نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

# بررسی تاثیر همزمان EGR و بیودیزل بر روی آلاینده‌های موتور دیزل

**فرانک محرّمی[۱]، آرش محبّی[۲] و عارف مردانی کرانی[۲]**

**۱و۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه و استادیار گروه مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه**

**(ایمیل مکاتبه کننده:** f.moharrami6946@gmail.com)

## چکیده

استفاده از وسایل نقلیه و صنعتی و استفاده از سوخت‌های فسیلی در تولید انرژیشان، میزان تولید آلاینده‌های مضر در جو را افزایش می‌دهند. ارائه روشی ساده و کم هزینه در راستای کاهش آلاینده‌ها و تولید انرژی از سوخت‌های مناسب می‌تواند راهکاری در این زمینه باشد. محققین زیادی به ارائه روش‌های کاهش آلاینده‌ها با استفاده از سوخت‌های بیودیزل و بازخورانی گازهای خروجی از اگزوز (EGR) روی آورده‌اند. در مقاله حاضر مروری بر تاثیر بیودیزل و EGR بر روی عملکرد موتور و تولید آلاینده‌ها پرداخته شده است. بررسی مقایسه‌ای بین بیودیزل و EGR نشان می‌دهد که سوخت بیودیزل باعث کاهش هیدروکربن‌های نسوخته (HC)، مونواکسید کربن (CO) و دوده (PM) گردیده و از طرف دیگر باعث افزایش ($NO_X$) می‌شود. از طرفی در فشارهای پایین EGR باعث کاهش $NO_X$ می‌شود. برای دست‌یابی به کمترین آلاینده‌ها و بهترین عملکرد موتور و ذخیره سوخت‌های طبیعی تلفیقی از دو روش بیودیزل و EGR موثر به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: آلاینده‌ها، اکسید ازت ($NO_X$)، بیودیزل، سوخت، گازهای خروجی بازخورانی (EGR)

## مقدمه

رشد تقاضا و استفاده روزافزون از سوخت‌های فسیلی، افزایش قیمت محصولات نفتی، تولید آلایندگی بیشتر و کاهش ذخایر موجود به یک بحران بزرگ برای علم و صنعت تبدیل شده است. در حال حاضر میزان تقریبی حجم ذخایر نفتی جهان و مصرف آن به اندازه‌ای است که اگراین روند ادامه یابد در آینده نه چندان دور جهان را با مشکلات زیادی در موارد زیست محیطی و کمبود مواد اولیه مواجه خواهد نمود(Zhu et al., 2011).

سوخت دیزل به دلیل کاربردهای گسترده آن یک سوخت بسیار مهم در بسیاری از کشورها شناخته شده است، از طرف دیگر سوخت دیزل بزرگ‌ترین آلاینده زیست محیطی بوده که شامل هیدروکربن‌های مختلف، گوگرد و باقی مانده‌های نفت خام است(Kumar et al., 2009).

زیان‌آوری آلاینده‌ها بر سلامت انسان، دلیل اصلی تلاش‌های گسترده دهه‌های اخیر برای کاهش و کنترل آلودگی هوا می‌باشد. سازمان بهداشت جهانی شش آلاینده را به عنوان آلاینده‌های اصلی مشخص نموده است این شش آلاینده شامل: دی‌اکسید نیتروژن ($NO_2$)، دی‌اکسید گوگرد ($SO_2$)، مونواکسید کربن (CO)، سرب (Pb)، ازن ($O_3$) و ذرات آلاینده هستند که برای سلامتی انسان بسیار مضر تشخیص داده شده‌اند. دی‌اکسید کربن ($CO_2$) به عنوان

شاخص میزان گازهای گلخانه‌ای و همچنین ترکیبات آلی فرار نیز باید به این شش آلاینده اضافه گردد (Hoekman et al., 2012).

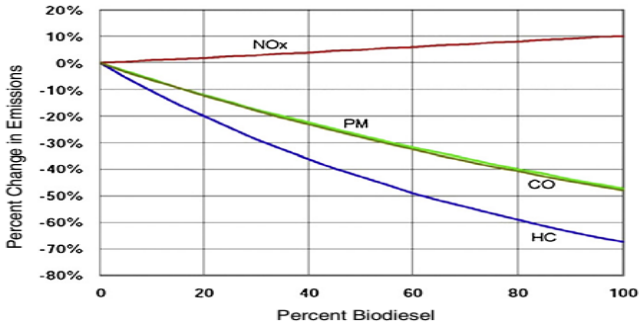
امروزه، اکثر کشورهای توسعه یافته به سمت تولید انبوه و تجاری انرژی زیستی به عنوان پایدارترین روش برای غلبه بر چالش‌های فوق‌الذکر روی آورده‌اند، در واقع امروزه کاهش آلاینده‌های خروجی از موتورهای احتراق داخلی یکی از مهمترین نگرانی‌های زیست محیطی است (Zhu et al., 2011).

**بیودیزل**

در میان انواع مختلف انرژی زیستی، بیودیزل، به دلیل اینکه جایگزین مناسبی برای پترودیزل بوده و آلاینده‌های حاصل از احتراق را کاهش می‌دهد، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این نوع سوخت‌ها از جنبه های تجزیه پذیری، جایگزینی سریع مواد اولیه و سازگاری های زیست محیطی از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. عمده‌ترین مزیت این سوخت‌ها در مقایسه با سوخت‌های مرسوم بالا بودن عدد ستان، قابلیت آنها در کاهش آلودگی ها بواسطه عدم وجود سولفور و مقدار کمتر هیدروکربن‌های نسوخته می‌باشد(Park et al., 2008; Yoon et al., 2009).

**۲-۱- تأثیر سوخت بیودیزل بر انتشار آلاینده $NO_x$**

موسسه تحقیقاتی یورو۴ میزان درصد تولید آلاینده‌های تولید شده در سوخت بیودیزل را مورد آزمایش قرار داده‌اند که نمودار تشکیل درصد این آلاینده‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است (Hoekman et al., 2012). نکته قابل توجه در این نمودار افزایش $NO_x$ می‌باشد که در استفاده از سوخت بیودیزل این مقدار رو به افزایش است و از طرف دیگر آلاینده‌هایی نظیر دوده، مونواکسیدکربن و هیدروکربن‌های نسوخته روبه کاهش است.




شکل ۱. رابطه بین تشکیل آلاینده‌ها و درصد استفاده از بیودیزل(Hoekman et al., 2012)

دلیل اصلی بر کاهش آلاینده‌های $NO_x$ در استفاده از سوخت بیودیزل پایین بودن ارزش حرارتی و افزایش زمان تأخیر در اشتعال می‌باشد. زیرا یکی از پارامترهای تعیین کننده در کاهش تولید آلاینده‌های $NO_x$ پایین بودن دمای محفظه احتراق است(Keskin et al., 2007; Qi et al., 2011). بررسی میزان تولید آلاینده‌ها با استفاده از سوخت بیودیزل تولید شده از سویا نشان داد میزان $NO_x$ و دوده کاهش یافته است(Kim et al., 2008).

**۲-۲- تأثیر سوخت بیودیزل بر انتشار آلاینده هیدروکربن‌های نسوخته (UHC)، مونواکسید کربن (CO) و دوده**

افزایش هیدروکربن‌های نسوخته علاوه بر پایین آوردن بازده موتور به عنوان آلاینده‌های مضر نیز شناخته می‌شوند. نتایج بررسی بیودیزل بر میزان تولید هیدروکربن‌های نسوخته نشان می‌دهد که با استفاده از سوخت بیودیزل، میزان تولید هیدروکربن‌های نسوخته کاهش می‌یابد، این بدین معنا است که با کاهش این میزان بازده موتور بهبود می‌یابد. استفاده از سوخت بیودیزل نه تنها بر میزان هیدروکربن‌های نسوخته تاثیر گذاشته بلکه باعث کاهش دوده و مونواکسید کربن نیز می‌گردد. تحقیق در زمینه استفاده سوخت بیودیزل به گازوئیل نشان می‌دهد که بهترین عملکرد در کاهش آلاینده‌های ذکر شده مربوط به اضافه نمودن ۲۰ درصد سوخت بیودیزل است [نجفی و همکاران ۱۳۸۴].

**۲-۳- تأثیر سوخت بیودیزل بر دمای خروجی اگزوز**

استفاده از سوخت بیودیزل تأثیر مهمی بر زمان تأخیر در اشتعال گذاشته که همین امر موجب شدت اشتعال پیش آمیخته گردیده و در نتیجه دمای داخل سیلندر با شدت بیشتر افزایش می‌یابد. دلیل اصلی در تولید آلاینده $NO_X$ را می‌توان در افزایش دمای خروجی از اگزوز پیدا نمود. همین امر دلیل استفاده از بازخورانی گازهای خروجی EGR زا نشان می‌دهد. با استفاده از این روش گازهای خروجی برای بازخورانی از یک اینترکولر رد شده و سپس مورد مصرف واقع می‌شوند. این امر باعث کاهش دما و در نتیجه کاهش آلاینده $NO_X$ خواهد شد( Andwari et al., 2014; Park et al., 2008).

**۲-۴- تأثیر سوخت بیودیزل بر مصرف سوخت ویژه ترمزی (BSFC)**

در سوخت های بیودیزل بالا بودن چگالی آن باعث افزایش مصرف سوخت ترمزی و از طرف دیگر باعث بالا رفتن توان تولیدی خواهد گردید. در تحقیق صورت گرفته توسط جعفری و همکاران نتایج نشان داده است که افزایش سهم بیودیزل در سوخت‌ها باعث افزایش چگالی سوخت می‌شود و از طرف دیگر موجب کاهش ارزش حرارتی آن می‌شود. افزایش چگالی سوخت موجب افزایش وزن مصرفی سوخت می‌شود و افزایش حرارتی سوخت باعث افزایش انرژی آزاد شده و در نتیجه تولید توان بالاتر می‌شود. واضح است که در مصرف ویژه سوخت ترمزی موتور، چگالی سوخت اثر مستقیم و ارزش حرارتی سوخت اثر معکوس دارد. لذا در بارهای یکسان، ترکیب سوختی کمترین مصرف ویژه را خواهد داشت که در هر دو شرایط پایین بودن چگالی سوخت و بالا بودن ارزش حرارتی را داشته باشد[جعفری وهمکاران ۱۳۹۲].

**۱- گازهای بازخورانی خروجی EGR**

**۳-۱- تأثیر EGR بر انتشار آلاینده‌ها**

استفاده از بازخورانی گازهای خروجی EGR در سال‌های اخیر یکی از روش‌های مقبول برای کاهش $NO_X$ تولیدی در موتورهای دیزلی می‌باشد. در این روش مقداری از گازهای خروجی موتور توسط یک شیر کنترل و در برخی موارد استفاده از یک خنک‌کن برای خنک کردن گاز EGR به ورودی موتور برگردانده می‌شود ( Andwari et al., 2014; Asad et al., 2008; Chen et al., 2013).

در سالیان اخیر تحقیقاتی زیادی در این زمینه صورت گرفته است. نتایج نشان داد افزایش سرعت باز خورانی گازهای خروجی EGR، مصرف سوخت ویژه ترمزی (BSFC) و انتشار دوده را اندکی افزایش و میزان $NO_X$ را کاهش داده است. در سرعت بالای EGR اوج فشار پایین بوده و اوج گرمای آزاد شده در بارهای پایین و بالا یکسان بوده است. تاخیر در زمان پاشش باعث گردیده مصرف سوخت ویژه ترمزی افزایش ومیزان $NO_X$ کاهش یافته و همچنین دودهای خارج شده از اگزوز دارای رنگ‌های نامطبوعی باشد(Qi et al., 2011; Qi et al., 2010).

پارک و بای در سال ۲۰۱۴ بر روی عملکرد فشار بالا (HP) و فشار پایین (LP) گازهای خروجی بازخورانی (EGR) بر عملکرد موتورهای دیزلی تحقیقاتی صورت داده‌اند[ پارک وهمکاران،۲۰۱۴]. با توجه به اینکه در تامین فشار پایین EGR دمای گازهای ورودی کاهش و از طرف دیگر دمای محفظه احتراق افزایش یافته است. بیشترین کاهش و افزایش دما در گازهای ورودی و محفظه احتراق در ۲۵/۵ درصد EGR مشاهده گردیده است. در فشار پایین اینترکولر فرصت زیادی برای خنک‌سازی گازها را دارا می‌باشد. به همین دلیل در چنین شرایطی نتایج نشان داد که میزان آلاینده $NO_X$ نیز کاهش یافته و از طرف دیگر مصرف سوخت موتور افزایش یافته است. همچنین با توجه به عملکرد بالای اینترکولر در خنک‌سازی باعث گردیده توان مصرفی بالا رفته و تا حدودی از عملکرد موتور کاسته شود. فشار بالا باعث گردیده مصرف سوخت پایین آمده و از طرف دیگر فرصت خنک‌سازی پایین آمده و باعث بالا رفتن دما می‌شود که این امر باعث بالا رفتن آلاینده‌ها خواهد گردید. مقدار بار روی موتور تأثیر زیادی بر روی ترکیبات اجزای EGR داشته بطوریکه با افزایش بار موتور از مقدار اکسیژن موجود در آن کاسته شده و به مقدار $CO_2$ و $H_2O$ آن افزوده می‌شود. بنابراین EGR تولید شده در حالت بار کامل موتور تاثیر بیشتری بر روی کاهش $NO_X$ نسبت به EGR تولید شده در بارهای پایین‌تر دارد (Zheng et al., 2004).

صالح (۲۰۰۹) اثر EGR را در کاهش $NO_X$ متیل استر هوهوبا بر روی یک موتور دیزل DI با تنفس طبیعی بررسی نمود. مقدار بهینه EGR کمتر از ۱۲ درصد بدست آمد که با بکارگیری این مقدار، انتشار $NO_X$ در حدود ۳۲ درصد کاهش یافته ولی مقدار BSFC بیشتر از ۱۱ درصد افزایش نشان داده است. استفاده از خنک کن EGR در بار کامل موتور، اثر مثبتی بر روی بازده حرارتی آن دارد .برای تمامی شرایط عملکردی موتور، اثر متقابل بهینه بین CO، HC و $NO_X$ در دامنه بین ۵ تا ۱۵ درصد EGR بدست می‌آید(Saleh et al., 2009).

## ۲- بررسی همزمان بیودیزل و EGR بر روی آلاینده‌های موتور

استفاده از سوخت بیودیزل در موتورهای احتراقی باعث افزایش بازده موتور و کاهش آلایندگی‌های همچون هیدروکربن‌های نسوخته، دوده و مونواکسید کربن می‌شود. نکته قابل توجه در استفاده از سوخت‌های بیودیزل این است که با کاهش سایر آلاینده‌ها ذکر شده آلاینده $NO_X$ افزایش می‌یابد. از سوی دیگر استفاده از گازهای خروجی بازخورانی شده (EGR) در فشارهای پایین کاهش $NO_X$ را در پی دارد. بنابراین محققین زیادی به دنبال بررسی استفاده همزمان از سوخت بیودیزل و EGR در جهت کاهش آلاینده‌ها هستند. آگروال و همکاران، در سال ۲۰۰۶

روش EGR و استفاده از روش بیودیزل حاصل از روغن سبوس برنج را در یک موتور دو سیلندر DI هوا خنک، برای کاهش همزمان تمامی آلاینده‌های موتور دیزل به کار گرفتند(Agarwal et al., 2006). مشاهدات آن‌ها نشان می‌دهد که کاربرد EGR با مخلوط‌های بیودیزل باعث کاهش آلاینده NOX بدون افزایش قابل ملاحظه‌ای در PM و BSFC می‌شود. در تمامی بارهای موتور به همراه ۱۵٪ EGR، پایین‌ترین مقدار BSFC مربوط به مخلوط B20 بود.

پارادیپ و شارما (۲۰۰۷) تاثیر EGR گرم برای کنترل آلایندگی NOx بیودیزل حاصل از روغن یوتروفا را بر روی احتراق و آلایندگی یک موتور دیزل تک سیلندر DI بررسی کرده و مشاهده نمودند که در حالت بدون EGR مقدار اوج فشار درون سیلندر و HRR برای بیودیزل اندکی بیشتر از سوخت دیزل می باشد با اعمال ۱۵ درصد EGR (درصد بهینه در این آزمایش) در حالت بیودیزل، HRR کاهش و مدت زمان احتراق افزایش می‌یابد. در تمامی بارهای موتور، به هنگام کاربرد همین مقدارEGR، سطح انتشار NOx پایین‌تر از حالت بدون EGR و سوخت دیزل خواهد بود بدون اینکه تاثیر معکوس قابل ملاحظه ای بر روی عملکرد موتور و سایر آلاینده‌های آن داشته باشد(Pradeep et al., 2007).

تسولاکیس و همکاران (۲۰۰۷) عملکرد و آلایندگی یک موتور دیزل تک سیلندر DI با تنفس طبیعی را با مخلوط-های مختلف متیل استر روغن کلزا (RME) به همراه EGR مورد بررسی قرار دادند. احتراق سوخت‌هایB20، B50 و B100 نسبت به سوخت ULSD اندکی زودتر آغاز گردیده بنابراین مقدار انتشار آلایندهای CO، HC و PM نسبت به ULSDکمتر ولی مقدار انتشار NOx و همچنین BSFC بیشتر خواهد بود. احتراق مخلوط‌های بیودیزل تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی بازده حرارتی موتور ندارد. آن‌ها با اعمال دو مقدار ۱۰ و ۲۰ درصد EGR به این نتیجه رسیدند که EGR در حالت بیودیزل موثرتر از حالت سوخت دیزل است بطوری که سطح انتشار آلاینده NOx در حالت بیودیزل مشابه سوخت دیزل بوده ولی مقدار انتشار آلایندهPM در این حالت به مراتب کمتر می باشد( Tsolakis et al., 2007).

در تحقیقی که توسط ایشیدا و همکاران در سال ۲۰۱۰ صورت گرفته است بررسی تاثیر همزمان EGR و سوخت بیواتانول بر روی آلاینده‌های NOx و PM می‌باشد. نتایج نشان داد چنانچه از EGR و بیواتانول بصورت همزمان استفاده شود مقدار آلاینده NOx و PM بصورت قابل توجهی کاهش پیدا می‌نماید. اما نکته قابل توجه در این تحقیق این است که برای دسترسی به این موضوع باید از بیواتانول ۵۰ درصد با فشار بالای EGR استفاده گردد. همانطور که قبلاً اشاره شد بررسی تأثیر EGR در سوخت‌های معمولی در فشارهای پایین عملکرد بالایی داشته اما در سوخت بیواتانول این واقعیت خلاف این موضوع را نشان می‌دهد زیرا در فشارهای بالای EGR میزان NOx کمترین مقدار است.[ ایشیدا و همکاران، ۲۰۱۰].

(Qi et al., 2011) به صورت تجربی تاثیر زمان تزریق سوخت و نرخ EGR روی احتراق و آلایندگی موتور دیزل تزریق مستقیم Ford Lion V6 را با استفاده از سوخت بیودیزل پاک تولید شده از روغن سویا بررسی کردند.

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش نرخ EGR مقدار دوده و BSFC به صورت ناچیز افزایش و $NO_X$ به صورت محسوس کاهش می‌یابد. تحت بالاترین نرخ EGR فشار اوج به صورت ناچیز پایین آمده و افزایش و کاهش HRR با بار موتور نسبت مستقیم دارد. با به تاخیر انداختن زمان تزریق، BSFC به صورت ناچیز افزایش و $NO_X$ به صورت محسوس کاهش می‌یابد(Qi et al., 2011).

جعفری و همکاران در سال ۱۳۹۲ تحقیقی در زمینه بررسی تأثیر زمانبندی پاشش سوخت و EGR بر آلاینده‌های موتورهای احتراق داخلی با سوخت بیودیزل صورت داده‌اند. در بررسی‌های به عمل آمده تطابق خوبی بین نتایج مدل با نتایج تجربی حاصل شد. پاشش سوخت در حالت پایه در۱۲ درجه قبل از نقطه مرگ بالا صورت می‌گیرد، با تغییر زمانبندی پاشش سوخت مشاهده می‌شود که پاشش ۴ درجه زودتر سوخت نسبت به حالت پایه باعث افزایش همزمان اکسیدهای نیتروژن و دوده شده ولی پاشش ۴ درجه دیرتر از حالت پایه سوخت باعث کاهش اکسیدهای نیتروژن شده ولی دوده تغییر چندانی نمی‌کند. با بازخورانی گازهای خروجی گرم به مقدار ۲۰٪ ملاحظه می‌شود به دلیل کاهش دمای متوسط محفظه احتراق مقادیر آلاینده‌های $NO_X$ و دوده همزمان ۸۷/۳۲ و ۹/۷ درصد کاهش می‌یابند.[ جعفری و همکاران، ۱۳۹۲].

**نتیجه‌گیری**

بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از ترکیبات ۲۰ درصد و ۵۰ درصد بیودیزل به ترتیب ۳ و ۲ درصد توان اندیکه موتور را کاهش می‌دهد بازده گرمایی موتور در استفاده از B50 حدود ۲ درصد افزایش می‌یابد. تأثیر اصلی استفاده از بیودیزل در کاهش آلاینده‌ها می‌باشد که شاهد کاهش به ترتیب۳۷ و ۱۵ درصدی اکسیدهای نیتروژن و دوده در استفاده از B50 به جای سوخت دیزل بوده‌اند[افخمی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲]. و همچنین با بازخورانی گازهای خروجی گرم به مقدار ۲۰ % ملاحظه می شود به دلیل کاهش دمای متوسط محفظه احتراق مقادیر آلاینده های اکسید نیتروژن و دوده همزمان ۸۷/۳۲ و ۹/۷ درصد کاهش می یابند.

بنابراین در مقاله حاضر مطالعه موردی بر روی تاثیر بیودیزل و EGR بر روی عملکرد موتور و تولید آلاینده‌ها حاکی از آن است که به این مورد توجه ویژه‌ای شده است. بررسی مقایسه‌ای بین بیودیزل و بازخورانی گازهای خروجی (EGR) بر روی آلایندگی‌های موتور نشان می‌دهد که سوخت بیودیزل باعث کاهش آلاینده‌های مانند هیدروکربن‌های نسوخته (HC)، مونواکسید کربن (CO)، و دوده (PM) گردیده و از طرف دیگر افزایش $NO_X$را در پی داشته است. از طرف دیگر بررسیEGR در فشارهای پایین و بالا نشان داد که فشار پایین باعث کاهش $NO_X$ و فشار بالا باعث افزایش آن می‌شود. این امر نشان دهنده آن است که برای دست‌یابی به کمترین آلاینده‌ها و بهترین عملکرد موتور و ذخیره سوخت‌های طبیعی به دنبال ارائه راهکاری از تلفیق دو روش استفاده از سوخت بیودیزل و بازخورانی گازهای خروجی باشند. نتایج ارائه شده در این زمینه نشان می‌دهد که چنانچه تلفیقی از دو شیوه در کنترل آلاینده‌های استفاده گردد، علاوه بر کاهش آلاینده‌ها و بویژه $NO_X$ قدمی در جهت حفظ ذخایر نفتی نیز با مصرف سوخت‌های غیر نفتی برداشته خواهد شد.

## پیشنهادات

تحقیات بیشتری در خصوص بررسی همزمان بیودیزل و EGR در جهت کاهش آلاینده NOx باید انجام پذیرد تا به استفاده همزمان بیودیزل و EGR به یک روش قابل قبول از لحاظ زیست محیطی و تجاری تبدیل شود. البته در ساخت بیودیزل باید به استحصال آن از منابع ارزان قیمت توجه شود تا بتوان با استفاده از آن بازار جدید برای کشاورزان ایجاد نمود. هرچند هزینه‌های تولید بالا و وجود سایر بازارهای مصرف برای منابع مورد استفاده مانع از تولید آن در مقیاس انبوه گردد. اما تلاش گسترده در این زمینه می‌تواند باعث جلوگیری از بروز انواع بیماری‌ها که در اثر حضور آلاینده‌ها بوجود می‌آیند شود و در حفظ منابع نفتی گامی موثر باشد.

## منابع


۱. افخمی‌نیا، ر.، جعفرمدار، ص.، ۱۳۹۲، بررسی عددی تأثیر استفاده از بیودیزل در احتراق و آلایندگی موتور اشتعال تراکمی سوخت همگن بازخورانی شده ، همایش بین‌المللی موتورهای درونسوز و نفت.

۲. جعفری، ل.، خلیل‌آریا، ش.، جعفرمدار، ص.، ۱۳۹۲، بررسی تأثیر زمانبندی پاشش سوخت و EGR بر آلاینده‌های موتورهای احتراق داخلی با سوخت بیودیزل، هشتمین همایش بین المللی موتورهای درونسوز و نفت پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ۲۸-۳۰.

۳. نجفی، ب.، پیروزپناه، و.، قبادیان، ب.، ۱۳۸۴، تاثیر استفاده از بیودیزل در کاهش آلایندگی موتور دیزل، اولین کنفرانس احتراق ایران، تهران دانشگاه تربیت مدرس.

4.

5. Agarwal, D., Sinha, S., & Agarwal, A. K. (2006). Experimental investigation of control of NOx emissions in biodiesel-fueled compression ignition engine. *Renewable Energy*, *31*(14), 2356-2369.
6. Andwari, A. M., Aziz, A. A., Said, M. F. M., & Latiff, Z. A. (2014). Experimental investigation of the influence of internal and external EGR on the combustion characteristics of a controlled auto-ignition two-stroke cycle engine. *Applied Energy*, *134*, 1-10.
7. Asad, U., & Zheng, M. (2008, January). EGR oxidation and catalytic fuel reforming for diesel engines. In *ASME 2008 Internal Combustion Engine Division Spring Technical Conference* (pp. 87-97). American Society of Mechanical Engineers.
8. Chen, Z., Liu, J., Wu, Z., & Lee, C. (2013). Effects of port fuel injection (PFI) of n-butanol and EGR on combustion and emissions of a direct injection diesel engine. *Energy Conversion and Management*, *76*, 725-731.
9. Hoekman, S. K., & Robbins, C. (2012). Review of the effects of biodiesel on NOx emissions. *Fuel Processing Technology*, *96*, 237-249.
10. Keskin, A., Gürü, M., & Altıparmak, D. (2007). Biodiesel production from tall oil with synthesized Mn and Ni based additives: effects of the additives on fuel consumption and emissions. *Fuel*, *86*(7), 1139-1143.
11. Kim, M. Y., Yoon, S. H., & Lee, C. S. (2008). Impact of split injection strategy on the exhaust emissions and soot particulates from a compression ignition engine fueled with neat biodiesel. *Energy & Fuels*, *22*(2), 1260-1265.

12. Kumara, A. S., Maheswarb, D., & Reddyc, K. V. K. (2009). Comparision of diesel engine performance and emissions from neat and transesterified cotton seed oil. *Jordan journal of mechanical and industrial engineering*, *3*.
13. Park, S. H., Yoon, S. H., Suh, H. K., & Lee, C. S. (2008). Effect of the temperature variation on properties of biodiesel and biodiesel-ethanol blends fuels. *Oil & Gas Science and Technology-Revue de l'IFP*, *63*(6), 737-745.
14. Park, Y., & Bae, C. (2014). Experimental study on the effects of high/low pressure EGR proportion in a passenger car diesel engine. *Applied Energy*, *133*, 308-316.
15. Pradeep, V., & Sharma, R. P. (2007). Use of HOT EGR for NOx control in a compression ignition engine fuelled with bio-diesel from Jatropha oil. *Renewable Energy*, *32*(7), 1136-1154.
16. Qi, D. H., Chen, H., Lee, C. F., Geng, L. M., & Bian, Y. Z. (2009). Experimental Studies of a Naturally Aspirated, DI Diesel Engine Fuelled with Ethanol− Biodiesel− Water Microemulsions. *Energy & Fuels*, *24*(1), 652-663.
17. Qi, D., Leick, M., Liu, Y., & Chia-fon, F. L. (2011). Effect of EGR and injection timing on combustion and emission characteristics of split injection strategy DI-diesel engine fueled with biodiesel. *Fuel*, *90*(5), 1884-1891.
18. Qi, D., Leick, M., Liu, Y., & Chia-fon, F. L. (2011). Effect of EGR and injection timing on combustion and emission characteristics of split injection strategy DI-diesel engine fueled with biodiesel. *Fuel*, *90*(5), 1884-1891.
19. Saleh, H. E. (2009). Effect of exhaust gas recirculation on diesel engine nitrogen oxide reduction operating with jojoba methyl ester. *Renewable Energy*, *34*(10), 2178-2186.
20. Tsolakis, A., Megaritis, A., Wyszynski, M. L., & Theinnoi, K. (2007). Engine performance and emissions of a diesel engine operating on diesel-RME (rapeseed methyl ester) blends with EGR (exhaust gas recirculation). *Energy*, *32*(11), 2072-2080.
21. Yoon, S. H., Suh, H. K., & Lee, C. S. (2009). Effect of spray and EGR rate on the combustion and emission characteristics of biodiesel fuel in a compression ignition engine. *Energy & Fuels*, *23*(3), 1486-1493.
22. Zheng, M., Reader, G. T., & Hawley, J. G. (2004). Diesel engine exhaust gas recirculation—a review on advanced and novel concepts. *Energy Conversion and Management*, *45*(6), 883-900.
23. Zhu, L., Cheung, C. S., Zhang, W. G., & Huang, Z. (2011). Combustion, performance and emission characteristics of a DI diesel engine fueled with ethanol–biodiesel blends. *Fuel*, *90*(5), 1743-1750.

# Survey Biodiesel and EGR on emission

**Abstract**

A lot of research has presented ways of reducing contaminators by means of Biodiesel fuels and recirculation of the releasing gasses from the exhaust (EGR). In the present study there is a review of the effects that Biodiesel and EGR may have on motor function and production of contaminators. Juxtaposition between the effects of Biodiesel and EGR on motor contaminators shows that Biodiesel fuels decrease contaminators such as HC, CO, and PM; and on the other hand, increases NOx. EGR, in low-pressure conditions, decreases NOx. In order to reach the lowest amount of contaminators and the best motor function, and reserving natural fuels, a combination of the two methods (i.e. Biodiesel and EGR) seems to be useful.

**Keywords**: Emissions, Oxides of nitrogen, Biodiesel, Fuel, Exhaust Gas Recirculation (EGR)