مجله مهندسی زیست سامانه

مجله مهندسی زیست سامانه

# مطالعه برخی پارامترهای موثر بر میزان مصرف سوخت خودرو پژو ۲۰۶

کیومرث دائمی میلانی [۱]

**تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱۲/۰۸**

**تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸**

**چکیده:**

تاثیر عوامل مختلف بر میزان مصرف سوخت خودرو از نظر اقتصادی و مسائل زیست محیطی از اهمیت بسزایی برخوردار است. بر این اساس در این پژوهش به برررسی پارامترهای نوع تایر، فشار باد تایر، نوع هوای درون تایر و نوع شمع بر میزان مصرف سوخت خودروی ۲۰۶ پرداخته شده است. آزمون‌ها با پنج تیمار شامل نوع لاستیک، نوع شمع، میزان باد لاستیک، سرعت پیشروی، نوع باد و هر تیمار با سه تکرار انجام شد. نوع شمع شامل دو نوع معمولی و سوزنی؛ میزان باد در سه سطح باد استاندارد و به اندازه ۲ درجه کمتر و بیشتر از آن در نظر گرفته شد. سرعت پیشروی در سه سطح ۸۵، ۹۵ و ۱۰۵ کیلومتر در ساعت و نوع باد تایر هم در دو نوع باد معمولی و باد نیتروژن انتخاب شد. آزمون‌ها در یک مسیر ثابت با مسافت حدود ۵۰ کیلومتر انجام شد. نتایج آزمون‌ها نشان داد که با استفاده از تایرهای مناسب می‌توان حداقل به میزان ۱۲ درصد در مصرف سوخت صرفه‌جویی کرد. کاهش مصرف سوخت در صورت افزایش فشار باد تایر در شرایط ثابت از دیگر نتایج این پژوهش بود. مصرف سوخت با تایر حاوی گاز نیتروژن نسبت به خودرو با تایر حاوی هوا، به میزان سه درصد کاهش یافت. با تغییر نوع شمع از معمولی به سوزنی، مصرف سوخت کاهش یافت.

**واژگان کلیدی**: مصرف سوخت، خودرو، تایر، فشار باد، شمع

**مقدمه :**

طی سالیان گذشته با بحران سوخت و افزایش هزینه‌ها و همچنین آلودگی‌های زیست محیطی، خودروسازان با ارائه فناوری‌های جدید سعی در اقتصادی‌تر کردن خودرو با هدف کاهش مصرف سوخت و حفظ محیط زیست کرده‌اند. دراین میان اروپا و آمریکا با وضع قوانینی هدفمند و با برنامه‌ریزی-های منظم سعی دارند هر ساله اعداد و ارقام مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌ها را به سمت بهبود آن ارتقا دهند. بهره‌وری، راندمان سوخت و همچنین اقتصادی بودن خودروها در حال حاضر بیش از هر زمان در جهان مطرح است و خودروهای کنونی بهترین راندمان مصرف سوخت را دارند.

آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا میزان استاندارد مصرف سوخت برای خودروها را تا سال ۲۰۱۶ معادل ۵/۱ لیتر در هر کیلومتر تعیین کرده و خودروها می‌باید تا سال ۲۰۱۶ به این میانگین مصرف دست یابند و این در حالیست که اروپا استانداردی مشابه را برای خودروهای خود وضع کرده اما سال رسیدن به آن را سال ۲۰۱۵ تعیین کرده است و این نشان دهنده برتری نسبی اروپا در کاهش مصرف سوخت و به تبع آن انتشار آلاینده‌ها است.

تأثیر عوامل محیطی بر مصرف سوخت اجتناب‌ناپذیر است مانند دمای هوا؛ درصد گازهای موجود در هوا و ارتفاع از سطح دریا (فشار هوا). نحوه رانندگی نیز می‌تواند در مصرف سوخت خودرو بسیار مؤثر باشد. توجه به ترافیک، برنامه‌ریزی برای انتخاب مسیر صحیح، دوری از ترافیک و خیابان‌های پر تراکم، شروع حرکت با شتاب‌گیری کم، رانندگی ملایم و پرهیز از هیجان، رانندگی با سرعت مناسب، استفاده صحیح از کلاچ و دنده مناسب در هر سرعت و انتخاب سرعت دورانی موتور صحیح در رانندگی، از جمله مهمترین عوامل در نحوه رانندگی و ارتباط با مصرف سوخت می‌باشند.

راننده می‌تواند با سرعت مناسب و انتخاب دنده صحیح هم در مصرف سوخت صرفه‌جویی کند و هم به موتور کمتر فشار وارد نماید و خرابی آن را کمتر کند و همچنین با نگه‌داری

[۱]- دانشجوی دکتری مهندسی بیوسیستم، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* نویسنده مسؤول: q_milani@yahoo.com

سرعت دورانی موتور در این محدوده حداقل تعویض دنده و امکان شتاب‌گیری بهتر را فراهم کند. رانندگی توأم با هیجان و افزایش سرعت دورانی موتور تا مرز مجاز و فراتر از آن علاوه بر افزایش قابل توجه در مصرف سوخت، عمر موتور را کاهش داده و خرابی آن را افزایش می‌دهد.

تنظیم به موقع باد لاستیک‌ها و استفاده از لاستیک‌های مناسب و عدم استفاده از لاستیک‌هایی با عرض زیاد و همچنین استفاده از رینگ‌های سبک وزن می‌تواند در مصرف سوخت خودرو مفید باشد. تنظیم باد چرخ‌ها هر ماه و به محض تغییر فصل و تغییرات قابل توجه دمای هوا و تعویض لاستیک‌های صاف با لاستیک نو البته استفاده از لاستیک‌های با عرض و طول و ضخامت مناسب خودرو به توصیه سازنده نیز در مصرف سوخت تأثیرگذار می‌باشد. لاستیک‌های عریض به‌دلیل افزایش مقاومت در مقابل باد، مصرف سوخت را بالا می‌برند.

تعویض به موقع صافی هوا یا تمیز کردن آن با فشار باد، تنظیم موتور، انژکتورها، تمیز کردن و فیلرگیری شمع‌ها و استفاده از شمع‌های با کیفیت بالا و مناسب هر موتور به توصیه سازنده و همچنین تعویض نمودن به موقع فیلتر بنزین، استفاده از روغن موتور مناسب و تعویض به موقع آن و همچنین تعویض به موقع فیلتر روغن و استفاده از مکمل‌های روغن و بنزین می‌تواند به صرفه‌جویی در مصرف بنزین و کاهش آلودگی تولید موتور و همچنین کاهش خرابی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری موتور کمک کند. دیگر اینکه بازدیدهای منظم سرویس خودرو، عامل تاثیر گذار در مصرف سوخت است ضمن این که فشار باد تایرها باید حداقل هر ماه یک بار کنترل شود چرا که در صورت فشار باد خیلی پایین مصرف سوخت بالا می‌رود و بر اثر مقامت بر حرکت ساییدگی تایر نیز افزایش یافته و فرمان پذیری خودرو تحت تاثیر منفی قرار می‌گیرد.

مصرف سوخت در سرعت‌های بالا به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. به عنوان مثال وقتی از ۹۰ سرعت به ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت افزایش می‌یابد؛ مصرف سوخت حدود ۳۰ درصد افزایش پیدا می‌کند. سرعت باید تا جایی که امکان دارد ثابت بوده و از ترمزگیری و شتاب‌گیری غیر ضروری اجتناب شود که هر دو مورد مصرف سوخت و آلودگی را افزایش می‌دهد. لازم است یک شیوه رانندگی یکنواخت با امکان مانور پذیری مناسب به جهت اجتناب از خطرات قریب الوقوع و رعایت فاصله مناسب از خودرو جلویی جهت پرهیز از ترمزهای شدید به کار گرفته شود.

با توجه به مطالب فوق، اگرچه بسیاری از کاربران با موضوعات فوق به‌صورت کیفی آشنا هستند اما میزان تاثیر برخی از پارامترها بر مصرف سوخت به صورت کمی در برخی خودروها بررسی نگردیده است. لذا لازم است در این مورد به صورت اصولی و مهندسی بررسی‌هایی صورت گیرد و میزان تغییرات مصرف سوخت با این عوامل مورد ارزیابی قرار گیرد. در این پژوهش تلاش می‌شود اثرات پارامترهایی چون نوع لاستیک، نوع شمع، میزان باد لاستیک، سرعت پیشروی و نوع باد بر میزان مصرف سوخت به طور کمی مورد بررسی قرار گیرد.

جوان شیر و طاهری نژاد (۱۳۹۰) در پژوهشی به مطالعه تبیین و شناسایی راه کارهای کاربردی مناسب برای کاهش مصرف سوخت به وسیله مدل انتخاب وسیله سفرهای درون شهری پرداختند. نتایج نشان داد کاهش مالکیت بیش از یک خودروی شخصی در خانواده‌ها، افزایش حمل و نقل همگانی و افزایش قیمت سوخت از جمله عوامل مؤثر در کاهش مصرف سوخت در سفرهای درون شهری محسوب می‌شود.

در پژوهشی به مشخصه‌های رانندگی و میزان تأثیر آنها بر مصرف سوخت خودرو و آلاینده‌ها در گازهای خروجی مجرای دود پرداخته شد. جمع‌آوری داده‌های رانندگی در شرایط ترافیک واقعی برای دستیابی به رشتهٔ زمانی سرعت خودرو انجام گرفته است. نتایج شبیه‌سازی در چند مورد با آزمایش عملی مقایسه شد که حاکی از خطای اندک شبیه سازی‌ها بود. در انتها شاخص‌دهی مشخصه‌های رانندگی با استفاده از یک شاخص کلی صورت گرفت و مشخصه‌های برتر شناسایی و معرفی شدند. مشخصه‌های رانندگی مهم‌تر را می‌توان در دسته‌بندی شرایط شد آمد، توسعهٔ چرخه‌های رانندگی، دسته‌بندی الگوهای رانندگی و پایش هوشمند خودروهای هیبرید استفاده کرد. (منتظری و همکاران، ۱۳۸۸)

سعادت فومنی و بیدختی (۱۳۸۸) در پژوهشی اثرات سیکل شهری بر روی میزان مصرف سوخت خودرو را بررسی نمودند. در این پژوهش الگوریتمی ارائه گردید که با معلوم بودن نتایج آزمایش موتور بر روی دینامومتر و مشخصات خودرو، میزان مصرف سوخت و آلایندگی خودرو در سیکل‌های استاندارد را تخمین می‌زنند.

در پژوهشی دیگر تاثیر سرعت‌ها و شتاب‌ها بر روی مصرف سوخت یک خودروی سواری را ارزیابی شد. ابتدا سیکل‌هایی با شتاب‌های ثابت در سه دامنه سرعت زیر ۳۲ کیلومتر بر ساعت (رانندگی محلی)، بین ۳۲ و ۷۲ کیلومتر بر ساعت (رانندگی شهری) و بالای ۷۲ کیلومتر بر ساعت (رانندگی بزرگراهی) تعریف شدند.

سپس مصرف سوخت خودرو در هر یک از شتاب‌ها محاسبه شد. از این طریق می‌توان تاثیر شتاب‌های مختلف بر روی مصرف سوخت را در هر یک از سرعت‌ها ارزیابی نمود و همچنین با مقایسه مصرف سوخت سیکل‌های دارای شتاب یکسان در سرعت‌های مختلف، تاثیر سرعت را برآورد کرد. نتایج حاصله از تحلیل داده‌ها نشان داد که رانندگی با سرعت‌های پایین در طی رانندگی محلی (زیر ۳۲ کیلومتر بر ساعت)، بیش از رانندگی با شتاب‌های بالا در طول کل رانندگی باعث افزایش مصرف سوخت شد. همچنین در رانندگی شهری، این شتاب است که عامل تعیین کننده مصرف سوخت است و سرعت تاثیر چندانی ندارد. در نهایت در طی رانندگی بزرگراهی، علاوه بر شتاب بالا که باعث افزایش مصرف سوخت می‌شود رانندگی در سرعت‌های بالا نیز به افزایش مصرف سوخت می‌انجامد. (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۲)

**مواد و روش‌ها**

به منظور بررسی اثر پارامترهای مختلف بر میزان مصرف سوخت، از یک خودروی پژو ۲۰۶ در این پژوهش استفاده شد. این خودرو دارای یک موتور چهار سیلندر می‌باشد. همچنین این خودرو فقط با سوخت بنزین کار می‌کند. موتور خودروی مورد آزمایش استاندارد بود و هیچ‌گونه تعمیراتی روی موتور آن انجام نشده بود. آزمون‌ها با پنج تیمار شامل نوع لاستیک، نوع شمع، میزان باد لاستیک، سرعت پیشروی، نوع باد و هر تیمار با سه بار تکرار انجام شد.

نوع لاستیک بر دو نوع لاستیک داخلی (ساخت شرکت یزدتایر) و خارجی (با نام تجاری میشلن) بود. مشخصات فنی تایرها در جدول ۱ ارائه شده است.

نوع شمع شامل دو نوع معمولی و سوزنی بود. میزان باد هم در سه سطح باد استاندارد و به اندازه ۲ درجه کمتر و بیشتر از آن در نظر گرفته شد. سرعت پیشروی هم در سه سطح ۸۵، ۹۵ و ۱۰۵ کیلومتر در ساعت انتخاب شد. نوع باد هم در دو نوع باد معمولی و باد نیتروژن می‌باشد.

**جدول۱ - مشخصات تایرهای به کار رفته در آزمون‌ها**

| شرکت سازنده | میشلن | یزد تایر |
|---|---|---|
| مشخصات فنی | RBZ75 ۱۶۵/۶۵ | R۱۳۷۷ T ۱۶۵/۶۵ |
| حداکثر فشار باد قابل تحمل | ۴۰ Psi | ۳۶ Psi |
| ضخامت آج تایر نو | ۷ mm | ۶ mm |
| حداکثر بار قابل تحمل در حداکثر فشار باد مجاز | ۴۵۹ Kg | ۴۱۲ Kg |

آزمون‌ها در یک مسیر ثابت با مسافت حدود ۵۰ کیلومتر انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت در هر تیمار مخزن سوخت بنزین لبریز شده و پس از طی مسافت فوق، دوباره مخزن سوخت بنزین لبریز شد. با اندازه‌گیری مقدار بنزین مورد نیاز برای لبریز شدن مخزن، میزان لیتر مصرفی محاسبه شد. در تمام آزمون‌ها دور موتور ثابت شد و تغییر سرعت پیشروی با تغییر دنده بدست آمد.به منظور حذف اثرات شرایط محیطی نظیر دما، تابش خورشید، سرعت باد و غیره، آزمون‌ها در فصل تابستان در ۴ روز در ساعات مشابه (هر روز برای یکی از پارامترها) ۵ بعداز ظهر در مسیرهای یکسان انجام شد. قبل از شروع آزمون‌ها دمای محیط و سرعت باد اندازه‌گیری شد تا در صورت تفاوت با روز قبل، آزمون به روز دیگری موکول گردد. تکرار آزمون‌ها در همان روز انجام شد. راننده تمام آزمون‌ها، ثابت بود و در دنده و سرعت دورانی یکسان انجام شد.

در صنعت طراحی و ساخت تایر ملاک مصرف سوخت در یک خودرو با پارامتری بنام مقاومت غلتشی سنجیده می‌شود. مقاومت غلتشی یکی از پارامترهای اساسی در طراحی و تولید تایر است که کاهش آن به معنای کاهش نیروی پیشران یا کاهش مصرف سوخت وسیله نقلیه است. بطور کلی پارامترهای تاثیرگذاری که می‌توان با کنترل آنها مقدار مقاومت غلتشی و در نهایت میزان مصرف سوخت خودرو را کاهش داد معمولا به دو دسته کلی تقسیم بندی می‌شوند:

عوامل داخلی: ابعاد تایر، مقدار ضخامت در نواحی مختلف، مشخصات فیزیکی، مکانیکی و اجزای تشکیل دهنده.

عوامل خارجی: سرعت خودرو، فشار باد داخلی تایر، میزان بار وارده بر تایر، درجه حرارت محیط و جاده و میزان مسافت طی شده.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، به مقایسه اثر عوامل مختلف بر میزان مصرف سوخت پرداخته شد. شایان ذکر است که از میانگین نتایج میزان مصرف سوخت در دو تکرار برای هر تیمار استفاده شده است.

## نتایج

### نتایج آزمون تاثیر نوع تایر بر مصرف سوخت

جدول ۲ نتایج آزمون‌های انجام شده با تیمار نوع تایر را نشان می‌دهد.

**جدول۲- نتایج آزمایش نوع تایر**

| نوع تایر | سرعت (کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) |
|---|---|---|
| داخلی (یزدتایر) | ۸۵ | ۶/۷۱ |
| | ۹۵ | ۷/۱۸ |
| | ۱۰۵ | ۸/۱۲ |
| خارجی (میشلن) | ۸۵ | ۶/۱۸ |
| | ۹۵ | ۶/۹۱ |
| | ۱۰۵ | ۷/۱۴ |

**جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر نوع تایر و سرعت پیشروی بر میزان مصرف سوخت**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات (MS) | آماره آزمون (F) |
|---|---|---|---|
| نوع تایر | ۱ | ۱/۵۸۴ | ۳۹۱/۲** |
| سرعت پیشروی | ۲ | ۲/۱۰۶ | ۵۲۰/۱** |
| نوع تایر × سرعت پیشروی | ۲ | ۰/۱۹۳ | ۴۷/۸** |
| خطا | ۱۲ | ۰/۰۰۴ | |

**= وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪

**جدول ۴- آزمون مقایسه میانگین میزان مصرف سوخت در نوع تایر و سرعت پیشروی متفاوت (دانکن ۵٪)**

| نوع تایر | سرعت پیشروی ( کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) |
|---|---|---|
| تایر داخلی | ۸۵ | ۶/۷۱ B |
| | ۹۵ | ۷/۱۸ D |
| | ۱۰۵ | ۸/۱۲ E |
| تایر خارجی | ۸۵ | ۶/۱۸ A |
| | ۹۵ | ۶/۹۱ C |
| | ۱۰۵ | ۷/۱۴ D |

حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

همانگونه که از جدول ۲ مشخص است میزان مصرف سوخت با تایر خارجی در هر سرعت کمتر از تایر داخلی است. همچنین با افزایش سرعت پیشروی با هر تایر میزان مصرف سوخت افزایش یافته است. در جداول ۳ و ۴ نتایج تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین اثر نوع تایر و سرعت پیشروی بر میزان مصرف سوخت ارائه شده است. بر اساس نتایج این جداول هم مشخص است که نوع تایر در سرعت‌های مختلف پیشروی بر میزان مصرف سوخت در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد اثر معنی-داری داشته است.

یکی از عوامل مقاوم در برابر حرکت خودرو؛ نیروی مقاومت غلتشی تایر است. این نیرو در محل تماس تایر با زمین بوجود آمده و ناشی از هیسترزیس (پسماند) تایر بر اثر تغییر شکل تایر و توزیع نامتقارن بار عمودی نسبت به محور عمودی در نمای جانبی تایر است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نیروی مقاومت غلتشی تایر با عوامل مختلفی نظیر فشار باد تایر، ساختار تایر، سرعت خودرو و غیره مرتبط است. از طرفی تغییرات نیروی مقاومت غلتشی منجر به تغییر در نیروهای مقاوم حرکتی خودرو می‌شود که عواملی همچون مصرف سوخت، شتاب‌گیری، توان مفید، استهلاک قطعات و راحتی سرنشین را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

خودرو در هنگام حرکت باید توان کافی برای غلبه بر عوامل مقاوم در برابر حرکت را داشته باشد. مهمترین عوامل مقاوم حرکتی عبارتند از: نیروی مقاومت هوا، نیروی مقاومت غلتشی، اینرسی قطعات دورانی موتور و سیستم انتقال قدرت. نیروی مقاومت غلتشی بخش قابل توجهی از عوامل مقاوم حرکتی را شامل می‌شود و در سرعت‌های کم روی سطوح سخت مهمترین عامل مقاوم حرکتی محاسبه می‌شود. با افزایش سرعت خودرو، نقش نیروی مقاومت غلتشی کاهش یافته و نقش نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد. در سرعت ۱۰۰-۸۰ کیلومتر نیروی مقاومت غلتشی و نیروی پسا هوا با هم برابر می‌شوند و در سرعت‌های بالاتر نیروی مقاومت هوا نقش بیشتری خواهد داشت.

قابل توجه آنکه با افزایش سرعت، نیروی مقاومت غلتشی افزایش می‌یابد اما سهم این نیرو از کل نیروهای مقاوم حرکتی دچار کاهش می‌شود آزمون‌های انجام شده روی یک خودرو سواری نشان می‌دهد نیروی مقاومت غلتشی در رانندگی شهری ۴۶ درصد، در پیمایش با سرعت ثابت ۹۰ کیلومتر، ۳۷ درصد و در پیمایش با سرعت ثابت ۱۲۰ کیلومتر، ۲۵ درصد کل نیرو-های مقاوم در برابر حرکت را بخود اختصاص می‌دهد.

با کاهش نیروی مقاومت غلتشی، نیروهای مقاومت کننده در برابر حرکت کاهش یافته و به تبع آن توان مفید بیشتری برای خودرو قابل دستیابی خواهد بود که علاوه بر بهبود عملکرد پیمایش خودرو در شتابگیری مثبت، مصرف سوخت خودرو و آلاینده های خروجی از اگزوز هم کاهش پیدا می‌کند. نیروی مقاومت غلتشی بر اثر ویژگی میراکنندگی لاستیک در تایر بوجود می‌آید که باعث می‌شود انرژی صرف شده جهت فشرده

کردن لاستیک، با برگشتن لاستیک به حالت اولیه کاملا بازیابی نشود. بنابراین مقداری اتلاف انرژی در محل تماس تایر با زمین وجود خواهد داشت که ناشی از تغییر شکل محل تماس و ویژگی میرایی لاستیک آج است. این اتلاف توان بصورت تبدیل انرژی مکانیکی به گرما و افزایش دمای تایر نمود پیدا می-کند که منجر به کاهش همزمان مقاومت سایشی و حد تحمل خستگی تایر می شود.

## نتایج آزمون تاثیر نوع شمع بر مصرف سوخت

جدول ۵- نتایج آزمایش نوع شمع

| نوع شمع | سرعت (کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر) در هر ۱۰۰ کیلومتر |
|---|---|---|
| شمع معمولی | ۸۵ | ۷/۱۷ |
| | ۹۵ | ۷/۴۲ |
| | ۱۰۵ | ۷/۹۶ |
| شمع سوزنی | ۸۵ | ۶/۴۱ |
| | ۹۵ | ۶/۵۲ |
| | ۱۰۵ | ۶/۷۹ |

جدول۶- تجزیه واریانس تاثیر نوع شمع و سرعت پیشروی بر میزان مصرف سوخت

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات (MS) | آماره آزمون (F) |
|---|---|---|---|
| نوع شمع | ۱ | ۴/۰۰۴ | ۳۱۱/۹** |
| سرعت پیشروی | ۲ | ۰/۵۳۹ | ۴۱/۹** |
| نوع شمع × سرعت پیشروی | ۲ | ۰/۰۶۵ | ۵/۱** |
| خطا | ۱۲ | ۰/۰۱۲۹ | |

**= وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۷- آزمون مقایسه میانگین میزان مصرف سوخت در نوع شمع و سرعت پیشروی متفاوت (دانکن ۵٪)

| نوع شمع | سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) |
|---|---|---|
| شمع سوزنی | ۸۵ | ۶/۴۱ A |
| | ۹۵ | ۶/۵۲ A |
| | ۱۰۵ | ۶/۷۹ B |
| شمع معمولی | ۸۵ | ۷/۱۷ C |
| | ۹۵ | ۷/۴۲ D |
| | ۱۰۵ | ۷/۹۶ E |

حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

جدول ۵ نتایج اثر نوع شمع بر میزان مصرف سوخت را نشان می‌دهد. همانگونه که مشخص است با تغییر نوع شمع از معمولی به سوزنی، مصرف سوخت کاهش یافته است. با افزایش سرعت پیشروی با هر نوع شمع، میزان مصرف سوخت با شیب بسیار ملایم افزایش یافته است. همانطور که مشاهده می‌شود با بکارگیری شمع‌های سوزنی مصرف سوخت افزایش بسیار کمی در سرعت-های بالاتر دارند. در جداول۶ و۷ نتایج بررسی آمارهای استنباطی آزمون اثر نوع شمع در سرعت‌های مختلف پیشروی بر میزان مصرف سوخت ارائه شده است. همانگونه که از جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) و جدول نتایج آزمون دانکن (جدول ۷) مشخص است تغییر نوع شمع در سرعت‌های مختلف پیشروی نیز بر میزان مصرف سوخت از نظر آماری اثرگذار بوده است.

بکارگیری نسل جدید شمع با ساختار سوزنی به دلیل نیاز به ولتاژ پایین‌تر برای جرقه‌زنی و نیز کاهش امکان خاموشی شعله و همچنین بوجود آوردن شعله گرمتر اولیه و احتراق مطمئن‌تر از دستاوردهای جدید این صنعت می‌باشد.

## نتایج آزمون تاثیر میزان باد بر مصرف سوخت

نتایج آزمون‌های انجام گرفته به همراه برخی تحلیل‌های صورت گرفته بر آنها، جهت دسترسی و مقایسه ساده در جداول ۸، ۹ و ۱۰ ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود اثر میزان باد بر میزان مصرف سوخت، معکوس است. بدین مفهوم که با افزایش میزان باد، مصرف سوخت کاهش یافته است.

جدول ۸- تاثیر میزان باد تایر بر مصرف سوخت

| فشار باد | دورتقریبی موتور (RPM) | سرعت (کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) |
|---|---|---|---|
| ۲+ | ۲۲۰۰ | ۸۵ | ۶/۵۵ |
| | | ۹۵ | ۶/۷۳ |
| | | ۱۰۵ | ۷/۰۹ |
| استاندارد (۳۰ پوند بر اینچ مربع) | ۲۲۰۰ | ۸۵ | ۶/۸۵ |
| | | ۹۵ | ۶/۹۹ |
| | | ۱۰۵ | ۷/۵۴ |
| ۲- | ۲۲۰۰ | ۸۵ | ۷/۷۴ |
| | | ۹۵ | ۸/۱۰ |
| | | ۱۰۵ | ۸/۶۸ |

**جدول ۹- تجزیه واریانس تاثیر فشار باد تایر و سرعت پیشروی بر میزان مصرف سوخت**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات (MS) | آماره آزمون (F) |
|---|---|---|---|
| فشار باد تایر | ۲ | ۴/۶۸۴ | ۵۹۰/۴** |
| سرعت پیشروی | ۲ | ۱/۲۳۲ | ۱۵۵/۳** |
| فشار باد × سرعت پیشروی | ۴ | ۰/۰۳۴ | ۴/۳* |
| خطا | ۱۸ | ۰/۰۰۸ | |

**= وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

*=وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪

**جدول ۱۰: آزمون مقایسه میانگین میزان مصرف سوخت در فشار باد تایر و سرعت پیشروی متفاوت (دانکن ۵٪)**

| فشار باد تایر | سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) |
|---|---|---|
| ۳۲ PSI | ۸۵ | ۶/۵۵ A |
| | ۹۵ | ۶/۷۳ B |
| | ۱۰۵ | ۷/۰۹ D |
| ۳۰PSI استاندارد | ۸۵ | ۶/۸۵ B C |
| | ۹۵ | ۶/۹۹ CD |
| | ۱۰۵ | ۷/۵۴ E |
| ۲۸ PSI | ۸۵ | ۷/۷۴ F |
| | ۹۵ | ۸/۱ G |
| | ۱۰۵ | ۸/۶۸ H |

حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

**نتایج آزمون تاثیر نوع باد بر مصرف سوخت**

در طی تمامی آزمون‌ها سعی شد تا حد امکان تمامی شرایط را ثابت نگه داشته و تنها با تغییر یک پارامتر از حالت استاندارد و مبنا، تاثیر آن پارامتر روی مقدار مصرف سوخت بررسی شود. همچنین سعی شد که آزمون‌ها در شرایطی انجام شود که تا حد امکان دمای هوا، سرعت، بار اعمالی روی خودرو، و جهت وزش باد در طول زمان انجام آزمایش، یکسان و تحت نظر باشد و مسیر آزمایش بدون شیب باشد. نتایج آزمون‌ها در جداول ۱۱، ۱۲ و ۱۳ ارائه شده است.

**الف) در سرعت ۸۵ کیلومتر بر ساعت**

نتایج نشان می دهد که در سرعت‌های پایین، یعنی ۸۵ کیلومتر در ساعت، تاثیر مصرف سوخت بین نیتروژن و هوا قابل پیش بینی نیست. اما می‌توان گفت با افزایش فشار تایر، زمان پاشش سوخت کاهش یافته و مصرف سوخت در مجموع کاهش می یابد، که ناشی از کاهش نیروی مقاومت غلتشی تایر است.

**ب) در سرعت ۹۵ کیلومتر بر ساعت**

مشاهده می‌شود که برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ۹۵ کیلومتر بر ساعت در دنده ۴ با فشار باد تایر در مقدار ۳۰ پوند بر اینچ مربع، یکبار با هوای معمولی و یکبار با گاز نیتروژن برای یک مسیر مشخص، مصرف سوخت در خودرو با تایر حاوی گاز نیتروژن نسبت به خودرو با تایر حاوی هوا، به ترتیب به میزان ۳ درصد کاهش یافته است.

**ج) در سرعت ۱۰۵ کیلومتر بر ساعت**

مشاهده می‌شود که برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ۱۰۵کیلومتر بر ساعت در دنده ۴ با فشارهای تایر ۳۰ پوند براینچ مربع، یکبار با هوای معمولی و یکبار با گاز نیتروژن با طی یک مسیر مشخص، مصرف سوخت خودرو با تایر حاوی گاز نیتروژن نسبت به خودرو با تایر حاوی هوا، به ترتیب به میزان ۸ درصد کاهش یافته است.

**جدول۱۱- نتایج آزمون نوع باد تایر بر مصرف سوخت**

| نوع باد | فشار استاندارد (پوند بر اینچ مربع) | سرعت (کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) |
|---|---|---|---|
| باد معمولی | ۳۰ | ۸۵ | ۶/۷۱ |
| | | ۹۵ | ۶/۹۹ |
| | | ۱۰۵ | ۷/۴۵ |
| باد نیتروژن | ۳۰ | ۸۵ | ۶/۷۰ |
| | | ۹۵ | ۶/۸۵ |
| | | ۱۰۵ | ۶/۹۴ |

**جدول ۱۲- تجزیه واریانس تاثیر نوع باد و سرعت پیشروی بر میزان مصرف سوخت**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات (MS) | آماره آزمون (F) |
|---|---|---|---|
| نوع باد تایر | ۱ | ۰/۲۱۸ | ۴۰/۸** |
| سرعت پیشروی | ۲ | ۰/۳۶۲ | ۶۷/۹** |
| نوع باد × سرعت پیشروی | ۲ | ۰/۱۰۱ | ۱۸/۹** |
| خطا | ۱۲ | ۰/۰۰۵ | |

**= وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۱۳- آزمون مقایسه میانگین میزان مصرف سوخت در نوع باد تایر و سرعت پیشروی متفاوت (دانکن ۵٪)

| نوع باد تایر | سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت) | مصرف سوخت (لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر) |
|---|---|---|
| باد معمولی | ۸۵ | ۶/۷۱ A |
| | ۹۵ | ۶/۹۹ C |
| | ۱۰۵ | ۷/۴۵ D |
| باد نیتروژن | ۸۵ | ۶/۷ A |
| | ۹۵ | ۶/۸۵ B |
| | ۱۰۵ | ۶/۹۴ B C |

حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

## نتیجه‌گیری

همانگونه که نتایج نشان داد با استفاده از تایرهای مناسب می‌توان حداقل به میزان ۱۲ درصد در مصرف سوخت خودروها صرفه‌جویی کرد. ضمن آنکه با رعایت صحیح شرایط مناسب استفاده از تایر و خودرو (که هم تولیدکنندگان خودرو و هم تولیدکنندگان تایر موظف به اعلام آنها هستند.) می‌توان از مصرف بسیار بالای سوخت کاست. ضمن آنکه می‌توان از آلودگی بالائی که به تعبیری نزدیک به ۷۰ درصد آن به مصرف سوخت در خودروها برمی‌گردد کاست.

با بررسی نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده، نتایج نشان می‌دهند که در سرعت‌های کم، یعنی ۸۵ کیلومتر در ساعت، تاثیر مصرف سوخت بین نیتروژن و هوا قابل پیش بینی نیست. اما می‌توان گفت با افزایش فشار تایر، زمان پاشش سوخت کاهش یافته و مصرف سوخت در مجموع کاهش می‌یابد، که ناشی از کاهش نیروی مقاومت غلتشی تایر است. مشاهده می‌شود که برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ۹۵ کیلومتر بر ساعت در دنده ۴ با فشار باد تایر در مقدار ۳۰ پوند بر اینچ-مربع، یکبار با هوای معمولی و یکبار با گاز نیتروژن برای یک مسیر مشخص، مصرف سوخت در خودرو با تایر حاوی گاز نیتروژن نسبت به خودرو با تایر حاوی هوا ، به ترتیب به میزان سه درصد کاهش یافته است. مشاهده می‌شود که برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ۱۰۵ کیلومتر بر ساعت در دنده ۴ با فشارهای تایر ۳۰ پوند بر اینچ مربع، یکبار با هوای معمولی و یکبار با گاز نیتروژن با طی یک مسیر مشخص، مصرف سوخت خودرو با تایر حاوی گاز نیتروژن نسبت به خودرو با تایر حاوی هوا، به ترتیب به میزان ۸ درصد کاهش یافته است.

در این پژوهش نیز تاثیر باد تایر بر مصرف سوخت مورد بررسی قرار گرفته است که نتیجه آن کاهش مصرف سوخت در صورت افزایش فشار باد تایر (در شرایط ثابت) است. بنابراین بصورت غیر مستقیم نتیجه گرفته می‌شود که نیروی مقاومت غلتشی با افزایش فشار باد تایر، کاهش می‌یابد.

با مقایسه مصرف سوخت کلی در سرعت های ۸۵ و ۹۵ کیلومتر بر ساعت می‌توان دریافت که افزایش مصرف سوخت در فشار ۳۰ پوند بر اینچ مربع بطور قابل توجهی افزایش یافته است. پیش از قضاوت، باید در نظر داشت که سرعت ۸۵ کیلومتر بر ساعت در دنده ۳ حاصل شده است در حالیکه برای رسیدن به سرعت ۹۵ کیلومتر بر ساعت، خودرو در دنده ۴ قرار داشته است. بنابراین مقایسه مستقیم بین این دو حالت اساسا درست نیست اما با در نظرگیری شرایط دنده و دور موتور می‌توان دلیل احتمالی آن را کاهش دور موتور و افزایش فشار نسبی در منیفولد ورودی موتور دانست که در تعامل با افزایش نیروی مقاومت غلتشی، تاثیر بیشتری بر مصرف سوخت می‌گذارد. با افزایش سرعت خودرو از ۸۵ کیلومتر بر ساعت به ۱۰۵ کیلومتر بر ساعت، تاثیر منفی فشار کم تایر بر مصرف سوخت، به طرز قابل توجهی کاهش می‌یابد. در حالیکه تاثیر تایر با فشار بالا افزایش می‌یابد. دلیل این اختلاف و تضاد در افزایش و کاهش مصرف سوخت را می-توان تاثیر عوامل جانبی بر آزمایش و اندازه گیری‌ها دانست. از جمله آنها می‌توان به تاثیر بیشتر نیروی مقاومت هوا در سرعت ۱۰۵ کیلومتر بر ساعت اشاره کرد. علاوه بر آن در سرعت‌های بالا، جهت ثابت نگاه داشتن سرعت خودرو در شیب‌ها، تغییرات بیشتر و سریع‌تری باید بر دریچه گاز اعمال شود و این معادل مصرف سوخت بیشتر است. بنابراین توضیحات، در سرعت‌های بالا، تاثیر عادت رانندگی بر اندازه گیری‌ها بیشتر است و می‌توان یکی دیگر از عوامل تضاد در این مورد را تاثیر عادت رانندگی دانست.

## References

Juanshir, H. and Taherinejad, M. 2011. Determining implementation strategies to reduce fuel consumption by means of the vehicle selection model for intra-urban trips in Rasht. Journal of Traffic Studies, 8: No. 16

Mashhadhi, b. and Nosrati, M.M. 2010. The effect of driving behavior on the fuel consumption of passenger cars. The first national conference of the automotive industry

Montazeri, M., Fatuhi, A. and Naderpour, A. 2009. Driving characteristics and their impact on fuel consumption and emissions of electric hybrid vehicles. Journal of Engine Research. Consecutive 17. Winter.

Saadat Fomeni, M. and Amin Bidakhti, A. 2018. Investigating the effects of urban cycle on car fuel consumption. Modeling in Engineering. Vol: 7, No: 19

# The Study of Some Parameters Affecting the Fuel Consumption of Peugeot 206

**Kiumars Daemi Milani** [1]
1- Ph.d.student of biosystems engineering, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, Tehran, Iran
* Corresponding author: q_milani@yahoo.com

***Received: 27 Feb 2023***
***Accept: 17 Apr 2023***

**Abstract**

The effect of various factors on the fuel consumption of a car is very important in terms of economic and environmental issues. Based on this, in this research, the parameters of tire type, tire air pressure, type of air in the tire and type of spark plug on the fuel consumption of the 206 Peugeot car have been investigated. Tests were conducted with five treatments, including type of tire, type of spark plug, amount of tire inflation, forward speed, type of air and each treatment was performed with three repetitions. The type of candle includes two types, normal and needle; The amount of air was considered in three standard air levels and 2 degrees less and more than that. The forward speed was selected at three levels: 85, 95 and 105 $km.h^{-1}$ and the type of tire air was selected in two types of normal air and nitrogen air. The tests were conducted on a fixed route with a distance of about 50 km. The results of the tests showed that by using the right tires, fuel consumption can be saved by at least 12%. Reducing fuel consumption in case of increasing tire pressure in constant conditions was another result of this research. Fuel consumption with tires containing nitrogen gas was reduced by three percent compared to the car with tires containing air. By changing the type of spark plug from conventional to needle, fuel consumption was reduced.

**Keywords:** fuel consumption,car,tire,air pressure,candle