



بسم الله الرحمن الرحيم

موضوع : آیرودینامیک موشک

سید محمد علی واردی

دانشکده مهندسی هوافضا

بهار ۱۳۹۳



فهرست مطالب:

□ مفاهیم آیرودینامیک

□ تاریخچه موشک

□ مباحث مربوط به موشک (اجزا و نقاط - پایداری - جرم)

□ سوال : چرا دماغه ی برخی از موشک ها پخ است ؟



تعریف واژه آیرودینامیک

❖ واژه **آیرودینامیک** معمولا برای مسایل مربوط به پرواز و موضوعات دیگر در

رابطه با جریان هوا مورد استفاده قرار می گیرد .
لودیک پرانتل - ۱۹۴۹

❖ **آیرودینامیک**: دینامیک گاز ها، به ویژه تداخل اتمسفر با اشیا در حال حرکت .

لغت نامه انگلیسی هریتیج امریکایی - ۱۹۶۹

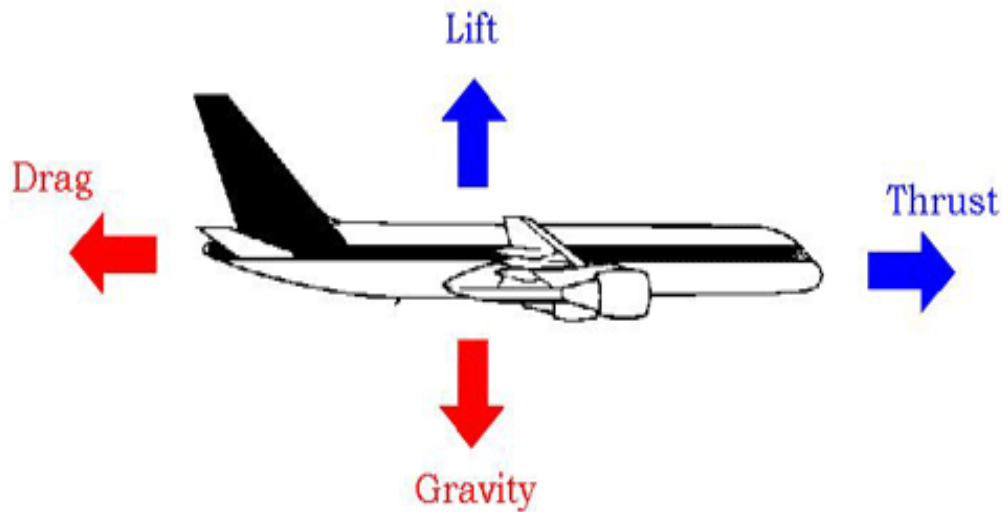


تخمین نیروها ، گشتاورها و انتقال حرارت وارد به
جسم در حال حرکت در یک سیال (معمولا هوا)

تعیین حرکت جریان در مجراها

هدف آیرودینامیک :

نیروهای مورد بحث آیرودینامیک :





تاریخچه موشک :

اولین بار در جنگ بین چینی ها و مغول ها در سال ۱۲۳۲ میلادی از موشک واقعی استفاده شده است .

موشک های استفاده شده در جنگ "کای کنگ" متشکل از لوله ای بود که یک طرف آن بسته بود و داخل آن باروت قرار داشت و طرف دیگر لوله باز بود و این لوله به چوب بلندی (به عنوان سیستم هدایت) متصل بود .

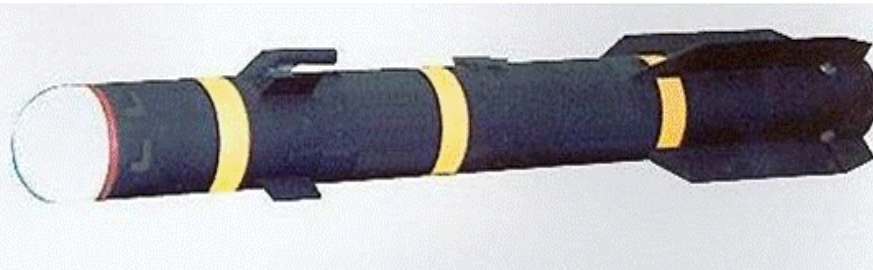
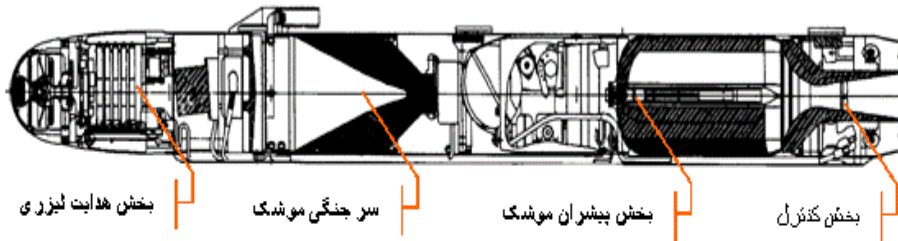
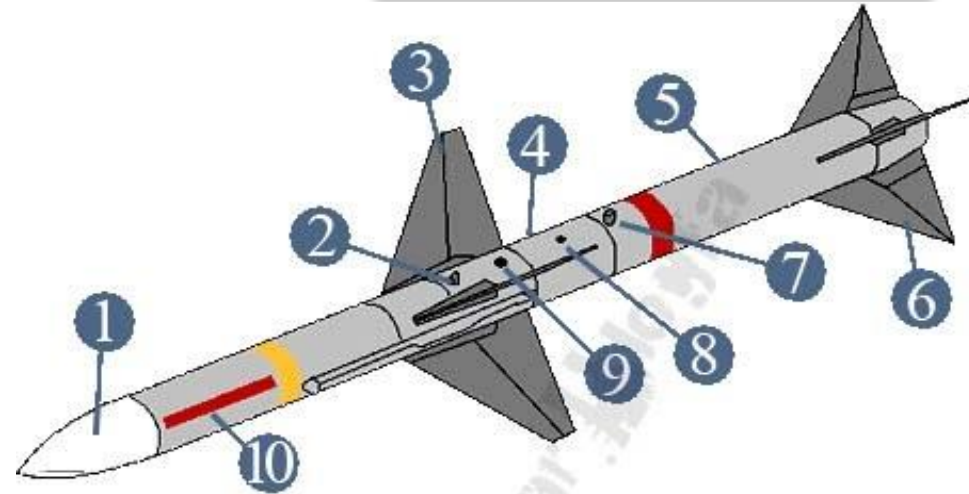
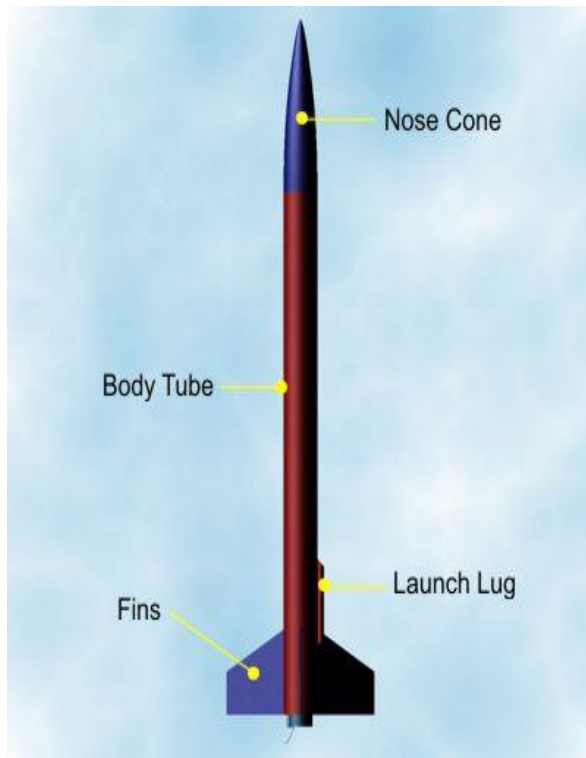
در حالیکه بیش از دو هزار سال از ساخت موشک ها و وسایلی که با نیروی محرکه موشک کار می کنند ، می گذرد ولی تنها "کمتر از سیصد سال" است که محققین به طور علمی چگونگی کارکرد آن را می دانند .

علم مربوط به موشک با چاپ کتابی در سال ۱۶۸۷ توسط "نیوتن" آغاز گشت .

بیان دیگری از قانون دوم نیوتن : هر چه سوخت بیشتری مصرف شود و گازهای حاصله سریعتر از موتور خارج شوند ، نیروی موتور هم بیشتر می شود .

مثال

اجزای مختلف موشک :

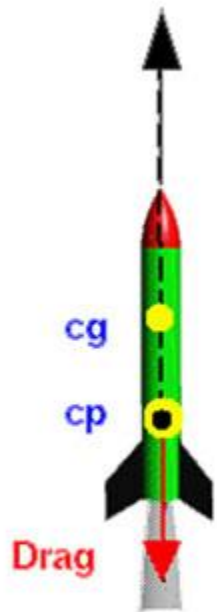


نمایی از ساختمان موشک هوا به زمین هلفایر

- ۱- Radome : پوشش پلاستیکی آنتن رادار
- ۲- Forward suspension lug : گیره جلویی (جهت نصب در زیر بال هواپیما)
- ۳- Wings : بالها
- ۴- Control section : بخش کنترل کننده
- ۵- Rocket motor : پیشرانه
- ۶- Fins : بالچه های دم
- ۷- Aft suspension lug : گیره انتهایی (جهت نصب در زیر بال هواپیما)
- ۸- Connector : بست

۱۰- Guidance section : بخش هدایت کننده

Flight Direction



Stable

نقاط و محور های مختلف موشک :

موشک در زمان پرواز باید پایداری داشته باشد ؛ موشک پایدار موشکی است که دارای پرواز صاف و یکنواخت باشد .

عمل چرخش در اجسام پرنده راهی برای رسیدن به پایداری در پرواز است .

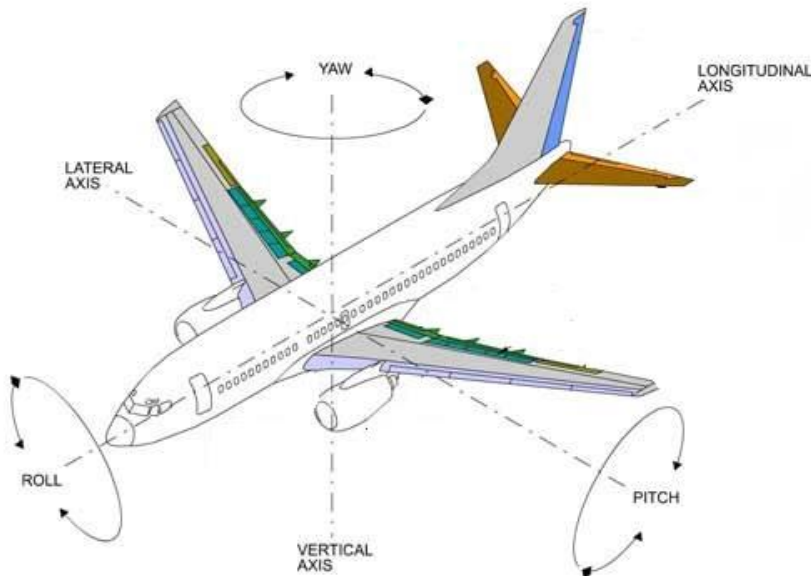
در حین پرواز سه محور برای پرنده در نظر گرفته می شود که این سه محور از مرکز جرم آن می گذرد .

چرخش حول محور رول برای تعادل موشک است ، اما چرخش حول دو محور دیگر سبب انحراف پرنده می شود .

علاوه بر مرکز جرم ، نقطه با اهمیت دیگری به نام مرکز فشار در موشک وجود دارد .

مرکز فشار به بخشی که از سطح بیشتری برخوردار است ، نزدیک تر است .

در موشک بسیار اهمیت دارد که مرکز فشار نزدیک به دم و مرکز ثقل نزدیک به نوک باشد .

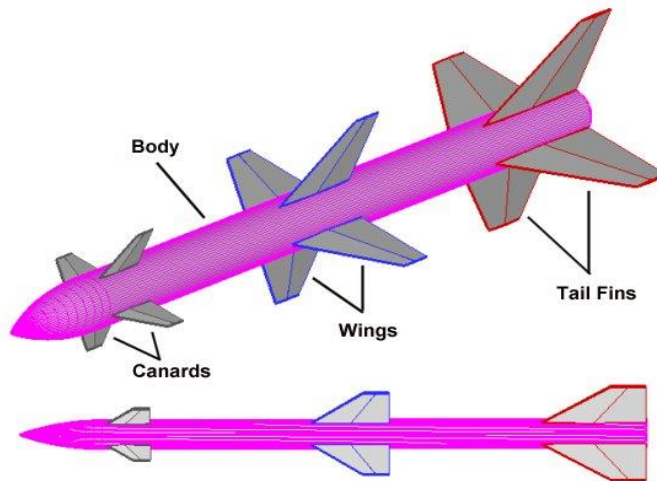




پایداری موشک :

سیستم های کنترل ، پایداری موشک را در زمان پرواز حفظ می کنند .

در حقیقت اجزا ثابت موشک هستند که بر روی بدنه نصب شده اند .



ثابت

کنترل موشک :

اجزای متحرکی که در حین پرواز موجب پایداری شده و موشک را در مسیر مشخص هدایت می کنند .

فعال



جرم موشک :

برای بلند شدن موشک از سکوی پرتاب و ادامه ی مسیر خود ، جرم موشک از اهمیت خاصی برخوردار است .

جرم کل در طراحی موشک ایده آل می بایست به صورت زیر باشد :

- سوخت موشک
۹۱ درصد
- مخازن سوخت و موتورها و سایر اجزا
۳ درصد
- حمل بار
۶ درصد

طراحان موشک برای تعیین بهره وری در طراحی موشک از فرمول زیر استفاده می کنند :

$$\text{جرم سوخت} = \text{کسر جرم} \times \text{جرم کل}$$



مقدار عددی کسر جرم

در یک موشک ایده آل

۰/۹۱

هر چه مقدار این کسر بزرگتر باشد ، مقدار باری که موشک می تواند حمل کند کمتر است .
هر چه مقدار این کسر کمتر باشد ، برد آن کمتر می شود .

مقدار عددی کسر جرم

در شاتل فضایی

۰/۸۲

برای موشک های عظیم الجثه راه حلی وجود دارد که توسط شخصی به نام "شمیتلب" در قرن ۱۶ میلادی ابداع گردید .

وی راکت های کوچکتر را بالای راکت های بزرگتر قرار می داد ، وقتی سوخت راکت بزرگتر به پایان می رسید از راکت اصلی جدا می شد و راکت کوچکتر با روشن شدن به راه خود ادامه می داد ؛ بدین ترتیب به ارتفاع بیشتری دست می یافت .

موشک هایی که از روش شمیتلب استفاده می کنند "موشک چند مرحله ای" نامیده می شوند .



سوال : چرا دماغه ی برخی از موشک ها پخ است ؟

در گذشته متخصصین آیرودینامیک از شکل های نوک تیز برای کاهش پسا در وسایل نقلیه ی ما فوق صوت استفاده می کردند.

هر چه جسم لاغرتر و نوک تیز تر ← موج ضربه ای متصل به دماغه ضعیف تر

پسای موجی کوچکتر

در سال ۱۹۵۳ اولین بمب هیدروژنی توسط ایالات متحده امریکا منفجر شد و موجب توسعه موشک های بالستیک قاره پیمای برد بلند شد .

طراحی این موشک ها طوری بود که خارج از جو زمین در فاصله های حدود ۵۰۰۰ مایل یا بیشتر به پرواز در آیند و در سرعت های زیر مداری در حدود ۲۰۰۰۰ تا ۲۲۰۰۰ فوت بر ثانیه وارد جو می شوند .

در چنین سرعت های زیادی ، گرمایش وارد شونده به جو زمین بسیار شدید می شد .

در این شرایط فکر اولیه ی متخصصان این بود که با یک جسم لاغر و نوک تیز ، گرمایش آیرودینامیکی را در راستای حفظ لایه ی مرزی آرام روی سطح نقلیه به حداقل برسانند .



چنین جریان آرامی ، گرمایش خیلی کمتری از جریان مغشوش تولید می کند ،
 اما طبیعت جریان مغشوش را ترجیح می دهد و وسایل وارد شونده به جو هم
 از این قانون پیروی می کنند

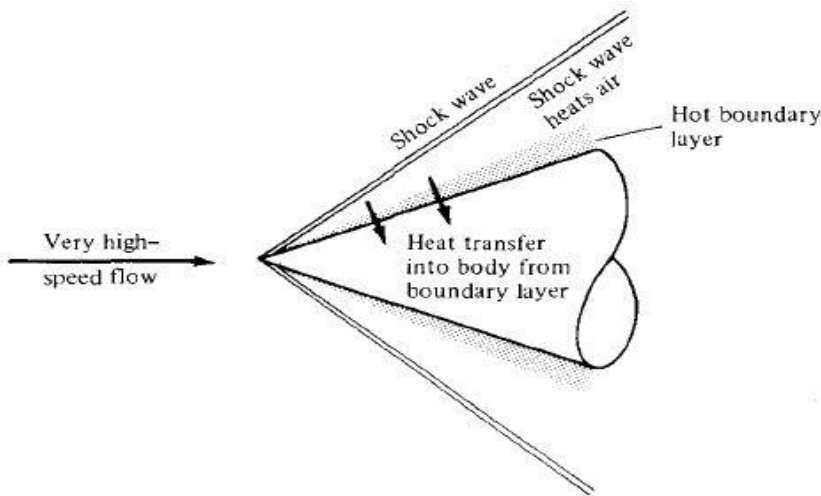


FIGURE 1.3

Energy of reentry goes into heating both the body and the air around the body.

بنابراین جسم نوک تیز
 وارد شونده به جو زمین
 محکوم به شکست است

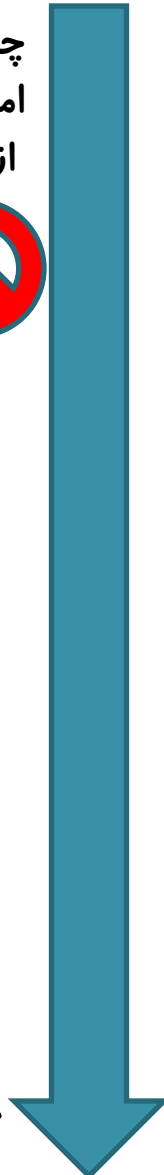


زیرا قبل از اینکه به جو
 زمین برسد می
 سوخت.

سپس اچ. جولیان آلن در ناکا به دستاورد بزرگی دست یافت و آن مفهوم جسم پخ بود .

فکر او با توجه به مفاهیم زیر شکل گرفته بود :

در مرحله ی وارد شدن به جو زمین ، نزدیک لایه ی خارجی جو ، وسیله نقلیه دارای مقدار
 زیاد انرژی جنبشی به خاطر سرعت بالای آن و مقدار زیادی انرژی پتانسیل به خاطر ارتفاع
 خود می باشد .





با این وجود وقتی وسیله نقلیه به سطح زمین می رسد ، سرعت آن نسبتا کم و ارتفاع آن برابر صفر است ، پس نه انرژی جنبشی قابل توجهی دارد و نه انرژی پتانسیل .

جسم را گرم کرده است .

باعث گرم شدن جریان هوای پیرامون جسم شده است .

این همه انرژی کجا رفته ؟

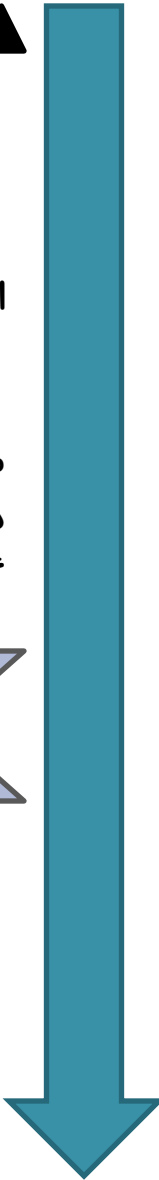
موج ضربه ای در دماغه ی وسیله نقلیه باعث گرم شدن جریان هوای پیرامون وسیله نقلیه می شود ؛ در همان زمان وسیله نقلیه به وسیله اتلاف اصطکاکی شدید در محدوده ی لایه ی مرزی روی سطح ، گرم می شود .

اگر بیشتر انرژی کل می توانست صرف گرم شدن جریان هوا شود ، پس انرژی کمتری برای گرم کردن وسیله نقلیه می ماند .

آلن استدلال کرد :

تنها راه افزایش گرما به جریان هوا این است که موج ضربه ای قوی تری را روی دماغه به وجود بیاوریم .

یعنی از جسم با دماغه ی پخ استفاده کنیم .



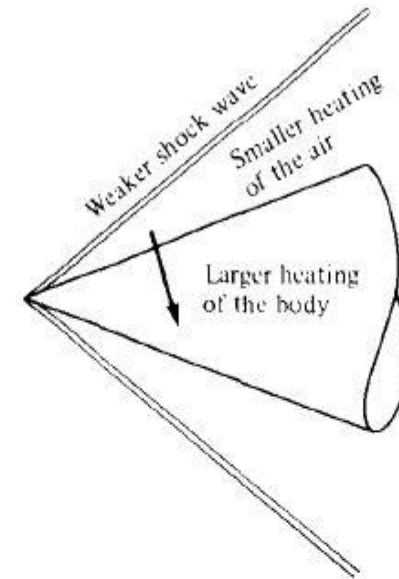


این نتیجه ی بسیار مهمی بود که برای به حداقل رساندن گرمایش آیرودینامیکی، می بایست یک جسم پخ به جای جسم لاغر نوک تیز داشته باشیم.

این نتیجه گیری آن قدر مهم بود که تا چند سال جز اسناد محرمانه دولت به حساب می آمد.

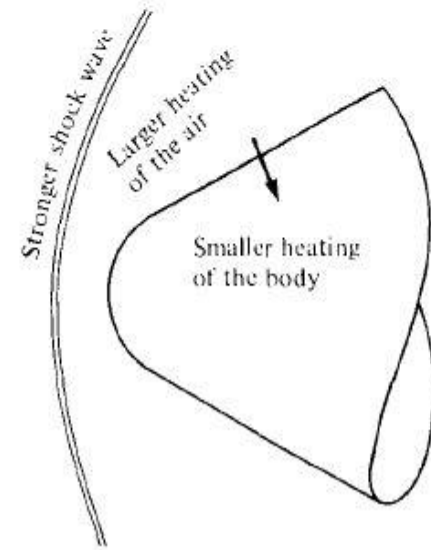
نهایتاً در سال ۱۹۵۸ میلادی کار او توسط گزارش ناکای ۱۳۸۱، تحت عنوان ” بررسی حرکت و گرمایش آیرودینامیکی موشک های بالستیک واردشونده به جو زمین در سرعت های مافوق صوت بالا ” در اختیار عموم مردم قرار گرفت.

Very high-speed flow

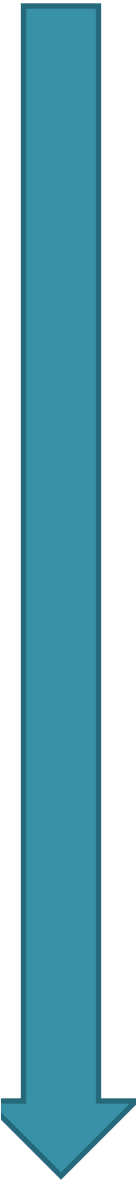


(a)

Very high-speed flow



(b)



به یاد بزرگ مرد موشکی ایران

سردار شهید حاج حسن تهرانی مقدم

و یاران شهیدش (شهدای غدیر)

