



Tehran air pollution with respect to particles: problem and mitigating solutions

Vahid Hosseini, Ph.D.



شرکت کنترل کیفیت هوا
وابسته به شهرداری تهران
Air Quality Control Company
Subsidiary of Tehran's Municipality

Assistant Professor

Sharif University of Technology, Tehran, Iran

CEO

Tehran Air Quality Control Co. (AQCC)

18th ETH Conference on Combustion Generated Particles

Zurich, Switzerland, June 2014

Table of Content

- A report of Tehran air quality
- Sources of pollution
- Sources of particles
- Mitigating measures
- DPF retrofit project for Tehran public bus fleet



A few pictures from Tehran



February 2014



February 2014



January 2014



... and more recently

NO₂

PM₁₀

**Tehran air
quality by
numbers...**

CO

SO₂

PM₁₀

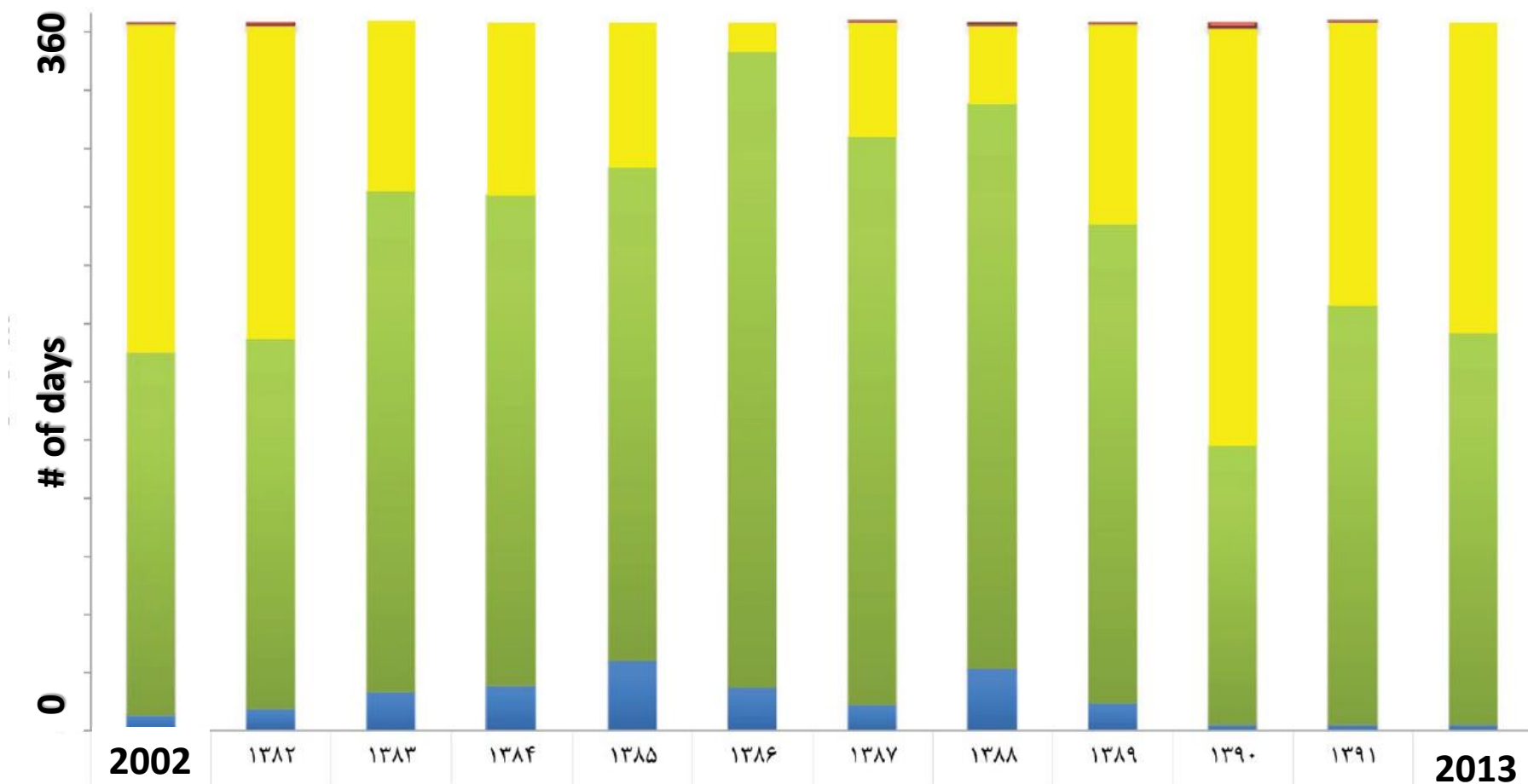
O₃

PM

2.5

PM_{2.5}

Daily AQI over the past 12 years



AQI Calendar of last Iranian Calendar year (March 2012-February 2013)

فروردین						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
					۱	۲
۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
۳۱						

اردیبهشت						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷
۲۸	۲۹	۳۰	۳۱			

خرداد						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
				۱	۲	۳
۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴
۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱

تیر						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸
۲۹	۳۰	۳۱				

مرداد						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
			۱	۲	۳	۴
۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵
۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	

شهریور						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
						۱
۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹
۳۰	۳۱					

مهر						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
		۱	۲	۳	۴	۵
۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹
۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶
۲۷	۲۸	۲۹	۳۰			

آبان						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
				۱	۲	۳
۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴
۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	

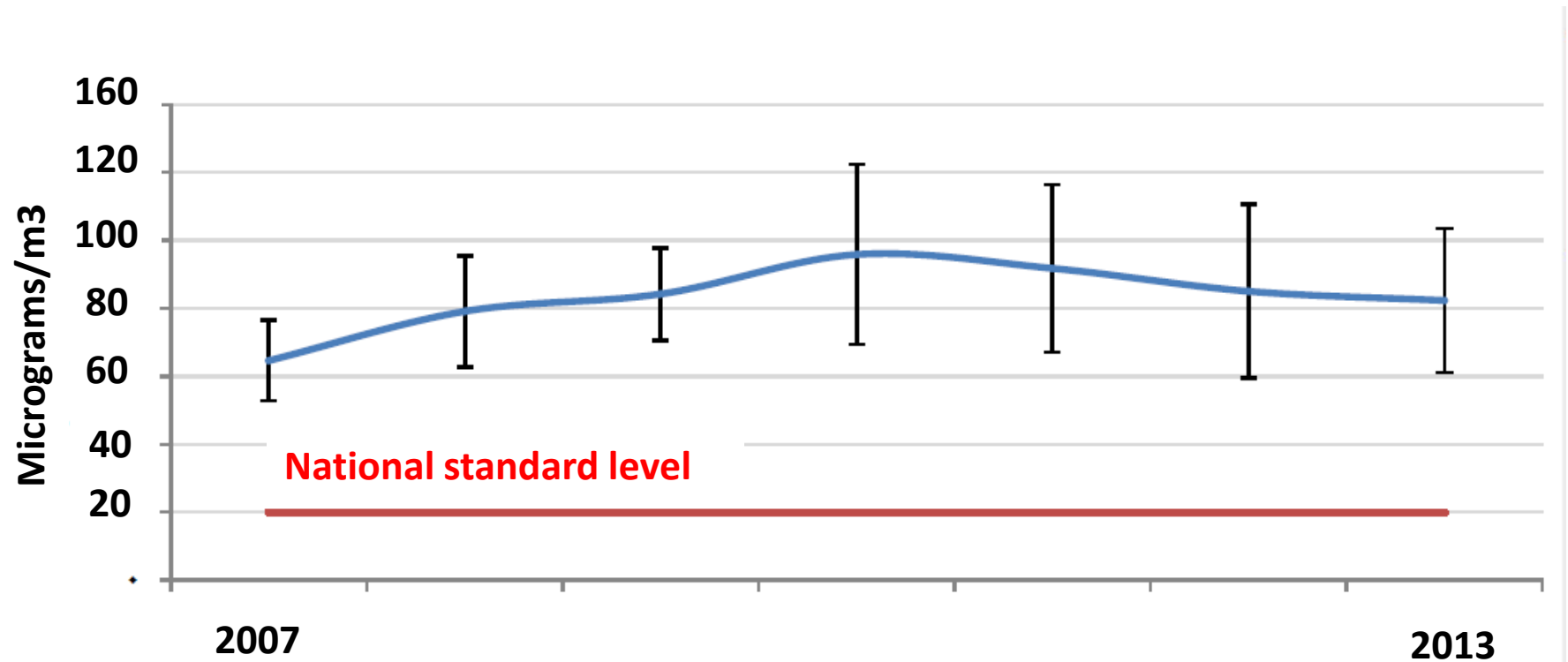
آذر						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
						۱
۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹
۳۰						

دی						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷
۲۸	۲۹	۳۰				

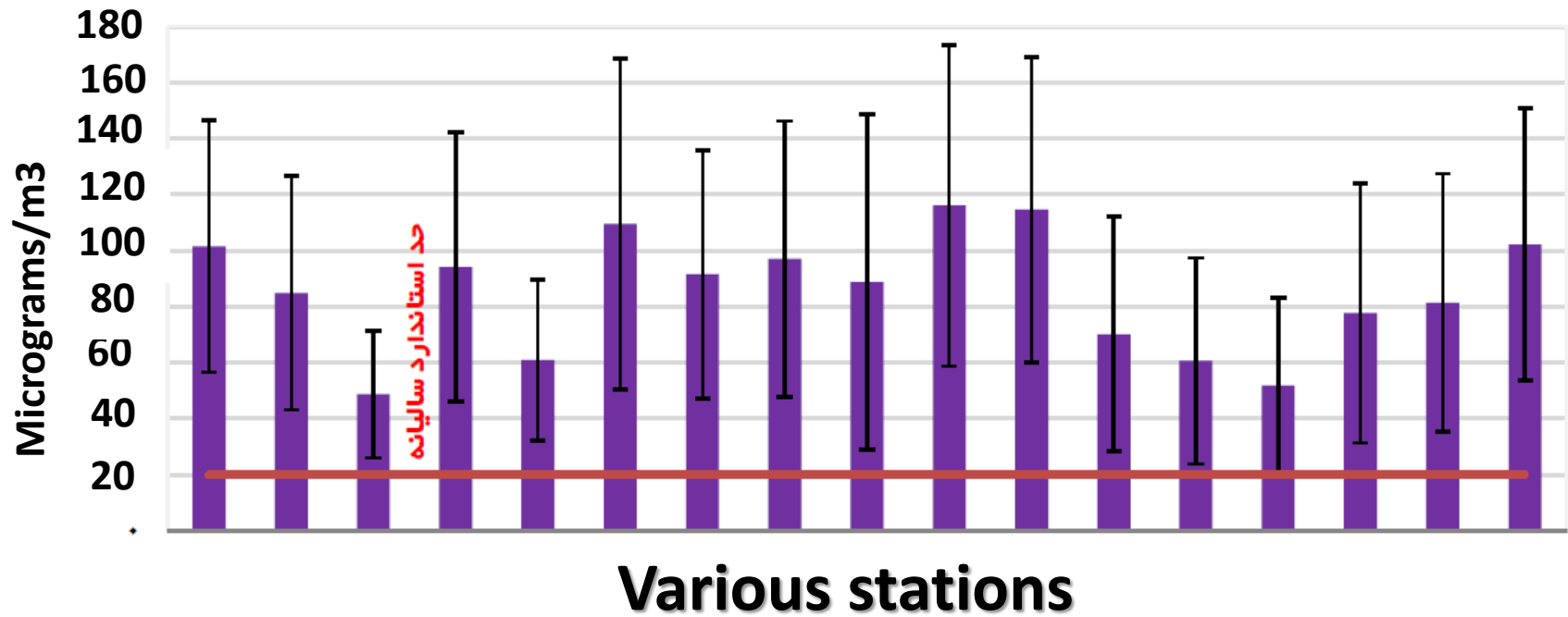
بهمن						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
			۱	۲	۳	۴
۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵
۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰		

اسفند						
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
					۱	۲
۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	

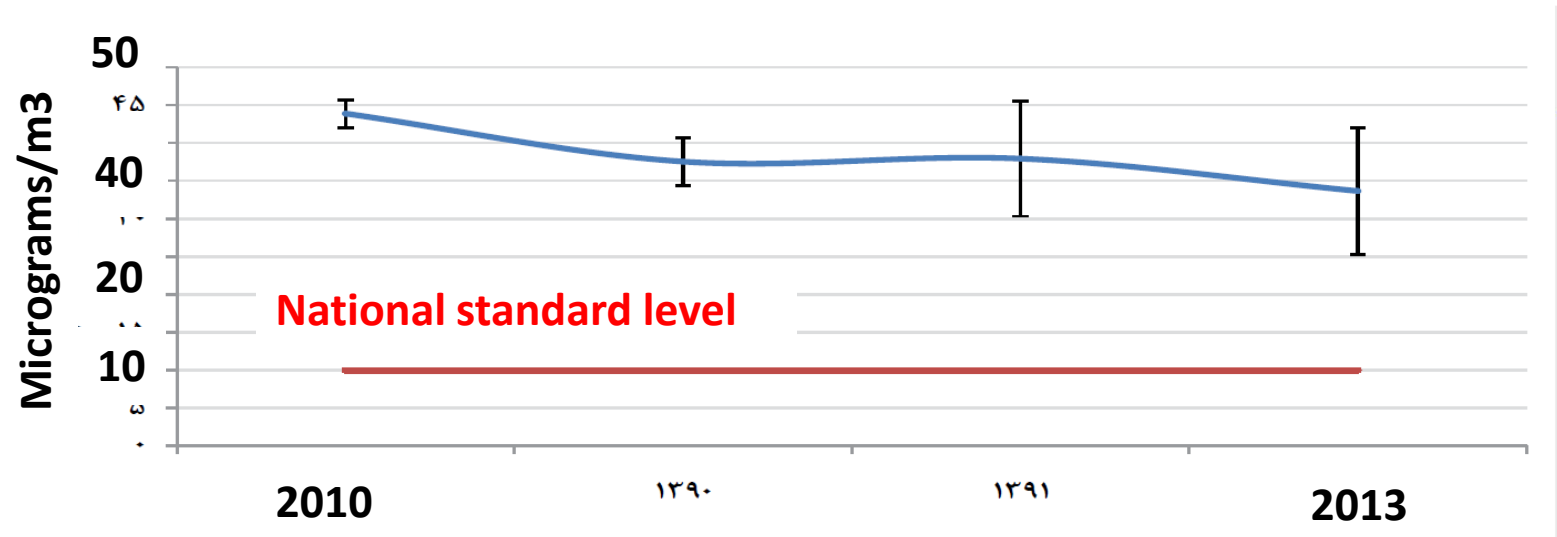
PM10 Annual average concentration over the past 7 years



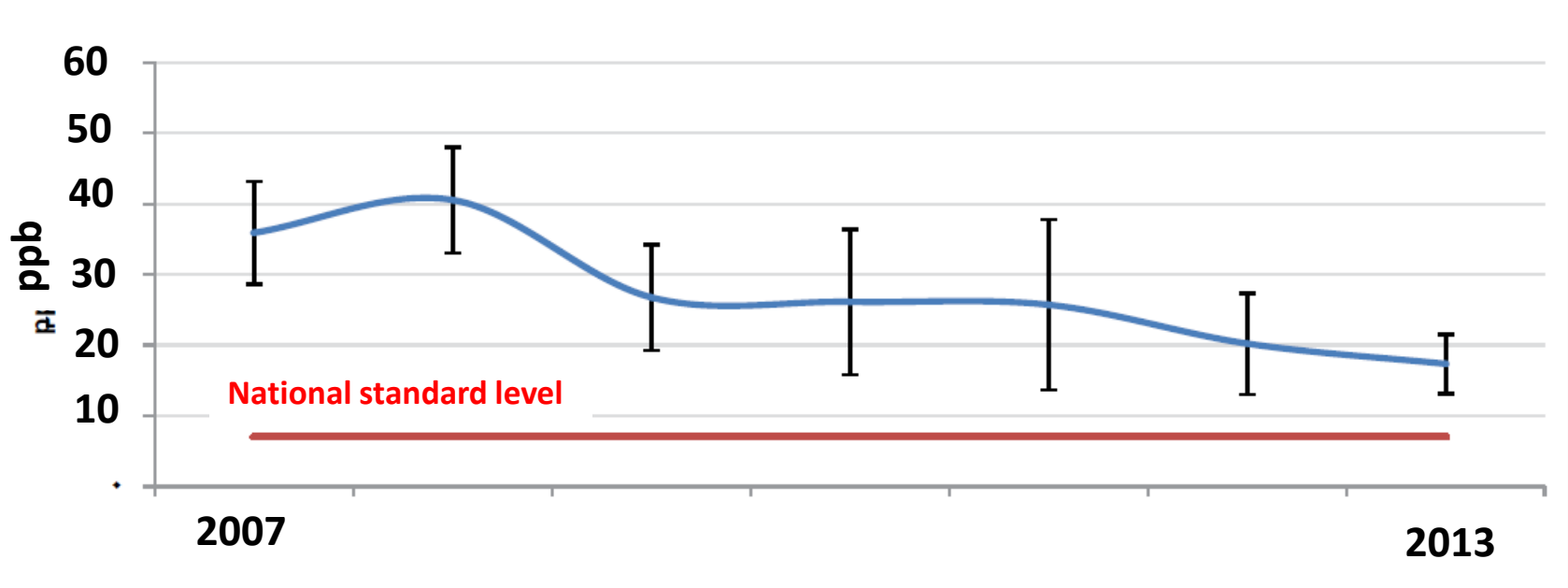
PM10 annual average concentrations among various monitoring stations



PM2.5 Annual average concentration over the past 7 years



SO₂ Annual average concentration over the past 7 years



Year 2013-2014 in a snapshot ...

- 44% of the days of the year were unhealthy and unhealthy to sensitive groups
- 160 days were unhealthy due to PM2.5
- During inversion period in the Winter 2013, a full month of unhealthy days happened
- Only 3 clean days

Sources

Tehran



Image Landsat

Image © 2014 DigitalGlobe

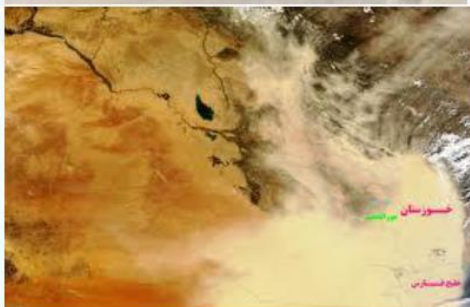
Google

Tehran air pollution report



Sources in Tehran...

stationary sources (~30%) vs. mobile sources (~70%)



Problem of the old fleet



Gasoline carburetor
~60 g/km
+
Ultra-fine Particles



Euro 2- Certified
2.7 g/km

- ~ 4million gasoline passenger vehicles
- Only less than 60% Euro-2 certified
- Small share of Euro-3 and above

Gasoline 4-stroke motorcycles (carburetor) more than a million in the city !



4-stroke gasoline motorcycle
Carburator
~15 g/km
+
Ultra-fine Particles



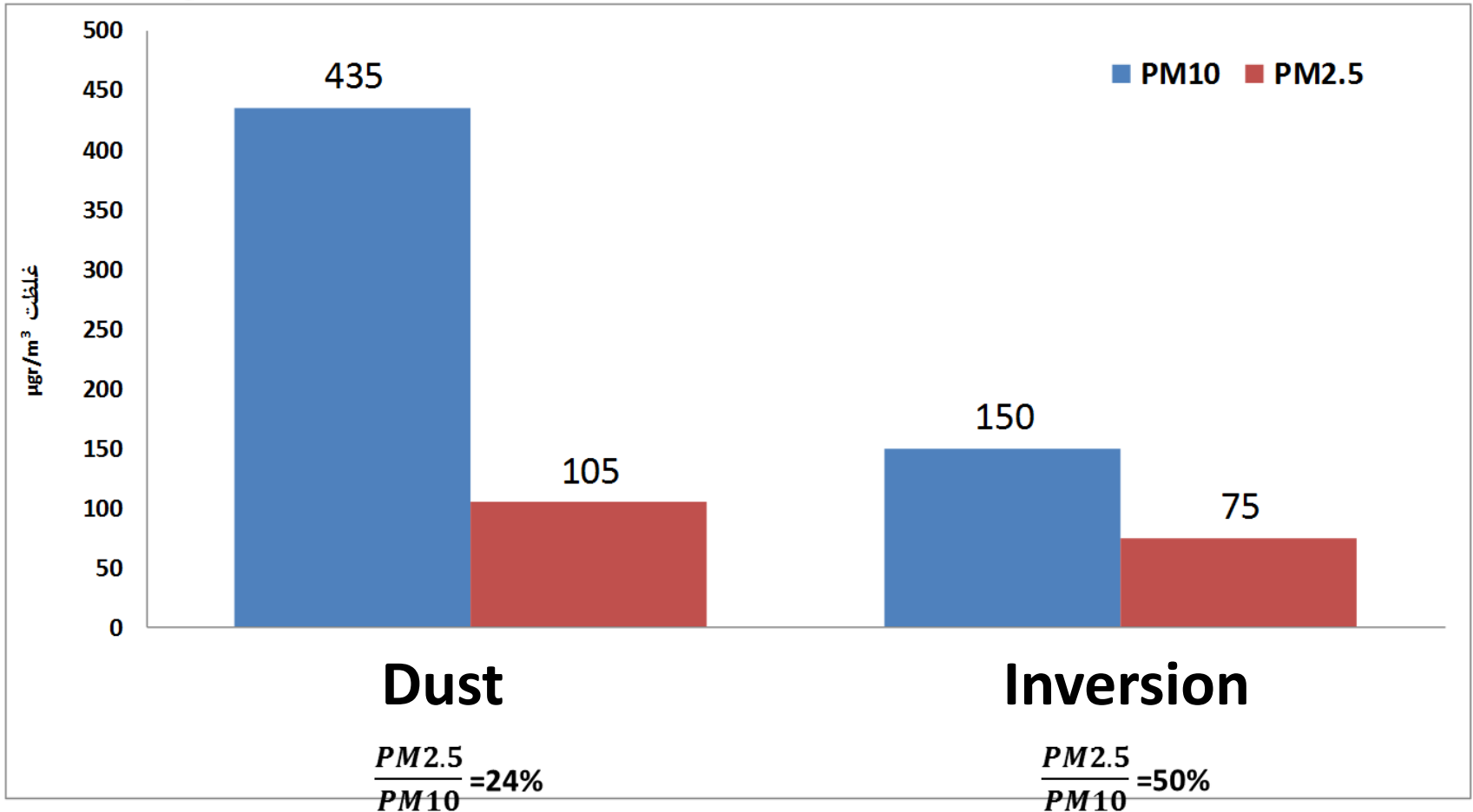
Euro 2- Certified
2.7 g/km

Summary of causes and sources

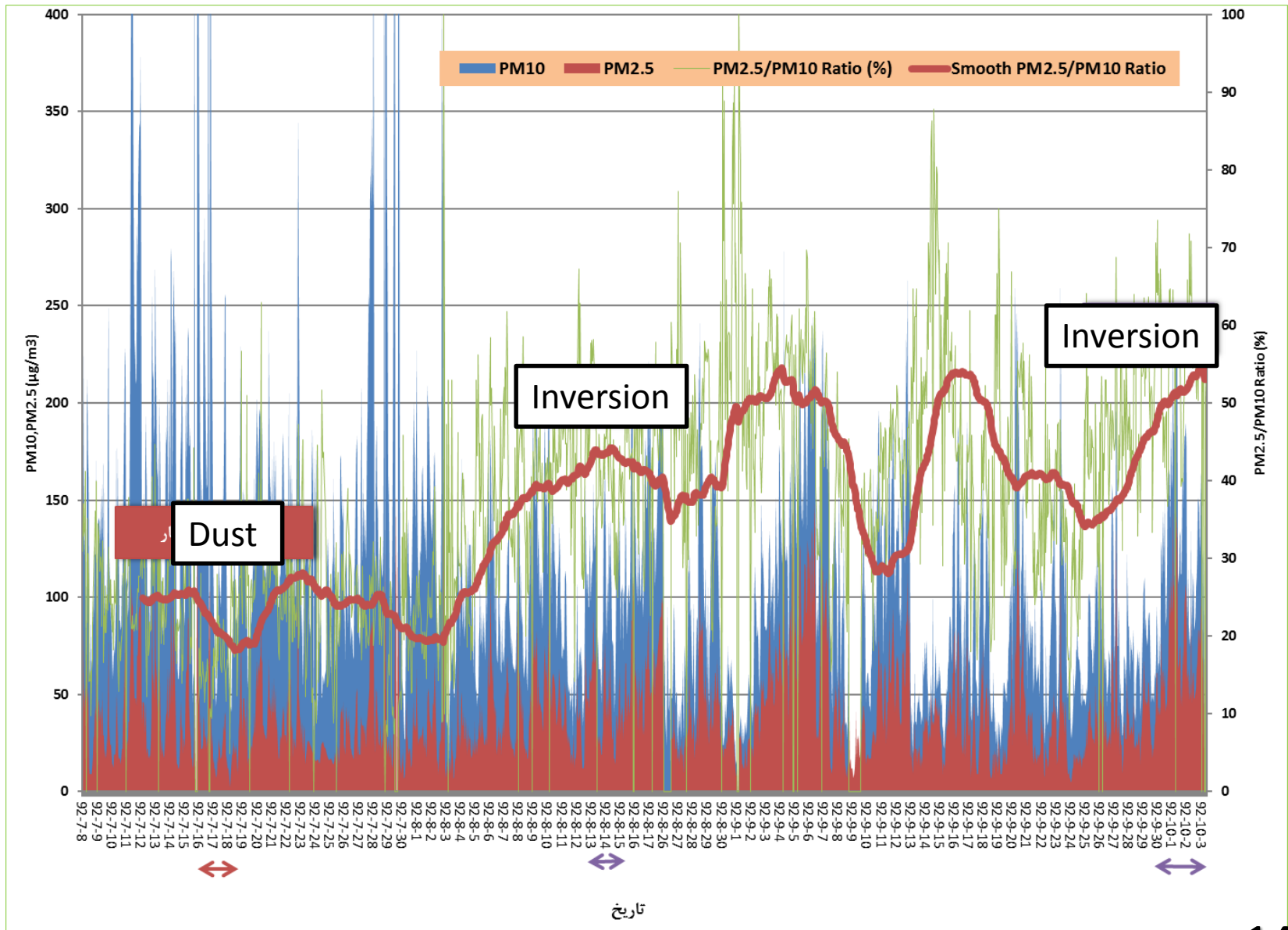
- Large fleet of old vehicles with carburetor
 - The legal age of the vehicle is 20, injectors were introduced 10 years ago
- Lots of 4-stroke gasoline motorcycles, carburetor, low qualities, no emission control, ...
 - Means of transportation of people and goods at city center
- Diesel vehicles (only heavy and semi-heavy) with no filters
- Weak I/M program that does not identify poisoned or destroyed or removed catalytic converters from Euro-2 certified fleet

Is it natural (dust) or synthetic
(human made) ?

Comparison of dust event vs. inversion events



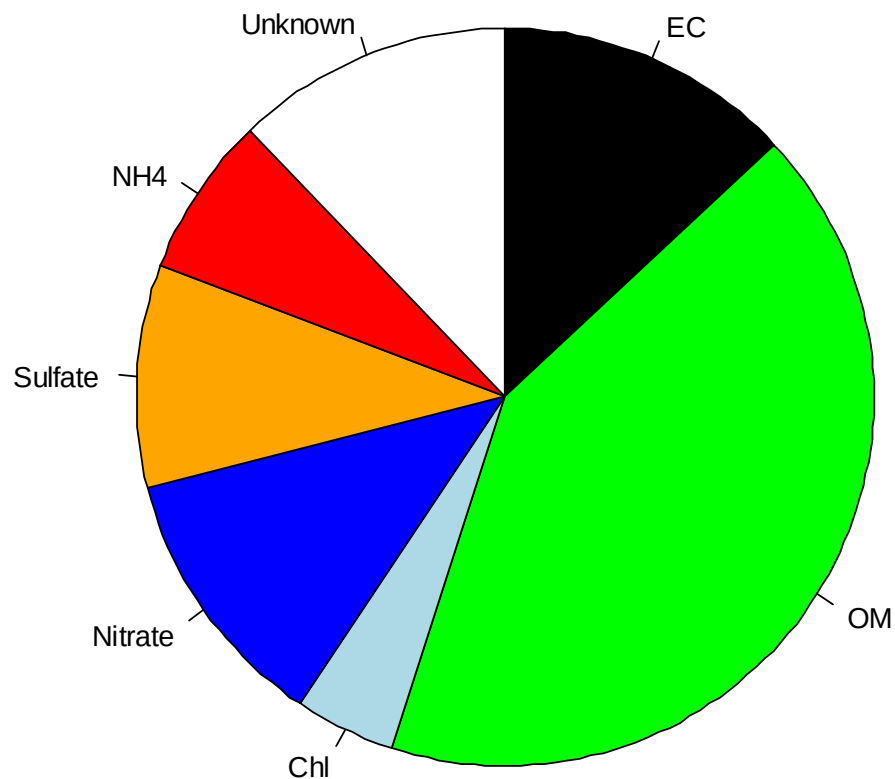
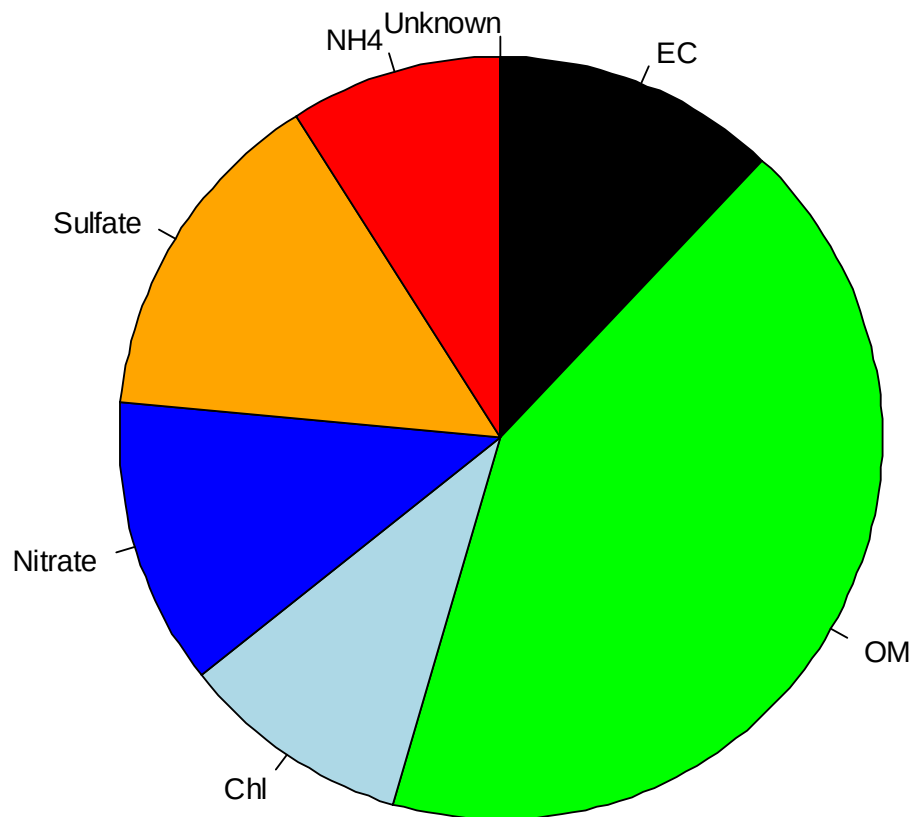
Comparison of PM2.5/PM10 ratio of the period of 3 months



Chemical analysis of PM2.5 samples on quartz filters

Tehran- Winter 2013 Analyses provided by EMPA

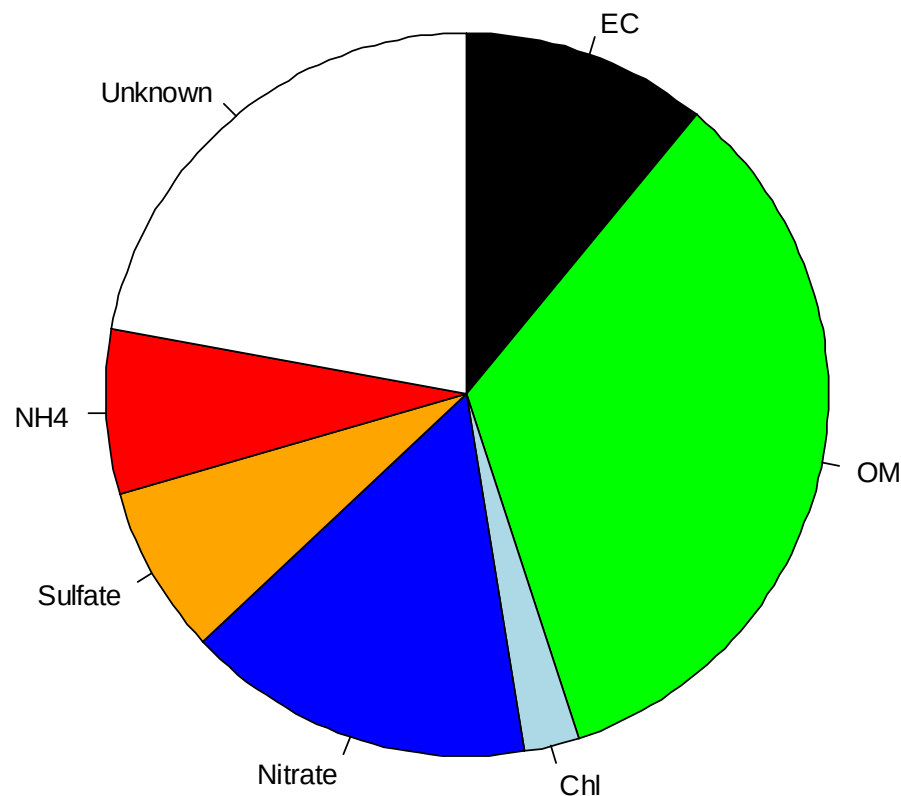
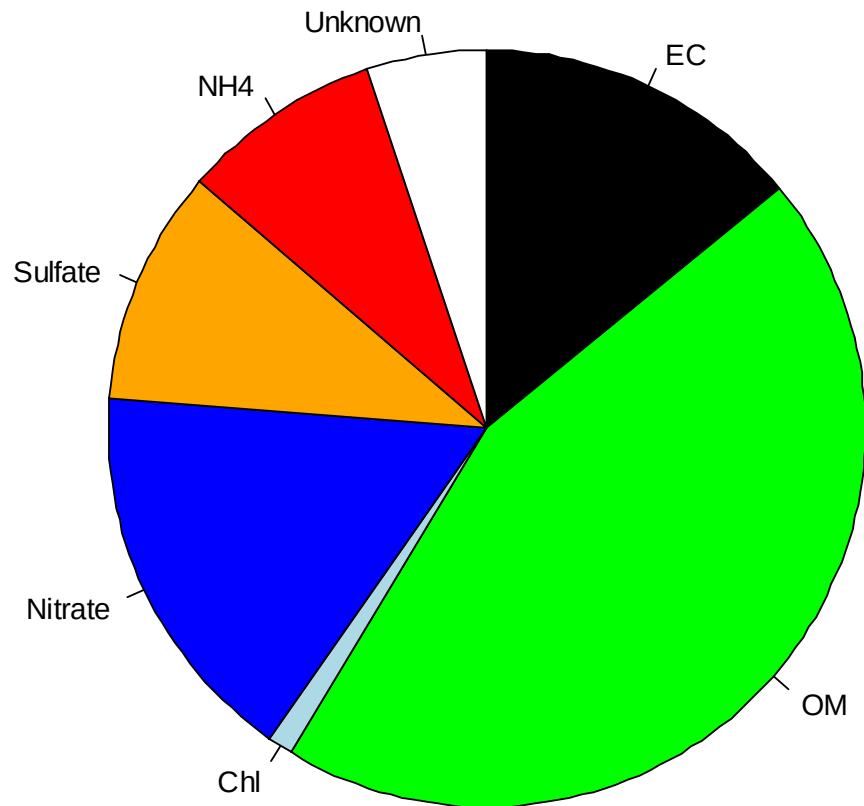
South-West Tehran



Chemical analysis of PM2.5 samples on quartz filters

Tehran- Winter 2013 Analyses provided by EMPA

North-East Tehran



Incidental measurement

- An incidental measurement by Dr. Mayer and myself in Tehran street exhibited between 400,000 to 1,000,000 particles per cm^3 at the middle of streets of Tehran in the average size range of 20 to 50 nm.

Mitigating measures

Policies and targets

Tehran: A city with healthy air at 2020

Target:

Reducing number of unhealthy days by half in 4 years

- **Polluters pay the price**
- **Control the pollution at the source**
- **Take targeted measures**
- **Adopt best available technologies (BAT)**

Programs for diesel sources



- Tehran DPF retrofit project
- Renovating old fleet of minibuses
- Electric and hybrid electric buses for Tehran

Light duty vehicles



- The very first Tehran LEZ program
- Upgrading I/M program



- Free 3-way catalytic converters for taxis
- 5000 hybrid electric taxi for Tehran

Motorcycles

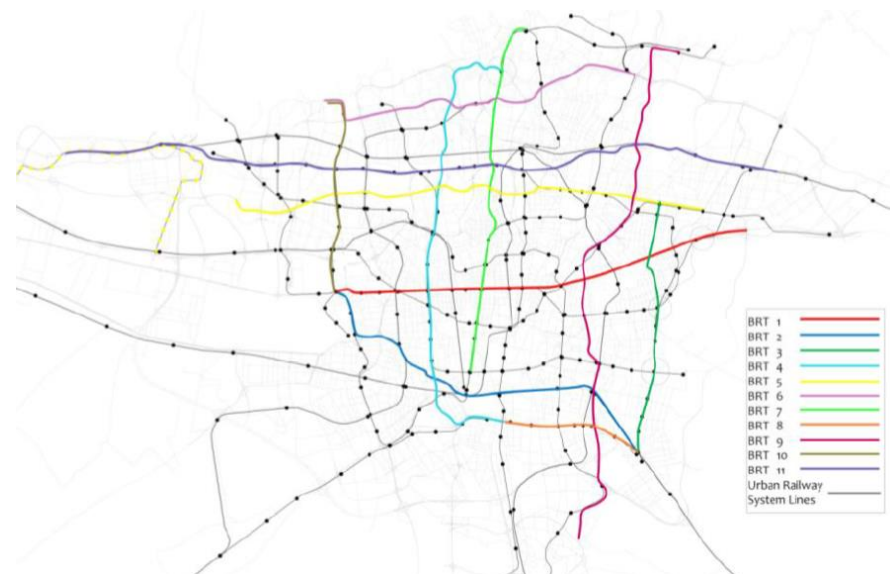


- Tehran electric bike project

The key is to develop clean and sustainable public transit



Tehran Metro Network—Second phase

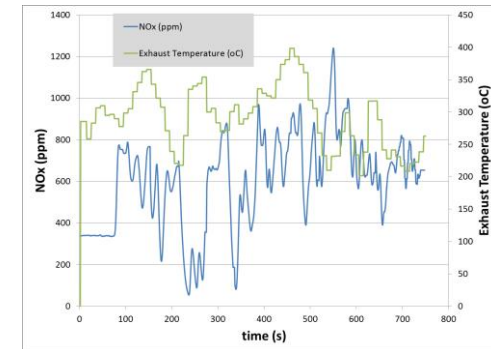
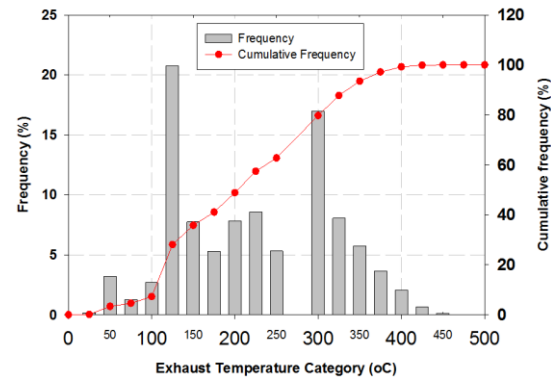
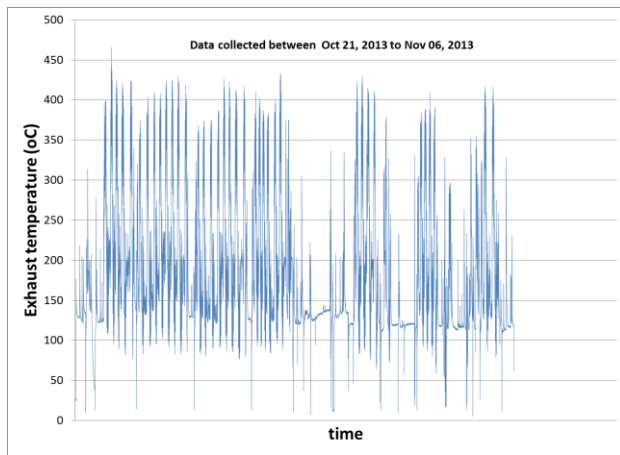
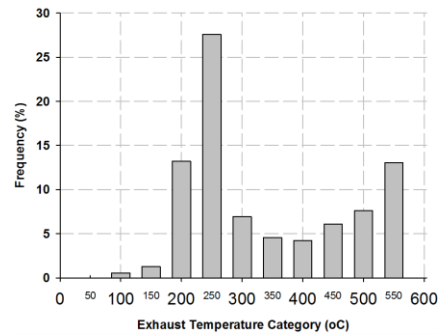


DPF retrofit project for Tehran City Buses

General

- More than 3000 diesel buses in Tehran without any filter (the rest of the fleet is CNG-fueled)
- We started about 1.5 years ago to investigate the possibilities
- The issues are diesel fuel quality, high ash content lubricating oil, and low exhaust temperature cycles
- In March 2014, a legislation was approved by the cabinet that mandates using DPF on all imported and domestically produced diesel vehicle starting March 2015

Cycle measurements



Diesel fuel quality

- Two types of diesel fuel are available:
 - General diesel fuel with an average of 7500 ppm sulfur
 - Lower sulfur diesel fuel (only for city buses) with an average of 210 ppm sulfur

Public announcement of the pilot project

- The bus data, exhaust temperature cycles, and raw emission data was provided to filter manufacturers
- 7 companies with 8 systems have come forward to participate in the pilot study

The road ahead...

- Engine dyno tests with VERT procedure and Iran's diesel fuel in Iran

Schweizer Norm
Norme Suisse
Norma Svizzera



SN 277206

- Endurance test of the filters on the buses (16 buses in total) with online data collection
- Public announcement (tender) for the first 1000 buses will be out soon (subject to successful tests in Iran)

Thanks for your Attention

vhosseini@sharif.edu



شرکت کنترل کیفیت هوا
وابسته به شهرداری تهران
Air Quality Control Company
Subsidiary of Tehran's Municipality



- Tehran Air Quality Control Co.
- Sharif University of Technology
- Fuel, Combustion, and Emission Laboratory