



## جریان هوا و نیروی بالابرنده (برای)

### رابطه بین سرعت جریان هوا روی سطوح و نیروی بالابرنده

آزمایش قبلی نشان داد که جریان الیاف هوا روی هر سطحی، متناسب با

سرعتش، موجب کم شدن فشار روی آن سطح می‌شود. اینک انجام دو آزمایش دیگر ما را به درک مطالبی در باره رابطه این موضوع با امکان پرواز یاری خواهد کرد.

یک عدد سنجاق سوزنی را در وسط یک برگ کارت صاف، فرو کنید، سپس یک عدد قرقره را روی آن بگذارید ( نوک سنجاق رو به بالا و در وسط سوراخ قرقره باشد). ابتدا کارت را با انگشتان دست زیر قرقره نگهدارید که نیافتد. حالا از میان سوراخ قرقره بسمت پائین بدهمید و ضمن دمیدن، انگشتان خود را از زیر کارت بردارید، خواهید دید که کارت زیر قرقره باقی مانده و نمی‌افتد. این آزمایش را با دمیدن هرچه شدیدتر تکرار کنید. باز هم مشاهده خواهید کرد که هنوز کارت محکمتر از پیش زیر قرقره باقی مانده است. ( البته به محض قطع عمل دمیدن، کارت فرو خواهد افتاد).

چرا چنین میشود؟ - علتش این است که سرعت جریان هوای ناشی از دمیدن شما، موجب کاهش فشار هوای بالای سطح کارت، در مقایسه با فشار هوای قسمت زیر آن گردیده و این اختلاف فشار، کارت را در زیر قرقره ثابت نگه میدارد. حال یک سرباریکه کاغذی را لای کتابی قرار دهید و از روی جلد کتاب با هر قدرتی که میتوانید به سطح بالای باریکه‌ای از کاغذ که از لای کتاب بیرون مانده، بدمید. فکر میکنید که نیروی دمیدن، کاغذ را بسمت پائین خواهد راند؟ خیر، برخلاف تصور شما، با دمیدن به روی کاغذ و ایجاد سرعت در جریان هوا، فشار بالای آن کاهش یافته و فشار زیادتر پائین، موجب رانده شدن آن بسمت بالا میگردد.

این پدیده چیز است که در اصطلاح هواپیمائی نیروی بالابرنده (برا) نامیده میشود، به این معنی که بسیاری از چیزهای سنگینتر از هوا در اثر برخورد جریان هوا به سطوح مخصوص آنها بالا نگهداشته می‌شوند.



بعضی از پرندگان، با بالهای گسترده در میان هوا کاملاً آرام باقی می‌مانند، این پرندگان از نیروی بالابرنده مربوط به برخورد هوا با بالهایشان استفاده میکنند. یک هوانورد در حال پرواز با یک هواپیمای بی‌موتور، هم از همین نوع نیروی بالابرنده بهره‌گرفته و به پرواز خود ادامه میدهد.



## شکل بالها

### آزمایش در باره اشکال مناسب سطوح برای پرواز

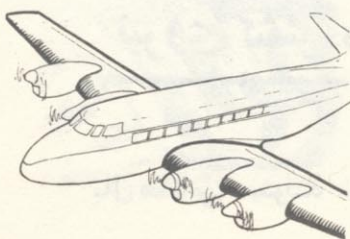
در آزمایشهاییکه تاکنون انجام دادید، همواره نیروی بالابرنده یا "برا"

را با جریان انداختن هوا در یک سوی کاغذ یا کارت بدست آوردید. ولی در مورد بال پرنندگان، گلایدرها و هواپیماها جریان هوا به هر دو سوی بال برخورد میکند. پس با این برخورد چگونه نیروی بالابرنده تولید میشود؟ - آیا شکل بال در این مورد اثری دارد؟

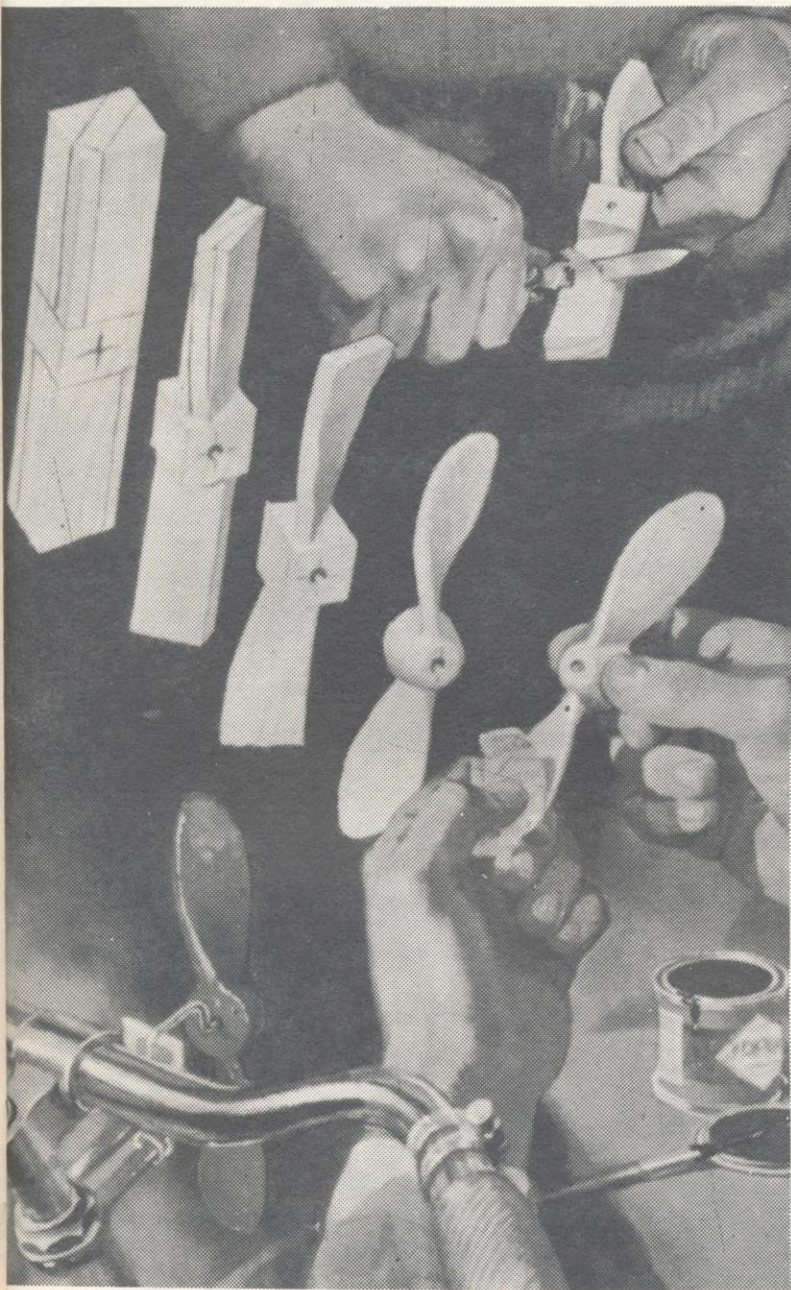
پاسخ این پرسش با ساختن و آزمایش کردن مدلی بشکل برش قسمتی از بال یک هواپیما بدست می‌آید. برای چنین آزمایشی یک برگ کاغذ نسبتاً ضخیم را به درازای حدود بیست سانتی‌متر و به پهنای حدود ده سانتی‌متر به‌برید. سپس آنرا (مطابق تصویر روبرو) تقریباً از وسط بحالت خمیده تاکنید، بطوریکه لبه‌های کم‌عرض‌کاغذ نزدیک هم برسند و حالا این لبه‌ها را با نوار چسب بهم پیوند دهید. مدل کاغذی را بحالتی در آورید که سطح بالای آن خمیده و سطح پائینش تقریباً مسطح باشد. قسمت جلوی تاخورده و خمیده مدل بال را "لبه حمله" و کناره بهم چسبیده آنرا "لبه فرار" بال گویند.

دو سوراخ در راستای هم در دو سطح مدل بال (بالا و پائین) با فاصله تقریباً  $3/5$  سانتی‌متر از لبه حمله، ایجاد کرده و یک لوله پلاستیکی را بطور قائم از بین سوراخهای مذکور گذرانده و لوله را در نقاط عبورشان به کاغذ بچسبانید. یک برگ کاغذ نسبتاً ضخیم را هم بصورت سکان عمودی در قسمت لبه فرار مستقر کرده و بچسبانید. نخ صاف و محکمی را از وسط نی پلاستیکی گذرانده و هریک از دو انتهای آنرا به سر یکی از دو چوبدستی به‌بندید.

با حرکت دادن همزمان چوبدستی‌ها در میان هوا (بطوریکه ضمن حرکت، نخ در امتداد قائم‌باقی بماند) و با قرار گرفتن مدل بال در جریان هوا، اولاً لبه حمله آن بسمت حرکت مدل بال یا رو به باد خواهد چرخید و ثانیاً مدل مذکور با برخورد هوا، در امتداد نخ بالا خواهد رفت. زیرا طول سطح بالای مدل (بعلت خمیدگی) زیادتر از طول سطح پائین آن در امتداد برخورد هواست، لذا هوا در روی سطح بالای مدل بایستی مسافت بیشتری را طی کند.



و در نتیجه باید سریعتر جریان یابد، بنابراین این فشار در سطح بالا کمتر از سطح پائین مدل گردیده و نیروی "بالابرنده" تولید خواهد کرد. این آزمایش‌نشان میدهد که شکل بالهای هواپیما، چگونه برای بالا رفتن هواپیما در هوا، به آن یاری میکند.



## ملخ یا پروانه هوایما

### نیروی کشش هوایما و طرز ساختن ملخ ساده

بال هنگامی میتواند نیروی بالا برنده ( برا ) تولید کند که جریان هوادر

جهت مناسب با آن برخورد کند. پرنده‌ها و گلایدرها وقتی میتوانند در هوا بمانند که بالهایشان با باد روبرو مواجه باشند و یا در هر حال به شیوه‌ای در حرکت باشند تا بالهایشان بطور مناسب با هوا برخورد کنند.

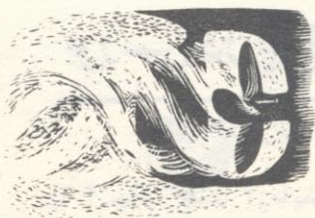
ولی برای یک هواپیما که بالهای ثابتی دارد لازم است و باید بتواند تا در هوای کاملاً آرام و یا با وجود وزش باد از جهات گوناگون، در سمت دلخواه خلبانش پرواز کند. لذا برای اینکه بالهای هواپیما نیروی بالابرنده لازم را برای پرواز بوجود آورند باید خود هواپیما بیاری کشش بتواند بسمت دلخواه و با سرعت کافی حرکت کند.

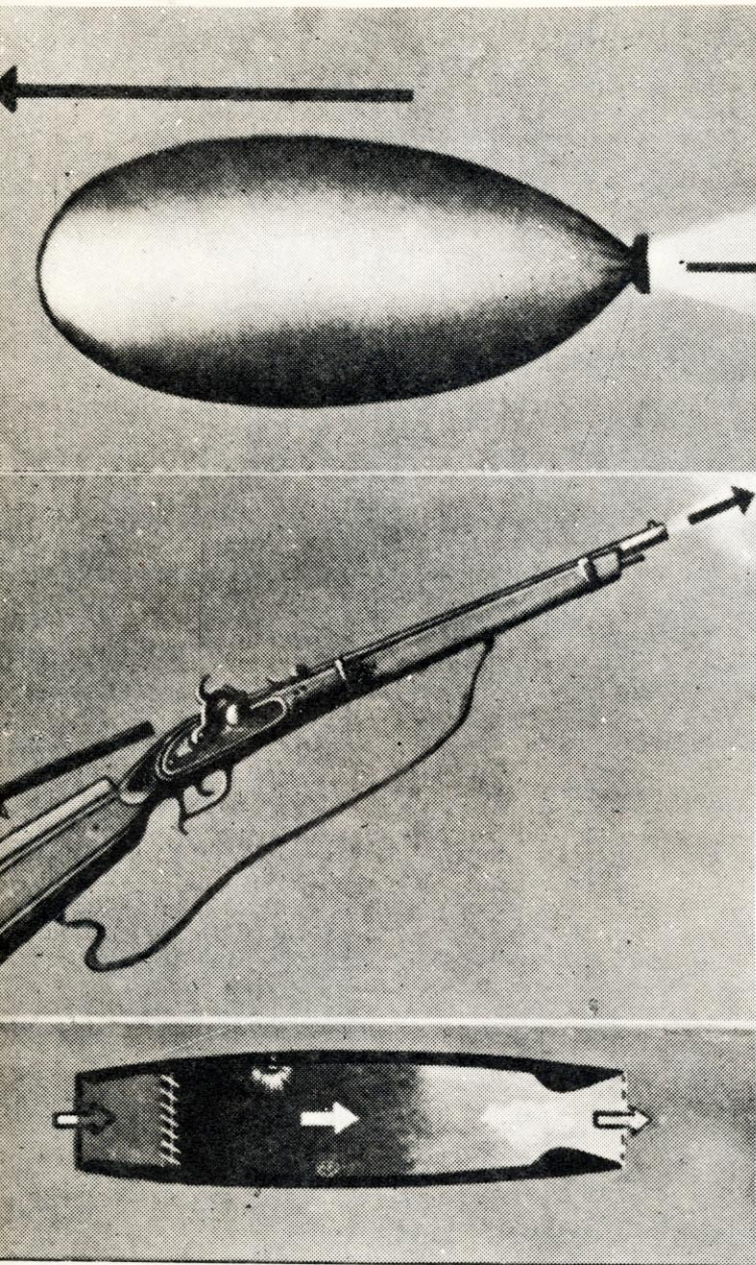
یک پرنده با استفاده از حرکات مخصوص بالهایش پرواز میکند. یک هواپیما هم با نیروی کشش ناشی از گردش ملخ یا نیروی عکس‌العمل "جت" بجلو رانده میشود. ابتدا به بینیم ملخ چیست و چگونه عمل میکند؟

ملخ هواپیما را میتوان با یک پیچ مقایسه نمود، همانطور که یک پیچ در اثر پیچیدن به داخل آهن و یا چوب رانده میشود، گردش ملخ در داخل هوا نیز باعث جلو رفتن و در نتیجه بجلو کشیده شدن هواپیمای متصل بخود میشود. چون سرعت چرخش پره‌های ملخ در همه جا یکسان نیست و در نوک ملخ حداکثر و هرچه به مرکز گردش آن نزدیکتر شویم کاهش می‌یابد و سرعت، عامل بسیار مؤثری در تولید نیروی کشش است، لذا پره‌های ملخ را پیچدار و هر پره رادر طول خود با زوایای حمله و ضخامت‌های متفاوت می‌سازند (کمترین زاویه حمله پره ملخ در نوک آن و بیشترین ضخامت و زاویه حمله آن در نزدیک به وسط یعنی مجاور محل اتصال ملخ به محور گردش آنست). ملخ کشتی، هم به همین طریق در داخل آب جلو رفته و کشتی را با خود به جلو میراند.

برای ساختن یک ملخ ساده، یک قطعه چوب نسبتاً نرمی بطول حدود پانزده سانتی متر و به ضخامت حدود  $2/5$  در  $2/5$  سانتی متر انتخاب و درست وسط آن را سوراخ کنید و سپس

بوسیله چاقوئی بساختن پره‌های آن (با توجه به تصویر صفحه روبرو) به پردازید. زاویه هر پره باید عکس زاویه پره دیگر و چگونگی ساختن آن بایستی حتی المقدور منطبق با شرایط فنی لازم باشد که قبلاً اشاره شد. پس از آماده شدن ملخ، سطح آنرا صاف و با کاغذ سمباده نرم صاف کرده و در صورت تمایل رنگ آمیزی کنید.





## پرواز بانیروی جت

### بررسی در بارهٔ چگونگی کشش موتورهای جت

با انجام چند آزمایش ساده میتوان پی برد که هواپیمای جت چگونه پرواز