

مشارکت عمومی و خصوصی در راستای مقابله با آلودگی هوا



معاونت بررسی های اقتصادی
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران



تهیه شده در:

معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

اسفند ۱۴۰۳

از طریق پست الکترونیکی زیر می‌توانید پیشنهادها و نظرات اصلاحی خود را به واحد

مربوطه منعکس نمایید:

economic_research@tccim.ir

استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

فهرست مطالب

خلاصه مدیریتی.....	۴
مقدمه.....	۷
۱. بررسی اجمالی آلودگی هوا.....	۸
۱-۱. پیامدهای ناشی از آلودگی هوا در سطح جهانی در یک نگاه.....	۹
۱-۲. بررسی مختصر وضعیت آلودگی هوای ایران و تهران.....	۱۰
۲. بررسی نقش بخش خصوصی و دولتی در راستای کاهش آلودگی هوا.....	۱۳
۳. اهمیت مشارکت عمومی و خصوصی.....	۱۸
۴. استراتژیک‌های موثر بر موفقیت مشارکت‌های عمومی و خصوصی در حفاظت از محیط‌زیست.....	۲۰
۵. موانع موجود بر سر راه اجرای مشارکت عمومی و خصوصی در راستای کاهش آلودگی هوا.....	۲۳
۶. نمونه‌هایی موفق از مشارکت عمومی و خصوصی برای مقابله با آلودگی هوا.....	۲۶
۷. مشارکت عمومی و خصوصی در کاهش آلودگی هوا در ایران: امکان‌سنجی و راهکارها.....	۳۶
۸. نتیجه‌گیری.....	۴۱
منابع.....	۴۳

خلاصه مدیریتی

یکی از دغدغه‌های اصلی کشورهای دنیا در مسیر توسعه و پیشرفت، مقابله با آلودگی هوا است. در واقع هرگونه توسعه و پیشرفتی نیازمند توجه خاص به مؤلفه‌های بهداشت و محیط‌زیست سالم است. آلودگی هوا یکی از معضلات محیط‌زیستی کشورهای جهان از جمله ایران است. بر اساس داده‌های سازمان جهانی بهداشت^۱ (WHO)، بیش از ۹۰ درصد از جمعیت جهان در مکان‌هایی زیست می‌کنند که سطح آلودگی هوا از حد مجاز این سازمان فراتر می‌رود. آلودگی هوا سالانه جان بیش از ۸ میلیون نفر را می‌گیرد و دومین عامل خطر مرگ در جهان برای تمامی افراد و همچنین برای کودکان زیر ۵ سال محسوب می‌شود. لذا کشورها با وضع قوانین و مقررات لازم یا اصلاح آن‌ها در خصوص رعایت استانداردهای هوای پاک و اتخاذ راهبردهای کلی و تدوین قانون و مقرراتی جامع برای مبارزه با آلودگی هوا تلاش می‌کنند تا اهداف و خط‌مشی‌های خود را در خصوص مقابله با آلودگی هوا به انجام رسانند. آلودگی هوا در هیچ منطقه‌ای حل نشده است، اما کاهش قابل توجهی در انتشار و غلظت آلاینده‌ها در بسیاری از کشورهای اروپایی و همچنین ایالات متحده آمریکا، کانادا و ژاپن وجود داشته است. ساختار حقوقی و قانونی هدفمند و همکاری بین‌المللی در راستای مبارزه با آلودگی هوا یکی از اقدامات مؤثر کشورهای مزبور در این حوزه بوده است. در کشورهای در حال توسعه مانند ایران مسائل اقتصادی نسبت به ملاحظات زیست محیطی در اولویت قرار دارد که سبب سیاست‌گذاری بدون توجه به هزینه‌های زیست‌محیطی شده است. به‌طوری‌که در جدیدترین گزارشی که از سوی وزارت بهداشت در سال ۱۴۰۲ تهیه شده، میانگین تعداد مرگ کل منتسب به مواجهه طولانی مدت با ذرات معلق PM_{2.5} در بزرگسالان بالاتر از ۳۰ سال در ۵۷ شهر کشور در طی سال ۱۴۰۲، بیش از ۳۰ هزار نفر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که کل هزینه‌های مرتبط با مرگ و میر منتسب به PM_{2.5} در کشور طی سال مزبور برابر با ۱۲ میلیارد دلار برآورد شده است. این آمار نشان از اهمیت و وخامت مسئله آلودگی هوا در شهرهای ایران دارد. تجربه موفق کشورهای دنیا برای کاهش آلودگی هوا حاکی از این است که برای مقابله با این مشکل جهانی، همکاری بین‌بخشی، بین‌المللی و هماهنگی بین کشورها ضروری است. در واقع برای حل مشکل آلودگی هوای کشور به‌ویژه کلانشهرها می‌بایست یک تلاش جمعی و هماهنگ از سوی همه شهروندان، مسئولین و دستگاه‌های اجرایی بخش دولتی و خصوصی صورت گیرد و نباید هیچ‌گونه تاخیر یا سهل‌انگاری در اجرای این برنامه وجود داشته باشد. همکاری بین بخش دولتی و خصوصی در حوزه پیشگیری از آلودگی، یک رویکرد استراتژیک است که می‌تواند از طریق تلفیق تخصص، منابع و شبکه‌های گسترده هر دو طرف، به نتایج قابل توجهی دست یابد. این مشارکت‌ها با ایجاد هم‌افزایی و کارآمدی، امکان اجرای طرح‌های نوآورانه و پایدار را فراهم می‌آورند. همچنین، با همسوسازی انگیزه‌ها و منافع مختلف، اطمینان حاصل می‌شود که اقدامات پیشگیرانه از حمایت و پشتیبانی لازم برخوردار است. در این راستا، مشارکت بین

^۱ World Health Organization (WHO)

بخشی نه تنها به افزایش پذیرش اجتماعی این طرح ها کمک می کند، بلکه زمینه را برای یادگیری مستمر و انطباق با تغییرات محیطی فراهم می آورد. بررسی تجربه کشورهای موفق مثل مغولستان، چین و هند در راستای استفاده از مدل PPP برای کاهش آلودگی هوا روایتگر این است که مشارکت عمومی - خصوصی به عنوان یک سازوکار قدرتمند برای رسیدگی به مسئله آلودگی هوا در کشورهای مختلف ظاهر شده که موفقیت قابل توجهی در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود کیفیت هوا کسب کرده است. این همکاری ها از نقاط قوت هر دو بخش استفاده می کند و چارچوب های نظارتی دولت را با نوآوری و سرمایه گذاری بخش خصوصی ترکیب می کند. به عنوان مثال، برنامه ملی مغولستان برای کاهش آلودگی هوا و محیط زیست با موفقیت، تأمین مالی خصوصی را با طرح های دولتی ادغام کرده که منجر به کاهش ۵۱ درصدی غلظت $PM_{2.5}$ در طول ماه های زمستان شده است. این مثال های موفق نشان می دهند که وقتی بخش های دولتی و خصوصی به سمت یک هدف مشترک متحد می شوند، می توانند استراتژی های تأثیرگذاری ایجاد کنند که نه تنها آلودگی را کاهش می دهد، بلکه با ارتقای سلامت عمومی، رشد اقتصادی پایدار را تقویت می کند. البته باید توجه نمود که برخی موانع بر سر راه اجرای این مدل مشارکت ها وجود دارد که می بایست به منظور کاهش خطا و هزینه مورد مذاقه قرار گیرد:

- بی اعتمادی به فناوری و نوآوری های جدید
- مسائل نهادی
- مسائل عملیاتی
- مسائل زیرساختی
- تعارضات اجتماعی

شایان ذکر است اگر این مدل ها مبتنی بر شفافیت و اهداف روشن، شراکت استراتژیک، تعادل بین ریسک و بازدهی، چارچوب قانونی و مقرراتی مناسب، تأمین مالی پایدار و انتقال دانش و فناوری باشد درصد موفقیت این مدل ها افزایش می یابد.

Executive Summary

One of the world's most pressing concerns in the pursuit of development and progress is combating air pollution. In fact, any form of development requires a special focus on health and environmental factors. Air pollution is a significant environmental problem in many countries, including Iran. According to the World Health Organization (WHO), over 90% of the world's population lives in areas where air pollution levels exceed WHO guidelines. Air pollution claims the lives of over 8 million people annually and is the second leading cause of death globally for all ages, especially for children under five. Therefore, countries are striving to achieve their goals and policies regarding air pollution by enacting or amending laws and regulations to comply with clean air standards and adopting comprehensive strategies and laws to combat air pollution.

Air pollution remains an unresolved issue in many regions, but significant reductions in emissions and pollutant concentrations have been observed in many European countries, as well as the United States, Canada, and Japan. A targeted legal and regulatory framework and international cooperation in the fight against air pollution have been among the most effective measures taken by these countries. In developing countries like Iran, economic issues often take precedence over environmental considerations, leading to policymaking that overlooks environmental costs. A recent report by the Iranian Ministry of Health in 2023 found that the average number of deaths attributed to long-term exposure to PM_{2.5} among adults over 30 in 57 cities across the country exceeded 30,000 in 2023. The results showed that the total costs associated with PM_{2.5}-related mortality in the country during the same year were estimated at 12 billion dollars. These statistics highlight the severity of the air pollution problem in Iranian cities.

The successful experiences of other countries in reducing air pollution indicate that addressing this global issue requires intersectoral, international cooperation, and coordination among countries. In fact, to solve the problem of air pollution, especially in large cities, a collective and coordinated effort is required by all citizens, officials, and government and private sector agencies, with no delay or negligence in implementing this program.

Public-private partnerships in pollution prevention are a strategic approach that can yield significant results by combining the expertise, resources, and extensive networks of both sectors. These partnerships create synergies and efficiencies, enabling the implementation of innovative and sustainable projects. By aligning different incentives and interests, they ensure that preventive measures receive the necessary support. In this regard, intersectoral partnerships not only increase public acceptance of these projects but also create a space for continuous learning and adaptation to environmental changes.

A review of successful cases such as Mongolia, China, and India in using the public-private partnership (PPP) model to reduce air pollution shows that these partnerships have emerged as a powerful mechanism for addressing air pollution in different countries, achieving significant success in reducing greenhouse gas emissions and improving air quality. These partnerships leverage the strengths of both the public and private sectors, combining government regulatory frameworks with private sector innovation and investment. For example, Mongolia's national program to reduce air and environmental pollution has successfully integrated private sector financing with government initiatives, leading to a 51% reduction in PM_{2.5} concentrations during winter months. These successful examples demonstrate that when the public and private sectors unite towards a common goal, they can create effective strategies that not only reduce pollution but also improve public health and promote sustainable economic growth.

It should be noted that there are some obstacles to implementing these partnership models, such as mistrust of new technologies and innovations, institutional issues, operational issues, infrastructure issues, and social conflicts. To minimize errors and costs, it is essential to address these challenges. It is worth mentioning that if these models are based on transparency, clear objectives, strategic partnerships, a balance between risk and return, a suitable legal and regulatory framework, sustainable financing, and knowledge and technology transfer, the success rate of these models will increase.

مقدمه

امروزه امنیت محیط‌زیستی تبدیل به یکی از ارکان مهم امنیت شهروندان شده است. به‌نحوی که تأمین امنیت اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی برای شهروندان، بدون تأمین امنیت محیط‌زیستی، ناکارآمد خواهد بود. در این میان آلودگی هوا یکی از جدی‌ترین مشکلات محیط‌زیستی است که امنیت شهروندان را از جنبه‌های مختلف بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و البته ایمنی اکوسیستمی، به شدت دچار اختلال می‌سازد. در این نوشتار ابتدا نگاهی به وضعیت آلودگی در جهان و ایران شده و سپس به نقش بخش دولتی و خصوصی در راستای مقابله با این معضل پرداخته شده است. در ادامه ضمن بیان اهمیت مشارکت عمومی - خصوصی در راستای حل این مشکل، موانع اصلی بر سر راه این مدل مشارکت ارائه شده و سپس راهبردهای استراتژیک موثر در پیشبرد موفقیت‌آمیز مشارکت عمومی - خصوصی در کاهش آلودگی هوا معرفی شده‌اند. در نهایت با نگاهی بر عملکرد کشورهای موفق در به‌کارگیری مدل PPP در کاهش آلودگی هوا نتیجه‌گیری کلی در این زمینه مطرح شده است.



۱. بررسی اجمالی آلودگی هوا

گزارش جهانی وضعیت هوا (SoGA) در سال ۲۰۲۴، با همکاری مؤسسات معتبر جهانی همچون موسسه اثرات سلامت (HEI)، مؤسسه ارزیابی سلامت و بار جهانی بیماری‌ها (IHME) و یونیسف (UNICEF) منتشر شده است. این گزارش که مبتنی بر داده‌های ۲۰۰ کشور و منطقه در سراسر جهان است، تصویری تکان‌دهنده از بحران جهانی آلودگی هوا ارائه می‌دهد. بر اساس این گزارش، آلودگی هوا سالانه جان بیش از ۸ میلیون نفر را گرفته و دومین عامل خطر مرگ در جهان برای تمامی افراد و همچنین برای کودکان زیر ۵ سال محسوب می‌شود. بر اساس شکل ۱ آلودگی هوا دومین عامل خطر بر اساس تعداد کل مرگ‌ومیر و بالاتر از مصرف تنباکو و رژیم غذایی نامناسب است.



شکل ۱. عوامل خطر منجر به مرگ و میر کلیه افراد جامعه

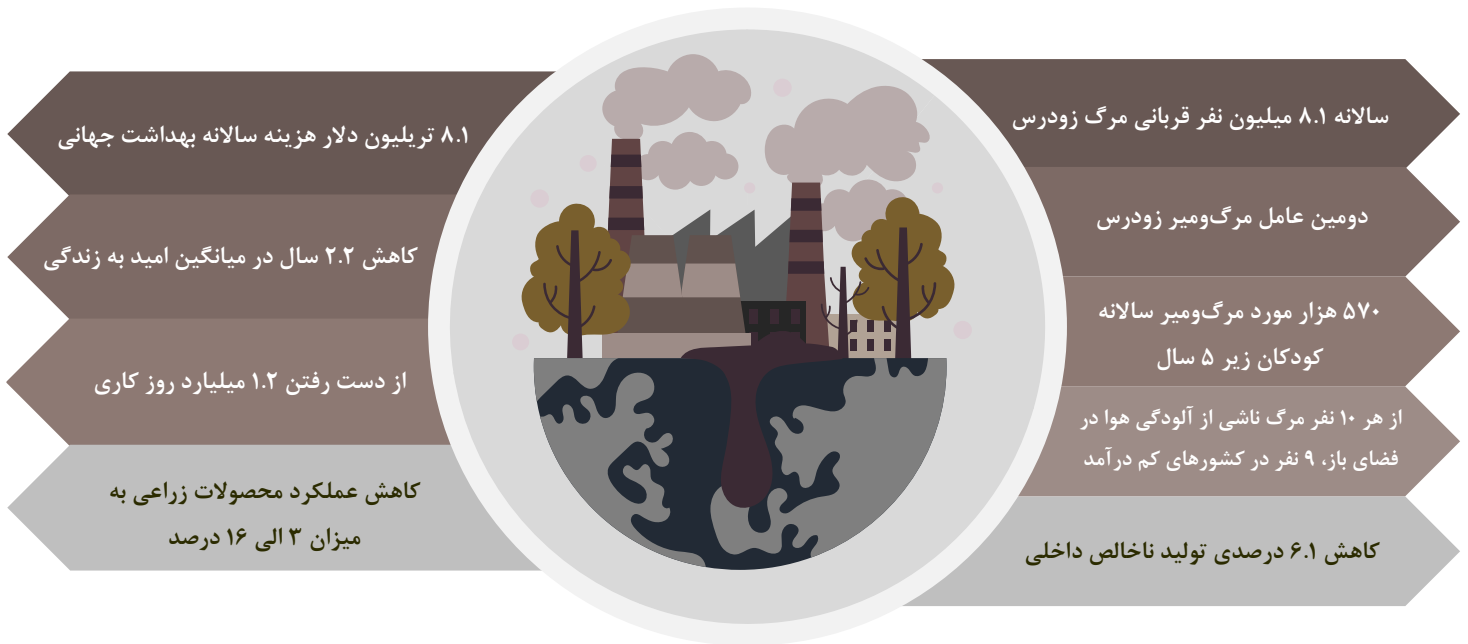
منبع: گزارش وضعیت هوای جهانی، ۲۰۲۴

ذرات ریز ۲.۵ میکرومتر ($PM_{2.5}$) نقش اصلی در این بحران ایفا می‌کنند. بیش از ۹۹ درصد جمعیت جهان در معرض سطوح خطرناک این آلاینده قرار دارند و کشورهای با درآمد پایین و متوسط بیشترین آسیب را متحمل می‌شوند. همچنین ۳۴ درصد مردم جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که وضعیت آلودگی هوا حتی از حد توصیه شده دستورالعمل کیفیت هوای موقت سازمان جهانی بهداشت فراتر رفته است و کشورهای آسیایی، آفریقایی و منطقه خاورمیانه بالاترین سطح $PM_{2.5}$ محیط را تجربه می‌کنند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که آلودگی هوا نه تنها یک بحران زیست‌محیطی، بلکه یک بحران سلامت عمومی جهانی است. بانک جهانی تخمین زده است که

هزینه خسارت بهداشتی ناشی از آلودگی هوا بالغ بر ۸.۱ تریلیون دلار در سال است که معادل ۶.۱ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی است (مجمع جهانی اقتصاد، ۲۰۲۴).

۱-۱. پیامدهای ناشی از آلودگی هوا در سطح جهانی در یک نگاه

در شکل ۲، به اختصار برخی از مهم‌ترین پیامدهای نامطلوب ناشی از آلودگی هوا در سطح جهانی ارائه شده است.



شکل ۲. پیامدهای نامطلوب آلودگی در سطح جهان

منبع: وضعیت بودجه جهانی کیفیت هوا، ۲۰۲۳ و وضعیت هوای جهانی، ۲۰۲۴

آلودگی هوا همچنین بر محیط زیست طبیعی تأثیر منفی می‌گذارد. این آلودگی، اکوسیستم‌ها را تخریب می‌کند، تنوع زیستی را کاهش می‌دهد و به پوشش گیاهی آسیب می‌رساند. آلودگی هوا می‌تواند باعث اسیدی شدن خاک و آب‌ها شود و بر اکوسیستم‌های آبی و گونه‌های حساس تأثیر بگذارد. از طرفی آلودگی هوا و تغییرات آب‌وهوایی دو روی یک سکه‌اند. آتش‌سوزی‌های اخیر در سراسر جهان، این ارتباط مرگبار را به وضوح نشان می‌دهد. افزایش دمای کره زمین و گسترش خشکسالی، نه تنها بر شدت آتش‌سوزی‌ها می‌افزاید، بلکه آلودگی هوا را نیز تشدید کرده و چرخه مخربی را ایجاد می‌کند. این آتش‌سوزی‌ها که ناشی از افزایش دما و خشکسالی‌های ناشی از تغییرات آب و هوایی هستند، باعث افزایش آلاینده‌های مضر مانند ذرات ریز (PM2.5) شده‌اند. در برخی موارد، میزان این ذرات تا ده برابر حد استاندارد سازمان جهانی بهداشت افزایش یافته و فراتر از مرزها گسترش یافته است. آتش‌سوزی‌های جنگلی که به دلیل تغییرات آب و هوایی به یک پدیده رایج تبدیل

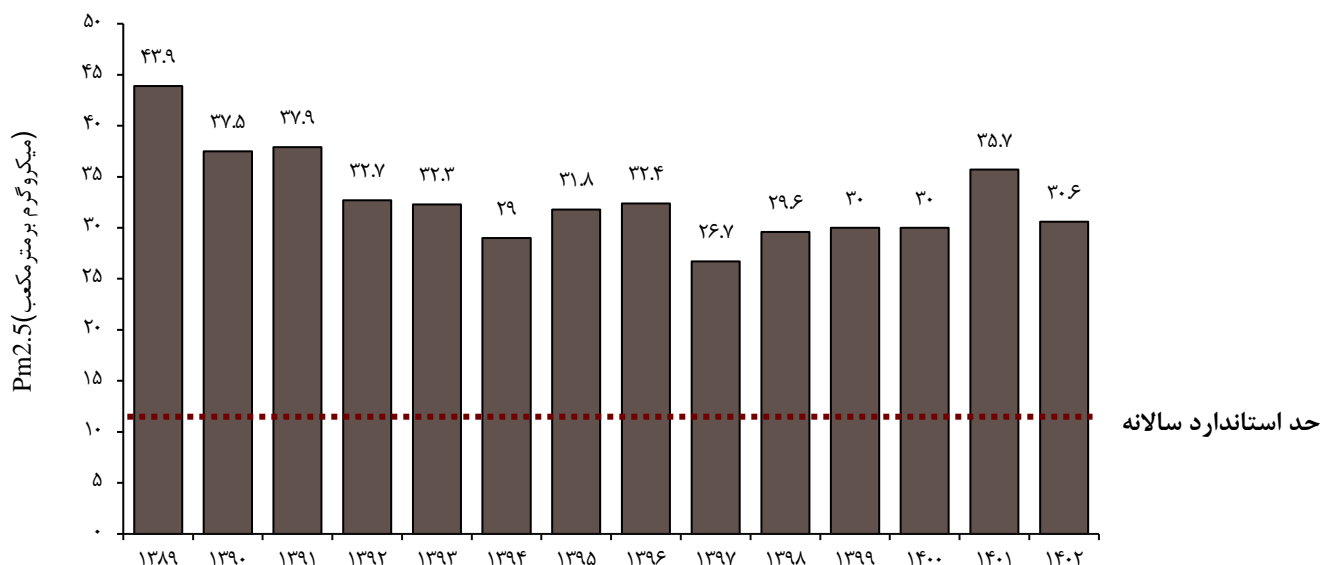
شده‌اند، نشان می‌دهند که آلودگی هوا محدود به مرزهای جغرافیایی نیست. بنابراین، برای مقابله با این مشکل جهانی، همکاری بین‌بخشی، بین‌المللی و هماهنگی بین کشورها ضروری است.

۱-۲. بررسی مختصر وضعیت آلودگی هوای ایران و تهران

در جدیدترین گزارشی که توسط وزارت بهداشت در سال ۱۴۰۲ تهیه شده، میانگین تعداد مرگ کل منتسب به مواجهه طولانی مدت با ذرات معلق $PM_{2.5}$ در بزرگسالان بالاتر از ۳۰ سال در ۵۷ شهر کشور در طی سال ۱۴۰۲، بیش از ۳۰ هزار نفر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که کل هزینه‌های مرتبط با مرگ‌ومیر منتسب به $PM_{2.5}$ در کشور طی سال مزبور برابر با ۱۲ میلیارد دلار برآورد شده است. این آمار نشان از اهمیت و وخامت مسئله آلودگی هوا در شهرهای ایران دارد. تحلیل داده‌های سال ۱۴۰۲ نشان می‌دهد که برخی مناطق ایران، به ویژه کلان‌شهر تهران، با بحران جدی آلودگی هوا مواجه بوده‌اند. بر اساس برآوردها، آلودگی هوا در تهران منجر به مرگ نزدیک به ۷ هزار نفر در این سال شده است که نشانگر یک بحران زیست‌محیطی داخلی در حوزه سلامت عمومی و توسعه پایدار محسوب می‌شود.

بر اساس گزارش کنترل کیفیت هوای تهران، شهر تهران طی سال ۱۴۰۲، دارای ۱۰ روز پاک، ۲۳۶ روز قابل قبول و ۱۰۷ روز ناسالم برای گروه‌های حساس جامعه و ۱۲ روز بسیار ناسالم و خطرناک بوده و در مجموع تعداد روزهای با شرایط نامطلوب از ۱۷۰ روز در سال ۱۴۰۱ به ۱۱۹ روز در سال ۱۴۰۲ کاهش قابل توجهی یافته است. با وجود آنکه کیفیت هوا از منظر استاندارد روزانه برای آلاینده $PM_{2.5}$ در بسیاری از روزهای سال در شرایط قابل قبول و حتی پاک قرار می‌گیرد، ولی از منظر استاندارد سالانه، تمام سال‌های اخیر به لحاظ این شاخص آلاینده، در شرایط فراتر از حد مجاز قرار داشته است. در نمودار ۱ مقایسه غلظت سالانه آلاینده ذرات معلق با قطر کمتر از ۲.۵ میکرون از سال ۱۳۸۹ الی ۱۴۰۲ نشان داده شده است. اندازه‌گیری این آلاینده از اواسط سال ۱۳۸۹ آغاز شد و غلظت سالانه این آلاینده $PM_{2.5}$ تا سال ۱۳۹۴ در مجموع روند کاهشی داشته و پس از دو سال و کمی افزایش روند ثابتی به خود گرفته است. غلظت این آلاینده در سال ۱۳۹۷ با کاهش قابل توجهی روبه‌رو شده و از کمترین فاصله با حد استاندارد سالانه برخوردار بوده است. پس از آن روند تدریجی افزایش غلظت تا سال ۱۴۰۱ با میانگین غلظت ۳۵.۷ میکروگرم بر مترمکعب به بیشینه میزان خود رسیده است. پس از آن مجدداً غلظت سالانه ۱۴۰۲ با کاهش محسوس به ۳۰.۶ میکروگرم بر متر مکعب و به مشابه شرایط سال‌های ۱۳۹۸ الی ۱۴۰۰ بازگشت. با این وجود تا رسیدن به حد استاندارد فاصله زیادی وجود داشته و با توجه به شرایط خاص جغرافیایی و اقلیمی تهران، همراه با تنوع منابع آلودگی، سلامت شهروندان را به طور جدی تهدید می‌کند. نبود برنامه‌ریزی جامع و اتخاذ راهکارهای کارشناسی می‌تواند عواقب جبران‌ناپذیری بر سلامت شهروندان و محیط زیست داشته باشد. برای مقابله

با این بحران، نیازمند یک برنامه جامع هستیم که با در نظر گرفتن تمام جوانب مسئله، به دنبال کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت زندگی شهروندان باشد.



نمودار ۱. وضعیت میانگین غلظت سالانه آلاینده ذرات معلق با قطر کمتر از ۲.۵ میکرون (PM2.5) طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲
منبع: شرکت کنترل کیفیت هوای تهران

با وجود تصویب قانون هوای پاک در سال ۱۳۹۶ و تکلیف قانونی وزارت بهداشت برای ارزیابی اثرات آلودگی هوا، اجرای کامل مفاد این قانون با چالش‌هایی روبرو است. عدم اجرای کامل برخی از آیین‌نامه‌های اجرایی، از جمله برنامه‌های تولید سوخت استاندارد و خودروهای با استاندارد آلاینده‌ی پایین، از جمله موانع اصلی در مسیر بهبود کیفیت هوا به شمار می‌رود. به عبارت کلی در راستای مقابله با پدیده آلودگی، راهکارهای بسیاری پیاده‌سازی شده‌اند ولی با این حال بخش عمده‌ای از این راهکارها بلااجرا مانده‌اند. به‌طور معمول راهکارهای دائمی شامل نوسازی ناوگان حمل‌ونقل عمومی، توسعه وسایل نقلیه برقی، بهبود کیفیت سوخت و... بسیار پرهزینه و نیازمند صرف زمان طولانی هستند. به عبارت دیگر دلیل اصلی عدم موفقیت راهکارها نبود بودجه کافی و تخصیص منابع اعتباری لازم است. شرایط فعلی کشور به‌گونه‌ای است امکان اجرای این راهکارها با کندی و مشکلات جدی مواجه است از طرفی وضعیت کیفی هوای تهران و بیشتر کلانشهرها وخیم بوده و آلودگی تبعات منفی بسیاری بر جامعه خواهد داشت. بنابراین لازم است تا برای بهبود کیفیت هوای تهران و همچنین سایر کلانشهرها، یک تلاش جمعی و هماهنگ از سوی همه شهروندان، مسئولین و دستگاه‌های اجرایی بخش دولتی و خصوصی صورت گیرد و هیچ‌گونه تأخیر یا سهل‌انگاری در اجرای این برنامه نباید وجود داشته باشد.

حل معضل آلودگی هوای کلان‌شهر تهران مستلزم شناسایی دقیق و جامع عوامل مؤثر در بروز این پدیده است. متأسفانه، در زمینه تحلیل و شناسایی علل ریشه‌ای آلودگی هوا، با چالش‌های متعددی مواجه هستیم. تشتت آرا و تعدد اقدامات فاقد پشتوانه علمی، اثربخشی راهکارهای اجرایی را به شدت تحت‌الشعاع قرار داده است. بخش عمده‌ای از ذرات آلاینده بومی و بخش دیگر به علت سیاست‌های غلطی است که به خشک شدن کشور منجر شده است. بر اساس نقشه منتشر شده توسط ناسا که نشان‌دهنده یک کمربند غبار آلود روی کره زمین بوده و از چین تا شمال آفریقا امتداد پیدا کرده است از نظر آلاینده PM2.5 در شرایط نامطلوبی قرار دارد. باید توجه نمود ایران هم روی این کمربند واقع شده است. در موضوع آلودگی هوای تهران به‌ویژه آلودگی زمستانی، آلاینده بحرانی ذرات معلق کوچکتر از ۲.۵ میکرون است. بنابر نظر کارشناسان این حوزه این آلاینده بیش از آنکه از آگزوز خودروهای سواری ایجاد شود، از فرآیندهای سایش (لنت ترمز، تایر، آسفالت، بازپخش و ...) منتشر می‌شود. پس در نتیجه مشکل اصلی آلودگی هوا در شهر تهران، تردد زیاد است و مهم‌ترین اقدامی که می‌تواند باعث کاهش PM2.5 در کلان‌شهرها به‌ویژه تهران می‌شود، کاهش تردد است.

با توجه به اینکه منشاء اصلی آلودگی هوای تهران، ذرات ناشی از سایش لاستیک و لنت ترمز خودروها و تردد بالای وسایل نقلیه است، نقش بخش‌های خصوصی و عمومی در کاهش این آلودگی بسیار حیاتی است. بخش عمومی با اعمال سیاست‌های کارآمد مانند توسعه حمل‌ونقل عمومی، ایجاد محدودیت‌های تردد، و ارتقای زیرساخت‌های دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی می‌تواند نقش محوری ایفا کند. در مقابل، بخش خصوصی می‌تواند با سرمایه‌گذاری در فناوری‌های تولید لاستیک و لنت ترمز کم‌سایش، توسعه خودروهای برقی و هیبریدی، و ارائه خدمات حمل‌ونقل اشتراکی، به کاهش آلودگی کمک کند. طرح‌های مشارکت عمومی-خصوصی (PPP) در ایران و کلان‌شهرهایی مانند تهران، با ایجاد هم‌افزایی بین منابع و تخصص‌های دو بخش، پتانسیل بالایی برای حل معضل آلودگی هوا دارند؛ به شرط آنکه با برنامه‌ریزی دقیق، نظارت مستمر، و شفافیت در اجرا همراه باشند. در ادامه به بررسی نقش هریک در این حوزه خواهیم پرداخت.

۲. بررسی نقش بخش خصوصی و دولتی در راستای کاهش آلودگی هوا

با در نظر گرفتن پیچیدگی مسئله آلودگی هوا و ضرورت اتخاذ رویکردی سیستمی، در ادامه به تحلیل نقش هر یک از اجزای این سیستم، یعنی دولت و بخش خصوصی، خواهیم پرداخت.

۲-۱. نقش بخش خصوصی در کاهش آلودگی هوا

مشارکت بخش خصوصی بارها در سطح بین المللی برای حل مسائل زیست محیطی درخواست شده است (پیمان آب و هوای گلاسکو^۲، ۲۰۲۱ و توافق پاریس^۳ ۲۰۱۵). در اینجا چند اقدامی که بخش خصوصی می تواند در راستای کاهش آلودگی هوا انجام دهد آورده شده است:

۱. افزودن کیفیت هوا به فعالیت ها و گزارش های مسئولیت اجتماعی
 ۲. کمی کردن آلودگی هوا در زنجیره تأمین و یا فرآیندهای تولید
 ۳. جمع آوری داده های مورد نیاز برای توسعه موجودی انتشار آلاینده های اصلی مرتبط با فعالیت های خود شرکت ها
 ۴. ایجاد برنامه هایی برای کاهش آلودگی هوا از طریق عملیات خود و همچنین تأمین کنندگان آنها
 ۵. ترویج کمپین های آگاهی برای اطلاع رسانی شفاف سطوح انتشار ناشی از عملیات آنها و توضیح آنچه که آنها برای کاهش این انتشارات انجام خواهند داد.
 ۶. سرمایه گذاری
- برخی از نمونه اقداماتی که توسط بخش خصوصی برای مبارزه با آلودگی هوا در حال انجام است، به شرح زیر است:

شرکت IKEA، به عنوان عضوی از گروه INGKA، با ابتکار عمل هوای پاک اکنون^۴ رویکردی نوآورانه برای کاهش آلودگی هوا در هند ارائه کرده است. در این طرح، کاه برنج که بیشتر در ایالت های شمالی هند سوزانده می شد، به ماده اولیه ای ارزشمند برای تولید محصولات متنوع تبدیل شده است. سوزاندن بقایای محصولات کشاورزی، به ویژه کاه برنج، یکی از دلایل اصلی آلودگی هوا در هند است. با وجود قوانین منع کننده، بسیاری از کشاورزان به دلیل هزینه بالای تجهیزات پاکسازی مزارع، همچنان به این روش مخرب روی می آورند. IKEA با تبدیل کاه برنج به منبعی تجدیدپذیر برای تولید محصولات خود، نه تنها به کاهش آلودگی هوا کمک می کند، بلکه گامی مهم در جهت توسعه اقتصاد پایدار در هند برمی دارد. این شرکت همچنین با تعهد به استفاده ۱۰۰ درصدی از

² Glasgow Climate Pact

³ Paris Agreement

⁴ Better Air Now Initiative

انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۲۵، نشان داده است که پایداری در مرکز استراتژی‌های آن قرار دارد.

⁵ Johnson & Johnson به‌عنوان یک رهبر جهانی در حوزه سلامت، از نفوذ خود برای ایجاد تغییر مثبت در زمینه تغییرات اقلیمی استفاده می‌کند. این شرکت با حمایت از کنسرسیوم جامعه پزشکی در آب و هوا و سلامت، به آموزش عموم مردم در مورد ارتباط بین سلامت و تغییرات اقلیمی کمک کرده و آن‌ها را به مشارکت در این مبارزه فرا می‌خواند. علاوه بر این، جانسون‌اندجانسون با تعیین اهداف مشخص برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، گام‌های عملی برای کاهش تأثیر خود بر محیط زیست برداشته است. پیوستن به ابتکارات جهانی مانند RE100⁶ و حمایت از گروه C40 Cities^۷، نشان‌دهنده تعهد این شرکت به همکاری با سایر بازیگران برای ایجاد آینده‌ای پایدار است.

تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا دو روی یک سکه هستند. Danfoss با درک این ارتباط عمیق، پایداری را به‌عنوان محور اصلی فعالیت‌های خود انتخاب کرده است. این شرکت با پیوستن به سه ابتکار جهانی RE100، EP100 و EV100، تعهد خود را به مبارزه با تغییرات اقلیمی نشان داده است. شرکت مزبور با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش بهره‌وری انرژی و برقی‌سازی حمل و نقل، نه تنها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند، بلکه منجر به بهبود کیفیت هوا و ایجاد آینده‌ای پایدار نیز می‌شود. این شرکت با کاهش قابل توجه شدت انرژی خود در سال‌های اخیر و هدف‌گذاری برای برقی‌سازی کامل ناوگان خود تا سال ۲۰۳۰، الگویی برای سایر شرکت‌ها در صنعت است.

در سال ۲۰۱۹، Philips Foundation^۸ با همکاری دانشگاه منچستر و برنامه اقدام جهانی، گامی نوآورانه در جهت بهبود کیفیت هوای مدارس برداشت. این همکاری منجر به راه‌اندازی اولین برنامه جامع «هوای پاک برای مدارس» شد که در آن بیش از ۲۰ مدرسه و ۶۰۰۰ دانش‌آموز شرکت دارند. هدف اصلی این برنامه، بهبود کیفیت هوای محیط‌های آموزشی و بررسی تأثیر آلودگی هوا بر سلامت دانش‌آموزان است. در این راستا، دانشگاه منچستر با ارائه تجهیزات پیشرفته نظارتی و تجزیه و تحلیل هوا، به مدارس کمک می‌کند تا وضعیت آلودگی هوا

⁵ شرکت چندملیتی آمریکایی است که در زمینه طراحی، توسعه فناوری و تولید انواع تجهیزات پزشکی، داروها، لوازم آرایشی و ارائه خدمات بسته‌بندی کالاهای مصرفی فعال می‌باشد.

⁶ RE100 یک ابتکار جهانی است که توسط The Climate Group و CDP سازماندهی شده است که شامل بیش از ۴۰۰ شرکت با نفوذ است که متعهد به ۱۰۰٪ برق تجدیدپذیر هستند. اعضا با هم، اقدامات اقلیمی را در زمینه انرژی پاک، حمل و نقل الکتریکی و استفاده هوشمندانه‌تر از انرژی در بیش از ۱۷۵ بازار در سراسر جهان انجام می‌دهند.

^۷ یک شبکه جهانی از شهرداران شهرهای پیشرو جهان است که برای مقابله با بحران آب و هوا متحد شده‌اند.

^۸ بنیاد فیلیپس یک سازمان غیرانتفاعی ثبت شده است که در سال ۲۰۱۴ تأسیس شد. این بنیاد بر این باور است که از طریق نوآوری و همکاری می‌توان برخی از سخت‌ترین چالش‌های جهان را حل نمود و تأثیرگذار بود.

را به دقت پایش کنند. داده‌های جمع‌آوری شده در این تحقیق، شامل سطوح مختلف آلاینده‌هایی همچون ذرات معلق، دی اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و ازن، به محققان این امکان را می‌دهد تا تأثیر آلودگی هوا بر سلامت دانش‌آموزان را به طور دقیق بررسی کنند.

⁹ Siemens Mobility با رونمایی از سیستم نظارت بر کیفیت هوای در لحظه «Zephyr»، گامی بزرگ در جهت بهبود کیفیت هوا برداشته است. این سیستم که حاصل همکاری با کارشناسان EarthSense است، می‌تواند به صورت لحظه‌ای میزان آلاینده‌هایی مانند ازن و ذرات معلق را اندازه‌گیری کند و داده‌های دقیق و قابل اعتمادی را در اختیار مقامات محلی قرار دهد. با استفاده از داده‌های این سیستم، مسئولان می‌توانند به سرعت در مواقع بحرانی مداخله کرده و اقدامات لازم برای بهبود کیفیت هوا را اتخاذ کنند. نام «Zephyr» نیز به زیبایی این سیستم اشاره دارد، زیرا «Zephyr» در اساطیر یونان خدای بادهای مطبوع و پاک‌کننده است. انتظار می‌رود که از این سیستم در آینده برای مدیریت هوشمند ترافیک و کاهش آلودگی هوا استفاده شود.

۲-۲. نقش بخش دولتی در کاهش آلودگی هوا

بخش دولتی از طریق طیف گسترده‌ای از ابزارها و سازوکارها، از جمله تدوین استانداردهای آلودگی، حمایت از فناوری‌های پاک، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و ایجاد مناطق کم‌مصرف، در کاهش آلودگی هوا نقش ایفا می‌کند. علاوه بر این، دولت با همکاری با سازمان‌های بین‌المللی و دیگر کشورها، به دنبال یافتن راهکارهای جهانی برای مقابله با این چالش جهانی است. در ادامه برخی از جنبه‌های کلیدی نقش بخش دولتی در مبارزه با آلودگی هوا آورده شده است:

• وضع قوانین و استانداردهای نظارتی

یکی از الزامات مبارزه موفق با آلودگی هوا، وجود ساختار حقوقی و قانونی هدفمند در خصوص مصوبات و مقررات با موضوع آلودگی هواست. دولت به‌عنوان مسئول اصلی تامین امنیت ملی باید مسئولیت جلوگیری از آلودگی هوا را از راه اتخاذ قوانین و سیاست‌های مقتضی بر عهده گیرد. مقررات ناظر بر کنترل آلودگی محیط‌زیستی باید به‌گونه‌ای کارآمد اجرا شوند تا تأمین بهداشت عمومی را تضمین کنند، چراکه از این راه افزون بر ایجاد امنیت محیط‌زیستی، هم مشروعیت اجتماعی دولت افزایش می‌یابد و هم تابعان این مقررات با تمایل بیشتری الزامات این مقررات را اجرا می‌کنند. به دلیل اهمیت حیاتی

⁹ یک بخش از شرکت خوشه‌ای زیمنس آلمان است. محصولات تولیدی شامل اتوماسیون و سامانه‌های قدرت، خودروهای ریلی برای ترابری عمومی، سامانه‌های راهنمای راه‌آهن، سامانه‌های هدایت و راه‌آهن برقی است.

مسئله سلامتی و تکلیف دولت در خصوص تضمین و تحقق حق سلامتی باید در قوانین با ضمانت اجرایی بالا تعیین شود و از این رو در قوانین اساسی بسیاری از کشورها مانند اسپانیا (بند ۲ اصل ۴۳) ترکیه (اصل ۵۶) روسیه (بند ۲ اصل ۷)، ژاپن (بند ۲ اصل ۲۵) و هند (اصل ۴۷) این وظیفه دولت به صراحت مورد تاکید قرار گرفته است. این در حالی است که قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، به طور صریح دولت را مکلف به حفاظت از سلامت و بهداشت عمومی نساخته است. اما نبود این صراحت در قانون نمی تواند دستاویزی برای گریز از ایفای این مسئولیت اساسی توسط دولت باشد. در ایالات متحده، قانون هوای پاک، آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA)^{۱۰} را موظف می کند تا استانداردهای ملی کیفیت هوا را تعیین کرده و از سلامت عمومی و محیط زیست محافظت کند. دولت های ایالتی مسئول توسعه برنامه های اجرایی برای برآورده کردن این استانداردها، تضمین انطباق از طریق مکانیسم های نظارت و اجرا هستند (آژانس حفاظت از محیط زیست، ۲۰۲۴). سازمان های دولتی همچنین وظیفه نظارت بر کیفیت هوا را از طریق شبکه ای از ایستگاه های نظارتی که سطح آلاینده ها را اندازه گیری می کنند، دارند. آن ها با انجام بازرسی و اعمال مجازات برای متخلفان، رعایت مقررات را نظارت می کنند. به عنوان مثال، در هند، هیات مرکزی کنترل آلودگی (CPCB)^{۱۱} کیفیت هوا را در شهرهای بزرگ کنترل می کند و علیه صنایعی که از حد مجاز انتشار فراتر می روند، اقدام می کند.

• اجرای اقدامات کنترل آلودگی

مقامات دولتی موظف به اجرای اقدامات مختلف کنترل آلودگی هستند. این امر شامل اتخاذ استانداردهای آلاینده های سخت گیرانه تر برای وسایل نقلیه و فرآیندهای صنعتی، ترویج فناوری های پاک تر و تشویق به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر است. در ادامه برخی از اقدامات اجرایی برای کنترل آلودگی هوا اشاره شده است:

توسعه حمل و نقل عمومی: دولت ها با گسترش ناوگان حمل و نقل عمومی مانند مترو، اتوبوس های برقی و تاکسی های هیبریدی، استفاده از وسایل نقلیه شخصی را کاهش داده و به کاهش آلودگی هوا کمک می کنند.

بهبود کیفیت سوخت: ارتقای کیفیت سوخت های تولیدی در پالایشگاه ها یکی دیگر از کلیدهای دیگر دولت است.

برنامه های کوتاه مدت و میان مدت: دولت می تواند برنامه هایی را برای کنترل وضعیت هوا در کلان شهرها، مانند برنامه های یک ساله با شاخص های کمی مشخص، برای کاهش آلودگی هوا تنظیم کند.

¹⁰ Environmental Protection Agency (EPA)

¹¹ Central Pollution Control Board (CPCB)

• تحقیق و توسعه

در این زمینه دولت می‌تواند به‌واسطه دو روش زیر نقش پررنگی در کاهش آلودگی هوا داشته باشد: تأمین مالی طرح‌های تحقیقاتی: بخش دولتی در برنامه‌های تحقیقاتی با هدف درک علل آلودگی هوا و توسعه فناوری‌های جدید برای کنترل آلودگی سرمایه‌گذاری می‌کند. برای مثال، کمک‌های دولتی ممکن است از تحقیقات دانشگاهی در زمینه فناوری‌های کم انتشار یا استراتژی‌های برنامه‌ریزی شهری نوآورانه که شیوه‌های پایدار را ترویج می‌کنند، حمایت کند. همکاری با مؤسسات تحقیقاتی: دولت‌ها اغلب با دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی برای انجام مطالعات در مورد مسائل مربوط به کیفیت هوا همکاری می‌کنند. این مشارکت‌ها می‌توانند به بینش‌های ارزشمندی در مورد استراتژی‌های موثر کاهش آلودگی منجر شوند.

• آگاهی عمومی و آموزش

دولت‌ها کمپین‌های آگاهی بخشی را برای آموزش شهروندان در مورد منابع آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامتی اجرا می‌کنند. این کمپین‌ها اغلب اقداماتی را ترویج می‌کنند که افراد می‌توانند برای کاهش ردپای کربن انجام دهند، مانند استفاده از حمل‌ونقل عمومی، کاهش مصرف انرژی در خانه و شرکت در رویدادهای پاکسازی محلی. همچنین سازمان‌های بخش عمومی اغلب با جوامع دیگر برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد مسائل و راه‌حل‌های کیفیت هوای محلی تعامل دارند. این رویکرد مشارکتی به ایجاد اعتماد بین کشورها در راستای مقابله با آلودگی کمک می‌کند.

• همکاری بین‌بخشی

دولت می‌تواند با همکاری مجلس و قوه قضائیه برای تصویب قوانین و بودجه‌های لازم یا اعمال مجازات برای متخلفان زیست‌محیطی اقدام نماید. همچنین می‌تواند از همکاری بین‌المللی در زمینه کاهش آلودگی هوا به عنوان یک استراتژی کلیدی برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی جهانی استفاده نماید. این همکاری می‌تواند شامل تبادل دانش، فناوری، و منابع مالی باشند که می‌توانند در زمینه بهبود کیفیت هوا مؤثر باشد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت دولت با توجه به امکانات و صلاحیت‌های خود می‌تواند نقش مؤثر و کارآمدی در مقابله با تخریب محیط‌زیست داشته باشد و از آنجایی که یکی از نکات مورد تأکید حقوق محیط‌زیست این است که هرگونه تخریب در محیط‌زیست به زندگی شهروندان، موسسات و خود دولت صدمه می‌زند، دولت باید نقش متناسبی در جلوگیری از تخریب و حفظ سلامت محیط‌زیست ایفا کند.

۳. اهمیت مشارکت عمومی - خصوصی

برای تسریع در فرآیند گذار انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، مشارکت فعالانه و هم‌افزایی بخش دولتی و خصوصی امری ضروری است (گاسپارو و همکاران^{۱۲}، ۲۰۲۲). PPPها در اوایل دهه ۱۹۹۰ به عنوان یک مدل نوین همکاری دولت و بخش خصوصی در ارائه خدمات عمومی معرفی شدند. این مدل که در طول زمان پیچیدگی فزاینده‌ای یافته، به مجموعه‌ای از سازوکارهای حاکمیتی تبدیل شده است که در آن، دولت و بخش خصوصی به طور مشترک در ایجاد و بهره‌برداری از زیرساخت‌ها مشارکت می‌کنند (هاج و گریو^{۱۳}، ۲۰۱۰). PPPها به عنوان یک مفهوم انعطاف‌پذیر، می‌تواند طیف گسترده‌ای از همکاری‌ها را شامل شود، از مشارکت‌های رسمی و ساختاریافته تا اشکال ساده‌تر و غیررسمی‌تر. انگیزه‌های دولت‌ها برای استفاده از مدل PPP بسیار متنوع است. از جمله این انگیزه‌ها می‌توان به افزایش کارایی در ارائه خدمات عمومی، جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، انتقال ریسک‌ها و بهره‌مندی از دانش و تخصص بخش خصوصی اشاره کرد (انگل و همکاران^{۱۴}، ۲۰۲۰). در عین حال سپردن مسئولیت‌هایی که به طور سنتی در حیطه اختیارات دولت بوده است به بخش خصوصی، نگرانی‌هایی را در رابطه با مسئولیت‌پذیری سیاسی، حاکمیتی و نظارت دموکراتیک ایجاد می‌کند (گاول^{۱۵}، ۲۰۱۷). با این حال محرک‌هایی برای مشارکت بخش عمومی در PPPها وجود دارد که به شرح زیر است:

- دلایل مالی؛ یکی از دلایل اصلی استقبال دولت‌ها از مدل PPP، عدم توانایی آن‌ها در تأمین مالی پروژه‌های بزرگ و بلندمدت مانند پروژه‌های کاهش آلودگی هوا است. دلایل مالی شامل هزینه سرمایه اولیه بالا و بازده بلند مدت است که مشخصه پروژه‌های مبارزه با آلودگی هوا است. PPPها ممکن است با منابع بودجه دولت، در تضاد باشند و در نتیجه ترجیح بخش عمومی برای PPPها را توجیه کنند (ژان و جونگ^{۱۶}، ۲۰۱۸). آگراوالا و فانکهاوزر^{۱۷} (۲۰۰۸) پیشنهاد می‌کنند که PPPها باید زمانی استفاده شوند که دولت‌ها منابع بودجه محدودی دارند، مشروط بر اینکه تجزیه و تحلیل دقیق هزینه-فایده انجام شود و شرایط پایداری مالی در نظر گرفته شود. بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به آرامی سرمایه‌گذاری‌های PPP را در تولید انرژی پاک پذیرفته است. از آنجایی که دولت به تنهایی نمی‌تواند این پروژه‌های سرمایه‌بر را تأمین مالی کند، اکثر پروژه‌های موفق از طریق برنامه‌های PPP ارائه شده‌اند

¹² Gasparro

¹³ Hodge & Greve

¹⁴ Engel

¹⁵ Gawel

¹⁶ Zhan and Jong

¹⁷ Agrawala and Fankhauser

(سدریک و لانگ^{۱۸}، ۲۰۱۷). سرمایه‌گذاری‌های PPP به‌طور فعال ظرفیت تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌طور قابل توجهی انتشار CO₂ را به روش‌های قابل توجهی کاهش داده و کیفیت محیط‌زیست را بهبود می‌بخشد. بنابراین، می‌توان فرض کرد که سرمایه‌گذاری‌های PPP و انرژی‌های تجدیدپذیر نقش غیرمستقیم و مستقیم در بهبود محیط‌زیست دارند.

- ملاحظات فناوری؛ یکی از دلایل اصلی استقبال از مدل PPP، دسترسی به تخصص فنی و فناوری‌های نوین بخش خصوصی است. به ویژه در پروژه‌های زیرساختی کم‌کربن، فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند انرژی‌های تجدیدپذیر، هوش مصنوعی و اینترنت اشیا نقش کلیدی ایفا می‌کنند. شرکت‌های خصوصی اغلب در مقایسه با سازمان‌های دولتی، چابکی و نوآوری بیشتری دارند. حضور آن‌ها در PPPها این پتانسیل را دارد که راه‌حل‌های مبتکرانه‌تری ارائه داده و با کارایی و اثربخشی اجرای پروژه را افزایش دهد.

- اشتراک‌گذاری ریسک؛ یکی از قانع‌کننده‌ترین دلایل برای پذیرش PPPها، تمایل مقامات دولتی برای انتقال خطرات پروژه به شرکای خصوصی و امکان انتقال بخشی از ریسک‌های مالی و اجرایی پروژه به آن‌ها است. با این مکانیسم، دولت می‌تواند از مواجهه با عدم قطعیت‌های ناشی از نوسانات هزینه‌ها، تاخیر در اجرای پروژه و تعهدات بلندمدت نگهداری دارایی‌ها اجتناب کند (هاتون و مک‌مانوس^{۱۹}، ۲۰۱۲). شرکای خصوصی خطرات مربوط به ساخت‌وساز، تامین مالی، اتصال به شبکه، امنیت، عملیات و نگهداری و همچنین تغییرات تکنولوژیکی، کیفیت خدمات، تقاضا و رقابت را متحمل شده و شریک عمومی خطرات مربوط به طراحی، خرابی شبکه، اثرات زیست محیطی و نوسان قیمت را حفظ می‌کند. در نتیجه، انتقال ریسک بین شرکای دولتی و خصوصی در PPPها یک فرآیند پیچیده اما ضروری است که به طور قابل توجهی بر نتایج پروژه تأثیر می‌گذارد. تخصیص مؤثر ریسک، نوآوری و کارایی را تقویت می‌کند و در عین حال اطمینان می‌دهد که مسئولیت‌ها با قابلیت‌های هر یک از طرفین همسو هستند.

در خصوص محرک‌های بخش خصوصی برای مشارکت در مدل‌های PPP می‌توان بیان نمود، مشارکت بخش خصوصی در PPPها اساساً با پیگیری سود و سایر اهداف تجاری ایجاد می‌شود (تیلور و هارمن^{۲۰}، ۲۰۱۶). شایان ذکر است با توجه به اینکه منافع اقتصادی نیروی محرکه اصلی برای شرکت‌های خصوصی درگیر در PPP است،

¹⁸ Cedrick and Long

¹⁹ Houghton and McManus

²⁰ Taylor and Harman

بنابراین مدیریت عامل ریسک آن‌ها کارآمدتر است. علاوه بر این، احتمال هدر رفتن منابع در پروژه در بخش خصوصی مرتبط با مشارکت بخش دولتی بسیار کم است (شین‌یانگ و همکاران^{۲۱}، ۲۰۱۶).

در نتیجه مزایای اصلی مشارکت عمومی و خصوصی در مسئله کاهش آلودگی هوا شامل حرفه‌ای بودن، تجربه، استفاده بهینه از منابع و افزایش کارایی پروژه‌های عملیاتی است (خو و همکاران^{۲۲}، ۲۰۱۵). در بیان کلی‌تر همکاری بین بخش دولتی و خصوصی در حوزه پیشگیری از آلودگی، یک رویکرد استراتژیک است که از طریق تلفیق تخصص، منابع و شبکه‌های گسترده هر دو طرف، به نتایج قابل توجهی دست می‌یابد. این مشارکت‌ها با ایجاد هم‌افزایی و کارآمدی، امکان اجرای طرح‌های نوآورانه و پایدار را فراهم می‌آورند. همچنین، با همسوسازی انگیزه‌ها و منافع مختلف، اطمینان حاصل می‌شود که اقدامات پیشگیرانه از حمایت و پشتیبانی لازم برخوردار است. در این راستا، مشارکت بین‌بخشی نه تنها به افزایش پذیرش اجتماعی این طرح‌ها کمک می‌کند، بلکه زمینه را برای یادگیری مستمر و انطباق با تغییرات محیطی فراهم می‌آورد.

۴. استراتژی‌های مؤثر بر پیشبرد موفقیت‌آمیز مشارکت عمومی – خصوصی در حفاظت و پایداری محیط‌زیست

مدل مشارکت عمومی و خصوصی (PPP) در حوزه محیط‌زیست به‌عنوان یک رویکرد نوین برای مدیریت پایدار منابع طبیعی و کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی، مورد توجه متخصصان این حوزه قرار گرفته است. تحقق موفقیت‌آمیز این مدل، منوط به وجود شرایط و عوامل مساعدی است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره خواهد شد.

شرح	عوامل مؤثر
شفافیت و داشتن اهداف روشن دو ستون اصلی موفقیت پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی به ویژه در حوزه محیط‌زیست و کاهش آلودگی هوا هستند (چان و همکاران ^{۲۳} ، ۲۰۱۰). این دو عامل به‌طور مستقیم بر اعتماد، مشارکت و در نهایت موفقیت پروژه تأثیر می‌گذارند. تدوین اهداف مشخص و قابل سنجش، یک چارچوب واحد برای همه ذینفعان ایجاد کرده و به واسطه آن تلاش‌ها و منابع به سمت یک هدف مشترک هدایت خواهد شد ضمن اینکه امکان نظارت مستمر بر پیشرفت پروژه و انحرافات احتمالی از مسیر تعیین شده را فراهم می‌سازد. در این زمینه ایجاد یک ماتریس هدف-واحد-اندازه‌گیری-زمان پیشنهاد می‌شود. این ماتریس یک ابزار	شفافیت و اهداف روشن

²¹ Xin-Gang and et al

²² Xu et al

²³ Chan et al

<p>مدیریتی است که برای تعریف اهداف به صورت دقیق و قابل اجرا استفاده می شود. در این ماتریس هر هدف باید مشخص، قابل اندازه گیری، قابل دستیابی، مرتبط و زمان بندی شده باشد. به عنوان مثال کاهش ۲۰ درصدی میزان ذرات معلق تا سال ۱۴۰۵ و افزایش سهم حمل و نقل عمومی به ۵۰ درصد.</p>	
<p>شراکت استراتژیک یک ابزار قدرتمند برای دستیابی به توسعه پایدار است. به نحوی که با ایجاد این نوع شراکت می توان از منابع و توانایی هر دو بخش عمومی و خصوصی به بهترین نحو استفاده کرده و با ایجاد یک ائتلاف استراتژیک و یک رویکرد هم افزایی بین آنها به چالش آلودگی هوا پرداخت تا به نتایج به مراتب بهتری دست یافت. در این راستا انتخاب شرکای مناسب با تخصص و تجربه کافی در حوزه محیط زیست و توانایی مالی مناسب برای موفقیت پروژه ها حیاتی است.</p>	<p>شراکت استراتژیک</p>
<p>توزیع مناسب ریسک ها و بازدهی های ناشی از اجرای پروژه های PPP، سازوکاری کارآمد برای تخصیص بهینه منابع در پروژه های مشارکت عمومی و خصوصی است. تعیین دقیق و تخصیص بهینه سهم هر طرف در ریسک ها و عایدی ها با ایجاد انگیزه برای نوآوری و سرمایه گذاری بخش خصوصی و کاهش ریسک برای بخش عمومی، به موفقیت پروژه های زیست محیطی کمک شایانی می نماید.</p>	<p>تعادل بین ریسک و بازدهی</p>
<p>وجود یک چارچوب قانونی جامع و پایدار یکی از پیش نیازهای اصلی موفقیت مدل های مشارکت عمومی و خصوصی در حوزه محیط زیست محسوب می شود. این چارچوب با تقلیل ریسک های سرمایه گذاری، ایجاد اطمینان خاطر در سرمایه گذاران بخش خصوصی و تسهیل فرآیند همکاری بخش دولتی و خصوصی و تضمین پایبندی به استانداردهای زیست محیطی نقش محوری در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار ایفا می نماید.</p> <p>قوانین و مصوبات زیادی در خصوص مقابله با آلودگی هوا در ایران وجود دارد که به وسیله نهادهای ذیصلاح تصویب شده اند. قانون هوای پاک آخرین قانون در خصوص آلودگی هوا است که بر اساس نظر بسیاری از مراجع نظارتی و شواهد موجود از زمان تصویب تاکنون عملکرد مطلوبی نداشته است. عدم اجرای قانون هوای پاک ناشی از مجموعه ای از چالش ها و موانع ساختاری است که از جمله مهم ترین آنها عبارتند از:</p> <ul style="list-style-type: none"> • تخصیص ناکافی منابع مالی • اولویت بندی پایین مسائل زیست محیطی • ضعف نظارتی و ارزیابی • ناهمخوانی بین قوانین و مقررات • عدم هماهنگی بین دستگاه های اجرایی و عملکرد جزیره ای • تفسیر شخصی از قانون 	<p>چارچوب قانونی و مقرراتی مناسب</p>

<p>به هر حال هریک از چالش‌های احصا شده در اجرای قانون هوای پاک منجر به بروز موانع و مشکلاتی در اجرای این قانون می‌شوند. با شناسایی دقیق نواقص و ایرادات، ضرورت اتخاذ تدابیر اصلاحی به‌منظور رفع آن‌ها و لزوم تقویت بخش خصوصی در کنار بخش دولتی برای ایجاد یک چارچوب قانونی جامع و پایدار بیش از پیش احساس می‌شود. این امر زمینه‌ساز توسعه مدل‌های مشارکتی و حرکت به سمت توسعه پایدار خواهد بود.</p>	
<p>پروژه‌های زیست‌محیطی اغلب نیازمند سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت هستند و بازدهی آن‌ها ممکن است در کوتاه مدت قابل مشاهده نباشد. لذا تأمین مالی پایدار به معنای تأمین منابع مالی به شکلی است که بتوان نیازهای مالی پروژه را در طول دوره عمر آن تأمین کرد. این موضوع به جهت تضمین پایداری پروژه‌ها، ترویج نوآوری، جذب سرمایه‌گذاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از بانک‌های توسعه برای حل مشکلات ناشی از منابع مالی پایدار به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، پیشنهاد می‌شود (بیسارو و هینکل^{۲۴}، ۲۰۱۸).</p>	<p>تأمین مالی پایدار</p>
<p>انتقال دانش و فناوری‌های نوین از بخش خصوصی به بخش عمومی و بالعکس به بهبود کارایی و اثر بخشی پروژه‌ها کمک می‌کند. سازوکارهای تبادل دانش و فناوری به شرح زیر است:</p> <ul style="list-style-type: none"> • همکاری در تحقیق و توسعه: ایجاد مراکز مشترک تحقیق و توسعه برای توسعه فناوری‌های نوین در حوزه محیط‌زیست • برگزاری همایش‌ها و کارگاه‌های آموزشی: برگزاری همایش‌ها و کارگاه‌های آموزشی برای تبادل دانش و تجربیات بین متخصصان دو بخش. • ایجاد شبکه‌های دانش: ایجاد شبکه‌های دانش برای تسهیل ارتباط و تبادل اطلاعات بین بازیگران مختلف در حوزه‌های محیط‌زیست 	<p>انتقال دانش و فناوری</p>

باید یادآور بود که این عوامل کلیدی موثر بر موفقیت مشارکت عمومی-خصوصی در حفظ محیط‌زیست زمانی کارکرد عمیق و مؤثری خواهند داشت که کشور از ثبات سیاسی و اقتصادی برخوردار باشد.

²⁴ Bisaro and Hinkel



۵. موانع موجود بر سر راه اجرای مشارکت عمومی و خصوصی در راستای کاهش آلودگی هوا

در این بخش برخی از موانع و چالش‌هایی که منجر به شکست پروژه‌های PPP در کاهش آلودگی هوا می‌شود مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۵-۱. بی‌اعتمادی به فناوری و نوآوری‌های جدید

نوآوری فناورانه به‌عنوان راهی برای کاهش تخریب محیط‌زیست شناخته شده است. یکی از دلایل اصلی شکست‌های مشارکت بخش عمومی و خصوصی در کاهش آلودگی، بی‌اعتمادی به فناوری‌های جدید و شرکت‌های سرمایه‌گذار است (چوری و همکاران^{۲۵}، ۲۰۱۲). بخش خصوصی دارای فرهنگ نوآوری است که امکان سازگاری سریع با بازارهای در حال تغییر و فرصت‌های نوظهور را فراهم می‌کند. این چابکی شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا به سرعت پاسخ داده و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را برای کاهش اثرات زیست محیطی توسعه دهند. بخش خصوصی، با چابکی و انعطاف‌پذیری بیشتر نسبت به بخش دولتی، قادر است به سرعت به نوآوری‌های فراتر از محدودیت‌های قانونی و سیاستی دست یابد. همچنین سرمایه‌گذاری قابل توجهی برای مقابله با بحران آب و هوا مورد نیاز است و راه‌حل‌های نوآورانه اغلب هزینه‌های اولیه بالایی دارند. در بخش دولتی، پروژه‌هایی که برای دریافت بودجه نیاز به زمان دارند، ممکن است کنار گذاشته شوند و در نتیجه سرمایه‌گذاری کندتر می‌شود. با این حال، سازمان‌های بخش خصوصی انعطاف‌پذیری بیشتری در تخصیص بودجه دارند. به‌عنوان مثال با تصمیم مجلس شورای اسلامی در لایحه بودجه ۱۴۰۴ بودجه اختصاصی برای توسعه ناوگان حمل‌ونقل عمومی بخشی از راهکارهای عملی در راستای کاهش آلودگی هوا حذف شده است. افزایش ظرفیت مترو در کاهش تردد خودروهای شخصی و بهبود کیفیت هوا نقش به‌سزایی دارد. در حال حاضر، متروی تهران روزانه حدود ۲ میلیون نفر را جابه‌جا می‌کند؛ و توسعه خطوط جدید و افزودن واگن‌ها می‌تواند این ظرفیت را تا ۳۰ درصد افزایش دهد و مصرف سوخت‌های فسیلی را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل عمومی نه تنها به کاهش آلودگی هوا، بلکه به کاهش ترافیک، مصرف انرژی و هزینه‌های درمانی ناشی از بیماری‌های مرتبط با آلودگی نیز کمک می‌کند. تصمیم مجلس شورای اسلامی مبنی بر حذف بند مربوط به توسعه ناوگان حمل‌ونقل عمومی از لایحه بودجه ۱۴۰۴، به‌معنای توقف یا کاهش سرمایه‌گذاری در این بخش حیاتی از زیرساخت‌های شهری است که یک گام عقب‌گرد در بهبود کیفیت هوا تلقی می‌شود. این در حالی است که پیش‌تر نیز دولت با تخصیص ناکافی عوارض آلاینده‌ها به سازمان حفاظت محیط‌زیست و پرداخت مبلغ اسقاط و هدایت منابع حاصل از اسقاط خودرو به صندوق وزارت صمت، روایتگر عدم اولویت‌بندی مناسب مسائل زیست‌محیطی در سیاست‌گذاری‌های کلان کشور است. این رویکرد

²⁵ Chaurey

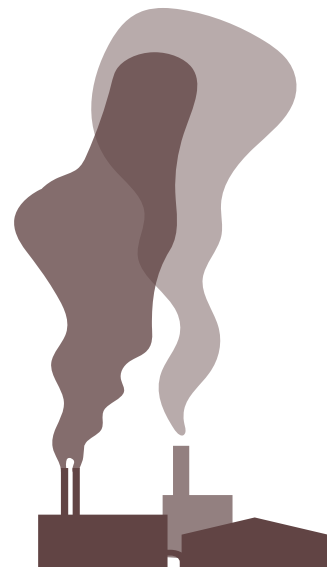
تردیدهایی جدی در خصوص تعهد دولت به اجرای موثر برنامه‌های کاهش آلودگی هوا ایجاد کرده و می‌تواند پیامدهای منفی بر سلامت عمومی و محیط‌زیست را داشته باشد. شایان ذکر است طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، بخش حمل و نقل تقریباً ۲۵ درصد از انتشار کل CO₂ را تولید می‌کند که می‌تواند تا سال ۲۰۵۰ دو برابر شود (آژانس بین‌المللی انرژی^{۲۶}، ۲۰۲۰). بنابراین، بخش حمل و نقل یکی از علل اصلی بدتر شدن سلامت انسان از طریق آلودگی هوا است. فرسودگی ناوگان، کیفیت پایین سوخت و مصرف بیش از حد انرژی در این وسایل نقلیه، به‌عنوان عوامل اصلی هوا و افزایش بیماری‌های قلبی‌عروقی شناخته می‌شوند. در این راستا، توسعه و بهبود سیستم‌های انتقال عمومی به عنوان یک راهکار موثر برای کاهش آلودگی هوا و ارتقای سلامت عمومی مطرح می‌شود. با انتقال بخشی از سفرهای درون‌شهری از خودروهای شخصی به حمل‌ونقل عمومی و برقی‌سازی ناوگان حمل و نقل، می‌توان به میزان قابل توجهی میزان انتشار آلاینده‌ها را کاهش داد و کیفیت هوای شهرها را بهبود بخشید. همچنین، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی و ارتقای کیفیت خدمات ارائه شده، می‌تواند به افزایش جذابیت این حمل و نقل برای شهروندان منجر شده و در نتیجه سهم خودروهای شخصی در سفرهای درون‌شهری کاهش یابد. در نتیجه برای حل مسئله آلودگی هوا در درجه اول باید اولویت آن در نزد تصمیم‌گیران ارتقا یابد که در این صورت الزامات مربوط به آن در سطوح کلان مدیریتی فراهم گردد.

۵-۲. تعارضات اجتماعی

تضادهای اجتماعی یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی اجرای موفق طرح‌های PPP در حوزه محیط زیست محسوب می‌شود. تفاوت در منافع، ارزش‌ها و اولویت‌های ذینفعان مختلف می‌تواند به ایجاد بی‌اعتمادی، مقاومت در برابر تغییر و در نهایت، عدم موفقیت پروژه‌های PPP منجر شود (النحوی و همکاران^{۲۷}، ۲۰۲۰). بنابراین، درک ریشه‌های این تضادها و تدوین راهکارهای مناسب برای مدیریت آن‌ها، امری ضروری است. به عنوان مثال، اگر تمرکز شرکت‌های خصوصی، فقط به حداکثر رساندن سود و کارایی عملیاتی بوده و بخش دولتی تنها بر حفاظت از محیط زیست و سلامت عمومی تأکید داشته باشد این ناهماهنگی می‌تواند منجر به مخالفت با پروژه‌هایی شود که برای رسیدگی به مسائل آلودگی حیاتی است.

²⁶ International Energy Agency: IEA

²⁷ Al-Hanawi



۵-۳. مسائل نهادی

یکی از موانع اصلی در اجرای موفق پروژه‌های PPP، وجود موانع سازمانی است که می‌تواند بر اثربخشی این مدل مشارکت تأثیر منفی بگذارد. این موانع شامل موارد زیر است:

چارچوب‌های نظارتی ضعیف: ساختارهای قانونی و نظارتی ناکافی می‌تواند مانع اجرای پروژه‌های PPP در زمینه کاهش آلودگی هوا شود. بدون دستورالعمل‌ها و سازوکارهای اجرایی واضح، ممکن است نهادهای خصوصی تمایلی به سرمایه‌گذاری در طرح‌هایی با هدف کاهش آلودگی نداشته باشند. (شهاددی و همکاران^{۲۸}، ۲۰۲۳)

ارتباطات و اعتماد ضعیف: همکاری مؤثر بین بخش‌های دولتی و خصوصی به شدت به اعتماد و ارتباطات باز متکی است. هنگامی که عدم شفافیت یا سابقه بی‌اعتمادی وجود دارد، ذینفعان ممکن است در مشارکت کامل در مشارکت مردد باشند که منجر به تضادها و ناکارآمدی‌ها می‌شود. اعتماد متقابل بین دولت، بخش خصوصی و جامعه محلی، یکی از ستون‌های اصلی موفقیت پروژه‌های PPP است. عدم وجود اعتماد، ناشی از تجربیات گذشته، عدم شفافیت یا عدم مشارکت جوامع محلی در تصمیم‌گیری، می‌تواند به ایجاد مقاومت در برابر پروژه‌ها و در نهایت به شکست آن‌ها منجر شود (یبوآ^{۲۹}، ۲۰۲۴).

۵-۴. مسائل عملیاتی

چالش‌های عملیاتی همچنین می‌توانند اثربخشی PPPها را مختل کنند:

فقدان تجربه: تجربه ناکافی در مدیریت پروژه‌های PPP می‌تواند منجر به اجرا و نتایج ضعیف شود. هم شرکای دولتی و هم شرکای خصوصی باید مهارت‌ها و دانش لازم را داشته باشند تا بتوانند به‌طور مؤثر نیازمندی‌های پروژه پیچیده را هدایت کند (یبوآ، ۲۰۲۴).

عدم انعطاف در قراردادها: ترتیبات قراردادی سفت و سخت می‌تواند توانایی شرکا را برای انطباق با شرایط متغیر یا چالش‌های نوظهور مرتبط با آلودگی هوا محدود کند. این عدم انعطاف می‌تواند منجر به تأخیر یا شکست در اجرای پروژه شود (بانک جهانی، ۲۰۱۶).

²⁸ Shahdadi

²⁹ Yeboa

۵-۵. مسائل زیرساختی

برخی از پروژه‌های PPP برای اجرایی شدن نیازمند زیرساخت‌هایی هستند که باید قبل از تصمیم‌گیری جهت اجرای آن‌ها ملزومات مورد نیاز فراهم شود. زیرساخت‌هایی مانند تأمین انرژی، سوخت، زیرساخت‌های شهری و ترافیکی، نیازهای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و زیرساخت‌های قانونی برای اجرا باید وجود داشته باشد. در صورت عدم وجود آن‌ها، منجر به اجرایی نشدن مصوبات و صرف وقت و هزینه اضافی می‌شود.

۶. نمونه‌هایی موفق از مشارکت عمومی و خصوصی برای مقابله با آلودگی هوا

مغولستان

اولان‌باتور پایتخت مغولستان، یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان است. این کشور با اجرای یک طرح نوآورانه مبتنی بر مشارکت بخش عمومی و خصوصی گام‌های مؤثری را در جهت بهبود کیفیت هوای این شهر برداشته است. برنامه بهبود کیفیت هوای اولان‌باتور، با به کارگیری راهکارهای جامع و مشارکت فعالانه تمامی ذینفعان، توانسته است کاهش قابل توجهی در آلاینده‌های هوا در یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان ایجاد نماید. این دستاورد، این شهر را به عنوان یک الگوی موفق در مقابله با آلودگی هوا در کلان‌شهرها معرفی کرده است. برنامه بهبود کیفیت هوای شهر مزبور نتیجه اتخاذ رویکردی جامع و مشارکت فعالانه چندین ذی‌نفع بوده که به شرح زیر است:

۱. بانک توسعه آسیایی^{۳۰} (ADB) با ارائه حمایت مالی قابل توجهی از طریق وام‌های مبتنی بر سیاست^{۳۱} (بانک توسعه آسیایی، ۲۰۲۲). این بانک با ارائه دو وام مبتنی بر سیاست به مبلغ ۲۹۰ میلیون دلار (در دو فاز بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰) نقش محوری در تأمین مالی برنامه جامع بهبود کیفیت هوای اولان‌باتور ایفا کرده است.

۲. همکاری دولت مغولستان و سازمان‌های مختلف با ارائه نقش تعیین‌کننده در اجرا و هماهنگی

³⁰ Asian Development Bank

³¹ بانک توسعه آسیایی (ADB) طیف متنوعی از ابزارهای مالی را به کشورهای عضو در حال توسعه ارائه می‌دهد تا دولت‌ها را در تقویت رشد اقتصادی و حل چالش‌های توسعه یاری کند. با توجه به نیازهای متغیر کشورها و منطقه آسیا و اقیانوسیه، طیف وام‌ها و کمک‌های مالی بخش عمومی ADB از نظر هدف، تمرکز، تأمین مالی و تخصیص و ترتیبات اجرایی متفاوت است. وام‌های مبتنی بر سیاست (PBL) از طریق حمایت مالی عمومی به قرض‌گیرندگان بخش عمومی کمک می‌کند و به کشورهایی که با شکاف مالی در بودجه سالانه خود مواجه هستند، یاری می‌رساند. PBL تنها زمانی تخصیص داده می‌شود که قرض‌گیرنده اصلاحات یا اقدامات سیاستی توافق‌شده با ADB را تکمیل کند. برنامه توسعه بخش (SDP) با ترکیب PBL با یک وام سرمایه‌گذاری، به نیازهای کشورهایی پاسخ می‌دهد که هم به سرمایه‌گذاری و هم به اصلاحات سیاستی در یک بخش خاص نیاز دارند. SDP برنامه اصلاحات یک کشور را همراه با یک پروژه سرمایه‌گذاری خاص مرتبط با آن برنامه تأمین مالی می‌کند و یک راه حل یکپارچه برای نیازهای بخش یک کشور ارائه می‌دهد.

۳. سازمان‌های بین‌المللی مانند بانک جهانی با ارائه کمک مالی (بانک جهانی، ۲۰۱۱)

این ابتکار که با هدف تقویت چارچوب نظارتی موجود و اجرای اقدامات موثر برای کنترل آلودگی هوا و ارتقای سطح سلامت شهروندان طراحی شده بود به کاهش قابل توجهی در سطوح آلودگی هوا دست یافت از جمله اینکه در طول زمستان ۲۰۲۰-۲۰۱۹، حداکثر غلظت PM2.5 در مقایسه با میانگین حداکثر مقادیر ۵ سال قبل، ۵۴ درصد کاهش و غلظت PM10 در مدت مشابه ۴۵ درصد کاهش یافت (بانک توسعه آسیایی، ۲۰۲۲).

در کنار این نهادها، مشارکت بخش خصوصی نقش مهمی در برنامه بهبود کیفیت هوای اولان‌باتور ایفا کرد و از طریق ابتکارات و مشارکتهای مختلف به موفقیت آن کمک کرد از جمله اقدامات بخش خصوصی در اجرای این برنامه به شرح زیر است:

- تأمین مالی و سرمایه‌گذاری سبز؛ این برنامه با هدف کاهش آلودگی هوا و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان خود از طریق ایجاد مکانیزم‌های مالی نوآورانه، از جمله ارائه محصولات تضمین اعتبار به شرکت‌های کوچک و متوسط و ترویج مالی سبز به جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در حوزه محیط‌زیست پرداخته است. همکاری با مؤسسات مالی خصوصی مانند XacBank^{۳۳} که با اختصاص ۲۱۵ میلیون دلار به برنامه‌های کارآمدسازی ساختمان‌ها، از این ابتکار حمایت کرده است. ضمن اینکه به تحقق اهداف این برنامه کمک شایانی نموده نشان از تعهد جدی بخش خصوصی در جهت توسعه پایدار دارد.
- توسعه فناوری پاک؛ این برنامه با حمایت از توسعه و تولید فناوری‌های نوین گرمایشی پاک، به‌منظور جایگزینی روش‌های سنتی و آلوده‌کننده، به مشارکت فعال بخش خصوصی انجامید. تمرکز بر توسعه بازار اجاق‌های پاک و تشویق تولید داخلی، به ارتقای فناوری و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی کمک شایانی نمود.
- رویکردهای مبتنی بر بازار؛ این برنامه با هدف تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در حوزه بهبود کیفیت هوا، از ابزارهای مختلفی مانند ارائه یارانه‌ها و تسهیلات مالی استفاده نمود. با ایجاد یک محیط کسب‌وکار جذاب، این برنامه توانست مشارکت فعال شرکت‌های کوچک و متوسط را در توسعه و تولید محصولات پاک، به ویژه اجاق‌های گاز، جلب نماید. پس از گذار برنامه اجاق گاز پاک به مرحله تجاری، وابستگی به حمایت‌های دولتی کاهش یافت و این برنامه به یک مدل موفق برای مشارکت بخش خصوصی در بهبود محیط زیست تبدیل شد (بانک جهانی، ۲۰۱۹).

³² World Bank

³³ یک نهاد ملی بخش خصوصی در مغولستان است. این نهاد به مشتریان خود از جمله افراد و شرکت‌های کوچک، کوچک و متوسط گرفته تا بزرگترین شرکت‌های مغولستان با طیف کاملی از بانکداری فراگیر، سرمایه‌گذاری منصفانه و سایر محصولات و خدمات مالی خدمات ارائه می‌دهد.

- همکاری با سازمان‌های مردم‌نهاد؛ سازمان‌های مردم‌نهاد با ارائه برنامه‌های آموزشی تخصصی در حوزه‌های مدیریت سازمانی و تأمین مالی نوآورانه به سازمان‌های محلی، نقش مؤثری در تقویت ظرفیت‌های اجرایی این برنامه ایفا نمودند. این همکاری، علاوه بر حمایت از بخش خصوصی، به ایجاد فرصت‌های شغلی و تقویت تاب‌آوری جوامع محلی کمک شایانی کرد.

برنامه بهبود کیفیت هوای اولان‌باتور، با بهره‌گیری از سازوکارهای مشارکت عمومی-خصوصی، موفق به بسیج منابع مالی، تخصص و نوآوری‌های بخش خصوصی در جهت رفع چالش جدی آلودگی هوا گردید. این همکاری، ضمن تسهیل اجرای راهکارهای مبتنی بر بازار، به توسعه پایدار و بلندمدت سیستم‌های کاهش آلودگی هوا در شهر کمک شایانی نموده است.

از طرفی دولت مغولستان و IFC³⁴ در سال ۲۰۲۴، توافقنامه‌ای امضا کرده‌اند که از سرمایه و تخصص بخش خصوصی برای توسعه انرژی بادی در کشور استفاده می‌کند. بر اساس قرارداد جدید، IFC به عنوان مشاور معاملاتی اصلی وزارت نیرو برای آماده‌سازی پروژه جامع و توسعه یک مشارکت عمومی-خصوصی (PPP) برای یک پروژه اولیه برق بادی حدود ۱۰۰ مگاوات عمل خواهد کرد. در این کشور، اتکای شدید به انرژی زغال سنگ برای انرژی و گرمایش، بخش انرژی را به بزرگترین سهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) در این کشور تبدیل کرده است. این اولین قرارداد PPP در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر مغولستان خواهد بود که انتظار می‌رود نقطه عطف مثبتی در ایجاد تعرفه رقابتی برق ایجاد کند و با تنوع بخشیدن به ترکیب انرژی مغولستان از طریق افزایش تولید انرژی تجدیدپذیر و ارائه الگوی برای تولیدکنندگان برق بادی به کاهش آلودگی هوا در این کشور کمک کند. پروژه جدید بادی با افزودن یک دارایی تولید انرژی تجدیدپذیر اضافی به ترکیب انرژی مغولستان، انتشار کربن را کاهش خواهد داد (بانک جهانی، ۲۰۲۴).



³⁴International Finance Corporation (IFC) بزرگترین موسسه توسعه جهانی است که بر بخش خصوصی در بازارهای نوظهور متمرکز است.

چین

وضعیت آلودگی هوای چین به دلیل فعالیت‌های صنعتی در مقیاس بزرگ، اتکا به زغال سنگ و شهرنشینی سریع بحرانی است. با توجه به پیچیدگی چالش آلودگی هوا، دولت چین با اتخاذ رویکردی مبتنی بر مشارکت عمومی-خصوصی، به دنبال یافتن راهکارهای نوآورانه و پایدار می‌باشد. این همکاری‌ها با بهره‌گیری از سازوکارهای مالی متنوع، انتقال فناوری و مشارکت فعال بخش خصوصی، به بهبود کیفیت هوا و ارتقای سلامت شهروندان کمک شایانی نموده است. منطقه پکن-تیانجین-هبی چین، با تجربه سطوح بالای آلودگی هوا، به ویژه ذرات ریز (PM2.5) با میانگین سالانه ۹۳ میکروگرم بر متر مکعب در سال ۲۰۱۴، به عنوان یک مطالعه موردی مهم در زمینه آلودگی هوا در محیط‌های شهری مطرح می‌شود. در پاسخ به این بحران، دولت چین اقدامات گسترده‌ای را در قالب «جنگ علیه آلودگی» به اجرا گذاشته است که شامل تدوین سیاست‌های کاهش انتشار، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک و ارتقای آگاهی عمومی می‌باشد. یکی از این اقدامات برنامه کنترل آلودگی هوای منطقه جینگ-جین-جی است. برنامه کنترل آلودگی هوای این منطقه با اتخاذ رویکردی مبتنی بر مشارکت بخش خصوصی و دولت (PPP) در راستای حمایت از اجرای برنامه اقدام کنترل آلودگی هوا و سیزدهمین برنامه پنج ساله (۲۰۱۶-۲۰۲۰) برای بهره‌وری انرژی و انرژی پاک طراحی شده و تمرکز آن بر کنترل آلاینده‌های هوا با بهبود بهره‌وری انرژی و گسترش استفاده از انرژی پاک است (بانک جهانی، ۲۰۲۱). در این برنامه تمرکز ویژه‌ای بر توسعه بازار تأمین مالی سبز و تشویق بانک‌های تجاری به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های محیط‌زیستی شده است. بانک‌هایی همچون ³⁵ Huaxia Bank با ارائه تسهیلات مالی به شرکت‌هایی که در زمینه کاهش آلاینده‌ها و انتشار کربن فعالیت می‌کنند، نقش مهمی در تأمین مالی این پروژه‌ها ایفا کرده‌اند. این رویکرد ضمن حمایت از نوآوری فناورانه در حوزه محیط‌زیست، با ایجاد یک اکوسیستم مالی پایدار برای توسعه فعالیت‌های سبز کمک شایانی کرده است.

از طرفی مشارکت مؤثر بین سازمان‌های غیردولتی، دولت‌های محلی و بخش خصوصی در شهرهای مانند Cangzhou، منجر به توسعه سیستم‌های هوشمند پایش آلودگی هوا شده است. این سیستم‌ها با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و تحلیل کلان داده‌ها، امکان شناسایی دقیق منابع آلودگی و ارزیابی اثربخشی اقدامات کنترلی را فراهم می‌آورند (مجمع جهانی اقتصاد³⁶، ۲۰۲۱).

توام با توسعه سریع PPP ها از سال ۲۰۱۳، دولت‌های محلی چین شروع به کشف فرصت‌های استفاده از PPP در بسیاری از بخش‌های دیگر از جمله زیرساخت شارژ خودروهای الکتریکی در راستای کاهش آلودگی هوا کردند.

³⁵ شرکت خدمات مالی و بانکداری چینی است، که در سال ۱۹۹۲ تأسیس شد و در حال حاضر مالک شبکه‌ای از ۴۳۷ شعبه بانکداری خرد در ۶۸ شهر می‌باشد. دوپچه بانک آلمان با در اختیار داشتن ۱۹ درصد از سهام هوا ژیا بانک، بزرگترین سهام‌دار آن به‌شمار می‌آید.

³⁶ World Economic Forum

در حال حاضر، PPP در زیرساخت شارژ در چین در مرحله اولیه خود بوده و میزان مشارکت بخش خصوصی در حال افزایش است.

تا ۳۱ دسامبر ۲۰۱۷، حدود ۱۴ پروژه PPP در زیرساخت شارژ وسایل نقلیه الکتریکی به اجرا درآمده است. از میان ۱۴ پروژه، سه پروژه آماده شده و سه پروژه تصویب شده و در حال آماده سازی برای تدارکات است و مابقی هنوز در مرحله شناسایی پروژه هستند.

در جدول ۱ به برخی از پروژه‌های PPP اجرا شده در چین اشاره شده است:

جدول ۱. مروری بر پروژه‌های PPP زیرساخت شارژ موجود در چین در راستای کاهش آلودگی هوا

عنوان پروژه	زمان راه‌اندازی	مبلغ سرمایه‌گذاری	روش‌ها
پروژه زیرساخت شارژ خودرو الکتریکی شهر Tianjin چین	۲۰۱۴	۷۶۰۰۸ میلیون دلار	BOT ³⁷
پروژه زیرساخت شارژ خودرو الکتریکی شهر Liupanshui چین	۲۰۱۶	۳۲۰۵ میلیون دلار	BOT
پروژه ایستگاه شارژ خودرو الکتریکی شهر Kuerle چین	۲۰۱۵	۵۲ میلیون دلار	BOT

منبع: وانگ و که^{۳۸} (۲۰۱۸)

نتیجه آنکه که مشارکت‌های دولت و بخش خصوصی در بهبود کیفیت هوا در شهرهای شمالی چین نتایج چشمگیری داشته است. کاهش ۳۵ درصدی آلودگی هوا در دوره ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷، گواهی بر اثربخشی این رویکرد است. با این حال، با کاهش بازده اقدامات اولیه، نیاز به رویکردهای پیچیده‌تر و مبتنی بر نوآوری برای دستیابی به بهبودهای بیشتر احساس می‌شود. تکامل مستمر این مشارکت‌ها نشان از تعهد جدی دولت و بخش خصوصی برای بهبود کیفیت هوا و دستیابی به توسعه پایدار است (مجمع جهانی اقتصاد، ۲۰۲۱).

³⁷ گونه‌ای از قرارداد اقتصادی است که معمولاً بین دولت‌ها و سازمان‌های متولی اقتصاد از یک طرف و شرکت‌های بخش خصوصی از طرف دیگر منعقد می‌گردد. در این نوع قرارداد، شرکت بخش خصوصی متعهد می‌شود که سرمایه‌گذاری لازم برای انجام یک پروژه (معمولاً بزرگ و زیرساختی) را انجام داده، سپس به مدت محدودی از آن در عوض سرمایه‌گذاری انجام داده بهره‌برداری نماید، و در نهایت آن را به شکل کامل و فعال به طرف مقابل (معمولاً دولت) تحویل دهد.

³⁸ Wang & Ke

هندوستان

در سال ۲۰۲۳، هند پس از بنگلادش و پاکستان در رتبه سوم آلوده ترین کشور جهان قرار گرفت. میانگین غلظت PM2.5 با وزن جمعیت در هند ۵۴.۴ میکروگرم در متر مکعب گزارش شده است که به طور قابل توجهی بیش از ده برابر از دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی (WHO) که ۵ میکروگرم در متر مکعب است، فراتر رفته است. این آمار نگران کننده، بحران شدید کیفیت هوا را که کشور با آن مواجه است، نشان می دهد که خطرات جدی سلامتی را برای جمعیت تقریباً ۱.۳۶ میلیارد نفری آن به همراه دارد. مشارکتهای بخش دولتی و خصوصی در هند، با هدف ایجاد یک اکوسیستم جامع برای توسعه حمل و نقل الکتریکی، به عنوان یک استراتژی کلیدی برای کاهش آلودگی هوا و دستیابی به اهداف توسعه پایدار مطرح شده است. این همکاریها با تمرکز بر توسعه زیرساختهای شارژ، ترویج فناوریهای نوین و ایجاد سیاستهای حمایتی، به تسریع گذار به سمت حمل و نقل برقی در این کشور کمک قابل توجهی نموده است. یکی از مهمترین مشارکتهای PPP، توسعه زیرساخت شارژ خودروهای برقی است. در این زمینه دولت با شرکتهای خصوصی برای نصب و راه اندازی ایستگاههای شارژ در سراسر مناطق شهری همکاری گستردهای دارد. به عنوان مثال، دهلی یک مدل منحصربه فرد PPP را پیاده سازی کرده است که راه اندازی شبکههای شارژ خودروهای برقی را تسریع می کند. از طرفی مشارکت بخش خصوصی سرمایه گذاری قابل توجهی را نیز به همراه دارد چراکه توسعه زیرساختهای شارژ بسیار سرمایه بر است. دولت هند، پروژه ای را برای نصب، راه اندازی و نگهداری زیرساخت شارژ خودروهای الکتریکی در سراسر هند از طریق مشارکت با بخشهای دولتی و خصوصی انجام می دهد. هدف از این پروژه افزایش بازار خودروهای برقی در کشور است. این طرحها بر کاهش وابستگی به سوختهای فسیلی، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، و تقویت تولیدات داخلی و در عین حال حصول اطمینان از در دسترس بودن زیرساختهای لازم تمرکز دارند. طرح FAME³⁹ (تطبیق و ساخت سریع تر وسایل نقلیه هیبریدی و الکتریکی) که از سال ۲۰۱۵ به صورت مرحله ای اجرا شد، در ایجاد تقاضا برای خودروهای برقی، حمایت از استقرار اتوبوسهای برقی و دو چرخ، و توسعه ایستگاههای شارژ موثر بوده است. همچنین نرخ مالیات بر شارژرهای خودروهای الکتریکی از ۱۸ درصد به ۵ درصد کاهش داده شده است تا این پیشرفت را بیشتر تشویق کند. دهلی اخیراً با ایجاد ۹۰۰ نقطه شارژ در ۱۰۰ مکان، با ارائه کمترین تعرفه شارژ، این ایستگاهها را ارزانترین ایستگاهها در سطح جهان کرده است. این دستاورد قابل توجه از طریق یک PPP که توسط آژانس دولتی نودال (SNA)، دهلی سازماندهی شده است. مطابق با گزارش مجمع جهانی اقتصاد امروزه ۹۰ درصد از رهبران شرکتهای هند پایداری را عاملی برای مزیت رقابتی، رشد و هزینه های کمتر می دانند. دولت هند ۲.۲ میلیارد دلار برای توسعه ۵ میلیون تن ظرفیت هیدروژن سبز و ۱۲۵ گیگاوات انرژی تجدیدپذیر گیگاوات انرژی تجدیدپذیر اختصاص داده است. در این زمینه بخش خصوصی

³⁹ Faster Adoption and Manufacturing of Hybrid and Electric Vehicles

بیش از ۲۰۰ میلیارد دلار برای حمایت از نقشه راه انرژی هند متعهد شده است. تاکنون دولت بیش از ۸ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را جذب کرده که بخش بزرگی از آن در خودروهای الکتریکی، انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید باتری بوده است.

مشارکت‌های دولتی و خصوصی در تسهیل انتقال هند به وسایل نقلیه الکتریکی به عنوان بخشی از استراتژی آن برای مبارزه با آلودگی هوا بسیار مهم است. هند در نظر دارد با تقویت همکاری بین سازمان‌های دولتی و شرکت‌های خصوصی، هند بتواند به طور مؤثر به چالش‌های زیرساختی رسیدگی، پیشرفت‌های فناوری را ارتقا، سیاست‌های حمایتی را توسعه و ظرفیت‌سازی در این بخش ایجاد کند. همانطور که این مشارکت‌ها به تکامل خود ادامه می‌دهند، نقش حیاتی فزاینده‌ای در ایجاد یک آینده حمل و نقل پایدار برای هند ایفا خواهند کرد.

لهستان

لهستان مدت‌هاست که به دلیل وابستگی شدید آن به زغال سنگ برای گرمایش و تولید انرژی با آلودگی هوا دست و پنجه نرم می‌کند. هزینه سالانه ناشی از آلودگی هوا در لهستان بیش از ۱۸ میلیارد پوند در سال است. بیش از ۶۰ درصد از جمعیت لهستان در شهرها زندگی می‌کنند، بنابراین تصمیمات مقامات محلی برای اجرای پروژه‌های ارتقای هوای پاک کلیدی است. مشارکت‌های دولت و بخش خصوصی در لهستان، به عنوان یک ابزار مؤثر در کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت محیط زیست شناخته شده است. ابتکار جامعه کیفیت هوای لهستان، نمونه‌ای بارز از این همکاری‌ها است که با مشارکت فعالانه همه ذینفعان، از جمله دولت، شهرداری‌ها، صنایع و سازمان‌های مردم‌نهاد، به اجرای برنامه‌های جامع برای کاهش آلودگی هوا می‌پردازد. این ابتکار بر چندین حوزه کلیدی تمرکز دارد:

مشارکت جامعه: این طرح بر اهمیت مشارکت جوامع محلی در تلاش‌های بهبود کیفیت هوا تأکید می‌کند. این ابتکار با افزایش آگاهی و تشویق مشارکت در برنامه‌های هوای پاک، احساس مالکیت را در میان ساکنان تقویت می‌کند.

راه‌حل‌های محلی: با توجه به اینکه آلودگی هوا بسته به منطقه متفاوت است، این ابتکار راه‌حل‌های محلی متناسب با نیازهای خاص جامعه را ترویج می‌کند. این رویکرد به شهرداری‌ها اجازه می‌دهد تا استراتژی‌های هدفمندی را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت هوا ایجاد کنند.

همکاری در بخش‌ها: این ابتکار نهادهای عمومی، مشاغل خصوصی و سازمان‌های غیرانتفاعی را برای به اشتراک گذاشتن دانش، منابع و بهترین شیوه‌ها گرد هم می‌آورد. این رویکرد چندجانبه، اثربخشی تلاش‌های مدیریت کیفیت هوا را افزایش می‌دهد.

دولت لهستان از طریق سازوکارهای مختلف نقشی اساسی در حمایت از این طرح‌ها ایفا می‌کند:

- برنامه اولویت هوای پاک: این برنامه که توسط وزارت آب و هوا و محیط زیست راه‌اندازی شد، هدف از این برنامه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از منابع گرمایشی منازل مسکونی با ارائه مشوق‌های مالی برای صاحبان خانه به‌مظنور جایگزینی دیگ‌های بخار زغال سنگ قدیمی با جایگزین‌های پاک‌تر است. این برنامه از سوی نهادهای بین‌المللی مانند بانک جهانی حمایت شده که ۲۵۰ میلیون یورو برای کمک به افزایش این تلاش‌ها متعهد شده است.
- چارچوب نظارتی: دولت استلنداردهای انتشار دقیق و چارچوب‌های قانونی را برای هدایت مدیریت کیفیت هوا ایجاد کرده است. به‌عنوان مثال، قانون حفاظت از محیط زیست یک مبنای قانونی جامع برای تنظیم آلاینده‌ها و اجرای طرح‌های هوای پاک فراهم می‌کند.
- هماهنگی بین‌وزارتی: شورای بهداشت عمومی لهستان بر نیاز به اقدامات هماهنگ در وزارتخانه‌های مختلف برای رسیدگی به اثرات آلودگی هوا بر سلامت تاکید کرده است. این رویکرد مشترک تضمین می‌کند که ملاحظات بهداشتی در سیاست‌های زیست محیطی ادغام می‌شوند.

همچنین در این مسیر، بخش خصوصی با اتخاذ رویکردی مبتنی بر نوآوری و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک، به عنوان یکی از بازیگران اصلی در بهبود کیفیت هوا شناخته می‌شود. شرکت‌های خصوصی با توسعه راه‌حل‌های جایگزین برای فرآیندهای صنعتی سنتی و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، به کاهش انتشار آلاینده‌ها کمک شایانی می‌کنند. همچنین، همکاری‌های مشترک با دولت و نهادهای تحقیقاتی، منجر به ایجاد مناطق کم‌انتشار و توسعه سیستم‌های هوشمند پایش کیفیت هوا شده است. این رویکرد جامع، با هدف ایجاد یک محیط زیست سالم و پایدار برای نسل‌های آینده، در بسیاری از کشورها در حال اجرا است. مشارکت‌های دولت و بخش خصوصی در لهستان، با تمرکز بر کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و توسعه انرژی‌های پاک، به بهبود قابل توجه کیفیت هوا کمک کرده است. ابتکار جامعه کیفیت هوای لهستان، با ایجاد یک پلتفرم برای همکاری بین دستگاه‌های اجرایی، صنایع و سازمان‌های مردم‌نهاد، به توسعه و اجرای برنامه‌های جامع برای کاهش آلودگی هوا کمک کرده است. این رویکرد، با افزایش آگاهی عمومی و مشارکت شهروندان، به ایجاد یک محیط زیست سالم و پایدار کمک شایانی نموده است.

کارخانه تبدیل زباله به انرژی در پوزنان، لهستان، نمونه‌ای برجسته از همکاری موفق بین بخش خصوصی و دولتی (PPP) در اجرای پروژه‌های مربوط به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی است. در این پروژه، شرکت Sita Zielona Energia به عنوان شریک بخش خصوصی، مسئولیت طراحی، تأمین مالی، ساخت، مدیریت و نگهداری این تأسیسات را بر عهده داشت. به دلیل عدم تجربه کافی در اجرای پروژه‌های مشابه و همچنین تمایل

به بهره‌مندی از تخصص و تجربه یک شریک کارآزموده در مدیریت بهره‌برداری از کارخانه، تصمیم به اجرای پروژه از طریق مشارکت بخش خصوصی گرفت. قرارداد شامل یک دوره ساخت ۴۳ ماهه و یک دوره بهره‌برداری ۲۵ ساله است. یسک‌های ساخت، نگهداری، بهره‌برداری و دسترسی به بخش خصوصی واگذار شد و شهر پوزنان ریسک تقاضا را بر عهده گرفت. هزینه سرمایه‌گذاری پروژه ۱۹۲ میلیون دلار آمریکا تخمین زده شده است. این پروژه می‌تواند الگویی برای سایر شهرداری‌ها و دولت‌ها در سراسر جهان باشد که به دنبال راهکارهایی برای مدیریت مؤثر پسماند و تولید انرژی پاک هستند.

پاکستان

پاکستان در حال حاضر با سطح بسیار جدی آلودگی هوا مواجه است. به‌عنوان مثال در سال ۲۰۱۹، غلظت ذرات معلق لاهور ($PM_{2.5}$) به ۱۲۳ میکروگرم در متر مکعب رسید که ۲۴ برابر بیشتر از دستورالعمل کیفیت هوای سازمان جهانی بهداشت است. بدین‌منظور سند سیاست ملی هوای پاک به‌عنوان چارچوبی برای بهبود کیفیت هوا در پاکستان ارائه شده است. این سند بر اقداماتی در مقیاس ملی تمرکز دارد که می‌تواند به بهبود کیفیت هوا دست یابد. سند مزبور یک مداخله اولویت‌دار در پنج بخش را با هدف تسریع پیشرفت برای کاهش انتشار آلاینده‌های هوا شناسایی می‌کند. پنج بخش اولویت دار عبارتند از:

- حمل و نقل: اجرای استانداردهای کیفیت سوخت یورو-۵ و یورو-۶
- صنعت: اجرای استانداردهای انتشار برای صنایع
- کشاورزی: جلوگیری از سوزاندن بقایای کشاورزی
- زباله: ممانعت از سوزاندن زباله‌های جامد شهری در مناطق نزدیک شهر
- خانوار: ترویج استفاده از فناوری‌های پخت و پز کم انتشار

برآورد شده است که اجرای کامل این سند در پنج بخش اولویت دار، انتشار $PM_{2.5}$ را تا سال ۲۰۳۰ حدود ۲۱ درصد در مقایسه با سطوح سال ۲۰۲۰ کاهش می‌دهد. همچنین تا سال ۲۰۴۰، انتشار گازهای گلخانه‌ای را تا ۷۰ درصد در مقایسه با سطوح ۲۰۲۰ کاهش خواهد داد. دستورالعمل‌های کیفیت هوای سازمان بهداشت جهانی که در سال ۲۰۲۱ منتشر شده است به‌عنوان مرجعی برای تعیین اهداف در این سند خط مشی استفاده شده است. در این سند بر مشارکت فعال ذینفعانی شامل نهادهای بخش عمومی، خصوصی، نهادهای تحقیقاتی، جامعه مدنی و رسانه‌ها تأکید شده است. همچنین اجرای سند نام برده مستلزم تخصیص بودجه بخش عمومی بوده و بخش خصوصی نقش مهمی در تغییر فناوری‌هایی که منجر به انتشار کمتر آلاینده‌ها می‌شود، ایفا خواهد کرد.

علاوه بر این، برخی از اقدامات با تأثیرگذاری بالا، مانند معرفی خودروهای برقی، یا ارتقای استانداردهای سوخت توسط بخش خصوصی اجرا خواهد شد و اساساً با انگیزه های مالی و مالیاتی هدایت می شود.

با بررسی هریک از این کشورها و در یک جمع بندی می توان بیان نمود که مشارکت های دولتی و خصوصی (PPPs) به عنوان یک مکانیسم قدرتمند برای رسیدگی به آلودگی هوا در کشورهای مختلف ظاهر شده اند که موفقیت قابل توجهی در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود کیفیت هوا نشان می دهد. این همکاری ها از نقاط قوت هر دو بخش استفاده می کند و چارچوب های نظارتی و نظارتی دولت را با نوآوری و سرمایه گذاری بخش خصوصی ترکیب می کند. به عنوان مثال، برنامه ملی مغولستان برای کاهش آلودگی هوا و محیط زیست با موفقیت تامین مالی خصوصی را با طرح های دولتی ادغام کرده است که منجر به کاهش ۵۱ درصدی غلظت PM2.5 در طول ماه های زمستان شده است. این برنامه با مشارکت دادن بازیگران خصوصی در تامین مالی پروژه های کنترل آلودگی، به طور موثر با چالش های سوزاندن زغال سنگ در خانوارها مقابله کرده و فناوری های پاک تر را ترویج کرده است و نشان می دهد که چگونه سرمایه گذاری های هدفمند می توانند مزایای زیست محیطی قابل توجهی را به همراه داشته باشند.

به طور مشابه، انتقال خودروهای الکتریکی در هند اثربخشی PPP ها در مبارزه با آلودگی هوای شهری را نشان می دهد. همکاری بین شرکت حمل و نقل بنگال غربی و نهادهای خصوصی منجر به خرید اتوبوس های برقی شد که به طور قابل توجهی به راه حل های حمل و نقل شهری پاک تر کمک کرد. ابتکاراتی مانند انجمن مدیر عامل برای هوای پاک بیشتر نشان می دهد که چگونه تعامل بین بخشی می تواند منجر به راه حل های نوآورانه و حمایت از سیاست هایی شود که با اهداف ملی هوای پاک هماهنگ است. این مثال های موفق نشان می دهند که وقتی بخش های دولتی و خصوصی به سمت یک هدف مشترک متحد می شوند، می توانند استراتژی های تأثیرگذاری ایجاد کنند که نه تنها آلودگی را کاهش می دهد، بلکه سلامت عمومی را ارتقا می دهد و رشد اقتصادی پایدار را تقویت می کند.



۷. مشارکت عمومی و خصوصی در کاهش آلودگی هوا در ایران: امکان‌سنجی و راهکارها

تحلیل مشارکت عمومی-خصوصی در ایران مستلزم بررسی دو حوزه کلیدی چارچوب قانونی و عملکرد اجرایی است. ماهیت قراردادهای مشارکت عمومی-خصوصی، ایجاب می‌کند که قوانین و مقررات ویژه‌ای برای تعریف و اجرای آنها تدوین شود تا این قراردادها از سایر روش‌های تدارک پروژه متمایز گردند. قوانین موجود، از جمله اصل ۴۴ قانون اساسی و قانون اجرای سیاست‌های کلی اصل ۴۴، بیشتر بر خصوصی‌سازی تمرکز دارند و به طور مشخص به موضوع مشارکت نپرداخته‌اند. اما تلاش‌هایی برای تدوین قوانین تخصصی در این زمینه صورت گرفته، هنوز این موضوع به طور کامل در قوانین کشور تبیین نشده است. در ادامه مجموعه مقررات لازم برای مدیریت پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی ارائه شده است:

جدول ۲. قوانین و مقررات مشارکت عمومی و خصوصی

عنوان	شرح
تعریف و واگذاری پروژه‌های مشارکتی	دستورالعمل ماده ۲۷ قانون الحاق (۲) که برای اولین بار در سال ۱۳۹۴ تصویب گردید، به منظور تشریح فرآیند تعریف و واگذاری پروژه‌های مشارکت عمومی و خصوصی به سرمایه‌گذاران تنیم شده است. البته این سند دو بار مورد ویرایش واقع شده است.
مشوق‌های مالی در قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی	آئین‌نامه تبصره ۱۹ قانون بودجه در قالب تبصره‌های بودجه سنواتی از سال ۱۳۹۷ تصویب گردید. این آئین‌نامه مشوق‌های اعطائی دولت به پروژه‌های مشارکت عمومی خصوصی را در حوزه‌های تامین منابع مالی، مالیات، بیمه و ... تشریح می‌کند. البته با حذف تبصره ۱۹ از قانون بودجه سال ۱۴۰۰، بکارگیری این آئین‌نامه دارای محدودیت‌هایی می‌باشد.
راهنمای تنظیم قراردادهای مشارکت عمومی - خصوصی	در سال ۱۳۹۳، چهارچوب مشارکت عمومی خصوصی با هدف پوشش تمامی انواع قراردادهای مشارکت از قبلی BOO تدوین و ابلاغ گردید.
شرایط همسان قراردادهای BOT	اولین تجربه ملی برای تدوین یک تیپ همسان در قراردادهای مشارکت عمومی‌خصوصی در سال ۱۳۸۷، در قالب نشریه ۴۶۹ منتشر گردید. این نشریه که با الگوگیری از قراردادهای متعارف در حوزه صنعت نیروگاهی و نگاه به نشریات بین‌المللی مانند راهنمای یونیدو تدوین شده است، طی سالها الگوی غالب قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی در کشور بوده است.

<p>یکی از خلاهایی که همیشه کافرملیان دولتی از آن نگران بودند، عدم کارائی آئین نامه تضمین معاملات دولتی برای قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی است. لذا در سال ۱۴۰۰ سازمان برنامه و بودجه اقدام به انتشار دستورالعمل خاصی برای تضمین در معاملات مشارکت عمومی خصوصی نمود.</p>	<p>ضمانت های مشارکت عمومی خصوصی</p>
<p>با هدف تدوین یک قانون جامع که کلیه فرآیندها و حمایت های مرتبط با قانون مشارکت عمومی خصوصی، دولت اقدام به تدوین و پیشنهاد لایحه جامع مشارکت عمومی خصوصی نموده است. ولی با توجه به آنکه این سند بارها در فرآیند تصویب در مجلس مورد نقد قرار گرفته است و نهایتا به دولت برگشته است، سندیت لازم برای اجرا را نخواهد داشت</p>	<p>لایحه مشارکت</p>

بررسی جدول ۲، به این نتیجه رهنمون می گردد که علی رغم وجود کمبودها و کاستی هایی در تدوین قوانین جامع برای مشارکت عمومی و خصوصی، قوانین به طور کلی کلیت مشارکت را پذیرفته اند و در قوانین متعدد از جمله پیوست های بودجه سالیانه، قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت یا قانون برنامه چهارم مورد اشاره قرار گرفته است.

در بررسی عملکرد اجرایی مشارکت عمومی-خصوصی، تمرکز بر سازوکارهای جذب سرمایه و میزان سرمایه گذاری حائز اهمیت است. "سامانه بازار الکترونیک طرح های عمرانی و سرمایه گذاری زیرساختی" و فراخوان های وزارت صنعت، معدن و تجارت، نقش کلیدی در شناسایی و جذب شرکای بخش خصوصی ایفا می کنند. این سازوکارها، پروژه های قابل اجرا به روش مشارکت را در معرض دید سرمایه گذاران قرار می دهند. شایان ذکر است بر اساس داده های موجود، میانگین سرمایه گذاری بخش خصوصی در پروژه های نیمه تمام حدود ۸۹ هزار میلیارد تومان و برای استان تهران ۱۶۵ میلیارد تومان است. پس از ارزیابی کلی، پروژه در فراخوان مشارکت عمومی-خصوصی فهرست می شود و فعالان بخش خصوصی می توانند با دریافت اسناد مرتبط، در فراخوان شرکت و در صورت تایید در اجرای پروژه مشارکت کنند. بیشترین طرح های فراخوان شده مشارکت عمومی-خصوصی مربوط به وزارت نیرو است.

مطالعه ای عملکرد قانونی و عملکرد اجرایی در حوزه مشارکت عمومی-خصوصی، با وجود برخی کاستی ها و چالش ها، می تواند بستر مناسبی برای طراحی و اجرای پروژه هایی با هدف کاهش آلودگی هوا در ایران فراهم آورد. این بررسی، ضمن شناسایی نقاط قوت و ضعف چارچوب قانونی و نحوه اجرای پروژه های مشارکتی، امکان بهره گیری از ظرفیت های بخش خصوصی و عمومی را در راستای مقابله با آلودگی هوا میسر می سازد. به عنوان مثال، می توان از مدل های موفق مشارکت عمومی-خصوصی در سایر کشورها در زمینه حمل و نقل پاک،

انرژی‌های تجدیدپذیر و مدیریت پسماند بهره برد و با بومی‌سازی آن‌ها، گام‌های موثری در جهت کاهش آلودگی هوا برداشت. علاوه بر این، شناسایی موانع و چالش‌های موجود در مسیر اجرای پروژه‌های مشارکتی و ارائه راهکارهای مناسب برای رفع آنها، می‌تواند به تسریع و تسهیل این فرآیند کمک کند. در نهایت، با تلفیق دانش و تجربه بخش خصوصی و توانمندی‌های بخش عمومی، می‌توان به راهکارهای نوآورانه و پایدار برای مقابله با آلودگی هوا دست یافت و محیط زیست سالم‌تری را برای شهروندان فراهم کرد.

در زمینه‌های مرتبط با کاهش آلودگی پروژه‌های بسیاری توسط سازمان مدیریت پسماند با همکاری بخش خصوصی انجام شده است که در جدول ۳ به برخی از این موارد اشاره شده است:

جدول ۲. پروژه‌های سازمان مدیریت پسماند با همکاری و مشارکت بخش خصوصی

عنوان	تاریخ شروع	سرمایه‌گذار	بهره‌بردار	هدف پروژه
احداث کارخانه‌های مدیریت پسماندهای حجیم	۱۴۰۲	بخش خصوصی	سازمان مدیریت پسماند	<ul style="list-style-type: none"> مدیریت بهینه و اصولی پسماند حجیم کاهش ورودی پسماند به آراد کوه کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل کاهش دفن پسماند حداکثر بازیابی منابع
احداث نسل نوین MRF های آتی	۱۴۰۲	بخش خصوصی	سازمان مدیریت پسماند	<ul style="list-style-type: none"> تکمیل چرخه بازیافت استفاده از تجهیزات روز دنیا در پردازش پسماند مدیریت بهتر پسماند و کاهش عوارض سو زیست محیطی کاهش جریان پسماند ورودی به مجتمع پردازش و دفع آراد کوه
خرید ماشین‌آلات نوین خدمات شهری	۱۴۰۲	شهرداری بخش خصوصی (مشارکتی)	مناطق ۲۲ گانه	<ul style="list-style-type: none"> کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از استفاده از ماشین‌آلات فرسوده و مستهلک کاهش مصرف انرژی به واسطه استفاده از ماشین‌آلات نوین افزایش راندمان و بهبود عملکرد در حوزه خدمات شهری
احداث کارخانه زباله‌سوز بیمارستانی ۲۰۰ تنی	۱۴۰۲	بخش خصوصی	سازمان مدیریت پسماند	<ul style="list-style-type: none"> کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش آثار زیست محیطی

منبع: سازمان مدیریت پسماند

بررسی پروژه‌های PPP سامانه بازار الکترونیک حاکی از این است که در حال حاضر هیچ پروژه‌ای تحت قالب مدل مشارکت عمومی و خصوصی برای کاهش آلودگی هوا وجود ندارد. این در حالی است که در ایران، بستر قانونی و اجرایی مطلوبی برای پیشبرد پروژه‌های مشارکت عمومی و خصوصی در عرصه مدیریت پسماند و کاهش آلودگی هوا فراهم شده است. سازمان مدیریت پسماند ایران با همکاری نزدیک با بخش خصوصی، مشارکت‌های متعددی را در این راستا به مرحله اجرا درآورده که خود گویای ظرفیت بالای این نوع همکاری‌ها در کشور است.

این پروژه‌ها به دلیل مزایای چشمگیر، از اهمیت بسزایی برخوردارند. نخست آنکه، با بهره‌گیری از تخصص و توان مالی بخش خصوصی، می‌توان فرآیند جمع‌آوری، بازیافت و دفع پسماند را بهینه ساخت و از فناوری‌های نوین در این زمینه بهره برد. دوم آنکه، مشارکت مردمی در این پروژه‌ها، از طریق آموزش و فرهنگ‌سازی، می‌تواند به کاهش تولید زباله و تفکیک آن از مبدا کمک شایانی نماید. سوم آنکه، این پروژه‌ها می‌توانند به ایجاد فرصت‌های شغلی و توسعه صنایع بازیافتی منجر شوند که علاوه بر کاهش آلودگی هوا، به رونق اقتصادی نیز کمک می‌کنند. در نتیجه، توسعه و حمایت از این پروژه‌ها می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود وضعیت مدیریت پسماند و کاهش آلودگی هوا در کشور ایفا کند.

باید یادآور بود که ثبات و شفافیت در اوضاع سیاسی-اجتماعی و نیز وجود یک نظام اقتصادی سالم، در صدر عوامل حیاتی موفقیت پروژه‌های PPP قرار دارند. این امر، بیانگر لزوم توجه ویژه سیاستگذاران و مسئولین ذیربط به این موضوع مهم است تا بسترهای لازم برای ایجاد فضای فرهنگی و سیاسی مطلوب جهت سرمایه‌گذاری بخش خصوصی فراهم گردد. علی‌رغم تمایل جدی دولت‌ها به اجرای طرح‌های عمرانی و ایجاد زیرساخت‌های مناسب در بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، این طرح‌ها همواره با چالش‌های متعددی مواجه بوده‌اند. در کشورهای در حال توسعه، این چالش‌ها اغلب معطوف به محدودیت‌های مالی و دسترسی به منابع گوناگون تأمین مالی است. این مسئله در ایران، به دلیل تجربه تکانه‌های اقتصادی گوناگون از جمله تحریم‌ها، بیش از سایر کشورها نمود دارد. بررسی روند هزینه‌های بودجه عمومی کشور به خوبی نشان می‌دهد که منابع عمومی بودجه، توان تأمین مالی لازم برای پروژه‌های عمرانی و زیرساختی را نداشته و جذب مشارکت و سرمایه بخش خصوصی در این حوزه، ضرورتی انکارناپذیر است.

آنچه واجد اهمیت است، بهره‌گیری از ظرفیت‌ها و منابع بالقوه موجود در کشور و خلق فرصت‌های نوین است. در شرایط کنونی، پروژه‌های نیمه‌تمام، به عنوان یکی از سرمایه‌های عظیم کشور، ظرفیتی

بالقوه برای ایجاد فرصت‌های شغلی، توسعه ظرفیت‌های تولیدی و ایجاد گردش اقتصادی قابل توجه به شمار می‌روند. تکمیل، نوسازی و بهره‌برداری از این پروژه‌ها، علاوه بر ایجاد ارزش افزوده، می‌تواند به رونق اقتصادی و اشتغال‌زایی در سطح جامعه منجر شود.

از سوی دیگر با توجه به اینکه ظرفیت‌های فنی، مالی و مدیریتی قابل توجهی در بخش خصوصی کشور وجود دارد. تلفیق و هم‌افزایی این ظرفیت‌ها با توانمندی‌های بخش دولتی، می‌تواند زمینه‌ساز تحرک اقتصادی و اشتغال‌زایی چشمگیر باشد. واگذاری اجرای پروژه‌ها به بخش خصوصی و بهره‌مندی از توان تخصصی و مدیریتی این بخش، می‌تواند تحولی بنیادین در روند توسعه و پیشرفت کشور ایجاد نماید.

۸. نتیجه‌گیری

رشد بی‌رویه جمعیت، صنعتی‌شدن و گسترش شهرنشینی، به عنوان عوامل اصلی تشدیدکننده معضل آلودگی هوا، آثار مخربی بر کیفیت هوا و سلامت انسان‌ها برجای گذاشته و به طور قابل توجهی امید به زندگی را کاهش می‌دهد. امروزه آلودگی هوا یک موضوع مهم در کل جهان می‌باشد که منشا آن صنایع و تولید گازهای گلخانه‌ای است که سبب افزایش گرمایش زمین می‌گردد. از طرفی آلودگی هوا به عنوان یکی از عوامل اصلی تغییرات اقلیمی شناخته می‌شود و پدیده‌هایی مانند بارش‌های اسیدی، گرمایش جهانی و تغییر اقلیم را تشدید می‌کند. برای مقابله با این چالش پیچیده، نیازمند اتخاذ رویکردی جامع و چندجانبه هستیم. دولت‌ها با تدوین قوانین و مقررات سخت‌گیرانه در خصوص استانداردهای کیفیت هوا، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک، توسعه حمل‌ونقل عمومی، تشویق صنایع به کاهش انتشار آلاینده‌ها و ارتقای سطح آگاهی عمومی، نقش محوری را ایفا می‌کنند.

در ایران با توجه به استفاده نادرست از صنایع مختلف و بدون مدیریت مناسب، آلودگی هوا افزایش یافته است که تهران سهم بیشتری نسبت به بقیه شهرها را داراست. از اصلی‌ترین عوامل آلودگی در تهران، افزایش جمعیت و در پی آن افزایش ترافیک، استفاده مکرر از وسایل نقلیه با سوخت فسیلی، وجود کارخانجات و پالایشگاه‌ها، مصارف خانگی، وارونگی هوا و عوامل طبیعی چون گرد و غبار می‌باشد. مطالعاتی ناشی از سهم آلاینده‌ها در آلودگی هوای تهران بیانگر آن است که از میان منابع متحرک، کامیون‌ها و از بین منابع ثابت، صنایع نیروگاه‌ها نقش موثری در آلودگی هوا دارد. لذا برای کاهش آن راهکارهایی همچون استفاده از فیلترهای نانو برای دودکش‌های کارخانجات و خودروها، درختکاری و حفظ منابع طبیعی جهت انجام عمل فتوسنتز و از بین بردن دی‌اکسید کربن موجود در هوا، استفاده از وسایل نقلیه عمومی مناسب و به روز با معاینه فنی درست، چک کردن خودروها جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش سوخت‌های فسیلی و همچنین استفاده از خودورهای برقی و هیبریدی، بسیار موثر است که قابل اجرا بوده که گاهی نیاز به صرف هزینه‌های گزاف دارد. اما بخش خصوصی با نوآوری، سرمایه‌گذاری و ارائه راهکارهای فنی، می‌تواند به دولت در دستیابی به اهداف زیست‌محیطی کمک کند. با این حال، موانعی همچون کمبود منابع مالی، نبود زیرساخت‌های مناسب و عدم آگاهی عمومی، اجرای موفق این راهکارها را با چالش مواجه می‌کند.

تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که با اتخاذ رویکردی مبتنی بر شواهد و با استفاده از مشارکت عمومی و خصوصی، می‌توان بر این موانع غلبه کرد. با اتخاذ رویکردی جامع و مبتنی بر شواهد، می‌توان به بهبود کیفیت هوا و ایجاد محیطی سالم‌تر برای نسل‌های آینده کمک کرد.

در نتیجه، پرداختن به آلودگی هوا مستلزم رویکردی چند وجهی است که نقاط قوت بخش دولتی و خصوصی را از طریق مشارکت‌های مؤثر ادغام می‌کند. با ایجاد چارچوب‌های نظارتی روشن، ترویج مشوق‌های مالی، تقویت نوآوری‌های مشترک، افزایش مشارکت ذینفعان، استفاده از فناوری و تشویق همکاری‌های بین‌المللی، دولت‌ها می‌توانند محیطی مساعد برای PPP‌های موفق با هدف کاهش آلودگی هوا ایجاد کنند. در نهایت، این تلاش‌ها نه تنها به محیط‌های سالم‌تر کمک می‌کنند، بلکه توسعه اقتصادی پایدار را از طریق فناوری‌ها و شیوه‌های پاک‌تر ترویج می‌کنند. از آنجایی که کشورها همچنان با بدتر شدن کیفیت هوا و خطرات بهداشتی مرتبط با آن دست و پنجه نرم می‌کنند، اولویت دادن به مشارکت‌های دولتی و خصوصی برای ایجاد آینده‌ای پاک‌تر و ایمن برای همه شهروندان ضروری است. مسئولیت جمعی مشترک بین دولت‌ها، مشاغل و جوامع، راه را برای دستیابی به کاهش معنی‌دار آلودگی هوا و تضمین امنیت زیست محیطی برای نسل‌های آینده هموار خواهد کرد.

با توجه به شرایط اقتصادی فعلی ایران و کسری بودجه‌هایی که برای اجرای تمامی پروژه‌ها سایه افکنده است، اهمیت مشارکت بخش خصوصی در کاهش آلودگی هوا بیش از پیش از نمایان می‌شود. همکاری بین دولت و بخش خصوصی ایران می‌تواند به عنوان یک راه حل برای جلب منابع مالی و تخصص‌های لازم در جهت اجرای پروژه‌های زیست‌محیطی عمل کند.

1. Asian Development Bank (2022). Mongolia: Ulaanbaatar Air Quality Improvement Program and Ulaanbaatar Air Quality Improvement Program – Phase 2.
2. World Bank (2019). ADDITIONAL FINANCING FOR ULAANBAATAR CLEAN AIR PROJECT.
3. World Economic Forum (2021), How China is tackling air pollution with big data.
4. World Bank (2020). China: Fighting Air Pollution and Climate Change through Clean Energy Financing.
5. International Renewable Energy Agency (2023) .World Energy Transition Outlook.
6. Casady, C. B., Cepparulo, A., & Giuriato, L. (2024). Public-private partnerships for low-carbon, climate-resilient infrastructure: Insights from the literature. *Journal of Cleaner Production*, 143338.
7. Gasparro, K., Zerjav, V., Konstantinou, E., & Casady, C. B. (2022). Vanguard projects as intermediation spaces in sustainability transitions. *Project Management Journal*, 53(2), 196-210.
8. Gasparro, K., Zerjav, V., Konstantinou, E., & Casady, C. B. (2022). Vanguard projects as intermediation spaces in sustainability transitions. *Project Management Journal*, 53(2), 196-210.
9. Engel, E., Fischer, R. D., & Galetovic, A. (2020). When and how to use public-private partnerships in infrastructure: Lessons from the international experience (No. w26766). National Bureau of Economic Research.
10. Gawel, E. (2017). Political drivers of and barriers to Public-Private Partnerships–The role of political involvement. *Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen: ZögU/Journal for Public and Nonprofit Services*, 3-28.
11. Agrawala, S., & Fankhauser, S. (2008). Putting climate change adaptation in an economic context.
12. Zhan, C., & de Jong, M. (2018). Financing eco cities and low carbon cities: The case of Shenzhen International Low Carbon City. *Journal of Cleaner Production*, 180, 116-125.
13. Houghton, G., & McManus, P. (2012). Neoliberal experiments with urban infrastructure: the Cross City Tunnel, Sydney. *International Journal of Urban and Regional Research*, 36(1), 90-105.
14. Taylor, B. M., & Harman, B. P. (2016). Governing urban development for climate risk: What role for public–private partnerships?. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 34(5), 927-944.
15. Chaurey, A., Krithika, P. R., Palit, D., Rakesh, S., & Sovacool, B. K. (2012). New partnerships and business models for facilitating energy access. *Energy policy*, 47, 48-55.
16. Asuamah Yeboah, S. (2024). Bridging the Gap: Public-Private Partnerships in Sustainable Building for Developing Countries.
17. World Bank (2016). Infrastructure Challenges and How PPPs Can Help.
18. Al-Hanawi, M. K., Almubark, S., Qattan, A. M., Cenker, A., & Kosycarz, E. A. (2020). Barriers to the implementation of public-private partnerships in the healthcare sector in the Kingdom of Saudi Arabia. *Plos one*, 15(6), e0233802.

19. Shahdadi, L. M., Aminnejad, B., Sarvari, H., & Chan, D. W. (2023). Determining the critical risk factors of implementing public-private partnership in water and wastewater infrastructure facilities: Perspectives of private and public partners in Iran. *Buildings*, 13(11), 2735.
20. Bisaro, A., & Hinkel, J. (2018). Mobilizing private finance for coastal adaptation: A literature review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 9(3), e514.
21. Chan, A. P., Lam, P. T., Chan, D. W., Cheung, E., & Ke, Y. (2010). Critical success factors for PPPs in infrastructure developments: Chinese perspective. *Journal of construction engineering and management*, 136(5), 484-494.
22. Xu, Y., Chan, A. P., Xia, B., Qian, Q. K., Liu, Y., & Peng, Y. (2015). Critical risk factors affecting the implementation of PPP waste-to-energy projects in China. *Applied energy*, 158, 403-411.
23. Cedrick, B. Z. E., & Long, P. W. (2017). Investment motivation in renewable energy: A PPP approach. *Energy Procedia*, 115, 229-238.
24. Wang, K., & Ke, Y. (2018). Public-private partnerships in the electric vehicle charging infrastructure in China: an illustrative case study. *Advances in civil engineering*, 2018(1), 9061647.

۲۵. وزارت بهداشت (۱۳۹۹). گزارش کمی‌سازی اثرات بهداشتی و اقتصادی منتسب به آلاینده ذرات معلق. مرکز سلامت محیط و کار.