به برآ، زاویه نزول گلايدر و نسبت گلايدر مفهوم یکسانی دارند و ما باید به دنبال حداقل کردن آن‌ها باشیم.

اینکه نیروی برآ چگونه زیاد می‌شود و نیروی پسا چگونه کم می‌شود بستگی به رعایت اصول طراحی دارد. اگر نکات طراحی بال، دم و بدنه را رعایت کنید گلايدري با عملکرد خوب خواهید داشت. در فصل بعدی نکات طراحی بال را که بتواند نیروی برآی زیاد و نیروی پسای کم داشته باشد، توضیح می‌دهم. سپس در فصل‌های بعدی به سراغ طراحی دم و بدنه خواهیم رفت.



دستور العمل اجرایی این فصل

۱. در معرض جریان هوا قرار بگیرید!

● سطحی مثل مقوا یا فوم را در هوا با سرعت حرکت دهید. یک بار با زاویه خیلی کم و یک بار با زاویه زیاد نسبت به جریان هوا. با این کار نیروهای برآ و پسا را به خوبی حس خواهید کرد.

۲. برای اینکه بیشتر آیرودینامیک را حس کنید آزمایش زیر را انجام دهید!

● دو بادکنک آویزان را در کنار هم قرار دهید و بین آن‌ها فوت کنید. انتظار دارید این دو بادکنک از هم دور شوند؟ اما این طور نیست! انجامش دهید و ببینید چه می‌شود.

● حتماً با توپ فوتبال، ضربه کات‌دار زدید. تا الان به علت کات گرفتن توپ فکر کردید. وقتی ضربه کات‌دار می‌زنید توپ دور خود می‌چرخد و همین چرخیدن سرعت جریان را در چپ و راست توپ تغییر داده و اختلاف فشار باعث وارد شدن نیرو به آن می‌شود. پیشنهاد می‌کنم شوت تاریخی روبرتو کارلوس در جریان بازی برزیل و فرانسه در سال ۱۹۹۷ را تماشا کنید تا متوجه شوید کات یعنی چه!

۳. نسبت گلاید را به صورت تجربی ثبت کنید.

● اگر موشک کاغذی یا گلایدری دارید، پرتابش کنید و ارتفاع اولیه پرتاب و مسافت طی شده آن را ثبت کنید. سپس نسبت گلاید را به دست آورید. این نسبت می‌شود نسبت نیروی پسا به نیروی برآ در گلایدرتان.



اما چند نکته قبل از خرید کتاب ...

نمی‌خواهم عجولانه کتاب را بخرید. قبلش پیشنهاد می‌کنم از روی نقشه، یک گلايدر ساده بسازید و پروازش بدهید. مطالب آموزشی رایگان هم در اختیار شما قرار خواهد گرفت. برای مطالعه این مطالب و ساخت گلايدر به ادمین کانال در پیام رسان [ایتا](#)، [روبیکا](#) و [بله](#) پیام دهید. بعدش اگر تمایل داشتید کتاب را بخرید و طراحی را شروع کنید.

برای تهیه کتاب اینجا کلیک کنید.