

پرندگان آهنین

آشنایی با دانش و فناوری انواع هواپیما، موشک، ماهواره و فضاپیما



از زمین تا فضا

آشنایی با دانش و فناوری هوافضا

نویسنده: عباس خراباف

ویراستار تخصصی: دکتر محمد رحیم

ویراستاران متن: افسانه حجتی طباطبائی، علیرضا باقری جبلی

تصویرسازی سه بعدی و رتوش تصاویر: الهام محبوب

سرشناسه:
عنوان و نام پدیدآور:
مشخصات نشر:
مشخصات ظاهری:
شابک:
وضعیت فهرست‌نویسی:
موضوع:
رده‌بندی کنگره:
رده‌بندی دیویی:
شماره کتابشناسی ملی:

خاراباف، عباس، ۱۳۶۴ -
پرنندگان آهنین (آشنایی با دانش و فناوری انواع هواپیما،
موشک، ماهواره و فضاپیما)
/ عباس خاراباف.
تهران: طلایی، ۱۳۹۲.
۱۵۲ ص.: مصور(رنگی)؛ ۲۲×۲۸ س.م.
۵ - ۳۵ - ۶۲۲۹ - ۶۰۰ - ۹۷۸
فپا
هوا فضا-- به زبان ساده
۱۳۹۲ خ ۲ / ۵ / ۹۷۱۱ HD
۳۳۸ / ۴۷۶۲۹۱ ج
۳۴۰ ۲۴۰۸



نشر طلایی

پرنندگان آهنین
مدیر تولید و برنامه‌ریز: کاظم طلایی



نویسنده: عباس خاراباف
ویراستار تخصصی: دکتر محمد رحیم
ویراستار علمی: مجید عمیق
ویراستاران متن: افسانه جنتی طباطبائی، علیرضا باقری جبلی
تصویرگر و رتوش تصاویر: الهام محبوب
صفحه‌آرا: آرش جهانگیری
نمایه: علیرضا باقری جبلی
حروف‌چین: مرضیه افشاری‌پور
گرافیک جلد: کاظم طلایی



لیتوگرافی: ندای دانش
چاپ: پنج رنگ
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
چاپ اول: اسفند ماه ۱۳۹۲
شابک: ۵ - ۳۵ - ۶۲۲۹ - ۶۰۰ - ۹۷۸
تلفن: ۶۶۴۱۵۲۳۳، ۶۶۴۸۳۰۶۶، ۰۲۱-
تلفن همراه: ۰۹۱۲۶۰۱۶۴۱۹
www.talaee.ir
nashre.talaee@gmail.com
info@talaee.ir

همه حقوق چاپ و نشر کتاب «پرنندگان آهنین» برای نشر طلایی محفوظ است.
هرگونه بهره‌برداری از این اثر به اجازه کتبی ناشر نیاز دارد.



در این کتاب تلاش بر این بوده است که مهندسی هوافضا و علوم و فناوری‌های مرتبط با آن به زبانی ساده و کامل ارائه شود. همچنین اطلاعاتی دقیق و خواندنی دربارهٔ هواپیماها، موشک‌ها، فضاپیماها، ماهواره‌ها و سایر وسایل پرنده و نحوهٔ کارکردن آن‌ها در اختیار شما خوانندگان عزیز قرار گیرد و درک مسائل مهم مربوط به علم پرواز و وسایل پرنده با تکیه بر تصاویر و رعایت معیارهای متون آموزشی، برای شما آسان‌تر شود.

فصل‌های این کتاب بر اساس واحدهای آموزشی مهندسی هوافضا در دانشگاه‌های معتبر ایران و جهان و همچنین دوره‌های تخصصی آموزش مهندسی هوافضا در سراسر جهان تألیف شده است. هر فصل شامل چندین زیربخش است که بر پایهٔ الگویی منظم در متن گنجانده شده است. در هر بخش واژه‌های تخصصی به زبانی بسیار ساده تشریح شده‌اند و در کنار آن‌ها اطلاعات تکمیلی بسیاری ارائه شده است. کتاب پرندگان آهنین را می‌توان مرجعی مناسب در زمینهٔ علم پرواز و وسایل پرنده دانست.

فهرست

از تولّد موشک‌ها تا عصر فضا	۶
گاه‌شمار پرواز	۲۰
از جوّ زمین تا فضا	۲۲
لباسی برای سیّارهٔ آبی	۲۴
مرزهای جو	۲۶
فضا دقیقاً کجاست؟	۲۸
مسیری در فضا	۳۰
مکانیک مداری	۳۲
چندراهی فضا	۳۴
در نزدیکی زمین	۳۸
زباله‌های فضایی	۴۰
آیرویدینامیک و مکانیک پرواز	۴۲
آیرویدینامیک	۴۴
اجسام دوکی ارزشمند	۴۶
بالاتر از صوت	۴۸
مانور هواپیماها	۵۲
فرمان هواپیما	۵۴
حفظ تعادل در آسمان	۵۶
آشنایی با سامانه‌های هوایی	۵۸
هواگرد	۶۰
هواپیما	۶۴
هواگردهای نظامی	۶۶
هواگردهای غیرنظامی	۶۸
بالگرد	۷۰
آشنایی با سامانه‌های فضایی	۷۲
پرنده‌های فضایی	۷۴
قمر مصنوعی	۷۶
ماهواره در خدمت بشر	
درون یک ماهواره	
زمین تا فضا، فضا تا زمین	
خانه‌های آسمانی	
تکامل ایستگاه‌ها	

مسیریابی از فضا	۷۸
موشک‌ها و وسایل پرتابی	۸۲
استوانهٔ سریع	۸۴
بخش‌های اصلی موشک	۸۶
موشک‌های راهبردی	۸۸
وسیلهٔ پرتاب فضایی	۹۰
جایی برای فضایی شدن	۹۲
کنترل موشک‌ها	۹۶
سامانه‌های پیش‌رانش هوافضایی	۹۸
تنفس موتور از جو	۱۰۰
سریع و سریع‌تر	۱۰۲
لوله‌های جادویی	۱۰۴
موتورهای ترکیبی	۱۰۶
موتور بدون توقف	۱۰۸
سوخت جامد	۱۱۰
موتور کنترل‌شونده	۱۱۲
سوخت مایع	۱۱۶
سوخت جامد و مایع در کنار هم	۱۱۸
سامانه‌های هوافضایی پیشرفته	۱۲۰
سفرهای هوایی آینده	۱۲۲
راکت‌های آینده	۱۲۴
نور فضاپیماها را می‌راند	۱۲۶
کشتی‌های فضایی آینده	۱۳۰
حرکت با واکنش‌های دما بالا	۱۳۲
هواگرد غول‌پیکر آینده	
آشنایی با مهندسی هوافضا	
مهندسی هواگردها	
از دانشگاه تا بازارکار	
سامانه‌های هوافضایی ایرانی	
واژه‌نامه	
نمایه	



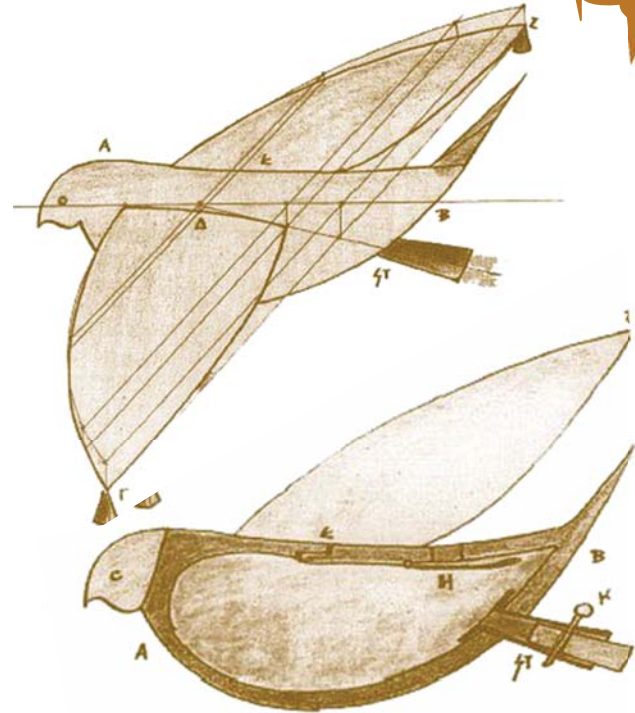




کبوتر چوبی آرچیتاس و گوی هیرو

تقریباً ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در شهر «تارنتوم» در جنوب ایتالیای امروزی، نمایش «کبوتر چوبی آرچیتاس» در حضور ده‌ها نفر برگزار شد؛ یک کبوتر چوبی که به یک سیم آویزان بود و با خروج بخار به جلو رانده می‌شد. این نمایش تماشاچیان را هیجان‌زده کرده بود و همه با تعجب دربارهٔ نیرویی که باعث حرکت کبوتر می‌شد، صحبت می‌کردند. دلیل حرکت کبوتر چیزی جز قانون «عمل و عکس‌العمل» نیوتن نبود؛ البته در آن زمان نیوتن هنوز به دنیا نیامده بود! کبوتر چوبی آرچیتاس نقطهٔ آغازی بر نیروی پیش‌رانش موشکی شد؛ همان نیرویی که امروزه موشک‌های غول‌پیکر را به فاصله‌های بسیار دور هدایت می‌کند.

درست ۳۰۰ سال بعد «هیرو آو الکساندریا»، ریاضی‌دان و مخترع یونانی، گویی کروی را بالای یک ظرف آب نصب کرد و آب را جوشاند. بخار به داخل گوی هدایت می‌شد و خروج آن از لوله‌های کوچکی که در جهت‌های عکس روی گوی نصب شده بودند، گوی را می‌چرخاند. جالب است بدانید که اغلب همین وسیلهٔ ساده را نیای موتورهای جت امروزی می‌دانند.



نگاهی به تاریخ پرواز و وسایل پرنده

از تولد موشک‌ها تا عصر فضا

انسان همواره آرزوی پرواز را در سر می‌پرورانده است. آثار نوشتاری و غیرنوشتاری به جا مانده حاکی از آن‌اند که او شیفتهٔ پرواز بوده و برای تحقق بخشیدن به این رویای خود بسیار تلاش کرده است.

۱۲۳۲

در نبرد بین چینی‌ها و مغول‌ها در سال ۱۲۳۲ میلادی، چینی‌ها برای دفع متجاوزان مغولی، بارانی از «پیکان‌های پرندهٔ آتشین» را بر سر آن‌ها فرو ریختند. این پیکان‌ها لوله‌هایی توخالی بودند که یک سر آن‌ها بسته و سر دیگرشان باز بود. داخل این لوله‌ها را با باروت پر می‌کردند و آن‌ها را به یک تکه چوب دراز متصل می‌کردند. بعد از آتش زدن باروت بر اثر خروج سریع گازهای پرنانژی از طرف باز لوله، پیکان پرتاب می‌شد. این پیکان‌ها نوعی موشک سوخت جامد بوده‌اند.

۱۲۱۹

نخستین کسی که پرواز را از نظر علمی مطالعه کرد، کشیش انگلیسی «راجر بیکن» بود. او معتقد بود که هوای اطراف ما مانند دریاست و بالون پر از هوا مانند قایقی که روی آب شناور می‌ماند، در هوا به راحتی به پرواز درمی‌آید. البته به شرط اینکه آن را از گاز اتر پر کنیم. ما به درستی نمی‌دانیم که منظور راجر بیکن از گاز اتر چه بوده است. با این حال، هنوز عدهٔ زیادی او را ستایش می‌کنند؛ زیرا کاربرد بالون را در پرواز او معرفی کرده است.

گاه‌شمار پرواز





تولد موشک‌ها

زمان نخستین استفاده از موشک‌های واقعی به طور دقیق معلوم نیست و ملت‌های مختلف داستان‌های متفاوتی در این زمینه دارند. مثلاً می‌گویند که در قرن اول میلادی، چینی‌ها نوعی باروت ساده داشتند که در جشن‌ها از آن استفاده می‌کردند. آن‌ها چوب‌های خیزران را از این باروت پر می‌کردند و داخل آتش می‌انداختند و بر اثر انفجار آن‌ها به هیجان می‌آمدند. احتمالاً بعضی از این چوب‌ها که قوی‌تر بوده‌اند منفجر نمی‌شده‌اند و به خاطر خروج گازهای حاصل از سوختن باروت، به اطراف آتش پرت می‌شده‌اند.

سپس چینی‌ها به این فکر افتادند که این چوب‌ها را به تیرهایشان وصل کنند و با کمان آن‌ها را پرتاب کنند. احتمالاً آن‌ها متوجه شده بودند که این تیرها شتاب بیشتری دارند. پس تصمیم گرفتند بدون استفاده از کمان، آن‌ها را پرتاب کنند و به این ترتیب، نخستین موشک‌ها متولد شدند.



عباس ابن فرناس

نخستین مسلمان و شاید اولین انسانی که به طور واقعی تلاش کرد تا یک ماشین پرنده بسازد، «عباس ابن فرناس» اهل قرطبه اسپانیا بود. او که در قرن سوم هجری می‌زیست، ابتدا به فراگیری طب و دارو سازی پرداخت و در علوم هیئت و ستاره شناسی، فیزیک و شیمی مهارت یافت.

قرن‌ها پیش از آنکه «لفوناردو داوینچی» طرح‌ها و نقاشی‌هایش را در زمینه پرواز ترسیم کند و نخستین پرواز «برادران رایت» تحقق پذیرد، عباس ابن فرناس به تجربیاتی از این قبیل دست زده بود. او که از پیش گامان امر پرواز است، حدود بیست سال برای تحقق رویای پرواز تلاش کرد و وقتی موفق به پرواز شد، حیرت و شگفتی اهالی قرطبه را برانگیخت. مردم از دیدن او در حال پرواز به وحشت افتادند.

عباس در هنگام پرواز بدنش را با وسیله‌ای دست‌ساز که او در جریان یکی از پروازهایش، در حالی که مسافتی را در آسمان پیموده بود، سقوط کرد و پشتش آسیب دید. پرواز موفق این دانشمند مسلمان در سال ۹۵۰ میلادی انجام شد. وسیله دست‌ساز او کاملاً بر پایه محاسبات هندسی بود.

بعدها عباس ابن فرناس در یک تحلیل علمی، دلیل سقوطش را تعبیه نکردن دقیق «دُم» در وسیله اختراعی خود اعلام کرد و این نشان‌دهنده توجه او به محاسبات پرواز است. اهمیت اقدام فرناس زمانی بیشتر آشکار می‌شود که بدانیم او یکی از دانشمندان بزرگ نجوم در جهان اسلام و نخستین کسی است که اقدام به ساخت قله‌نمای آسمانی کرده است. عباس ابن فرناس علاوه بر پرواز، نوآوری‌های دیگری نیز در سایر علوم داشته است.

۱۶۴۳

در سال ۱۶۴۳ میلادی «ترپچلی»، فیزیک‌دان و ریاضی‌دان ایتالیایی، ثابت کرد که هوا و همه گازها دارای وزن مخصوص‌اند. این کشف سرآغاز علم مکانیک هوا یا علم توازن و تعادل اجسام در هوا (و سایر گازها) بود. علم مکانیک هوا (یا همان آیرودینامیک) بر این اصل استوار است که جسم بنا به دلایلی می‌تواند در هوا و سایر گازها شناور باشد؛ مانند ماهی یا زیردریایی که در آب شناور است. پس از سال ۱۷۶۶ م. علم مکانیک هوا بسیار گسترش یافت و شیمی‌دان انگلیسی، «هنری کاوندیش»، گاز جدیدی را کشف کرد که از هوا سبک‌تر بود. بعدها «لاووازیه» این گاز را هیدروژن نامید.



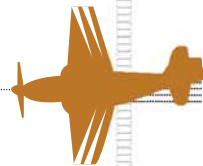
۱۳۰۰

طی قرن‌های ۱۳ تا ۱۵ میلادی آزمایش‌های موشکی زیادی انجام شد؛ از جمله راجر بیکن روی نوعی باروت کار کرد که بُرد راکت‌ها را افزایش می‌داد. در فرانسه، «جین فرویسارت» فهمید که اگر موشک از داخل یک لوله پرتاب شود، دقیق‌تر به هدف می‌خورد. بعدها «بازوکا» که نوعی موشک دوش پرتاب است، با استفاده از این ایده ساخته شد. «جوانز دی فونتانا» از ایتالیا هم نوعی از در را طراحی کرد که مثل موشک به جلو حرکت می‌کرد و کشتی‌های دشمن را به آتش می‌کشید.



۱۲۵۸

پس از حمله‌های موشکی چینی‌ها، مغول‌ها هم بیکار ننشستند و نوعی موشک درست کردند. آن‌ها در سال ۱۲۵۸ میلادی برای تصرف بغداد از موشک استفاده کردند و به این ترتیب، پای راکت به دنیای عرب باز شد. در سال ۱۲۶۸ عرب‌ها در جنگ هفتم صلیبی از راکت علیه نیروهای فرانسوی استفاده کردند.



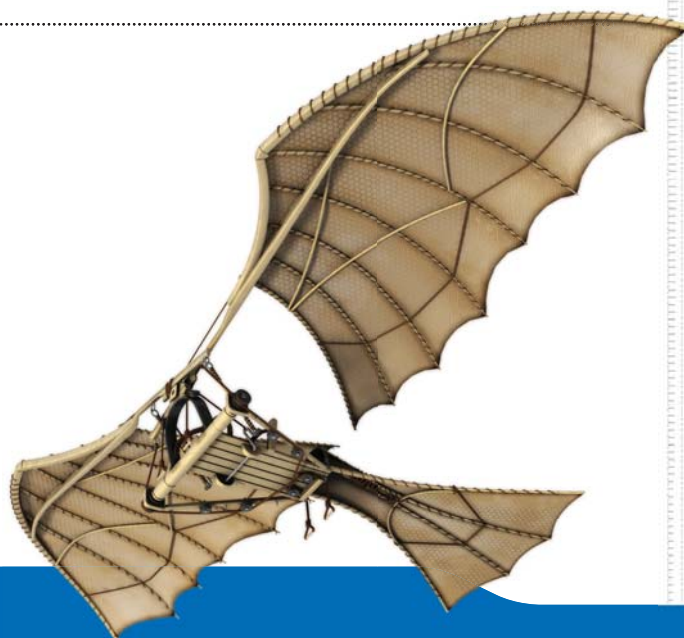
پرواز در افسانه‌ها

رویای پرواز تقریباً در میان همه اقوام دنیا وجود داشته است. در مصر باستان و بابل، گاو، شیر و حتی انسان را با بال نقاشی می کرده‌اند. افسانه‌های چین و یونان باستان، آمریکای لاتین «ازتک‌ها» و آمریکای مرکزی و قبایل سرخ‌پوست آمریکای شمالی «پروکنون»، همه نشان می‌دهند که مردم در همه جا رویای پرواز در سر می‌پرورانده‌اند. به روایت افسانه‌های یونانی «دَدالیوس»، مخترعی از اهالی آتن، نخستین انسانی بود که توانست پرواز کند. «میوس» شاه، دَدالیوس و پسرش «ایکاریوس» را در جزیره کرت زندانی کرده بود. دَدالیوس برای فرار بال‌هایی از موم ساخت که در آن پره‌های پرندگان را جاسازی کرده بود اما هنگامی که خیلی بالا رفت، خورشید موم‌ها را آب کرد و او در دریا افتاد و غرق شد. دَدالیوس پس از سقوط پسرش دیگر نتوانست به پرواز ادامه دهد و سرانجام صدها کیلومتر دورتر در جزیره سیسیل فرود آمد. به همین دلیل این دریا را دریای «ایکاریوس» نامیده‌اند.



داوینچی و طراحی پرنده مصنوعی

لئوناردو داوینچی، بزرگ‌ترین ریاضی‌دان قرن پانزدهم، نقاش، معمار، مجسمه‌ساز و مهندس زبردستی بود. او مطالعات خود را از پرواز پرندگان و جریان هوا شروع کرد و به این نتیجه رسید که پرندگان به علت تکان دادن بال‌ها (بال زدن) می‌توانند پرواز کنند. پس، انسان هم می‌تواند به همین گونه پرواز کند. از این رو، طرح پرنده مصنوعی را، که دارای بال‌های متحرک بود، رسم کرد. در این طرح می‌شد با استفاده از دست و پا، بال‌ها را به حرکت درآورد. «رابرت هوک» طبیعی‌دان انگلیسی، چنین دستگاهی را در سال ۱۶۶۰ ساخت و چندین بار آن را آزمایش کرد و معتقد بود که موفق هم شده است. او در یادداشت‌هایش نوشت که با مشکلات زیادی خود را در هوا ننگه داشته است. هوک نخستین کسی بود که اعلام کرد برای پرواز، پر لازم است ولی ضروری نیست. عده زیادی سعی کردند با وسیله پرنده هوک پرواز کنند ولی موفق نشدند. در اواخر قرن هفدهم، «بورلی» ایتالیایی ادعا کرد که انسان نمی‌تواند تنها باتکیه بر نیروی بدن خود پرواز کند.



۱۷۸۵

«ژان پیر بلاتشار» از معروف‌ترین کسانی است که با بالون به تمام نقاط اروپا سفر کرده‌اند. او در یکی از مهم‌ترین پروازهایش در ۷ ژانویه ۱۷۸۵ م. از روی کانال مانش پرواز کرد و نخستین پست بین‌المللی هوایی را افتتاح نمود. «هایمن کوته» که عضو ارتش انقلابی فرانسه بود، برای نخستین بار از بالون برای دیده‌بانی‌های نظامی استفاده کرد. او در سال ۱۷۹۴ م. در جنگ «فلوروس» اخبار جبهه را از بالون به ژنرال «ژوردن» اطلاع می‌داد.



۱۷۸۳

در ۱۹ سپتامبر ۱۷۸۳ م. «ژوزف و جک مونگلفیه» نخستین بالون را که یک اردک، یک گوسفند و یک خروس سرنشینان آن بودند، به هوا فرستادند. این بالون، که قطر آن ۱۲ متر و وزن آن در هوا در حدود ۲۳۰ کیلوگرم بود، اثبات کرد که امکان پرواز انسان به آسمان وجود دارد. این بالون سالم به زمین برگشت و پس از یک رشته آزمایش با بالون‌های بدون سرنشین، مقدمات برای پرواز بالون سرنشین‌دار فراهم شد. در ۲۱ نوامبر ۱۷۸۳ م. انسان برای نخستین بار با بالون پرواز کرد.



۱۷۷۹

در سال ۱۷۷۹ م. دانشجوی آمریکایی به نام «برایان آلن» موفق شد ۳۶ کیلومتر از شهر «فولک راستان» در انگلستان تا دامگاه «گرنیس» در فرانسه را طی ۲ ساعت و ۴۵ ثانیه با دوچرخه هوایی بپیماید. وی با رکاب زدن، پروانه چهارمتری دوچرخه هوایی‌اش را ۷۶ دور در دقیقه می‌چرخاند. آلن بسیار خسته شده بود اما چون شنا کردن نمی‌دانست، چاره‌ای نداشت جز آنکه مرتب رکاب بزند و از روی آب‌ها بگذرد.





❶ ناپدید شدن «وان هو» چینی و صندلی موشکی او

تا قرن ۱۷، کاربرد موشک اساساً به میدان جنگ و آتش‌بازی محدود می‌شد ولی بر اساس یک افسانه چینی، «وان هو» چینی از موشک برای حمل و نقل استفاده کرده است. او روی یک صندلی، که ۴۹ موشک کوچک به آن وصل شده بود، نشست و به دستیارانش دستور داد موشک‌ها را روشن کنند. در یک لحظه، انفجار مهیبی رخ داد و همه جا را دود و گرد و خاک فرا گرفت. پس از فرونشستن گرد و غبار، اثری از وان هو و صندلی او دیده نشد. کسی به درستی نمی‌داند که وان هو چه شد ولی به احتمال زیاد تکه‌تکه شده است!



❷ قانون‌های نیوتن و تکامل موشک‌ها

در قرن ۱۷ میلادی، نیوتن (۱۶۴۲-۱۷۲۷) سه قانون معروف خود درباره حرکت را وضع کرد. با استفاده از این قوانین، خصوصاً قانون سوم، طرز کار موشک‌ها به درستی شرح داده شد. سیر تکامل موشک‌ها به سرعت تحت تأثیر این قوانین قرار گرفت؛ به طوری که در سال ۱۷۲۰ میلادی «ویلیم گرواساند» هلندی ماشین‌هایی ساخت که برای جلو رفتن از نیروی حاصل از خروج بخار استفاده می‌کردند. همچنین آزمایش‌هایی روی موشک‌هایی با نیروی پیش‌ران (تراست) بالا در آلمان و روسیه شروع شد. در برخی از این آزمایش‌ها، پیش از بالا رفتن موشک بر اثر خروج گاز چاله‌های بزرگی روی زمین به وجود می‌آمد.

❸ ۱۸۶۵

در سال ۱۸۶۵ م. مهندس فرانسوی، «چارلز دلوویه»، اولین طرح موتور جت را تهیه کرد ولی جت یک‌باله او اصلاً ساخته نشد. بعدها «بولتر» و «ادوارد» انگلیسی نیز چنین موتوری را طراحی کردند. آنان می‌خواستند هواپیمای سه‌باله‌ای با موتور جت بسازند ولی چون در آن زمان تصور بر این بود که هر جسمی که از هوا سنگین‌تر باشد نمی‌تواند پرواز کند، موفق به ساختن آن نشدند. نخستین پرواز موفقیت‌آمیز با هواپیمای جت موسوم به «هنگل-ای.ای ۱۷۸» در ۲۷ آگوست ۱۹۳۹ م. در آلمان انجام شد.

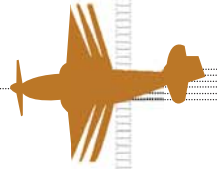
❹ ۱۸۵۲

در ۲۴ سپتامبر ۱۸۵۲ م. تقریباً ۷۰ سال پس از آنکه برادران مونگلفیه نخستین بالون را در شهر لیون به پرواز درآوردند، مهندس «هانری ژیفارد» فرانسوی نخستین کشتی هوایی را، که از گاز زغال پر شده بود، ساخت. این کشتی استخوان‌بندی نداشت و به شکل سیگار بود. ۴۴ متر طول داشت و یک موتور بخار به قدرت سه اسب، پروانه آن را می‌چرخاند. همچنین، به علت اینکه سرعتش کم بود (۸ کیلومتر در ساعت)، به هنگام باد شدید نمی‌توانست به جلو حرکت کند و باد آن را به عقب می‌راند.

❺ ۱۸۴۲

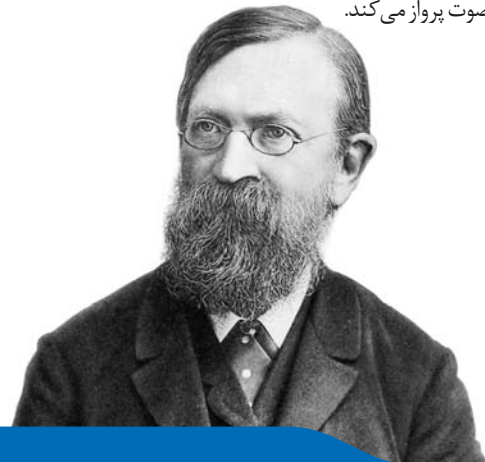
نخستین طرح‌های هواگرد موتوردار متعلق به «ویلیام ساموئل هنسون» است. وی هواگرد خود را در ۲۹ سپتامبر ۱۸۴۲ م. طراحی کرد. باید اعتراف کرد که جزئیات سازه این طرح بسیار بهتر از هواگردهایی بود که طی سال‌های ۱۹۰۷ تا ۱۹۱۰ ساخته شدند. هنسون در ۱۸۴۲ میلادی آزمایش‌هایی را روی نمونه‌ای کوچک از طرح خود انجام داد و در ۱۸۴۴ به کمک دوستانش نمونه بزرگی را ساخت که در آن کلیه جزئیات رعایت شده بود. این وسیله در ۱۸۴۷ م. در آزمایش شکست خورد و اکنون در موزه علوم لندن نگهداری می‌شود.





عدد ماخ

یکی از نخستین کسانی که خاصیت موجی صوت را کشف کرد، «ارنست ماخ» فیزیک‌دان اتریشی بود. ماخ در سال ۱۸۷۰ م. از اجسام در هوا عکس‌های گوناگون گرفت. او متوجه شد که اجسام در حال پرواز وقتی به مولکول‌های هوا برخورد می‌کنند، موج‌های مرتعشی به وجود می‌آورند. هواپیمای در حال پرواز هم این موج‌ها را ایجاد می‌کند. وقتی سرعت هواپیما به سرعت صوت می‌رسد، این امواج دیواری از هوای فشرده به وجود می‌آورند. هنگامی که سرعت هواپیما از سرعت صوت بیشتر می‌شود، این دیوار را می‌شکند و در نتیجه، صدای بسیار بلندی به وجود می‌آید. در گذشته، هواپیماهایی که با سرعت مافوق صوت حرکت می‌کردند، دچار لرزش و تکان بسیاری می‌شدند و به این ترتیب، خلبان هم نمی‌توانست حرکت دست خود را کنترل کند. دانشمندان این پدیده را بررسی کردند و به علت آن پی بردند. ارنست ماخ نخستین کسی بود که متوجه این موضوع شد. به همین دلیل، واحد اندازه‌گیری سرعت هواپیما را با عدد ماخ، که به نام اوست، می‌سنجند. سرعت صوت در نزدیکی زمین ۳۴۰ متر در ثانیه یا ۱۲۲۴ کیلومتر در ساعت است. بنابراین، سرعتی که برابر با ۱۲۲۴ کیلومتر در ساعت باشد، یک ماخ است. در ارتفاع ۱۰۷۰۰ متری، که دما تقریباً ۵۴- درجه سانتی‌گراد و سرعت صوت ۲۹۶ متر در ثانیه است، یک ماخ ۱۰۶۷ کیلومتر در ساعت است. بنابراین، هنگامی که می‌گویند هواپیمایی با سرعت ۲ ماخ در حال پرواز است، یعنی با سرعتی دو برابر سرعت صوت پرواز می‌کند.



بالون هیدروژنی

در سال ۱۷۸۳ «ژاک شارل»، فیزیک‌دان فرانسوی و هم‌وطن او «ام.ان. روبیر» با نخستین بالون، که از هیدروژن پر شده بود، به هوا رفتند. آن‌ها کیسه ابریشمی این بالون را با پوششی کاتوچویی پوشانده و آن را از گاز هیدروژن پر کرده بودند. این بالون خیلی سریع‌تر از محل پرواز در شهر «نل» به زمین نشست. هنگامی که «روبر» از بالون پیاده شد، بالون که وزنش کم شده بود تا ارتفاع ۲۷۵۰ متری بالا رفت و همین باعث ترس و وحشت شارل شد. از آن پس، مدت‌ها برای پرواز از همین بالون‌ها استفاده می‌شد که به بالون‌های شارل معروف بودند و آن‌ها را از گاز هیدروژن پر می‌کردند؛ چرا که گاز هیدروژن چهارده مرتبه از هوا سبک‌تر است. مثلاً هوای داخل بالونی که یک متر قطر دارد، ۶۷۲ گرم است؛ در صورتی که وزن گاز هیدروژن در همان بالون ۴۸ گرم است.

۱۸۹۰

«کلان آدر»، مهندس فرانسوی، در ۱۹ آوریل ۱۸۹۰ م. هواگرد موتوردار را با جزئیات بسیار کامل تر و به نام «آویون» طراحی کرد که بی‌نهایت پیچیده، اما تقریباً منطقی بود. آدر در اکتبر ۱۸۹۰ م. هواگرد خود را به دور از چشم مردم آزمایش کرد. این هواگرد که حامل مخترع خود بود، از زمین برخاست و ۵۰ متر را در آسمان درنوردید. تلاش‌های آدر سرانجام به ساخت «آویون-۳» منجر شد که مورد توجه وزارت جنگ وقت قرار گرفت. مسئولان امکانات زیادی در اختیار او قرار دادند تا بتواند هواگردی بسازد که در هوا به خوبی پرواز کند.



۱۸۹۰

در سال ۱۸۹۰ م. «ویکتور تاتین» فرانسوی و هم‌وطنش، پروفیسور «چارلز ریچه»، یک مدل هواگرد یک‌باله با موتور بخار را آزمایش کردند. دو ملخ، یکی در جلو و یکی در پشت بدنه، هواگرد را به حرکت درمی‌آورد. این هواگرد بر روی زمین شیب‌داری به طول ۴۲ متر به حرکت در آمد و از زمین برخاست. پرواز با موفقیت آغاز شد اما دم در حین پرواز حالت خود را از دست داد و هواگرد در دامنه تپه‌ای که از آن برخاسته بود، سقوط کرد.



۱۸۸۳

در سال ۱۸۸۳ م. «گوپیل» فرانسوی، مهندسی که اقدامات چشمگیری در امر هوانوردی انجام داده بود، هواگرد یک‌باله‌ای ساخت و آن را آزمایش کرد. او در سال بعد طرحی را ارائه کرد که بدنه‌ای کشیده و دوکی شکل داشت و در جلو آن یک ملخ نصب شده بود. هواگرد به کمک این ملخ می‌توانست در هوا به سمت جلو حرکت کند. البته این طرح هیچ‌گاه به اجرا در نیامد.

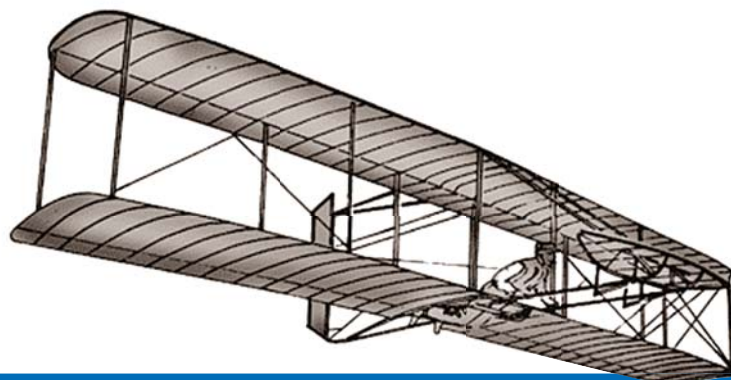
زیپلین



تکامل کشتی هوایی صُلب (با استخوان بندی)، به طور عمده نتیجه کار دانشمند آلمانی «زیپلین» بود. نخستین کشتی او در ۲ ژوئیه ۱۹۰۰ م. از کنار دریاچه‌ای برخاست. اسکلت داخلی کشتی‌های هوایی قدیمی‌تر چندان محکم و مقاوم نبود و شکل آن‌ها بر اساس فشار گازی که داخل کیسه پر گاز کشتی وجود داشت، تغییر می‌کرد. به این ترتیب، کشتی هوایی از کیسه‌ای پر از گاز و اتاقک و پروانه‌ای که در زیر آن بود، تشکیل می‌شد و البته به اندازه کافی استحکام نداشت، زیپلین به این نتیجه رسید که کشتی‌های هوایی کارآمد را نمی‌توان بدون داشتن شکل یا چارچوبی (همان استخوان بندی) که می‌توانست محافظ شکل محفظه آن باشد، ساخت. او نخستین کسی بود که توانست کشتی هوایی صلب بسازد. به همین دلیل، مردم همه کشتی‌های هوایی را زیپلین نامیدند. طول نخستین کشتی هوایی زیپلین به نام «ال. زد-۱» ۱۲۸ متر بود. این کشتی صلب بود و پارچه نازکی روی آن کشیده شده بود. در زیر آن اتاقی برای مسافران وجود داشت. دو موتور با قدرت ۱۵ اسب آن را به حرکت درمی‌آوردند و سرعت پرواز آن ۳۳ کیلومتر در ساعت بود. پس از آن، چند زیپلین در اندازه‌ها و کارکردهای مختلفی ساخته شدند اما به دو علت این کار ادامه نیافت؛ اول اینکه بیشتر زیپلین‌ها از گاز هیدروژن، که بسیار سریع مشتعل می‌شد، پر شده و بنابراین خیلی خطرناک بودند. دوم آنکه تهیه هلیوم، بسیار گران تمام می‌شد و به همین دلیل نمی‌شد از آن استفاده کرد. هلیوم گاز سبک و غیرقابل اشتعالی است که آلمانی‌ها کشف کرده بودند و جایگزین خوبی برای هیدروژن بود.

اختراع هواپیما

نزدیک به سیصد سال پیش، برادران مونگلفیه برای نخستین بار به رویای انسان درباره پرواز با هواگرد بال ثابت جامه عمل پوشاندند؛ هر چند که موجود، پیش از آنان کسانی توانسته بودند (با هواگردهای بال زن) پرواز کنند. بنابراین، می‌توانیم آن‌ها را نخستین مهندسان هوافضای دنیا بدانیم! اما اینکه چرا برادران رایت به عنوان نخستین مخترعان هواپیما معرفی شده‌اند، خود حکایت دیگری دارد. به طور خلاصه، می‌توان گفت برادران رایت نخستین هواپیمای موتوردار قابل کنترل را طراحی و اختراع کرده‌اند.



۱۸۹۸

در سال ۱۸۹۸ میلادی، یک معلم روسی به نام «کنستانتین سالکوفسکی» ایده کاوش فضا به کمک موشک‌ها را مطرح کرد. او در رساله‌ای که در سال ۱۹۰۳ م. منتشر کرد، طرح استفاده از سوخت مایع برای راکت‌ها را پیشنهاد کرد و گفت که با آن می‌توان به برد بیشتری رسید. این رساله که با عنوان «کاوش فضای کیهانی با دستگاه‌های عکس‌العملی» منتشر شد، نخستین کار علمی انجام گرفته در زمینه سفرهای فضایی است. سالکوفسکی در این رساله همچنین گفته بود که سرعت گازهای خروجی سرعت و برد موشک را معین می‌کند. او را به خاطر همین ایده‌ها، پژوهش‌ها و دیدگاه گسترده، پدر علم فضاوردی نوین نامیده‌اند.



۱۸۹۶

در سال ۱۸۹۶ م. «ساموئل پیرپوینت لانگلی» هواگردی با موتور بخار ساخت و آن را «آیرودرام ۵» نامید. او در ششم ماه مه ۱۸۹۶ با این هواگرد مسافتی طولانی را پرواز کرد و سپس به راحتی فرود آمد. وی سپس یک موتور دو سیلندر به قدرت ۱ اسب بخار به هواگرد خود وصل کرد. این موتور دو ملخ، یکی در پشت و یکی در جلو بدنه، را به حرکت درمی‌آورد. لانگلی در شانزدهم ماه مه ۱۸۹۶ با این هواگرد در مسافتی دورانی به قطر ۹۱ متر، در هوا گردش کرد.



۱۸۹۱

«اتولیلینتال» در سال ۱۸۹۱ م. در شهر «آنکلام» آلمان موفق شد برای نخستین بار با هواپیمایی بدون موتور پرواز کند. او و برادرش با مطالعه پرواز پرندگان متوجه شدند که آن‌ها بر خلاف باد هم می‌توانند پرواز کنند. آن دو این را هم آزمایش کردند و با ساختن هواپیماهای یک‌باله و دوباله بیش از دو هزار بار پرواز کردند. سپس اتولیلینتال تصمیم گرفت هواپیمای موتوردار بسازد که سکان نیز داشته باشد. زمانی که او هواپیمایش را به پرواز درآورد، باد شدیدی می‌وزید؛ به طوری که هواپیما تعادل خود را از دست داد و پس از چند لحظه پرواز سقوط کرد. در این حادثه، اتولیلینتال هم جانش را از دست داد.