هشتمین همایش ملی مهندسی مکانیک
دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر
اسفند ماه **1394**

مطالعه تجربی بر روی یک مدل خودرو و بررسی تاثیر سوراخهای هوادهی بر کاهش نیروی پسا

احمد کشاورزی [1]، کورش رایزن [2]
* نویسنده مسئول: keshavarzi@iaukhsh.ac.ir

چکیده

یکی از مهمترین جنبه‌های طراحی پیمایه‌هایی که در نزدیکی سطح زمین حرکت می‌کنند، طراحی آن در مقابل جریان هوا می‌باشد. نمونه بارز این اجسام خودروها می‌باشند که اگر چه طراحی در این زمینه با کار طراحان صنعتی، زیبایی شناختی و شهود آغاز می‌گردد، ولی اهمیت علم آئرودینامیک و ملاحظات آئرودینامیکی را نمی‌توان نادیده گرفت. ارزیابی آیرودینامیکی بر روی طراحی یک محصول جدید تأثیر می‌گذارد و یکی از زمینه‌های است که در برنامه طراحی یک خودرو جدید باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. بهبود آیرودینامیکی، از اولین مراحل طراحی است که پس از اینکه طرح مفهومی در ذهن طراح شکل می‌گیرد، وارد عرصه می‌شود و تا آخرین مراحل تولید ادامه می‌یابد. اگرچه آیرودینامیک تنها یکی از زمینه‌های بهینه‌سازی خودرو است، با این حال یکی از معدود زمینه‌هایی است که در تمام مدت انجام پروژه مورد نیاز است. شبیه‌سازی کامپیوتری و آزمایش جاده نقش بسزایی در برنامه طراحی اتومبیل‌های امروزی دارند، اما اندازه‌گیری‌های تونل باد متداول‌ترین و پرکاربردترین شیوه آزمایش آیرودینامیکی می‌باشد زیرا اعداد رینولدز در مقیاس واقعی قابل دستیابی هستند.

واژه‌های کلیدی

آیرودینامیک خودرو، المانهای اضافی، مکان های نصب بهینه، سوراخهای هوادهی

1- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان واحد خمینی‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی ، خمینی‌شهر، ایران
2- کارشناس ارشد، مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

1- مقدمه

پس از اختراع خودرو، بشر به زودی رابطه میان مقاومت هوا و حرکت اتومبیل پی برد. به مرور زمان با بهبود عملکرد خودروها از جهات مختلف، بهبود آیرودینامیکی نیز به مسأله‌ای اساسی تبدیل شد. پژوهشگران دریافتند که توجه به آیرودینامیک نه تنها برای دستیابی به سرعت‌های بالاتر، بلکه به منظور کاهش مصرف سوخت و ایجاد پایداری مناسب در خودرو، امری ضروری است. بنابراین در آغاز باید به این سؤال به طور اجمالی پاسخ داد:

چرا مطالعه آیرودینامیک برای طراحی خودرو امری کاملاً ضروری است؟

به طور کلی طراحی آیرودینامیکی مناسب، عملکرد اتومبیل را در زمینه‌های زیر بهبود می‌بخشد:

1.مصرف سوخت کمتر.

2.رسیدن به سرعت‌های بالاتر.

3.هندلینگ مناسب در سرعت‌های بالا.

4.توانایی حرکت پایدار و کنترل شده در خط مستقیم با وجود وزش باد جانبی.

5.خنک‌کاری موتور و ترمزها.

6.کاهش سر و صدای مزاحم باد.

7.تهویه مطبوع اتاق خودرو.

8.یخ زدایی از بدنه و موتور در مناطق سرد.

9.مانع‌شدن از پرتاب و چسبیدن گل و لای به کف و بدنه خودرو.

10.همچنین نگهداشتن و ثبات برف پاک‌کن خودرو در مکان موردنیاز و بسیاری موارد دیگر که به علت تعدد به ذکر موارد مهمتر پرداخته شد.

1-1-مروری بر پژوهش‌های گذشته

در زمینه آئرودینامیک خودرو تحقیقات متفاوت و متعددی انجام شده است که بیش‌ترین و معتبرترین آنها در خارج از کشور صورت گرفته است. امروزه در کشورهای پیشرفته شاخه‌های مستقلی مانند آئرودینامیک خودرو و آئرودینامیک پیمایه‌های نزدیک به سطح زمین به وجود آمده است.

پتوف[1] [1] در سال 1982 با استفاده از دو دیفیوزر با دو نسبت طولی متفاوت کاهش ضرایب برا و پسا را بر روی یک مدل خودرو به نحو مطلوبی نشان داد.

هوکو[2] [2] با ارجاع به پتوف در مرجع [1] با استفاده از دو دیفیوزر با دو نسبت طولی متفاوت کاهش ضرایب برا و پسا را به نحو مطلوبی نشان داد. هوکو برای بهبود و بهینه‌سازی آئرودینامیک خودروها دو روش را پیشنهاد کرد. روش اول با طراحی یک شکل بدنه کم پسا آغاز می‌شود که غالباً یک بدنه بدون چرخ و کمان چرخ می‌باشد. سپس ملاحظات حرکت خودروها، مثلاً اضافه شدن چرخ‌ها و سایر موارد اعمال می‌شود. در روش دوم که به بهینه‌سازی جزء موسوم است، یک بدنه پایه در نظر گرفته می‌شود (مثل بدنه یک خودروی رایج) آنگاه اجزای مختلف با توجه به ملاحظات آئرودینامیکی، اصلاح می‌شود. روش دوم در بسیاری از موارد منجر به تغییر در پلت فرم خودرو نمی‌گردد و به همین دلیل، از نظر صنعتی با صرفه اقتصادی بالایی در تولید انبوه همراه است. تاکید پژوهش حاضر نیز بررسی و بهبود جریان هوا از روی خودرو از طریق کاهش برا و بدون تغییر در پلت فرم خودرو می‌باشد، در ایران فعالیت‌های

[1] Potthoff
[2] Hucho

اندکی در این زمینه صورت گرفته است که بخش اعظم آن نیز مطالعات عددی و محاسباتی می‌باشد که از اولین کارها، مقاله کریمیان و محجوب در سال 1378 [3]. جریان حول خودرو پیکان را با استفاده از یک نرم افزار دینامیک سیالات عددی، به صورت دو بعدی مدلسازی نمودند. در این پژوهش، آنها از یک مدل توربولانسی رایج استفاده کردند.

احمد و همکاران [4] در سال 1984 با استفاده از تحلیل جریان حول یک جسم بلاف- بادی[1] به نتایج خوبی در زمینه نقاط برخورد و نقاط جدایش جریان در هندسه و زوایای مختلف مدل دست یافتند که قابل تعمیم به خودروها می‌باشد و بعدها تحقیقات عددی و تجربی بسیاری با استفاده از این مدل که به احمد بلاف بادی[2] معروف شد، صورت پذیرفت.

فرانک و همکاران [5] در زمینه شبیه‌سازی عددی احمد بلاف بادی با زوایای 0 تا 40 درجه تحقیقات متعددی انجام دادند.

کوگاتی[3] [6] در سال 1986، به مطالعه تجربی گردابه‌های پشت خودرو پرداخت و از وسیله‌ای به نام Seven-Hole Probe استفاده نمود. این وسیله دارای سطح دایره‌ای می‌باشد و دارای هفت حسگر که یکی در وسط و عمود بر جریان و مابقی با زاویه 30 درجه نسبت به جریان می‌باشند. که بردار سرعت و مقدار فشار را در نقاط مختلف اندازه‌گیری می‌کند.

غازی و همکاران[7] در سال 1378، جریان حول یک مدل جیپ شرکت پارس خودرو ا به صورت دو بعدی و با استفاده از روش‌های عددی. توسط نرم افزارهای تجاری بررسی کردند. مدلهای توبورلانسی در این پژوهش توسط نرم افزار Cosmos بررسی شد.

دویل[4] 4 و همکاران[8] در سال 2001 به مطالعه تجربی توزیع فشار روی سطوح مدل‌هایی از خودرو پرداختند. آنها از مایع مخصوصی استفاده نمودند که در برابر فشارهای مختلف رنگ‌های مختلفی منعکس می‌کرد[9]. با مالیدن این مایع بر روی سطح مورد نظر که از مواد پلیمری خاصی ساخته می‌شود، طیف پیوسته‌ای از فشار در نقاط مختلف سطح بدست می‌آید. اولین بار کاوندی در سال 1990 از این روش استفاده نمود.

کوپر[5] 5 [10] در سال 2000 در یک بررسی تجربی و با استفاده از یک دیفیوزر در مقابل اثر زمین و تغییر فاصله دیفیوزر تا زمین. رسیدن به ماکزیمم نیروی رو به پایین[6] 6 (Downforce) را برای دیفیوزر با اشکال مختلف را بررسی نمود.

لانگنکر[7] 7 و بدیه [11] در سال 2001. یک خودروی مسابقه‌ای SAE را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. آزمون‌های جاده و همچنین، قطعات افزوده شده برای بهبود نیروهای برا منفی و پسا مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفتند.

کاپادیا[8] 8 و همکارن [12] در سال 2003 در یک تحقیق عددی پیرامون مدل پهن پیکر احمد رفتار گردابه‌های ناشی از جدایش جریان را شبیه‌سازی کرد.

ژنگ و همکاران [13] در سال 2004 به بررسی تجربی نیروی برای منفی و همچنین پسا روی یک مدل Bluff Body مجهز به دیفیوزر پرداختند و به وسیله آشکارسازی‌های جریان، گردابه‌های تشکیل شده را بررسی نمودند.

---

[1] Bluff Body
[2] Ahmed bluff body
[3] Cogotti
[4] Duell
[5] Cooper
[6] Downforce
[7] Longnecker
[8] kapadia

بهشتی و کریمیان[14] در سال 1383، بررسی عددی جریان حول خودروی پراید را مد نظر قرار دادند، در این پروژه سعی شده است تا با استفاده از روش‌های عددی، جریان سیال بر روی بدنه خودروی پراید به صورت دو بعدی و سپس به صورت سه بعدی حل شود. برای انجام این کار با استفاده از نرم‌افزار fluent، معادلات حاکم برجریان سیال به همراه مدل استاندارد با استفاده از شرایط مرزی مناسب حل گردیده‌اند. با مطالعه نتایج حاصل از این تحقیق و مشاهده خطوط جریان، گردابه‌های ایجاد شده در اطراف اتومبیل و توزیع فشار، می‌توان منطقه‌هایی را که باعث افزایش پسا می‌گردند، مشخص کرده و با توجه به آن‌ها، روش‌هایی را برای کاهش پسا ارائه نمود و پیشنهاداتی از جمله اصلاح شکل جلویی خودرو و سپرجلوی خودرو برای کاهش پسا ارائه نمودند.

توکلی و مانی[15]. در سال 1383 یک مدل از وانت مزدا را در تونل بود مورد بررسی قرار دادند و پیشنهاداتی برای بهبود آئرودینامیک آن ارائه کردند، در تحقیق آنها از مدل با مقیاس 1/10 استفاده شده بود و به کمک روابط تصحیح انسداد، نتایج حاصل را اصلاح نمودند.

محمد حسن شجاعی فرد، کورش گودرزی و احمد کشاورزی[16]، تاثیر کاور بار خودرو نیسان پیکاپ بر روی ضریب درگ، کنفرانس مهندسی مکانیک، تهران 30 آذر 1385.

استراچان[1] و همکاران[17] در سال 2007، در یک بررسی تجربی، جریان حول احمد بادی را در مقابل اثر زمین متحرک مورد آزمون قرار دادند، همچنین ساختار گردابه‌ها و نیروی برا و پسا را بررسی نمودند.

رومس[2] و همکاران[18] در سال 2008 در یک بررسی توسط متدهای عددی با کنترل جدایش بر روی قسمت عقب احمد بادی در حالت‌های مختلف، کاهش پسا را مورد بررسی قرار دادند و نشان داد که با کنترل جریان در قسمت عقب یک خودرو تا 17% نیروی پسا کاهش می‌یابد که این معادل کم شدن مصرف سوخت و به تبع آن کاهش آلایندگی و هزینه‌های حمل و نقل می‌باشد.

جان فرانسیس[3] و همکاران[19] در سال 2008 در یک مطالعه تجربی با استفاده از نصب قطعاتی(مثل Flap) بر روی احمد بلاف بادی[4] کاهش برا و پسا را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادند.

محمد حسن شجاعی فرد، کورش گودرزی و رسول خوش نیت[20]، بررسی اثر رینگ و تایر بر روی نیروهای آیرودینامیکی چرخ، شانزدهمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک. دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر، 1387. اثر رینگ و تایر را بر نیروهای آئرودینامکی چرخ به صورت سه بعدی و استفاده از نرم افزارهای تجاری و یک مدل توربولانسی رایج مورد بررسی قرار دادند. تاثیر چرخ‌ها بر روی ضرایب ایرودینامیکی خورو قابل ملاحظه و بسیار زیاد است. همچنین به دلیل نامتقارن بودن چرخ، نیرو و ممان منحرف کننده بر روی چرخ بوجود می‌آید و با توجه به این که معمولا فرمان دهی خودرو از طریق دو چرخ جلو صورت می‌گیرد چرخ‌ها در فرمان پذیری خودرو نیز بسیار موثر خواهند بود. در این مقاله با استفاد ه از روش عددی حجم کنترل، به مدل‌سازی جریا ن پیرامون یک چرخ و ضرایب آیرودینامیکی آن پرداخته شده است. جهت مدل‌سازی جریان مغشوش از مدل توربولانسی SST استفاده شده است. چرخ مورد مطالعه در این مقاله دارای تایر ۴۵/۲۴۰ R۱۷.۵ که از بزرگترین سایزهای قابل انتخاب تایرهای رادیال برای خودروهای شخصی معمولی می‌باشد، است. همچنین رینگ آلومینیومی آن از ساده ترین هندسه‌های ممکن انتخاب شده است

[1] Strachan
[2] Roumeas
[3] Jean-Fracois
[4] Ahmed Bluff Body

و ساده سازی هایی هم بر روی آن انجام گرفته است که نمی تواند تغییر زیادی در خواص آیرودینامیکی ایجاد کند. این تحلیل در حالت پایدار برای چندین زاویه حمله مختلف انجام شده تا تاثیر تایر و رینگ بر روی نیروهای لیفت، درگ و نیروی انحرافی بدست آید.

2-نیروها و گشتاورهای آیرودینامیکی وارد بر خودرو

عوامل بسیاری در طراحی یک خودرو موثر است که طراح علاوه بر رعایت زیبایی و مباحث تجاری باید به آنها توجه خاص نشان دهد تا یک خودرو از نظر آیرودینامیکی نیز در حالت مطلوب و بهینه‌ای باشد. در زیر به مهمترین این عوامل اشاره می‌گردد و در مورد آنها بحث می‌شود.

2-1-نیروی پسا

مهمترین عامل آیرودینامیکی که در طراحی اتومبیل‌های معمولی باید مورد توجه قرار گیرد، نیروی پس است. قسمتی از نیروی مقاوم کل در برابر حرکت یک اتومبیل، ناشی از مقاومت چرخشی تایرها و بقیه آن به علت پسای آیرودینامیکی است.

معمولاً برای مقایسه پسای تولیدی توسط شکل‌های بدنه مختلف – بدون توجه به ابعاد و سرعت حرکت آنها در هوا– از ضریب بی‌بعدی به نام ضریب پسا (CD) استفاده می‌کنند که عمدتاً به شکل بدنه بستگی دارد. علاوه بر این ضریب، نیروی پسا به مساحت جلویی[1] اتومبیل، چگالی هوا و مجذور سرعت اتومبیل نسبت به هوا نیز بستگی دارد.

مساحت جلویی، برابر مساحت تصویر اتومبیل بر صفحه‌ای قائم بر محور طولی اتومبیل و در جلوی آن می‌باشد. شکل (1-10) مساحت جلویی یک اتومبیل نوعی را نشان می‌دهد. در اتومبیل‌های امروزی مساحت جلویی در حدود 80% حاصل‌ضرب ارتفاع و عرض اتومبیل می‌باشد.

[1] - frontal area.

متأسفانه علاوه بر شکل اتومبیل، ضریب پسا به عوامل دیگری نظیر آشفتگی‌های جریان و عدد رینولدز نیز بستگی دارد. بستگی CD به عدد رینولدز، به این معناست که CD با تغییر سرعت اتومبیل تغییر می‌کند. اما خوشبختانه، در بازه‌های متداول سرعت اتومبیل‌ها، این تغییرات ناچیزند و بنابراین می‌توان CD را ثابت فرض کرد. تنها هنگامی که مدل‌های کوچک را در تونل باد آزمایش می‌کنیم، تغییرات CD با عدد رینولدز قابل توجه است.

از رابطه (1) نتیجه می‌شود که مقدار نیروی پسا، علاوه بر ضریب پسا، به مساحت جلویی اتومبیل نیز بستگی دارد. بنابراین، کم بودن ضریب پسای یک اتومبیل، ضامن کم بودن نیروی پسای آن نیست.

$$D = \frac{1}{2}\rho V^2 A C_D \quad : \text{رابطه (1)}$$

2-2-نیروی برا

پژوهش بر روی آیرودینامیک اتومبیل‌ها در ابتدا تنها بر روی مسأله کاهش پسا متمرکز بود، اما به زودی مشخص شد که نیروی برا نیز در عملکرد اتومبیل‌ها مؤثر است. نیروی برا، به وسیله اثرات القایی، بر روی میزان نیروی پسا اثر می‌گذارد. از آن مهمتر، با کاهش برا و یا حتی تولید نیروی برای منفی (نیروی رو به پایین)، می‌توان بهبودهای قابل توجهی در پایداری و چسبندگی اتومبیل ایجاد کرد. بهبود چسبندگی به این روش –به ویژه در اتومبیل‌های مسابقه‌ای –بسیار حائز اهمیت است.

ضریب نیروی برآی آیرودینامیکی، مقیاسی از اختلاف فشار ایجاد شده در سطوح بالایی و پایینی بدنه خودروی در حال حرکت است. در این حال، بسته به شکل بدنه خودرو، هم برآی رو به بالا (برآی مثبت) و هم برآی رو به پایین (برآی منفی) می‌تواند ایجاد شود. به دلیل کاهش چسبندگی تایرها به زمین برآی روبه بالا یک پارامتر غیر مطلوب محسوب می‌شود. در حالی که برآی روبه پایین، باعث افزایش چسبندگی تایرها به

سطح جاده می‌شود. نیروی برا از رابطه(2) بدست می‌آید و C_l ضریب برا نامیده می‌شود.

رابطه(2) : $L = \frac{1}{2}\rho V^2 A C_l$

هنگام حرکت خودرو، جریان هوای عبوری از قسمت فوقانی بدنه مسافت بیش‌تری را نسبت به جریان هوای زیر بدنه خودرو که یک مسیر مستقیم را طی می‌کند، می‌پیماید. عبور متفاوت این دو جریان هوا, باعث می‌شود که فشار زیر خودرو نسبت به روی آن بیشتر شود که نتیجه این اختلاف فشار، نیروی رو به بالایی است که همان برآی مثبت است. اندازه این نیرو با شکل پروفیل فوقانی و تحتانی خودرو و نیز فاصله بین کف خودرو تا جاده و سرعت خودرو رابطه مستقیم دارد. هر چقدر کف خودرو به زمین نزدیکتر باشد، نیروی برآی مثبت بیش‌تری ایجاد می‌شود که این نیروی برآ متناسب با مجذور سرعت خودرو افزایش می‌یابد. اگر نیروی برآی ایجاد شده در قسمت‌های جلو و عقب خودرو متفاوت باشد, آن‌گاه زوایای لغزش تولید، شده به‌وسیله تایرهای جلو و عقب مساوی نخواهند بود. این امر, باعث انحراف فرمان می‌شود که نتیجه آن ناپایداری خودرو بر روی سطح جاده است.

3-2-نیروی جانبی و گشتاورهای وارد بر خودرو

تاکنون، نیروهای پسا و برای وارد بر اتومبیل را بررسی نمودیم. اما هنگامی که باد جانبی وجود دارد، باید نیروی جانبی (S) و سه گشتاور پیچ[1] (M)، رول[2] (R) و یاو[3] (Y) را نیز در نظر بگیریم.

3-آیرودینامیک تجربی و نقش تونل باد در طراحی خودرو

ارزیابی آیرودینامیکی که بر روی طراحی یک محصول جدید تأثیر می‌گذارد، یکی از زمینه‌های است که در برنامه طراحی یک اتومبیل جدید باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. بهبود آیرودینامیکی، از اولین مراحل طراحی درست پس از اینکه طرح مفهومی در ذهن طراح شکل گرفت وارد عرصه می‌شود و تا آخرین مراحل تولید ادامه می‌یابد. اگرچه آیرودینامیک تنها یکی از زمینه‌های بهینه‌سازی اتومبیل است، با این حال یکی از معدود زمینه‌هایی است که در تمام مدت انجام پروژه مورد نیاز است. شبیه‌سازی کامپیوتری و آزمایش جاده نقش بسزایی در برنامه طراحی اتومبیل‌های امروزی دارند، اما اندازه‌گیری‌های تونل باد متداول‌ترین و پرکاربردترین شیوه آزمایش آیرودینامیکی می‌باشد. دلیل این امر آن است که آزمایشات تونل باد برای شبیه‌سازی وسایل نقلیه زمینی بسیار کارآمد و کاربردی هستند. اعداد رینولدز در مقیاس واقعی قابل دستیابی هستند، و فشارهای دینامیکی کم در مقایسه با آزمایشات هواپیماها به نیاز برای تقویت سازه‌ای کمتر مدل می‌انجامد.

4-بررسی تجربی آیرودینامیک یک مدل خودرو

برای انجام آزمون‌ها از مدل یک خودرو مشابه نمونه‌ای از مدلهای تجاری یک کمپانی خودروسازی می‌باشد، استفاده شده است. مدل از جنس پلاستیک مقاوم و سبک با مقیاس 1/15 ساخته شده است که با انجام تغییراتی در کف مدل، امکان نصب چرخ‌ها به صورت ثابت و همچنین میله تعادل در قسمت جانبی مدل برای اتصال به دستگاه بالانس فراهم شده است.

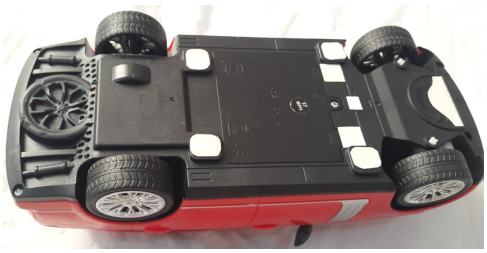
4-1-بررسی سوراخ‌های هوادهی در زیر سطح خودرو

در این قسمت از آزمایش سوراخهایی به قطر 2میلیمتر در نواحی مختلف از سطح زیرین خودرو مورد بررسی قرار گرفت

[1] - Pitching Moment.
[2] - Rolling Moment.
[3] -Yawing Moment.

که در ابتدا گمان می‌شد که در سطوح عقب چرخ‌ها مکان مناسبی باشد ولی مشاهده گردید که در قسمت انتهای چرخ‌های جلویی به علت تاثیر جریان مغشوش ناشی از کمان چرخ باعث تشدید جریان مغشوش گردیده و ناحیه زیر ماشین را به صورت کامل دارای اغتشاش می‌نماید و ضریب پسا بصورت محسوس رشد می‌کند که این امر مدنظر نمی باشد.

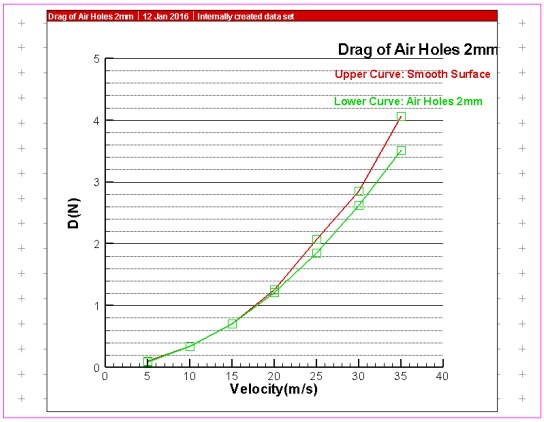
در مرحله بعد همانطور که در شکل (1) نشان داده شده است مکان این سوراخ‌ها را به ناحیه بعد از چرخهای عقب در زیر خودرو انتقال دادیم وبازاویه‌های 15 و 30 و 45 درجه نسبت به کف خودرو جریان هوای اضافی که از قسمت جلوپنجره خودرو وارد می‌شد به ناحیه انتهایی تزریق گردید و مشاهده گردید که در زاویه تزریق 30 درجه ضریب پسا و نیروی پسا کاهش می‌یابد. اما نیروی برا دستخوش رشد گردید که با وجود المان‌هایی چون اسپویلر میتوان این اثر ناخواسته را نیز کاهش داد.



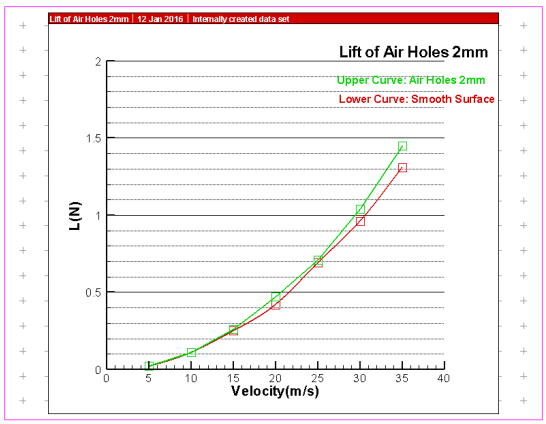
شکل(1) نمایی از کف خودرو با سوراخهای 2 میلیمتر

این کاهش ضریب پسا و نیروی پسا را میتوان به این امر منصوب کرد که جریان اضافی مانع از جدایش جریان در این نقاط گردیده و رشد لایه‌های کم فشار و دنباله دار پشت خودرو را کاهش می‌دهد و از ضخیم شدن لایه گردابه‌ای واقع در انتهای خودرو جلوگیری می‌نماید.

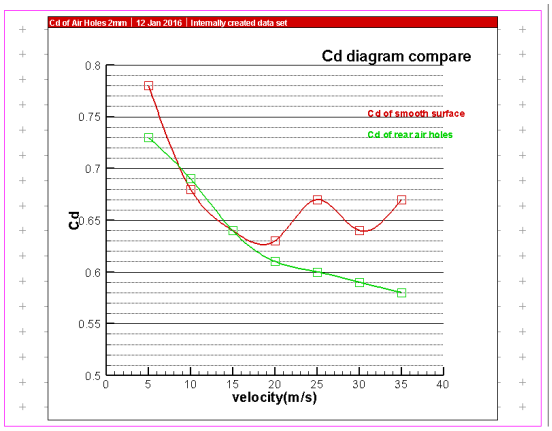
نتایج این آزمایشات در شکل‌های(2) تا (5) آورده شده است.



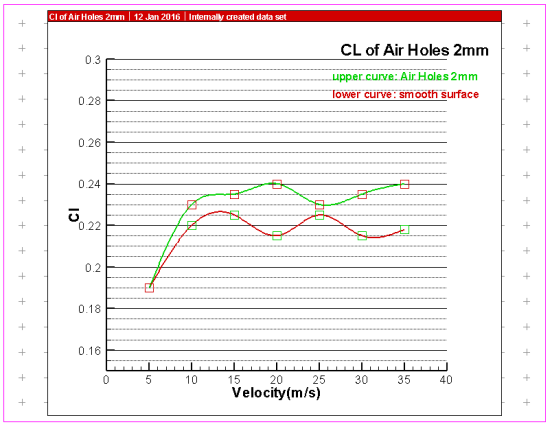
شکل(2) مقایسه پسا در دو حالت با سوراخهای هوادهی و بدون سوراخ هوادهی



شکل(3) مقایسه برا در دو حالت با سوراخ‌های هوادهی و بدون سوراخ هوادهی



شکل(4) مقایسه ضریب پسا در دو حالت با سوراخهای هوادهی و بدون سوراخ هوادهی



شکل(5) مقایسه ضریب برا در دو حالت با سوراخهای هوادهی و بدون سوراخ هوادهی

با توجه به نمودارهای بالا به این نتیجه می‌رسیم که با ایجاد سوراخهای هوادهی در کف خودرو و تزریق هوا از طریق بخش جلویی خودرو(برای مثال جلو پنجره) و هدایت این هوای اضافی از طریق کانال‌های هوا به قسمت انتهایی خودرو، هم از فشار ناحیه‌ی پرفشار جلوی خودرو کاسته شده و همچنین با تزریق جریان اضافی هوا به ناحیه انتهایی خودرو، به انرژی جنبشی سیال افزوده می‌شود. این ازدیاد انرژی جنبشی و همچنین زاویه 30 درجه تزریق هوا، باعث بوجود آمدن ناحیه با فشار بالاتر در عقب خودرو شده و در نتیجه از حجم ناحیه کم فشار انتهای خودرو می‌کاهد. با کاهش ناحیه کم فشار دنباله دار انتهایی خودرو، کاهش نیروی پسا و ضریب پسا در این مدل مشاهده گردید که با توجه به جدید بودن این موضوع و اثبات تاثیرات این طرح در کاهش نیروی مقاوم بر بدنه خودرو، در آینده شاهد استفاده از این مطلب در ساخت خودروها خواهیم بود و با تغییرات جریی به کاهش 3.05 درصدی نیروی پسا رسیدیم.

5-نتایج

در این تحقیق که بر اساس مشاهدات تجربی و تست تونل باد و مقایسه مدل مبنا با مدلی که تغییرات اساسی در آن انجام گردید، نتایج منحصر بفرد و با ارزشی در اصلاح طراحی آیرودینامیک خودرو بدست آمد و با مقایسه نتایج و نمودارها مشاهده گردید که به تغییرات جزیی در روش ساخت این پیمایه‌ها میتوان نیروی پسا را حدود 3.05 درصد کاهش داد وتوجه به این امر تاثیرات اساسی در علم ساخت خوردو خواهد گذاشت. با گسترس این بحث در آینده نه چندان دور شاهد این خواهیم بود که توجه به موارد حتی کوچک میتواند نتایج با ارزشی در ضمینه کاهش سوخت پیمایه‌ها داشته باشد. این امر به کاهش آلودگی محیط زیست و مصرف بهینه سرمایه‌های خدا دادی خواهد انجامید.

تلاشهای محققین در زمینه بهبود آیرودینامیک خودرو باعث شده تا امروز به جایی برسیم که آرامش سرنشینان و ایمنی آنها به همراه موارد بهینه‌سازی مصرف سوخت خودرو به جایی برسد که در طول یک دهه مصرف سوخت خودروها به کمتر از نصف دهه پیشین رسیده است و در عین حال کارایی موتورها و بهینه شدن آنها به همراه اصلاحات طراحی بدنه خودرو، انقلاب عظیمی در زمینه ساخت آنها ایجاد کرده و این دو مبحث به صورت همراستا در حال بهبود و گسترش می‌باشند.

آنچه در این تحقیق بدست آمد، توجه به سوراخهای هوادهی در نقاط انتهایی کف خودرو است که باعث می‌شود سرعت جریان در این ناحیه افزایش یابد و عامل جدایش جریان و بازماندن آن به تاخیر افتد و در زیر خودرو رژیم آشفته و مغشوش محدود شود که منجر به کاهش پسا شده و انرژی کمتری صرف حرکت خواهد شد. به این امر باید توجه مضاعف نمود که ناحیه مغشوش پشت خودرو هرچه ضخیم تر باشد نیروی پسا نیز زیادتر می‌گردد و با این راهکار از ضخامت این ناحیه کم فشار کاسته شده و نیروی کمتری صرف حرکت پیمایه خواهد شد.

مراجع:

[۱] R.H. Barnard, *Road Vehicle Aerodynamic Design, ۲nd Edition*, Mechaero Publishing, ۲۰۰۱.

[۲] Wolf-Heinrich Hucho., *Aerodynamics of Road Vehicles*, ٤th Edition, SAE, Society of Automotive Engineers Inc Warrendale, Pa,(۱۹۹۸).

[3] محمد حسن کریمیان. شادی محجوب، "*شبیه‌سازی دوبعدی جریان حول خودرو پیکان*"، هفتمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان، فروردین 1378

[٤] Ahmed, S.R., Ramm, R. and Faltin, G., *"Some salient features of the time averaged ground vehicle wake*,"SAEtechnical Paper Series ۸٤۰۳۰۰, Detroit (۱۹۸٤).

[٥] Gerardo Franck, Norberto Nigro, Mario A. Storti and Jorge D'El´?a, "*NUMERICAL SIMULATION OF THE FLOW AROUND THE AHMED VEHICLE MODEL*"

[٦] Cogotti A, "*Car-Wake Imaging Using a Seven-Hole Probe*" SAE Int. Congress and Exposition Detroit, Michigan, PP ٤۳-٥۸ , ۱۹۸٦

[7]سهیل غازی، *کد کامپیوتری جهت بهینه‌سازی آئرودینامیکی خودرو شرکت پارس خودرو*، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی هوا فضا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات 1378.

[۸] Edward. Duell,Douglas Everstine, Rbindra Mehta, Mark Perry, "*Pressure-Sensitive Paint Technology Applied to Low – Speed Automotive Testeng*" SAE, Paper no. ۲۰۰۱-۰۱-۰٦۲٦

[۹] Jean-Luc Aider, Laurent Elena, *"Pressure-Sensitive Paint for Automotive Aerodynamics*" SAE, Paper no. ۲۰۰۱-۰۱-٦۲۷

[۱۰] Cooper, K.R., Syms, J., and Sovran, G. "*Selecting Automotive Diffusers to Maximize Underbody Downforce*." SAE Paper ۲۰۰۰-۰۱-۰۳٥٤. ۲۰۰۰.

[۱۱] Longnecker , *Aerodynamic Evaluation On Furmula SAE Vehicle*, SAE, paper no. ۲۰۰۱- ۰۱- ۱۲۷۰.

[۱۲] Sagar Kapadia, Subrata Roy, Ken Wurtzler "*Detached Eddy Simulation Over a Reference Ahmed Car Model*" AIAA-۲۰۰۳-۰۸٥۷

[۱۳] S. Mahon , X. Zhang and C. Gage "*The Evolution of Edge Vortices Underneath a Diffuser Equipped Bluff –Body*" School of Engineering Sciences,University of Southampton,Southampton, SO۱۷ ۱BJ, UK

[14] کریمیان و بهشتی، *تحلیل روش‌های مختلف جهت بهبود آیرودینامیک خودرو*، کنفرانس دینامیک شاره، سال 1383

[15] محمد علی توکلی، محمود مانی، *بررسی تجربی آیرودینامیک خودروی وانت مزدا B۳۰۰۰*. نهمین کنفرانس دینا میک شاره ها، اسفند 1383

[16] محمد حسن شجاعی فرد، کورش گودرزی و احمد کشاورزی، *تاثیر کاور بار خودرو نیسان پیکاپ بر روی ضریب درگ*، کنفرانس مهندسی مکانیک، تهران 30 آذر 1385.

[۱۷] R. K. Strachan, K. Knowles, N. J. Lawson "*The vortex structure behind an Ahmed reference model in the presence of a moving ground plane*", Exp Fluids (۲۰۰۷) ٤۲:٦٥۹–٦٦۹.

[۱۸] Mathieu Roumeas۱, Patrick Gilli´eron۱ and Azeddine Kourta "*Drag reduction by flow separation control on a car after body*" INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN FLUIDS Int. J. Numer. Meth. Fluids (۲۰۰۸) Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: ۱۰.۱۰۰۲/fld.۱۹۳۰

[۱۹] Jean-Francois Beaudoin, Jean-Luc Aider, "*Drag and lift reduction of a ۳D bluff body using flaps*", Exp Fluids (۲۰۰۸) ٤٤:٤۹۱–٥۰۱

[20] محمد حسن شجایی فرد، کورش گودرزی و رسول خوش نیت، *بررسی اثر رینگ و تایر بر روی نیروهای آیرودینامیکی چرخ*، شانزدهمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک. دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر، 1387

Experimental Study on a Vehicle Body and the Effect of Aeration Holes to Reduce Drag

Keshavarzi Ahmad[۱]*,Rayzan Koorosh[۲]

* Corresponding Author: keshavarzi @iaukhsh.ac.ir

Abstract:

One of the most important design aspects of the measure that are near the surface of the earth is the air flow of its design. Although designed cars that are typical of these objects in the field of industrial designers, aesthetic and intuition starts, but the importance of aerodynamics and aerodynamic considerations can't be ignored. Evaluating aerodynamic impact on the design of a new product and one of the areas that the program should be carefully considered design of a new car. Aerodynamics, from the first stages of design that is formed after the design concept in mind, entered the production process will continue to the end. Although only one of the fields to optimize the car's aerodynamics, it is one of the few areas that is needed throughout the project. Computer simulation and road tests play an important role in the design of modern cars, but measurements of wind tunnel aerodynamic testing is the most common and widely used methods for real-scale Reynolds numbers are available. In this paper the idea of under vehicle's aeration holes is studied and the impact of this method in reducing the drag is proved.

Key words:

Keyword: Automobile Aerodynamics, Additional Elements, Optimum Locations for Installation, Aeration Holes

۱- Young Researchers and Elite Club, Khomeinishahr Branch, Islamic Azad University, Khomeinishahr, Iran

۲- MSc Student, Department of Engineering , Najaf Abad Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran