

## کاهش آلاینده‌گی موتور تک سیلندر بنزینی با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی

صیاد نصیری

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف

[Nasiri@sharif.edu](mailto:Nasiri@sharif.edu)

سید عباس حسینی خالدي

کارشناس الکترونیک، شرکت نگارین صنعت آسیا

[Sah@Negarinsanat.ir](mailto:Sah@Negarinsanat.ir)

علیرضا نعمتی

کارشناس خودرو، شرکت نگارین صنعت آسیا

[Alireza\\_nemati69@yahoo.com](mailto:Alireza_nemati69@yahoo.com)

امیر حسین خانکی

کارشناس خودرو، شرکت نگارین صنعت آسیا

[Amirhoseinkhanaki@hotmail.com](mailto:Amirhoseinkhanaki@hotmail.com)

### چکیده

یکی از وسایل نقلیه موتوری که امروزه مورد استفاده بسیاری از افراد در کلان شهرها قرار می‌گیرد، موتورسیکلت‌ها می‌باشند. از این رو موتورسیکلت‌ها سهم چشمگیری از آلاینده‌گی شهرها را به خود اختصاص داده‌اند. به همین منظور لازم است با بکارگیری تجهیزات مدرن، اقداماتی در راستای کاهش آلاینده‌گی آنها صورت پذیرد. تجهیزات مورد استفاده باید قادر به فراهم سازی سوخت مورد نیاز در شرایط عملکردی مختلف موتور باشد. سیستم‌های سوخت‌رسانی کاربراتوری مورد استفاده در موتورهای تک سیلندر، به دلیل سادگی ساختار، قادر به فراهم سازی نسبت دقیق سوخت و هوا در تمامی شرایط عملکردی موتور نمی‌باشند. لذا لازم است تا مجموعه‌ای در قالب سیستم کنترل سوخت هوشمند فراهم شود تا مقدار سوخت مورد نیاز موتور را به درستی محاسبه و فراهم نماید تا علاوه بر کاهش مصرف سوخت، سطح پایین آلاینده‌های خروجی نیز تضمین گردد. در این مقاله سعی شده نتایج بکارگیری سیستم کنترل سوخت الکترونیکی بر روی موتور تک سیلندر، سطح آلاینده‌های خروجی آن به نسبت سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری مورد بررسی قرار گیرد. نتایج بدست آمده از آزمون‌های آلاینده‌گی نشان می‌دهد با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی، سطح آلاینده‌های زیست محیطی به میزان قابل توجهی و در حد استاندارد Euro3 کاهش یافته است.

**کلمات کلیدی:** موتور، تک سیلندر، سیستم سوخت‌رسانی، سیستم مدیریت سوخت و جرعه الکترونیکی، آلاینده‌گی

### مقدمه

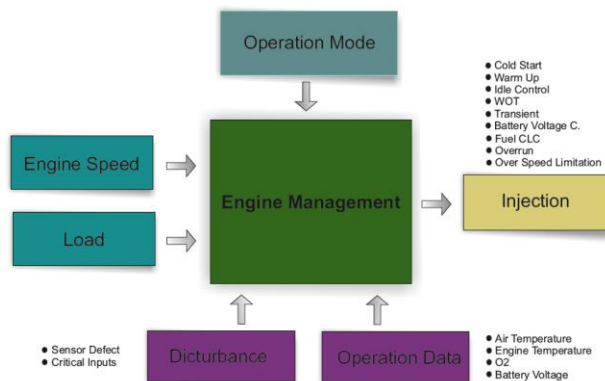
پنجمین چگون و همکاران [۱] در سال ۲۰۱۱ مقاله‌ای را تحت عنوان استراتژی کنترل و کالیبراسیون پالس تزریق سوخت در سیستم کنترل سوخت الکترونیکی موتورسیکلت ارائه نموده‌اند. در این مقاله استراتژی‌های مورد استفاده جهت کنترل پالس انژکتور سوخت معرفی شده است. مدت زمان سوخت‌پاشی پایه براساس دور موتور و فشار هوای ورودی بوده که به صورت تجربی کالیبره شده و تحت عنوان نقشه سه بعدی سوخت پایه ثبت گردیده است. همچنین ضرایب تصحیح سوخت نیز شامل استارت، فاز گرم شدن، تغییرات فشار، حالت گذرا، کنترل حلقه بسته لامبدا و تغییرات ولتاژ باتری معرفی شده است. سپس این ضرایب تصحیح سوخت نیز بصورت تجربی کالیبره

شده است. پس از آن ضرایب اصلاح مدت زمان سوخت‌پاشی متناسب با شرایط کاری موتور انتخاب و با جایگذاری آنها در تابع معرفی شده، مدت زمان سوخت‌پاشی نهایی محاسبه می‌گردد. در آخر بیان شده است که با استفاده از این روش و همچنین نصب کاتالیست در مسیر گازهای خروجی علاوه بر بهبود مصرف سوخت ویژه، سطح آلاینده‌های خروجی به گونه‌ای کاهش یافته که موتورسیکلت مورد آزمون قابلیت پشت سر گذاشتن استانداردهای آلاینده‌گی سطح ۳ کشور چین را دارا می‌باشد.

لیپینگ وان و همکاران [۲] در سال ۲۰۱۱ پژوهشی را با نام توسعه سیستم کنترل الکترونیکی برای موتور سیکلت تک سیلندر هواخنک به انجام رسانده‌اند. آنها با هدف پشت سر گذاردن استاندارد آلاینده‌گی سطح ۳ کشور چین توسط موتور سیکلت‌ها، سیستم کنترل سوخت الکترونیکی را جهت نصب بر روی موتور سیکلت های تک سیلندر ۱۲۵ سی سی طراحی نمودند. در این روش مسیر هوای ورودی جهت تزریق سوخت مجدداً طراحی شده و اطلاعات آوانس جرعه، دور موتور، زاویه دریچه گاز، فشار و دمای هوای ورودی، دمای سیلندر، سنسور اکسیژن و ولتاژ باتری جهت محاسبه مدت زمان سوخت پاشی، آوانس جرعه و راه اندازی پمپ سوخت استفاده می‌شود. همچنین یک کاتالیست نیز در مسیر گازهای خروجی از آگزوز نصب شده است. در این مجموعه مدت زمان سوخت و آوانس جرعه اولیه بر اساس زاویه دریچه گاز و دور موتور به گونه‌ای کالیبره شده تا عملکرد مطلوب موتور و کنترل آلاینده‌های خروجی حاصل شود. نتایج آزمون‌های به عمل آمده نشان می‌دهد مصرف سوخت ویژه، آلاینده‌های خروجی و گشتاور خروجی در شرایط نیمه بار بهبود چشمگیری یافته است. این در صورتی می‌باشد که حداکثر توان خروجی کمتر از ۵ درصد کاهش یافته است.

علوی و همکاران [3] در سال ۱۳۹۲ آزمونی بر روی موتورسیکلت تک سیلندر چهار زمانه با حجم موتور زیر ۲۰۰ سی سی و با سیستم کاربراتوری در سیکل استاندارد شهری ECE ۴۰ انجام داده‌اند تا بتوانند الزامات استاندارد آلاینده‌گی EURO III را برآورده نمایند. نتیجه این کار تحقیقاتی، یافتن راهکارهایی برای اعمال تغییرات در موتورسیکلت بوده به نحوی که بتواند الزامات مربوط به استاندارد آلاینده‌گی EURO III را برآورده سازد. در انتها یک موتورسیکلت در مرکز تحقیقات و آزمایش، مورد آزمون‌های مختلفی قرار گرفته است. در طول سه تست متوالی انجام گرفته این موتور سیکلت واجد شرایط استاندارد آلاینده‌گی EURO III گردید.

مرحله دوم قرار داشت. سیستم سوخت‌رسانی الکترونیکی نیز با بررسی اطلاعات دریافتی از سوی حسگرهای دور موتور، فشار و دمای هوای ورودی، موقعیت دریچه گاز، دمای موتور، ولتاژ باتری و سنسور اکسیژن مدت زمان سوخت پاشی را در شرایط مختلف تعیین و در صورت نیاز اصلاح می‌نماید. مدل سیستم کنترل سوخت الکترونیکی و شرایط مختلف کاری موتور در شکل ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱ - مدل سیستم کنترل سوخت الکترونیکی و شرایط مختلف

#### عملکردی موتور

اولین آزمون به عمل آمده مربوط به استارت سرد و قابلیت روشن شدن موتور در هنگام پایین بودن دما بود. پس از روشن شدن موتور در این شرایط آلایندگی خروجی در فاز گرم شدن اندازه‌گیری گردید. در گام بعدی نیز آزمون آلایندگی خروجی در سیکل شهری شبیه سازی شده انجام گرفت. نحوه انجام این آزمون به این صورت بود که موتور سیکل بر روی شاسی دینامومتر قرار گرفته و آزمون مورد نظر بعمل آمد. همچنین مقدار مصرف سوخت نیز در سیکل شهری شبیه سازی شده اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۲ موتور سیکل مورد آزمون را نمایش می‌دهد.



شکل ۲- نحوه استقرار موتور سیکل بر روی شاسی دینامومتر

سپس مجموعه موتور بطور کامل از روی شاسی موتور سیکل جدا شده و بر روی دینامومتر نصب گردید. آزمون اندازه‌گیری حداکثر توان نیز در این مرحله بعمل آمد. شکل ۳ مجموعه دینامومتر تست را پس از نصب موتور بر روی آن نشان می‌دهد.

لیپینگ وان و همکاران [4] مقاله ای را با عنوان مطالعه کنترل نسبت هوا و سوخت موتور سیکل هواخنک با سیستم کنترل سوخت PFI ارائه داده‌اند. در این پژوهش سعی شده تا با استفاده از اطلاعات سنسور اکسیژن به صورت بازخورد، نسبت هوا و سوخت در شرایط پایدار و نیمه پایدار کنترل گردد. از طرفی جهت کنترل نسبت هوا و سوخت در شرایط گذرا نیز از روش پیش خورد ساده‌سازی شده استفاده شده است. در این روش نرخ تغییرات دریچه گاز تعیین کننده چگونگی تغییر نسبت هوا و سوخت می‌باشد. جهت بررسی صحت عملکرد استراتژی‌های مطرح شده، موتورسیکلت سه نمونه تست را پشت سر گذاشت. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد نسبت هوا و سوخت در حالت حلقه بسته نزدیک به حالت استوکیومتریک بوده و خطایی کمتر از ۳ درصد دارد و همچنین هنگام شتاب‌گیری نیز نسبت هوا و سوخت مقداری منحرف شده که پس مدت زمان کوتاهی کنترل شده و به حالت استوکیومتریک بر می‌گردد.

فبریسو و همکاران [5] در سال ۲۰۱۲ مقاله‌ای را با عنوان طراحی و تست سیستم مدیریت الکترونیکی برای موتورسیکلت کوچک اشتعال جرقه‌ای ارائه نموده‌اند که در آن به تشریح عملکرد سیستم کنترل سوخت انژکتوری طراحی شده پرداخته‌اند. در این سیستم با کنترل سوخت، جرقه و هوای دور آرام سطح آلایندگی‌های خروجی کاهش یافته و در محدوده مجاز استاندارد قرار گرفته است.

در این پژوهش با تجهیز موتور تک سیلندر هوا خنک یک موتورسیکلت به سامانه تزریق سوخت انژکتور، میزان کاهش آلایندگی ناشی از احتراق سوخت و هوا در شرایط مختلف مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

#### روش انجام کار

در سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری به دلیل عدم قابلیت تعیین نسبت هوا و سوخت مورد نیاز در شرایط مختلف بصورت هوشمند معضلاتی نظیر عدم روشن شدن موتور در کوتاه‌ترین زمان ممکن در هنگام استارت، فاز گرم شدن طولانی‌تر، عدم قابلیت شتاب‌گیری مناسب در حالت سرد، بالا بودن سطح آلایندگی‌های خروجی و همچنین بالا بودن میزان مصرف سوخت قابل مشاهده است. به همین منظور جهت بررسی موارد فوق و مقایسه آن با سیستم کنترل سوخت الکترونیکی ابتدا موتور سیکل با سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری مورد آزمون قرار گرفت. مشخصات موتور سیکل مورد آزمون به شرح زیر است:

نوع موتور: تک سیلندر چهار زمانه

حجم سیلندر: ۱۴۹/۴CC

کورس پیستون: ۴۹/۵mm

تعداد سوپاپ ها: ۲

چیدمان سوپاپ ها : OHC

نسبت تراکم: ۱: ۹/۱

سیستم خنک کننده موتور: هوا خنک

سیستم جرقه زنی: CDI

کاربراتور مورد استفاده دارای ژیکور اصلی با شماره ۹۳ و ژیکور دور آرام آن ۳۵ بود. سوزن کاربراتور نیز دارای ۵ مرحله بود که در در هنگام آزمون در

عملکرد پایدار موتور در این شرایط، درجه ساسات تا زمان رسیدن دمای موتور به حالت متعادل بصورت بسته باقی مانده و پس از آن بوسیله راننده به حالت اولیه برمی‌گردد. یکی از معضلات این حالت عدم کاهش مقدار سوخت اضافی متناسب با افزایش دما می‌باشد. در سیستم سوخت‌رسانی الکترونیکی، مقدار سوخت اضافی در فاز گرم شدن متناسب با دمای موتور تعیین می‌گردد. همچنین مقدار سوخت اضافی در این شرایط نیز بطور دقیق کنترل شده و متناسب با افزایش دما، مقدار آن کاهش می‌یابد. آزمون اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی در فاز گرم شدن نیز پس از مرحله استارت سرد انجام و مقدار آلاینده‌های خروجی تا زمان رسیدن دمای موتور به  $65^{\circ}\text{C}$  اندازه‌گیری شد. نحوه انجام این تست به اینصورت بود که پس از تثبیت دور موتور پس از استارت سرد، موتور مطابق سیکل شهری ECE40 به حرکت در آمده و آلاینده‌های خروجی تا زمان رسیدن دمای موتور به  $65^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد برای هردو سیستم کاربراتوری و انژکتوری ثبت گردید.



شکل ۳- موتور نصب شده بر روی دینامومتر

آزمون‌های مربوط به استارت سرد، اندازه‌گیری آلاینده‌های فازگرم شدن و حداکثر توان خروجی نیز برای هر دوسیستم کاربراتوری و انژکتوری از موتورسیکلت بعمل آمد.

### آزمون استارت سرد

روشن شدن سریع موتور و کاهش مدت زمان استارت یکی از مسائلی است که مورد توجه طراحان، تولید کنندگان و همچنین مصرف کنندگان وسایل نقلیه موتوری قرار می‌گیرد. در این شرایط به دلیل پایین بودن دمای بلوکه سیلندر و دیواره منیفولد ورودی، سطح تبخیر سوخت کاهش یافته و مقدار نسبی از آن بر روی دیواره منیفولد تقطیر می‌گردد. این شرایط سبب رقیق شدن نسبت هوا به سوخت شده که جهت جبران این نقص و روشن شدن سریع موتور بایستی نسبت مقدار سوخت بیشتری در اختیار موتور قرار گیرد. به همین منظور در سیستم‌های کاربراتوری با استفاده از مکانیزم‌های مختلف، نسبت هوا به سوخت به گونه تغییر می‌کند تا مدت زمان استارت تا حد ممکن کاهش یابد. در سیستم کاربراتوری موتورسیکلت راننده در شرایط استارت می‌تواند با تغییر موقعیت درجه ساسات مقدار هوای ورودی را کاهش داده و نسبت هوا به سوخت را غنی‌تر نماید. در سیستم کنترل سوخت الکترونیکی نسبت هوا به سوخت در شرایط استارت متناسب با دمای موتور و بدون دخالت راننده تعیین و بوسیله پمپ سوخت الکتریکی و انژکتور سوخت در راهگاه ورودی تزریق می‌گردد.

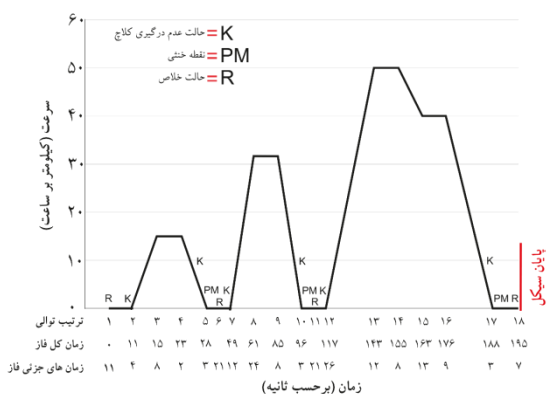
نحوه انجام این آزمون به اینصورت بود که موتور در شرایطی که دمای آن برابر  $3^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد بود مورد آزمون قرار گرفت. این آزمون در ابتدا بوسیله سیستم کاربراتوری و در گام بعدی بوسیله سیستم کنترل سوخت الکترونیکی انجام گرفت.

### اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی در فاز گرم شدن

کنترل آلاینده‌های خروجی در فاز گرم شدن از دیگر مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد. این شرایط بعد از روشن شدن موتور آغاز و تا زمان رسیدن موتور به دمای مناسب ادامه دارد. در این شرایط نسبت هوا به سوخت باید به گونه ای تعیین گردد تا علاوه بر عملکرد مطلوب موتور و کاهش مدت زمان رسیدن موتور به دمای متعادل، سطح پایین آلاینده‌های خروجی نیز تضمین گردد. در سیستم کاربراتوری موتورسیکلت جهت تثبیت

### اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی در سیکل شهری شبیه سازی شده

آزمون آلاینده‌های ECE40 سیکل شهری شبیه سازی شده می‌باشد که جهت اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی موتورسیکلت‌هایی با حجم موتور کمتر از  $150\text{cc}$  می‌باشد. این آزمون به گونه ای طراحی شده است که حرکت یک موتورسیکلت در شرایط مختلف حرکتی در داخل شهر را ایجاد و با جمع آوری آلاینده‌های خروجی و بررسی آنها، میزان انحراف آنها را در قیاس با مقدار استاندارد مشخص می‌کند. الگوی این آزمون مطابق شکل ۴ می‌باشد.



شکل ۴- الگوی آزمون ECE40

آزمون فوق با هردو سیستم کاربراتوری و انژکتوری انجام و نتایج آن در هر دو حالت اندازه‌گیری و ثبت گردید.

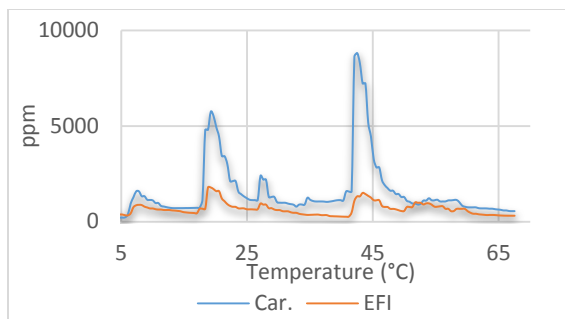
### اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت

مصرف سوخت موتور در هر دو حالت کاربراتوری و انژکتوری نیز در هنگام انجام آزمون ECE40 اندازه‌گیری شد که نشان دهنده مقدار سوخت مصرفی جهت پیمایش مسافتی برابر ۱۰۰ کیلومتر در داخل شهر می‌باشد.

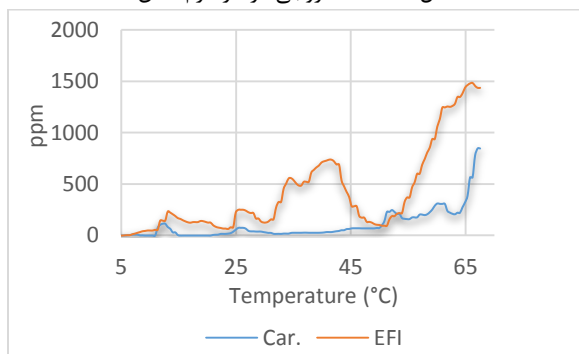
### اندازه‌گیری توان خروجی

هفتمین کنفرانس سوخت و احتراق ایران، ۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۳۹۶

تهران، دانشگاه صنعتی شریف

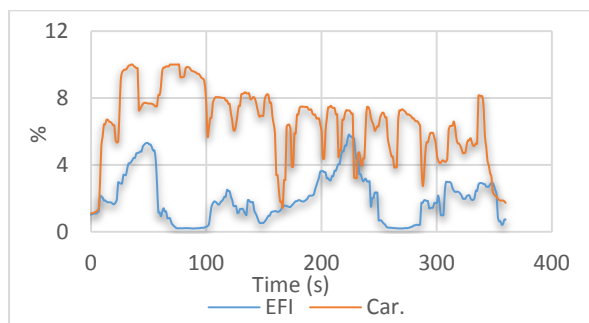


شکل ۶ - Hc خروجی در فاز گرم شدن

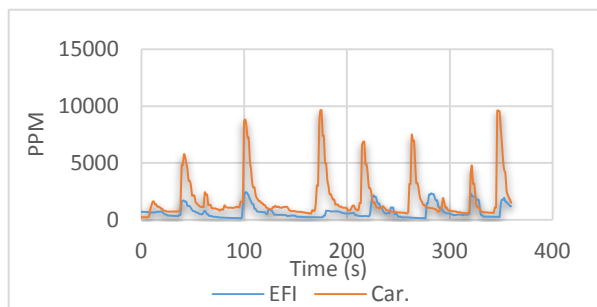


شکل ۷ - NOx خروجی در فاز گرم شدن

نتایج آزمون آلاینده‌های خروجی در سیکل شهری ECE40 نیز مطابق شکل‌های ۸ تا ۱۰ می‌باشد.



شکل ۸ - Co خروجی در سیکل ECE40



شکل ۹ - Hc خروجی در سیکل ECE40

توان خروجی موتور یکی از مهمترین پارامترهایی است که مورد توجه طراحان، تولید کنندگان و همچنین مصرف کنندگان وسایل نقلیه موتوری می‌باشد. از طرفی حداکثر توان خروجی موتور نیز تحت تاثیر عملکرد سیستم سوخت‌رسانی می‌باشد. به همین منظور پس از نصب موتور بر روی دینامومتر آزمون اندازه‌گیری توان خروجی نیز انجام و نتایج آن ثبت گردید.

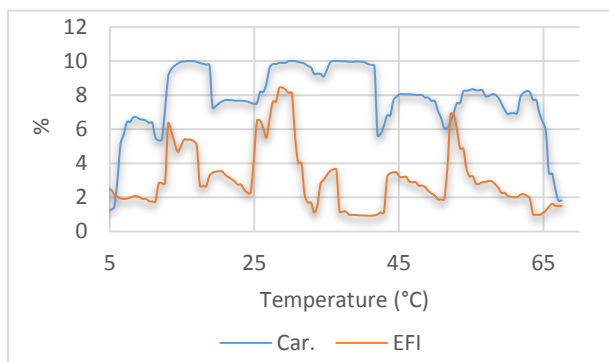
نتایج بدست آمده

نتایج آزمون استارت سرد مطابق جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- نتایج استارت سرد

سیستم سوخت‌رسانی الکترونیکی	سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری	
+ ۳°C	+ ۳°C	دمای موتور در لحظه استارت
۴/۱	۵	مدت زمان استارت(ثانیه)
۱	۱	تعداد دفعات استارت
روشن شده و بصورت پایدار در دور آرام قرار گرفت	روشن شده و بصورت پایدار در دور آرام قرار گرفت	وضعیت موتور

نتایج بدست آمده از آزمون اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی در فاز گرم شدن موتور و روند تغییرات آنها متناسب با افزایش دمای موتور نیز مطابق شکل‌های ۵ تا ۷ می‌باشد.



شکل ۵ - Co خروجی در فاز گرم شدن

موتور در این شرایط و اصلاح نسبت هوا و سوخت متناسب با آن، مدت زمان استارت روشن شدن موتور کاهش و قابلیت روشن شدن آن در شرایط سرد به میزان ۱۸ درصد بهبود یافته است. همچنین براساس نمودارهای مربوط به آلاینده‌های خروجی در فاز گرم شدن که بازه دمایی موتور از ۵+ تا ۶۵+ درجه سانتی‌گراد را پوشش می‌دهد، مقدار میانگین منواکسیدکربن به میزان ۵۹/۷ درصد و هیدروکربن‌های نسوخته به میزان ۵۸/۳ درصد کاهش یافته است. از طرفی میانگین اکسیدهای نیتروژن خروجی در فاز گرم شدن با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی به میزان ۳۰۳/۷ درصد افزایش یافته است.

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی در سیکل شهری شبیه سازی شده نیز حاکی از آن است که میانگین منواکسید کربن با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی به میزان ۶۹/۸ درصد و میزان هیدروکربن‌های نسوخته به میزان ۶۳/۶۷ درصد کاهش و میانگین اکسیدهای نیتروژن به میزان ۲۵۴/۹ درصد افزایش یافته است. مطابق جدول ۲، مقدار سوخت مصرفی موتورسیکلت مجهز به سیستم کاربراتوری برابر ۱/۹۴ لیتر بوده که با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی به ۱/۸۶ لیتر کاهش یافته است. بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت میزان مصرف سوخت جهت پیمایش ۱۰۰ کیلومتر نیز به میزان ۴,۱ درصد بهبود یافته است. اطلاعات نمایش داده شده در نمودار ۸ نیز حاکی از آن است که با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی، حداکثر توان خروجی از ۷/۳۴ به ۸/۳۲ کیلووات تغییر کرده و به میزان ۹/۶ درصد افزایش یافته است. علاوه بر این با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی به دلیل اصلاح نسبت هوا و سوخت مطابق با سیستم کنترل حلقه بسته لامبدا، امکان استفاده از کاتالیست سه راهه فراهم شده و با این کار، آلاینده‌های خروجی به انواع گازهای کم ضرر تبدیل می‌شوند. لذا می‌توان نتیجه گرفت سیستم‌های کنترل سوخت الکترونیکی جایگزین مناسبی برای سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری در موتورسیکلت‌ها می‌باشد.

#### تشکر و قدردانی

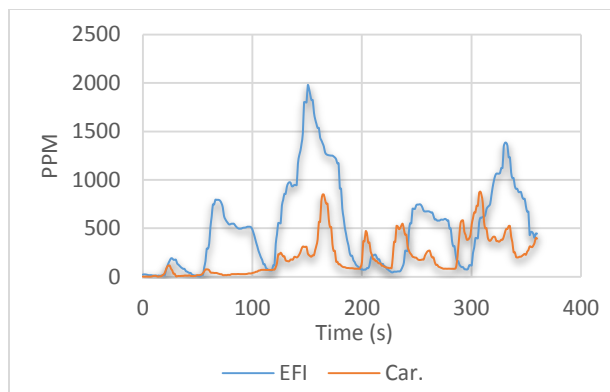
با توجه به اینکه انجام کارهای پژوهشی نیازمند تجهیزات مدرن بوده و همچنین نیازمند حمایت‌های علمی، عملی و مالی فراوان می‌باشد، مولفین لازم می‌دانند تا مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت زحمات مدیریت و پرسنل محترم شرکت نگاین صنعت آسیا و بخش مکانیک خودرو دانشگاه صنعتی شریف اعلام نمایند که با کمک های علمی، معنوی و مادی بی شائبه خود مسیر انجام این پژوهش را فراهم و هموار نمودند.

#### مراجع و منابع

1- Peng, M., Deng, X., "Control Strategy & Calibration of Fuel Injection Impulse with on EFI Motorcycle Engine", 2011 International Conference on Electric

هفتمین کنفرانس سوخت و احتراق ایران، ۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۳۹۶

تهران، دانشگاه صنعتی شریف



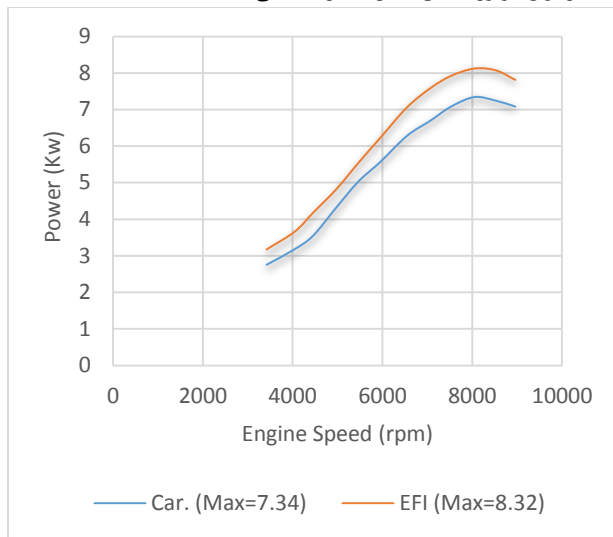
شکل ۱۰ -  $\text{No}_x$  خروجی در سیکل ECE40

مصرف سوخت مورد نیاز جهت پیمایش مسافتی معادل ۱۰۰ کیلومتر در سیکل شهری نیز مطابق جدول ۲ می‌باشد.

جدول ۲ - میزان مصرف سوخت

سیستم سوخت رسانی الکترونیکی	سیستم سوخت رسانی کاربراتوری	مصرف سوخت (لیتر)
۱/۸۶	۱/۹۴	

حداکثر توان موتور مطابق شکل شماره ۱۱ می‌باشد.



نمودار ۱۱: نمودار توان خروجی

در شکل ۱۱ حداکثر توان خروجی موتور در دوره‌های مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود مقدار حداکثر توان تولیدی موتور با استفاده از سیستم انژکتور افزایش یافته است.

#### نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از آزمون استارت موتور در شرایط سرد نشان می‌دهد با استفاده از سیستم کنترل سوخت الکترونیکی به دلیل اندازه‌گیری دمای

Information and Control Engine (ICEICE), 15 Apr- 17 Apr 2011

2- Liping, W.W, Yankun, J., Guang, H., Xin, L., Jianping, Z., "Development of Electronic Control System for a Single Cylinder Motorcycle Engine", SAE Int. J. Passeng. Cars Electron. Electr. Syst., 5(2) 462-469, 2012

۳- سید محمود ابوالحسن علوی، ماصر شفایی فلاح، ۱۳۹۳، "آزمون موتورسیکلت برای اخذ شرایط استاندارد آلایندگی یورو۳"، هشتمین همایش بین المللی موتورهای درونسوز و نفت،

4- Liping, W, Yankun, J., Song, W., "Study of AFR Control For a PFI Ari-Cooled Motorcycle Engine", Advanced Materials research, Vols. 926-930, pp. 1421-1424, 2014

5- Fabrício, J. P. P., Marcos A. S. M., Gabriel T. B. , Valdenio M. A., "Design and tests of electronic management system for small motorcycle spark ignition engines", ABCM Symposium Series in Mechatronics-Vol. 5, 2012