

بسم الله الرحمن الرحيم



آیرو دینامیک خودرو

گرد آورنده : بهزاد عبدی

استاد : مهندس جهانی



اردیبهشت ۹۱



ایرودینامیک خودرو

معنی ایرودینامیک در اصل، چیزی به جز مطالعه رفتار هوای متحرک نیست. اگر بخواهیم از رفتار هوا به نفع خود استفاده کنیم، باید ببینیم که هوا به هنگام حرکت چگونه عمل می کند. از آزمایشات با دوچرخه یا اتومبیل بدون سقف و همچنین از تجربیات خود در مورد تأثیر هوای توفانی. می دانیم که یک تندباد دارای چه نیروی عظیمی است؛ کار یک متخصص ایرودینامیک این است که از این نیروی عظیم برای بالا نگهداشتن هواپیما استفاده کند؛ برای مثال، اگر یک هواپیما ۷۵ تن وزن داشته باشد، بالهای آن باید طوری طراحی شوند که جریان هوا بتواند در آنها فشاری معادل ۷۵ تن ایجاد کند.

هدف طراح بال اینست که باد نسبی فقط مقدار نیرویی را تولید کند که آن نیرو هواپیما را به سمت بالا سوق دهد. وی دیگر مایل نیست که باد نسبی نیرویی هم برای پس زدن و عقب بردن هواپیما ایجاد کند. اما طراح متأسفانه قادر نیست به آنچه می خواهد دست یابد، زیرا جریان هوا در اطراف هواپیما مقداری هم نیروی رو به عقب تولید می کند که این نیرو حرکت رو به جلوی هواپیما را محدود می سازد.

نیروی رو به عقب در بین مهندسان هوانوردی به نیروی پسار یا رانش معکوس یعنی نیرویی که هواپیما را به عقب می کشد، معروف است. شما هم اگر رو به باد رکاب بزنید یا بدوید، احساس خواهید کرد که نیرویی شما را از عقب می کشد و از پیشرویتان جلوگیری می کند. نیرویی که رو به بالا عمل کرده، وزن هواپیما را تحمل می کند نیروی برآر (بردارنده یا بالا برنده) نام دارد. پس معلوم می شود که این مهندسان عمر خود را صرف تلاش برای طراحی بال و بدنه می کنند تا بتوانند به بیشترین نیروی برآر با کمترین نیروی پسار دست یابند. یعنی به چیزی برسند که در اصطلاح فنی بهترین نسبت برآر به پسار نامیده می شود.

حال می توان مشکل آنان را به دو قسمت تقسیم کرد؛ نخست باید کاری کنند که پسار پیکر اصلی هواپیما (پسار بدنه) تا حد امکان ضعیف و اندک باشد. برای اینکار باید از ایجاد هرگونه پستی و بلندی و استفاده از سطوح زبر و ناصاف جلوگیری کنند و شکل مناسبی برای دم و دماغه هواپیما انتخاب کنند.

شکل خوب و مناسب برای پسار کمتر در هوا، کم و بیش باید نظیر شکل بدن ماهی باشد که در آب پسار چندانی تولید نمیکند. به عبارت دیگر، دماغه هواپیما باید کاملاً گرد باشد و دم آن مخروطی و کشیده. البته ممکن است فکر کنید این نوک دماغه است که باید مخروطی و تیز باشد، لیکن باید دانست که این نوع شکل بدنه برای هواپیماهایی که کندتر از سرعت صوت پرواز می کنند مناسب نیست.

از سوی دیگر، اگر مسایل را تا اینجا به دقت دنبال کرده باشید ممکن است سوال کنید که چرا باید هوای آشفته در پشت سر هواپیما از پیشروی آن جلوگیری کند. در واقع نیز هوا نمی تواند چیزی را به عقب بکشد، چون هوا مثل آب است نه مثل طناب. حتی اگر تکه ای از هوا را به جسمی گره بزنیم نمی توانیم آن جسم را بکشیم، زیرا ذرات هوا از هم باز می شود و گره نیز از بین می رود.

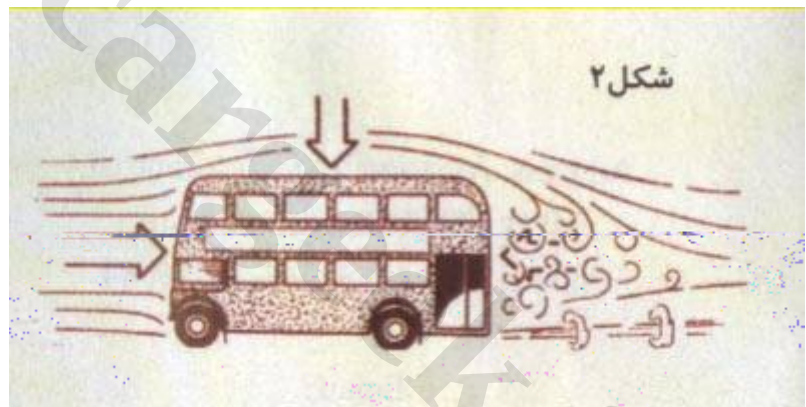
به احتمال قوی انتظار دارید بگوییم نیروی پساری که هوا در هواپیما یا اشیاء تولید می کند از طریق فشار دادن است نه کشیدن، یعنی باید هوای جلوی هواپیما باشد که پسار به وجود می آورد نه هوای عقب آن. این نظریه درست است و ایرادی بر آن وارد نیست، ولی کل قضیه برخلاف سادگی ظاهری، از مفهوم عمیق تری برخوردار است. به عنوان مثال بد نیست کمی در مورد همین اتوبوسی که ایستاده است (شکل ۱) بیندیشیم:

فشار هوا در همه اطراف آن برابر و مقدارش نیز به همان اندازه فشار جوی متعارفی است که همواره ما را احاطه کرده است.

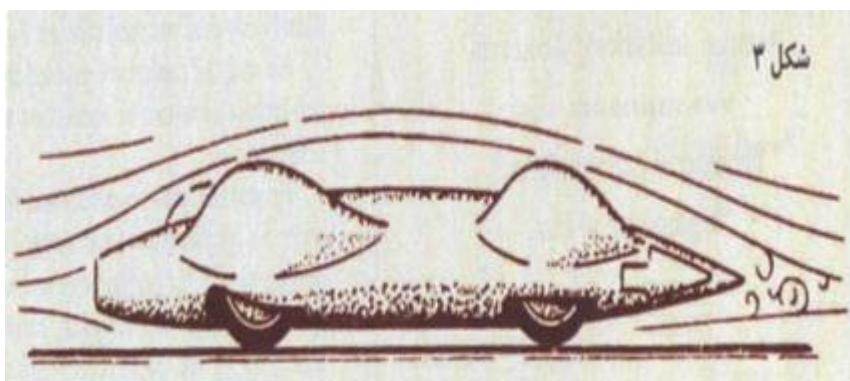


اما به محض اینکه اتوبوس راه می افتد (شکل ۲)، فشار هوا در جلو آن اندکی از فشار متعارف بیشتر می شود. اکنون دیگر تعادل بین فشار هوای جلو و فشار هوای پشت اتوبوس از بین رفته و فشاری اضافی در جلو اتوبوس پیدا شده که اتوبوس را به سمت عقب پس می زند و باعث ایجاد پسار می شود.

حال لازم است که فشار هوای عقب را تا جایی که مقدور است بالا نگه داریم تا تعادل از دست رفته را دوباره بدست آوریم. برای این منظور، چاره ای نیست جز اینکه عقب ماشین را مخروطی درست کنیم تا جریانات تقسیم شده هوا به نرمی به هم ملحق شوند و زیاد دچار آشفتگی نگردند.



این روش در ساختن اتومبیلهای سواری تندرو (شکل ۳) و هواپیماهای سریع السیر و همچنین در طراحی بدنه کشتیها و قایق ها نیز به کار می رود. به هر حال، اینکه مقاومت هوا (نیروی پسار) در اطراف هواپیما چگونه به حداقل رسانده شود تنها یکی از مشکلات مهندسان ایرودینامیک است. مشکل دیگرشان منحصراً به بال و اندامهایی نظیر آن مربوط است و لذا کشتی و اتوبوس را در بر نمی گیرد.



نیروی درگ چیست؟

هر خودرو برای حرکت همواره با نیرویی از جانب سیال (هوا) روبرو است، این نیرو همان نیروی درگ است که در مسائل ائرودینامیکی مربوط به طراحی و ساخت خودرو همواره از اهمیت خاصی برخوردار است. طراحان و خودروسازان به وسیله اعمال ترندهایی سعی در کاهش این نیرو و مقابله با آن را دارند. نیروی درگ به عوامل مختلفی مربوط می شود تا یک خودرو دارای ضریب ائرودینامیکی (ضریب پسا) بهتری باشد. برخی از این عوامل عبارتند از:

۱. جنس مواد به کار رفته در بدنه خودرو (برخی از مواد دارای اصطکاک کمتری با هوا هستند که مورد توجه قرار می گیرند در ساخت بعضی از خودروها)

۲. خطوط روی بدنه خودرو (این خطوط کمک شایانی به خودرو جهت شکافتن هوا می نمایند.)

۳. شکل ظاهری خودرو (برای درک این مورد کافی است به شکل ظاهری خودروهای سوپر اسپرت مثل لامبورگینی و فراری توجه و بعد از آن به خودروهای شاسی بلند مثل هامر یا جیب توجه کنید تا متوجه خواص ائرودینامیکی بهتر سوپر اسپرت ها شوید.)

یکی از عواملی که در طراحی خودرو باید لحاظ شود انجام عملیاتی که در قسمتهایی از خودرو گره ها و یا به عبارت بهتر اشفتگی های هوایی به وجود نیاید. این اشفتگی ها باعث می شوند تا خودرو برای تداوم داشتن حرکت خود تلاش بیشتری کند و یکی از مضرات این تلاش بیشتر افزایش مصرف سوخت در خودرو است. این گره ها همچنین باعث ناپایدار شدن خودرو هم می شوند.

مسائل ائرودینامیکی در طراحی خودروهای مسابقه ای از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است از این رو می توان خودروهای فرمولان را نام برد که از بالاترین سطح ائرودینامیک خودرو سود می برد. به عبارت بهتر در خودروهایی که در مسابقات سرعت شرکت می کنند مقاومت هوا باید به میزان بسیار کمتری در مقابل خودرو صورت پذیرد.

در خودروهای سوپر اسپرت و خودروهایی که فاکتور سرعت و شتاب بسیار مهم است سرعتهوایی که از زیر خودرو عبور می کند بسیار سریع تر از هوایی که از بالای خودرو عبور می کند است بنابراین به دلیل حرکت کند هوا در بالای خودرو فشار ایجاد شده در این قسمت بیشتر از قسمت زیر خودرو است و فشار بالای خودرو باعث چسبیدن خودرو به زمین می شود.

در خودرو مناطق مختلف خودرو دارای مقادیر مختلف فشار هستند:

قسمت جلوی خودرو دارای فشار زیاد است

قسمت عقب خودرو دارای فشار کمی است

قسمت جلوی خودرو جریان هوا را می شکافد سپس هوای شکافته شده به منطقه پشت آن می رسد در این وقت قسمت پشت خودرو باید توانایی این امر را داشته باشد تا هوای شکافته شده را به آرامی ببندد. به طور کلی هرچه جلوی خودرو سریع تر هوا را بشکافد و قسمت عقب با آرامش بیشتری حفره ایجاد شده را ببندد شاهد جریان اغتشاشی کمتری در قسمت عقب خودرو هستیم.

جریان های ائرودینامیکی:

منظور از جریان های ائرودینامیکی حرکت هوا روی سطح بدنه است به طور کلی هوایی که از روی سطح بدنه خودرو عبور می کند به دو دسته جریان تقسیم می شوند:

جریان لامینار - جریان توربولانس

جریان لامینار: جریان هایی که با نظم خاصی از روی بدنه خودرو عبور می کنند. این جریان ها دارای هیچ گونه اغتشاش و بی نظمی در حرکت خودرو نیستند و بیشتر در جلو ، طرفین و قسمت زیرین خودرو به وجود می آید. خطوط روی بدنه به جهت دادن این جریان ها کمک می نماید.

جریان توربولانس: این جریانها دارای بی نظمی هستند. اغتشاش زیادی را به وجود آورده و بیشتر در قسمت عقب خودرو پدیدار می گردند. مقدار این جریان ها در خودروهای سدان (چهار در) بیشتر هستند البته این بدین معنی نیست که خودروهای سدان دارای نیروی درگ بسیار زیادتری نسبت به خودروهای دیگر باشند. به قول معروف با مهندسی دقیق هر کاری میشود انجام داد. مهندسین و طراحان همواره در تلاشند تا با بهبود خواص ائرو دینامیکی این جریان ها (توربولانس) را از بین ببرند. هرچه جریان های توربولانس کمتری در خودرو پدیدار گردد خودرو دارای نیروی درگ کمتری خواهد بود.

ضریب پسار چیست؟

طبق مطالب گفته شده هر خودرویی در طول مسیر حرکت خود باید با نیروی درگ مقابله کند. ضریب ائرو دینامیکی که در زبان فارسی به آن ضریب پسار اطلاق می شود مقاومت هوا در مقابل خودرو را نشان می دهد و یا به عبارت بهتر مقدار نیروی درگ را نشان میدهد. هرچه این عدد کمتر باشد نیروی درگ ما کمتر است. این عدد هیچ گونه یکایی (واحد) ندارد و همیشه کمتر از یک است (مثلا ۰.۳۵).

در زیر ضریب پسار چند خودرو را برای شما آورده ایم:

Nissan GT-R : 0.27 cd

BMW 650i 2011 : 0.032 cd

BMW 640i 2011 : 0.31 cd

BMW Vision Efficient Dynamics : 0.22 cd

Bentley Continental GT coupe 2012 : 0.33 cd

BMW 740Li 2010 : 0.30 cd

Ford Fusion 2010 : 0.33 cd

Ford Mustang GT 2009 : 0.38 CD

Mercedes Benz SL500 2009 : 0.32 CD

Mini Cooper Convertible 2009 : 0.35 cd

Hyundai Elantra 2010 : 0.28 cd

طراحی خودرو

انتخاب شیب اتاق عقب و همچنین طول صندوق عقب خودرو رابطه مستقیمی با نیروی آیرودینامیکی که از طریق نقطه جدایش ایجاد می شود دارد. جدایی باید در نقاط مشخص و محدود روی دهد. هر چه این ناحیه کوچک تر باشد نیروی مقاوم کمتر میشود. به صورت تئوری یک شکل ایده آل برای عقب خودرو از نظر آیرودینامیکی شکلی شبیه قطره اشک است.

از آنجایی که اندازه منطقه جدایش روی نیروی مقاوم آیرودینامیک که تاثیر مستقیم دارد دامنه جریانی که به قسمت عقب خودرو و برای چرخش به سمت پایین آن فشار می آورد بر نیروی بالا برنده آیرودینامیکی بر عقب تاثیر می گذارد. نکته دیگری که باید در طراحی عقب خودرو مورد توجه قرار گیرد. توانایی رفع گرد و غبار روی اتاق عقب و چراغ های عقب است. آشفتگی زیاد جریان در منطقه شامل این چنین اجرایی می باشد. و خاک در این نواحی انباشته خواهد شد. و مانع دید عقب می شود.

نیروی آیرودینامیکی :

در نتیجه عکس العمل متقابل بدنه خودرو و جریان هوا، نیروها، و گشتاور ها ایجاد می شوند. این نیرو ها را می توان به صورت سینماتیک به عنوان سه نیرو و سه گشتاور مشخص کرد که این گشتاور ها و نیرو ها حول محورهای اصلی خودرو عمل میکند. این عکس العمل ها به شرح زیرند :

گشتاور نیرو جهت

گشتاور پیچشی نیروی آیرودینامیکی (X طولی مثبت در جهت محور)
گشتاور دورانی نیروی جانبی (کناری) (Y جانبی مثبت متمایل به راست محور)
گشتاور چرخشی نیروی بالا برنده (Z عرضی مثبت در جهت بالا محور)

مولفه های نیروی مقاوم (دراگ)

نیروی دراگ بزرگترین و مهمترین نیروی آیرودینامیکی است که خودروهای سواری در سرعتهای معمولی بزرگراهها ، با آن روبرو هستند دراگ کل بر روی خودرو های سواری از ترکیب منابع زیادی ناشی می شود کارهای متفاوتی ممکن است برای کاهش اثرات این نیرو انجام گیرد . شکل زیر یستی از مهمترین نیروهای مقاوم و راههای کاهش آنها را بروی قسمت های مختلف خودرو د رده ۱۹۷۰ نشان میدهد .

از جمله راههای مناسب برای کاهش نیروی دراگ می توان به استفاده از یک صفحه صاف در زیر خودرو ، طراحی درست برآمدگی های بدنه مانند چرخها حفرا ی چرخ ها اشاره کرد .

نیروی دراگ قابل توجهی در چرخها به علت جریان برگشتی گردابی در فضاهای خالی بوجود می آید لبه های تیز چرخ ، فرصت بوجود آمدن اثرات جریان در یک سطح افقی را از بین می برد تا زمانی که جرخ تمایل دارد به صورت دایره ای در یک سطح عمودی بچرخد . این تأثیرات بیشتر از آنچه که به نظر بیاید به جرخ برای اثر گذاری بیشتر جریان ، کمک می کند زیرا قسمت جلو در معرض جریان هوا قرار دارد .

برای بهبود این وضعیت معمول این است که سپر آیرودینامیکی محافظتی در نواحی چرخ ها و سوراخ های چرخ ها قرار می گیرد در صورتی که در چرخ های عقب می توان با کاهش فضای میان سطح زیری وزمین با کم کردن حفر ؟ چرخ ها و کم چرخ ها را در ایجاد نیروی دراگ آیرودینامیکی کاهش داد .

سیستم خنک کننده آخرین عامل عمد تأثیر گذار بر نیروی دراگ است جریان هوای عبوری از رادیاتور به موتور و محفظ احتراق بر خورد می کند و فشار دینامیکی آن مثل نیروی دراگ روی خودرو اعمال می شود .

الگوی جریان هوا درون یک قسمت مشخص موتور ممکن است به علت فقدان عمل آیرودینامیکی در این ناحیه بسیار نامنظم باشد بدون توجه به کنترل جریان هوا ف هوای ورودی از میان رادیاتور ، قسمتی از حرکت پیش برنده را تلف می کند .

آیرودینامیک و کاهش مصرف سوخت

همانطور که مشخص است کلیه خودروها در هوا یک سیال است حرکت می کنند. از این رو با شکل گیری لایه هیدرودینامیکی بر روی بدنه خودرو نیروی درگ بر روی خودرو اثر می گذارد حال اگر این نیرو را بر هر صورتی به مقدار حداقل و بهینه

رساند. می توان تا حد قابل ملاحظه ای در مصرف سوخت صرفه جویی کرد و بنابراین تا حد زیادی از تولید آلاینده ها و بالخص گاز دی اکسید کربن جلوگیری می شود.

حرکت در جهت بهینه سازی بدنه ۱۹۷۵ با جهش در مصرف سوخت خودرو های بین نسل تولیدی دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ آغاز گردید. در این خودرو ها مصرف بنزین افزایش چشمگیری نشان می داد که علت آن ساخت خودروهایی با سطح جلوی عمودی و وسیع قسمت عقبی بریده شده شبیه فرم اتومبیل پیکان بود. در این خودرو ها به علت وجود نقطه جدایش در قسمت انتهایی نیروی درگ بالایی بوجود می آمد. راه حل مناسبی که برای رفع این نقیصه پیشنهاد شد اضافه کردن قسمتی به ناحیه انتهایی و ایجاد فرم دثکی شکل بود.

در سال ۱۹۷۵ پرفسور (آلبرتومورلی) (طرحی برای بدنه ایده آل آیرودینامیک و قابل ساخت ارائه داد. ویژگیهای اصلی چنین طرحهایی عبارتند از تلاش جهت دستیابی به نیروی بالا برنده در حد صفر و نیز نیروی درگ بسیار پایین که در نتیجه پایداری اتومبیل و کنترل بر توزیع نیروهای محوری افزایش می یابد.

البته طرحهای آیرودینامیک ضعفهایی هم دارند که از جمله آنها تأثیر بادهای جانبی بر روی عملکرد خودرو است که بیشتر از آن چیزی است که مورد انتظار است و نیز انحراف جانبی خودرو تأثیر شدیدی بر پایداری خودرو می گذارد. بر اساس طرح پرفسور مورلی اتومبیلی به نام E-Auto در سال ۱۹۹۲ ساخته شد. که با همه بهینه سازی ها این اتومبیل دیفرانسیل جلوی موتور وسط سه نفره ۱.۵۷ لیتر بنزین در هر صد کیلو متر مصرف می کرد. البته طرح پیشنهادی پرفسور مورلی در قسمت آیرودینامیک بسیار تأثیر گذار بود. و نمای جانبی، بسیاری از خودرو های کم مصرف و نیز خودروهای اسپرتی که در سرعت های بالا نیروی درگ مشکلی اساسی بود. شبیه فرم ایده آل پرفسور مورلی است. خودروهای کم مصرف مانند هوندای هیبریدی اینسانت، پروژه EV1 جنرال موتور و خودروهای اسپرتی مانند انواع مک لارن F1 جانبی کاملاً آیرودینامیکی دارند.

لازم بذکر است طرحهای آیرودینامیک اغلب زیباتر و از لحاظ ایمنی هم برتری بر خودروهایی با طرحهای قدیمی دارند. در خودروهای آیرودینامیک ارتفاع در پوش موتور کاهش یافته و سطح شیشه جلوی راننده افزایش یافته پس راننده کنترل بهتری دارد. و دید بهتری نسبت به اطراف دارد.

نتایج چند نمونه طرحهای ایده آل آیرودینامیک :

یکی از محصولات کمپانی جنرال موتور طرحی است به نام آئرو ۲۰۰۲ که بر درگ حمل چهار نفر مسافر در نظر گرفته شده است شیب شیشه جلوی آن ۶۸ و بسیار خوابیده تر از اتومبیل های معمولی است. است. ضریب درگ این بدنه که از جنس فایبر گلاس است معادل رقم باور نکردنی ۰.۱۴ (در صد ضریب پسای هواپیما) است و سطح پیشین آن برابر ۱.۶۸ متر مربع است لازم به ذکر که رقم ضریب برای اتومبیل های معمولی در حد ۰.۳ تا ۰.۴ می باشد. و رقم های زیر ۰.۳ طرحهای بسیار پخته و فنی می باشند.

توان آیرودینامیک این خودرو و یا به عبارت دیگر توان مورد نیاز جهت غلبه بر مقاومت هوا در سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۱/۲ اسب بخار می باشد. و مصرف سوخت آن برای هر یک کیلومتر برابر ۳/۷ لیتر می باشد. از جمله ویژگیهای این طرح زیرین صافی و بسته وجود روپوش روی چرخهای جلو و عقب و شیشه های همسطح بدنه می باشد.

یک طرح موفق دیگر، اتومبیل پرو ب ۴ ساخت فورد می باشد. که مجهز به یک موتور خطی ۱/۶ لیتری چهار سیلندر است که به طور عرضی در اومبیل کار گذاشته می شود. و باعث چرخش چرخهای جلو می شود. توان آیرودینامیک این خودرو و معادل ۲/۵ اسب بخار برای حرکت در سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت می باشد.

از جمله ویژگیهای این طرح شیشه های همسطح بدنه و شیب ۶۰۰ شیشه جلو و آینه بغل آئرو دینامیک است از دیگر ویژگیهای این طرح محفظه چرخهای جلو است که توسط یک پوسته انعطاف پذیر از جنس (پلی اتیلن الاستومر) پوشانیده شده و یک حفاظ انحنادهنده بر روی آن قسمت لاستیک و رینگ که در پشت این پوسته مخفی گشته پوسته را به بیرون انحنای می دهد. و سطح خارجی قوسی دار و آئرو دینامیکی را که هوا به راحتی از کنار آن می گذرد. بوجود آورده است همین پوسته باعث کاهش ۹ درصدی ضریب پسا شده است .

طرح دیگری که بین صنعت و دانشگاه شکل گرفته به عنوان ASCC نامیده می شود. این طرح که همکاری دانشگاه کرنفیلد انگلستان و کمپانی لوتوس و شرکت رینارد انجام گرفت. و نشان داد که دسترسی به سطح نهایی مورد نظر در مصرف سوخت اتومبیل با فن آوری فعلی صنایع خودرو سازی کاملاً امکان پذیر است .

در طرح از نتایج بدست آمده در طراحی و ساخت خودروی EAUTO استفاده زیادی گردید. که نتیجه آن طی ۱۶۰ مایل با یک گالن بنزین بود. لازم به ذکر است که این بدنه ای از جنس فیر کربن داشت AEROSTABLE Carbon car نامیده می شود که به معنای اتومبیل کربنی هوا سر می باشد .

در انتها به عنوان یک نمونه عملی و ملموس می توان از RD 1600 نام برد که موتور آن با موتور پیکان 1600 یکسان است و فقط دنده پنجم اوردرایو در سیستم انتقال قدرت دارد که در آزمون مصرف سوخت از آن استفاده نشده است پس تنها تفاوت این دو خودرو در بدنه و فرم آئرو دینامیک پژو ۱۶۰۰ RD است. طبق کاتالوگ دو خودرو مصرف پیکان 1600 در جاده و در هر ۱۰۰ کیلومتر ۱۰/۲ لیتر است که این رقم در پژو ۱۶۰۰ RD برابر ۸/۵ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر می باشد. که این کاهش مصرف سوخت را تا حد 90 درصد می توان به فرم آئرو دینامیکی بدنه پژو ۱۶۰۰ RD نسبت دارد .

اکنون به عنوان مثال به تحلیل خودروی سمند در نرم افزار Ansys می پردازیم. ابتدا به دلیل اینکه در این پروژه با سیال هوا سروکار داریم. در قسمت راه انداز prodeuct selction عبارت Mechanical Flotron را انتخاب کرده و با دستور RUN وارد نرم افزار می شویم .

کلیه نقاط را با توجه به اندازه خود وارد کرده و ok می کنیم. با وارد کردن نقاط خودرو ، خطوط دور خودرو را ترسیم و همانند اتومبیل نقاطی را که در آن تنش وجود دارد Filet بندی می کنیم .

در مرحله بعد مدل را در صفحه ایجاد کرده، می دانیم که این مدل یک مدل صفحه ای است. لازم به ذکر است که برای ایجاد چرخ های اتومبیل دو دایره به صورت صفحه ای در زیر مدل ترسیم کرده و سپس سر دایره را از مدل جدا کرده تا مدل طرح یک اتومبیل به ون چرخ باشد .

حال نوبت به طراحی تونل باد می رسد. برای ایجاد تونل باد، در اطراف مدل چهار نقطه انتخاب می کنیم. (تونل باد یک صفحه مستطیلی می باشد) اما باید توجه داشت که فاصله جلوی خودرو تا خط عمودی (ورودی جریان در تونل) باید (۱/۴) طول خودرو فاصله کف خودرو تا خط افقی تونل باد (جاده) به اندازه تاثیر خودرو ، و ارتفاع تونل باد ۶ برابر ارتفاع خودرو در نهایت فاصله عقب خودرو با خط عمودی (خروجی تونل باد) اندازه طول خودرو می باشد. پس از طراحی تونل باد مدل را مش بندی می کنیم .

مرحله بعد مرحله بارگذاری می باشد. در این مرحله پس از وارد شدن ده به SOLLUTTON باید خصوصیات نیروهای وارده به مدل اعمال شود. مثلاً سرعت باد در خطوط ورودی جریان ، اندازه سرعت ، در خطوط بالا و پایین تونل باد که صفر است و فشار در خط خروجی که باز برابر صفر می باشد .

در ادامه باید خصوصیات سیال تعریف گردد. سیال Air- SI در نظر گرفته می شود. و با مشخصه های

TEMP.....Adiabatic , TREN.....Transient

COMP.....Incompressible , TURB....TurlUnt

اکنون وارد مرحله پایانی یعنی حل مسئله و دیدن مسئله می شویم . می توان در قسمت کانتور ها، کانتور های سرعت در جهات Vsum,Y,X و کانتور فشار را مشاهده نمود . مشخصات تونل باد و خودرو ، جهت حرکت باد و بردار های سرعت فشار از دیگر نتایج حل می باشند که می توان مشاهده کرد .

همانطور که مشخص است کلیه خودروها در هوا یک سیال است حرکت می کنند. از این رو با شکل گیری لایه هیدرودینامیکی بر روی بدنه خودرو نیروی درگ بر روی خودرو اثر می گذارد حال اگر این نیرو را بر هر صورتی به مقدار حداقل و بهینه رساند. می توان تا حد قابل ملاحظه ای در مصرف سوخت صرفه جویی کرد و بنابراین تا حد زیادی از تولید آلاینده ها و بالخص گاز دی اکسید کربن جلوگیری می شود .

حرکت در جهت بهینه سازی بدنه ۱۹۷۵ با جهش در مصرف سوخت خودرو های بین نسل تولیدی دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ آغاز گردید. در این خودرو ها مصرف بنزین افزایش چشمگیری نشان می داد که علت آن ساخت خودروهایی با سطح جلوی عمودی و وسیع قسمت عقبی بریده شده شبیه فرم اتومبیل پیکان بود. در این خودرو ها به علت وجود نقطه جدایش در قسمت انتهایی نیروی درگ بالایی بوجود می آمد. راه حل مناسبی که برای رفع این نقیصه پیشنهاد شد اضافه کردن قسمتی به ناحیه انتهایی و ایجاد فرم دثکی شکل بود .

در سال ۱۹۷۵ پروفیسور (آلبرت مورلی) طرحی برای بدنه ایده آل آیرودینامیک و قابل ساخت ارائه داد. ویژگیهای اصلی چنین طرحهایی عبارتند از تلاش جهت دستیابی به نیروی بالا برنده در حد صفر و نیز نیروی درگ بسیار پایین که در نتیجه پایداری اتومبیل و کنترل بر توزیع نیروهای محوری افزایش می یابد .

البته طرحهای آیرودینامیک ضعفهایی هم دارند که از جمله آنها تأثیر بادهای جانبی بر روی عملکرد خودرو است که بیشتر از آن چیزی است که مورد انتظار است و نیز انحراف جانبی خودرو تأثیر شدیدی بر پایداری خودرو می گذارد. بر اساس طرح پرفیسور مورلی اتومبیلی به نام E-Auto در سال ۱۹۹۲ ساخته شد. که با همه بهینه سازی ها این اتومبیل دیفرانسیل جلوی موتور وسط سه نفره ۱.۵۷ لیتر بنزین در هر صد کیلو متر مصرف می کرد .

البته طرح پیشنهادی پرفیسور مورلی در قسمت آیرودینامیک بسیار تأثیر گذار بود. و نمای جانبی، بسیاری از خودرو های کم مصرف و نیز خودروهای اسپرتی که در سرعت های بالا نیروی درگ مشکلی اساسی بود. شبیه فرم ایده آل پرفیسور مورلی است. خودروهای کم مصرف مانند هوندای هیبریدی اینسانت، پروژه EV1 جنرال موتور و خودروهای اسپرتی مانند انواع مک لارن F1 جانبی کاملاً آیرودینامیکی دارند .

لازم بذکر است طرحهای آیرودینامیک اغلب زیباتر و از لحاظ ایمنی هم برتری بر خودروهایی با طرحهای قدیمی دارند . در خودروهای آیرودینامیک ارتفاع در پوش موتور کاهش یافته و سطح شیشه جلوی راننده افزایش یافته پس راننده کنترل بهتری دارد. و دید بهتری نسبت به اطراف دارد .

نتایج چند نمونه طرحهای ایده آل آیرودینامیک :

یکی از محصولات کمپانی جنرال موتور طرحی است به نام آئرو ۲۰۰۲ که بر درگ حمل چهار نفر مسافر در نظر گرفته شده است شیب شیشه جلوی آن ۶۸ و بسیار خوابیده تر از اتومبیل های معمولی است. است. ضریب درگ این بدنه که از جنس فایبر گلاس است معادل رقم باور نکردنی ۰.۱۴ (در صد ضریب پسیا هواپیما) است و سطح پیشین آن برابر ۱.۶۸ متر مربع است لازم به ذکر که رقم ضریب برای اتومبیل های معمولی در حد ۰.۳ تا ۰.۴ می باشد. و رقم های زیر ۰/۳ طرحهای بسیار پخته و فنی می باشند .

توان آئرو دینامیک این خودرو و یا به عبارت دیگر توان مورد نیاز جهت غلبه بر مقاومت هوا در سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۲/۱ اسب بخار می باشد. و مصرف سوخت آن برای هر یک کیلومتر برابر ۳/۷ لیتر می باشد. از جمله ویژگیهای این طرح زیرین صافی و بسته وجود روپوش روی چرخهای جلو و عقب و شیشه های همسطح بدنه می باشد .

یک طرح موفق دیگر، اتومبیل پرو ب ۴ ساخت فورد می باشد. که مجهز به یک موتور خطی ۱/۶ لیتری چهار

سیلندر است که به طور عرضی در اومبیل کار گذاشته می شود. و باعث چرخش چرخهای جلو می شود. توان آنرودینامیک این خودرو و معادل 5/2 اسب بخار برای حرکت در سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت می باشد. از جمله ویژگیهای این طرح شیشه های همسطح بدنه و شیب ۶۰۰ شیشه جلو و آینه بغل آنرودینامیک است از دیگر ویژگیهای این طرح محفظه چرخهای جلو است که توسط یک پوسته انعطاف پذیر از جنس (پلی اتیلن الاستومر) پوشانیده شده و یک حفاظ انحنادهنده بر روی آن قسمت لاستیک و رینگ که در پشت این پوسته مخفی گشته پوسته را به بیرون انحنای دهد. و سطح خارجی قوسی دار و آنرودینامیکی را که هوا به راحتی از کنار آن می گذرد. بوجود آورده است همین پوسته باعث کاهش ۹ درصدی ضریب پسا شده است. طرح دیگری که بین صنعت و دانشگاه شکل گرفته به عنوان ASCC نامیده می شود. این طرح که همکاری دانشگاه کرنفیلد انگلستان و کمپانی لوتوس و شرکت رینارد انجام گرفت. و نشان داد که دسترسی به سطح نهایی مورد نظر در مصرف سوخت اتومبیل با فن آوری فعلی صنایع خودرو سازی کاملاً امکان پذیر است. در طرح از نتایج بدست آمده در طراحی و ساخت خودروی EAUTO استفاده زیادی گردید. که نتیجه آن طی ۱۶۰ مایل با یک گالن بنزین بود. لازم به ذکر است که این بدنه ای از جنس فیر کربن داشت AEROSTABLE Carbon car نامیده می شود که به معنای اتومبیل کربنی هوا سر می باشد. در انتها به عنوان یک نمونه عملی و ملموس می توان از RD 1600 نام برد که موتور آن با موتور پیکان ۱۶۰۰ یکسان است و فقط دنده پنجم اوردرایو در سیستم انتقال قدرت دارد که در آزمون مصرف سوخت از آن استفاده نشده است پس تنها تفاوت این دو خودرو در بدنه و فرم آنرودینامیک پژو ۱۶۰۰ RD است. طبق کاتالوگ دو خودرو مصرف پیکان ۱۶۰۰ در جاده و در هر ۱۰۰ کیلومتر ۱۰/۲ لیتر است که این رقم در پژو ۱۶۰۰ RD برابر ۸/۵ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر می باشد. که این کاهش مصرف سوخت را تا حد ۹۰ درصد می توان به فرم آنرودینامیکی بدنه پژو RD 1600 نسبت داد.

نمونه ی سطح آیرودینامیکی بر سرعت اجسام

چرا توپ گلف سطح زیری دارد اما سطح توپ پینگ پنگ صاف است؟

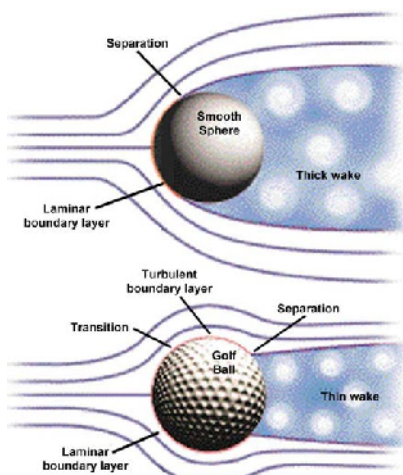


این مسئله به کاربرد آنها مربوط می شود. توپ پینگ پنگ روی میز سه متری مورد استفاده قرار می گیرد در حالی که توپ گلف در زمین های بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد. توپ پینگ پنگ اگر همچون توپ گلف سرعت زیادی داشته باشد افراد فرصت کافی نخواهند داشت پس توپ باید طوری ساخته شود که زیاد سرعت نگیرد. بالعکس در بازی تنیس یا گلف ما احتیاج به توپی داریم که سرعت زیادی داشته باشد تا مسافت زیادی را طی کند.

به همین دلیل سطح توپ گلف آج دار و سطح توپ تنیس پر زردار ساخته می شود در حالیکه سطح توپ پینگ پنگ صاف هر چند وزن توپ تاثیر مهمی است. افزایش ناصافی سطح راه حل عجیب، اما کارآمد برای افزایش سرعت توپ است دارد.

مادرزستان برای سر نخوردن روی یخ، از کفش هایی استفاده می کنیم که آجدار هستند تا با زمین اصطکاک زیادی ایجاد کنند؛ یا برای افزایش قدرت ترمز گیری ماشین از چرخ هتی آجدار استفاده می شود. این مطلب این ذهنیت را در ما ایجاد می کند که هرچه زبر شدن سطح توپ باعث هم، باعث کاهش سرعت توپ خواهد شد. اما در واقعیت، زیر کردن سطح توپ نه تنها باعث کاهش سرعت توپ نمی شود بلکه باعث افزایش سرعت نیز خواهد شد. با این شرایط آجدار کردن سطح توپ گلف باعث افزایش اصطکاک توپ با هوا و در نتیجه اتلاف انرژی توپ نمی شود؟

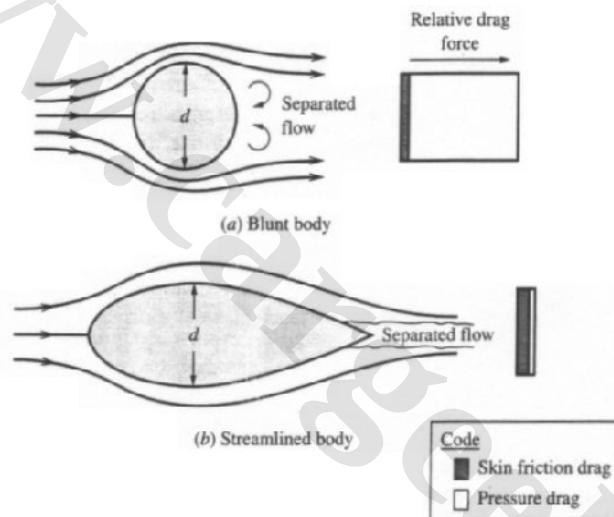
این مطلب صحیح است، اما در اجسامی مانند توپ که سطح پهنی در مقابل جریان هوا دارند، پدیده ای رخ می دهد که بیشتر اتلاف انرژی توپ به خاطر آن صورت می گیرد اصطکاک هوا. این پدیده جدایش نام دارد. جدایش یعنی جدا شدن جریان هوا از سطح توپ، که این پدیده جدایش باعث متلاطم شدن جریان هوا در پشت توپ می شود و متلاطم شدن جریان باعث به هدر رفتن انرژی توپ می شود که ما هوش انرژی هم به معنای کاهش سرعت توپ خواهد بود.



همان طور که در شکل مشخص است توپ در حال حرکت لایه های هوا را می شکافد. وقتی سطح توپ صاف باشد پدیده جدایش زودتر اتفاق می افتد و باعث می شود دنباله بزرگتری از هوا تشکیل شود که این دنباله باعث اتلاف انرژی توپ می شود. در حالی که در توپ زبر جدایش دیرتر اتفاق می افتد و باعث تشکیل دنباله کوچکتری می شود که کمتر از سرعت توپ می کاهد.

این دنباله برای حرکت بسیار مضر است، مخصوصاً با افزایش سرعت اثرات این دنباله در کاهش سرعت محسوس ترمی شود. به همین دلیل در طراحی وسایل پرسرعت، شکل ظاهری را طوری می سازند که از لحاظ آیرودینامیکی شکل

کشیده ای داشته باشند تا خطوط جریان هوا را زیاده هم نزنند و باعث تشکیل دنباله هوا نشوند. اما اوج اهمیت پدیده جدایش، در هواپیماهای جنگنده دیده می شود. هواپیماهایی که باید گاهی با سرعتی تا چهار برابر سرعت صوت حرکت کنند



Nissan GT-R : 0.22



BMW 650i 2011 : 0.32



BMW 640i 2011 : 0.31



BMW Vhsion Efficient Dynamics : 0.22



Bentley Continental GT coupe 2012 : 0.33



Ford fusion 2010 : 0.33



Hyundai Elantra 2010 : 0.28

