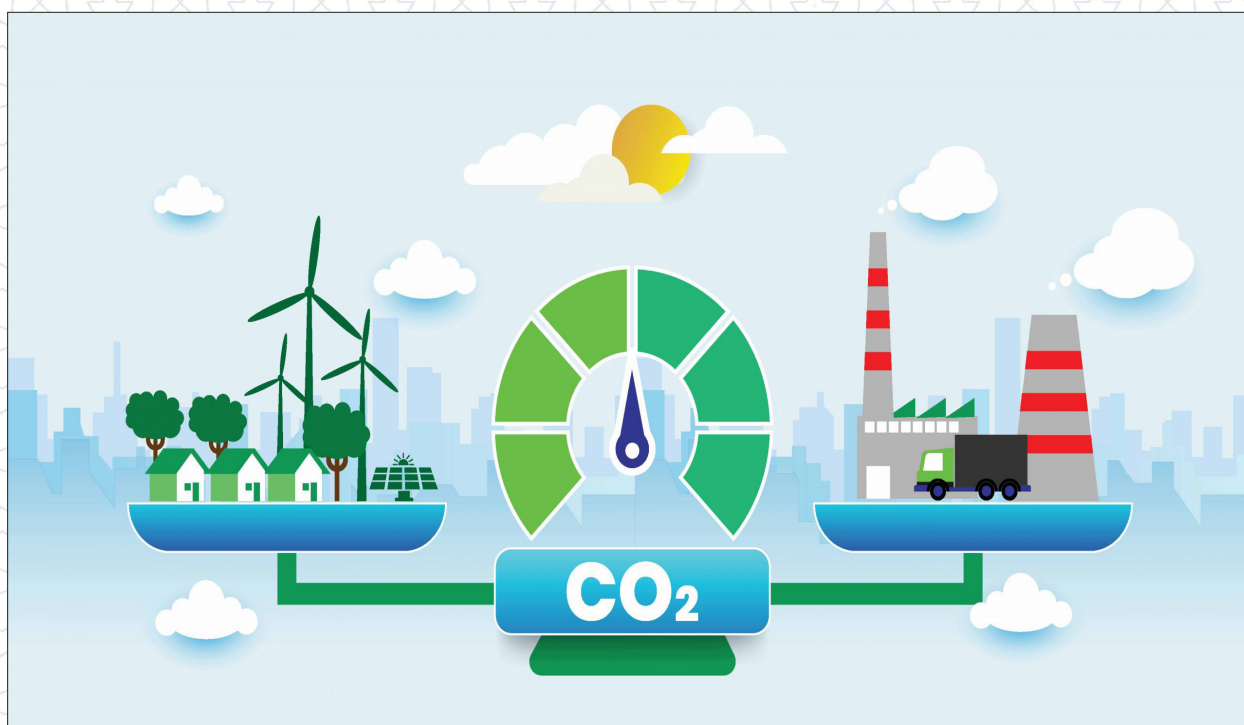




# بررسی فرصت‌های اجرای برنامه مدیریت کربن در کشور





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:  
۱۴۰۲/۱۰/۲۰

شماره مسلسل: ۱۹۵۵۳  
کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های  
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:  
بررسی فرصت‌های اجرای برنامه مدیریت کربن در کشور

نام دفتر:  
مطالعات زیربنایی (گروه محیط زیست)

مدیر مطالعه:  
الهه سلیمانی

تهیه و تدوین کنندگان:  
مسعود رضائی، هومن غلامپور ارباستان (دفتر مطالعات زیربنایی)  
حسین خواجه‌پور (خارج از مرکز)

ناظران علمی:  
محمدحسن معادی رودسری، الهه سلیمانی

اظهار نظر کنندگان:  
محمدتقی فیاضی (دفتر مطالعات زیربنایی)  
مرتضی نیکخواه نسب (دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن)

همکار:  
علی صابری (دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن)

تاریخ شروع:  
۱۴۰۲/۵/۱

ویراستار ادبی:  
زهره عطاردی

گرافیک و صفحه آرایی:  
آذر مهمان نواز



واژه‌های کلیدی:  
۱. گازهای گلخانه‌ای  
۲. توسعه کم‌کربن  
۳. تغییر اقلیم



## فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۹
۲. بررسی پیشینه.....	۱۶
۳. مروری بر مطالعات پیشین جهت مدل‌سازی توسعه کم‌کربن و بهینه‌سازی انرژی در کشور.....	۱۷
۴. نگاهی به دستاوردهای توسعه کم‌کربن در کشور.....	۲۲
۵. فرصت‌های توسعه کم‌کربن در کشور.....	۲۵
۶. جمع‌بندی و ارائه راهکارهای پیشنهادی.....	۲۷
منابع و مأخذ.....	۲۸

## فهرست جداول، نمودارها و شکل

جدول ۱. تعهدات کشورهای منتخب جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای طی سالیان آتی.....	۱۱
جدول ۲. نماگرها و زیرنماگرهای شاخص عملکرد تغییر اقلیم.....	۱۴
جدول ۳. بررسی وضعیت کشور ایران، عربستان و ترکیه از منظر شاخص عملکرد تغییر اقلیم در سال ۲۰۲۳..۱۵.....	۱۵
جدول ۴. اهم اقدامات بهره‌وری انرژی منجر به کاهش انتشارات گازهای گلخانه‌ای در کشور.....	۲۳
نمودار ۱. انتشار سالیانه گازهای گلخانه‌ای (میلیارد تن CO <sub>2</sub> معادل) در جهان، الف) به تفکیک منابع تولید، ب) به تفکیک گازهای گلخانه‌ای.....	۹
نمودار ۲. سهم کشورهای مختلف در انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان (%).....	۱۱
نمودار ۳. انتشار سالیانه گازهای گلخانه‌ای (میلیون تن CO <sub>2</sub> معادل) در ایران، الف) به تفکیک منابع تولید، ب) به تفکیک گازهای گلخانه‌ای.....	۱۲
نمودار ۴. پیش‌بینی انتشار گازهای گلخانه‌ای از سیستم انرژی برای مقادیر مختلف رشد اقتصادی.....	۱۸
نمودار ۵. توزیع انتشار گازهای گلخانه‌ای بین زیربخش‌های مختلف در سناریوی مرجع.....	۱۹
شکل ۱. مسیر راه ایران برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای.....	۱۶



## بررسی فرصت‌های اجرای برنامه مدیریت کربن در کشور

### چکیده



۷۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن معادل شده است. بررسی وضعیت کشور نشان می‌دهد که برای حرکت به سمت توسعه کم‌کربن در کشور فرصت‌های متعددی نظیر اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در بخش تولید، انتقال و مصرف، تنوع‌بخشی سبب انرژی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه اقتصاد چرخشی وجود دارد که پتانسیل مناسبی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند. گزارش حاضر با توجه به ضرورت حرکت به سمت اقتصاد کم‌کربن در کشور پیشنهادهایی نظیر ایجاد بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌روزرسانی گزارش اقدامات دستگاه‌ها در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارتقای تعاملات با کشورهای هم‌سور ارائه کرده است.

رتبه‌بندی انتشار گازهای گلخانه‌ای کشورهای جهان نشان می‌دهد که ایران در رتبه هشتم این دسته‌بندی قرار دارد و طی سالیان اخیر از کشورهای صنعتی نظیر آلمان و کره جنوبی پیشی گرفته و به کشور ژاپن نزدیک شده است. کشورهای مختلف جهان براساس قاعده‌گذاری‌های بین‌المللی در سندهای مشارکت ملی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، اهداف و زمان‌بندی‌هایی را برای کاهش انتشار اعلام کرده‌اند. در بندهای «۸» و «۱۵» سیاست‌های کلی محیط زیست صراحتاً به گسترش اقتصاد سبز با استفاده از صنعت کم‌کربن و تقویت دیپلماسی محیط زیست برای حرکت به سمت اقتصاد کم‌کربن اشاره شده است. گزارش‌های سازمان حفاظت محیط زیست نیز نشان می‌دهد که کل کاهش مصرف انرژی در اثر اقدامات دستگاه‌ها دست کم منجر به کاهش تقریبی انتشارات

## خلاصه مدیریتی

### بیان مسئله

تغییر اقلیم یکی از نگرانی‌های اصلی جامعه جهانی است که در صورت عدم مدیریت آن و ادامه روند انتشار گازهای گلخانه‌ای، خسارات جبران‌ناپذیری به کره زمین و انسان‌ها وارد خواهد نمود. در حال حاضر کشورهای مختلف جهان بر اساس قاعده‌گذاری‌های بین‌المللی در سندهای مشارکت معین ملی اهدافی را برای کاهش انتشار در سال ۲۰۳۰ تعیین کرده‌اند و برخی از کشورها نیز زمانی (۲۰۵۰، ۲۰۶۰ یا ۲۰۷۰) را به‌عنوان هدف دستیابی به کربن خنثی<sup>۱</sup> اعلام نموده‌اند. رتبه‌بندی انتشار گازهای گلخانه‌ای کشورهای جهان نشان می‌دهد که ایران در رتبه هشتم این دسته‌بندی قرار دارد و طی سالیان اخیر از کشورهای صنعتی نظیر آلمان و کره جنوبی پیشی گرفته و به کشور ژاپن نزدیک شده است. استخراج سوخت‌های فسیلی (۲۶٪)، صنعت برق (۱۸/۱٪) و حمل‌ونقل (۱۵/۸٪) اصلی‌ترین منابع تولید گازهای گلخانه‌ای در کشور هستند که بیانگر پیوستگی اقدامات کاهش انتشار با مدیریت و بهینه‌سازی انرژی در کشور است. بررسی شاخص‌های بین‌المللی اقلیمی نظیر شاخص عملکرد تغییر اقلیم بیانگر وضعیت نه‌چندان مناسب ایران در این شاخص است که از یک طرف به دلیل عملکرد نه‌چندان مطلوب کشور و از طرف دیگر به دلیل ضعف گزارش‌دهی و مستندسازی اقدامات مثبت صورت گرفته در کشور است. این در حالی است که در سیاست‌های کلی محیط زیست مصوب سال ۱۳۹۴ به گسترش اقتصاد سبز با استفاده از صنعت کم کربن و همچنین تقویت دیپلماسی محیط زیست به منظور حرکت به سمت اقتصاد کم کربن تأکید شده است.

### یافته‌های کلیدی

**پژوهش‌های انجام گرفته در خصوص توسعه کم کربن و بهینه‌سازی انرژی در کشور:** به دلیل وابستگی کشور به سوخت‌های فسیلی، توسعه کم کربن به‌طور معنی‌داری وابسته به سیاست‌ها و اقدامات مدیریت و بهینه‌سازی انرژی در کشور است. نقطه اشتراک مطالعات پیشین انجام شده توسط برخی از دستگاه‌های متولی در خصوص توسعه کم کربن (وزارت نیرو، نفت و سازمان حفاظت از محیط زیست) بیانگر لزوم افزایش بهره‌وری در حوزه‌های تولید، عرضه و مصرف انرژی، متنوع‌سازی سبد انرژی کشور با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و ضرورت تدوین سازوکار تأمین مالی طرح‌های توسعه کم کربن با بهره‌گیری از ظرفیت‌های بین‌المللی است.

**دستاوردهای کشور در حوزه توسعه کم کربن:** گزارش‌های سازمان حفاظت محیط زیست از اقدامات دستگاه‌های مختلف طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ نشان می‌دهد که این اقدامات منجر به کاهش تقریبی انتشارات ۷۰ میلیون تن معادل دی‌اکسید کربن شده است. البته برخی اقدامات نیز به دلیل عدم پایش و محاسبه توسط نهادهای مجری و عدم دسترسی به اطلاعات این فعالیت‌ها، در محاسبات ارائه شده منظور نشده‌اند که به نظر می‌رسد اثر قابل توجهی در کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشارات گازهای گلخانه‌ای داشته‌اند.

**فرصت‌های توسعه کم کربن در کشور:** برای حرکت به سمت توسعه کم کربن در کشور فرصت‌های متعددی وجود دارد که علاوه بر مزایای محیط زیستی، منافع اقتصادی نیز به همراه خواهد داشت. با توجه به مسئله ناترازی انرژی در کشور، بهینه‌سازی انرژی در بخش تولید، انتقال و مصرف به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری کمتر، پایدار بودن انرژی حاصل از آن،

۱. کربن خنثی به معنای تعادل بین انتشار کربن و جذب کربن از اتمسفر است.



محدودیت در تأمین منابع انرژی در دسترس و بین‌النسلی بودن منابع انرژی، در مقایسه با طرح‌های افزایش تولید در اولویت قرار دارد. هر چند اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در کشور در بخش‌های تولید، انتقال و مصرف یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است، اما می‌تواند به طور چشمگیری موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور شود؛ به عبارتی با توجه به ظرفیت بالای بهینه‌سازی در کشور و ضرورت آن، فرصت توسعه کم‌کربن از این طریق میسر است. از سوی دیگر براساس گزارش سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر در کشور به عنوان یکی از راهبردهای توسعه کم‌کربن اشتغال‌زایی مستقیم و غیرمستقیم قابل توجهی به همراه خواهد داشت. توسعه اقتصاد چرخشی در کشور نیز یکی از پیشران‌های اصلی توسعه کم‌کربن است و برآوردهای انجام شده نشان می‌دهد که تکمیل زنجیره بازیافت کشور موجب کاهش انتشار سالیانه ۲۲ میلیون تنی گازهای گلخانه‌ای خواهد شد.

### ■ پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

**ایجاد سازوکار بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای:** طی سال‌های اخیر تجارت انتشار گازهای گلخانه‌ای یک پاسخ سیاستی مناسب به تغییرات اقلیمی بوده که در سطح جهان مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا پیشنهاد می‌گردد سازمان حفاظت محیط زیست سازوکار بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای را با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط ظرف ۲ سال آینده ایجاد نماید.

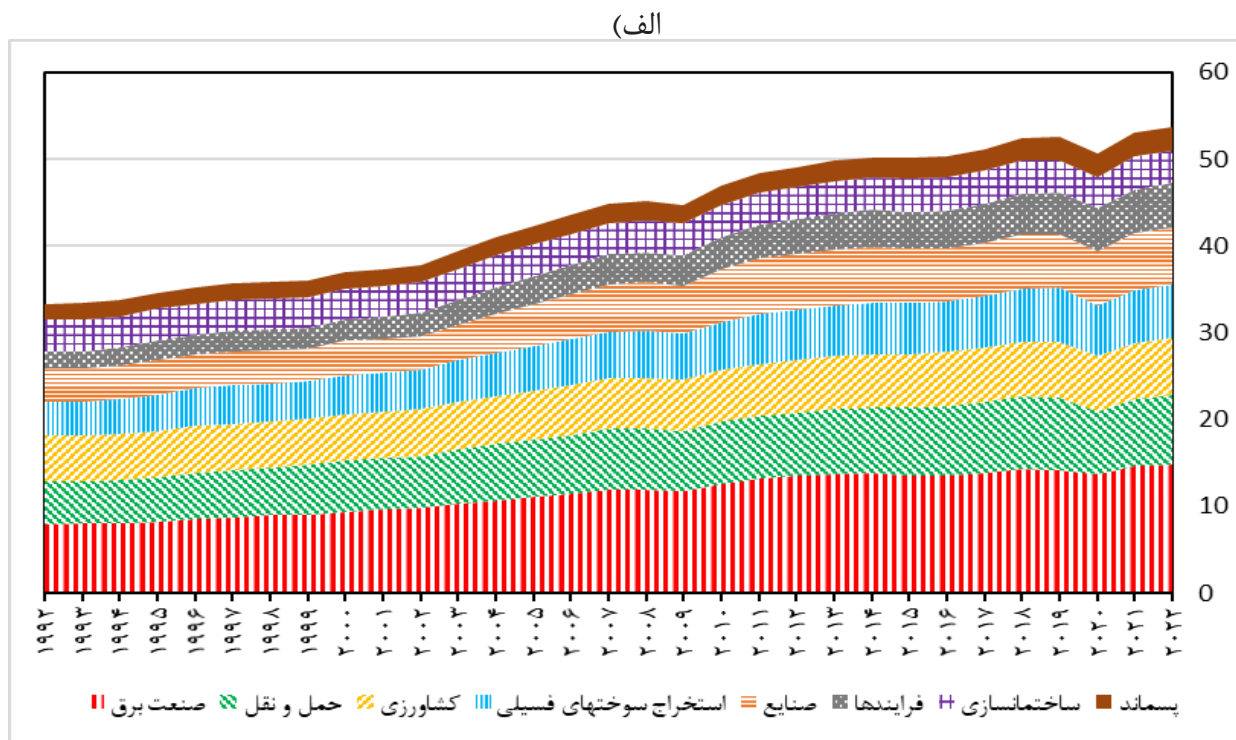
**به‌روزرسانی گزارش اقدامات دستگاه‌ها در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای:** آخرین برآورد صورت گرفته در خصوص اقدامات دستگاه‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۱۴۰۰ توسط سازمان حفاظت محیط زیست انجام شده است. در این راستا ضروری است دستاوردهای کاهش انتشار کشور توسط سازمان حفاظت محیط زیست و با همکاری دستگاه‌های مختلف به‌روزرسانی و مستند شود.

**ارتقای تعاملات با کشورهای هم‌سو در راستای تقویت سازوکارهای انتقال فناوری:** در راستای تحقق بند «۱۵» سیاست‌های کلی حوزه محیط زیست ابلاغی مقام معظم رهبری در خصوص بهره‌گیری مؤثر از فرصت‌ها و مشوق‌های بین‌المللی در حرکت به سوی اقتصاد کم‌کربن و تسهیل انتقال و توسعه فناوری‌ها و نوآوری‌های مرتبط، توصیه می‌گردد در سال‌های آتی بهره‌گیری از ظرفیت‌های منطقه‌ای موجود در کشورهای حوزه خلیج فارس و همچنین تعاملات با قدرت‌های اقتصادی نوظهور نظیر گروه بریکس پلاس مدنظر قرار گیرد.

## ۱. مقدمه

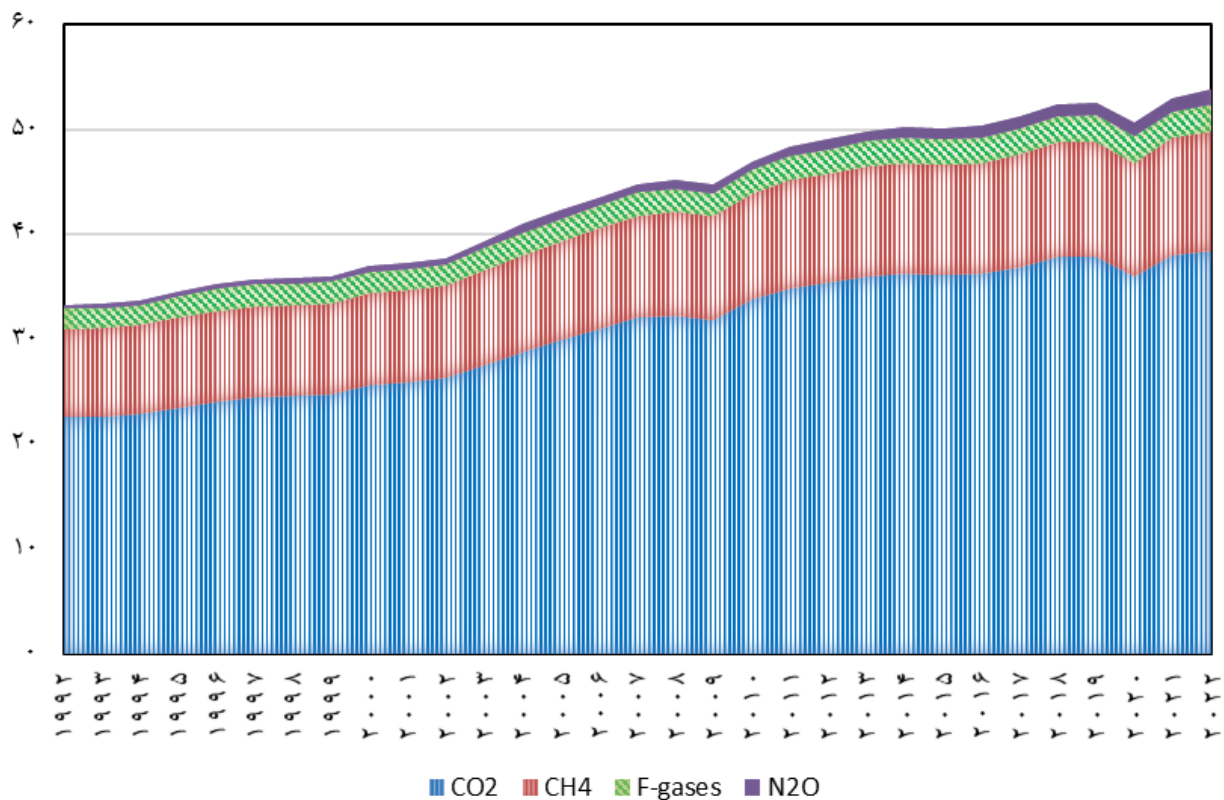
تغییر اقلیم یکی از نگرانی‌های اصلی جامعه جهانی است که در صورت عدم مدیریت آن و ادامه روند انتشار گازهای گلخانه‌ای، خسارات جبران‌ناپذیری به کره زمین و موجودات وارد خواهد نمود. از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای می‌توان به بخار آب، دی‌اکسید کربن، متان، ازن و نیتروز اکساید اشاره نمود. انتشار گازهای گلخانه‌ای مشکلات متعددی را نظیر گرمایش زمین، اسیدی شدن آب دریاها، تغییر در رشد گیاهان و سطح تغذیه، وقوع رخدادهای فرین<sup>۱</sup> جوی نظیر شدت و توالی سیلاب‌ها، مه و تخریب لایه ازن و آلودگی ناشی از آن به وجود خواهد آورد. معضلات فوق فقط به یک کشور مربوط نبوده و معضلی جهانی است و تمامی کشورها با کمک هم می‌توانند این مشکل را حل کنند. مطابق نمودار ۱ در سال ۲۰۲۲، ۵۳/۸ میلیارد تن معادل دی‌اکسید کربن در جهان گاز گلخانه‌ای تولید شده که در سه دهه اخیر شاهد رشد سالیانه ۱/۶٪ بوده است. داده‌های سال ۲۰۲۲ نشان‌دهنده افزایش ۱/۴ درصدی یا ۷۳۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن نسبت به سطوح سال ۲۰۲۱ و افزایش ۶/۲ درصدی نسبت به سطوح سال ۲۰۲۰ است. همان‌گونه که مشخص است صنعت برق به‌طور معنی‌داری اصلی‌ترین تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای در جهان است و پس از آن به ترتیب بخش‌های حمل‌ونقل، صنایع، کشاورزی و استخراج سوخت‌های فسیلی بیشترین انتشار را دارند. این نتایج بیانگر آن است که غالب انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان مربوطه به بخش‌های تولید، عرضه و مصرف انرژی است. از این میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، ۷۱/۶٪ آن مربوط به گاز CO<sub>2</sub>، ۲۱٪ مربوط به متان و ۴/۸٪ نیز مربوط به گاز N<sub>2</sub>O بوده است [۱].

نمودار ۱. انتشار سالیانه گازهای گلخانه‌ای (میلیارد تن CO<sub>2</sub> معادل) در جهان، الف) به تفکیک منابع تولید، ب) به تفکیک گازهای گلخانه‌ای [۱]



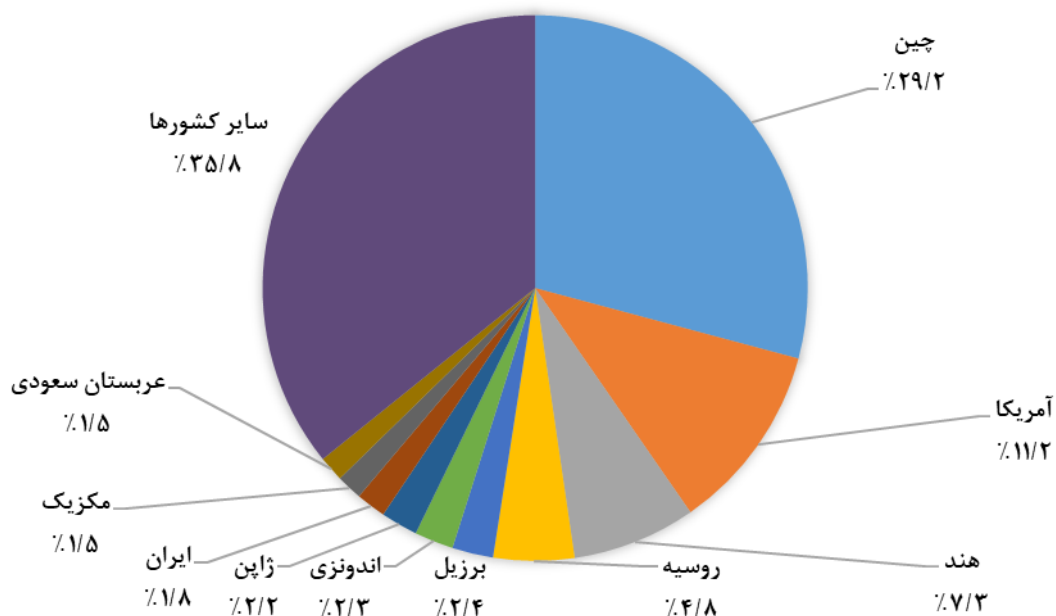


(ب)



نمودار ۲ سهم کشورهای مختلف را در انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان در سال ۲۰۲۲ نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است چین با تولید تقریباً ۲۹٪ از انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان رتبه نخست را داراست. پس از چین، ایالات متحده آمریکا، هند و روسیه در رتبه‌های بعدی قرار دارند. ایران در رتبه هشتم این دسته‌بندی قرار دارد و طی سالیان اخیر از کشورهای صنعتی نظیر آلمان و کره جنوبی پیشی گرفته و به کشور ژاپن نزدیک شده است.

نمودار ۲. سهم کشورهای مختلف در انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان (%) [۱]



در حال حاضر کشورهای مختلف جهان براساس توافق نامه پاریس در سند‌های مشارکت معین ملی<sup>۱</sup> خود اهدافی را برای کاهش انتشار در سال ۲۰۳۰ تعیین کرده‌اند که همان گونه که در جدول ۱ مشخص است براساس پیش‌بینی‌ها و محاسبات ملی سال‌های متفاوتی (۱۹۹۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳، ۲۰۱۸) مبنای محاسبه کاهش انتشار تعیین شده است. همچنین برخی کشورها زمانی (۲۰۵۰، ۲۰۶۰، ۲۰۷۰) را هم به‌عنوان هدف دستیابی به کربن خنثی اعلام کرده‌اند. کشور ایران هر چند براساس مصوبه هیئت وزیران در سال ۱۳۹۴ سند مشارکت معین ملی مدنظر خود را با هدف کاهش انتشار غیرمشروط ۴ درصد و مشروط ۸ درصد به شرط ارائه کمک‌های مالی بین‌المللی و انتقال فناوری و رفع تحریم‌های تا سال ۲۰۳۰ تدوین کرده است، اما تاکنون سند مشارکت معین ملی ایران به‌عنوان تعهدی رسمی در قالب توافق نامه پاریس ارائه نشده است.

جدول ۱. تعهدات کشورهای منتخب جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای طی سالیان آتی

کشور	اهداف کاهش انتشار در سال ۲۰۳۰	سال دستیابی به کربن خنثی
چین	کاهش ۶۵٪ انتشار به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی نسبت به سال ۲۰۰۵	۲۰۶۰
هند	کاهش ۴۵٪ شدت انتشار تولید ناخالص داخلی نسبت به سال ۲۰۰۵	۲۰۷۰
روسیه	۷۰٪ کاهش انتشار نسبت به سال پایه ۱۹۹۰	-
ژاپن	۴۶٪ کاهش انتشار نسبت به سال پایه ۲۰۱۳	۲۰۵۰
عربستان سعودی	۲۷۸ میلیون تن کاهش نسبت به سال پایه ۲۰۱۹	-
کانادا	۴۵-۴۰٪ کاهش نسبت به سال پایه ۲۰۰۵	۲۰۵۰
کره جنوبی	۴۰٪ کاهش نسبت به سال پایه ۲۰۱۸	۲۰۵۰
ترکیه	۴۱٪ کاهش نسبت به سال پایه ۲۰۱۲	۲۰۵۳

1. Nationally Determined Contributions (NDCs)



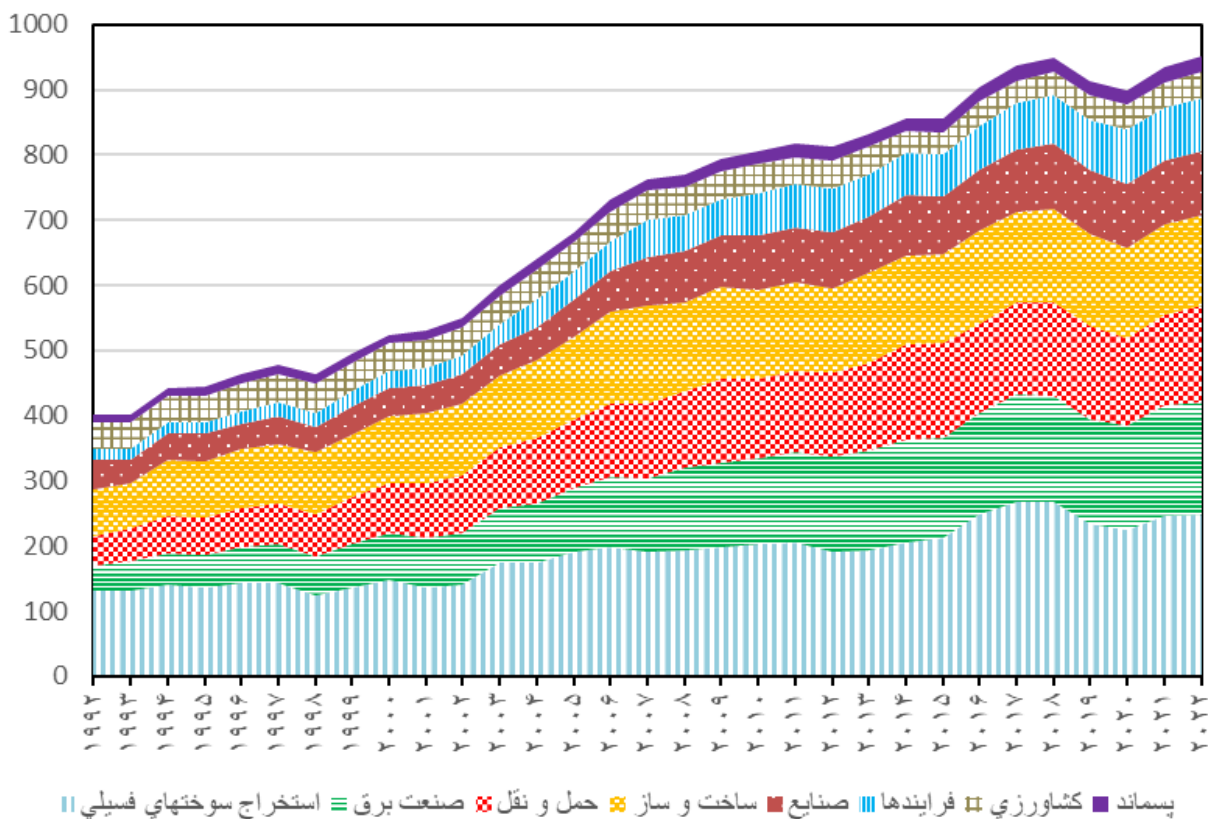
### ۱-۱. بررسی وضعیت ایران

#### الف) انتشار سالیانه گازهای گلخانه‌ای در ایران

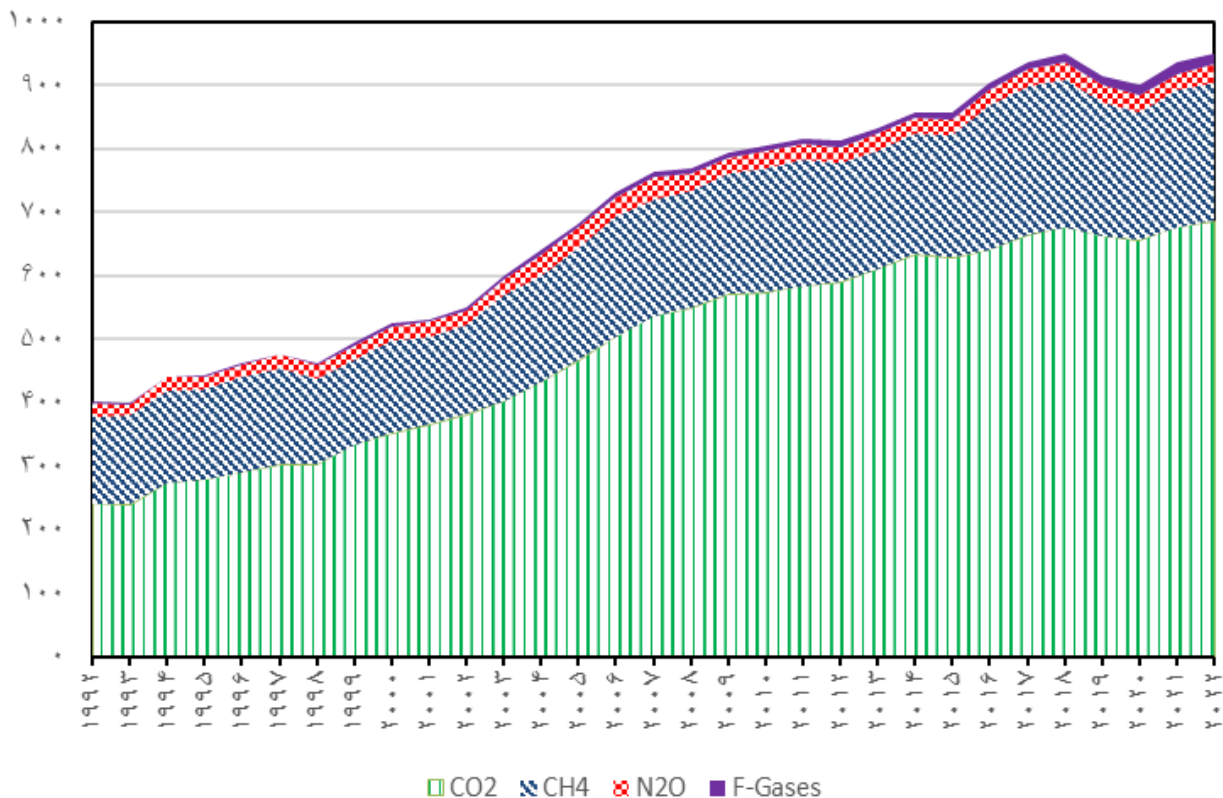
نمودار ۳ انتشار سالیانه گازهای گلخانه‌ای در ایران را طی سه دهه اخیر به تفکیک آلاینده‌های مختلف نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است دی‌اکسید کربن سهم تقریبی ۷۲٪ و پس از آن، متان سهم تقریبی ۲۳٪ در انتشار کشور ایران داشته است. بررسی روند انتشار گازهای گلخانه‌ای نشان می‌دهد که طی سه دهه اخیر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور رشد متوسط ۲/۹٪ را شاهد بوده است. هرچند طی دهه اخیر این رشد تا حدودی کند شده و به رشد متوسط ۱/۵٪ کاهش یافته است. همان‌گونه که در نمودار مشخص است استخراج سوخت‌های فسیلی (۲۶٪)، صنعت برق (۱۸/۱٪) و حمل‌ونقل (۱۵/۸٪) اصلی‌ترین منابع تولید گازهای گلخانه‌ای در کشور هستند که هر سه مربوط به تولید، عرضه و مصرف انرژی می‌باشند. البته بخش ساخت‌وساز (۱۴/۴٪) و صنایع (۱۰/۳٪) نیز سهم قابل توجهی در انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران دارند.

نمودار ۳. انتشار سالیانه گازهای گلخانه‌ای (میلیون تن CO<sub>2</sub> معادل) در ایران،  
الف) به تفکیک منابع تولید، ب) به تفکیک گازهای گلخانه‌ای [۱]

(الف)



(ب)



### ب) جایگاه ایران در شاخص عملکرد تغییر اقلیم

شاخص عملکرد تغییر اقلیم<sup>۱</sup> یک ابزار نظارتی برای رصد عملکرد حفاظت از اقلیم در ۵۹ کشور و اتحادیه اروپاست که از سال ۲۰۰۵ منتشر می‌شود. هدف این شاخص افزایش شفافیت در سیاست‌های بین‌المللی اقلیمی است که امکان مقایسه تلاش‌های حفاظت از اقلیم و پیشرفت‌های حاصله کشورها را فراهم می‌کند. عملکرد حفاظت از اقلیم در این کشورها که مجموعاً ۹۲ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی را تشکیل می‌دهند، در چهار دسته انتشار گازهای گلخانه‌ای، انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف انرژی و سیاست اقلیمی ارزیابی می‌شود. حدود ۸۰ درصد از ارزیابی عملکرد کشورها براساس داده‌های کمی آژانس بین‌المللی انرژی، پریمپ،<sup>۲</sup> سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو)<sup>۳</sup> و موجودی‌های ملی انتشار ارائه شده به کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد در مورد تغییر اقلیم<sup>۴</sup> است. ۲۰ درصد باقی‌مانده ارزیابی براساس تحلیل سیاست‌های ملی و بین‌المللی اقلیمی کشورهاست. طبقاً داده‌های این قسمت کیفی است و رتبه‌بندی براساس عملکرد ارائه شده توسط کارشناسان سیاست اقلیمی و انرژی از کشورهای ارزیابی شده انجام می‌شود. جدول ۲ نماگرهای ۴ گانه و زیرنماگرهای ۱۴ گانه ارزیابی و ضریب تأثیرشان در نمره عملکرد نهایی را نشان می‌دهد. کشورها براساس نمره خود در پنج دسته خیلی بالا (۱۰۰-۸۰)، بالا (۸۰-۶۰)، متوسط (۶۰-۵۰)، کم (۵۰-۴۰) و خیلی کم (کوچک‌تر از ۴۰) طبقه‌بندی می‌شوند.

1. Climate Change Performance Index (CCPI)

۲. مجموعه‌ای از مدل‌ها و ابزار با هدف سنتز علم سیستم زمین و عدم قطعیت‌های آن برای کمک به سیاست‌های اقلیمی است.

3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

4. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)



جدول ۲. نماگرها و زیر نماگرهای شاخص عملکرد تغییر اقلیم [۳]

ضریب تأثیر	زیر معیار	درصد مشارکت	معیار
۱۰	سیاست بین‌المللی اقلیمی	۲۰	سیاست اقلیمی
۱۰	سیاست ملی اقلیمی		
۵	هدف سرانه تأمین انرژی اولیه در سال ۲۰۳۰ در مقایسه مسیر سازگار با حفظ گرمایش کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد <sup>۱</sup>	۲۰	مصرف انرژی
۵	سطح فعلی سرانه تأمین انرژی اولیه در سال ۲۰۳۰ در مقایسه مسیر سازگار با حفظ گرمایش کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد		
۵	روند گذشته سرانه تأمین انرژی اولیه		
۵	سطح فعلی سرانه مصرف انرژی اولیه		
۵	هدف انرژی‌های تجدیدپذیر در ۲۰۳۰ در مقایسه با مسیر سازگار با گرمایش کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد	۲۰	انرژی تجدیدپذیر
۵	سهم فعلی انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین انرژی اولیه در مقایسه با مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد		
۵	روند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر		
۵	سطح فعلی انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین انرژی اولیه		
۱۰	سطح فعلی سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای	۴۰	انتشار گازهای گلخانه‌ای
۱۰	روند گذشته سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای		
۱۰	سطح فعلی سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای در مقایسه با مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد		
۱۰	هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۳۰ در مقایسه با مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد		

۱. منظور افزایش دمای کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به زمان پیش از صنعتی شدن است.

براساس گزارش سال ۲۰۲۳ شاخص عملکرد تغییر اقلیم، ایران در نماگرهای انتشار گازهای گلخانه‌ای، انرژی‌های تجدیدپذیر، و مصرف انرژی رتبه خیلی کم و در سیاست‌های اقلیمی رتبه کم را کسب کرده و در مجموع رتبه کلی ایران خیلی کم ارزیابی شده و در سال اخیر از رتبه ۶۲ به رتبه ۶۳ تنزل کرده است.<sup>۱</sup> در مقایسه با سال گذشته، ایران توانسته است توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر خود را بهبود بخشد و به همین علت، این تنها شاخصی است که برای ایران نمره بالاتر از کم را کسب کرده است. مقایسه وضعیت ایران با برخی کشورهای منطقه نظیر عربستان و ترکیه نشان می‌دهد که عربستان و ترکیه در نماگرهای خط‌مشی اقلیمی و مصرف انرژی وضعیتی مشابه ایران داشته، اما در نماگر انرژی تجدیدپذیر به علت تسریع روند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر طی سالیان اخیر به‌طور محسوس رتبه بهتری کسب کرده‌اند [۳].

۱. سه رتبه نخست که مربوط به دسته اول (خیلی بالا) است به هیچ کشوری تعلق نگرفته است.

جدول ۳. بررسی وضعیت کشور ایران، عربستان و ترکیه از منظر شاخص عملکرد تغییر اقلیم در سال ۲۰۲۳ [۳]

وضعیت			زیر نماگر	رتبه			نماگر
ترکیه	عربستان	ایران		ترکیه	عربستان	ایران	
خیلی کم	کم	خیلی کم	خطمشی بین‌المللی اقلیمی	۶۲	۵۲ (کم)	۴۹ (کم)	خطمشی اقلیمی
خیلی کم	کم	کم	خطمشی ملی اقلیمی	(خیلی کم)			
خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم	هدف سرانه تأمین انرژی اولیه در سال ۲۰۳۰ در مقایسه مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد <sup>۱</sup>	۴۹ (کم)	۵۸ (خیلی کم)	۵۷ (خیلی کم)	مصرف انرژی
خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم	سطح فعلی سرانه تأمین انرژی اولیه در سال ۲۰۳۰ در مقایسه مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد				
کم	بالا	کم	روند گذشته سرانه تأمین انرژی اولیه				
کم	خیلی کم	کم	سطح فعلی سرانه مصرف انرژی اولیه				
کم	خیلی کم	خیلی کم	هدف انرژی‌های تجدیدپذیر در ۲۰۳۰ در مقایسه با مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد	۱۵ (بالا)	۳۹ (کم)	۶۱ (خیلی کم)	انرژی تجدیدپذیر
متوسط	خیلی کم	خیلی کم	سهم فعلی انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین انرژی اولیه در مقایسه با مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد				
خیلی بالا	خیلی بالا	بالا	روند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر				
متوسط	خیلی کم	خیلی کم	سطح فعلی انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین انرژی اولیه				
بالا	خیلی کم	خیلی کم	سطح فعلی سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای	۳۳ (کم)	۶۰ (خیلی کم)	۶۱ (خیلی کم)	انتشار گازهای گلخانه‌ای
متوسط	بالا	خیلی کم	روند گذشته سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای				
بالا	خیلی کم	خیلی کم	سطح فعلی سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای در مقایسه با مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد				
خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم	هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۳۰ در مقایسه با مسیر سازگار با دمای زیر ۲ درجه سانتی‌گراد				

۱. منظور افزایش دمای کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به زمان پیش از صنعتی شدن است.



## ۲. بررسی پیشینه



### ۲-۱. پیشینه مطالعات پژوهشی

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۹۷ در گزارشی به شماره مسلسل ۱۵۸۹۶ ضمن بررسی استانداردها و تجربیات جهانی ردپای کربن، راهکارهایی را برای اجرای طرح ردپای کربن پیشنهاد نموده است. ردپای کربن مقیاسی از مقدار کل خروجی دی‌اکسید کربن و یا گازهای گلخانه‌ای مربوط به یک جمعیت، سیستم یا فعالیت معین با در نظر گرفتن همه منابع در محدوده زمانی و مکانی آن جمعیت،

سیستم یا فعالیت است. مفهوم ردپای کربن ارتباط تنگاتنگی با تراکنش‌های مالی در قالب مالیات، جبران کربنی و کاهش یا افزایش انتخاب‌های مصرف‌کننده دارد، از این رو وجود روش‌هایی یکپارچه برای محاسبه ردپای کربن ضروری است. این گزارش مسیری را برای رسیدن به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران پیشنهاد داده است [۴]. (فلودیاگرام به نمایش درآمده در شکل ۱)

شکل ۱. مسیر راه ایران برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای



شماره مسلسل ۱۸۸۸۳ در سال ۱۴۰۲ نیز تلاش نموده است تجربیات کشورهای جهان در خصوص استقرار سامانه تجارت انتشار را بررسی و تحلیل نماید. تا پایان سال ۲۰۲۱، ۲۶ سامانه تجارت انتشار در حال اجرا در جهان وجود دارد که ۳۷ درصد از انتشارات گازهای گلخانه‌ای را در کشورهایی که اهداف کربن خنثی را به صورت قانونی مصوب کرده‌اند را تحت پوشش قرار می‌دهند. همچنین ۲۳ سامانه تجارت انتشار عمدتاً در آمریکای جنوبی و آسیای جنوب شرقی در حال توسعه یا در دست بررسی هستند. تجربیات جهانی بیانگر آن است که اجرای صحیح سامانه تجارت انتشار با چالش‌های پیچیده‌ای مواجه است که نیازمند چارچوب‌های نهادی، نظارتی و رویه‌ای توانمند است. این گزارش ضمن بررسی تجربیات سامانه‌های استقرار یافته تجارت انتشار در جهان، به بررسی مراحل اجرای این سامانه را پرداخته کرده است [۶].

### ۲-۲. پیشینه تقنینی

**الف) سیاست‌های کلی محیط زیست:** این سیاست‌ها در سال ۱۳۹۴ به عنوان یک خط‌مشی فراگیر و حاکم بر نظام برنامه‌ریزی محیط زیست کشور به‌ویژه در تنظیم برنامه‌های توسعه پس از مشورت با مجمع

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در گزارشی دیگر به شماره مسلسل ۱۸۸۸۰ در سال ۱۴۰۲ اهداف و توافقات مذاکراتی اجلاس کاپ ۲۷ را مورد تحلیل و بررسی قرار داده است. براساس این گزارش، افزایش میزان سازگاری و مقاومت انسان و طبیعت در شرایط گرمایش زمین یکی از اهداف نشست کاپ ۲۷ بود. از سوی دیگر، در راستای اهداف این اجلاس، کمک به جوامع به شدت آسیب‌پذیر و مشارکت فراگیر و فعال همه ذی‌نفعان به‌طور خاص در پنج حوزه کلیدی تأمین آب، امنیت غذایی، طبیعت، کربن زدایی صنعتی و سازگاری با تغییرات آب‌وهوا مورد توافق قرار گرفت که دستیابی به این هدف از طریق افزایش کمک‌های مالی کشورهای ثروتمند و توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه امکان‌پذیر خواهد بود. علاوه بر این، تلاش بر این بود که ضرر و زیان ناشی از تغییرات اقلیمی شناسایی شده و یک چارچوب عملیاتی توسط کمیته انتقالی بررسی و نشست‌های بعدی پیشنهاد بدهند. از آنجایی که کشور ایران نیز از مشارکت‌کنندگان این اجلاس بود، توافقات صورت گرفته در این اجلاس می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های داخلی مورد توجه قرار گیرد [۵].

گزارش «درآمدی بر اجرای سامانه تجارت انتشار گازهای گلخانه‌ای» به

اصلاحیه آیین‌نامه اجرایی کنوانسیون تغییر آب‌وهوا را به تصویب رساند. **ه) آیین‌نامه تصویب پروژه‌های سازوکار توسعه پاک در چارچوب پروتکل کیوتو توسط مرجع صلاحیت‌دار ملی در جمهوری اسلامی ایران:** هیئت‌وزیران در جلسه مورخ ۱۳۸۸/۸/۱۰ بنا به پیشنهاد سازمان حفاظت محیط زیست و به استناد اصل یک‌صد و سی‌وهشتم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، آیین‌نامه تصویب پروژه‌های سازوکار توسعه پاک در چارچوب پروتکل کیوتو توسط مرجع صلاحیت‌دار ملی در جمهوری اسلامی ایران را تصویب نمود. (و) تصویب‌نامه در خصوص اقدامات مربوط به برنامه مشارکت ملی در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای:

هیئت‌وزیران در جلسه ۱۳۹۴/۸/۲۰ به پیشنهاد شماره ۳۳۳۳۳۱ مورخ ۱۳۹۴/۷/۱۵ سازمان حفاظت محیط زیست

کلیه دستگاه‌های اجرایی را موظف به اجرای اقدامات مربوط در برنامه مشارکت ملی در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نمود. طبق این مصوبه ایران تمایل به مشارکت در کاهش انتشار کل گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۳۰ به میزان ۴ درصد نسبت به سناریو پایه را دارد. این کاهش انتشار به‌ویژه با تمرکز به توسعه سیکل ترکیبی نیروگاهی، توسعه برق هسته‌ای، توسعه استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، کاهش انتشار گازهای فلر، افزایش کارایی انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده، جایگزینی سوخت‌های معمول با پایه کربن با گاز طبیعی، توسعه راهبردی استفاده از سوخت‌های کم‌کربن و مشارکت در سازوکارهای جدید مبتنی بر بازار در عرصه داخلی و بین‌المللی حاصل خواهد شد. همچنین در این مصوبه اشاره شده است که با توجه به ضرورت رفع تحریم‌های ناعادلانه، حمایت مالی، انتقال فناوری و خرید گواهی‌های کربن و بهره‌گیری از حمایت‌های دو یا چندجانبه، انتقال فناوری‌های پاک و توانمندسازی، کشور ایران پتانسیل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در صورت رفع موانع فوق به میزان ۸ درصد اضافه را دارد.

تشخیص مصلحت نظام، توسط رهبر معظم انقلاب در ۱۵ بند به قوای سه‌گانه ابلاغ شد، که در دو بند به اقتصاد سبز و صنعت کم‌کربن اشاره شده است.

بند «۸» - گسترش اقتصاد سبز با تأکید بر:

۱-۸ - صنعت کم‌کربن، استفاده از انرژی‌های پاک، محصولات کشاورزی سالم و ارگانیک و مدیریت پسماندها و پساب‌ها با بهره‌گیری از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های اقتصادی، اجتماعی، طبیعی و زیست‌محیطی.

بند «۱۵» - تقویت دیپلماسی محیط زیست با:

۳۱۵. بهره‌گیری مؤثر از فرصت‌ها و مشوق‌های بین‌المللی در حرکت به سوی اقتصاد کم‌کربن و تسهیل انتقال و توسعه فناوری‌ها و نوآوری‌های مرتبط.

**ب) قانون الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا:** کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا، توافق‌نامه چندجانبه بین‌المللی در مورد تغییر آب‌وهواست که در اجلاس سران زمین در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو برزیل به تصویب رسید. این کنوانسیون که در تاریخ ۱۳۷۵/۳/۶ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده، از تاریخ ۱۳۷۵/۷/۲۴ برای جمهوری اسلامی ایران لازم‌الاجرا شده است.

**ج) قانون الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به پروتکل کیوتو در مورد کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا:** پروتکل کیوتو سند الحاقی به کنوانسیون ملل متحد در مورد تغییرات آب‌وهواست که در سومین کنفرانس متعاهدین در ۱۱ نوامبر ۱۹۹۷ در شهر کیوتوی ژاپن تصویب شد. این پروتکل در تاریخ ۱۳۸۴/۳/۱۰ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده و از تاریخ ۱۳۸۴/۸/۳۰ برای جمهوری اسلامی ایران لازم‌الاجرا شده است.

**د) اصلاح آیین‌نامه اجرایی کنوانسیون تغییر آب‌وهوا و پروتکل‌های الحاقی:** هیئت‌وزیران در جلسه ۱۳۹۴/۶/۲۲ به پیشنهاد شماره ۱۰۸۴۷۱ مورخ ۱۳۹۳/۳/۱۲ سازمان حفاظت محیط زیست و به استناد اصل یک‌صد و سی‌وهشتم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

### ۳. مروری بر مطالعات پیشین جهت مدل‌سازی توسعه کم‌کربن و بهینه‌سازی انرژی در کشور

#### ۱-۳. شناسایی هزینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های عرضه و تقاضای سیستم انرژی کشور (با تأکید بر بخش برق) - پژوهشگاه نیرو

در این پژوهش که نسخه نخست آن در سال ۱۴۰۰ توسط پژوهشگاه نیرو تهیه و در زمان تنظیم گزارش حاضر نیز در حال بازنگری می‌باشد، به تعیین پتانسیل کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای در بخش‌های مختلف عرضه و تقاضای سیستم انرژی کشور پرداخته شده است. با توجه به

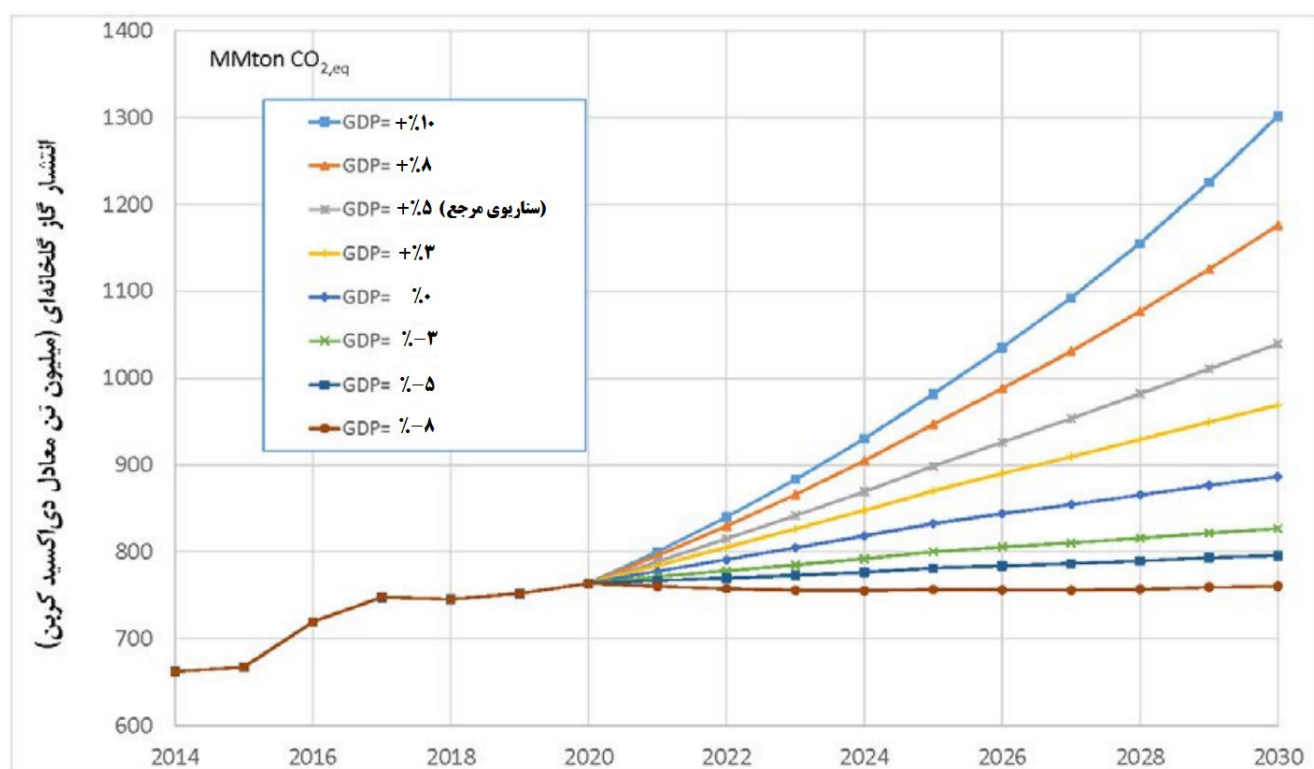
مطالعات پژوهشی متعددی در کشور به‌منظور بررسی اثربخشی و همچنین برآورد اقتصادی اقدامات مرتبط با افزایش بهره‌وری انرژی و همچنین کاهش انتشارات گازهای گلخانه‌ای انجام پذیرفته است که در ادامه مطالعات انجام گرفته توسط پژوهشگاه نیرو، مؤسسه مطالعات انرژی وزارت نفت و همچنین سازمان حفاظت محیط زیست به اختصار ارائه شده است.



در گام نخست در این پژوهش با توجه به سناریوهای محتمل در خصوص نرخ رشد اقتصادی تا افق طرح، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای منتشره از سیستم انرژی کشور طی سالیان آتی برآورد گردیده که در نمودار ۴ قابل مشاهده است.

آنکه بخش انرژی سهم قابل توجهی را در انتشار گازهای گلخانه‌ای به خود اختصاص داده است، تمرکز این گزارش بر بررسی همین موضوع می‌باشد. در این پروژه مدل‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای در بیش از ۳۰۰۰ زیرشاخه سیستم انرژی کشور در محیط نرم افزار مدل ساز لیپ<sup>۱</sup> در دستور کار قرار گرفته است [۷].

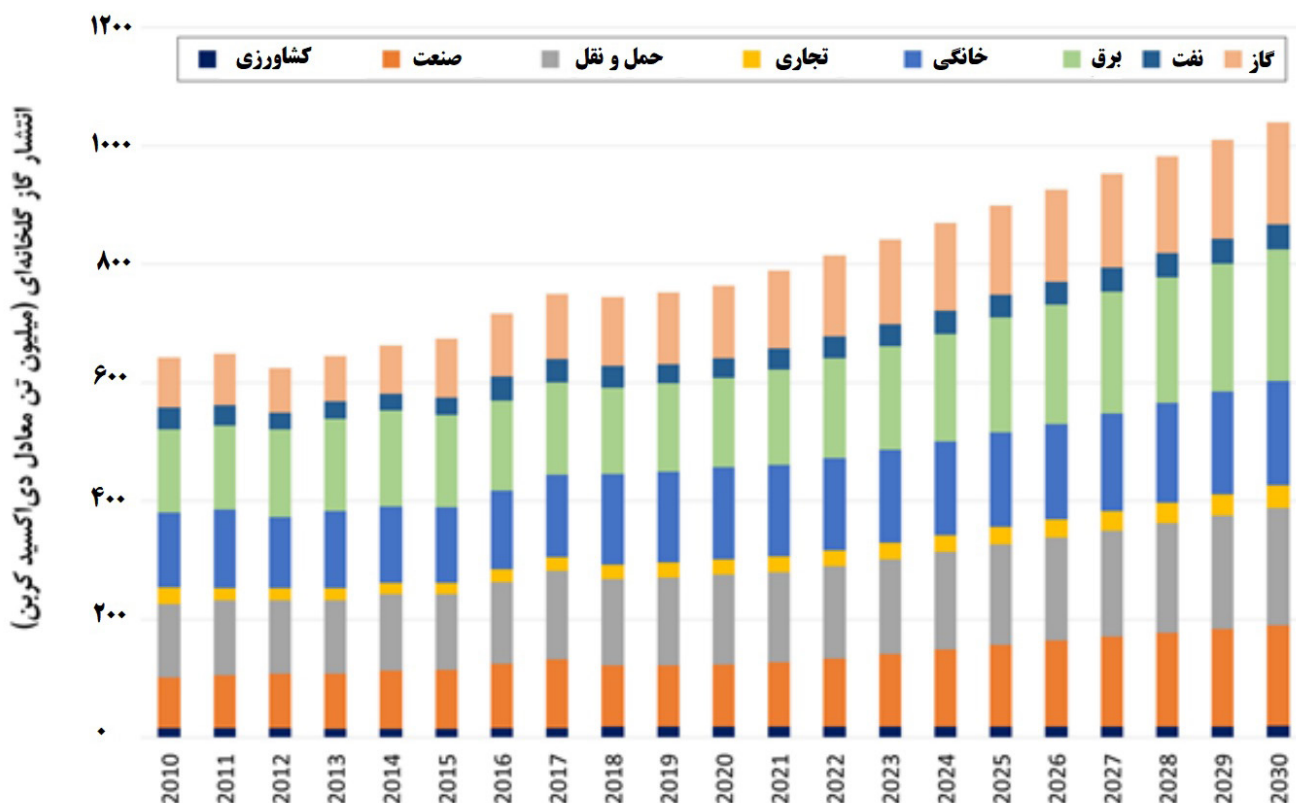
نمودار ۴. پیش‌بینی انتشار گازهای گلخانه‌ای از سیستم انرژی برای مقادیر مختلف رشد اقتصادی [۷]



است. در خصوص این پرسش نیز، پژوهش حاضر به تفکیک سال‌های ابتدا تا انتهای افق طرح مقایسه‌ای را در نمودار ۵ ارائه نموده است.

نکته قابل تأمل دیگر آن است که سهم هر یک از بخش‌های انرژی کشور شامل گاز، نفت، برق، بخش خانگی، بخش تجاری، حمل و نقل، بخش صنعت و کشاورزی در میزان انتشار تخمین زده شده برای انتشارات گازهای گلخانه‌ای (در سناریوی مرجع با رشد اقتصادی +۵ درصد) چقدر

نمودار ۵. توزیع انتشار گازهای گلخانه‌ای بین زیربخش‌های مختلف در سناریوی مرجع [۷]



تبدیل کربن در حال حاضر از کمترین اولویت برخوردار می‌باشند.

۳- دستیابی به کاهش تا حد ۲۰۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن معادل در سال (کاهش ۲۰ درصدی نسبت به سناریوی ادامه روند موجود) نیازمند افزایش تقریبی ۱۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری (نسبت به سناریوی مرجع) در کل زنجیره عرضه و تقاضای انرژی کشور، در طی ۱۰ سال است. در سوی مقابل در صورت عدم پیاده‌سازی راهکارهای عملی ارائه شده در این مطالعه، جبران ناترازی موجود در انرژی بخش‌های نفت، گاز، برق، حمل‌ونقل، صنعت و خانگی به سرمایه‌گذاری بیشتری نیاز خواهد داشت [۷].

### ۲-۳. گزارش تدوین راهبرد مدیریت مصرف انرژی مبتنی بر اقتصاد سبز و صنعت کم کربن در جمهوری اسلامی ایران - سازمان حفاظت محیط زیست

از آنجاکه گزارش‌های سالیانه دورنمای اقتصاد کم کربن مبنای اولویت‌گذاری اقدامات کاهش انتشارات در کشور و تکالیف دستگاه‌های اجرایی به منظور دستیابی به اهداف میان مدت و بلندمدت کاهش انتشار می‌باشد، دانشگاه شهید بهشتی به سفارش سازمان حفاظت محیط زیست، اقدام به انجام مطالعه‌ای در سال ۱۳۹۹ نمود که این گزارش در

موارد اشاره شده در ذیل نیز از جمله مهم‌ترین نتایج به دست آمده از طرح پژوهشی «شناسایی هزینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های عرضه و تقاضای سیستم انرژی کشور (با تأکید بر بخش برق)» می‌باشد:

۱- کاهش قابل توجه انتشار گاز گلخانه‌ای سیستم انرژی کشور حتی با بهره‌گیری از راهکارهای دارای صرفه اقتصادی نیز امکان‌پذیر است. نکته قابل تأمل آن است که در برنامه‌های جاری و اسناد بالادستی کشور به این راهکارها اشاره شده است.

۲- راهکارهای مبتنی بر صرفه‌جویی در مصرف و کاهش شدت انرژی، اولویت‌های اصلی کشور در راستای کاهش انتشار است. این راهکارها به تنهایی و بدون استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ضمن کاهش قابل توجه هزینه‌ها می‌توانند اهداف کشور را در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأمین نماید. آنچه به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ضرورت می‌بخشد، محدودیت تولید گاز طبیعی و سایر منابع سوخت فسیلی در کشور بوده که کفاف کلیه نیازها و مصارف کشور نداده و کشور را ناگزیر به استفاده از سایر منابع انرژی نموده است. تحلیل‌های اقتصادی نشان‌گر آن است که روش‌های جداسازی، ذخیره‌سازی یا



هم‌زمان سرمایه‌گذاری برای تزریق گاز به میادین نفتی برای ازدیاد برداشت نفت تا پایان سال ۱۴۱۰ ادامه دارد.

**۴** استحصالی انرژی از مراکز دفن پسماند در سالیان آتی توجیه اقتصادی پیدا می‌کند.

**۵** جایگزینی گاز با انرژی خورشیدی در بخش آب گرم و گرمایش نیز در مصارف نهایی تجاری، کشاورزی و خانگی مورد نیاز است.

**۶** در بررسی سناریوهای کاهش انتشار دادوستدی بین کاهش انتشار و امنیت انرژی و رونق اقتصادی به‌وقوع خواهد پیوست. یکی از ابتدایی‌ترین راه‌ها برای کاهش انتشار در صورت اعمال سیاست سقف انتشار، روی آوردن به واردات انرژی خواهد بود. از آنجاکه این مهم بر نرخ ارز تعادلی تأثیرگذار خواهد بود، بروز آثار اقتصادی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در شرایط اعمال مالیات بر کربن نتایج متفاوت است، چراکه استفاده از ابزار قیمتی برای کاهش انتشار باعث ایجاد رقابت بین تولید داخل و واردات شده و در صورتی که هزینه کاهش انتشار در کشور کمتر از مابه‌التفاوت قیمت‌های داخلی و جهانی باشد، استفاده از تکنولوژی‌های کاهش مصرف انرژی، کاهش انتشار و همچنین جایگزینی بین سوخت‌ها و حامل‌های انرژی توجیه‌پذیر خواهد بود.

**۷** در شرایط اعمال سقف انتشار کربن، تزریق گاز برای ازدیاد برداشت از چاه‌های نفت متوقف شده و گاز استخراج شده برای مصرف به زنجیره تأمین اضافه خواهد شد که منجر به کاهش انتشار در بخش استخراج خواهد داشت. اما در شرایط اعمال مالیات بر انتشار، تزریق گاز برای ازدیاد برداشت از چاه‌های نفت ادامه داشته و کاهش انتشار در سمت مصارف از طریق جایگزینی گاز با نفت و بهبود بازده اتفاق می‌افتد که این مسئله در کل باعث کاهش استخراج نفت و افزایش استخراج گاز طبیعی خواهد شد.

**۸** در شرایط اعمال محدودیت انتشار، بخش نیروگاهی و سپس بخش حمل‌ونقل بیشترین سهم را در کاهش انتشار کربن ایفا خواهند نمود. در بخش نیروگاهی، حذف نیروگاه بخار و تعجیل در سرمایه‌گذاری بر نیروگاه بادی عوامل اصلی کاهش انتشار خواهد بود. در بخش حمل‌ونقل نیز، توسعه مترو و جایگزینی حمل‌ونقل ریلی به جای کامیون و کامیونت و همچنین ادامه روند استفاده از خودروهای شخصی CNG سوز باعث کاهش انتشار خواهد گردید.

**۹** اعمال سقف انتشار کربن و همچنین اعمال مالیات بر کربن بر روند

زمان تهیه پژوهش حاضر نیز در حال تکمیل و به‌روزرسانی می‌باشد. هدف از تهیه گزارش فوق توسعه مدل اقتصاد کم کربن و ارائه دورنمای اقتصادی سبز در کشور براساس سیاست‌های کلی ابلاغی مقام معظم رهبری در حوزه محیط زیست و در قالب پیشنهاد یک مدل پایین به بالا برای مدل‌سازی سیستم عرضه انرژی کشور به منظور اولویت‌بندی اقدامات کاهش شدت انرژی و شدت انتشار سیستم تأمین انرژی براساس هزینه‌ها بوده است. براساس آنچه به آن اشاره گردید نتایج انجام این طرح علاوه بر تعیین ابزار تحلیل مورد نیاز جهت شناسایی اثر سیاست‌های بخش انرژی بر محیط زیست، ملزومات اقتصادی و فناوریانه لازم را جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور براساس برنامه‌های ملی مشخص می‌نماید [۸].

به‌منظور دستیابی به نتایج مورد انتظار در طرح فوق، در راستای از بین بردن شکاف میان رویکردهای بالا به پایین<sup>۱</sup> و پایین به بالای<sup>۲</sup> مدل‌سازی و در نظر قرار دادن جزئیات تکنولوژی در بخش انرژی و همچنین بررسی بازخورد متغیرهای اقتصادی بر رفتار عوامل توسعه مدل هیبریدی با ادغام مدل تعادل عمومی توسعه داده شده برای ایران (GREMI) و همچنین مدل اصلاح شده MESSAGE با توجه به شرایط کشور در دستور کار این مطالعه قرار گرفت.

با استفاده از پیش‌فرض‌های در نظر گرفته شده و بررسی سناریوهای تعیین شده در مدل‌های نام‌برده شده نتایج ذیل از پژوهش فوق احصا گردیده است:

**۱** نتایج مدل نشان می‌دهد افت فشار میادین نفت و گاز، مدل را به سمت استفاده از مازوت و زغال سنگ و همچنین منابع تجدیدپذیر در دهه‌های بعد سوق می‌دهد. دلیل این مسئله کمیابی منابع و هزینه‌های مرتبط با جبران افت فشار میادین است.

**۲** محدودیت برداشت از منابع گاز و نفت، سرمایه‌گذاری بر روی برق تجدیدپذیر نیروگاه‌های خورشیدی و بادی را حتی در سناریو پایه، اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. در شرایط در نظر نگرفتن قابلیت اطمینان و انعطاف‌پذیری در شبکه برق، نفوذ انرژی خورشیدی بیش از بادی و از هم‌اکنون در قالب نیروگاه‌های خورشیدی باید صورت پذیرد به نحوی که تا پایان ۱۴۱۰ نیاز به ۲۰ هزار مگاوات ظرفیت خورشیدی خواهد بود. سرمایه‌گذاری بر روی انرژی خورشیدی هم‌زمان با توسعه ذخیره‌سازی به خصوص به کمک باتری‌ها خواهد بود. نیروگاه‌های برقابی و تلمبه ذخیره‌ای به دلیل محدودیت منابع آبی در مقیاس بالا در مدل انتخاب شده است.

**۳** سرمایه‌گذاری بر روی افزایش برداشت گاز طبیعی به کمک ایستگاه‌های تقویت فشار سرچاهی در سالیان آتی قابل ملاحظه است.

1. Top-down  
2. Bottom-up

■ نتایج این گزارش نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۰، بیشترین نرخ رشد، مربوط به بخش حمل‌ونقل بوده که دلیل اصلی آن افزایش مالکیت خودرو در کشور خواهد بود.

■ در بخش خانگی نیز افزایش جمعیت و کاهش بُعد خانوار موجب افزایش تعداد واحدهای مسکونی و به تبع رشد مصرف انرژی خواهد شد.

■ علاوه بر این کلیه بخش‌ها به جز کشاورزی و پتروشیمی، رشد تقاضای قابل توجهی خواهند داشت. البته با توجه به اینکه متوسط نرخ رشد اقتصادی در این سناریو پایین می‌باشد، عدم دستیابی به فناوری‌های نوین انرژی کارآمد و کاهش تدریجی راندمان دستگاه‌ها نیز سبب افزایش مصرف انرژی خواهد بود.

■ علاوه بر آنچه به آن اشاره گردید، براساس پیش‌بینی انجام گرفته در این گزارش، در صورت تحقق سناریوی بهینه با پیشرفت صنعت در کشور و همچنین اعمال تدابیر مقتضی در بخش حمل‌ونقل، سهم انرژی بخش صنعت فزونی خواهد یافت. علاوه بر این در بخش خانگی نیز نسبت به وضع موجود با کاهش میزان مصرف روبه‌رو خواهیم بود.

#### ۳-۴. جمع‌بندی گزارش‌های دستگاه‌های مختلف در خصوص چشم‌انداز توسعه کم‌کربن در کشور

همان‌گونه که به آن اشاره گردید، گزارش‌های تهیه شده توسط پژوهشگاه نیرو، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت و همچنین سازمان حفاظت محیط زیست به واسطه بهره‌گیری از مدل‌های مختلف، پیش‌فرض‌های گوناگون و همچنین تفاوت در سناریوهای احتمالی تدوین شده به نتایجی متفاوت و بعضاً متناقض دست یافته‌اند. بنابراین به منظور ارائه راهکار و تدوین راهبرد جهت حرکت کشور به سمت اقتصاد کم‌کربن، اجماع نظر کلیه دستگاه‌های ذی‌نفع بر روی راهکارهای علمی و متناسب با شرایط کشور ضرورت دارد.

به‌رغم تفاوت‌های بنیادی در رویکرد پژوهشی و همچنین نتایج مستخرج از سه گزارش مورد بررسی در پژوهش حاضر از موارد ذیل می‌توان به‌عنوان نقاط اشتراک گزارش‌های فوق نام برد که مورد تأکید هر سه دستگاه متولی در کشور بوده و مطابقت مناسبی با اسناد بالادستی دارد:

❶ تشدید بحران ناترازی انرژی در کشور با افزایش مصرف بی‌رویه و رها شده در سالیان آتی،

گسترش نیروگاه‌های تجدیدپذیر بادی و خورشیدی دارای تأثیر یکسان خواهد بود [۸].

#### ۳-۳. گزارش دور‌نمای انرژی ایران - مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت

در آخرین گزارشی که به موضوع دور‌نمای انرژی کشور به پیش‌بینی عرضه و تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف براساس مدل‌سازی بخش عرضه و تقاضا با توجه به شرایط اقتصادی کشور پرداخته است، مربوط به سند تهیه شده توسط مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی است که توانسته سند دور‌نمای انرژی ایران را تدوین نماید. در این سند بخش‌های عرضه شامل بخش‌های تولیدی، نیروگاه‌های برق و پالایشگاه‌های نفت و گاز و بخش‌های تقاضا شامل بخش خانگی، تجاری، صنعت، کشاورزی، حمل‌ونقل و پتروشیمی، می‌باشند. در سند حاضر، علاوه بر پیش‌بینی عرضه و تقاضا در سناریوهای مختلف، میزان آلاینده‌گی بخش‌های مختلف و میزان شدت انرژی در انواع سناریوها پیش‌بینی شده است. رویکرد به کار گرفته شده در سند حاضر همانند رویکرد سند تهیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست مبتنی بر استفاده از مدل تلفیقی اقتصاد-انرژی است. در این پژوهش از مدل پایین به بالا و ابزار نرم‌افزاری لیب جهت مدل‌سازی بخش تقاضای انرژی و از مدل اسموسیس<sup>۱</sup> جهت ارزیابی چشم‌انداز سیستم عرضه انرژی ایران بهره گرفته شده است. پس از مشخص نمودن رویکرد به کار گرفته شده در خصوص مدل مورد استفاده در سند حاضر نوبت به ارائه سناریوهای محتمل و بهینه رسیده که در ادامه به توضیح در این خصوص پرداخته شده است [۹].

**سناریوی مرجع یا پایه:** این سناریو در ادبیات مدل‌سازی، بیانگر تداوم روند گذشته در آینده می‌باشد، که برخی مواقع به‌عنوان سناریوی خط مبنا<sup>۲</sup> نیز نامیده می‌شود. سناریوی مرجع در برگزیده تمامی برنامه‌ها، سیاست‌ها و اقدامات انجام گرفته در گذشته و همچنین معتبر در زمان حال می‌باشد که در واقع بیانگر انعکاس اقدامات انجام گرفته تاکنون در آینده است.

**سناریوی بهینه‌سازی:** در این سناریو، وضعیت مطلوب، مبنی بر برنامه‌های تعیین شده دولت و نیل به استانداردهای تدوین شده توسط سازمان استاندارد می‌باشد. در این سناریو سعی شده فرضیات به‌گونه‌ای تعریف شوند که براساس شرایط کنونی کشور و همچنین داده‌های تاریخی قابل دستیابی و اجرا باشند.

در ادامه به بررسی نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر در خصوص مقایسه سناریوی مرجع با سناریوی بهینه‌سازی پرداخته شده است.

1. Osemosys

2. BAU: Business as Usual



انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر نیروگاه‌های بادی، خورشیدی، زیست‌توده، زمین‌گرمایی، هیدروژنی، انرژی هسته‌ای و ...،

۴ لزوم تدوین سازوکار تأمین مالی طرح‌های توسعه کم‌کربن و بهره‌گیری از ظرفیت‌های بین‌المللی در راستای تأمین مالی طرح‌های مدیریت کربن در کشور.

۲ لزوم حرکت به سمت ارتقای بهره‌وری در بخش‌های عرضه و تقاضای انرژی کشور به واسطه عدم تمرین سیاست‌های قیمتی در خصوص حامل‌های انرژی در رفع کامل چالش ناترازی روبه‌گسترش انرژی کشور،

۳ لزوم تنوع‌بخشی به سبد سوخت کشور و سرمایه‌گذاری در بخش

#### ۴. نگاهی به دستاوردهای توسعه کم‌کربن در کشور



شده فوق طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ دست کم منجر به کاهش انتشارات ۷۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن معادل شده است. این رقم بدون در نظر گرفتن عملکرد دستگاه‌ها در راستای قانون اصلاح الگوی مصرف برای سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ کاهش انتشارات ناشی از طرح‌های توسعه‌ای در دست بهره‌برداری و سایر اقداماتی است که اطلاعات کافی در خصوص اثربخشی آنها در دسترس نبوده است. یادآور می‌شود که بخشی از اقدامات ارائه شده در جدول ۴ نیز به دلیل عدم پایش و محاسبه توسط نهادهای مجری و عدم دسترسی به اطلاعات این فعالیت‌ها، در محاسبات ارائه شده منظور نشده‌اند که به نظر می‌رسد اثر قابل توجهی در کاهش انتشارات گازهای گلخانه‌ای داشته‌اند همچنین طرح‌های برنامه‌ریزی شده برای آینده مانند تنوع‌بخشی به سبد تولید برق با سیکل ترکیبی، تجدیدپذیر و اتمی نیز می‌تواند حجم بالایی از کاهش انتشارات در کشور را در سال‌های آینده ایجاد کند که در رقم جمع‌زده شده لحاظ نشده است [۱۰].

اسناد بالادستی ملی ضرورت بهره‌وری انرژی و اصلاح الگوی مصرف را به‌شکلی تعیین کرده است که منجر به کاهش ۴۲/۳ درصدی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور می‌شود. این میزان کاهش انتشار محصول جانبی تأمین امنیت عرضه انرژی در کشور است. مدل‌های بهینه‌سازی انرژی متعددی که در اختیار وزارت نفت، وزارت نیرو و سازمان حفاظت محیط زیست است و در تهیه طرح جامع انرژی کشور و برنامه راهبردی انرژی کشور نیز مورد استناد بوده، نشان‌دهنده ظرفیت اقتصادی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کوتاه‌مدت به میزان ۲۸ درصد نسبت به ادامه وضع موجود است. تخمین‌های صورت گرفته از میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور هم‌راستا با تکالیف ملی بهره‌وری انرژی، نشان‌دهنده این واقعیت است که کشور ایران میزان کاهش انتشار قابل توجهی را محقق کرده است. جدول ۴، فهرست مهم اقدامات ملی صورت گرفته منجر به کاهش انتشارات گازهای گلخانه‌ای در کشور را نشان می‌دهد. براساس محاسبات جدول ۴، کل کاهش مصرف انرژی در اثر اقدامات برشمرده

جدول ۴.۴ اقدامات بهره‌وری انرژی منجر به کاهش انتشارات گازهای گلخانه‌ای در کشور [۱۰]

نام دستگاه	خلاصه‌ای از اقدامات قابل کمی‌سازی و ارزیابی اثرات کاهش انتشارات	مرجع	میزان انرژی صرفه‌جویی شده کل (میلیون بشکه معادل نفت خام)	تخمین میزان کاهش انتشارات (ktCO <sub>2</sub> eq)
وزارت نفت	– کاهش ارسال گاز به مشعل در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس و سایر مناطق و جمع‌آوری گازهای همراه از طریق ایجاد پالایشگاه‌های گازی و واحدهای گاز و گاز مایع – افزایش سهم گاز طبیعی در سبد سوخت نیروگاه‌ها در سال ۹۸ و گازرسانی به نیروگاه‌های حرارتی زاهدان و ایرانشهر – افزایش سهم گاز طبیعی در صنایع کشاورزی و خدماتی در سال‌های ۹۷ و ۹۸ – گازرسانی به ۳۵۵۰۱۱۱ خانوار شهری و روستایی – طرح توسعه CNG در کشور – تدوین بازنگری و اجرای الگوها و معیارها و استانداردهای مصرف انرژی در بخش‌های مختلف مصرف انرژی – ایجاد و اصلاح زیرساخت‌های حمل‌ونقل درون‌شهری و برون‌شهری بار و مسافر – حمایت از تولید هم‌زمان برق و حرارت و استفاده از سامانه‌ها و روش‌های کنترلی کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف	گزارش عملکرد دستگاه‌ها در راستای قانون اصلاح الگوی مصرف سال ۹۵ و ۹۶ گزارش عملکرد دستگاه‌ها در راستای قانون اصلاح الگوی مصرف سال ۹۷ بر اساس آمار نامه شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی و گزارش میز نفت در خصوص میزان جایگزینی CNG به جای بنزین در اثر طرح توسعه CNG در کشور	۳۹/۲ (طی دو سال)	۱۵۶۰۰
			۲۱/۱	۸۳۸۰
			افزایش تغییر سوخت از بنزین به گاز طبیعی منجر به کاهش انتشارات بدون صرفه‌جویی انرژی از ۲۰/۶ در سال ۱۳۹۵ به ۲۲ میلیون مترمکعب CNG در هر روز از سال ۱۴۰۰	
وزارت نیرو	– تبدیل واحدهای گازی بزرگ به سیکل ترکیبی – جایگزینی نیروگاه‌های قدیمی کم‌اندامان با نیروگاه‌های سیکل ترکیبی – پیکسایی برق در کشور – کاهش تلفات توزیع برق – احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر – احداث نیروگاه CHPDG – توسعه نیروگاه‌های هم‌زمان برق و حرارت – تولید خودروهایی برقی و هیبریدی صفر به‌دلیل تحریم – تولید خودروهایی پایه‌گاز سوز و انت ۱۳۵۹ و سواری به تعداد ۳۳۳۴۶۴۲ – تولید موتور سیکلت برقی به تعداد ۱۵۰۰۰ – تولید خودروهایی سبک دیزلی به تعداد ۱۴۷۶۸	ارائه شرکت ملی نفت ایران در خصوص اثر پروژه‌های جمع‌آوری گازهای فلر در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳ شامل گازی بند بلند مارون و واحدهای گاز مایع (NGL)، ۳۱۰۰، ۳۲۰۰ و خارک <sup>۱</sup>	۶۴/۲ (معادل ۸۹۲۴ میلیون مترمکعب گاز در سال)	۳۳۱۳۷
		گزارش عملکرد دستگاه‌ها در راستای قانون اصلاح الگوی مصرف سال ۹۵ و ۹۶	۳۰ (طی دو سال)	۸۸۰۰
وزارت صمت		گزارش عملکرد دستگاه‌ها در راستای قانون اصلاح الگوی مصرف سال ۹۷	۱۷	۵۰۰۰
		گزارش عملکرد وزارت صمت در راستای اقتصاد کم‌کربن تاثیر قابل توجه اما غیر قابل محاسبه به‌دلیل خلأ اطلاعات از میزان اثرگذاری در کاهش مصرف سوخت نسبت به شرایط عادی		

نام دستگاه	خلاصه‌ای از اقدامات قابل کمی‌سازی و ارزیابی اثرات کاهش انتشارات	مرجع	میزان انرژی صرفه‌جویی شده کل (میلیون بشکه معادل نفت خام)	تخمین میزان کاهش انتشارات (ktCO <sub>2</sub> eq)
وزارت کشور	توسعه ظرفیت ناوگان متروی شهری در ۸ کلان‌شهر کشور از طریق افزایش تعداد واگن‌های مترو (زیرمجموعه سازمان شهرداری‌ها)	محاسبه صرفه‌جویی انرژی جهت بهره‌برداری از منابع ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر توسط شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت	۲/۳ (۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹)	۷۴۴
	توسعه ظرفیت خطوط اتوبوس تندرو BRT شهری در ۸ کلان‌شهر دیگر کشور (زیرمجموعه سازمان شهرداری‌ها)	تأثیر قابل توجه اما غیر قابل محاسبه به دلیل خلأ اطلاعات از میزان اثرگذاری در کاهش مصرف سوخت نسبت به شرایط عادی		
	توسعه دولت الکترونیک	تأثیر قابل توجه اما غیر قابل محاسبه به دلیل خلأ اطلاعات از میزان اثرگذاری در کاهش مصرف سوخت نسبت به شرایط عادی		
وزارت راه و شهرسازی	مدیریت گاز مراکز دفن پسماند مشهد و شیراز و استحصال انرژی از گاز تولید شده در این مراکز	گزارش‌های سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های وزارت کشور	جمع‌آوری و مدیریت در حدود ۶ میلیون مترمکعب بیوگاز در هر سال	نزدیک به ۴۰ هزار مترمکعب در هر سال
	توسعه ظرفیت ناوگان حمل و نقل ریلی در کشور از طریق افزایش تعداد واگن‌های خطوط راه‌آهن	محاسبه صرفه‌جویی انرژی جهت بهره‌برداری از منابع ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر توسط شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت	۱/۱۶۵ (معادل ۱۹۰/۷ میلیون لیتر گازوئیل در فاصله سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹)	۵۱۳
	توسعه ۴۲۰ کیلومتر مسیر آرا‌ده‌های کشور از سال ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰	تأثیر قابل توجه اما غیر قابل محاسبه به دلیل خلأ اطلاعات از میزان اثرگذاری در کاهش مصرف سوخت نسبت به شرایط عادی		
سازمان انرژی اتمی	توسعه ۱۰۲۹۴ کیلومتر مسیر ریلی کشور از سال ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰	تأثیر قابل توجه اما غیر قابل محاسبه به دلیل خلأ اطلاعات از میزان اثرگذاری در کاهش مصرف سوخت نسبت به شرایط عادی		
	واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹ به میزان ۴۷۳۰۴ میلیون کیلووات ساعت برق تولید کرده و کلاً از ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ میزان صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی معادل ۷۴/۸ میلیون بشکه معادل نفت خام است.	گزارش عملکرد دستگاه‌ها در راستای قانون اصلاح الگوی مصرف سال ۹۵ و ۹۶	۱۱/۱۵ سالیانه	۳۳۰۰
	محاسبات سازمان حفاظت محیط زیست	محاسبات سازمان حفاظت محیط زیست	۲۲/۳	۶۶۰۰
سازمان برنامه و بودجه	اصلاح قیمت بنزین در آبان سال ۱۳۹۸ و کاهش حدود ۱۹ میلیون لیتری مصرف بنزین در کشور نسبت به ادامه وضع موجود	محاسبات سازمان حفاظت محیط زیست	۶۱/۱ در ۵ سال (با فرض کاهش پیک مصرف معادل ۱۹ میلیون لیتر بنزین در روز و فرض کاهش مصرف ۱۰ میلیون لیتر در روز برای متوسط سال اول و استهلاک تدریجی میزان مصرفه‌جویی طی ۵ سال)	۲۵۱۸۵ در ۱۰ سال

۱. با توجه به اینکه مربوط به اقدامات آتی وزارت نفت است در محاسبات جمع‌بندی لحاظ نشده است.



## ۵. فرصت‌های توسعه کم کربن در کشور

داده و منجر به کاهش عدم‌النفع‌های جایگزینی سوخت‌های مایع شده و از آسیب به محیط زیست و سلامت جامعه جلوگیری می‌کند. از آنجا که صرف توجه به مسائل محیط زیستی نظیر کاهش انتشارات گازهای گلخانه‌ای بدون در نظر گرفتن معیشت مردم و موضوعات اجتماعی و اقتصادی مرتبط با آن ناپایدار و محکوم به شکست است، علاوه بر موارد ذکر شده در حوزه انرژی، بررسی و تحلیل فرصت‌های شغلی پیش رو به واسطه گذار به اقتصاد سبز و توسعه کم کربن لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

### ۱-۵. اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی

افزایش مصرف غیر بهینه حامل‌های مختلف انرژی از یک سو و اتلاف و هدررفت انرژی و عدم تکافوی میزان تولید متناسب با رشد مصرف به دلیل وجود محدودیت‌ها از سوی دیگر، کشور را با چالش ناترازی روبه گسترش انرژی در گاز، برق و سوخت روبه‌رو کرده است. در بخش گاز، به دلیل وابستگی بالای اکثر بخش‌های مصرفی کشور به گاز طبیعی، به‌رغم قرارگیری ایران در رتبه دوم دارنده ذخایر گازی دنیا، کشور با مشکل ناترازی فصلی و کلی تأمین گاز روبه‌رو است. در بخش برق که یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های توسعه کشور است و تأمین پایدار آن علاوه بر پیشرفت اقتصادی، افزایش سطح رفاه اجتماعی را نیز به دنبال دارد، ناترازی در تابستان تشدید یافته است. در بنزین و گازوئیل نیز میزان تقاضا از عرضه پیشی گرفته و اختلاف آن بیشتر نیز خواهد شد [۱۱]. بهینه‌سازی انرژی به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری کمتر، پایدار بودن انرژی حاصل از بهینه‌سازی، محدودیت در تأمین منابع انرژی در دسترس و بین‌النسلی بودن منابع انرژی، باید در اولویت بالاتری نسبت به طرح‌های افزایش تولید قرار گیرد [۱۲]. اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در کشور در بخش‌های مختلف اعم از بخش ساختمان، حمل‌ونقل و ... یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر بوده که می‌تواند به‌طور چشمگیری موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور نیز گردد.

### ۲-۵. تنوع‌بخشی به سبد انرژی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

براساس برآورد سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا)، ایران بدون در نظر گرفتن برق قابل استحصال از زیست‌توده، دارای پتانسیل تولید ۱۲۴ هزار مگاوات برق از منابع تجدیدپذیر است که ۷۱ هزار مگاوات آن سهم انرژی خورشیدی و ۴۹ هزار مگاوات آن مربوط به انرژی بادی می‌باشد [۱۳]. در حال حاضر توان اسمی تولید برق در کشور به ۹۰/۹ هزار مگاوات می‌رسد و سهم برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر از کل توان تولیدی برق کشور در حدود ۱/۱ درصد برآورد می‌گردد، این در حالی است که به‌صورت متوسط حدود ۱۲/۸ درصد از

فهرست انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش‌های مختلف کشور براساس گزارش ملی سوم نشانگر این واقعیت است که از مجموع تقریبی ۸۳۰ میلیون تن (معادل دی‌اکسید کربن) انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۰، حدود ۸۱ درصد در سیستم انرژی و مابقی در بخش غیرانرژی تولید شده است. سهم نزدیک به ۸۱ درصدی از انتشارات گازهای گلخانه‌ای کشور در سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد که مسیر توسعه کم کربن از مسیر مدیریت انرژی عبور می‌کند. در حال حاضر کشور با ناترازی عرضه و تقاضای انرژی روبه‌رو است و به‌رغم مسئله تولید، در بخش مصرف با هدررفت بسیاری روبه‌رو است، به‌نحوی که در حال حاضر شاخص شدت انرژی در ایران حدود ۲ برابر متوسط جهان و ۳ برابر کشورهای توسعه‌یافته است. از این رو توجه به بهبود وضعیت فرایند تولید تا مصرف نهایی انرژی در کشور فارغ از مسائل محیط زیستی یک ضرورت است که یکی از مزایای آن، کاهش انتشار کربن نیز خواهد بود، از این رو پیاده‌سازی طرح‌های مدیریت و بهینه‌سازی انرژی یک فرصت برای کاهش انتشار خواهد بود. یکی از مهم‌ترین ابعاد امنیت انرژی، تنوع‌بخشی به سبد تأمین انرژی می‌باشد. تنوع‌بخشی به‌عنوان افزایش سهم منابع مختلف انرژی و ایجاد توازن بین آنها برای کاهش تمرکز و وابستگی به یک حامل انرژی تعریف می‌شود. متنوع کردن سبد منابع تولید انرژی با لحاظ نمودن شرایط کشور این اجازه را می‌دهد که در صورت ایجاد اختلال در عرضه یکی از منابع انرژی، با استفاده از سایر منابع از اختلال ممکن جلوگیری نمود. سبد تولید انرژی اولیه کشور شامل گاز طبیعی، فراورده‌های نفتی، زغال سنگ، برق (حاصل از آبی، هسته‌ای و تجدیدپذیر) می‌باشد که دارای وابستگی بالایی به گاز طبیعی است. این مسئله باعث شده تا بیش از ۸۰ درصد از سوخت مصرفی نیروگاه‌های حرارتی در کشور به گاز طبیعی وابسته باشد. این تمرکز و تکیه بالای تولید برق از یک منبع انرژی خاص می‌تواند شامل خطرات غیرقابل پیش‌بینی فراوانی باشد. در همین راستا تکیه بالای تولید برق به گاز طبیعی و ازسویی وقوع ناترازی گاز طبیعی در کشور منجر به ایجاد چالش در تأمین پایدار سوخت نیروگاه‌ها شده است. از آنجایی که بخشی از ناترازی گاز طبیعی در کشور با جایگزینی سوخت مایع (گازوئیل و مازوت) در نیروگاه جبران می‌شود، آسیب‌های زیادی از همین محل به کشور وارد می‌شود که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به عدم‌النفع اقتصادی ناشی از تفاوت قیمت سوخت مایع صادراتی ایران نسبت به گاز طبیعی، افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات نیروگاهی به دلیل خاصیت خوردگی سولفور موجود در مازوت، تأثیرات منفی محیط زیستی سوخت‌های مایع اشاره کرد. از این رو تنوع‌بخشی به سبد تولید برق با کمک سایر منابع انرژی از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر علاوه بر کمک به حل مسئله ناترازی، امنیت تولید انرژی کشور را افزایش



زمینه را برای توسعه کشور با در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی فراهم می‌آورد. نتایج مستخرج از گزارش آژانس بین‌المللی انرژی با عنوان «بازیابی پایدار» که در سال ۲۰۲۰ منتشر شده نشان می‌دهد که در بین اقدامات مرتبط با اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی، بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها و صنایع بالاترین میزان اشتغال‌زایی را در بین طرح‌های افزایش بهره‌وری انرژی به خود اختصاص داده‌اند. برآوردهای ساتبا در سال ۱۳۹۷ نیز نشان می‌دهد که تنوع‌بخشی به سبد انرژی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر اشتغال‌زایی قابل توجهی به همراه خواهد داشت [۱۵].

#### ۴-۵. توسعه اقتصاد چرخشی در کشور

بازیابی مواد در کنار بازیابی انرژی دو پایه و اساس بازیابی منابع و از نشانه‌های مدیریت پایدار پسماند است. اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران در آذرماه سال ۱۴۰۰ در گزارشی با عنوان «ساماندهی کسب و کارهای لجستیک معکوس» فرصت‌های قابل دسترس بوسیله تکمیل زنجیره بازیافت کشور را تشریح نموده است. بر این اساس با تکمیل زنجیره بازیافت کشور، ۱۰ میلیارد دلار از فرایند بازیافت ارزش افزوده حاصل خواهد شد که علاوه بر پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی [۱۶]، اشتغال پایدار بیش از یک میلیون نفری را به همراه خواهد داشت و موجب کاهش انتشار سالیانه ۲۲ میلیون تنی گازهای گلخانه‌ای خواهد شد [۱۷]. علاوه بر این دفن نزدیک به ۷۵ درصد از پسماند عادی تولیدی در کشور، باعث انتشار نزدیک به ۱۹ میلیون تن گازهای گلخانه‌ای در سال ۱۴۰۱ شده است که استحصال و مدیریت گاز مراکز دفن یکی از فرصت‌های این حوزه است [۱۸]. نتایج گزارش آژانس بین‌المللی انرژی در خصوص اقدامات مرتبط با هزینه‌کرد در زمینه تولید محصولات مرتبط با کاهش انتشار کربن، به‌واسطه نیاز بالای فرایند بازیافت و تولید سوخت زیستی به نیروی کار، این دو اقدام، بالاترین ضریب اشتغال‌زایی را به خود اختصاص داده‌اند [۱۹].

برق تولیدی در دنیا از منابع تجدیدپذیر تأمین می‌شود. براساس آمارهای بین‌المللی تا سال ۲۰۵۰ میلادی میزان تقاضای برق ۱/۶ برابر خواهد شد که برق تجدیدپذیر با ۴۳ درصد، بیشترین سهم تولید برق را خواهد داشت [۱۴]. طبعاً هر چه قدر تولید برق تجدیدپذیر در کشور افزایش یابد به معنای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی است که موجب کاهش پیامدهای نامطلوب استفاده از سوخت‌های فسیلی شامل کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن، صرفه‌جویی در مصرف آب و عدم انتشار آلاینده‌های محلی و بهبود کیفیت هوا خواهد شد. در سال ۱۴۰۱ ایران با تولید ۱۷۶۴ میلیون کیلووات ساعت برق تجدیدپذیر،<sup>۱</sup> از انتشار ۹۸۲ هزار تن گاز گلخانه‌ای جلوگیری کرده است. این مسئله باعث شده تا مصرف گاز نیز به میزان حدود ۴۷۵ میلیون مترمکعب کاهش یابد. یکی دیگر از نکاتی که باید به آن توجه کرد، کاهش مصرف آب به‌واسطه نیروگاه‌های تجدیدپذیر است. در سال ۱۴۰۱، با توجه به میزان تولید برق ذکر شده، حدود ۳۹۱ میلیون لیتر آب نیز نسبت به نیروگاه‌های حرارتی صرفه‌جویی شده است.<sup>۲</sup> بدیهی است با افزایش سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر، میزان تولید آلاینده کاهش یافته و میزان صرفه‌جویی در سوخت و آب افزایش بیشتری خواهد داشت. گفتنی است که انرژی تجدیدپذیر نیز دارای برخی ملاحظات محیط زیستی است و اعداد اشاره شده در مقایسه به تولید برق حرارتی بوده است.

#### ۳-۵. ایجاد فرصت‌های شغلی پایدار

همان‌گونه که پیشتر به آن اشاره گردید، ارائه راهکارهای پایدار در خصوص رفع معضلات محیط زیستی در گروی توجه به معیشت و اشتغال مردم به‌عنوان ابعاد اقتصادی و اجتماعی موضوعات پیش روی کشور است. فرصت‌های پیش روی کشور در زمینه اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی و همچنین تنوع‌بخشی به سبد انرژی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر علاوه بر منافع محیط زیستی و امنیت انرژی به‌واسطه ایجاد فرصت‌های شغلی جدید

۱. گزارش‌های آماری آب و برق، وزارت نیرو، فروردین تا اسفند ۱۴۰۱.

۲. محاسبات نگارنده.

۳. براساس ادعای ساتبا اگر طی سال‌های آینده حداقل ۲۰۰۰ مگاوات از ظرفیت تجدیدپذیرها در کشور به مولدهای خورشیدی اختصاص یابد بالغ بر ۴۰ هزار اشتغال مستقیم و غیرمستقیم در این بخش ایجاد خواهد شد.

## ۶. جمع‌بندی و ارائه راهکارهای پیشنهادی



انتشار گازهای گلخانه‌ای «به شماره مسلسل ۱۸۸۸۳ تلاش نموده است ضمن بررسی تجربیات کشورهای جهان در خصوص تجارت انتشار گازهای گلخانه‌ای، الزامات استقرار آن در کشور را از منظر چارچوب‌های نهادی، نظارتی و اجرایی ارائه نماید که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

**به روزرسانی گزارش اقدامات دستگاه‌ها در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای:** آخرین برآورد صورت گرفته در خصوص اقدامات دستگاه‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۱۴۰۰ توسط سازمان حفاظت محیط زیست انجام شده است. در این راستا ضروری است دستاوردهای کاهش انتشار کشور توسط سازمان حفاظت محیط زیست و با همکاری دستگاه‌های مختلف به روزرسانی و مستند شود.

**ارتقای تعاملات با کشورهای هم‌سو در راستای تقویت سازوکارهای انتقال فناوری:** اهمیت سازوکارهای انتقال فناوری در تمامی موافقت‌نامه‌های بین‌المللی تغییر اقلیم مورد تأکید قرار گرفته و بستری برای اجرایی شدن آن نیز فراهم شده است. متأسفانه کشور ایران طی سالیان اخیر به دلیل تحریم‌های بین‌المللی با محدودیت‌های جدی در انتقال فناوری روبه‌رو بوده است و همین موضوع موجب کند شدن سرعت حرکت کشور در مسیر توسعه کم‌کربن شده است. در راستای تحقق بند «۱۵» سیاست‌های کلی حوزه محیط زیست ابلاغی مقام معظم رهبری در خصوص بهره‌گیری مؤثر از فرصت‌ها و مشوق‌های بین‌المللی در حرکت به سوی اقتصاد کم‌کربن و تسهیل انتقال و توسعه فناوری‌ها و نوآوری‌های مرتبط، توصیه می‌گردد در سالیان آتی بهره‌گیری از ظرفیت‌های منطقه‌ای موجود در کشورهای حوزه خلیج فارس و همچنین تعاملات با قدرت‌های اقتصادی نوظهور نظیر گروه بریکس پلاس<sup>۱</sup> مدنظر قرار گیرد. از سویی دیگر با توجه به وجود نمونه‌های موفق در زمینه‌هایی نظیر اجرای کمربند سبز در جمهوری خلق چین به طول ۹۴۰ کیلومتر فرصت مناسبی جهت بهره‌گیری از این تجربیات و به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات است که می‌تواند در پیشبرد توسعه کم‌کربن در کشور مفیدفایده باشد.

کشورهای مختلف جهان براساس موافقت‌نامه پاریس در سندهای مشارکت معین ملی خود اهداف و زمان‌بندی‌هایی را برای کاهش انتشار اعلام کرده‌اند. در جمهوری اسلامی ایران نیز مطابق با سیاست‌های کلی محیط زیست ابلاغی مقام معظم رهبری در سال ۱۳۹۴ به گسترش اقتصاد سبز با استفاده از صنعت کم‌کربن و تقویت دیپلماسی محیط زیست برای حرکت به سمت اقتصاد کم‌کربن اشاره شده است. گزارش‌های سازمان حفاظت محیط زیست نشان می‌دهد که کل کاهش مصرف انرژی در اثر اقدامات دستگاه‌ها دست کم منجر به کاهش انتشارات معادل ۷۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن معادل شده است. برای حرکت به سمت توسعه کم‌کربن در کشور فرصت‌های متعددی وجود دارد که علاوه بر مزایای محیط زیستی، منافع اقتصادی نیز به همراه خواهد داشت. با توجه به معضل ناترازی گاز در کشور، بهینه‌سازی انرژی به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری کمتر، پایدار بودن انرژی حاصل از بهینه‌سازی، محدودیت در تأمین منابع انرژی در دسترس و توجه به بین‌النسلی بودن منابع انرژی، در مقایسه با طرح‌های افزایش تولید در اولویت قرار دارد و می‌تواند به‌طور چشمگیری موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور شود. علاوه بر این کشور ایران پتانسیل تولید ۱۲۴ هزار مگاوات برق از منابع تجدیدپذیر را دارد که طی سالیان آتی می‌تواند اشتغال‌زایی قابل توجهی را برای کشور به همراه داشته باشد. توسعه اقتصاد چرخشی در کشور نیز یکی از پیشران‌های اصلی توسعه کم‌کربن است. برآوردهای انجام شده نشان می‌دهد تکمیل زنجیره بازیافت کشور موجب کاهش انتشار سالانه ۲۲ میلیون تنی گازهای گلخانه‌ای می‌شود. با توجه به ضرورت حرکت به سمت اقتصاد کم‌کربن در کشور پیشنهادهای ذیل ارائه می‌شود:

**ایجاد سازوکار بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای:** طی سالیان اخیر تجارت انتشار گازهای گلخانه‌ای یک پاسخ سیاستی مناسب به تغییرات اقلیمی بوده که در سطح جهان مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا پیشنهاد می‌گردد سازمان حفاظت محیط زیست سازوکار بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای را با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط ظرف ۲ سال آینده ایجاد نماید. گزارش «درآمدی بر اجرای سامانه تجارت



## منابع و مآخذ



1. Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf E., Becker, W., Monforti-Ferrario, F., Quadrelli, R., Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Brandao De Melo, J., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J., Vignati, E., GHG emissions of all world countries, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/953332,JRC134504.
2. Wolf, M. J., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., Wendling, Z. A., et al. (2022). 2022 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. epi.yale.edu
3. Burck, J., Uhlich, T., Bals, C., Höhne, N., Nascimento, L (2023). Monitoring climate mitigation efforts of 59 countries plus the EU—covering 92% of the global greenhouse gas emissions. Berlin: CCPI. Accessed September, 7, 202۲.
۴. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. ۱۳۹۷. «بررسی طرح ردپای کربن در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، در راستای توافق نامه پاریس»، شماره مسلسل ۱۵۸۹۶.
۵. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. ۱۴۰۲. «اجلاس کاپ ۲۷، گامی مهم جهت اجرایی نمودن تعهدات»، شماره مسلسل ۱۸۸۸۰.
۶. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. ۱۴۰۲. «درآمدی بر اجرای سامانه تجارت انتشار گازهای گلخانه‌ای»، شماره مسلسل ۱۸۸۸۳.
۷. پژوهشگاه نیرو، ۱۴۰۰. «شناسایی هزینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های عرضه و تقاضای سیستم انرژی کشور (با تأکید بر بخش برق)».
۸. سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۴۰۲. «تدوین راهبرد مدیریت مصرف انرژی مبتنی بر اقتصاد سبز و صنعت کم کربن در جمهوری اسلامی ایران». مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت، ۱۳۹۸، دورنمای انرژی ایران.
۱۰. گزارش سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۴۰۰.
۱۱. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۲. «بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه (۱۷): بخش انرژی»، شماره مسلسل ۱۹۰۶۹.
12. Enerdata. 2023. World Energy & Climate Statistics – Yearbook
۱۳. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. ۱۴۰۲. «مسائل راهبردی بخش انرژی در برنامه هفتم توسعه (۷) – توسعه انرژی تجدیدپذیر»، شماره مسلسل: ۱۹۲۸۷
14. EIA, 2021. International Energy Outlook 2021 with projections to 2050.
۱۵. رفیعی، م. اشتغال‌زایی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی. ۱۳۹۷.
۱۶. رودباری، علی اکبر، غلامپور اربابستان، هومن، کاظم‌زاده خوبی، جواد و رضائی، مسعود. ۱۴۰۱. «پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی»، انتشارات سازمان جهاددانشگاهی صنعتی شریف.
۱۷. اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران. (۱۴۰۰). «ساماندهی کسب و کارهای لجستیک معکوس».
۱۸. سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، ۱۴۰۱. «نقشه راه و برنامه اجرایی مدیریت پسماند عادی کشور».
19. International Energy Agency. 2020. World Energy Outlook 2020



#### گزیده سیاستی

حرکت به سمت توسعه کم‌کربن در کشور در برگیرنده فرصت‌های متعددی نظیر اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی، تنوع بخشی سید انرژی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه اقتصاد چرخشی است که اقداماتی نظیر ایجاد بازار تبادل انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارتقای تعاملات با کشورهای هم‌سوی می‌تواند این مسیر را هموار نماید.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: [mrc@majles.ir](mailto:mrc@majles.ir)

وبسایت: [rc.majles.ir](http://rc.majles.ir)