



### نشریه علمی تخصصی

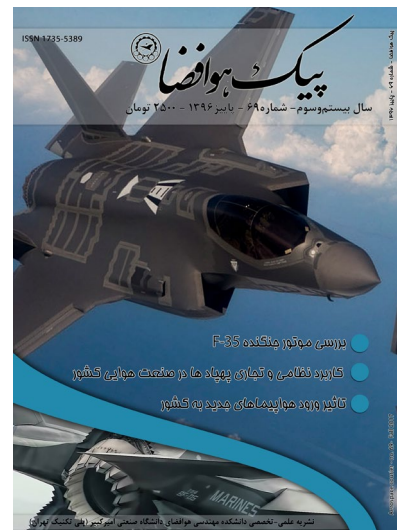
دانشجویان دانشکده مهندسی هوافضا  
دانشگاه امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) با  
مجوز رسمی انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد  
اسلامی

### اعضای شورای نویسندگی

مهندس آرش زرگر، مهندس محمد جواد  
محقق، مهندس حامد بخشیان، مهندس نیمه  
علیزاده، پویا خسروی

### همکاران این شماره

محمد طاهر خداوردی، علیرضا الانصاری،  
کیارش محمدی، رضا بنی وکیل،  
علی حسنزاده، علی بهرامی نجات



طراح جلد: حامد بخشیان

صاحب امتیاز:

دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی هوافضا

مدیر مسئول:

دکتر محمود مانی  
mani@aut.ac.ir

معاون سردبیر:

کوشا شریلو

امور رایانه:

حمیدرضا پرتو اعلم

امور مشترکین:

سارا خالقی زاده

ویراستار:

محمد حسین رئوفی  
علیرضا برادران

صفحه آرا:

محمد حسن زاده

مدیر داخلی:

زهرا فرهنگ  
مریم السادات حسینی



تهران خیابان حافظ، روبه روی خیابان سمیه، دانشگاه صنعتی

امیرکبیر، دانشکده مهندسی هوافضا، دفتر پیک هوافضا

تلفن: ۶۴۵۴۳۲۳۱

قوانین نشریه :

تهیه شده با همکاری انجمن  
علمی دانشجویی دانشکده هوافضا  
و حمایت اداره کل انجمنهای علمی  
و امور المپیادهای دانشگاه صنعتی

امیرکبیر



<https://t.me/peikehavafaza>

۱- پیک هوافضا آماده پذیرش آثار و  
مقالات ارسالی از سوی دانشجویان و  
محققین می باشد.  
۲- نشریه از پذیرش مقالاتی که به  
صورت تایپ شده و به همراه فایل  
رایانه ای آن ارسال نشده باشند  
معذور است.  
۳- دیدگاه صاحبان آثار، الزاما  
دیدگاه نشریه نیست.  
۴- نشریه در ویرایش و اصلاح مطالب  
رسیده آزاد است.  
۵- استفاده از مقالات نشریه با ذکر  
مآخذ و رعایت حقوق نویسندگان  
بلامانع است.

E-mail :peik@aut.ac.ir

### سخن سردبیر

در دنیای امروز، پیشرفت و توسعه‌ی کشورها رابطه‌ی مستقیم با علم و دانش آن کشور دارد. با نگاهی اجمالی بر تاریخ توسعه‌ی کشورهای جهان، می‌توان مشاهده کرد که تا کنون کشوری بدون رشد همه‌جانبه‌ی علمی، به رشد صنعتی و اقتصادی و به عبارت کلی، به توسعه پایدار نرسیده است.

یکی از ارکان مهم رشد علمی، فناوری و استفاده کاربردی از علم است.

عده‌ای از اندیشمندان فناوری را محور رسیدن جامعه به یک آرمان‌شهر معرفی می‌کنند و عده‌ای دیگر آن را عامل اضمحلال جامعه می‌دانند؛ اما با تمام این تفاسیر این واقعیت انکارناپذیر که آینده بشر و تمام جوامع، در گرو فناوری‌های جدید و پیشرفت‌های علمی آن جامعه است را نمی‌توان نادیده گرفت.

برای بیان خلاصه‌ی فلسفه و منشأ فناوری‌ها، با توجه به اندیشه‌های صاحب‌نظران این عرصه می‌توان در حالت کلی، فناوری را ساخته و پرداخته انسان‌ها برای استفاده در جهت نیل به اهداف خود، بیان کرد.

وظیفه‌ی مهم و خطیر فعالان حوزه‌ی علم و فناوری رصد نیازهای جوامع بشری، اندیشیدن و ارائه‌ی راهکارهای کاربردی برای حل و فصل چالش‌های پیش رو است. در کنار ارزش فراوان تلاش و خدمت برای کل دنیا، بدون در نظر گرفتن مرزهای جغرافیایی و نژادی، نمی‌توان از ارزش ویژه و برتری این فعالیت‌ها برای مرز و بوم خودمان چشم‌پوشی کرد.

امید است که با توسعه همه‌جانبه علم و به‌خصوص بخش فناوری، با تلاش دانشمندان و مهندسان و فعالان این عرصه، شاهد توسعه پایدار، رشد و شکوفایی صنعت، اقتصاد، معیشت و رفاه مردم جامعه ایران باشیم.

درنهایت مجموعه پیک هوافضا آماده‌ی در اختیار قرار دادن تمام پتانسیل‌های در دسترس و موجود به علاقه‌مندان حوزه‌ی پژوهش و فناوری و در حالت کلی، فعالیت‌های علمی است.

پویا خسروی

### فهرست

- ۴..... بررسی ایمنی سفر های هوایی
- ۶..... سولار ایمپالس ۲
- ۸..... روند پیشرفت و توسعه هواپیما های پهن پیکر
- ۱۳..... هواپیمای ایرانی رویا یا واقعیت؟! .....
- ۱۶..... پهپاد ها چه جایگاهی در زمینه های تجاری و نظامی صنعت هوایی دارند؟ .....
- ۲۰..... بررسی موتور جنگنده اف-۳۵ .....
- ۳۰..... بررسی سیاست های طراحی ایالات متحده و شوروی و اروپا .....
- ۴۱..... کنترل جریان به وسیله محرک های پلاسمای دی بی دی .....
- ۴۸..... بررسی موتورهای تزریق مستقیم و مقایسه آن با افشانه ای چند نقطه ای .....
- ۵۶..... تاثیر تحریم بر صنعت هوایی ایران .....
- ۶۴..... مصاحبه صمیمی با دکتر مددی .....
- ۷۷..... Mars Science Laboratory **Curiosity**



از سقوط هواپیمای بویینگ - ۸۰۰- ۷۳۷ هواپیمایی فلای دبی که در آخرین روز از سال ۱۳۹۴ دچار سانحه شد حدود دو سال می گذرد. سانحه ای که در آن همه چیز متلاشی شد و حتی جعبه سیاه هواپیما که دارای بدنه ای مقاوم است به شدت آسیب دید. در این حادثه که مانند آن به ندرت در تاریخ هوانوردی اتفاق افتاده است تمام سرنشینان هواپیما که ۶۱ نفر بودند کشته شدند. کارشناسان بدی آب و هوا و اشتباه خلبان و نقص فنی هواپیما را علت حادثه دانستند. حال در این مقاله می خواهیم به ایمنی سفر های هوایی که از گذشته در دنیا مورد بحث بوده نگاهی کنیم. مسئله ای که در ایران با توجه به تعداد زیاد سوانح هوایی طور دیگری باید مورد بحث قرار بگیرد و آمار های این گزارش در مورد آن صادق نیست.

### یک نگاه آماری

خطوط هوایی جهان سالانه میلیون ها مسافر را جابجا میکنند و برخلاف چیزی که عموم مردم ما گمان می کنند، مسافرت هوایی یکی از امن ترین نوع مسافرت در جهان میباشد. در مطالعه ای که روی میزان سوانح سفر های هوایی در دانشگاه ماساچوست صورت گرفته است نشان داده شده که احتمال مرگ یک نفر در مسافرت هوایی

یک در ۷ میلیون است! این مطالعه روی یک بازه ۱۵ ساله انجام شده و در واقع نشان می دهد احتمال اینکه شما در سفری که با تلفات جانی است حضور داشته باشید یک در ۷ میلیون است. در حالیکه میزان مرگ در سفر با قطار یک در یک میلیون را نشان می دهد. میزان تلفات جانی در تصادفات جاده ای نیز یک در چهارده هزار بوده است و از اینها مهم تر آمار مرگ افرادی که سیگار کشیدن را از سن کمتر از ۳۵ سالگی شروع کرده اند عدد یک به ۶۰۰ را نشان می دهد!

همچنین در گزارش دانشگاه ماساچوست تلفات ناشی از نیش زنبور یک در پنج و نیم میلیون ذکر شده که در مقایسه با سفرهای هوایی آمار جالبی به نظر می رسد! در واقع سفر با هواپیما از لحاظ آماری کمترین میزان تلفات جانی در دنیا را داراست و ایمنی سفر هوایی در برابر سایر وسایل حمل و نقل قابل توجه است.

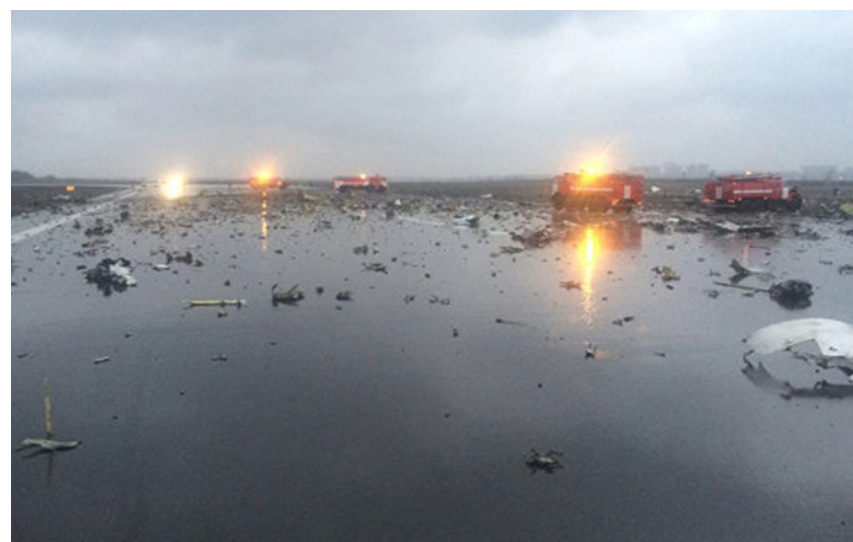
**ایمنی سفر با هواپیما نتیجه کار گروهی همه عوامل است** نتایج بررسی ایمنی سفر های هوایی نشان می دهد که ۴ عامل مهم در رسیدن به اطمینان از ایمنی سفر با هواپیما موثر است:

طراحی و تولید دقیق هواپیما نظارت منظم تعمیر و نگهداری دقیق خطوط هوایی ترافیک و زیرساخت فرودگاه ها همانطور که از این نتایج برمی آید برای رسیدن به ایمنی کامل پرواز نیاز به هماهنگی کامل میان زیر مجموعه های مورد نظر داریم به طوریکه با نقض هر کدام از عوامل شاهد بروز حادثه خواهیم شد. از یک طراحی اشتباه در سازه هواپیما تا اهمال خلبان هنگام پارک هواپیما در فرودگاه و حتی شل بستن یکی از پیچ های بدنه هنگام انجام چک هواپیما که باعث بروز حادثه میشود. از جمله می توان به طراحی مسطیلی شکل پنجره های هواپیما که باعث تمرکز تنش در گوشه های پنجره می شود اشاره کرد که باعث انفجار و سقوط دو هواپیمای تجاری و کشته شدن حدود ۶۰ نفر در دهه ۱۹۵۰ میلادی شد. همچنین اشتباه در تعمیر هواپیمای بویینگ ۷۴۷ ژاپن ایرلاین در سال ۱۹۸۵ منجر به کشته شدن سطوح کنترلی دم هواپیما در پرواز شد و ۵۲۰ کشته نتیجه استفاده پیچ های کمتر در قسمت ترک خورده دم هواپیما شد.

### چند نکته مهم

آیا هواپیمای چهار موتور از دو موتور بهتر است؟ هواپیماهای دو، سه و چهار موتور امنیت بسیار بالاتری از تک موتور ها دارند. بررسی ها نشان می دهد که هواپیمای دو موتور مشکلات کمتری در زمینه موتور از هواپیماهای با تعداد موتور بالاتر دارد. هواپیمای دو موتور قادر است مسیری طولانی را تنها با استفاده از یک موتور خود هم طی کند. بررسی های شرکت بویینگ نشان داده احتمال اینکه هردو موتور هواپیما با هم از کار بیافتد کمتر از یک در یک میلیون ساعت پرواز است. حدود نود و شش درصد پرواز هایی که ایرلاین ها انجام میدهند توسط هواپیماهای دو موتور است. خطر در کدام قسمت پرواز بیشتر

ما را تهدید می کند؟ پرواز را می توان شامل سه قسمت دانست: یک تیک آف و اوج گیری، دو حرکت در مسیر مستقیم و ارتفاع ثابت، و سه کاهش ارتفاع، تقرب و لندینگ. با توجه به آمار تنها ۸٪ از سوانح در مرحله دوم پرواز رخ می دهد. حدود ۳۰ درصد از سوانح هنگام تیک آف و ۵۰ درصد هنگام کاهش ارتفاع و به زمین نشستن هواپیما رخ می دهد. ۱۲ درصد باقیمانده سوانح هم مربوط به سوانح فرودگاهی است. در واقع می توان گفت چون در مرحله دوم پرواز سوانح زیادی رخ نمی دهد پرواز های طولانی خطرناک تر از پرواز های کوتاه نیستند. **امن ترین جای هواپیما کجاست؟** اگرچه بعضی از مردم اعتقاد دارند



که نزدیک بال ها یا انتهای کابین نقاط امن هواپیما هستند ولی مستندات قطعی برای اثبات آن وجود ندارد. در واقع میتوان گفت در هر جا که نشسته ایم در هنگام یک سانحه اگر به صورت خم شده بنشینیم و دست خود را محافظ سر قرار دهیم از یک امنیت نسبی برخوردار خواهیم شد.

### آیا امکان قطع شدن یا شکستن بالها وجود دارد؟

درواقع بله اگر به مقدار کافی به آنها نیرو وارد شود! در آزمایشات بال هر مدل از هواپیما های شرکت بویینگ به بال تا لحظه شکسته شدن نیرو وارد می شود که این مقدار اندازه گیری شده مقدار نهایی نیرو میباشد و نیرویی که در پرواز به بال ها وارد میشود تنها کسری از آن میباشد. بال های هواپیما علاوه بر استحکام، بسیار انعطاف پذیر هستند و در هنگام توربولانس این انعطاف پذیری باعث تعادل هواپیما می شود.

منابع:

Anxieties.com  
Boeing.com

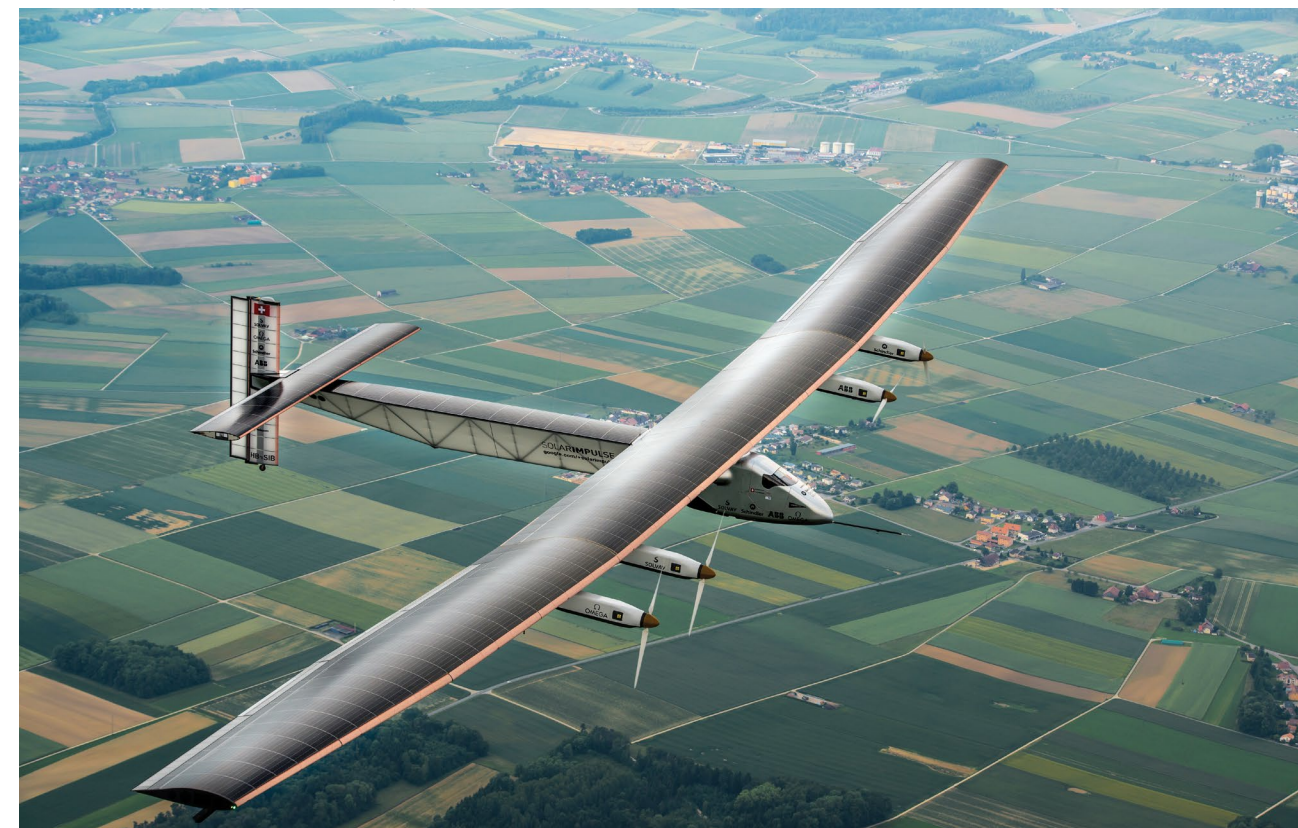
## سولار ایمپالس ۲

کیارش محمدی رودباری  
کوشا شریلو

سولار ایمپالس ۲ یک هواپیمای کاملاً الکتریکی که طول بالی به اندازه ی یک بوئینگ ۷۴۷ و وزنی به اندازه ی یک ماشین شاسی بلند دارد، در آوریل گذشته برنامه ی دور زدن زمین را به صورت مرحله به مرحله آغاز کرد. در ماه جولای بود که در پی داغ شدن باتری در طی مسافت ۴۴۷۱ مایلی از ناگویا به سمت هاوایی پرواز متوقف شد و سرپرست گروه آندره بروشبرگ توانست فرود موفقی را داشته باشد. بعد از پرواز نمونه ی اولیه در آمریکا حامیان مالی پروژه شروع به مسافرت با سولار ایمپالس ۲ به

ابوظبی در امارات متحده ی عربی در ماه مارس کردند. هرکدام یک قسمت از مسیر را به عنوان خلبان حضور داشتند. با توجه به آنچه آنها در وبسایتشان گفته اند، هدفشان نشان دادن اهمیت تکنولوژی های پاک برای پیشرفت پایدار است. مشکل داغ شدن بیش از اندازه ی باتری ها اکنون با مهندسی معکوس حل شده است. برای سرد کردن باتری ها کارشناسان دریچه ای را در هر یک از محفظه های هر یک از ۴ بال ایجاد کردند. برتراند پیکارد، مبتکر پروژه در یک

برنامه ی تلویزیونی اشاره می کند که ما برای باتری هایمان دچار یک اشتباه شدید، اشتباه در حساب نکردن فشار روی باتری وقتی که موتور ها باید هواپیما را تا ارتفاع ۲۷۰۰ پایی در طول روز بالا ببرند تا بیشترین نور خورشید را جذب کند. سولار ایمپالس ۲ دارای ۱۷۲۴۸ سلول کریستال لاین کوچک است که لایه ای به ضخامت ۱۳۵ میکرون را روی هواپیما به وجود می آورند. این سلول ها چهار باتری لیتیوم-یونی را تغذیه می کنند که اجازه می دهند هواپیما تا ۵۰۰۰ پا در شب پرواز کند.



اشتباه دیگر آن بود که محفظه ی باتری ها بسیار عایق بود. هر یک از موتور ها به اندازه ی یک ماشین چمن زنی قدرت تولید می کند. در حالی که تعمیرات در هاوایی انجام می شد، شرکای سوئسی به کنفرانس رفتند تا خواص محیط زیستی و کم مصرف بودن انرژی آن را تبلیغ کنند تا برای پروژه منابع مالی جذب کنند. سولار ایمپالس ۲ هیچگونه سوختی مصرف نمی کند اما این پروژه چیزی در حدود ۱۷۰ میلیون دلار هزینه داشته است. این در حالی است که روزنامه ی گاردین در ماه دسامبر خبر داد ۲۰ میلیون دلار دیگر نیز به این رقم اضافه شده است. تیم پشتیبانی و طراحی این هواپیما معتقدند که میان هزینه و سرمایه گذاری تفاوت های بسیاری وجود دارد. بروشبرگ در کنفرانس تغییر اقلیم که در پاریس برگزار شد اشاره می کند که "هزینه به این معناست که شما پولتان را از دست بدهید اما در سرمایه گذاری شما پول به دست خواهید آورد." تیم سولار ایمپالس ۲ بیان می دارد که موتور های الکتریکی آن ۹۷ درصد بازدهی دارند. تیم طراحی می گوید باتری ها نشان می دهند که قطعات سبک می توانند

کاربرد های بسیاری در یک طراحی داشته باشند. برای مثال کابین خلبان از یک پلی اورتان چند منظوره ساخته شده است. این پلی اورتان هم به صورت روکش بوده و همچنین کابین خلبان را شکل دهی می کند و در همین حال آیرودینامیک هواپیما را تقویت می کند و در استحکام آن هم سهیم است. بروشبرگ در یک کنفرانس مربوط به پلی اورتان ها که در ماه اکتبر در اورلاندو برگزار شده می گوید: "در واقع ما با استفاده از پلی اورتان با یک تیر دوشان زدیم." هدف فراگیر این پروژه، نشان دادن پتانسیل های انرژی های پاک است اما یک رکورد نیز در ذهن تیم طراحی بود. وقتی که بروشبرگ سال قبل از ژاپن پرواز کرد، پیکارد توییت کرد: "برادر خورشیدی من آندره بروشبرگ، رکورد بلند ترین پرواز تنهای جهان را شکست. او به رکورد استیو فاست اشاره می کرد که در سال ۲۰۰۵ بدون وقفه دور دنیا را در ۷۶ ساعت و ۴۵ دقیقه پرواز کرد. سولار ایمپالس ۲ در زمان ۱۱۷ ساعت و ۵۲ دقیقه تنها بخشی از مسیر دور دنیا را طی کرد، زیرا این هواپیما در روز با سرعت ۶۳ مایل بر ساعت و در شب با سرعت ۴۳ مایل بر ساعت پرواز می کند

که در مقایسه با سرعت متوسط ۳۴۲ مایلی هواپیمای جت فاست بسیار کم است. پیکارد اشاره می کند که شکستن رکورد ها هدف سولار ایمپالس نیست بلکه مسئله ی اصلی موتور های الکتریکی با بهره وری بالا و استفاده از مواد سبک وزن، مستحکم و تطبیق پذیر برای ساخت هواپیما است. قسمتی از سفر از هاوایی تا سرزمین مرکزی ایالات متحده باقی مانده است و زمانی که تیم به نتیجه برسد که روز به اندازه ی کافی برای تأمین انرژی هواپیما بلند است آن را عملیاتی می کند. پس از آن قسمت های اصلی به ابوظبی، جایی که پروژه آغاز شد بازگردانده می شوند. در کنار تبلیغ اهمیت انرژی، بروشبرگ پیش بینی می کند که یک تغییر بزرگ بر روی تکنولوژی هوانوردی رخ دهد. او در وبلاگش می نویسد: "فکر می کنم این هواپیما پتانسیل بالایی برای آینده ی هوانوردی دارد. وقتی به پنج سال پیش نگاه می کنید، فکر می کنم متوجه می شوید که این آغاز یک الگو برای هوانوردی بر پایه ی انرژی خورشیدی است."

منبع: AIAA/january 2016

## روند پیشرفت و توسعه هواپیما های پهن پیکر

حامد بخشیان  
سروش فاضلی

### معرفی

برآورد ترکیبی از اهداف مانند بهبود بازده، راحتی بیشتر مسافران و بالا بردن ظرفیت باربری طراحی شد. اگرچه خطوط هواپیمایی به سرعت با توجه به فاکتور های اقتصادی خود، فضای اضافی مسافران را کاهش دادند تا ظرفیت اینگونه هواپیماها را افزایش دهند. این هواپیماها به منظور حمل و نقل کالا نیز استفاده می شوند که در ادامه شرح داده می شود.

بزرگترین هواپیماهای پهن پیکر با عنوان "jumbo" یاد می شوند مانند بوئینگ<sup>۱</sup> ۷۴۷ یا به اصطلاح jumbo jet، ایرباس<sup>۲</sup> A۳۸۰ یا به

یک هواپیمای پهن پیکر دارای بدنه ای بزرگ است به گونه ای که در آن دو راهرو برای حرکت مسافران وجود دارد به همین دلیل با نام هواپیمای دو راهرویی شناخته می شود که دارای بیش از ۷ صندلی در هر ردیف است. قطر حدودی بدنه آن ۵ تا ۶ متر (معادل ۱۶ تا ۲۰ فوت) است. برای کابین هایی که از نظر اقتصادی به صرفه تر هستند بین ۷ تا ۱۰ صندلی در هر ردیف قرار می گیرد. ظرفیت کلی آن ها بین ۲۰۰ تا ۸۵۰ مسافر است و پهنای

بزرگ ترین آن ها بیش از ۶ متر است که در حالت پُر ۱۰ صندلی در هر ردیف آن قرار می گیرد. این در حالی است که یک هواپیمای باریک پیکر دارای ۳ تا ۴ متر (که معادل ۱۰ تا ۱۳ فوت است) به همراه یک راهروی عبوری و تعداد ۲ تا ۶ صندلی در هر ردیف می باشد. هواپیما با ۷ صندلی

در یک ردیف عموماً دارای ۱۶۰ تا ۲۶۰ مسافر و ۸ صندلی با ۲۵۰ تا ۳۸۰ مسافر و با ۹ یا ۱۰ صندلی در هر ردیف بین ۳۵۰ تا ۴۸۰ مسافر ظرفیت دارد.

### هدف طراحی

هواپیمای پهن پیکر اساساً به منظور



شکل ۱. نمونه ای از چیدمان صندلی های یک هواپیمای پهن پیکر از ورژن های قدیمی تر

اصطلاح "superjumbo jet" و یا بوئینگ ۷۷۷X یا اصطلاحاً "mini jumbo jet". عبارت "jumbo" از نام یک فیل معروف سیرک در قرن نوزدهم گرفته شده است.

### روند توسعه

به دنبال موفقیت هواپیماهایی چون

بوئینگ ۷۰۷ و داگلس<sup>۳</sup> DC-۸ در حدود سال های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰، خطوط هواپیمایی به دنبال هواپیما های بزرگتر می گشتند زیرا استقبال جهانی مردم به مسافرت های هوایی بیش از حد شده بود. مهندسان نیز به خاطر رقابت زیاد این شرکت ها درصدد افزایش تعداد صندلی برای هر هواپیما، افزایش برد آن ها و کاهش هزینه های آن ها بودند. در آن زمان هواپیما هایی چون بوئینگ ۷۰۷ و داگلس DC-۸ صندلی مسافران را در دو طرف یک راهرو قرار می دادند که معمولاً کمتر از ۶

صندلی در هر ردیف بود. هواپیما های بزرگ تر به منظور ایجاد فضای بیشتر برای افزایش تعداد صندلی مسافران مجبور بودند بزرگتر و بلند تر یا پهن تر شوند. مهندسان می دانستند که داشتن دو حجم به صورت دو طبقه برای نشان دادن مسافران تغییرات عمده ای

در مواجهه با موقعیت های اورژانسی تخلیه آن ها با توجه به تکنولوژی موجود در آن دوره ایجاد می کند. در دهه ۱۹۶۰ این باور وجود داشت که موفقیت خطوط هواپیمایی مافوق صوت از طریق هواپیما هایی که با سرعت های پایین تر پرواز می کردند ایجاد شده است بنابراین، باعث شد که اغلب این هواپیما ها که تنها برای حمل و نقل مسافر بوده در نهایت به منظور حمل و نقل بار نیز استفاده شود. سرانجام مدیران خطوط هواپیمایی به جای هواپیماهای با طول زیاد، آنهایی را که دارای بدنه پهن تری بودند انتخاب می کردند (مانند بوئینگ ۷۴۷ و سپس DC-۱۰ و L-۱۰۱۱). با اضافه کردن یک راهروی ثانویه می توانستند تا ۱۰ صندلی در هر ردیف جا دهند و از طرفی این کار باعث شد که بتوانند آن ها را به راحتی به هواپیما هایی به منظور حمل و نقل بار با ظرفیت بالا تبدیل کنند. مهندسان نیز به ساخت ورژن های

کشیده تر هواپیما هایی مانند DC-۸ پرداختند (از جمله مدل های ۶۱، ۶۲، ۶۳-) که طولی مانند طول ورژن های بوئینگ ۷۰۷ داشت (از جمله مدل های ۳۲۰B- و ۳۲۰C-) و بوئینگ ۷۲۷ (مدل ۲۰۰-) و نیز داگلس DC-۹ (مدل های ۴۰، ۳۰ و ۵۰-). همه هواپیما های بالا قادر به جا دهی تعداد مسافران بیشتری نسبت به مدل ها با طول کوتاه تر بودند. در

قرن ۲۱ مسئله مربوط به هواپیما های دو حجمی<sup>۴</sup> با بیشترین طول در بین سایر ورژن های خود برای قرار گرفتن مسافران با ساخت هواپیمای ایرباس A۳۸۰ رفع شد دوره هواپیما های پهن پیکر از دهه ۱۹۷۰ با استفاده خطوط هواپیمایی از هواپیمای بوئینگ ۷۴۷ آغاز شد که یک هواپیمای دو حجمی به منظور نشستن مسافران به همراه چهار موتور است.



شکل ۲. تعدادی از هواپیما های پهن پیکر از کار افتاده



پس از آن هواپیما های سه موتوره از جمله مک دانل داگلس DC-10 و لاکهید L-1011 روی کار آمد. اولین هواپیمای دوموتوره ای که در سال ۱۹۷۴ به خدمت گرفته شد هواپیمای ایرباس A300 بود. این دوره به "جنگ پهن پیکر ها" معروف شده بود.

#### موارد استفاده

در دسته بندی هواپیما های jumbo هواپیمای بوئینگ 747 تا سال ۲۰۰۷ از بقیه هواپیماهای آن دسته برتر بود تا اینکه ایرباس A380 با همان عنوان "superjumbo jet" به خدمت گرفته شد. در نیمه قرن بیستم نیز

دیگر از هواپیماهای پهن پیکر مانند بوئینگ E4 و بوئینگ E747 به عنوان ایستگاه های فرماندهی هوایی توسط نیرو های نظامی استفاده می شوند. همچنین سلاح های جدید نظامی نیز با سوار کردن بر این گونه هواپیما ها تست میشوند مانند بوئینگ YAL-1 که مجهز به سلاح لیزری نیز می باشند. هواپیمای پهن پیکر دیگری نیز به عنوان ایستگاه تحقیقاتی هوایی استفاده می شود به عنوان مثال رصدخانه استراتوسفری آلمانی-آمریکایی که بر روی بخش نجوم اشعه مادون قرمز مطالعه می کند. تعداد کمی از این نوع هواپیما ها مانند DC-10 و بوئینگ 747 نیز برای مهار آتش و سایر مصارف آتش نشانی به کار میروند. بعضی دیگر از هواپیماهای پهن پیکر نیز به عنوان هواپیما های مخصوص برای حمل و نقل سران کشور ها مورد استفاده قرار می گیرد

این طراحی به لطف طراحی دو کنار هم کافی بود. بدنه پهن تر بطور

برای مثال کانادا از ایرباس A310 و روسیه از ایلوشین II-96 و آمریکا نیز از بوئینگ 747-200 برای رئیس جمهور خود بهره می برند. توسعه اولیه ایرباس A380، ملقب به P500، از ترکیب کردن دو بدنه هم اندازه A340 بود که در کنار یکدیگر در یک پیکر بندی دو حباب ۶ از خارج به یکدیگر وصل شده بودند. این هواپیما پهن ترین هواپیما مسافربری بود که تا آن زمان ساخته شده بود با این حال

طبقه و سبک تر کنار گذاشته شد. در دهه ی ۹۰ بوئینگ و سوخو نیز هواپیما های بسیار پهنی که می توانستند برای ۱۲ صندلی کنار هم در ۳ ردیف مسافر طراحی شوند، پیشنهاد کردند.

#### توسعه طراحی در دو دهه اخیر

بسیاری از هواپیماهای مسافربری جدیدی که در اواخر دهه ی ۹۰ توسعه پیدا کردند سطح مقطع بدنه هایشان کوچکتر از طراحی های قدیمی تر است در حالی که بدنه ی هواپیمایی مانند DC-10 به اندازه ای بزرگ بود که برای ۱۰ صندلی

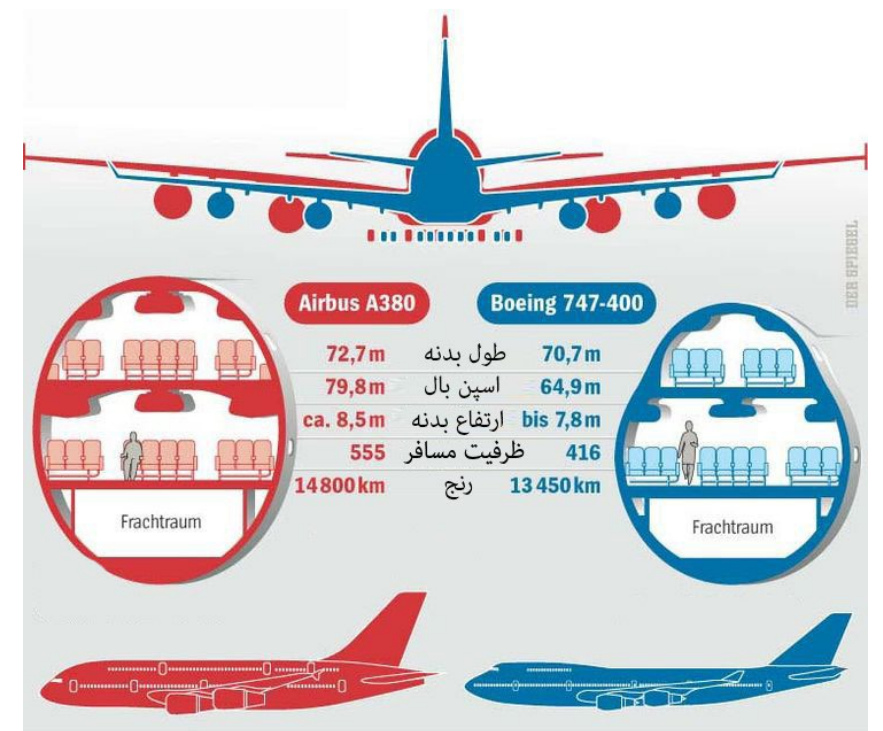
قابل ملاحظه ای درگ را افزایش می دهد در حالی که فضای بی مصرف بیشتری در بالای سر وجود دارد. هواپیماهای جدیدتر مانند بوئینگ 787 و A350 طراحی شده اند تا با جا دادن ۸ تا ۹ صندلی کنار هم بازدهی را بهبود بخشند. بعضی از هواپیماهای بسیار پهن مانند 747 نیز می توانند به منظور کاهش فضای بدون استفاده، فضای استراحت برای خدمه و آشپزخانه داشته باشند.



شکل ۴. هواپیمای بوئینگ 747 در حال حمل شاتل فضایی



شکل ۵. هواپیمای بوئینگ 747 و ایرباس A380



شکل ۳. مقایسه A380 و B747

## هواپیمای ایرانی رویا یا واقعیت؟!

حمیدرضا پرتو اعلم  
روژین شکری  
سمن زرگرزاده  
ندا سبحانی  
اشکان عالی مهر



حمایت مالی را با شرط اینکه هواپیما مورد نیاز کشور باشد را بر عهده گرفت.

یکی از جلوه های ویژه این پروژه ، همکاری صنعت بزرگ و مادر هواپیما سازی ها و دانشگاه قطب طراحی هواپیما، دانشگاه صنعتی امیرکبیر دانشکده ی هوافضا، است.

**• هدف از شروع این پروژه چه بود؟**

**دکتر مانی:** هدف ایجاد یک زیرساخت بود که بتوان هواپیمای جت مسافربری ساخت که البته، یک کار سنگینی است و نیاز مند صبر و بودجه است!

**دکتر جهانگیریان:** هدف این بوده که بتوانیم به دانش مورد نیاز برای احاطه بر فناوری های کلیدی هواپیما دست پیدا کنیم.

حالا امکان دارد صنعتی بیاید و از این دانش استفاده کند و هواپیما را بسازد، ولی ما در دانشگاه هدفمان ساخت نبود.

**چرا هواپیمای ۱۵۰ نفره برای پروژه انتخاب شد؟**

**دکتر وزیر:** پس از بررسی های لازم این نتیجه حاصل شد که هواپیما با یک پیکر ۱۸۰-۱۵۰

نفره، هواپیمایی است که همه دنیا خواهانش هستند و بیشترین تولید را دارد. همچنین ایران هم به چنین هواپیماهایی نیاز دارد.

**• پروژه از کجا و به چه نحوی شروع شد؟**

**دکتر جهانگیریان:** این پروژه از سال ۹۱ شروع شد. در دولت می خواستند پروژه های کلانی را در سطح ملی تعریف کنند که دولت به طور ویژه از این طرح ها حمایت کند. این طرح کلان در حدود ۲۰ طرح اولیه بود و دانشگاهی هم که قرار شد به طور محوری پیگیری کند، امیرکبیر شد و بعد از آن دانشگاه علم و صنعت و پارک علم و فناوری پارس به عنوان همکار به ما پیوستند.

**دکتر وزیر:** در مسیر سال های گذشته ما یک هواپیمای ۱۰۰ نفره طراحی کردیم که تیمی از دانشجویان در آن بسیار عالی عمل کردند. کتابچه ها و فایل های کتیا بسیار عالی جمع آوری شد.

همزمان با طراحی دانشجویان،

مقامی در کشور وارد

شد که از جانب

رئیس جمهور وقت

حکم ساخت یک

هواپیمای جت را در

کشور گرفته بود.

پروژه به معاون اول

رئیس جمهور وقت

نشان داده شد و

معاون فناوری نیز

صنعت هوایی را می توان از مهمترین بخش های استراتژیک هر کشور به حساب آورد. اهمیت آن در بخش های گردشگری، حمل و نقل، امداد رسانی، نظامی و حتی علمی پژوهشی غیرقابل چشم پوشی است. در کشور ما نیز فعالیت هایی در طول سال ها انجام شده است تا با پیشرفت هر چه بیشتر در این صنایع، بتواند از فرصت ها و فواید ناشی از آن بهره ببرد. در این مصاحبه سعی شده تا به دو مورد از این پروژه ها پرداخته شود که یکی از آن ها محصول دانشگاه صنعتی امیرکبیر است. اتفاقی بس خوشایند که می تواند نوید بخش همکاری هر چه بیشتر صنعت و دانشگاه باشد.

از این رو بر آن شدیم تا گزارشی بر روند پیشرفت پروژه هواپیمای ۱۵۰ نفره تهیه کنیم.



دکتر علی وزیر (هسته مرکزی طراحی)

### پی نوشت:

1. Boeing
2. Airbus
3. Douglas
4. Double-deck
5. Ilyushin
6. Double-bubble

هم اکنون نیز علی رگم بعضی مشکلات به وجود آمده برای این دسته هواپیما ها از جمله ایجاد ترک در ریشه بال هواپیمای A380 پس از چندین سال خدمت و یا نیازمندی به ترمیم و بازسازی زیر ساخت باندهای فرودگاهی به منظور قادر ساختن آنها به تحمل وزن این هواپیما ها در هنگام فرود و غیره، خطوط هواپیمایی موجود در جهان همچنان به خرید و استفاده از آن ها می پردازند. در ادامه جدولی از برخی هواپیما های پهن پیکر به ترتیب سال تولید به همراه بعضی از ویژگی ها آورده شده است.

مدل	سال تولید	تعداد موتور	بیشترین وزن برخاست (ت)	پهنای داخلی	پهنای خارجی	چیدمان صندلی ها
Boeing 747	۱۹۶۸	۴	۴۴۷,۴	۶۱۰ سانتی متر (۲۴۰ اینچ)	۶۵۰ سانتی متر (۲۱۰ اینچ)	۷ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۲-۳-۲)
						۸ صندلی (۱۷ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
MD DC-10	۱۹۷۱-۱۹۸۹	۳	۲۵۹,۵	۵۶۹ سانتی متر (۲۲۲ اینچ)	۶۰۲ سانتی متر (۲۳۷ اینچ)	۸ صندلی (۲۰ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
						۹ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۳-۴-۲)
						۱۰ صندلی (۱۶,۵ اینچ پهنا) (۳-۴-۳)
L-1011 TriStar	۱۹۷۲-۱۹۸۵	۳	۲۳۱,۳	۵۷۷ سانتی متر (۲۲۷ اینچ)	۶۰۲ سانتی متر (۲۳۷ اینچ)	۹ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۳-۴-۲)
						۱۰ صندلی (۱۶,۵ اینچ پهنا) (۳-۴-۳)
Airbus A300	۱۹۷۴-۲۰۰۷	۲	۱۷۱,۷	۵۲۸ سانتی متر (۲۰۸ اینچ)	۵۶۴ سانتی متر (۲۲۲ اینچ)	۸ صندلی (۱۷ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
Ilyushin Il-86	۱۹۸۰-۱۹۹۴	۴	۲۰۶	۵۷۰ سانتی متر (۲۲۰ اینچ)	۶۰۸ سانتی متر (۲۳۹ اینچ)	۹ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۳-۳-۳)
Boeing 767	۱۹۸۱	۲	۱۸۶,۹	۴۷۲ سانتی متر (۱۸۶ اینچ)	۵۰۳ سانتی متر (۱۹۸ اینچ)	۷ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۲-۳-۲)
						۸ صندلی (۱۷ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
Airbus A310	۱۹۸۳-۱۹۹۸	۲	۱۶۴	۵۲۸ سانتی متر (۲۰۸ اینچ)	۵۶۴ سانتی متر (۲۲۲ اینچ)	۸ صندلی (۱۷,۴ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
MD MD-11	۱۹۹۰-۲۰۰۱	۳	۲۸۶	۵۶۹ سانتی متر (۲۲۲ اینچ)	۶۰۲ سانتی متر (۲۳۷ اینچ)	۹ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۲-۵-۲)
						۱۰ صندلی (۱۶,۵ اینچ پهنا) (۳-۴-۳)
Ilyushin Il-96	۱۹۹۲	۴	۲۰۶	۵۷۰ سانتی متر (۲۲۰ اینچ)	۶۰۸ سانتی متر (۲۳۹ اینچ)	۹ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۳-۳-۳)
Boeing 777	۱۹۹۳	۲	۳۵۱,۵	۵۸۶ سانتی متر (۲۳۱ اینچ)	۶۱۹ سانتی متر (۲۴۴ اینچ)	۹ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۲-۵-۲)
						۱۰ صندلی (۱۷,۵ اینچ پهنا) (۳-۴-۳)
Airbus A340	۱۹۹۳-۲۰۱۱	۴	۳۸۰	۵۲۸ سانتی متر (۲۰۸ اینچ)	۵۶۴ سانتی متر (۲۲۲ اینچ)	۸ صندلی (۱۷ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
Airbus A330	۱۹۹۴	۲	۲۴۲	۵۲۸ سانتی متر (۲۰۸ اینچ)	۵۶۴ سانتی متر (۲۲۲ اینچ)	۹ صندلی (۱۶,۵ اینچ پهنا) (۳-۳-۳)
						۸ صندلی (۱۷ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
Airbus A380	۲۰۰۵	۴	۵۶۰	بخش بالایی: ۵۸۰ سانتی متر (۲۳۰ اینچ) بخش پایین: ۶۵۴ سانتی متر (۲۵۷ اینچ)	۵۶۴ سانتی متر (۲۲۲ اینچ)	۸ صندلی (۱۷ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
Boeing 787 Dreamliner	۲۰۰۷	۲	۲۵۲,۷	۵۴۹ سانتی متر (۲۱۶ اینچ)	۵۹۱ سانتی متر (۲۳۳ اینچ)	۹ صندلی (۱۶,۵ اینچ پهنا) (۳-۳-۳)
						۸ صندلی (۱۷,۵ اینچ پهنا) (۲-۴-۲)
Airbus A350 XWB	۲۰۱۰	۲	۲۶۸	۵۶۱ سانتی متر (۲۲۱ اینچ)	۵۹۶ سانتی متر (۲۳۵ اینچ)	۸ صندلی (۱۹,۵ اینچ پهنا) (۳-۳-۳)
						۹ صندلی (۱۸ اینچ پهنا) (۳-۳-۳)
						۱۰ صندلی با هدف گذاری (۳-۳-۳)



بنابراین این کلاس هواپیما انتخاب شد. در این کلاس، ایرباس ۳۲۰ و بوئینگ ۷۳۷-۸۰۰ در دنیا پرفروش ترین هواپیماها هستند. بنا بر این سعی شد هواپیمایی که تولید می‌کنیم، بهتر از این دو باشد یا حد اقل بدتر نباشد. هواپیمای ۱۸۰-۱۵۰ نفره هواپیمای همیشه سبز است، یعنی همیشه مورد نیاز است.

**• کدام یک از دانشگاه ها در این پروژه همکاری کردند؟**

**دکتر وزیری:** دانشگاه امیرکبیر به عنوان دانشگاه محوری انتخاب شد که طراحی هواپیما را بر عهده بگیرد.

طراحی موتور به دانشگاه علم و صنعت سپرده شد، اویونیک به دانشگاه اصفهان و ایروالستیسیته به مرکز تحقیقات خلیج فارس.

دکتر جهانگیریان به عنوان مسئول پروژه انتخاب شدند و اینجانب انتخاب شدم تا هسته ی مرکزی طراحی را بر عهده بگیرم. دانشگاه امیرکبیر را نیز با توجه به اینکه اولین دانشگاهی است که رشته ی هواضا را به طور مستقل تاسیس کرده و ارتباطات صنعتی خوبی دارد به عنوان دانشگاه محور انتخاب کردند.

**دکتر مانی:** تصمیم گرفتند که

طراحی هواپیما را به یک دانشگاه محور بدهند و از تخصص سایر دانشگاه ها در بخش های مختلف استفاده کنند.

**• مجریان پروژه چه کسانی بودند؟**

**دکتر مانی:** مدیر پروژه: دکتر جهانگیریان مکانیک پرواز: دکتر پازوکی، از فارغ التحصیلان کارشناسی دانشگاه

امیرکبیر سازه: دکتر شاهرودی سیستم سوخت و موتور: دکتر طوسی

اویونیک: دکتر فتحی از دانشکده برق و الکترونیک

ایرودینامیک: دکتر مانی- دکتر نجات و دکتر نجفی

مهندسی سیستم: دکتر حسینی سیستم ها: دکتر محمدی از دانشگاه

علم و صنعت، از فارغ التحصیلان دکتری دانشگاه امیرکبیر و هسته ی مرکزی: دکتر وزیری

**• چرا دانشکده هواضا بعنوان محور پروژه انتخاب شد؟**

**دکتر مانی:** سیستم ها اصولا مکانیکی هستند، مثلا لندینگ، کار ایرودینامیکی ندارد. برخی زیرسیستم ها (مانند air condition و الکتریکی) کار هوافضایی ندارند، کار برقی یا مکانیکی هستند. منتها کاربر آن هوافضایی است. و این کار مهندس هواضا است که تمامی اجزا و بخش هارا به شکلی هماهنگ و مناسب در کنار هم بیاورد و اینکه نتیجه باید طوری باشد که قسمت ها طراحی و ساخته شده برای کاربرد هوافضایی مناسب باشد. در نتیجه برای رسیدن به این هدف بخش سیستمی هم داشتیم.



دکتر علیرضا جهانگیریان (مدیر پروژه هواپیما ۱۵۰ نفره)

**• روند پروژه به چه صورت بوده است؟**

**دکتر وزیری:** هواپیما در سه سطح گسترده طراحی می شود. دانشمندانه ترین بخش طراحی، بخش طراحی مفهومی هواپیما است که در این قسمت بیش از ۳۰۰-۲۰۰ نفر کار میکردند. ۶۰۰-۷۰۰ کتابچه طراحی نوشته شد. یک کتاب استاندارد در سطح ملی که بخش های مختلف پایداری، ایرودینامیک و... را در آن جمع آوری کردیم، عصاره طراحی مفهومی بود که ۲-۳ سال به طول انجامید در این دستور العمل چند جلدی مندرج است.

**• پروژه در چه مرحله ای است؟**

**دکتر جهانگیریان:** تقریبا راکد است. در حال حاضر بیشتر روی کارهای قبلی که شاید document نشده بود یا ناقص بود کار میکنیم. مجموعه خوبی از document های کار را تا حدود ۹۰٪ آماده کرده ایم که خیلی مفید هستند. دانشی را که در کشور به صورت حرفه ای ایجاد شده است، باید برای نسل ها و تیم های بعد که می خواهند کار را ادامه دهند، حفظ کنیم.

**• آینده ی پروژه را به چه صورت میبینید؟**

**دکتر وزیری:** اگر پس از این طراحی بخواهد ادامه پیدا کند، باید طراحی مقدماتی در دو بخش انجام شود.

۱. کارهای گسترده ی پایداری و مهار پذیری - CFD - تست تونل باد بارگذاری و سباز کردن سازه های درجه یک و دو  
۲. باید بیشتر از آن تعداد ( ۶۰۰ نفر) کار کنند و ۴ برابر اعتبار قبلی برایش بودجه در نظر گرفته شود.  
**دکتر جهانگیریان:** اگر بودجه تامین شود دوباره پروژه ادامه خواهد یافت چون ما ساختار آن،

**دکتر مانی:** دکتر وزیری طراحی عمومی را تدوین می کردند. ما مسئولیت قسمت ایرودینامیک را بر عهده داشتیم. همین به توافق رسیدن بین بخش ها ( آيرو ديناميك و الكترونيك و ... ) خودش کار سختی بود. در پایان طراحی مفهومی موفق شدیم شکل هواپیما را در آوریم.



دکتر محمود مانی (سرپرست گروه آيرو ديناميك)

**• پاسخ شما به کسانی که عقیده دارند ما عقب هستیم و توانایی انجام پروژه های بزرگ را نداریم چیست؟**

**دکتر وزیری:** میگویند سوزن هم نمیتوانیم بسازیم، این حرف کاملا اشتباه و فریب دهنده است و بازدارنده برای پیشرفت کشور! مشخص است که سوزن تولید نمیکنیم، وقتی کشور توانایی ساخت دارد، بگذارید بسازد و به سایر کشور ها بدهد! سوزن نمیتوانیم بسازیم، دلیل بر پسرفت نیست!

زیر ساخت ها، سیستم های نرم افزاری و سخت افزاری را داریم، تهیه کردیم و فضا و امکانات آماده است.

**• بخش های مختلف طراحی چگونه مدیریت می شدند و با هم در ارتباط بودند؟**

**دکتر مانی:** برای اینکه کار مدیریت شود، سیستم کنترل پروژه داشتیم. به این صورت که ریز می شدند و زمان و ترتیب فعالیت ها را مشخص میکردند.

**• از سختی های کار بگویید!**



## پهپاد ها چه جایگاهی در زمینه های تجاری و نظامی صنعت هوایی دارند؟

سجاد مرادزاده

پهپاد ها به چه چیز هایی

اطلاق می شوند؟

وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین (UAV) نامی است که به اسم پهپاد ها می شناسیم [۱]؛ سیستم های هوایی که در مسافت های طولانی و کوتاه به انجام ماموریت های نظامی، تجاری و صنعتی و ... می پردازند و در بیشتر مواقع بدون مداخله مستقیم انسان عمل می کنند. پهپاد ها در اغلب موارد به دوربین و در اهداف نظامی به موشک مجهز می باشند.

امروزه می توان گفت که در هر زمینه ای حفظ جان و امنیت انسان ضروری به نظر می رسد؛ بدین منظور کشور ها در تلاش اند تا بتوانند در هر چیزی امور را از طریق الکترونیک و بدون مداخله مستقیم انسان انجام دهند

تا بدین طریق حتی الامکان در هزینه ها صرفه جویی کرده و مهمتر از همه کمترین زیان به امنیت و جان انسان برسد. یکی از این وسایل که در این راستا ساخته شده، پهپاد می باشند که روز به روز پیچیده تر و تکامل یافته تر شده و سعی شده تا بر توانایی آنها در انجام امور به صورت خودکار افزوده شود. در این مقاله قصد داریم تا شما را با جایگاه پهپاد ها در امور نظامی و تجاری آشنا کنیم. در ابتدا مروری اجمالی بر تاریخچه ی این وسیله می کنیم. در سال ۱۹۴۹ اتریش اولین بالن بمب افکن بدون سرنشین را برای حمله به ونیز به کار برد. در سال ۱۹۵۹ نیروی هوایی آمریکا در پی نگرانی از دست دادن جان خلبانان خود در جنگ ها، شروع به ساخت و استفاده از هواپیماهای بدون

سرنشین کرد. در آگوست ۱۹۶۴ اولین نبرد و رویارویی پهپاد های آمریکایی در خلیج تانکین با ویتنامی ها در طول جنگ ویتنام به وقوع پیوست که تا آن موقع مسئله هواپیما های بدون سرنشین در آمریکا یک موضوع سری بود. نیروی هوایی آمریکا در طول این جنگ در بیش از ۳۴۳۵ ماموریت از پهپاد ها استفاده کرده بود که عدد قابل توجهی می باشد؛ حدود ۵۵۴ پهپاد در جنگ از بین رفتند. با توجه به این مقدمات به آسانی میتوان استنباط کرد که یکی از اصلی ترین موارد استفاده و اختراع هواپیماهای بدون سرنشین، کاربرد آن در جنگ ها و موارد نظامی می باشد. به دلیل پیشتازی کشور آمریکا در زمینه ی پهپاد ها در ادامه به بررسی این موضوع در صنعت هوایی این کشور می پردازیم.

در سال ۱۹۷۲ ژنرال جان مایر (فرمانده کل قوا) در بین جمعی از افسران عالی رتبه نظامی بیان کرد: ما مشتاقیم که از پهپاد ها در ماموریت های با ریسک بالا استفاده کنیم؛ امکان شکست بالا است ولی ما خود می خواهیم هرچه بیشتر از آنها استفاده کنیم چون آنها جان سربازان ما را حفظ میکنند." از این جمله می توان فهمید که یکی از دلایل پیشرفت سریع پهپادها از جنبه نظامی، حفظ جان سربازان در جنگ ها می باشد. هیچ کشوری خواهان آن نیست که سرمایه های خود، یعنی مردمانش را از دست بدهد پس با توجه به این استدلال قطعاً هواپیماهای بدون سرنشین رفته رفته جای سربازان در ماموریت ها و جنگ ها را خواهند گرفت. به سادگی میتوان فهمید که هدف از این همه هزینه های گزاف چیست. از پهپاد ها در جنگ های مختلف

همچون جنگ افغانستان و ویتنام استفاده شده است و به مرور نیز موارد استفاده از آنها بیشتر شد. علاوه بر اینها از پهپاد ها در جاسوسی، همان طور که نمونه ی آن چندین سال پیش در کشور ما اتفاق افتاد، استفاده های متنوعی شده است و هم اکنون نیز این رویه پیش رو می باشد. در مسئله حفظ جان سربازان در برخی از جنگ ها از این موارد به عنوان نیروی پشتیبانی در حملات هوایی و زمینی، شناسایی محل استقرار دشمنان و برخی ماموریت های امنیتی نیز استفاده می شود. در حال حاضر کشور آمریکا چه تعداد پهپاد در اختیار دارد و چه هزینه ای برای این کشور رقم زده است؟ [۲]

کشور آمریکا به عنوان پیش قراول در زمینه ی پهپاد ها بیش از کشور های دیگر در سرتاسر

دنیا هزینه صرف کرده است. پنتاگون (مقر وزارت دفاع ایالت متحده آمریکا) سرمایه ای بالغ بر ۲ میلیارد و ۹۰۰ میلیون دلار در زمینه های مختلف از جمله تحقیق، پژوهش و توسعه پهپاد ها در سال گذشته صرف کرده است [۳]. همچنین در سال جاری، ارتش مبلغی بالغ بر ۴ میلیارد و ۴۸۳ میلیون دلار برای هزینه های مربوط به هواپیماهای بدون سرنشین تخصیص داده است [۴]. برای مثال Global Hawk (نوعی پهپاد پیشرفته) در هر ساعت پروازی ۳۰ هزار دلار هزینه در بر دارد.

Spending Summary		
	MQ-9 Reaper	\$1.2 billion
	RQ-4 Global Hawk	\$305 million
	MQ-4C Triton	\$944.1 million
	MQ-8C Fire Scout	\$119.5 million
	MQ-1C Gray Eagle	\$148.4 million
	Unmanned Undersea Vehicles	\$351.7 million
	Unmanned Ground Vehicles	\$74.2 million

شکل ۱- هزینه های تخصیص داده شده به پهپاد های مختلف در سال ۲۰۱۱ در کشور آمریکا [۵]



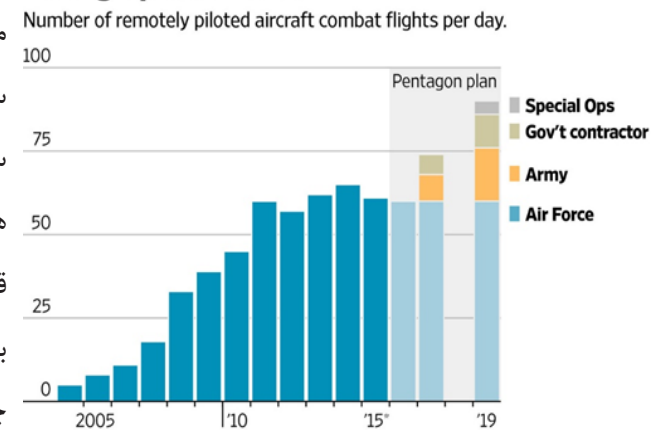
### ابزاری برای پلیس ها!

پلیس در مناطق شهری کلرادوی غربی از این ابزار جذاب جهت سهولت در انجام عملیاتش استفاده می کند. پلیس از میزان سهولت این وسیله ابزار رضایت داشته و علاوه بر این ها اعلام داشته که میتوان از این ابزار به جای هلیکوپترها استفاده کرد. همچنین میتوان از این وسیله برای پیدا کردن مردم و حیوانات گم شده نیز استفاده کرد؛ با توجه به اینکه تنها ۲۵ دلار برای هر ساعت پرواز آب میخورد!

**آیا خلبانان پهپادها نیز زیر فشار استرس هستند؟**

در تحقیقات انجام شده بر روی کسانی که پهپادها را کنترل می کنند، به نتایج جالبی برخورد کرده اند. خلبانان علاوه بر اینکه به اندازه ی همتایان خود در عراق یا افغانستان دارای مشکلات روانی هستند، آنها یک فرم جدید از فشار روانی -نسخه از راه دور سندرم استرس پس از سانحه- را تجربه می کنند. به رغم اینکه شاید هزاران کیلومتر از میدان جنگ دور باشند اما این خلبانان زیر فشار اضطراب، افسردگی و استرس شدید می باشند. این افراد اغلب بین ۹۰۰ الی ۱۸۰۰ ساعت در طول سال کار میکنند که در مقایسه با ۳۰۰ ساعت کار در طول سال خلبانان نیروی هوایی آمریکا مقدار قابل توجهی می باشد.

### Dialing Up the Drones



### جایگاه تجاری و

شکل ۲- تعداد پهپاد های نظامی استفاده شده در هر روز روزمره پهپادها بر حسب سال (آمریکا)

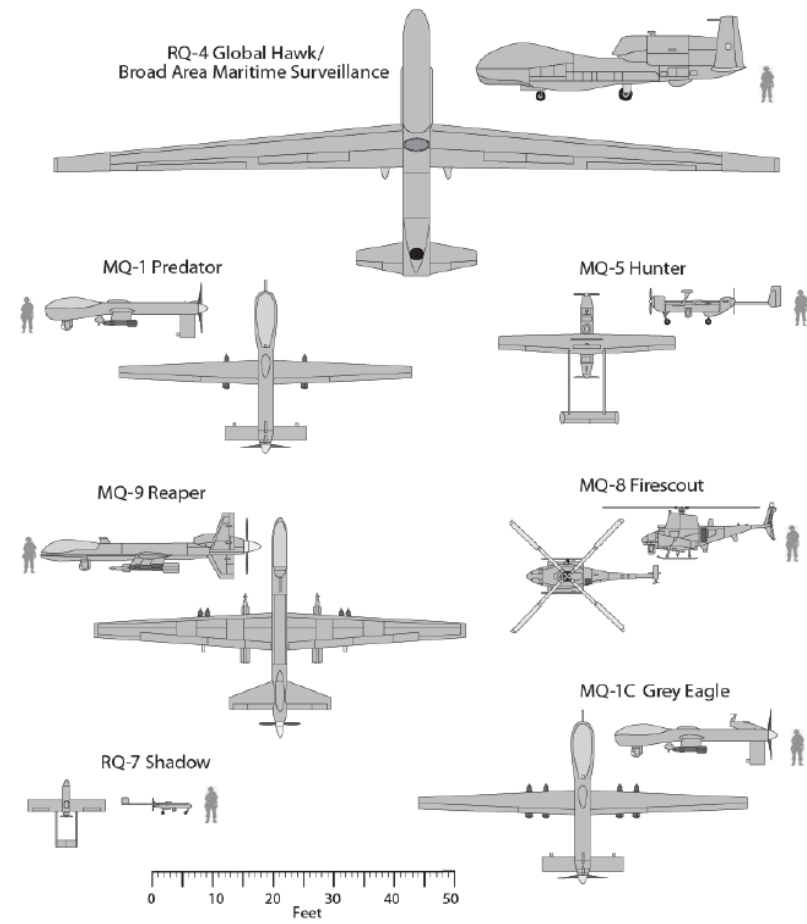
امروزه شرکت های مختلف همانند AMAZON ، DHL ، پست و شرکت های مختلف دارویی از پهپادها برای حمل و نقل وسایل مورد نیاز خود به مناطق مختلف در سرتاسر جهان استفاده می کنند. در انگلستان و اسپانیا نوع خاصی از پهپادها را طراحی کرده اند که در مراقبت از باغ وحش ها، پارک های ملی و شناسایی شکارچیان غیر قانونی مورد استفاده قرار میگیرد. در برخی از نقاط دنیا از این وسایل پرنده در شناسایی و حل مشکلات ترافیک شهر های بزرگ استفاده میشود. خبرگزاری ها شروع به استفاده از پهپادها برای فیلم برداری و دسترسی آسان تر به وقایع روزانه کرده اند که البته با مخالفت بیشتری روبرو شده اند؛ زیرا به راحتی میتوان به اطلاعات مخفی از این طریق نیز دست یافت.

در کشور انگلستان به دنبال کاربرد هر چه بیشتر پهپادها در کشاورزی هستند که پیش بینی می شود در سال ۲۰۱۶ بخش کشاورزی میزان ۴۸ درصد از فروش پهپاد های تبلیغاتی و تجاری را در بر بگیرد. همچنین این کشور قصد دارد تا با طراحی نوعی پهپاد بتواند شبکه ریلی را هر لحظه تحت نظر داشته باشد و بتواند مشکلات آنها را به راحتی تشخیص دهد. همچنین شرکت SHELL (شرکت نفتی) در اروپا در برخی مناطق و نقاطی که دسترسی به آنها دشوار می باشد از پهپادها که هم امن تر و هم صرفه اقتصادی دارد استفاده می کند.

### آینده ی پهپادها

در حال حاضر صد ها شرکت در زمینه ی تکنولوژی ساخت

پهپادها در حال تحقیق و توسعه هستند. حداقل ۵۰ کشور در دنیا بر روی هواپیما های بدون سرنشین کار می کنند. متخصصان پیش بینی کرده اند در کمتر از ۱۰ سال هر کشور قادر به ساخت پهپاد خواهد بود که در این صورت مسئله حریم شخصی کشورها و افراد مسئله بسیار مهمی خواهد بود. تخمین زده میشود که حدود صد هزار شغل مربوط به صنعت هواپیماهای بدون سرنشین در دنیا بوجود آمده است. همچنین در طی ۱۰ سال آینده پهپادها حدود ۱۰ درصد از تجارت هوایی را در اختیار خواهند گرفت.



شکل ۳- اندازه پهپادهای مختلف آمریکا در مقایسه با انسان

### منابع:

- 1-[http://fcl.org/issues/foreign\\_policy/understanding\\_drones](http://fcl.org/issues/foreign_policy/understanding_drones)
- 2-<http://dronecenter.bard.edu/drones-in-the-defense-budget/>
- 3-<http://dronecenter.bard.edu/drones-in-the-defense-budget/>
- 4- Getting Dan, Drone spending in the Fiscal year 2017 defense budget, 29 February 2016
- 5- Gertler Jeremiah, U.S Unmanned Aerial Systems, 3 January 2012

## بررسی موتور جنگنده اف-۳۵

نویسنده: محمد حسین علی یولداشی

نیروی پیشران "جنگنده اف ۳۵" آذرخش ۲ توسط یک دستگاه پیشران توربوفن "پرت اند ویتنی اف ۱۳۵" که قدرتمندترین پیشرانه جتی که تا به حال برای هواپیماهای جنگنده ساخته شده است، تأمین میشود. همچنین در نسخه اف-۳۵ بی سامانه پیشرانشی هواپیما علاوه بر پیشرانه توربوفن اف ۱۳۵، شامل سامانه برآ "رولزروییس" نیز هست که هواپیما را برای انجام عملیات برخاست و فرود سریع و عمودی و همچنین سرعت فراصوت قادر

میسازد.

این پیشرانه طی قراردادی ۴ میلیارد دلاری تحت عنوان سامانه توسعه و نمایش عملکرد از سوی وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا در تاریخ ۲۶ اکتبر سال ۲۰۰۱ انتخاب گردید، که براساس آن برای کلیه نسخه‌های اف سی و پنج در تست پرواز هواپیما به کار برده شود. پیشرانه اف ۱۳۵ با قطر بزرگ‌تر و جریان هوای عبوری بیشتر بر پایه پیشرانه اف ۱۱۹ شرکت پرت اند ویتنی توسعه یافت.

### سامانه

#### پیشرانه F۱۳۵

هر دو پیشرانه F۱۳۵ و F۱۱۹ از نوع موتورهای جریان محوری هستند. به گفته اد اودانل (مدیر توسعه کسب و کار در برنامه‌های اف ۱۳۵ و اف ۱۱۹) در هر دو این موتورهای دومحوره بیشترین شباهت در سامانه متراکم کننده وجود دارد که این شباهت در طراحی قطعات موتور می باشد نه اینکه فقط شماره قطعات عین هم باشند.

(شماره قطعه شناسه ای از یک قطعه معین است که در صنعت به منظور سهولت در رجوع به یک قطعه معین به کار می رود). شماره قطعات F۱۳۵ متفاوت از شماره قطعات مشترک در F۱۱۹ می باشد زیرا بخش خدمات رسانی نیروهای مسلح ایالات متحده آمریکا بنا به دلایل مدیریتی بخش انبارداری، خواهان تخصیص شماره قطعات منحصر به فرد برای هر یک از برنامه های نظامی می باشد. با وجود شباهت های این دو پیشرانه برخی تفاوت های فاحش بین F۱۳۵ و F۱۱۹ وجود دارد. برای مثال F۱۳۵ برای تولید نیروی

اینچ/۱۰۹۰ میلی‌متر)، قطر فن بزرگ‌تر (۱۴۶ اینچ/۱۱۷۰ میلی‌متر) و در نتیجه از قطر موتور (۵۱ اینچ/۱۲۹۵ میلی‌متر) بیشتری نسبت به F۱۱۹ بهره می‌برد. طبق اظهارات شرکت Pratt & Whitney بیشینه نیروی پیشرانه در نسخه F۳۵B ۴۱۰۰۰ پوند (با استفاده از پس سوز) است که این مقدار کمی کمتر از نیروی پیشران تولیدشده در پیشرانه‌های به‌کاررفته در نسخه‌های F۳۵A و F۳۵C می باشد.

۱۸۰.۸ کیلو نیوتن (با پس سوز) نیروی پیشران را در اختیار خلبان قرار می‌دهد.

#### معماری پایه‌ای پیشرانه F۱۳۵

پیشرانه F۱۳۵، همانند F۱۱۹، از یک فن سه مرحله‌ای استفاده میکند (در اصطلاح موتورهای به‌کاررفته در هواپیماهای نظامی فن همان بخش متراکم کننده کم‌فشار است). جریان هوای سرعت داده شده، بعد خروج از مرحله سوم فن به دو قسمت جدا می شود که ۵۷٪ آن

به صورت bypass (کنارگذر)

و ۴۳٪ آن وارد هسته موتور شده تا مرحله متراکم شدن انجام پذیرد تا نهایتاً با مخلوط شدن آن با سوخت و مشتعل ساختن آن در محفظه احتراق نیرو و توان کافی برای به چرخش درآوردن توربین موتور و تولید ۲۸۰۰۰ پوند یا ۱۲۴.۵۵ کیلو نیوتن نیروی پیشرانه (در حالت بدون استفاده از پس سوز) منجر شود.

افزون بر این بیشینه نیروی تولیدشده توسط پیشرانه به‌کاررفته در نسخه F۳۵B، بدون استفاده از پس سوز تقریباً ۲۷۰۰۰ پوند یا ۱۲۰.۱ کیلو نیوتن است که همین پیشرانه در حالت برخاست سریع حداکثر نیروی ۴۰۷۴۰ پوند یا ۱۸۱.۲ کیلو نیوتن و در حالت فرود عمودی و شناور ماندن هوا، ۴۰۶۵۰ پوند یا



بخش متراکم کننده فشار بالای F135 از شش مرحله تشکیل شده که این شش مرحله همانند سه مرحله فن به روش روتور- پره‌ای یکپارچه یا همان Blisk ساخته شده است. تعدادی از مراحل ابتدایی این بخش از فلز تیتانیوم ساخته شده است ولی به علت افزایش دما در اثر عبور از یک مرحله متراکم کننده به مرحله دیگر، مراحل انتهایی این بخش از آلیاژهای نیکل پایه ساخته می شود تا بتوانند دمای بسیار بالای این جریان هوای متراکم را تحمل کنند.

در نسخه معمولی F-35 جریان هوای خارج شده از بخش متراکم کننده پرفشار ۲۸ برابر فشار همان جریان هوا هنگام ورود به موتور است که این مقدار در نسخه F-35B حتی به ۲۹ برابر (هنگام پرواز) می‌رسد. تک محفظه احتراق حلقوی (Annular) این پیشران شامل لاینرهای (Liner) با قابلیت جدا شدن و یک سری نازل های سوختی (Fuel Nozzle) می باشد که همه آن ها در داخل محفظه دیفیوزر (Diffuser Case) قرار دارند. به گفته اد اودانل، F135 از محفظه احتراقی بسیار شبیه به F119 بهره می برد با این

تفاوت که محفظه احتراق F135 برای تحمل دمای کاری بیشتر باز طراحی شده است. در هر دو این پیشران ها، از هسته های با ابعاد تقریباً یکسان استفاده شده است با این تفاوت که چون F135 برای تولید نیروی پیشران بیشتری توسعه یافته است، از هسته با دمای کاری بیشتری نسبت به F119 بهره می برد. هرچند که در هر دو پیشران F135 و F119 از توربین پرفشار تک مرحله‌ای استفاده شده است اما تعداد مراحل به کاررفته در توربین کم فشار در پیشران F135 و F119، به ترتیب ۲ بر ۱ می باشد. علت آن هم این است که در نسخه F-35B توربین کم فشار نه تنها وظیفه‌ی تأمین انرژی برای به گردش درآوردن فن موتور را بر عهده دارد بلکه وظیفه تأمین انرژی برای به گردش درآوردن برآفن (LiftFan) رولزرویس (یکی از سه بخش اساسی سامانه برآی رولزرویس که هواپیما F-35B را برای معلق شدن در هوا توانا می سازد)، که هنگام پرواز در حالت عادی (به غیر از برخاست و فرود) به کار گرفته نمی شود. این را هم باید اضافه کرد که برآفن در نسخه‌های F-35C و F-35A وجود

ندارد. به هر حال در نسخه‌های مختلف (F-35A، F-35B و F-35C) پیشران‌های یکسانی به کار گرفته شده است با این وجود، این پیشران در هر نسخه F-35 به صورت متفاوتی نام گذاری شده است: هندسه مجراهای هوای خنک کننده در بخش دما بالای پیشران F135 به صورت متفاوتی نسبت به پیشران F119 طراحی شده‌اند. برای جلوگیری از ذوب شدن پره‌های توربین از مواد پوششی عایق حرارت که از جنس ابرآلیاژ نیکل می باشد استفاده می کنند. در هر دو این پیشران ها هوای خنک کننده از هوای بای پس تأمین می شود. که به گفته اد اودانل "حتی هوای ۱۵۰۰ C نیز زمانی که در مقام قیاس با هوای گرم تر قرار گیرد، سرد به حساب می آید."

محورهای خلاف جهت گرد از ویژگی های F135 که شرکت پرت اند ویتنی مایل به اظهار نظر بیشتر درباره آن نیست محورهای خلاف جهت گرد به کاررفته در موتور می باشند؛ همان فناوری که در F119 به کاررفته است.

محورهای خلاف جهت گرد می‌توانند برای بهینه ساختن جریان هوای گذرا بین توربین پرفشار و کم فشار و در حالت کلی بهینه ساختن جریان هوای عبوری از موتور به کار روند. همچنین این فناوری باعث شده تا پرت اند ویتنی بتواند یک یا چند ردیف از استاتورها و وین ها (Vaness) را در F135 کم کند. (استاتور ها و وین ها پره‌های ثابتی هستند که در بین مراحل فن، متراکم کننده و توربین قرار می گیرند و باعث می‌شوند تا جریان هوا در بهینه ترین حالت از یک روتور به روتور بعدی وارد شود).

باینکه F135 از نسبت نیروی پیشران به وزن بیشتری نسبت به F119 بهره می برد (۲۸:۱) برای F135 و ۲۶:۱ برای F119 ( اما وزن ۵۴۰۰ پوندی این پیشران می‌تواند بیش از حد معمول در مقایسه با پیشران های هم کلاس خود باشد. همچنین بنا بر گفته وارن بولی در سال ۲۰۱۱، F135 دارای تقریباً حداکثر نیروی

خروجی (با استفاده از پس سوز) ۵۱۰۰۰ پوند (۲۲۶.۸۶ کیلو نیوتن) در وضعیت نصب نشده (وضعیتی که پیشران به هواپیما متصل نشده و تمام توان پیشران صرف تولید نیروی پیشران می شود.) است، که این مقدار در حالت نصب شده در هواپیما برابر ۴۳۰۰۰ پوند (۱۹۱.۲۷ کیلو نیوتن) در حالت استفاده از پس سوز می باشد.

راجع به این سامانه نامعلوم است، اما به نظر می‌رسد F135 از تزریق کننده‌های سوختی چند ناحیه ای (احتمالاً ۳ ناحیه ای) در پشت شعله افکن سامانه پس سوز بهره می برد. این نواحی تزریق سوخت هر یک به طور جداگانه اقدام به تزریق سوخت می کنند بنابراین سامانه پس سوز عملکردی به طور یا همزمان کار کنند یا هیچ کدام کار نکنند ندارد که باعث فراهم شدن محدوده‌ای متغیر و قابل کنترل از نیروی پیشران با پس سوز شده است.

### Augmentors





تعمیر و نگه داری بنا بر تجربه به دست آمده در ساخت و توسعه پیشرانه F100 (پیشرانه ای که در هواپیماهای F-15 و F-16 به کاررفته اند) و پیشرانه F119 (پیشرانه ای در هواپیمای F-22 به کاررفته است) در طراحی و توسعه F135 از همان ابتدا تعمیر و نگهداری به عنوان یک اصل در نظر گرفته شده است. این را باید اضافه کرد که در پروژه F119 شرکت پرت اند ویتنی با دعوت تکنسین های

نمی گیرد) و همچنین پیچ و مهره های متصل کننده این سامانه ها به پیشرانه به گونه ای در داخل خود محفظه های سامانه کنترلی قرار گرفته اند که هنگام جدا کردن بخش های مذکور در داخل خود محفظه ها باقی می مانند.



نیروی هوایی، از آن ها برای کمک به طراحی هر چه راحت تر تعمیر و نگه داری سامانه های کنترلی و جانبی قرار گرفته در پیشرانه بهره گرفته بود. در پیشرانه F135 تمامی سامانه های کنترلی نصب شده بر روی پوسته موتور (Casing) از نوع تک لایه هستند (به طوری که هیچ بخش بر روی بخش دیگر قرار

می شود. به شیوه مشابهی تمامی گیره های نگه دارنده و بلوک های متصل پیشرانه بر روی پوسته موتور قرار می گیرند که هنگام تعمیر و جدا شدن از صدمه اشپای موجود در محیط در امان باشند. نصب شدن سامانه های کنترلی و جانبی در قسمت زیرین پیشرانه باعث سهولت دسترسی و تعمیر

می شود همچنین این سامانه ها به صورت ماژولار (Modular) ساخته شده اند تا یک مهندس بتواند به راحتی برای مثال سامانه الکترونیک، شیرها و رله های واحد کنترل سوخت را به عنوان یک واحد یکپارچه برای تعمیر جدا کند.

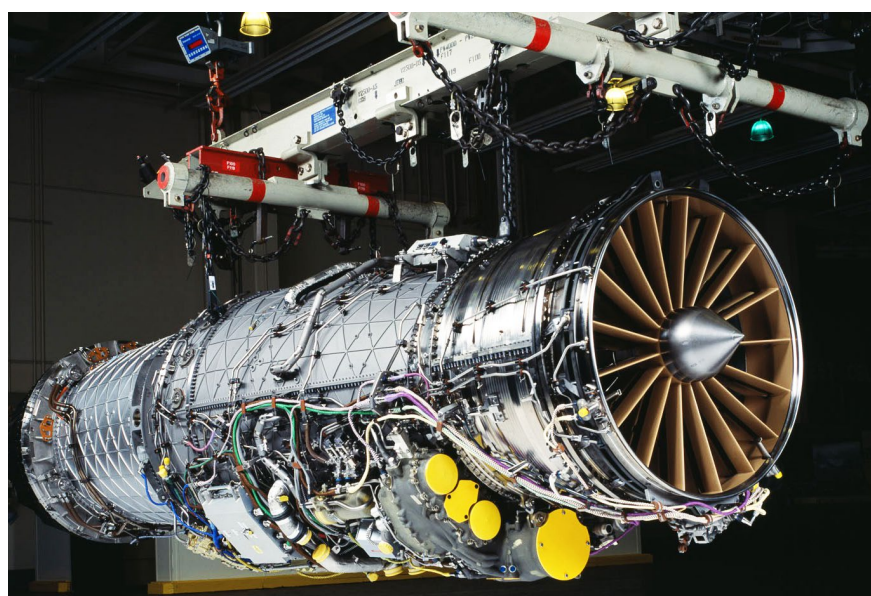
بنا بر گفته اد اودانل " نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا، F119 را پیشرانه ای بسیار نگهداشت پذیرتر از پیشرانه ای مانند F100 می داند (با کاهش مقدار نفر-ساعت مورد نیاز در زمان تعمیر) همچنین شرکت پرت اند ویتنی انتظار دارد F135 نگهداشت پذیرتر و قابل اعتماد تر از F119 باشد. علاوه بر این شرکت پرت اند ویتنی می تواند از تجارب به دست آمده در شیوه طراحی F135 که برای نگهداشت پذیری بهتر توسعه یافته است در تولیدات آتی F119 استفاده کند.

همچنین پیشرانه F135 از سامانه PHM (پیش بینی و نظارت سلامت) و مجموعه ای از حس گرها بهره می برد. که سامانه PHM به وسیله همین حس گرها با نظارت مداوم بر پارامترهای عملکردی و وضعیت بخش های مختلف پیشرانه هرگونه وضعیت غیرعادی را به تکنسین ها خبر می دهد. بنابراین زمان بسیار اندکی صرف عیب یابی پیشرانه می شود. تمامی تلاش های صورت گرفته در جهت نگه داری بهتر F135 نشان گر این است که شرکت پرت اند ویتنی با جدیت هرچه تمام تر عامل نگهداشت پذیری را طراحی این پیشرانه در نظر گرفته است به گونه ای که سعی بر آن بوده تا تنها از یک ابزار برای تعمیر آن استفاده شود هر چند که رسیدن به این حد از کمال ممکن نبوده اما تلاش های صورت گرفته باعث شده تا تنها از ۶ ابزار در تعمیر و

نگهداری این پیشرانه استفاده شود. یکی از ویژگی های قابل توجه پروژه F-35B این است که وقتی F-35B در حالت شناور بودن در هوا می باشد سامانه پیشرانه هواپیما بدون استفاده از پس سوز نیرویی معادل F-35B با استفاده از پس سوز در حالت پرواز افقی تولید می کند. این در حالی است که همین تولید حداکثر نیروی پیشرانه بدون استفاده از پس سوز ۲۷۰۰۰ پوند (۱۲۰.۱ کیلو نیوتن) و نیروی پیشرانه با پس سوز ۴۱۰۰۰ پوند (۱۸۲.۴ کیلو نیوتن) را می بایستی نیروی

### سامانه برآ رولزرویس

پیشران عمودی بدون استفاده از پس سوز که معادل ۴۰۶۵۰ پوند (۱۸۰.۸ کیلو نیوتن) در حالت شناور بودن هواپیما می باشد را تولید کند، این در حالی است که همین پیشرانه در حالت پرواز افقی توانایی تولید حداکثر نیروی پیشرانه بدون پس سوز ۲۷۰۰۰ پوند (۱۲۰.۱ کیلو نیوتن) و نیروی پیشرانه با پس سوز ۴۱۰۰۰ پوند (۱۸۲.۴ کیلو نیوتن) را دارد.





هواپیمای F-۳۵B که مجهز به پیشرانه F۱۳۵ می باشد، برای رسیدن به چنین مقدار از نیروی پیشران عمودی از دو سامانه استفاده میکند. اول از همه واحد کنترل دیجیتالی جامع موتور (FADEC) است که شامل کامپیوترهای ساخت شرکت BAE Systems که با نرم‌افزار اختصاصی توسعه یافته توسط پرت اند ویتنی کار می کنند می باشد. در حالت شناور بودن هواپیما کامپیوترهای سامانه FADEC پیشرانه را وادار به کار بیشتر و در نتیجه افزایش نیروی پیشران بدون پس سوز از ۲۸۰۰۰ پوند به ۳۹۴۰۰ پوند می کند.

دومین سامانه‌ای که F-۳۵B از آن استفاده میکند، سامانه برآ رولزروییس می باشد. فن برآ زا رولز رویس در پش کابین خلبان قرار دارد. این سامانه با قطر ۵۳ اینچی (۱۳۴۶ میلی‌متر) و عمق ۵۰ اینچی (۱۲۷۰ میلی‌متر) خود از طریق مجرای ورودی هوا با قطری برابر با ۵۱ اینچ (۱۲۹۵ میلی‌متر) قرار گرفته بر قسمت فوقانی بدنه هواپیما، با مکش هوای سرد و سرعت دادن به آن نیروی پیشران عمودی تولید می کند. همچنین این مجرای ورودی هوا توسط دریچه‌های - معروف به کاپوت شورولت سال ۵۷ (Chevy Hood ۵۷) - باز و بسته



شونده ساخت Lockheed Martin پوشیده شده‌اند. این دریچه تنها زمانی که هواپیمای F-۳۵B شناور است یا در حال انجام عملیات برخاست سریع و یا تغییر حالت از پرواز افقی به پرواز عمودی است برای تولید نیروی پیشران عمودی باز می شود. برآفن خود شامل دو فن که در خلاف جهت هم میگردند می باشد. هر کدام از این فن ها به روش روتور پره ای یکپارچه (Blisk) طراحی و ساخته شده‌اند؛ فن بالایی از ۲۴ پره توخالی تیتانیومی و فن پایینی از ۲۸ پره توپر تیتانیومی ساخته شده است. هر کدام از فن ها به طور جداگانه نیروی خود را از طریق چرخ دنده های مورب تأمین می کنند (چرخ دنده های مورب گشتاور محور افقی را توسط چرخ دنده هایی مخروطی شکل به محور عمودی منتقل می سازند). هر دوی این چرخ دنده های مورب در یک جعبه دنده مشترک قرار دارند و نیروی خود را از طریق میل لنگی که در محور طولی F-۳۵B قرار دارد

تأمین می کنند. همین میل لنگ نیز نیروی خود را از محور کم فشار پیشرانه (Low Pressure Spool) که در پشت برآفن قرار دارد به دست می آورد ( برآفن در قسمت جلویی ورودی هوای پیشرانه و میل لنگ متصل کننده به پیشرانه در مجرای ورودی، به شکلی که مقاومت هوایی کمی ایجاد کند، قرار دارد). در پیشرانه نیز میل لنگ به اولین مرحله از فن پیشرانه که توسط محور کم فشار گرداننده می شود،

چرخش است، این در حالی است که زمانی که نیاز برای نیروی پیشران عمودی تولیدی برآفن نباشد؛ برای مثال در پرواز افقی، کلاچ در گیر نمی شود. کلاچ تنها زمانی در گیر و قفل می شود که نیروی پیشران عمودی مورد نیاز باشد. به خاطر اصطکاک شدید و دمای بالایی که در کلاچ وجود دارد، صفحه کلاچ ها از مواد مقاوم در برابر خستگی و خوردگی که مشابه آن در



وصل شده است.

دیگر جزء مهم سامانه برآ کلاچ موجود در جعبه دنده برآفن است. میل لنگ پیشرانه زمانی که پیشرانه شروع به کار می کند، به کار می افتد؛ یعنی همیشه در حال

ترمز های کربنی که در هواپیماهای مسافری بزرگ جثه مانند ایرباس آ ۳۸۰ به کار رفته است، ساخته می شوند. در قسمت زیرین برآفن جعبه مجرای آلومنیومی، با سطح

مقطع متغیر ساختارولز رویس قرار دارد که راه خروجی هوای سرد رانده شده به طرف پایین است. دریچه‌های خروجی این جعبه نیز به صورت مشبک است که هوای سرد خروجی از طریق شیارهای موجود در آن خارج می شود. این دریچه‌های مشبک بنا بر تصمیم خلبان و از طریق واحد FADEC هواپیما می‌توانند از ۴۵ درجه به سمت عقب تا کاملاً به صورت عمود بر افق تا ۵ درجه روبه جلو تغییر زاویه بدهند تا برای انجام مانورهای متفاوت جهت‌گیری‌های متغیری را در دسترس خلبان قرار دهند.

هنگامیکه هواپیمای F-۳۵B شناور در هوا می باشد، میل لنگ با انتقال ۲۸۰۰۰ اسب بخار توان محوری به برآفن از طریق کلاچ و چرخ دنده های مورب موجب تولید ۱۸۶۸۰ پوند (۸۳.۱ کیلو نیوتن) نیروی پیشران رو به پایین توسط ستونی از هوای سرد می شود. در حالت شناور بودن هواپیما سامانه برآفن مانند یک پیشرانه توربوپراپ عمل کرده با این تفاوت که



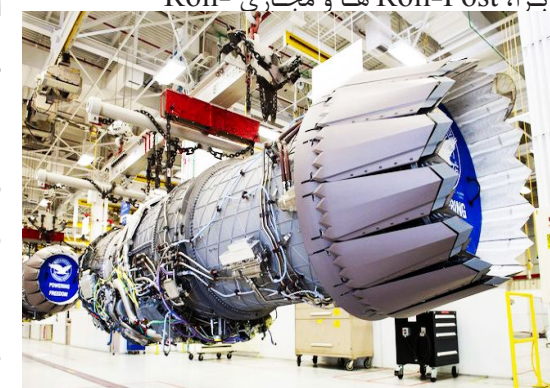
بیش ترین توان آن صرف تولید نیروی پیشران عمودی به جای نیروی پیشران افقی می شود. بنابراین پیشرانه F135 به کاررفته در F-35B در حقیقت به عنوان قوی ترین پیشرانه توربوپراپ است.

این تغییر جهت نیرو توسط واحد مفصل گردنده سه یاتاقانه (3BSM = Three-Bearing Swivel Module) انجام می گیرد. این قطعه جالب توجه خود متشکل از سه بخش بند بند پوسته نازل است که هر کدام از این بخش ها از فلز تیتانیوم ساخته شده اند که هر یک متصل به یکدیگرند و هر کدام توسط یاتاقان های حلقه ای مخصوص به خود حرکت داده می شوند.

هنگامیکه هواپیمای F-35B در هوا شناور است خلبان به وسیله سامانه FADEC به سامانه 3BSM (واحد مفصل گردنده سه یاتاقانه) فرمان می دهد تا با تغییر زاویه درگستره زاویه ای 95 درجه (از حالت افقی به سمت عقب تا 5 درجه روبه جلو) جهت گاز های داغ خروجی از پیشرانه را موازی و در همان جهت با هوای سرد خروجی

برآفند که در قسمت جلویی هواپیما قرار دارد، سازد. سامانه 3BSM تنها در عرض 2.5 متر قرار دارد، سازد. این سامانه سه یاتاقانه (3BSM = Three-Bearing Swivel Module) انجام می گیرد. این قطعه جالب توجه خود متشکل از سه بخش بند بند پوسته نازل است که هر کدام از این بخش ها از فلز تیتانیوم ساخته شده اند

برآفند که در قسمت جلویی هواپیما قرار دارد، سازد. این سامانه سه یاتاقانه (3BSM = Three-Bearing Swivel Module) انجام می گیرد. این قطعه جالب توجه خود متشکل از سه بخش بند بند پوسته نازل است که هر کدام از این بخش ها از فلز تیتانیوم ساخته شده اند



می شود) تا تورویدی (Toroidal) (صفحه ای پیچیده که متشکل از دوران یک خم بسته حول محوری موازی با یکی از ضلع های این خم که خود خم را قطع نمی کند، است.) بودن در دیگر انتهای آن متغیر است. همچنین هر کدام از این مجاری تیتانیومی به روش سوپرپلاستیکی شکل گرفته و به روش پیوند پخشی (Diffusion Bonding) و جوش لیزری ساخته می شوند.

این تغییر جهت نیرو توسط واحد مفصل گردنده سه یاتاقانه (3BSM = Three-Bearing Swivel Module) انجام می گیرد. این قطعه جالب توجه خود متشکل از سه بخش بند بند پوسته نازل است که هر کدام از این بخش ها از فلز تیتانیوم ساخته شده اند

این تغییر جهت نیرو توسط واحد مفصل گردنده سه یاتاقانه (3BSM = Three-Bearing Swivel Module) انجام می گیرد. این قطعه جالب توجه خود متشکل از سه بخش بند بند پوسته نازل است که هر کدام از این بخش ها از فلز تیتانیوم ساخته شده اند

که هر یک متصل به یکدیگرند و هر کدام توسط یاتاقان های حلقه ای مخصوص به خود حرکت داده می شوند.

هنگامیکه هواپیمای F-35B در هوا شناور است خلبان به وسیله سامانه FADEC به سامانه 3BSM (واحد مفصل گردنده سه یاتاقانه) فرمان می دهد تا با تغییر زاویه درگستره زاویه ای 95 درجه (از حالت افقی به سمت عقب تا 5 درجه روبه جلو) جهت گاز های داغ خروجی از پیشرانه را موازی و در همان جهت با هوای سرد خروجی

برآفند که در قسمت جلویی هواپیما قرار دارد، سازد. سامانه 3BSM تنها در عرض 2.5 متر قرار دارد، سازد. این سامانه سه یاتاقانه (3BSM = Three-Bearing Swivel Module) انجام می گیرد. این قطعه جالب توجه خود متشکل از سه بخش بند بند پوسته نازل است که هر کدام از این بخش ها از فلز تیتانیوم ساخته شده اند

این تغییر جهت نیرو توسط واحد مفصل گردنده سه یاتاقانه (3BSM = Three-Bearing Swivel Module) انجام می گیرد. این قطعه جالب توجه خود متشکل از سه بخش بند بند پوسته نازل است که هر کدام از این بخش ها از فلز تیتانیوم ساخته شده اند

ثانیه جهت گاز های خروجی را از حالت افقی به صورت عمودی در می آورد. این قابلیت شگرف تغییر جهت این مقدار از نیروی پیشران غیر ممکن بود مگر به کمک وجود نرم افزار بسیار پیشرفته FADEC که توسط پرت اند ویتنی منحصراً برای پیشرانه F135 توسعه یافته است.

از دیگر بخش های اساسی سامانه برآ، Roll-Post ها و مجاری Roll-Post که آن ها را به پیشرانه متصل می سازند، است. Gareth Jones با اشاره به این که مجاری Roll-Post از بخش های بسیار پیچیده

این سامانه است که هندسه مقطع طولی آن از دایروی بودن در یک انتها (جایی که به پیشرانه وصل می شود) تا تورویدی (Toroidal) (صفحه ای پیچیده که متشکل از دوران یک خم بسته حول محوری موازی با یکی از ضلع های این خم که خود خم را قطع نمی کند، است.) بودن در دیگر انتهای آن متغیر است. همچنین هر کدام از این مجاری تیتانیومی به روش سوپرپلاستیکی شکل گرفته و به روش پیوند پخشی (Diffusion Bonding) و جوش لیزری ساخته می شوند.





با رسیدن به روزهای پایانی جنگ جهانی دوم و تحلیل قوای ماشین جنگی بزرگ جهان یعنی ارتش آلمان در رویارویی با بیش از نیمی از قدرت های جهان و همچنین تلفات بالای قوای انگلستان فرانسه و ایتالیا ... دو کشور روسیه و آمریکا که به علت دور بودن از خط مقدم جنگ و همچنین شرایط خاص

برلین به دو بخش آمریکایی و روسی تقسیم شد و در بین این دو بخش دیواری عظیم کشیده شد. نحوه بازسازی و اداره جهان آسیب دیده و ویران شده در غیاب نیروهای قدرتمند و کلاسیک جهان هم به نوعی به عهده این دو کشور گذاشته شد اما افکار کمونیستی روس ها و جهان سرمایه داری

باعث درجا زدن و فقر بیش از پیش این کشورها شدند درحالی که آمریکا سرزمین های غربی اروپا را تخلیه و به کشور خود بازگشت و در عوض با دادن وام های سنگین به کشورهای آسیب دیده به بازسازی آنها پرداخت و به این ترتیب متحدانی سرسخت برای خود پدید آورد.

از ۱۹۴۵ تا سال ۱۹۹۰ رقابتی سنگین در تمامی عرصه ها بین این دو کشور بزرگ در زمینه های فرهنگی جهان بینی ورزشی سیاسی ... و همچنین نظامی برقرار شد رقابت هایی که هرچند زیر سایه ترس و اضطراب مردم جهان بود اما باعث شکوفایی بسیاری از علوم و فناوری های جهان شد یکی از بزرگ ترین پیشرفت ها و نوآوری ها را می بایست در زمینه صنعت هوا و فضا دانست. با تقسیم آلمان بین این دو کشور تقریباً تمامی دانشمندان و طراحان نابغه آلمانی یا به آمریکا مهاجرت کردند و یا به عنوان سرمایه های فکری شوروی به مسکو منتقل



جغرافیایی کمتر دچار آسیب شده بودند پای به عرصه نبرد گذاشتند و بی وقفه تا قلب آلمان نازی یعنی شهر برلین پیشروی کردند و با ورود روس ها به این شهر پرونده جنگ جهانی دوم بسته شد و جهان وارد

عرصه جدیدی از تاریخ شد. با ورود روس ها به شهر برلین موج تازه ای از کشتار و جنایت علیه ساکنین این شهر شروع شد امری که نیروهای آمریکایی به شدت با آن مخالف بودند و سرآغاز اختلافات این دو کشور بود.

شدند و در واقع دانش طراحی و ساخت هواپیما را در این دو کشور افزایش دادند. یک ویژگی اصلی این دوران مسابقه جنگ افزاری میان کشورهای عضو پیمان ورشو و کشورهای عضو ناتو بود این رقابت



منجر به کشف های علمی عمده در زمینه های فناوری و نظامی شد. برخی از پیشرفتهای انقلابی خاص، در حوزه سلاح های هسته ای و راکت انجام شد که منجر به مسابقه فضایی گردید (بسیاری از راکت هایی که برای فرستادن انسانها و ماهواره ها به کار می رفتند در اصل بر مبنای طراحی های نظامی این دوره ساخته شده بودند). حوزه های دیگری که در آن مسابقه های ضد بالیستیک، سلاح های ضد تانک، زیر دریایی ها، جنگ افزار های ضد زیر دریایی، موشک های بالستیک پرتاب شونده از زیر دریایی، هوش الکترونیکی، هوش سیگنال ها، هواپیمای شناسایی، ماهواره های جاسوسی. اختلاف در تاکتیک های جنگی مابین آمریکا که به برتری هوایی و در دست گرفتن آسمانها اعتقاد بیشتری داشت و روس ها که

به افزایش و برتری قوای پیاده و زرهی توجه بیشتری به خرج می دادند باعث شد تا روس ها کمی از فناوری ساخت جنگنده ها نسبت به رقیب خود عقب بمانند همچنین نداشتن سرمایه کافی برای عملی کردن پروژه های ارائه شده با کیفیت مطلوب سبب شد تا روس ها به ساخت جنگنده های ساده تر با مواد اولیه نه چندان مطلوب اقدام کنند.

کارخانه جات هواپیماسازی ایالات متحده به شرکت های خصوصی واگذار شده بود و سرمایه گذارهای این شرکتها هم کسانی جز کشورهای ثروتمند متحد آمریکا نبودند و به همین دلیل این شرکتها با انگیزه بسیار زیاد به ساخت هواپیما می پرداختند و هر روز از یکی از محصولات جدید و مدرن خود رونمایی میکردند.

اما از سوی دیگر متحدان شوروی کشورهای ضعیف و در حالت توسعه بودند که حتی توانایی پرداخت بدهیها و مخارج داخلی خود را نداشتند و شوروی نه تنها ملزم

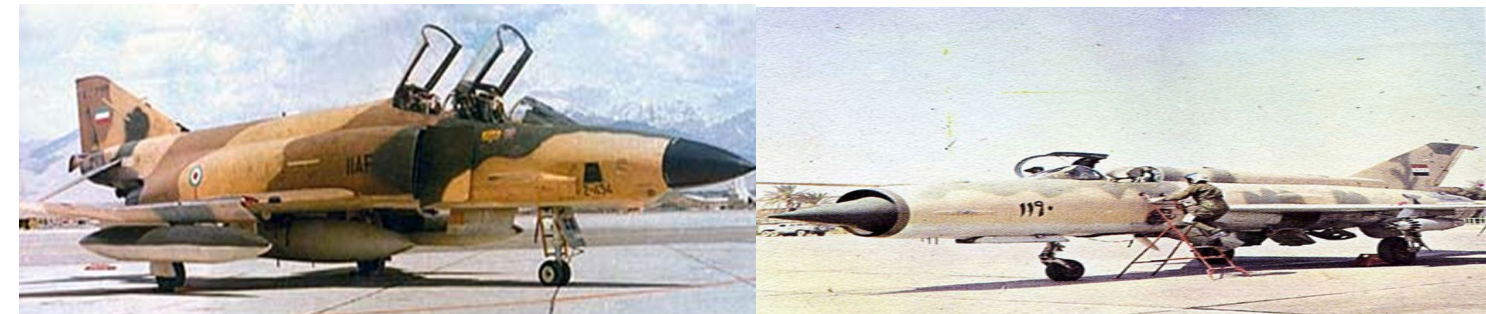




به پرداخت کمکهای مالی به این کشورها بود بلکه می بایست قوای نظامی آنها را هم علیه رقیبان تقویت میکرد. شاید بزرگترین مشتری شوروی را که در ازای دریافت ادوات جنگی پول پرداخت میکرد را بتوان کشور عراق دانست و در مقابل بزرگترین حامی تجاری ایالات متحده را در

مهییب و به نمایش گذاشتن آنها در بعضی از رزمایشها باعث میشد که کارشناسان برداشت و حدس و گمان دقیقی از توانایی های آنها نداشته باشند. شوروی معتقد بود که جنگندههای این کشور بسیار پیشرفته تر از آن دسته از جنگنده هایی هستند که در اختیار متحدانش قرار داده است

شدند و در اختیار کارشناسان آمریکایی قرار گرفتند اما نتیجه این بررسی ها هرگز اعلام نشد.



بره های از زمان ایران نامید. هرچند رویارویی غیرمستقیم این دو ابرقدرت در جنگهای کره ویتنام و... و همچنین رویارویی مستقیم هوایی این دو ابرقدرت در آسمان ایران نشان از برتری هوایی ایالاتمتحده میداد اما جنگ تبلیغاتی و مخفی نگهداشتن توانایی ها و دور نگاه داشتن اسرار و اطلاعات این جنگنده ها از دید جهانیان و همچنین طراحی ظاهری

و در اقداماتی امنیتی کلیه جنگنده های صادراتی خود را با مونتاژها و چیدمان پنلی متفاوت به مشتریان خود عرضه می کرد به این معنا که حتی جنگنده هایی از یک تایپ هم دارای ساختاری یکسان نبودند تا در صورت دستیابی دشمن به این پرنده ها به اسرار ساخت آنها پی نبرند. در طول جنگ اعراب با اسرائیل چند فروند میگ ۲۱ به خاک اسرائیل پناهنده

به طور تقریبی در طول جنگ سرد ایالات متحده از ۱۷۰ پروژه نسبتاً موفق پرده برداری کرد که این تعداد تنها در بین پروژه های موفق شوروی ۶۰ پروژه بود اما با احتساب جنگ های روانی و تبلیغاتی تعداد این پروژه های هوایی معرفی شده

توسط شوروی عدد ۱۵۰ بود! بروز جنگ ایران و عراق دو کشور تاندان مسلح از بلوک شرق و غرب در اواخر دهه ۷۰ میلادی و بزرگ ترین و تنها رویارویی جنگنده های ساخت شوروی و امریکا

وبرتری خیره کننده نیروی هوایی ایران بر نیروی هوایی عراق در سال های اولیه جنگ شوک بزرگی به صنعت هواپیماسازی شوروی وارد کرد و جنگ تبلیغاتی شوروی دیگر جوابگو نبود به همین دلیل شوروی برای ارائه محصولاتی مدرن و برابر با جنگنده های غربی در اوایل دهه ۸۰ میلادی اقدام به صرف هزینه های سنگین بر روی پروژه های نیمه کاره و ناتمام خود کرد که از آن جمله به توپولف ۱۶۰ سوخوی ۲۵ سوخوی ۲۷ میل ۲۸ و میل ۲۶ میگ ۳۱ میگ ۲۹ و.. نمود. شوروی برای حفظ جایگاه خود به عنوان یک ابرقدرت بزرگ در نظر کشورهای متحد خود ملزم به تأمین پرنده های خطوط هوایی این کشورها بود همچنین می بایست پاسخگوی نیازهای داخلی کشور





خود با توجه به وسعت بسیار زیاد آن و شرایط آب و هوایی ویژه می‌شد از این‌رو شرکت‌هایی نظیر توپولف و ایلوشین بیشترین سهم را در پاسخ‌گویی به این نیاز به عهده گرفتند.

اما طرح‌های ارائه‌شده توسط این شرکت‌ها بیشتر الگوبرداری شده از پلت فرم محصولات غربی بود و هرگز نتوانستند با این محصولات رقابت کنند. با فروپاشی شوروی و تغییرات زیاد در بخش‌های صنعتی محصولات امروزی روسیه به سرعت در حال رشد و برابری

با محصولات غربی می‌باشد. با توجه به تاریخچه بالا درمی‌یابیم که شرق و غرب بعد از جنگ جهانی دوم به‌شدت درگیر رقابت‌های سنگین تسلیحاتی بوده‌اند که در بلوک شرق طراحان شاخص شوروی یکه‌تاز میدان بوده و در غرب در دهه‌های ۴۰ تا ۹۰ میلادی طراحان آمریکایی

برتری خود را نسبت به سایر طراحان ثابت کردند به‌گونه‌ای که در شرق اکثراً جنگنده‌ها و موشک‌های ساخت آمریکا نمونه‌های متداول و پرفروش بوده به‌گونه‌ای که در اکثر رقابت‌های تسلیحاتی برای ناتو مانند انتخاب جنگنده اف-۱۶ و میراژ اف-۱ جنگنده‌های آمریکایی پیروز میدان بوده‌اند. بوده‌اند برای بررسی سیاست‌های طراحی این کشورها ابتدا به بررسی شرایط محیطی و همچنین نیروهای هوایی آن‌ها می‌پردازیم.

برای یک مقایسه ابتدایی بین دو ابرقدرت شرق و غرب کافی است به جدول زیر مراجعه نماییم این آمار آمریکا را در مقام بالاتری از نظر توان نظامی قرار می‌دهد. لیکن باید توجه داشت وضعیت بد اقتصادی سال‌های اخیر آمریکا توان اثرگذاری آن بر تحولات جهانی را به مقدار زیادی کاهش داده است درحالی‌که روسیه به مدد درآمدهای نفتی و مدیریت اقتصادی بهتر جایگاه به‌مراتب قدرتمندتری در جهان نسبت به

کمیت مورد مقایسه	آمریکا	روسیه
کل جمعیت	۳۱۳,۸۴۷,۴۶۵	۱۴۲,۵۱۷,۶۷۰
نیروی نظامی فعال خط مقدم	۱,۴۷۷,۸۹۶	۱,۲۰۰,۰۰۰
تعداد تانک	۸,۳۲۵	۲,۸۶۷
سلاح ضد تانک قابل حمل	۲۸,۰۰۰	۲۴,۰۰۰
تعداد کل هواپیماهای نظامی	۱۵,۲۹۳	۴,۴۹۸
تعداد هلی کوپتر	۶,۶۶۵	۱,۶۳۵
تعداد کل کشتی‌های جنگی	۲۹۰	۲۲۴
تعداد ناو هواپیمابر	۱۰	۱
تعداد زیردریایی	۷۱	۵۸
تعداد روزانه نفت	۱۰,۱۲۸,۰۰۰	۱۰,۲۲۹,۰۰۰
مصرف روزانه نفت	۱۸,۹۴۹,۰۰۰	۲,۷۲۵,۰۰۰
بودجه دفاعی به دلار	۶۸۹,۵۹۱,۰۰۰,۰۰۰	۶۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
تعداد فرودگاه‌های قابل استفاده	۱۵,۰۷۹	۱,۲۱۸

سال‌های دوران اصلاحات اقتصادی و عصر زمامداری یلتسین یافته است. نقطه مزیت اصلی روسیه فناوری گسترده موشکی آن است که با تولید برخی از مدرن‌ترین سلاح‌های دفاع هوایی مانند خانواده S-۳۰۰ و موشک تاکتیکی بالستیکی اسکندر، توان تهاجمی کشورهای رقیب را به چالش جدی کشیده است. مزیت اصلی آمریکا نیز دستگاه‌های یکپارچه اطلاعاتی و تجسسی مانند هواپیماهای آواکس هستند که مدیریت بهتری از صحنه جنگ را می‌توانند ایجاد کنند. با این مقدمه به این مبحث رسیدیم

که برای مقایسه سیاست‌های طراحی ابتدا باید توان استراتژیک و همچنین راهبردهای این دو ابرقدرت را باهم قیاس کنیم. ارتش شوروی با این ایده وارد میدان جنگ می‌شد که برتری نیروهای زمینی و تعدد وسایل رزمی تضمین‌کننده پیروزی آن هست از همین رو دولت این کشور بیشتر طرح‌هایی را دنبال می‌کرد که از لحاظ تبلیغاتی قیافه‌ای ترسناک داشتند اما ارزان بودند و توان تولید به تعداد بالایی از آن‌ها بود ولی این افزایش سرسام‌آور کمیت موجب کاهش کیفیت تسلیحات می‌شد

که این امر موجب شده بود که نیروی هوایی شوروی نسبت به حریفان غربی خود دست پایین‌تر میدان نبرد را داشته باشد به‌گونه‌ای که در دهه‌های ۴۰ یا ۵۰ میلادی جنگنده‌های میگ ۲۱ یا میگ ۲۳ نسبت به حریفان غربی خود جنگنده اف ۵ یا اف ۴ فانتوم عملکرد ضعیف‌تری داشت لذا شوروی برای جبران ضعف هوایی خود به سیستم دفاع هوایی زمین پایه روی آورد که اساس آن بر سیستم موشکی قوی روس‌ها بنا شده بود. به این‌گونه که کمرنده‌های مختلف و متعدد راداری و موشکی





جنگ الکترونیک و افزایش سرعت و دقت جنگنده‌هایش را در صدر اهداف طراحی قرارداد و ایده دیگری که مطرح شد استفاده از ره‌گیرهای دور ایستا و هواپیماهای هشدار زود هنگام آواکس بود که هواپیمای اف ۱۴ تامکت و ای ۳ سنترای محصول این تفکر می‌باشند به گونه‌ای که هواپیماهای آواکس وظیفه شناسایی

در سطوح مختلف آسمان منطقه را از جنگنده‌های متجاوز محافظت می‌نمودند و تهاجم به قوای دشمن از طریق بمبافکن‌های متعدد و پرتعداد و از طریق انواع مختلف موشک‌های هواپایه یا زمین پایه صورت می‌گرفت که این طرح در ابتدا بسیار کارآمد بود به گونه‌ای که شوروی برای مقابله با ناوگان دریایی ناتو بمبافکن‌های TU-۹۵ خود را مسلح به انواع موشک‌های ضد کشتی نمود که این ترفند گویای همان راهبرد مقابله موشکی است به گونه‌ای که در نبرد رژیم‌صهیونیستی و اعراب موشک‌های ضد کشتی روسی تلفات خوبی از دشمن غربی گرفتند این ترفند در کنار سایر ترفندهای مختلف از جمله استفاده از کمرندهای دفاع هوایی زمین پایه و شبکه راداری در جنگ‌های ویتنام و افغانستان عملکرد مناسبی از خود برجا گذاشت به گونه‌ای که ناتو و ایالات متحده آمریکا را وادار به تغییر رویه سیاست‌های تهاجمی و طراحی هواپیمای خود کرد . غرب برای مقابله با این موضوع

این ایده سرآغاز برتری دفاع هوایی هواپایه بر گونه زمین پایه



دفاع هوایی بود که موفقیت آن در جنگ ایران و عراق قابل مشاهده است که ناوگان هوایی و تأسیسات ایران که از پشتیبانی هوایی اف ۱۴ ها برخوردار بودند در دفاع موفق‌تر عمل نمودند برعکس تأسیسات

بمبافکن‌ها و هواپیماهای متجاوز را داشتند و هواپیماهای اف ۱۴ وظیفه پاک‌سازی هواپیماهای دشمن از فواصل دور و حفاظت از ناوگان هوایی و دریایی نیروهای ایالات متحده را بر عهده داشتند و

با قدرت مانور بالا و دارای سیستم تسلیحات و رادار و الکترونیک قوی زد به گونه‌ای که جنگنده‌های همچون سوخو ۳۰ میگ ۳۵ سوخو ۳۲ حاصل این تفکر طراحی هستند که نسبت به جنگنده‌های هم‌تراز غربی خود برتری نسبی دارند. حال با این تفاسیر به بررسی سیاست‌های طراحی این دو قدرت

الکترونیکی و موشک‌های ضدرادار این سیستم را از کار انداخت و موفق به ایجاد برتری هوایی مطلق در میدان نبرد شد. بعدازاین تجارب ارتش روسیه که متوجه ضعف عظیم ناوگان هوایی خود در مقابل غرب شده بود ایده‌های طراحی خود را تغییر داد و دست به تولید جنگنده‌هایی

و ناوگان عراق که از دفاع هوایی زمین پایه با کمرندهای موشکی چندلایه استفاده می‌نمودند که در طول جنگ ضعف این سیستم مشخص شد به گونه‌ای که در جنگ خلیج فارس و تهاجم آمریکا به عراق برای سرکوب دفاع هوایی عراق ناتو از این سیاست کمک گرفت که با استفاده از اخلاص





طراحی می‌پردازیم. طراحی شوروی: طراحی هواپیما در شوروی و روسیه دو دوره مختلف را تجربه نموده است.

دوره اول بعد از پایان جنگ جهانی بود که با دستیابی به فناوری موتورهای جت طراحی توانستند جنگنده‌هایی با سرعت ماورا صوت طراحی کنند اما با این سیاست که برتری کمی نیروها در میدان نبرد مهم است و از طرفی ضعف قدرت اقتصادی شوروی و دولتی بودن تمام شرکت‌های طراحی هواپیما؛ مهندسان در طراحی محدودیت

سرعت بالا از اویونیک ضعیف و مزیت آیرودینامیکی ضعیفی بهره می‌برد اما با ظهور پروژه T.F.X در ایالات متحده آمریکا و تولید جنگنده‌های پرسرعت و دارای الکترونیک و آیرودینامیک مناسب همچون اف ۱۶ و اف ۱۴ و اف ۱۵ دوران دوم طراحی جنگنده‌های شوروی که جنگنده‌های نسل



چهارم یا پنجم بودند شروع شد. در این زمان طراحی ارتش روسیه که وارث ارتش سرخ شوروی بود بنا را بر دفاع هواپایه و توسعه تسلیحات هوابرد قرار داد و مهندسان با تولید طرح‌هایی با خواص آیرودینامیکی و الکترونیکی قوی‌تر و همچنین قدرت پیشرانش بهتر؛ خالق جنگنده‌هایی همچون سوخو ۲۷ یا میگ ۲۹ شدند که خانواده معروف فلانکر که دارای پلتفرم سوخو ۲۷ بود متولد این دوران است در این دوره ارتش روسیه با ترکیب قدرت موشکی و هوایی خود دست به ایجاد نیروی هوایی قدرتمندی در زمینه دفاع هواپایه و تهاجم زد. از جمله طرح‌های نیروی هوایی روسیه جنگنده نسل پنجم سوخو T-۵۰ بود که برای ایجاد برتری و





آرش زرگر

## کنترل جریان به وسیله محرک‌های پلاسمای دی‌بی‌دی

### مقدمه

جدایش جریان از روی بالواره‌ها منجر به واماندگی<sup>۱</sup> می‌شود که در این حالت به دلیل کاهش چشمگیر نیروی برآ و افزایش بسیار زیاد نیروی پسای فشاری تولید شده توسط بال، عملکرد وسیله پرنده به شدت کاهش می‌یابد. معمولاً طراحان هواپیما برای افزایش زاویه حمله‌ای که در آن به‌ازای سرعت ثابت، واماندگی رخ می‌دهد از اسلت<sup>۲</sup> استفاده می‌نمایند. این وسیله بسیار کارآمد است اما از مشکلات استفاده از اسلت‌ها می‌توان به وزن بسیار زیاد، پیچیدگی ساخت و تعمیر و نگهداری آن‌ها اشاره کرد. برای کاهش اثرات زیان‌بار استفاده از اسلت‌ها که از دسته کنترل‌کننده‌های غیرفعال محسوب می‌شوند؛ می‌توان از سامانه‌های کنترل جریان فعال به عنوان جایگزینی مناسب بهره برد. محرک‌های پلاسمای دی‌بی‌دی با هدف طراحی سیستمی برای کنترل جریان فعال مورد بررسی قرار گرفته است. اخیراً محرک‌های دی‌بی‌دی که برای تولید پلاسمای از جریان‌های الکتریکی ولتاژ بالا استفاده می‌نمایند به شدت مورد

### مفهوم کنترل جریان

توجه محققان در اقصی نقاط دنیا قرار گرفته‌اند. آزمایشگاه دانای دانشکده هوافضای دانشگاه صنعتی امیرکبیر، توانایی محرک‌های پلاسمای دی‌بی‌دی برای کاربردهای کنترل جریانی مورد آزمایش قرار می‌گیرند. این آزمایش‌ها بر روی شبیه‌سازی عملکرد محرک‌های پلاسمای دی‌بی‌دی و تأثیر کاربرد آن‌ها بر روی لایه جریان جدا شده از روی بالواره در رژیم‌های پروازی سرعت پایین<sup>۳</sup> متمرکز شده است.

کنترل جریان توانایی تحت تأثیر قرار دادن یک میدان سیال به شکل فعال<sup>۴</sup> و یا غیرفعال<sup>۵</sup> به منظور ایجاد تغییر مطلوب در آن می‌باشد. به عبارتی کنترل جریان در برگیرنده هر مکانیزم یا فرآیندی که باعث شود عملکرد سیال نسبت به آنچه در حالت طبیعی است متفاوت باشد. به عنوان نمونه‌ای از ایجاد یک تغییر سودمند، می‌توان جدایش جریان را به وسیله تزریق مومنتوم در لایه مرزی به تعویق انداخت و به‌ازای یک سرعت ثابت

مقدار نیروی برآی تولید شده توسط بال‌ها و بالواره‌ها را افزایش داد.

### لزوم انجام کنترل جریان

برای بهتر فهمیدن هدف انجام کنترل جریان فرض کنید لایه‌ای از سیال حول جسمی مانند بال یک هواپیما و یا سطح خارجی یک زیردریایی تشکیل شده است. حال اگر امکان کنترل نحوه تشکیل این لایه وجود داشته باشد می‌توان مواردی همچون تأخیر در ترنزیشن<sup>۶</sup>، افزایش نیروی برآ، بهبود انتقال حرارت، کاهش نویز، به تأخیر انداختن جدایش، مغشوش ساختن جریان، کاهش نیروی پسا، کاهش نیروی پسای سطحی<sup>۷</sup> را انجام داد. یک عامل جذاب در پارامترهای نامبرده دوه‌دو متناقض بودن آن‌هاست به طوری که هم‌زمان با تلاش برای رسیدن به یکی از فاکتورها مابقی آن‌ها دچار تغییرات نامطلوب می‌شوند و این موضوع لزوم بررسی دقیق کنترل جریان را آشکار می‌نماید.

بین طراحان ایجاد شد که باعث رشد دید طراحی این کشور شد. در طراحی ایالات متحده آمریکا سرعت و ارتفاع بالا و همچنین تجهیزات الکترونیکی قدرتمند مطلوب بود و به علت فتاوری بالا بیشتر تمرکز بر کاهش وزن و استفاده از مواد جدید به‌جای استفاده از موتورهای قوی‌تر بود که نقطه مقابل طراحی روسی است. در طراحی آمریکایی کیفیت در صدر سیاست‌ها بود به‌گونه‌ای که جنگنده‌های همچون اف ۱۴ و اف ۱۵ و اف ۱۶ حاصل این دید طراحی هستند که محصول نهایی این تفکر طراحی اف ۲۲ رپتور است که در آن از مواد جاذب رادار و آلیاژهای قوی و تجهیزات الکترونیک قدرتمند استفاده شده است. طراحان اروپایی: در طراحی اروپا به علت وضع اقتصادی نامناسب بعد جنگ جهانی دوم ابتدا از جنگنده‌های آمریکایی استفاده می‌شد اما در دهه ۹۰ میلادی طراحان فرانسوی با همان دید طراحان آمریکایی دست به تولید جنگنده‌های موفق‌تری همچون رافائل و یا یورفایتر تایفون زدند که جنگنده تایفون حاصل همکاری بین کشورهای قاره

اروپا است. اما با دید کلی طراحی اروپایی اقتباسی از طراحی آمریکایی است. با این بررسی‌ها به این دید دست می‌یابیم که اصل اساسی در طراحی هواپیما برای جنگ‌های امروزی جنگنده‌هایی دارای سطح مقطع راداری کم برد رزمی و سرعت و ارتفاع خدمت بالا با تجهیزات الکترونیکی و تسلیحات قدرتمند است که نقطه همگرایی طراحان آمریکایی و روسی و اروپایی است. حاصل آن طراحی جنگنده‌های نسل ۵ و ۴++ است همچون سوخو تی ۵۰ و اف ۲۲ در نسل پنچ و تایفون و رافائل و اف ۱۸ اف/ای و سوخو ۳۴ و سوخو ۳۵ در نسل ۴++ هستند.





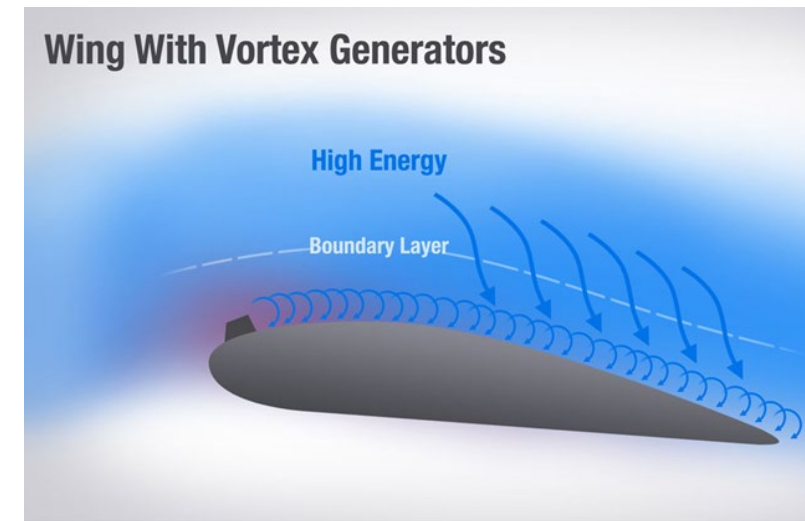
## مروری بر انواع روش‌های کنترل جریان

### کنترل جریان غیرفعال

روش‌هایی که در هنگام استفاده از آن‌ها برای کنترل جریان، یک تغییر هندسی در وسیله مورد نظر اعمال شود، زیر مجموعه کنترل جریان غیرفعال طبقه‌بندی می‌شوند. برای مثال استفاده از اسلت‌های لبه حمله<sup>۱</sup>، فلپ‌های لبه فرار<sup>۲</sup> و یا ترکیبی از این دو حالت جزو کنترل جریان غیرفعال بر روی بال هواپیماها محسوب می‌شود. این تغییرات هندسی امکان

اختلاط جریان پرفشار و کم‌فشار را فراهم می‌کند که در نتیجه آن

استفاده در روش‌های کنترل جریان غیرفعال مولد گردابه است. این



شکل ۲ مولد گردابه

جریان با مومنتوم بالا و پایین مخلوط می‌شوند و جدایش جریان به وسیله انتقال انرژی به لبه مرزی به تعویق می‌افتد. از مشکلات استفاده از این روش برای کنترل جریان می‌توان افزایش بسیار زیاد پیچیدگی‌های ساخت، افزایش وزن و حجم وسیله موردنظر و همچنین افزایش ارتفاعات و نویز را نام برد. از وسیله‌های مورد

وسيله به صورت قطعه کوچکی است که در سطح بالایی بال قرار داده می‌شود و همان‌گونه از نام آن برمی‌آید، این قطعات گردابه‌هایی<sup>۱۱</sup> را به جریان القا می‌کنند که این گردابه‌ها به وسیله مختلط ساختن جریان آزاد<sup>۱۲</sup> با جریان موجود در لبه مرزی، موجب به تعویق افتادن جدایش جریان می‌شوند. از نکات منفی استفاده از مولدهای گردابه علاوه بر مشکلات متداول استفاده از کنترل کننده‌های غیرفعال که در بالا به چند مورد آن اشاره شد می‌توان به افزایش نیروی پسای تولید شده توسط بال در برخی از حالات پروازی نیز اشاره کرد.

## انواع روش‌های کنترل جریان غیرفعال

عملکرد روش‌های کنترل جریان غیرفعال مبتنی بر ترکیب جریان با مومنتوم بالا با جریان با مومنتوم پایین و آماده جدایش است. در واقع برخلاف روش‌های فعال که انرژی را به سیستم سیال اضافه می‌نماید در این روش‌ها انرژی از دیگر بخش‌ها به قسمت‌های دلخواه انتقال می‌یابد.

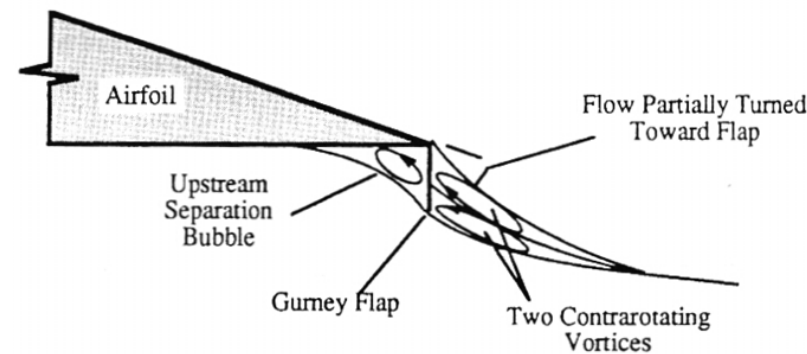
روش‌های اصلی مورد استفاده در کنترل جریان غیرفعال به سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

دو گردابه خلاف‌گرد می‌شود. نمونه دیگر استفاده از این روش‌ها برای کنترل جریان استفاده از بال‌هایی است که بر روی سطح آن‌ها سوراخ‌هایی برای کاهش پسا تعبیه شده است. تحقیقات ثابت کرده است استفاده از بال‌هایی که در سطح آن‌ها سوراخ‌هایی ایجاد شده است عملکرد بهتری نسبت به حالت معمولی بال دارند. نمونه پرکاربرد دیگر رتروفیت‌ها مولدهای گردابه هستند. مولدهای گردابه قطعات کوچکی هستند که بر روی سطوح خارجی اجسام

به حالت زاویه‌دار نسبت به جهت جریان آزاد متصل می‌شوند. تحقیقات ثابت کرده است که استفاده از مولدهای گردابه می‌تواند در بعضی از حالات خاص موجب افزایش ۱۰ درصدی میزان نیروی برآ و کاهش ۵۰ درصدی نیروی پسا و همچنین تعویق در جدایش جریان لایه مرزی گردد. تأثیر چشمگیر مولد گردابه بر روی میزان نیروی پسا بر اثر از بین بردن گردابه‌های طولی، کاهش میزان ویک ایجاد شده پشت جسم و در نتیجه موجب کمینه کردن اتلاف فشاری می‌شود.

### سطوح متخلخل کنترل<sup>۱۵</sup>

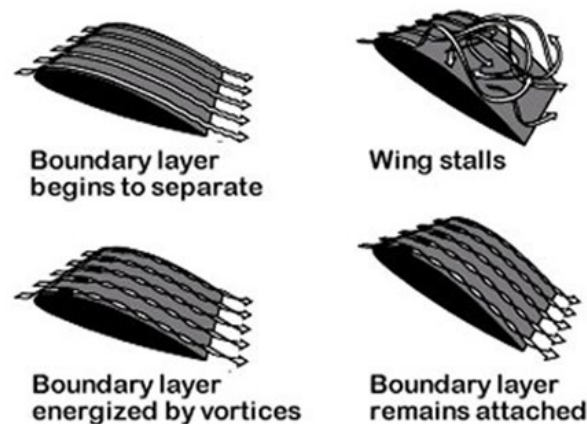
یکی از روش‌های جدید کنترل جریان غیرفعال استفاده از لایه متخلخل است. با اضافه شدن لایه متخلخل، تغییرات فشار در ناحیه ویک گذرا<sup>۱۶</sup> کمتر از تغییرات فشار در هنگام استفاده از دیگر روش‌های کنترل جریان است.



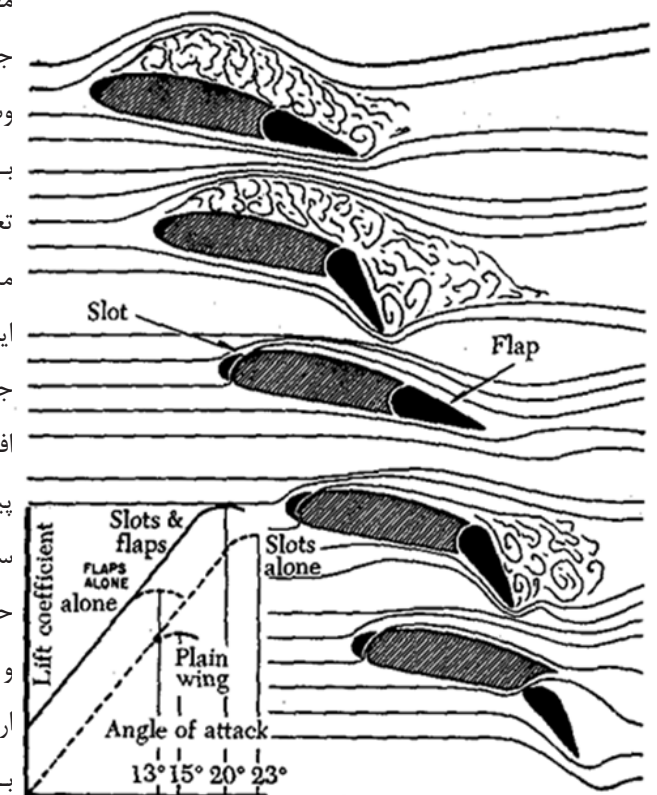
شکل ۳ نحوه عملکرد فلپ گارنی

### رتروفیت‌ها<sup>۱۳</sup>

برای مثال این کنترل کننده‌های فلپ گارنی<sup>۱۴</sup> که برای به تعویق انداختن جدایش جریان مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ یکی از این نوع کنترل کننده‌ها ست. فلپ گارنی در جهت عمود بر جهت جریان سیال قرار می‌گیرد و باعث



شکل ۴ تأثیر مولد گردابه



شکل ۱ اسلت و فلپ بال هواپیما



۳) دینامیکی سیستم پایه<sup>۳۴</sup> نکته قابل توجه برای انتخاب یکی از روش‌های کنترل جریان حلقه باز این است که برای انتخاب مؤثرترین روش باید پارامترهای مختلف تأثیرگذار در شکل‌گیری میدان جریان از جمله شکل اجسام، تخلخل محیط، زبری سطوح، دما و ... شناسایی شوند. به عنوان مثال انتقال انرژی گرمایی از طریق سطوح می‌تواند موجب تغییر لزجت و توزیع چگالی سیال گردد،

اندازه‌گیری می‌شود و سپس سیگنال حاصل از اندازه‌گیری طی عملیاتی در حلقه کنترلی باعث فعال شدن محرکی می‌شود که سرعت را در پایین‌دست<sup>۳۱</sup> تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ اما در کنترل‌کننده‌ها حلقه بازخورد متغییر کنترل شده اندازه‌گیری و با مرجع مقایسه می‌گردد. کنترل‌کننده‌های حلقه بازخورد نیز به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

- (۱) تطبیق پذیر<sup>۳۲</sup>
- (۲) فیزیکی مدل پایه<sup>۳۳</sup>

پس با استفاده دم‌ش‌های متناوب جت‌های جریان در داخل میدان جریان اشاره نمود. در روش تعاملی میزان انرژی استفاده شده برای کنترل جریان به صورت دائمی با استفاده از حسگرها تنظیم می‌شود. روش تعاملی به صورت کلی به دو دسته حلقه پس‌خور (باز)<sup>۳۸</sup> و حلقه بازخورد (بسته)<sup>۳۹</sup> طبقه‌بندی می‌شود. در کنترل حلقه پس‌خور متغییر اندازه‌گیری شده و متغییر کنترل شده متفاوت‌اند. به عنوان مثال فشار در بالادست<sup>۴۰</sup> جریان

همچنان مورد بحث است.

یکی از مثال‌های کنترل جریان فعال سینتتیک جت‌هاست<sup>۲۵</sup> است. این وسیله با استفاده از مکش یا دم‌ش سیال، مومنتوم را به ناحیه نزدیک دیواره جریان منتقل می‌نماید. از دیگر نمونه‌های استفاده شده برای کنترل جریان فعال می‌توان به محرک‌های پلاسما اشاره نمود که نسبت به محرک‌های سینتتیک جت چه از جهت نصب بر روی بال و چه از جهت ساخت از پیچیدگی کمتری برخوردار هستند.

به‌طورکلی روش کنترل جریان فعال به دو دسته از پیش تعیین شده<sup>۲۶</sup> و تعاملی<sup>۳۷</sup> طبقه‌بندی می‌شود. در روش‌های از پیش تعیین‌شده انرژی به صورت پایا و یا ناپایا بدون در نظر گرفتن حالت میدان جریان به سیستم منتقل می‌شود. برای ارائه مثالی از روش از پیش تعیین شده می‌توان به نحوه کاهش نیروی

استفاده شده است.

### کنترل جریان فعال

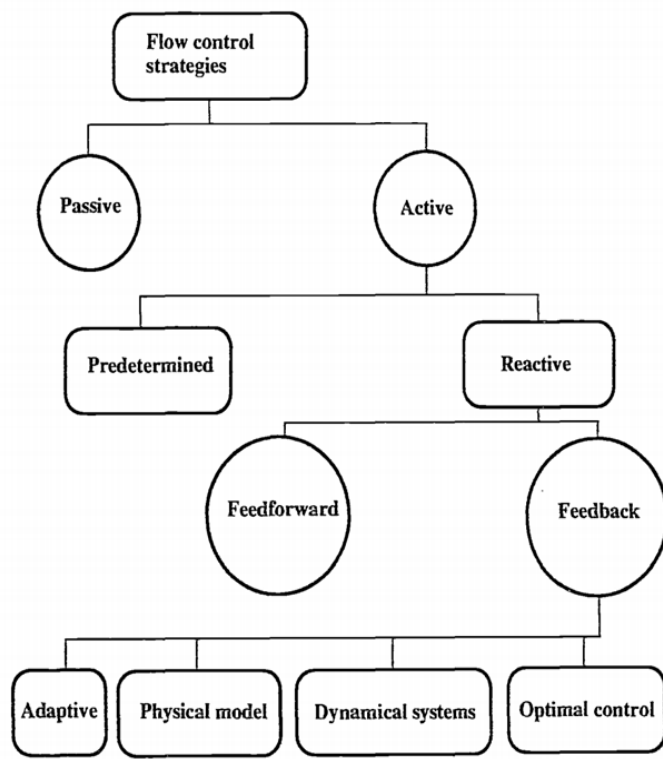
کنترل جریان فعال از طریق افزودن جرم و انرژی به سیستم انجام می‌پذیرد. تغییرات اعمال شده در جریان از طریق کنترل جریان فعال می‌تواند از طریق دستور کاربر قطع شود از همین جهت این روش‌ها در مقایسه با روش‌های غیرفعال عملکرد بهتری دارند.

تئوری کنترل جریان فعال (AFC) به دلیل ذات غیرخطی بسیاری از پدیده‌ها شامل گستره محدودی است. در طی سال‌های گذشته پیشرفت قابل توجهی در تئوری کنترل برای طراحی بهینه کنترل‌کننده‌های حلقه بسته‌ای<sup>۲۴</sup> که قابلیت استفاده در سامانه‌های کنترل جریان فعال را دارند صورت پذیرفته است. پیشرفت توانایی کامپیوترها نیز به حدی بوده است که برخی از مسائل مرتبط با جریان‌های مغشوش توسط آن‌ها حل شده است هرچند که صحت نتایج حاصل از این تحقیقات

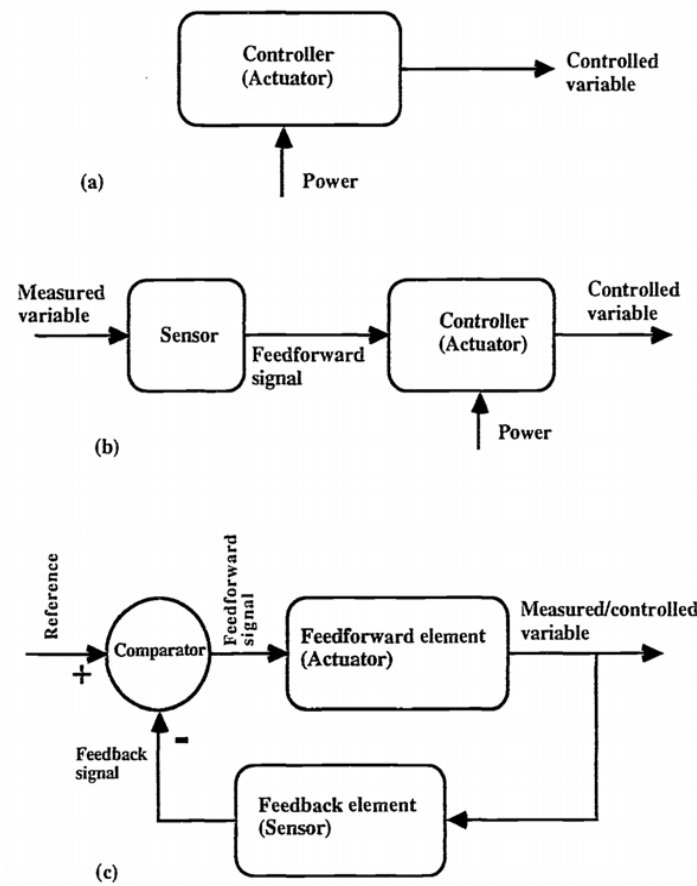
محیط متخلخل موجب القا شدن جت افقی ضعیفی به جریان می‌شود و این سیال اضافه شده موجب تغییر مقدار نیروی برشی<sup>۱۷</sup> وارد بر جسم می‌شود. استفاده از لایه متخلخل به علت وجود جریان دارسی<sup>۱۸</sup> در بین لایه متخلخل موجب تغییر شرط مرزی بدون لغزش<sup>۱۹</sup> به شرط مرزی شبه لغزشی فوریه<sup>۲۰</sup> می‌شود. تحقیقات نشان داده است استفاده از این روش برای کنترل جریان موجب کاهش نیروی پسا تا حدود ۴۰ درصد می‌شود.

### اصلاح جسم<sup>۲۱</sup> مورد نظر

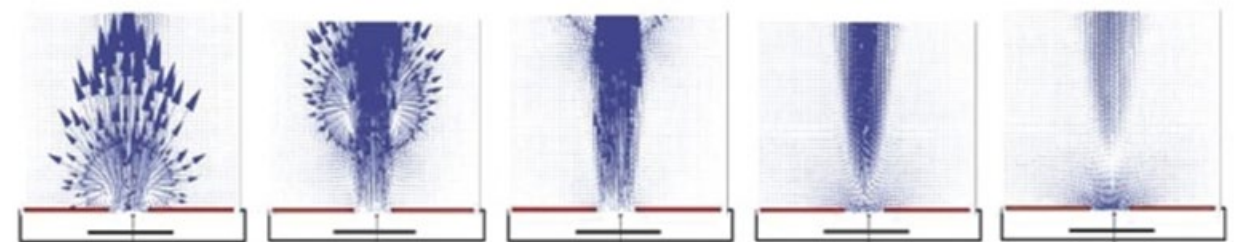
محققین تلاش‌های فراوانی را برای کاهش میزان نیروی پسا با استفاده از اصلاح اجسام انجام داده‌اند به‌عنوان مثال استفاده از باریکه مثلثی در لبه پله رو به عقب<sup>۲۲</sup> موجب کاهش طول نقطه بازگشت<sup>۲۳</sup> جریان در پله تا حدود ۵۱ درصد می‌شود. از همین مورد برای کاهش میزان نیروی پسای تولید شده توسط کامیون‌ها نیز



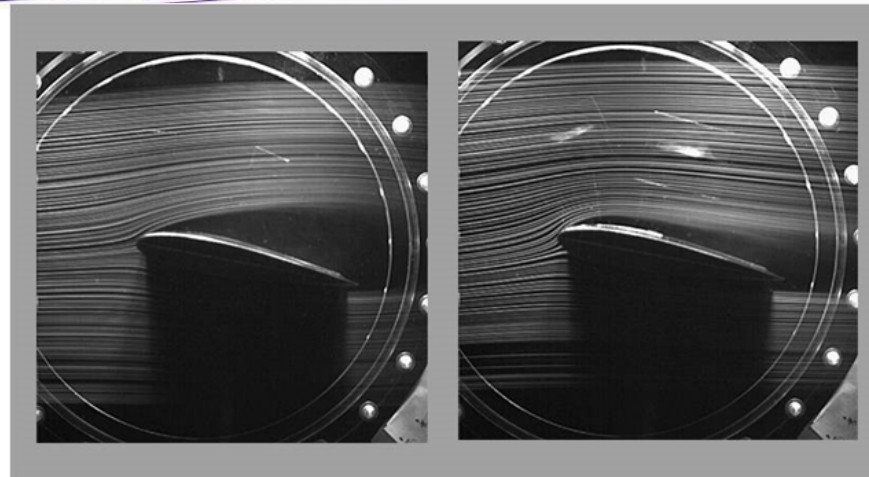
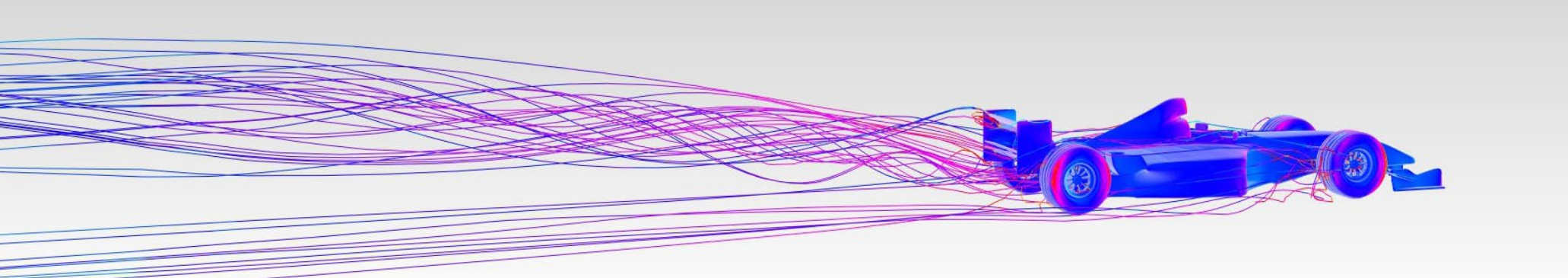
شکل ۷ دسته‌بندی استراتژی‌های مختلف کنترل جریان



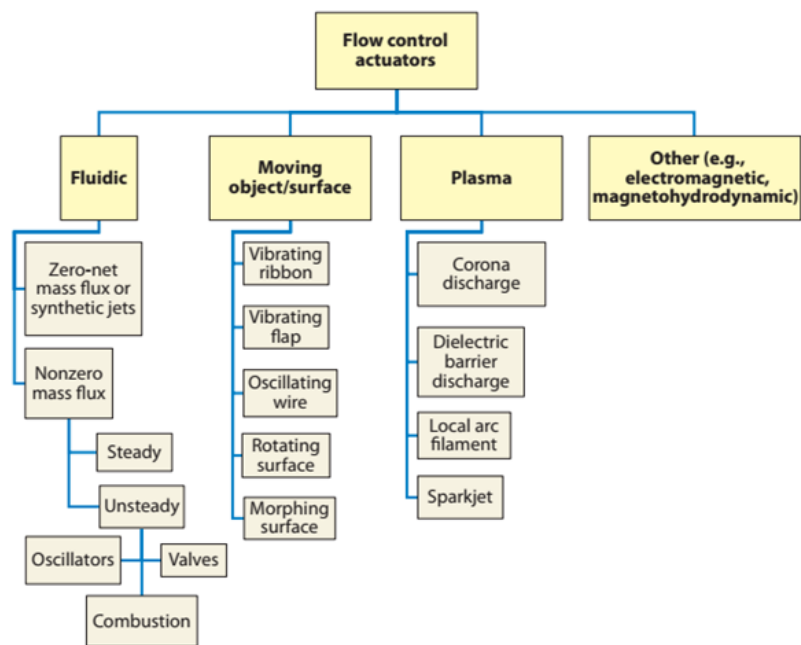
شکل ۶ تفاوت روش‌های مختلف کنترل جریان حلقه پس‌خور



شکل ۵ سینتتیک جت‌ها



شکل ۹ تصویری از نحوه عملکرد یکی از روش‌های مبتنی بر مگنتوهیدرودینامیک



شکل ۱۰ طبقه‌بندی انواع روش‌های کنترل جریان فعال

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 38. Acoustic                                | 27. Interactive          |
| 39. Synthetic jet                           | 28. Feed forward (open)  |
| 40. Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) | 29. Feedback (closed)    |
| 41. Neural network                          | 30. Upstream             |
| 42. Fluidic                                 | 31. Downstream           |
| 43. Moving object/surface                   | 32. Adaptive             |
| 44. plasma                                  | 33. Physical model based |
| 45. Magneto hydrodynamic                    | 34. Dynamic system based |
| 46. Body force                              | 35. Optimal control      |
|   | 36. Thermal              |
|   | 37. Fluidic              |

در این روش‌ها نیروهای حجمی<sup>۴۶</sup> به حجم سیال یونیزه شده کنترل جریان صورت می‌پذیرد. در این مقاله محرک‌های دسته سوم یعنی محرک‌های پلاسما مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در شکل زیر طبقه‌بندی انواع روش‌های مورد استفاده برای کنترل جریان فعال دسته‌بندی شده است. ادامه مقاله در شماره بعد مجله پیک هوافضا منتشر خواهد شد. پی نوشت:

1. Stall
2. Slat
3. Low speed
4. Active
5. Passive
6. transition delay
7. skin friction reduction
8. leading edge slats
9. Trailing edge flaps
10. Vortex generator
11. vortices
12. Free stream
13. Retrofit
14. Gurney flaps
15. Control Surfaces
16. Immediate wake region
17. Shear force
18. Darcy flow
19. No slip boundary condition
20. Quasi slip Fourier
21. Modifications
22. Backward facing step
23. Reattachment length
24. Closed-loop controller
25. Synthetic jet
26. Predetermined

محرک مورد استفاده در این روش انجام می‌پذیرد.

#### (۱) محرک سیال پایه<sup>۴۲</sup>

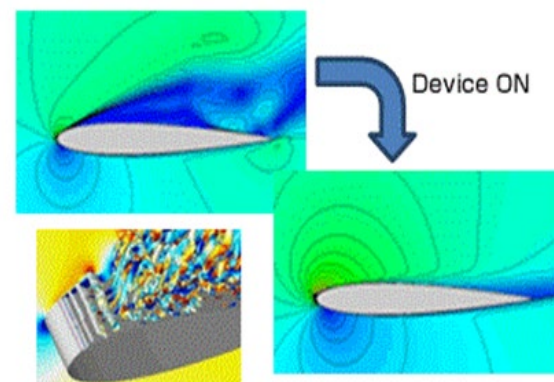
در این روش‌ها انتقال انرژی از طریق تزریق و یا مکش سیال صورت می‌پذیرد.

#### (۲) سطوح متحرک به عنوان محرک<sup>۴۳</sup>

در این به وسیله لرزش و یا تغییر شکل هندسه مورد نظر مکانیزم کنترلی اعمال می‌شود.

#### (۳) محرک پلاسما<sup>۴۴</sup>

در این روش به وسیله یونیزه کردن مولکول‌های هوا و برقرار کردن میدان الکتریکی به طور همزمان، مولکول‌های هوا شتابدار شده و انتقال مومنوم صورت می‌پذیرد.



شکل ۸ تصویری از نحوه عملکرد محرک پلاسما

(۴) سایر روش‌های مبتنی بر مگنتوهیدرودینامیک<sup>۴۵</sup>

وجود محیط‌های متخلخل می‌تواند موجب انتقال جرم شود و یا تزریق یا مکش جریان می‌تواند شکل میدان جریان را تغییر دهد. در حقیقت روش‌های کنترل جریان با توجه به اینکه در چه جریانی و با چه رژیم سیالی مورد استفاده قرار می‌گیرند متفاوت خواهند بود به عنوان مثال در جت خروجی از یک نازل که جریان free shear محسوب می‌گردد ناپایداری‌های غیر لزج نقش بسیار مهمی بازی می‌کنند و لزجت فقط نقش کم کننده ناپایداری‌ها را بازی می‌کند، کنترل جریان و کاهش ناپایداری‌ها به کمک دمش و مکش‌های متوالی جریان و یا لرزاندن سازه عملی خواهد بود در حالی که در جریان‌های داخلی که لزجت نقش مهمی را ایفا می‌کند و به واسطه همین موضوع ذاتاً پایدار هستند کنترل جریان بسیار مشکل‌تر است. اصلی‌ترین حسن روش‌های جریان فعال نسبت به روش‌های غیرفعال تطبیق‌پذیر بودن این روش‌ها با شرایط مختلف جریان سیال برای رسیدن به بهینه‌ترین

### اجزای سامانه‌های کنترل جریان فعال

هر سامانه کنترل جریان فعال از سه بخش اصلی تشکیل شده است: (۱) محرک (۲) کنترل‌کننده (۳) حسگر

از نمونه‌های مختلف محرک‌ها می‌توان به انواع حرارتی<sup>۳۶</sup>، سیالاتی<sup>۳۷</sup>، صوتی<sup>۳۸</sup>، سینتتیک جت<sup>۳۹</sup> و میکرو سامانه‌های الکتریکی مکانیکی<sup>۴۰</sup> اشاره کرد. از انواع وسایل کنترلی نیز می‌توان به کنترل‌کننده‌های شبکه عصبی<sup>۴۱</sup>، کنترل‌کننده‌های تطبیق‌پذیر، کنترل‌کننده‌های منطبق با تئوری کنترل بهینه نام برد. از نمونه حس‌گرها نیز می‌توان به حس‌گرهای متداول، حس‌گرهای نوری و حس‌گرهای MEMS اشاره کرد.

### انواع روش‌های کنترل جریان فعال

طبقه‌بندی روش‌های مختلف کنترل جریان فعال بر اساس

وجود محیط‌های متخلخل می‌تواند موجب انتقال جرم شود و یا تزریق یا مکش جریان می‌تواند شکل میدان جریان را تغییر دهد. در حقیقت روش‌های کنترل جریان با توجه به اینکه در چه جریانی و با چه رژیم سیالی مورد استفاده قرار می‌گیرند متفاوت خواهند بود به عنوان مثال در جت خروجی از یک نازل که جریان free shear محسوب می‌گردد ناپایداری‌های غیر لزج نقش بسیار مهمی بازی می‌کنند و لزجت فقط نقش کم کننده ناپایداری‌ها را بازی می‌کند، کنترل جریان و کاهش ناپایداری‌ها به کمک دمش و مکش‌های متوالی جریان و یا لرزاندن سازه عملی خواهد بود در حالی که در جریان‌های داخلی که لزجت نقش مهمی را ایفا می‌کند و به واسطه همین موضوع ذاتاً پایدار هستند کنترل جریان بسیار مشکل‌تر است. اصلی‌ترین حسن روش‌های جریان فعال نسبت به روش‌های غیرفعال تطبیق‌پذیر بودن این روش‌ها با شرایط مختلف جریان سیال برای رسیدن به بهینه‌ترین

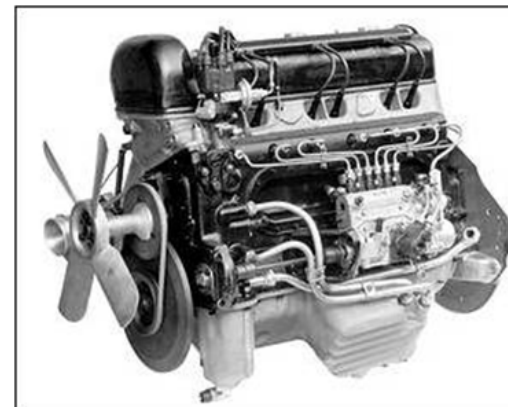


## بررسی موتورهای تزریق و مقایسه آن با (GDI) مستقیم (MPI) افشانه‌ای چند نقطه‌ای

محمد توحیدی مقدم  
محمد جواد شهریاری

### چکیده

تزریق مستقیم بنزین یا GDI یک گونه متفاوت از تزریق سوخت می‌باشد که در موتورهای مدرن بنزینی استفاده می‌شود. در موتور GDI در کورس مکش فقط هوا وارد سیلندر می‌شود سپس بنزین که تحت فشار بالا قرار داده شده، از طریق ریل مشترک سوخت مستقیماً به داخل محفظه احتراق هر سیلندر تزریق شده و مخلوط سوخت و هوا در درون محفظه احتراق شکل می‌گیرد. بنابراین زمان تزریق و توزیع شدن سوخت درون سیلندر می‌تواند بدون محدودیت تحت کنترل قرار گیرد. اما در موتور تزریق غیر مستقیم MPI، انژکتور سوخت روی سرسیلندر، بالای سوپاپ هوا و یا بر مینیفولد ورودی، نزدیک سرسیلندر قرار داده شده است که در موتورهای چهارزمانه پاشش سوخت در مینیفولد هوا، پشت سوپاپ ورودی رخ می‌دهد.



شکل ۱: موتور مربوط به خودروی بنز SL ۳۰۰

از جمله ویژگی‌هایی که موتورهای تزریق مستقیم دارند، می‌توان به کاهش مصرف سوخت این نوع موتورها نسبت به موتورهای غیر مستقیم تا حدود ۳۰٪ اشاره کرد. همچنین افزایش توان و گشتاور موتور، افزایش نسبت تراکم بالاتر، بهبود بازدهی تنفسی، کاهش آلایندگی هوا و ... نیز از جمله

### دوره دوم (از دهه ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰)

در این مرحله، محققان به این نتیجه رسیدند که برای صرفه

جویی در مصرف سوخت و کاهش آلاینده‌ها از یک مخلوط رقیق در محفظه احتراق استفاده نمایند، به طوری که مخلوط غنی سوخت فقط در اطراف شمع قرار گیرد. برای رسیدن به این هدف، افشانه را در محفظه احتراق در کنار شمع قرار دادند. در هر حال برای بهبود عملکرد این مجموعه مشکلات زیادی وجود داشت که عبارت بودند از:

۱. آلودگی هیدروکربنی: احتراق ناقص که سبب تولید مقدار زیادی هیدروکربن می‌گویند.

۲. عملکرد ضعیف: به‌طور کلی در موتورهای تزریق مستقیم فعلی برای کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های هوا از دو حالت تزریق زود هنگام و دیر هنگام در بارها و دورهای مختلف استفاده می‌شود. ولی چون در آن زمان از تجهیزات تزریق مکانیکی سوخت استفاده می‌گردید، دامنه تغییر زمان بندی تزریق بسیار محدود بوده و فقط از حالت تزریق دیر هنگام برای تمامی بارها و دورهای موتور استفاده می‌گردید. این مسئله علی‌رغم بهبود عملکرد موتور در دورهای پایین، عملکرد بسیار ضعیف موتور در دورهای بالا را در پی داشت.

۳. روغن‌کاری رقیق: یکی از مشکلات این مجموعه‌ها، برخورد

قطرات سوخت مایع به دیواره سیلندر و سطح پیستون است که این امر باعث رقیق شدن روغن روغن‌کاری روی این سطوح شده و در نتیجه سایش اجزا موتور بیشتر می‌گردد.

۴. آلودگی دوده و ته‌نشین شدن آن: تشکیل لایه‌های فیلم مایع سوخت روی دیواره‌های محفظه احتراق باعث تولید دوده و ته‌نشین شدن آن روی این دیواره‌ها می‌گردد.

۵. رسوب‌گیری روی شمع: به دلیل اینکه شمع در ناحیه تزریق سوخت قرار داشت، مقداری از سوخت روی شمع رسوب می‌کرد که این رسوب باعث کاهش قدرت جرقه زنی شمع می‌گردید. (یکی از راه‌های برطرف کردن این مشکل استفاده از انرژی بیشتر برای جرقه زدن بود که البته این کار در آن زمان مسیر نبود).

دوره سوم (از دهه ۱۹۹۰ به بعد) در این دوره کاهش مصرف سوخت به عنوان یک عامل کلیدی برای حل معضلات کمبود انرژی و کاهش آلاینده‌ها مطرح بوده است. ویژگی‌های موتورهای طراحی شده در این دوره، عبارت بودند از:

۱. دارای حالت تزریق دیر هنگام (تزریق سوخت در مرحله تراکم) در بارهای سبک به منظور دستیابی به یک مخلوط رقیق و لایه‌ای.

۲. دارای حالت تزریق زود هنگام

در این دوره کاهش مصرف سوخت به عنوان یک عامل کلیدی برای حل معضلات کمبود انرژی و کاهش آلاینده‌ها مطرح بوده است. ویژگی‌های موتورهای طراحی شده در این دوره، عبارت بودند از:

۱. کاهش مصرف سوخت؛ مصرف سوخت این موتورها نسبت به موتورهای افشانه‌ای چندنقطه‌ای مرسوم ۳۰٪ کمتر است.

۲. افزایش توان و گشتاور موتور؛

۳. قابلیت دوگانه سوز نمودن موتور

۴. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

۵. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

۶. قابلیت دوگانه سوز نمودن موتور

به دلیل استفاده از موتورهای تزریق مستقیم در موارد ذیل خلاصه می‌شود:

۱. کاهش مصرف سوخت؛ مصرف سوخت این موتورها نسبت به موتورهای افشانه‌ای چندنقطه‌ای مرسوم ۳۰٪ کمتر است.

۲. افزایش توان و گشتاور موتور؛

۳. قابلیت دوگانه سوز نمودن موتور

۴. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

۵. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

۶. قابلیت دوگانه سوز نمودن موتور

به دلیل استفاده از موتورهای تزریق مستقیم در موارد ذیل خلاصه می‌شود:

۱. کاهش مصرف سوخت؛ مصرف سوخت این موتورها نسبت به موتورهای افشانه‌ای چندنقطه‌ای مرسوم ۳۰٪ کمتر است.

۲. افزایش توان و گشتاور موتور؛

۳. قابلیت دوگانه سوز نمودن موتور

۴. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

۵. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

به دلیل بازده بالای مجموعه هوا رسانی و بالاتر بودن نسبت تراکم، توان و گشتاور موتور در حدود ۵٪ افزایش می‌یابد.

۳. نسبت تراکم بالاتر تا حدود ۱۲:۱، به علت افزایش محدودیت کوبندگی.

۴. بهبود بازده تنفسی؛ در این موتورها، به دلیل قرارگیری گذرگاه‌های ورودی به صورت مستقیم و عمودی و همچنین تبخیر سوخت که در انتهای مرحله تراکم اتفاق می‌افتد، هوا را خنک‌تر کرده و بازده تنفسی در حدود ۵٪ نسبت به موتورهای افشانه‌ای چندنقطه‌ای، افزایش می‌یابد.

۵. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

۶. قابلیت دوگانه سوز نمودن موتور

به دلیل استفاده از موتورهای تزریق مستقیم در موارد ذیل خلاصه می‌شود:

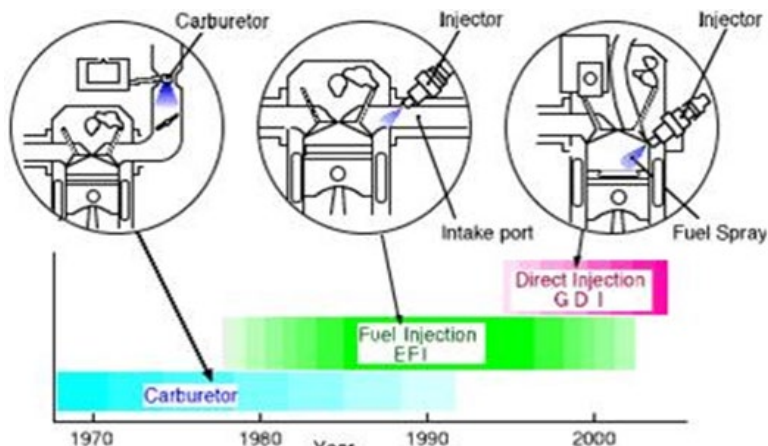
۱. کاهش مصرف سوخت؛ مصرف سوخت این موتورها نسبت به موتورهای افشانه‌ای چندنقطه‌ای مرسوم ۳۰٪ کمتر است.

۲. افزایش توان و گشتاور موتور؛

۳. قابلیت دوگانه سوز نمودن موتور

۴. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.

۵. کنترل آلاینده‌های هوا؛ در موتورهای تزریق مستقیم با استفاده از سیستم بازگرداندن دود خروجی ۳۰٪ و واکنشگر شیمیایی می‌توان تا ۹۷٪ کاهش در مقدار آلودگی NOX داشته باشیم.



مقایسه سیستم کاربراتوری، تزریق غیر مستقیم (EFI) و تزریق مستقیم (GDI)



به دلیل بالا بودن نسبت تراکم، به‌طور کلی، توان تولیدی به خاطر افزایش محدودیت کوبش و بازده تنفسی افزایش می‌یابد. افت درجه حرارت تزریق سوخت در مرحله مکش کمتر از تزریق در چندراهه هوا است، به همین دلیل هوای بیشتری وارد محفظه احتراق می‌شود.

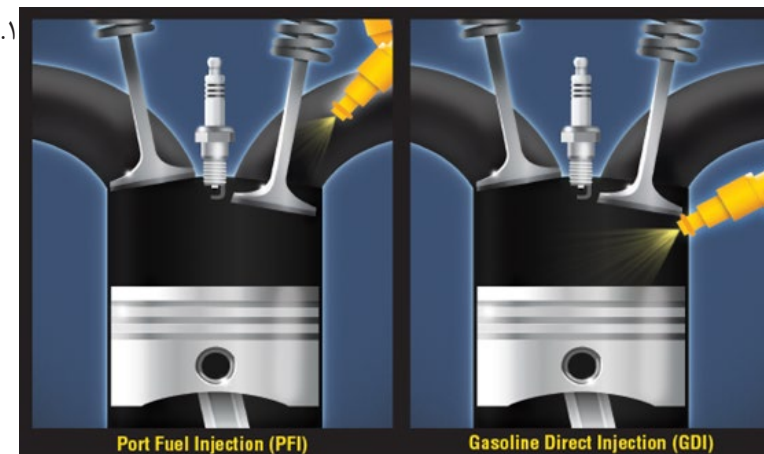
کارکرد موتورهای افشانه‌ای چند نقطه‌ای) است. افزایش گشتاور به خاطر افزایش محدودیت کوبش در حدود ۶.۵٪ است. در مجموعه‌های تزریق مستقیم، سوخت مستقیماً به داخل محفظه احتراق پاشیده می‌شود و برای تبخیر شدن، انرژی حرارتی خود را از هوای موجود در سیلندر می‌گیرد. همین امر منجر به خنک شدن هوای داخل سیلندر می‌گردد. کاهش دمای گازهای داخل سیلندر باعث افزایش جرم هوای ورودی به سیلندر می‌شود که در نتیجه بازده تنفسی افزایش می‌یابد. خنک شدن مخلوط سوخت و هوا در داخل سیلندر علاوه بر افزایش بازده تنفسی، میزان عدد اوکتان بنزین را ۴ تا ۶ درجه بهبود بخشیده و اجازه می‌دهد نسبت تراکم را به بیش از ۵/۱ واحد افزایش داده و نهایتاً محدودیت کوبش را نیز افزایش می‌دهد.

### مقایسه موتورهای افشانه‌ای چند نقطه‌ای با تزریق مستقیم:

برای تأمین سوخت، موتورهای متداول از یک مجموعه تزریق سوخت، که جایگزین کاربوراتور شده است استفاده می‌کنند. در مجموعه افشانه‌ای چند نقطه‌ای، سوخت توسط افشانه پشت سوپاپ هوا پاشیده می‌شود. چون سوخت قبل از ورود به سیلندر با هوا مخلوط می‌شود محدودیت‌های مربوط به تأمین به‌موقع سوخت و کنترل فرآیند احتراق در این مجموعه وجود دارد.

در مجموعه تزریق مستقیم که سوخت مشابه موتورهای دیزلی مستقیماً به داخل سیلندر پاشیده می‌شود، این محدودیت‌ها مرتفع شده است. علاوه بر این زمان‌بندی تزریق سوخت متناسب با بار موتور به‌دقت کنترل می‌گردد.

### حالت‌های موتور:



شکل ۲: مقایسه موتورهای تزریق مستقیم با افشانه‌ای چند نقطه‌ای

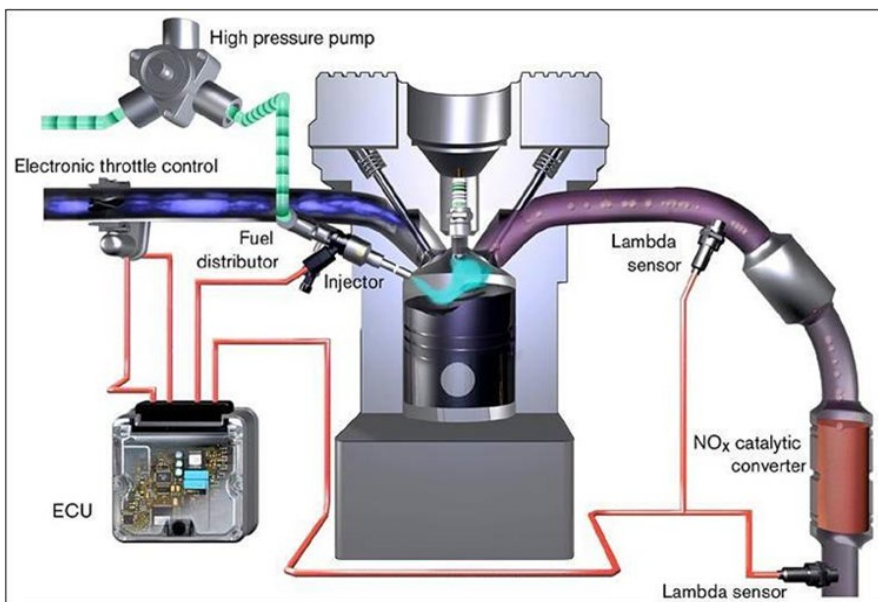
دور آرام : در این حالت شیر کنترل‌کننده چرخش هوا بسته شده و هوا مجبور به عبور از گذرگاهی ماریپیچی می‌شود این عمل باعث می‌شود که هوا در هنگام ورود به سیلندر جریانی گردابی داشته باشد. سوخت در انتهای مرحله تراکم صورت می‌گیرد به‌صورت طبقه‌ای تزریق می‌شود.

(تزریق طبقه‌ای به این صورت است که محوطه اطراف شمع مخلوط غنی دریافت می‌کند در حالی که در لایه بعدی با مخلوط

تزریق شود فواره سوخت به قسمت مناسبی از تاج پیستون برخورد نخواهد کرد و در نتیجه حرکت مناسبی به سمت شمع ایجاد نخواهد شد.

اگر سوخت دیرتر از ۴۰ درجه قبل از مرگ بالا تزریق شود امکان تبخیر آن بسیار کم خواهد بود؛ که افزایش سرعت دورانی موتور این مورد را افزایش خواهد داد.

برای رفع این مشکل از انژکتورها خاص که از مواد پیزو الکتریک ساخته شده که حرکت گردابی



سیستم‌های انژکتوری تزریق مستقیم GDI

رقیق و قسمت بعدی سیلندر با هوای خالص پر می‌شود) در این حالت سوخت بین -۴۰ تا ۷۰ درجه قبل از نقطه مرگ بالا تزریق می‌کند. اگر سوخت زودتر از ۷۰ درجه

شدیدی به فواره سوخت در هنگام تزریق داده می‌شود این امر سبب تبخیر سریع‌تر و اختلاط بهتر مخلوط سوخت و هوا می‌باشد. ۲. دور زیاد : در این حالت شیر کنترل کننده باز و هوا با حداقل

مقاومت وارد سیلندر می‌شود سوخت در هنگام مکش تزریق می‌شود و نتیجه آن مخلوطی همگن سوخت و هوا است.

موتورهای تزریق مستقیم دارای ویژگی‌های زیر هستند :

- افزایش بازده مصرف سوخت (حتی بیشتر از موتورهای دیزلی) به دلیل کنترل بسیار دقیق مقدار سوخت. به عبارت دیگر این موتورها توانایی انجام احتراق در یک مخلوط خیلی رقیق را دارند.

- افزایش توان و گشتاور موتور به دلیل بازده بالای مجموعه هوا رسانی و همچنین بالاتر بودن نسبت تراکم.

### تفاوت موتورهای تزریق مستقیم نسبت به افشانه‌ای چند نقطه‌ای:

تفاوت موتورهای تزریق مستقیم نسبت به افشانه‌ای چند نقطه‌ای عبارت‌اند از:

- بهبود مصرف ویژه سوخت بر بنای قدرت میل لنگی (BSFC)
- افزایش بازده تنفسی (خنک شدن مخلوط سوخت و هوا در سیلندر)
- کاهش افت حرارتی (در حالت تزریق دیر هنگام و ایجاد مخلوط لایه‌ای)
- نسبت تراکم بالاتر
- کاهش آلایندگی‌های هوا
- کاهش آلودگی هیدروکربن‌های



نسوخته در راه اندازی سرد موتور کاهش آلودگی CO<sub>2</sub> - کنترل دقیق تر نسبت هوا به سوخت شکلات و معایب موتورهای تزریق مستقیم سوخت عبارت‌اند از :  
- پیچیدگی کنترل و فناوری‌های تزریق مورد نیاز برای سرعت‌ها و بارهای مختلف موتور  
- رسوب‌گیری شمع  
- افزایش آلاینده هیدروکربن  
- نسوخته در بار سبک  
- افزایش سایش مجموعه سوخت‌رسانی به خاطر افزایش فشار سوخت و همچنین روغن‌کاری کمتر توسط سوخت  
- افزایش قدرت الکتریکی و ولتاژ مورد نیاز شمع‌ها و افشانه‌ها

### فناوری موتورهای تزریق مستقیم (حالت تزریق زود هنگام و دیر هنگام):

موتورهای تزریق مستقیم سوخت در عین اینکه باعث کاهش مصرف سوخت می‌گردد ولی توان خروجی موتور را نیز افزایش می‌دهند برای سوخت مناسب با بار موتور، تغییر کند.

در حالت بار جزئی و تحت شرایط رانندگی شهری، سوخت با تأخیر و در انتهای مرحله (کورس) تراکم (مشابه موتورهای دیزل)

پاشیده می‌شود. با این کار احتراق در یک مخلوط خیلی رقیق صورت می‌گیرد، زیرا مخلوط سوخت و هوا به صورت لایه‌لایه‌ای تشکیل می‌شود. در حالت بار کامل یا سرعت‌های تند، سوخت در مرحله مکش پاشیده می‌شود. این کار باعث تشکیل یک مخلوط همگن سوخت و هوا (مشابه موتورهای افشانه‌ای چند نقطه‌ای) شده و بازده بالاتری به دست می‌آید.

در شکل (۶) حالت‌های مختلف تزریق سوخت نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است کمترین نسبت تعادل مخلوط هوا به سوخت در تزریق دیر هنگام برای اجتناب از تشکیل دوده،  $\lambda = 1.5$  است. در حالی که در تزریق زود هنگام بیشینه این نسبت برابر  $\lambda = 1.3$  است.

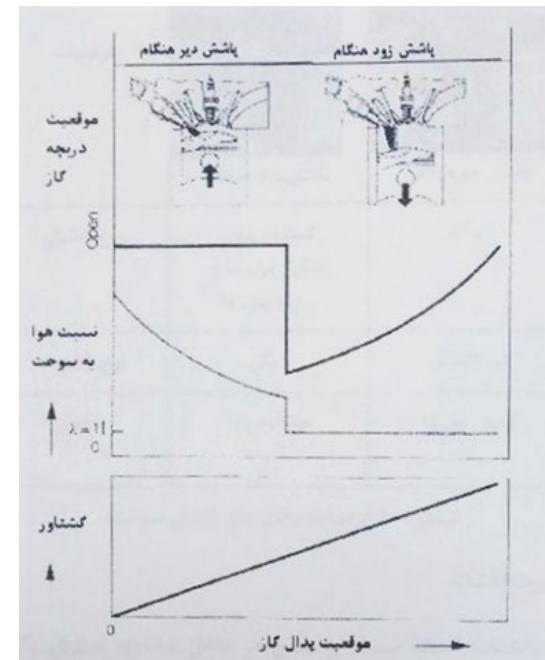
بنابراین در لحظه تبدیل تزریق دیر هنگام به زود هنگام (افزایش سرعت و یا بار موتور) نسبت تعادل از  $5/1$  به  $3/1$  می‌رسد. این تغییر نسبت باعث افزایش حجم تزریق سوخت می‌گردد. در این مجموعه‌ها از یک دریچه گاز الکترونیکی استفاده می‌کنند (که در شکل (۱۲) نیز مشاهده می‌شود) تا میزان هوای ورودی متناسب با وضعیت کارکرد موتور باشد. این ارتباط توسط واحد کنترل الکترونیکی موتور صورت می‌گیرد. مطابق شکل (۶) دریچه

گاز در حالت تزریق دیر هنگام کاملاً باز است و در حالت تزریق زود هنگام با افزایش موقعیت اهرم (پدال) گاز این دریچه بازتر می‌گردد.

در تزریق زود هنگام هدف دستیابی به عملکرد بالاست و در تزریق دیر هنگام هدف کاهش مصرف سوخت است.

### تکنولوژی‌های جدید بکار رفته در موتورهای GDI:

۱. پیستون مخصوص :  
• که دارای سطح کروی بوده که نقش محفظه احتراق را نیز دارد.  
• منحنی تاج پیستون طوری طراحی شده است که وقتی سوخت پاشیده شد به سمت شمع حرکت کند. به علاوه این طرح برای حفظ جریان چرخشی هوا و سوخت تا انتها مرحله تراکم مفید است.



شکل ۶: حالت تزریق زود هنگام و دیر هنگام موتورهای تزریق مستقیم

### ۲. پمپ فشار قوی جهت ارسال سوخت :

در این سیستم به منظور ساده کردن پمپ فشار قوی در سیستم ریل مشترک از یک پمپ پیستونی استفاده شده است.

نکته‌ای که در این پمپ باید مورد توجه قرار گیرد دقت بیشتر در سیستم روغن‌کاری و سیستم خنک کاری می‌باشد زیرا بنزین ویسکوزیته کمتری دارد.

این پمپ روی سر سیلندر نصب شده و مستقیماً توسط میل سوپاپ می‌چرخد.

فشار ارسال سوخت توسط یک سوپاپ یک‌طرفه تنظیم می‌شود. مهم‌ترین نقص این پمپ‌ها که توسط موتور به حرکت در می‌آیند ضعف پمپ و کمبود فشار سوخت در حالت‌های که موتور هنوز دور نگرفته است.

برای جبران نمودن پمپ از یک پمپ ثانویه که در داخل باک نصب است استفاده می‌شود.

### ۳. انژکتور ماریچ : • در این سیستم به منظور دست یافتن به تایمینگ دقیق و کنترل کیفیت از انژکتور الکترومگنتی استفاده شده است.

- این انژکتور از نوع ماریچ بوده که به منظور پخش نمودن سوخت و تمیزه کردن آن بکار می‌رود.

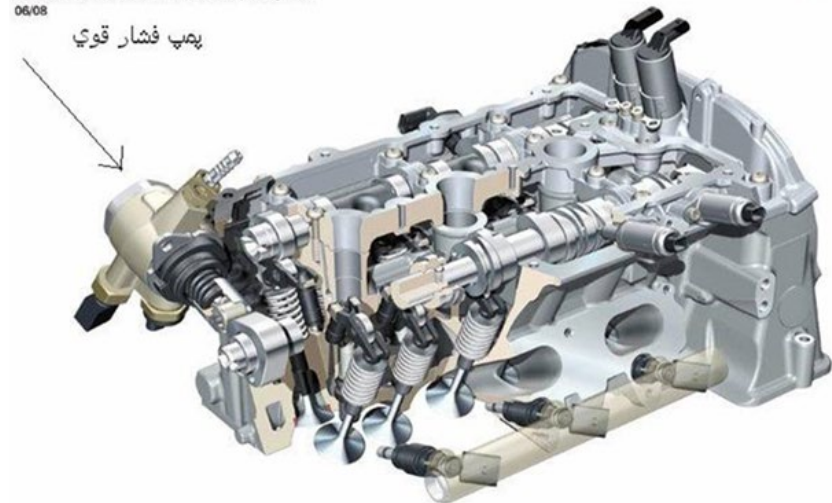
• حرکت چرخشی سوخت به علت قرار گرفتن نوک انژکتور در مسیر عبور سوخت می‌باشد.

در مرحله دور زیاد فشار محیط تزریق معادل فشار اتمسفر ولی در مرحله دور آرام که سوخت در انتها مرحله تراکم پاشیده می‌شود فشار محیط حدود  $0.3 \text{ Mpa}$  الی  $5 \text{ Mpa}$  می‌باشد.

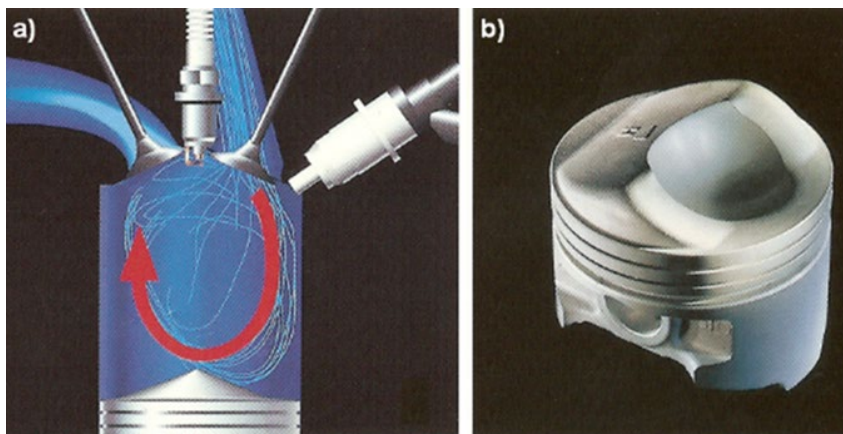
۴. راهگاه ورودی هوای قائم: این راهگاه باعث ایجاد یک جریان هوای قوی می‌گردد. جهت چرخش هوا در اینجا برعکس موتورهای معمولی می‌باشد یعنی هوای داخل سیلندر در موتورهای GDI در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد در حالی که در موتورهای معمولی جهت چرخش خلاف عقربه‌های



Audi valvelift system  
Zylinderkopf im Detail: Ventilhubumschaltung, Einlass  
Cylinder head detail: variable valve opening, inlet  
06/08



شکل ۸: پمپ فشار قوی



شکل ۷: پیستون مخصوص موتورهای تزریق مستقیم



تحریم ها علیه ایران به مجموعه اقداماتی گفته می شود که از سوی قدرت های دنیا در جهت تنبیه حکومت ایران یا وادار کردن این کشور به انجام یا عدم انجام عملی به کار گرفته شود. نخستین تحریم جامع علیه ایران در دوران معاصر تحریم بریتانیا علیه ایران به منظور واکنش در برابر انتخاب دکتر مصدق به وزارت بود که هدف ملی شدن صنعت نفت را دنبال میکرد. با این وجود عمده ی تحریم ها علیه ایران پس از وقوع انقلاب ۵۷ بعد از اشغال سفارت آمریکا در تهران شکل گرفت و به دنبال برنامه ی هسته ای شدت بیشتری یافت.

به طور کلی میتوان تحریم ها علیه ایران را به ۶ دسته ی کلی تقسیم نمود:

۱. دوره ی گروگانگیری
۲. جنگ ایران و عراق
۳. دوره بازسازی
۴. دوره ی کلینتون
۵. پس از واقعه ی ۱۱ سپتامبر
۶. قطعنامه های شورای امنیت

• تحریم های هوایی ایران اقدامی ضد سیاسی و ضد بشری

اعمال تحریم های هوایی و قطعات هواپیما علیه ایران، در دو دهه ی

اخیر منجر به نقض حقوق بشر و بی تجهی به حقوق بین المللی در زمینه ی حمل و نقل هوایی شده است

در واقع می توان گفت به دلیل مخالفت ایران بعد از انقلاب با هژمونی آمریکا در عرصه ی میانی و منطقه ای، آمریکا همواره در پی آن بوده است که در کنار سایر تحریم های اعمالی علیه ایران، مانند تحریم اقتصادی محدودیتهایی نیز در زمینه ی هواپیمایی برای کشورمان ایجاد نماید که در این خصوص با توجه به روح معاهدات بین المللی و اسناد سازمان های تخصصی در مورد حمل و نقل هوایی مانند اسناد و قوانین مربوط به ایکائو می توان آمریکا را متهم به نقض این قوانین دانست.

در این رابطه شایان ذکر است که ایجاد محدودیت برای صنعت هواپیمایی ایران محدود به چند دهه ی اخیر نمی باشد، و در دوران حکومت

پهلوی هم

محدودیت ها به نحوی دیگر اعمال می شد که از نمونه های آن میتوان به مخالفت آمریکا با فروش آواکس به ایران اشاره داشت.

تحریم های غربی علیه صنعت هوانوردی ایران به خصوص بخش مسافربری از اولین تحریم ها پس از انقلاب بود که در ابتدا با ممنوع شدن فرود در برخی از فرودگاه ها شروع شد تا اینکه به فروش هواپیما رسید به طوری که آمریکا ورود هرگونه قطعات هواپیمایی به داخل ایران را تحریم کرد. در سال های اخیر نیز این تحریم ها شکل جدید تری به خود گرفت و شرکت های هواپیمایی کشورمان حتی اجازه ی سوخت گیری و تنظیم باد چرخ های هواپیما را در برخی از فرودگاه نداشتند.

دامنه ی این فشار ها به جایی رسید که انجمن بین المللی حمل و نقل هوایی "یاتا" تمامی تسویه حساب های شرکت های هوایی را



با هواپیمایی جمهوری اسلامی به حالت تعویق در آورد.

تاثیر این تحریم ناتوانی فروش بلیت هواپیما های ایران ایر از سوی آژانس های خدمات هوایی است و خودداری از فروش سوخت به هواپیما های فرسوده ی ایرانی، هما را به یکی از بزرگ ترین شرکت های زیانده ی ایرانی مبدل کرده است. از طرفی متوسط عمر هواپیماهای ایرانی در حال حاضر طبق آمار رسمی بالای ۲۰ سال است و ایران برای استفاده از هواپیماهای موجود خود نیاز به قطعات یدکی دارد که با توجه به تحریم ها، دستیابی ایران به قطعات یدکی هواپیماهای بوئینگ و کمپانی اروپایی ایرباس که از تکنولوژی آمریکایی استفاده می کند در دوره ی قبل از لغو تحریم ها به سادگی امکان پذیر نبود.

به این ترتیب تامین قطعات برای هواپیماهای عمدتاً فرسوده در حمل و نقل هوایی کشور یکی از معضلات جدی صنعت هوایی به شمار می رفت.

- پسابرجام

به نظر می آید در راستای تغییر رویکرد سیاست خارجی جمهوری اسلامی ایران در دولت یازدهم، ورق برای شرکت های هواپیمایی داخلی برگشت و فصل جدیدی برای صنعت

هوانوردی کشورمان آغاز شد. توافق مقدماتی در مذاکرات هسته ای ژنو؛ اولین بارقه های امید برای جوان سازی ناوگان فرسوده ی هوایی ایران را نمایان ساخت تا مسئولان هوایی کشورمان مذاکراتی را با شرکت های بزرگ سازنده ی

هواپیما آغاز کنند. البته از سال ۱۳۹۲، یعنی اولین سال حضور دولت یازدهم، ۱۲ هواپیمای کم سن و سال وارد ناوگان هوایی ایران شد و یک سال بعد با جدی شدن مذاکرات ایران و گروه ۵+۱ منجر به انعقاد قراردادهایی با دو شرکت بوئینگ منعقد شد.

از طرفی تخمین تعداد هواپیماهای مورد نیاز در ناوگان هوایی کشور با توجه به سه عامل زیر قابل بررسی است:

- سرانه ی هواپیما در کشور و مقایسه ی آن با وضعیت مطلوب؛
  - رشد متوسط ۵٪ در اقتصاد کشور و نیاز به رشد ۵٪ در تعداد هواپیماهای ناوگان هوایی کشور؛
  - سن متوسط ناوگان هوایی کشور و پیش بینی زمان نیاز به تعویض هواپیماهای فرسوده.
- پس با توجه به اینکه ناوگان هوایی

فعلی ایران تا سال ۱۳۹۷ بازنشسته خواهد شد، ۴۰۰ فروند هواپیما باید طی ۱۰ سال آتی تأمین گردد. و از طرف دیگر کارشناسان این صنعت هم معتقدند مسیرهای داخلی ایران نیازی به هواپیماهای دوربرد ندارد و بیشترین زمان پروازهای داخلی بیشتر از ۲ ساعت نیست. چندی پیش معاون بازرگانی ایران ایر در این باره گفته بود با توجه به مسیرهای پروازی داخلی هواپیماهای ۷۳۷-۹۰۰ و ۸۰۰-۷۳۷ از خانواده ی بوئینگ و مدل های ۳۱۹،۳۲۰ و ۳۲۱ از خانواده ی ایرباس از مناسب ترین هواپیماهای مطرح در بازار به شمار می رود.

با توجه به پیشرفت هایی که در روند انعقاد قرارداد با ایرباس اتفاق افتاد، مجلس نمایندگان آمریکا که اکثر نمایندگانش را حزب جمهوری خواه و مخالف سیاست های اوباما در قبال ایران تشکیل می داد، در پی مانع تراشی و ایجاد موانع جدید برای فروش هواپیماهای بوئینگ به ایران بود.

از سوی دیگر دموکرات ها و طرفداران سیاست های اوباما، اجرای برجام را برای تامین امنیت ملی آمریکا حیاتی دانسته و رفتارهای حزب مخالف را سلسله اقداماتی با هدف تحت فشار گذاشتن دولت اوباما تفسیر می کردند.

در شرایطی که ایرباس و بوئینگ

# BOYCOTT

# BOYCOTT

به عنوان بزرگترین‌های صنعت هواپیمایی با هدف رقابت، به دنبال تسریع در عملی‌شدن قراردادهای خود با ایران بودند، مجلس نمایندگان آمریکا به منظور ایجاد موانع جدید برای نهایی شدن قرارداد ایران و بوئینگ و تحویل هواپیماها به ایران، در لایحه‌ی بودجه‌ی مالی، سه متمم را تصویب کرد.

- ۱- مانع صدور مجوز فروش به ایران توسط وزارت خزانه‌داری آمریکا می‌شود.
  - ۲- صدور مجوز نقل و انتقال پول توسط وزارت خزانه‌داری آمریکا را متوقف می‌کند.
  - ۳- بانک صادرات واردات آمریکا را در انجام این معاملات محدود می‌کند.
- که البته تصویب نهایی متمم‌های سه‌گانه توسط رئیس‌جمهور این

کشور کاملاً برخلاف برجام بود و به منزله‌ی تهدیدی برای توافق هسته‌ای تلقی می‌گردید و می‌تواند واکنش متقابل ایران را در بر داشته باشد. عقد قرارداد برای خرید ۱۰۰ فروند ایرباس به همراه ۸۰ بوئینگ که قرار است در بازه‌ی ۱۰ تا ۱۲ ساله به ناوگان هوایی کشور افزوده شوند، به عنوان یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای عملی برجام، نخستین گام در نوسازی سامانه هوایی کشور و تسهیل سفر به ایران پس از چند دهه عنوان می‌شود. که به دنبال عقد این قرارداد ایران نخستین فروند هواپیمای خریداری شده از ایرباس را در شهر تولوز فرانسه تحویل گرفت. این هواپیمای ایرباس ۳۲۱ نفره که قرار است در آسمان داخلی به پرواز درآید یکی از ۱۰۰ ایرباسی است که پیش‌قرارداد آن



اواخر سال گذشته با سفر رئیس‌جمهوری ایران به پاریس، بین ایران ایر و ایرباس به امضا رسید. این اتفاق درحالی رخ می‌دهد که فعالان گردشگری کشور، نوسازی ناوگان هوایی کشور را موهبتی بزرگ برای این صنعت می‌دانند و آن را موجب بازگشت اعتماد به سفر هوایی به ایران، جلوگیری از خروج ارز از طریق سفر با ایرلاین‌های خارجی، افزایش عرضه به تناسب هدف‌گذاری جذب ۲۰ میلیون گردشگر، بالارفتن قدرت چانه‌زنی کشور در منطقه، قرار گرفتن ایران در مسیر رقابت با ایرلاین‌های خارجی و... عنوان می‌کنند. البته ایرباس و بوئینگ تنها گزینه‌های خرید نیستند و مذاکرات با سایر شرکت‌های هواپیماساز از جمله بمباردیر کانادا ادامه دارد. از طرفی قرارداد ایران ایر با شرکت «ای. تی. آر» برای خرید ۲۰ فروند هواپیمای کوتاه برد ۷۰ نفره امضا شده است و اولین سری از این هواپیماها در بهار سال ۱۳۹۶ وارد کشور شد.

در پایان سال ۱۳۹۴ پیش‌قرارداد خرید بیش از یکصد فروند هواپیمای مسافربری بین شرکت ایرباس و هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران در پاریس به امضا رسید. اوایل مهر ماه سال ۱۳۹۵ اداره کنترل دارایی‌های خارجی وزارت خزانه داری آمریکا مجوز فروش هواپیما به ایران را به شرکت‌های هواپیماسازی ایرباس و بوئینگ صادر کرد. با صدور این مجوز مذاکرات بین نمایندگان این شرکت‌ها و مدیران هواپیمایی ملی ایران (هما) به مراحل نهایی رسید و در نهایت قراردادی به ارزش ۲۰ میلیارد دلار برای خرید ۱۰۰ فروند هواپیما به امضا رسید. در این قرارداد، ایران ۴۸ فروند هواپیمای A321، ۳۸ فروند هواپیمای A330، ۱۶ فروند هواپیمای A350 از ایرباس خریداری کرد که در مجموع حدود ۲۵۳۰۰ صندلی به ظرفیت هما اضافه می‌کنند. «فایس برژیر» مدیرعامل ایرباس اعلام کرده است که از صد هواپیمای خریداری شده ایران، ۹۸ فروند سفارش جدید و ۲ فروند باز خرید از یک سفارش لغو شده‌ی یک شرکت هواپیمایی دیگر است. بنابر گفته‌های برژیر، قرارداد این

شرکت با ایران ایر یک هفتم کل سفارش‌هایی است که در سال ۲۰۱۶ میلادی دریافت کرده است. علاوه بر این ایران ایر و شرکت هواپیمایی بوئینگ قراردادی را امضا کردند که خرید ۸۰ فروند هواپیمای مسافربری را در بر می‌گیرد تا جایگزین ناوگان فرسوده ایران شود. ارزش این قرارداد ۱۶ میلیارد و ۶۰۰ میلیون دلار است. این هواپیماها شامل ۵۰ فروند بوئینگ ۷۳۷max و ۳۰ فروند بوئینگ ۷۷۷ می‌باشد. همچنین هواپیمایی ایران درصدد است اقدام به خرید ۲۰ فروند هواپیمای ۷۰ نفره از شرکت هواپیمایی ATR نماید.

در این قراردادها علاوه بر خرید هواپیما، مواردی چون آموزش خلبانان و تعمیر و نگهداری، حمایت

از توسعه خدمات ناوبری هوایی، عملیات فرودگاهی و هواپیمایی و... برای ایران ایر منظور شده است. خرید همه‌ی این هواپیماها به صورت اجاره به شرط تملیک است و ایران ایر ۸۵ درصد منابع مالی آن را از فاینانس خارجی و ۱۵ درصد آن را از منابع داخلی خود تامین خواهد کرد.

### AIRBUS A321-211

اولین فروند از هواپیمای ایرباس در قالب قرارداد ایران ایر با کمپانی ایرباس در ۲۲ دی ماه سال ۱۳۹۵ در فرانسه به ایران تحویل داده شد. این هواپیما با مدل A321 و رجیستر EP-IFA تحویل شرکت هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران شد و در ۲۳ دی ماه سال ۱۳۹۵ توسط خلبانان ایرانی از فرودگاه





تولوز فرانسه به سمت ایران پرواز کرد و در باند ۲۹ چپ مهرآباد به زمین نشست. هدایت این ایرباس به عنوان جدیدترین هواپیمای مدرن کشور به عهده ی خلبانان ایرانی، کاپیتان شیرزاد (استاد خلبان ایرباس A۳۲۰)، کاپیتان فرهادی و کاپیتان قاسمی بود. این هواپیما با خرید یک سفارش لغو شده از یک ایرلاین کلمبیایی به نام Avianca می باشد. اولین پرواز این هواپیما در ۱۶ نوامبر سال ۲۰۱۶ بوده و سن آن تا اول اردیبهشت ۹۶، ۱۵۶ روز است.

مدل موتور	CFM56-5B3 توربوپن
قدرت هر موتور	142.3 کیلو نیوتون
حداکثر سرعت هواپیما	871 کیلومتر بر ساعت
سرعت بهینه کروز	821 کیلومتر بر ساعت
حداکثر ماخ پروازی	0.82
سقف پروازی	39800 فوت
ماکسیمم برد	5900 کیلومتر
وزن خالی	47.5 تن
ماکسیمم وزن برخاست	93 تن
ماکسیمم وزن فرود	77.8 تن
ابعاد هندسی	34.09*11.76*44.51 متر مکعب
مساحت بال	122.6 متر مربع
ماکسیمم ظرفیت سوخت	23.6 متر مکعب
طول کابین	34.44 متر
پهنای بدنه	3.95 متر
ماکسیمم پهنای کابین	3.7 متر

مسافر بیشتری را جایجا می کند. در واقع ایرباس A۳۲۱ ارتقا یافته ی ایرباس A۳۲۰ است که توانسته برای بسیاری از ایرلاین های جهان گزینه ای جذاب باشد. طبق آمار اعلام شده در نوامبر سال ۲۰۱۶، از ایرباس A۳۲۱، ۱۴۱۳ هواپیما به فروش رفته است و در حال حاضر ۱۳۹۶ فروند از آن در حال پرواز هستند. بزرگترین مشتری جهانی این هواپیما شرکت هواپیمایی AMERICAN AIRLINES با ۱۹۷ فروند از ایرباس A۳۲۱ است. در حال حاضر آمارها نشان میدهد که میزان سفارش ایرباس A۳۲۱ در جهان از ۱۷۳۳ فروند نیز گذشته و هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران آخرین مشتری آن است.

مدل ۲۱۱ هواپیمای A۳۲۱ با موتورهای توربوپن CFM۵۶-۵B۳ و یا P/۵B۳ و یا ۲P/۵B۳ تولید

می شوند. حداکثر سرعت هواپیما حدود ۸۷۱ کیلومتر بر ساعت و سرعت بهینه کروز ۸۲۱ کیلومتر بر ساعت می باشد و با حداکثر برد ۵۹۰۰ کیلومتر در دسته ی هواپیماهای میان برد قرار دارد. ویژگی های پرفرنسی این هواپیما

داخلی و خارجی مورد استفاده قرار گیرد. شرکت هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران اعلام کرده بود که برای مدتی از این هواپیما در مسیر داخلی استفاده خواهد کرد تا بعدا در مورد مقاصد پروازی آن تصمیم گیری شود. اولین پرواز داخلی این



به صورت جدولی در زیر آورده شده است. ایرباس A۳۲۱ امکان آن را دارد که به طور همزمان در پروازهای

هواپیما از تهران به مقصد مشهد بوده است. تاکنون این هواپیما مهمان شهر های تهران، مشهد،

بوشهر، اهواز، زاهدان، بندرعباس، یزد، رشت، اصفهان، ارومیه و بیرجند و ... بوده است. این هواپیما قابلیت پرواز های خارجی را نیز داراست چرا که میتواند در حدود ۶ ساعت پرواز کند. ظرفیت مسافر این پرنده حدود ۱۹۰ نفر است. کابین آن به دو قسمت بیزینس کلاس با ۱۶ صندلی و بخش عادی با ۱۶۹ صندلی تقسیم می شود. در صورت حذف کردن بعضی از کلاس های پروازی، می تواند بیش از ۲۲۰ مسافر را حمل کند. بعلاوه، صندلی های ایرباس بسیار راحت بوده و به دلیل فراهم بودن فضای کافی در کابین و راهروی بین صندلی ها، فضای مانور کافی برای خدمه پرواز وجود دارد.

#### Airbus A۳۲۰-۲۰۰

دومین هواپیمای جدید الورد برجامی در تاریخ ۲۰ اسفند ۹۵ از شرکت ایرباس به ایران تحویل



داده شد که اولین ایرباس A۳۳۰ از سری ۲۰۰ است که به ناوگان ایران ایر ملحق شده است. این هواپیما متعلق به شرکت هواپیمایی آویانکا بود که به دلیل مشکلات مالی به این شرکت تحویل داده نشد و سرانجام مالکیت این ایرباس به ایران رسید. ایرباس ۳۳۰ تحویلی جدید در ناوگان هوایی پهن پیکر کشور است، چرا که تا به الان هیچ شرکتی در ایران این هواپیما را بکار نگرفته است. سومین ایرباس تحویلی به ایران در ۵ فروردین ۹۶ وارد خاک ایران شد. این ایرباس نیز مرجوعی شرکت آویانکاست که در سال ۲۰۱۴ به این شرکت تحویل داده شده بود ولی در خطوط هوایی آن به کار گرفته نشد. گفته می‌شود که بدنه ی هواپیماهای پهن پیکر جدید ورود ایران، سه سال پیش ساخته شده است.

ایرباس A۳۳۰ یک هواپیمای جت مسافربری پهن پیکر است که بیشتر در سفرهای بین‌المللی و مسافت‌های طولانی کاربرد دارد. ساخت ایرباس A۳۳۰ از سال ۱۹۸۷ آغاز شد و اولین پرواز آن در ۲ نوامبر ۱۹۹۲ است. ایرباس A۳۳۰ در دو نوع مدل ۲۰۰ و ۳۰۰ ساخته می‌شود. مدل ۲۰۰ برای برد های کوتاه تا بلند طراحی شده که ۲۵۳ مسافر را در دو کلاس حمل می‌کند. از این نوع هواپیما در پرواز های خارجی استفاده خواهد شد. این مدل برای هر صندلی صفحه ی نمایش و امکان چک کردن ایمیل و تلفن همراه از طریق ماهواره را دارد. این هواپیما دارای دو موتور توربوفن ساخت شرکت رولزرویس بوده که مشخصات دقیق فنی موتورها به همراه اطلاعات پرفرنسی هواپیما به صورت زیر می باشد:



سالانه ی نفت کشور بیشتر است. با اینکه دولت ایران مقدار قابل توجهی از پول خرید هواپیما ها را از طریق فاینانس بانک های خارجی تامین خواهد کرد اما این فاینانس ها به اضافه سودشان می بایست در سالهای آتی پرداخت شود. بسیاری

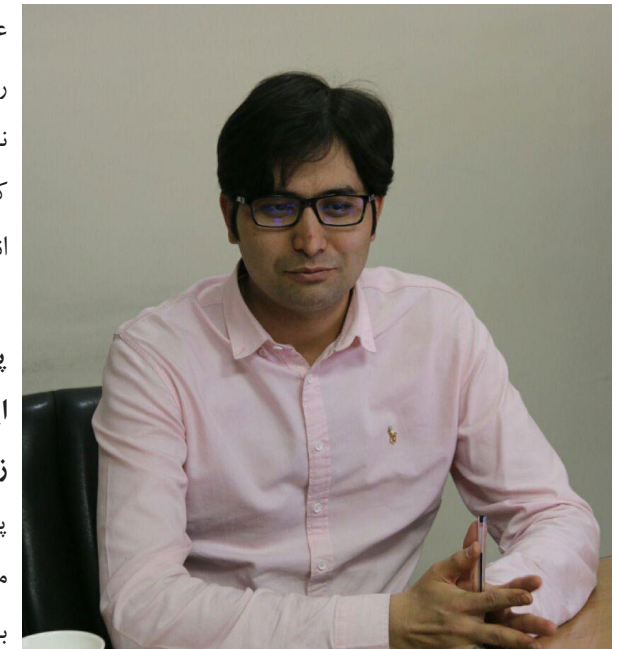
از کارشناسان بر این باورند که خرید این تعداد هواپیما تحولی تاریخی در ناوگان هواپیمایی ایران را موجب می شود اما ظرفیت فرودگاهی کشور و همچنین تجهیزات موجود ممکن است در آینده برای این صنعت به چالشی بزرگ تبدیل شود. برای مثال میتوان به مشکلات ایجاد شده در فرودگاه مشهد اشاره کرد که به علت کمبود امکانات از جمله نبود تجهیزات یخ زدایی و... مسافران ساعت ها درون هواپیما محبوس شدند . همچنین با توجه به محدود بودن مقاصد پروازی

از جمله مقاصد پروازی قاره ای ، مسیر پروازی اقتصادی و پردرآمدی برای هواپیماهای دوربرد نخواهد بود. بنابراین خرید هواپیماهای دوربرد و نبود تقاضا برای سفر برای آنها، موجب بکارگیری آنها در مسیرهای کوتاه خواهد شد که زیان آور است. اما از دیدگاه دیگر می توان به این موضوع اشاره کرد که طبق گفته های برخی مسئولین، تقریباً نیمی از پروازهای خارجی ایرانیان توسط ایرلاین های خارجی انجام شده که سالانه موجب خروج ۴ میلیارد دلار ارز از کشور می شود.

از جمله انتقادهای دیگر در اولویت نبودن نوسازی ناوگان هوایی کشور است که مسائلی چون بهبود وضعیت کیفی راه ها و حمل و نقل جاده ای در اولویت بوده و از اهمیت بیشتری برخوردارند. طبق آمارها نابه سامانی در حمل و نقل جاده ای و وضعیت کیفی راه ها، سالانه منجر به کشته شدن ۲۳ تا ۲۷ هزار نفر و زخمی شدن حدود ۲۵۰ هزار نفر از هموطنانمان می شود. چنین آمار گسترده ای معادل وقوع یک زمین لرزه ی بسیار شدید یا تلفات یک جنگ تمام عیار در هر سال است

مدل موتور	RR Trent 700 توربوفن
قدرت هر موتور	316.3 کیلونیوتون
حداکثر سرعت هواپیما	913 کیلومتر بر ساعت
سرعت بهینه کروز	871 کیلومتر بر ساعت
حداکثر ماخ پروازی	0.86
ماکسیمم برد	15400 کیلومتر
وزن خالی	168 تن
ماکسیمم وزن برخاست	230 تن
ماکسیمم وزن فرود	180 تن
ابعاد هندسی	17.39*60.3*58.82 متر مکعب
مساحت بال	361.6 متر مربع
ماکسیمم ظرفیت سوخت	139.09 متر مکعب
طول کابین	45 متر
پهنای بدنه	5.64 متر
ماکسیمم پهنای کابین	5.28 متر





عددی، ترمودینامیک ۱ و روش تحقیق و گزارش نویسی را در مقطع کارشناسی تدریس کرده اند.

**پروژه های هر مقطع ایشان نیز به شرح زیر است:**

پروژه کارشناسی: طراحی مکانیزم چهار میله ای برای جرثقیل

پروژه کارشناسی ارشد:

مدل سازی کمپرسور محوری پروژه دکتری: طراحی معکوس برای پره کمپرسور محوری

**از چه سنی شروع به تدریس در دانشگاه کردید؟**

از سال اول دوره کارشناسی ارشد به عنوان تدریس یار محاسبات عددی در دانشگاه صنعتی شریف و بعد مدت ۴ ترم تدریس یار درس محاسبات عددی بودم. از مهر ۱۳۹۴ وارد هیأت علمی دانشکده هوافضا دانشگاه صنعتی امیر کبیر شدم و مشغول به تدریس شدم، البته قبل از این تاریخ هم مدتی در دانشگاه آزاد به تدریس درس توربو ماشین و توربین گاز پرداختم.

**پس به طور کلی به ریاضی علاقه مندید، چون در دانشکده هم محاسبات عددی تدریس کرده اید.**

بیشتر به بحث های عددی علاقه مندم. همانطور که می دانید ریاضی محض با ریاضی کاربردی متفاوت است و من بیشتر به بحث های عددی علاقه مندم. به طور مثال در ترم های ابتدایی دوره کارشناسی شما با مباحث ریاضی محض آشنا می شوید اما هرچه که ترم های بالاتر را می بیند و به ویژه در دوره کارشناسی ارشد به ویژه در مهندسی شما با ریاضی کاربردی بیشتر سر و کار دارید.

**در چه سنی ازدواج کردید؟**

حدود ۲۶ سالگی و در زمانی که دانشجوی دوره دکتری بودم و حاصل آن یک پسر ۱ ساله است.

**ازدواج شما دانشجویی بود؟**

خودم پیگیر جشن ازدواج دانشجویی نشدم ولی فکر می کنم که در آن زمان مثل الان جشن ازدواج دانشجویی به این شکل برگزار نمی شد.

**پیشنهاد می کنید که دانشجویان در سن ازدواج کنند؟**

به نظر من شما باید به حداقل بلوغ فکری برسید که مدت زمانش خیلی مهم هست. اگر زودتر از زمانش ازدواج کنید یک سری آسیب ها هستش که به شما میزند و اگر بعد از زمانش ازدواج کنید دچار حساسیت هایی می شوید که مانع از ازدواج شما می شود و شاید منجر به تصمیم اشتباه بشود. به نظرم بهترین زمان برای انجام این کار حدود ۲۵ تا ۳۰ سالگی هستش که زمان مناسبی است.

**شغلی به غیر از تدریس در دانشگاه نیز دارید؟**

بینید شما وقتی عضو هیأت علمی دانشگاه می شوید قاعدتاً وقت خالی دیگری ندارید که بخواهید در جایی دیگر شاغل بشوید و باید از شنبه تا چهارشنبه دانشگاه باشید و پنجشنبه ها هم معمولاً درگیر کار های اداری و شخصی خودتان می شوید. در نتیجه نمی توانید جای دیگر به صورت جدی شاغل بشوید. مگر اینکه بخواهید فعالیت های صنعتی - پژوهشی انجام دهید ولی به صورت جدی نمی توانید

جایی دیگر شاغل بشوید. خود من به طور خاص جایی مشغول به کار نیستم ولی به عنوان ارتباطات صنعتی و مشاور فعالیت هایی انجام می دهم.

**هدف نهایی که شما برای زندگی چیست؟ آیا تا انتها می خواهید مشغول به تدریس باشید؟**

نمی تواند هدف شما باشد. از طرف دیگر قبل از اینکه من به دانشگاه بیایم چند سالی سابقه کار صنعتی پژوهشی داشتم و زمانی که وارد دانشگاه شدم هدفی که برای خودم تعیین کردم، که این دو مقوله را به یکدیگر نزدیک کنم؛ زیرا در ایران فاصله زیادی میان صنعت و دانشگاه وجود دارد. پس تمرکز من بر روی این موضوع گذاشتم که دستاورد



تدریس به طور کلی مورد علاقه من هست و برای این کار وقت و انرژی کافی را می گذارم و سعی می کنم که کیفیت این کار از همه نظر بالا باشد. از طرفی من علاقه دارم که کیفیت تدریسم بالاتر برود و همینطور که می دانید کیفیت هم انتها ندارد. اما تدریس به تنهایی

های علمی دانشگاه های ما بتواند به صنعت کشور کمک کند و در حال حاضر فاصله زیادی میان کار علمی دانشگاه و نیاز صنعت کشور وجود دارد.

**نظر شما در مورد افرادی که به طور ثابت تدریس می**



کنند، آیا دچار ثابت ماندن آنها از نظر علمی نمی شود؟ این بستگی به دروسی دارد که باید تدریس شود. بعضی از دروس که اتفاقاً جزو دروس اصلی شما هستند سر فصل های مشخص و تصویب شده از سوی وزرات علوم دارند کرد تا مطالب بهتر منتقل شوند. اما بعضی از دروس مانند دروس اختیاری و تخصصی نیز وجود دارند که آزادی عمل در آن ها به مراتب از دروس اصلی بیشتر است و می توان در آن از مباحث جدید، کاربردی و... استفاده کرد زیرا طرح درس اهمیت چندانی ندارد و قرار نیست این دروس مورد امتحان قرار گرفته بشوند و همچنین پیش نیاز درس دیگری هم نیستند. به طور مثال برای یک درس اختیاری می توان سر فصل های قدیمی را حذف کرد یا اینکه استاد سر فصل جدیدی را به درس اضافه کند و همچنین می توان آن را به صنعت نزدیک تر کرد و موارد دیگر که دست استاد در انجام آن باز است و باعث جذابیت بیشتر درس برای دانشجویان می شود.

**دروس دوره کارشناسی آجرهای یک ساختمان هستند در نتیجه باید آنها را خوب بچینید تا به مشکل بر نخورید و لازمه آن فقط پاس کردن دروس نیست و باید هر درس را به خوبی یاد بگیرید**

بعضی از دانشجویان بر این باورند که برخی از اساتید اعتقاد به فعالیت پژوهشی ندارند و دانشجو فقط باید درس ها را پاس کند، نظر شما در این رابطه چیست؟ فرض کنید شما می خواهید یک ساختمان بسازید. در ساختن این ساختمان آجر های آن دروس دوره کارشناسی هستند در نتیجه باید آجر ها را خوب بچینید تا به مشکل بر نخورید و لازمه آن فقط



پاس کردن دروس نیست و باید هر درس را به خوبی یاد بگیرید. مثلاً اگر شما مکانیک سیالات را خوب یاد نگیرید در دروس بعدی مرتبط به آن هم دچار مشکل می شوید و حتی اگر وارد مقطع کارشناسی ارشد هم بشوید باز با آن مشکل خواهید داشت. و بر این باور هستیم که درس هایی که مرتبط با گرایش ارشد شما هستند را به خوبی یاد بگیرید به طور مثال کسی که به گرایش پیشرانش علاقه دارد لزومی ندارد که در درسی مانند مقاومت مصالح نمره خیلی بالایی بگیرد، اما باید دروسی مثل ترمودینامیک ۱ و ۲ را به خوبی یاد گرفته باشد و به نظرم اگر کسی بخواهد دروس را به شکل ناپلونی پاس کند قطعاً در یک زمانی به مشکل بر خواهد خورد.

**در دوره کارشناسی به نظرم خوب پاس کردن دروس و یادگرفتن آن ها مهم تر است و برای این مقطع کفایت می کند. در مورد پروژه کارشناسی کسی از شما انتظار ندارد که علم را جلو ببرید بلکه انتظار می رود که مهارت انجام یک پروژه بزرگتر را فرا بگیرید.**

اما بحث پژوهش که عنوان کردید. در حقیقت شما در سه سال اول دوره کارشناسی فرصتی برای کار پژوهشی ندارید. معمولاً بچه ها ترم ۹ درگیر کنکور می شوند و سرشان شلوغ است. پس تنها جایی که می توان کار پژوهشی به صورت جدی تر انجام داد، پروژه کارشناسی است که ترم آخر تحصیل شماست

و معمولاً فرصت نمی شود که موازی پروژه کارشناسی بخواهید پروژه دیگری را انجام دهید. این موضوع را در نظر بگیرید که باید در مقطع کارشناسی ۱۴۰ واحد پاس شود و به طور متوسط باید ترمی ۱۱ الی ۱۸ واحد پاس شود تا بتوان ۴ ساله کارشناسی را گذراند. در واقع فرصت این کار وجود ندارد. به نظرم خوب پاس کردن دروس و یادگرفتن آن ها مهم تر است و برای این مقطع کفایت می کند.

در مورد پروژه کارشناسی کسی از شما انتظار ندارد که علم را جلو ببرید بلکه انتظار می رود که مهارت انجام یک پروژه بزرگتر را فرا بگیرید.

ادامه مصاحبه در شماره بعدی چاپ خواهد شد.

The rover requires power to operate. Without power, it cannot move, use its science instruments, or communicate with Earth. The Mars Science Laboratory rover carries a radioisotope power system that generates electricity from the heat of plutonium's radioactive decay. This power source gives the mission an operating lifespan on Mars' surface of at least a full Martian year (687 Earth days) or more while also providing significantly greater mobility and operational flexibility, enhanced science payload capability, and exploration of a much larger range of latitudes and altitudes than was possible on previous missions to Mars.

Curiosity has three antennas that serve as both its «voice» and its «ears.» They are located on the rover equipment deck (its «back»). Having multiple antennas provides back-up options just in case they are needed.

### communication

Most often, Curiosity will likely send radio waves through its ultra-high frequency (UHF) antenna (about 400 Megahertz) to communicate with Earth through NASA's Mars Odyssey and Mars Reconnaissance Orbiters. Because the rover's and orbiters'

antennas are close-range, they act a little like walky-talkies compared to the long range of the low-gain and high-gain antennas. Using orbiters to relay messages is beneficial because they are closer to the rover than the Deep Space Network (DSN) antennas on Earth and they have Earth in their field of view for much longer time periods than the rover does on the ground. That allows them to send more data back to Earth at faster rates. Mars Reconnaissance Orbiter will likely relay most of the data between the rover and Earth.

Curiosity will likely use its high-gain antenna to receive commands for the mission team back on Earth. The high-gain antenna can send a «beam» of information in a specific direction, and it is steerable, so the antenna can move to point itself directly to any antenna on Earth. The benefit of having a steerable antenna is that the entire rover doesn't necessarily have to change positions to talk to Earth. Like turning your neck to talk to someone beside you rather than turning your entire body, the rover can save energy by moving only the antenna.

Curiosity will likely use its low-gain antenna primarily



for receiving signals. This antenna can send and receive information in every direction; that is, it is «omni-directional.» The antenna transmits radio waves at a low rate to the Deep Space Network antennas on Earth.

This map shows the route driven by NASA's Mars rover Curiosity through the 1187 Martian day, or sol, of the rover's mission on Mars (December, 09, 2015).

### Conclusion, Location of rover, and its future Curiosity Rover's Location for Sol 1187

Numbering of the dots along the line indicate the sol number of each drive. North is up. From Sol 1185 to Sol 1187, Curiosity had driven a straight line distance of about 92.61 feet (28.23 meters).

The base image from the map is from the High Resolution Imaging Science Experiment Camera (HiRISE) in NASA's Mars Reconnaissance Orbiter. You can follow Curiosity's journey with the latest tra-

verse info and daily weather data. Get updates as the rover nears Mount Sharp! You can visit its page in NASA's Mars Exploration part and follow its path.

### conclusion

Finally I should say that this mission helps human being to prepare itself to travel to other planets or at least detect some signs about probability of life existence in the whole world. Maybe one day we have to leave our planet, maybe we have to take place in other planets, maybe one day we find some other alive beings and diagnose that we aren't alone in this world, maybe this mission is first step to detect many things we didn't know about chemistry, biology, or aerodynamics. Maybe this mission makes many minds start thinking about what is out of our solar system, or out of galaxy! Who knows that what would happen soon in human exploration?

### References

- [1] [www.nasa.gov/msl](http://www.nasa.gov/msl)
- [2] [Mars.jpl.nasa.gov/msl](http://Mars.jpl.nasa.gov/msl)
- [3] Leonard David. (2014, July 09). How Wheel Damage Affects Mars Rover Curiosity's Mission [web log post]. Retrieved from <http://www.space.com/26472-mars-rover-curiosity-wheel-damage.html>
- [4] Emily Lakdawalla. (2014, August 26). Curiosity's Wheels Are Falling Apart (And How We Can Solve It) [web log post]. Retrieved from <http://gizmodo.com/curiositys-wheels-are-falling-apart-and-how-we-can-sol-1626826935>
- [5] XENI JARDIN. (2012, August 10). Interview with developer of 2MP cameras taking those amazing Mars photos on the Curiosity rover. Retrieved from <http://boing-boing.net/2012/08/10/interview-with-developer-of-2m.html>
- [6] timepopulation (2015, April 05). Watch curiosity

- rover observes its first colour martian.. [online software]
- [7] San Diego ,CA (2011, November 26). Mars Science Laboratory (MSL) Mast camera (MastCam). [doctoral dissertation]. Retrieved from [http://www.msss.com/all\\_projects/msl-mastcam.php](http://www.msss.com/all_projects/msl-mastcam.php)
- [8] Sebastian Anthony. (2013, March 01). Curiosity swaps out its primary computer, to hopefully restore full functionality. [web log post]. Retrieved from <http://www.extremetech.com/extreme/149713-curiosity-swaps-out-its-primary-computer-to-hopefully-restore-full-functionality>
- Extras:
- [9] follow Curiosity's journey [online computer software]. Dowload address; <http://mars.jpl.nasa.gov/explore/curiosity/>
- [10] Fact Sheet of Mars Science Laboratory. [E-book]. Retrieved from [www.nasa.gov/msl](http://www.nasa.gov/msl)

al stereo images, and color video footage of the martian terrain and have a powerful zoom lens.

Like the cameras on the Mars Exploration Rovers that landed on the red planet in 2004, the MastCam design consists of two duplicate camera systems mounted on a mast extending upward from the Mars Science Laboratory rover deck. The cameras function much like human eyes, producing three-dimensional stereo images by combining two side-by-side images taken from slightly different positions.

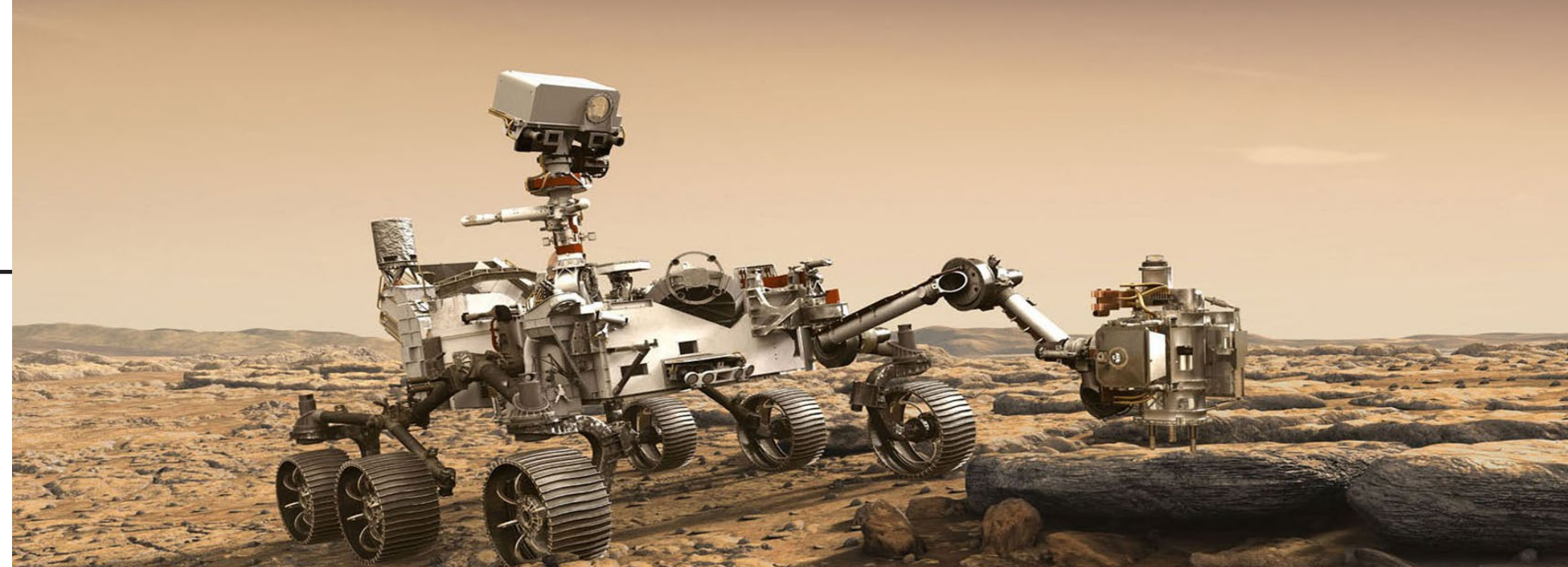
The Laser-Induced Remote Sensing for Chemistry and Micro-Imaging will fire a laser and analyze the elemental composition of vaporized materials from areas smaller than 1 millimeter on the surface of Martian rocks and soils. An on-board spectrograph will provide unprecedented detail about minerals and microstructures in rocks by measuring the composition of the re-

sulting plasma - an extremely hot gas made of free-floating ions and electrons.

The Mars Hand Lens Imager is the equivalent of a geologist's hand lens and will provide close-up views of the minerals, textures and structures in martian rocks and the surface layer of rocky debris and dust. With this new device, earthbound geologists will be able to see martian features smaller than the diameter of a human hair.

#### **One Descent Imager--MARDI:**

Engineers who worked on the Mars Exploration Rover mission were able to get an idea of what the approaching martian terrain «looked» like to Spirit and Opportunity via DIMES (Descent Image Motion Estimation System). This system was used to detect the spacecraft's movement and adjust it - using retro rockets - if necessary. Mars Science Laboratory features an even more capable visual system.



MARDI (Mars Descent Imager) provided four frame-per-second video at a high resolution during Curiosity's landing. The images are «true color,» or as the human eye would see.

In addition to stunning video, the data the camera collects will allow scientists and engineers to: observe geological processes at a variety of scales, sample the horizontal wind profile, create detailed geologic, geomorphic and traverse planning and relief maps of the landing site.

#### **How the wheels move**

The design of the suspension system for the wheels is based on heritage from the «rocker-bogie» system on the Pathfinder and Mars Exploration Rover missions. The suspension system is how the wheels are connected to and interact with the rover body.

The term «bogie» comes from old railroad systems. A bogie is a train undercarriage with six wheels that can swivel to

curve along a track.

The term «rocker» comes from the design of the differential, which keeps the rover body balanced, enabling it to «rock» up or down depending on the various positions of the multiple wheels. Of most importance when creating a suspension system is how to prevent the rover from suddenly and dramatically changing positions while cruising over rocky terrain. If one side of the rover were to travel over a rock, the rover body would go out of balance without a «differential» or «rocker,» which helps balance the angle the rover is in at any given time. When one side of the rover goes up, the differential or rocker in the rover suspension system automatically makes the other side go down to even out the weight load on the six wheels. This system causes the rover body to go through only half of the range of motion that the «legs» and wheels could potentially experience without

a «rocker-bogie» suspension system.

The rover is designed to withstand a tilt of 45 degrees in any direction without overturning. However, the rover is programmed through its «fault protection limits» in its hazard avoidance software to avoid exceeding tilts of 30 degrees during its traverses.

The rover rocker-bogie design allows the rover to go over obstacles (such as rocks) or through holes that are more than a wheel diameter (50 centimeters or about 20 inches) in size. Each wheel also has cleats, providing grip for climbing in soft sand and scrambling over rocks.

#### **Curiosity's «arm»**

The Robot Arm holds and maneuvers the instruments that help scientists get up-close and personal with martian rocks and soil.

Much like a human arm, the robotic arm has flexibility through three joints: the rover's shoulder, elbow, and

wrist. The arm enables a tool belt of scientists' instruments to extend, bend, and angle precisely against a rock to work as a human geologist would: grinding away layers, taking microscopic images, and analyzing the elemental composition of the rocks and soil.

At the end of the arm is a turret, shaped like a cross. This turret, a hand-like structure, holds various tools that can spin through a 350-degree turning range.

#### **Curiosity's «hand»**

At the tip of the arm is the turret structure on which 5 devices are mounted. Two of these devices are in-situ or contact instruments known as the Alpha Particle X-ray Spectrometer (APXS) and the Mars Hand Lens Imager (MAHLI). The remaining three devices are associated with sample acquisition and sample preparation functions.

#### **The rover's energy**



ates electricity from the heat of plutonium's radioactive decay. This power source gives the mission an operating lifespan on Mars' surface of a full martian year (687 Earth days) or more, while also providing significantly greater mobility and operational flexibility, enhanced science payload capability, and exploration of a much larger range of latitudes and altitudes than was possible on previous missions to Mars.

Arriving at Mars at 10:32 p.m. PDT on Aug. 5, 2012 (1:32 a.m. EDT on Aug. 6, 2012), Mars Science Laboratory will serve as an entrée to the next decade of Mars exploration. It represents a

huge step in Mars surface science and exploration capability because it will:

- demonstrate the ability to land a very large, heavy rover to the surface of Mars (which could be used for a future Mars Sample Return mission that would collect rocks and soils and send them back to Earth for laboratory analysis)
- demonstrate the ability to land more precisely in a 20-kilometer (12.4-mile) landing circle
- demonstrate long-range mobility on the surface of the red planet (5-20 kilometers or about 3 to 12 miles) for

the collection of more diverse samples and studies.

## Body and instruments

### The rover's «body»

The rover body is called the warm electronics box, or «WEB» for short. Like a car body, the rover body is a strong, outer layer that protects the rover's computer and electronics (which are basically the equivalent of the rover's brains and heart). The rover body thus keeps the rover's vital organs protected and temperature-controlled.

The warm electronics box is closed on the top by a piece called the Rover Equipment Deck (RED). The Rover Equipment Deck makes the rover like a convertible car, allowing a place for the rover mast and cameras to sit out in the martian air, taking pictures and clearly observing the martian terrain as it travels.

### The rover's «brains»

Unlike people and animals, the rover brains are in its body. The rover computer (its «brains») is inside a module called «The Rover Compute Element» (RCE) inside the rover body. The communication interface

that enables the main computer to exchange data with the rover's instruments and sensors is called a «bus»). This bus is an industry standard interface bus to communicate with and control all of the rover motors, science instruments, and communication functions.

### Better memory than ever

The computer contains special memory to tolerate the extreme radiation environment from space and to safeguard against power-off cycles so the programs and data will remain and will not accidentally erase when the rover shuts down at night.

On-board memory includes 256MB of DRAM and 2 GB of Flash Memory both with error detection and correction and 256kB of EEPROM. This onboard memory is roughly 8 times as capable as the one onboard the Mars Exploration Rovers.

### Better «nerves» for balance and position

The rover carries an Inertial Measurement Unit (IMU) that



provides 3-axis information on its position, which enables the rover to make precise vertical, horizontal, and side-to-side (yaw) movements. The device is used in rover navigation to support safe traverses and to estimate the degree of tilt the rover is experiencing on the surface of Mars.

### Monitoring its «health»

Just like the human brain, the rover computers register signs of health, temperature, and other features that keep the rover «alive.» This main control loop essentially keeps the rover «alive» by constantly checking itself to ensure that it is both able to communicate throughout the surface mission and that it remains thermally stable (not too hot or too cold) at all times. It does so by periodically checking temperatures, particularly in the rover body, and responding to potential overheating conditions, recording power generation and power storage data throughout the Mars sol (a martian day), and scheduling and preparing for communication sessions.

### Using its «computer brains» for communications

Activities such as taking pictures, driving, and operating the instruments will be

performed under commands transmitted in a command sequence to the rover from the flight team.

The rover will generate constant engineering, housekeeping and analysis telemetry and periodic event reports that are stored for eventual transmission once the flight team requests the information from the rover.

The rover has two «computer brains» one which is normally asleep. In case of problems the other computer brain can be awakened to take over control and continue the mission.

### Cameras (Hazcams):

Mounted on the lower portion of the front and rear of the rover, these black-and-white cameras use visible light to capture three-dimensional (3-D) imagery. This imagery safeguards against the rover getting lost or inadvertently crashing into unexpected obstacles, and works in tandem with software that allows the rover make its own safety choices and to «think on its own.»



The cameras each have a wide field of view of about 120 degrees. The rover uses pairs of Hazcam images to map out the shape of the terrain as far as 3 meters (10 feet) in front of it, in a «wedge» shape that is over 4 meters wide (13 feet) at the farthest distance. The cameras need to see far to either side because unlike human eyes, the Hazcam cameras cannot move independently; they are mounted directly to the rover body. [7]

### Two Pairs of Engineering Navigation Cameras (Navcams):

Mounted on the mast (the rover «neck and head»), these black-and-white cameras use visible light to gather panoramic, three-dimensional (3D) imagery. The navigation camera unit is a stereo pair of cameras, each with a 45-degree field of view that will support ground navigation planning by scientists and engineers. They work in cooperation with the hazard avoidance cameras by providing a complementary view of the terrain.

### Four Science Cameras: MastCam (one pair), ChemCam, MAHLI:

Mast Camera will take color images, three-dimension-

placed in the sky, to lower speed of landing to help rover land on its wheels.

So do you know how organizers of this project chose the place of spacecraft landing?

The touchdown site, Bradley landing, is near the foot of a layered mountain, Aeolis Mons. They considered more than 30 Martian locations and they were more than 100 scientists participating in a series of open workshops. The selection process benefited from examining candidate sites with NASA's Mars Reconnaissance Orbiter and earlier orbiters, and from the rover mission's capability of landing within a target area only about 20 kilometers (12 miles) long. That precision, about a five-fold improvement on earlier Mars landings, made sites eligible that would otherwise be excluded for encompassing nearby unsuitable terrain. The Gale Crater landing site is so close to the crater wall and Mount Sharp that it would not have been considered safe if the mission were not using this improved precision.

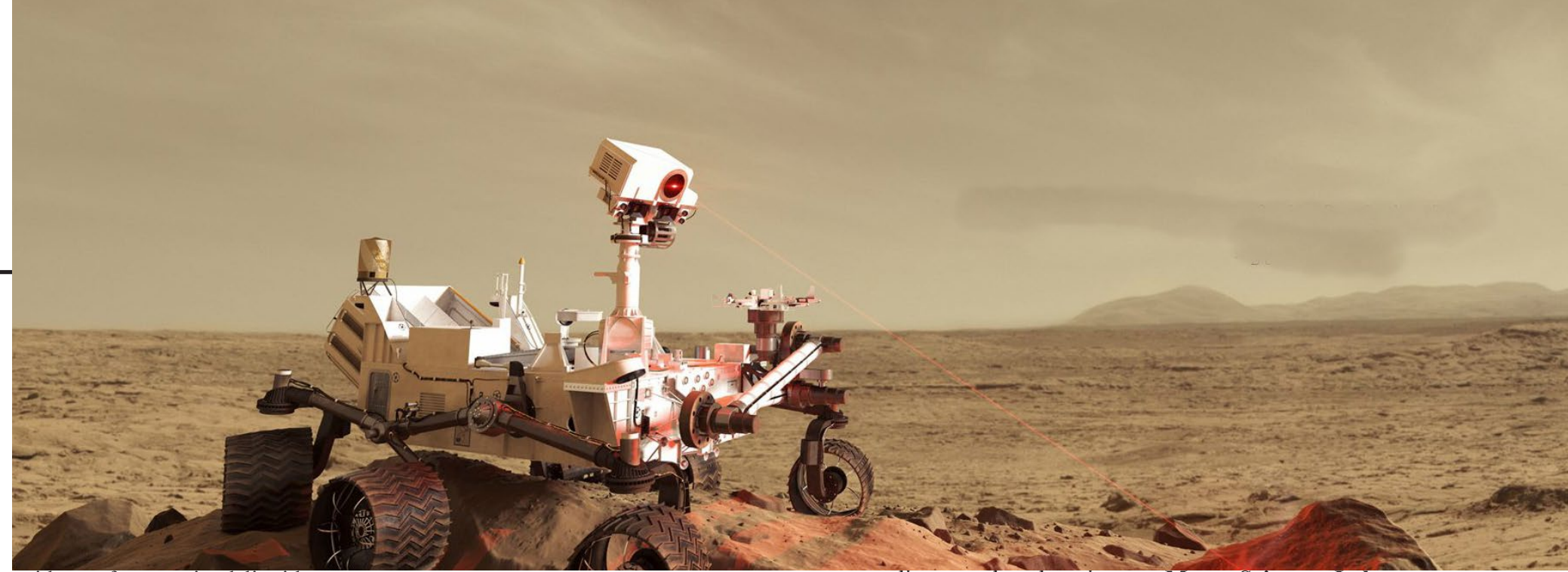
Science findings began months before landing. Measurements that Curiosity made of natural radiation levels during the flight from Earth to Mars will help NASA

design for astronaut safety on future human missions to Mars.

In the first few weeks after landing, images from the rover showed that Curiosity touched down right in an area where water once coursed vigorously over the surface. The evidence for stream flow was in rounded pebbles mixed with hardened sand in conglomerate rocks at and near the landing site. Analysis of Mars' atmospheric composition early in the mission provided evidence that the planet has lost much of its original atmosphere by a process favoring loss from the top of the atmosphere rather than interaction with the surface.

In the initial months of the surface mission, the rover team drove Curiosity eastward toward "Yellowknife Bay" to investigate an ancient river and fan system identified in orbital images.

The rover analyzed its first scoops of soil on the way to Yellowknife Bay. Once there, it collected the first samples of material ever drilled from rocks on Mars. Analysis of the first drilled sample, from a rock target called "John Klein," provided the evidence of conditions favorable for life in Mars' early history: geological and mineralogical



evidence for sustained liquid water, other key elemental ingredients for life, a chemical energy source, and water not too acid-ic or too salty. On a subsequent drill sample, Curiosity was able to accomplish a first for measurements on another planet: determining the age of the rock. The measurements showed that the drilled material was 4.2 billion years old and yet had been exposed at the surface for only 80 million years.

In July 2013, Curiosity finished investigations in the Yellowknife Bay area and began a southwestward trek to the base of Mount Sharp. It reached the base layer of this main destination in September 2014. In the low layers of Mount Sharp during the rover's extended mission, researchers anticipate finding further evidence about habitable past environments and about the evolution of the Martian environment from a wetter past to a drier present.

### Goals of this project and its features

#### Mars Science Laboratory will study Mars' habitability

To find out, the rover carries the biggest, most advanced suite of instruments for scientific studies ever sent to the martian surface. The rover will analyze samples scooped from the soil and drilled from rocks. The record of the plan-

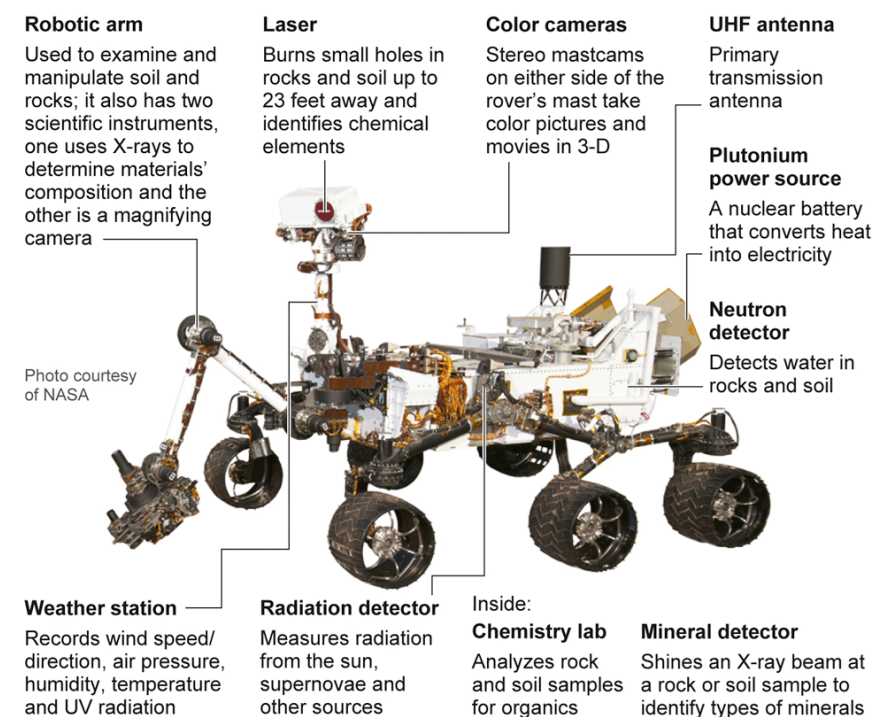
et's climate and geology is essentially «written in the rocks and soil» -- in their formation, structure, and chemical composition. The rover's onboard laboratory will study rocks, soils, and the local geologic setting in order to detect chemical building blocks of life (e.g., forms of carbon) on Mars and will assess what the martian environment was like in the past.

#### Mars Science Laboratory relies on innovative technologies

Mars Science Laboratory will



rely on new technological innovations, especially for landing. The spacecraft descended on a parachute and then, during the final seconds prior to landing, lowered the upright rover on a tether to the surface, much like a sky crane. Now on the surface, the rover will be able to roll over obstacles up to 75 centimeters (29 inches) high and travel up to 90 meters (295 feet) per hour. On average, the rover is expected to travel about 30 meters (98 feet) per hour, based on power levels, slippage, steepness of the terrain, visibility, and other variables. The rover carries a radioisotope power system that gener-





پیک هوافضا

دانشگاه مهندسی هوافضا

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

پیک هوافضا، نشریه علمی تخصصی دانشکده مهندسی هوافضای دانشگاه صنعتی امیرکبیر با مجوز رسمی از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، از تمام دانشجویان و فارغ التحصیلان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری جهت ارائه مقاله دعوت به همکاری می نماید.

زمینه های ارائه مقالات:

- آیرودینامیک
- پیشرانش
- مکانیک پرواز
- سازه های هوایی
- فضا
- مدیریت هوافضایی

و سایر گرایش های مرتبط با رشته مهندسی هوافضا


<https://t.me/peikehavafaza>

علاقه مندان میتوانند مقالات خود از طریق پست الکترونیکی [peik@aut.ac.ir](mailto:peik@aut.ac.ir) ارسال نمایند.

لازم به ذکر است:

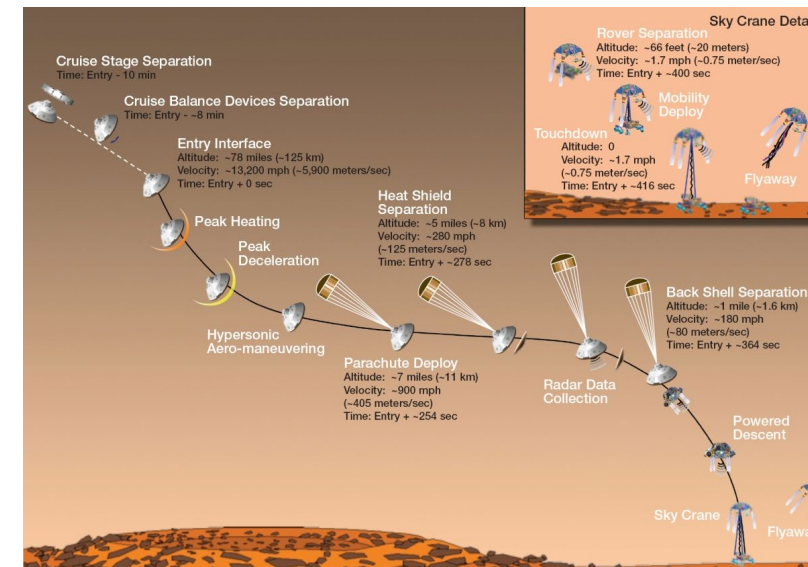
- \*مقالات پس از تایید شورای نویسندگان به چاپ خواهد رسید.
- \*مقالات باید به صورت ویرایش شده ارسال شوند.
- \*مقالات نباید برای هیچ سمینار و یا نشریه دیگری ارائه شده باشند.
- \*ارسال یک قطعه عکس ۳\*۴ از نگارنده مقاله برای چاپ در مجله ضروری می باشد.
- \*خلاصه هر مقاله باید به همراه متن اصلی آن ارسال شود.

جهت کسب اطلاعات بیشتر میتوانید در ساعات اداری با شماره تلفن ۰۲۱-۶۴۵۴۳۲۳۱ دفتر پیک هوافضا، تماس حاصل نمایید.

## Introduction

We all know one of the most important space missions human kind has already done is "mars science laboratory" or "curiosity". NASA's Mars science laboratory mission set

sive as other earlier Mars rovers. So it has ability to detect many things about past microbial life on Mars. "More than 400 scientists from around the world participate in the science operations." NASA says.



down a large, mobile laboratory, using landing technology that made one of Mars' most attractive regions a destination for the first time. Within the primary mission that was about 23 month, Curiosity met its most important goal of finding witness of a past environment well supporting microbial life. The rover studies the geology and environment of selected areas to analyze samples drilled from rocks or scooped from the ground. Curiosity has the most advanced cargos of scientific gear ever used on Mars' surface, a cargo more than 10 times as mas-

This mission is to answer this question: Could Mars ever have supported small life forms called microbes?

Mars Science Laboratory mission is part of NASA's Mars Exploration Program, a long-term effort of robotic exploration of the red planet. Curiosity designed to assess whether Mars ever had an environment able to support small life forms called microbes. In other words, its mission is to determine the planet's "habitability."

This research is about one the most vital missions of NASA

that helps us to know about the life on other planets, materials or substances, study the probabilities and capability of human life on the Mars, and at last take part in future of life on other planets and discover many things whole the solar system.

## Curiosity Mission Overview

"The Mars science laboratory spacecraft launched from Cape Canaveral Air Force Station, Florida, on Nov. 26, 2011. Mars rover Curiosity landed successfully on the floor of Gale Crater on Aug. 6, 2012 Universal Time (evening of Aug. 5, pacific time), at 4.6 degrees south latitude, 137.4 degrees east longitude and minus 4,501 meters ( 2.8 miles ) elevation." As NASA reported in its fact sheet.

The rover have designed to steer itself during descent through Mars' atmosphere with a series of S-curve maneuvers similar to instruments used by astronauts while piloting space shuttles. Within the 3 minutes before landing on Mars, the spacecraft lost its descent and slowed it down with a parachute, then it used some retrorockets that were mounted around the edge of its upper stage. After that the upper stage acted as a crane

Subscribe to

# Aerospace Courier

Aerospace Dep. Student Journal

AmirKabir University of Technology

## فصلنامه پیک هوافضا

نشریه علمی تخصصی دانشجویان دانشکده مهندسی هوافضا

نام و نام خانوادگی:

شغل / سمت:

نشانی:

کدپستی:

تلفن:

فاکس:

آدرس پست الکترونیکی:

Full Name :

Profession / Title :

Address :

Postal Code :

Phone :

Fax :

E-mail :

- اولین نشریه‌ی علمی تخصصی در زمینه‌ی مهندسی هوافضا ( با مجوز رسمی انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی )

- ارائه دهنده‌ی مقالات علمی، تحلیلی آموزشی، فنی و خبری حاصل تحقیق و پژوهش دانشجویان نخبه‌ی کشور در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری

- منعکس کننده دستاوردهای مراکز تحقیقاتی و صنعتی هوافضای کشور

نشانی:

تهران، خیابان حافظ،  
روبروی سمیه،

دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)،

دانشکده مهندسی هوافضا،

دفتر پیک هوافضا

تلفن: ۶۴۵۴۳۲۳۱

همراه: ۰۹۳۶۵۴۹۴۰۴۲

شرایط اشتراک :

دریافت ۴ جلد از فصلنامه پیک هوافضا

هزینه‌ی اشتراک: ۱۰۰/۰۰۰ ریال

لطفاً هزینه‌ی اشتراک را به شماره حساب ۰۰۰۴۸۱۰۸۵۷۴۴۸۶ و یا به شماره کارت

۸۷۴۹ ۸۷۴۶ ۹۵۴۶ ۳۳۷۹ ۶۱۰۴ بانک ملت شعبه‌ی برق آستوم به نام غزل افشار (بابت اشتراک نشریه‌ی پیک

هوافضا) واریز و فیش آن را به همراه فرم اشتراک به نشانی نشریه ارسال نمایید و یا تصویر آن را به

آدرس Peik@aut.ac.ir ارسال نمایید.