**EURO FuelSaver S.r.l.** **SUPER TECH®**

energy + economy + ecology

# *REFER BOOK*

Urban Transport of Teheran

www.supertech.it

Sede Operativa: Via Siracusa, 34 – 90141 Palermo - tel +39 091 308999
Direzione Commerciale: Viale Virgilio, 58/C-1° p. – 41100 Modena-Italia tel.: +39 059 897215 fax +39 059 897216
Sito Internet: www.supertech.it - e.mail: eurofuel@neomedia.it D.G. paolosalemi@libero.it
P.IVA 05558901004 - Capitale sociale interamente versato € 102.328

# **IRAN**:
# Urban Transport of Teheran

| Date | Institute/Company | Test | | Results | | Attached Documentation |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Labor. | Road | Gas emis reduction | Consump Reduc | |
| 11/2005 | IRAN<br>Urban Transport of Teheran | x | | 14% | | Test Report |

شرکت کنترل کیفیت هوا (سهامی خاص)
(وابسته به شهرداری تهران)
Air Quality Control Company (AQCC)
Subsidiary of Tehran's Municipality

# اندازه گیری آلاینده های خروجی از دو دستگاه اتوبوس شهری OM-457

## ( تست دستگاه FUEL SAVER )

کارفرما:

شرکت البرز تدبیر کاران

فروردین ۱۳۸۴

# فهرســـــت


۱- مقدمه ..... ۲

۲- معرفی دستگاه FUEL SAVER ..... ۳

۳- مشخصات فنی اتوبوس دیزلی OM-457 ..... ۴

۴- روش های اندازه‌گیری آلاینده های خروجی از اتوبوسهای دیزلی ..... ۵

۴-۱- روش های اندازه‌گیری دوده (Smoke Measurements) ..... ۵

۴-۱-۱- ارایه روش مناسب اندازه‌گیری ..... ۵

۴-۱-۲- دستگاه های سنجش دوده خروجی از اتوبوسهای دیزلی ..... ۸

۴-۲- روش اندازه‌گیری آلاینده های ۵ گاز ..... ۹

۴-۲-۱- ارایه روش مناسب اندازه‌گیری ..... ۱۰

۴-۲-۲- دستگاه سنجش آلاینده های ۵ گاز ..... ۱۱

۵- بررسی و تحلیل نتایج ..... ۱۲

۶- نتایج مربوط به آلاینده های خروجی از اتوبوسهای تست شده ..... ۲۱

۷- ضمائم ..... ۲۵

# اندازه گیری آلاینده های خروجی از دو دستگاه اتوبوس شهری OM-457 قبل و بعد از نصب دستگاه FUEL SAVER

## ۱- مقدمه

آلودگی هوای تهران یکی از مشکلات عمده شهروندان تهرانی است که ناشی از عوامل عمده‌ای نظیر توسعه بی‌رویه شهر و جمعیت آن و رشد تعداد خودروها و نیازهای حمل و نقل می‌باشد. آلودگی هوای شهر تهران آثار بسیار زیان‌آور بر سلامت جسمی و روحی جمع کثیری از مردم کشور و نیز آثار سوء بر پاکیزگی شهر دارد همانند سایر شهرهای بزرگ و پرجمعیت جهان، حمل و نقل نقش بسیار مهم و تعیین کننده در آلودگی هوای تهران داشته و لذا تمرکز برنامه‌های کاهش کنترل آلودگی هوا بر این بخش قرار دارد. علاوه بر آلودگی هوا در شهرهای بزرگ در مقیاس کلان و در سطح جهانی، افزایش آلودگی هوا در کل جو زمین، از نظر افزایش و انباشتگی گازهای گلخانه‌ای نیز حائز اهمیت بوده و در این مورد سهم شهرهای بزرگ و بخش حمل و نقل قابل توجه می‌باشد. با توجه به افزایش جمعیت تهران از سال ۱۳۲۰ از ۷۰۰،۰۰۰ نفر به ۷،۰۰۰،۰۰۰ نفر در سال ۸۰ و افزایش تولید خودروها، حمل و نقل شهری، ترافیک و در راستای آن افزایش آلودگی هوا، امری بدیهی می‌باشد.

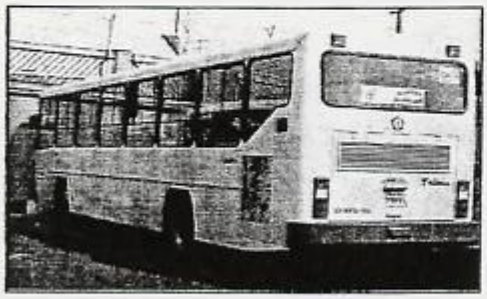
بررسیهای انجام شده نشان داده‌اند که سهم منابع متحرک بیش از منابع ساکن بوده و این رقم به ۸۰٪ می‌رسد. حجم زیاد مسافرتهای شهری،وجود نقص فنی در خودروها، نشت سوخت از آنها، عدم تعمیر و نگهداری صحیح ، فرسودگی خودروها، عدم رعایت مقررات راهنمایی و رانندگی و از همه مهمتر، استفاده از سوخت با کیفیت پایین ازعوامل مؤثر در افزایش آلودگی هوای شهری و بالا بردن سهم خودروها در این آلودگی می‌باشد.

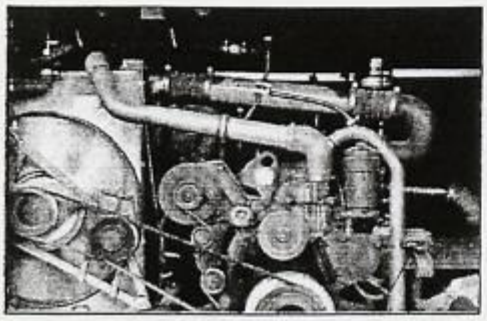
شهر تهران و سایر شهرهای بزرگ ایران نیز از قاعده بالا مستثنی نیستند. به دنبال افزایش روزافزون آلودگی هوای تهران و سایر شهرهای بزرگ کشور، ناشی از علل و عوامل ذکر شده و لزوم اعمال مدیریت کارآمد و اصولی، زمینه شکل‌گیری و توسعه مطالعات فراگیر با هدف شناسایی کامل وضع موجود و ارایه راه‌کارهای مناسب در دوره‌های زمانی مشخص فراهم شد

در این پروژه سعی شده است تاثیرات دستگاهی به نام FUEL SAVER ، بر کاهش آلایندگی خروجی از اتوبوسهای دیزلی مورد ارزیابی قرار گیرد.

## ۳- مشخصات فنی اتوبوس دیزلی OM-457

| مشخصات کلی | |
|---|---|
| محل استقرار فرمان | سمت چپ |
| محل استقرار موتور | عقب |
| ظرفیت مسافر | ۴۵ نفر نشسته |
| | ۸۵ ایستاده |
| **ابعاد** | |
| طول کلی | ۱۱۹۷۵ میلی متر |
| عرض کلی | ۲۵۰۰ میلی متر |
| ارتفاع | ۲۹۴۰ میلی متر |
| فاصله بین دو محور | ۶۰۵۵ میلی متر |
| فاصله محور جلو از جلو اتوبوس | ۲۴۳۴ میلی متر |
| فاصله محور عقب از عقب اتوبوس | ۳۴۸۵ میلی متر |
| فاصله مرکز دو چرخ جلو | ۱۹۵۰ میلی متر |
| فاصله مرکز دو چرخ عقب | ۱۷۹۵ میلی متر |
| **موتور** | |
| شرکت سازنده | BENZ |
| مدل موتور | OM 457 LA |
| نوع موتور | چهار زمانه آب خنک |
| تعداد سیلندر | شش سیلندر خطی |
| قطر داخلی و کورس جابجایی | ۱۲۸ - ۱۵۵ |
| حجم سیلندر | ۱۲ |
| حداکثر قدرت | RPM - HP ۲۰۰۰/۲۹۹ |
| حداکثر گشتاور | NM - RPM ۱۲۵۰/۱۱۰۰ |
| نسبت تراکم | ۱ : ۱۷،۲۵ |
| حداکثر سرعت | |
| حداقل شعاع دایره گردش | ۲۰/۶ متر |





## ٤- روش های اندازه‌گیری آلاینده های خروجی از اتوبوسهای دیزلی

### ٤-١- روش های اندازه‌گیری دوده (Smoke Measurements)

جهت سنجش دوده خروجی از موتور دیزل دو روش استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از روش سنجش از طریق فیلتر (Filter-Type Smoke meter) و روش جذب نور (کدری سنجی یاOpacimeter) .

در روش اول حجم مشخصی از گازهای خروجی از روی سطح یک فیلتر کاغذی با درجه عبور (عدد مش) معین عبور داده می‌شود. میزان کدری و تغییر رنگی که در اثر نشستن ذرات روی سطح فیلتر حاصل می‌شود توسط یک نشانگر (Detector) بر حسب اعداد بین ۰ تا ۱۰ مشخص می‌گردد. بطوری که عدد ۰ و ۱۰ به ترتیب مربوط به کاغذهای سفید و سیاه می‌باشند. روش بوش در دو حالت کارکرد در جا (Idle) و در حالت حرکت تحت بار (On-Road) می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

در روش دوم یا کدری سنجی ، سنجش میزان دوده بر اساس کاهش شدت یک دسته نور که از میان گازهای خروجی اگزوز در یک طول معین از نمونه عبور داده می‌شوند ، مشخص می‌گردد. میزان دوده به روش کدری سنجی بصورت درصد و یک عدد مطلق بر حسب واحد $m^{-1}$ نمایش داده می‌شود. رابطه دو کمیت یاد شده به صورت زیر است:

$$K = \frac{1}{L} \ln \frac{1}{1-N}$$

K: ضریب مطلق بر حسب $m^{-1}$

L: طول نمونه بر حسب m

N: میزان کدری

#### ٤-١-١- ارایه روش مناسب اندازه‌گیری

به لحاظ اینکه بتوان با شرایط و امکانات موجود بهترین نتایج را بدست آورد، بایستی از بین تمامی روش‌های آزمایش ، روش مناسبی را انتخاب نمود . اصولاً روش تستی که انتخاب می‌شود بایستی دارای خصوصیات زیر باشد:

الف) اطمینان از تکرار دوباره روش تست

ب) وجود ارتباط منطقی و درست بین نتایج تست‌های اندازه‌گیری شده و آنچه که در جامعه خودروهای فعال می‌گذرد.

ج) تا حد امکان قابل اطمینان و ساده باشد.

در روش کدری سنجی ، اندازه‌گیری دوده به صورت های زیر انجام می گیرد.

- Free Acceleration Test
- Steady Speed Test
- Lug – Down Test

با استناد به مدارک علمی موجود در ارتباط با انتخاب روش تست مناسب از تجربه سایر کشورها، مشخص می‌شود که در بین تمامی روش‌های اندازه‌گیری ، روش Free Acceleration از لحاظ بسیاری شرایط بر دیگر روش‌ها برتری دارد و یکی از کارآمدترین روش‌های اندازه‌گیری در بین آنها است ، بطوری که حتی در اکثر کشورهای دنیا از این متد در سیستم معاینه فنی استفاده می‌شود. روش نمونه‌گیری گازهای خروجی نیز میتواند بصورت های زیر باشد:

- Full flow
- Partial flow
- Free Flow

در روش تست پیشنهادی پروژه از روش Partial Flow استفاده شده است که در آن میزان کدری نمونه‌ای از گازهای خروجی اندازه‌گیری می‌شود . در این روش با تنظیم مقادیر دورهای آرام و حداکثر موتور، دو نقطه ابتدا و انتهای تست مشخص می‌گردد و با مشخص شدن این دو نقطه مقادیر دوده خروجی در دو کرانه بالا و پایین سرعت موتور اندازه‌گیری میشود.

روش کار بدین صورت است که در طی چند مرحله، سرعت موتور با شتاب ثابت از کمترین مقدار (حالت Idle ) تا بیشترین مقدار (Cut Off) توسط پدال گاز افزایش داده می‌شود و با رسیدن سرعت موتور به دور حداکثر ، شانه گاز رها شده تا موتور در دور آرام پایدار گردد. میزان کدری گازهای خروجی اگزوز در هر بار اندازه‌گیری ثبت شده و نتایج بصورت میانگین دو کمیت برحسب درصد کدری (Opacity%) و (K-Value) بیان می‌گردد.

شایان ذکر است در پروتکل تست توسط دستگاه کدری سنجی ، حداقل تعداد برداشت اطلاعات بایستی ۴ بار باشد و هرچه اختلاف بین اعداد اندازه‌گیری شده ناشی از تغییرات شتاب مثبت افزایش دور موتور بیشتر باشد، تکرار مراحل اندازه‌گیری افزایش می یابد.

یکی از فواید عمده استفاده از این روش این است که ، مشکلات ایجاد خطا در میزان دوده که مربوط به نمونه برداری است از جمله Sampling Time،Sampling Delay وجود ندارد.

از طرفی در هر دو روش (Lug-Down Test ، Steady Speed Test) احتیاج به غلطک و شاسی دینامومتر (Free Roller) می‌باشد که جهت تست اتفاقی (Road – Side) به هیچ وجه مناسب نبوده و نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه نسبتاً زیادی نیز در مقایسه با روش شتاب آزاد (Free Acceleration) می باشد.

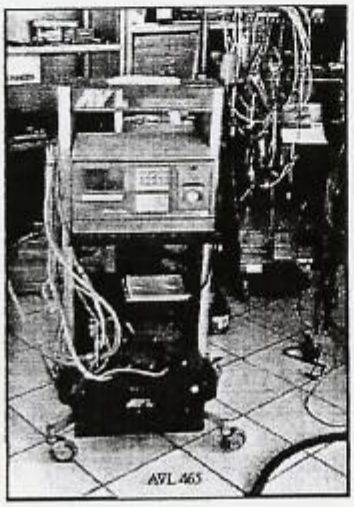
در بعضی از خودروهای مستعمل ، این شرط به واسطه شکل و ساختمان لوله اگزوز امکانپذیر نیست. به همین دلیل در تست‌های معاینه فنی چنین خودروهایی ، کمی انحراف از مشخصات فوق مجاز می‌باشد . در نمونه‌گیری از مقطع عرضی جریان گازهای خروجی اگزوز انجام می‌گیرد. در این روش دستگاه اندازه‌گیری باید در محلی قرار گیرد که دسته نور (جهت سنجش کدری) بتواند در فاصله مشخصی از انتهای لوله اگزوز از بین گازها عبور کند . نتایج حاصل از این روش تحت تاثیر طول موثری است که نور مرجع از آن عبور می کند یعنی در حقیقت نتیجه اندازه‌گیری بستگی کامل به قطر لوله اگزوز دارد . مشخص ساختن طول موثر اندازه‌گیری (قطر لوله اگزوز) به جهت امکان رقیق شدن گازهای اگزوز توسط هوا بسیار مشکل است. علاوه بر این اگر قسمت مستقیم لوله اگزوز به اندازه کافی بلند نباشد نمونه‌گیری تحت این شرایط ممکن است مناسب نبوده و نتیجه حاصل معرف حقیقی میزان دوده نباشد.

در خصوص اتوبوسهای شرکت واحد - در ایران - به لحاظ طیف متفاوت کاربردی و ساختاری ارایه قضاوتی جامع‌نگر در مورد کل ناوگان امکان پذیر نیست و همینطور به علت این که اکثر این اتوبوسها در دسته خودروهای (off-road) قرار می‌گیرند استاندارد مشخص و مدونی جهت سنجش آلاینده ها وجود ندارد. با توجه به مطالعات صورت گرفته و تاثر پذیری مستقیم مردم از آلاینده های خروجی از اتوبوسهای شرکت واحد ، بعنوان یک معیار کلی می‌توان گفت که انتشار بالاتر از ۴۰٪ دوده خروجی از اگزوز وضعیت مطلوبی از عملکرد عوامل فوق الذکر را نشان نمی دهد.

## ۴-۱-۲- دستگاه های سنجش دوده خروجی از اتوبوسهای دیزلی

به منظور اندازه گیری دوده خروجی از اگزوز این خودروها از دستگاه AVL 465 DYGAS استفاده شده است.مشخصات دستگاه به شرح ذیل می باشد:

| | Measurement range | Resolution |
|---|---|---|
| **Opacity** | 0…100% | 0.1% |
| **Absorption (k value )** | 0…99.99 1/m | 0.01 1/m |
| **Acceleration time** | 0…5 s | 0.05 s |
| **Speed** | 250…7200 1/min | 1 1/min |
| **Oil temperature** | 0…120 °C | 1 °C |
| **CO** | 0…10% Vol. | 0.01 %Vol. |
| **$CO_2$** | 0…20% Vol. | 0.1 %Vol. |
| **HC** | 0…20 000 ppm vol. | 1 ppm |
| **$O_2$** | 0…25% Vol. | 0.01 %Vol. |
| **Ignition angle TDC sensor** | -60…100° ca | 0.1° ca |
| **strobe** | 0…60° ca | 0.1° ca |
| **Dwell angle** | 0…100% | 1% |



## ٤-٢- روش اندازه‌گیری آلاینده های ۵ گاز

جهت اندازه‌گیری آلاینده‌های منتشره از این خودروها میتوان به دو شیوهٔ اساسی عمل نمود:

- اندازه‌گیری آلاینده‌ها در حالت درجا ( IDLE )
- اندازه‌گیری آلاینده‌های در شرایط حرکتی

برای اندازه‌گیری آلاینده‌ها در حالت درجا، پس از اینکه خودرو به حالت تعادل رسید (گرم شد)، نمونه‌گیر دستگاه داخل اگزوز قرار گرفته و مقادیر آلاینده‌های خروجی بر روی صفحهٔ نمایشگر آنالایزر نمایش داده می‌شود. در این روش آلودگی خودرو فقط در حالت ساکن بررسی می‌شود.

جهت اندازه‌گیری‌ها با شرایط حرکتی نیز می‌توان به دو طریق عمل نمود. در یک شیوه که شیوه استاندارد و بین‌المللی بوده و در شرایط مشخص انجام می‌شود ، شرایط حرکت واقعی برای خودرو در محیط آزمایشگاه با رطوبت و دمای معین (تعیین شده در استاندارد) توسط یک دینامومتر شبیه‌سازی می‌شود. آلاینده‌های خروجی توسط یک نمونه‌گیر از اگزوز جمع‌آوری شده و پس از انجام فرآیند رقیق‌سازی توسط تجهیزات بسیار دقیق آنالیز می‌شوند. در این نوع تست که تست *شاسی دینامومتر* نامیده می‌شود جهت شبیه‌سازی حرکت خودرو در شرایط واقعی، ازسیکلهای ترافیکی استاندارد استفاده می‌شود تا نتایج بدست آمده قابل مقایسه باشند.

سه سیکل ترافیکی اصلی و استاندارد در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از سیکل ترافیکی اروپا، آمریکا و ژاپن. در کشور ما به دلیل شباهت با سیکل ترافیکی اروپا، از این چرخه در تستهای شاسی دینامومتر استفاده می‌شود. با توجه به مطالب فوق انجام این تست نیازمند ایجاد شرایط و محیط خاص و وجود دستگاه‌ها و تجهیزات بسیار دقیق است. لذا انجام اینگونه تستها بسیار گرانقیمت خواهد بود.

شیوهٔ دیگر جهت انجام تستهای حرکتی، نصب تجهیزات بر روی خودرو و حرکت در خیابانها و مسیرهای شهری است. به دلیل یکسان نبودن شرایط تست جهت همهٔ آزمایشها، نتایج به دست آمده قابل مقایسه نخواهد بود. البته انجام این تست نیز هزینه بر بوده و نیازمند تجهیزات خاص است اما به اندازه تستهای شاسی دینامومتر گرانقیمت نمی باشد.

در پایان باید اشاره کرد که در دنیا از هر دو شیوه یعنی تست درجا و تست شاسی دینامومتر با توجه به شرایط مورد نیاز استفاده می‌شود.

### ٤-٢-١- ارایه روش مناسب اندازه‌گیری

جهت ارائه روش مناسب اندازه‌گیری باید عوامل مهم زیر را در نظر گرفت:

۱) نتایج و دقت آنها (قابل استناد بودن نتایج)
۲) هزینه تست
۳) قابلیت تکرار تست (با توجه به هزینهٔ تستها)
۴) ساده و کوتاه بودن زمان تست با توجه به تعداد نمونهٔ ارائه شده

با توجه به موارد فوق، اندازه‌گیری آلاینده‌ها در حالت درجا جهت انجام تستهای آلودگی انتخاب شد.

همانطور که اشاره شد در این روش ابتدا پرب (نمونه‌گیر) دستگاه داخل اگزوز خودرو قرار داده می‌شود و پس از گذشت چند ثانیه میزان آلودگی خروجی اگزوز بر روی صفحهٔ نمایش دستگاه نشان داده می‌شود.همچنین درو موتور خودرو نیز با استفاده از دورسنج که متصل به باطری یا فندکی خودروست اندازه گیری میشود. جهت ثبت اطلاعات می‌توان آنها را ذخیره نمود و یا چاپ کرد. لازم به ذکر است برای ثبت اطلاعات باید تا ثابت شدن اعداد بر روی نمایشگر منتظر ماند. به عبارت دیگر جهت دستیابی به نتایج درست باید اعداد نشان داده شده روی صفحهٔ نمایش بدون نوسان و ثابت شوند.

### ۴-۲-۲- دستگاه سنجش آلاینده های ۵ گاز

برای اندازه گیری آلاینده های ۵ گاز از دستگاه MRU 1600-L استفاده گردیده است. در این دستگاه آلاینده های CO وHC به روش NDIR و آلاینده $NO_X$ به روش الکتروشیمیایی اندازه گیری می شوند.در این دستگاه پارامتر لامبدا به صورت محاسباتی اندازه گیری می شود. مشخصات دستگاه به شرح ذیل می باشد:

| | Measurement range | Resolution |
|---|---|---|
| **$O_2$** | 0…25% Vol. | 0.01 %Vol. |
| **CO** | 0…15% Vol. | 0.01 %Vol. |
| **$CO_2$** | 0…20% Vol. | 0.1 %Vol. |
| **HC** | 0…20 000 ppm | 1 ppm. |
| **NO** | 0…2000 ppm | 1 ppm. |
| **Excess Air** | calculated according to Brett Schneider | |
| **Temperature** | -40…+650 °C | .1 °C |
| **Speed** | 400…10000 1/min | 1 1/min |

MRU 1600-L

## ۵- بررسی و تحلیل نتایج

- در خصوص آلاینده دوده در اتوبوس شماره ۱ (۲۹۱۳۹) بعد از نصب دستگاه کاهش ۵۰ درصدی مشاهده می شود و لیکن در اتوبوس شماره ۲ (۹۶۲۶۴) بعد از نصب با افزایش ۱۱/۵۴ درصدی مواجه می شویم.

- در خصوص آلاینده منوکسید کربن در اتوبوس شماره ۱ بعد از نصب تغییری مشاهده نمی شود و در اتوبوس شماره ۲ با کاهش ۸۸/۸۹ درصدی مواجه می شویم.

- در تولید آلاینده HC ، در اتوبوس شماره ۲ تغییری مشاهده نمی شود و لیکن در اتوبوس شماره ۱ این رقم ۱۰۰ درصد افزایش می یابد.

- در تولید آلاینده $NO_X$ ، در اتوبوس شماره ۱ با کاهش ۶۳/۲۴ درصد مواجه می شویم که این امر در اتوبوس شماره ۲ با کاهش ۷۶/۱۹ درصدی همراه می شود.

- در تولید گاز گاخانه ای $CO_2$ ، در اتوبوس شماره ۲، ۲۵ درصد کاهش مشاهده می شود ولی در اتوبوس شماره ۱ تغییری احساس نمی شود.

- تغییرات لامبدا در اتوبوس شماره ۱ مشاهده نمی گردد و لیکن این تغییرات در اتوبوس شماره ۲ بیانگر غنی شدن مخلوط می باشد.

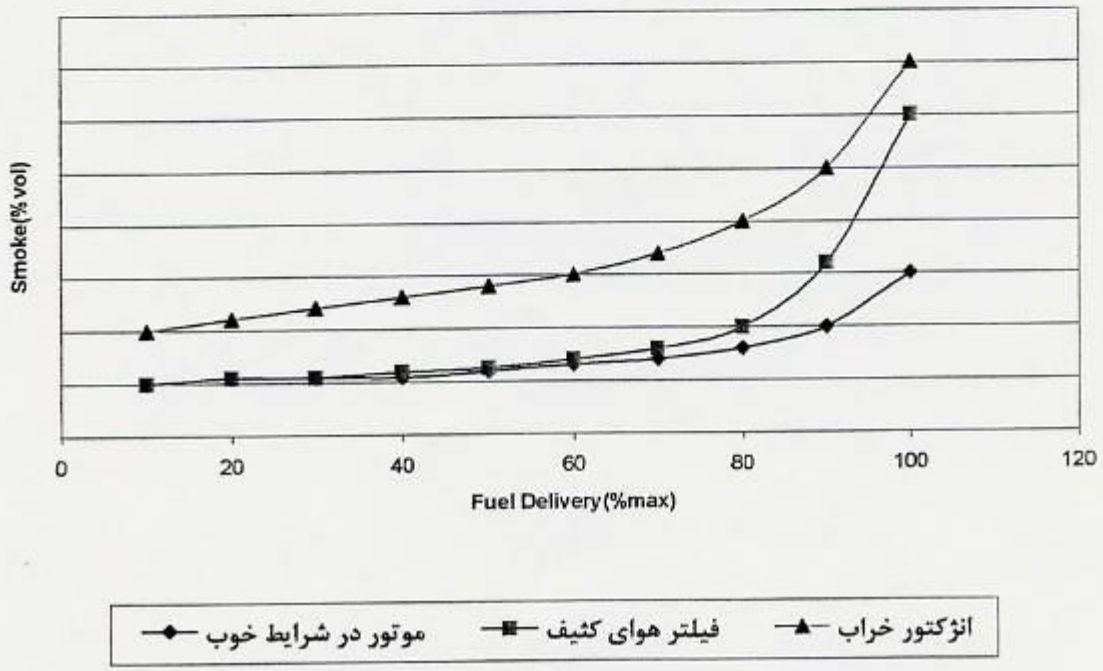
البته میزان دوده خروجی از اگزوز خودروهای مستعمل می‌تواند خیلی بیشتر از یک خودروی نو با همان مدل باشد و این ناشی از سایش و تخریب قطعات متحرک موتور و ضعیف بودن برنامه تعمیر و نگهداری خودرو است . مهمترین فاکتورهای موثر در افزایش میزان انتشار دوده ، کاهش میزان هوای شارژ شده در داخل سیلندر و وجود نقص در تزریق سوخت (از نظر میزان ، نحوه اتمیزه کردن ، قطر و شکل ذرات اسپری شده و ...) می باشد. که فاکتور اول تحت تاثیر بسته بودن منافذ فیلتر هوا، تغییر در تایمنیگ و فاصله جابجایی سوپاپ ناشی از سایش و تخریب مکانیزم عملکرد سوپاپ‌ها و ساییده شدن پوشش سیلندر، پیستون و رینگ‌های آن و افزایش میزان بخارات روغن (Blow-by) ناشی از سیلندر و یا سوپاپ در محفظه کارتر می‌باشد.

از عوامل موثر در شدت فاکتور دوم میتوان موقعیت پیچ تنظیم حداکثر میزان سوخت در پمپ انژکتور ، ریتارد شدت زمان پاشش سوخت (در نتیجه تخریب مکانیزم عملکرد پمپ تزریق از جمله خرابی وسایل قسمت آوانس تزریق و یا پمپ انژکتور) ، کاهش در فشار تزریق (در نتیجه تنظیم نادرست و سایش سوزن انژکتور، فنر نگهدارنده سوزن انژکتور و پمپ انژکتور) و ایجاد نقص در نحوه اتمیزه کردن و نرخ تزریق سوخت (ناشی از سایش سوزن و پمپ انژکتور) و به اصطلاح چکه سوخت (عبور سوخت از بین نشیمن گاه و نوک سوزن تزریق در زمانیکه نازل سوخت در محل نشیمن گاه نشسته است) را نام برد.

تاثیر عوامل یاد شده در شدت انتشار دوده معمولاً متفاوت است . بطور مثال عوامل گروه اول شدت انتشار دوده را تحت شرایط حداکثر بار اعمالی (Full Load) یعنی در بیشترین سوخت تحویلی به موتور افزایش می‌دهند. ولی عوامل گروه دوم تاثیر خود را نه تنها در شرایط حداکثر بار بلکه در شرایط بارهای کمتر نیز به خوبی نشان می‌دهند.

در شکل شماره (۱) تاثیر عوامل مذکور تشریح شده است.

**شکل شماره (1). شدت انتشار دوده بر حسب سوخت تحویلی به موتور در شرایط مختلف**



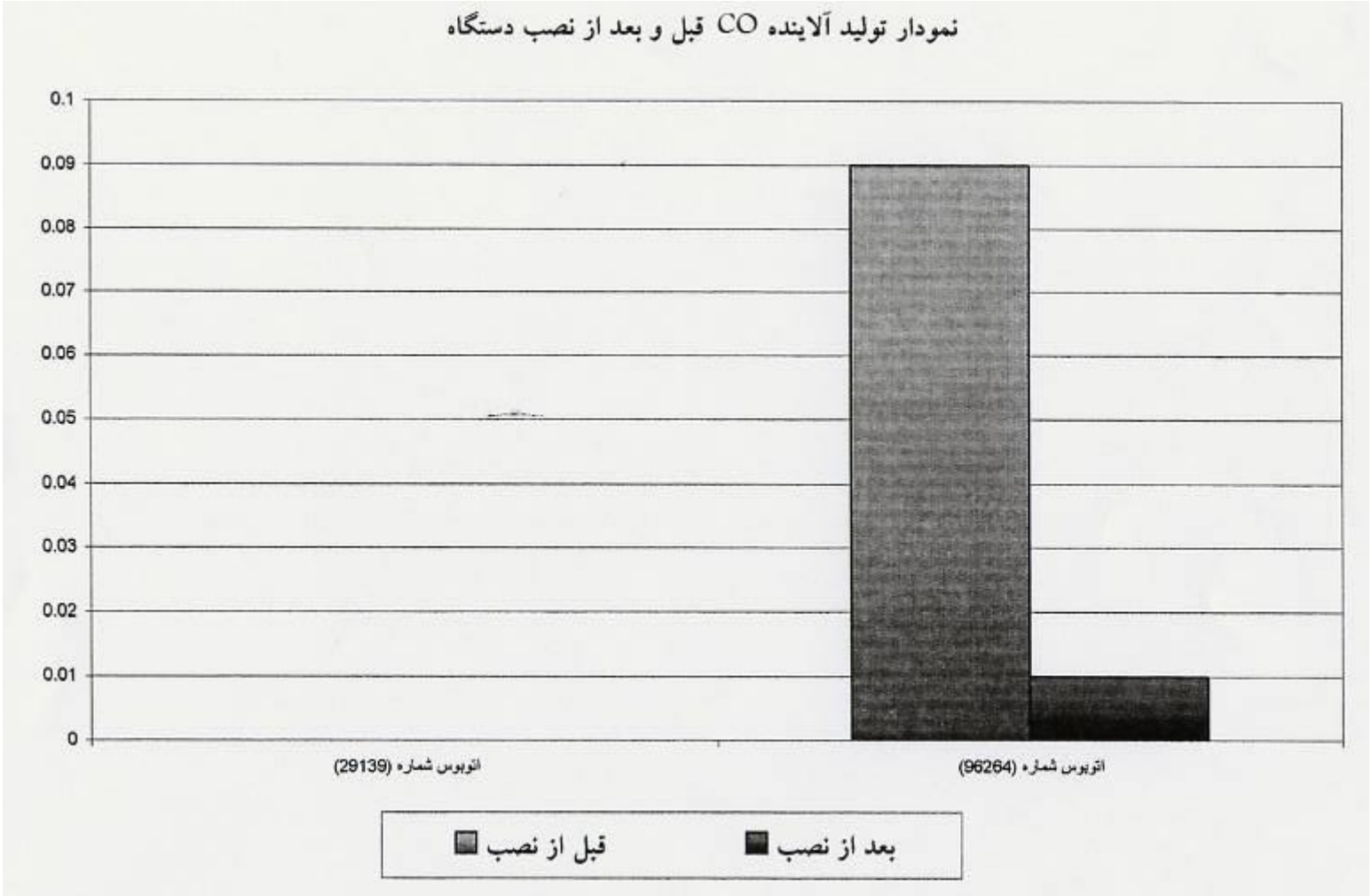
همانطوری که قبلاً عنوان گردید باید در نظر داشت که در هر شرایطی افزایش شدت انتشار دوده معادل با کاهش قدرت خروجی موتور و افزایش مصرف سوخت می باشد.

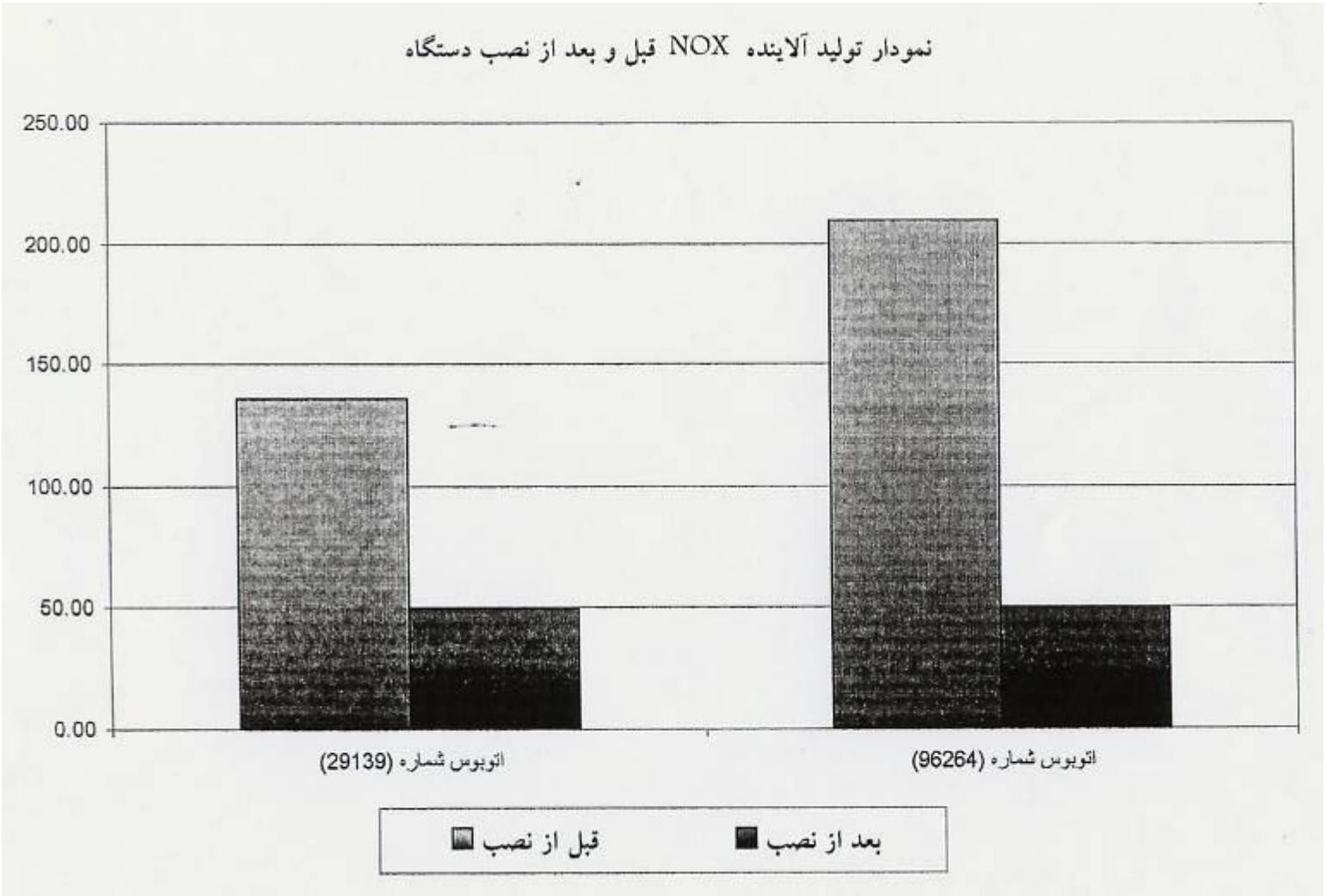
جدول زیر بیانگر تأثیر میزان خرابی موتور ۶ سیلندر با حجم ۶/۱۸ لیتر و سیستم پاشش سوخت بروش مستقیم (DI) در انتشار گازهای آلاینده و مصرف سوخت مطابق سیکل استاندارد مورد ۱۳ می‌باشد.

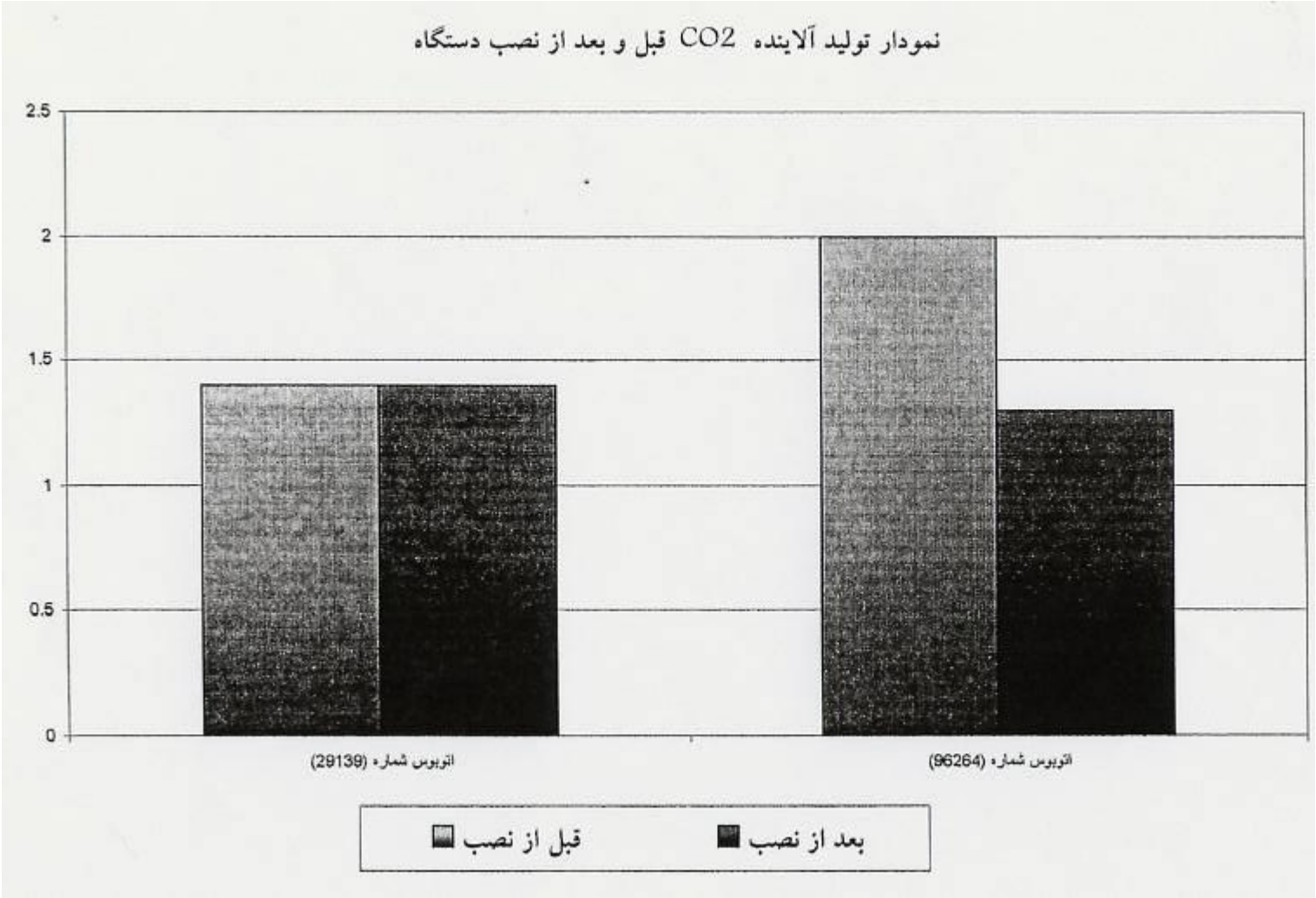
**جدول (۱): تأثیر خرابی موتور در انتشار گازهای آلاینده و مصرف سوخت**

| وضعیت موتور | منواکسیدکربن (CO) | هیدروکربن‌های نسوخته (HC) | اکسیدهای نیتروژن ($NO_x$) | ذرات معلق (PM) | دوده (Smoke) | مصرف سوخت (Fuel cons) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| در شرایط مکانیکی خوب | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| با فیلتر هوای کثیف | ۱۰۹ | ۱۰۴ | ۹۴ | ۱۲۱ | ۱۲۷ | ۱۰۶ |
| خرابی سوزن انژکتور (چکه سوخت) | ۱۳۷ | ۱۱۱ | ۹۲ | ۱۴۷ | ۱۸۷ | ۱۱۹ |

همانطور که از جدول بالا پیداست خرابی سوزن انژکتور یکی از عوامل اصلی در افزایش دوده ودیگر آلاینده‌ها می‌باشد.


نمودار تولید آلاینده CO قبل و بعد از نصب دستگاه
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
اتوبوس شماره (29139)
اتوبوس شماره (96264)
قبل از نصب
بعد از نصب


نمودار تولید آلاینده NOX قبل و بعد از نصب دستگاه
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
اتوبوس شماره (29139)
اتوبوس شماره (96264)
قبل از نصب
بعد از نصب


نمودار تولید آلاینده CO2 قبل و بعد از نصب دستگاه
2.5
2
1.5
1
0.5
0
اتوبوس شماره (29139)
اتوبوس شماره (96264)
قبل از نصب
بعد از نصب

شرکت کنترل کیفیت هوا (سهامی خاص)
(وابسته به شهرداری تهران)
Air Quality Control Company (AQCC)
subsidiary of Tehran's Municipality

# جدول نتایج

## ۶- نتایج مربوط به آلاینده های خروجی از اتوبوسهای تست شده

جدول(۲): نتایج حاصل از اندازه گیری آلاینده های خروجی از دو دستگاه اتوبوسهای شرکت واحد (پروژه تدبیر کاران)

| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره۲۹۱۳۹ بعد از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( c) | T Amb. ( c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1383 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 138.1 | 20 | 18.7 | 50 | 1.4 | 0 | 1 | 6 |

| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹٦۲٦٤ بعد از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( c) | T Amb. ( c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 129.6 | 17 | 19 | 50 | 1.3 | 0.01 | 1 | 6 |

| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره۲۹۱۳۹ قبل از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( c) | T Amb. ( c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1383 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 74.3 | 10.5 | 18.58 | 136 | 1.4 | 0 | 0 | 0 |

| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹٦۲٦٤ قبل از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( c) | T Amb. ( c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 7.068 | 93.5 | 13.1 | 17.95 | 210 | 2 | .09 | 1 | 6 |

**ادامه جدول(۲): نتایج حاصل از اندازه گیری آلاینده های خروجی از دو دستگاه اتوبوسهای شرکت واحد (پروژه تدبیر کاران)**

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۲۹۱۳۹ بعد از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2182 | 0.91 | 0.2 | 0.00 |
| Second Run | 550 | 2182 | 0.81 | 0.4 | 0.00 |
| Third Run | 550 | 2182 | 0.76 | 0.6 | 0.00 |
| Fourth Run | 550 | 2182 | 0.86 | 0.8 | 0.00 |
| Average | | | | 0.5 | 0.00 |

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۶۲۶٤ بعد از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2184 | 0.86 | 8.7 | 0.21 |
| Second Run | 550 | 2185 | 0.86 | 6.9 | 0.16 |
| Third Run | 550 | 2185 | 0.86 | 6.7 | 0.16 |
| Fourth Run | 550 | 2185 | 0.91 | 6.7 | 0.16 |
| Average | | | | 7.3 | 0.17 |

**ادامه جدول(۲): نتایج حاصل از اندازه گیری آلاینده های خروجی از دو دستگاه اتوبوسهای شرکت واحد (پروژه تدبیر کاران)**

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۲۹۱۳۹ قبل از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2182 | 0.91 | 0.1 | 0.00 |
| Second Run | 550 | 2182 | 0.76 | 0.2 | 0.00 |
| Third Run | 550 | 2182 | 0.91 | 0.1 | 0.00 |
| Fourth Run | 550 | 2182 | 0.76 | 0.2 | 0.00 |
| Average | | | | 0.15 | 0.00 |

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۶۲۶٤ قبل از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2184 | 0.86 | 7.1 | 0.17 |
| Second Run | 550 | 2185 | 0.81 | 6.1 | 0.14 |
| Third Run | 550 | 2185 | 0.91 | 6.6 | 0.15 |
| Fourth Run | 550 | 2185 | 0.76 | 6.4 | 0.15 |
| Average | | | | 6.5 | 0.15 |

شرکت کنترل کیفیت هوا (سهامی خاص)
(وابسته به شهرداری تهران)
Air Quality Control Company (AQCC)
Subsidiary of Tehran's Municipality

# ضمایم

## ۷- گواهی کالیبراسیون دستگاه AVL 465

**RIZO** ENG.CO. شرکت مهندسی ریزو

Date: 13/02/2005
Ref.: AQC-83/11/25

# CERTIFICATE

This is to certify that the AVL DiGas 465 with the serial No. 2871 has been calibrated on 13/02/2005 according to the AVL calibration standard with following gas concentrations:

| | |
|---|---|
| CO | 3.5 % |
| CO2 | 14 % |
| HC (PROPANE) | 2000 ppm |

The calibration is traceable to the national standard specifications and according to the AVL calibration standard.

NOTE: normal calibration period is 6 months.

**RIZO Eng. Co.**
**SERVICE Dept.**

RIZO ENGINEERING CO.

۲۵۴۲۰۲۴ فکس : ۲۵۸۷۲۹۹–دروس خیابان هدایت کوچه مشیری پلاک ۱۴ کدپستی ۱۹۴۳۷۶۳۶۱۳ تلفن : ۲۵۸۹۲۱۸ – تهران
# 14 Moshiri St. Hedayat St. Daroos 1943763613 Tehran – IRAN Tel : 2542024 – 2589218 Fax : 2587499
E-mail : RIZOCO@RIZOCO.COM

جدول(۲): نتایج حاصل از اندازه گیری آلاینده های خروجی ازچهار دستگاه اتوبوسهای شرکت واحد (پروژه تدبیر کاران)

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۱۶۳۴ بعد از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2186 | 0.86 | 8.8 | 0.21 |
| Second Run | 550 | 2188 | 0.76 | 8.8 | 0.21 |
| Third Run | 550 | 2185 | 0.86 | 9.4 | 0.22 |
| Fourth Run | 550 | 2186 | 0.76 | 9.0 | 0.21 |
| Average | | | | 9.0 | 0.21 |

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۱۳۵۷ بعد از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2184 | 0.87 | 11.1 | 0.27 |
| Second Run | 550 | 2185 | 0.77 | 11.5 | 0.28 |
| Third Run | 550 | 2186 | 0.92 | 10.4 | 0.25 |
| Fourth Run | 550 | 2184 | 0.92 | 9.9 | 0.24 |
| Average | | | | 10.7 | 0.26 |

ادامه جدول(۲): نتایج حاصل از اندازه گیری آلاینده های خروجی از چهار دستگاه اتوبوسهای شرکت واحد

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۳۴۹۵ قبل از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2182 | 0.76 | 12.7 | 0.31 |
| Second Run | 550 | 2181 | 0.91 | 12.0 | 0.29 |
| Third Run | 550 | 2181 | 0.81 | 11.8 | 0.29 |
| Fourth Run | 550 | 2181 | 0.76 | 11.1 | 0.27 |
| Average | | | | 11.9 | 0.29 |

| نتایج حاصل از اندازه گیری دوده خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۲۹۲۸ قبل از نصب دستگاه | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-off Speed | Accel. Time | Opacity | K -Value |
| | (RPM) | (RPM) | (s) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2187 | 0.91 | 10.1 | 0.24 |
| Second Run | 550 | 2187 | 0.86 | 9.3 | 0.22 |
| Third Run | 550 | 2187 | 0.91 | 9.6 | 0.23 |
| Fourth Run | 550 | 2187 | 0.86 | 9.2 | 0.22 |
| Average | | | | 9.5 | 0.22 |

ادامه جدول(۲): نتایج حاصل از اندازه گیری آلاینده های خروجی از چهار دستگاه اتوبوسهای شرکت واحد

| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۱۶۳۴ بعد از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( 'c) | T Amb. ( 'c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 121.6 | 12 | 19.05 | 262 | 1.4 | 0.04 | 0 | 0 |
| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۱۳۵۷ بعد از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( 'c) | T Amb. ( 'c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 108.3 | 10.9 | 19.01 | 261 | 1.4 | 0.03 | 5 | 30 |
| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۲۹۲۸ قبل از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( 'c) | T Amb. ( 'c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 86.4 | 11.7 | 18.76 | 235 | 1.4 | 0.01 | 2 | 12 |
| نتایج حاصل از آلاینده های خروجی از اتوبوس OM-457 شماره ۹۳۴۹۵ بعد از نصب دستگاه | | | | | | | | | | | | |
| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | T Gas ( 'c) | T Amb. ( 'c) | $O_2$ (%) | NOx (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 7.9 | 71.6 | 11.8 | 18.79 | 225 | 1.8 | 0.11 | 0 | 0 |

شرکت کنترل کیفیت هوا (سهامی خاص)
(وابسته به شهرداری تهران)

تاریخ: ۱۳۸۴/۱۱/۲۳
شماره: ۱۱۸/ب/۱۰۲۹۶
پیوست: .....

« بسمه تعالی »

**به: جناب آقای مسعودی، مدیر عامل محترم شرکت فنی و مهندسی البرز تدبیرکاران**
**از: شرکت کنترل کیفیت هوا**
**موضوع : ارائه گزارش**

**با سلام،**

احتراماً، به پیوست یک نسخه گزارش مربوط به اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی ازدو دستگاه اتوبوس دیزلی شهری OM-۴۵۷ ، قبل و بعد از نصب دستگاه Fuel Saver ، تقدیم می‌گردد./ن

**یوسف رشیدی**
**مدیر عامل**

آدرس: تهران - خیابان سهروردی شمالی، کوچه شهید نیکوقدم، شماره ۵۶ - تلفن: ۸۷۴۵۱۲۰، ۸۷۴۵۱۲۲، ۸۷۴۵۰۲۲، ۸۷۶۴۵۹۳، ۸۷۴۱۵۹۷ فاکس: ۸۷۶۵۱۸۰
صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۵۱۱۳ سایت اینترنتی: www.aqcc.org پست الکترونیکی: info@aqcc.org

# ENGLISH

# FUEL SAVER

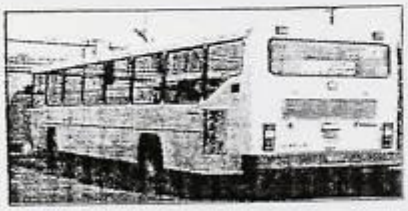
## Introduction

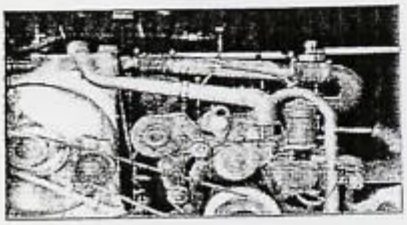
An electronic component named "Fuel Saver" made by the company Supper Tech was introduced as a component, able to reduce diesel and gasoline engine fuel consumption and pollutions from engine exhaust gas emission. In order to evaluate the unit's efficiency, among the huge number of buses belong to fleet of the Tehran Bus company, two relatively healthy buses were selected.

First, emissions of two buses were tested by a gas tester and readings were recorded. Then a proper model of Fuel Saver was correctly installed (according to the manufacture's recommendation) in the buses'. The Fuel Saver requires to be charged before taking readings. Therefore, the Fuel Savers were installed for a while before taking readings. The same tester was used to test gas emissions of two buses and the results were compared.

# Technical information of the buses under investigation

## Passenger Bus





| General | |
|---|---|
| Left | Steering |
| behind | Engine location |
| 45 sitting | Passenger capaci. |
| 85 standing | |
| Body size | |
| 11975 | Length |
| 2500 | Width |
| 2940 | height |
| engine | |
| BENZ | maker |
| OM45LA | model |
| RPM-HP 2000/299 | Max power |
| NM-RPM 1250/1100 | Max torque |

# Gas emission test unit

A tester unit, named AVL 465 DYGAS, was used in order to measure amount of engine exhaust soot. Specification was as follows:

| | Measurement range | Resolution |
|---|---|---|
| Opacity | 0…100% | 0.1% |
| Absorption (k value) | 0…99.99 1/m | 0.01 1/m |
| Acceleration time | 0…5 s | 0.05 s |
| Speed | 250…7200 1/min | 1 1/min |
| Oil temperature | 0…120 °C | 1 °C |
| CO | 0…10% Vol. | 0.01%Vol. |
| $CO_2$ | 0…20% Vol. | 0. 1%Vol. |
| HC | 0…20 000 ppm vol. | 1 ppm |
| $O_2$ | 0…25% Vol. | 0.01%Vol. |
| Ignition angle TDC sensor | -60…100°ca | 0.1° ca |
| strobe | 0…60°ca | 0.1° ca |
| Dwell angle | 0…100% | 1% |

Also a tester unit called MRU 1600-L was used for measuring five different engine exhaust gas. NDIR protocol was carried out in order to measure CO and HC gas, while electro-chemical tectonic was used for NOx. Specification of the unit was as follows:

| | Measurement range | Resolution |
|---|---|---|
| $O_2$ | 0…25%Vol. | 0.01%Vol. |
| CO | 0…15%Vol. | 0.01%Vol. |
| $CO_2$ | 0…20%Vol. | 0. 1%Vol. |
| HC | 0…2 0 000 ppm | 1ppm. |
| NO | 0…2000 ppm | 1ppm. |
| Excess Air | Calculated according to Brett Schneider | |
| Temperature | -40…+650 °C | .1°C |
| Speed | 400…+10000 1/min | 1 1/min |

| Result of bus No.1, after Fuel Saver was installed | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-Off Speed | Accel .Time | Opacity | k-Value |
| | (RPM) | (RPM) | (S) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2182 | 0.91 | 0.2 | 0.00 |
| Second Run | 550 | 2182 | 0.81 | 0.4 | 0.00 |
| Third Run | 550 | 2182 | 0.76 | 0.6 | 0.00 |
| Fourth Run | 550 | 2182 | 0.86 | 0.8 | 0.00 |
| Average | | | | 0.5 | 0.00 |

| Results of bus No. 1 , before Fuel Saver installed | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-Off Speed | Accel .Time | Opacity | k-Value |
| | (RPM) | (RPM) | (S) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2182 | 0.91 | 0.1 | 0.00 |
| Second Run | 550 | 2182 | 0.76 | 0.2 | 0.00 |
| Third Run | 550 | 2182 | 0.91 | 0.1 | 0.00 |
| Fourth Run | 550 | 2182 | 0.76 | 0.2 | 0.00 |
| Average | | | | 0.15 | 0.00 |

| Results of bus No. 2, before Fuel Saver installed | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-Off Speed | Accel .Time | Opacity | k-Value |
| | (RPM) | (RPM) | (S) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2184 | 0.86 | 7.1 | 0.17 |
| Second Run | 550 | 2185 | 0.81 | 6.1 | 0.14 |
| Third Run | 550 | 2185 | 0.91 | 6.6 | 0.15 |
| Fourth Run | 550 | 2185 | 0.76 | 6.4 | 0.15 |
| Average | | | | 6.5 | 0.15 |

| Result of bus No. 2 after Fuel Saver was installed | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Idle Speed | Cut-Off Speed | Accel .Time | Opacity | k-Value |
| | (RPM) | (RPM) | (S) | (%) | (m-1) |
| First Run | 550 | 2184 | 0.86 | 8.7 | 0.21 |
| Second Run | 550 | 2185 | 0.86 | 6.9 | 0.16 |
| Third Run | 550 | 2185 | 0.86 | 6.7 | 0.16 |
| Fourth Run | 550 | 2185 | 0.91 | 6.7 | 0.16 |
| Average | | | | 7.3 | 0.17 |

**Bus No. 1 results after Fuel Saver installed**

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1383 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 138.1 | 20 | 18.7 | 50 | 1.4 | 0 | 1 | 6 |

**Bus No. 2 results after Fuel Saver installed**

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 129.6 | 17 | 19 | 50 | 1.3 | 0.01 | 1 | 6 |

**Bus No. 1 results before Fuel Saver installed**

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1383 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 74.3 | 10.5 | 18.58 | 136 | 1.4 | 0 | 0 | 0 |

**Bus No. 2 results before Fuel Saver installed**

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 7.068 | 93.5 | 13.1 | 17.95 | 210 | 2 | .09 | 1 | 6 |

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 121.6 | 12 | 19.05 | 262 | 1.4 | 0.04 | 0 | 0 |

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 108.3 | 10.9 | 19.01 | 261 | 1.4 | 0.03 | 5 | 30 |

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 9.999 | 86.4 | 11.7 | 18.76 | 235 | 1.4 | 0.01 | 2 | 12 |

| Year | Area | IDLE RPM | CUTOFF RPM | Lambda | TGas (°c) | TAmb. (°c) | $O_2$ (%) | NOX (PPM) | $CO_2$ (%) | CO (%) | HC Hexan (PPM) | HC (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1382 | 10 | 550 | 2185 | 7.9 | 71.6 | 11.8 | 18.79 | 225 | 1.8 | 0.11 | 0 | 0 |

## ۷- گواهی کالیبراسیون دستگاه AVL 465

**RIZO** ENG.CO. شرکت مهندسی ریزو

Date: 13/02/2005
Ref.: AQC-83/11/25

# CERTIFICATE

This is to certify that the AVL DiGas 465 with the serial No. 2871 has been calibrated on 13/02/2005 according to the AVL calibration standard with following gas concentrations:

| | |
|---|---|
| CO | 3.5 % |
| CO2 | 14 % |
| HC (PROPANE) | 2000 ppm |

The calibration is traceable to the national standard specifications and according to the AVL calibration standard.

NOTE: normal calibration period is 6 months.

RIZO Eng. Co.
SERVICE Dept.

۲۵۴۲۰۲۴ فکس : ۲۵۸۷۲۹۹– دروس خیابان هدایت کوچه مشیری پلاک ۱۴ کدپستی ۱۹۴۳۷۶۳۶۱۳ تلفن : ۲۵۸۹۲۱۸ – تهران
# 14 Moshiri St. Hedayat St. Daroos 1943763613 Tehran – IRAN Tel : 2542024 – 2589218 Fax : 2587499
E-mail : RIZOCO@RIZOCO.COM