



Journal of Environmental
Management and Law

فصلنامه مدیریت و حقوق محیط زیست

<https://sanad.iau.ir/en/Journal/jeml>

A Study of Legal and Managerial Approaches to Combating the Air Pollution Crisis in Metropolitan Areas

Samaneh Mohammadsaleimani^{1*}, Zahra Johari²

¹ Department of environmental Science, Institute of Agriculture, Water, Food, and Nutraceuticals, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran, Department of Environmental Sciences, Waste and Wastewater Research Center, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran

² Department of environmental Science, Institute of Agriculture, Water, Food, and Nutraceuticals, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran, Department of Environmental Sciences, Waste and Wastewater Research Center, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran

*Corresponding Author: s_m.soleimani@yahoo.com

Original Paper

Abstract

Received: 2024.12.15

Accepted: 2025.06.11

Keywords:

Air Pollution,
Environmental Governance,
Legal Framework,
Clean Air Act,
Institutional Management

Air pollution is one of the most significant and complex environmental challenges of the 21st century, particularly in major metropolitan areas, where it has become a critical crisis with undeniable impacts on public health, the environment, quality of life, and sustainable development. Rapid urban population growth, the sudden increase in motor vehicles, extensive use of fossil fuels, and weaknesses in clean transportation infrastructure are among the primary factors exacerbating this crisis. In Iran, metropolitan cities such as Tehran, Isfahan, and Mashhad face severe air pollution problems due to multiple reasons, including ineffective management systems, weak legal frameworks and related institutions, and lack of coordination among organizations. This article adopts a review and analytical approach to first examine the legal frameworks addressing air pollution in Iran and globally, then analyze the institutional structure and the performance of policies and management programs in the country. Another section is devoted to a comparative review of successful global experiences in metropolitan areas like London, Beijing, and Mexico City to extract practical lessons for improving environmental governance in Iran. Findings indicate that weak enforcement mechanisms, fragmented responsibilities, financial resource shortages, and insufficient public participation are the main obstacles to combating air pollution in Iran. Finally, recommendations such as establishing a national coordinating body with strong authority, revising existing laws, developing clean transportation, utilizing economic instruments, and enhancing transparency and public engagement are proposed. This study can serve as a foundation for policy reform and improved governance in the field of air pollution reduction in Iran's metropolitan areas.



Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the

بررسی رویکردهای حقوقی و مدیریتی مقابله با بحران آلودگی هوا در کلان شهرها

سمانه محمد سلیمانی^{۱*} زهرا جوهری^۲

۱- گروه محیط زیست؛ دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندها؛ واحد اصفهان (خوراسگان)؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ اصفهان؛ ایران، گروه

محیط زیست؛ مرکز تحقیقات پسماند و پساب؛ واحد اصفهان (خوراسگان)؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ اصفهان؛ ایران

۲- گروه محیط زیست؛ دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندها؛ واحد اصفهان (خوراسگان)؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ اصفهان؛ ایران، گروه

محیط زیست؛ مرکز تحقیقات پسماند و پساب؛ واحد اصفهان (خوراسگان)؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ اصفهان؛ ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: s_m.soleimani@yahoo.com

نوع مقاله:	چکیده
علمی-پژوهشی	آلودگی هوا به عنوان یکی از مهم ترین و پیچیده ترین چالش های محیط زیستی قرن بیست و یکم، به ویژه در کلان شهرهای جهان به بحران جدی تبدیل شده است که تأثیرات مخرب آن بر سلامت عمومی، محیط زیست، کیفیت زندگی و توسعه پایدار غیرقابل انکار است. افزایش سریع جمعیت شهری، رشد ناگهانی وسایل نقلیه موتوری، استفاده گسترده از سوخت های فسیلی، و ضعف در زیرساخت های حمل و نقل پاک، از مهم ترین عوامل تشدیدکننده این بحران هستند. در ایران نیز کلان شهرهایی مانند تهران، اصفهان و مشهد به دلایل متعدد از جمله ناکارآمدی نظام مدیریتی، ضعف قوانین و نهادهای مرتبط، و عدم هماهنگی میان سازمان ها، با مشکلات شدید آلودگی هوا مواجه اند. این مقاله با رویکردی مروری و تحلیلی، ابتدا چارچوب های حقوقی مقابله با آلودگی هوا در ایران و جهان را بررسی می کند و سپس ساختار نهادی و عملکرد سیاست ها و برنامه های مدیریتی در کشور را تحلیل می نماید. بخش دیگری از مقاله به مرور تطبیقی تجربه های موفق جهانی در کلان شهرهایی همچون لندن، پکن و مکزیکوسیتی اختصاص یافته است تا درس آموخته های کاربردی برای بهبود حکمرانی محیط زیستی در ایران استخراج شود. یافته ها نشان می دهد که ضعف ضمانت های اجرایی، پراکندگی مسئولیت ها، کمبود منابع مالی و عدم مشارکت موثر شهروندان از مهم ترین موانع پیش روی مقابله با آلودگی هوا در ایران است. در نهایت، پیشنهادهایی از جمله ایجاد نهاد هماهنگ کننده ملی با اختیارات قوی، اصلاح قوانین موجود، توسعه حمل و نقل پاک، بهره گیری از ابزارهای اقتصادی، و ارتقاء شفافیت و مشارکت مردمی ارائه شده است. این مطالعه می تواند به عنوان مبنایی برای اصلاح سیاست ها و بهبود حکمرانی در حوزه کاهش آلودگی هوا در کلان شهرهای ایران مورد استفاده قرار گیرد.
ارسال: ۱۴۰۳/۰۹/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۱	
کلمات کلیدی:	
آلودگی هوا، حکمرانی محیط زیست، چارچوب حقوقی، قانون هوای پاک، مدیریت نهادی.	

مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین چالش‌های محیط‌زیستی قرن بیست‌ویکم به شمار می‌رود که به‌ویژه در کلان‌شهرها و مراکز پرجمعیت، به بحران چندبعدی با پیامدهای جدی برای سلامت عمومی، کیفیت زندگی، محیط‌زیست، و توسعه پایدار تبدیل شده است. شتاب فزاینده شهرنشینی، رشد بی‌رویه ناوگان وسایل نقلیه موتوری، مصرف گسترده سوخت‌های فسیلی، تمرکز صنایع آلاینده در حاشیه شهرها، و ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل پاک، از جمله مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده آلودگی هوا در مناطق شهری محسوب می‌شوند. این عوامل در تعامل با یکدیگر، منجر به انباشت گازها و ذرات معلق خطرناک در هوا شده که تأثیرات مخربی بر سلامت انسان‌ها، به‌ویژه گروه‌های حساس مانند کودکان، سالمندان و بیماران قلبی و تنفسی دارند (Khoshakhlagh et al., 2023).

در ایران، آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین معضلات محیط‌زیستی و بهداشتی به‌ویژه در کلان‌شهرهایی چون تهران، مشهد، اصفهان، اهواز و تبریز است. گزارش‌های رسمی از سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت بهداشت نشان می‌دهند که هر ساله هزاران مرگ زودرس به‌طور مستقیم با آلودگی هوا در ارتباط است و هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی سنگینی بر دوش کشور قرار می‌دهد. با وجود تصویب قوانین متعددی از جمله قانون هوای پاک و تدوین اسناد راهبردی ملی، نتایج اجرایی نشان از شکاف جدی میان سیاست‌گذاری و تحقق اهداف عملی دارند. این امر بیش از هر چیز ناشی از ضعف در حکمرانی محیط‌زیستی، پراکندگی وظایف نهادها، فقدان ضمانت اجرایی، و عدم انسجام در نظام برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد است (Soudmandi, 2020). از منظر حقوقی، آلودگی هوا موضوعی میان‌رشته‌ای است که مستلزم برخورداری از چارچوب‌های قانونی جامع، هماهنگ و روزآمد است. این قوانین باید ضمن مشخص کردن دقیق وظایف نهادهای مختلف، دارای ضمانت‌های اجرایی مؤثر و مکانیزم‌های پاسخ‌گویی و نظارت‌پذیری باشند. در ایران، با وجود برخی اسناد قانونی، هنوز ضعف‌های ساختاری در طراحی و اجرای آن‌ها مشهود است. از منظر مدیریتی نیز مقابله با آلودگی هوا نیازمند رویکردی جامع، بین‌بخشی و مبتنی بر مشارکت عمومی و استفاده از فناوری‌های نوین و ابزارهای اقتصادی است. در حالی که برخی کشورها با بهره‌گیری از این ابزارها به موفقیت‌هایی در کاهش آلودگی هوا دست یافته‌اند، ایران هنوز با چالش‌هایی جدی در پیاده‌سازی چنین الگوهایی مواجه است (Khoshakhlagh et al., 2023).

این مقاله با رویکردی مروری - تحلیلی تلاش دارد تا ضمن بررسی مبانی حقوقی و سیاستی مقابله با آلودگی هوا در ایران، عملکرد نهادهای مدیریتی ذی‌ربط را ارزیابی کرده و با بهره‌گیری از تجارب موفق جهانی، پیشنهادهایی برای اصلاح سیاست‌ها و ارتقای حکمرانی محیط‌زیستی کشور ارائه دهد. هدف نهایی این پژوهش، کمک به توسعه چارچوب‌های قانونی و مدیریتی کارآمد در راستای کاهش آلودگی هوا، بهبود سلامت عمومی و دستیابی به توسعه پایدار شهری در ایران است. در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی در زمینه آلودگی هوا با رویکردهای گوناگون محیط‌زیستی، اقتصادی، حقوقی و مدیریتی انجام شده است. بیشتر این مطالعات بر تحلیل منابع آلاینده، آثار بهداشتی، و راهکارهای فنی برای کاهش آلودگی تمرکز داشته‌اند، اما بررسی جامع ابعاد حقوقی و ساختار حکمرانی محیط‌زیستی در مواجهه با این بحران، هنوز نیازمند مطالعه بیشتر است. با وجود این، کمتر پژوهشی به‌طور جامع به مقایسه تطبیقی تجربه ایران با سایر کشورها در زمینه حکمرانی و مقابله حقوقی/مدیریتی با آلودگی هوا پرداخته است. مقاله حاضر می‌کوشد این خلأ را از منظر تحلیلی و مروری پوشش دهد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با رویکردی مروری - تحلیلی انجام شده است و هدف آن بررسی ابعاد حقوقی و مدیریتی مقابله با بحران آلودگی هوا در کلان‌شهرهای ایران و مقایسه آن با تجارب موفق جهانی است. در این راستا، ابتدا چارچوب‌های مفهومی و نظری مرتبط با حکمرانی محیط‌زیستی و حق بر هوای پاک به‌عنوان مبنای تحلیلی انتخاب گردید. سپس مجموعه‌ای از قوانین، مقررات، سیاست‌ها و اسناد ملی از جمله «قانون هوای پاک» و گزارش‌های سازمان‌های ذی‌ربط مورد مطالعه قرار گرفت تا نقاط قوت و ضعف ساختار حقوقی و نهادی کشور در زمینه مقابله با آلودگی هوا شناسایی شود. علاوه بر تحلیل اسناد داخلی، مرور تطبیقی بر تجارب بین‌المللی در شهرهایی همچون لندن، پکن و مکزیکوسیتی نیز صورت گرفت تا راهکارهای مؤثر و درس‌آموخته‌های کاربردی استخراج شود. بدین ترتیب، روش تحقیق حاضر نه تنها بر پایه تحلیل نظری و حقوقی بنا شده، بلکه با بهره‌گیری از مقایسه تطبیقی و استفاده از منابع چندرشته‌ای، تلاش دارد تصویری جامع از چالش‌ها و راهکارهای حقوقی - مدیریتی در حوزه آلودگی هوا ارائه دهد.

چارچوب مفهومی و نظری حاکم بر مقابله با آلودگی هوا

حکمرانی محیط‌زیستی (Environmental Governance)

حکمرانی محیط‌زیستی مفهومی است که به چگونگی اعمال قدرت، اتخاذ تصمیمات و اجرای سیاست‌ها در حوزه محیط‌زیست اشاره دارد. این رویکرد فراتر از «دولت‌محوری»، بر مشارکت چندبازیگری (multi-actor participation)، شفافیت، مسئولیت‌پذیری و همکاری میان نهادهای مختلف (دولت، بخش خصوصی، جامعه مدنی) تأکید دارد. در زمینه آلودگی هوا، حکمرانی اثربخش مستلزم وجود چارچوب‌های قانونی قوی، نظام نظارت مؤثر، و مکانیسم‌های پاسخگویی و مشارکت عمومی است (Söderström et al., 2016).

حق بر هوای پاک به‌عنوان یکی از مصادیق حقوق محیط‌زیستی

در اسناد بین‌المللی، «حق بر محیط‌زیست سالم» به رسمیت شناخته شده است؛ از جمله در قطعنامه ۳۰/۷۶ مجمع عمومی سازمان ملل (۲۰۲۲) و پیش‌تر در بیانیه استکهلم (۱۹۷۲). در این میان، «حق بر هوای پاک» به‌عنوان مصادیقی بنیادین از حقوق بشری در برابر آلاینده‌های انسان‌ساز تلقی می‌شود. این حق مستلزم تعهد دولت‌ها به تدوین و اجرای قوانین محدودکننده آلاینده‌ها، اطلاع‌رسانی عمومی، و فراهم‌سازی امکان پیگیری حقوقی است (Assembly, 2022).

ابزارهای حقوقی و مدیریتی مقابله با آلودگی هوا

در ادبیات سیاست‌گذاری محیط‌زیستی، مقابله با آلودگی هوا عمدتاً از طریق سه نوع ابزار انجام می‌شود:

- ابزارهای قانونی و مقرراتی (Command and Control): شامل قوانین الزام‌آور، استانداردهای انتشار، مجازات‌ها و مجوزها.
- ابزارهای اقتصادی (Market-based Instruments): مانند مالیات محیط‌زیستی، مشوق‌های مالیاتی برای فناوری پاک و بازارهای تبادل آلودگی.
- ابزارهای داوطلبانه و مشارکتی: شامل آموزش عمومی، توسعه مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها و مشارکت شهروندان در سیاست‌گذاری.
- ترکیب مؤثر این ابزارها، بسته به ساختار نهادی و سطح توسعه، نقش کلیدی در کاهش آلودگی هوا ایفا می‌کند.
- تحلیل حقوقی: بررسی قانون هوای پاک و چالش‌های اجرای آن در ایران (Bretter et al., 2025).

تصویب و اهداف قانون هوای پاک

قانون هوای پاک در تیرماه ۱۳۹۶ توسط مجلس شورای اسلامی با هدف کاهش آلودگی هوا، ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان، و شفاف‌سازی وظایف نهادها به تصویب رسید. این قانون مشتمل بر ۳۴ ماده و ۷ فصل است که وظایف متعددی را بر عهده نهادهایی چون سازمان محیط‌زیست، شهرداری‌ها، وزارت نفت، وزارت صنعت، وزارت کشور و نیروی انتظامی گذاشته است.

نوآوری‌های قانون

از جمله نکات مثبت قانون هوای پاک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تعیین مسئولیت قانونی برای منابع آلاینده ثابت و متحرک.
- پیش‌بینی مجازات برای تولید و استفاده از سوخت و خودروهای غیراستاندارد.
- الزام به نوسازی ناوگان حمل‌ونقل عمومی.
- ارتقاء نظارت سازمان محیط‌زیست و تقویت نقش آن در برنامه‌ریزی.
- چالش‌های اجرایی و حقوقی.

با گذشت بیش از ۶ سال از تصویب این قانون، اجرا همچنان با چالش‌هایی جدی روبروست:

- (۱) تعدد و تداخل نهادهای متولی که موجب سردرگمی و فقدان پاسخ‌گویی شده است.
- (۲) عدم تخصیص بودجه کافی برای اجرای مفاد قانون از جمله نوسازی ناوگان یا توسعه حمل‌ونقل عمومی.
- (۳) ضعف ضمانت اجراها و عدم پیگیری قضایی نقض قانون توسط مراجع ذی‌ربط.
- (۴) نبود نظام پایش شفاف و عمومی برای انتشار اطلاعات آلودگی و ارزیابی عملکرد نهادها (Ashjaei & Soleimani, 2023).

ارزیابی تطبیقی اولیه

در مقایسه با قوانین مشابه در کشورهای توسعه‌یافته، قانون هوای پاک ایران از نظر «کلی‌نگری» و «فقدان سازوکار اجرای عملی» دچار ضعف است. برای مثال، در اتحادیه اروپا، دستورالعمل کیفیت هوای محیطی دارای اهداف کمی، شاخص‌های عملکرد، و ابزارهای الزام‌آور است که در قانون ایران کمتر دیده می‌شود.

بررسی سیاست‌ها و عملکرد نهادهای مدیریتی در مقابله با آلودگی هوا در ایران (UNION, 2008).

نتایج

ساختار نهادی و تقسیم وظایف

در نظام مدیریتی مقابله با آلودگی هوا در ایران، نهادهای متعددی مسئولیت دارند که اهم آن‌ها عبارتند از:

- سازمان حفاظت محیط‌زیست: مرجع اصلی نظارتی، سیاست‌گذار و هماهنگ‌کننده اقدامات.
- وزارت کشور و استانداری‌ها: مسئول برنامه‌ریزی استانی و هماهنگی میان دستگاه‌های اجرایی.
- شهرداری‌ها: به‌ویژه در کلان‌شهرها مسئول کنترل منابع متحرک، توسعه حمل‌ونقل عمومی و اعمال محدودیت‌های ترافیکی.
- وزارت صنعت، معدن و تجارت: مسئول نظارت بر تولید خودرو و صنایع آلاینده.
- وزارت نفت و نیرو: مسئول تأمین سوخت استاندارد و انرژی پاک.
- پلیس راهور و نیروی انتظامی: مسئول کنترل معاینه فنی و اجرای محدودیت‌های تردد.

- وزارت بهداشت: مسئول ارزیابی آثار بهداشتی آلودگی و اطلاع‌رسانی عمومی.
- تعدد نهادها در غیاب یک نظام حکمرانی یکپارچه، موجب تداخل وظایف، کاهش پاسخ‌گویی، و ناکارآمدی اجرایی شده است (Asadollahi et al., 2024).

سیاست‌های اجرایی اعمال شده

در دهه گذشته، سیاست‌های متعددی برای کاهش آلودگی هوا تدوین یا اجرا شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

الف) طرح جامع کاهش آلودگی هوای کلان‌شهرها: شامل اقداماتی نظیر توسعه حمل‌ونقل ریلی، ارتقاء کیفیت سوخت، کنترل صنایع آلاینده، و توسعه فضای سبز شهری. با این حال، نبود پیوست مالی و ضعف نظارت، اثربخشی این طرح را کاهش داده است.

ب) طرح‌های محدودیت ترافیکی (طرح ترافیک و زوج‌وفرد، LEZ): در شهرهایی مانند تهران اجرا شده و نقش مهمی در کاهش موقتی انتشار آلاینده‌ها ایفا کرده است، اما به دلیل نبود جایگزین مناسب حمل‌ونقل عمومی، اثر آن پایدار نیست.

پ) معاینه فنی خودروها و نوسازی ناوگان فرسوده: اگرچه قانون هوای پاک تأکید زیادی بر این مسئله دارد، اما نوسازی ناوگان (به‌ویژه کامیون‌ها و اتوبوس‌ها) به دلیل کمبود منابع مالی و فقدان برنامه منسجم، به‌کندی پیش می‌رود.

ت) پایش و اطلاع‌رسانی کیفیت هوا: ایستگاه‌های پایش متعددی راه‌اندازی شده‌اند، اما داده‌ها گاه با تأخیر یا بدون شفافیت در اختیار عموم قرار می‌گیرند و ابزار سیاست‌گذاری مؤثری از آن استخراج نمی‌شود (Faizi & Barakpur, 2022).

موانع ساختاری و مدیریتی

مطالعات و گزارش‌های رسمی نشان می‌دهند که مهم‌ترین چالش‌های مدیریتی در اجرای سیاست‌های مقابله با آلودگی هوا در ایران عبارتند از:

- فقدان نهاد هماهنگ‌کننده فراسازمانی با اختیارات اجرایی و نظارتی فراگیر
- کاهش مشارکت عمومی در سیاست‌گذاری و اجرا
- نبود نظام انگیزشی برای پایبندی نهادها به قانون
- چالش‌های تأمین مالی اقدامات کاهش آلودگی
- ضعف پایش اثربخشی سیاست‌ها و ارزیابی عملکرد دستگاه‌ها (Ashjaei, Soleimani., 2023).

ارزیابی اجمالی عملکرد

بر اساس تحلیل گزارش‌های مرکز پژوهش‌های مجلس، سازمان محیط‌زیست، و مطالعات دانشگاهی، می‌توان گفت سیاست‌های اجرایی ایران عمدتاً واکنشی، موقتی و ناهماهنگ بوده‌اند. رویکرد فعلی فاقد انسجام راهبردی، ضمانت اجرای قوی و ساختار مدیریتی پایدار برای مقابله با بحران آلودگی هواست (Ashjaei & Soleimani, 2023).

مرور تطبیقی تجربه‌های موفق جهانی در مقابله با آلودگی هوا

در دهه‌های اخیر، شماری از کلان‌شهرهای جهان که زمانی با بحران‌های شدید آلودگی هوا مواجه بودند، با اتخاذ سیاست‌ها و ساختارهای نوآورانه توانسته‌اند به نتایج چشمگیری در بهبود کیفیت هوا دست یابند. بررسی این تجربه‌ها می‌تواند برای بازنگری در سیاست‌های حقوقی و مدیریتی در ایران راهگشا باشد (Ashjaei, Soleimani., 2023).

لندن (بریتانیا): سیاست‌های منطقه انتشار فوق‌العاده پایین (ULEZ)

شهر لندن، با راه‌اندازی «منطقه انتشار فوق‌العاده پایین» (Ultra Low Emission Zone) در سال ۲۰۱۹، یکی از پیشگامان مقابله با آلودگی ترافیکی محسوب می‌شود. در این طرح، خودروهایی که استاندارد آلاینده‌ی کافی ندارند، برای ورود به مناطق مرکزی شهر ملزم به پرداخت هزینه‌اند. ویژگی‌های کلیدی این سیاست عبارت‌اند از:

- استفاده از فناوری پایش هوشمند برای شناسایی خودروها
- وضع مالیات سنگین بر خودروهای آلاینده
- سرمایه‌گذاری گسترده بر حمل‌ونقل عمومی پاک (اتوبوس‌های برقی و دوچرخه‌سواری شهری)
- اطلاع‌رسانی مستمر به شهروندان درباره کیفیت هوا و حقوقشان
- این سیاست، تنها در دو سال نخست، منجر به کاهش ۴۴ درصدی ذرات معلق در مرکز لندن شد و اثربخشی آن به شکل شفاف پایش و گزارش می‌شود (Ma et al., 2021).

پکن (چین): راهبرد جامع کاهش آلودگی هوا ۲۰۱۳-۲۰۲۰

پکن که در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان بود، از سال ۲۰۱۳ تحت برنامه‌ای هفت‌ساله تحت عنوان «عملیات دفاع از آسمان آبی» وارد فاز جدیدی شد. مهم‌ترین عناصر این برنامه عبارت بودند از:

- توقف تولید سوخت زغالی در منطقه شهری و انتقال صنایع آلاینده به خارج از شهر
- بازطراحی ناوگان حمل‌ونقل عمومی با استفاده از اتوبوس‌ها و تاکسی‌های برقی
- افزایش شدید جریمه‌ها برای صنایع آلاینده
- نظارت و کنترل شدیدتر توسط سازمان محیط‌زیست ملی و استانی
- تا سال ۲۰۲۰، غلظت $PM_{2.5}$ در پکن به میزان بیش از ۴۰ درصد کاهش یافت. دولت چین همچنین با اجرای سیستم پاسخگویی نهادها و مدیران محلی، توانست نظارت و اجرای قوانین را تقویت کند (Li et al., 2020).

مکزیکوسیتی (مکزیک): برنامه "امروز رانندگی نکن" و نوسازی سوخت

مکزیکوسیتی، که از دهه ۱۹۹۰ میلادی با آلودگی شدید روبه‌رو بود، با اجرای برنامه‌ای موسوم به (امروز رانندگی نکن) موفق شد مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد. این برنامه شامل موارد زیر بود:

- ممنوعیت تردد خودروها بر اساس شماره پلاک در برخی روزهای هفته
- توسعه شدید مترو، خطوط اتوبوس تندرو (BRT، و دوچرخه‌سواری)
- تعویض سوخت وسایل نقلیه عمومی از بنزین و گازوییل به CNG
- ایجاد ایستگاه‌های پایش هوای متعدد و اطلاع‌رسانی لحظه‌ای
- از طریق این اقدامات، غلظت آلاینده‌هایی چون CO و O_3 به میزان قابل توجهی کاهش یافته و سطح مشارکت عمومی نیز افزایش یافته است (McKinley et al., 2005).

درس آموخته‌ها برای ایران

بررسی این نمونه‌ها نشان می‌دهد که موفقیت در کاهش آلودگی هوا مستلزم موارد زیر است:

- وجود سیاست‌های حقوقی الزام‌آور با ضمانت اجرایی قوی

- یکپارچگی نهادی و تمرکز فرماندهی در یک نهاد مقتدر محیط‌زیستی
- استفاده از فناوری در پایش، اطلاع‌رسانی، و اجرای سیاست‌ها
- سرمایه‌گذاری واقعی در حمل‌ونقل عمومی پاک
- افزایش شفافیت، آگاهی‌بخشی، و مشارکت شهروندان در فرآیند تصمیم‌گیری
- این عناصر در سیاست‌گذاری محیط‌زیستی ایران یا به‌درستی تعریف نشده‌اند یا از اثربخشی کافی برخوردار نیستند.
- پیشنهادها برای اصلاح سیاست‌ها و حکمرانی مقابله با آلودگی هوا در ایران
- تقویت حکمرانی یکپارچه محیط‌زیستی

یکی از چالش‌های بنیادین مقابله با آلودگی هوا در ایران، فقدان یک نهاد هماهنگ‌کننده قدرتمند با اختیارات قانونی فراگیر است. پیشنهاد می‌شود:

- تشکیل شورای عالی کاهش آلودگی هوا با ریاست معاون اول رئیس‌جمهور یا رئیس سازمان محیط‌زیست با اختیارات فرابخشی
- ایجاد ساختار پاسخ‌گویی مشخص برای نهادهای اجرایی با الزام به گزارش‌دهی منظم و شفاف به مجلس یا نهاد ناظر
- استقلال و تقویت سازمان محیط‌زیست در حوزه نظارت، برخورد با تخلفات و صدور دستور توقف فعالیت آلاینده‌ها (Taghizadeh et al., 2023).

اصلاح و تقویت نظام حقوقی و ضمانت‌های اجرایی

با وجود تصویب قانون هوای پاک، ضعف در اجرای آن مشهود است. پیشنهادهای زیر قابل ارائه‌اند:

- بازنگری در ضمانت‌های اجرایی قانون هوای پاک برای تبدیل مفاد قانون به تعهدات قابل پیگیری قضایی
- تعیین شاخص‌های دقیق و قابل ارزیابی در قانون برای سنجش عملکرد نهادها
- تعریف حقوق شهروندی در قبال هوای پاک و پیش‌بینی امکان اقامه دعوی عمومی (Public Interest Litigation) در برابر متخلفان
- تنظیم لوایح و آیین‌نامه‌های مکمل برای اجرای مؤثر قانون مانند «نظام مالیات بر آلودگی»، «مجوز آلودگی صنعتی» و «ضوابط خروج ناوگان فرسوده».

تحول در سیاست‌گذاری حمل‌ونقل و سوخت

منابع متحرک سهم عمده‌ای در آلودگی کلان‌شهرهای ایران دارند. راهکارهای کلیدی شامل:

- توسعه حمل‌ونقل عمومی پاک با اولویت حمل‌ونقل ریلی، BRT و اتوبوس‌های برقی
- افزایش یارانه تولید و توزیع سوخت‌های پاک (CNG، برق) و حذف تدریجی یارانه سوخت‌های فسیلی
- ایجاد مناطق انتشار کم (LEZ) در شهرهای بزرگ با استفاده از فناوری پلاک‌خوانی هوشمند
- تشدید معاینه فنی و نوسازی اجباری ناوگان فرسوده با مدل‌های پایدار تأمین مالی.

بهبود نظام پایش، شفافیت و اطلاع‌رسانی

حکمرانی محیط‌زیستی بدون اطلاعات شفاف و مشارکت مردم اثربخش نخواهد بود. پیشنهاد می‌شود:

- گسترش و به‌روزرسانی شبکه پایش آلودگی هوا در کلان‌شهرها با استفاده از فناوری‌های روز
- الزام انتشار عمومی و برخط داده‌های کیفیت هوا به‌صورت لحظه‌ای و همراه با تحلیل‌های تخصصی

- افزایش آموزش عمومی در زمینه حقوق محیط‌زیستی شهروندان، به‌ویژه در مدارس و رسانه‌ها
- ایجاد سامانه دریافت شکایات محیط‌زیستی از دستگاه‌ها و صنایع آلاینده با قابلیت پیگیری قانونی.

گسترش ابزارهای اقتصادی و انگیزشی

در کنار مقررات الزام‌آور، باید از مشوق‌های اقتصادی بهره گرفت:

- ایجاد نظام مالیات بر آلاینده‌ها برای صنایع و خودروهای آلاینده
- تخصیص وام‌های سبز با بهره پایین برای نوسازی ناوگان یا نصب فیلترهای صنعتی
- اختصاص مشوق‌های مالیاتی و تسهیلات به صنایع سبز و فناوری‌های کاهش آلودگی.

توسعه همکاری بین‌المللی و بهره‌گیری از تجارب جهانی

برای بهره‌گیری از دانش و فناوری روز:

- انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با نهادهای تخصصی بین‌المللی مانند WHO، UNEP و GEF
- جذب کمک‌های فنی و مالی بین‌المللی برای اجرای پروژه‌های پیلوت کاهش آلودگی هوا
- همکاری دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی با مراکز علمی پیشرو در زمینه مدل‌سازی آلودگی و سیاست‌گذاری محیط‌زیستی

بحث و نتیجه‌گیری:

بررسی وضعیت آلودگی هوا در کلان‌شهرهای ایران و تحلیل رویکردهای حقوقی و مدیریتی مقابله با آن، نشان می‌دهد که با وجود تصویب قوانین و تدوین اسناد سیاستی متعدد، بحران آلودگی هوا همچنان به عنوان یکی از معضلات محیط‌زیستی مزمن در کشور پابرجاست. اجرای ناکارآمد قانون هوای پاک، ضعف نهادهای ناظر، پراکندگی وظایف و نبود اراده سیاسی پایدار در سطوح تصمیم‌گیری، موجب شده‌اند که اقدامات مقابله‌ای فاقد انسجام، اثربخشی و استمرار لازم باشند.

از منظر حقوقی، اگرچه قانون هوای پاک (مصوب ۱۳۹۶) گامی رو به جلو تلقی می‌شود، اما به دلیل ضعف ضمانت‌های اجرایی، عدم تعیین دقیق مسئولیت‌ها، فقدان معیارهای کمی برای سنجش عملکرد نهادها و نیز عدم تطابق با تحولات جهانی، نتوانسته است کارکرد مؤثری در مدیریت آلودگی هوا داشته باشد. همچنین، عدم شفافیت در فرایند گزارش‌دهی، ضعف نظام پاسخگویی و نبود مکانیزم‌های الزام‌آور برای همکاری نهادهای مختلف، موجب کاهش اعتماد عمومی و عدم مشارکت فعالانه جامعه در مقابله با آلودگی هوا شده است (Hamidi et al., 2024). از منظر مدیریتی نیز نظام حکمرانی محیط‌زیستی در ایران با چالش‌های جدی مواجه است. نبود نهاد هماهنگ‌کننده فراسازمانی با اختیارات کافی، تعدد نهادهای درگیر، نبود هم‌راستایی سیاست‌ها، ضعف داده‌محوری و استفاده ناکافی از فناوری‌های نوین از جمله عوامل مهم ناکامی سیاست‌های کاهش آلودگی هوا به شمار می‌آیند. همچنین، عدم تخصیص بودجه پایدار، کمبود نیروهای متخصص، و غلبه نگاه موقت و واکنشی بر مدیریت محیط‌زیست، وضعیت را بیش از پیش بحرانی کرده است (Ramezani & Rahimi, 2024).

در مقایسه با تجربه‌های موفق جهانی، مانند منطقه کم‌انتشار لندن (ULEZ)، برنامه اقدام هوای پاک پکن و سیاست‌های محدودسازی ترافیک در مکزیکوسیتی، می‌توان دریافت که موفقیت در مقابله با آلودگی هوا مستلزم رویکردی ترکیبی، چندبخشی و مشارکت‌محور است. این کشورها توانسته‌اند با طراحی ساختارهای حکمرانی کارآمد، استفاده از ابزارهای اقتصادی (نظیر مالیات سبز و مشوق‌های محیط‌زیستی)، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و ارتقای مشارکت عمومی، گام‌های مؤثری در کاهش آلودگی هوا بردارند (Rodrigues, 2025).

تأثیر تغییرات آب و هوایی بر تشدید آلودگی هوا: تغییرات اقلیمی مانند افزایش دما و کاهش بارندگی، منجر به پایداری بیشتر ذرات معلق در جو می‌شود. در ایران، این پدیده با خشکسالی‌های مکرر ترکیب شده و نیاز به ادغام سیاست‌های آلودگی هوا با استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی را ضروری می‌سازد، که در قانون هوای پاک کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Talepour et al., 2025).

نقش هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال در پایش و پیش‌بینی: بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی سطوح آلودگی و بهینه‌سازی محدودیت‌های ترافیکی می‌تواند اثربخشی سیاست‌ها را افزایش دهد. در ایران، عدم سرمایه‌گذاری در این فناوری‌ها، شکاف بین برنامه‌ریزی و اجرا را بیشتر کرده است (Rad et al., 2025).

تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر اجرای سیاست‌ها: تحریم‌ها موجب کمبود تجهیزات فیلتراسیون صنعتی و فناوری‌های پاک شده‌اند، که این امر اجرای مفاد قانون هوای پاک در بخش نوسازی ناوگان را دشوارتر کرده است. نیاز به راهکارهای داخلی و دیپلماسی محیط‌زیستی برای دور زدن این موانع ضروری است (Balali et al., 2023).

اهمیت آموزش محیط‌زیستی در سیستم آموزشی: ادغام مباحث آلودگی هوا در برنامه‌های درسی مدارس و دانشگاه‌ها می‌تواند آگاهی نسل جوان را افزایش دهد و مشارکت بلندمدت را تضمین کند. در حال حاضر، ضعف در این حوزه منجر به پایین بودن سطح مشارکت عمومی شده است (Awewomom et al., 2024).

نقش رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی در افزایش شفافیت: رسانه‌ها می‌توانند با گزارش‌دهی مستقل و کمپین‌های آگاهی‌بخشی، فشار عمومی بر نهادها را افزایش دهند. در ایران، با کمبود پوشش رسانه‌ای، مانع از ایجاد جنبش‌های مدنی قوی در حوزه محیط‌زیست شده است (Boulianne & Ohme, 2022).

مقایسه با کشورهای همسایه مانند ترکیه و عربستان سعودی: ترکیه با سیاست‌های LEZ در استانبول و عربستان با سرمایه‌گذاری در شهرهای هوشمند مانند نیوم، پیشرفت‌هایی داشته‌اند. ایران می‌تواند از این تجربیات برای همکاری منطقه‌ای در کنترل آلودگی فرامرزی (مانند گردوغبار) بهره‌برد (Sumra et al., 2025).

تأثیر آلودگی هوا بر صنعت گردشگری: آلودگی شدید در کلان‌شهرها مانند تهران، گردشگران را دفع کرده و خسارات اقتصادی ایجاد می‌کند. سیاست‌های کاهش آلودگی باید با استراتژی‌های گردشگری پایدار ادغام شود تا مزایای اقتصادی دوجانبه ایجاد گردد (Balali et al., 2023).

نیاز به تحقیق در آلاینده‌های نوظهور مانند میکروپلاستیک‌ها: علاوه بر آلاینده‌های سنتی، تمرکز بر ذرات میکروپلاستیک در هوا ضروری است. در ایران، کمبود مطالعات در این زمینه، سیاست‌گذاری را ناقص کرده و نیاز به بودجه تحقیقاتی بیشتر را برجسته می‌سازد. ادغام با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل (SDGs) سیاست‌های آلودگی هوا باید با سه اهداف سلامت، شهرهای پایدار و اقدام اقلیمی هم‌راستا شود. در ایران، عدم همخوانی فعلی با این اهداف، فرصت‌های جذب کمک‌های بین‌المللی را از دست می‌دهد (Farrokhi et al., 2025).

درس‌های آموخته‌شده از همه‌گیری کووید-۱۹: کاهش موقت آلودگی در دوران قرنطینه نشان داد که محدودیت‌های ترافیکی مؤثر هستند. این تجربه می‌تواند برای طراحی سیاست‌های بلندمدت مانند دورکاری و کاهش تردد غیرضروری مورد استفاده قرار گیرد، اما در ایران هنوز به‌طور سیستماتیک تحلیل نشده است (Chen et al., 2021).

با توجه به یافته‌های این مطالعه، پیشنهادهای زیر برای اصلاح و تقویت نظام حکمرانی مقابله با آلودگی هوا در ایران ارائه می‌شود:

- اصلاح و تقویت قانون هوای پاک با تأکید بر ضمانت‌های اجرایی، تعیین دقیق مسئولیت‌ها و معیارهای سنجش عملکرد.
- ایجاد یک نهاد ملی هماهنگ‌کننده در سطح عالی، با اختیارات فرابخشی و پاسخ‌گو به نهادهای نظارتی مستقل.
- توسعه حمل‌ونقل عمومی پاک از طریق سرمایه‌گذاری در ناوگان‌های برقی، دوچرخه‌محور و خطوط ریلی شهری.
- استفاده از ابزارهای اقتصادی و مالیاتی برای مدیریت تقاضا، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و تشویق رفتارهای پایدار.

- ارتقای شفافیت اطلاعات و مشارکت عمومی از طریق اطلاع‌رسانی منظم، سامانه‌های برخط داده‌محور، آموزش و آگاهی‌رسانی گسترده.
 - تقویت همکاری بین‌المللی و انتقال دانش با بهره‌گیری از تجارب جهانی در مدیریت آلودگی هوا، خصوصاً در زمینه نوآوری‌های فناورانه و حکمرانی هوشمند.
- در نهایت، مقابله مؤثر با بحران آلودگی هوا در کلان‌شهرهای ایران، نیازمند عزم سیاسی قوی، اصلاحات ساختاری، رویکردی جامع‌نگر و مشارکت فعال کلیه بازیگران اعم از دولت، بخش خصوصی، نهادهای مدنی و شهروندان است. تحقق چنین رویکردی، نه تنها به بهبود کیفیت زندگی و سلامت عمومی می‌انجامد، بلکه گامی اساسی در جهت تحقق توسعه پایدار و عدالت محیط‌زیستی خواهد بود.

Extended Abstract

Introduction: Air pollution is one of the most critical environmental challenges facing the world today, particularly in rapidly urbanizing metropolitan areas where industrial activities, traffic emissions, and population density contribute to deteriorating air quality. The consequences of poor air quality extend beyond environmental degradation, directly impacting public health by increasing respiratory and cardiovascular diseases, reducing life expectancy, and placing a substantial burden on healthcare systems. Furthermore, air pollution undermines sustainable development goals by degrading ecosystems, reducing productivity, and increasing economic costs. In Iran, metropolitan cities such as Tehran, Isfahan, and Mashhad are among the most affected urban centers, where air pollution has reached alarming levels. This situation stems from a combination of factors including rapid urban growth, heavy reliance on fossil fuels, inefficient transportation systems, industrial emissions, and climatic conditions. However, a critical aspect that exacerbates this crisis is the weakness in the legal and institutional frameworks that govern air quality management.

Materials and methods: This review article aims to systematically analyze the legal and managerial approaches to combating air pollution in metropolitan areas, with a particular focus on Iran. It examines the existing national laws, regulations, and institutional arrangements related to air pollution control, such as the Clean Air Act and associated policies, assessing their strengths and limitations. The analysis relies on legal documents, governmental reports, and academic studies, with particular attention to institutional structures, enforcement mechanisms, and governance models. The fragmented responsibilities among various governmental bodies, lack of effective coordination, insufficient financial and technical resources, and limited enforcement mechanisms are identified as major obstacles in achieving air quality improvements. The article also explores the role of public participation and transparency in enhancing policy effectiveness, highlighting the current low levels of civic engagement in environmental governance in Iran. To provide a broader perspective, the study compares Iran's approaches with successful international examples, drawing on case studies from London, Beijing, and Mexico City.

Results: The review reveals that despite the existence of laws such as the Clean Air Act, Iran's air quality management suffers from structural weaknesses. Fragmented institutional responsibilities, inadequate enforcement, and insufficient funding undermine the effectiveness of policies. In contrast, international case studies demonstrate that comprehensive legal frameworks, coordinated governance, and innovative policy tools—such as low emission zones, vehicle restrictions, and economic incentives—have led to measurable improvements in air quality. These cities highlight the importance of integrating regulatory measures, technological innovation, and stakeholder participation to achieve sustainable outcomes.

Discussion and Conclusion: Drawing on the comparative analysis, the study proposes a set of strategic recommendations for Iran. Key proposals include establishing a centralized and empowered coordinating authority responsible for air quality management across sectors and jurisdictions, updating the legal framework

with clear standards and stricter enforcement provisions, and aligning policies with international best practices. Enhancing public awareness and participation through education and transparent reporting mechanisms is essential to foster community engagement and compliance. Furthermore, investment in sustainable urban transportation infrastructure, promotion of clean energy alternatives, and utilization of economic instruments such as pollution taxes and subsidies for green technologies are recommended to address the root causes of pollution. In conclusion, addressing the complex challenge of air pollution in Iran's metropolitan areas necessitates a holistic reform of both legal and managerial systems. Implementing these recommendations can improve air quality, enhance public health outcomes, and advance sustainable urban development in Iran, offering a model for other developing countries facing similar environmental challenges.

Keywords: Air Pollution, Environmental Governance, Legal Framework, Clean Air Act, Sustainable Urban Development, Public Participation.

منابع:

- Asadollahi, M. , Hajian, M. M. , Toosi, A. & Fallahzadeh, A. M. (2024). Designing a Model for Participatory Environmental Governance in Iran Case Study: Reducing Greenhouse Gas Emissions through Carbon Trading. *Majlis and Rahbord*, 31(119), 133-173. doi: 10.22034/mr.2023.5659.5343. [In Persian]
- Ashjaei, B., & Soleimani, E. (2023). *Review of the implementation measures and strategies of the Clean Air Law - Defects of the Law (19201)*. Research Center of the Islamic Consultative Assembly. Tehran, Iran. [In Persian]
- Assembly, U. G. (2022). The human right to a clean, healthy and sustainable environment: resolution/adopted by the General Assembly.
- Awewomom, J., Dzeble, F., Takyi, Y. D., Ashie, W. B., Ettey, E. N. Y. O., Afua, P. E., ... & Akoto, O. (2024). Addressing global environmental pollution using environmental control techniques: a focus on environmental policy and preventive environmental management. *Discover Environment*, 2(1), 8.
- Balali, H., Farzanegan, M. R., Zamani, O., & Baniasadi, M. (2024). Economic sanctions, energy consumption, and CO2 emissions in Iran: a system dynamics model. *Policy Studies*, 1-30. [In Persian]
- Boulianne, S., & Ohme, J. (2022). Pathways to environmental activism in four countries: social media, environmental concern, and political efficacy. *Journal of Youth Studies*, 25(6), 771-792.
- Bretter, C., & Schulz, F. (2025). Climate policy support in the UK: An interaction of worldviews and policy types. *Policy Studies Journal*, 53(2), 388-413.
- Chen, Z., Hao, X., Zhang, X., & Chen, F. (2021). Have traffic restrictions improved air quality? A shock from COVID-19. *Journal of cleaner production*, 279, 123622.
- Faizi, F. & Barakpur, N. (2022). Assessment of Development Plans of Tehran Metropolis and its Region from the Perspective of Climate Change Impacts. *Soffeh*, 32(2), 71-88. doi: 10.52547/sofeh.32.2.71. [In Persian]
- Farrokhi, M., Khankeh, H., Mehralipour, J., Shojafard, J., & Pourvakhshoori, N. (2025). Exploring the microplastics health impacts risk perception in Iranian people: Challenges and improvement strategies. *Environmental Health Engineering And Management Journal*, 12, 1-12. [In Persian]
- Hamidi, F. , Afshari, M. & Mashhadi, A. (2024). The Mechanisms of Guaranteeing the Right to Clean Air in Iran and International Documents. *Environment and Interdisciplinary Development*, 9(85), 83-98. doi: 10.22034/envj.2024.444120.1358. [In Persian]
- Khoshkhalagh, A. H., Mohammadzadeh, M., & Morais, S. (2023). Air quality in Tehran, Iran: Spatio-temporal characteristics, human health effects, economic costs and recommendations for good practice. *Atmospheric Environment: X*, 19, 100222. [In Persian]
- Li, W., Shao, L., Wang, W., Li, H., Wang, X., Li, Y., ... & Zhang, D. (2020). Air quality improvement in response to intensified control strategies in Beijing during 2013–2019. *Science of the Total Environment*, 744, 140776.

- Ma, L., Graham, D. J., & Stettler, M. E. (2021). Has the ultra low emission zone in London improved air quality?. *Environmental Research Letters*, 16(12), 124001.
- McKinley, G., Zuk, M., Höjer, M., Avalos, M., González, I., Iniestra, R., ... & Martínez, J. (2005). Quantification of local and global benefits from air pollution control in Mexico City. *Environ. Sci. Technol.* 39(7): 1954–1961.
- Rad, A. K., Nematollahi, M. J., Pak, A., & Mahmoudi, M. (2025). Predictive modeling of air quality in the Tehran megacity via deep learning techniques. *Scientific Reports*, 15(1), 1367. [In Persian]
- Ramezani, S., & Rahimi, M. (2024). Air Pollution Governance System: Application of Organizational Network Analysis of Clean Air Law Enforcement. [In Persian]
- Rodrigues, S. (2025). London's Ultra Low Emission Zone: A Transformative Initiative for Public Health and Urban Sustainability. *Journal of City Climate Policy and Economy*, 3(2/3), 199-203.
- Söderström, S., Kern, K., Boström, M., & Gilek, M. (2016). 'Environmental governance'and'ecosystem management': avenues for synergies between two approaches. *Interdisciplinary Environmental Review*, 17(1), 1-19.
- Soudmandi, A. (2020). Irregularities and Weaknesses of the Clean Air Act Compared to the Prevention of Air Pollution Act. *Public Law Research*, 22(68), 141-170. doi: 10.22054/qjpl.2021.12223. [In Persian]
- Sumra, K. B., Siddique, H., Afzal, S., & Qazi, A. (2025). Sustainable smart cities: promotion of circular economy in urban GCC regions. *Journal of Science and Technology Policy Management*.
- Taghizadeh, F., Mokhtarani, B., & Rahmanian, N. (2023). Air pollution in Iran: The current status and potential solutions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(6), 737. [In Persian]
- Talepour, N., Tahmasebi Birgani, Y., Kelly, F. J., Jaafarzadeh, N., & Goudarzi, G. (2025). Modeling future PM10 concentrations under climate change scenarios. *Modeling Earth Systems and Environment*, 11(6), 1-18. [In Persian]
- UNION, P. (2008). Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. *Official Journal of the European Union*, 152, 1-44.