



The University of Tehran Press

Analysis of Air Pollution Control and Reduction Mechanisms in Governance Typology and Strategical Policies

Sayedeh Alemohammad^{1*} | Majid Ramezani Mehrian²

1. Corresponding Author, Department of Geo-Governance, Faculty of Governance, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: sh.alemohammad@ut.ac.ir
2. Department of Environmental Studies, the Institute for Research and Development in the Humanities (SAMT), Tehran, Iran. Email: mehrian@samt.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 24 September, 2024
Revised 23 October, 2024
Accepted 04 November, 2024
Published online 21 November 2024

Keywords:
Air Quality,
Command & control,
Cost-Benefit Analysis,
Iran,
Market.

ABSTRACT

The decision-making, implementation, and monitoring system in Iran's air quality field is failing and has resulted in many weaknesses. This research aims to analyze the mechanisms for controlling and reducing air pollution. The methods used include documentary research, comparative analysis, and inference. First, the research proposes relevant approaches for adapting to climate change and increasing carbon sequestration worldwide. Then, the Clean Air Act of the USA and the plans and laws of Iran in the field of reducing and controlling air pollution have been analyzed and compared with each other. The cost-benefit analysis of the US Clean Air Act (1990), shows that the benefits of this act outweighed its costs. The history of plans and laws related to air quality in Iran shows the central governance and the predominance of top-down approaches. Based on the results, pollutant emission inventory should be the basis of air quality management and the standards should be determined according to the site-specific conditions and based on different technologies so that the social benefits are balanced with the costs imposed on the society. The legal incentive mechanisms for renewable energy and clean technologies should be a priority. In the future, the active participation of actors and a combination of approaches (command and control, market, network, and society) should be considered. To improve the air quality in Iran, the proposed strategic policies are as follows: education, decentralization of power, reducing monopoly in industries, providing financial resources, location-based monitoring and planning, protection of blue-green infrastructure, and reform of inefficient laws.

Cite this article: Alemohammad, S & Ramezani Mehrian, M. (2024). Analysis of Air Pollution Control and Reduction Mechanisms in Governance Typology and Strategical Policies. *Natural Resources Governance*. 1 (3), 199-218. DOI: <http://doi.org/10.22059/jnrg.2025.389226.1026>



© Sayedeh Alemohammad, Majid Ramezani Mehrian **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jnrg.2025.389226.1026>



انتشارات دانشگاه تهران

نشریه حکمرانی منابع طبیعی

سایت نشریه: <https://jnrg.ut.ac.ir/>

شاپا الکترونیکی: ۷۱۸۳-۳۰۶۰

تحلیل سازوکارهای کنترل و کاهش آلودگی هوا در گونه‌شناسی حکمرانی و خط‌مشی‌های راهبردی

سیده آل محمد^{۱*} | مجید رضانی مهریان^۲

۱. نویسنده مسئول، گروه حکمرانی سرزمینی، دانشکده حکمرانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: sh.alemohammad@ut.ac.ir

۲. گروه مطالعات محیطی، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی (سمت)، تهران، ایران. رایانامه: mehrian@samt.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی تاریخ‌های مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۴ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۰۱ کلیدواژه: کیفیت هوا، دستور و کنترل، تحلیل هزینه-فایده، ایران، بازار.	نظام تصمیم‌گیری، اجرا و نظارت در زمینه کیفیت هوای کشور ایران ناکام است و کاستی‌های بسیار دارد. هدف این پژوهش، تحلیل سازوکارهای کنترل و کاهش آلودگی هوا در این زمینه است. روش‌های مورد استفاده شامل پژوهش اسنادی، تحلیل مقایسه‌ای و استنتاج بوده است. ابتدا رویکردهای سازگاری با تغییرات اقلیمی و افزایش ترسیب کربن در جهان مطرح شده است. سپس قانون هوای پاک ایالات متحده آمریکا و طرح‌ها و قوانین ایران در زمینه کاهش و کنترل آلودگی هوا تحلیل و با یکدیگر مقایسه شده است. تحلیل هزینه-فایده قانون هوای پاک ایالات متحده آمریکا (۱۹۹۰)، نشان می‌دهد که فواید این قانون بیشتر از هزینه‌های آن بوده است. تاریخچه طرح‌ها و قوانین مربوط به کیفیت هوا در کشور ما، نشان از دولت‌محوری و غلبه رویکردهای بالا به پایین دارد. بر مبنای نتایج، مطالعات سهم‌بندی منابع و سیاهه انتشار آلاینده‌ها باید مبنای مدیریت کیفیت هوا باشد. استانداردها باید به تفکیک شرایط محلی مناطق و بر مبنای فناوری‌های مختلف تعیین شود تا منافع اجتماعی با هزینه‌های تحمیل‌شده به جامعه متوازن باشد. سازوکارهای قانونی تشویقی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های پاک باید در اولویت باشد. در آینده باید مشارکت فعال بازیگران و ترکیب رویکردها (دستور و کنترل، بازار، شبکه و جامعه) مورد نظر باشد. برای بهبود کیفیت هوا در کشور، خط‌مشی‌های راهبردی پیشنهادی چنین است: آموزش، تمرکززدایی از قدرت، انحصارزدایی از صنایع، تأمین منابع مالی، برنامه‌ریزی و پایش مکان‌محور، حفاظت از زیرساخت‌های سبز-آبی و اصلاح قوانین ناکارآمد.

استاد: آل محمد، سیده، رضانی مهریان، مجید (۱۴۰۳). تحلیل سازوکارهای کنترل و کاهش آلودگی هوا در گونه‌شناسی حکمرانی و خط‌مشی‌های راهبردی، ۱ (۳) ۱۹۹-۲۱۸. DOI: <http://doi.org/10.22059/jnrg.2025.389226.1026>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© سیده آل محمد، مجید رضانی مهریان

DOI: <http://doi.org/10.22059/jnrg.2025.389226.1026>



۱. مقدمه

در دهه‌های آخر سده بیستم، دخالت بی‌رویه انسان در محیط زیست به شکل شتابزده‌ای، بیش از پیش شدت یافت. از مهم‌ترین پیامدهای این دخالت‌ها، تغییرات اقلیمی در سطوح محلی تا جهانی بوده است. پیامدهای در حال گسترش تغییرات اقلیمی (مانند سیلاب، توفان‌های شدید، خشکسالی، سونامی و آلودگی هوا)، به طور مستقیم و غیرمستقیم مؤثر بر رفاه جوامع انسانی و معلول فعالیت‌های او است. بهره‌برداری فرصت طلبانه^۱ از سرمایه‌های طبیعی فرامرزی مانند هوا و لایه اُزن ناشی از دسترسی آزادانه و نبود حقوق مالکیت درخور یا تدابیر مدیریتی مناسب بوده است. این موضوع در تحقیقات علوم منابع طبیعی، تراژدی دارایی‌های عمومی جهان^۲ یا تراژدی سرمایه‌های طبیعی مشترک نام گرفته است (Simon and Leek, 2015; Grafakos et al., 2018; UNDESA, 2017; UN-Habitat, 2014). کالاها و خدمات محیط زیستی از طبیعت به اقتصاد جریان می‌یابد و سپس آلودگی‌های ایجادشده در اقتصاد به محیط زیست گسیل می‌شود. از این رو، سرمایه‌های طبیعی شامل منابع طبیعی و جاذب‌های طبیعی^۳ است و هوا یکی از این منابع و جاذب‌ها است که به مرور زمان، شرایط رقابت‌آمیزی در بهره‌برداری از آن به وجود آمده است. عوامل ثابت^۴ در انتشار آلاینده‌های هوا، انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین انتشار گازهای کاهنده اُزن، بیشتر شامل صنایع، نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها هستند. عوامل متحرک^۵ این انتشارها، خودروها، کامیون‌ها و اتوبوس‌ها هستند. تجاوز میزان انتشار آلاینده‌ها از ظرفیت تبدیل^۶ و توان پویای خودپالایی^۷ هوا، به مرور زمان توسعه را غیراقتصادی می‌کند و رفاه جامعه را تنزل می‌دهد (Satterthwaite, 2010; Hoornweg et al., 2011; UN-Habitat, 2011a). همچنین رشد پراکنده شهری و تغییر پوشش اراضی طبیعی سبب از میان رفتن زیرساخت‌های سبز و در نتیجه کاهش ترسیب کربن و زدایش آلودگی‌ها می‌شود که اثر تشدیدکننده بر تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا دارد. امروزه توجه فزاینده‌ای به موضوعات کاهش^۸ اثرهای تغییرات اقلیمی و سازگاری^۹ با آن، افزایش ترسیب کربن و کاهش آلودگی هوا وجود دارد. سه نقطه عطف در گفتمان‌های سیاسی مربوط به سازگاری با تغییرات اقلیمی و افزایش ترسیب کربن در جهان وجود دارد.

اولین نقطه عطف، کنفرانس سال ۱۹۹۲ سازمان ملل متحد در مورد محیط زیست و توسعه (UNCED) معروف به اجلاس سران یا کنفرانس ریودوژانیرو بوده است. دوم، کنفرانس سال ۲۰۱۲ سازمان ملل متحد در مورد توسعه پایدار است که به کنفرانس ریو + ۲۰ یا نشست زمین معروف است. سوم، کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد درباره تغییرات اقلیمی^{۱۰} (UNFCCC) معروف به موافقت‌نامه پاریس در سال ۲۰۱۵ است (Shaw & Nerlich, 2015; Gedden, 2013; Jordan et al., 2013; Luers & Sklar, 2013; Dahan, 2013; UNFCCC, 2017; NAP Global Network, 2019). مطابق با نتایج این گردهمایی‌ها، از سویی سازگاری با تغییرات اقلیمی خارج از زمینه‌های تاریخ، جغرافیا و ارزش‌های جامعه رخ نخواهد داد و از سوی دیگر، فقدان ظرفیت سازوکارهای بین‌المللی، ملی، منطقه‌ای و محلی برای کاهش و کنترل انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای، یکی از موانع مهم شناخته شده است (Williams et al., 2020; IPCC, 2018; Bednar & Henstra, 2018; Biesbroek et al., 2015; Lonsdale et al., 2015; Hoegh-Guldberg et al., 2019).

پارادایم حکمرانی در زمینه سازگاری با تغییرات اقلیمی و پیامدهای ناشی از آن شامل گستره وسیعی از موضوعات شایان بررسی است، مانند برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، مدیریت و شهری و همچنین استانداردهای ملی انتشار خودروها، تجارت بر مبنای سقف انتشار کربن^{۱۱}، مالیات کربن^{۱۲} و اقتصاد کم کربن. هر گونه‌ای از حکمرانی به شکل مخصوص خود

1 Free- rides

2 Tragedy of global commons

3 Natural Resources and Sinks

4 Stationary Sources

5 Mobile Sources

6 Conversion Capacity

7 Self Purification

8 Mitigation

9 Adaptation

10 UN Framework Convention on Climate Change

11 Carbon Cap

12 Carbon Tax

بر تعریف مسئله، جهت‌گیری اختیارات، ساختارهای قدرت، پیکره‌بندی بازیگران، اثر آنها در ابتکارات، روابط، فرایند مشورتی و تعیین شیوه‌ها، قوانین و ابزارهای حکمرانی متمرکز است (Heidrich et al., 2016; Bulkely, 2012; Cadman et al., 2017; Parnell, 2016; Wellstead et al, 2013; Steurer, 2013). جایگزین‌هایی برای مدل‌های دولت‌محور در تصمیم‌گیری دربارهٔ مسئولیت‌های مناسب بازیگران متعدد مطرح شده است. شناخت صریح گونه‌های حکمرانی و تحلیل هزینه-فایدهٔ سازوکارها اجازه می‌دهد تا زمینه‌سازی بهتر به منظور بهبود طرح‌ها و قوانین از طریق مقایسه و تحلیل انتقادی فراهم شود. چنین مقایسه‌هایی راهگشای پژوهش‌های آینده برای اصلاح و تکمیل پیکربندی تصمیم‌گیری برای سازگاری با تغییرات اقلیمی به‌ویژه به‌منظور افزایش کیفیت هوا خواهد بود. فهم گفتمان‌های مختلف حکمرانی به هماهنگی و تأثیرگذاری نظام تصمیم‌گیری و قانونگذاری در این زمینه کمک می‌کند.

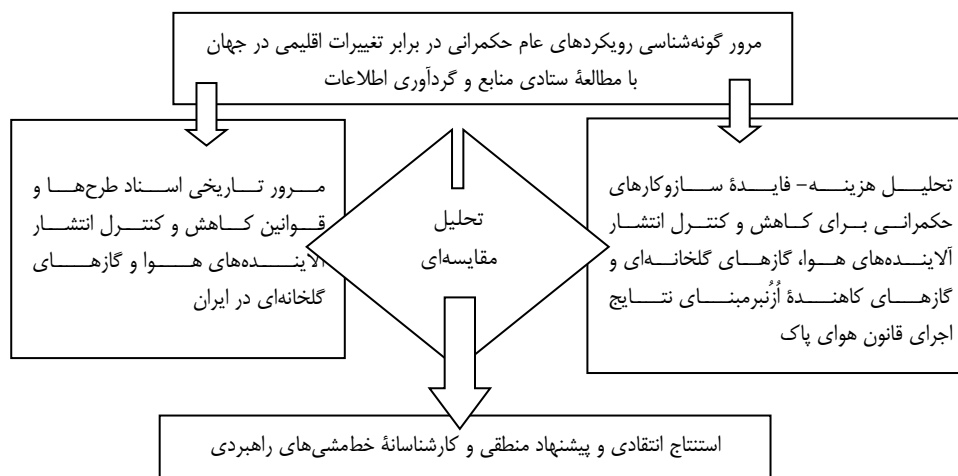
مهم‌ترین تصمیم‌ها در هر کشوری، قبل از سطوح اجرایی (پروژه‌ها) باید اتخاذ شوند؛ یعنی طی خط‌مشی‌گذاری‌ها، قانونگذاری‌ها، طرح‌ریزی‌ها و برنامه‌ریزی‌ها (آل محمد و همکاران، ۲۰۱۶؛ آل محمد و همکاران، ۲۰۱۴). متأسفانه طی این تصمیمات، کمتر به حفاظت محیط زیست، سازگاری با تغییرات اقلیمی و لزوم کاهش و کنترل آلودگی هوا توجه می‌شود. این سطوح راهبردی، در ضابطه‌مند کردن نحوهٔ انتشار آلاینده‌های هوا و نحوه توسعهٔ محیط‌های انسان‌ساخت، تأثیر اساسی دارند (Newell et al., 2012; Davies, 2011; Stevenson & Dryzek, 2012). در ایران جدی شدن تأثیر نفت بر چرخهٔ اقتصاد سیاسی، سبب شد که رشد جمعیت، فعالیت‌های اقتصادی و تقاضای انرژی در شهرها افزایش یابد. به تدریج توسعهٔ کالبدی برونزای شهر از رشد محتوایی مبتنی بر ظرفیت‌های پشتیبان حیات شهری سبقت یافت (لطفی و محمدنژاد، ۲۰۲۰). این روال تا آنجا ادامه یافت که ایران به لحاظ میزان تجمع دی‌اکسید کربن انتشار داده در سال ۲۰۱۸، جایگاه هشتم را داشته است. تهران نیز به لحاظ انتشار گازهای گلخانه‌ای در همان سال، چهاردهمین شهر جهان بوده است (Moran et al., 2018; IEA, 2018). در این پژوهش مهم‌ترین رویکردهای حکمرانی در جهان به‌منظور سازگاری با تغییرات اقلیمی و افزایش ترسب کربن تبیین شده است. همچنین وضعیت سازوکارهای حقوق محیط زیست و اقتصاد محیط زیست برای مواجهه با انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای در ایالات متحدهٔ آمریکا و کشور ایران تحلیل و مقایسه شده است. چنین پژوهشی با توجه به شرایط کیفیت هوا در کشور و مسائل مربوط به اجرا و نظارت بر حسن اجرای قوانین موجود در این زمینه اهمیت خاصی دارد.

۲. روش‌شناسی

در این پژوهش، ابتدا از روش مطالعهٔ مروری اسناد، تلفیق^۱ و خلاصه‌سازی مستندات موجود استفاده شده است. سپس، از تحلیل مقایسه‌ای^۲ برای تحلیل نظام‌مند اطلاعات گردآوری شده و در نهایت از استنتاج استفاده شده است. در مرحلهٔ اول، با توجه به گستردگی تجربه‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی، مهم‌ترین رویکردهای موجود در جهان به‌صورت عام، تبیین شده است. در مرحلهٔ دوم، تحلیل هزینه-فایده مهم‌ترین سازوکارهای قانون هوای پاک ایالات متحدهٔ آمریکا بر مبنای علم اقتصاد محیط زیست انجام گرفته است. دسته‌بندی و مرور مقوله‌ها به همین صورت و البته به تفکیک عوامل ثابت، عوامل متحرک و عوامل کاهندهٔ لایهٔ اُزن انجام گرفته است. در مرحلهٔ سوم، در خصوص ایران، تاریخ تکوین و تحول مهم‌ترین طرح‌ها و قوانین مصوب در زمینهٔ کنترل و کاهش انتشار آلاینده‌های هوا بیان شده است. در مرحلهٔ چهارم، خط‌مشی‌های راهبردی از نگاه کارشناسانهٔ نویسنده برای تقویت قانون‌گذاری، تصمیم‌گیری، اجرا و نظارت در زمینهٔ کنترل و کاهش آلودگی هوا در کشور ایران به‌صورت مبسوط تشریح شده است (شکل ۱). ارزش افزودهٔ این پژوهش همراهی استنتاج رفت و برگشتی و شیوهٔ انتقادگرایانه است که موجب تقویت منطق تحلیل شده است. نگاه از سویی به گونه‌های مختلف حکمرانی در جهان (به‌عنوان کل) و از سوی دیگر به تحلیل هزینه-فایدهٔ سازوکارهای قانون هوای پاک ایالات متحدهٔ آمریکا (به‌عنوان جزئی از کل) و مرور طرح‌ها و قوانین ایران (به‌عنوان جزئی دیگر از کل) بوده است.

3 Compilation

4 Comparative



شکل ۱. چارچوب پژوهش برپایه مرور اسناد، تحلیل مقایسه‌ای و استنتاج انتقادی

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. مرور گونه‌شناسی رویکردهای حکمرانی در برابر تغییرات اقلیمی در جهان

در همه کشورهای، طیفی از روش‌ها در حکمرانی برای سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش و کنترل انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای گسترش یافته است، مانند رویکردهای وضع مقررات^۱، توانمندسازی^۲، داوطلبانه^۳، فراهم‌سازی عمومی- خصوصی^۴، خودگردانی^۵ و بسیج^۶ (Jayne & Ward, 2017; Oulahen et al, 2015; Wellstead et al, 2016). در این بخش مهم‌ترین گونه‌های حکمرانی در زمینه این موضوع معرفی می‌شود.

۳-۱-۱. حکمرانی سلسله‌مراتبی و مثال از سازوکارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی

حکمرانی سلسله‌مراتبی، قدیمی‌ترین نوع حکمرانی و شامل سطوح تودرتوی عمودی از اقتدار دولتی است. سازوکارهای این شیوه در قالب دستور و کنترل^۷ و مداخله مستقیم دولت است. قوانین و مقررات تشویقی- تنبیهی مانند وام، یارانه، اعطای مجوزها، مجازات‌ها و جریمه‌های نقدی است. مقامات ارشد، دستور کار را تعیین و مدیران رده‌های پایین‌تر تصمیم‌ها را اجرا می‌کنند. این گونه حکمرانی دارای چند مزیت است، مانند مشروعیت دموکراتیک از طریق نمایندگی، فرمان دادن به رفتار بازیگران، تقسیم وظایف پیچیده، تشویق توسعه تخصص و کنترل سلسله‌مراتبی. اما سلسله‌مراتب محدودیت‌هایی دارد، مانند انعطاف‌ناپذیری، نبود اجماع واضح درباره نتایج مطلوب، فقدان مشارکت اجتماعی گسترده‌تر، کاهش نوآوری و کاهش پاسخگویی مردم‌سالارانه. همچنین اگر دولت، نادیده گرفتن نظرهای عمومی را انتخاب کند، اقتدار دولتی مشابه استبداد می‌شود (Van der heijden et al., 2019; Bevir, 2012; Bednar & Henstra, 2018). برای مثال، شهرداری‌ها سازوکارهایی دارند، مانند تخصیص مالیات بر بخش حمل‌ونقل (پرداخت عوارض ترافیک یا مالیات بر آلودگی خودرو) و برنامه‌ریزی کاربری اراضی و تعیین استانداردها، مقررات و جریمه‌هایی در زمینه محیط انسان‌ساخت. برای مثال، شهرداری تورنتو به دلیل افزایش خطر سیلاب شهری، در آیین‌نامه‌ای تصویب کرد که مالکان خانه‌ها و مشاغل ملزم به جداسازی لوله‌های خروجی رواناب از سیستم فاضلاب شهری هستند. جریمه عدم اجرا، قطع برق بود (UN-Habitat, 2011b; Hall, 2011; City of Toronto, 2018).

حکمرانی سلسله‌مراتبی یعنی مداخله آشکار دولت و دستگاه‌های اجرایی. بخش‌هایی که با سهولت بیشتری قابل سنجش و پایش هستند، انتخاب می‌شوند، مانند ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، صنایع و خودروها. در این زمینه ابتدا شیوه منفعلانه و واکنشی^۸ در قالب

1 Regulation

2 Enabling

3 Voluntary

4 Public-Private Provision

5 Self-governing

6 Mobilizing

7 Command & control approach

8 Reactive

درمانی و اصلاحی برای زدودن آلودگی پس از انتشار و در انتهای خط^۱ (EoP) طرح شده است. سپس به شیوه فعال در قالب پیشگیری از وقوع آلودگی^۲ (PP)، افزایش کارایی فنی^۳، بهبود مستمر فرایند تولید، کاهش مواد مصرفی، کاهش ضایعات، بازیافت یا استفاده مجدد از ماده، بازگردانی انرژی یا انرژی‌های پاک‌تر پیشنهاد شده است. بر مبنای اصل پرداخت آلودگی توسط آلوده‌کننده^۴ (PPP)، تکلیف بنگاه اقتصادی بر رفع آلودگی یا پرداخت هزینه خارجی^۵ است. رویکرد دستور و کنترل، فقط به اثربخشی فایده^۶ توجه دارد و نه به هزینه‌های کنترل آلودگی و کارایی تخصیص^۷. قانونگذار، به‌طور معمول یک آستانه مجاز برای هر آلاینده خاص یا یک فناوری یکسان را به همه صنایع یا منابع انتشار آلودگی تحمیل می‌کند که دامنه انتخاب، انگیزه، خلاقیت و سرعت دستیابی به هوای پاک را کاهش می‌دهد.

۳-۱-۲. حکمرانی بازار و مثال از سازوکارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی

رویکرد بازارمحور^۸ بر پایه مدل عرضه- تقاضا و مفروضات خاص خودش یعنی بازار آزاد، رقابتی و کالای خصوصی است. هدایت در این نوع حکمرانی در نتیجه رقابت و مذاکره آزادانه میان بازیگران بازار رخ می‌دهد و کنترل‌گری به‌طور معمول وجود ندارد. در نسخه‌هایی از بازار که مداخله‌گرانه‌تر هستند، سازوکارهای دولتی مانند عوارض اکولوژیک^۹، مالیات سبز^{۱۰}، مجوزهای قابل مبادله^{۱۱}، یارانه^{۱۲} و مقررات برای هدایت فعالان بازار مقرر می‌شود که جنبه قیمتگذاری، برنامه‌های جبران^{۱۳} و درون‌سازی^{۱۴} پیامدها را دارند. اما تعامل بین بازیگران، مهم‌ترین منبع اقتدار در این نوع حکمرانی است. بازیگران، مشارکت‌کنندگان اصلی هستند و دولت می‌تواند مشارکت‌کننده، قانونگذار یا ناظر باشد. در پاسخ به بارندگی شدید ناشی از تغییرات اقلیمی در شهر تورنتو و سیلاب شهری، یارانه‌ای تدارک دیده شد که نصب یک دریچه پساب برای زیرزمین‌های متصل به رواناب شهری را تشویق می‌کرد. در شهر میسیساگا، برای هر ملک بر مبنای افزایش سطح نفوذناپذیر آن، مالیاتی تعیین شد. زیرا این سطوح ساختمانی یا سیمانی، سیلاب را افزایش و نفوذ آب باران به زمین را کاهش می‌دهند (City of Mississauga, 2017; City of Toronto, 2017; AECOM, 2013). دولت مانیتوبا از این منطق ذاتی که تغییر فعالیت‌ها و رفتارها در بخش کشاورزی به‌شدت تحت تأثیر اقلیم است، استفاده کرده و در نتیجه با ابتکار عمل از برنامه‌های ارائه بیمه (در برابر خطرهای طبیعی مانند خشکسالی، سیل و آتش‌سوزی) به‌عنوان ابزاری بازارمحور بهره گرفته است (Manitoba Agricultural Services Corporation, 2018; Manitoba Agricultural Risk Management Task Force, 2015). چنین مثال‌هایی نشان‌دهنده هدایت فعالان بازار به‌سمت سازگاری با تغییرات اقلیمی است. مداخله دولت در فرایندهای بازار برای افزایش یا کاهش انگیزه اقدام (با اعطای یارانه یا مالیات) منعکس می‌شود، اما پاسخ‌ها و اجرای واقعی به مصرف‌کنندگان (خریداران) و تولیدکنندگان (عرضه‌کنندگان) واگذار می‌شود. قیمت هر واحد از انتشار آلودگی، اگر در سطح قیمت تعادل^{۱۵} (P_E) نباشد، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان انگیزه‌ای دارند که در نهایت به نزدیک شدن تقاضای مصرف‌کننده^{۱۶} و عرضه تولیدکننده^{۱۷} به هم منجر می‌شود. سازوکارهای حکمرانی بازار، سعی دارد هزینه‌های خارجی^{۱۸} (هزینه‌هایی که به جامعه تحمیل می‌شود و بنگاه‌های تولید آلودگی تقبل نمی‌کنند) را در قیمت‌های بازاری لحاظ کند. در نتیجه رویکرد بازارمحور افزون بر اثربخشی فایده، به

1 End of Pipe

2 Pollution Prevention

3 Technical efficiency

4 Principle polluter to Pays

5 External Costs

6 Benefit effectiveness

7 Allocation efficiency

8 Market based approach

9 Ecological Fee

10 Green Tax

11 Tradable allowances or permits

12 Subsidies

13 Offset Programs

14 Internalizing

15 Price of Equilibrium

16 Quantity of Demand

17 Quantity of Supply

18 Externalities

کارایی تخصیص و اثربخشی هزینه^۱ توجه دارد. پس اگرچه هوا یا لایه اُزن در ذات کالایی عمومی است، در شیوه بازارمحور، مجوزهای قابل مبادله انتشار گازهای آلاینده به هوا، کالای خصوصی است. قوه قانونگذار می‌تواند تعداد مجوزهای صادرشده و سقف مجاز کل انتشارات جرمی را محدود و تعیین کند. وجود تعداد بسیاری خریدار و فروشنده و کاهش قدرت کنترل‌کننده مرکزی، سبب سهمیه‌بندی و شبکه‌سازی تجارت آلاینده می‌شود. در نتیجه بنگاه‌ها در انتخاب اقتصادی‌ترین گزینه با یکدیگر رقابت می‌کنند و مشارکت، افزایش کیفیت محصول و ارتقای شاخص‌های کیفی محیط زیست امکان‌پذیر می‌شود. این رویکرد که در جهان رو به رشد است، وفق یافتن با استانداردها و انگیزه برای رقابت داوطلبانه به‌منظور کاهش انتشار آلاینده‌ها را میسر می‌کند.

۳-۱-۳. حکمرانی شبکه و مثال از سازوکارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی

شبکه‌ها در اواخر قرن بیستم به‌عنوان راه سوم حکمرانی شناخته شدند. حکمرانی شبکه، بر نگرانی‌ها و علایق مشترک، تمایل به همکاری، اعتماد و اقتدار پراکنده (مسطح و افقی) متمرکز است. شبکه‌ها زمانی بهتر کار می‌کنند که همکاری و گفت‌وگوی بین‌بخشی (انرژی، زیرساخت‌ها، معدن، محیط زیست،...) از طریق گروه‌های کاری رخ دهد. در این رویکرد، بازیگران عمومی، خصوصی و جامعه مدنی به‌عنوان شرکای برابر گرد هم می‌آیند و ابزارهای داوطلبانه، فراهم‌سازی و به‌اشتراک‌گذاری نتایج و اطلاعات بسیار مهم است. شبکه در کنار مشارکت‌پذیرتر و انعطاف‌پذیرتر بودن، سه محدودیت دارد شامل تمرکززدایی از دولت، ارائه ابزارهای غیراجباری (توصیه‌ها) و نداشتن ساختار نظارتی (Mimura et al., 2014; Natural Resources Canada, 2016; Whelan, 2015). روش داوطلبانه شامل تغییر رویه‌های سازمان‌ها، بازیگران و اجتماعات محلی بر مبنای تعهدات داوطلبانه برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها، طرح‌های داوطلبانه جبران انتشار کربن، ابتکارات افزایش ظرفیت‌های ساختمانی با رعایت اصول کارایی انرژی است. در روش فراهم‌سازی عمومی - خصوصی در محیط‌های انسان‌ساخت، ترویج شیوه‌های توسعه پایدار و پاک شهری (مانند خدمات حمل‌ونقل کم‌کربن، ذخیره انرژی از پسماند، کاهش ردپای کربن و فناوری‌های پاک) با شراکت شهرداری‌ها، حکومت‌های ملی و بنگاه‌های تولید کربن مورد نظر بوده است. برای مثال، در زمینه سازگاری با تغییرات اقلیمی در ایالت‌های کانادا، شرکت‌های همکاری منطقه‌ای پدید آمده است. برای مثال در منطقه پیری کانادا، گروهی از شرکای دولتی و غیردولتی از برخی ایالت‌های کانادا مانند آلبرتا، مانیتوبا و ساسکاچوان تصمیم گرفتند که ظرفیت تصمیم‌گیرندگان شهرداری را برای سازگاری با بارندگی شدید افزایش دهند (Fraker, 2013; Baird et al., 2016; Henstra, 2017; Huitema et al., 2016).

۳-۱-۴. حکمرانی جامعه و مثال از سازوکارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی

حکمرانی جامعه سعی دارد با پرهیز از اجبار، نقش‌های حکمرانی سلسله‌مراتبی را معکوس کند. در این حالت ساختارهای دولتی، نیروهای بازار و شبکه‌های پیچیده بازیگران بین‌بخشی، هدایت‌کننده قدرتمندی نیستند. علی‌رغم روابط با بازیگران دولتی، دانشگاهی و خصوصی، حکمرانی جامعه توسط عوام رهبری می‌شود. تمرکز بر مقیاس ویژه محلی (برحسب زمینه مسائل محلی و راه‌حل‌های محلی)، بسیج و خودگردانی افزایش می‌یابد. نقاط قوت این حکمرانی شامل وحدت، عدالت رویه‌ای، مشارکت و شفافیت است. محدودیت‌ها شامل ایدئال‌گرایی، انتظار بیش از حد از اجماع محلی و حرکت به سمت موضوعات و دیدگاه‌های خاص است. افزون‌بر آن هرچه حکمرانی مستقل‌تر شود، ممکن است محدودیت منابع محلی، اثر خود را بیشتر نشان دهد. حکمرانی جامعه، ارتباط جدی با حکمرانی محلی دارد. حکمرانی محلی شامل فرایندهای سیاسی و نهادی برای تصمیم‌گیری در یک منطقه جغرافیایی محلی خاص است (UCLG, 2019; Williams et al., 2019; Dilling et al., 2019; Siders, 2019; Celliers et al., 2020).

روش بسیج توسط ایجاد شراکت و شبکه میان سازمان‌ها، اجتماعات محلی یا افراد در سطوح محلی تا بین‌المللی از طریق آگاهی‌رسانی، ظرفیت‌سازی و اعطای مشوق‌ها عمل می‌کند. در روش خودگردانی، دو سیاست در مدیریت شهری توسط کنشگران محلی مورد نظر است یکی بازسازی ساختمان‌ها و سامانه حمل‌ونقل شهری (برای افزایش کارایی مصرف انرژی و کاهش تقاضای مصرف) و دیگری استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و کم‌کربن برای سامانه حمل‌ونقل شهری (Broto & Bulkeley, 2013; Yara & Essam, 2021). در زمینه رویارویی و سازگاری با تغییرات اقلیمی، یک سازمان مردمی در منطقه تورنتو بزرگ وجود دارد که وظایف آن شناساندن مخاطرات محیطی، آموزش نحوه اطلاع از وضعیت همسایگان آسیب‌پذیر در شرایط افزایش دما، سیل و

توفان، تمهیدات ارتقای مسیرهای عبوری، تأمین غذا و افزایش فضای سبز است (Sustainable South Osbourne, 2016; CREW, 2017). حکمرانی جامعه توسط ابزارهای کم‌هزینه و توده‌ای که نیازی به مجوز رسمی از مقامات بالا یا هدایت توسط نیروهای بازار ندارد، پیش می‌رود؛ مانند بحث عمومی باز، پوشش‌های آموزشی، آگاهی‌بخشی عمومی در زمینه سرمایه‌های مشترک و پذیرش تعهدات مدنی داوطلبانه. به این ترتیب، مأموریت سازمان‌های مردم‌نهاد بر مسئولیت‌پذیری اجتماعی، خیرخواهی و عدالت درون‌نسلی و بین‌نسلی تأکید دارد. گونه‌های مختلف حکمرانی و ویژگی‌هایشان در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱. گونه‌شناسی انواع حکمرانی و ویژگی‌های آنها برای سازگاری با تغییرات اقلیمی

جامعه	شبکه	بازار	سلسله‌مراتب	گونه حکمرانی
از پایین	افقی	چرخه‌ای	از بالا	جهت‌گیری
به‌سوی بالا	و مسطح	و دایره‌ای	به‌سوی پایین	اقتدار
شهروندان،	کارشناسان دولتی،	شکل‌دهی	حکومت‌های ملی و	بازیگران
گروه‌های اجتماعی	بخش خصوصی	عرضه و تقاضا توسط	منطقه‌ای یا استان‌ها	آغازگر
و انجمن‌های محلی	و بخش غیردولتی	بازیگران بازار و دولت		و اجراکننده
خودتنظیمی،	توافقات مذاکره‌شده،	مداخله دولت	قانونگذاری،	ابزارهای
مشارکت داوطلبانه،	کدهای توصیه و عمل،	در بازار	تنظیم،	سیاستی
بسیج	برنامه‌های داوطلبانه،	عرضه و تقاضا	دستور	غالب
و خودگردانی	فراهم‌سازی عمومی - خصوصی		و کنترل‌گری	

۳-۲. تحلیل هزینه - فایده سازوکارهای قانون هوای پاک ایالات متحده آمریکا برای کنترل آلودگی هوا و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

یکی از جامع‌ترین قوانین در زمینه تغییرات اقلیمی، قانون هوای پاک ۱۹۹۰^۱ (CAAA) ایالات متحده آمریکا بوده است که پس از سال‌ها کشمکش سیاسی تصویب شد. بر مبنای تحلیل هزینه - فایده^۲ آژانس حفاظت محیط زیست، فایده کل حاصل از سازوکارهای این قانون بیشتر از هزینه‌هایش بوده است، اما در اینجا با دید انتقادگرایانه کاستی‌های این قانون را بررسی می‌کنیم.

۳-۲-۱. تحلیل سازوکارهای دستور و کنترل برای عوامل ثابت انتشار آلاینده‌ها

استفاده از استانداردهای ملی یکسان برای عوامل ثابت انتشار، سبب شد که همه ایالت‌ها بدون توجه به وضع آلودگی، فناوری، جمعیت و ترافیک از استاندارد یکسانی پیروی کنند. در حالی که در برخی مناطق، تطابق با استانداردها آسان و در برخی سخت بود. در پاسخ به این تناقض، استانداردهای مبتنی بر محل تجهیزات (مناطق پیشگیری یا مناطق بحرانی) مورد توجه قرار گرفت. مناطقی با آلودگی کمتر از حد آستانه استانداردهای ملی، به‌اختصار نواحی پیشگیری^۳ (PSD) و نواحی دارای آلودگی بیشتر از حد استانداردها، به‌اختصار مناطق بحرانی^۴ (NON) نامیده شد (EPA, 2013). در مناطق پیشگیری استانداردهای سختگیرانه‌تری تنظیم شد. اما چنین تنظیمی در صورتی کارایی تخصیص دارد که سطح بهینه کاهش آلودگی در مناطق پیشگیری بالاتر از مناطق بحرانی باشد. با توجه به شکل ۲، منحنی‌های هزینه نهایی اجتماعی^۵ برای کاهش آلودگی و فایده نهایی اجتماعی^۶ برای کاهش آلودگی در مناطق پیشگیری و بحرانی به‌ترتیب با علامت‌های اختصاری MSC_{PSD}، MSB_{PSD}، MSC_{NON} و MSB_{NON} نشان داده شده است (Underwood et al, 2024; Fowler, 2014; Murray et al, 2015; Harrington et al, 2012; Callan & Thomas, 2012).

1 The 1990 Clean Air Act Amendment

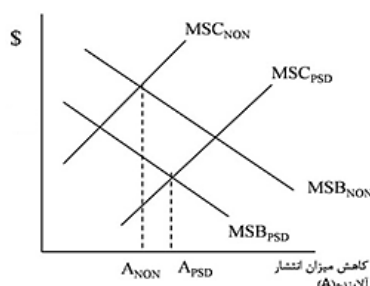
2 Benefit- Cost Analysis

3 Prevention of Significant Deterioration areas

4 Nonattainment Areas

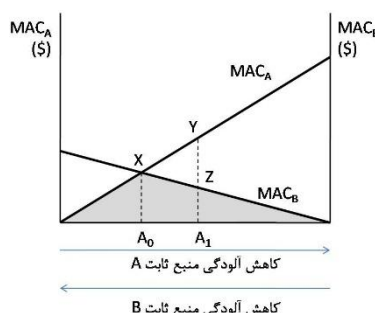
5 Marginal Social Cost

6 Marginal Social Benefit



شکل ۲. تحلیل هزینه- فایده تفکیک استانداردها در مناطق بحرانی و پیشگیری (Callan & Thomas, 2012)

در مناطق پیشگیری، هوا پاک‌تر است و جمعیت و صنایع کمتری وجود دارد. در نتیجه، از لحاظ هزینه‌ها، انتظار می‌رود که MSC_{PSD} کمتر از MSC_{NON} باشد. از لحاظ فایده نیز، منافع اولیه افزایش کیفیت خوب هوا در مناطق پیشگیری مربوط به تفرج و کیفیت منظر می‌شود. اما در مناطق بحرانی که دارای سطح بالای آلودگی هستند، این فایده عمده مربوط به افزایش سلامت عمومی جامعه است. بنابراین، MSB_{NON} بیشتر از MSB_{PSD} است. بنابراین هزینه‌های بیشتر برای کاهش آلودگی در مناطق آلوده‌تر (مناطق بحرانی) تا زمانی توجیه دارد که منافع ناشی از افزایش کیفیت هوا در این مناطق بیشتر از مناطق دارای آلودگی کمتر (مناطق پیشگیری) باشد. استفاده از استانداردهای یکسان در زمینه نوع فناوری (بدون توجه به قدیمی یا جدید بودن تجهیزات)، سبب ناکارایی تخصیص می‌شود؛ زیرا راه‌حلی بهینه است که در آن کاهش آلودگی تا جایی صورت گیرد که هزینه نهایی کاهش آلودگی در همه منابع آلاینده یکسان باشد، نه تا جایی که کاهش آلودگی آنها یکسان باشد. شکل ۳، مدل کاهش آلودگی ناشی از دو منبع تولیدکننده ثابت فرضی (A و B) را نشان می‌دهد. راه‌حل بهینه اقتصادی برای کاهش آلودگی در نقطه A_0 است که هزینه نهایی کاهش آلودگی برای دو منبع برابر است ($MAC_B = MAC_A$). اما اگر از استاندارد یکسان در زمینه فناوری استفاده شود، هر کدام از منابع تا سطح A_1 کاهش آلودگی می‌دهند. در این حالت ناحیه XYZ به کل هزینه‌های کاهش آلودگی توسط دو منبع اضافه می‌شود (Underwood et al, 2024; Fowler, 2014; Murray et al, 2015; Harrington et al, 2012; Callan & Thomas, 2012). در پاسخ به این تناقض، استانداردهای فناوری محور^۲ مطرح شد که در آن سن تجهیزات (ساخت یا بازسازی قبل و بعد از ۱۹۷۰) مورد توجه قرار گرفت. تجهیزات جدید باید استانداردهای سختگیرانه‌تری را رعایت کنند که استانداردهای عملکرد منابع جدید^۳ (NSPS) نام دارند. در نتیجه با سازوکاری دوکنترلی، مسئولیت کنترل عوامل ثابت جدید یا بازسازی شده بر عهده آژانس حفاظت محیط زیست بر مبنای استفاده از بهترین فناوری کنترل موجود^۴ (BACT) و مسئولیت کنترل عوامل ثابت قدیمی بر عهده دولت‌های ایالتی بر مبنای استفاده از فناوری کنترل معقول^۵ (RACT) قرار گرفت (EPA, 2011).



شکل ۳. تحلیل هزینه استانداردهای فناوری محور یکسان (Callan & Thomas, 2012)

1 Marginal Abatement Cost

2 Technology-based Standards

3 New Source Performance Standards

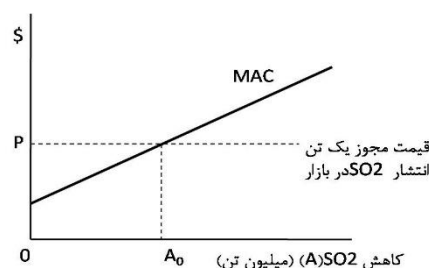
4 Best Available Control Technology

5 Reasonably Available Retrofit Technology

سازوکار دوکنترلی هم خود می تواند سبب انحراف بازار شود، زیرا با وجود دو مجموعه استاندارد، صنایع تا حد امکان سعی بر اجتناب و فرار از نوسازی (با حفظ تجهیزات قدیمی) سعی می کنند تا زیر بار استاندارد سختگیرانه تر نروند. در نتیجه دولت های ایالتی هم برای جذب سرمایه، از نظارت بر اجرای استانداردهای سختگیرانه (که سبب مهاجرت صنایع می شود) دوری می کنند. همه اینها کیفیت هوا را بدتر می کند.

۳-۲-۲. تحلیل سازوکارهای بازار محور برای عوامل ثابت انتشار آلاینده ها

در سازوکار تجاری سازی انتشار آلودگی، هیچ انتشاری بدون مجوز نباید باشد. صنایع تولیدکننده آلودگی می توانند مجوزها را مصرف کنند یا با کاهش آلودگی خود، آنها را به صنایع آلاینده دیگر بفروشند. در نتیجه با مجوزمحوری (حق آلودگی)، بار آلودگی اضافی منابع قدیمی، با کاهش بار به همان اندازه از منابع جدید جبران می شود. مطابق شکل ۴، وقتی که قیمت مجوز برابر با P باشد، بنگاه مایل به کاهش A_0 واحد از آلاینده است (Underwood et al, 2024; Fowler, 2014; Murray et al, 2015; Harrington et al, 2012; Callan & Thomas, 2012).



شکل ۴. تحلیل هزینه طرح تجاری سازی مجوز دی اکسید گوگرد (Callan & Thomas, 2012)

منابع آلاینده ای که توانایی کاهش انتشار دی اکسید گوگرد را با هزینه کم دارند، مجوز اضافی خود را می فروشند. در تمام سطوح کاهش آلودگی کمتر از A_0 ، هزینه نهایی کاهش آلودگی بنگاه، کمتر از قیمت بازار است، بنابراین بنگاه هنوز برای کاهش آلودگی انگیزه دارد. اما در طرف دیگر بازار، بنگاه هایی هستند که مایل به خرید مجوز آلودگی هستند تا کاهش دادن انتشار آن. بی انگیزگی برای کاهش آلودگی یعنی تمایل برای خرید مجوز بیشتر که دقیقاً سطوح بالاتر از A_0 رخ می دهد. یعنی جایی که هزینه نهایی کاهش آلودگی بیشتر از قیمت مجوز در بازار است.

۳-۲-۳. تحلیل سازوکارهای دستور و کنترل و بازار محور برای عوامل متحرک انتشار آلاینده ها

در زمینه عوامل متحرک انتشار، صنایع تولید خودرو با همکاری هیأت تحقیقات خودرو ایالات متحده^۱ (USCAR)، حرکتی در جهت توسعه وسایل نقلیه پاک تر و گزینه های سوختی پاک را آغاز کرد. استانداردها شامل کاهش انتشار از وسایل نقلیه موتوری^۲، کنترل کیفیت سوخت^۳ و الزامات خودروهایی با مصرف سوخت پاک^۴ بوده است. استانداردهای کاهش انتشار از وسایل نقلیه موتوری در دو رده قرار گرفت: یکی برای پنج سال یا پنجاه هزار مایل اول (سختگیرانه تر) و دیگری برای عمر مفید باقی مانده. استانداردهای کنترل کیفیت سوخت مربوط به افزایش سوخت های سربی ممنوع شده^۵ در سال ۱۹۹۵، بهسازی بنزین^۶ به منظور کاهش انتشار مه دودهای فتوشیمیایی در مناطق بحرانی و همچنین سوخت های اکسیژن افزوده شده^۷ به منظور احتراق کامل بوده است. به شرکت هایی که وسایل نقلیه با مصرف سوخت پاک (اتانول، متان، بیودیزل) تولید کنند و بفروشند، اعتباراتی اعطا شده است. مشکل سازوکارهای دستور و کنترل در رویارویی با آلاینده های عوامل متحرک انتشار در ایالات متحده آمریکا، بیشتر شامل نبود تحلیل هزینه-فایده در

1 Pollution Right

2 United State Council for Automotive Research

3 Emission Reduction for motor vehicles

4 Fuel Quality Control

5 Initiatives to develop clean fuel vehicles

6 Prohibited lead additives

7-Reformulated gasoline

8 Oxygenated Fuel

استانداردگذاری انتشارات خروجی و شامل دو مسئله بوده است: ۱. یکسان بودن استانداردهای خروجی^۱ بدون توجه به منطقه؛ ۲) انحراف بازار علیه وسایل نقلیه موتوری جدید^۲ (USEPA Office of air & Radiation, 2010). در زمینه مسئله اول، اگر مقدار کاهش آلودگی برای مناطق بحرانی و مناطق پیشگیری، استاندارد یکسان باشد، در منطقه بحرانی، کاهش آلودگی در حد استاندارد سبتر از حد لازم در آن منطقه است. برعکس در منطقه پیشگیری، کاهش آلودگی در حد استاندارد سختگیرانه‌تر از حد کارایی تخصیص کاهش آلودگی در آن منطقه است. مقدار کاهش آلودگی در مناطق مختلف نباید یکسان باشد، بلکه در هر منطقه مقدار کاهش آلودگی باید برابر با حد کارایی تخصیص کاهش آلودگی در آن منطقه باشد. مسئله دوم، کنترل‌های سختگیرانه بر منابع جدید آلاینده بود که در بازار خودرو انحراف ایجاد کرد. مصرف‌کنندگان در برابر قیمت‌های زیاد اتوموبیل‌های جدید، ممکن است خرید خودروهای قدیمی یا دست دوم را ترجیح دهند. زیرا استانداردها برای نیمه دوم عمر، کمتر سختگیرانه است که به انتشار آلودگی بیشتر می‌انجامد. ایالات متحده برای مقابله با این انحراف، دو سازوکار جدید را با تمرکز بر رویکرد بازارمحور پیش گرفت. یکی سازوکارهای تمدید و افزایش عمر مفید وسایل نقلیه و دیگری اعطای اعتبارات به شرکت‌هایی که وسایل نقلیه قدیمی را خریداری و اسقاط کنند.

۳-۲-۴. تحلیل سازوکارهای کنترل عوامل کاهنده لایه ازن و گازهای گلخانه‌ای

پیمان‌نامه مونترال، در سال ۱۹۷۸، به منظور کاهش تولید مواد نابودکننده لایه ازن امضا شد. بر مبنای آن، قرار شد تا سال ۲۰۰۰، ۵۰ درصد تولید ازن کاهش یابد. قانون هوای پاک ۱۹۹۰، خط‌مشی‌های کنترل مواد کاهنده ازن را تقویت کرد مانند برنامه‌های ملی برای بازچرخش مواد کاهنده ازن، تجارت مجوز و مالیات بستن بر تولید آنها. تولید نابودکننده‌های ازن، یک هزینه نهایی خارجی^۳ (MEC) را به هزینه‌ها اضافه می‌کند. مالیات می‌تواند این هزینه اضافی را درون‌سازی کند. اگر مالیات با هزینه خارجی نهایی برابر باشد، کارایی تخصیص ایجاد می‌شود. زیرا چنین مالیاتی، عرضه مواد کاهنده ازن را کاهش می‌دهد. در نتیجه، تقاضا برای گزینه‌های جانشین افزایش می‌یابد (Kolstad, 2000).

کشورهای کمتر توسعه‌یافته، در دو قرن اول انقلاب صنعتی سهم چندانی در منافع سوزاندن سوخت‌های فسیلی نداشته‌اند، اما از زیان‌های این عمل سهم برده‌اند. کشورهای توسعه‌یافته از همه کشورهای می‌خواهند سوخت فسیلی کمتری بسوزانند. کشورهای در حال توسعه معتقدند که کشورهای صنعتی باید قسمت اعظم هزینه‌های آینده را بپردازند. در سال ۱۹۹۷، پیمان‌نامه کیوتو به امضا رسید و قرار شد گازهای گلخانه‌ای در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۰، ۸ درصد کاهش یابد و هر سال یک میلیارد دلار به کشورهای در حال توسعه پرداخت شود. ایالات متحده آمریکا، این پیمان را امضا کرد. اما بعداً از اجرای آن امتناع کرد. ایالات متحده آمریکا، برنامه‌هایی به منظور کاهش ۱۸ درصدی تولید گازهای گلخانه‌ای در هر دهه تدارک دید (Underwood et al, 2024; Fowler, 2014; Murray et al, 2015; Harrington et al, 2012; Callan & Thomas, 2012). آمریکا، به درونی کردن هزینه‌های نهایی خارجی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر شده است. در نتیجه، هزینه تمام‌شده برای تولیدکنندگانی که سوخت فسیلی مصرف می‌کنند، افزایش می‌یابد. همین امر روند فزاینده استفاده از سوخت‌های فسیلی را می‌تواند کند کند. از سوی دیگر برای گزینه‌های انرژی پاک مالیاتی وجود ندارد. در نتیجه مقدار استفاده از گزینه‌های انرژی پاک افزایش می‌یابد.

۳-۳. مرور تحلیلی طرح‌ها و قوانین مرتبط با آلودگی هوا و تغییرات اقلیمی در ایران

در این بخش بر مبنای مرور منابع (اصلی‌پور و همکاران، ۲۰۲۴؛ ایمان‌دوست و همکاران، ۲۰۲۰؛ پهلوی و ملک‌افضلی، ۲۰۱۹؛ جهانگرد، ۲۰۱۸؛ دهقان و همکاران، ۲۰۲۵؛ راشدی و مشهدی، ۲۰۲۴؛ صالحی و پوراصغر سنگاچین، ۲۰۰۹؛ عبدالحسینی و ذوالقدری، ۲۰۲۱؛ فیضی‌پور و امامی‌مبیدی، ۲۰۱۴؛ معمارنژاد و همکاران، ۲۰۱۰)، سعی شده است طرح‌ها، خط‌مشی‌ها و قوانینی که با هدف مقابله و برخورد با مسئله آلودگی هوای کشور و همچنین رویارویی با تغییرات اقلیمی، تهیه و تدوین شده‌اند، به ترتیب اولویت زمانی تشریح و تحلیل شود:

1 Uniformity of auto emission standards

2 Inherent bias against new vehicles

3 Marginal External Cost

براساس قانون ممنوعیت احداث صنایع در شعاع ۱۲۰ کیلومتری تهران (سال ۱۳۴۶) با هدف تمرکززدایی و کاهش آلودگی، احداث صنایع در محدوده یادشده منوط به اجازه هیات دولت شده بود. اما اغلب درخواست‌های استقرار صنایع در این محدوده تصویب شد. این دست قوانین، در تمرکززدایی و کاهش آلودگی هوا در اجرا و نظارت موفق نبوده است. سنجش آلاینده‌های هوای تهران، از اوایل دهه پنجاه با هماهنگی مرکز مطالعات محیط زیست دانشگاه تهران، سازمان انرژی اتمی و سازمان هواشناسی کشور آغاز شد. در سال ۱۳۵۳، جهت‌گیری اختیارات قانونی سازمان حفاظت محیط زیست به‌نحوی شد که افزون بر محیط زیست طبیعی به‌سوی محیط زیست انسانی نیز سوق پیدا کرد.

برنامه عمرانی پنجم کشور (۱۳۵۶-۱۳۵۲)، شامل نخستین برنامه حفاظت و احیای محیط زیست بود که اهدافی برای مقابله با آلودگی هوا هم داشت. در ماده ۶ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (سال ۱۳۶۷)، در زمینه عوامل متحرک انتشار آلاینده هوا به محدوده و ساعات تردد و ساماندهی وسایل نقلیه عمومی پرداخته شده است. بر مبنای تبصره ۱۳ قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی فرهنگی (سال ۱۳۶۸)، بنگاه‌های آلوده‌کننده موظف شدند یک در هزار فروش تولیدات خود را صرف جبران خسارت آلودگی‌ها و ایجاد فضای سبز کنند. بر مبنای تبصره ۸۲ قانون برنامه پنج‌ساله دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (سال ۱۳۷۳)، دولت مکلف به مقابله با آلودگی هوای شهرهای بزرگ در حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی شد. بر مبنای قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (سال ۱۳۷۴)، مقررات و مجازات‌های مربوط به آلودگی وسایل نقلیه موتوری، کارخانه‌ها، کارگاه‌ها، نیروگاه‌ها و منابع تجاری- خانگی تشریح شده است. بر مبنای ماده ۵ این قانون، هر وسیله نقلیه موتوری باید دارای گواهینامه رعایت حد مجاز انتشار آلاینده‌ها باشد. بر مبنای ماده ۱۹، حداقل ۱۰ درصد از فضاهای واحدهای صنعتی، تولیدی و خدماتی، باید به فضای سبز اختصاص یابد. بر مبنای ماده‌های ۱۲ و ۱۵، هر نوع احداث و توسعه کارخانه‌ها، کارگاه‌ها و نیروگاه‌ها، مستلزم رعایت ضوابط و استانداردهای حد مجاز انتشار آلاینده‌ها از سوی سازمان حفاظت محیط زیست شد.

برنامه جامع کاهش آلودگی هوای تهران در سال ۱۳۷۸ به تصویب هیأت وزیران رسید. در بندهای ۱ و ب ۴ خط‌مشی‌های بخش انرژی (سال ۱۳۷۹)، به‌ترتیب بر تنوع‌بخشی به منابع تأمین انرژی و ایجاد نیروگاه‌های تجدیدپذیر تأکید شده است. بر مبنای بند ج ماده ۱۰۴ قانون برنامه پنج‌ساله سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی فرهنگی (سال ۱۳۷۹)، بنگاه‌های آلوده‌کننده موظف به تطبیق مشخصات فنی خود با ضوابط کاهش آلودگی‌ها شدند. همچنین میزان آلودگی‌ها، برآورد خسارات، محاسبه جرایم انتشار آلودگی‌ها و نحوه برخورداری از معافیت‌ها مشخص شد. براساس ماده ۵۹ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (سال ۱۳۸۳)، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست، برای تنظیم دستورالعمل‌های برآورد ارزش‌های اقتصادی منابع طبیعی و برآورد هزینه‌های آلودگی و تخریب ناشی از طرح‌های توسعه و محاسبه آن در حساب‌های ملی اقدام کردند. بر مبنای بند ب ماده ۶۸ این قانون، صندوق ملی محیط زیست با تکیه بر پشتوانه‌های مالیاتی و عوارض محیط زیستی ایجاد شد. در خط‌مشی‌های پیشگیری از سوانح طبیعی و کاهش مخاطرات آن (سال ۱۳۸۴)، در بندهای ۸ و ب ۹، بر ایجاد سامانه هشدار سریع و سامانه مدیریت بلایای جوی به منظور سازگاری با تغییرات اقلیمی با محوریت اقلیم در آمایش سرزمین تأکید شده است. در ماده‌های ۴ و ۹ قانون حمایت از سامانه‌های حمل‌ونقل ریلی شهری و حومه (سال ۱۳۸۵)، بر یکپارچگی حمل‌ونقل عمومی شهری و اخذ عوارض توسعه آن و در ماده ۷ قانون توسعه حمل‌ونقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت (سال ۱۳۸۶)، بر افزایش حمل‌ونقل همگانی شهری تأکید شده است.

در برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه (سال ۱۳۸۸)، مجدداً بر ارزشگذاری اقتصادی محیط زیستی در تبصره ۱ و ۲ ماده ۱۹۲ تأکید شده است. در ماده‌های ۱۸ و ۱۹ در قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی (سال ۱۳۸۹)، به مقررات ساختمانی و شهرسازی سبز و ساختمان سبز و در ماده‌های ۲۱ و ۳۱ همان قانون به‌ترتیب بر ممیزی انرژی ساختمان‌های اداری و ضوابط کاهش ترافیک و سفرهای شهری پرداخته شده است. افزون بر آن در ماده‌های ۳۳ و ۶۱ به‌ترتیب، تسهیل پیاده‌مداری و دوچرخه‌سواری و حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر مطرح شده است. در قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر و ارتقای نظام مالی (سال ۱۳۹۴) در بند ۱۲ به کاهش کربن در حمل‌ونقل شهری و افزایش بازده نیروگاه‌ها پرداخته شده است. در بندهای ۵، ۷ و ۸ خط‌مشی‌های محیط زیستی (سال ۱۳۹۴)،

رعایت استانداردهای محیط زیستی، مدیریت تغییر اقلیم و صنایع کم‌کربن، اصلاح الگوی تولید و مصرف انرژی و حمل‌ونقل سبز شهری، مطرح شده است.

در قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (سال ۱۳۹۵)، در بند "ز" ماده ۳۸ به مدیریت سبز ساختمان‌های دولتی و در ماده ۴۴ از بند "الف" این قانون به اهمیت کاهش تلفات انرژی در ساختمان و طرح کاهش کربن در حمل‌ونقل عمومی اشاره شده است. در بند ۱۳ نیز بر انرژی‌های تجدیدپذیر کوچک مقیاس تأکید شده است. در اساسنامه سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (سال ۱۳۹۵) در بندهای ۲، ۶ و ۱۳، به ترتیب به مدیریت تقاضای انرژی پاک، مقررات خرید انرژی پاک و شناسایی ظرفیت تجدیدپذیری پرداخته شده و در ماده ۱۹ در قانون هوای پاک (سال ۱۳۹۶) به تأمین برق از منابع تجدیدپذیر اشاره شده است. در ماده‌های ۲۱ و ۲۲ همان قانون بر ضرورت پیوسته‌های محیط زیستی طرح‌های شهری و افزایش سرانه فضای سبز تأکید شده است. افزون بر آن در ماده‌های ۲۳، ۲۴ و ۲۶، به ضرورت همکاری‌های فراملی برای مدیریت گردوغبار، مشارکت در مهار بیابان‌زایی و ایجاد شبکه ملی رخداد آب اشاره شده است. ماده ۲۷ نیز مربوط به ایجاد کمربند سبز در حریم شهرهاست. علی‌رغم همه برنامه‌ریزی‌ها و تلاش‌ها در زمینه کاهش آلودگی هوا، اغلب خط‌مشی‌ها و قوانین، بی‌ثمر و ناکام مانده است و خلأهایی در اجرا و نظارت وجود دارد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مجموع باید در قانونگذاری، تصمیم‌گیری، اجرا و نظارت در زمینه کنترل و کاهش آلودگی هوا به هفت خط‌مشی راهبردی مهم توجه شود:

۴-۱. ضرورت بسترسازی آموزشی و تعامل سازنده برای مشارکت همه بازیگران حکمرانی

آلودگی هوا مسئله‌ای مجزا نیست، بلکه یک بحران و زنجیره‌ای از مسائل ریز و درشت و درهم‌تنیده است که همکاری بازیگران اصلی خود را می‌طلبد. این بازیگران در حالت سلسله‌مراتبی حداقل شامل سه سطح است: ۱. خط‌مشی‌گذاران و تصمیم‌گیران (مانند مجلس شورای اسلامی، هیأت دولت و سازمان‌های مربوط به برنامه‌ریزی)؛ ۲. بخش‌های اجرایی (مانند سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت راه و شهرسازی، شهرداری‌ها، سازمان‌های غیردولتی، وزارت صنعت، معدن و تجارت و انواع صنایع، وزارت نیرو و نیروگاه‌ها، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و پلیس راهور)؛ ۳. مردم. قانونگذاران و تصمیم‌گیرندگان رده‌بالا تر به تأمین منابع مالی مورد نیاز برای حل مسئله توجه لازم و کافی نداشته‌اند. در قوانین، درباره مخاطب کلی‌گویی شده و در اجرای مسئولیت ابهام وجود دارد. همواره برنامه‌های محدودکننده، سازوکارهای تنبیهی و نحوه نظارت به صورتی بوده است که راه‌های گریزی وجود داشته است. همچنین سازمان‌های مسئول و نهادهای اجرایی به وظایف قانونی خود در حل مسئله به‌درستی عمل نکرده و به همکاری جدی با یکدیگر علاقه‌ای نشان نداده‌اند. این سازمان‌ها و نهادهای مجری برنامه‌های بسیاری هستند که کنترل آلودگی هوا تنها یکی از آنهاست و به همین دلیل اغلب اهمیت کمتری داشته است. مردم، پیامدهای جدی همه مسائل را تحمل می‌کنند، اما مطالبه‌گری همکارانه ندارند. دگرگونی سبک زندگی در زمینه کاهش انتشار آلودگی و سازگاری با پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیمی، با تغییر رفتار افراد و ارتقای سطح دانش فردی آنها ممکن است.

۴-۲. تمرکززدایی از قدرت و استفاده از ظرفیت‌های اجتماعات محلی و بخش خصوصی

تاریخچه خط‌مشی‌گذاری و قانونگذاری در زمینه تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا در کشور نشان می‌دهد که به‌دلیل تمرکزگرایی و نبود پیش‌شرط‌های تصمیم‌گیری مشارکت شهروندان و بخش خصوصی، راهبردها و راهکارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی و حتی آلودگی هوا هنوز، نه جدی است و نه مؤثر. بیشتر طرح‌ها و ضوابط موجود نشان‌دهنده رویکرد حکمرانی بالا به پایین، وضع مقررات و نگاه دولت‌محور است و رویکردهای داوطلبانه، توانمندسازی، فراهم‌سازی، خودگردانی و بسیج اجتماعات محلی، جایگاه واضحی ندارد. در زمینه تاب‌آور کردن نظام تصمیم‌گیری و تحکیم حکمرانی‌های عمومی (مانند هوا)، در رویارویی با تغییرات اقلیمی و آلودگی هوای کشور، جای خالی استفاده از ظرفیت‌های جامعه مدنی و بخش خصوصی در اجرای اقدامات کم‌کربن و توسعه فناوری‌های پاک و سازگار با محیط زیست (مانند انرژی خورشیدی) کاملاً محسوس است. با تمرکززدایی ساختاری از قدرت

به صورت حکمرانی محلی، واکنش به تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا بهبود چشمگیری می‌یابد. ارائه پاسخ‌های مناسب با تقویت موقعیت سیاسی و مشروعیت بخشی به فعالیت کنشگران محلی از طریق شراکت و شبکه‌های درون هر منطقه رخ می‌دهد.

۴-۳. مهیا کردن پیش‌شرط‌های اقتصادی برای انحصارزدایی از صنایع تأثیر گذار

کاهش آلاینده‌های هوا، ارتباط مستقیم و معناداری با رشد اقتصادی دارد. در بسیاری از ایالت‌های آمریکا و بسیاری از شهرهای چین، با گذشت دهه‌ها رشد اقتصادی، انتشار آلاینده‌های معیار هوا کاهش جدی داشته است. با توجه به روند تغییرات تولید ناخالص داخلی کشور، دستیابی به چنین اصلاحی ساده نیست. در زمینه عوامل متحرک انتشار آلاینده، نوک پیکان برای ایجاد مسئولیت ابتدا باید به سوی خودروسازان باشد. خودروسازی در ایران، صنعتی انحصاری، آن هم از بدترین نوع آن یعنی انحصار دولتی است. انحصارگر که رقیبی ندارد، ساده‌ترین راه پیشرفت و افزایش درآمد را افزایش قیمت می‌داند. در چنین بازاری، افزایش قیمت، سبب کاهش تقاضا نمی‌شود. در نتیجه قیمت را فقط عرضه‌کننده تعیین می‌کند. قیمت این خودروها خیلی بیشتر از کیفیت و هزینه تمام‌شده تولید آنهاست، زیرا نگاه انحصاری اعتنایی به کاهش هزینه‌های اجتماعی از طریق افزایش کارایی فناوری ندارد و این هزینه‌های اجتماعی را جامعه تقبل کرده است. با ادامه شرایط موجود، هرگز تلاش، رقابت یا همکاری تأثیرگذاری در آینده برای تولید خودروهای پاک‌تر و باکیفیت‌تر صورت نخواهد گرفت.

به منظور ایجاد زبان مشترک برای کاهش آلودگی هوا، باید فرایند بازار و سازوکارهای اقتصادی تابع آن، مکمل و پشتیبان فرایند برنامه‌ریزی و قوانین و مقررات تابع آن باشد. ایجاد سازوکارهای تشویقی برای افزایش استفاده از انرژی‌های پاک، استفاده از فناوری‌های مناسب برای تصفیه خروجی صنایع و نیروگاه‌ها و همچنین تجارت مجوزهای قابل تبادل آلودگی اهمیت دارد. در ایران ظرفیت‌های لازم و درخور برای اجرای سازوکارهایی مانند مالیات بر آلودگی، عوارض تدریجاً افزایش یافته مجوزهای قابل مبادله انتشار آلاینده‌ها وجود ندارد. باید پیش‌شرط‌های اقتصاد غیررانتی و غیرنفی فراهم آید تا تصمیم‌گیری مشارکتی و بازی متعادل عرضه و تقاضا در بازارهای خرد ممکن شود. پژوهش‌های بنیادی در زمینه آزادسازی تجارت آلودگی و جلوگیری از ناکارآمدی تخصیص نیاز است، زیرا تجارت این مجوزها، بدون در نظر گرفتن ضوابط و استانداردهای محیط زیستی، پیامدهای بسیار شدیدتری نسبت به رویکرد دستور و کنترل دارد.

۴-۴. تأمین منابع مالی برای تقویت مطالعات پایه سهم‌بندی منابع و سیاهه انتشار

مطالعات سهم‌بندی منابع ثابت و متحرک تولید آلودگی و تهیه سیاهه انتشار آلاینده‌های هوا، هرگز نباید جزئی از برنامه کاهش و کنترل آلودگی هوا باشد، بلکه باید برنامه‌ریزی و مدیریت بر مبنای شواهد علمی حاصل از این مطالعات پایه ایجاد شود. در این زمینه هرگز نباید به خوداظهاری صنایع اکتفا شود و باید نظارت مستقل و متعهدانه با پایش شبانه‌روزی خروجی صنایع حتی توسط سنجش از راه دور و حضور میدانی انجام گیرد. پایش آلاینده‌های خروجی صنایع، باید بدون هماهنگی قبلی از سوی سازمان حفاظت محیط زیست و در ساعات اوج فعالیت صنایع صورت گیرد. سنجش و پایش کیفیت هوا در کشور ما نیازمند استفاده از دستگاه‌های سنجنده به روز و فناوری‌های جدید است. جریمه‌های تخلفات آلودگی هوا از همه منابع باید برای بهبود کیفیت هوا هزینه شود. آلودگی ناشی از فعالیت‌های غیراصولی و غیرمجاز در کشور نیاز به محاسبه و برخورد جدی دارد. برای مثال در کنار دفن غیراصولی زباله، زباله‌سوزی‌های غیرمجاز سبب بروز آلودگی هواست. خشک شدن تالاب‌های کشور و برخی کشورهای همسایه نیز در بروز آلودگی هوا تأثیر جدی دارد که محاسبه نشده است.

۴-۵. برنامه‌ریزی و مدیریت مکان‌محور با تعیین اهداف کمی

در سال‌های اخیر در تصویب استانداردهای کیفیت هوای کشور، نه تنها شاهد کاهش مقادیر نیستیم، بلکه در آخرین نسخه استانداردهای مصوب، حدود استاندارد کیفیت هوا بالاتر رفته است. رویکرد تدوین استانداردهای کیفیت هوا در کشور باید بر مبنای روش پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت باشد. یکی از ضعف‌های مهم استانداردهای تهیه‌شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست برای کیفیت هوا در کشور، ملی و یکسان بودن آنهاست. چنین نگاه یکسانی سبب شده که استانداردها نه بر مبنای مقر و موقعیت خاص مناطق مختلف کشور، بومی باشد و نه بر مبنای جدید یا قدیمی بودن صنایع. سود حاصل‌شده برای برندگان و هزینه تحمیل‌شده به متضرر شونده‌گان نادیده گرفته می‌شود. سطح بهینه کاهش آلودگی هوا (بر اساس کارایی تخصیص) در هر منطقه‌ای متفاوت و تا

حدی است که منافع نهایی آن جامعه با هزینه‌های نهایی تحمیل شده به آن جامعه برابر باشد. این سطح در مناطق مختلف کشور (با سطح آلودگی کم تا زیاد) و برای صنایع مختلف (با سطح فناوری متفاوت)، بی‌گمان باید متفاوت باشد. تدوین استانداردها به تفکیک مناطق پاک‌تر و آلوده‌تر و به تفکیک نو یا قدیمی بودن فناوری ضروری است. استانداردها برای مناطق آلوده‌تر (یا توسعه‌یافته‌تر) نسبت به مناطق پاک‌تر (یا کمتر توسعه‌یافته) سختگیرانه‌تر است. تخصیص استانداردها به صنایع دارای فناوری‌های به‌روز نسبت به صنایع با تجهیزات قدیمی‌تر سختگیرانه‌تر است، زیرا هزینه‌ها و فایده‌های ناشی از کاهش آلودگی در مناطق آلوده‌تر یا برای صنایع به‌روز و جدیدتر بیشتر است. اما حتی با چنین تفکیکی، برای جلوگیری از انحراف در اجرای استاندارد دوکنترلی باید دو نکته را در نظر گرفت. یکی اینکه باید تدابیری اندیشید تا استانداردهای سختگیرانه‌تر در مناطق توسعه‌یافته سبب نشود که مقامات محلی در جست‌وجوی سرمایه‌های جدید، نظارت خود را بر اجرای این استانداردها کاهش دهند. دیگری اینکه باید تدابیری اندیشید تا استانداردهای سختگیرانه‌تر بر صنایع جدید، نوسازی شده یا بازسازی شده نسبت به صنایع قدیمی، سبب کاهش تمایل برای نوسازی صنایع و کاهش استفاده از فناوری‌های جدید و پاک نشود.

۴-۶. تکیه بر شالوده آمایش سرزمین و حفاظت از زیرساخت‌های سبز - آبی

بسیاری از آلودگی‌ها به دلیل بی‌توجهی به شالوده آمایش سرزمین و حفاظت سیمای سرزمین رخ داده است. استقرار طرح‌های صنعتی نسبت به شهرها، مکان‌گزینی نامناسبی داشته است، زیرا آینده شهرها پیش‌بینی نشده است. در این زمینه بسیاری از قوانین مانند ممنوعیت استقرار صنایع در فاصله مشخص از تهران از ابتدا نادیده گرفته شده است. ضروری است در شهرسازی، طراحی شهری و تعیین شیوه رشد شهر، بر اصول علم اکولوژی و احترام به طبیعت تکیه شود، به‌نحوی که زیرساخت‌های سبز بر اثر رشد افقی شهرها کمترین آسیب ممکن را ببیند و گردش هوا بر اثر رشد عمودی شهرها مختل نشود. همچنین حفاظت از حریم زیرساخت‌های سبز - آبی، پیکره‌های اکولوژیکی کشور به‌ویژه تالاب‌ها، جنگل‌ها و رودخانه‌ها برای جلوگیری از افزایش آلودگی هوا و به‌ویژه ریزگردها ضروری است.

۴-۷. ناکارآمدی قوانین، ضعف در اجرا و کاستی‌های نظارت بر حسن اجرا

افزایش شفافیت و یکپارچگی در نظام برنامه‌ریزی با شناخت شکاف‌های قوانین و مقررات مربوط به آن میسر است. محدودیت‌های ذاتی در رویکرد دستور و کنترل وجود دارد، اما بدتر از آن، بسیاری از این استانداردها در کشور به‌روز نیست یا اصلاً رعایت نمی‌شود. تناسب نداشتن تخلف و جریمه، به سهولت امکان تخلف منجر شده است. مجازات‌های تعیین شده از جنس جریمه نقدی، حبس تعزیری اشخاص یا تعطیلی بنگاه است. جریمه نقدی در حالی مؤثر است که به اندازه هزینه اجتماعی آلودگی باشد. اما این جریمه‌ها ناچیز است و بازدارندگی ندارد. حبس تعزیری نمادین است، زیرا قابل تبدیل به جریمه نقدی است. از سوی دیگر، بنگاه‌ها، اشخاصی حقوقی هستند و حبس یک مدیر (یک شخص حقیقی) به‌طور معمول امکان‌پذیر یا مؤثر نیست. تعطیلی بنگاه اگر دائم باشد، می‌تواند اقتصاد محلی را به خطر بیندازد یا موجب تبعات سیاسی شود و اگر موقت باشد خسارت بازدارنده‌ای ایجاد نمی‌کند.

طی اجرای برنامه‌های مربوط به افزایش کیفیت هوا، نباید مقدار آلاینده‌هایی که اکنون غلظت آنها از استاندارد ملی کمتر یا در محدوده مجاز است افزایش یابد. در زمینه کنترل آلودگی منابع متحرک، با بهبود کیفیت سوخت در کشور، احتراق کامل‌تری صورت می‌گیرد و مونوکسید کربن کمتری تولید می‌شود، اما اکسیدهای نیتروژن بیشتر تولید می‌شود که خود از پیش‌سازهای تولید ازن بوده است. نظر به نوآوری‌های سریع صنعت خودروسازی جهان، الزامات و استانداردهای مربوط به این صنعت در کشور ایران، نیازمند بازبینی است. در این زمینه افزایش کیفیت سوخت و استفاده از انرژی‌ها و فناوری‌های پاک اهمیت دارد. افزون‌بر آن در زمینه‌هایی به قانونگذاری و نظارت بر اجرا نیاز است، از جمله تخصیص کد جریمه به همه دوربین‌های مستقر در تهران و شهرهای دیگر، تعویض مبدل‌های کاتالیزوری فرسوده و نصب فیلترهای جاذب دوده بسته به نوع وسایل نقلیه، معاینه فنی موتورسیکلت‌ها، از رده خارج کردن تدریجی موتورسیکلت‌های کاربراتوری و وسایل نقلیه فرسوده و تقویت ظرفیت کمی و کیفیت سامانه حمل‌ونقل عمومی.

به منظور استفاده عقلایی از جاذب‌های طبیعی آلودگی مانند هوا، رویکردهای حکمرانی در جهان به سمت بازدارندگی و سازگاری در حال حرکت است. در این زمینه گونه‌شناسی حکمرانی برای فهم و نقد شیوه‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی و سازوکارهای کنترل و کاهش آلودگی هوا قابل استفاده است. این گونه‌شناسی جنبه هنجاری نیز دارد و ارزش‌های موجود یا غالب در نظام تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد. سازوکارهای آینده نباید نه بر مبنای بازارها یا سلسله‌مراتب باشد و نه بر مبنای شبکه‌ها یا جامعه، بلکه باید بر مبنای همه اینها باشد (مدیریت همزمان رویکردهای بالا به پایین و پایین به بالا). مزیت‌های همه این گزینه‌ها در کنار هم سبب کاهش ضعف‌ها، هم‌افزایی بینش‌ها و بهبود تصمیم‌گیری خواهد شد. با توجه به عدم قطعیت‌های محیط زیست، استفاده از مجموعه‌ای از رویکردها، می‌تواند به عنوان تصمیمی بهینه، در کانون برنامه‌ریزی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی و مدیریت کیفیت هوای کشور قرار گیرد. اما با همه تفسیرها، باز هم شیوه غالب حکمرانی در هر زمینه‌ای و در هر منطقه‌ای از طریق همین مقایسه‌ها و شناخت بازیگران مهم و ابزارهای سیاستی امکان‌پذیر است. بنابراین ممکن است در مواردی برای افزایش تاب‌آوری محیط زیست، بیشتر سلسله‌مراتب یا بیشتر بازار مورد نیاز یا مناسب باشد.

به روز نبودن و یکسان و ملی بودن استانداردها در کشور و نبود ملاحظات هزینه در تنظیم استانداردها، مانعی برای دستیابی به سطح بهینه کاهش آلودگی هوا برای شرایط محلی مناطق مختلف و فناوری‌های مختلف است. برای کاهش و کنترل آلودگی هوا، بسته به شرایط خاص هر منطقه و بر مبنای ریشه‌یابی منابع تولید آلودگی، راهبرد و راه حل باید ارائه شود. تحلیل بر مبنای اطلاعات مکان محور و ظرفیت محیط زیستی هوای هر محل باید سرلوحه کار باشد. راه حل‌ها باید چنان باشد که هرگز هزینه‌های اجتماعی در منطقه مورد نظر، بیشتر از فواید اجتماعی نباشد. به عبارت ساده، راه حل‌های کاهش آلودگی باید بر مبنای عدالت محیط زیستی و کارایی تخصیص باشد. در هر منطقه باید بسته به میزان آسیب‌هایی که مردم با آنها روبه‌رو شده‌اند، اهداف کمی خاص و قابل دستیابی برای کاهش تدریجی آلاینده‌ها تهیه شود و برنامه اقدام دقیقاً شامل بودجه و فهرست فعالیت‌ها باشد.

مهم‌ترین سازوکارهای قانون هوای پاک ایالات متحده آمریکا مربوط به حکمرانی سلسله‌مراتبی و حکمرانی بازار است. در مجموع این قانون به سوی بازار پیش می‌رود. رویکرد بازار محور از طریق درونی کردن عوارض خارجی محیط زیستی می‌تواند آلودگی هوا را در نقطه کارایی تخصیص نگه دارد. در ایران، رویکرد دستور و کنترل بر خط‌مشی‌گذاری مدیریت کیفیت هوا حاکم است. این شیوه زبان مشترکی برای بیان هزینه‌های اجتماعی ایجاد نمی‌کند. زیرا سطح بهینه کاهش آلودگی هوا، جایی است که منافع نهایی جامعه با هزینه‌های نهایی آن برابر باشد. تکمیل و به‌روزرسانی ضوابط و استانداردهای کنترل آلودگی هوا، پیش شرط حفاظت از کیفیت هوا محسوب می‌شود، اما قوانین و مقررات کنترل آلودگی هوای کشور، نیازمند تغییر رویه اساسی به سوی رویکردهای جدید اقتصادی، فرایندهای مبتنی بر بازار، رقابت و حتی همکاری تجاری هستند. با وجود این، نبود پیش شرط‌های حکمرانی بازار و انحصار دولتی بسیاری از صنایع کشور، مانع اصلی برای کارایی فنی و کارایی تخصیص به منظور کاهش تولید آلاینده‌ها است.

References

- Abdul Hosseini, N., & Zolghadri, S. (2021). An overview of air pollution in Iran; Causes, effects and legal solutions. *Zist Sepehr Student Magazine*, 14(2), 46-56. (In Persian).
- Alemohammad, S., Yavari, A. R., Salehi, S., & Zebardast, L. (2014). Using the Strategic Environmental Assessment for Compilation Polices of Sustainable Development Plan in Lake Urmia. *Journal of Environmental Studies*, 40(3), 645-667. <https://doi.org/10.22059/jes.2014.52211> (In Persian).
- Alemohammad, S., Zebardast, L., Salehi, E., & Yavari, A. R. (2016). Introduction to the Strategic Environmental Assessment and it's Use in Planning System of Iran. *Environmental Researches*, 7(13), 37-50. <https://doi.org/20.1001.1.20089597.1395.7.13.5.0> (In Persian).
- Aslipour, H., Mohammadi, S., & Yaghoubi, E. (2024). Identifying Key Criteria for Evaluating Air Pollution Policies in Iran. *Iranian Journal of Public Policy*, 10(1), 9-25. <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2024.97817> (In Persian).
- Baird, J., Plummer, R., & Bodin, O. (2016). Collaborative governance for climate change adaptation in Canada: Experimenting with adaptive co-management. *Regional Environmental Change*, 16(3), 747-758. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0790-5>.
- Bednar, D., & Henstra, D. (2018). Applying a typology of governance modes to climate change adaptation. *Politics and Governance*, 6(3), 147-158. <https://doi.org/10.17645/pag.v6i3.1432>.
- Bevir, M. (2012). Governance: A very short introduction. Oxford: Oxford University Press.
- Biesbroek, R., Dupuis, J., Jordan, A., Wellstead, A., Howlett, M., & Davidson, D. (2015). Opening up the black box of adaptation decisionmaking. *Nature Climate Change*, 5, 493-494. <https://doi.org/10.1038/nclimate2615>.
- Bohloli, H. & Malek Afzali, S. (2019). Policy analysis of Urban Air Pollution Reduction in Iran in the Scope of Political Ecology. *Iranian Journal of Public Policy*, 5(3), 9-42. <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2019.74190>. (In Persian).
- Broto, V., & Bulkeley, H. (2013). A survey of urban climate change experiments in 100 cities. *Global Environmental Change*, (23), 92-102. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.07.005>.
- Bulkeley, H. (2012). Governance and the geography of authority: modalities of authorisation and the transnational governing of climate change. *Environ. Plan.*, 44(10), 2428-2444. <https://doi.org/10.1068/a44678>
- Cadman, T., Maguire, R., & Sampford, C. (2017). *Governing the Climate Change Regime: Institutional Integrity and Integrity Systems*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315442365>
- Callan, Scott, J., & Thomas, Janet M. (2012). *Environmental Economics & Management Theory, Policy, and Applications*, sixth edition.
- Celliers, L., Rosendo, S., Máñez Costa, M., Ojwang, L., Carmona, M., & Obura, D. (2020). A capital approach for assessing local coastal governance. *Ocean and Coastal Management*, 183, 104,996. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104996>.
- City of Mississauga. (2017). Stormwater charge. City of Mississauga. Retrieved from <http://www.mississauga.ca/portal/stormwater/charge>.
- City of Toronto. (2017). Basement flooding protection subsidy program. City of Toronto. Retrieved from <https://www.toronto.ca/services-payments/water-environment/managing-rain-melted-snow/basement-flooding/basement-flooding-protection-subsidy-program>.
- City of Toronto. (2018). Mandatory downspout disconnection program. City of Toronto. Retrieved from <https://www.toronto.ca/311/knowledgebase/kb/docs/articles/toronto-water/business-operations-management/business-and-customer-support/mandatorydownspout-disconnection-program.html>.
- Community Resilience to Extreme Weather (2017). Extreme weather volunteers: Floor & block captains. Community Resilience to Extreme Weather. Retrieved from <http://www.crewtoronto.ca/ourprojects/floor-and-block-captains>.
- Dahan, A. (2013). Historic overview of climate framing. Working Paper (HAL: halshs- 00855311: <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00855311/> version 1, Accessed 13 September, 2013).
- Davies, J. (2011). *Challenging Governance Theory. From Networks to Hegemony*. Policy Press, Bristol.
- Dehghan, A., Eivazzadeh, H., & Zolgadr, M. (2025). Investigating environmental policies in the development programs and laws of the Islamic Republic Iran from 1981 to 2021. *Quarterly Journal of Interdisciplinary Studies in Jurisprudence*, 5(18), 65-89. (In Persian)
- Dilling, L., Prakash, A., Zommers, Z., Ahmad, F., Singh, N., De Wit, S. (2019). Is adaptation success a flawed concept? *Nature Climate Change*, 9(8), 572-574. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0539-0>.
- Feizpour, M. A. & Emami Maybodi, M. (2014). Social Costs due to Non-Competitive Structures in Manufacturing Industries: Dynamic Approach using Cowling-Muller Method. *The Journal of Economic Policy*, 6(12), 115-138. <https://doi.org/20.1001.1.26453967.1393.6.12.5.7> (In Persian).

- Fowler, L. (2014). Assessing the framework of policy outcomes: The case of the US Clean Air Act and Clean Water Act. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 16(04), 1450034. <https://doi.org/10.1142/S1464333214500343>
- Fraker, H. (2013). *The Hidden Potential of Sustainable neighborhoods: lessons from low carbon communities*. Island Press.
- Gedden, O. (2013). Modifying the 2 °C Target. Climate Policy Objectives in the Contested Terrain of Scientific Policy Advice, Political Preferences, and Rising Emissions. German Institute for International and Security Affairs, (http://www.swp-berlin.org/en/publications/swp-research-papers/swp-research-paper-detail/article/climate_modifying_the_2_c_target.html, Accessed 12th October, 2013).
- Grafakos, S., Pacteau, C., Delgado, M., Landauer, M., Lucon, O., & Driscoll, P. (2018). Integrating mitigation and adaptation: Opportunities and challenges. In Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (eds.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. (101–138). Cambridge University Press.
- Hall, C. M. (2011). A typology of governance and its implications for tourism policy analysis. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(4/5), 437–457. <https://doi.org/10.1080/09669582.2011.570346>.
- Harrington, W., Morgenstern, R., Shih, J. S., & Bell, M. L. (2012). Did the Clean Air Act Amendments of 1990 really improve air quality?. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 5, 353-367. <https://doi.org/10.1007/s11869-012-0176-5>.
- Heidrich, O., Reckien, D., Olazabal, M., Foley, A., Salvia, M., de Gregorio Hurtado, S., Orru, H., Flacke, J., Geneletti, H., Pietrapertosa, F., Hamann, J., Tiwary, A., Feliu, E., & Dawson, R. (2016). National climate policies across Europe and their impacts on cities strategies. *Journal of Environmental Management*, (168), 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.043>.
- Henstra, D. (2017). Climate adaptation in Canada: Governing a complex policy regime. *Review of Policy Research*, 34(3), 378–399. <https://doi.org/10.1111/ropr.12236>.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Guillen Bolanos, T., Bindi, M., & Brown, S. (2019). The human imperative of stabilizing global climate change at 1.5°C. *Science*, 365, 6459. <https://doi.org/10.1126/science.aaw6974>.
- Hoornweg, D., Sugar, L., & Gomez, C.L. (2011). Cities and greenhouse gas emissions: moving forward. *Environment and Urbanization*, 23(1), 207-227. <https://doi.org/10.1177/0956247810392270>.
- Huiteima, D., Adger, W. N., Berkhout, F., Massey, E., Mazmanian, D., Munaretto, S., & Termeer, C. (2016). The governance of adaptation: Choices, reasons, and effects. *Ecology and Society*, 21(3), 1–15. <https://doi.org/10.5751/ES-08797-210337>.
- Imandoust, S., Lashkary, M. & Sayyazadeh kakhki, E. (2020). Investigating the Effect of Renewable and Non-Renewable Energy on Air Pollution in Iran with regard to the Moderating Role of Economic Growth. *Iranian Energy Economics*, 9(35), 11-39. <https://doi.org/10.22054/jiee.2021.59318.1831>. (In Persian)
- International Energy Agency (IEA). (2018). IEA Atlas of Energy, CO2 Emissions from Fuel Combustion. <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/1378539487>.
- IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018). Special report on global warming of 1.5°C: Strengthening and implementing the global response. Geneva: IPCC.
- Jahangard, E. (2018). Development Plans and the Environment in Iran. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 2(2), 105-142. <https://doi.org/10.22054/enr.2016.8409>. (In Persian)
- Jayne, M., & Ward, K. (2017). *Urban Theory: new critical perspective*. Routledge.
- Jordan, A., Rayner, T., & Schroeder, H., (2013). Going beyond two degrees? The risks and opportunities of alternative options. *Clim. Pol.* 13 (6), 751–769. <https://doi.org/10.1080/14693062.2013.835705>.
- Kolstad .D.C. (2000). *Environmental Economics*, Oxford University Press, New York.
- Lonsdale, K., Pringle, P., & Turner, B. (2015). Transformative adaptation: What it is, why it matters and what is needed. Oxford: UK Climate Impacts Program.
- Lotfi, S., & Mohammadnejad, A. (2020). An analysis of greenhouse gas emissions in urban areas: A case study of Tehran metropolis. *The Journal of Geographical Research on Desert Areas*, 8(1), 133-166. <https://doi.org/20.1001.1.2345332.1399.8.1.6.1> (In Persian).
- Luers, A.L., & Sklar, L.S. (2013). The difficult, the dangerous, and the catastrophic: managing the spectrum of climate risks. *Earth's Future* 2. <http://dx.doi.org/10.1002/2013EF000192>.
- Manitoba Agricultural Services Corporation. (2018). AgriInsurance overview factsheet. Manitoba Agricultural Services Corporation. Retrieved from https://www.masc.mb.ca/masc.nsf/program_agriinsurance.
- Manitoba Agriculture Risk Management Task Force. (2015). Agriculture risk management in Manitoba. Manitoba: Manitoba Agriculture Risk Management Task Force. Retrieved from <https://www.gov.mb.ca/agriculture/growing-forward-2/pubs/ag-risk-mgmttask-force-report-2015.pdf>.
- Memarnezhad, A., Hosseini, S., & Khatabi, S. (2010). Evaluation of Structure and Performance of Automobile Industry in Iran. *Quarterly journal of economic modeling*, 10(3), 103- 120. (In Persian).

- Mimura, N., Pulwarty, R., Duc, D. M., Elshinnawy, I., Redsteer, M. H., Huang, H. Q., & Sanchez Rodriguez, R. A. (2014). Adaptation planning and implementation. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, . . . L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 869–898). Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Moran, D., Kanemoto, K., Jiborn, M., Wood, R., Többen, J., & Seto, K. (2018). Carbon footprints of 13 000 cities. *Environmental Research Letters*, 13 (2018) 064041. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac72a>.
- Murray, B. C., Pizer, W. A., & Ross, M. T. (2015). Regulating existing power plants under the US Clean Air Act: Present and future consequences of key design choices. *Energy Policy*, 83, 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.03.028>.
- NAP Global Network. (2019). NAP Global Network at COP25. (Available at <http://napglobalnetwork.org/2019/12/nap-global-network-atcop-25-overview/>).
- Natural Resources Canada. (2016). Canada's climate change adaptation platform: Equipping Canadians to adapt to a changing climate. Ottawa: Natural Resources Canada. Retrieved from: <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/occe/pdf/transportation/tools/fuelratings/MasterListOCTOBER-2016-Products-and-Projects-ENGLISH.pdf>.
- Newell, P., Pattberg, P.H., & Schroeder, H. (2012). Multi-actor governance and the environment. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 37, 365–387. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020911-094659>.
- Oulahen, G., Mortsch, L., Tang, K., & Harford, D. (2015). Unequal vulnerability to flood hazards: "Ground truthing" a social vulnerability index of five municipalities in Metro Vancouver, Canada. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(3), 473–495. <https://doi.org/10.1080/00045608.2015.1012634>.
- Parnell, S. (2016). Defining a global urban development agenda. *World Development*, 78(), 529–540.
- Rashedi, M., & Mashhadi, A. (2024). Analysis of the approach of development programs of the Islamic Republic of Iran in air protection. *Public Law Studies Quarterly*, 1-15. <https://doi.org/10.22059/jplsq.2022.328435.2851> (In Persian).
- Salehi, S., Porasghar Sangachin, F. (2009). An Analysis of Challenges Facing Territorial Management in Iran. *Strategy*, 17(3), 149- 181. <https://doi.org/20.1001.1.10283102.1388.17.3.6.8>. (In Persian).
- Satterthwaite, D. (2010). The Contribution of Cities to Global Warming and their Potential Contributions to Solutions. *Environment and Urbanization ASIA*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.1177/097542530900100102>.
- Shaw, C., & Nerlich, B. (2015). Metaphor as a mechanism of global climate change governance: A study of international policies, 1992–2012. *Ecological Economics*, 109, 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.001>.
- Siders, A. R. (2019). Adaptive capacity to climate change: A synthesis of concepts, methods, and findings in a fragmented field. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10(3). <https://doi.org/10.1002/wcc.573>.
- Simon, D., & Leck, H. (2015). Understanding climate adaptation and transformation challenges in African cities. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 13, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.03.003>.
- Steuier, R. (2013). Disentangling governance: A synoptic view of regulation by government, business, and civil society. *Policy Sciences*, 46(4), 387–410. <https://doi.org/10.1007/s11077-013-9177-y>.
- Stevenson, H., Dryzek, J.S. (2012). The discursive democratization of global climate governance. *Environ. Polit.* 21(2), 189–210. <https://doi.org/10.1080/09644016.2012.651898>.
- Sustainable South Osbourne. (2016). South Osbourne Permaculture Commons. Retrieved from <http://www.southosbornecommons.ca>.
- Underwood, A., Marcantonio, R., Wood, D., & Crippa, P. (2024). Interstate Air Pollution Governance in the United States: Exploring Clean Air Act Section 126. *Environmental Management*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s00267-024-02002-3>.
- UNDESA. (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. Highlights (ST/ESA/SER.A/352). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Accessed July 30, 2015: <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>.
- UN-Habitat. (2011a). *Planning for climate change: A strategic, value-based approach for urban planner*. Earthscan.
- UN-Habitat. (2011b). *Cities and climate change: Global report on human settlements*. Earthscan.
- UN-Habitat. (2017). Climate Change - UN-Habitat. Retrieved February 24, 2018, from Unhabitat: <https://unhabitat.org/urban-themes/climate-change/>.
- United Cities and Local Governments (UCLG). (2019). Local governance. (Available at <https://www.uclg.org/en/action/decentralisation%2010governance>).
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2017). National Adaptation Plans. (Available at <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/workstreams/national-adaptation-plans>).
- USEPA Office of Air and Radiation, (2010). The Benefits and Costs of the Clean Air Act: 1990 to 2020. *Revised SAB Council Review Draft*.

- Van der heijden, J., Bulkeley, H., & Certoma, C. (2019). *Urban climate politics: agency and empowerment*. Cambridge University Press.
- Wellstead, A., Howlett, M., & Rayner, J. (2013). The neglect of governance in forest sector vulnerability assessments: Structural-functionalism and “black box” problems in climate change adaptation planning. *Ecology and Society*, 18(3), 1–15. <https://doi.org/10.5751/ES-05685-180323>.
- Wellstead, A., Howlett, M., Nair, S., & Rayner, J. (2016). “Push” dynamics in policy experimentation: Downscaling climate change adaptation programs in Canada. *Climate Services*, 4, 52–60. <https://doi.org/10.1016/J.CLISER.2016.11.001>.
- Whelan, C. (2015). Managing dynamic public sector networks: Effectiveness, performance, and a methodological framework in the field of national security. *International Public Management Journal*, 18(4), 536–567. <https://doi.org/10.1080/10967494.2015.1030484>.
- Williams, D. S. (2019). How those researching adaptation to climate change might reduce their own carbon footprints. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02778-z>.
- Williams, D. S., Celliers, L., Unverzagt, K., Videira, N., Máñez Costa, M., & Giordano, R. (2020). A method for enhancing capacity of local governance for climate change adaptation. *Earth's Future*, 8(7), e2020EF001506. <https://doi.org/10.1029/2020EF001506>.
- Yara, E., & Essam, E. (2021). Urban Climate Change Governance within Centralised Governments: a Case Study of Giza, Egypt. *Urban Forum*. <https://doi.org/10.1007/s12132-021-09441-9>.