فصلنامه تحقیقات مکانیک کاربردی
جلد ۷، شماره ۳ ، زمستان ۱۳۹۴

بررسی روشهای کاهش پسا وتطبیق سیستم انتقال قدرت جهت کاهش مصرف سوخت خودرو سواری

محمد واعظی[۱]، رامین آشیان[۲]

[۱]تاکستان،آزاد تاکستان،دانشکده مکانیک، mohammad.vaezi 67@yahoo.com
[۲] تاکستان،آزاد تاکستان،دانشکده مکانیک، Ashian1366@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی کاهش پسا و تطبیق سیستم انتقال قدرت جهت کاهش مصرف سوخت در خودرو سواری ، در این پژوهش به صورت نظری و برای یک خودرو داخلی،ابتدا روشهای مختلف کاهش پسا مشخص شده است و سپس میزان صرفه جویی در مصرف سوخت تعیین گردیده است . دراین راستا از روابط تجربی تعیین سیستم انتقال قدرت و چرخه های استاندارد استفاده شده است . برای این منظور با دریافت مشخصات هندسی خودرو ضریب پسا را محاسبه و با استفاده از مشخصات عملکردی خودرو میزان مصرف سوخت در چرخه استاندارد اروپایی را تعیین می کند . نتایج نشان می دهند که برای خودرو پراید مدل صبا با تغییر شعاع انحناء محل تقاطع شیشه جلو با ستون عمودی ، شعاع انحناء لبه قائم عقب خودرو ، زاویه شیشه عقب نسبت به افق ، پوشاندن محفظه چرخ عقب و کوچکتر نمودن سطح رادیاتور می توان به درصدی از کاهش در مصرف سوخت دست یافت.

کلید واژه ها : کاهش ضریب پسا ـ کاهش مصرف سوخت ـ جعبه دنده دستی

مقدمه

جهت کاهش مصرف سوخت در خودرو سواری پدیده های مربوط به ضریب پسا و عوامل مؤثر برکاهش ضریب پسا بررسی شده است سپس برخی سیکل های بکار رفته برای تحلیل مصرف سوخت بیان گردیده است . با بهبود آیرودینامیک خودرو به خصوص خودروهای قدیمی می توان تا حد قابل ملاحظه ای در مصرف سوخت صرفه جویی نمود و انتشار آلاینده ها را کاهش داد . همه خودروها در داخل هوا که یک سیال است حرکت می کنند . بنابراین با شکل گیری لایه هیدرودینامیکی بر روی بدنه و توزیع فشار ناشی از آن ، نیروی درگ بر بدنه خودرو تاثیرمی گذارد .حال اگر این نیرو را بتوان به هر طریقی به مقدارحداقل و بهینه رساند ، می توان تا حد قابل ملاحظه ای در مصرف سوخت صرفه جویی کرد و تا حد زیادی ازتولید آلاینده ها ازجمله دی اکسید کربن جلوگیری نمود . با توجه به مصرف فراوان خودرو پراید درکشور ، دراین تحقیق روشهای کاهش پسا بررسی شده و شرایط کاهش مصرف سوخت و به دنبال آن کاهش آلودگی هوا بررسی شده است.

سال ۱۹۷۵ باتوجه به افزایش مصرف سوخت خودروهای تولید شده درسالهای۱۹۶۰و۱۹۷۰ اولین گام درجهت بهینه سازی بدنه برداشته شد . دراین خودروها مصرف بنزین بطورچشمگیری افزایش یافت که علت آن ساخت خودروهایی با سطح جلوی عمودی و وسیع و سطح عقبی بریده شده شبیه اتومبیل پیکان بود . دراین خودروها به علت وجود نقطه جدایش درقسمت انتهایی ، نیروی درگ بالایی بوجود می آمده و راه حل مناسبی که برای رفع این نقیصه پیشنهاد شد ، اضافه کردن قسمتی به ناحیه انتهایی و ایجاد فرم دوکی شکل بود .

درسال ۱۹۷۵ پروفسرآلبرت مورلی طرحی ایده آل را برای ساخت بدنه اتومبیل ارائه کرد . از ویژگی های این طرح تلاش درجهت دستیابی به نیروی برآ (بالابرنده) درحد صفرو نیز نیروی درگ بسیار پایین بود. براساس طرح پروفسرمورلی اتومبیلی در سال ۱۹۹۲ ساخته شد که با همه بهینه سازی ها در هر صد کیلومتر۱،۵۷ لیتر بنزین مصرف می کرد.

طرح پیشنهادی پروفسرمورلی در قسمت آیرودینامیک بسیار تاثیرگذار بود . نمای جانبی بسیاری از خودروهای کم مصرف و خودرو های اسپرت که درسرعت بالا نیروی درگ مشکل اساسی آنها بود شبیه فرم ایده آل پروفسرمورلی هستند لازم به ذکر است که طرحهای آیرودینامیک اغلب زیباتر و از لحاظ ایمنی نیز برخودرو های قدیمی برتری دارند.

بیگ مرادی و رمضانی در پژوهشی پارامترهای بهینه هندسه صندوق عقب یک ماشین با مدل ساده برای به حداقل رساندن پسای آیرودینامیکی را بدست آوردند . برای این منظور از روش طراحی پارامتر مقاوم به همراه دینامیک سیالات محاسباتی استفاده شده است . نتایج بدست آمده از این روش با نتایج حاصل از شبیه سازی عددی مقایسه شده است . این مقایسه تطابق خوبی بین این نتایج را نشان می دهد. [۱]

وهبا و همکارانش به صورت عددی استفاده از پره های راهنمایی جانبی به عنوان دستگاه کاهش پسا برای وسایل نقلیه زمینی را مطالعه کردند . شبیه سازی ها نشان می دهندکه با استفاده از پره های راهنمای جانبی می توان ضریب پسا را دراتوبوس و خودروی ورزشی تا ۱۸٪ کاهش داد . همچنین نشان داده شده است که راهنمای پره با سطح مقطع ایرفول متقارن درصد بالاتری از ضریب پسا را نسبت به سطح نامتقارن کاهش می دهد.[۲]

گوپال و سنسیل کومار در تحقیقی تجربی تغییرات ضریب فشار ، فشاردینامیکی ، ضریب برآو ضریب پسارا با وجود مولد و بدون مولد گرداب بر روی سقف یک خودرو سواری و در زاویه های مختلف مولد گرداب مورد مطالعه قراردادند . از زاویه های ۱۰، ۱۵،۲۰ درجه در تونل باد و با مدلی با مقیاس ۱ به ۱۵ استفاده شده است . این آزمایش ها نشان دادند که با استفاده از مولد گرداب می توان بهبود زیادی در کاهش نیروی پسا بدست آورد .[۳]

آماده‌سازی

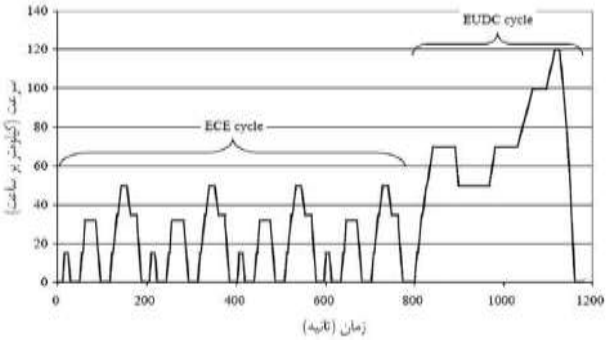
چرخه رانندگی

به منظور بررسی ها برای چرخه رانندگی و سرعت خودرو نسبت به زمان متناسب با دنده مورد نیاز به چرخه رانندگی اروپایی جدید برای تعیین مصرف سوخت به کار رفته است . این چرخه در شکل(۱) نشان داده شده است. [۵]

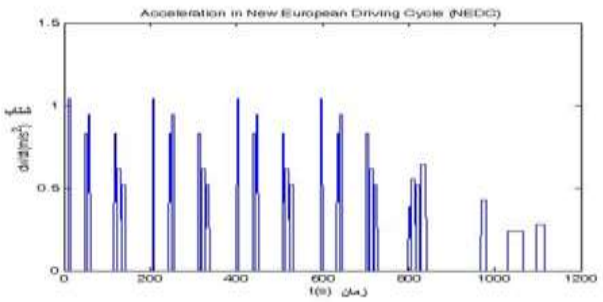
مطابق نمودار (۱) این چرخه از دو ناحیه تشکیل شده است که ناحیهٔ ECE رانندگی شهری و ناحیهٔ EUDC رانندگی جاده ای را شبیه سازی می کند.

بنابراین برای محاسبهٔ میزان مصرف سوخت خودرو در چرخهٔ رانندگی لازم است میزان مصرف سوخت خودرو برای هر یک از حالت های فوق و با در نظر گرفتن نحوهٔ ترکیب آنها از لحظه صفر تا ۱۲۰۰ ثانیه در نظر گرفته شود.

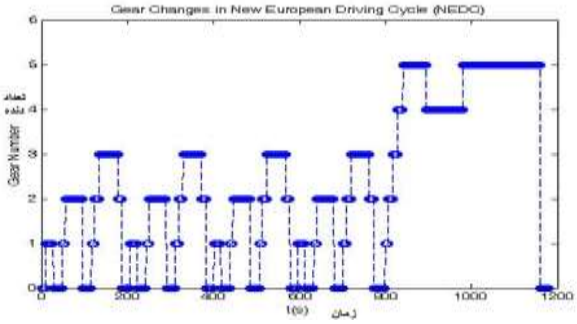
برنامه تهیه شده مشخصات چرخه رانندگی را تعیین می کند . این مشخصات شامل سرعت ، شتاب و دنده در هر لحظه از چرخه می باشد . سرعت شتاب و دنده به ترتیب در نمودارهای (۱) ، (۲) ، (۳) نشان داده شده است.



نمودار (۱) چرخه رانندگی اروپایی جدید NEDC



نمودار (۲) نمودار شتاب نسبت به زمان در چرخه رانندگی اروپایی جدید



نمودار (۳) دنده مورد نیاز نسبت به زمان در چرخه رانندگی اروپایی

محاسبه نیروی کشش

با استفاده از قانون دوم نیوتن نیروی کشش F_T مورد نیازدرمرز بین تایرهای محرک و جاده از رابطه (۱-۱) بدست می آید.

$$F_T = \frac{1}{2}\,\rho\, V^2\, C_D\, A + f_R G + m(1+\epsilon_i)\frac{dv}{dt} \qquad (۱-۱)$$

ویا به صورت معادله $(1-2)$ نمایش داده می شود.

$$F_T = D + R + m\frac{dv}{dt} + mg\sin\alpha \qquad (۱-۲)$$

که درآن

D	پسای آیرودینامیکی ،m^2
m	جرم وسیله نقلیه N/m^2
R	مقاومت غلتشی تایر
A	سطح پیشانی وسیله نقلیه m^2
V	سرعت جاده
g	شتاب ثقل
α	زاویه شیب جاده
$m\frac{dv}{dt}$	مقاومت شتابی
$mg\sin\alpha$	مقاومت بالا روندگی

می باشد. [۴]

محاسبه سرعت و شتاب و پسای آیرودینامیکی

پسای آیرودینامیکی نیز از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 C_D A \qquad (۱-۳)$$

که در آن

A مساحت پیشانی، m^2

C_D ضریب پسا

v سرعت جاده m/s

ρ چگالی، kg/m^3

η بازده سیستم انتقال قدرت ۸۸/. -۹۹/.

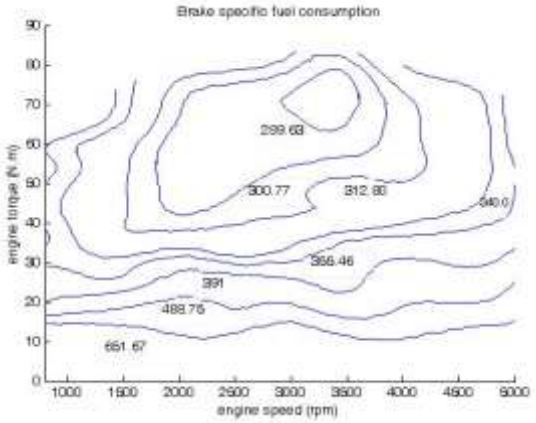
می باشد. [5]

محاسبه مصرف سوخت

مصرف سوخت وسیله نقلیه به موارد زیر بستگی دارد:

۱- چرخه رانندگی مورد استفاده

۲-مسیر نقاط عملکردی موتور که از نگاشت مصرف سوخت موتور بدست می آید. [۵]



شکل (۱) مصرف سوخت ویژه ترمزی موتور خودرو پراید

نتایج و بحث

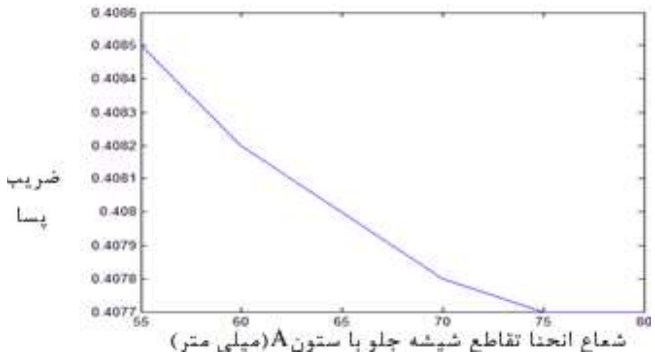
– اثر تغییرات پارامترهای هندسی موثر بر ضریب پسای خودرو پراید صبا

همه تغییرات ضریب پسا ناشی از تغییر شعاع انحناء محل تقاطع شیشه جلو با ستون A در جدول (۱) ارائه شده است. و همچنین در نمودار (۴) این تغییرات ارائه شده است.

مقدار پایه:۵۵ میلی متر

جدول(۱) تغییرات ضریب پسا ناشی ازمحل تقاتع شیشه جلو با ستون A

شعاع انحناء محل تقاطع شیشه جلو با ستون (mm)A	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰
ضریب پسا	/۴۰۸۵	/۴۰۸۲	/۴۰۸۰	/۴۰۷۸	/۴۰۷۷	/۴۰۷۷
درصد کاهش	۰	./۷	./۱۲	./۱۷	./۲۰	./۲۰



نمودار(۴) تغییرات ضریب پسا بر حسب تغییر شعاع انحناء محل تقاطع شیشه جلو با ستونA

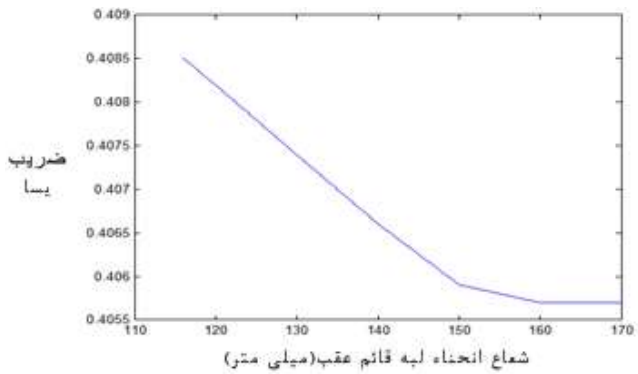
شعاع انحناء لبه قائم عقب خودرو

تغییرات ضریب پسای ناشی از تغییر شعاع انحناء لبه قائم عقب خودرو در جدول (۲) ارائه شده است.و هم چنین در نمودار (۵) این تغییرات ارائه شده است.

مقدار پایه : ۱۱۶ میلی متر

جدول(۲) تغییرات ضریب پسا ناشی از شعاع انحناء لبه قائم عقب خودرو

شعاع انحناء لبه قائم عقب (mm)	۱۱۶	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰
ضریب پسا	۴۰۸۵ /	۴۰۸۲ /	۴۰۷۴ /	۴۰۶۶ /	۴۰۵۹ /	۴۰۵۷ /	۴۰۵۷ /
در صد کاهش ضریب پسا	۰	۰/۰۷	۰/۲۷	۰/۴۷	۰/۶۴	۰/۶۹	۰/۶۹



نمودار(۵)تغییرات ضریب پسا بر حسب شعاع انحناء لبه قائم عقب

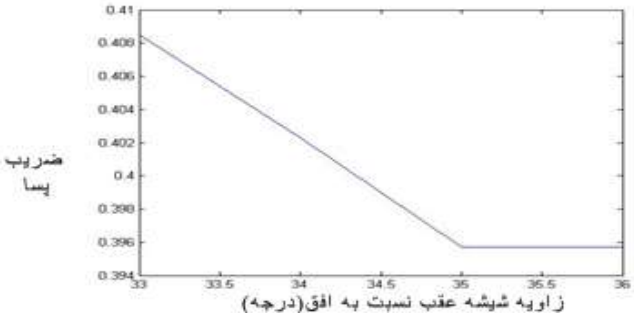
زاویه شیشه عقب نسبت به افق

تغییرات ضریب پسای ناشی از تغییر زاویه شیشه عقب نسبت به افق در جدول (۳) ارائه شده است . و هم چنین در نمودار (۶) این تغییرات ارائه شده است.

مقدار پایه: ۳۳درجه

جدول(۳) تغییرات ضریب پسا برحسب تغییر زاویه شیشه عقب نسبت به افق

زاویه شیشه عقب نسبت به افق	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶
ضریب پسا	۰/۴۰۸۵	۰/۴۰۲۳	۰/۳۹۵۷	۰/۳۹۵۷
درصد کاهش پسا	۰	۱/۵۲	۳/۱۳	۳/۱۳



نمودار(۶) تغییرات پسا برحسب تغییرزاویه شیشه عقب نسبت به افق

پوشاندن محفظه چرخ عقب

به منظور کاهش پسای آیرودینامیکی می توان محفظه چرخ عقب را پوشاند. تغییرات ضریب پسای ناشی از پوشاندن محفظه چرخ عقب در جدول (۴) ارائه شده است.

حالت پایه: بدون پوشش

جدول(۴) تغییر ضریب پسا به دلیل پوشاندن محفظه چرخ عقب

با پوشش	بدون پوشش	پوشاندن محفظه چرخ عقب
۰/۳۹۸۵	۰/۴۰۸۵	ضریب پسا
۲/۴۵	۰	درصد کاهش ضریب پسا

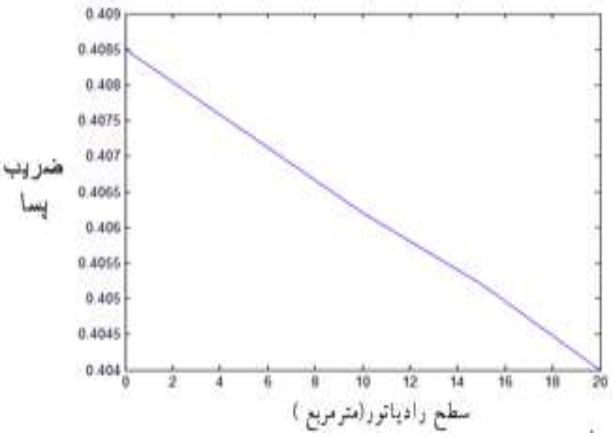
کوچکتر نمودن سطح رادیاتور

تغییرات ضریب پسا ناشی از کوچکتر نمودن سطح رادیاتور در جدول(۵) ارائه شده است و هم چنین در نمودار (۷) این تغییرات نشان داده شده است.

مساحت پایه: ۰/۱۵۶ متر مربع

جدول (۵) تغییرات ضریب پسا ناشی ازکوچکتر نمودن سطح رادیاتور

درصد کوچکتر نمودن سطح رادیاتور	۰	۱۰	۱۵	۲۰
ضریب پسا	۰/۴۰۸۵	۰/۴۰۶۲	۰/۴۰۵۲	۰/۴۰۴۰
در صد کاهش پسا	۰	۰/۵۶	۰/۸۱	۱/۱۰



نمودار(۷) تغییرات ضریب پسا بر حسب میزان کوچکتر نمودن سطح رادیاتور

تغییر درضریب پسا و مصرف سوخت به ازای تغییرات همزمان پارامتر های موثر

با تغییر همزمان پارامترهای مؤثر بر ضریب پسا تغییرات ضریب پسا و به دنبال آن تغییرات مصرف سوخت در چرخه رانندگی اروپایی جدید در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول(۶) تغییر درضریب پسا و مصرف سوخت به ازای تغییرات همزمان پارامتر های موثر

NEDC (L/100Km) مصرف سوخت در چرخه	ضریب پسا	-
۷/۹۵	۰/۴۰۸۵	هندسه پایه
۷/۹۴	۰/۴۰۷۷	شعاع انحناء محل تقاطع شیشه جلو با ستون ۷۵میلی متر
۷/۹۲	۰/۴۰۴۹	شعاع انحناء لبه قائم عقب ۱۶۰ میلی متر
۷/۸۱	۰/۳۹۲۱	زاویه شیشه عقب نسبت به افق ۳۵ درجه
۷/۷۲	۰/۳۸۲۱	پوشاندن محفظه چرخ عقب
۷/۶۸	۰/۳۷۷۵	کوچکتر نمودن سطح رادیاتور

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

با توجه به نتایج ارائه شده و نتایج نهائی موجود در جدول(۶) می توان با تغییر همزمان شعاع انحناء محل تقاطع شیشه جلو با ستون عمودی، شعاع انحناء لبه قائم عقب ،زاویه شیشه عقب نسبت به افق، پوشاندن محفظه چرخ عقب و کوچکتر نمودن سطح رادیاتور به ۷/۵۹ درصد کاهش در ضریب پسا و متعاقب آن ۳/۳۹ درصد کاهش در مصرف سوخت دست یافت.

پیشنهادات:

با کاهش مداوم ذخایر نفت خام افزایش قیمت سوخت در آینده حتمی است بنابراین مصرف سوخت پایین فی نفسه در بازار نقش مهمی ایفا خواهد کرد .عوامل وابسته به محیط زیست نیز برای بهبود اقتصاد سوخت فشار بیشتری اعمال خواهند کرد. وسیله نقلیه مطلوب، ازنظرآیرودینامیکی ومصرف سوخت نسبت به وسایل نقلیه جاری برای تولید کنندگان گرانتر تمام خواهند شد. زیرا که توسعه وسایل نقلیه سبک تر منجر به استفاده از مواد گرانتر می باشد واینکه با نیازمندی های آیرودینامیکی مانند ، شیشه گرد تر، بخش زیرین تراز، پنجره های تراز با بدنه به هزینه های تولید اضافه خواهد شد. بنابراین اقداماتی باید پذیرفته شوند که در چشم مشتری ازنظر اقتصادی سودمند باشد.

منابع و مآخذ:

[1]- Beigmoradi Sajjad, Ramezani Asghar Drag Optimization on Rear Box of a Simplified Car Model byRobust Parameter Design International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) May-June ISSN:2249-6645 pp-1253-1259

[2]- E.M. Wahba , H. Al-Marzooqi , M. Shaath , M. Shahin ,T. El-Dhmashawy Aerodynamic Drag Reduction for Ground Vehicles using Lateral Guide Vanes
Mechanical Engineering Department, College of Engineering
American University of Sharjah, United Arab Emirates
June 2012 68- 79

[3]- Gopal , Senthilkumar Taerodynamic Drag Reduction In a Passenger Vehicle Usingvortex Generator With Varying Yaw Anglesarpn Journal of Engineering and Applied Sciences September 2012

[4]- J. Y. Wong (Jo Yung) Theory of ground vehicles I J.Y. Wong.-3rd ed 2001
ISBN 0-471-35461-9 (cloth : alk. paper)

[5]- Wolf - Heinrich Hucho , Aerodynamics Of Road Vehicles, Ostring 48, D-6231, Schwalbach (Ts), Germany
Outher:[978-0-7506-1267-8,0-408-01422-9]
Publisher: butter worth – Heinemann LTD, July1987