Archive of SID

اثر عوامل محیطی و ترکیب سوخت بر اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت و آلایندهٔ NOx خودرو در یک چرخهٔ مشخص رانندگی

امیرحسین پریور*
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی
شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو
a_parivar@ip-co.com

سیدعلی جزایری
دانشیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
jazayeri@kntu.ac.ir

مجید کرباس‌فروش‌ها
کارشناس ارشد مهندسی مکانیک
شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو (ایپکو)
m_karbasi@ip-co.com

* نویسنده مسئول/تاریخ دریافت: ۹۰/۰۱/۲۳ پذیرش نهایی مقاله: ۹۰/۰۶/۳۰

چکیده

در این مقاله به بررسی اثر عوامل محیطی شامل دما، فشار و رطوبت و همچنین تغییر ترکیب سوخت بر مصرف مخصوص سوخت موتور و مصرف سوخت خودرو و همچنین میزان انتشارآلاینده‌های اکسیدهای نیتروژن پرداخته شده است. شبیه‌سازی به‌کمک نرم افزار شبیه ساز موتور GT-Power انجام شده است. نقاط کاری انتخابی برای شبیه‌سازی در این مطالعه همواره در بارهای جزیی است که اکثرا در چرخه رانندگی بیشترین تکرارپذیری را دارند و نوع سوخت مصرفی گاز طبیعی بوده است. شبیه‌سازی تغییر فشار محیط، با سوخت بنزین نیز انجام پذیرفته است. موتور انتخابی برای شبیه‌سازی موتور EF7.1.7.NA است. الگوی شبیه‌سازی مبنا ابتدا با داده های تجربی در بارهای جزیی با دقت کافی زینه‌بندی شده است. همچنین برای بررسی اثر تغییر فشار محیط، آزمونی بر روی موتور انجام پذیرفت که نتایج آن با شبیه‌سازی تطابق خوبی دارد و نیز استانده‌ای که در زمینهٔ آزمون اندازه‌گیری مصرف سوخت و آلایندگی خودرویی وجود دارد با نتایج حاصل از شبیه‌سازی مقایسه گردیده است.

کلیـد واژه‌ها: مصرف مخصوص، آلاینده اکسیدهای نیتروژن، رطوبت نسبی، موتور گازسوز، ترکیب سوخت

۱- مقدمه

اثر تغییر شرایط محیطی همواره موضوع مورد بحث در موتور بوده است. اثر تغییر فشار محیط بر عملکرد موتورهای دوزمانه و نحوهٔ روبش هوا در مرحلهٔ مکش و تعیین ضرایب تصحیح مناسب[۱] اثر تغییر دما و رطوبت نسبی هوا بر مهار شروع احتراق در موتورهای HCCI [۲] اثر تغییر شرایط محیط و ترکیب سوخت و افزودنی‌های آن بر مصرف سوخت خودرویی موتور دیزل [۳] از جمله بررسی‌های انجام شده در این زمینه هستند. استانداردهٔ اندازه‌گیری مصرف سوخت و آلایندگی خودرویی که در سال ۲۰۰۰ میلادی در اروپا به‌عنوان مرجع قرار گرفته است نیز محدودیت‌هایی برای شرایط محیطی در هنگام آزمون مصرف سوخت و آلایندگی موتور و خودرو بیان نموده است[۶]. در این پژوهش اثر تغییر شرایط محیط و ترکیب سوخت بر مصرف سوخت و آلاینده اکسیدهای نیتروژن در موتورهای اشتعال جرقه‌ای بررسی شده است. در تعیین میزان

www.SID.ir

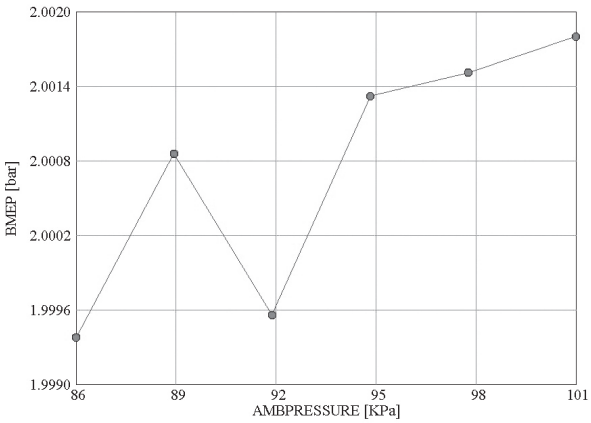
Archive of SID

مصرف سوخت و آلایندگی موتور در چرخهٔ رانندگی، نقاط کاری که مورد احتیاج است همگی در بارهای جزیی قرار می‌گیرد. لذا برای بررسی اثر تغییر شرایط محیطی و ترکیبات سوخت، می‌بایست نقاط کاری مورد نظر شبیه‌سازی شود. تغییر شرایط محیط از دو نقطه نظر بر مصرف سوخت خودرو اثر می‌گذارد. نخست آنکه با تغییر شرایط محیط میزان مصرف مخصوص موتور در یک نقطهٔ کاری ثابت، تغییر می‌کند. دوم آنکه با تغییر شرایط محیط و با ثابت در نظر گرفتن نقطهٔ کاری مورد نیاز خودرو، نقطهٔ کاری موتور نیز تغییر می‌کند. لذا در این پژوهش ابتدا به بررسی اثر تغییر شرایط محیط بر موتور در یک نقطهٔ کاری ثابت و سپس به بررسی اثر تغییر شرایط محیط بر یک نقطهٔ کاری خودرو پرداخته شده است.

۲- شبیه‌سازی و صحّه‌گذاری الگوی مبنا با نتایج تجربی

در شبیه‌سازی بارهای جزیی این نکات حائز اهمیت است.

۲-۱ پایش بار: در یک نقطه کاری مورد نظر، به‌طور مثال نقطهٔ کاری شاخص دور ۲۰۰۰ دوردردقیقه و میزان فشار متوسط مؤثر ترمزی ۲بار (۲۰۰۰-۲بار) باید در حین شبیه‌سازی با دقت کافی بار موتور نیز ثابت نگه داشته شود. برای این منظور از مهارگری که در نرم افزار برای مهار دریچه گاز وجود دارد، استفاده شده است. مهارگر مذکور از نوع PID[1] است و بسته به نیاز می‌تواند با تغییر زاویهٔ دریچهٔ گاز، میزان گشتاور (یا فشار متوسط مؤثر ترمزی) تعیین شدهٔ کاربر را ثابت نگه دارد. به جهت دقت بیشتر ثابت ماندن بار در محدودهٔ یک هزارم بار، رعایت شده است. دقت ثابت ماندن بار با تغییر فشار محیط با استفاده از مهارگر نرم افزار، در شکل ۱مشخص شده است.



شکل ۱ نمودارثابت ماندن فشارمتوسط مؤثر ترمزی برحسب تغییرفشار محیط در شبیه‌سازی

۱- Proportional Integral Derivative

۲-۲ غنا و ترکیب سوخت: برای دقت شبیه‌سازی، مصرف مخصوص و آلاینده اکسیدهای نیتروژن باید غنا و ترکیب سوخت با دقت کافی موجود باشد که در مورد شبیه‌سازی انجام گرفته، هر دو مورد یعنی غنا با دقت هزارم و نسبت مولی ترکیب واقعی سوخت گاز طبیعی و ارزش حرارتی آن در نظر گرفته شده است.

۲-۳ زمان‌بندی دریچهٔ هوا: به‌دلیل آنکه موتور EF۷.NA.۱.۷ مجهز به سامانه زمان‌بندی متغیر پیوسته دریچه‌ها بر روی میل بادامک هوا است در شبیه‌سازی زمان‌بندی دریچهٔ هوا دقیقا مقدار حاصل از آزمون قرار داده شده است.

۲-٤ اصطکاک: به‌منظور شبیه‌سازی اصطکاک از الگوی موجود در نرم افزار که مقدار فشار متوسط مؤثر اصطکاکی را از مجموع مقداری ثابت و اعمال ضرایبی به فشار حداکثر داخل استوانه، سرعت و شتاب متوسط سمبه محاسبه می‌کند، استفاده شده است.

$$\begin{cases} fmep(bar) = 0.3 + 0.006 \times \\ PickPressure(bar) + 0.075 \times \\ MeanPistonSpeed(\,^{m}/_{s}\,) \end{cases} [7]$$

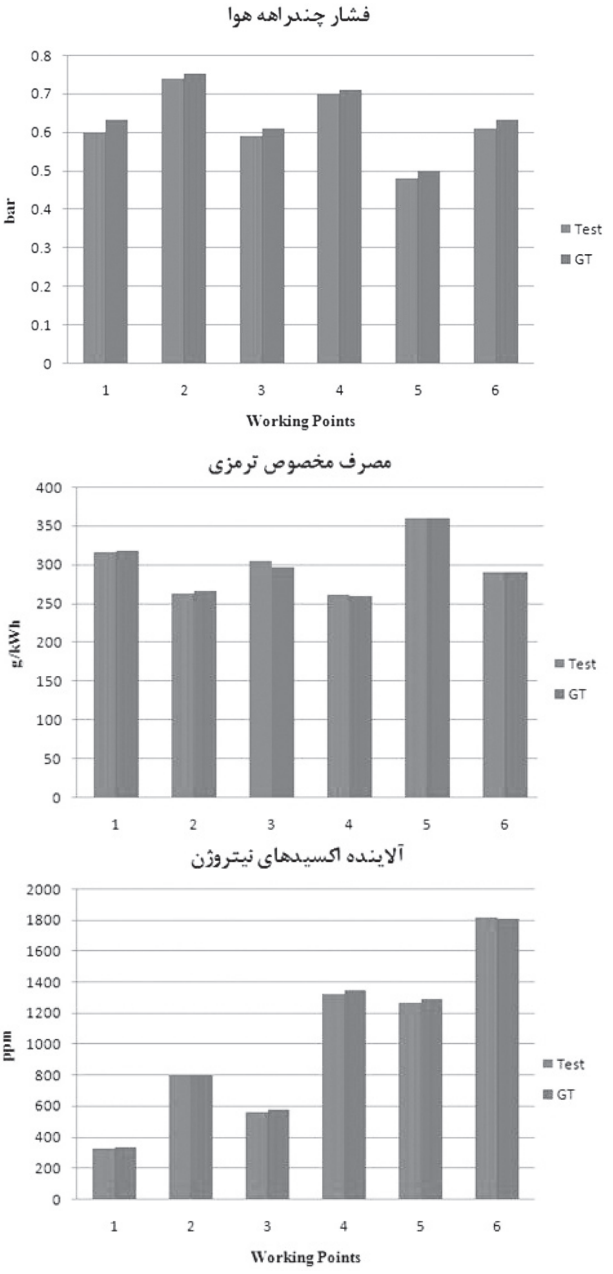
با اعمال داده های وابسته به موارد فوق در شبیه‌سازی تنها با تغییر زمان شروع احتراق، شبیه‌سازی با دقت مناسب زینه‌بندی شده است. شایان ذکر است که تغییر دمای دیواره‌ها و راهگاه‌های خروجی تأثیر ناچیزی بر نتایج شبیه‌سازی دارد.

جدول ۱ نقاط کاری شبیه‌سازی

Points	دور موتور rpm	فشارمتوسط موثرترمزی Bmep(bar)
۱	۱۵۰۰	۲,۶۳
۲	۱۵۰۰	۴,۲۶
۳	۲۰۰۰	۲,۶۸
۴	۲۰۰۰	۴,۴۵
۵	۴۰۰۰	۲,۲۸
۶	۴۰۰۰	۳,۹۹

www.SID.ir

Archive of SID



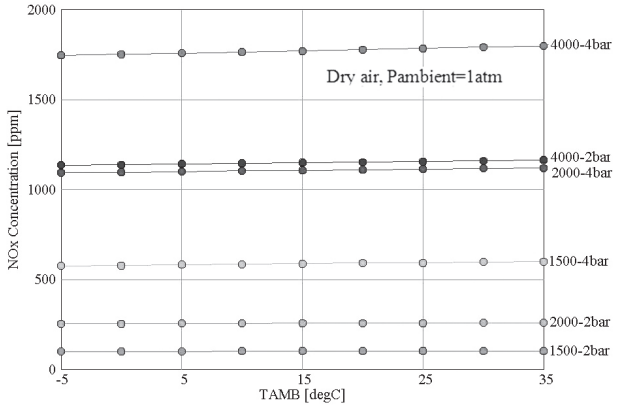
شکل ۲ مقایسه شبیه‌سازی با نتایج تجربی

۳- بررسی اثر تغییر دمای محیط

با توجه به نتایج حاصل از شبیه‌سازی اثر تغییر دمای محیط بر میزان مصرف مخصوص سوخت و همچنین آلایندهٔ اکسیدهای نیتروژن ناچیز است. شبیه‌سازی با تغییر ۴۰ درجه دمای محیط انجام گرفته است. با افزایش دمای ورودی مقدار اندکی مصرف مخصوص سوخت کاهش پیدا کرده است که علت آن صرف انرژی کمتر برای گرم کردن هواست. همچنین به‌دلیل افزایش دمای حداکثری، اندکی میزان آلاینده اکسیدهای نیتروژن نیز افزایش پیدا کرده است. شایان ذکر است که محدودهٔ دمای مجاز برای آزمایش مصرف سوخت خودرو۲۰-۳۰ درجه سانتیگراد است.

جدول ۲ اثر تغییر دمای محیط بر میزان مصرف مخصوص سوخت موتور

دمای محیط(K)	۱۵۰۰-۲bar Bsfc(g/kWh)	۲۰۰۰-۲bar Bsfc(g/kWh)	۴۰۰۰-۴bar Bsfc(g/kWh)
۲۶۸,۱۵	۳۵۴,۵۲۶	۳۳۶,۱۴۶	۲۹۲,۰۷۹
۲۷۳,۱۵	۳۵۴,۵۳۷	۳۳۶,۲۷۳	۲۹۲,۰۹۶
۲۷۸,۱۵	۳۵۴,۵۲۵	۳۳۶,۲۵۳	۲۹۲,۰۷۹
۲۸۳,۱۵	۳۵۴,۵۰۶	۳۳۶,۲۳۵	۲۹۲,۰۶۸
۲۸۸,۱۵	۳۵۴,۴۸۵	۳۳۶,۲۲۲	۲۹۲,۰۶
۲۹۳,۱۵	۳۵۴,۴۷۶	۳۳۶,۲۱۲	۲۹۲,۰۵۵
۲۹۸,۱۵	۳۵۴,۴۵۹	۳۳۶,۱۹۹	۲۹۲,۰۵
۳۰۳,۱۵	۳۵۴,۴۴۷	۳۳۶,۱۹	۲۹۲,۰۴۷
۳۰۸,۱۵	۳۵۴,۴۳۱	۳۳۶,۱۷۸	۲۹۲,۰۴۵



شکل ۳ اثر تغییر دمای محیط بر میزان آلایندهٔ اکسیدهای نیتروژن

جدول ۳ اثر تغییر دما برتغییر مصرف سوخت و NOx

نقطهٔ مبنا۲۵درجه ۱اتمسفرکاملاخشک

دما	۲۰۰۰- ۲bar		۴۰۰۰- ۴bar	
C°	Bsfc %	NOx %	Bsfc %	NOx %
-۵	۰,۰۲۸	-۱,۶۶	۰,۰۲۱	-۲,۱۸۳
۰	۰,۰۲۲	-۱,۴۴	۰,۰۱۵۷	-۱,۸۷۳
۵	۰,۰۱۶	-۱,۱۴	۰,۰۰۹	-۱,۵۱۴
۱۰	۰,۰۱	-۰,۸۶	۰,۰۰۶۱	-۱,۱۴
۱۵	۰,۰۰۶	-۰,۵۸	۰,۰۰۳۴	-۰,۷۷

www.SID.ir

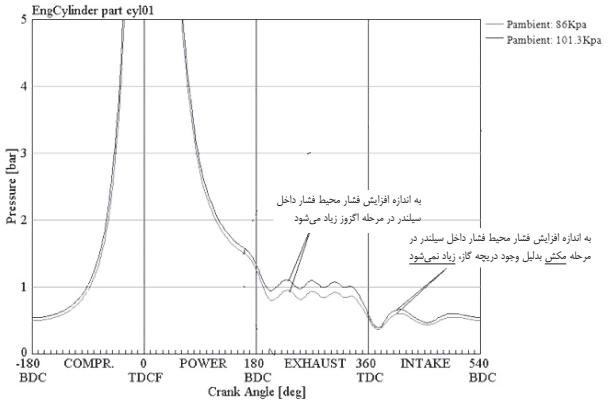
Archive of SID

ادامه جدول ۳ اثر تغییر دما برتغییر مصرف سوخت و NOx

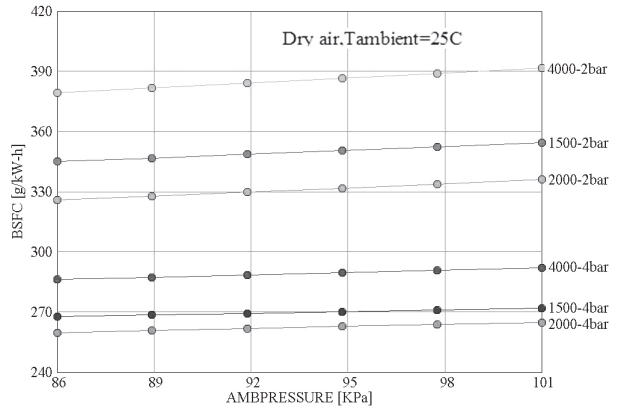
دما	۲۰۰۰- ۲bar		٤۰۰۰- ٤bar	
C°	Bsfc %	NOx %	Bsfc %	NOx %
۲۰	۰,۰۰۳	-۰,۲۹	۰,۰۰۱۷	-۰,۳۹
۲۵	۰	۰	۰	۰
۳۰	-۰,۰۰۲	۰,۲۹	-۰,۰۰۱	۰,۳۹
۳۵	-۰,۰۰۶	۰,۵۹	-۰,۰۰۱۷	۰,۸

٤- اثر تغییر فشار محیط

با افزایش فشار محیط فشار مرحلهٔ تخلیه به‌اندازهٔ افزایش فشار محیط افزایش می‌یابد. اما به‌دلیل وجود دریچهٔ گاز در مسیر مکش، فشار داخل استوانه در مرحله مکش به‌اندازه تخلیه افزایش نمی‌یابد. لذا اختلاف فشار خروجی و ورودی (اتلافات تلمبه‌ای) با افزایش فشار محیط، افزایش یافته و این به معنای افزایش مصرف مخصوص است.



شکل ۴ اثر تغییر فشار محیط بر تغییر فشار ورودی و خروجی



شکل ۵ اثر تغییر فشار محیط بر میزان مصرف مخصوص سوخت

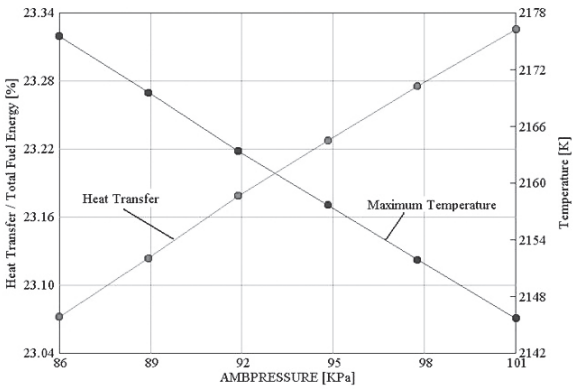
البته در بارهای بیشتر (که در چرخهٔ رانندگی اتفاق نمی‌افتد) افزایش فشار محیط چون منجر به پدیدهٔ کوبش خواهد شد و زمان جرقه زنی را به تأخیر خواهد انداخت باید برای حفظ بار موتور، دریچهٔ گاز قدری بیشتر گشوده شود لذا این دو اثر متقابل در بارهای زیاد، تعیین کنندهٔ کاهش یا افزایش مصرف سوخت است [۲].

با افزایش فشار محیط به‌دلیل کاهش دمای بیشینهٔ احتراق، میزان آلاینده NOx نیز به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. علت کاهش دمای بیشینه احتراق نیز افزایش ضریب و نرخ انتقال حرارت به‌دلیل افزایش فشار است. زیرا در تمامی معادلاتی که برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت پیشنهاد گردیده است نیز با افزایش فشار داخل استوانه ضریب انتقال حرارت بیشتر می‌شود. لذا با افزایش فشار محیط، علاوه بر اتلافات تلمبه‌ای، اتلافات حرارتی نیز بیشتر می‌شود و لذا مصرف مخصوص سوخت بیشتر و به‌دلیل کاهش دمای بیشینه، میزان آلاینده NOx کمتر می‌شود. الگوی انتقال حرارتی مورد استفاده الگوی وشنی است. معادلهٔ انتقال حرارتی وشنی ، هوهنبرگ، ایچلبرگ بترتیب عبارتنداز [۴]:

$$h = 3.26B^{-0.2} P^{0.8} w^{0.8} T^{-0.55}$$

$$h = 130V^{-0.06} P^{0.8} \bar{T}_G^{-0.4} (\bar{S}_p + 1.4)^{0.8}$$

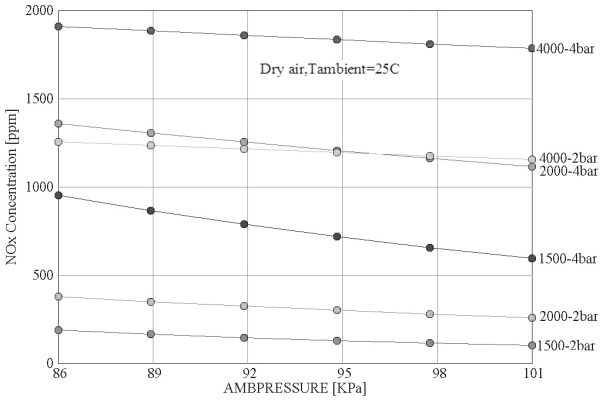
$$h = 2.43 V_p^{\frac{1}{3}} (PT)^{\frac{1}{2}}$$



شکل ۶ میزان انتقال حرارت و دمای بیشینه با تغییر فشار محیط ۲۰۰۰-۲ بار

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷ اثر تغییر فشار محیط بر میزان آلاینده اکسیدهای نیتروژن

جدول ۴ اثر تغییر فشار برتغییر مصرف سوخت و NOx

نقطه مبنا۲۵درجه ۱ اتمسفرکاملا خشک

فشار	۲۰۰۰- ۲bar		٤۰۰۰- ٤bar	
bar	Bsfc %	NOx %	Bsfc %	NOx %
۰,۸۹	−۲,۵	+۳۵,۳	−۱,۶۲	+۵,۶۱
۰,۹۲	−۱,۸۶	+۲۵,۲	−۱,۲۳	+۴,۲۰
۰,۹۵	−۱,۲۸	+۱۶,۵	−۰,۸۲	+۲,۷۴
۰,۹۸	−۰,۶۷	+۸,۲۶	−۰,۴۴	+۱,۴۵
۱,۰۱۳	۰	۰	۰	۰

۵- صحّه‌گذاری نتایج آزمون تغییر فشار محیط در حالت سوخت بنزین

به منظور صحّه‌گذاری اثر تغییر فشار محیط، آزمونی در آزمایشگاه موتور شرکت ایپکو انجام پذیرفت. تجهیزات بکار رفته در این آزمون عبارتند از: لگام ترمز الکتریکی AVL110kW دستگاه مصرف سوخت AVL435S و دستگاه سنجش آلایندگی Horiba همچنین تغییر فشار ورودی و خروجی موتور به‌کمک دستگاه هواساز که قادر به تنظیم فشار ورودی و خروجی موتور است(ACS[1]) و بر روی دو نقطهٔ کاری موتور EF7 انجام پذیرفت که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است.

۱- Air Conditioning System

جدول ۵ نتایج آزمون و شبیه‌سازی تغییر فشار بر روی موتور EF7 (سوخت بنزین)

فشار	۲۰۰۰- ۲bar		٤۰۰۰- ٤bar	
bar	Bsfc %	NOx %	Bsfc %	NOx %
۰,۸۸Test	−۲,۶	+۲۵	−۲,۰۹	+۱,۵
۱,۰۱۳Test	۰	۰	۰	۰
۰,۸۸GT	−۲,۶۳	+۳۱	−۱,۹	+۱,۶
۱,۰۱۳GT	۰	۰	۰	۰

ملاحظه می‌شود که مقادیرتغییر مصرف مخصوص و آلاینده اکسیدهای نیتروژن با نتایج حاصل از شبیه‌سازی موتور EF7 تطابق خوبی دارد.

٦- اثرات فشار محیط بر مصرف سوخت خودرو

زمانی که اندازه گیری مصرف سوخت خودرو در مد نظر باشد، باید نقطهٔ کاری مورد نظر خودرو محاسبه شود به‌طور مثال یک نقطه کاری مورد نیاز خودرو مانند حرکت در جادهٔ هموار با سرعتی ثابت، با تغییر شرایط محیط، نقاط کاری مختلفی را برای موتور ایجاد خواهد کرد. برای شرح بیشتر مسأله می‌توان خودرو را با مشخصات جدول ۶ در نقطهٔ کاری حرکت در جادهٔ هموار با سرعت ثابت بررسی نمود.

جدول ۶ مشخصات کاری خودرو

M_v	۱۲۰۰kg	η_{tot}	۰,۹۲
A_v	۲,۴m^2	S_v	۱۰m/s
C_D	۰,۳۵	a_{st}	۰
C_r	۰,۰۲	r_{dyn}	۰,۳m
نسبت دنده کل (دنده ۳)	۶,۱۴	ρ_{fuel}	۷۵۵g/lit

معادلهٔ نیروی لازم سر چرخ ، برای شیب روی با سرعت ثابت بدین صورت است [۵]:

$$F_{z,B} = M_v g(C_r cos\alpha_{st} + sin\alpha_{st}) + 0.5\rho_{air} C_D A_v S_v{}^2$$

که در آن S_v سرعت خودرو، A_v سطح تصویر شده جلویی خودرو، C_D ضریب پسای هوا، ρ_{air} چگالی هوای محیط، a_{st} زاویه شیب و C_r ضریب اصطکاک غلتشی است و η_{tot} بازده سامانه انتقال قدرت خودرو است.

www.SID.ir

Archive of SID

معادله مصرف سوخت خودرو بر واحد مسافت نیز چنین است [۵]:

$$b_s(\frac{Lit}{100km}) = \frac{bsfc(\frac{g}{kwh}) \times F_{z,B}(KN)}{\rho(\frac{g}{lit}) \times \eta_{tot} \times 3.6} \times 100$$

جدول ۷ نتایج شبیه‌سازی مصرف سوخت خودرو با تغییر فشار محیط

فشارمحیط(kPa)	۸۶	۱۰۱,۳
S_v	۱۰m/s	۱۰m/s
a_{st}	۰	۰
Bmep(bar)	۱,۱۲۱۷۵	۱,۱۵۴۱۵
Bsfc(g/kWh)	۴۴۸,۶۶	۴۶۱,۱۴
Fz,B(kN)	۰,۲۷۷	۰,۲۸۵
$b_s(\frac{Lit}{100km})$	۴,۹۷	۵,۲۵
درصدکاهش	۵,۳۳	۰

با کاهش فشار محیط در یک نقطهٔ کاری ثابت خودرو، به دو دلیل مصرف مخصوص موتور تغییر می‌کند. نخست آنکه به‌دلیل کاهش فشار و گشودگی بیشتر دریچهٔ گاز مصرف مخصوص کمتر می‌شود. دوم آنکه به‌دلیل کاهش بار ترمزی موتور، (کم شدن نیروی پسا حاصل از کاهش فشار) دریچه گاز بسته‌تر می‌شود. لذا این دو اثر متقابل مصرف مخصوص موتور را تعیین می‌کند. در مورد نقطه کاری فوق مصرف مخصوص حدود ۲/۷ درصد کاهش یافته است و به‌دلیل کاهش ۲/۸ درصدی بار خودرو نیز در کل مصرف خودرو بر واحد مسافت ۵/۳۳ درصد کاهش یافته است.

۷- اثر تغییر رطوبت نسبی محیط:

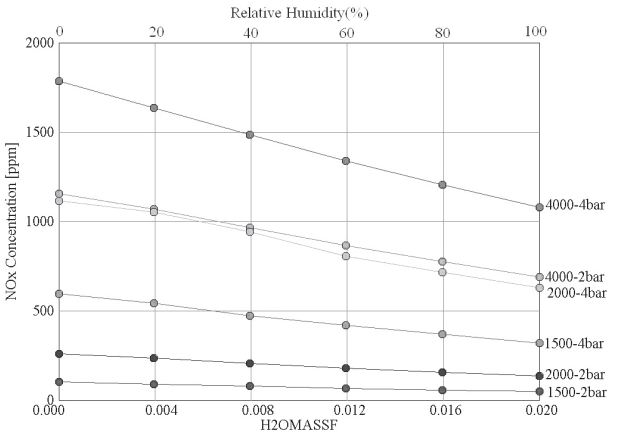
تغییر رطوبت نسبی هوا بر آلایندهٔ NOx موتور تأثیر محسوسی خواهد داشت با افزایش رطوبت نسبی، دمای بیشینهٔ داخل استوانه کاهش یافته لذا میزان آلاینده NOx کاهش می‌یابد. برای جبران اثر رطوبت نسبی هوا در اندازه‌گیری آزمون آلایندهٔ خودرویی محدودهٔ مجازی تعیین شده است. ضریب تصحیح رطوبت برای NOx اندازه گیری شده با این معادله تعیین می‌شود.

محدوده مجاز رطوبت مطلق [۶]:

$$5.5 < H < 12.2 \frac{gH_2O}{Kgdryair}$$

ضریب تصحیح رطوبت نسبی:

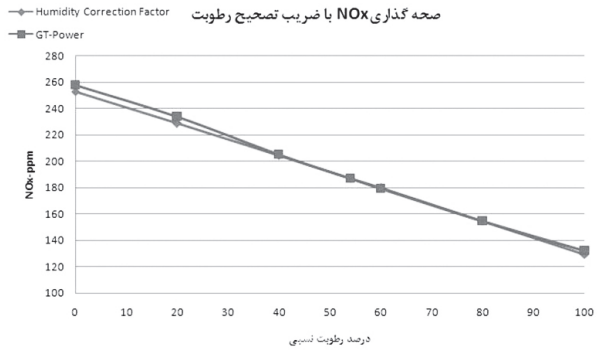
$$K_h = \frac{1}{1 - 0.0329 \times (H - 10.71)}$$



شکل ۸ تغییر NOx با رطوبت نسبی هوا

صحّه‌گذاری شبیه‌سازی با ضریب تصحیح رطوبت:

با توجه به معادلهٔ داده شده در استانده و با مراجعه به جداول دماپویایی رطوبت نسبی متناظر با رطوبت مطلق $10.71 \frac{gH_2O}{kgdryair}$ در شرایط استانده برابر ۵۴%خواهد بود در شکل ۱۰ غلظت NOx حاصل از شبیه‌سازی با غلظت NOx حاصل از ضریب تصحیح رطوبت مقایسه شده است.

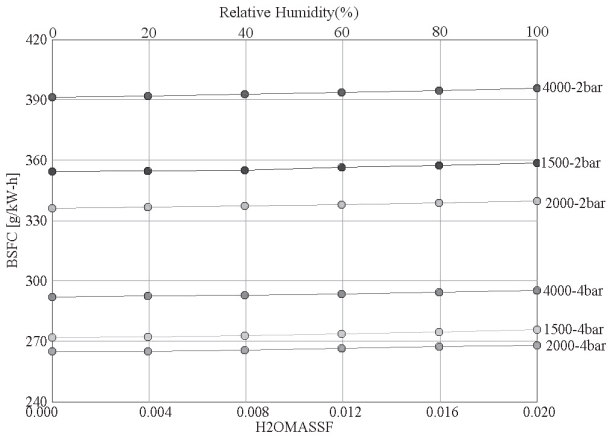


شکل ۹ مقایسهٔ نتایج غلظت NOx حاصل از شبیه‌سازی و ضریب تصحیح رطوبت۲۰۰۰-۲بار

همچنین با افزایش میزان رطوبت نسبی و افزایش جرم بخار آب مصرف مخصوص سوخت نیز افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

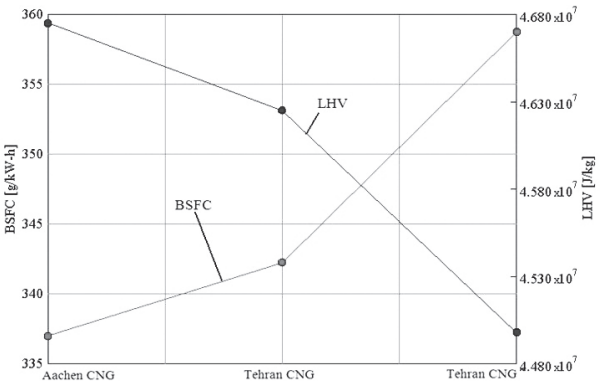
Archive of SID



شکل ۱۰ تغییر مصرف مخصوص سوخت با رطوبت نسبی هوا

۸-اثر ترکیب سوخت

تغییر میزان اجزای تشکیل دهنده سوخت و همچنین ارزش حرارتی آن، اثر بسزایی در تعیین مصرف مخصوص سوخت دارد. البته هرچه ارزش حرارتی سوخت بیشتر باشد مصرف مخصوص آن کمتر است. به‌طور خاص در مورد سوخت CNG درصد متان موجود در سوخت عامل اصلی تعیین کنندهٔ کیفیت سوخت خواهد بود. ارزش حرارتی متان خالص از دیگر هیدروکربن های سبک نظیر اتان ، پروپان و ... بیشتر است. لذا هرچه درصد متان موجود در سوخت بیشتر باشد، ارزش حرارتی بیشتر و مصرف مخصوص کمتر خواهد بود. همچنین متان به‌دلیل تقارن مولکولی دارای مقاومت بزرگی در مقابل پدیده کوبش است لذا زمان جرقه زنی در حالت استفاده از سوخت با درصد متان بیشتر، به جرقه MBT[1] نزدیکتر خواهد بود.



شکل ۱۱ تغییر مصرف مخصوص سوخت با تغییر آنالیز سوخت

۱- Maximum Brake Torque

توجه آنکه ارزش حرارتی سوخت، در سوخت‌های با عدد اکتان یکسان نیز می‌تواند متفاوت باشد. چراکه اساسا ارزش حرارتی به ترکیب سوخت و عدد اکتان به میزان افزودنی‌های سوخت وابسته است.

نتیجه‌گیری

• با کاهش فشار محیط، مصرف مخصوص سوخت در یک نقطه کاری موتور، به‌دلیل کاهش اتلافات تلمبه‌ای کاهش می‌یابد. میزان کاهش مصرف مخصوص در نقاط کاری با بار کمتر، بیشتر است.

• با کاهش فشار محیط و در نتیجه کاهش نرخ انتقال حرارت استوانه، دمای بیشینه و در نتیجه میزان آلایندهٔ اکسیدهای نیتروژن افزایش می‌یابد.

• با کاهش فشار محیط در یک نقطهٔ ثابت کاری خودرو، هرچه سهم نیروی پسا بیشتر باشد میزان کاهش مصرف مخصوص موتور و نیز میزان کاهش مصرف سوخت خودرو بیشتر خواهد بود.

• اثر تغییر رطوبت هوای محیط در استانهٔ اندازه‌گیری آلاینده خودرو در نظر گرفته شده و با ضریبی تصحیح می‌شود. با افزایش رطوبت نسبی هوا آلاینده اکسیدهای نیتروژن به‌دلیل کاهش دمای بیشینهٔ داخل استوانه، کاهش چشمگیری پیدا می‌کند.

• تأثیر تغییرات ارزش حرارتی سوخت مورد استفاده بر اندازه‌گیری آزمون آلاینده خودرویی، چشمگیر است و به‌طور مثال در مورد دو سوخت آنالیز شده از جایگاه‌های تهران، تفاوت به بیش از ۴ درصد می‌رسد.

References:

1. Harari.R/Sher.E/The Effect of Ambient Pressure On Performance Map of a Two Stroke SI Engine/SAE 930503
2. Andreae-Morgen/Cheng-wia/Kenney-Thomas/Effect of Air Temperature and Humidity on Gasoline HCCI Operating in the Negative –Valve-Overlap Mode/SAE 2007-01-0221
3. Recakerd.D/Cartwright.S/Chandler.J.E/The Impact of Ambient Conditions, Fuel Characteristics and Fuel Additives on Fuel Consumption of Diesel Vehicles/SAE 912332
4. Heywood-John.B/Internal Combustion Engine Fundamentals / 1988
5. Lechner.G- Naunheimer.H/ Automotive Transmissions/ Springer/1999
6. Economic and Social Council/Economic Commission for Europe/Trans.wp29.741/2000
7. GT-Power software manual version 6.1

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸ کسر جرمی اجزاء هوا با درنظرگیری رطوبت

کسرجرمی N_2	کسرجرمی O^2	کسرجرمی $H_2O = \frac{m_v}{m_a + m_v}$	$H = \frac{m_v}{m_a} = 0.622 \times \frac{P_v}{P_{amb} - P_v}$	$P_v = \varphi \times P_g$ [1] kPa	رطوبت نسبی φ %
۰,۷۶۷	۰,۲۳۳	۰	۰	۰	۰
۰,۷۶۴۰۰۸	۰,۲۳۲۰۹۱	۰,۰۰۳۹۰۱	۰,۰۰۳۹۱۶	۰,۶۳۳۸	۲۰
۰,۷۶۱۰۰۲	۰,۲۳۱۱۷۸	۰,۰۰۷۸۲	۰,۰۰۷۸۸۲	۱,۲۶۷۶	۴۰
۰,۷۵۷۹۸۱	۰,۲۳۰۲۶	۰,۰۱۱۷۵۸	۰,۰۱۱۸۹۸	۱,۹۰۱۴	۶۰
۰,۷۵۴۹۴۶	۰,۲۲۹۳۳۸	۰,۰۱۵۷۱۵	۰,۰۱۵۹۶۶	۲,۵۳۵۲	۸۰
۰,۷۵۱۸۹۷	۰,۲۲۸۴۱۲	۰,۰۱۹۶۹۱	۰,۰۲۰۰۸۷	۳,۱۶۹	۱۰۰

۱- $P_g@T = 25C, 1atm = 3.169kPa$

www.SID.ir