

بررسی مقایسه ای آلاینده های مهم خروجی از اگزوز خودروهای بنزینی و دیزلی

دکتر احمد جنیدی جعفری *

چکیده:

وسایل نقلیه موتوری منابع مهم مصنوعی آلودگی هوا محسوب می گردند. در این مطالعه مقایسه ای از میزان خروج آلاینده های مهم که برای آن در انگلستان مقررات وضع شده است در سه نوع خودرو شامل خودروی بنزینی، خودروی بنزینی با TWC و خودروی دیزل انجام شده است، همچنین مقایسه ای از میزان خروج گاز دی اکسید کربن که در پدیده گلخانه ای موثر می باشد نیز در این سه نوع خودرو ارائه گردیده است. برای این منظور ۳۰۰ خودرو پس از معاینه اولیه انتخاب شده و آلاینده های خروجی آنها در شرایط مختلف دمای محیط و موتور مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج حاصل از این بررسی بیانگر آن است که آلاینده های خروجی CO، NO_x و THC ناشی از موتور های دیزلی زمانیکه موتور گرم باشد کمتر از موتورهای بنزینی بدون کاتالیست TWC بوده است (بترتیب با $P < 0.001$ ، $P < 0.000228$ و $P < 0.000336$) در حالیکه میزان خروج این آلاینده ها در موتورهای با سیستم کاتالیستی کنترل آلاینده سه گانه نزدیک به موتورهای دیزل می باشد. نتایج همچنین نشان داد که CO و THC خروجی از دو دسته موتور بنزینی با TWC و دیزل در دماهای کمتر محیط بیشتر است اگر چه میزان CO₂ در سرعت های متوسط در موتورهای دیزل کمتر می باشد. میزان ذرات در موتور های دیزلی نسبت به موتورهای بنزینی و بنزینی با TWC قابل ملاحظه می باشد. در بسیاری از موارد اکثر هیدروکربن های سبک ناشی از خودروهای بنزینی همراه با سیستم TWC بیشتر از موتورهای دیزل می باشد که اختلاف واضحی را در میزان تولوئن خروجی می توان دید ($P < 0.0004$). همانطور که نتایج نشان داد از طریق مقایسه مستقیم ممکن نیست که بتوان اظهار نظر نمود که کدام نوع از خودروهای بنزینی با سیستم TWC و یا دیزلی برای محیط زیست مناسب تر است لیکن بر اساس نتایج مطالعه حاضر می توان توصیه نمود که تولید کنندگان خودروهای بنزینی ملزم به نصب سیستم TWC بر روی کلیه خودروهای تولیدی خود گردند و در ضمن رعایت استاندارد جدید و مقررات جدی برای کنترل آلاینده های خروجی تمامی خودروهای بنزینی و دیزلی ضروری به نظر می رسد.

کلید واژه ها: آلودگی هوا / اکسیدهای نیتروژن / منواکسید کربن / وسایل نقلیه موتوری / هیدروکربن ها

مقدمه:

حیوان می باشد و موجب خسارت به اماکن و لوازم می شود

(۱،۲). عوامل اصلی آلودگی هوا عبارتند از کـــ ذرات

آلودگی هوا یک عامل مضر برای سلامتی انسان، گیاه و

عنوان کاتالیستی کنترل کننده سه گانه یا Three way catalyst control (TWC) نصب می گردد. آلاینده های خروجی از آگزوز اتومبیل ها به پارامتر های متعددی از قبیل نوع طراحی موتور ، سیستم های کنترل کننده آلودگی ، نوع سوخت ، مواد افزودنی به سوخت ، روغن ، نحوه استفاده از خودرو (۴) و عمر خودرو وابسته می باشد.

محققین ارتباط معنی داری بین میزان آلودگی هوا ، بیماریهای دستگاه تنفسی (۷) و بیماریهای قلبی که اهمیت ویژه ای را در میزان پذیرش بیمارستانها دارند تشخیص داده اند. Barbone و همکارانش نشان دادند که آلودگی هوا ممکن است سبب سرطان ریه گردد(۸). Wolff همبستگی بین تماس با بنزن ناشی از احتراق بنزین و تبخیر آن را نشان داده اند (۹). Castranova و همکارانش اثرات تماس با ذرات خروجی از آگزوز موتورهای دیزلی را روی عملکرد ماکروفازهای نایچه را بررسی کرد(۱۰). در سال ۱۹۹۳ آلودگی هوای ناشی از ترافیک خودروها هزینه ای بیشتر از ۱۶۰۰ میلیون فرانک سوئیس در بر داشته است (۱۱). Liyod و همکارانش نشان دادند که آلاینده های خروجی در ارتباط با سرطان ، بیماریهای تنفسی و قلبی و همچنین سبب آلودگی آب ، خاک می گردد و میدان دید را کاهش می دهد (۱۲) البته این موارد به استثنای کاهش میدان دید را محققین در مورد آلاینده های خروجی از موتورهای بنزینی نیز ذکر کرده اند.

با توجه به اثرات بهداشتی آلاینده های خروجی از آگزوز اتومبیل ها بر محیط زیست ، اقتصاد و از همه مهمتر سلامتی انسان و نیز تشابه سیستم موتوری اکثر اتومبیل های مورد بررسی با خودروهای موجود در ایران این مطالعه با هدف شناسایی و مقایسه آلاینده های مهم خروجی از خودروهای بنزینی و دیزلی در وضعیتهای مختلف کاری انجام گرفت .

روش کار:

در این مطالعه ۳۳۰ خودروی دیزلی و بنزینی در شهر لندن مورد بررسی قرار گرفت. این خودروها بدون توجه به نام خودرو و به لحاظ نوع موتور انتخاب شدند . در ابتدا از کلیه خودروها به لحاظ فنی معاینه بعمل آمد و فرمهای شناسایی مربوطه تکمیل گردید که از این تعداد ۳۰۰ خودرو سالم تشخیص داده شد و برای

معلق (TSPs) ، دی اکسید گوگرد، منواکسید کربن ، اکسیدهای نیتروژن ، هیدروکربنها و فیوم های فلزی . البته اکنون دی اکسید کربن ، دی اکسید گوگرد، اکسید های نیتروژن و ترکیبات فرار آلی (VOCs) و ذرات بصورت جهانی مورد بحث می باشند.

خروجی آگزوز وسایل نقلیه یکی از مهمترین منابع مصنوعی آلودگی هوا می باشد (۵-۳). در انگلستان طی نیمه دوم دهه ۱۹۸۰ تا نیمه اول دهه ۱۹۹۰ خودروهای دیزلی در مقایسه با خودروهای بنزینی طرفداران بیشتری پیدا کرد و دلیل آن را می توان عملکرد بهتر(۶) و میزان صدای کمتر ذکر نمود. هر چند که قیمت آن کمی بیشتر از قیمت خودروهای بنزینی می باشد که با احتساب هزینه نصب سیستمهای کاتالیستی کنترل آلاینده ها روی خودروهای بنزینی قیمت تمام شده موتورهای دیزلی را در مقایسه با مدل های مشابه با خودروهای بنزینی یکسان می گردد. قیمت سوخت و هزینه کمتر ، تعمیرات هزینه استفاده از این نوع خودروها را نسبت به خودروهای بنزینی کاهش داده است هر چند که در سالهای اخیر قیمت سوخت دیزل افزایش یافته است.

اتومبیل های درون سوز بر اساس نوع موتور بطور کلی به دو دسته موتورهای قابل احتراق با جرقه و موتورهای دیزلی بدون نیاز به سیستم جرقه زن طبقه بندی می شوند. هر دو نوع خودرو طی چهار مرحله تنفس، تراکم ، احتراق و تخلیه کار می کنند که به اصطلاح به موتورهای چهار زمانه (در مقابل دو زمانه) معروف می باشند . در موتورهای بنزینی درانتهای مرحله دوم و ابتدای مرحله سوم جرقه بوسیله شمع در سر سیلندر زده می شود که سبب احتراق مخلوط متراکم شده سوخت و هوا می شود در حالیکه در موتورهای دیزلی بدلیل عدم وجود سیستم جرقه زن در مرحله سوم بوسیله فشار وارده به مخلوط سوخت و هوا در مرحله دوم سبب سوختن مخلوط می شود. دما و فشار تولید شده از احتراق سبب حرکت پیستون به پائین و به حرکت در آوردن میل لنگ می گردد و گازهای حاصله از طریق آگزوز به اتمسفر اطراف تخلیه می شود . برای کنترل هیدروکربنها ، منواکسید کربن و اکسیدهای ازت، بر روی آگزوز بعضی از خودروهای بنزینی سیستم کاتالیستی کنترل کننده آلودگی هوا تحت

شدند و پس از نمونه برداری مجدداً فیلترها در آون با دما و مدت مشابه قرار گرفتند و توزین گردیدند. اختلاف وزن فیلتر بیانگر وزن ذرات نمونه گرفته شده بود. دمای محیط در این مطالعه با داماسنج الکلی اندازه گیری شد، و آنالیزهای آماری مربوطه بوسیله نرم افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج:

میانگین و انحراف معیار آلاینده های THC , NO_x , CO و ذرات خروجی از آگروز سه نوع خودرو بنزینی و دیزلی در حال حرکت که قبلاً موتور آنها گرم شده بود در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد بیشترین مقدار CO , NO_x و THC مربوط به موتورهای بنزینی بدون سیستم کاتالیستی کنترل کننده سه گانه می باشد که برای CO معادل 27 g/km (در مقایسه با خودروهای دیزل $P < 0.05$) و برای THC معادل $2/6 \text{ g/km}$ (در مقایسه با خودروهای دیزل $P < 0.028$) و برای NO_x معادل $1/8 \text{ g/km}$ (در مقایسه با خودروهای دیزل $P < 0.0336$) می باشد و مقایسه خودروهای نارای سیستم TWC و دیزلی نشان داد که رابطه معنی داری برای THC وجود ندارد ($P > 0.05$) و برای CO ($P < 0.05$) و NO_x ($P < 0.031$) رابطه معنا دار بود.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار آلاینده های خروجی از آگروز سه نوع خودرو بنزینی و دیزلی در حال حرکت بعد از گرم شدن موتور (g/km)

آلاینده های خروجی / نوع خودرو	CO میانگین (انحراف معیار)	THC میانگین (انحراف معیار)	NO_x میانگین (انحراف معیار)	PM میانگین (انحراف معیار)
خودرو بنزینی استاندارد بدون کاتالیست	۲۷ (۵۵/۷۴)	۲/۶ (۹/۵۳)	۱/۸ (۴/۰۷۹)	- (-)
خودرو بنزینی با کاتالیست TWC	۱/۹ (۴۰/۶۸)	۰/۳ (۲/۵۹۲)	۰/۴ (۲/۸۸۳)	- (-)
خودرو دیزل	۰/۸ (۴۱/۲۳)	۰/۴ (۷/۰۸۷)	۰/۸ (۲/۸۶۵)	۰/۵ (۱۲/۲۲)

مقایسه ای از میانگین و انحراف معیار آلاینده های هیدروکربنی سبک خروجی از آگروز خودروهای بنزینی با سیستم کاتالیستی کنترل کننده سه گانه و دیزلی در جدول ۲ آمده است.

آزمایش انتخاب گردید.

تمامی خودروهای دیزلی که در این بررسی مورد آزمایش قرار گرفتند با سیستم تزریق غیر مستقیم دیزل (Indirect injection diesel -IDI) با ظرفیت دیزل بین $1/7-1/8$ لیتر کار می کردند. خودروهای بنزینی که در دو گروه ۱۰۰ دستگای طبقه بندی شدند که یک گروه دارای سیستم کاتالیستی کنترل آلاینده سه گانه (TWC) و گروه دیگر دارای موتور استاندارد معمولی بودند. ظرفیت بنزین در موتورهای هر دو گروه بین $1/4-2$ لیتر بوده است. در این بررسی آلاینده هائی که برای آن مقررات وضع شده است از قبیل CO , NO_x , PM و Total hydrocarbon (THC) و همچنین CO_2 به لحاظ اثرات گلخانه ای و یا بعضی از ترکیبات VOC اندازه گیری شده است. از خودروها در وضعیت ایستاده و حرکت بر روی نوار نقاله مشابه حرکت در جاده نمونه برداری شد.

برای اندازه گیری CO , CO_2 و NO_x از دستگاه قرائت مستقیم آنالیز گاز Testo استفاده شد و در زمان نمونه برداری لوله نمونه گیر ۱۵ سانتیمتر در داخل آگروز قرار گرفت. برای نمونه برداری از VOC از Carbotrap 300 به همراه پمپ نمونه بردار فردی ساخت شرکت SKC استفاده شد. برای نمونه برداری از هیدروکربنهای بسیار فرار از کیسه های جمع آوری نمونه از جنس Tedlar استفاده گردید که دبی پمپ نمونه برداری با استفاده از روماتر و روش پیستون بدون اصطکاک کالبیره شده بود. برای آنالیز نمونه های برداشت شده روی Carbotrap با استفاده از دستگاه بازسیافت حرارتی (Thermal desorbition) ساخت شرکت Supelco مدل ۸۹۰ و از گاز کروماتوگراف با دکتور جرمی (GC-MS) Fison MD 800 استفاده شد. برای آنالیز نمونه های بسیار فرار که بوسیله کیسه های Tedlar نمونه برداری شده بود و همچنین کل هیدروکربنها از دستگاه گاز کروماتوگراف Pye Unicam Pu 4500 استفاده گردید.

ذرات نمونه خروجی از آگروز بوسیله فیلتر فایبر گلاس ساخت شرکت SKC با قطر ۳۷ میلیمتر و پمپ نمونه بردار فردی SKC نمونه برداری شد. قبل از نمونه برداری برای حذف رطوبت فیلترها بمدت ۲۴ ساعت در آون 105 درجه سانتیگراد قرار گرفتند و سپس توزین

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار آلاینده های هیدروکربنی سبک از خودرو های بنزینی و دیزلی (mg/km)

بنزینی TWC		دیزلی		ترکیب	بنزینی TWC		دیزلی		ترکیب
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۱۵/۵۲	۶	-	۰	cis-butene	۴۰/۷۰	۲۲	۳۰	۸	Methane
-	۰	۱۱/۷۸	۲/۵	1,3 Butadien	۴۱/۲۳	۹	۵۶/۸۷	۱۸	Ethylene
۱۳/۱۰۱	۱۲	-	۰	I-pentane	۱۸/۵۸	۷	۱۳/۷۹۸	۱	Ethane
۹/۳۱	۴	۷/۰۹۴	۲/۵	n-pentane	۱۷/۳۲۹	۵	۲۴/۱۴۰	۷	Acetylene
۱۶/۷۳۱	۱۳	۱۳/۰۴۳	۹	Benzene	۱۲/۰۱	۱	-	۰	Propane
	۴۰		۳	Toulene	۱۴/۱۵۵	۳	۱۹/۷۳۱	۷	Propylene
۱۰/۲۳۸	۴/۵	۸/۵۲۷	۳	Ethylbenzene	۱۴/۱۳	۳/۵	-	۰	1-Butane
۲۹/۲۲۳	۱۳	۲۲/۳۶۵	۰/۳	m,p-Xylene	۱۴/۵۰۶	۲	۱۹/۴۷	۶	1-Butane
۱۳/۰۴۲	۶	۱۶/۷۳۲	۱۰	o-Xylene	۸/۲۷۷	۲/۵	۵/۹۵	۰/۴	trans-butene

دارا بسود ($P < 0.04$).

میزان آلاینده های خروجی در وضعیت حرکت خودرو در شهر با موتور سرد در سه دسته از خودروها در جدول ۳ نشان داده شده است و جدول ۴ مقایسه ای از آلاینده های خروجی از دو دسته موتور دیزلی و بنزینی با TWC در دماهای متفاوت محیط و مسافتهای متفاوت را نشان می دهد.

نتایج نشان می دهد بعضی از هیدروکربنها مانند پروپان، ۱- بوتان، سیس بوتن و ۱- پنتن در گازهای خروجی از آگروز خودروهای دیزلی دیده نمی شود و ۳ و ۱ بوتادیان در گازهای خروجی خودروهای بنزینی مشاهده نمی گردد. اتیلن با میانگین ۱۸ mg/km بیشترین مقدار را در بین گازهای هیدروکربنی سبک خروجی از خودروهای دیزلی داشت و در خودروهای بنزینی تولوئن با میانگین ۴۰ mg/km بیشترین مقدار را

جدول ۳: میزان آلاینده های خروجی و نسبت آن در وضعیت حرکت خودرو در شهر با موتور سرد در سه دسته از خودرو (g/km)

PM		NOx		THC		CO		آلاینده خروجی خودرو
نسبت سرد به گرم	میزان	نسبت سرد به گرم	میزان	نسبت سرد به گرم	میزان	نسبت سرد به گرم	میزان	
-	-	۱/۱	۲	۱/۸	۴/۶۸	۱/۵	۴۰/۵	استاندارد بنزینی
-	-	۱/۲۵	۰/۵	۱۰/۸	۳/۲۴	۹/۷	۸/۷۳	بنزینی با TWC
۱/۲	۰/۱۶	۱/۱۲	۰/۹	۱/۰	۰/۵	۱/۵	۱/۲	دیزل

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار آلاینده های خروجی از دو دسته موتور در دمای متفاوت محیط و با طول سفرهای متفاوت (g/km)

NOx		VOC		CO		طول سفر (km)	خودرو	دما °C
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین			
۲/۹۲۳	-۰/۹	۲/۹۴	۹/۸	۵۴/۳۲	۷۳	۱	بنزینی با TWC	صفر
۲/۷۲۴	-۰/۳	۲/۷۸	۲/۱	۲۷/۱۴	۱۷/۱	۵		
۲/۸۲	-۰/۲	۲/۵۵	۱/۳	۴۰/۷۸	۹	۱۰		
۲/۴۳۲	۱/۹	۸/۴۳	۲	۵۵/۸۷	۵/۴	۱	دیزل	صفر
۲/۵۲	۱/۳	۷/۱۲	۱/۲	۳۳/۱۸	۲/۷	۵		
۲/۸۴۵	۱/۰	۶/۳۲	-۰/۹	۴۰/۲۳	۱/۹	۱۰		
۲/۸۴	۱/۰	۳/۵۲	۴/۱	۵۷/۵۴	۴۲/۸	۱	بنزینی TWC	۱۰
۲/۹۰	-۰/۵	۳/۰۷	-۰/۹	۴۱/۱۲	۱۰/۴	۵		
۲/۷۵	-۰/۲	۲/۳۳	-۰/۴	۴۳/۱۸	۵/۸	۱۰		
۲/۶۴	۱/۵	۷/۹۳	۱/۸	۴۹/۳۲	۴/۴	۱	دیزل	۱۰
۲/۴۹	۱/۰	۷/۴۲	۱/۱	۴۴/۴۹	۲/۲	۵		
۲/۶۷۸	-۰/۸	۶/۵۵	-۰/۹	۴۱/۱۴	۱/۶	۱۰		
۲/۸۹۲	۱/۱	۳/۳۳	۳/۲	۵۰/۱۸	۲۱	۱	بنزینی TWC	۲۰
۲/۳۷۸	-۰/۳	۳/۲۹	-۰/۶	۵۲/۱۲	۱۰/۰	۵		
۲/۹۱۳	-۰/۲	۲/۱۴	-۰/۳	۵۶/۱۲	۹	۱۰		
۲/۵۴۷	۱/۸	۷/۳۰	۱/۵	۴۳/۱۸	۳/۵	۱	دیزل	۲۰
۲/۹۲۷	-۰/۸	۷/۲۴	-۰/۷	۴۱/۷۹	۳/۲	۵		
۲/۷۴	-۰/۶	۶/۹۸	-۰/۳	۴۴/۵۶	۲/۸	۱۰		

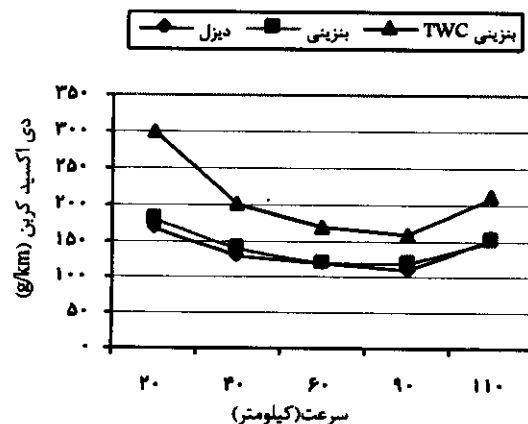
نتایج نشان می دهد که در سرعت های کم ۲۰ کیلومتر در ساعت میزان تولید CO₂ در هر سه نوع خودرو ماکزیم مقدار را دارا می باشد که به ترتیب برای خودروهای دیزلی ۱۶۸ g/km ، بنزینی ۱۸۰ g/km و بنزینی با TWC ۳۰۰ g/km می باشد. مقایسه CO₂ خروجی موتورهای دیزلی و بنزینی با سیستم TWC در سرعت ۹۰ کیلومتر در ساعت تفاوت معنی داری را نشان داد (P < ۰/۰۰۶).

بحث:

نظر به اهمیت بهداشتی و اقتصادی آلودگی هوای ناشی از خودروها، اتحادیه اروپا برای آلاینده های خروجی از خودروها راهنما و استانداردهایی ارائه کرده است (۱۳). بر اساس این استاندارد حد مجاز جهت دریافت گواهینامه خودروهای سواری برای منواکسید کربن ۲/۷۲ گرم بر کیلومتر و هیدروکربن بعلاوه اکسیدهای نیتروژن ۰/۹۷ و ذرات برای خودروهای دیزل به ۰/۱۴ گرم بر کیلومتر می باشد. در این پژوهش هدف شناسایی و مقایسه میزان آلاینده های خروجی از اگزوز خودروهای بنزینی ، بنزینی با سیستم کاتالیستی کنترل کننده آلاینده TWC و دیزلی می باشد و لیکن مهمترین سوال این است که واقعا کدام آلودگی مهم تر می باشد. در این مطالعه آلاینده هایی مورد بررسی قرار

در هر دو نوع خودرو خروج CO و هیدروکربنها در دمای کمتر بیشتر است. میانگین CO و VOC برای موتورهای دیزلی با طول سفر ۱۰ کیلومتر در دمای صفر درجه به ترتیب معادل ۱/۹ g/km و ۰/۹ g/km و در دمای ۲۰ درجه معادل ۰/۸ g/km و ۰/۳ g/km می باشد. میانگین CO و VOC خودروهای بنزینی با TWC در دمای صفر درجه با طول سفر ۱۰ کیلومتر به ترتیب معادل ۹ g/km و ۱/۳ g/km و در دمای ۲۰ درجه معادل ۴/۹ g/km و ۰/۳ g/km می باشد.

نمودار ۱ خروج دی اکسید کربن را در سه نوع خودرو با سرعت های مختلف نشان می دهد.



نمودار ۱: میزان خروج دی اکسید کربن در سه نوع خودرو بر حسب سرعت

بر اساس بررسیهای انجام شده از این تحقیق هیدروکربنهای سبک خروجی از موتورهای دیزلی در بسیاری از موارد کمتر از خودروهای بنزینی با کاتالیست کنترل کننده سه گانه می باشد بطوریکه اختلاف فاحشی در تولوئن بین این دو دسته خودرو قابل ملاحظه می باشد. هیدروکربنهای آروماتیک خروجی از موتورهای بنزینی بیشتر از خودروهای دیزلی بوده است و بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیکی بسیاری از این آلاینده ها در بیماریهای خون و سرطان می تواند موثر باشد. لازم به ذکر است که (۱ و ۳) بوتادیان بر اساس مطالعات سرطان زا می باشد که در دود خروجی آگزوز خودروهای دیزلی بیشتر از سایر خودروها یافت شد بعلاوه آنکه هیدروکربنها و هیدروکربنهای آروماتیک در تشکیل مه- دودهای فتوشیمیایی و تشدید آلودگی هوا نیز موثر می باشند (۲، ۱۵).

NO_x خروجی از اتومبیل های دیزلی بیشتر از اتومبیل های بنزینی با سیستم TWC و کمتر از اتومبیل های بنزینی می باشد همینطور میزان خروجی ذرات ناشی از اتومبیل های دیزلی بمراتب بیشتر از اتومبیل های بنزینی می باشد بطوریکه این مقادیر برای اتومبیل های بنزینی قابل ذکر نمی باشد.

بر اساس یافته های این تحقیق می توان اعلام نمود که نصب سیستم TWC بر روی خودروهای تولیدی توسط سازندگان خودرو می تواند تاثیر مثبتی بر روی کاهش بسیاری از آلاینده های هوای خروجی از آگزوز خودرو داشته باشد بعلاوه نیاز به تصویب مقررات خاص در این خصوص برای خودروهای قدیمی تر وجود دارد، همچنین در صورتیکه خودروهای دیزلی دارای سیستم های گیرنده ذرات و کنترل کننده بعضی از آلاینده ها (NO_x) باشد در بسیاری از موارد می تواند نسبت به اتومبیل های بنزینی معمولی ترجیح داده شود.

منابع:

1. Degobert P. Automobile and pollution. Translated by Nissim Marshall. Paris: Technic- Paris, 1995.
2. Boubel RW, Fox DI, Bruce TD, et al. Fundamentals of air pollution. 3rd ed. London: Academic press, 1994.
3. Sidhu S, Graham J, Striebich R. Semi-volatile and particulate emissions from

گرفت که بلحاظ بهداشتی و یا محیط زیستی دارای اهمیت خاصی می باشد.

بر اساس نتایج این مطالعه میانگین آلاینده های خروجی مانند CO ، NO_x و THC ناشی از موتورهای دیزلی در حال حرکت که قبلا موتور آن گرم شده بود کمتر از وسایل نقلیه بنزینی بدون سیستم کنترلی TWC می باشد. ولی بهر حال ذرات خروجی از خودروهای دیزلی بیشتر از وسایل نقلیه بنزینی می باشد. همانطور که از نتایج بر می آید آلاینده های خروجی از موتورهای دارای سیستم کاتالیستی کنترل کننده سه گانه (TWC) بطور قابل توجهی کاهش می یابد. بطوریکه مقادیر بدست آمده بسیار نزدیک به خودروهای دیزلی می باشد که رابطه معنی داری برای THC پیدا نشد و برای CO و NO_x رابطه معنی دار بود. مقدار کمتر منواکسید کربن به ازای مسافت طی شده را می توان بدلیل رانندمان بهتر سوخت نسبت به وسایل نقلیه بنزینی دانست (۱۲، ۱۴).

آلاینده هایی مانند دی اکسید کربن و اکساید نیتروس نیز از موتورهای دیزلی کمتر تولید می شوند که بر اساس تحقیقات این آلاینده ها از گازهای موثر در گرم شدن زمین می باشند (۲) و این یک مزیت برای این موتورها محسوب می گردد. بر اساس نتایج این تحقیق موتورهای دیزلی از نظر عملکرد موقعیت بهتری نسبت به معادلهای نزدیکش حتی با کاتالیست سه گانه بنزینی از نظر منواکسید کربن و دی اکسید کربن دارند. میانگین CO_2 خروجی از اتومبیل بنزینی با TWC بخصوص بالاتر از میانگین انواع دیگر اتومبیل ها می باشد. اختلاف برای موتورهای دیزلی و بنزینی با سیستم کنترلی TWC در سرعت ۹۰ معنی دار بود در حالیکه در سرعت ۹۰-۸۰ کیلومتر در ساعت مقدار دی اکسید کربن در هر سه نوع خودرو به پایین ترین حد خود می رسد که بدلیل احتراق بهتر در این محدوده سرعت می باشد و در ضمن کاهش دمای محیط سبب افزایش تولید منواکسید کربن می گردد. همچنین نتایج نشان داد که در دماهای پایین محیط میزان هیدروکربن خروجی در همه انواع خودروها زیاد می باشد و آنها هم می تواند بدلیل تبخیر مشکل تر سوخت باشد که خوب با هوا مخلوط نمی گردد و بصورت نسوخته خارج می شود.

- the combustion of alternative diesel fuels. *Chemosphere* 2001 Feb-Mar ; 42(5-7): 681-690.
4. Abdel-Rahman AA. On the emission from international combustion engines: overview. *Inter Energy Res* 1998 May ; 22(6): 483-513.
 5. Quality of urban air review group, urban air quality in United Kingdom. London : QUARG, 1993.
 6. Senthil R, Jayachandran A. Control of air pollution due to exhaust emission by diesel engines. *Bull Electrochem* 1999 Nov; 15(11): 526-528.
 7. Cho B, Choi J, Yum YT. Air pollution and hospital admissions for respiratory disease in certain area of Korea. *J Occup Health* 2000; 42(4) :185-191.
 8. Barbone F, Bovenzi M, Cavaallieri F, et al. Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy. *Am J Epidemiol* 1995; 141(12): 1161-1169.
 9. Wolff SP. Correlation between car ownership and leukemia in non occupational exposure to benzene from petrol and motor vehicle exhaust a causative factor in leukemia and lymphoma. *Experientia* 1992 Mar; 48 (3): 301-304.
 10. Castranova V, Ma Jyc, Yang HM , et al. Effect of exposure to diesel exhaust particles on the susceptibility of the lung to infection. *Environ Health Perspect* 2001 Aug; 109: 609-612
 11. Ballaman R. Assessing transport-related health cost. *Int J Vehicle Design* 1998, 20 (1-4) : 39-45.
 12. Lloyd AC, Cackette TA. Diesel engine: Environmental impact and control. *J Air Waste Manage Assoc* 2001;51(6): 809- 817.
 13. European Community , EC directive 91/ 441/ EEC, *Offical journal of European communities* , L242, 1, 1991a
 14. Senthil R, Jayachandra A. Control of air pollution due to exhaust emission by diesel engines. *Bull Electrochem* 1999 Nov; 15(11): 526- 528.
۱۵. پرکینز هنری. آلودگی هوا. ترجمه منصور غیاث الدین. تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.