آیرودینامیک خودرو و مصرف سوخت

محمدعلی طاهری

مقدمه

آیرودینامیک علم بررسی نوع حرکت یک جسم سه بعدی در فضای جو یا همان هوا می‌باشد و در مورد چگونگی شکل ظاهری یک جسم و تأثیرات متقابل این شکل در هنگام حرکت با سرعت زیاد در فضائی تشکیل شده از گاز بحث می کند. در مورد اتومبیل هم به سبب حرکت این جسم سه‌بعدی بر روی جاده و در فضای جو، علم آیرودینامیک کاربردهای فراوان داشته و به‌عنوان یکی از ارکان اصلی در هنگام طراحی و ساخت یک خودرو مطرح است و امروزه یکی از اصلی ترین مسائل در هنگام طراحی است. به کمک آن مقاومت هوا در مقابل خودرو کاهش یافته و موجب می شود خودروهای جدید مصرف سوخت کمتر و سرعت بیشتری داشته و از پایداری مناسب‌تری در سرعت‌های بالا برخوردار باشند. صدای ناشی از حرکت و میزان نفوذ آن به داخل کابین نیز کاهش چشم‌گیری پیدا کرده است.

هنگام بررسی یک خودرو از نظر آیرودینامیکی و مقایسه آن با دیگر خودروها، از ضریبی به نام ضریب دراگ یا ضریب کشش استفاده می شود. ضریب دراگ شاخص میزان مقاومت یک جسم در مقابل عبور جریان هوا از یک جهت خاص (عموماً از سمت جلو) می‌باشد و این ضریب یک عدد کاملاً مستقل بوده و ارتباطی با سطح مقطع جسم (که هرچه بیشتر باشد مقاومت در مقابل جریان باد نیز بیشتر می‌شود) ندارد. نیروی مقاومت کلی جسم در برابر جریان هوا حاصل ضرب ضریب دراگ در سطح مقطع جسم می‌باشد. سطح مقطع جسم به معنای سطح عمودی حاصل از برش عمودی جسم مورد نظر در بزرگ‌ترین نقطه خود برحسب مترمربع می‌باشد.. ضریب دراگ یا واماندگی در مورد خودروها همواره عددی کوچک‌تر از یک است و کاملاً بستگی به شکل جسم مورد نظر دارد. هرچه که جسم مورد نظر فرمی گردتر با زوایائی تیزتر در جلو و عقب داشته باشد مسلماً ضریب دراگی کمتر نیز خواهد داشت. کمترین ضریب دراگ دنیا مربوط به قطرهٔ باران است که از نظر عددی برابر با CD ۰/۰۵ است. با توجه به این که عملاً نمی‌توان خودروها را به شکل قطرهٔ باران ساخت خودروهای مناسب امروزی ضریب دراگی برابر با ۰/۳۰ دارند (حدوداً شش برابر قطرهٔ باران). جریان هوای عبوری از مقابل یک خودرو با دو قسمت ارتباط دارد. نخست ناحیه پرفشار در قسمت جلو که توسط بدنهٔ خودرو هوا شکافته شده و ناحیه دوم ناحیه کم فشار پشت که در این قسمت جریان شکافته شده هوا سعی در بازگشت به حالت عادی دارد. به هر میزان که قسمت جلوئی خودرو سریع‌تر و راحت‌تر جریان هوا را بشکافد و برعکس هرچه قسمت پشتی دیرتر و آرام‌تر حفره ایجاد شده را ببندد ضریب دراگ کمتری خواهیم داشت. قسمت گرد جلوئی به سرعت جریان هوا را شکافته و قسمت کشیده و مخروطی انتهائی به آرامی حفره ایجاد شده را می‌بندد.

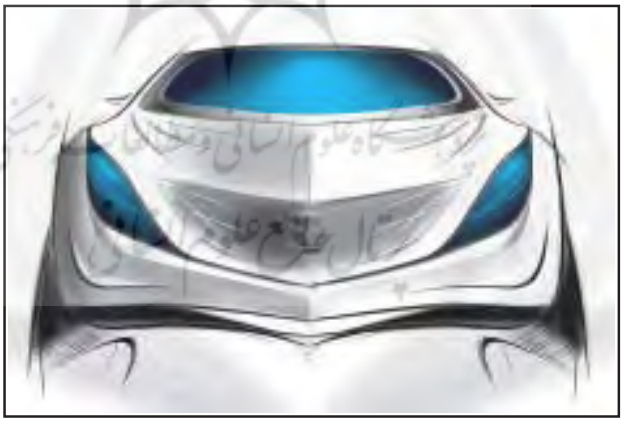
لامینار و توربولانس

جریان‌های هوا در هنگام برخورد و عبور از روی بدنه یک خودرو با توجه به شکل و فرم قسمت‌های مختلف خودرو شکل‌های متفاوتی به خود می گیرند. جریان‌های مداوم و پیوسته جهت‌دهی شده، جریان لامینار نامیده می شوند. جریان‌های لامینار جریان‌هائی مقاوم و قابل محاسبه و ضمناً پایدار هستند که عمدتاً در قسمت‌های جلو و زیر و روی بدنه خودرو وجود دارند. جریان‌های توربولانس یا ناپایدار جریان‌هایی عموماً گردابی و مغشوش بدون جهت‌گیری خاص هستند که در نواحی کم‌فشار، نظیر قسمت

پشتی خودرو و در قسمت‌هایی که مقطع خودرو از زوایای تیز و نسبتاً عمودی تشکیل شده به‌وجود می‌آیند. جهت و نوع حرکت این گونه جریان‌ها غیرقابل محاسبه و پیش‌بینی بوده و عموماً موجب افزایش ضریب دراگ نیز می‌شوند. در هنگام طراحی سعی می‌شود تا حد ممکن از به‌وجود آمدن این گونه جریان‌ها جلوگیری شده و جریان‌های توربولانس به صورت جریان لامینار در آیند.

آیرودینامیک و کاهش مصرف سوخت

حرکت در جهت بهینه‌سازی بدنه با جهش در مصرف سوخت خودروهای تولیدی دهه ۱۹۶۰و ۱۹۷۰آغاز گردید. در این خودروها مصرف بنزین بسیار بالا بود که علت آن ساخت خودروهایی با سطح جلوی عمودی و وسیع، قسمت عقبی بریده شده شبیه فرم اتومبیل پیکان بود که به دلیل وجود نقطه جدایش در قسمت انتهایی، نیروی دراگ بالایی به‌وجود می‌آمد. راه‌حل مناسبی که برای رفع این نقیصه پیشنهاد شد اضافه کردن قسمتی به ناحیهٔ انتهایی و ایجاد فرم دیگی شکل بود. در سال ۱۹۷۵ پروفسور آلبرتو مورلی طرحی برای بدنه ایده‌آل 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 دراگ بسیار پایین که در نتیجهٔ پایداری اتومبیل و کنترل بر توزیع نیروهای محوری افزایش می‌یابد. البته طرح‌های آیرودینامیک ضعف‌هایی هم دارند که از جمله آن‌ها تأثیر بادهای جانبی بر روی عملکرد خودرو است که بیشتر از حد مورد انتظار است و نیز انحراف جانبی خودرو تأثیر شدیدی بر پایداری خودرو می‌گذارد. بر اساس طرح پرفسور مورلی، اتومبیلی به نام E-Auto در سال ۱۹۹۲ ساخته شد که با اعمال همه بهینه‌سازی‌ها، ۱/۵۷ لیتر بنزین در هر صد کیلو متر مصرف می‌کرد. البته طرح پیشنهادی پرفسور مورلی در قسمت آیرودینامیک بسیار تأثیرگذار بود و نمای جانبی، بسیاری از خودروهای کم‌مصرف و نیز خودروهای اسپرتی، شبیه فرم ایده‌آل پرفسور مورلی است. طرح‌های آیرودینامیک اغلب زیباتر هستند و از لحاظ ایمنی هم نسبت خودروهای قدیمی برتری دارند. در خودروهای آیرودینامیک ارتفاع درپوش موتور کاهش و سطح شیشه جلوی راننده افزایش یافته و راننده کنترل و دید بهتری نسبت به اطراف دارد.



یکی از محصولات کمپانی جنرال موتور طرحی است به نام آئرو ۲۰۰۲ که برای چهار نفر مسافر در نظر گرفته شده است. شیب شیشه جلوی آن ۶۸ و بسیار خوابیده‌تر از اتومبیل‌های معمولی است. ضریب دراگ بدنه آن که از جنس فایبرگلاس است معادل رقم باور نکردنی ۰/۱۴ است. توان آیرودینامیک 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 می‌باشد و مصرف سوخت آن برای هر یک کیلومتر برابر ۳/۷ لیتر می‌باشد. از جمله ویژگی‌های این طرح صافی زیرین و روپوش روی چرخ‌های جلو و عقب و شیشه‌های هم‌سطح بدنه می‌باشد. یک طرح موفق دیگر، اتومبیل پرو ب ۴ ساخت شرکت فورد می‌باشد که مجهز به یک موتور خطی ۷/۶ لیتری چهار سیلندر است که به طور عرضی در اتومبیل کار گذاشته می‌شود. توان آیرودینامیک این خودرو معادل ۵/۲ اسب بخار برای حرکت در سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. از جمله ویژگی‌های این طرح شیشه‌های همسطح بدنه و شیب ۶۰۰ شیشه جلو و آینه بغل آیرودینامیک است.. از دیگر ویژگی‌های این طرح محفظه چرخ‌های جلو است که توسط یک پوستهٔ انعطاف‌پذیر از جنس پلی‌اتیلن استومر پوشانیده شده و یک حفاظ انحنا دهنده بر روی آن قسمت لاستیک و رینگ که در پشت این پوسته مخفی گشته پوسته را به بیرون انحنا می‌دهد و سطح خارجی قوسی‌دار و آیرودینامیکی را که هوا به راحتی از کنار آن می‌گذرد، به‌وجود آورده است. همین پوسته باعث کاهش ۹ درصدی ضریب پسا شده‌است. طرح دیگری که بین صنعت و دانشگاه شکل گرفته ASCC نامیده می‌شود. این طرح که با همکاری دانشگاه کرنفیلد انگلستان و کمپانی لوتوس و شرکت رینارد انجام گرفت نشان داد که دسترسی به سطح نهایی مورد نظر در مصرف سوخت اتومبیل با فن‌آوری فعلی صنایع خودروسازی کاملاً امکان‌پذیر است و نتیجه آن طی ۱۶۰ مایل با یک گالن بنزین بود. بدنه این خودرو از جنس فیبرکربن بود.

در انتها به عنوان یک نمونه می‌توان از اتومبیل RD۱۶۰۰ ایران نام برد که موتور آن همان موتور پیکان ۱۶۰۰ است و فقط دنده پنجم در سیستم انتقال قدرت دارد که البته در آزمون مصرف سوخت از آن استفاده نشده است. پس تنها تفاوتش با پیکان در بدنه و فرم آیرودینامیک است. اما طبق کاتالوگ مصرف سوخت آن در هر ۱۰۰ کیلومتر ۷/۷ لیتر کمتر است که تا ۹۰ درصد از این کاهش را می‌توان به فرم آیرودینامیکی بدنه نسبت داد.