

بررسی تاثیر استفاده از وایرهای بهینه در سیستم جرقه زنی خودرو بر روی آلاینده های خروجی آن

مهدی نیاجلیلی^{۱*}، امیررضا نعمتی^۱، حسین بخشی زاده کلوری^۱، علی کوچکی نژاد^۱
۱- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان- ایران
*ایمیل نویسنده مسئول : Mehdi_niajalili@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۵

چکیده

با توجه به افزایش آلودگی های زیست محیطی، ضرورت ایجاد شده است که خودروسازان به ساخت خودروهایی با حداقل آلاینده های مبادرت ورزند. لذا استفاده از تجهیزات کنترل آلاینده های مانند کاتالیست، سیستم EGR، سنسور اکسیژن و غیره در خودرو رو به افزایش است. عوامل موثر در کاهش گازهای مخرب خروجی خودرو شامل سیستم های داخلی موتور، سیستم سوخت رسانی و سیستم جرقه زنی خودرو است. در این پژوهش بررسی ها پیرامون تاثیر استفاده از وایرهای بهینه (با مقاومت صفر)، بر روی گازهای خروجی خودرو انجام گرفته است. این بررسی بر روی شش خودرو (سه خودرو سالم و سه خودرو با عیوبی در سیستم های موتوری، سوخت رسانی و جرقه زنی) انجام گرفته و پارامترهای خروجی در تست آلاینده های شامل CO₂، HC، CO و O₂ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بر طبق بررسی های انجام شده، استفاده از وایرهای بهینه در خودروهای سالم باعث کاهش HC، CO و O₂ می شود. این در حالی است که پارامتر CO₂ در این خودروها افزایش داشته است که این مورد بر بهبود استفاده از این سیستم صحت می گذارد. از این رو استفاده از وایرهای بهینه، ضمن اینکه احتراق کامل تری را به وجود می آورد، می تواند کمک بسیاری به کاهش آلاینده های زیست محیطی نماید.

کلمات کلیدی

"آلاینده های"، "اکسیژن"، "خودرو"، "محیط زیست"، "وایر"

Research on the effect of using optimal wires in car ignition system on its emissions

Mehdi Niajalili^{1,*}, Amir Reza Nemat¹, Hossein Bakhshizadeh Kolori¹, Ali Kochakinejad¹

1-Department of Mechanical Engineering, Faculty of Seyyed-Al-Shohada, Rostam Abad Branch, Technical and vocational University (TVU), Guilan, Iran.

*Email Address: Mehdi_niajalili@yahoo.com

Abstract

Due to the increase in environmental pollution, it has become necessary for car manufacturers to build cars with minimal pollution. Therefore, the use of pollution control equipment such as catalysts, EGR system, oxygen sensors, etc. in the car is increasing. Factors influencing the reduction of car exhaust emissions include the engine's internal systems, the fuel system and the car's ignition system. In this research, studies have been conducted on the effect of using optimal wires (with zero resistance) on vehicle exhaust gases. This study was performed on six vehicles (three healthy vehicles and three vehicles with defects in engine, fuel and ignition systems) and the output parameters in the pollution test including CO, HC, CO₂ and O₂ were analyzed. According to studies, the use of optimal wires in healthy vehicles reduces CO, HC and O₂. However, the CO₂ parameter in these cars has increased, which confirms the improvement in the use of this type of wire. Therefore, the use of optimal wires, while creating a more complete combustion, can help a lot to reduce environmental pollution.

Keywords

"Pollution", "Oxygen", "Car", "Environment", "Wire"

۱- مقدمه

انسان و محیط زیست به شدت در خطر قرار گرفته است. بر طبق طبقه بندی انجام شده، در شهرهای بزرگ، وسایل نقلیه با سوخت های نفتی با بیش از ۸۰ درصد آلودگی هوا، بیشترین میزان آلوده کردن هوا را به خود اختصاص داده اند (Tyler et al. 2011). لذا همواره مهندسان برای کاهش آلودگی در تلاشند، راه های ایده آلی برای دست یابی به این موضوع بیابند که اقتصاد سوختی یکی از آن راه ها می باشد. اقتصاد سوختی شامل صرفه جویی در مصرف سوخت بوده و این مسئله باعث تولید کمتر گاز های مخرب خروجی آگزوز می شود. میزان تولید گاز های مخرب و مصرف سوخت با یکدیگر ارتباط نزدیک دارند که این رابطه همواره تحت تاثیر طراحی سیستم احتراقی موتور می باشد (Watson et al. 1988). در این پژوهش در ابتدا سیستم سوخت رسانی خودرو تشریح شده است. در مرحله بعد با معرفی وایرهای بهینه در سیستم سوخت رسانی، تاثیر استفاده از این وایر ها در آلودگی های خروجی، بر روی شش خودرو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

۲- سیستم جرقه زنی در خودرو

فرایند احتراق در موتور های اشتعال - جرقه ای، توسط جرقه ای که در داخل سیلندر زده می شود، شروع می شود. برای ایجاد این جرقه، از قطعاتی همچون کوئل و دلکو، وایر و شمع، که از اجزای سیستم جرقه زنی می باشند، استفاده می شود. در خودرو هایی با تکنولوژی قدیمی جرقه زنی، از ابتدایی ترین تکنولوژی این سیستم، که شامل دلکو و کوئل بوده، بهره می بردند. با پیشرفت تکنولوژی این سیستم جای خود را به کوئل های دوپل داد که دستور جرقه را از واحد کنترل الکترونیکی (ECU) خودرو دریافت کرده و از طریق وایر، جرقه را به شمع ها منتقل می کند. امروز بعضی از خودرو ها برای هر یک از شمع ها از یک کوئل به صورت جداگانه استفاده می کنند. در این سیستم دیگر از وایر مرسوم استفاده نشده و کوئل به صورت مستقیم بر روی شمع قرار می گیرد و از یک وایر بسیار کوتاه روی کوئل استفاده می شود [۹]. دلکو و کوئل وظیفه تولید و تقسیم برق و جرقه مورد نیاز را دارند. ولتاژ ابتدایی حدود ۱۲ ولت بوده و کار کوئل این است که ولتاژ برق را بالا ببرد تا برای ایجاد جرقه توسط شمع مناسب باشد. برق بعد از کوئل وارد دلکو می شود. دلکو کار تقسیم برق به شمع ها و همچنین زمان بندی ایجاد جرقه در شمع را برعهده دارد. در اتومبیل های انژکتوری این کار توسط واحد کنترل الکترونیکی خودرو یا همان ECU انجام می شود. سپس جریان برق ایجاد شده از طریق وایرها به شمع می رسد و جرقه زده می شود تا عمل احتراق در موتور انجام شود. لذا وایر های خودرو به عنوان عاملی مهم در انتقال برق کوئل به شمع ها محسوب می شوند. مقاومت داخلی نباید از ۵ کیلو اهم بیشتر باشد. افزایش مقاومت باعث می شود که کیفیت ارسال برق به شمع ها و به تناسب آن جرقه ایجاد شده ضعیف تر گردد. در شکل ۱ نمای از وایر متداول مورد استفاده در خودرو ها نشان داده شده است.

کاهش منابع سوخت های فسیلی از یک طرف و افزایش آلودگی های زیست محیطی از طرف دیگر باعث شده است که همواره استفاده از تکنولوژی های جدید در راستای کاهش مصرف سوخت و کنترل آلودگی در خودروها بیشتر مورد توجه طراحان قرار گیرد (Meanzo and Peng, 2000)، (Negaya et al. 2006)، (Kan et al. 2018)، (Sher and Bar-Kohany 2002)، (Dado, 2013)، (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵) شر و بارکوهانی (۲۰۰۲) بهینه سازی زمان بندی متغیر سوپاپ را برای به حداکثر رساندن عملکرد یک موتور SI مورد بررسی قرار داده اند. آن ها عملکرد یک موتور تجاری اشتعال جرقه ای، که دارای سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ است، را بررسی کردند. این محققان بهینه سازی سوپاپ ها را در زمان باز بودن هر دو سوپاپ و همچنین زمان بندی باز و بسته شدن آن را مورد بررسی قرار داده و در نهایت اعلام کرده اند که با استفاده از سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ، حداکثر گشتاور در سرعت های پایین تر موتور رخ می دهد. همچنین با استفاده از این سیستم، انتشار گاز CO و NOx بهبود یافته و به طرز قابل قبولی از افزایش آن جلوگیری شده است. علاوه بر آن گشتاور موتور و مصرف ویژه ترمزی نیز بهبود یافته است. کان و همکاران (۲۰۱۸) بر روی مطالعه مصرف سوخت و آلودگی های تولید شده از خودروها توسط اطلاعات ثبت شده از سیستم GPS تحقیق و پژوهش کرده اند. این محققان بیان داشتند که مصرف سوخت و آلودگی ناشی از آن، تاثیر مستقیم بر روی سلامتی انسانها دارد. لذا داشتن اطلاعات کافی در راستای تعیین میزان مصرف و آلودگی خودروها تا مقدار زیادی می تواند بر سلامت جامعه تاثیر داشته باشد. آنها تحقیقات خود را برای مصرف سوخت و میزان آلودگی تولید شده در زمان گرم و سرد (زمان استارت) بر روی خودرو انجام داده اند. آنها پژوهش خود را برای در حالت ها حرکت خودرو و در جا کار کردن، انجام داده و در نهایت با اعلام اینکه مطالعه آن ها نتایج شفافی را بین مصرف سوخت و فعالیت ماشین خودرو ارائه داده است، دقت کار خود را ۸۸٫۶ درصد اعلام داشته اند. مجتبی کرمی و همکاران (۱۳۹۵) بر روی استفاده از سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ بر روی موتور TU5 تحقیق کرده اند. آن ها با بیان اینکه استفاده از سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ می تواند باعث کاهش مصرف سوخت شود، عملکرد آن را در کاهش آلودگی های زیست محیطی بسیار مفید دانسته اند. این محققان در نهایت اعلام کردند که استفاده از سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ، بر روی موتور TU5، که دارای کاربرد وسیعی در خودروهای داخلی می باشد، می تواند بسیار مفید بوده و نوید این موضوع وجود دارد که بهره وری از این سیستم نوین خودرو، در حفظ منابع سوخت های فسیلی و کاهش آلودگی های محیط زیست، تاثیر به سزایی را به همراه خواهد داشت. با توجه به افزایش مداوم وسایل نقلیه موتوری و همچنین افزایش بی رویه آلودگی ها، سلامت

۳- وایرهای بهینه

با توجه به استفاده از وایرهای بهینه و آنالیز آلاینده‌گی خودرو با استفاده از این وایرها، در این قسمت توضیحاتی پیرامون این نوع وایرها داده شده است. جنس هسته ی مرکزی وایر های بهینه شده اصولاً از مس، فولاد می باشند که رسانایی بالا و کمترین مقاومت را دارند. برای عایق نمودن هسته ی مرکزی این وایرها از لوله های سیلیکونی با قطر های حداقل ۸ میلیمتر و بالاتر استفاده می کنند. وایر مورد استفاده در این تست دارای هسته ی مرکزی ای از جنس فولاد که دارای مقاومت صفر می باشند و با لایه ۸ میلیمتری از جنس سیلیکون عایق شده است. وایر های مورد استفاده به علت دارا بودن پایین ترین مقاومت می توانند همان مقدار جریان تولید شده در کوئل را بدون کاهش مقدار جریان به شمع ها منتقل کنند. این فرایند باعث جرقه ای به مراتب قوی تر نسبت به وایر معمولی و در نتیجه احتراق کامل تر در سیلندر می شود. توسط مولتی متر دیجیتال مقدار مقاومت وایرها اندازه گیری شده است که در شکل ۲ مقدار این مقاومت قابل رویت است.



شکل ۱. نمایی از وایر متداول مورد استفاده در خودروها (Federal mogul spark plugs)

۴- تاثیر وایرهای بهینه بر روی آلاینده‌گی

برای تعیین میزان تاثیر استفاده از وایرهای بهینه بر روی میزان آلاینده‌گی خودرو، از میان خودروهای داخلی شش خودرو انتخاب شده است. برای تفهیم بهتر تاثیر این نوع وایر ها بر روی خودرو، سه خودرو از شش خودرو انتخابی، دارای ایراد در سیستم سوخت رسانی، جرقه یا موتوری بوده اند. سه خودروی دیگر سالم و بدون ایراد بوده و قطعات مختلف دارای سلامت کامل بوده اند. جدول ۱ مشخصات کامل خودروها انتخابی را با ذکر نوع ایراد آنها و دیگر مشخصات فنی نشان می دهد. در مرحله بعد، وایر های بهینه بر روی این خودروها نصب شده و توسط دستگاه تست پنج گاز با مدل AIRREX HG-550 [۱۰] آلاینده های خروجی آن مورد ارزیابی قرار گرفته است. شکل ۳ نمایی از نصب وایر ها بر روی خودرو پراید را نشان می دهد. در کلیه خودروهای تحت آزمایش تست ۵ گاز یکبار با وایر های معمولی و در مرحله دوم با وایرهای بهینه انجام گرفته شده و مقادیر آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مقدار CO_2 دود خروجی در حالت بعد از نصب وایر های بهینه، در تمام خودروها یا ثابت بوده و یا افزایش داشته است که این مهم بدان معنی است که استفاده از وایر های بهینه در بیشتر اوقات مسبب احتراق کامل تری درون سیلندر می باشد. همچنین مقدار O_2 نیز در تمام خودروها کاهش داشته است. یعنی اکسیژن بیشتری در فرآیند احتراق شرکت کرده و احتراق کامل تری را به وجود آورده است. شکل ۴ و ۵ نمودار تغییرات پارامتر CO_2 و O_2 در خودروهای مطالعاتی، در حالت استفاده از وایر بهینه و بدون استفاده از آن را نشان می دهد.



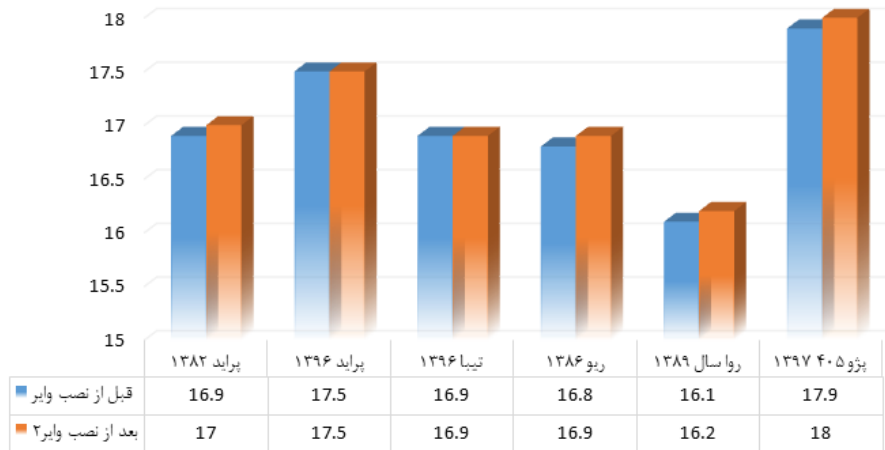
شکل ۲. نمایی از مقاومت وایرهای بهینه مورد استفاده در این پژوهش

جدول ۱. مشخصات خودروهای مطالعاتی

| خودرو | پراید | پژو روا | تیبا | پراید | ریو | پژو ۴۰۵ |
|------------------------|---------------------------|---|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| سال تولید | ۱۳۸۲ | ۱۳۸۹ | ۱۳۹۶ | ۱۳۹۶ | ۱۳۸۶ | ۱۳۹۷ |
| استاندارد آلاینده‌گی | Euro 1 | Euro 2 | Euro 4 | Euro 4 | Euro 3 | Euro 4 |
| نوع سوخت | تکسوز | دوگانه کارخانه CNG | تکسوز | تکسوز | تکسوز | تکسوز |
| سیستم سوخت رسانی | انژکتور | انژکتور | انژکتور | انژکتور | انژکتور | انژکتور |
| وضعیت موتوری | خراب و دارای ایراد | خراب و دارای ایراد | خراب و دارای ایراد | سالم و بدون ایراد | سالم و بدون ایراد | سالم و بدون ایراد |
| وضعیت سیستم سوخت رسانی | خراب و ایراد در شمع | خراب و ایراد در انژکتور ها | خراب و ایراد در کوئل | سالم | سالم | سالم |
| وضعیت سنسور ها | سالم و بدون خطا | خراب و دارای چندین خطا | سالم و بدون خطا | سالم و بدون خطا | سالم و بدون خطا | سالم و بدون خطا |
| شمع | شمع معمولی با کارکرد بالا | ضعیف | شمع سوزنی و سالم | شمع معمولی و سالم | شمع معمولی و سالم | شمع سوزنی و سالم |
| سنسور اکسیژن دوم | ندارد | ندارد | دارد ولی دستی خاموش شده است | دارد و سالم | دارد و سالم | دارد و سالم |
| کاتالیزور | ندارد | دارد ولی کارکرد ۳۰۰ هزار کیلومتر است و خراب است | ندارد | دارد | دارد | دارد |
| نوع سیستم جرقه | دلکو | کوئل دویل | کوئل دویل | کوئل دویل | کوئل دویل | کوئل دویل |
| سرویس های دوره ای | انجام نشده است | انجام نشده است | انجام شده است | انجام شده است | انجام شده است | انجام شده است |



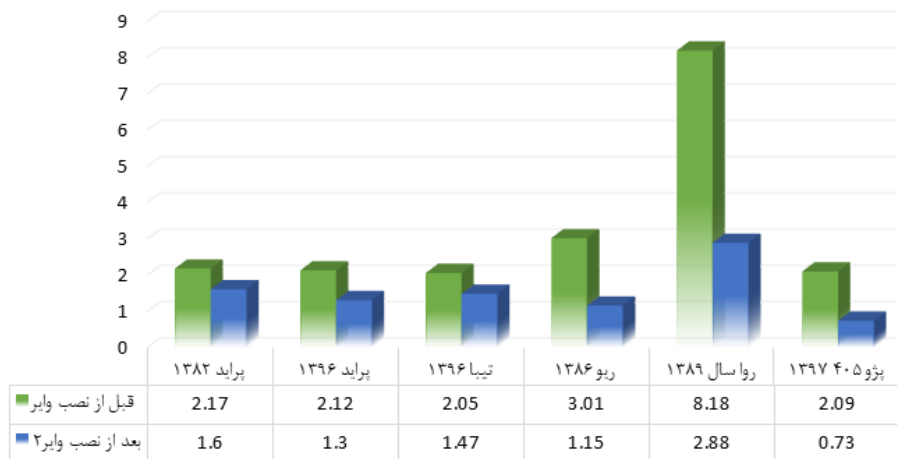
شکل ۳. نمایی از قبل و بعد از نصب وایرهای بهینه بر روی خودرو پراید



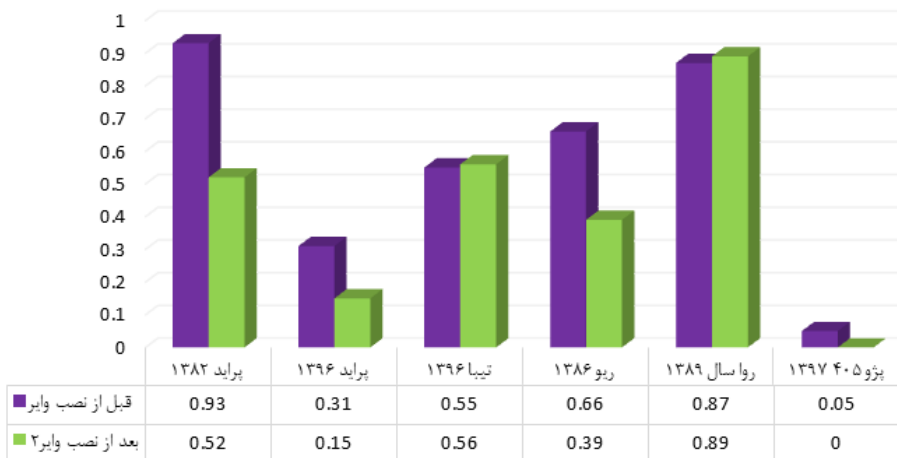
شکل ۴. نمودار تاثیر استفاده از وایر های بهینه بر روی پارامتر CO₂

داشته است. شکل ۶ و ۷ نمودار تغییرات گازهای CO و HC در خودروهای مطالعاتی، در حالت استفاده از وایر بهینه و بدون استفاده از آن را نشان می دهد.

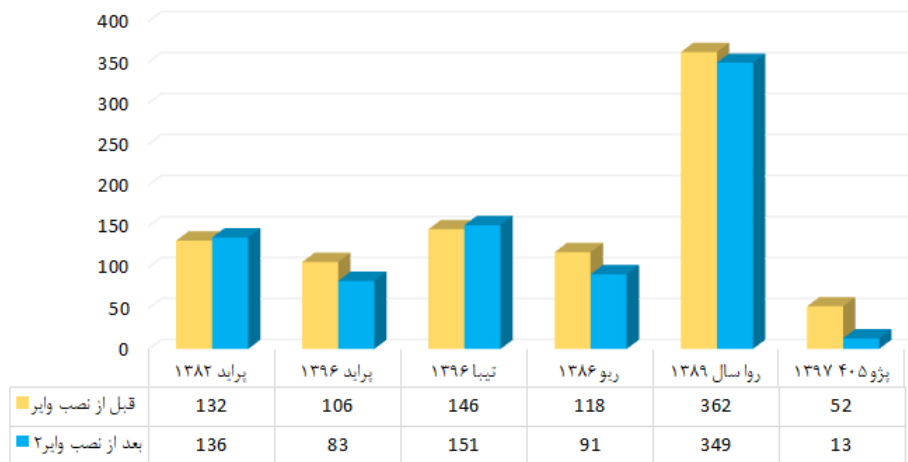
بررسی های صورت گرفته بر روی دو گاز خطرناک CO و HC نشان دهنده کاهش مقادیر این پارامترها در خودروهای بدون ایراد می باشند. یعنی مقادیر این دو گاز در خودروهای پراید(۱۳۹۶)، ربو و پژو ۴۰۵ که از نظر سلامت تجهیزات، در وضعیت مطلوبی به سر می برند، کاهش



شکل ۵. نمودار تاثیر استفاده از وایر های بهینه بر روی پارامتر O₂



شکل ۶. نمودار تاثیر استفاده از وایر های بهینه بر روی پارامتر CO



شکل ۷. نمودار تاثیر استفاده از وایر های بهینه بر روی پارامتر HC

کاهش گازهای آلاینده CO و HC نیز در زمان استفاده از وایرهای بهینه در خودروهای سالم کاملاً مشهود بوده است. به گونه ای که میانگین کاهش CO در خودروهای سالم حدود ۶۰ درصد به دست آمده است. بررسی های انجام شده بر روی پارامتر HC نیز نشان می دهد که حداقل کاهش این پارامتر مربوط به خودرو پراید (مدل ۱۳۹۶) و به مقدار ۲۱ درصد بوده است. این در حالی است که بیشترین مقدار کاهش این گاز آلاینده مربوط به خودرو پژو ۴۰۵ (مدل ۱۳۹۷) ارزیابی شده است. تغییرات غیرعادی گازهای آلاینده در خودروهای دارای ایرادات فنی کاملاً معقول می باشد. زیرا ایرادات این خودروها در بخش های موتور، جرقه و سوخت رسانی بوده که تاثیر مستقیم بر روی کیفیت احتراق دارد. لذا استفاده از این نوع وایر بر روی خودروهایی با نقص فنی توصیه نمی شود. اما تاثیر بالای استفاده از وایرهای بهینه بر روی خودروهای سالم، می تواند ضرورت تحقیق های بیشتر بر روی این قطعه را افزایش دهد. همچنین افزایش شتاب و کاهش مصرف سوخت نیز که توسط کاربران این وسایل نقلیه گزارش شده است می تواند در تحقیق هایی آتی مورد مطالعه قرار گیرد. لذا در حالت کلی می توان نتیجه گرفت که استفاده از وایر بهینه با کاهش مقدار آلاینده های زیست محیطی، می تواند به داشتن هوای پاک کمک زیادی نماید.

با توجه به بررسی های انجام گرفته در خودروهای پراید (مدل ۱۳۸۲)، رواسال و تیبا، که از لحاظ فنی دارای شرایط ایده آل نبودند، استفاده از وایرهای بهینه، تغییرات چشم گیری در آلاینده های مخرب مشاهده نشده است و در مواردی، افزایش آلاینده های در این خودروها ثبت شده است. البته بر طبق نظر کاربران خودروهای مطالعاتی، بعد از نصب وایرهای بهینه، افزایش شتاب و کاهش مصرف سوخت به شکل محسوس در تمامی خودروها مشاهده شده است.

۵- نتیجه گیری و جمع بندی

با توجه به افزایش بی رویه آلاینده های زیست محیطی ضرورت تحقیق بر روی عوامل موثر بر کاهش این پارامترها بسیار زیاد بوده است. این در حالی است که خودروها به عنوان یکی از عوامل مهم در تولید آلاینده محسوب می شوند. در این پژوهش استفاده از وایرهای بهینه بر روی شش خودرو جهت بررسی آلاینده های خروجی آن پیشنهاد شده است. در میان خودروهای مطالعاتی سه خودرو با ایراد در نظر گرفته شده و سه خودرو عاری از هرگونه ایراد انتخاب شده اند. آزمایش ها توسط دستگاه تست پنج گاز مدل AIRREX HG- 550 انجام گرفته است. بر طبق بررسی های انجام گرفته مقدار پارامتر O₂ در تمامی موارد کاهش داشته است. این موضوع نشان دهنده احتراق کامل تر می باشد. افزایش پارامتر CO₂ در اکثر موارد نیز می تواند تایید کننده تاثیر مثبت استفاده از این وایر ها باشد. از طرف دیگر

منابع

- کرمی، م، نیاجلیلی، م، امینیان دریاسری، ف. (۱۳۹۵). طراحی سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ برای موتور TU5 ، همایش بین المللی افق های نوین در علوم پایه و فنی و مهندسی.
- خرازان، م. تکنولوژی خودرو، انتشارات نما، صفحه ۱۷۸-۱۹۰، ۱۳۹۵.
- Mianzo, L. and Peng, H. 2000. Modeling and Control of a Variable Valve Timing Engine, Proceedings of the American Control Conference, pp. 554-558.
- Sher, E. and Bar-Kohany, T. 2002. Optimization of variable valve timing for maximizing performance of an unthrottled SI engine-a theoretical study, Energy, pp. 757-775.
- Nagaya, K. et al. 2006. Valve timing and valve lift control mechanism for engines, Mechatronics, pp. 121-129.
- Kan Z., et al. 2018. Estimating Vehicle Fuel Consumption and Emissions Using GPS Big Data. International Journal of Environmental Research and public health, 15, pp. 1-23.

- Ghazal, O. and Dado, M. 2013. Gear Drive Mechanism for Continuous Variable Valve Timing of IC Engines, Engineering, pp. 245-250.
- Rhys-Tyler, G et al. 2011. The significance of vehicle emissions standards for levels of exhaust pollution from light vehicles in an urbanarea, Atmospheric Environment, vol.45,no.19,pp.3286-3293.
- Watson, A. et al. 1988. Air Pollution, the Automobile, and Public Health. Washington (DC): National Academies Press (US), Paper No.1.
- Federal mogul spark plugs, available in www.Federalmogul.com
- HEPHIZIBAH Co., LTD. Address. 86, Gilpa-ro 71beon-gil, Michuhol-gu, Incheon, Korea. Available in <http://www.airrex.biz/>