

ارزیابی میزان اثربخشی معاینه فنی بر بهبود عمل کرد خودرو و کاهش آلودگی هوا

(مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

مرضیه مهتابی^{۱*}، محمد طاهریان^۲

marziehmahtabi@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: یکی از عمده‌ترین مسایل ترافیکی عصر حاضر، ایمنی و آلاینده‌گی خودروهاست. 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 بر گیرنده مجموعه‌ای از قوانین، آزمون‌ها و روش‌های اجرایی استاندارد برای هر آزمون است. از آنجایی که منابع متحرک، یکی از مهم‌ترین منابع انتشار آلاینده‌های 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 ۱۳۸۹-۱۳۹۳ 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: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۳، 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.

بحث و نتیجه‌گیری: 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- محیط زیست، دانش‌گاه تربیت مدرس، مازندران، نور* (مسوول مکاتبات)

^۲ کارشناس ارشد مدیریت اجرایی، دانش‌گاه علم و صنعت

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

¹*M.mahtabi, ²M. taheerian

marziehmahtabi@yahoo.com

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 metropolitans, 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.

Findings: 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.

Discussion and Conclusion: 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 metropolitans such as Tehran.

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

*¹ MSc, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, Iran

² MSc, Faculty of Executive Management, University of Science and industry

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 وسایل نقلیه به شکل گازهای خروجی از اگزوز، ذرات معلق و صدا می‌باشد. این نوع آلودگی با اتخاذ برنامه‌ریزی صحیح و استفاده از خودروها 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 راه‌حلهایی 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 (۲).

سیستم کنترل ادواری که شامل کنترل‌های ایمنی و محیط زیستی 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 و 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 آلاینده‌های خودروها پذیرفته شده است. در کشور ما نیز پس از امضاء 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 اجرایی کشور در حوزه معاینه فنی تعیین شد و به تصویب رسید (۲). پس از آن در پی انعقاد قرارداد همکاری با آژانس ژاپنی جایکا توسط شهرداری تهران در سال ۱۳۷۵، بررسی‌های جامعی در خصوص آلودگی هوای تهران انجام و تدوین راه‌کارهای لازم برای بهبود وضع آلودگی هوا شروع شد. بر مبنای این پژوهش‌ها، به طور روزانه بالغ بر یک‌هزار و ۱۹۲ تن مواد آلاینده در هوای تهران منتشر می‌شد. بیش‌تر این آلاینده‌ها مربوط به اکسیدهای گوگرد با انتشار ۶۹۵ تن در هر روز بود که بعد از آن به ترتیب اکسیدهای نیتروژن، منواکسیدکربن و هیدروکربن‌های سوخته نشده، عمده آلاینده‌های هوای تهران محسوب می‌شدند. 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:

^۱ Visual Check

^۲ Equipment

^۳ International Motor Vehicle Inspection Committee

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 اجرا در آمد (۳). بر همین مبنا از سال ۱۳۷۹ مراکز مکانیزه معاینه فنی شروع به فعالیت نموده‌اند و در سال ۱۳۸۶ استاندارد ۹۱۸۱ (۴) و ۹۱۸۲ (۵) در راستای استانداردسازی معاینه فنی تدوین، تصویب و لازم‌الاجرا گردید. اما در مجموع با وجود طرح‌ریزی و ارایه برنامه فوق، شهر تهران در سال ۲۰۱۴ جزء ۱۰ شهر آلوده جهان قرار گرفت. لذا از آنجایی که 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 آلودگی 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 نتایج آزمون‌های به عمل آمده در هشت مرکز مجاز معاینه فنی خودرو در کلان‌شهر تهران در دوره زمانی پنج‌ساله ۹۳-۱۳۸۹ بوده، جمع‌آوری و طبقه‌بندی گردید و دلایل مردودی خودروها مورد بررسی قرار گرفت. 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 شد. در پایان نیز، با استفاده از جداول و نمودارهای تحلیلی (از جمله بررسی وضعیت کاتالیست ۲۰۰۰ خودروی ائزکتوری مراجعه نموده به مراکز معاینه فنی در تهران در سال ۹۲، انجام بررسی تحلیلی در خصوص میزان گازهای خروجی چند نمونه خودرو پیش و پس از انجام معاینه فنی و بررسی وضعیت معاینه فنی خودروهای در حال تردد در تهران در سال ۱۳۹۳) جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارزیابی‌ها و بررسی‌ها به انجام رسیده است.

در مراکز مکانیزه معاینه فنی، موارد ذیل در هر خودرو مورد آزمون قرار می‌گیرد. 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
- سنجش میزان گازهای خروجی از اگزوز (آلاینده‌های خودرو)
- کنترل عمل‌کرد ایمنی خودرو

- 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، چراغ دنده عقب، چراغ راهنما، چراغ‌های عقب، چراغ پلاک، وضعیت متعلقات اضافی (گارد) و روغن‌ریزی (۶).

- کنترل عمل کرد ایمنی خودرو: این آزمون شامل تست لغزش جانبی، تست کمک فنر، تست ترمز و بررسی اتصالات جلو بندی و فرمان خودرو است.

❖ **آزمون لغزش جانبی:** از این تست جهت تعیین میزان بسته و یا باز بودن دهانه چرخ های هر یک از محورهای خودرو استفاده می شود. در پردازش نهایی نتیجه این آزمون، وضعیت انحراف خودرو را پس از طی یک کیلومتر پیش روی در راستای مستقیم در مقیاس متر بیان می نماید. ظرفیت وزنی این تجهیزات برای خودروهایی با حداکثر وزن ۵/۲ تن طراحی شده است.

❖ **تست کمک فنر:** از این وسیله جهت آزمون درصد کارایی کمک فنرهای محور جلو و عقب خودرو استفاده می شود و می توان به کمک آن خودروهای سواری و وانت بار را تا حداکثر وزن ۱/۱ تن برای هر محور، مورد بازرسی و معاینه قرار داد.

❖ **تست ترمز:** این وسیله به منظور سنجش قدرت ترمزگیری چرخ های هر یک از محورها، قدرت عمل کرد ترمزدستی و نیز، سنجش میزان تاب کاسه چرخ های خودروهای سواری به کار گرفته می شود. از این تجهیزات می توان 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 می گردد، چگونگی عمل کرد ترمزها تحت بازدید فنی واقع می شود.

❖ **بررسی اتصالات جلو بندی و فرمان:** این دستگاه جهت بررسی وضعیت اتصالات جلو بندی خودروها به کار می رود 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 جلو بندی را تحت فشار و کشش قرار داده و آنان را از لحاظ لقی، ضعف در اتصالات و خوردگی مورد آزمون قرار می دهد (۶).

- سنجش میزان گازهای خروجی از اگزوز (آلاینده های خودرو):

اصلی ترین آلاینده های تولید شده توسط موتورهای اشتعال جرقه ای، اکسیدهای ازت (NO_x)، مونواکسید کربن (CO)، هیدروکربن های نسوخته (HC) و سایر ذرات معلق می باشند. علاوه بر این، تمامی سیستم هایی که سوخت مصرف می کنند، مقدار زیادی CO_2 تولید می کنند که این گاز به عنوان مهم ترین و مؤثرترین گاز گلخانه ای شناخته می شود. 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 می شود. در صورتی که مخلوط رقیق سوزانده شود، به علت وجود اکسیژن اضافی برای ترکیب شدن با N_2 ، به ویژه در دماهای بالا، NO تولید می شود. به طور کلی، آلودگی موتورهای اشتعال جرقه ای را می توان به سه دسته تقسیم کرد: آلودگی خروجی از اگزوز، آلودگی تبخیری و آلودگی محفظه میل لنگ. در آزمون سنجش آلاینده های خودرو، گازهای خروجی از اگزوز خودروهای بنزینی شامل هیدروکربن های نسوخته (HC)، منوکسید کربن (CO)، دی اکسید کربن (CO_2)، اکسیژن (O_2) و اکسیدهای ازت (NO_x) به وسیله دستگاه سنجش گازهای خروجی از اگزوز اندازه گیری می گردند که در این میان HC و CO به عنوان آلاینده هوا شناخته می شوند (۷).

در این آزمون براساس حدود مجاز تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست، وضعیت آلاینده های خودروها به تفکیک نوع سیستم سوخت رسانی انژکتور و کاربراتوری، مورد ارزیابی قرار می گیرد. قابل توجه آن که حدود مجاز تعیین شده جهت رد و قبولی خودرو در این آزمون به منزله کارکرد صحیح خودرو نبوده و باید تنظیمات سیستم های سوخت رسانی و برق موتور برای دستیابی به بیشترین راندمان

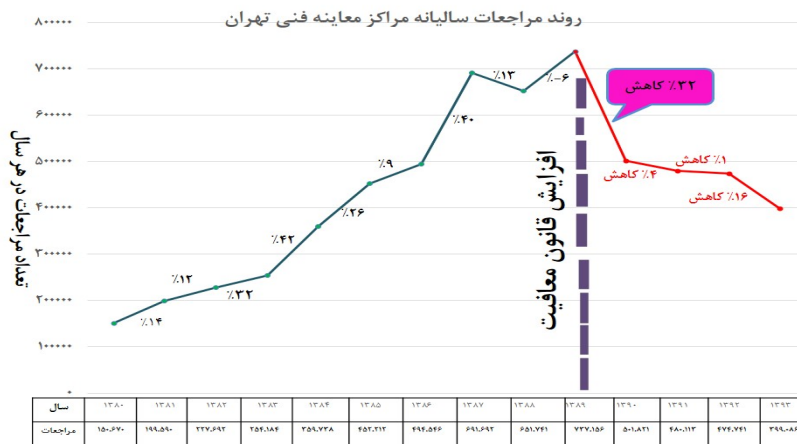
موتور و کم‌ترین میزان آلودگی، براساس ارقام پیشنهادی کارخانجات سازنده خودرو در دور کارکرد آرام خودرو انجام گیرد. بدیهی است در صورتی که اندازه‌گیری‌های به عمل آمده از حدود مجاز تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست بالاتر باشد، انجام تنظیمات یا تعمیرات بر روی موتور خودرو ضروری است. در ادامه جدول شماره (۱) حدود مجاز آلاینده‌های خودروهای سبک (کاربراتور و انژکتوری) و موتورسیکلت را نشان می‌دهد.

جدول (۱)- حدود مجاز آلاینده‌های خودروهای سبک (کاربراتور و انژکتوری) و موتورسیکلت (۴)
Table 1- Emission limits for vehicles (carburetor or injection) and motorcycles (4)

حدود مجاز آلاینده‌های خودرو				
نوع آلاینده	نوع	CO (درصد حجمی)	HC (ppm)	O ₂ (درصد حجمی)
سبک	کاربراتور	CO > ۴	HC > ۴۰۰	O ₂ > ۳
	انژکتوری	CO > ۲/۵	HC > ۲۵۰	O ₂ > ۳
موتورسیکلت	-	CO > ۶	HC > ۶۰۰	O ₂ > ۳

یافته‌ها

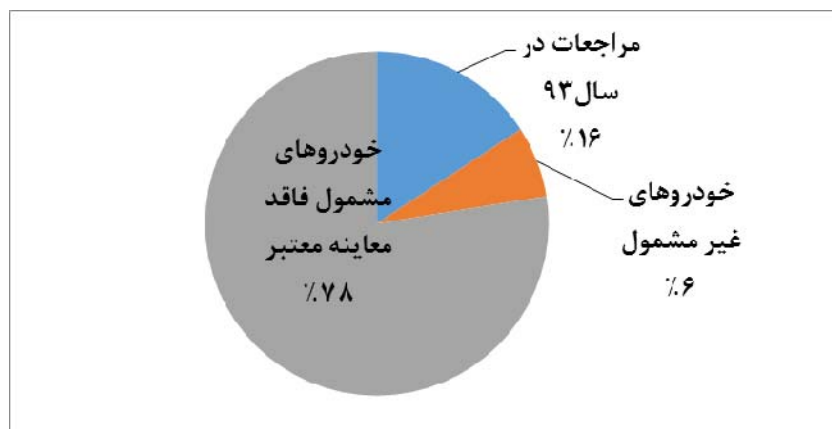
بررسی روند آمار مراجعات خودروها به مراکز مکانیزه معاینه فنی در تهران (هشت مرکز) در بازه زمانی سال‌های ۹۳-۱۳۸۰ (نمودار شماره ۱) بیان‌گر این مطلب است که با اعمال قانون افزایش معافیت معاینه فنی خودروهای غیرمشمول (نو) از ۲ به ۵ سال در سال ۱۳۸۹، میزان مراجعات تا سال ۱۳۹۳، حدود ۳۲ درصد کاهش یافته است. این 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 توجه به 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 خودروها از ۲ به ۵ سال، حجم آلاینده ناشی از خودروها به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت. با توجه به این که آلودگی هوا اثرات سویی 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 (۸).



نمودار (۱)- روند آمار مراجعات سالیانه به مراکز معاینه فنی تهران (۹۳-۱۳۸۰) (۸)

Figure 1 - Statistics annual visits to the examination centers of Tehran (2001-2015) (8)

در بررسی که توسط شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران در سال ۱۳۹۳ (۹) انجام شد، مطابق با نمودار شماره (۲) مشخص گردیده است که به طور میانگین از حدود ۳ میلیون خودرویی (بر اساس آمار ارایه شده توسط مراجع ذیصلاح) (۱۰) که 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.

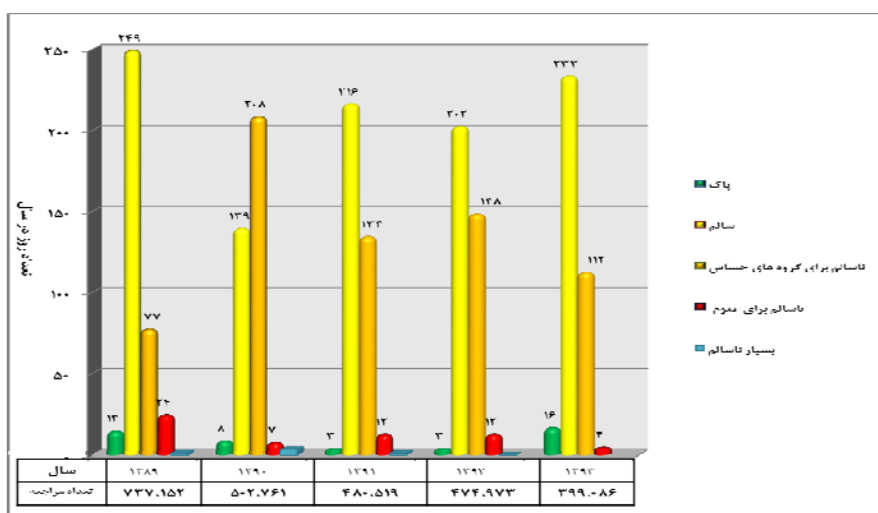


نمودار (۲)- وضعیت معاینه فنی خودروهای در حال تردد در تهران در سال ۱۳۹۳ (۹) (۱۰)

Figure 2-Technical inspection of vehicles at traffic situation in Tehran in 2015 (9) (10)

در ادامه در نمودار شماره (۳) ارتباط بین تعداد روزهای پاک، سالم، ناسالم و همچنین میزان مراجعه خودروها جهت انجام معاینه فنی در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسی مبین این مطلب است که در این بازه زمانی، بین کاهش میزان مراجعات معاینه فنی و کاهش تعداد روزهای پاک و سالم و به تبع آن افزایش تعداد روزهای ناسالم، همبستگی معنی‌داری وجود داشته 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 حایز اهمیت است که طی سال‌های اخیر (افزون بر نقش مؤثر آلاینده‌های

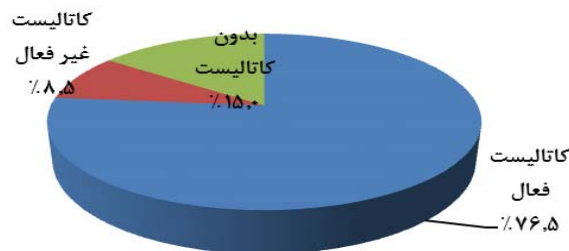
CO, NO_x, SO_x و HC در آلودگی هوای شهر تهران، آلاینده ذرات معلق به ویژه ذرات معلق با قطر کم تر از ۲/۵ میکرون به عنوان آلاینده شاخص کلان شهر تهران مطرح شده است. شایان ذکر است که مهم ترین منبع تولید این آلاینده در شهرهای بزرگ، فرآیندهای احتراقی به ویژه خودروهای دیزلی، خودروها و موتورسیکلت های کاربراتوری هستند که با انجام معاینه فنی استاندارد و تنظیم سیستم سوخت رسانی خودرو، میزان آلاینده های خودروها و به تبع آن میزان ذرات معلق هم کاهش پیدا می کند. البته، علی رغم این که خودروهای دیزلی با سوخت گازوییل نسبت به خودروهای بنزینی تعداد کمتری را در سیستم حمل و نقل شهری به خود اختصاص داده اند، اما این خودروها به دلیل پیمایش بیشتر، حجم موتور بالاتر و نیز فرسودگی بیشتر، از توان تولید آلاینده های و ذرات معلق بالاتری برخوردارند (۱۱) و (۱۲). ذکر این نکته نیز حایز اهمیت است که میزان تولید ذرات معلق در موتور گازوییلی خودروها در آزمون معاینه فنی به روش کدری حاصل از دوده مورد محاسبه و بررسی قرار می گیرد (۴). همچنین فرسودگی لاستیک خودروها و ایجاد سایش با سطح آسفالت جاده ها نیز در تولید ذرات معلق نقش دارد که با بررسی وضعیت لاستیک (بازدید عیوب ظاهری مؤثر) در آزمون معاینه فنی می توان از شدت میزان تولید این ذرات کاست. افزون بر نقش به سزای منابع متحرک در تولید ذرات معلق، باید سهمی برای منابع ثابت (صنایع، مسکونی، کارگاهی و ...) نیز در تولید ذرات معلق در نظر گرفت. در کنار نقش این دو عامل (منابع ثابت و متحرک)، خشک شدن تالابها و رودخانه ها در کشورهای همسایه و همچنین غرب و جنوب ایران در سال های اخیر در افزایش ذرات معلق تأثیر به سزایی داشته که بررسی و تعیین سهم هر کدام از این عوامل در میزان تولید این ذرات ضروری به نظر می رسد.



نمودار (۳) - تعداد روزهای پاک، سالم، ناسالم و بسیار ناسالم در تهران و میزان مراجعات برای معاینه فنی خودرو (۱۳۹۳-۱۳۸۹) (۱۱)
 Figure 3 - The number of clean, healthy, unhealthy and very unhealthy days and the visits of vehicle Technical inspection in Tehran (2010-2015) (11)

افزون بر این، وضعیت کاتالیست ۲۰۰۰ خودروهای انژکتوری مراجعه نموده به مراکز معاینه فنی در سطح شهر تهران در سال ۱۳۹۲ توسط شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران (۱۳) 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 بوده اند. این در حالی است که نتایج مطالعات واحد پایش شرکت کنترل کیفیت هوا بر روی میزان انتشار آلاینده ها در خودروهای دارای کاتالیست و بدون

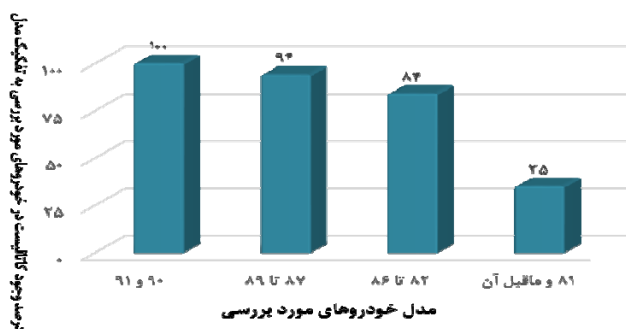
آن نشان می‌دهد که یک خودروی بدون کاتالیست حدود ۱۰ برابر یک خودروی مجهز به کاتالیست، آلاینده مونوکسیدکربن را در هوا منتشر می‌کند.



نمودار (۴)- وضعیت کاتالیست خودروهای انژکتوری مراجعین (۱۳)

Figure 4 - The condition of Client's injection vehicles catalyst (13)

در ادامه نمودار شماره (۵)، 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 مساله اهمیت انجام معاینه فنی در بازه‌های زمانی کوتاه جهت بررسی وضعیت صحت و سلامت کارکرد کاتالیست خودروها را روشن می‌سازد (۱۳).



نمودار (۵)- وجود کاتالیست در خودروهای مورد بررسی به تفکیک مدل (۱۳)

Figure 5-The existence of catalyst in vehicles base on type of vehicles (13)

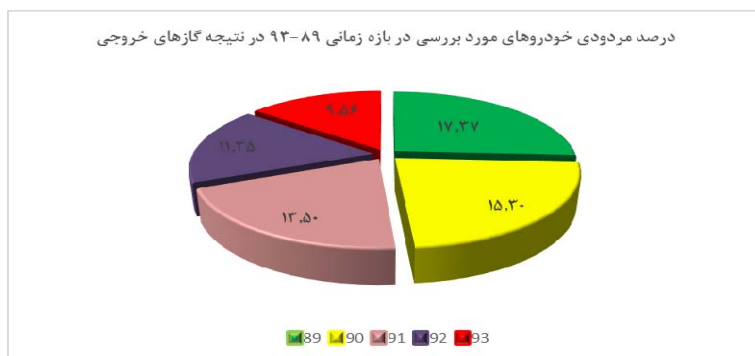
در ادامه بررسی داده‌های جدول (۲) نشان می‌دهد که با وضع قانون افزایش زمان معافیت خودروها از ۲ به ۵ سال، میزان مراجعه صاحبان خودروها جهت انجام آزمون فوق در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۹ کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است. از سویی دیگر، بخش قابل توجهی از آمار خودروهای مردود شده مربوط به گازهای خروجی (جدول شماره ۲ و نمودار 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 طبق آمار، از ۳ میلیون خودروی در حال تردد در شهر 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. همچنین بر طبق جدول شماره (۲)، درصد خودروهای مراجعه نموده جهت اخذ معاینه فنی در هر سال نسبت به خودروهای در حال تردد در همان سال در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۳ کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است. از سویی دیگر بررسی تعداد خودروهای در حال تردد در همین بازه زمانی بیان‌گر

میانگین رشد ۰/۲ در تعداد خودروها می‌باشد. این در حالی است که هر خودروی تولیدی شماره‌گذاری شده که امکان تردد در سطح شهر را می‌یابد، طبق قوانین تا ۵ سال از انجام معاینه فنی و بازدید دوره‌ای که تنها اهرم نظارتی در خصوص کنترل آلاینده‌گی و ایمنی خودروهای در حال تردد می‌باشد، معاف است (۹)(۱۰).

جدول (۲)- بررسی آمار مراجعات و وضعیت مردودی خودروها در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۹ در تهران (۹) (۱۰) #

Table 2 - Visits statistics & Status of failed vehicles in Tehran (2010-2015) (9) (10)

ردیف	سال بررسی	تعداد خودروهای در حال تردد	تعداد خودروهای مراجعه نموده	درصد خودروهای مراجعه نموده جهت اخذ معاینه فنی	تعداد مردود شده	درصد خودروهای مردود شده	درصد مردودی خودروها در نتیجه گازهای خروجی
۱	۱۳۸۹	۱,۳۷۳,۰۱۹	۷۳۷,۱۵۲	۵۳/۶۹	۳۴۵,۳۱۴	۴۶/۸۵	۱۷/۳۷
۲	۱۳۹۰	۱,۶۴۸,۳۰۹	۵۰۲,۷۶۱	۳۰/۵۰	۲۱۸,۹۸۲	۴۳/۵۷	۱۵/۳
۳	۱۳۹۱	۱,۹۰۶,۵۴۶	۴۸۰,۵۱۹	۲۵/۲۰	۲۱۸,۹۶۷	۴۵/۵۶	۱۳/۵
۴	۱۳۹۲	۲,۲۶۴,۸۴۲	۴۷۴,۹۷۳	۲۰/۹۷	۱۹۱,۸۹۳	۴۰/۴	۱۱/۳۵
۵	۱۳۹۳	۲,۸۹۱,۲۶۵	۳۹۹,۰۸۶	۱۳/۸۰	۱۴۹,۰۸۴	۳۷/۳۶	۹/۵۶



نمودار (۶)- درصد مردودی خودروهای مورد بررسی در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۹ در نتیجه گازهای آلاینده خروجی (۹)

Figure 6 - The failure of percentage, As a result of pollutant gas for vehicles (2010-2015) (9)

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

جدول (۳) - نمونه‌ای از نتایج سنجش گازهای خروجی خودروها قبل و پس از انجام معاینه فنی (۸) #

Table 3 - The results of emission testing: before and after of the vehicles inspection (8)

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

بحث

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.

در راستای این پژوهش و بررسی اثربخشی معاینه فنی خودرو، کریمی و همکاران نیز در پژوهشی (۱۳۹۳) (۱۴)، میزان اثر بخشی معاینه فنی بر آلاینده‌های خودروهای رد شده در آزمون معاینه فنی و نیز 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 آلاینده‌های 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، 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 تقلیل داد.

در مطالعه‌های دیگر که منصور بقایی و همکاران (۱۳۹۲) (۱۵) در خصوص تأثیر انجام معاینه فنی بر میزان آلاینده‌های 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 یک صد 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 یک صد 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.

صالحی و همکاران نیز در پژوهشی (۱۳۹۱) (۱۶)، 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 آگزوز خودروهای سواری اتفاق می‌افتد.

کشاورزی و همکاران در مطالعه خود (۱۳۸۳)(۱۷)، به بررسی اتلاف بنزین در 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.

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 آلاینده‌های 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. از طرفی، 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، ۸۶ درصد و ۷۰ درصد است و مابقی توسط منابع ساکن تولید می‌شوند (۱۸). از سوی دیگر، نگاهی دوباره به دستاورد مطالعات کربنی و همکاران (۱۴) گویای این واقعیت است که حتی در مهلت یک‌ساله معاینه فنی خودرو و در نیمه دوم آن، آلاینده‌های مونوکسیدکربن و هیدروکربن‌ها به میزان ۱۴/۵ و ۱۴/۱ درصد افزایش داشته است.

نتیجه‌گیری

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، 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 محیط زیستی در گسترش و توسعه شهر به مشکلات عدیده‌ای برخورد کرده که آلودگی هوا و ترافیک معمول‌ترین آن‌هاست و از این طریق توجه جمعی و مسوولین را به خود جلب نموده است. لذا هرگونه تصمیم‌گیری مدیریتی در جهت کاهش آلودگی هوای شهر تهران باید با بررسی اطلاعات منسجم و قابل اطمینان در زمینه وضعیت آلودگی هوای شهر انجام پذیرد.

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 به عنوان تنها اهرم نظارت بر وضعیت آلاینده‌گی و ایمنی خودروهای در حال تردد 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:

- ۱- کولز، ج. ندافی. ک، صولت. م. ح. صفری. ح و سرخوش. م، ۱۳۹۱، آلودگی هوا، تهران، نشر نوآوران علم، ۴۷۹ ص.
- ۲- طاهریان. م، ۱۳۹۲، نگرشی بر معاینه فنی مکانیزه خودرو، تهران، انتشارات شهبازی، ۱۶۴ ص.
- ۳- سازمان کنترل کیفیت هوا، ۱۳۷۵، طرح جامع کاهش آلودگی هوای تهران بزرگ با همکاری JICA ژاپن.
- ۴- استاندارد ملی ایران ۹۱۸۱، خودرو، معاینه فنی و آزمون‌های مربوط به بازرسی وضعیت سلامت وسایل نقلیه موتوری و تریلرها.
- ۵- استاندارد ملی ایران ۹۱۸۲، خودرو، معاینه فنی کنار جاده‌ای برای بازرسی وضعیت سلامت خودروهای تجاری.
- ۶- وزارت کشور، ۱۳۸۳، معاونت هماهنگی امور عمرانی دفتر حمل و نقل و دبیرخانه شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور، دستورالعمل ماده ۳ آیین‌نامه اجرایی نحوه انجام معاینه و صدور برگ معاینه فنی خودروها و ضمایم پیوست.
- 7- Heywood. J.B, 1988, International Combustion Engine Fundamentals. McGray-Hill Book Company, New York.
- ۸- شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران، ۱۳۹۳، گزارش ایمنی تردد و کاهش آلودگی هوا.
- ۹- شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران، ۱۳۹۳، گزارش کیفیت خدمات و خودرو.
- ۱۰- مرکز آمار پلیس راهور ناجا، ۱۳۹۴، گزیده آمار و اطلاعات حمل و نقل شهری تهران.
- ۱۱- سایت شرکت کنترل کیفیت هوا، داده‌های وضعیت کیفی هوا.
- ۱۲- گزارش سالانه کیفیت هوای تهران در سال ۱۳۹۳، ۱۳۹۴، شماره گزارش QM94/02/02(U)/1.
- ۱۳- شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران، ۱۳۹۲، گزارش کیفیت خدمات و خودرو.
- ۱۴- کریمی. ا، عابدینی. ی، رستگاری. م و عبدل زاده. ع، ۱۳۹۳، بررسی اثربخشی معاینه فنی خودروها بر آلودگی هوای شهر تهران، چهارمین همایش ملی آلودگی هوا.
- ۱۵- منصور بقایی. ب، حسنی. ف و امیر دیوانی. پ، ۱۳۹۲، بررسی اهمیت لزوم اجرای معاینه فنی خودروهای در حال تردد در سطح کشور از دیدگاه زیست محیطی و اقتصادی، دومین همایش ملی مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران، دانشگاه صنعتی شریف.
- ۱۶- صالحی تیتونی. ح، منصوری. ح و دهقانی. ح، ۱۳۹۱، بررسی تأثیر معاینه فنی بر بهبود عمل کرد خودروها و کاهش آلودگی هوا، دومین کنفرانس سالانه انرژی پاک.
- ۱۷- کشاورزی شیرازی. ه، هالک. ف و میرمحمدی. م، ۱۳۸۳، تعیین ائتلاف بنزین از جایگاه‌های سوخت‌رسانی در شهر تهران و روش‌های کنترل و بازیافت آن، مجله محیط شناسی، شماره ۳۶، صفحه ۴۰-۳۳.
- ۱۸- شهبازی. ح، بابایی. م، افشین. ح و حسینی. و، ۱۳۹۴، سیاهه انتشار آلاینده‌گی شهر تهران برای سال مبنای ۱۳۹۲، جلد دوم: منابع متحرک، گزارش تهیه شده در شرکت کنترل کیفیت هوا شهرداری تهران، شماره گزارش QM/94/04/03/(U)/02.