

# آلودگی هوا

شورای همگانی گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم



محمد مسعود تجریشی

استاد دانشکده مهندسی عمران / دانشگاه صنعتی شریف

اتاق فکر تغییر اقلیم و محیط زیست / فرهنگستان علوم

۲۷ دی ماه ۱۴۰۲

# خلاصه ای از جلسه گذشته

## • برنامه ریزی به منظور بهبود آلودگی

یکشنبه ۲۰ آذر سنه ۱۳۸۶ - شماره ۱۸۸۱

تازه روز

تهران در روزهای عادی

تهران در یک روز استثنایی

مکان تهران: ۱۰  
این مکان به نام «مکانی که در تهران است» نامیده می‌شود. این مکان به نام «مکانی که در تهران است» نامیده می‌شود. این مکان به نام «مکانی که در تهران است» نامیده می‌شود.

مکان تهران: ۱۰  
این مکان به نام «مکانی که در تهران است» نامیده می‌شود. این مکان به نام «مکانی که در تهران است» نامیده می‌شود. این مکان به نام «مکانی که در تهران است» نامیده می‌شود.

جیش ملی «روزنامه اطلاعات» برای مبارزه با آلودگی محیط زیست آغاز شد

گزارش ۱ - درباره هوا

### هرتهرانی، روزی ۵/۵ گرم سم خالص استنشاق می‌کند

روزنامه «روزنامه اطلاعات» در شماره ۱۸۸۱، ۲۰ آذر ۱۳۸۶، گزارشی با عنوان «هرتهرانی، روزی ۵/۵ گرم سم خالص استنشاق می‌کند» منتشر کرد. این گزارش به بررسی آلودگی هوا در تهران و تأثیرات آن بر سلامت شهروندان پرداخت. در این گزارش آمده است که در تهران، به ازای هر نفر، روزانه ۵/۵ گرم سم خالص استنشاق می‌شود. این مقدار به دلیل آلودگی هوا و استفاده از وسایل نقلیه موتوری است. گزارش همچنین به بررسی اقدامات انجام شده برای کاهش آلودگی هوا و لزوم اتخاذ تدابیر بیشتر برای بهبود کیفیت هوا پرداخت.

از مسئولان سازمانی که تهران را از آلودگی در محیط پهن و مسالمت در این جشنواره استقامت دارند

روزنامه «روزنامه اطلاعات» در شماره ۱۸۸۱، ۲۰ آذر ۱۳۸۶، گزارشی با عنوان «هرتهرانی، روزی ۵/۵ گرم سم خالص استنشاق می‌کند» منتشر کرد. این گزارش به بررسی آلودگی هوا در تهران و تأثیرات آن بر سلامت شهروندان پرداخت. در این گزارش آمده است که در تهران، به ازای هر نفر، روزانه ۵/۵ گرم سم خالص استنشاق می‌شود. این مقدار به دلیل آلودگی هوا و استفاده از وسایل نقلیه موتوری است. گزارش همچنین به بررسی اقدامات انجام شده برای کاهش آلودگی هوا و لزوم اتخاذ تدابیر بیشتر برای بهبود کیفیت هوا پرداخت.

۱- هوای تهران ۵ برابر آلوده‌تر از استاندارد مورد قبول کشور صنعتی امریکاست.

۲- متواکسید هوای تهران ۱۰ برابر بیشتر از مقداری است که خطرناک اعلام شده است

۳- بزرگترین خطرناک‌ترین دشمن سلامت مردم تهران است

گروه پژوهشی آرتا

روزنامه اطلاعات ۲۰ آذر ۵۶

بیتکالی



اتاق فکر تغییر اقلیم و محیط زیست  
کارگروه آلودگی هوا

یوسف حجت

مسئول کارگروه - استاد دانشگاه تربیت مدرس  
معاون اسبق سازمان حفاظت محیط زیست

دی ۱۴۰۲

## داده کاوی آلودگی هوای تهران



## کدام یک از این گفته ها مبتنی بر پژوهش است؟

معاینه فنی راهکار  
کاهش آلودگی است

هوا هر سال  
آلوده تر می شود

بی کیفیت بنزین  
عامل آلودگی است

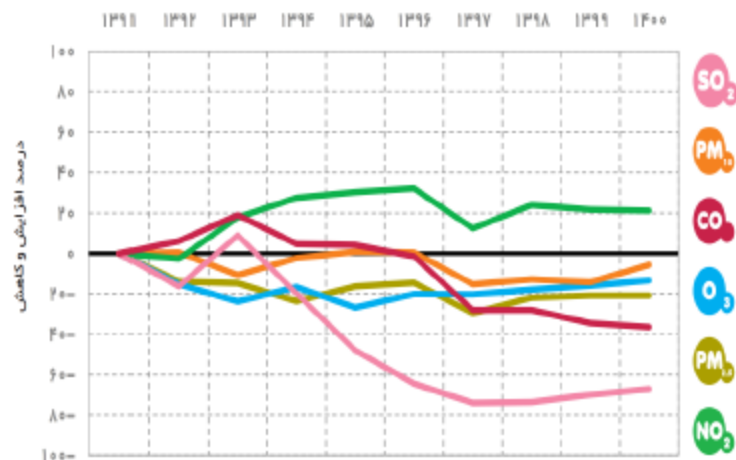
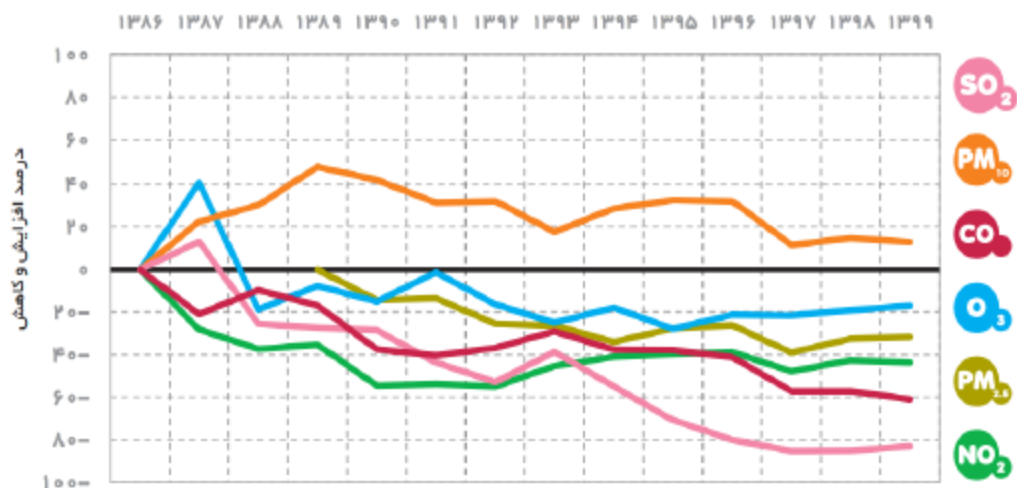
بی کیفیتی خودروها  
عامل آلودگی است

استاندارد آلودگی یورو ۶ راه  
حل کاهش آلودگی است

اجرای قانون هوای پاک  
آلودگی را بر طرف می کند



## روند آلودگی هوا



## چرا آلودگی هوا کاهش داشته؟



شـرـو



BRT



CNG



معاینه فنی خودرو



استاندارد آلودگی EURO 4



حذف سرب از بنزین



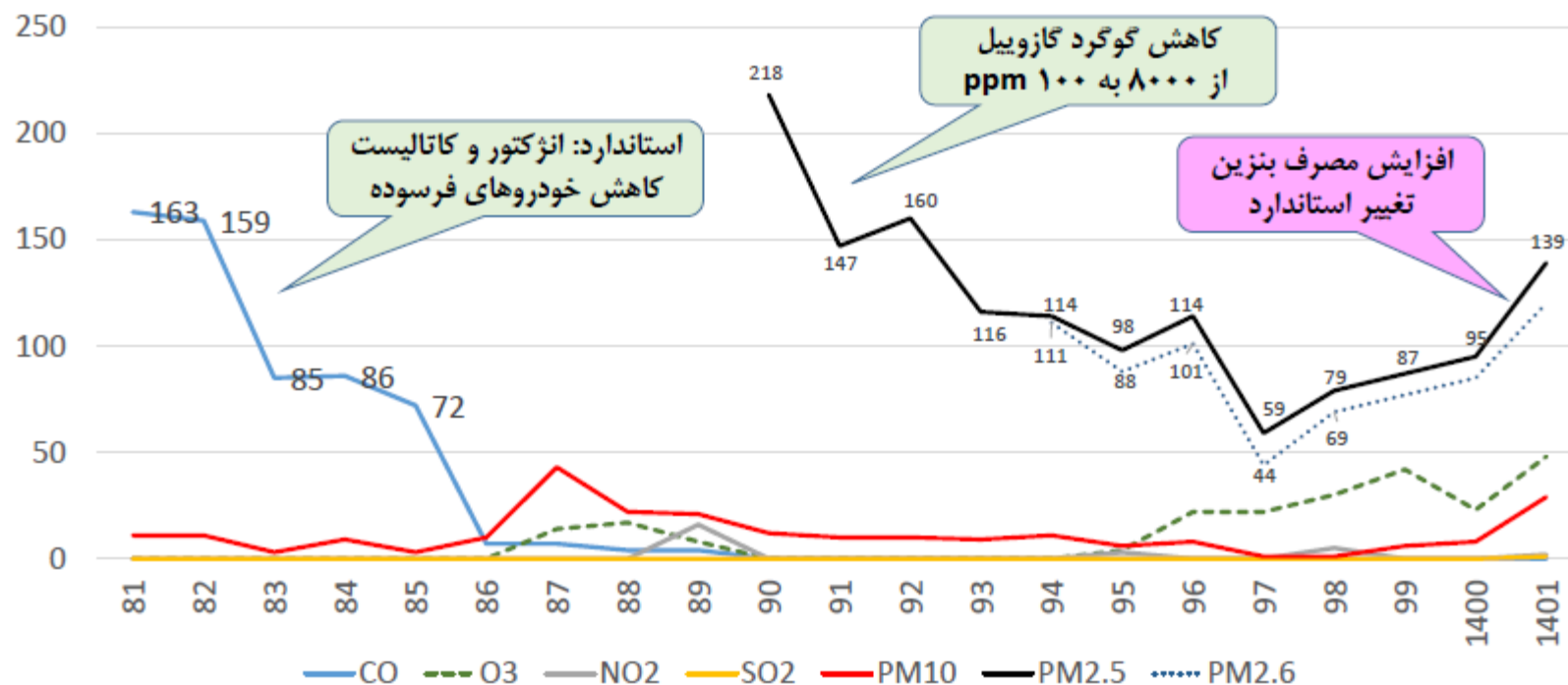
کاهش گوگرد گازوئیل  
از ۸۰۰۰ به ۱۰۰ پی پی ام

در ۲۵ سال اخیر

# روند آلودگی هوا

تعداد روزهای آلوده (با شاخص بالای ۱۰۰)

| مصرف بنزین در کشور<br>(میلیون لیتر در روز): |          |
|---------------------------------------------|----------|
| ۷۸                                          | سال ۱۳۹۹ |
| ۸۸                                          | سال ۱۴۰۰ |
| ۱۰۱                                         | سال ۱۴۰۱ |



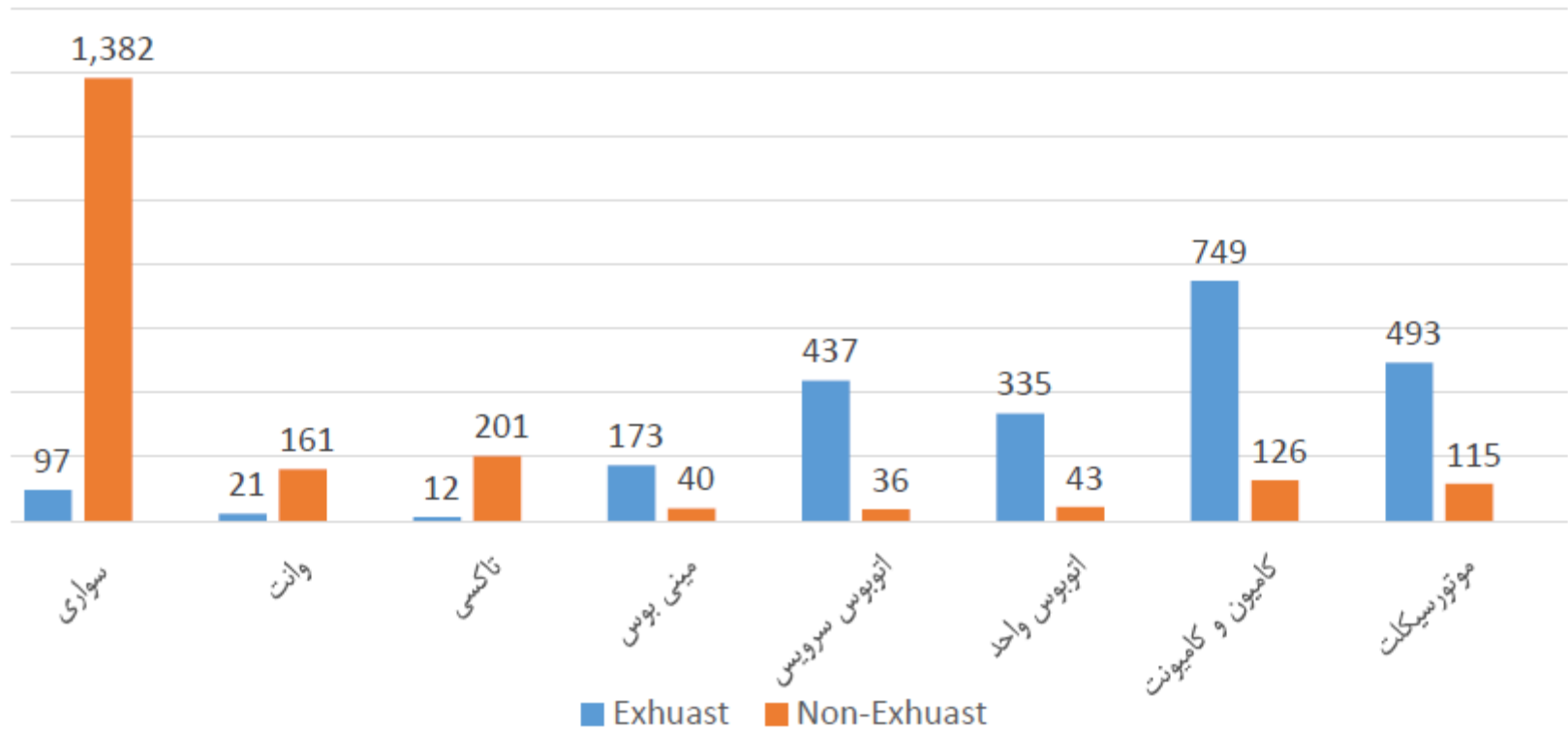


با خشک شدن طبیعت، ذرات معلق طبیعی بیشتر شده است



گاهی سهم آلودگی طبیعی بیشتر از آلودگی انسان ساز است

## منابع اصلی انتشار PM (تن در سال)





دانشگاه علوم پزشکی تهران  
دانشکده بهداشت



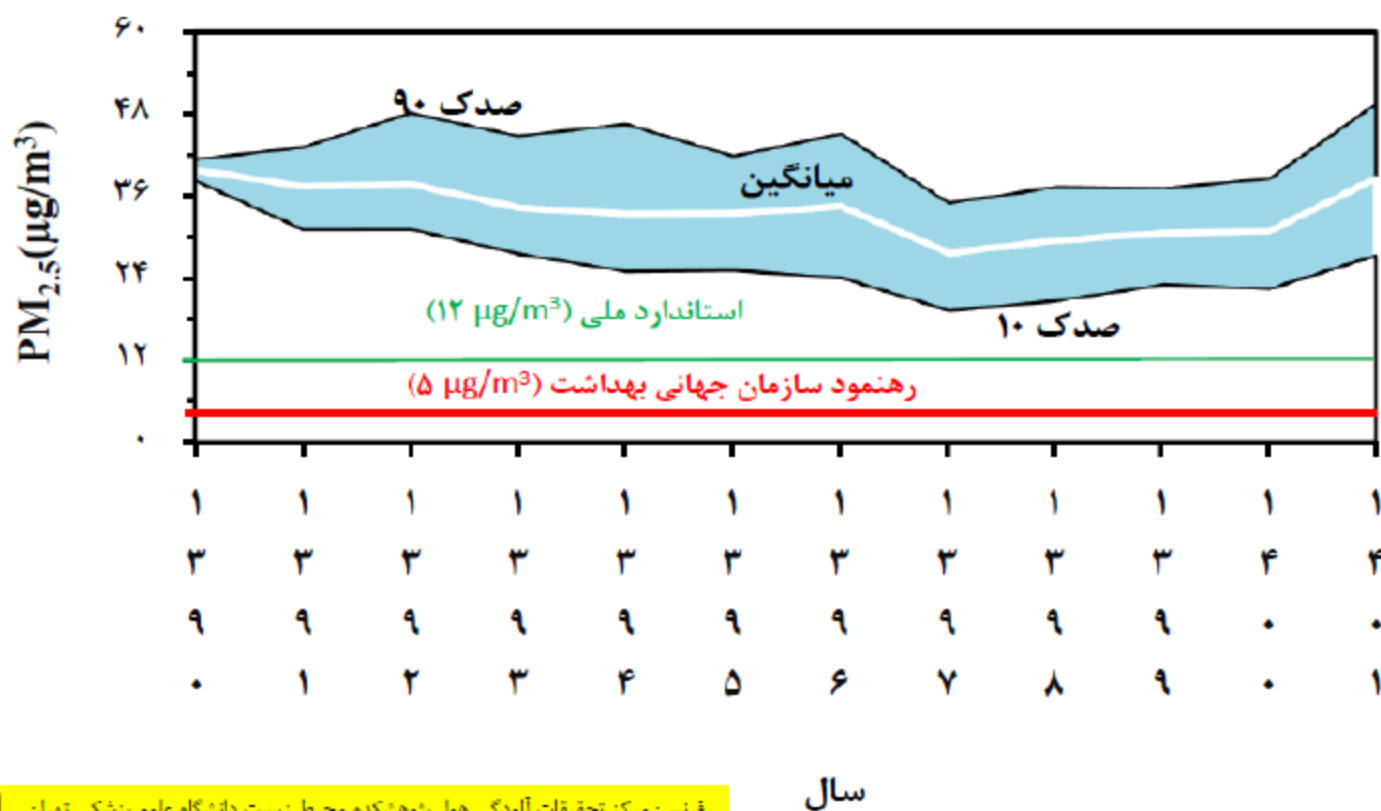
دانشگاه علوم پزشکی تهران  
پژوهشکده محیط زیست

# آلودگی هوا و اثرات آنها بر سلامت

دکتر کاظم ندافی

استاد دانشگاه علوم پزشکی تهران

# روند تغییرات غلظت سالیانه $PM_{2.5}$ هوای آزاد در شهر تهران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.





سازمان حفاظت محیط زیست

Department Of Environment



## قانون هوای پاک

۵ دی ماه ۱۴۰۲

- اشاره به تاریخچه سیاستگذاری کنترل آلودگی هوا (۱۳۵۴-۱۳۹۷)
- در سال ۱۴۰۲ (۹ ماه اول) سهم ذرات ۶۶ و ۸ درصد و ازن ۲۶ درصد
- هفت محور اصلی کنترل آلودگی هوا در قانون هوای پاک
  - اسقاط وسایل نقلیه فرسوده ۱۰/۹ درصد تاثیر – ضعیف
  - ارتقا سوخت مصرفی وسایل نقلیه موتوری ۱۰/۸ درصد – متوسط
  - مدیریت مصرف سوخت خانگی تجاری و صنعتی ۱۰/۵ درصد – ضعیف
  - توسعه و نوسازی ناوگان حمل و نقل عمومی ۹/۲ درصد – ضعیف
  - تامین مالی ۸/۲ درصد - ضعیف
  - تجهیز نیروگاهها و صنایع به سیستم های کنترلی ۷/۲ درصد – صفر
  - توسعه انرژی های تجدیدپذیر ۶/۱ درصد - ضعیف



## پیشنهادهات



۱. جذب و نگهداشت نیروی انسانی متخصص در سازمان حفاظت محیط زیست
۲. فعالسازی کارگروه ملی کاهش آلودگی هوا به منظور حل گره های اجرایی
۳. به روزرسانی سیاهه انتشار کلانشهرها با تاکید بر صحت سنجی داده ها و نتایج با هدف استخراج سناریوهای کاهش
۴. تدوین لایحه اصلاح قانون هوای پاک با رویکرد منطقه ای و بر اساس سناریوهای کاهش
۵. تقویت بعد نظارت بر اجرای قانون



سازمان حفاظت محیط زیست

# نقش پایش در مدیریت آلودگی هوا

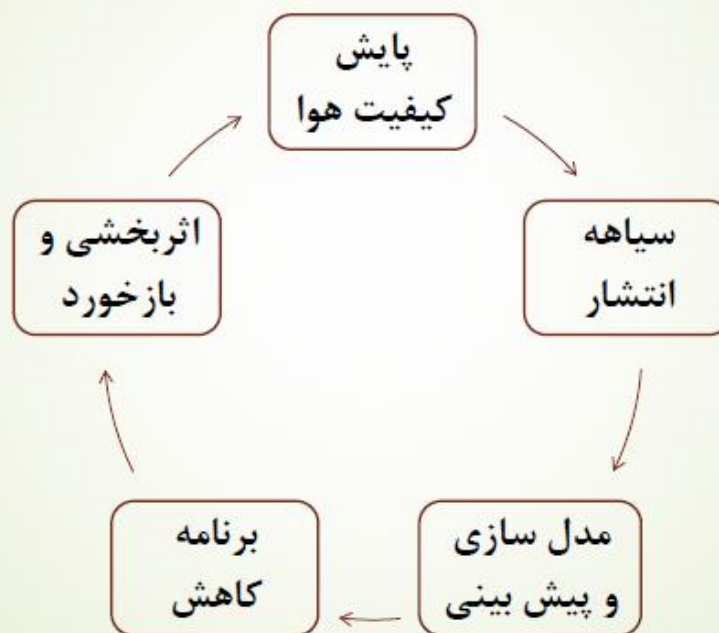
احمد طاهری

دفتر پایش فرآگیر محیط زیست

سازمان حفاظت محیط زیست

زمستان ۱۴۰۲

## چرخه مدیریت آلودگی هوا

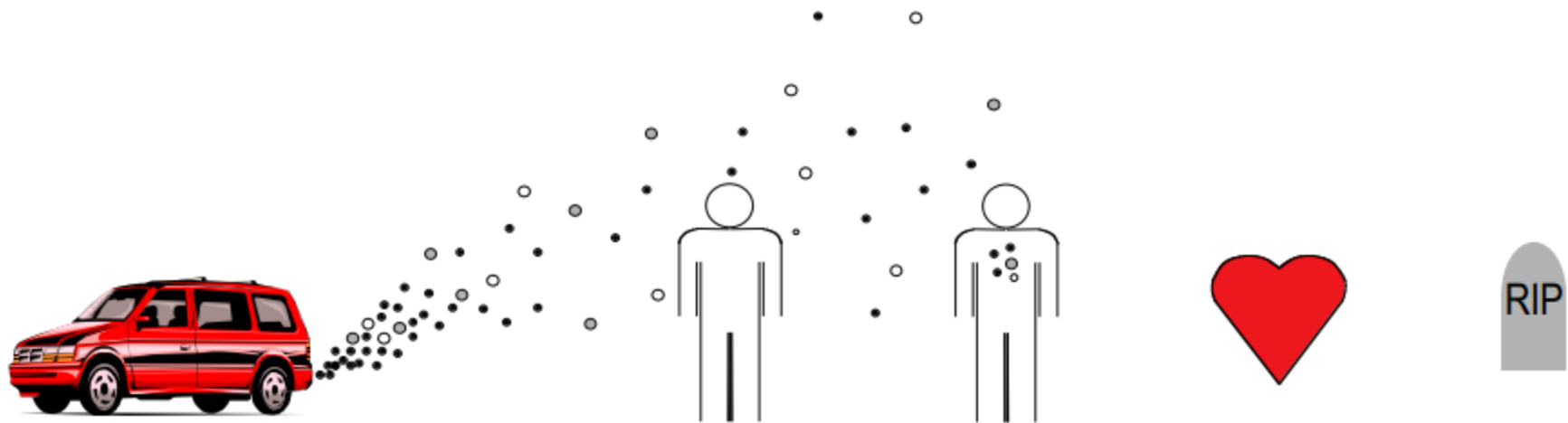


## جمع بندی و نتیجه گیری

- لزوم گسترش زیرساخت پایش در کشور (منابع و محیطی)
- لزوم گسترش تکنولوژی های مورد استفاده در پایش (تصاویر ماهواره ای، سنسورهای ارزان قیمت و...)
- لزوم اجرای طرح های بنیادی پایش (ضرایب انتشار)
- لزوم لحاظ نمودن داده های پایش در سیاست گذاری های آلودگی هوا (خصوصا ازن و ذرات معلق)

# Air-pollution health-effects paradigm

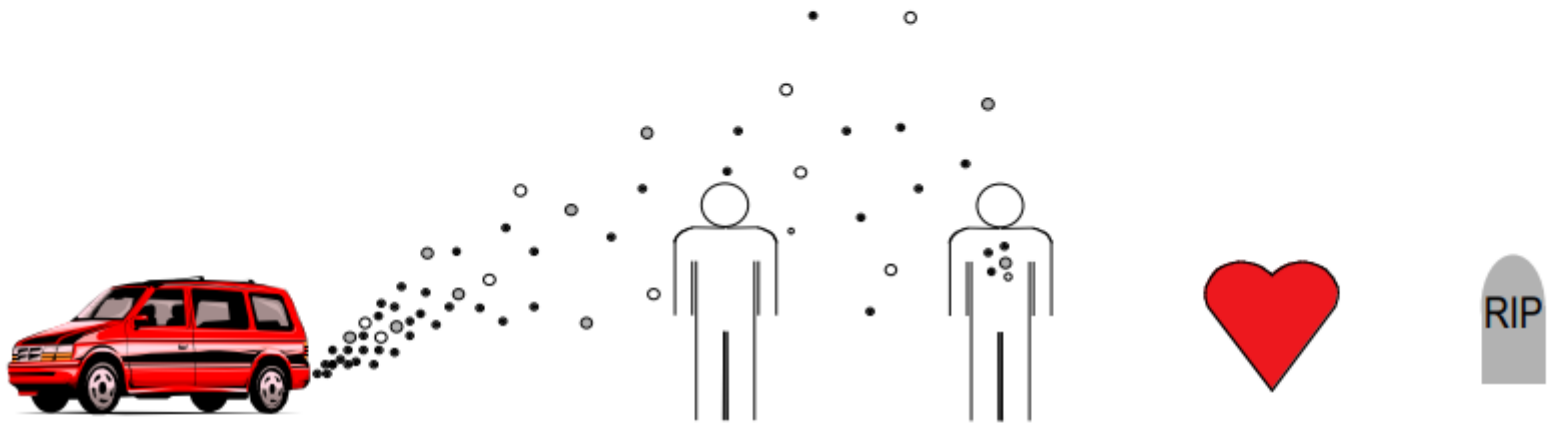
---



emissions → concentration → exposure → intake → dose → health effects

# Domains: AQE and EHS

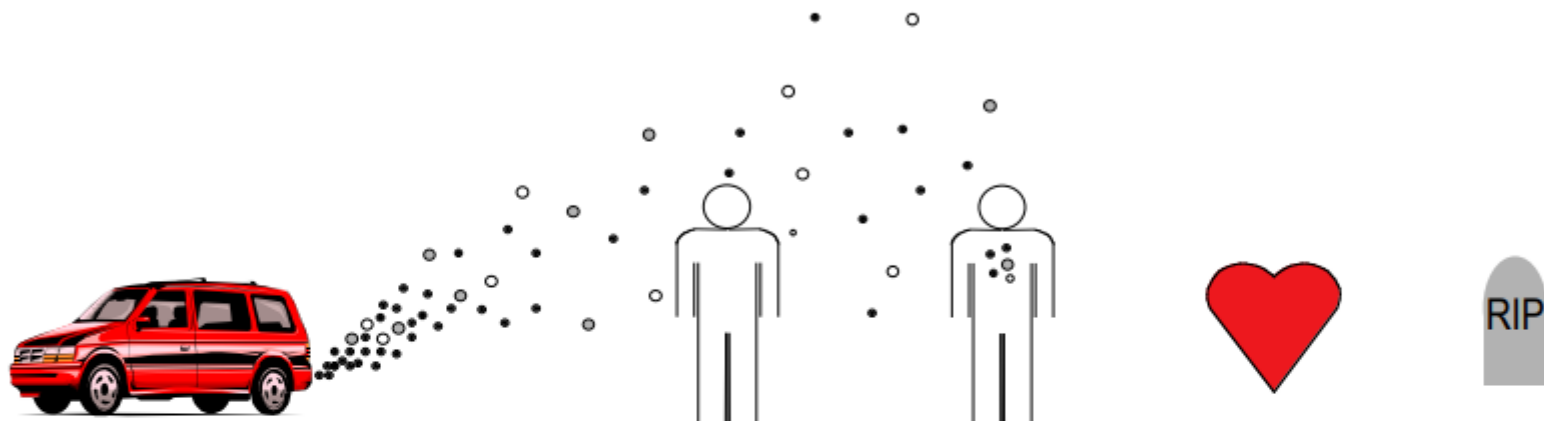
---



emissions → concentration → exposure → intake → dose → health effects  
**Air-Quality Engineering**

emissions → concentration → exposure → intake → dose → health effects  
**Environmental Health Sciences**

# Expanding the domain of AQE



emissions → concentration → exposure → intake → dose → health effects  
**Air-Quality Engineering**

emissions → concentration → exposure → intake → dose → health effects  
**Environmental Health Sciences**



سازمان حمل و نقل و ترافیک



شرکت کنترل کیفیت هوا  
وابسته به شهرداری تهران

## اهم تکالیف شهرداری تهران در قانون هوای پاک

### حوزه حمل و نقل

- مخاطب مستقیم  
تکالیف وزارت کشور  
است
- توسعه و نوسازی ناوگان حمل و نقل عمومی
  - معاینه فنی وسایل نقلیه
  - ایجاد زیرساخت طرح های ترافیکی
  - صدور مجوز شرکت های حمل و نقل پیک موتوری برای ناوگان برقی

### حوزه فضای سبز

- توسعه فضای سبز شهری
- استفاده از پساب و روش های آبیاری نوین برای فضای سبز

### تکالیف عمومی

- برقی سازی ناوگان موتورسیکلت های ملکی
- استفاده از خودروهای سنگین گازسوز، فیلتردار یا زیر ۵ سال در ناوگان ملکی
- معاینه فنی موتورخانه ساختمان ها

# سازمان بازرسی کل کشور

- تطبیق قوانین

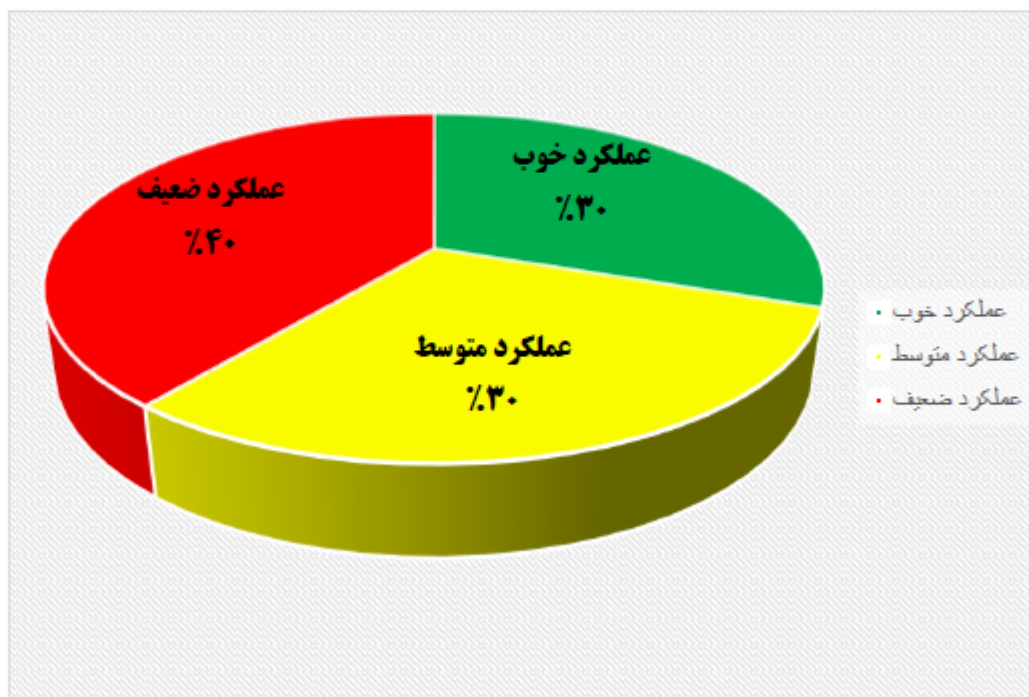
# بررسی معضل آلودگی هوا از منظر اجرای قوانین و آرائه راهکارهای پیشنهادی

---

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی  
دی ماه ۱۴۰۲

# ارزیابی اجرای قانون هوای پاک

---



# دلایل عدم موفقیت قانون هوای پاک



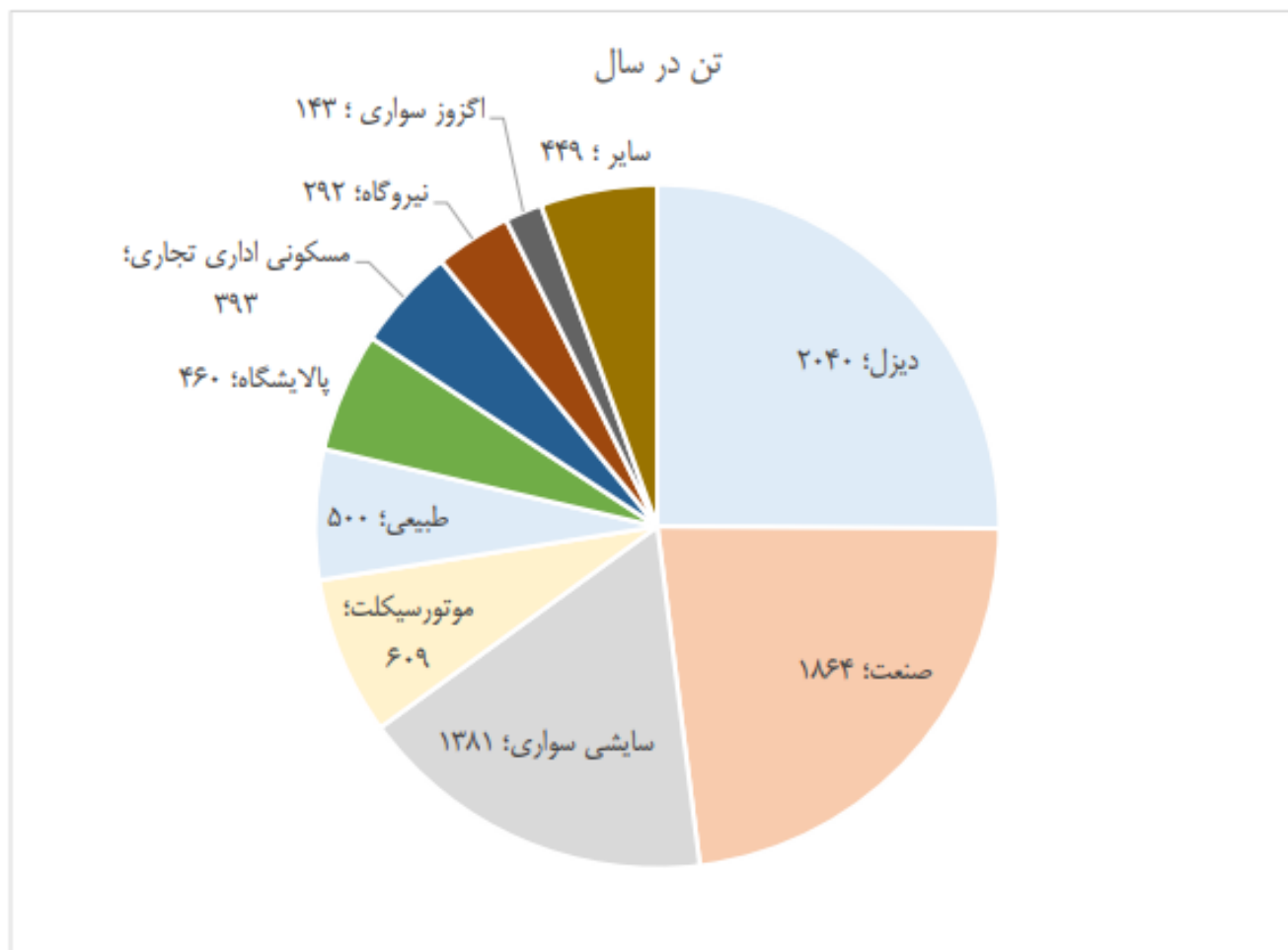
بر اساس مصوبه هیات وزیران  
قرارداد مطالعاتی با کنسرسیوم پژوهشی دانشگاه ها  
برای تولید فهرست انتشار آلاینده های هوا شامل منابع انسان ساز  
و تدوین و ارزیابی سناریوهای اصلی کاهش آلودگی هوا در کلانشهرها



# اهداف مطالعه

- محاسبه موجودی انتشار آلاینده هوا در محدوده کلان شهرها در قالب سامانه دینامیک محاسبه،
- کمک و همکاری در به ثمر رساندن وظیفه و تکلیف قانونی طبق مصوبه سال ۱۳۹۴ هیئت دولت در خصوص کاهش سطح آلودگی هوای کشور و کلان شهرها،
- امکان اتصال به سامانه‌های پیش‌بینی هوا به منظور پیش‌بینی میزان و الگوی آلودگی هوا متناسب با پیش‌بینی الگوی جریان هوا و گرد و غبار به منظور تصمیم‌سازی‌های مدیریتی در گام دوم تحقیق،
- **ارائه سناریوهای بهبود و ارتقاء کیفیت هوا در کلانشهرها و**
- امکان توسعه این سامانه به منظور تنویر افکار عمومی در گام سوم

با توجه به جداول فوق منابع انتشار آلودگی به ترتیب اولویت به شرح زیر خواهد بود.



جدول ۱. میزان و سهم انتشار آلاینده‌ها از منابع مختلف در شهر تهران - سال ۱۳۹۶

| منبع آلاینده        | آلاینده‌های گازی |            | ذرات معلق  |            |
|---------------------|------------------|------------|------------|------------|
|                     | تناژ تولید       | سهم (درصد) | تناژ تولید | سهم (درصد) |
| منابع متحرک         | ۵۷۲,۶۰۵          | ۸۲/۹       | ۶,۳۳۸      | ۶۰/۸       |
| فرودگاه             | ۲,۰۰۸            | ۰/۳        | ۱۸         | ۰/۲        |
| جایگاه سوخت         | ۱۳,۰۷۱           | ۱/۹        | ۰          | ۰/۰        |
| راه آهن             | ۹۷۲              | ۰/۱        | ۱۶         | ۰/۲        |
| پایانه‌های اتوبوس   | ۱,۴۶۷            | ۰/۲        | ۲۴۴        | ۲/۳        |
| خانگی، تجاری، اداری | ۲۲,۲۵۱           | ۳/۲        | ۲۳۷        | ۲/۳        |
| نیروگاه             | ۳۶,۸۵۳           | ۵/۳        | ۱,۲۶۶      | ۱۲/۱       |
| پالایشگاه           | ۲۸,۲۸۰           | ۴/۱        | ۴۵۴        | ۴/۴        |
| صنایع               | ۱۳,۱۵۲           | ۱/۹        | ۱,۸۵۸      | ۱۷/۸       |
| جمع کل              | ۶۹۰,۶۶۰          | ۱۰۰        | ۱۰,۴۳۳     | ۱۰۰        |

مأخذ: سیاهه انتشار آلاینده‌های هوای تهران، شرکت کنترل کیفیت هوا سال ۱۳۹۶.

انتشار PM از منابع متحرک (تن در سال)

| کل          | استارت سرد | سایشی       | احتراقی      |                  |
|-------------|------------|-------------|--------------|------------------|
| 1490        | 12.0       | 1381        | 97           | سواری            |
| 184         | 1.7        | 160         | 21           | وانت             |
| 214         | 0.3        | 201         | 12           | تاکسی            |
| 215         | 3.0        | 40          | 173          | مینی بوس         |
| 493         | 19.8       | 36          | 437          | اتوبوس سرویس     |
| 381         | 3.5        | 43          | 335          | اتوبوس واحد      |
| 951         | 76.8       | 126         | 749          | کامیون و کامیونت |
| 609         |            | 115         | 493          | موتورسیکلت       |
| <b>4537</b> | <b>117</b> | <b>2103</b> | <b>2,317</b> | جمع              |

## محورهای اصلی بسته سناریوها و راهکارهای جامع کاهش آلودگی هوا در کلانشهرهای کشور

۸- اولویت بندی سناریوها براساس  
میزان کاهش انتشار  
سهم در کاهش انتشار  
تفکیک منابع ثابت و متحرک  
مدت زمان اجرا  
میزان اجرایی بودن  
هزینه و فایده

۹- تفکیک سناریوهای پیشنهادی به دو سطح ملی و استانی

۱۰- تهیه بسته نهایی در سه سطح: (۱) ریاست محترم  
جمهوری (۲) خلاصه مدیریتی (۳) تفصیلی

۱۱- ذکر مراجع و رفرنس های معتبر

۱۲- ارائه نقشه توزیع مکانی و زمانی تولید آلودگی پایه و  
کاهش انتشار آلاینده ها پس از اجرای هر سناریو

۱۳- ذکر مطالعات و پروژه های پیشنهادی آتی

۱- تعریف دقیق و کامل هر سناریو (با در نظر گرفتن شرایط  
بومی، وضعیت صنعتی، زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی)

۲- ذکر میزان اثر بخشی و کاهش موثر انتشار آلاینده های  
معیار هر کلانشهر در هر سناریو

۳- ذکر میزان اثر بخشی و کاهش موثر انتشار (براساس کاهش  
غلظت) آلاینده های معیار پیرامون صنایع بزرگ با استفاده از  
مدلسازی

۴- ذکر زمان بندی اجرای هر سناریو  
کوتاه مدت: تا ۲ سال، میان مدت: از ۲ تا ۵ سال، بلند مدت:  
بیش از ۵ سال)

۵- ذکر هزینه، ارزیابی اقتصادی (هزینه فایده) و میزان  
اعتبار مورد نیاز هر سناریو

۶- مشخص نمودن نهاد مسئول برای اجرای هر سناریو

۷- ذکر قابلیت اجرایی هر سناریو بر اساس وضعیت کشور و  
قوانین بالادستی

# هزینه خسارت اجتماعی آلاینده های هوا

خسارت های اجتماعی منابع متحرک و ساکن کلان شهرها بر حسب دلار در سال ۱۳۹۶

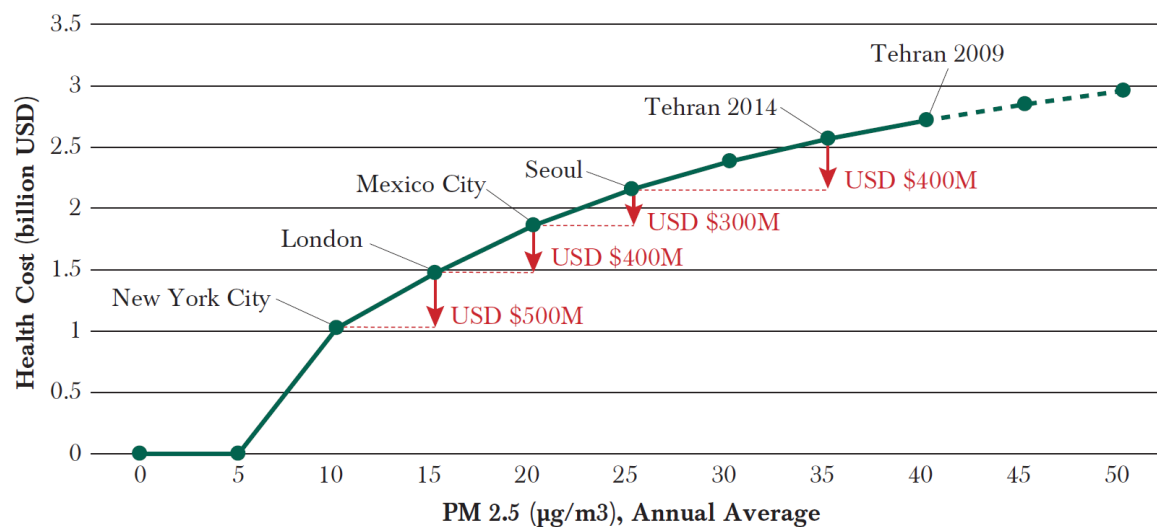
| شهر      | SOx           | NOx           | CO         | VOCs        | PM            | مجموع         |
|----------|---------------|---------------|------------|-------------|---------------|---------------|
| تهران    | ۳۵۷,۷۵۶,۳۱۲   | ۲,۰۲۷,۴۹۹,۵۴۴ | ۲۵,۷۰۰,۹۳۰ | ۴۱۶,۶۶۵,۸۶۲ | ۱,۲۳۳,۱۵۰,۶۸۱ | ۴,۰۶۰,۷۷۳,۳۲۹ |
| اهواز    | ۳۱۲,۱۵۰,۷۷۲   | ۳۷۰,۵۲۵,۷۴۰   | ۳,۵۶۴,۷۲۰  | ۲۴,۶۹۴,۳۴۳  | ۳۶۸,۴۷۲,۵۳۴   | ۱,۰۷۹,۴۰۸,۱۰۹ |
| اراک     | ۹,۳۴۴,۷۱۷     | ۲۵۶,۳۴۴,۵۶۴   | ۲۴,۱۲۹     | ۴,۹۶۵,۹۳۲   | ۴۳,۷۰۹,۴۲۱    | ۳۱۴,۳۸۸,۷۶۳   |
| اصفهان   | ۳,۸۳۹,۹۸۱,۵۷۱ | ۷۲۹,۸۹۱,۲۹۳   | ۱۰,۲۶۰,۵۲۲ | ۱۳۴,۵۶۲,۱۳۲ | ۴,۰۵۰,۴۵۱,۷۳۰ | ۸,۷۶۵,۱۴۷,۲۴۸ |
| کرمانشاه | ۴۲۶,۷۱۲,۸۳۴   | ۲۳۷,۲۹۳,۶۲۴   | ۱,۰۷۸,۵۱۲  | ۳۴,۵۲۰,۴۴۹  | ۳۳۸,۸۳۷,۳۷۸   | ۱,۰۳۸,۴۴۲,۷۹۷ |
| شیراز    | ۳۹,۵۰۹,۷۰۸    | ۲۸۷,۶۵۸,۰۰۳   | ۳,۶۴۴,۷۸۷  | ۴۱,۵۷۶,۱۴۱  | ۳۷۲,۶۰۴,۱۹۱   | ۷۴۴,۹۹۲,۸۳۰   |
| قم       | ۶,۷۳۸,۷۶۷     | ۲۳۰,۴۰۱,۰۳۵   | ۳,۴۶۵,۷۰۸  | ۱۷,۹۶۲,۵۰۶  | ۶۲۸,۰۰۶,۳۲۲   | ۸۸۶,۵۷۴,۳۳۸   |
| کرج      | ۲۷,۰۱۲,۹۱۸    | ۳۱۲,۸۳۶,۷۱۰   | ۳,۵۶۲,۸۵۴  | ۴۲,۷۲۸,۴۰۰  | ۹۲۲,۳۸۷,۰۶۶   | ۱,۳۰۸,۵۲۷,۹۴۷ |
| تبریز    | ۱۴۴,۱۲۵,۵۷۸   | ۴۶۳,۲۳۰,۷۸۰   | ۹,۶۱۳,۶۷۴  | ۶۲,۰۴۰,۸۳۸  | ۱۵۲,۵۸۰,۸۰۵   | ۸۳۱,۵۹۱,۶۷۵   |

# AIR POLLUTION IN TEHRAN: HEALTH COSTS, SOURCES, AND POLICIES

Martin Heger and Maria Sarraf

## گزارش بانک جهانی، ۲۰۱۸ هزینه اقتصادی (سلامت) برای شهر تهران: ۲,۶ میلیارد دلار در سال

**FIGURE 4.** AVOIDED ANNUAL ECONOMIC COSTS ASSOCIATED WITH REDUCING PM<sub>2.5</sub> CONCENTRATIONS IN TEHRAN



Sources: WHO AAP 2016 and World Bank-IHME 2016 data



هوای پاک ، لازمه انسان برای زندگی سالم