

بررسی تطبیقی و تقنینی بحران آلودگی هوا در
کلان‌شهرهای کشور
۱. بررسی تطبیقی وضع آلودگی هوای کلان‌شهرهای ایران با
کشورهای منتخب

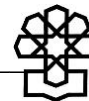
معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر مطالعات زیربنایی

کد موضوعی: ۲۵۰
شماره مسلسل: ۱۶۷۰۹
آبان‌ماه ۱۳۹۸

به نام خدا

فهرست مطالب

۱.....	چکیده
۱.....	مقدمه
۲.....	مبانی و تعاریف مرتبط با آلودگی هوا.....
۶.....	عوامل مؤثر بر آلودگی هوا.....
۶.....	آلاینده‌های اولیه و ثانویه.....
۷.....	منابع اصلی آلودگی هوا.....
۸.....	مطالعه تطبیقی وضع موجود آلودگی هوای کشور با نمونه‌های جهانی.....
۹.....	نمونه‌هایی از ساختارهای مبارزه با آلودگی هوا.....
۱۰.....	کیفیت هوا در کشورهای اروپایی.....
۱۰.....	آژانس محیط زیست اروپا.....
۱۱.....	ساختار کشورهای اروپایی.....
۱۴.....	هزینه‌ها، درآمد و بودجه حفاظت از محیط زیست در اتحادیه اروپا.....
۱۴.....	راهبردهای ملی و منطقه‌ای.....
۱۵.....	نمونه‌هایی از برنامه‌های کاهش آلودگی هوا.....
۱۸.....	نمونه تجربیات اجرا شده در کشور.....
۱۹.....	نتیجه‌گیری.....
۲۰.....	منابع و مآخذ.....



بررسی تطبیقی و تقنینی بحران آلودگی هوا در کلان‌شهرهای کشور ۱. بررسی تطبیقی وضع آلودگی هوای کلان‌شهرهای ایران با کشورهای منتخب

چکیده

آلودگی هوا بحرانی است که از سالیان گذشته بسیاری از کشورهای جهان با آن روبه‌رو بوده‌اند و بسیاری از آنها با اتخاذ تدابیری موفق به حل و رفع آن شده‌اند. در ایران نیز در سالیان اخیر به‌ویژه در کلان‌شهرها، آلودگی هوا افزایش قابل توجهی داشته و به‌نوبه خود باعث ایجاد خسارت بهداشتی و سلامتی و به تبع آن صدمات اقتصادی شده است. در این خصوص به‌رغم اقدامات و فعالیت‌های انجام پذیرفته در کشور، نباید از تجربیات کشورهای پیشرو در این زمینه غافل ماند.

اهمیت مطالعات مقایسه‌ای و تطبیقی در زمینه سیاستگذاری و قانونگذاری از منظر شناسایی کاستی‌هاست که موجب تغییر، بهبود و ارتقای سیاستگذاری می‌شود. در این گزارش پس از ارائه تعاریف و مبانی آلودگی هوا، مطالعه مقایسه‌ای و تطبیقی برخی از کشورهای اروپایی از قبیل آلمان، فرانسه، سوئیس، ایتالیا و اتحادیه اروپا در زمینه ساختار، سیاستگذاری و قانونگذاری انجام گرفته است. همچنین اقدامات اجرایی کشورهای موفق در کاهش آلودگی هوا بررسی شده است.

مقدمه

معضل آلودگی هوا سابقه طولانی در کشور دارد و به‌ویژه در سال‌های آغازین دهه ۱۳۹۰ مورد توجه جدی قرار گرفته است. آلودگی هوا در کشور هر ساله موجب تعطیل شدن ادارات، دستگاه‌های دولتی و مدارس در شهرهای بزرگ و صنعتی شده است که هزینه‌های بالایی به اقتصاد کشور تحمیل کرده است. از طرفی آمار بالای بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا، از دیگر آسیب‌های این معضل دنیای صنعتی است. این درحالی است که معضل آلودگی هوا تنها مختص کشور ایران نیست و سایر کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی پیش‌تر، با این معضل دست‌به‌گریبان بوده و درنهایت با اقدامات و اصلاحات ساختاری و عملیاتی، موفق به رفع آن شده‌اند. در ایران نیز آلودگی هوا به‌عنوان یکی از معضلات زندگی شهری خود را نشان داده است. طبق آمار وزارت بهداشت سالیانه بین ۴ الی ۵ هزار شهروند تهرانی جان خود را در مواجهه مستقیم با ذرات معلق ($PM_{2.5}$) هوای تهران از دست می‌دهند (ندافی و همکاران، ۱۳۹۴). این آمار صرفاً مخصوص تهران است درحالی که شهروندان بقیه شهرها نیز با معضل آلودگی هوا دست به‌گریبانند.

همچنین بنابر اعلام بانک جهانی در سال ۲۰۱۶ آلودگی هوا چهارمین عامل عمده مرگ‌ومیر در سراسر دنیا بوده و از هر ۱۰ مرگ در سراسر جهان یک مورد به خاطر قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا بوده است. از دست دادن زندگی به خاطر آلودگی هوا باعث درد و رنج انسان‌هاست و توسعه اقتصادی را نیز کاهش می‌دهد؛ هزینه اقتصادی آلودگی هوا نیز بسیار قابل توجه است (The World Bank, 2016).

امروزه پیشرفت اقتصادی به همراه محافظت از محیط‌زیست کشورها و توجه به سطح سلامت و بهداشت جامعه از عوامل توسعه پایدار است. خسارت وسیع و گسترده ناشی از آلودگی هوا، به حوزه سلامت و اقتصاد کشورها هزینه‌های سنگینی را تحمیل می‌کند. برای مثال طبق گزارش سال ۲۰۱۸ بانک جهانی، خسارت مالی ناشی از آلودگی هوای تهران در سال بالغ بر ۲/۶ میلیارد دلار است (Heger and Sarraf, 2018).

در گزارش حاضر، در ابتدا تعاریف اولیه آلودگی هوا در زمینه اندازه‌گیری و پایش ارائه شده است. سپس ساختارهای سازمانی و تشکیلاتی مبارزه با آلودگی هوا در سایر کشورها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. در این راستا، وضعیت ساختار حاکمیتی و متولیان اصلی موضوع محیط‌زیست و مبارزه با آلودگی هوا در اتحادیه اروپا و چند کشور اروپایی (آلمان، فرانسه، سوئیس و ایتالیا) شامل ساختار، نمودار تشکیلاتی، قوانین مرتبط، بودجه سالانه، جرم‌انگاری و ضمانت اجرایی قوانین مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر آن، تجربیات سایر کشورهای موفق در مبارزه با آلودگی هوا، جهت اجرای پروژه‌های مربوطه ارائه شده است.

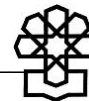
مبانی و تعاریف مرتبط با آلودگی هوا

آلودگی هوا عبارت است از حضور یک یا چند آلاینده یا ترکیب آنها در هوای آزاد یا هوای داخل در مقادیر و مدت زمانی که ممکن است سبب آسیب به زندگی انسان، گیاه یا حیوان یا اموال یا به‌طور نامعقولی سبب تداخل در برخورداری راحت از زندگی یا اموال شود (کلیشادی و همکاران ۱۳۹۴).

سازمان همکاری و اقتصادی توسعه^۱، آلودگی را این‌گونه تعریف می‌کند: «ورود مواد یا انرژی‌هایی به محیط‌زیست توسط انسان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم که در نتیجه آثار زیانبار آنها بهداشت انسانی به خطر بیفتد، به منابع زنده و اکوسیستم آسیب برسد، امکانات را مختل کند و یا با دیگر استفاده‌های مشروع از محیط‌زیست تداخل داشته باشد».

طبق تعریف سازمان حفاظت محیط‌زیست آلودگی هوا عبارت است از «وجود و پخش یک یا چند آلوده‌کننده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیرپرتوزا در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به‌طوری تغییر دهد که زیان‌آور برای انسان و سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد (کلیشادی و همکاران، ۱۳۹۴)».

1. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)



به منظور ارزیابی و اطلاع‌رسانی وضعیت هوا، معمول‌ترین شاخص مورد استفاده شاخص AQI^۱ است. شاخص کیفیت هوا (AQI) عددی است که از آن برای توصیف وضعیت آلودگی هوا استفاده می‌شود. شاخص کیفیت هوا شاخصی جهت اعلام وضعیت روزانه کیفیت هوا به عموم مردم است. این شاخص برای پنج آلاینده اصلی هوا یعنی ذرات معلق، دی‌اکسید نیتروژن، ازن سطح زمین، منواکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد محاسبه می‌شود. شاخص AQI به‌غیراز نمایش کیفیت هوا، کمک شایانی به تحلیل شرایط موجود و تدوین برنامه‌های آینده می‌کند (ملک‌حسینی و سلیمانی، ۱۳۹۷).

شاخص کیفیت هوا AQI: کیفیت هوا به‌وسیله تعیین غلظت آلاینده‌های اصلی در ایستگاه‌های سنجش اندازه‌گیری می‌شود. این ایستگاه‌ها بسته به جمعیت شهر و وسعت آن، ممکن است متعدد باشند. داده‌های خام به‌دست آمده از سنجش آلاینده‌ها با استفاده از رابطه زیر به AQI تبدیل می‌شوند. مقادیر شاخص کیفیت هوا معمولاً به‌صورت طیف‌هایی گروه‌بندی می‌شوند.

• هوای پاک (۰ تا ۵۰): کیفیت هوا خوب است. در کشور ما معمولاً به این حالت وضعیت «پاک» اطلاق می‌شود.

• هوای سالم (۵۱ تا ۱۰۰): کیفیت هوا قابل قبول است؛ اما برخی از مواد آلاینده ممکن است مشکلات مختصری برای شماری از افراد به‌طور غیرمعمول حساس به آلودگی هوا ایجاد کنند. در کشور ما معمولاً به این حالت وضعیت «سالم» اطلاق می‌شود.

• هوای ناسالم برای گروه‌های حساس (۱۵۰-۱۰۱): افراد گروه حساس از جمله افراد مبتلا به بیماری‌های ریوی مانند آسم، افراد دارای بیماری قلبی، کودکان و سالمندان ممکن است دچار مشکل و ناراحتی تنفسی شوند. بعضی از افراد گروه‌های حساس ممکن است آثار بهداشتی خاصی را تجربه کنند. ولی وقتی آلودگی هوا در این سطح قرار دارد؛ عموم مردم تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند.

• هوای ناسالم (۲۰۰-۱۵۱): همه افراد در صورت قرار گرفتن بلندمدت در معرض هوای با این شدت آلودگی ممکن است دچار علائم تنفسی شوند؛ افراد گروه حساس ممکن است دچار پیامدهای بیشتری شوند.

• بسیار ناسالم (۳۰۰-۲۰۱): هشدار درباره بروز وضعیت اضطراری بهداشتی. با احتمال بیشتر سلامت همه جمعیت به خطر می‌افتد.

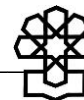
• خطرناک (۵۰۰-۳۰۰): وضعیت اضطراری هشدار بهداشتی. همه افراد ممکن است دچار پیامدهای بهداشتی وخیم شوند^۲.

شاخص AQI به کمک فرمول شماره یک و جدول نقاط شکست آلاینده‌گی برای هر ایستگاه سنجش آلاینده‌گی محاسبه می‌شود. در نهایت بالاترین مقدار AQI به‌عنوان AQI آن ایستگاه معرفی می‌شود.

نقاط شکست به میزانی از غلظت ذرات آلاینده هوا اطلاق می‌شود که به محض بروز، شاخص کیفیت هوا را یک پله تنزل می‌دهد و برای مثال وضعیت هوا را از حالت «پاک» به حالت «سالم» یا از وضعیت «سالم» به «ناسالم برای گروه‌های حساس» تبدیل می‌کند.

فرمول شماره ۱.
$$P = I_{LO} \frac{I_{Hi} - I_{LO}}{BP_{Hi} - BP_{LO}} (C_P - BP_{LO}) +$$
 شاخص آلاینده P

مقدار AQI منطبق با BP_{Hi}	I_{Hi}
غلظت اندازه‌گیری شده آلاینده P	C_P
نقطه شکستی که کوچک‌تر یا مساوی CP باشد	BP_{LO}
مقدار AQI منطبق با BP_{LO}	I_{LO}
نقطه شکستی که بزرگ‌تر یا مساوی Cp است	BP_{Hi}



جدول ۱. نقاط شکست AQI (وبسایت شرکت کنترل هوا)

O ₃ * (PPM) ۸ ساعته	O ₃ * (PPM) یک ساعته	PM _{2.5} ($\mu g/m^3$) ۲۴ ساعته	PM ₁₀ ($\mu g/m^3$) ۴ ساعته	CO (PPM) ۸ ساعته	SO ₂ (PPM) ۲۴ ساعته	NO ₂ (PPM) یک ساعته	AQI	طبقه بندی کیفیت هوا
۰-۰/۰۵۹	-	۰-۱۵/۴	۰-۵۴	۰-۴/۴	۰-۰/۰۳۴	۰-۰/۰۵۳	۰-۵۰	پاک
۰/۰۶۰-۰/۰۷۵	-	۱۵/۵-۳۵/۰	۵۵-۱۵۴	۴/۵-۹/۴	۰/۰۳۵-۰/۱۴۴	۰/۰۵۴-۰/۱	۵۱-۱۰۰	سالم
۰/۰۷۶-۰/۰۹۵	۰/۱۲۵-۰/۱۶۴	۳۵/۱-۶۵/۴	۱۵۵-۲۵۴	۹/۵-۱۲/۴	۰/۱۴۵-۰/۲۲۴	۰/۱۰۱-۰/۳۶۰	۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه‌های حساس
۰/۰۹۶-۰/۱۱۵	۰/۱۶۵-۰/۲۰۴	۶۵/۵-۱۵۰/۴	۲۵۵-۳۵۴	۱۲/۵-۱۵/۴	۰/۲۲۵-۰/۳۰۴	۰/۳۶۱-۰/۶۴۰	۱۵۱-۲۰۰	ناسالم
۰/۱۱۶-۰/۳۷۴	۰/۲۰۵-۰/۴۰۴	۱۵۰/۵-۲۵۰/۴	۳۵۵-۴۲۴	۱۵/۵-۳۰/۴	۰/۳۰۵-۰/۶۰۴	۰/۶۵-۱/۲۴	۲۰۱-۳۰۰	بسیار ناسالم
**	۰/۴۰۵-۰/۵۰۴ ۰/۵۰۵-۰/۶۰۴	۲۵۰/۵-۳۵۰/۴ ۳۵۰/۵-۵۰۰/۴	۴۲۵-۵۰۴ ۵۰۵-۶۰۴	۳۰/۵-۴۰/۴ ۴۰/۵-۵۰/۴	۰/۶۰۵-۰/۸۰۴ ۰/۸۰۵-۱/۰۰۴	۱/۲۵-۱/۶۴ ۱/۶۵-۲/۰۴	۳۰۱-۴۰۰ ۴۰۱-۵۰۰	خطرناک

**در بیشتر مناطق AQI براساس مقادیر ازن ۸ ساعته گزارش می‌شود، اما در برخی مناطق AQI براساس مقادیر ازن یک ساعته به احتیاط نزدیک‌تر است. در این شرایط AOI باید هم برای مقادیر ازن ۸ ساعته و هم برای ازن یک ساعته محاسبه شود هر کدام بیشتر بود گزارش شود.

**وقتی غلظت ازن ۸ ساعته از ۰/۳۷۴ppm فراتر رود مقادیر AQI، بیش از ۳۰۰ باید با استفاده از غلظت ازن یک ساعته محاسبه شود.

Source:<http://air.tehran.ir>

جهت تدقیق موارد، به منظور محاسبه شاخص یک مثال ساده مطابق ذیل ارائه می‌شود:
 مثال: شاخص AQI وقتی در یک ایستگاه سنجش آلودگی هوا غلظت ازن ۸ ساعت $0/110 \text{ ppm}$ و غلظت ۲۴ ساعت PM_{10} معادل ۲۰۵ میکروگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری شده است؛ بدین ترتیب محاسبه می‌شود:

الف) محاسبه AQI برای ازن ۸ ساعته:

$$\frac{200-151}{0/115-0/096} (0/110-0/096)+151=187$$

ب) محاسبه AQI برای PM_{10}

۲۴ ساعته:

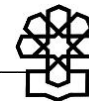
$$\frac{150-101}{254-155} (205-155)+101=126$$

عوامل مؤثر بر آلودگی هوا

عواملی که بر آلودگی هوا تأثیر می‌گذارند، شامل خصوصیات هواشناسی، شکل توپوگرافی، خصوصیات آلاینده‌ها و روش انتشار آلاینده‌هاست. پارامترهای جوی مانند اندازه و جهت باد، رطوبت نسبی و غیره، آلودگی هوا را تحت تأثیر قرار خواهد داد. باد با حرکت افقی، آلاینده را حمل و جابه‌جا خواهد کرد. غلظت آلاینده‌ها در سطح زمین اساساً به اندازه و جهت باد و میزان افت بستگی دارد. تغییر درجه حرارت هوا با افزایش ارتفاع سبب حرکت نسبتاً سریع آلاینده‌ها می‌شود. ناهمواری موجود در زمین بر نحوه انتشار آلاینده‌ها اثر می‌گذارد. بسته به شرایط محلی و مکانی، توپوگرافی ممکن است در نحوه انتشار آلاینده‌ها نقش مثبت و یا منفی داشته باشد. اهمیت مسائل مربوط به آلودگی هوا به نوع و اندازه آلاینده و جامد یا مایع یا گاز بودن آن بستگی دارد. همچنین به انرژی، صدا، گرما، رادیواکتیویته یا ترکیبی از این عوامل بستگی دارد. واکنش بین آلاینده‌ها در اتمسفر بسته به خصوصیات آلاینده‌ها ممکن است، مقدار آلاینده در اتمسفر را افزایش یا کاهش دهد. چگونگی ورود آلاینده‌ها و همچنین سرعت انتشار آلاینده‌ها به اتمسفر بر آلودگی هوا تأثیر دارد. آلاینده‌ها ممکن است به‌طور متناوب یا پیوسته یا دوره‌ای منتشر شوند. همچنین پراکندگی آلاینده‌ها به طریقه ورود آنها به اتمسفر بستگی دارد.

آلاینده‌های اولیه و ثانویه

آلاینده‌های اولیه آلاینده‌هایی هستند که مستقیماً از منابع آلودگی منتشر می‌شوند و وارد اتمسفر شده و با همان ترکیبی که وارد هوا شده‌اند در هوا می‌مانند. منواکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد، گردوغبار و ذرات معلق از این نوع آلاینده‌ها هستند. عموماً برنامه‌های کاهش آلودگی هوا بر کاهش مستقیم آلاینده‌های اولیه استوار است. در مقابل، آلاینده‌هایی هستند که در اثر برهم‌کنش عوامل



محیطی مانند نور خورشید، رطوبت و واکنش‌های فتوشیمیایی، هیدرولیز و اکسیداسیون بر روی آلاینده‌های اولیه تولید می‌شوند. این آلاینده‌ها شامل ازن، انواع اسیدها و به‌ویژه ذرات معلق ثانویه^۱ هستند. حذف آلاینده ثانویه در اتمسفر دشوارتر است زیرا در اثر واکنش‌های شیمیایی تولید می‌شود. به‌جای آن، برنامه‌های کاهش آلودگی هوا باید بر حذف تولیدکننده‌های آلاینده‌های ثانویه متمرکز باشند^۲.

منابع اصلی آلودگی هوا

پیشرفت صنایع و تکنولوژی توسعه شهرها، ازدیاد و تراکم جمعیت، افزایش وسایط نقلیه موتوری، ازدیاد مصرف سوخت‌های فسیلی، نامناسب بودن بافت شهری و در برخی از موارد نامناسب بودن موقعیت جغرافیایی محل، همگی باعث آلودگی هوا می‌شود. منابع آلودگی هوا را به‌طور کلی می‌توان به دو گروه تقسیم‌بندی کرد که شامل منابع طبیعی و منابع انسانی یا مصنوعی است. منابع انسانی خود به دو گروه تقسیم‌بندی می‌شود: منابع صنعتی و شهری (ترافیکی) و دیگری منابع روستایی و کشاورزی.

فهرست انتشار آلاینده‌ها تنها منبع معتبر برای محاسبه سهم تولید آلودگی از انواع منابع تولیدکننده آلودگی هواست. براساس این فهرست انتشار، منابع آلوده‌کننده براساس ماهیت وضعیت استقرار و پایش آنها در شهرها به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند. منابع ساکن و منابع متحرک آلاینده‌ها. براساس دسته‌بندی صورت گرفته، منابع متحرک تولید آلودگی، شامل وسایل نقلیه در حال تردد در شهر از جمله خودروهای شخصی، تاکسی‌ها، موتورسیکلت‌ها، مینی‌بوس‌ها، اتوبوس‌ها و خودروهای باری سبک و سنگین است. منابع ساکن آلاینده‌ها نیز دسته‌بندی متنوعی دارند و این موارد شامل صنایع خانگی و تجاری، بخش تبدیل انرژی (نیروگاه و پالایشگاه)، پایانه‌های مسافربری و جایگاه‌های عرضه سوخت می‌شوند (روشنی و همکاران، ۱۳۹۷). چهار آلاینده مونواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد و ترکیبات آلی فرار^۳ از نوع آلاینده‌های گازی هستند؛ اما آلاینده ذرات از نوع آلاینده‌های جامد بوده و بسیار خطرناک‌تر از چهار آلاینده گازی است که آثار جبران‌ناپذیری بر سلامت انسان می‌گذارد. گرچه از نظر میزان تولید، تولید آلاینده ذرات معلق کمتر از سایر آلاینده‌هاست، اما آثار مخرب آن بر روی محیط‌زیست و سلامتی انسان بسیار بیشتر است. لذا باید به آن توجه جدی شود.^۴

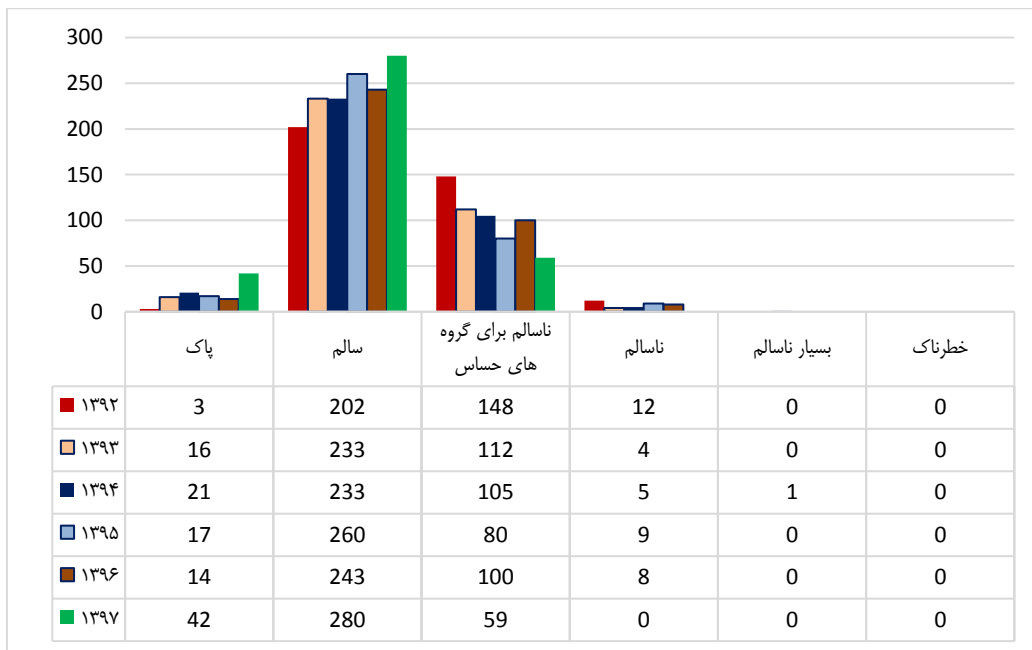
بررسی‌های انجام شده درخصوص کیفیت هوای تهران در سنوات اخیر حاکی از روند افزایشی غلظت آلاینده‌های $PM_{2.5}$ ، O_3 و NO_2 است که مستقیم و یا غیرمستقیم در اثر واکنش‌های احتراقی تولید شوند. حذف سرب موجود در بنزین، باعث شده سرب موجود در هوا در سالیان اخیر کاهش یافته و در وضعیت

1. Seconfray Organic Aerosol (SOA)
2. Air.tehran.ir
3. Volatile Organic Compounds (VOCs)
4. Air.Tehran.ir

مطلوبی قرار گیرد. البته شهر تهران از نظر آلاینده مونواکسیدکربن وضعیت بهتری دارد که علت اصلی آن استفاده از کاتالیست در خودروها در سالیان اخیر است. همچنین با توجه به کاهش میزان گوگرد در سوخت، غلظت آلاینده دی‌اکسید گوگرد در هوای شهر در سال ۱۳۹۶ روند کاهشی داشته است. از طرفی با بررسی وضعیت آلاینده ازن (O_3) مشاهده می‌شود که وضعیت این آلاینده طی سال ۱۳۹۶ در شرایط مطلوبی قرار داشته است، اما در تابستان سال ۱۳۹۷ با افزایش این آلاینده در تهران روبه‌رو بوده‌ایم. بالاترین غلظت ازن در حداکثر تابش خورشید رخ می‌دهد. ازن یک آلاینده ثانویه است که از واکنش هیدروکربن‌های نسوخته (سوخت نسوخته یا تبخیر شده) و اکسیدهای نیتروژن ناشی از احتراق در معرض نور خورشید تولید می‌شود. طبق گزارش شرکت کنترل کیفیت هوا از سال ۱۳۹۲ الی سال ۱۳۹۶، تعداد روزهای پاک، سالم، ناسالم و خطرناک در تهران مطابق نمودار ذیل است.

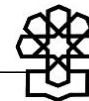
شکل ۱. وضعیت شاخص کیفیت هوا در از سال ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۷ (برحسب تعداد روز) به نقل از

وبسایت کنترل کیفیت هوا



مطالعه تطبیقی وضع موجود آلودگی هوای کشور با نمونه‌های جهانی

آلودگی هوا پدیده‌ای جدید و ناشناخته در دنیا نیست. این معضل بحرانی است که از سالیان گذشته بسیاری از کشورهای جهان با آن روبه‌رو بوده‌اند و با اتخاذ تدابیری موفق به حل و رفع آن شده‌اند. ایران نیز در سالیان اخیر به‌ویژه در کلان‌شهرها اقدامات مؤثری در کنترل آلودگی هوا انجام شده است. به‌رغم اقدامات و فعالیت‌های انجام پذیرفته در کشور، ظاهراً روند کاهش آلودگی هوا آغاز نشده است و



حداکثر غلظت آلاینده‌ها در سال‌های اخیر در کلان‌شهرها ثابت مانده است. از این رو لازم است نگاهی اجمالی به نمونه‌های موفق در دنیا برای کاهش آلودگی هوا داشت.

نمونه‌هایی از ساختارهای مبارزه با آلودگی هوا

یکی از ارکان اصلی مدیریت مطلوب مبارزه با آلودگی هوا در هر کشور، استقرار ساختار کلان مدیریت و کنترل بهینه و متناسب با موضوع آلودگی هواست که دارای همه ویژگی‌های لازم و شرایط مطلوب باشد. در سطوح اصلی تصمیم‌گیری کشور ایران، به‌نظر می‌رسد اقدام برای اصلاح ساختار موجود براساس اصول و مبانی علمی و نیز به‌کارگیری تجارب سایر کشورهای جهان در این زمینه، برای تطبیق با شرایط جدید و ایجاد آمادگی‌های لازم، ضرورتی جدی است.

با توجه به اهمیت موضوع، ساختار سازمانی مناسب نسبت به میزان انطباق آن با وظایف و اختیارات در جهت تحقق اهداف و انجام مأموریت‌ها به بهترین وجه ممکن لازم است که هر چه سریع‌تر بخش هوا آماده ایفای نقش بسیار حساس و تعیین‌کننده در سال‌های آتی شود.

پژوهش‌های متعدد نشان از تأثیر آلودگی هوا بر سلامت انسان و سایر موجودات داشته و آتار سوء این پدیده مخرب علاوه بر آثار حاد، آثار بلندمدت و مزمن نظیر آسم، بیماری‌های تنفسی و قلبی، بیماری‌های ژنتیکی و غیره در کشورهای متعددی از جمله ایران به اثبات رسیده است.

علاوه بر این، رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی مقوله‌ای نیست که از چشم پژوهشگران دور مانده باشد به طوری که تحقیقات متعدد نشان می‌دهد آلودگی هوا و رشد اقتصادی با هم مرتبط هستند. در مجموع آلودگی هوا با تأثیر مخرب بر همه شاخص‌های کیفیت زندگی شامل میزان سلامت، رفاه عمومی، بهزیستی اجتماعی، شادکامی، رضایتمندی و غیره در هر دو قالب رویکرد ذهنی به کیفیت زندگی و کیفیت عینی، قابلیت زیست‌پذیری در شهر را به شدت کاهش می‌دهد.

آنچه بدیهی است آلودگی هوا هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیمی را بر اقتصاد و جامعه تحمیل می‌کند که برخی از این هزینه‌ها حتی قابل محاسبه نیز نخواهد بود. برای به حداقل رساندن هزینه‌ها اقتصادی، مرگومیر ناشی از آلودگی هوا و آلودگی‌هایی از قبیل صدای بالاتر از حد استاندارد در اکثر معابر، باید کنترل و کاهش آلودگی هوا را مورد توجه قرار داد و برنامه‌های توسعه اقتصادی را براساس این هدف تدوین کرد.

با توجه به مطالب مطرح شده، طبیعی است آلودگی هوا از مهم‌ترین موضوعات در کشورهای مختلف جهان در کانون توجه سیاستمداران، مدیران، برنامه‌ریزان، پژوهشگران و عموم مردم قرار گرفته است.

در زمینه‌های سیاستگذاری و قانونگذاری آنچه که قابل ملاحظه است، مطالعات مقایسه‌ای در این حوزه است. مطالعات مقایسه‌ای در حوزه قانونگذاری، دارای تاریخی چند صد ساله و سابقه‌ای طولانی

است که حاصل این مطالعات نیز معمولاً به تغییر و بهبود قوانین ناکارآمد منجر شده است. در واقع با مطالعات مقایسه‌ای در حوزه قانونگذاری، نقایص و کاستی‌های قوانین داخلی، شناسایی خواهند شد و تغییر، بهبود و ارتقای آنها نیز مد نظر قرار خواهند گرفت.

کیفیت هوا در کشورهای اروپایی

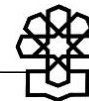
در اروپا، انتشار بسیاری از آلودگی‌های هوا در دهه‌های گذشته به‌طور قابل توجهی کاهش یافته است، که منجر به بهبود کیفیت هوا در سراسر منطقه می‌شود. با این حال، غلظت آلاینده‌های هوا هنوز هم زیاد است و به گزارش دادگاه اروپایی حسابرسان^۱ مشکلات کیفیت هوا همچنان ادامه دارد. بخش قابل توجهی از جمعیت اروپا در مناطق، به‌ویژه شهرها، جایی که از حد استانداردهای کیفیت هوا عبور می‌کند، زندگی می‌کنند: آلودگی ازن، دی اکسید نیتروژن و ذرات معلق (PM)^۲، خطری جدی برای سلامتی است. انتشار آلاینده‌های هوا در یک کشور، ممکن است در جو قرار گرفته و به کاهش کیفیت هوا در دیگر نقاط (کشورها) منجر می‌شود. ذرات معلق، اکسید دی نیتروژن و ازن سطح زمینی، در حال حاضر به‌طور کلی به عنوان سه آلاینده‌ای شناخته شده است که بیشترین تأثیر را بر سلامت انسان می‌گذارد. در معرض قرار گرفتن بلندمدت و شدت این آلودگی‌ها، می‌تواند شامل آسیب رساندن به سیستم تنفسی افراد تا مرگ زودرس آنها شود. حدود ۹۰ درصد از ساکنان شهرها در اروپا در معرض آلودگی با غلظت‌های بالاتر از مقادیر کیفیت هوا که برای سلامتی مضر است، هستند.

آژانس محیط زیست اروپا

آژانس محیط زیست اروپا (EEA)^۳، به‌عنوان زیر مجموعه‌ای از سازمان بین‌المللی اتحادیه اروپا، مرکز داده آلودگی هوا در اتحادیه اروپاست. این مرکز از اجرای قوانین اتحادیه اروپا مربوط به انتشار هوا و کیفیت هوا پشتیبانی می‌کند. آژانس محیط زیست اروپا همچنین به ارزیابی سیاست‌های آلودگی هوا در اتحادیه اروپا و توسعه راهبردهای بلندمدت برای بهبود کیفیت هوا در اروپا کمک می‌کند. هدف آژانس محیط زیست اروپا، دستیابی به یک گفتگوی دوجانبه با ذی‌نفعان و گروه‌های هدف آژانس است تا اینکه نیازهای اطلاعاتی خود را به‌درستی شناسایی کرده و اطمینان حاصل کند که آنها می‌توانند از اطلاعات ارائه شده توسط آژانس، استفاده کنند.

آژانس محیط زیست اروپا ارزیابی‌ها و اطلاعات خود را در قالب گزارش‌ها، معرفی‌های کوتاه و مقالات، مطبوعات و طیفی از محصولات و خدمات آنلاین ارائه می‌دهد. این مواد، وضعیت محیط زیست، روندها و

1. European Court of Auditors
2. Particular Matter
3. The European Environment Agency (EEA)



فشارهای فعلی، نیروهای محرک اقتصادی و اجتماعی، اثربخشی سیاستگذاری، شناسایی روندهای آتی، چشم‌انداز و مشکلات، استفاده از سناریوها و تکنیک‌های دیگر را پوشش می‌دهد.

آژانس محیط زیست اروپا روندهای آلودگی هوا را براساس شاخص اصلی از سال ۱۹۹۰ ردیابی می‌کند. همه آلاینده‌ها، آثار منفی مستقیم یا غیرمستقیم بر سلامت انسان و پوشش گیاهی دارند. همچنین اطلاعات مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای^۱ ارائه می‌شود و منابع زیر نیر جمع‌آوری می‌شود: «تولید و توزیع انرژی»، «استفاده از انرژی در صنعت»، «فرایندهای صنعتی»، «حمل‌ونقل»، «حمل‌ونقل غیرجاده‌ای»، «محصول کشاورزی» و «پسماند»^۲.

همچنین، دولت‌ها در پاسخ به معضل آلودگی هوا رویکردهای متفاوتی را اتخاذ می‌کنند. برخی از این رویکردها عبارتند از:

۱. متناسب‌سازی ساختار سازمانی با نیازها و معضلات جامعه،

۲. تدوین قوانین،

۳. استانداردهای قانونی جهت مدیریت کیفیت هوا،

۴. سیاست‌های کنترل کیفیت هوا،

۵. کنترل و مدیریت حمل‌ونقل،

۶. تدوین نظام مالیاتی و عوارض،

۷. جرم‌انگاری،

۸. ضمانت اجرایی.

لذا، شناخت و آگاهی از عملکرد کشورهای موفق در موارد فوق‌الذکر، می‌تواند به تصمیم‌گیران کشور در بهبود ساختار حاکمیتی مبارزه با آلودگی هوا، کمک شایانی کند.

ساختار کشورهای اروپایی

دولت‌های اروپایی به‌منظور مبارزه با آلودگی هوا، راهبردهای کلانی شامل تعیین استاندارد کیفیت محیط‌زیست و الزامات کاهش انتشار را در دستور کار خود دارند. نتایج اجرای قوانین، اقدامات و برنامه‌های مبارزه با آلودگی هوا در کشورهای اتحادیه اروپا مورد بررسی آژانس محیط‌زیست اروپا قرار می‌گیرد. این آژانس روندهای آلودگی هوا را براساس شاخص اصلی ردیابی می‌کند. آمار ارائه شده حاکی از روند کاهش انتشار آلاینده‌های هوا شامل اکسیدهای گوگرد (SO_x)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، آمونیاک (NH₃)، ترکیبات آلی فرار غیرمتان (NMVOC) و ذرات معلق (PM_{2.5}) از سال ۱۹۹۰ بوده است.

1. Greenhouse Gas

۲. وبسایت رسمی آژانس محیط زیست اروپا.

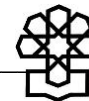
مطالعه مقایسه‌ای و تطبیقی برخی از کشورهای اروپایی از قبیل آلمان، فرانسه، سوئیس، ایتالیا و اتحادیه اروپا در زمینه ساختار، سیاستگذاری و قانونگذاری، برخی نقایص و کاستی‌های کشور را شناسایی کرده‌اند که تغییر، بهبود و ارتقای آنها می‌تواند در ارتقای سطح مبارزه با آلودگی هوا مفید قرار گیرد.

بررسی کشورهای ذکر شده نشان می‌دهد که موضوع کنترل و مدیریت آلودگی هوا در هر یک از این کشورها در وزارت و سازمان مشخصی دنبال می‌شود، به طوری که در اتحادیه اروپا، آژانس محیط زیست اروپا؛ مسئول مبارزه با آلودگی هواست. در کشور آلمان، وزارت محیط زیست، حفاظت از طبیعت و امنیت هسته‌ای؛ مسئولیت مبارزه با آلودگی هوا را بر عهده دارد. وزارت محیط زیست، حفاظت از طبیعت و ایمنی هسته‌ای فدرال آلمان که به نام BMU^۱ معرفی شده است، مسئولیت طیف گسترده‌ای از دولت را بر عهده دارد که در نام وزارتخانه منعکس شده است. این وزارتخانه در حال حاضر بیش از ۳۰ سال است که برای محافظت از مردم در برابر سموم و آثار زیست محیطی فعالیت می‌کند و استفاده هوشمندانه و کارآمد از مواد اولیه را برای پیشبرد اقدامات اقلیمی و ترویج استفاده از منابع طبیعی را ترویج می‌کند که حفظ تنوع زیستی و حفاظت از زیستگاه‌هاست.^۲

در کشور فرانسه، وزارت محیط زیست، عهده‌دار مبارزه با آلودگی هواست. در تاریخ ۸ ژانویه ۱۹۷۱، رئیس‌جمهوری فرانسه، وزارت محیط زیست را به‌عنوان یک وزارتخانه تحت نظارت نخست‌وزیر ایجاد کرد. این وزارتخانه مسئول سیاست‌های محیط زیست ایالتی (حفظ تنوع زیستی، برنامه‌های کاربردی پروتکل اقلیمی کیوتو، کنترل زیست محیطی صنایع و غیره)، حمل و نقل (اداره‌های هوا، جاده، راه‌آهن و دریا)، دریا و مسکن است. از سال ۲۰۱۷، وزارتخانه مسئول سیاست انرژی نیز شده است. فرانسه برای حمل و نقل پاک و اقتصادی اهمیت ویژه‌ای قائل است، بدین منظور در سال ۲۰۱۷ بودجه آژانس دارایی زیربنایی به بیش از ۳۴۵ میلیون یورو افزایش یافته است. در این سال جایزه ۱۰،۰۰۰ دلاری برای جایگزینی وسیله نقلیه دیزلی با وسیله نقلیه الکتریکی تجدید شده است. همچنین جایزه اکولوژیکی به دوچرخه‌های برقی و اسکوتر برای بهبود کیفیت هوا افزوده شده است. کاهش اختلاف مالیاتی بین دیزل و بنزین در سال ۲۰۱۷ نیز ادامه داشته است. فرانسه در حوزه قانونگذاری مقابله با آلودگی هوا به‌عنوان پیشروترین کشور در دنیا شناخته می‌شود. پیش‌نویس قوانین و مقررات در حوزه محیط زیست و آلودگی هوا از طرف وزارت محیط زیست فرانسه برای مجلس‌ها تهیه و قوانین و مقررات اصلی توسط مجلس ملی مصوب می‌شوند و برخی از قوانین و مقررات جزئی‌تر نیز توسط مجلس سنا مصوب می‌شوند. وزارت محیط زیست فرانسه بخشی از دولت و زیرمجموعه نخست‌وزیر است که عهده‌دار اجرای قوانین و مقررات و نظارت بر آلودگی هوا در این کشور است.

1. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

۲. وبسایت رسمی وزارت محیط زیست آلمان.



در کشور سوئیس، سازمان فدرال محیط زیست، مسئولیت مقابله با آلودگی هوا را برعهده دارد. اداره فدرال محیط زیست سوئیس (FOEN) 'مأموریت دارد تا از استفاده پایدار منابع طبیعی از جمله خاک، آب، هوا و جنگل‌ها اطمینان حاصل کند. اداره محیط زیست مسئول حفاظت در برابر خطرات طبیعی، حفاظت از محیط زیست و سلامت انسان در برابر آثار شدید و حفظ تنوع زیستی و کیفیت چشم‌انداز است. همچنین اداره محیط زیست مسئول سیاست محیط زیستی بین‌المللی است. وضعیت کلی کیفیت هوا در کشور سوئیس، از جمله چالش‌های کلیدی کیفیت هواست. کیفیت هوا در سوئیس در دهه‌های اخیر به علت اقدامات مناسب تغییرات قابل ملاحظه‌ای زیادی یافته است. با این حال، میزان آلودگی‌های مختلف آلاینده‌های محیطی همچنان زیاد است، مانند آلودگی دود در زمستان، ازن در تابستان و آلودگی بیش از حد نیتروژن در جنگل‌ها و اکوسیستم‌ها. در مجموع وزارت محیط زیست سوئیس مسئول اجرای سیاست‌ها و راهبردهای زیست‌محیطی است و براساس راهبردهای مناسب چالش‌های حفاظت از محیط زیست، حفاظت از تنوع زیستی و مدیریت منابع را مدیریت می‌کند.

قانون کنترل انتشار سوئیس و اجرای احکام آن از اهم قوانین حوزه کنترل آلودگی هواست. همچنین استانداردهای کیفیت هوا را ایجاد کرده است که بخشی از دستورالعمل کنترل آلودگی هواست.

در کشور ایتالیا، وزارت محیط زیست، حفاظت از زمین و دریا، وزارتخانه‌ای است که از سال ۱۹۸۱ تأسیس شده است و مسئول رسیدگی به مسائل زیست‌محیطی در کشور است. وزارت محیط زیست بخش‌های آب، هوا، برق، طبیعت و سرزمین را در حیطه کاری خود دارد. اداره آمار وزارت محیط زیست اداره بخشی از سیستم ملی آمار ایتالیاست و جمع‌آوری و پردازش داده‌ها برای اهداف آماری، گزارش عملکرد زیست‌محیطی از جمله فعالیت‌های این اداره است. به منظور نظارت بر کیفیت هوا، شاخص کیفیت هوا اندازه‌گیری و در نقاط مختلف ایتالیا نظارت می‌شود. قوانین و مقررات کیفیت هوای ایتالیا کاملاً مطابق با الزامات اتحادیه اروپاست و کنترل آلودگی هوا و مدیریت کیفیت هوا به‌طور عمده به همان شیوه اتحادیه اروپا عمل می‌شود. مقررات و آیین‌نامه‌های متعددی مرتبط با آلودگی هوا در کشور ایتالیا تهیه شده است، همچنین برنامه‌های منطقه‌ای متعددی نیز برای حفاظت از کیفیت هوا در ایتالیا در جریان است.

درواقع مسئولیت اصلی وزارت محیط زیست هر یک از این کشورها، آماده‌سازی قوانین برای ایجاد چارچوب قانونی در سیاستگذاری حوزه‌های محیط زیست و مبارزه با آلودگی هوا در راستای برنامه‌های اتحادیه اروپاست.

هزینه‌ها، درآمد و بودجه حفاظت از محیط زیست در اتحادیه اروپا

حساب هزینه‌های حفاظت از محیط زیست^۱ (EPEA)، تولید، مصرف، سرمایه‌گذاری، انتقال و اشتغال را در محصولات یا فعالیت‌های حفاظت از محیط زیست توصیف می‌کند. در سال ۲۰۱۵، هزینه‌های ملی برای حفاظت از محیط زیست در اتحادیه اروپا ۲۸۶ میلیارد یورو بوده است. بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵، به میزان ۳۱ درصد رشد کرده است که رشد متوسط ۳ درصد در سال را نشان می‌دهد.

در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ رشد سالیانه ۵ درصد ثبت شده است و در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹، کاهش ۰/۳ درصدی به دلیل گسترش بحران مالی و اقتصادی جهانی داشته است. در سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱۵ ۲۸ درصدی از هزینه‌های ملی برای حفاظت از محیط زیست با افزایش سالیانه ۳ درصدی دوباره افزایش یافت. در ۲۸ کشور اتحادیه اروپا هزینه‌های ملی برای حفاظت از محیط زیست در مقایسه با تولید ناخالص داخلی در سال ۲۰۱۵ به میزان ۲/۱ درصد بود. در سال ۲۰۱۵، میزان درآمد ناشی از مالیات محیطی حدود ۹۵ میلیارد یورو بیشتر از سال ۲۰۰۲ بود. با این حال، بحران مالی و اقتصادی منجر به کاهش شدید فعالیت‌های اقتصادی در اتحادیه اروپا شد و منجر به کاهش درآمد مالیاتی در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ شد. در سال ۲۰۱۰، درآمد ناشی از مالیات‌های زیست‌محیطی به مسیر صعودی بازگشته است. مالیات‌های انرژی (که شامل مالیات بر سوخت حمل‌ونقل) در مقایسه با سال ۲۰۰۵، ۷۶/۶ درصد کل درآمد اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۵ بیشترین سهم درآمد ناشی از مالیات بر درآمد را نشان می‌دهد.^۲

سهمی از بودجه سالیانه هر یک از وزارتخانه‌های محیط زیست کشورهای اروپایی مورد بررسی که مربوط به مبارزه با آلودگی هواست، براساس برآورد بودجه سالیانه وزارتخانه‌ها برای سیاست‌ها و برنامه‌های راهبردی مشخص می‌شود.

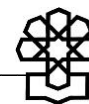
برای مثال بودجه سال ۲۰۱۸ وزارت محیط زیست آلمان در حدود ۲ میلیارد یورو است به طوری که سهم حفاظت از آب و هوا ۲۷٪، آژانس فدرال محیط زیست ۶٪، حفاظت از محیط زیست ۸٪ و آژانس فدرال حفاظت از طبیعت ۲٪ از این بودجه را به خود اختصاص داده است.

راهبردهای ملی و منطقه‌ای

وجود راهبردهای منطقه‌ای و ملی در کشورهای مورد بررسی یکی از عوامل موفقیت این کشورها در رسیدن به اهداف مبارزه با آلودگی هواست. در تبیین رویکرد ملی کشورهای مورد بررسی ابعاد محیط زیست (مکان آلودگی، شرایط اقلیمی، اشخاص متأثر از آلودگی)، ابعاد فنی (نوع، ماهیت آلاینده، آثار آن بر محیط زیست، تجدیدپذیری و قابلیت بازسازی آثار آلاینده، کیفیت روش‌های تولید آلودگی، فناوری‌های کنترل و کاهش آلودگی)، ابعاد اقتصادی (هزینه مستقیم و غیرمستقیم آلودگی، منافع حاصل از تولید و انتشار آلودگی،

1. Environmental Protection Expenditure Accounts (EPEA)

۲. وبسایت رسمی اتحادیه اروپا.



هزینه‌ها، بهداشتی و بازسازی محیط زیست) مورد توجه قرار گرفته است. برخی از راهبردهای ملی عبارتند از: وضع استانداردهای کیفیت محیط زیست، الزام به کاهش انتشار مواد آلاینده براساس بهترین فناوری‌های موجود، تدوین مقررات در زمینه تولید و مصرف کالاها، ایجاد هماهنگی میان بخش‌های مختلف مرتبط با آلودگی، اتخاذ راهبردهای جامع ارزیابی و مدیریت کیفیت هوا، اتخاذ راهبردهای کلی درخصوص رعایت استانداردهای هوای پاک و وضع حد نصاب‌های انتشار مواد آلاینده.

برخی از راهبردهای منطقه‌ای نیز در کشورهای مورد بررسی عبارتند از: همکاری و هماهنگی با اتحادیه اروپا، اتخاذ تدابیر لازم برای اجرای مصوبات در مناطق، تعیین استانداردهای کیفیت هوا و تعیین مسئولیت نهادهای محلی، طرح‌های منطقه‌ای اقلیم، هوا و انرژی، برنامه‌های منطقه‌ای برای افزایش بهره‌وری انرژی با تأکید بر معیارهای فعالیت‌های عمرانی، تعیین بخش‌هایی از منطقه مطابق با اهداف قانونگذاری اروپا درباره بحث انرژی و اقلیم برای گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و اتخاذ مدیریت کیفیت هوا در مناطق.

یکی دیگر از رویکردهای دولت‌ها در پاسخ به آلودگی هوا، ضمانت اجرای کیفری است. جرم‌انگاری و مجازات آلودگی هوا در قوانین کشورهای مورد بررسی در خود قوانین ملی حفاظت از محیط‌زیست یا قوانین درباره حفاظت از هوا، تدوین می‌شوند نه در قوانین جزایی.

ضمانت اجرا در این کشورها از قدرت بالایی برخوردار است، برای مثال در کشور فرانسه، ضمانت اجرایی جرم آلودگی عبارت است از: از بین بردن منبع ضرر، جبران خسارت نقدی، تعهد به آلوده نکردن هوا، تعهدات و شروط مربوط به رعایت اصول فنی، بهداشتی و سلامتی، تعهدات و شروط رعایت اصول زیست‌محیطی، جزای نقدی، توقیف گواهینامه رانندگی، ضبط و ابطال برخی فعالیت‌های شغلی، انحلال مؤسسه، اعلان عمومی رأی محکومیت و سایر ضمانت‌های کیفری نسبت به اشخاص حقیقی و حقوقی.

نمونه‌هایی از برنامه‌های کاهش آلودگی هوا

تنوع مناطق و شهرهای درگیر با آلودگی هوا در دنیا و موفقیت‌های چشمگیر سایر شهرها و کشورها در حذف آلودگی هوا باعث شده است که با نگاهی به تجربیات جهانی بتوان چارچوب اصلی برنامه‌ها و سیاست‌های کاهش آلودگی هوا را استخراج کرد. نخستین گام، بررسی اقدامات و آثار آن در کاهش آلودگی هوا در مثال‌های گوناگون جهانی است. این بررسی می‌تواند راهگشای جدی برای سیاستگذاری و برنامه‌نویسی آلودگی هوا ایجاد کند، سیاست‌هایی که مبتنی بر دانش آلودگی هوا برای نقاط محلی ایران باشد، براساس تجربیات موفق جهانی پایه‌گذاری شده باشد و بومی‌سازی تجربیات مذکور برای ایران انجام شده باشد.

• لندن از ۶۰ سال قبل با معضل آلودگی هوا دست به‌گریبان بوده است. در سال ۱۹۵۶ میلادی اولین لایحه هوای پاک در پارلمان این کشور به تصویب رسید و اقدامات یکپارچه‌ای جهت کاهش آلودگی هوا آغاز شد. این اقدامات به‌صورت مؤثر تاکنون ادامه داشته و شهر لندن به‌صورت خاص برنامه‌های کاهش آلودگی هوا را در دستور کار خود قرار داد.

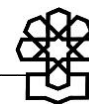
• مکزیکوسیتی به‌عنوان یکی از شهرهای آلوده دنیا در سال ۱۹۹۰ با تعداد ۳۳۰ روز ناسالم در سال مواجه بود؛ اما مدیران و سیاستگذاران شهری با اجرای مجموعه برنامه‌های هدفمند (نوسازی ناوگان حمل‌ونقل عمومی و تاکسی‌ها، اصلاح کیفیت سوخت، توسعه حمل‌ونقل عمومی، خروج صنایع آلاینده از شهرها و ...) موفق به مدیریت و کنترل آلودگی هوا شده‌اند. سال ۱۹۹۲ سازمان ملل متحد، این شهر را به‌عنوان آلوده‌ترین شهر جهان معرفی کرد. اوضاع بحرانی این شهر سبب شد دولت مکزیک برنامه‌ای جامع جهت کاهش آلودگی این شهر ۲۱ میلیون نفری طراحی کند. در این طرح، منابع مختلف آلاینده هوا مورد بررسی قرار گرفت سپس برای هر یک از آنها قوانینی وضع شد. اجرای این قوانین سبب شد تا میزان حجم آلودگی هوا و نیز تعداد روزهای آلوده به‌طرز چشمگیری کاهش یابد. از سال ۱۹۹۰ تاکنون این شهر شاهد کاهش ۹۰ درصدی سرب معلق در هوا، کاهش ۷۰ درصدی مواد شیمیایی سرطان‌زا و نیز کاهش ۷۵ درصدی سطح ازن بوده است. این شهر امروزه حتی در میان ۱۰ شهر آلوده دنیا نیز جای ندارد.

• نیویورک نیز از ۵۰ سال قبل، درگیر آلودگی هوا بوده است. به‌صورتی که در سال ۱۹۶۳ مه‌دود مرگبار ناشی از وارونگی هوا منجر به فوت تعداد زیادی از شهروندان شد. با توجه به تلفات و خسارات بالای آلودگی هوا، کنگره آمریکا در سال ۱۹۷۰ لایحه هوای پاک را به تصویب رساند. در نهایت این قانون به تأسیس آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا منجر شد. از سال ۲۰۰۰ تاکنون وضعیت آلودگی هوا در وضعیت هشدار قرار نگرفته است که این موضوع حاکی از بهبود نسبی کیفیت هواست. کالیفرنیا یکی از طولانی‌ترین برنامه‌های در حال اجرای مربوط به اعطای یارانه به خودروهای فرسوده را دارد. از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ و با تقریباً ۷۰۰ میلیون دلار بودجه، برنامه کارل می‌ر^۱ منجر به نوسازی حدود ۲۵،۰۰۰ خودرو شده است. از جمله مزایای این برنامه کاهش ۶ هزار تن از انتشارات ذرات معلق در این ایالت بوده است. تأمین مالی از طریق برنامه کال می‌ر، خریدهای جدید، نوسازی ناوگان (اسقاط و جایگزینی)، قدرت‌بخشی و بهسازی برای هر دو خودروهای جاده‌ای و غیرجاده‌ای را پوشش می‌دهد.^۲

• ترکیبات آلی فرار موجود در هوای لس‌آنجلس از دهه ۱۹۶۰ از اصلی‌ترین عناصر آلودگی هوای این شهر به‌شمار می‌رود. این ترکیبات در رده اول تولیدات آگزوز خودروهاست و تقریباً بیشترین تأثیرگذاری را در مشکل آلودگی هوای شهر دارند. تعیین مقررات برای آلودگی هوا و استانداردهای

1. Carl Moyer

2. https://www.researchgate.net/publication/242545510_Air_Pollution_and_Academic_Performance_Evidence_from_California_Schools



مربوط به خودروها نقش مهمی در کاهش آلودگی هوای لس آنجلس داشته است. در طول سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰ غلظت ترکیبات آلی فرار به تنهایی به نصف کاهش یافته است و این درحالی است که بیش از هر زمان دیگری اتومبیل در راه‌ها و جاده‌ها وجود داشته است. در سال ۱۹۹۰ نسخه اصلاح‌شده و ارتقایافته از «قانون هوای پاک» مطرح و تصویب شد. از زمان تصویب به‌رغم رشد سه برابری جمعیت و دو برابری اندازه اقتصاد، کل میزان انتشار آلاینده‌ها در هوا به بیش از یک‌سوم کاهش یافته است. حتی در لس آنجلس که هنوز هم مه‌دود آن معروف است، هوا به‌طور چشمگیری بهبود یافته است: سطح آزن در ساحل جنوبی که در سال ۱۹۸۸، ۱۷۸ روز بیش از استانداردهای فدرال و ناسالم بود؛ در سال ۲۰۰۶، تنها ۳۵ روز وضعیت ناسالم داشت.

• تا آغاز دهه ۱۹۹۰، دی‌اکسیدگوگرد هنوز یکی از عوامل اصلی آلودگی هوا در آلمان بود. این کشور نیز همگام با شدت توسعه شهرهای خود نظیر اشتوتگارت و برلین که از ۵۰ الی ۶۰ سال گذشته مبتلا به آلودگی هوا بوده‌اند، با اجرای اقدامات همه‌جانبه‌گام‌های مؤثری در جهت کاهش آلودگی هوا برداشته است. از ژانویه ۲۰۱۰ تنها انتشار مقدار محدودی از آلاینده NO_2 در هوا در آلمان مجاز اعلام شده است. طبق این قانون میزان ۲۰۰ میکروگرم بر متر مکعب از این گاز سمی نباید بیشتر از ۱۸ بار در سال رخ دهد^۱. در مجموع راهکارهای کشور آلمان جهت کاهش آلودگی هوا شامل موارد ذیل می‌شود: تعیین استاندارد کیفیت محیط زیست، تأمین ناوگان حمل‌ونقل عمومی دوستدار محیط زیست و برقی، اعمال ممنوعیت تردد خودرو در شهرهای آلوده، وضع قوانین انتشار آلاینده‌های وسایل خانگی، اجرای دستورالعمل کاهش انتشارات صنعتی و الزام کاهش انتشار با توجه به فناوری روز^۲.

• در مجموع با تصویب و اجرای استانداردهای خودرویی، صنعتی و کیفیت سوخت در اتحادیه اروپا، عملاً کلیه کشورهای عضو این اتحادیه علاوه بر برنامه‌های داخلی خود موفق به اجرای سطح بالای استاندارد آلودگی هوا در این قاره شده‌اند.

• یکی از پروژه‌های موفق ارائه تسهیلات، جهت کاهش آلودگی هوا توسط کره جنوبی انجام گرفته است. در این راه بودجه‌ای نزدیک به ۱/۵ میلیارد دلار که تقریباً نزدیک به نیمی از بودجه شهرداری سئول بود؛ جهت این امر اختصاص یافت. در فاصله سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۵ پرداخت ۱۰۰ درصد هزینه دستگاه‌ها به‌طور مساوی از بودجه دولت و شهرداری صورت گرفت، به‌صورتی که هیچ‌گونه فشاری بر مالک خودرو وارد نمی‌شد (پرداخت یارانه). از سال ۲۰۰۶ به بعد ۹۰٪ هزینه‌ها از بودجه دولت (پرداخت یارانه) و ۱۰٪ از مالک خودرو دریافت می‌شد. برای ترغیب افراد به استفاده از فیلترهای DPF^3 که آلاینده‌ها را به میزان بیشتری کاهش می‌دهد، درصدی از مبلغ فیلتر ذرات که مالک خودرو می‌پردازد

۱. حد مجاز دی‌اکسیدنیترژن جهت حفاظت از انسان، ۴۰ میکروگرم بر مترمکعب در سال است.

2. <https://www.euractiv.com/>

3. Diesel Particle Filter (DPF)

متناسب با کیفیت فیلتر تغییر می‌کند. به میزان ۲۵۵ دلار هزینه پاک‌سازی فیلتر با ارائه رسید پاک‌سازی آن به مالک پرداخته می‌شود. این پروژه از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۴ به طول انجامید و نزدیک به ۱۴۰ هزار خودرو دیزلی مجهز به فیلتر DPF شدند^۱.

با بررسی تجربیات سایر کشورها، چندین اصل مهم در راهبرد اتخاذ شده نمایان می‌شود که این اصول محوریت برنامه‌های تدوین شده را تشکیل می‌دهند:

۱. سیاستگذاری باید بر مبنای دانش^۲ صحت‌گذاری شده باشد. آلودگی هوا تنها با راه‌حل‌های علمی قابل حل است.^۳

۲. رفع معضل آلودگی هوا، نیازمند گردآوری داده، پایش مستمر وضعیت و طراحی ساختار و برنامه مناسب و تخصیص بودجه مرتبط است که باید در بلندمدت برنامه‌ریزی و در کوتاه‌مدت اجرایی شود (سولیوان و همکاران، ۲۰۱۸).

۳. برای اجرای برنامه‌های کاهش آلودگی هوا باید ساختاری با ضمانت اجرایی مناسب و براساس قوانین ملی و محلی تعریف شود. برنامه‌ها بدون پشتوانه قانونی، به علت عدم تعریف جایگاه ذی‌نفعان و متولیان امر، در اجرا با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌شود.

۴. استفاده از تجارب دیگران که در حوزه مبارزه با آلودگی هوا موفق بوده‌اند، ضروری است.

۵. انتشار آلاینده‌ها از مبدأ آن باید کنترل شود.

۶. پرداخت هزینه آلودگی توسط آلوده‌کننده می‌تواند یکی از سیاست‌های کاهش آلودگی هوا باشد و در قالب بسته تنبیهی و تشویقی لحاظ شود.

نمونه تجربیات اجرا شده در کشور

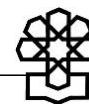
در کشور جهت نوسازی ناوگان فرسوده تاکسیرانی، شهرداری‌ها و در مقطعی دولت؛ اقدام به تخصیص بودجه به منظور اعطای تسهیلات ارزان قیمت کرد. در ذیل نمونه طرح‌های اجرایی در سال‌های اخیر ارائه شده است:

• در سال ۱۳۹۳ تفاهمنامه همکاری سه‌جانبه میان ستاد مدیریت حمل‌ونقل و سوخت کشور، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری و بانک شهر با موضوع پرداخت تسهیلات ۲۰۰ میلیون ریالی با نرخ ۱۵٪ جهت عقود مبادله با دوره بازپرداخت ۶۰ ماهه و تا سقف ۸۰٪ بهای خودروی جایگزین جهت از رده خارج کردن خودروهای فرسوده تاکسی امضا شد. دولت نیز اقداماتی جهت تخصیص تسهیلات به منظور نوسازی تاکسی انجام داده است. طرح نوسازی تاکسی‌های فرسوده از بهمن‌ماه ۱۳۹۴ طی یک

1. www.wpro.who.int/environmental_health/documents/.../SeoulReportonESHUT.pdf

2. Science-based Policy

3. www.unenvironment.org



همکاری مشترک میان سازمان برنامه و بودجه، بانک‌های عامل، وزارت کشور و گمرک آغاز شد. در این طرح ۲۰۰ میلیون ریال تسهیلات ارزانقیمت به مالکان تاکسی‌های فرسوده و ۵۰ میلیون ریال معادل ارزش ریالی دو گواهی اسقاط توسط گمرک به حساب خودروساز پرداخت می‌شد. همچنین ۵ میلیون ریال نیز بابت لاشه خودرو به‌عنوان آورده مالک تاکسی فرسوده لحاظ می‌شد و به‌عبارتی حدود ۲۵ میلیون تومان تسهیلات به مالکان تاکسی پرداخت و الباقی وجه را مالک تاکسی فرسوده پرداخت می‌کرد (گزارش شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۴).

- سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای نیز به‌منظور نوسازی ناوگان جاده‌ای از سال ۱۳۹۴ اقدام به ارائه تسهیلات کرد. در این طرح، جهت نوسازی ناوگان راهداری، ۵۰ درصد هزینه خرید کامیون جدید را دولت از طریق وزارت نفت، ۳۰ درصد به‌صورت تسهیلات با بهره ۹ درصد و اقساط ۶۰ ماهه و ۲۰ درصد نیز به‌عنوان آورده متقاضی پرداخت می‌شد.

- شهرداری تهران به‌منظور توسعه استفاده از موتورسیکلت برقی و جایگزینی موتورسیکلت‌های کاربراتوری با نوع برقی اقدام به پرداخت یارانه برای خریداران موتورسیکلت برقی کرد. در این خصوص در سال ۱۳۹۳، مقرر شد در ازای هر دستگاه موتوربرقی پلاک شده مورد تأیید شهرداری تهران در صورت تأمین اعتبار مرتبط و در سقف اعتبار، مبلغ ۱۸،۵۰۰،۰۰۰ ریال به مابه‌التفاوت نرخ سود لیزینگ به تسهیلات‌دهنده پرداخت شود. در سال ۱۳۹۵ این مبلغ به ۲۵ میلیون ریال افزایش یافت. در این خصوص بررسی‌ها حاکی عدم موفقیت طرح، متناسب با برنامه‌های تعیین شده است. زیرا در بازار مصرف ایران، تسهیلات و یارانه‌های این‌چنینی، با توجه به وجود موتورسیکلت‌هایی که توانی به‌مراتب بالاتر از موتورسیکلت‌های برقی هم‌رده قیمتی خود دارند، انگیزه کافی برای مصرف‌کننده نهایی ایجاد نکرده است (گزارش شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۵).

نتیجه‌گیری

منابع آلاینده هوا عمدتاً انسان‌ساز هستند و اتمسفر شهری به‌دلیل وجود انواع مواد شیمیایی و نور خورشید، خود مولد دسته‌ای دیگر از آلاینده‌هاست. از مجموع آلودگی‌های زیست‌محیطی هوا براساس استانداردهای مقبول جهانی، مواردی شامل مونواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن، ذرات معلق، اکسیدهای گوگرد و ازن مورد پایش و رصد دائمی قرار گرفته و مبنای محاسبه کیفیت هوا و اعلام آن به عموم مردم قرار می‌گیرند.

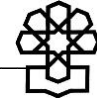
آلودگی هوا از نیم قرن پیش معضل جهانی بوده است و در شهرهایی مانند مکزیکوسیتی، نیویورک، لندن، لس‌آنجلس در دهه پیشین موجب بروز صدمات فراوان شده است. دولت‌های ملی، دولت‌های محلی و شهرداری‌های شهرهای درگیر آلودگی هوا از همان زمان اقدامات مؤثری را در کاهش آلودگی هوا انجام

داده‌اند. چارچوب این اقدامات عمدتاً مبتنی بر سیاست‌های ذیل بوده است:

۱. سیاستگذاری بر مبنای دانش انجام گرفته و آلودگی هوا تنها با راه‌حل‌های علمی قابل حل بوده است.
 ۲. رفع معضل آلودگی هوا، نیازمند گردآوری داده، پایش مستمر وضعیت برنامه‌ریزی است.
 ۳. ساختار قانونی مناسب به همراه ضمانت اجرایی از الزامات اجرای برنامه‌های کاهش آلودگی هواست.
 ۴. استفاده از تجارب دیگران که در حوزه مبارزه با آلودگی هوا موفق بوده‌اند، ضروری است.
 ۵. انتشار آلاینده‌ها از مبدأ آن باید کنترل شود.
- در همه نمونه‌های موفق موجود، قوانینی مبتنی بر یافته‌های علمی و تکیه بر اصل پیشگیری و حذف منابع آلاینده، اجرای بدون چون و چرای قوانین و برخورد قانونی با متخلفان مشاهده می‌شود. البته در کنار آن حمایت‌های دولتی و تخصیص بودجه جهت کاهش آلودگی هوا از اقدامات اصلی بوده است. نمونه‌های بارز آن نیز اقدامات صورت گرفته در سئول، کالیفرنیا و مکزیکوسیتی است.

منابع و مآخذ

۱. روشنی، محسن و همکاران. «گزارش سالانه کیفیت هوای تهران در سال ۱۳۹۷»، سازمان فرهنگی هنری شهرداری تهران، مؤسسه نشر شهر، اردیبهشت ۱۳۹۷.
۲. کلشادی، رؤیا و همکاران. «آلودگی هوا و سلامت انسان: مروری بر مطالعات و تحقیقات جهانی درباره اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان»، سازمان فرهنگی هنری شهرداری تهران، مؤسسه نشر شهر، ۱۳۹۴.
۳. گزارش سالانه شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۶.
۴. ملک‌حسینی، عباس و فریبا، سلیمانی. «بررسی آلاینده‌های تأثیرگذار بر آلودگی هوای تهران و راهکارهای کنترل با توجه به شاخص کیفیت AQI»، فصلنامه علمی-پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال دهم، ش ۴، پاییز ۱۳۹۷.
۵. ممدوحی، رضا. «گزارش مروری بر کنترل و کیفیت هوا در فرانسه براساس قوانین و مقررات ملی و اروپایی تهیه شده در شرکت کنترل کیفیت هوا شهرداری تهران»، شماره گزارش QM/1/1/96/(U)/01، سال ۱۳۹۶.
۶. ندافی، کاظم و همکاران. «کمی‌سازی اثرات آلودگی هوای شهر تهران بر سلامت در سال ۱۳۹۴ و تحلیل روند تغییرات زمانی غلظت آلاینده‌های هوا طی ۱۰ سال منتهی به ۱۳۹۴»، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی ایران.
7. Air Quality legislation –AECC (<https://www.aecc.eu/legislation/air-quality-legislation/>)
8. European Commission. "The EU Single Market: Fewer barriers, more opportunities". Europa web portal. (http://ec.europa.eu/internal_market/index_en.htm)
9. European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu>)
10. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety | BMU (<https://www.bmu.de/en/>)
11. Heger, M. and M. Sarraf (2018). Air Pollution in Tehran: Health Costs, Sources, and Policies, World Bank.
12. <https://www.idrc.ca/en/stories/taking-control-air-pollution-mexico-city>.



13. Official website of the European Union - EUROPA | European Union (https://europa.eu/european-union/index_en)
14. Legal Actions for Clean Air: European Union (<https://legal.cleanair-europe.org/legal/eu/>)
15. Sullivan.T.J, Driscoll. C.T, Beier. C.M, Dallas Burtraw, Ivan J.Fernandez ,James N.Galloway, David A.Gay,Christine L.Goodale, Gene E. Likens, Gary M.Lovett, Shaun A.Watmough (2018) “Air pollution success stories in the United States: The value of long-term observations”, Environmental Science & Policy .Volume 84, June 2018.
16. The European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu>)
17. Seoul's Challenges and Achievement: for an Environmentally Sustainable Healthy Urban Transport System, Seoul Metropolitan Government
18. World Bank Group (2016), The Cost of air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action.
19. <https://www.euractiv.com/>
20. Zweig, Jacqueline, Ham, John, Avol, Edvard, Air Pollution and Academic Performance: Evidence from California Schools, 2009.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۶۷۰۹

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: بررسی تطبیقی و تقنینی بحران آلودگی هوا در کلان‌شهرهای کشور ۱. بررسی تطبیقی وضع آلودگی هوای کلان‌شهرهای ایران با کشورهای منتخب

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه آب و محیط زیست)

تهیه و تدوین: وحید حسینی

مدیران مطالعه: جمال محمد ولی سامانی، الهه سلیمانی

ناظران علمی: حسین افشین، محمدتقی فیاضی

همکاران: عبدالرسول زینتی، مائده مکی، مهسا صفی، سارا لطیفی

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: —

واژه‌های کلیدی:

۱. آلودگی هوا

۲. منابع اصلی آلودگی هوا

۳. مطالعه تطبیقی

۴. تجربیات جهانی



تاریخ انتشار: ۱۳۹۸/۸/۲۰