

بررسی آلاینده‌های گازی خروجی از وسایل نقلیه سبک در مراکز معاینه فنی سال ۱۳۹۵ (مطالعه موردی: شهر همدان)

مصطفی لیلی^۱، مهدی سالاری^۲، اعظم نادعلی^{۲*}

^۱ دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
^۲ دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۳/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱

چکیده

زمینه و هدف: گسترش شهرنشینی و افزایش تعداد وسایل نقلیه باعث ایجاد اثرات نامطلوب بر محیط زیست و سلامت انسان شده است. هدف از این مطالعه بررسی غلظت گازهای CO_2 ، CO ، HC ، O_2 و NO_x در خروجی اگزوز خودروهای تست شده در مراکز معاینه فنی و تعیین ارتباط تغییرات آن‌ها با نوع کاربری خودرو، نوع سیستم تزریق سوخت و تغییرات لامبدا می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی-مقطعی بر روی ۱۰۰۰ خودرو تست شده در مراکز فنی شهر همدان انجام شد. برای این منظور، غلظت‌های انتشار گازهای CO_2 ، CO ، HC ، O_2 ، NO_x گردآوری شده و ارتباط بین تغییرات این گازها با ضریب لامبدا، نوع سیستم تزریق سوخت و نوع کاربری خودرو بررسی گردید. آنالیز آماری مورد استفاده شامل آنالیز واریانس یک طرفه و t -test مستقل بود (نرم افزار SPSS نسخه ۱۶).

یافته‌ها: نتایج به دست آمده ارتباط معنی‌داری را بین تغییرات غلظت گازهای منتشر شده با تغییرات ضریب لامبدا، نوع خودرو و نوع سیستم تزریق سوخت نشان داد ($p < 0/05$). ضریب لامبدا مساوی ۱ به عنوان بهترین شرایط احتراق شناخته شد چرا که دسترسی به مقدار کافی اکسیژن باعث کاهش انتشار گازهای CO و HC می‌شود. همچنین سیستم انژکتوری به دلیل توزیع مناسب‌تر سوخت و افزایش راندمان احتراق اثر قابل توجهی در کاهش انتشارات داشت. نتیجه‌گیری: در این مطالعه مشاهده شد که خودروهای با کاربری شخصی به دلیل استهلاک کمتر نسبت به تاکسی و سیستم انژکتوری به دلیل توزیع بهتر سوخت نسبت به کاربراتور از نظر انتشار آلاینده‌ها در وضعیت بهتری می‌باشند.

کلمات کلیدی: سلامت انسان، انتشارات اگزوز، ضریب لامبدا، همدان

مقدمه

آلودگی هوای شهری همواره به عنوان یکی از معضلات زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه مطرح است که باعث افزایش بیماری‌های تنفسی، قلب و عروقی، سرطان‌زایی و در نتیجه افزایش مرگ و میر ناشی از آن می‌شود و در نتیجه هزینه‌های اقتصادی زیادی به جامعه تحمیل می‌کند.^۱ سطوح بالای آلاینده‌های هوا به ویژه آلاینده‌های معیار (شامل CO، PM، NOx، SO₂ و O₃) برخی از کلان شهرهای ایران را از نظر استانداردهای زیست محیطی و مسائل زیبایی شناختی با مشکلات جدی روبرو کرده است.^۲ منابع متحرک به عنوان یکی از مهمترین منابع انتشار آلاینده‌های هوا در کلان شهرها محسوب می‌شوند.^۳ مشکلات مربوط به کیفیت هوا در محیط شهری از دهه‌های میانی قرن ۱۹ آغاز شده است که از دلایل مهم و اصلی پیدایش این اتفاقات، افزایش وسایل نقلیه و افزایش تراکم روز افزون عنوان شده است. اکسیداسیون سوخت در موتور و تبدیل کامل به CO₂ و H₂O بسیار مشکل می‌باشد؛ بنابراین بطور معمول گاز خروجی از اگزوز دارای مقادیر قابل توجهی هیدروکربن‌های نسوخته و CO و مقادیری با غلظت کمتر از ترکیبات آلدئیدها، کتون‌ها و اسیدهای کربوکسیلیک می‌باشد.^۳ مونوکسیدکربن بعنوان مهم‌ترین آلاینده انتشار یافته از بخش حمل و نقل شناخته می‌شود که حدود ۹۰ درصد از انتشارات گازهای حاصل از احتراق ناقص را به خود اختصاص می‌دهد. از نظر اهمیت گازهای خروجی از اگزوز در احتراق ناقص، هیدروکربن‌ها پس از مونوکسیدکربن در جایگاه دوم قرار دارند.^۲ در بررسی کیفیت هوا در محیط‌های بیرونی مشاهده شده است که نزدیک به ۵۰ درصد از غلظت مونواکسید کربن و ۱۰ درصد از غلظت هیدروکربن‌ها در هوای بیرونی نشأت گرفته از وسایل نقلیه می‌باشد.^۴ به منظور کاهش آلاینده‌های هوای منتشر شده از وسایل نقلیه، در بسیاری از کشورها، سیاست‌های گوناگونی مانند خارج کردن اتومبیل‌های فرسوده و جایگزین کردن اتومبیل‌های جدیدتر، تغییر سوخت و وسایل نقلیه و برنامه‌های دوره‌ای معاینه فنی اتخاذ شده است. برنامه‌های معاینه فنی با

شناسایی سریع و تعمیر خودروهای دارای انتشارات بالا می‌تواند آلاینده‌گی خودروها را نسبتاً سریع کاهش دهند.^۵ برنامه معاینه فنی می‌تواند با کمی افزایش در هزینه‌های کل نگهداری وسایل نقلیه، زمان تعویض یک اتومبیل فرسوده را به تأخیر بیندازد و یا اینکه زیاد بودن هزینه‌های تعمیرات در تست‌های معاینه فنی جایگزینی آن را تسریع کند.^۵ نگرانی‌های موجود در رابطه با صحت و قابلیت اطمینان نتایج تست معاینه فنی به این نکته اشاره می‌کند که شرایط رانندگی در دنیای واقعی متفاوت از شرایط و تسهیلات مورد استفاده در معاینه فنی است. بنابراین ممکن است بعضی از خودروهایی که تاییدیه معاینه فنی دارند همچنان انتشارات قابل توجهی داشته باشند.^۴ با توجه به انتقادهایی که در رابطه با قابلیت اطمینان و دقت برنامه‌های معاینه فنی وجود دارد، کشورها هنوز متمایل به حفظ این برنامه‌ها می‌باشند. دلیل اهتمام به این برنامه می‌تواند بدلیل اجبار دولت‌ها در حفظ کیفیت هوا باشد چراکه عدم اجرای برنامه‌های کنترل کیفیت هوا محیطی مشمول جریمه‌های آژانس حفاظت از محیط زیست امریکا (U.S. EPA) خواهد شد.^۴ در ایران تست سنجش انتشار آلاینده‌ها برای خودروها از سال ۱۳۷۴ شروع شده است، بطوریکه در ابتدا چند تعمیرگاه خصوصی این آزمایشات را انجام می‌دادند و سپس در سال ۱۳۷۹ اولین مرکز معاینه فنی ایجاد شد. در حال حاضر، در ایران خودروهای صفر تا پنج سال نیاز به اخذ تاییدیه معاینه فنی ندارند و برای خودروهای فرسوده نیز معاینه فنی انجام نمی‌شود. معاینه فنی در ایران شامل تست چک کردن گازها و مواد خروجی از اگزوز (شامل CO₂، CO، HC، O₂، NO_x)، صدا، دور موتور و تست‌های ایمنی (تست ترمز) می‌باشد. آگاهی از شرایط احتراق (نسبت سوخت به هوا) و ارتباط آن با انتشار گازهای خروجی از اگزوز مسئله مهمی می‌باشد تا با تنظیم و کنترل این شرایط انتشار آلاینده‌ها کاهش داده شود. از طرفی شناخت تأثیر نوع سیستم تزریق سوخت و نوع کاربری وسیله نقلیه در میزان انتشار گازهای خروجی از اگزوز نیز بسیار ضروری می‌باشد چراکه این امکان را می‌دهد که در مراکز معاینه فنی بطور آگاهانه میزان کنترل و

میانگین غلظت گازهای مورد سنجش در لامبدهای مختلف و آزمون t-test مستقل به منظور مقایسه میانگین غلظت گازهای انتشار یافته از آگروز خودروها در سیستم‌های سوخت رسانی انژکتور با کاربراتور و مقایسه تاکسی با خودروهای شخصی مورد استفاده قرار گرفت. سطح معناداری در تمام آزمون‌ها مقدار ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. از نرم افزارهای Design expert و Excel به منظور رسم نمودارها استفاده شد.

یافته‌ها

در بررسی ارتباط تغییرات ضریب لامبدا با میزان انتشار گازهای CO, HC, O₂ و CO₂ که در جدول ۱ نشان داده شد، مشاهده گردید که میانگین غلظت CO و HC در مقادیر لامبدا کوچکتر از یک، بیشتر از غلظت گازهای مذکور در لامبدا مساوی و بزرگتر از یک می‌باشد و به طور مشابه میانگین غلظت این گازها در لامبدا برابر یک، بالاتر از مقادیر لامبدا بزرگتر از یک می‌باشد (p < ۰/۰۵). ارتباط تغییرات لامبدا با غلظت CO₂ نشان داد که بیشترین غلظت این گاز در لامبدا برابر با یک می‌باشد و همچنین در لامبدهای کوچکتر از یک، CO₂ دارای غلظت‌های بالاتری نسبت به لامبدهای بزرگتر از یک می‌باشد (p < ۰/۰۵). نتایج بدست آمده برای میانگین غلظت اکسیژن دارای رابطه عکس با گازهای CO و HC می‌باشد به طوری که غلظت این گاز به ترتیب در مقادیر لامبدا کوچکتر، مساوی و بزرگتر از یک دارای سیر صعودی می‌باشد در نتیجه بالاترین غلظت اکسیژن در لامبدا بزرگتر از یک مشاهده شد (p < ۰/۰۵). ارتباط افزایش ضریب لامبدا با کاهش غلظت گازهای CO و HC و افزایش غلظت O₂ در نمودار ۱ به خوبی مشهود می‌باشد. همانطور که در این نمودار مشاهده می‌شود بالاترین مقادیر لامبدا در کمترین مقادیر CO, HC و CO₂ و بیشترین مقادیر O₂ حاصل شده است. جدول ۲ تفاوت میانگین غلظت گازهای مورد سنجش (CO, HC, O₂ و CO₂) را با سطح معناداری ۰/۰۵ در خودروهای کاربراتوری و انژکتوری نشان می‌دهد. همانطوری که مشاهده می‌شود، میانگین غلظت CO و HC در خودروهای انژکتوری کمتر از

تمرکز بر روی خودروهایی که احتمال انتشار آلاینده‌ها با غلظت‌های بالاتری را دارند، افزایش یابد. بنابراین با توجه به اهمیت انجام به موقع معاینات فنی و بررسی داده‌های ثبت شده در این مراکز، در مطالعه حاضر اطلاعات غلظت گازهای CO₂, O₂, CO و HC از مراکز معاینه فنی شهر همدان اخذ گردید و غلظت انتشار این گازها براساس لامبدهای مختلف، نوع سیستم تزریق سوخت (انژکتوری و کاربراتوری) و نوع کاربری خودرو (شخصی یا تاکسی) مورد آنالیز و بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

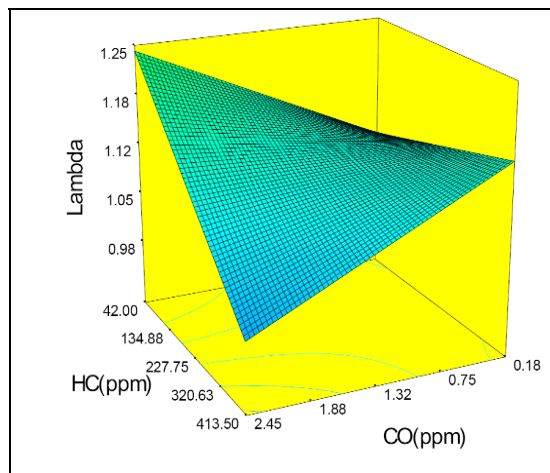
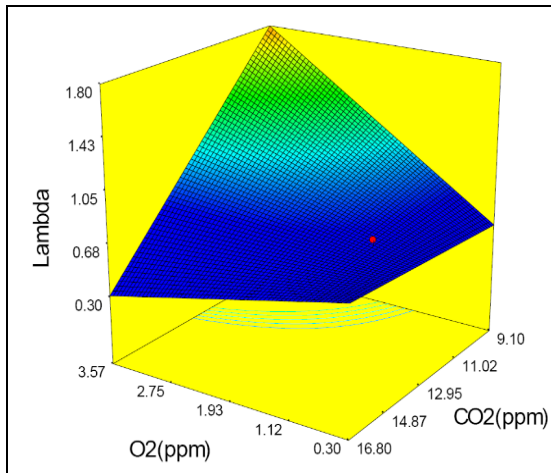
این پژوهش یک مطالعه توصیفی-مقطعی می‌باشد که در سال ۱۳۹۵ در دانشگاه علوم پزشکی همدان صورت گرفت. داده‌های مورد نیاز از مرکز معاینه فنی همدان اخذ شد. با توجه به هدف تحقیق، جامعه آماری این مطالعه شامل خودروهای سبک (تاکسی و شخصی) در حال استفاده در سطح استان همدان بود که تعداد ۱۰۰۰ خودرو سبک (۵۰۰ تاکسی و ۵۰۰ شخصی) مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای مورد مطالعه شامل نوع سیستم تزریق سوخت (کاربراتوری و انژکتوری)، نوع کاربری خودرو، آلاینده‌های خروجی از آگروز (CO, HC, CO₂ و O₂) و میزان ضریب لامبدا می‌باشد که برای هر خودرو ثبت شده بود. شرایط نمونه‌برداری از آگروز خودروها، اندازه‌گیری انتشارات در حالت درجا کارکردن موتور است و از بنزین بعنوان سوخت در هنگام تست خودرو استفاده شد. سنجش غلظت گازهای CO, CO₂ و O₂ توسط آنالیز کننده مادون قرمز چند گاز مدل MIR 2M و غلظت هیدروکربن‌های با دستگاه Heated FID Hydrocarbons مدل Graphite52M انجام گرفت که ساخت کشور فرانسه می‌باشند. همچنین مقادیر ضریب لامبدا برای موتورهای جهت مقایسه و تعیین ارتباط با میزان انتشار گازهای خروجی از آگروز، تعیین و جمع‌آوری گردید. از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ به منظور آنالیز آماری داده‌های مورد مطالعه استفاده شد. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه Tukey، جهت مقایسه

خودروهای شخصی با تاکسی مشاهده گردید که میانگین غلظت O_2 و CO_2 در خودروهای شخصی بیشتر از تاکسی و میانگین غلظت CO و HC در تاکسی‌ها بیشتر از خودروهای شخصی است ($p < 0.05$).

کاربراتور می‌باشد و در مقابل میانگین غلظت O_2 و CO_2 در خودروهای انژکتوری بالاتر از نوع کاربراتور می‌باشد. این تفاوت غلظت گازها در دو نوع موتور کاربراتور و انژکتوری در نمودار ۲ به خوبی مشهود می‌باشد. همانطور که در جدول و نمودار ۳ نشان داده شده است، در مقایسه انتشار گازهای

جدول ۱: مقایسه غلظت گازهای منواکسیدکربن، هیدروکربن، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در ضریب لامبدا بزرگتر، برابر و کوچکتر از یک

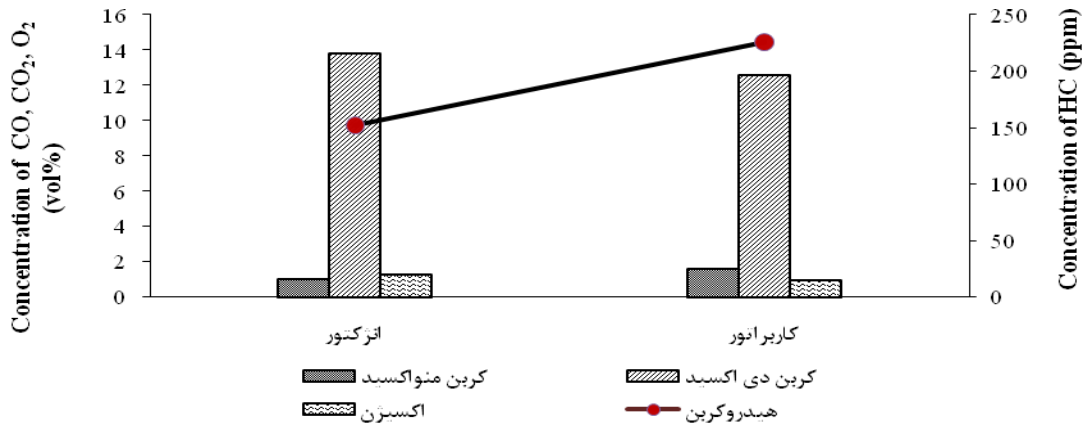
گازهای مورد سنجش	ضریب لامبدا	اختلاف میانگین		سطح معناداری ۹۵٪		فاصله اطمینان (CI) ۹۵٪	
		$\lambda > 1$	$\lambda = 1$	$\lambda > 1$	$\lambda = 1$	سطح پایین	سطح بالا
منواکسید کربن (درصد حجمی)	$\lambda < 1$	۲/۴۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۴۸	۲/۷۶
هیدروکربن (ppm)	$\lambda < 1$	۳۰۰/۲۰	۴۶۴/۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۶۲/۹۰	۴۹۷/۵۰
اکسیژن (درصد حجمی)	$\lambda < 1$	-۰/۳۶	-۱/۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	-۰/۷۱	-۰/۰۳
دی اکسید کربن (درصد حجمی)	$\lambda < 1$	-۱/۲۲	۱/۷۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۱/۸۷	-۰/۵۶



نمودار ۱: تغییرات ضریب لامبدا و گازهای CO_2 ، O_2 ، HC ، CO

جدول ۲: مقایسه غلظت گازهای منواکسیدکربن، هیدروکربن، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در خودروهای انژکتوری و کاربراتوری

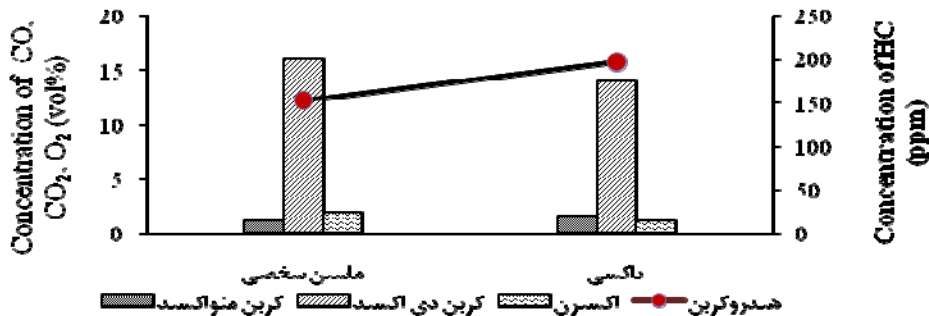
گازهای مورد سنجش	میانگین		p-value (سطح اطمینان ۹۵٪)	فاصله اطمینان (CI) ۹۵٪	
	انژکتوری	کاربراتوری		حد بالا	حد پایین
منواکسید کربن (درصد حجمی)	۱/۰۲۱	۱/۵۷	۰/۰۲۷	-۰/۱۰۶	-۱/۶۶
هیدروکربن (ppm)	۱۵۲	۲۲۶	۰/۰۴۹	-۰/۳۵۲	-۱۴۷/۲
اکسیژن (درصد حجمی)	۱/۲۹۵	۰/۹۲۴	۰/۰۰۲	۰/۶۰۴	۰/۱۴۰
دی اکسید کربن (درصد حجمی)	۱۳/۷۹	۱۲/۵۶	۰/۰۰۱	۱/۹۷	۰/۴۸۰



نمودار ۲: تغییرات میانگین غلظت گازهای CO, HC, O₂ و CO₂ در خودروهای کاربراتوری و انژکتوری

جدول ۳: مقایسه غلظت گازهای منوکسیدکربن، هیدروکربن، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در خودروهای شخصی و تاکسی

فاصله اطمینان (CI) ۹۵٪	p-value (سطح اطمینان ۹۵٪)	میانگین		گازهای مورد سنجش
		تاکسی	شخصی	
حد بالا -۰/۰۳	۰/۰۳۹	۱/۶۷۹	۱/۱۵۹	منواکسیدکربن (درصد حجمی)
حد پایین -۱۲۳/۹	۰/۰۲۷	۱۹۷	۱۵۳	هیدروکربن (ppm)
حد بالا ۰/۹۶	۰/۰۰۰	۱/۱۷	۱/۹۷	اکسیژن (درصد حجمی)
حد پایین ۱/۶۱	۰/۰۰۰	۱۴/۰۲	۱۶/۱۸	دی‌اکسیدکربن (درصد حجمی)



نمودار ۳: تغییرات میانگین غلظت گازهای CO, HC, O₂ و CO₂ در خودروهای شخصی و تاکسی

بحث

دهنده نسبت هوا به سوخت می‌باشد و شرایط غنی یا ضعیف را از نظر میزان سوخت نشان می‌دهد. محاسبه این ضریب با استفاده از معادله ۱ انجام می‌شود که از نسبت جرمی هوا به سوخت در شرایط احتراق واقعی به نسبت جرمی هوا به سوخت در حالت استوکیومتری بدست می‌آید. شرایط استوکیومتری احتراق در خودروهای بنزینی حالتی است که به ازای یک گرم بنزین ۱۴/۷ گرم اکسیژن وجود داشته باشد.

در بررسی ارتباط تغییرات ضریب لامبدا با گازهای مورد مطالعه، مشاهده شد که این ضریب دارای ارتباط عکس با گازهای CO و HC می‌باشد بطوریکه که با افزایش این ضریب، میزان انتشار این گازها کاهش و در مقابل میزان انتشار اکسیژن افزایش می‌یابد. در حالیکه غلظت CO₂ در لامبدا مساوی یک به بالاترین حد خود رسید. ضریب لامبدا نشان

غلظت CO، غلظت CO₂ افزایش می‌یابد.^۹

$$\lambda = \frac{\left(\frac{m_{air}}{m_{fuel}}\right)_{احتراق واقعی}}{\left(\frac{m_{air}}{m_{fuel}}\right)_{احتراق استوکیومتری}} \quad (1)$$

در مقایسه خودروهای انژکتوری با کاربراتوری مشاهده شد که غلظت انتشار گازهای خروجی CO و HC از خودروهای انژکتوری کمتر از خودروهای کاربراتوری است درحالی‌که غلظت O₂ و CO₂ در نوع انژکتوری از نوع کاربراتوری بیشتر می‌باشد. در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ در آمریکا و ژاپن قوانین سختگیرانه‌تری در ارتباط با انتشار آلاینده‌ها از آگروز خودرو وضع کردند. در طی این دوره‌ها، خودروهایی بنزینی و کامیون‌های سبک دارای سیستم کاربراتوری بودند. به منظور رسیدن به این استانداردها یکسری اصلاح‌سازی پرهزینه بر روی سیستم‌های کاربراتوری انجام دادند که بدلیل به صرفه نبودن نسبت به کاربراتورهای ساده، در نهایت سیستم‌های انژکتوری توسعه یافت و بر روی خودروها نصب گردید. از مزایای سیستم‌های انژکتوری، افزایش راندمان احتراق می‌باشد که علت آن توزیع سوخت به صورت سیلندر به سیلندر و تزریق سوخت از چندین نقطه می‌باشد. در نهایت انتشارات آگروز در این سیستم‌ها بدلیل نسبت‌های دقیق‌تر و صحیح‌تر هوا به سوخت، پاکتر می‌باشد. بنابراین می‌توان افزایش غلظت CO و HC و کاهش غلظت O₂ و CO₂ را در سیستم‌های کاربراتوری بدلیل احتراق ناکارآمدتر نسبت به سیستم‌های انژکتوری دانست.^{۱۰} انتشار گازهای CO، HC در خودروهای تاکسی نسبت به خودروهای شخصی دارای مقادیر بالاتری می‌باشد و بالعکس گازهای O₂ و CO₂ در خودروهای شخصی بیشتر از تاکسی می‌باشد که می‌توان علت افزایش گازهای CO و HC در تاکسی‌ها را استهلاک و کاربرد بیشتر این ماشین‌ها در مقایسه با خودروهای شخصی دانست که این امر منجر به از دست رفتن تنظیم نسبت سوخت به هوا و ایجاد شرایط احتراق غنی می‌شود و در نتیجه باعث افزایش غلظت انتشار CO و HC نسبت به خودروهای شخصی می‌شود. در مطالعه Shrestha و

احتراق در مقادیر اکسیژن پایین‌تر از ۱۴/۷ به سمت احتراق ناقص پیش می‌رود، در این شرایط اکسیژن به مقدار کافی برای تبدیل تمام اتم‌های کربن به CO₂ وجود ندارد و گازهایی همچون CO و HC (که در اثر احتراق ناقص حاصل می‌گردد) افزایش می‌یابد. در مطالعه Hsieh و همکاران که از سوخت ترکیبی اتانول و بنزین در فرآیند احتراق استفاده کردند در تمام نسبت‌های این دو سوخت، بیشترین غلظت CO و HC در شرایط احتراق غنی مشاهده شد.^۷ همچنین در مطالعه Meixner و همکاران بیشترین غلظت CO و HC در ضریب لامبدا کمتر از یک بدست آمد که با نتایج این مطالعه مشابهت دارد.^۸ احتراق کامل بنزین در بهترین شرایط و نسبت استوکیومتری منجر به تولید CO₂ و H₂O می‌شود. بنابراین گاز CO₂ و بخار (H₂O) در شرایط احتراق لامبدا مساوی یک بیشترین غلظت را نسبت به دیگر شرایط استوکیومتری دارد. در نتایج نیز بیشترین غلظت CO₂ در شرایط لامبدا مساوی با یک حاصل گردید. انتظار می‌رود که CO₂ در اثر احتراق کامل افزایش یابد و نمودار CO₂ در لامبدا بزرگتر از یک نسبت به لامبدا کوچکتر از یک روند صعودی داشته باشد. درحالی‌که نتایج، میانگین غلظت CO₂ را در لامبدا کمتر از یک بیشتر از لامبدا بزرگتر از یک نشان می‌دهد. می‌توان این تفاوت غلظت را در دو حالت مذکور بدلیل کاهش نسبت هوا به سوخت در شرایط احتراق غنی و در نتیجه افزایش میزان گاز CO₂ خروجی از آگروز به ازای واحد حجم کل گاز خروجی دانست. با افزایش ضریب لامبدا میزان اکسیژن در دسترس و همچنین احتمال خروج اکسیژن بدون شرکت در واکنش افزایش می‌یابد در نتیجه امکان افزایش غلظت O₂ خروجی از آگروز با افزایش ضریب لامبدا بیشتر می‌شود که در مطالعه حاضر نیز این روند مشاهده می‌شود. نتایج مطالعه Wu و همکاران نشان داد که بالاترین غلظت CO₂ در ضریب لامبدا مساوی یک می‌باشد. افزایش ضریب لامبدا و افزایش هوای ورودی منجر به رقیق شدن غلظت CO₂ و در نتیجه کاهش غلظت این گاز می‌گردد. در لامبدا کمتر از یک، مقدار CO₂ با غلظت CO رابطه عکس دارد بر این اساس با کاهش

کاهش انتشار گازهای CO و HC شناخته شد و همچنین سیستم تزریق سوخت انژکتوری و نوع کاربری شخصی خودرو از نظر انتشار آلاینده‌ها در وضعیت بهتری بود. بنابراین سیستم‌های کاربراتوری و خودروهای تاکسی و لامبدهای کمتر از یک بدلیل بالا بودن انتشار آلاینده نسبت به سایر وضعیت‌ها باید مورد توجه ویژه‌ای در مراکز معاینه فنی قرارگیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان و همکاری مسئولین محترم در مرکز معاینه فنی خودرو پارس تشکر و قدردانی نمایند. ضمناً تضاد منافی گزارش نشد.

همکاران بر روی ناوگان‌های حمل و نقل مشاهده شد که غلظت انتشار CO و VOCها در تاکسی نسبت به سایر ناوگان‌های حمل و نقل بالاترین می‌باشد.^{۱۱} در مطالعه یوسفی و همکاران، غلظت HC و CO در تاکسی نسبت به سمنند معمولی و پژو ۲۰۶ مقادیر بالاتری بود در حالیکه غلظت CO₂ در خودروهای سمنند معمولی و پژو ۲۰۶ دارای غلظت‌های بالاتری نسبت به سمنند تاکسی بدست آمد.^{۱۲}

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که متغیرهای ضریب لامبدا، نوع سیستم تزریق سوخت و نوع کاربری خودرو دارای اثرات قابل توجهی در میزان انتشار گازهای خروجی از اگزوز می‌باشد. در بررسی‌هایی که انجام شد، ضریب لامبدا مساوی یک بعنوان بهترین شرایط احتراق بدلیل

References

- Shahbazi H, Reyhanian M, Hosseini V, Afshin H. The relative contributions of mobile sources to air pollutant emissions in Tehran, Iran: an emission inventory approach. *Emission Control Science and Technology* 2016; 2(1):44-56.
- Shrivastava RK, Neeta S, Geeta G. Air pollution due to road transportation in India: A review on assessment and reduction strategies. *J Environ Res Develop* 2013; 8(1):69.
- Twigg MV. Progress and future challenges in controlling automotive exhaust gas emissions. *Appl Catal B* 2007; 70(1):2-15.
- Binder S, Macfarlane GS, Garrow LA, Bierlaire M. Associations among household characteristics, vehicle characteristics and emissions failures: An application of targeted marketing data. *Transp Res Part A Policy Pract* 2014; 59:122-33.
- Yamamoto T, Madre JL, Kitamura R. An analysis of the effects of French vehicle inspection program and grant for scrapping on household vehicle transaction. *Transp Res B Methodol* 2004; 38(10):905-26.
- Francioso L, Presicce DS, Taurino AM, Rella R, Siciliano P, Ficarella A. Automotive application of sol-gel TiO 2 thin film-based sensor for lambda measurement. *Sens Actuators B Chem* 2003; 95(1):66-72.
- Hsieh WD, Chen RH, Wu TL, Lin TH. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline blended fuels. *Atmos Environ* 2002; 36(3):403-10.
- Meixner H, Gerblinger J, Lampe U, Fleischer M. Thin-film gas sensors based on semiconducting metal oxides. *Sens Actuators B Chem* 1995; 23(2-3):119-25.
- Wu CW, Chen RH, Pu JY, Lin TH. The influence of air-fuel ratio on engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline-blended fuels. *Atmos Environ* 2004; 38(40):7093-100.
- Nice K. How fuel injection systems work. I: HowStuffWorks com 2001.
- Shrestha SR, Oanh NT, Xu Q, Rupakheti M, Lawrence MG. Analysis of the vehicle fleet in the Kathmandu Valley for estimation of environment and climate co-benefits of technology intrusions. *Atmos Environ* 2013; 81:579-90.
- Yusefi Golboteh R, Sahrayi FR, Mohammadi M, Houshmand S, Mohammadi M. Measuring Vehicle Exhaust Emissions from Peugeot 206, Samand and EL Samand in Mashhad. *J Env Sci Tech* 2016; 18(2):63-76[In Persian].

Investigation of the Exhaust Gas Emissions from Light Vehicles in the Technical Examination Centers in 2016 (Case Study: Hamadan City)

Mostafa Leili¹, Mehdi Salari², Azam Nadali^{*2}

1. Associate Professor, Environmental Health Engineering Department, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

2. PhD Students of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

* E-mail: azam_nadali@yahoo.com

Received: 7 Jun. 2017; Accepted: 23 Sep. 2017

ABSTRACT

Background: Expanding urbanization and increasing the number of vehicles have led to adverse effects on both the environment and human health. The propose of this study is to evaluate the concentration of CO₂, CO, HC, O₂, NO_x in the exhaust outlet of vehicles tested in technical examination center, and to determine the relationships between their variation and lambda coefficient, type of fuel injection system as well as vehicle type.

Methods: This cross-sectional study was conducted on 1000 vehicles tested in technical examination centers in Hamadan city. To do this, the concentrations of CO₂, CO, HC, O₂, NO_x gases emission were obtained, and then the relations between variation of these gases and lambda coefficient, type of fuel injection system and vehicle type were investigated. The statistical analysis that used in this study include one-way ANOVA and independent t-test (SPSS 16).

Results: The results of this study showed a significant relationship between the concentration of emitted gases and the lambda coefficient, the vehicle type and the type of fuel injection system ($p < 0.05$). The lambda coefficient equal to 1 was recognized as the best combustion condition because the availability of sufficient oxygen for the reactions lead to reduction of CO and HC emissions. The fuel injection system had a significant effect on reducing the emissions due to the suitable distribution of fuel and increasing combustion efficiency.

Conclusion: In the current study, it was observed that personal vehicles due to lower depreciations than the taxis, and the injector systems due to better distribution of the fuel than the carburetor ones, have better conditions in term of pollutants emissions.

Keywords: Human health, Exhaust emissions, Lambda coefficient, Hamadan