



کاربردی

ال. جی. اف. هومانس،

دکترای فیزیک،

دانشگاه لایپن، هلند

ترجمه:

سید مهدی میرفتحی

کارشناس ارشد فیزیک

دبیر دبیرستان غیرانتفاعی شهید میرباقری

رامسر

چرا هواپیماها پرواز می کنند؟

بررسی مفاهیم فیزیکی در پرواز هواپیما از مواردی است که درک «کاربرد فیزیک در زندگی» را امکان پذیر می کند. در مقاله زیر یکی از این موارد را مطالعه می کنید...

کلید واژه‌ها:
هواپیما، پرواز، اصل برنولی.

بسیاری از فیزیکدانان در پاسخ به این پرسش که بال هواپیما چگونه کار می کند به توضیح معمولی براساس اصل برنولی می پردازند، ایده اصلی مبتنی بر خمیده بودن سطح بالایی بال و کمابیش مسطح بودن سطح پایینی بال است. هوا در برخورد با لبه جلویی بال هواپیما، به دو بخش تقسیم می شود. این دو بخش درباره در لبه پشتی بال به یکدیگر خواهند پیوست. چون مسافتی که هوا در سطح بالایی بال طی می کند بیشتر از سطح پایینی است، پس سرعت هوا در سطح بالایی باید بیشتر باشد. طبق اصل برنولی سرعت بیشتر، فشار کمتر را ایجاد می کند، بنابراین نیروی خالص رو به بالا بر بالها وارد خواهد شد. این استدلال ساده و منطقی به نظر می رسد. اما غلط است. می دانیم که این استدلال باید غلط باشد چرا که اگر این چنین توجیهی صحیح باشد، چگونه هواپیماها می توانند واژگونه پرواز کنند؟ پس چه عاملی با وارد کردن نیرو به بال سبب بالا رفتن هواپیما می شود؟ معلوم شده است که تمام آنچه نیاز داریم انحراف جریان هوا به سمت پایین، به واسطه برش عرضی بال است خمیدگی خط جریان بال کلید این معما است. قایقی بادبانی را در نظر بگیرید و برای یک لحظه دکل آن را نادیده بگیرید. بادبان را می توان بالی عمودی در نظر گرفت. بادبان به خوبی قایق را پیش می برد، اما شکل آن هیچ شباهتی به بالهای معمولی هواپیما ندارد. مسافتی که جریان هوا در دو سوی بادبان می پیماید با هم فرق ندارند، بنابراین توضیح اصل برنولی که بر تفاوت مسافتها استوار است در اینجا به کار نمی آید. در عین حال، بادبان به این دلیل ساده که جریان هوا را خمیده می کند کارایی زیادی دارد. با بررسی این پدیده، رابطه ای ساده میان خمیدگی جریان هوا


و تغییرات فشار (عمود بر جریانهای خطی) خواهیم یافت: $\frac{dp}{dn} = \rho \frac{v^2}{R}$ ، که n مختصه عمود بر خطهای جریان p ، چگالی هوا، v سرعت هوا و R شعاع خمیدگی است. علامت این رابطه به گونه ای است که شاهد کاهش فشار

به طرف داخل منحنی جریان هوا خواهیم بود این موضوع سبب کاهش فشار

در بخش کوژ بال هواپیما و افزایش فشار در بخش آن خواهد شد.

در واقع، بالهای خمیده نازک مانند بادبان قایق، انتخابی ایده آل

برای ایجاد خمیدگی در خط جریان ایده آل اند. بالهای پرنندگان نیز



می خواهند چنین باشند. این برای این هواپیما انتخابی جالب نیست؛ بال‌های خمیده نازک با نیازهای ساختاری سازگار نیستند، و علاوه بر این حجم مفید لازم برای ذخیره سوخت را ندارند. خوشبختانه هر شکلی که در جریان هوا خمیدگی به وجود آورد، حتی یک بال متقارن، می‌تواند نیروی بالا بر تولید کند. تمام آنچه باید انجام دهیم، انتخاب مناسب «زاویه حمله» لبه جلویی بال بر جریان هوا است: اگر بال کمی رو به بالا شیب‌دار شود، سطح بالایی آن با همان کارآمدی بال خمیده نازک در خط جریان خمیدگی تولید می‌کند، این امر سهمی زیادی در بالا رفتن هواپیما خواهد داشت. در زیر بال، نواحی با حالت‌های دیگری از خمیدگی وجود دارد که اثر خالصی را به وجود می‌آورند که نزدیک به صفر است.

لذا برای یک بال متقارن، میزان نیروی بالا بر - مثبت یا منفی - صرفاً مسئله تنظیم زاویه حمله در برخورد با جریان هوا است که در محدوده‌ای مشخص قرار دارد. ... و حالا پرواز واژگون با هواپیما هم چون آب خوردن است، البته اگر تمایل داشته باشید!

L.J. F (JO) Hermans @ <http://www.europhysicsnew.org> or <http://dx.doi.org/10.1051/epn/2009705>