

ارزیابی میزان اثربخشی معاینه فنی بر بهبود عملکرد خودرو و کاهش آلاینده‌گی هوا (مطالعه موردی: کلانشهر تهران)

مرضیه مهتابی^{*۱}

marziehmahtabi@yahoo.com

محمد طاهریان^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: یکی از عمده‌ترین مسائل ترافیکی عصر حاضر، ایمنی و آلاینده‌گی خودروها است. در نتیجه، طراحی و استقرار سیستم کنترل دوره‌ای خودروها در حوزه ایمنی و محیط زیست، تحت عنوان معاینه فنی خودرو، جایگاهی ویژه در قوانین ترافیکی کشورهای مختلف یافته است. این سیستم، در برگیرنده مجموعه‌ای از قوانین، آزمون‌ها و روش‌های اجرایی استاندارد برای هر آزمون است. از آنجایی که منابع متحرک، یکی از مهمترین عوامل آلودگی هوا در کلانشهرها به‌شمار می‌روند، این پژوهش به بررسی تأثیر انجام معاینه فنی خودروها بر کیفیت هوای کلانشهر تهران پرداخته است.

روش بررسی: در این پژوهش، داده‌ها و اطلاعات آزمون خودروهای سبک در مراکز معاینه فنی کلانشهر تهران طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۹ مورد بررسی قرار داده شد و مقایسه‌ای بین آمار مراجعات به مراکز معاینه فنی خودرو و میزان اثربخشی آن بر کیفیت هوا و آلودگی هوای کلانشهر تهران، با استناد به داده‌های شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران به عمل آمد.

یافته‌ها و نتایج: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۹، به‌طور متوسط ۱۳/۴۱ درصد مردودی خودروها در آزمون معاینه فنی، ناشی از شدت آلاینده‌گی گازهای خروجی از اگزوز بوده است. از سوی دیگر، افزایش دوره معافیت قانونی خودروهای غیرمشمول (نو) از ۲ به ۵ سال، میزان مراجعات به مراکز معاینه فنی خودرو را ۳۲ درصد کاهش داده است. برطبق بررسی‌های آماری، انجام معاینه فنی در کمتر از ۲ سال، متناسب با عمر مفید کاتالیست بوده و در نتیجه، با کاهش مقدار گازهای خروجی از اگزوز خودروها، بر بهبود کیفیت هوای شهر تأثیر فزاینده‌ای دارد.

واژه‌های کلیدی: معاینه فنی، ایمنی، استاندارد، آلاینده‌گی خودروها، کیفیت هوای شهری.

^۱ کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور، ایران * (مسئول مکاتبات)

^۲ کارشناس ارشد مدیریت اجرایی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

Effectiveness Assessment of Vehicle Inspection on Improvement of Vehicle Performance and Reduce Air Pollution (Case Study: Tehran Metropolis)

Marzieh Mahtabi^{1*}

marziehmahtabi@yahoo.com

Mohammad Taherian²

Accepted Date: May 3, 2025

Date Received: January 1, 2025

Abstract

Background and Objectives: Nowadays, one of the major traffic problems is vehicle safety and pollutant emissions of them. As a result, design and implementation of periodic control systems in field of safety and environment for vehicles has found special position on the traffic rules in different countries. This system which is known as vehicle inspection includes rules, tests and standard procedures for each test. Because of the vehicles are the main cause of air pollution in metropolises, this research has studied effectiveness assessment of vehicle inspection on Tehran's air quality.

Materials and Methods: For this study, data and information for all of tests, during 2010 to 2014, has collected and analyzed from vehicles inspection centers in Tehran. Also, this study has compared between number of visits to vehicle inspection centers with effectiveness of them on air pollution quality in Tehran.

Results and Conclusion: The results show that in the period of this study, on average 13.41 percent of failed numbers on vehicle inspection is caused by pollution intensity of exhaust gases. On the other hand, increase legal exemption period for cars zero km from 2 to 5 years, the number of vehicles which go to inspection center has reduced 32 percent. According to statistical analysis, vehicle inspection in less than 2 years, is suitable with useful life of catalyst and as a result, reducing the amount of exhaust pollutant gases will improve air quality in metropolises such as Tehran.

Keywords: Technical Inspection, Safety, Standard, Vehicles Pollution, Urban Air Quality.

¹ Master of Science in Natural Resources and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Mazandaran, Noor, Iran* (*Corresponding Author*)

² Master of Science in Executive Management, University of Science and Technology, Tehran, Iran

مقدمه

گسترش روزافزون کلانشهرها و افزایش بی‌رویه مهاجرت‌ها در اثر رشد صنایع، منجر به افزایش استفاده از خودرو و وابستگی به آن در محیط‌های شهری به منظور جابه‌جایی ساکنان آن شده است. به دنبال این موضوع، بسیاری از مشکلات در اثر افزایش تراکم ترافیک در نواحی شهری پدید آمد که آلودگی هوا از مهم‌ترین آن‌هاست.

آلودگی ناشی از حمل و نقل و وسایل نقلیه به شکل گازهای خروجی از اگزوز، ذرات معلق و صدا می‌باشد. این نوع آلودگی با اتخاذ برنامه‌ریزی صحیح و استفاده از اتومبیل‌ها و سوخت‌های مناسب همراه با اعمال تکنولوژی کنترل آلودگی به حداقل می‌رسد (۱).

با گسترش صنایع خودروسازی کارشناسان امور ترافیکی و متخصصان صنایع خودروسازی، اقدام به بنا نهادن روش‌های مؤثر جهت تأمین ایمنی و سلامت عملکرد وسایل نقلیه و همچنین دستیابی به راه‌حلی به منظور کنترل هر چه بیشتر آلاینده‌های ناشی از احتراق موتورهای درون‌سوز نموده‌اند. امروزه اجرای طرح معاینه فنی وسایل نقلیه به عنوان یکی از مؤثرترین روش‌های کنترل جهت نیل به اهداف مورد نظر در اکثر کشورها پذیرفته شده و مقبولیت یافته است.

سیستم کنترل ادواری که شامل کنترل‌های ایمنی و زیست محیطی خودروها می‌باشد، معاینه فنی نام دارد. وظیفه معاینه فنی اطمینان از عملکرد صحیح خودرو بدون نیاز به باز کردن اجزاء آن در بخش ایمنی و محیط زیست بر اساس استانداردهای مصوب می‌باشد. در ابتدا این کنترل‌ها صرفاً به صورت چشمی^۱ و با تشخیص کارشناس صورت می‌پذیرفت که با گذشت زمان با طراحی تجهیزات^۲ خاص، کنترل دقیق‌تر برخی از این بخش‌ها به تجهیزات واگذار گردید. معاینه فنی خودرو به شکل نوین، سابقه‌ای تقریباً طولانی در حدود ۵۰ سال در کشورهای پیشرفته دارد. کمیته جهانی بازرسی فنی خودروها^۳ در کشور بلژیک تشکیل گردیده است؛ ۱۵۰ کشور با عضویت در این کمیته، معاینه فنی خودرو را بین‌المللی نموده‌اند. در اکثر کشورهای دنیا معاینه فنی به عنوان اهرم کنترل ایمنی و آلاینده‌گی خودروها پذیرفته شده است (۲).

در کشور ما نیز از سال ۱۳۷۹ مراکز مکانیزه معاینه فنی شروع به فعالیت نموده‌اند و در سال ۱۳۸۶ استاندارد ۹۱۸۱ (۳) و ۹۱۸۲ (۴) در راستای استانداردسازی معاینه فنی تدوین، تصویب و لازم‌الاجرا گردیده است. متعاقب آن با ابلاغ اصل ۴۴

در خصوص لزوم گسترش فعالیت‌های بخش خصوصی و عدم تصدی‌گری دولت، شهرداری‌ها مکلف به واگذاری، راه‌اندازی و تجهیز مراکز معاینه فنی به بخش خصوصی گشتند که این مهم تا به امروز ادامه یافته تا جایی که تعداد این مراکز در حال حاضر به ۴۲۰ مرکز در کشور رسیده است. بیش از ۳۲۰ مرکز معاینه فنی در حال حاضر در کشور خصوصی می‌باشند. مراکز مکانیزه‌ای که تحت پوشش شهرداری کلانشهرها در حال بهره‌برداری بوده، از نظر تکنولوژی مطابق تکنولوژی روز اروپا تجهیز می‌باشند و بر اساس استانداردهای معاینه فنی و محیط زیست، معاینه فنی خودرو صورت می‌پذیرد.

در مراکز مکانیزه معاینه فنی، میزان گازهای خروجی از اگزوز که ناشی از احتراق می‌باشند یعنی منواکسیدکربن، هیدروکربن‌های خام و دی‌اکسیدکربن، توسط تجهیزات و آنالایزهای ویژه اندازه‌گیری می‌شود. بدیهی است در صورت وجود نقص فنی و یا استهلاک در تجهیزات سیستم سوخت‌رسانی و جرقه خودرو، مقادیر این گازها از حدود مجاز تعیین گردیده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست بیشتر خواهد بود (۲).

در مراکز مکانیزه معاینه فنی، موارد ذیل در هر خودرو مورد آزمون قرار می‌گیرد؛

- بازدید عیوب ظاهری مؤثر در ایمنی
- سنجش میزان گازهای خروجی از اگزوز (آلاینده‌گی خودرو)

- کنترل عملکرد ایمنی خودرو
- به منظور آشنایی با نحوه انجام معاینه فنی خودرو، در ادامه شرح مختصری از هر فرآیند بیان گردیده است؛

- بازدید عیوب ظاهری مؤثر در ایمنی شامل بررسی موارد ذیل می‌باشد؛
 - شیشه‌ها
 - برف پاک‌کن
 - شیشه‌شور
 - کمربند ایمنی
 - بوق
 - دفرمگی بدنه
 - پوسیدگی بدنه
 - وضعیت لاستیک‌ها
 - وضعیت بلوری جلو
 - وضعیت طلق‌های عقب
 - چراغ‌های جلو (نور بالا-نور پایین)
 - چراغ ترمز

¹ Visual Check

² Equipment

³ International Motor Vehicle Inspection Committee

تبخیری و آلودگی محفظه میل لنگ. مهمترین اجزای آلودگی این موتورها را CO ، NO_x و HC خروجی از اگزوز تشکیل می‌دهند.

در آزمون سنجش آلاینده‌های خودرو، گازهای خروجی از اگزوز خودروهای بنزینی شامل هیدروکربن‌های نسوخته (HC)، مونوکسیدکربن (CO)، دی اکسیدکربن (CO_2)، اکسیژن (O_2) و اکسیدهای ازت (NO_x) به وسیله دستگاه سنجش گازهای خروجی از اگزوز اندازه‌گیری می‌شود که در این میان HC و CO به عنوان آلاینده هوا شناخته می‌گردند (۶).

در این آزمون براساس حدود مجاز تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست، وضعیت آلاینده‌های خودروها به تفکیک نوع سیستم سوخت‌رسانی انژکتور و کاربراتوری، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. قابل توجه آن که حدود مجاز تعیین شده جهت رد و قبولی خودرو در این آزمون به منزله کارکرد صحیح خودرو نبوده و بایستی تنظیمات سیستم‌های سوخت‌رسانی و برق موتور برای دستیابی به بیشترین راندمان موتور و کمترین میزان آلودگی، براساس ارقام پیشنهادی کارخانجات سازنده خودرو در دور کارکرد آرام خودرو انجام گیرد. بدیهی است در صورتی که اندازه‌گیری‌های به عمل آمده از حدود مجاز تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست بالاتر باشد، انجام تنظیمات یا تعمیرات بر روی موتور خودرو ضروری است. جدول شماره (۱) که در ادامه ارائه شده است، حدود مجاز آلاینده‌های خودروهای سبک (کاربراتوری و انژکتوری) و موتورسیکلت را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱) - حدود مجاز آلاینده‌های خودروهای سبک (کاربراتوری و انژکتوری) و موتورسیکلت (۳)

Table (1) - Permissible emission limits for light vehicles (carburetor and injection) and motorcycles (3)

حدود مجاز آلاینده‌های خودرو				
نوع آلاینده	نوع	CO (درصد حجمی)	HC (ppm)	O_2 (درصد حجمی)
سبک	کاربراتوری	$\text{CO} > 4$	$\text{HC} > 400$	$\text{O}_2 > 3$
	انژکتوری	$\text{CO} > 2.5$	$\text{HC} > 250$	$\text{O}_2 > 3$
موتورسیکلت	-	$\text{CO} > 6$	$\text{HC} > 600$	$\text{O}_2 > 3$

پردازش نهایی نتیجه این آزمون، وضعیت انحراف خودرو را پس از طی یک کیلومتر پیشروی در راستای مستقیم در مقیاس متر بیان می‌نماید. ظرفیت وزنی این تجهیزات برای خودروهایی با حداکثر وزن ۵/۲ تن طراحی شده است.

- چراغ دنده عقب
- چراغ راهنما
- چراغ‌های عقب
- چراغ پلاک
- وضعیت متعلقات اضافی (گارد)
- روغن‌ریزی (۵)

- سنجش میزان گازهای خروجی از اگزوز (آلاینده‌های خودرو)؛

اصلی‌ترین آلاینده‌های تولید شده توسط موتورهای اشتعال جرقه‌ای، اکسیدهای ازت (NO_x)، مونواکسیدکربن (CO)، هیدروکربن‌های نسوخته (HC) و سایر ذرات معلق می‌باشند. علاوه بر این، تمامی سیستم‌هایی که سوخت مصرف می‌کنند، مقدار زیادی CO_2 تولید می‌کنند که این گاز به عنوان مهمترین و مؤثرترین گاز گلخانه‌ای شناخته می‌شود.

اگر احتراق کامل صورت گیرد، گازهای خروجی از اگزوز تنها CO_2 و بخار آب خواهند بود ولی، وقتی که مخلوط غنی سوزانده شود، O_2 کافی برای احتراق وجود ندارد و مقداری از کربن به CO تبدیل می‌شود. در صورتی که مخلوط رقیق سوزانده شود، به علت وجود اکسیژن اضافی برای ترکیب شدن با N_2 ، به‌ویژه در دماهای بالا، NO تولید می‌شود. به‌طور کلی، آلودگی موتورهای اشتعال جرقه‌ای را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد؛ آلودگی خروجی از اگزوز، آلودگی

- کنترل عملکرد ایمنی خودرو؛

این آزمون شامل تست لغزش جانبی، تست کمک فتر، تست ترمز و بررسی اتصالات جلوبندی و فرمان خودرو است.

❖ **آزمون لغزش جانبی:** از این تست جهت تعیین

میزان بسته و یا باز بودن دهانه چرخ‌های هر یک از محورهای خودرو استفاده می‌شود. در

آلاینده‌های مونوکسیدکربن و هیدروکربن‌ها به میزان ۱۴/۵ و ۱۴/۱ درصد افزایش داشته که می‌توان بخشی از این افزایش را مربوطه به خودروهای فرسوده و با تکنولوژی قدیمی دانست. البته این امکان وجود دارد که با کاهش مهلت تست دوره‌ای برای خودروهای فرسوده و با تکنولوژی قدیمی، این میزان را به حداقل ممکن تقلیل داد.

در مطالعه‌ای دیگر که منصور بقایی و همکاران (۱۳۹۲) (۸) در خصوص تأثیر انجام معاینه فنی بر میزان آلاینده‌گی خودروهای بنزینی و دیزلی انجام داده‌اند، مشخص گردید که با انجام معاینه فنی خودروهای دیزلی، میزان مصرف سوخت تا ۳/۹ درصد کاهش می‌یابد. به‌طور میانگین، اگر هر خودرو در طول شبانه‌روز ۱۵۰ کیلومتر مسافت طی کند (مصرف سوخت میانگین این خودروها با توجه به عمر بالا و ترافیک شهری در هر یکصد کیلومتر، ۱۷/۵ لیتر برآورد می‌شود)، روزانه ۲۶/۲۵ لیتر سوخت مصرف می‌نماید و همچنین برای خودروهای بنزینی نیز با متوسط مصرف ۱۲ لیتر در یکصد کیلومتر و برای برخی از خودروهای ۸/۵ لیتر و یا پیمایش در روز ۲۰۰ کیلومتر، میزان کاهش مصرف سوخت پس از انجام معاینه فنی حدود ۱۵ درصد تعیین شده است.

طاهریان نیز در مطالعات خود (۱۳۹۲) (۲)، با بررسی فرآیند معاینه فنی خودرو در ایران، به آسیب‌شناسی این مهم در سال‌های اخیر پرداخته و راهکارهای عملی برای رفع مشکلات موجود در این باره را پیشنهاد داده است.

صالحی و همکاران نیز در پژوهشی (۱۳۹۱) (۹)، به بررسی تأثیر معاینه فنی بر بهبود عملکرد خودروها و کاهش آلودگی هوا پرداخته‌اند و با جمع‌آوری نتایج تست آلاینده‌های ۱۰۱۳ خودرو در دور آرام و تجزیه و تحلیل آن‌ها (با استفاده از نرم‌افزار SPSS) دریافته‌اند که با انجام معاینه فنی، کاهش چشمگیری در میزان مونوکسیدکربن و هیدروکربن‌های نسوخته خروجی از اگزوز خودروهای سواری اتفاق می‌افتد.

صالحی و همکاران (۱۳۹۱) (۱۰) در پژوهشی دیگر به بررسی شرایط بهینه تست آلاینده‌های موتور خودروها در مراکز معاینه فنی پرداخته‌اند. نتیجه این پژوهش تشخیص دور آرام به عنوان بهترین دور تست آلاینده‌ها بود.

منصوری و همکاران در تحقیقی (۱۳۹۰) (۱۱)، اصلاح استاندارد آلاینده‌گی مراکز معاینه فنی خودرو در ایران را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتیجه این پژوهش منجر به پیشنهاد شرایط مناسب‌تری جهت تست آلاینده‌گی در مراکز معاینه فنی خودرو شد و برای گروه‌های مختلف خودرو، مقادیر معیار CO، HC، O₂ به دست آمد.

❖ **تست کمک فنر:** از این وسیله جهت آزمون درصد کارایی کمک فنرهای محور جلو و عقب خودرو استفاده می‌شود و می‌توان به کمک آن خودروهای سواری و وانت بار را تا حداکثر وزن ۱/۱ تن برای هر محور، مورد بازرسی و معاینه قرار داد. در حین انجام مراحل این آزمون وضعیت کمک فنرهای هر محور به تفکیک مورد آزمایش واقع می‌گردند.

❖ **تست ترمز:** این وسیله به منظور سنجش قدرت ترمزگیری چرخ‌های هر یک از محورها، قدرت عملکرد ترمزدستی و نیز، سنجش میزان تاب کاسه چرخ‌های خودروهای سواری به کار گرفته می‌شود. از این تجهیزات می‌توان جهت آزمون خودروهای سواری و وانت بار با حداکثر وزن ۴ تن برای هر محور استفاده نمود. با بررسی حد نهایی شتاب ترمزگیری که توسط رایانه تعیین می‌گردد، چگونگی عملکرد ترمزها تحت بازدید فنی واقع می‌شود.

❖ **بررسی اتصالات جلوبندی و فرمان:** این دستگاه جهت بررسی وضعیت اتصالات جلوبندی خودروها بکار می‌رود و قادر است خودروهای سواری و وانت بارها را با حداکثر وزن ۳/۵ تن برای هر محور تست نماید. صفحات متحرک این دستگاه با حرکات خود به طرفین، قطعات جلوبندی را تحت فشار و کشش قرار داده و آنان را از لحاظ لقی، ضعف در اتصالات و خوردگی مورد آزمون قرار می‌دهد (۵).

پیشینه تحقیق

کریمی و همکاران در پژوهشی (۱۳۹۳) (۷)، میزان اثر بخشی معاینه فنی بر آلاینده‌های خودروهای رد شده در آزمون معاینه فنی و همچنین خودروهای در حال تردد در سطح شهر تهران را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق خودروهای در حال تردد در سطح شهر به صورت تصادفی متوقف شده، با استفاده از یک دستگاه قابل حمل مورد آزمایش قرار گرفتند تا تأثیر گذر زمان بر آلاینده‌گی خودروها طی مهلت بین دو معاینه فنی مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که در شش ماهه دوم مهلت یک ساله معاینه فنی،

اما در مجموع با وجود طرح‌ریزی و ارائه برنامه فوق، شهر تهران در سال ۲۰۱۴ جزء ۱۰ شهر آلوده جهان قرار گرفت؛ لذا از آنجایی وسایل نقلیه موتوری موجود در چرخه حمل و نقل و ترافیک، اهمیت بالایی در ایجاد آلودگی هوا داشته و تهران را در ردیف آلوده‌ترین شهرهای جهان قرار داده است، این مطالعه به بررسی میزان اثربخشی انجام معاینه فنی استاندارد (به عنوان یکی از ابزارهای کنترلی در عملکرد بهینه خودروها و به تناسب آن کاهش آلاینده‌گی هوا) در کلانشهر تهران پرداخته است.

مواد و روش‌ها

نوع این تحقیق بر مبنای هدف آن، کاربردی است. روند انجام تحقیق بدین نحو بوده است که در ابتدا داده‌های مورد نیاز این تحقیق که مشتمل بر داده‌ها و نتایج آمار و اطلاعات آزمون‌های به عمل آمده در هشت مراکز مجاز معاینه فنی خودرو در کلانشهر تهران در دوره زمانی پنج‌ساله ۹۳-۱۳۸۹ بوده، جمع‌آوری و طبقه‌بندی گردیده است. پس از این، ارتباط بین آمار (تعداد) مراجعات به مراکز معاینه فنی خودرو و وضعیت آلودگی هوای شهر تهران (بررسی تعداد روزهای پاک، سالم، ناسالم و بسیار ناسالم) با استفاده از داده‌های شرکت کنترل کیفیت هوا، مقایسه و تحلیل شده است. در پایان نیز، با استفاده از جداول و نمودارهای تحلیلی، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارزیابی‌ها و بررسی‌ها به انجام رسیده است.

یافته‌ها

بررسی روند آمار مراجعات خودروها به مراکز مکانیزه معاینه فنی در تهران (هشت مرکز) در بازه زمانی سال‌های ۹۳-۱۳۸۰ (نمودار شماره ۱) بیانگر این مطلب است که با اعمال قانون افزایش معافیت معاینه فنی خودروهای غیرمشمول (نو) از ۲ به ۵ سال در سال ۱۳۸۹، میزان مراجعات تا سال ۱۳۹۳، حدود ۳۲ درصد کاهش یافته است. این در حالی است که اغلب مراجعین به مراکز معاینه فنی، افرادی بوده‌اند که خودروی آنها از جنبه فنی، وضعیت مطلوب و مناسبی داشته است و صاحبان خودروها با وضعیت فنی و ایمنی نامناسب جهت حصول اطمینان از وضعیت خودروی خود اغلب به مراکز معاینه فنی مراجعه نمی‌کنند. از طرفی با کمی تأمل و انجام محاسبات ساده، اگر به طور میانگین پیمایش سالیانه یک خودرو، ۴۰ هزار کیلومتر در نظر گرفته شود و همچنین با در نظر گرفتن کیفیت سوخت خودروها در کشور، عمر مفید کاتالیست خودرو، ۲ سال تخمین زده خواهد شد. از آنجایی که هر خودروی مردود (به طور تقریبی) به اندازه ۳۰ خودروی یورو ۲ آلودگی تولید می‌کند این حقیقت نمایان می‌گردد که با افزایش قانون معافیت

کشاورزی و همکاران در مطالعه خود (۱۳۸۳)(۱۲)، به بررسی اتلاف بنزین از جایگاه‌های سوخت‌رسانی در شهر تهران و روش‌های کنترل و بازیافت آن پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که با روش سرد کردن در دمای ۰ تا ۶- درجه سانتی‌گراد می‌توان تا ۵۰ درصد بخارات بنزین را بازیابی کرد.

ضرورت انجام تحقیق

پس از توشیح بیانیه هوای پاک در سال ۱۳۷۲ توسط جمع کثیری از فعالان محیط زیست و به دنبال آن تشدید وضعیت ناهنجار آلودگی هوا در تهران در سال ۱۳۷۴، مجلس شورای اسلامی مصوبه‌ای به نام قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا را به تصویب رساند که در آن شرح وظایف دستگاه‌های مختلف اجرائی کشور در حوزه معاینه فنی تعیین و به تصویب رسید. مهمترین نکته این قانون، واگذاری نقش انجام معاینه فنی و توسعه مراکز معاینه فنی به شهرداری‌ها بود.

پس از تصویب این قانون، ستاد مرکزی معاینه فنی خودروهای تهران زیر مجموعه شهرداری تهران برای اولین بار با همکاری راهنمایی و رانندگی اقدام به تجهیز برخی تعمیرگاه‌های مجاز شهر تهران به تجهیزات آنالایزر گازهای خروجی نمود. سپس با استقرار افسران راهنمایی و رانندگی در این تعمیرگاه‌ها نسبت به صدور معاینه فنی اقدام نمود (۲).

در سال‌های پس از آن و در پی انعقاد قرارداد همکاری با آژانس ژاپنی جایکا توسط شهرداری تهران، بررسی‌های جامعی در خصوص آلودگی هوای تهران انجام و تدوین راهکارهای لازم برای بهبود وضع آلودگی هوا شروع شد. بنابر این پژوهش‌ها روزانه بالغ بر یک‌هزار و ۱۹۲ تن مواد آلاینده در هوای تهران منتشر می‌شود. بیشترین این آلاینده‌ها مربوط به اکسیدهای گوگرد با انتشار ۶۹۵ تن در هر روز است که بعد از آن به ترتیب اکسیدهای نیتروژن، منواکسیدکربن و هیدروکربن‌های سوخته نشده، عمده آلاینده‌های هوای تهران محسوب می‌شوند. در پی این مطالعات، برنامه‌ای تحت عنوان «برنامه جامع مبارزه با آلودگی هوای تهران» در سال ۱۳۷۹ طراحی و تصویب شد تا طبق این برنامه ظرف مدت ۱۰ سال هوای پایتخت به کیفیت سالم و قابل تنفس برسد. این برنامه شامل ۷ محور ذیل بود:

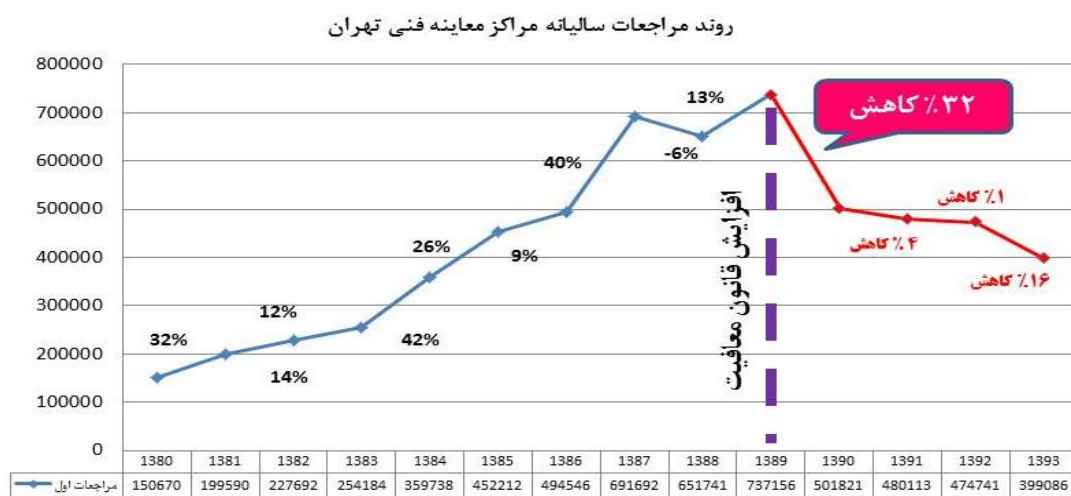
استانداردسازی خودروهای نو، از رده خارج کردن خودروهای فرسوده، ارتقاء حمل و نقل عمومی، بهبود کیفیت سوخت، معاینه فنی خودروها، مدیریت ترافیک و آموزش همگانی. این برنامه با همکاری وزارت صنایع، وزارت نفت، سازمان حفاظت محیط زیست، شهرداری تهران و پلیس راهنمایی و رانندگی به مورد اجرا در آمد (۱۳).

مشخص گردیده است که به طور میانگین از حدود ۳ میلیون خودرویی که (بر اساس آمار ارائه شده توسط برخی مراجع ذیصلاح) در سطح شهر تهران در حال تردد هستند، تنها

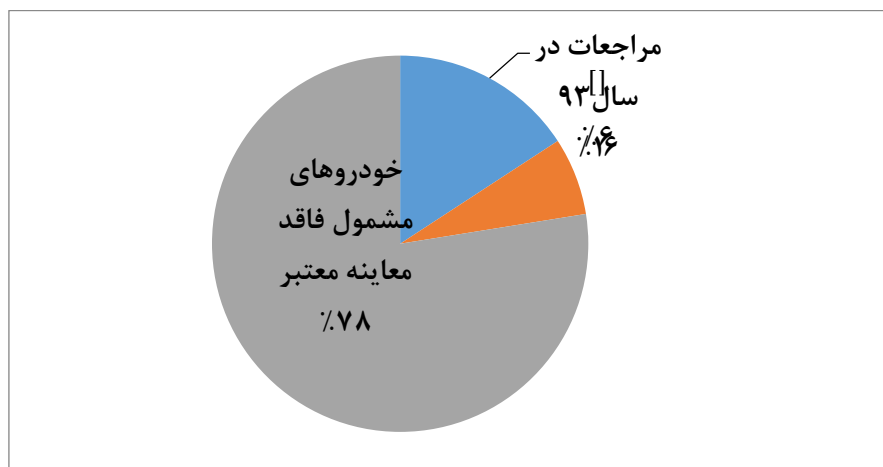
۱۶ درصد برای اخذ معاینه به مراکز مکانیزه معاینه فنی مراجعه نموده‌اند، ۶ درصد خودروها غیرمشمول و ۷۸ درصد فاقد معاینه معتبر بوده‌اند که این میزان درصد بالایی را شامل می‌گردد.

خودروها از ۲ به ۵ سال، حجم آلاینده ناشی از خودروها به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت. با توجه به این‌که آلودگی هوا اثرات سوئی مانند مشکلات قلبی و عروقی، سرطان، اثر مخرب بر روی جنین، بیماری‌های ریوی، آسم و تشدید آلرژی‌ها، عفونت دستگاه تنفسی و ... را بر انسان به دنبال دارد، اهمیت بررسی این موضوع و اولویت توجه به آن به عنوان یک معضل اجتماعی، بیش از پیش آشکار می‌گردد (۱۴).

در بررسی دیگری که توسط شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران در سال ۱۳۹۳ (۱۵) انجام شده، مطابق با نمودار شماره ۲



نمودار شماره (۱) - روند آمار مراجعات سالیانه به مراکز معاینه فنی تهران (۱۳۸۰-۱۳۹۳)
Chart No. (1) - Trend in annual visits to Tehran technical inspection centers (2004-2014)



نمودار شماره (۲) - وضعیت معاینه فنی خودروهای در حال تردد در تهران در سال ۱۳۹۳
Chart No. (2) - Status of technical inspection of vehicles in traffic in Tehran in 2014

جهت انجام معاینه فنی در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسی مبین این مطلب

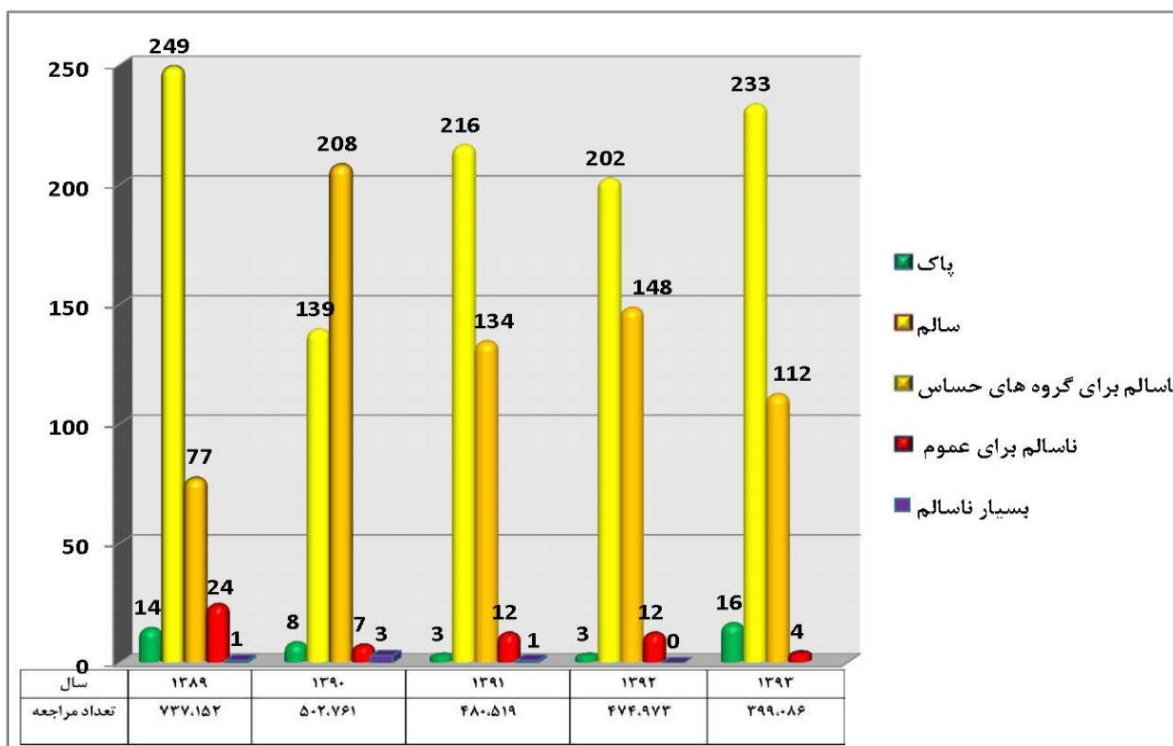
در ادامه در نمودار ذیل (نمودار شماره ۳) ارتباط بین تعداد روزهای پاک، سالم، ناسالم و همچنین میزان مراجعه خودروها

۱۳۹۲ توسط شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران (۱۸) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به شرح نمودار ذیل (نمودار شماره ۴) است. بر طبق این نمودار، از مجموع کل خودروهای مورد بررسی ۲۳/۵ درصد خودروها فاقد کاتالیست و یا دارای کاتالیست غیرفعال بوده‌اند. این در حالی است که نتایج مطالعات واحد پایش شرکت کنترل کیفیت هوا بر روی میزان انتشار آلاینده‌ها در خودروهای دارای کاتالیست و بدون آن نشان می‌دهد که یک خودروی بدون کاتالیست حدود ۱۰ برابر یک خودروی مجهز به کاتالیست، آلاینده مونوکسیدکربن را در هوا منتشر می‌کند.

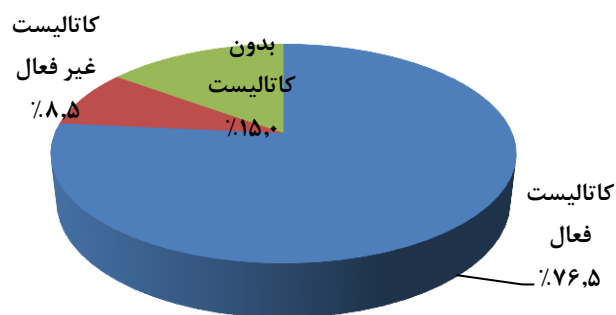
نمودار شماره (۵) در ادامه، وجود کاتالیست در خودروها در تحقیق فوق را به تفکیک مدل نشان می‌دهد. همان‌طور که از داده‌های این نمودار مشخص است با افزایش سال تولید خودرو، وجود کاتالیست در نمونه‌های مورد بررسی از ۱۰۰ درصد در سال‌های ۹۰ و ۹۱ به ۳۵ درصد در سال ۸۱ کاهش یافته است و این مسئله اهمیت انجام معاینه فنی در بازه‌های زمانی کوتاه جهت بررسی وضعیت صحت و سلامت کارکرد کاتالیست خودروها را روشن می‌سازد.

است که در این بازه زمانی، با کاهش قابل توجه میزان مراجعات معاینه فنی، تعداد روزهای پاک و سالم کاهش و به تبع آن تعداد روزهای ناسالم افزایش قابل توجهی یافته است. همچنین در سال ۱۳۹۳ علی‌رغم افزایش تعداد روزهای پاک و کاهش روزهای آلوده نسبت به سال‌های اخیر، ۳۲ درصد روزهای سال در شرایط فراتر از استاندارد قرار داشته‌اند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که طی سال‌های اخیر (افزون بر نقش مؤثر آلاینده‌های CO ، NO_x ، SO_x و HC در آلودگی هوای شهر تهران)، آلاینده ذرات معلق به ویژه ذرات معلق با قطر کمتر از 2.5 میکرون به عنوان آلاینده شاخص کلانشهر تهران مطرح شده است. شایان ذکر است که مهمترین منبع تولید این آلاینده در شهرهای بزرگ، فرآیندهای احتراقی به ویژه خودروهای دیزلی، خودروها و موتورسیکلت‌های کاربراتوری هستند که با انجام معاینه فنی استاندارد و تنظیم سیستم سوخت‌رسانی خودرو، میزان آلودگی خودروها و به تبع آن میزان ذرات معلق هم کاهش پیدا می‌کند (۱۶) (۱۷).

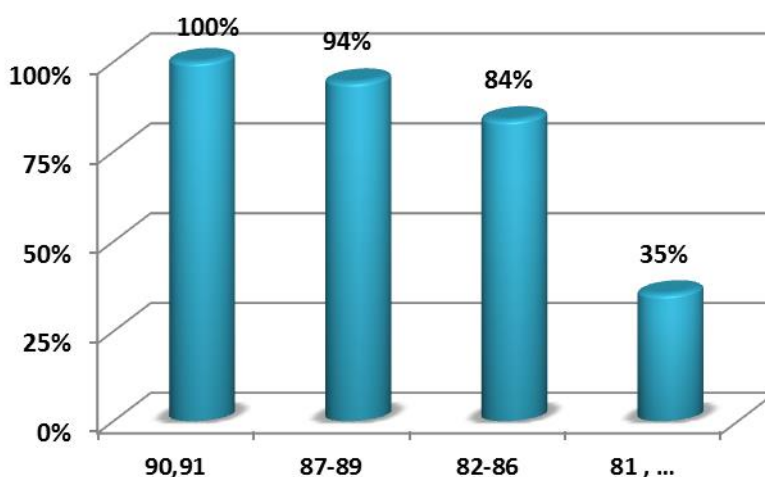
افزون بر این، وضعیت کاتالیست ۲۰۰۰ خودروهای انژکتوری مراجعه نموده به مراکز معاینه فنی در سطح شهر تهران در سال



نمودار شماره (۳) - تعداد روزهای پاک، سالم، ناسالم و بسیار ناسالم در تهران و میزان مراجعات معاینه فنی خودرو (۱۳۸۹-۱۳۹۳) (۱۶)
 Chart No. (3) - Number of clean, healthy, unhealthy and very unhealthy days in Tehran and the number of visits for vehicle technical inspection (2010-2014) (16)



نمودار شماره (۴) - وضعیت کاتالیست خودروهای انژکتوری مراجعین
Chart No. (4) - Catalyst status of clients' injection vehicles



نمودار شماره (۵) - وجود کاتالیست در خودروهای مورد بررسی به تفکیک مدل
Chart No. (5) - Presence of catalysts in the vehicles studied by model

مقادیر گازهای خروجی تعدادی از خودروهای مراجعه نموده به مراکز هشت‌گانه معاینه فنی خودرو در کلانشهر تهران را پیش و پس از انجام آزمون معاینه فنی (مطابق جدول ۳) مورد بررسی قرار داده است. نتیجه این مقایسه نشان می‌دهد که میزان گازهای آلاینده خروجی از این خودروها (هیدروکربن‌ها و مونوکسیدکربن) پس از انجام معاینه فنی، کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته است. شایان ذکر است که با افزایش میزان پیمایش خودرو، میزان گازهای خروجی نیز افزایش پیدا می‌کند اما، این نکته را نیز باید در نظر گرفت که علاوه بر میزان کارکرد خودرو، مواردی از قبیل نحوه رانندگی، شرایط نگهداری خودرو (بازدیدهای دوره‌ای و تعویض قطعات خودرو) و امثالهم نیز بر عملکرد سیستم سوخت‌رسانی و میزان آلاینده‌گی خودروها تأثیرگذار هستند.

بررسی داده‌های جدول (۲) در ادامه نشان می‌دهد که با وضع قانون افزایش زمان معافیت خودروها از ۲ به ۵ سال، میزان مراجعت صاحبان خودروها جهت انجام آزمون فوق در بازه زمانی ۹۳ - ۱۳۸۹ کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است. از سویی دیگر، بخش قابل توجهی از آمار خودروهای مردود شده مربوط به گازهای خروجی (جدول شماره ۲ و نمودار شماره ۶) است. بر طبق داده‌های جدول ذیل، سهم گازهای خروجی در مردودی خودروها در بازه زمانی یاد شده، به طور میانگین ۱۳/۴۱ درصد بوده است. این در حالی است که از حدود ۳ میلیون خودروی در حال تردد در تهران، هر ساله تعداد معدودی جهت اخذ معاینه فنی مراجعه نموده‌اند و در خصوص وضعیت آلاینده‌گی و صحت عملکرد سایر خودروهای باقیمانده اظهار نظر دقیقی نمی‌توان داشت (۱۸).

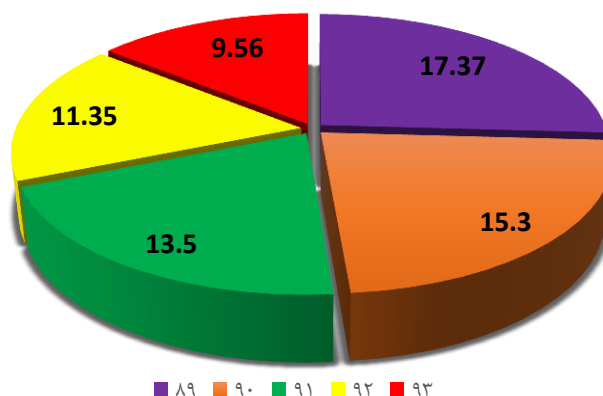
به‌منظور تعیین میزان اهمیت انجام معاینه فنی در کاهش آلاینده‌گی خودروها، شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران،

جدول شماره (۲) - بررسی آمار مراجعات و وضعیت مردودی خودروها در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۹ در تهران

Table No. (2) - Review of statistics on vehicle visits and rejection status in the period 2010-2014 in Tehran

ردیف	سال بررسی	تعداد خودروهای مراجعه نموده	تعداد خودروهای مردود شده	درصد خودروهای مردود شده	درصد مردودی خودروها در نتیجه گازهای خروجی
۱	۱۳۸۹	۷۳۷,۱۵۲	۳۴۵,۳۱۴	۴۶/۸۵	۱۷/۳۷
۲	۱۳۹۰	۵۰۲,۷۶۱	۲۱۸,۹۸۲	۴۳/۵۷	۱۵/۳
۳	۱۳۹۱	۴۸۰,۵۱۹	۲۱۸,۹۶۷	۴۵/۵۶	۱۳/۵
۴	۱۳۹۲	۴۷۴,۹۷۳	۱۹۱,۸۹۳	۴۰/۴	۱۱/۳۵
۵	۱۳۹۳	۳۹۹,۰۸۶	۱۴۹,۰۸۴	۳۷/۳۶	۹/۵۶

درصد مردودی خودروهای مورد بررسی در بازه زمانی ۹۳-۸۹ در نتیجه گازهای آلاینده خروجی



نمودار شماره (۶) - درصد مردودی خودروهای مورد بررسی در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۹ در نتیجه گازهای آلاینده خروجی

Chart No. (6) - Percentage of rejections of vehicles studied in the period 2010-2014 as a result of exhaust pollutant gases

جدول شماره (۳) - نمونه‌ای از نتایج سنجش گازهای خروجی خودروها قبل و پس از انجام معاینه فنی (۱۴)

Table (3) - Example of vehicle exhaust gas measurement results before and after technical inspection (14)

نوع خودرو	مدل	کیلومتر	پیش از انجام آزمون		پس از انجام آزمون	
			HC	CO	HC	CO
سمند	۸۷	۲۸۱,۰۰۰	۴۷۷	۹/۲۲	۸۸	۰/۴۰
نیسان	۷۹	۴۳,۰۰۰	۹۶۰	۹/۷۷	۲۱۸	۱/۰۹
هیوندای	۹۴	۲۱۳,۴۵۲	۵۰۸	۱۱/۱۳	۷۶	۲/۵۶
سمند	۸۲	۶۹,۵۱۰	۱۸۶	۵/۲۹	۱۰۰	۰/۰۸
پژو	۷۹	۲۰۱,۰۰۰	۱۷۵	۵/۰۵	۱۲۵	۱/۶۰
نیسان	۷۶	۱۳۰,۰۰۰	۲۱۶	۴/۳۲	۱۵۳	۱/۲۴
سمند	۸۲	۱۲۹,۵۵۷	۶۸۸	۱/۸۳	۹۶	۰/۹۱
پژو	۸۸	۱۲۰,۰۰۵	۴۷۱	۱/۵۵	۱۶۰	۱/۰۱
پژو	۸۶	۱۲۵,۰۰۰	۳۵۸	۰/۹۲	۱۶۰	۰/۷۹
پراید	۸۵	۱۵۵,۰۰۰	۳۲۴	۰/۷	۱۴۴	۰/۶۲

بحث و نتیجه‌گیری

پدیده آلودگی هوا یکی از ره‌آوردهای توسعه صنعتی است که با افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی، توسعه حمل و نقل و میزان سوخت، روز به روز بر شدت آن افزوده می‌شود. این پدیده امروزه به یکی از معضلات شهر تهران تبدیل شده است. شهر تهران به عنوان بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهر کشور به دلیل شرایط خاص جغرافیایی (توپوگرافی و هواشناسی)، اجتماعی (توزیع جمعیت و ترافیک)، فرهنگی (سطح فرهنگ و آموزش مرتبط) و توسعه شهری، دچار معضل آلودگی هواست و از مصرف بی‌رویه انرژی در بخش حمل و نقل شهری رنج می‌برد.

امروزه در تهران و بسیاری از شهرهای بزرگ و صنعتی دنیا به خصوص در کشورهای در حال توسعه، آلاینده‌های مختلف از طریق وسایل نقلیه موتوری، صنایع و منابع تجاری و خانگی در هوا تخلیه می‌شود که غلظت بسیاری از این آلاینده‌ها در ساعات مختلف شبانه‌روز در تهران بالاتر از حد استاندارد است. تهران به علت رشد بی‌رویه جمعیت، مهاجرت، عدم برنامه‌ریزی صحیح و نیز عدم توجه به مسایل زیست‌محیطی در گسترش و توسعه شهر به مشکلات عدیده‌ای برخورد کرده که آلودگی هوا و ترافیک معمول‌ترین آنهاست و از این طریق توجه جمعی و مسئولین را به خود جلب نموده است. لذا هرگونه تصمیم‌گیری مدیریتی در جهت کاهش آلودگی هوای شهر تهران می‌بایست با بررسی اطلاعات منسجم و قابل اطمینان در زمینه وضعیت آلودگی هوای شهر انجام پذیرد.

شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران در سال ۱۳۹۲ مطالعه‌ای در خصوص سهم منابع ثابت و متحرک شهر تهران در تخمین تولید آلودگی هوا انجام داده است. در این بررسی منابع متحرک شامل ناوگان‌های خودروهای سواری، تاکسی، موتورسیکلت، وانت، مینی‌بوس، اتوبوس و کامیون و منابع ساکن شامل صنایع آلاینده، بخش خانگی و تجاری، تبدیل انرژی (شامل نیروگاه، پالایشگاه)، پایانه‌ها، اتوبوس‌های درون شهری و جایگاه‌های عرضه بنزین هستند. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تولید آلاینده‌گی سالانه شهر تهران از منابع آلاینده مورد بررسی در حدود ۷۲۶ هزار تن بوده که در این میان، سهم منابع ساکن ۱۵ درصد و سهم منابع متحرک ۸۵ درصد است. همچنین، بررسی سهم منابع در تولید هر یک از آلاینده‌ها به تفکیک نشان می‌دهد که سهم منابع متحرک در تولید آلاینده‌های مونواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد، ترکیبات آلی فرار و ذرات معلق به ترتیب ۹۸ درصد، ۴۷ درصد، شش درصد، ۸۶ درصد، و ۷۰ درصد است و مابقی توسط منابع ساکن تولید می‌شوند (۱۹). از سوی دیگر، نگاهی

دوباره به دستاورد مطالعات کریمی و همکاران (۷) گویای این واقعیت است که حتی در مهلت یک‌ساله معاینه فنی خودرو و در نیمه دوم آن، آلاینده‌های مونواکسیدکربن و هیدروکربن‌ها به میزان ۱۴/۵ و ۱۴/۱ درصد افزایش داشته است. اگرچه می‌توان بخشی از این افزایش را مربوط به فرسوده بودن خودرو و یا تکنولوژی قدیمی به کار برده شده در خودروها دانست.

از آن‌جا که مطابق با بررسی‌های به عمل آمده و با توجه به آمار رسمی منتشره توسط مراجع ذیصلاح، مهم‌ترین عامل آلودگی هوای کلانشهر تهران، منابع متحرک (خودروها) شناخته شده‌اند و بیشترین سهم را در بین منابع آلاینده به خود اختصاص داده‌اند، انجام معاینه فنی خودرو در بازه زمانی کمتر از ۵ سال برای خودروهای غیرمشمول (نو) جهت کاهش آلاینده‌گی گازهای خروجی اگزوز و همچنین تشکیل یک ستاد کشوری با هدف تصمیم‌سازی یکپارچه و نظارت بر فعالیت مراکز و افزایش ضمانت اجرایی جهت الزام و انجام معاینه فنی خودرو یک ضرورت اساسی به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی است که توسط شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران به انجام رسیده و نتایج آن در اختیار مراجع ذیربط، از جمله سازمان حفاظت محیط زیست قرار دارد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از زحمات و حمایت‌های مدیریت عامل این شرکت جناب آقای مهندس اشکان گلپایگانی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

منابع:

- 1- Coles. J, Nadafi. K, Sawlat. M.H, Safari. H and Sarkhosh. M, 2012, Air Pollution, Tehran: Navvaran Alam Publishing, 479 p.
- 2- Taherian. M, 2013, A Perspective on Mechanized Technical Inspection of Vehicles, Tehran: Shahbazi Publishing, 164 p.
- 3- National Standard of Iran 9181, Vehicles - Technical Inspection - Tests Related to the Inspection of the Health Status of Motor Vehicles and Trailers.
- 4- National Standard of Iran 9182, Vehicles - Roadside Technical Inspection for the Inspection of the Health Status of Commercial Vehicles.
- 5- Ministry of Interior, 2004, Deputy for Coordination of Civil Affairs of the Office of Transportation and Secretariat of the Supreme Council for Coordination of Traffic in the Country's Cities, Instructions for Article 3 of the Executive Regulations on the Procedure for Conducting Inspection and Issuing Technical

- Inspection Certificates for Vehicles and the Appendices Attached.
- 6- Heywood. J.B, 1988, International Combustion Engine Fundamentals. McGray-Hill Book Company, New York
 - 7- Karimi. A, Abedini. Y, Rastegari. M and Abdolzadeh. A, 2014, Investigating the effectiveness of vehicle technical inspection on air pollution in Tehran, Fourth National Conference on Air Pollution, January.
 - 8- Mansour Baghaei. B, Hassani. F and Amir Divani. P, 2013, Investigating the importance of implementing technical inspection of vehicles in circulation nationwide from an environmental and economic perspective, Second National Conference on Air and Noise Pollution Management, Tehran, Sharif University of Technology, January.
 - 9- Salehi Tituni. H, Mansouri. H and Dehghani. H, 2012, Investigating the effect of technical inspection on improving vehicle performance and reducing air pollution, Second Annual Clean Energy Conference, July.
 - 10- Salehi Tituni. H, Mansouri. H and Shamsi Koushki. M, 2012, Study of optimal conditions for testing vehicle engine pollutants in technical inspection centers, Second Annual Clean Energy Conference, July.
 - 11- Mansouri. H, Majidi Jirandehi. A and Dehghani. H, 2011, Study and revision of emission standards of vehicle technical inspection centers in Iran, University of Birjand, 19th Annual Conference of Mechanical Engineering in Iran, May.
 - 12- Keshavarzi Shirazi. E, Halk. F and Mirmohammadi. M, 2004, Determination of gasoline loss from fuel stations in Tehran and methods of its control and recycling, Environmental Journal, No. 36, Winter 2004, 33-40.
 - 13- Air Quality Control Organization, 1996, Comprehensive plan to reduce air pollution in Greater Tehran in cooperation with JICA Japan.
 - 14- Iran Quality and Standards Inspection Company, 2014, Traffic safety and air pollution reduction report.
 - 15- Quality and Standards Inspection Company of Iran, 2014, Service and Vehicle Quality Report.
 - 16- Air Quality Control Company website, Air Quality Status Data.
 - 17- Annual Report on Tehran Air Quality in 2014, Report No. QM94/02/02(U)/1, June 2015.
 - 18- Quality and Standards Inspection Company of Iran, 2013, Service and Vehicle Quality Report.
 - 19- Shahbazi. H., Babaei. M., Afshin. H. and Hosseini. V., 2015, Tehran City Emission Inventory for the Base Year 2013, Volume 2: Mobile Sources, Report Prepared by Tehran Municipality Air Quality Control Company, Report No. QM/94/04/03/(U)/02, 2015