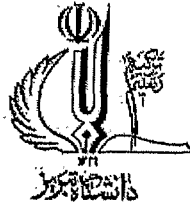


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده فنی مهندسی مکانیک  
گروه مهندسی مکانیک

پایاننامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک  
گرایش سیستم محرکه خودرو

عنوان

بررسی امکان تبدیل سطح استاندارد آلاینده‌گی موتور

Perkins MT4244 از سطح Stage II به Stage III

اساتید راهنما

دکتر وهاب پیروزپناه

دکتر یحیی عجب شیرچی

استاد مشاور

دکتر احمد فرزندی

پژوهشگر

کیوان بهلولی

بهمن ماه ۱۳۸۶

۹ ۶۳ ۱۷

فصلنامه علمی-تخصصی  
مکانیک

۱۷ / ۱ / ۱۳۸۷

تقدیم به

مادر مهربان

و روح پدر بزرگوارم

## سپاسگزاری

حمد و ستایش خداوندی را که سخنوران در ثنایش فرو مانند و شمارندگان از شمارش نعمتهایش عاجز آیند و خداوندی که اندیشه های بلند او را درک نکنند و زیرکان تیزهوش ، به عمق جلال و جبروت او نرسند.

بی شک اندک دستاورد علمی اینجانب پس از عنایات خاص خداوندی ، مرهون تلاشها و زحمات بی شائبه تمامی دانشمندان و اساتید میهن عزیزمان ایران می باشد ، امید است فرصت خدمتگزاری و ادای دین به جامعه علمی این مرز و بوم نصیب اینجانب گردد.

بر خود وظیفه می دانم یاد و خاطره استاد راهنمای تازه درگذشته ام جناب آقای دکتر پیروزپناه که در مراحل صحافی این پایان نامه دار فانی را وداع گفتند، گرمی داشته و نیز از زحمات و کمک های فراوان جناب آقای دکتر عجب شیرچی در تمامی مراحل این دستاورد ، کمال تشکر و قدردانی را دارم .

در پایان از دوستان عزیزم و همچنین همکارانم در مرکز تحقیقات شرکت موتورسازان که در طول انجام این پایان نامه مشوق و راهنمای بنده بوده اند سپاسگزارم.

نام خانوادگی دانشجو: بهلولی

نام: کیوان

عنوان پایاننامه: بررسی امکان تبدیل سطح استاندارد آلاینده‌گی موتور Perkins MT4244 از سطح Stage II به Stage III

اساتید راهنما: دکتر وهاب پیروز پناه - دکتر یحیی عجب شیرچی

استاد مشاور: دکتر احمد فرزندی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: تبدیل انرژی گرایش: سیستم محرکه خودرو دانشگاه: تبریز

دانشکده: فنی مهندسی مکانیک

تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۸۶/۱۱/۲۰

تعداد صفحه: ۱۰۵

واژه‌های کلیدی: موتور دیزل - کاهش آلاینده‌گی - خنک کن میانی - توربوشارژر - سیستم پاشش سوخت

چکیده:

با توجه به تشدید آلودگی هوا و متعاقباً وضع استانداردهای سختگیرانه نسبت به آلاینده‌های منتشره از موتورهای درونسوز، کاهش آلاینده‌گی این موتورها اهمیت یافته است. در موتورهای دیزلی با پاشش مستقیم میزان آلاینده‌های  $UHC$ ،  $CO$ ،  $PM$  و  $NO_x$  می‌باشد. مکانیزم این آلاینده‌ها تحت تاثیر فرآیندهای احتراق دیفیوژنی و پیش آمیخته می‌باشد، لذا هرگونه تغییر در نوع احتراق بمنظور کاهش یکی از این آلاینده‌ها به افزایش دیگری منجر خواهد شد. در این پایاننامه با بهره‌گیری از روش‌های ترکیبی همچون خنک کاری هوای ورودی به موتور با استفاده از خنک کن میانی بمنظور کاهش آلاینده‌گی اکسیدهای نیتروژن ( $NO_x$ )، افزایش فشار پاشش سوخت و آوانس دینامیکی در بار جزئی با تغییر در پمپ انژکتور، تغییر زمان پاشش سوخت و همچنین با توجه به تغییرات اساسی ذکر شده که در موتور بوجود آمده است، تغییر توربوشارژر موتور و انتخاب توربوشارژر مناسب با شرایط عملکردی موتور جهت تامین هوای مورد نیاز بمنظور کاهش آلاینده‌های  $UHC$ ،  $PM$  و  $CO$ ، پرداخته شده است. نتایج بدست آمده از تست‌های آلاینده‌گی (ECE R96) و نیز عملکردی (ECE R120) نشان از بهبود عملکرد موتور و کاهش آلاینده‌گی آن تا سطح استاندارد Stage III A را دارند.

فصل اول: بررسی منابع و پیشینه پژوهش

۱	.....مقدمه
۴	.....(۱-۱) مکانیزم احتراق و تشکیل آلاینده ها در یک اسپری سوختی
۴	.....(۱-۱-۱) ناحیه فقیر شعله (Lean Flame Region)
۵	.....(۲-۱-۱) ناحیه فقیر بدون شعله (Lean Flame Out Region)
۵	.....(۳-۱-۱) هسته افشانه (Spray Core)
۵	.....(۴-۱-۱) دنباله افشانه (Spray Tail)
۷	.....(۲-۱) برخورد افشانه سوخت با دیواره (Fuel Deposited On the Wall)
۹	.....(۳-۱) آلاینده ها و تاثیر پارامترهای عملکردی
۹	.....(۱-۳-۱) هیدروکربن های نسوخته (UHC)
۱۱	.....(۱-۳-۱) نسبت سوخت به هوا
۱۲	.....(۲-۱-۳-۱) توربوشارژر (Turbo Charger)
۱۲	.....(۳-۱-۳-۱) تاثیر زمان پاشش (Injection Timing)
۱۲	.....(۴-۱-۳-۱) چرخش مخلوط داخل سیلندر (Swirl)
۱۳	.....(۲-۳-۱) مونواکسید کربن (CO)
۱۳	.....(۳-۳-۱) ذرات (Particulate Matter)
۱۵	.....(۱-۳-۳-۱) تاثیر عدد ستان (Cetane Number)
۱۵	.....(۲-۳-۳-۱) تاثیر زمان پاشش (Injection Timing)
۱۵	.....(۳-۳-۳-۱) تاثیر فشار پاشش
۱۶	.....(۴-۳-۳-۱) تاثیر قطر نازل
۱۶	.....(۵-۳-۳-۱) تاثیر دمای هوای ورودی به موتور
۱۷	.....(۴-۳-۱) اکسیدهای نیتروژن (NOx)
۱۷	.....(۱-۴-۳-۱) انواع مکانیزم های NO حرارتی
۱۸	.....(۳-۴-۳-۱) مکانیزم NO لحظه ای یا سریع ( Prompt )

۱۹	.....(Cetane Number) تاثیر عدد ستانی(۴-۳-۱)
۱۹	.....(Injection Timing) تاثیر زمان پاشش(۵-۴-۳-۱)
۱۹	.....(Swirl) چرخش مخلوط داخل سیلندر(۶-۴-۳-۱)
۲۰	.....نسبت سوخت به هوا(۷-۴-۳-۱)
۲۱	.....(۴-۱) روش های موجود برای کاهش همزمان آلاینده ها
۲۶	.....(۵-۱) کارخانجاتی که در مورد تولید موتورهای ۴ سیلندر Stage IIIA تحقیق می کنند
۲۷	.....(۶-۱) محدودیت سطح آلاینده‌گی وسایل نقلیه غیر جاده ای (Off Road)
<b>فصل دوم: مواد و روش ها</b>	
۳۲	.....مقدمه
۳۲	.....(۱-۲) بررسی راهکارهای کاهش آلاینده‌گی موتور MT4244
۳۶	.....(۲-۲) خنک کاری هوای ورودی
۳۶	.....(۱-۲-۲) اساس خنک کاری هوای ورودی
۳۸	.....(۲-۲-۲) انواع سیستم های خنک کاری
۳۸	.....(۱-۲-۲-۲) خنک کاری هوا به هوا با فن (Mechanical Fan Drive Air to Air)
۳۹	.....(۲-۲-۲-۲) خنک کاری هوا به هوا با توربین (Air to air Tip-Turbine Fan)
	.....(۳-۲-۲-۲) خنک کاری هوا با آب از طریق سیستم خنک کاری خود موتور ( Air to Water
۳۹	.....(Using Engine Cooling System)
	.....(۴-۲-۲-۲) خنک کاری هوا با آب از طریق سیستم خنک کاری مستقل ( Air to Water Using
۳۹	.....(Close Water Cooling System)
۴۱	.....(۳-۲-۲) تاثیر خنک کاری هوای ورودی بر عملکرد موتور
۴۶	.....(۳-۲) مروری بر اصول تشکیل مخلوط در محفظه احتراق موتور
۴۸	.....(۱-۳-۲) سیستم پاشش سوخت ( Fuel Injection System )
۵۲	.....(۲-۳-۲) نسل های جدید سیستم پاشش سوخت
۵۲	.....(۱-۲-۳-۲) سیستم ریل مشترک (Common Rail)
۵۳	.....(۲-۲-۳-۲) سیستم UIS (Unit Injector System)

۵۵	..... سیستم (Unit Pump System) UPS (۳-۲-۳-۲)
۵۸	..... پرخوران و انواع روش های پر خوران (۴-۲)
۶۱	..... نحوه انتخاب پرخوران مناسب (۱-۴-۲)
۷۴	..... تجهیزات سلول تست (۵-۲)
۷۵	..... دستگاه دینامومتر $400kW$ (۱-۵-۲)
۷۶	..... دستگاه اندازه گیری مصرف سوخت (۲-۵-۲)
۷۷	..... دستگاه های سنجش آلاینده ها (۳-۵-۲)
<b>فصل سوم: نتایج و بحث</b>	
۸۱	..... مقدمه
۸۳	..... تحلیل نتایج عملکرد موتور به همراه خنک کن میانی (۱-۳)
۸۴	..... تحلیل نتایج آلاینده های موتور به همراه خنک کن میانی (۲-۳)
۸۵	..... تاثیر استفاده از خنک کن میانی بر آلاینده NOx (۱-۲-۳)
۸۶	..... تاثیر استفاده از خنک کن میانی بر آلاینده UHC (۲-۲-۳)
۸۷	..... تاثیر استفاده از خنک کن میانی بر آلاینده PM (۳-۲-۳)
۸۸	..... تاثیر استفاده از خنک کن میانی بر آلاینده CO (۴-۲-۳)
۹۰	..... تحلیل نتایج عملکردی موتور با تغییر پمپ انژکتور DPA به Bosch (۳-۳)
۹۱	..... تحلیل نتایج آلاینده های موتور به همراه خنک کن میانی و پمپ Bosch (۴-۳)
۹۲	..... تاثیر استفاده از پمپ انژکتور Bosch بر آلاینده UHC (۱-۴-۳)
۹۳	..... تاثیر استفاده از پمپ انژکتور Bosch بر آلاینده CO (۲-۴-۳)
۹۴	..... تاثیر استفاده از پمپ انژکتور Bosch بر آلاینده PM (۳-۴-۳)
۹۵	..... تاثیر استفاده از پمپ انژکتور Bosch بر آلاینده NOx (۴-۴-۳)
۹۷	..... تحلیل نتایج عملکردی موتور با تغییر توربوشارژر از نوع TB25 به GT20 (۵-۳)
۹۸	..... تحلیل نتایج آلاینده های موتور به همراه خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربوشارژر GT20 (۶-۳)
۹۹	..... تاثیر تغییر توربو شارژر TB25 به GT20 بر آلاینده UHC (۱-۶-۳)
۹۹	..... تاثیر تغییر توربو شارژر TB25 به GT20 بر آلاینده CO (۲-۶-۳)



۱۰۰	.....PM	۳-۶-۳)تأثیر تغییر توربو شارژر TB25 به GT20 بر آلاینده
۱۰۱	.....	۳-۷)نتیجه گیری کلی
۱۰۲	.....	۳-۸)پیشنهاد برای کارهای آینده
۱۰۳	.....	منابع و مأخذ

## فهرست شکل ها:

- شکل ۱-۱-۱- مکانیزم احتراق اسپری سوخت پاشیده شده به محفظه احتراق ۴
- شکل ۱-۲- نحوه تشکیل آلاینده ها در محفظه احتراق موتور دیزلی ۶
- شکل ۱-۳- برخورد جت سوخت با دیواره ۷
- شکل ۱-۴- تاثیر فشار پاشش بر نفوذ جت ۸
- شکل ۱-۵- تاثیر فشار داخل محفظه بر نفوذ جت ۸
- شکل ۱-۶- مکانیزم تشکیل هیدروکربن های نسوخته ۱۰
- شکل ۱-۷- تاثیر میزان Nozzle SAC Volume بر غلظت UHC برای یک موتور دیزلی پاشش مستقیم ۱۱
- شکل ۱-۸- ترکیبات موجود در ذرات خروجی از آگزوز موتورهای دیزلی ۱۴
- شکل ۱-۹- نرخ تولید دوده در طول مراحل احتراقی ۱۵
- شکل ۱-۱۰- تاثیر عدد ستانی بر آلاینده PM ۱۵
- شکل ۱-۱۱- تاثیر قطر نازل بر احتراق، I.S.F.C، و آلاینده ها ۱۶
- شکل ۱-۱۲- تاثیر عدد ستان بر اکسید های نیتروژن ۱۹
- شکل ۱-۱۳- تاثیر سوریل بر آلاینده ها و bsfc بر حسب زمان پاشش ۲۰
- شکل ۱-۱۴- نمودار HRR ۲۰
- شکل ۱-۱۵- تاثیر افزایش bmep بر آلاینده های NOX و HC ۱۳
- شکل ۱-۱۶- مصالحه  $PM$  و  $NO_x$  ۲۳
- شکل ۱-۱۷- تاثیر دمای هوای منیفولد ورودی بر bsfc و نسبت هوای اضافی و آلاینده ها در فشار ثابت منیفولد ۲۴
- شکل ۱-۱۸- تاثیر فشار هوای منیفولد ورودی بر bsfc و نسبت هوای اضافی و آلاینده ها در دمای ثابت منیفولد ۲۴
- شکل ۱-۱۹- سرعت و گشتاور در طول تست NRTC ۳۱
- شکل ۱-۲- نسبت افزایش چگالی بر حسب نسبت فشار و برای بازده های مختلف کمپرسور ۳۸
- شکل ۲-۲- نسبت افزایش چگالی بر حسب نسبت فشار و برای بازده های مختلف خنک کن میانی ۳۸

- شکل ۲-۳- انواع سیستم های خنک کاری ۴۰
- شکل ۲-۴- مقایسه عملکرد موتور خنک کاری هوا به هوا و خنک کاری هوا به آب ۴۰
- شکل ۲-۵- تاثیر خنک کاری ورودی بر عملکرد موتور در رنج های مختلف سرعت موتور ۴۲
- شکل ۲-۶- تاثیر خنک کاری همراه با افزایش سوخت موتور در رنج های مختلف سرعت موتور ۴۲
- شکل ۲-۷- تاثیر دما و نسبت سوخت به هوا بر آلاینده PM ۴۳
- شکل ۲-۸- شمایی از اسپری سوخت در موتور دیزلی پاشش مستقیم ۴۶
- شکل ۲-۹- میزان نفوذ جت سوختی بر حسب زمان ۴۷
- شکل ۲-۱۰- نمای برش خورده از پمپ DPA ۵۰
- شکل ۲-۱۱- پمپ Bosch به همراه تبدیل بر روی موتور MT4-244 ۵۰
- شکل ۲-۱۲- شکل شماتیک مکانیزم عملکرد پمپ های آسیابی ۵۱
- شکل ۲-۱۳- مکانیزم سیستم آوانس دینامیکی در بارهای جزئی ۵۱
- شکل ۲-۱۴- شکل طرح وارهای سیستم ریل مشترک ۵۲
- شکل ۲-۱۵- انژکتور مربوط به سیستم ریل مشترک ۵۳
- شکل ۲-۱۶- شکل شماتیک سیستم UIS ۵۴
- شکل ۲-۱۷- مقایسه پروفیل نرخ پاشش سوخت در سیستم CR و UIS ۵۴
- شکل ۲-۱۸- شکل شماتیک سیستم UPS ۵۵
- شکل ۲-۱۹- منحنی عملکرد کمپرسور ۶۰
- شکل ۲-۲۰- انطباق نتایج تست موتور با توربو شارژر TB25 بر روی منحنی عملکرد کمپرسور TB25 ۶۳
- شکل ۲-۲۱- آداپتور واسط منی فولد دود به توربوشارژر GT20 ۶۷
- شکل ۲-۲۲- توربوشارژر GT20 به همراه آداپتور مربوطه و منی فولد دود ۶۸
- شکل ۲-۲۳- توربوشارژر GT20 به همراه آداپتور مربوطه و منی فولد دود نصب شده بر روی موتور ۶۸
- شکل ۲-۲۴- انطباق نتایج تست موتور با توربو شارژر GT20 بر روی منحنی عملکرد کمپرسور GT20 ۷۲
- شکل ۲-۲۵- نمودار مربوط به استاندارد آلاینده R24 ۷۴
- شکل ۲-۲۶- دینامومتر مغناطیسی مورد استفاده در سلول تست مرکز تحقیقات موتورسازان ۷۵

- شکل ۲-۲۷- نمایی از سلول تست به همراه موتور ۷۹
- شکل ۲-۲۸- نمایی از دستگاه های مورد استفاده در مرکز تحقیقات موتورسازان ۸۰
- شکل ۳-۱- نمودار مقایسه مقادیر توان موتور MT4244 در حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۲
- شکل ۳-۲- نمودار مقایسه مقادیر گشتاور موتور MT4244 در حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۲
- شکل ۳-۳- نمودار مقایسه مقادیر bsfc موتور MT4244 در حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۲
- شکل ۳-۴- نتایج تست آلاینده‌گی ECER96 8mode موتور MT4244 در حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۴
- شکل ۳-۵- مقادیر آلاینده  $NOx$  در تست 8mode برای حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۵
- شکل ۳-۶- مقادیر آلاینده  $UHC$  در تست 8mode برای حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۶
- شکل ۳-۷- مقادیر آلاینده  $PM$  در تست 8mode برای حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۷
- شکل ۳-۸- مقادیر آلاینده  $CO$  در تست 8mode برای حالت پایه (stageII) و با استفاده از خنک کن میانی (هر دو با پمپ DPA) ۸۸
- شکل ۳-۹- نمودار مقایسه مقادیر توان موتور MT4244 در حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ DPA و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch ۸۹
- شکل ۳-۱۰- نمودار مقایسه مقادیر گشتاور موتور MT4244 در حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ DPA و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch ۸۹
- شکل ۳-۱۱- نمودار مقایسه مقادیر bsfc موتور MT4244 در حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ DPA و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch ۸۹

موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch

شکل ۳-۱۲- نتایج تست آلاینده‌گی ECER96 8mode موتور MT4244 در حالت پایه با استفاده از خنک کن ۹۱

میانی و پمپ DPA و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch

شکل ۳-۱۳- مقادیر آلاینده UHC در تست 8mode برای حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ DPA و موتور ۹۲

پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ

شکل ۳-۱۴- مقادیر آلاینده CO در تست 8mode برای حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ DPA و موتور ۹۳

پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ

شکل ۳-۱۵- مقادیر آلاینده PM در تست 8mode برای حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ DPA و موتور ۹۴

پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ

شکل ۳-۱۶- مقادیر آلاینده NOx در تست 8mode برای حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ DPA و موتور ۹۵

پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ

شکل ۳-۱۷- نمودار مقایسه مقادیر توان موتور MT4244 در حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ Bosch و ۹۶

توربوشارژر TB25 و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربوشارژر GT20

شکل ۳-۱۸- نمودار مقایسه مقادیر گشتاور موتور MT4244 در حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ Bosch ۹۶

و توربوشارژر TB25 و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربوشارژر GT20

شکل ۳-۱۹- نمودار مقایسه مقادیر bsfc موتور MT4244 در حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ Bosch و ۹۶

توربوشارژر TB25 و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربوشارژر GT20

شکل ۳-۲۰- نتایج تست آلاینده‌گی ECER96 8mode موتور MT4244 در حالت پایه با خنک کن میانی، ۹۸

پمپ Bosch و توربوشارژر TB25 و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch و

توربوشارژر GT20

شکل ۳-۲۱- مقادیر آلاینده CO در تست 8mode برای حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربو ۹۹

شارژر TB25 و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربوشارژر GT20

شکل ۳-۲۲- مقادیر آلاینده PM در تست 8mode برای حالت پایه با خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربو ۱۰۰

شارژر TB25 و موتور پایه با استفاده از خنک کن میانی و پمپ Bosch و توربوشارژر GT20

## جدول:

- جدول ۱-۱- استاندارد های Stage I و Stage II مربوط به موتورهای دیزلی ۲۸
- جدول ۱-۲- استاندارد Stage IIIA مربوط به موتورهای دیزلی ۲۹
- جدول ۱-۳- استاندارد Stage IIIB مربوط به موتورهای دیزلی ۲۹
- جدول ۱-۴- استاندارد Stage IV مربوط به موتورهای دیزلی ۲۹
- جدول ۱-۲- مشخصات موتور در حالت پایه و Stage II ۳۳
- جدول ۲-۲- مقادیر تست عملکرد موتور MT4244 در حالت Stage II براساس استاندارد R120 ۳۴
- جدول ۲-۳- مقادیر تست آلاینده‌گی موتور MT4244 در حالت Stage II براساس استاندارد ECE R96 ۳۵
- جدول ۲-۴- مقادیر تست عملکرد موتور MT4244 Stage II با خنک کن میانی براساس استاندارد R120 ۴۴
- جدول ۲-۵- مقادیر تست آلاینده‌گی موتور MT4244 Stage II با خنک کن میانی طبق استاندارد ECE R96 ۴۵
- جدول ۲-۶- مقادیر تست عملکرد موتور MT4244 Stage II با خنک کن میانی و با استفاده از پمپ ۵۶  
انژکتور Bosch بر اساس استاندارد R120
- جدول ۲-۷- مقادیر تست آلاینده‌گی موتور MT4244 Stage II با خنک کن میانی و با استفاده از پمپ ۵۷  
انژکتور Bosch بر اساس تست آلاینده‌گی ECE R96
- جدول ۲-۸- جریان هوا و نسبت فشار تصحیح شده برای توربو شارژر TB25 در دوره‌های عملکردی ۶۲
- جدول ۲-۹- مقادیر تست آلاینده‌گی موتور MT4244 Stage II با خنک کن میانی و با استفاده از پمپ ۶۹  
انژکتور Bosch و توربوشارژر GT20 بر اساس تست آلاینده‌گی ECE R96
- جدول ۲-۱۰- مقادیر تست عملکرد موتور MT4244 Stage II با خنک کن میانی و با استفاده از پمپ ۷۰  
انژکتور Bosch و توربوشارژر GT20 بر اساس استاندارد R120
- جدول ۲-۱۱- جریان هوا و نسبت فشار تصحیح شده برای توربو شارژر GT20 در دوره‌های عملکردی ۷۱
- جدول ۲-۱۲- نتایج حاصل از تست مربوط به استاندارد R24 ۷۴

## فصل اول :

بررسی منابع و پیشینه پژوهش

## مقدمه

## تاریخچه آلودگی هوا:

در اوایل قرن هجدهم، انقلاب صنعتی با در اختیار گرفتن بخار برای تولید توان، توسط ساوری<sup>۱</sup>، پاپین<sup>۲</sup> و نیوکامن<sup>۳</sup> آغاز گردید و با شاهکار وات<sup>۴</sup> با تولید موتور رفت و برگشتی به اوج خود رسید. ماشین های بخار و توربین های بخار نیاز به بویلر های بخار داشتند که پیش از ظهور نیروگاه های اتمی، با سوخت فسیل و گیاهی آتش می گرفتند. در قرن نوزدهم سوخت اساسی برای بویلرها، زغال سنگ بود که در اواخر آن نفت نیز به چرخه سوختی اضافه گشت. در این دوران برجسته ترین آلاینده هوا، دوده و خاکستر حاصل از احتراق زغال سنگ و نفت در کوره بویلرهای نیروگاه ها، لوکوموتیو ها، کشتی های دریایی و همچنین در اجاق خانه ها بود.

در بریتانیا در سال ۱۸۴۸ میلادی اولین آژانس سلامتی به منظور کاهش آلاینده دوده و خاکستر تاسیس گردید و در ایالات متحده آمریکا، کاهش آلاینده دوده، برای اولین بار بر عهده شهرداری ها گذاشته شد. در آن زمان هیچگونه قانون یا آیین نامه ای برای کاهش دوده وجود نداشت، در سال ۱۸۸۰ میلادی اولین آیین نامه محلی توسط شهرداری ها برای محدود کردن آلاینده دوده و خاکستر از کارخانجات صنعتی، لوکوموتیو ها و کشتی ها اعلام گردید.

اولین تکنولوژی اساسی که برای کنترل آلاینده گی هوا در طول قرن نوزدهم توسعه پیدا کرد استفاده از دستگاه تصفیه گاز کوره بلند به منظور حذف گازهای سمی از سیال خروجی بود.

در اوایل قرن بیستم و در طول سال های ۱۹۰۰ تا ۱۹۲۵ میلادی تحولات زیادی در نحوه تشکیل آلاینده ها و کنترل آنها بوجود آمد. با جایگزینی موتورهای الکتریکی به جای ماشین های بخار تولید آلاینده ها از بویلر کارخانه ها و مسیر راه آهن ها به ایستگاه های تولید برق منتقل گردید و

---

<sup>1</sup> Savery

<sup>2</sup> Papin

<sup>3</sup> Newcomen

<sup>4</sup> Watt



همچنین با جایگزینی زغال با نفت میزان خاکستر به شدت کاهش یافت. اساسی ترین تغییر تکنولوژی در صنعت تولید تصاعدی اتومبیل ها بود.

با بروز فاجعه های زیست محیطی در سال ۱۹۴۸ میلادی در پین سیلوانیا (Pennsylvania) و حوادث مشابه در مناطق مختلف، اولین سمپوزیوم ملی آلودگی هوا در سال ۱۹۴۹ میلادی در کالیفرنیا و اولین کنفرانس تکنولوژی کاهش آلودگی هوا در واشنگتن (Washington) برگزار گردید. در طول این دوره اساسی ترین تغییر استفاده از لوله های گاز طبیعی برای گرمایش خانه ها بجای استفاده از زغال و نفت بود که به بهبود کیفیت هوا منجر شد. لوکوموتیوهای دیزلی جای لوکوموتیوهای بخار را گرفتند و موتورهای احتراق داخلی به بازار عرضه گردیدند. با وجود این هیچگونه قانون ملی برای محدودیت آلاینده ها در جهان وجود نداشت.

در بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰ میلادی در انگلیس تلاش های زیادی برای کاهش آلودگی هوا صورت گرفت. با تغییر سیستم گرمایش خانه ها که با سوزاندن زغال برای هر اتاق انجام می گرفت و با استفاده از سیستم گرمایش مرکزی و گرمایش الکتریکی میزان غلظت دوده موجود در هوا بشدت کاهش یافت ، بطوریکه میزان کدری صفحه فیلتر با عبور هوا از آن در سال ۱۹۵۸ میلادی از میزان  $175 \frac{\mu gr}{m^3}$  به مقدار  $75 \frac{\mu gr}{m^3}$  در سال ۱۹۶۸ میلادی کاهش یافت [۱].

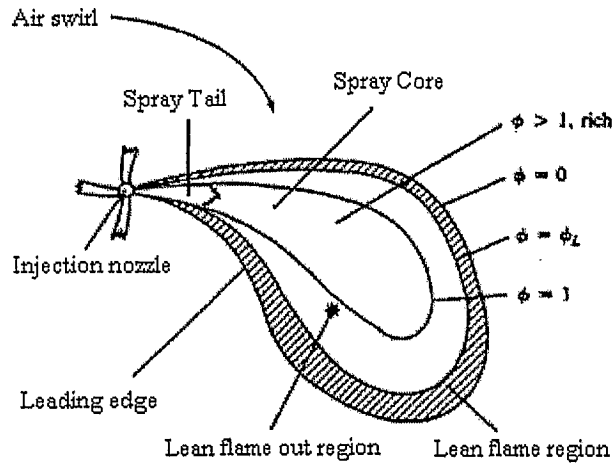
در طول این مدت تقریبا اکثر کشورهای اروپایی در شهرهای بزرگ خود بصورت جدی آلودگی هوا را تجربه کردند و مراکز تحقیقاتی و کنفرانس های مختلفی را بمنظور کاهش آلاینده ها برگزار کردند.

اولین قانون فدرال کنترل آلودگی هوا در سال ۱۹۵۵ میلادی در امریکا تصویب شد و تا سال ۱۹۸۰ میلادی شامل اصلاحیه های مختلفی گردید. در طول این مدت تمرکز بر روی اتومبیل ها به منظور کاهش آلودگی هوا و کنترل آنها ، بخصوص اکسیدهای سولفور و حذف گوگرد از سوخت و نیز کاهش اکسیدهای نیتروژن در طول فرایند احتراق بود [۱].

از این پس، با تکامل و بهره‌گیری از موتورهای احتراق داخلی و جدی‌تر شدن مسائلی چون پدیده گلخانه‌ای، باران‌های اسیدی و مه دود (SMOG)، قوانین و استانداردهای مختلفی به منظور محدود کردن آلاینده‌ها، از سوی سازمان‌های بین‌المللی وضع گردیده است که برای احراز این استانداردها، نیازمند درک صحیح از نحوه بوجود آمدن آلاینده‌ها در طول فرایند احتراق و استفاده از تکنولوژی‌های جدید و مناسب برای کاهش آلاینده‌ی موتورها می‌باشیم.

### ۱-۱) مکانیزم احتراق و تشکیل آلاینده ها در یک اسپری سوختی

یک اسپری سوختی را بسته به توزیع نسبت هوا به سوخت می توان به نواحی مختلف تقسیم بندی کرد که کیفیت احتراق و نیز تولید آلاینده ها در هر ناحیه متفاوت می باشد (شکل ۱-۱). این ناحیه ها را می توان به صورت زیر دسته بندی کرد :



شکل ۱-۱-۱- مکانیزم احتراق اسپری سوخت پاشیده شده به محفظه احتراق [۲]

#### ۱-۱-۱) ناحیه شعله فقیر (Lean Flame Region):

این ناحیه (LFR) مطابق شکل بین لبه و هسته که نسبت سوخت به هوا از صفر تا بینهایت تغییر می کند و هسته های احتراقی در این ناحیه بوجود می آیند، قرار دارد. در این قسمت نسبت سوخت به هوا فقیرتر از استوکیومتری می باشد و احتراق در آن بصورت کامل انجام می گیرد. در این ناحیه آلاینده  $NO_x$  بصورت محلی و به اندازه بالایی تولید می شود که البته در بارهای کم (Light Load) بعلت پایین بودن دما میزان تولید  $NO_x$  نیز پایین خواهد بود.

### ۱-۱-۲) ناحیه فقیر بدون شعله (Lean Flame Out Region):

در نزدیکی لبه (Leading Edge)، مخلوط خیلی فقیر است تا بتواند محترق شود. این ناحیه به نظر می رسد عامل اصلی تولید هیدروکربن های نسوخته باشد. عوامل بسیاری در تشکیل مناطق LFOR موثرند که از جمله این فاکتور ها دما و فشار داخل محفظه در مرحله احتراق، سوریل (Swirl)، جنس سوخت می باشد. در کل هر چه دما و فشار بالا باشد نفوذ شعله در قسمت مخلوط فقیر بیشتر خواهد بود.

### ۱-۱-۳) هسته افشانه (Spray Core):

به دنبال احتراق در قسمت LFR، شعله به سمت هسته گسترش پیدا می کند. در این ناحیه قطرات بزرگ هستند و گرما را بوسیله تابش از شعله دریافت می کنند و در اثر بالا رفتن دما، پخش بخار در اثر برخورد مولکول ها افزایش می یابد. اگر تمام قطرات بخار شوند شعله در منطقه غنی خواهد سوخت و شدت احتراق این قطرات به شدت تبخیر و پخش سوخت در شعله و نیز میزان پخش اکسیژن در شعله بستگی دارد.

### ۱-۱-۴) دنباله افشانه (Spray Tail):

آخرین قسمت از سوختی که به محفظه پاشیده می شود و در اثر فشار کم پاشش و افزایش فشار داخل سیلندر، معمولاً به تشکیل قطرات بزرگ منجر می شود. این قسمت در بار زیاد (High Load) شانس کمی برای بدست آوردن اکسیژن لازم برای احتراق دارند، ولی بعلا اینکه گازهای احاطه کرده دارای دمای بالایی هستند و انتقال گرما به این قطرات بالاست، این قطرات بخار و تجزیه می شوند. این ترکیبات شامل هیدروکربن نسوخته و کربن هستند که در اثر اکسیداسیون جزئی (Partial Oxidation) می توانند به تولید CO و آلدئید منجر شوند [۲].