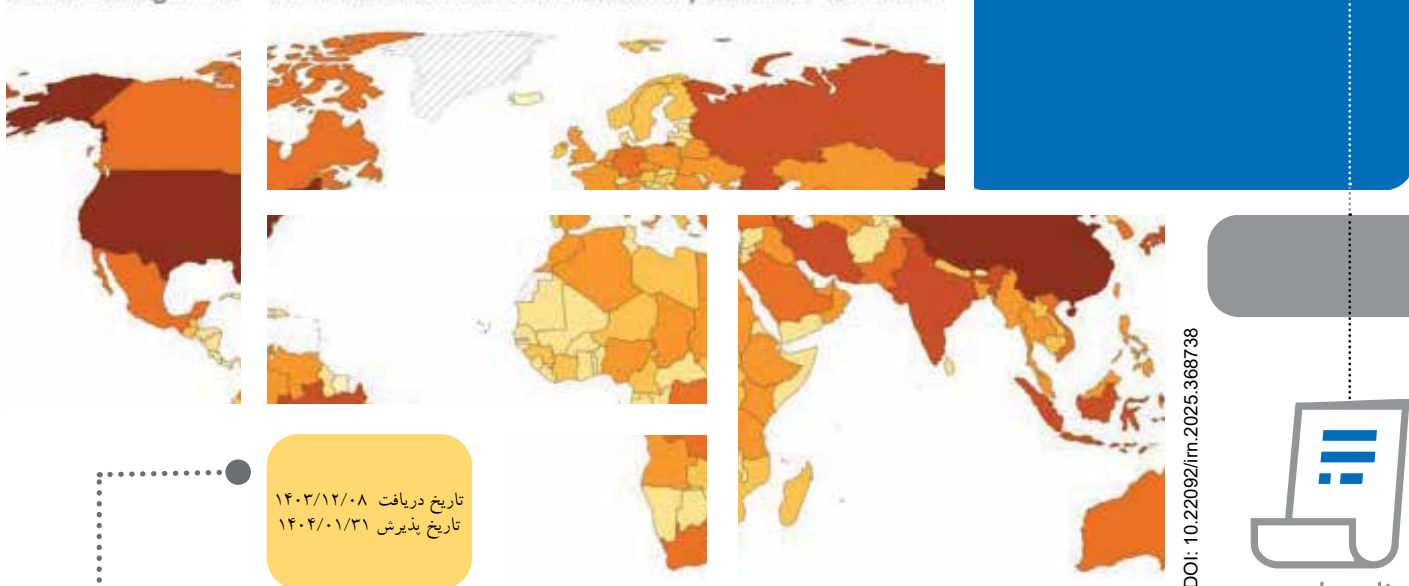




DOI: 10.22092/irm.2025.368738



تجربه گرم‌ترین سال جهان (۲۰۲۴) و ضرورت توجه به تجارت انتشار کربن

ی‌عقوب ایران‌منش^{۱*}، مهدی پوره‌اشمی^۲، فاطمه درگاهیان^۳، جلال هناره^۴، علی‌اصغر واحدی^۵

چکیده

براساس داده‌های اقلیمی مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت وضع هوا، سال ۲۰۲۴ به‌عنوان «گرم‌ترین سال جهان» ثبت شد. در دو سال متوالی ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴، رکورد دما در جهان شکسته شد و تابستان سال ۲۰۲۴ نیز به‌عنوان «گرم‌ترین تابستان» در سراسر جهان گزارش شد. میزان آنومالی دمایی مثبت سالانه ایران در سال ۲۰۲۴، به ۲/۰۸۴ درجه سانتی‌گراد رسید و در بین ماه‌های سال ۲۰۲۴، در ماه آگوست، رکورد دما در ایران نیز شکسته شد و گرم‌ترین ماه آگوست از سال ۱۹۴۰ تاکنون در ایران ثبت شد. با توجه به گزارش‌های IPCC در سناریوهای اقلیمی، در دهه‌های آتی ثبت رکورد بیشترین دما بارها و بارها شکسته و آنومالی‌های مثبت بیشتری ثبت خواهد شد. این رویدادهای شدید مرتبط با گرما، چالش‌های محیط‌زیستی فراوانی را به‌همراه خواهد داشت که ضرورت توجه به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را بیشتر می‌کند. تجارت انتشار کربن، رویکردی مبتنی بر بازار برای کاهش مشارکتی آلودگی است که برای محافظت از سلامت انسان و محیط‌زیست استفاده می‌شود. براساس این مکانیسم، کشورها از فعالیت‌های پروژه‌ای، که سبب صدور گواهی کاهش انتشار می‌شوند، نفع می‌برند و می‌توانند از گواهی کاهش انتشار حاصل از این پروژه‌ها برای عمل به تعهدات خود در زمینه کاهش گازهای گلخانه‌ای استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، تجارت انتشار کربن، گازهای گلخانه‌ای، گرمایش زمین.

The World's Warmest Year (2024) and the Case for Carbon Emission Trading

Y. Iranmanesh^{*1}, M. Pourhashemi², F. Dargahian³, J. Henareh⁴ and A.A. Vahedi⁵

Abstract

According to climate data from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, 2024 was recorded as the *warmest year on record globally*. For the second consecutive year—following 2023—the global temperature record was broken, with the summer of 2024 also reported as the *hottest summer in history*. In Iran, the annual positive temperature anomaly reached 2.084°C in 2024, and the country experienced its hottest August since records began in 1940. Based on projections from the IPCC's climate scenarios, temperature records are expected to be surpassed repeatedly in the coming decades, accompanied by increasingly frequent positive anomalies. These extreme heat events pose significant environmental challenges, underscoring the urgent need for effective greenhouse gas mitigation strategies. One such approach is carbon emissions trading—a market-based mechanism for reducing pollution through participation. This system enables countries to benefit from project activities that generate emission reduction certificates, which can be used to fulfill national or international greenhouse gas reduction commitments.

Keywords: Climate changes, Carbon Emission Trading, Greenhouse gases, Global warming.

*نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. پست الکترونیک: y_iranmanesh@yahoo.com

۲- استاد پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۵- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

1- Corresponding author; Associate Prof., Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran, E-mail: y_iranmanesh@yahoo.com

2- Prof., Forest Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Associate Prof., Desert Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran

5- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran



تغییر اقلیم و گرمایش

جهانی، جدی‌ترین موضوع

محیط‌زیستی جهان در عصر

حاضر به شمار می‌رود. سیستم

رديابی ماهواره‌ای کوپرنیک

(کوپرنیک جزو پروژه رصد زمین از

برنامه فضایی اتحادیه اروپاست) اتحادیه

اروپا اعلام کرد، تابستان سال ۲۰۲۴

به‌عنوان «گرم‌ترین تابستان» در سراسر

جهان ثبت شده است. براساس داده‌های

اقلیمی مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت

وضع هوا در مؤسسه تغییر اقلیم دانشگاه

ماین نیز، سال ۲۰۲۴ به‌عنوان گرم‌ترین سال

جهان ثبت شده است. آنومالی یا بی‌هنجاری

دما، انحراف از میانگین بلندمدت است و

آگاهی از میزان تغییرات آن به دلیل اهمیت

تغییرات دما در همه جنبه‌های زندگی بشر،

حائز اهمیت است (درگاهیان و همکاران،

۱۴۰۱). بیشترین آنومالی دمای کره زمین در

سال ۲۰۱۶ به میزان ۰/۹۳۲ درجه سانتی‌گراد

ثبت شد. پس از آن در دو سال متوالی ۲۰۲۳

و ۲۰۲۴ رکورد دما در جهان شکسته شد. در

ایران نیز در سال ۲۰۱۰ بیشترین رکورد دما

به میزان ۲/۱۹۶ درجه سانتی‌گراد ثبت شد.

پس از آن روند آنومالی مثبت ادامه داشته

است تا اینکه در سال ۲۰۲۱ رکورد دما دوباره

شکسته شد و مقدار آنومالی دما برای ایران

به مقدار ۲/۳۶۹ درجه سانتی‌گراد ثبت شد.

میزان آنومالی دمایی مثبت سالانه ایران در

سال ۲۰۲۴، ۲/۰۸۴ درجه سانتی‌گراد است،

این در حالی است که در بین ماه‌های سال

۲۰۲۴ در ماه آگوست رکورد دما در ایران نیز

شکسته شد و گرم‌ترین ماه آگوست از سال

۱۹۴۰ تاکنون در ایران ثبت شد (ECMWF

European Reanalysis V5 (ERA5)

0.25x0.25). با توجه به گزارش ششم

IPCC در سناریوهای اقلیمی و افزایش دما

در دهه‌های آتی، ثبت رکورد بیشترین دما

بارها و بارها شکسته و آنومالی‌های مثبت

بیشتری ثبت خواهد شد و این رویدادهای

شدید مرتبط با گرما، که شاهد آن هستیم،

عواقب مخرب‌تری برای مردم و کره زمین

خواهد داشت، مگر اینکه اقدامی فوری برای

کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام دهیم (درگاهیان و همکاران، ۱۴۰۱).

گرمایش جهانی و تغییر اقلیم، تهدیدی است که منابع

طبیعی، محیط‌زیست، سلامت انسان، امنیت غذایی

و اقتصاد را در معرض آسیب‌های جدی قرار

داده است. در دهه‌های اخیر، تغییرات اقلیمی و

آلودگی‌های گوناگون محیطی فراوانی به دلیل

رشد و توسعه صنایع، استفاده روزافزون از

سوخت‌های فسیلی و دخالت‌های بیش‌ازپیش

بشر در منابع طبیعی رخ داده است. در

کشورهای مبتنی بر انرژی‌های فسیلی

مانند ایران، به دلیل وجود ذخایر فراوان

سوخت‌های فسیلی، بروز آثار محیط‌زیستی

در مراحل مختلف تولید، تبدیل و مصرف

انرژی اجتناب‌ناپذیر است، درحالی‌که الگوی

توسعه بخش‌های اقتصاد، زمانی پایدار است

که کمترین تخریب محیط‌زیست را در این راه

به‌دنبال داشته باشد. بنابراین، در برنامه‌ریزی

پایدار سیستم انرژی علاوه‌بر تغییر شیوه

تولید، انتقال، توزیع و تجارت انرژی، باید

کاهش شاخص آلاینده‌ها نیز مورد توجه قرار

گیرد. این تغییرات نقش عرضه انرژی‌های

پاک را در مقایسه با دیگر اشکال انرژی

افزایش می‌دهد و اهمیت تغییر سوخت،

انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های جدید

را در این حوزه مشخص می‌کند (Xin et al., 2011).

براساس منابع سنتی علم اقتصاد، محیط‌زیست

و کالاهای مربوط به آن در زمره کالاهای

عمومی و رایگان با عرضه نامحدود در

نظر گرفته شده است که سازوکار بازار،

امکان عملکرد کارا در مورد آنها را ندارد.

افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات

آب‌وهوایی به عنوان یکی از مصادیق

آسیب‌های محیط‌زیستی و از موارد شکست

بازار است. پیمان‌های جهانی، که از مهم‌ترین

آنها می‌توان به پروتکل کیوتو اشاره کرد،

به‌دنبال راهکارهایی برای کاهش بروز این

پدیده و کاهش آثار آن هستند و بر همکاری و

مشارکت تمامی کشورها تأکید دارند. البته باید

به این نکته توجه کرد که به‌طورکلی هر گونه

تلاش برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای،

موجب تحمیل هزینه‌های سنگینی بر کشورها

خواهد شد. از این‌رو کشورها همواره به‌دنبال

استفاده از ابزارها و به‌کارگیری راه‌حل‌هایی

هستند که بتواند هم‌زمان با کاهش انتشار،

هزینه این عمل را به حداقل برسانند. ابزار

مناسب باید واجد کلیه معیارهای یک ابزار

اقتصادی، یعنی درجه کارایی محیط‌زیستی،

کارایی اقتصادی، کارایی هزینه اجرایی،

اصل عدالت، قابلیت پذیرش و اصل تطابق

سازمانی باشد (محمدباقری و همکاران،

۱۳۹۹). تجارت انتشار کربن در گروه

ابزارهای اقتصادی مبتنی بر بازار دسته‌بندی

شده و ایجاد انگیزه اقتصادی، انعطاف‌پذیری

زیاد، جلوگیری از ائتلاف منابع محیط‌زیستی

و قابلیت کنترل آلودگی در محیط‌زیست از

ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن است.

● گازهای گلخانه‌ای

انتشار گازهای گلخانه‌ای یکی از

مشکلات اصلی جامعه جهانی است که در

صورت رفع‌نشدن آن و ادامه روند انتشار،

خسارت‌های جبران‌ناپذیری به کره زمین و

موجودات آن وارد خواهد شد. از مهم‌ترین

گازهای گلخانه‌ای می‌توان به دی‌اکسیدکربن،

متان، ازن و اکسیدنیترژن اشاره کرد. انتشار

گازهای گلخانه‌ای مشکلات متعددی را نظیر

گرمایش زمین، اسیدی‌شدن آب دریاها،

تغییر در رشد گیاهان و سطح تغذیه، مه و

آلودگی و تخریب لایه ازن به وجود خواهد

آورد. گازهای گلخانه‌ای شامل CO_2 ، NO_2 ، CH_4 ، HFCs ، PFCs و SF_6 هستند. در

سال ۲۰۱۹، ۴۵ میلیارد تن دی‌اکسیدکربن

در جهان تولید شد که در سه دهه اخیر

شاهد رشد ۱۷ درصد بوده است. از این

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، ۷۲ درصد

مربوط به دی‌اکسیدکربن (CO_2)، ۱۹ درصدمربوط به متان (CH_4) و ۶ درصد نیز مربوطبه اکسیدنیترژن (N_2O) است (شکل ۱)

(رضایی، ۱۴۰۲). افزایش نگرانی‌ها در زمینه

افزایش دی‌اکسیدکربن و گرمایش جهانی سبب

شده است، توجه ویژه‌ای به راه‌های مقابله

با ورود این گازهای گلخانه‌ای به جو شود.

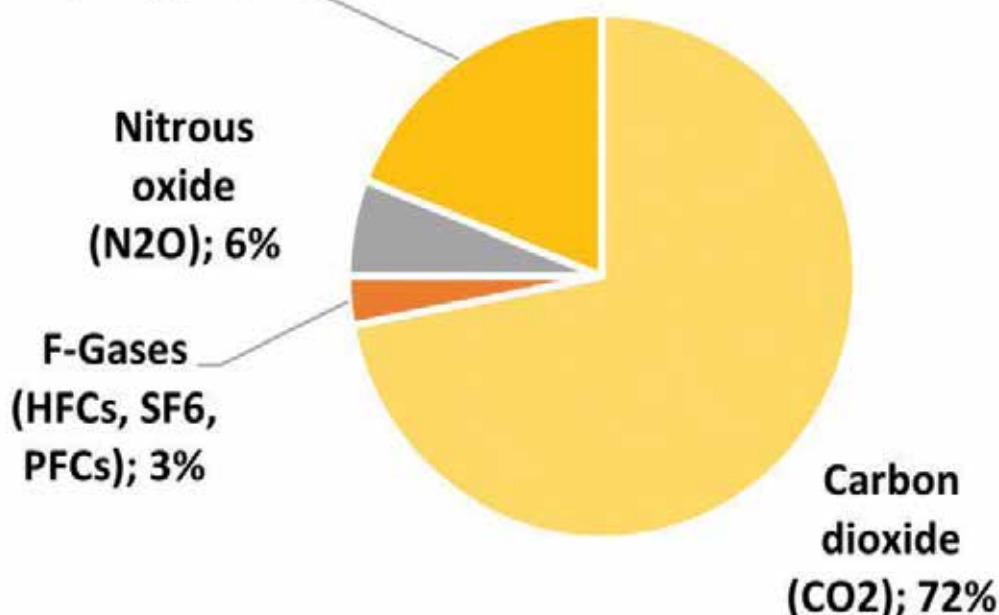
در سال ۱۹۵۱ سازمان بین‌المللی هواشناسی

مطالعاتی را درمورد تأثیر دی‌اکسیدکربن بر

اتم‌سفر و ارتباط گرم‌شدن زمین با گازهای

گلخانه‌ای انجام داد (احدی، ۱۳۸۶). نتایج

Greenhouse Gases emissions



شکل ۱- درصد گازهای گلخانه‌ای (منبع: IPCC, 2021)

حاصل از این مطالعات بر سهم عمده فعالیت‌های انسانی، که موجب افزایش تمرکز این گازها در سطح اتمسفر می‌شود، تأکید داشت (اسدی کیا و همکاران، ۱۳۸۸).

● سهم کشورهای مختلف در انتشار گازهای گلخانه‌ای

کشورهای تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای به سه دسته تقسیم می‌شوند:

دسته اول، کشورهای صنعتی شامل آمریکا، روسیه، ژاپن، آلمان، ایتالیا، اسپانیا، لهستان، کانادا، انگلیس، استرالیا، اوکراین و فرانسه هستند که باید تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند. در بین این کشورها، آمریکا با ۲۰/۳ درصد در رتبه اول و کشورهای روسیه و ژاپن به ترتیب با ۵/۵ و ۴/۶ درصد در رتبه‌های بعدی بزرگ‌ترین تولیدکنندگان این گازها هستند (Ritchie et al., 2022).

دسته دوم کشورهای در حال توسعه‌ای هستند که اقتصاد قوی دارند و باید هزینه و فناوری لازم را برای کاهش گازهای گلخانه‌ای تأمین

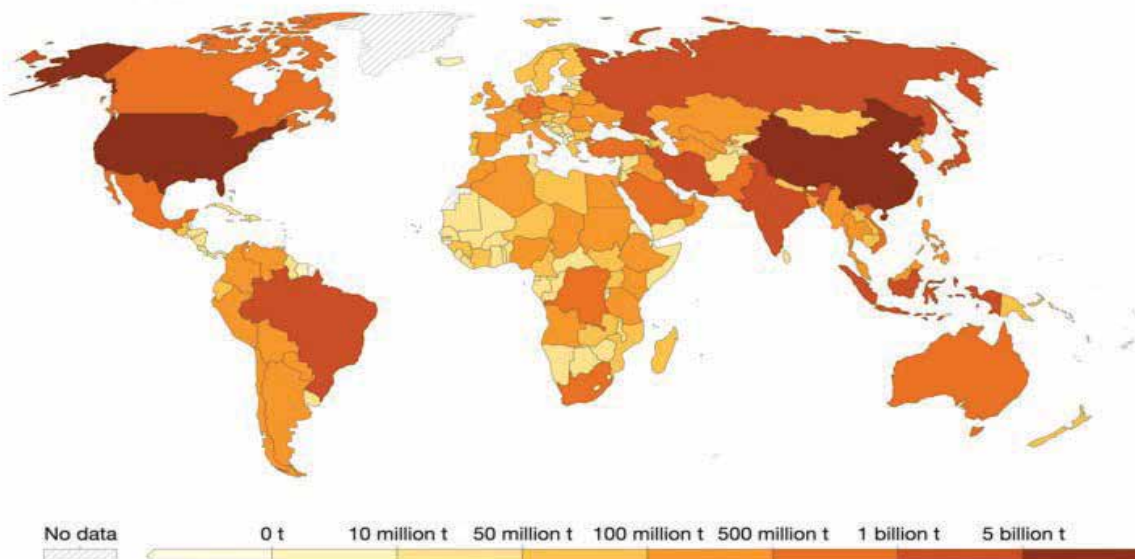
کنند. بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده عضو این گروه چین، برزیل، هند، مکزیک، اندونزی، تایلند، آفریقای جنوبی و کره جنوبی هستند. در بین این هشت کشور، چین با بیشترین سهم (۲۱/۵ درصد) در رتبه اول و کشورهای هند و کره جنوبی به ترتیب با ۵/۳ و ۱/۷ درصد در مکان‌های بعدی بزرگ‌ترین تولیدکنندگان این گاز قرار دارند (شکل ۲) (Ritchie et al., 2022).

دسته سوم، کشورهای در حال توسعه‌ای هستند که لزومی به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای ندارند. ایران جزو کشورهای دسته سوم است و تعهدی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای ندارد، اما می‌تواند در پروژه‌های توسعه پاک مشارکت کند، یا به شکل داوطلبانه برای برآورد ملی انتشار گازهای گلخانه‌ای خود اقدام کند. ایران یکی از ده کشور جهان در مصرف زیاد مواد نفتی است و در میان کشورهای اوپک نیز بیشترین میزان مصرف انرژی را دارد، به طوری که پس از قطر دومین تولیدکننده دی‌اکسیدکربن است. همچنین، مقایسه میزان انتشار در ایران با کشورهای دیگر نشان‌دهنده سطح زیاد نسبت انتشار به تولید ناخالص داخلی است. براساس آمار موجود، کشور ایران، حدود ۰/۵ درصد از تولید ناخالص جهانی را بر عهده دارد. در حالی که سهم ایران از انتشار گازهای گلخانه‌ای در حدود ۲/۱ درصد است که بیانگر انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای به ازای تولید ناخالص داخلی است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

براساس گزارش بانک جهانی، در حال حاضر چین با تولید تقریباً ۲۶ درصد از گازهای گلخانه‌ای در جهان رتبه نخست را دارد. پس از چین، آمریکا، ژاپن، هند و روسیه در رتبه‌های بعدی قرار دارند. ایران در رتبه ششم این دسته‌بندی قرار دارد و طی سال‌های اخیر از کشورهای صنعتی نظیر آلمان و کره جنوبی پیشی گرفته است، در حالی که در سال ۲۰۰۲، ایران رتبه هجدهم جهان را در انتشار گاز دی‌اکسیدکربن داشته است. ایران سهمی معادل ۲/۱۴ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان را به خود اختصاص داده

Greenhouse gas emissions

Greenhouse gas emissions include carbon dioxide, methane and nitrous oxide from all sources, including agriculture and land use change. They are measured in carbon dioxide-equivalents over a 100-year timescale.



Source: Calculated by Our World in Data based on emissions data from Jones et al. (2023)

شکل ۲- سهم کشورهای مختلف در انتشار گازهای گلخانه‌ای (منبع: Ritchie et al., 2022)

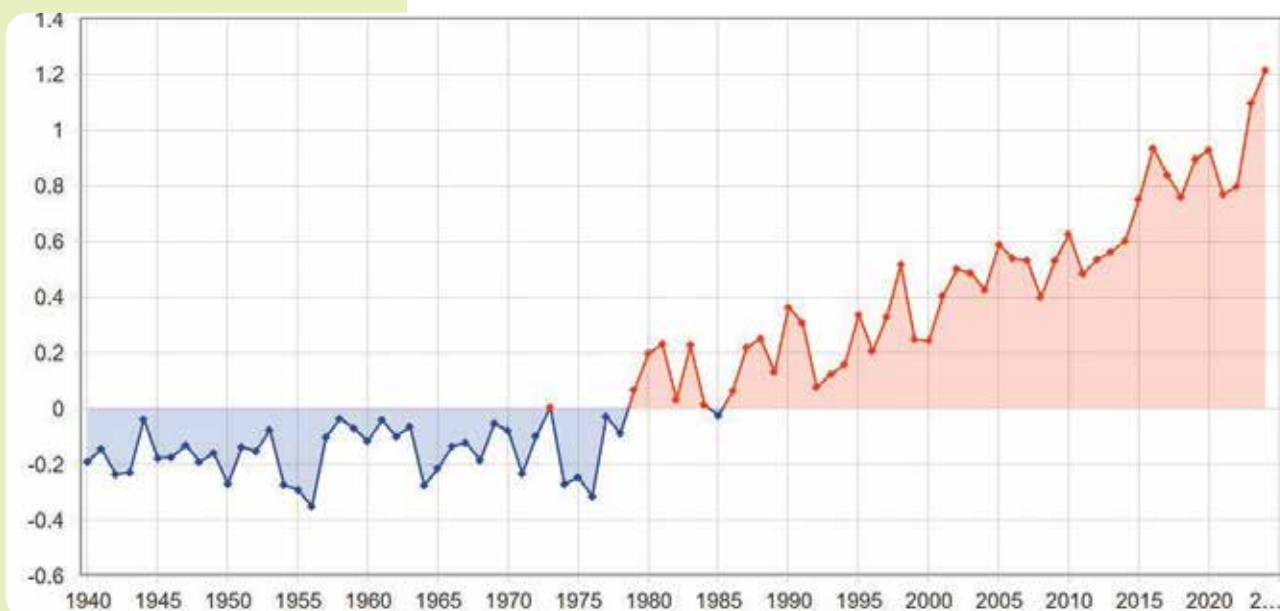
آن از سال ۱۹۸۵ به‌طور پیوسته ادامه داشته است. در سال ۲۰۱۶ بیشترین مقدار آنومالی مثبت دمای کره زمین ثبت شده است، هرچند در سال ۲۰۲۰ زمین تمایل داشت رکورد سال ۲۰۱۶ را بشکند اما با تفاوتی در حدود چندصدم درجه سانتی‌گراد این اتفاق رخ نداد (درگاهیان و همکاران، ۱۴۰۱). در سال ۲۰۲۴

تفاوت با دمای متوسط یا پایه است. یک آنومالی مثبت نشان می‌دهد، دمای مشاهده‌شده گرم‌تر از خط پایه بوده است، درحالی‌که یک آنومالی منفی نشان می‌دهد، دمای مشاهده‌شده سردتر از دمای پایه است. بررسی تغییرات آنومالی دمای کره زمین نشان داد، از دهه ۱۹۸۰ در برخی سال‌ها آنومالی مثبت بوده است، اما روند مثبت

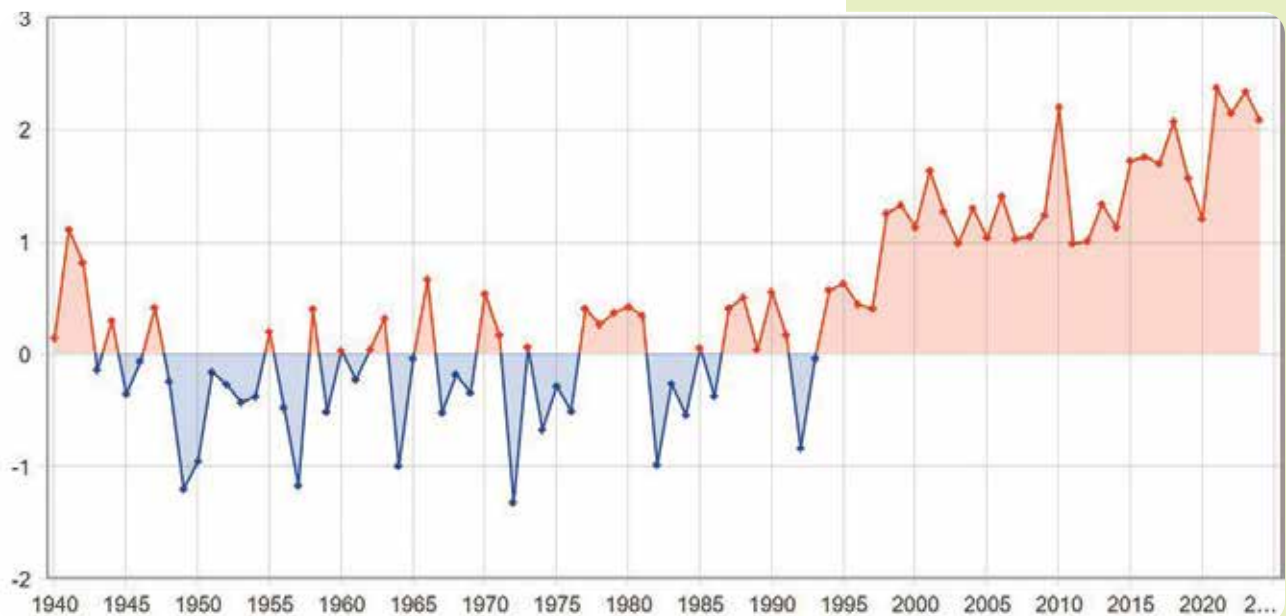
است (Ritchie et al.; World Bank, 2023). (al., 2022)

● آنومالی دما در جهان و ایران

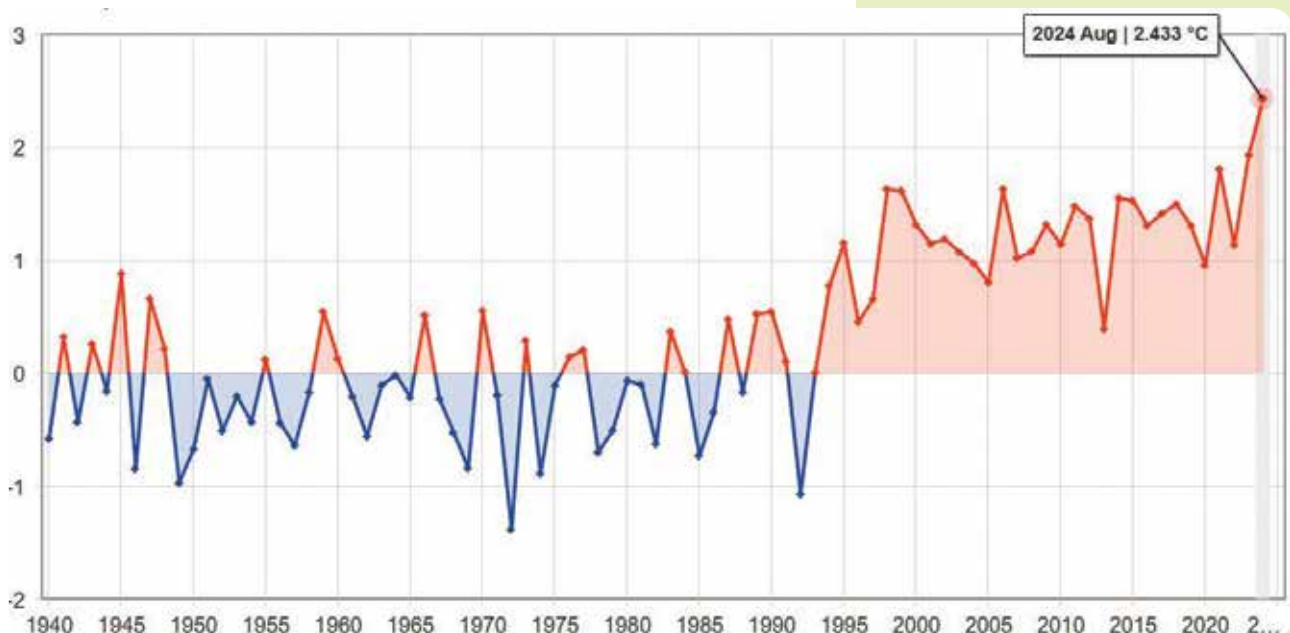
در مطالعات تغییر اقلیم، آنومالی‌های دما مهم‌تر از دماهای مطلق و میانگین هستند. آنومالی دما



شکل ۳- تغییرات آنومالی داده‌های دما در سری زمانی ۱۹۴۰-۲۰۲۴ کل کره زمین



شکل ۴- تغییرات آنومالی داده‌های دما در سری زمانی ۱۹۴۰-۲۰۲۴ ایران



شکل ۵- تغییرات آنومالی داده‌های دما در سری زمانی ۱۹۴۰-۲۰۲۴ ایران در ماه آگوست

بررسی روند تغییرات ماهانه نشان داد، ایران در ماه آگوست در دو سال متوالی ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ همگام با کل کره زمین، بالاترین رکورد دمایی (۱/۹۳۲ و ۲/۴۳۳ درجه سانتی‌گراد) را تجربه کرده است (شکل ۵).

● تجارت انتشار کربن (Carbon Emission Trading)

تجارت انتشار، یک رویکرد سیاسی برای کنترل

مثبت‌بودن آنومالی، کاهش دما داشتند، در ایران پس از سال ۲۰۱۰ بیشترین آنومالی مثبت دما رخ داده است. رکورد آنومالی دمای ایران در سال ۲۰۲۱ با ۲/۳۶۹ درجه سانتی‌گراد تقریباً ۳ برابر رکورد دمایی ثبت‌شده در سال ۲۰۱۶ برای کل کره زمین و بیش از ۲ برابر رکورد دمایی ثبت‌شده برای نیمکره شمالی زمین است (شکل ۴). در ایران در سال ۲۰۲۴ با وجود مثبت و بالا بودن آنومالی دما، رکورد دمایی شکسته نشد، اما

بعد از سال ۲۰۱۶ برای دومین بار رکورد دمای جهان شکسته شد. بنابراین، سال ۲۰۲۴ پس از ۲۰۱۶ گرم‌ترین سال کره زمین بوده است. در دو سال متوالی ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴، رکورد دما شکسته شد و مقدار آن برای این دو سال به ترتیب ۱/۰۹۴ و ۱/۲۱۳ درجه سانتی‌گراد ثبت شد (شکل ۳). پس از منطقه قطب شمال، منطقه ایران بیشترین آنومالی دما را داشته است و برخلاف کل کره زمین، که سال ۲۰۲۱ با وجود



مشارکتی انتشار گازهای گلخانه‌ای از منابع مختلف در یک منطقه جغرافیایی گسترده است. این سیستم، یک ابزار اقتصادی برای محدود کردن آلودگی محسوب می‌شود که به صنایع امکان می‌دهد با انعطاف بیشتری الزامات محیط‌زیستی را رعایت کنند. درواقع، در این روش کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان یک کالای قابل مبادله در نظر گرفته می‌شود و مانند سایر محصولات در یک بازار، خرید و فروش می‌شود. هدف از این تجارت، ایجاد انگیزه برای صنایع جهت سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک و نوآوری است که موجب افزایش بهره‌وری تولید خواهد شد. به این ترتیب، سرمایه‌گذاری در کاهش انتشار نه تنها به تحقق اهداف محیط‌زیستی کمک می‌کند، بلکه بازدهی اقتصادی قابل توجهی را نیز به همراه خواهد داشت (Nikopoulou et al., 2012). کشورهای صنعتی تحت پروتکل کیوتو متعهد به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند، در رابطه با این تعهدات، اگر کشوری نتواند سهم تعهدات خود را در کاهش انتشار برآورده نماید، می‌تواند مجوز انتشار را از کشورهای صنعتی دیگر، که بیش از سهم تعهد خود کاهش انتشار داشته‌اند، خریداری نماید. این موضوع را تجارت انتشار می‌گویند. براساس این مکانیسم، کشورهای در حال توسعه از فعالیت‌های پروژه‌ای که سبب صدور گواهی کاهش انتشار (CERS) می‌شوند، نفع می‌برند. کشورهای توسعه‌یافته می‌توانند از گواهی کاهش انتشار حاصل از این پروژه‌ها برای عمل به تعهدات خود در قبال پروتکل کیوتو استفاده کنند (رضایی، ۱۴۰۲).

سیستم‌های تجارت انتشار به‌عنوان یک مکانیسم پشتیبان عمل می‌کنند تا اطمینان حاصل شود که مجموعه سیاست‌های موردنظر، اهداف تعیین‌شده را در زمینه تغییرات اقلیمی محقق می‌سازد. در این سیستم، سقفی برای میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در یک یا چند بخش از اقتصاد تعیین می‌شود. سپس مرجع تنظیم‌کننده، مجوزهای قابل مبادله‌ای را صادر می‌کند که تعداد آنها از سقف تعیین‌شده فراتر نمی‌رود. واحدهای اقتصادی مشمول این سیستم، می‌توانند این مجوزها را که هر کدام معادل انتشار یک تن گاز گلخانه‌ای‌اند، خرید و فروش کنند که در نتیجه، یک قیمت بازاری برای آنها ایجاد می‌شود. بنابراین، تجارت انتشار کربن دربردارنده دو جزء کلیدی است: محدودیت

(سقف) آلودگی و سهمیه‌های قابل مبادله برابر با حدی که به دارندگان اجازه انتشار مقدار مشخصی (مثلاً یک تن) آلاینده را می‌دهد (ICAP, 2021) از آنجایی که هزینه کاهش انتشار در هر بخش صنعتی متفاوت است، یک برنامه تجارت انتشار می‌تواند مشوق مستمری برای نوآوری در کاهش انتشار باشد. به عبارت دیگر، بخش‌هایی که هزینه کمتری برای کاهش انتشار دارند، تشویق می‌شوند. آنها می‌توانند این کاهش مازاد را در بازار بفروشند و از این طریق سود کسب کنند. از سوی دیگر، صنایع با هزینه بالای کاهش انتشار از این سازوکار سود می‌برند، زیرا به جای اجرای راهکارهای گران‌قیمت برای کاهش انتشار درون مجموعه خود، می‌توانند مجوزهای انتشار را از سایرین خریداری کنند. این سیستم موجب می‌شود، اهداف محیط‌زیستی با کمترین هزینه ممکن محقق شوند و صنایع به صورت اقتصادی و رقابتی به سمت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای حرکت کنند (Gren et al., 2024).

برنامه‌های تجارت انتشار مزایای زیادی نسبت به رویکردهای سنتی‌تر برای مقررات محیط‌زیستی دارند. اول و مهم‌تر از همه آنکه این برنامه‌ها می‌توانند سطح بیشتری از اطمینان را نسبت به سایر گزینه‌های سیاست محیط‌زیستی فراهم کنند. سقفی که توسط سیاست‌گذاران یا مراجع تنظیم‌کننده تعیین می‌شود، نشان‌دهنده حداکثر میزان انتشار مجاز است که منابع می‌توانند منتشر کنند. در مقابل، رویکردهای سیاستی سنتی مانند مقررات فرمان و کنترل، اغلب محدودیت مطلق را برای انتشار مجاز ایجاد نمی‌کنند، بلکه بر نرخ‌های انتشار تکیه می‌کنند که با افزایش بهره‌برداری، می‌تواند افزایش یابد. در این برنامه‌ها، حتی برای منابع انتشار جدید نیز ممکن است محدودیت‌های انتشار را افزایش ندهند، بلکه نهاد تنظیم‌کننده از شرکت‌کنندگان جدید می‌خواهد از مجموع انتشارات مجاز تعیین‌شده توسط سقف، سهمیه‌های لازم را خریداری کنند. بنابراین، هدف سقف تعیین‌شده انتشار حفظ می‌شود و قیمت یک سهمیه منعکس‌کننده تقاضا برای سهمیه انتشار است (رضایی، ۱۴۰۲).

● جمع‌بندی

ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی خود، که در نیمکره خشکی‌ها واقع شده و آب‌وهوای

بیشتر مناطق آن خشک و نیمه‌خشک است، از آسیب‌پذیری زیادی نسبت به تغییرات اقلیمی برخوردار است، از طرفی یکی از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای است. براساس پروتکل‌ها و کنوانسیون‌های بین‌المللی و توافق نشست‌های متعدد سران کشورهای مختلف، برآیند نهایی تجارت کربن صرف‌نظر از جنبه‌های اقتصادی آن، رویارویی با گرمایش زمین و رویداد تغییر اقلیم است. بنابراین، آنچه مهم است، سیاست‌های کاربردی در زمینه کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن، به‌عنوان مهم‌ترین و مؤثرترین گاز گلخانه‌ای همراه با گاز متان در اتمسفر است. از این رو، گام‌های تجاری در زمینه تبادلات اقتصادی کربن نیز بر همین اساس برداشته می‌شود. مبحث برجسته در تجارت کربن، کاهش روند انتشار کربن به اتمسفر و افزایش جذب کربن اتمسفری در بوم‌سازگان‌های طبیعی و غیرطبیعی پیوسته است. از آنجایی که بوم‌سازگان‌های جنگلی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مخازن جذب و کاهش انتشار کربن تلقی می‌شوند، کشورهای دارای پوشش‌های گیاهی قابل توجه با سطح قابل ملاحظه‌ای از جنگل‌ها می‌توانند در زمینه مراودات تجاری کربن در سطح داخلی و خارجی پیشگام باشند. با استناد به موارد مطرح‌شده، کشور ایران نیز با احتساب پوشش‌های طبیعی در مناطق رویشی هیرکانی، زاگرس، ارسباران، خلیج عمانی و ایران-تورانی و با تکیه بر پتانسیل ایجاد پوشش‌های گیاهی از طریق توسعه زراعت چوب، یا احیای جنگل‌ها در اراضی دارای شرایط مستعد می‌تواند در این نوع تجارت نقش مؤثری را ایفا کند. البته شایان ذکر است، حوزه‌های فعالیت در تجارت کربن در عرصه بازار داخلی و جهانی بسیار گسترده‌تر از موضوع منابع طبیعی و کشاورزی است. از این رو افزایش فعالیت در حوزه تجارت کربن نیازمند سیاست‌گذاری‌های بلندمدت ۳۰ تا ۵۰ ساله است. براین اساس، معاهدات بین‌المللی متعددی عهده‌دار تنظیم رفتار کشورهای جهان شدند که در این میان، کنوانسیون مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و پروتکل‌های کیوتو و پاریس، به کانون محوری تلاش‌های حقوقی بین‌المللی برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی تبدیل شده و الزامات متعددی را بر کشورهای جهان تحمیل کرده‌اند. همچنین، به‌موازات این تلاش‌های بین‌المللی، در داخل

کشور نیز برای داخلی سازی این الزامات حقوقی تلاش هایی شده است، به طوری که مجموعه ای از قوانین و مقررات مرتبط با محیط زیست با هدف کاهش آلودگی و تخریب عرصه های طبیعی و نیز کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در جغرافیای این سرزمین به تصویب رسیده است. با این وجود، این تلاش های ارزشمند حقوقی، دارای کاستی ها و نارسایی هایی است که در صورت نبود چاره اندیشی، دستاوردی متناسب با اهداف و راهبردهای ترسیم شده نخواهد داشت (حاج زاده، ۱۳۹۹).

چنانچه پیش تر نیز اشاره شد، کشور ایران در رتبه ششم انتشار گازهای گلخانه ای قرار دارد و طی سال های اخیر از کشورهای صنعتی نظیر آلمان و کره جنوبی نیز پیشی گرفته است. به این ترتیب، سیاست های اقتصادی برای برجسته کردن تجارت کربن می تواند یکی از راهکارها برای ترمیم جایگاه ایران به عنوان یکی از آلوده کننده ترین کشورهای جهان باشد. با استناد به این موضوع، در گزارش مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی تأکید زیادی در تجارت انتشار گازهای گلخانه ای به عنوان یک پاسخ سیاستی مناسب به تغییرات اقلیمی شده است (رضایی، ۱۴۰۲). در این خصوص، انواع سیستم ها و سامانه های تجارت انتشار وجود دارد که بیشتر کشورها و جمعیت جهان را در بر می گیرد. به عبارت دیگر، دو رویکرد موجود در تجارت انتشار کربن یعنی محدودیت یا سقف آلودگی و سهمیه های قابل مبادله می تواند مختص شرکت های سهامی باشد. بر همین اساس، یکی از روش های طراحی بازار تجارت کربن، اجرای برنامه سقف و تجارت است. در این زمینه مرجع تنظیم کننده نیز باید با توجه به سیاست های کلان و راهبردی کشور معرفی شود. همچنین، سامانه های تجاری نیز باید طراحی و سپس کلیه واحدهای تولیدکننده و انتشاردهنده کربن در این سامانه معرفی شوند. در این صورت، میزان انتشار کربن توسط این واحدها و حتی فعالیت های آنها در جذب کربن اتمسفری در این سامانه ها باید ثبت شود. به طور مؤکد عنوان می شود که سقف انتشار کربن توسط این واحدها و شرکت ها و در کنار آن میزان مجوز انتشار کربن توسط آنها باید در این سامانه ها ثبت شود. در این رابطه نهادهای حاکمیتی، بانک ها، رسانه ها و سازمان های تحقیقاتی و دانشگاهی

نیز می توانند دخیل باشند.

تغییر اقلیم موضوعی است که باید با دقت و حوصله به آن فکر و در اقدامی عالمانه و بر مبنای تحقیق و دانش به دست آمده جهانی و سازگار شده ملی و محلی، برای آن برنامه ریزی کرد. اثرهای منفی تغییر اقلیم به ویژه در رابطه با منابع آب و حفاظت از منابع طبیعی تجدیدشونده و محیط زیست ممکن است مهلک و در بسیاری از موارد غیرقابل جبران باشند. مفهوم سازگاری با تغییرات اقلیمی پیش آمده، موضوع مهمی است که به نحوی با موضوع کاهش انتشار درهم تنیده است. بنابراین، در تدوین استراتژی های سازگاری و کاهش انتشار باید به این نکته توجه کرد (جعفری، ۱۴۰۳). بر همین مبنا و با توجه به چالش تغییر اقلیم در جهان و پیامدهای مختلف آن از جمله ثبت گرم ترین سال جهان و افزایش آنومالی های دمای متعدد در دنیا، که ایران نیز از این بحران در امان نبوده است، به نظر می رسد تدوین یک برنامه جامع در زمینه تجارت انتشار کربن، تعیین ظرفیت های طبیعی موجود در کشور و تبیین پتانسیل های مختلف در زمینه جنگل کاری و توسعه زراعت چوب، شناسایی منابع مهم و اصلی آلاینده در کشور و تعریف قوانین و مقررات الزام آور می تواند گام مهمی را در خصوص کنترل چالش اقلیمی موجود و انجام تعهدات بین المللی کشور در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای بردارد. هر قاعده حقوقی بدون ضمانت اجرایی مشخص، عینی و قابل تحقق، به سرانجام نخواهد رسید، بنابراین، مخاطب قاعده حقوقی باید به طور دقیق بداند، در صورت نقض آن چه عواقب و پیامدهایی در انتظار او خواهد بود. بر اساس تجربیات موجود و با در نظر گرفتن ابعاد مثبت مکانیسم ها، الگوها و تجارب موفق بین المللی و با یک تلاش و پیگیری منسجم و جدی، ظرف چند سال آینده امکان فعال کردن ظرفیت های داخلی و جذب سرمایه های خارجی متعدد در حوزه تجارت انتشار کربن در کشور وجود دارد.

● منابع

احدی، م. ص.، ۱۳۸۶. اثرات تجارت انتشار گازهای گلخانه ای بر بازار پروژه های CDM. مجله بررسی مسائل اقتصاد انرژی، ۹: ۹۳-۱۰۴.
اسدی کیا، ه.، اویارحسین، ر.، صالح، ا.، رفیعی، ح. و زارع، س.، ۱۳۸۸. رابطه رشد آلودگی در ایران با نگاهی به برنامه توسعه محیط شناسی، ۵۱: ۱۹۳-۱۰۰.

جعفری، م.، ۱۴۰۳. اولویت های راهبردی سازگاری با تغییر اقلیم: ۲، ۱، ۳. طبیعت ایران، ۹(۶): ۱۰۱-۱۰۰. حاج زاده، ه.، ۱۳۹۹. تحلیلی بر الزامات حقوقی مقابله با تغییرات اقلیمی از منظر معاهدات بین المللی و قوانین داخلی. نشریه پژوهش های تغییرات آب و هوایی، ۱(۲): ۷۸-۵۵.
رضایی، م.، ۱۴۰۲. درآمدی بر اجرای سامانه تجارت انتشار گازهای گلخانه ای. ماهنامه گزارش های کارشناسی مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۳۱(۲): ۳۶-۱.
درگاهیان، ف.، رضوی زاده، س. و لطفی نسب اصل، س. ۱۴۰۱. آنومالی مثبت دمای ایران بیش از دو برابر جهانی بر اساس داده های ECMWF ERA5. طبیعت ایران، ۷(۴): ۴۴-۳۷.
محمدباقری، ا.، ۱۳۸۵. تأثیر توافقات زیست محیطی بین المللی بر اقتصاد کشورهای عضو اوپک. مجله بررسی مسائل اقتصاد انرژی، ۴: ۷۷-۵۲.
محمدی، ح.، عباسی، ف. و کاربخش راوی، س.، ۱۳۹۵. ارزشیابی پیامدهای اقتصادی-محیط زیست گرمایش جهانی با تأکید بر دستاوردهای اجرای پروتکل کیوتو در جمهوری اسلامی ایران. مجله پژوهش های محیط زیست، ۳۲: ۱۴-۱۷.

Gren, I.M., 2024. A trading market for uncertain carbon removal by land use in the EU. Forest Policy and Economics. 159: 103127.

ICAP., 2021. Emissions trading in practice: A Handbook on Design and Implementation. Second Edition. World Bank Group, 252p.

IPCC., 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Nikopoulou, Z., Cullinane, K. and Jensen, A., 2012. The role of a cap-and-trade market in reducing NOx and SOx emissions: Prospects and benefits for ships within the Northern European ECA. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M. 2012;227(2):136-154. doi:10.1177/1475090212459130

Ritchie, H. and Rosado, P., 2022. Which countries have put a price on carbon?. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/carbon-pricing>.

World Bank., 2023. "Carbon Pricing Dashboard," last updated Mar. 31, 2023, https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data; Financial Administration, Republic of Slovenia – Environmental Taxes, retrieved Aug. 31, 2023.

Xin, X., Yuding, W. and Jianzhong, W., 2011. The problems and strategies of the low carbon economy development. Energy Procedia 5: 1831-1836.