

جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری

مطالعات سند ملی آمایش سرزمین

تغییرات اقلیمی (جلد اول - آثار و پیامدها بر سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین)



مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری
گروه پژوهشی آمایش سرزمین، توسعه و توازن منطقه‌ای
مجموعه گزارش شماره ۱۳۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شناسه گزارش

| مطالعات سند ملی آمایش سرزمین | |
|---|---|
| عنوان | تغییرات اقلیمی (جلد اول - آثار و پیامدهای بر سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین) |
| کد شناسه | ۹۹-۷-۱۰۱۸۵ |
| پدیدآورندگان | مدیر مطالعه: دکتر فرزام پوراصغر سنگاچین |
| ناظر | امور ذی‌ربط در سازمان برنامه و بودجه کشور: امور برنامه‌ریزی، نظارت و آمایش سرزمین |
| واحد ذی‌ربط در مرکز | گروه پژوهشی آمایش سرزمین، توسعه و توازن منطقه‌ای دبیر گروه: دکتر مرتضی مهرعلی تبار فیروزجایی اعضای گروه (به ترتیب الفباء): دکتر محسن ابراهیمی خوسفی، دکتر مینا ابوطالبی، دکتر مهدی رازپور، مهرداد کاشف مبارکه، مصطفی کشتکار و دکتر حمید محمدی |
| ناشر | مسئول هماهنگی و نظارت: سعید غلامی نتاج، مدیر کل دفتر خدمات پژوهشی و کاربست یافته‌های پژوهشی مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری |
| تاریخ انتشار | زمستان ۱۳۹۹ |
| مطالب این گزارش لزوماً بیانگر نظر رسمی سازمان برنامه و بودجه کشور و مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری نیست. حقوق معنوی اثر به پدیدآورندگان و حقوق مادی آن، به مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری سازمان برنامه و بودجه کشور تعلق دارد و استفاده از آن با ذکر مأخذ بلامانع است. | |
| آدرس: تهران - خیابان نجات الهی - خیابان سپند - پلاک ۱۶ شماره تماس: ۰۲۱-۴۳۳۰۶۰۰۰ - شماره پیام‌رسان: ۰۹۹۲۱۵۷۵۸۴۳۱۶ | |
| https://www.dfrc.ir/ | |

پیشگفتار

تنظیم روابط بین عوامل انسانی، اقتصادی و محیطی با انگیزه بهره‌مندی از سرزمین در جهت استفاده شایسته و پایدار از توان انسانی و طبیعی، مورد توجه آمایش سرزمین است. به بیانی دیگر، آمایش سرزمین به دنبال چیدمان سه مؤلفه مهم جمعیت، سرمایه و منابع طبیعی برای تحقق مطلوب‌ترین، عادلانه‌ترین و پایدارترین سازمان فضایی در سرزمین است. در این راستا، بدیهی است که آمایش سرزمین در چارچوب اصول مصوب، از طریق حفاظت کاربری‌های پایدار اراضی، افزایش بهره‌وری، کارایی و بازده اقتصادی، گسترش عدالت اجتماعی، رفع فقر و محرومیت، برقراری تعادل و توازن در برخورداری از سطح معقول توسعه و رفاه در تمام مناطق جغرافیایی، ایجاد و تحکیم پیوندهای اقتصادی درون و برون منطقه‌ای و هماهنگ‌سازی تأثیرات فضایی- زمانی سیاست‌های بخشی، استانی، منطقه‌ای و ملی به‌گونه‌ای عمل کرده تا بتواند اهداف چشم‌انداز بلندمدت توسعه کشور و مدیریت یکپارچه سرزمین را به‌صورت تحقق‌پذیر، متوازن، پایدار و عادلانه عملی سازد. در مجموع می‌توان چنین بیان داشت که آمایش سرزمین نوعی برنامه‌ریزی فضایی راهبردی است که با بهره‌مندی از خرد، دانش و بینش سرزمینی، به دنبال تحقق اهداف زیر است:

- توسعه فضایی متعادل و متوازن سرزمین با رعایت توان اکولوژیک؛
 - حفظ وحدت و یکپارچگی سرزمین؛
 - بهره‌وری بهینه از سرزمین، متناسب با ظرفیت‌های فضایی و موقعیت مکانی همچون هاب ارتباطی و اقتصاد دریاپایه؛
 - توجه ویژه به قلمروهای خاص سرزمینی؛
 - کاهش اختلاف در بهره‌مندی نواحی و اقوام گوناگون کشور از مواهب توسعه؛
 - ارتقاء بهره‌وری و کارایی اقتصادی؛
 - ارتقاء رقابت‌پذیری بین‌المللی، مبتنی بر فعال‌سازی مزیت‌های مغفول مانده و خلق مزیت‌های جدید سرزمینی
- و
- ارتقاء کیفیت زندگی ساکنان همه مناطق کشور.

آمایش سرزمین، با عنایت به اهمیت موضوع و ضرورت و نقش آن در نظام برنامه‌ریزی همواره مورد تأکید سازمان برنامه و بودجه کشور بوده، به نحوی که در پنج دهه گذشته، چهار دوره مطالعات آمایش سرزمین در کشور تجربه شده است. در ادامه تلاش‌های صورت گرفته برای تدوین سند ملی آمایش سرزمین؛ با احیای سازمان برنامه و بودجه کشور و توجه به اهمیت موضوع، با استناد به تکلیف قانونی ماده ۲۶ قانون برنامه ششم توسعه، تدوین سند ملی آمایش سرزمین مدنظر قرار گرفت و انجام مطالعات پشتیبان تدوین سند ملی آمایش سرزمین به مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری سپرده شد.

مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، به‌منظور بهره‌مندی حداکثری از مجموعه مطالعات و گزارش‌های انجام شده در کشور؛ بهره‌گیری از تمام اندوخته دولت و توان علمی کشور در راستای تدوین سندی جامع، به‌عنوان نقشه راه توسعه بلندمدت کشور، ساختار اجرایی تدوین سند ملی آمایش با هدف عضویت معاونت وزارتخانه‌ها

و دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط و همچنین اساتید و صاحب‌نظران برجسته کشور در ترکیب تمامی کارگروه‌ها، شکل داد و بر این اساس مطالعات سند ملی آمایش سرزمین در قالب ۱۹ گروه مطالعاتی با حضور بیش از ۷۰ نفر از صاحب‌نظران برجسته کشور و کارشناسان مجرب در حوزه‌های جمعیتی، محیط‌زیست، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی انجام پذیرفت که ماحصل آن تدوین بیش از ۵۰ جلد گزارش پشتیبان سند ملی آمایش سرزمین بوده که این گزارش بخشی از آن مجموعه است.

این مأموریت تاریخی در پایان سال ۱۳۹۹ با تصویب سند ملی آمایش سرزمین در شورایی عالی آمایش و ابلاغ آن به کلیه دستگاه‌های اجرایی کشور، به ثمر نشست و با آغاز به کار دولت سیزدهم و تأکیدات مقام محترم ریاست جمهوری بر اجرای بندهای این سند تحول‌آفرین، انتشار اسناد پشتیبان این سند ملی به منظور همراه‌سازی افکار خواص و آحاد جامعه در دستور کار مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری قرار گرفت. امید است نتایج حاصل از سند ملی آمایش سرزمین، راهنمای مناسبی برای تمامی ذی‌نفعان بوده و نویدبخش تحقق توسعه پایدار در سرزمین ایران باشد. در پایان واجب می‌دانیم مراتب تشکر و قدردانی صمیمانه خود از کلیه کسانی که در راهبری، هدایت و تدوین سند ملی آمایش سرزمین در قالب شورای مشورتی و سیاست‌گذاری، کمیته علمی و کمیته اجرایی سهمیم بوده‌اند را ابراز داریم.

مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری

فهرست مطالب

| عنوان | صفحه |
|---|------|
| خلاصه مدیریتی..... | أ |
| مقدمه | ۱ |
| ۱- مفهوم اثر گلخانه‌ای و گرمایش جهانی | ۲ |
| ۲- افزایش انتشار و غلظت گازهای گلخانه‌ای جو زمین و اثرات آن بر جوامع انسانی..... | ۵ |
| ۳- مقایسه تطبیقی شاخص‌های مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران و کشورهای منتخب جهان..... | ۱۳ |
| ۴- هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی بخش‌های مصرف‌کننده انرژی..... | ۳۳ |
| ۵- آثار و پیامدهای تغییر اقلیم بر کشور | ۳۹ |
| ۵-۱- آثار و پیامدهای تغییرات اقلیمی بر آب و هوای کشور..... | ۳۹ |
| ۵-۲- اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور..... | ۴۰ |
| ۵-۳- اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی، دامداری و شیلات..... | ۴۰ |
| ۵-۴- اثرات تغییر اقلیم بر جنگلها و مراتع کشور..... | ۴۱ |
| ۵-۵- اثرات تغییر اقلیم بر مناطق ساحلی..... | ۴۲ |
| ۵-۶- اثرات تغییر اقلیم بر بهداشت کشور..... | ۴۲ |
| ۵-۷- اثرات تغییر اقلیم بر تنوع زیستی کشور..... | ۴۳ |
| ۵-۸- اثرات تغییر اقلیم بر بخش انرژی..... | ۴۴ |
| ۵-۹- افزایش معضلات محیط‌زیستی فرامرزی به‌ویژه طوفان گرد و غبار..... | ۴۴ |
| ۶- واکنش جهانی برای رویارویی با تغییرات اقلیمی (کنوانسیون تغییر آب و هوا و پروتکل کیوتو)..... | ۴۵ |
| ۷- تعهدات جدید جامعه جهانی (مشارکت ملی در کاهش گازهای گلخانه‌ای) -اهداف معین مشارکت ملی..... | ۵۱ |
| ۸- سازگاری ساختار فضایی با تغییر اقلیم..... | ۵۴ |
| ۹- جمع‌بندی..... | ۵۹ |
| منابع..... | ۶۲ |

فهرست جداول

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۷ | جدول ۱: افزایش گازهای گلخانه‌ای اصلی جو زمین طی دوره ۲۰۱۷-۱۸۰۰ |
| ۱۴ | جدول ۲: کل مصرف نهایی انرژی و سرانه مصرف نهایی در خلال سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۵ |
| ۱۴ | جدول ۳: روند تغییرات سرانه مصرف انرژی در ایران و کشورهای منتخب جهان طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۴ |
| ۱۶ | جدول ۴: مصرف گاز طبیعی در ایران و کشورهای منتخب طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۵ |
| ۱۹ | جدول ۵: مقایسه تطبیقی میزان انتشار، جمعیت و تولید ناخالص داخلی ایران و کشورهای منتخب جهان |
| ۲۱ | جدول ۶: میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از تولید و مصرف انرژی کشور در سال ۱۳۹۵ |
| ۲۴ | جدول ۷: شاخص شدت انرژی در ایران، کشورهای منتخب و مناطق مختلف جهان ۲۰۱۲ |
| ۲۸ | جدول ۸: برخی از شاخص‌های کلیدی و رتبه CCPI ده کشور اول منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای |
| ۳۰ | جدول ۹: شاخص عملکرد تغییر آب و هوا در کشورهای منتخب در سال ۲۰۱۵ |
| ۳۵ | جدول ۱۰: مجموع هزینه‌های اجتماعی به تفکیک هر یک از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی |
| ۳۷ | جدول ۱۱: برآورد هزینه‌های تخلیه و فروافت محیط‌زیست |
| ۴۷ | جدول ۱۲: اعضای ضمیمه I کنوانسیون |
| ۴۷ | جدول ۱۳: اعضای ضمیمه II کنوانسیون |
| ۵۳ | جدول ۱۴: تعهدات ایران و کشورهای منتخب برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در توافق‌نامه پاریس |

فهرست شکل‌ها

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۳ | شکل ۱: پدیده اثر گلخانه‌ای..... |
| ۴ | شکل ۲: تشدید اثر گلخانه‌ای..... |
| ۱۱ | شکل ۳: نقشه وضعیت شدت سیل‌خیزی استان‌های کشور..... |
| ۳۲ | شکل ۴: شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا به تفکیک کشورها در سال ۲۰۱۵..... |

فهرست نمودارها

| عنوان | صفحه |
|---|------|
| نمودار ۱: غلظت گازهای گلخانه ای در جو و درجه حرارت زمین در ۱۶۰ هزار سال گذشته تا سال ۲۰۱۷..... | ۶ |
| نمودار ۲: رخدادهای بلایای ناشی از اقلیم و زلزله در آسیا و اقیانوسیه..... | ۹ |
| نمودار ۳: فراوانی وقوع سیلاب از دهه ۳۰ تا اواخر دهه ۹۰..... | ۱۰ |
| نمودار ۴: روند تغییرات سرانه مصرف انرژی در ایران و کشورهای منتخب جهان طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۴..... | ۱۵ |
| نمودار ۵: روند انتشار دی‌اکسیدکربن جهان طی دوره ۱۹۶۰-۲۰۱۴..... | ۱۷ |
| نمودار ۶: روند تغییرات کل دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی طی دوره ۱۳۵۵-۱۳۹۱..... | ۱۷ |
| نمودار ۷: روند تغییرات سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی در ایران..... | ۱۸ |
| نمودار ۸: سهم انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای به تفکیک بخش‌های مصرف‌کننده در سال ۱۳۹۱..... | ۲۱ |
| نمودار ۹: روند تحولات شدت مصرف انرژی در ایران طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۹۵..... | ۲۳ |
| نمودار ۱۰: روند تغییرات شدت کربن طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۴..... | ۲۵ |
| نمودار ۱۱: شاخص شدت کربن ایران و کشورهای منتخب..... | ۲۶ |
| نمودار ۱۲: هزینه نهایی اجتماعی به تفکیک هر یک از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی..... | ۳۴ |
| نمودار ۱۳: سهم هزینه‌های اجتماعی به تفکیک هر یک از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی..... | ۳۵ |

خلاصه مدیریتی

بسیاری از دانشمندان و در حال حاضر بسیاری از اقتصاددانان بر این باورند که محدودیت بعدی که جهان باید با آن مقابله کند، اثر حاصل از انتشار گازهای گلخانه‌ای یا تغییرات آب و هوای جهان است. سیستم آب و هوای کره زمین در ابعاد جهانی و منطقه‌ای تغییر کرده است که بخشی از این تغییرات به فعالیت‌های انسانی نسبت داده می‌شود. اصطلاح «تشدید اثر گازهای گلخانه‌ای» اشاره به این موضوع دارد که آب و هوای جهانی در اثر افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی در حال تغییر است. به موازات افزایش مصرف انواع سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است.

مطالعات و بررسی‌های گسترده‌ای که در سطح جهان انجام شده بیان می‌کنند که تغییرات منطقه‌ای اخیر در دمای کره زمین، پیامدهای انکارناپذیری برای نظام‌های فیزیکی و زیستی کره زمین در پی داشته است که جمهوری اسلامی ایران نیز از این پیامدها مصون نبوده و در حال حاضر با چالش‌های زیادی روبه‌رو است که در آینده این چالش‌ها افزایش خواهد یافت. تفکیک پیامدهای تغییر آب و هوا بر نظام‌های اجتماعی و اقتصادی از افزایش دفعات وقوع سیل و خشکسالی به شدت تأثیر پذیرفته‌اند. سیستم آب و هوای کره زمین، در ابعاد جهانی و منطقه‌ای تغییر کرده است که بخشی از این تغییرات به فعالیت‌های انسانی نسبت داده می‌شود که از مهم‌ترین این تغییرات می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- هوای کره زمین از سال ۱۸۶۰ تاکنون 0.2 ± 0.6 درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده است که دو دهه آخر قرن بیستم و همچنین سال ۲۰۱۸ در زمره گرم‌ترین سال‌های زمین بوده است؛
- افزایش دمای کره زمین در قرن بیستم در نیمکره شمالی احتمالاً بیش از تمامی قرون در هزار سال گذشته بوده است؛
- الگوهای بارش با افزایش تعداد بارندگی‌های شدید در بعضی از مناطق تغییر یافته و باعث افزایش تعداد بروز رخداد‌های حدی مانند سیل‌ها و خشکسالی‌ها شده است.
- از سال ۱۹۰۰ تاکنون سطح دریاها ده تا بیست سانتی‌متر افزایش یافته؛ بیشتر یخچال‌های واقع در مناطق غیرقطبی در حال آب شدن است و گستره و ضخامت یخ اقیانوس منجمد شمالی در تابستان‌ها کاهش می‌یابد.
- فعالیت‌های انسانی موجب افزایش گازهای گلخانه‌ای شده که این پدیده نیز افزایش دمای جو زمین را به دنبال داشته و در بعضی مناطق، افزایش غلظت آئروسول‌های حاوی سولفات باعث سرد شدن جو زمین شده است.

از میان مهم‌ترین پیامدهای منفی ناشی از تغییرات آب و هوا برای نظام‌های انسانی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش بازده محصولات کشاورزی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری
- کاهش بازده محصولات کشاورزی در عرض‌های میانی به ازای چند درجه سانتی‌گراد تغییر در درجه حرارت
- کاهش دسترسی به آب در مناطق کم‌آب
- افزایش ابتلا به بیماری‌های واگیر (مانند مالاریا) و امراض ناشی از مصرف آب آلوده (مانند وبا)
- افزایش مرگ و میر ناشی از گرمادگی
- افزایش خطر وقوع سیل در اثر بارندگی‌های شدید و افزایش سطح آب دریاها
- افزایش تقاضای انرژی برای سرمایش در تابستان
- افزایش وقوع سیل، لغزش زمین، بهمن و رانش زمین
- افزایش فرسایش خاک
- افزایش روان‌آب‌های حاصل از سیل که می‌تواند موجب تغذیه بیش از حد سفره‌های آب در اراضی سیل‌خیز شود
- افزایش فشار بر نظام‌های بیمه دولتی و خصوصی برای بیمه خسارت‌های ناشی از سیل
- افزایش مرگ و میر و بیماری در گروه‌های سنی سالخورده و اقشار فقیر در مناطق شهری
- افزایش گرمادگی و تلف شدن دام‌های اهلی و حیات وحش
- تغییر مقصد گردشگران
- افزایش احتمال وارد شدن خسارت به برخی از محصولات زراعی
- افزایش تقاضا برای وسایل الکترونیکی سرمازا و کاهش عرضه انرژی

از آثار سودمند تغییرات آب و هوا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- افزایش بازده محصولات کشاورزی در برخی مناطق عرض‌های میانی به ازای تغییر اندک در دمای منطقه
- افزایش دسترسی به آب در برخی مناطق کم‌آب جهان
- کاهش مرگ و میرهای زمستانه در عرض‌های میانی و بالا
- کاهش تقاضای انرژی در فصل زمستان

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر گازهای آلاینده در ایران به موازات افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی مانند بیشتر کشورهای در حال توسعه، افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است. بر اساس آخرین گزارش‌های موجود، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر گازهای آلاینده ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی از ۴۷/۹ میلیون تن

در سال ۱۳۵۵ با نرخ رشد سالانه ۶٫۵ درصد به حدود ۵۹۸٫۶ میلیون تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است که حدود ۱۲ برابر رشد را نشان می‌دهد. در سال ۲۰۱۸ جمهوری اسلامی ایران در بین ۲۰ کشور اول منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای در رتبه هفتم پس از کشورهای ژاپن و آلمان قرار گرفته است. این در حالی است که جمهوری اسلامی ایران با انتشار ۷۲۰ میلیون تن گازهای گلخانه‌ای تنها ۴۵۴ میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی (۲۸ درصد تولید ناخالص داخلی کره جنوبی) داشته است. در مجموع میزان انتشار دی‌اکسید کربن و مصرف انرژی ایران مانند کشورهای توسعه یافته است، اما میزان تولید ثروت آن به مانند این کشورها نبوده و از مصرف غیربهرینه آن حکایت دارد.

در سال ۲۰۱۵ شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا (CCPI) برای ۶۱ کشور محاسبه و رتبه‌بندی شد. بر اساس این محاسبات رتبه‌های اول تا سوم کماکان خالی مانده و هنوز هیچ کشوری نتوانسته به چنین جایگاهی دست پیدا کند. بر اساس این گزارش، در سال ۲۰۱۵ که ۵۸ کشور مورد بررسی قرار گرفته‌اند، کشورهای دانمارک، سوئد، بریتانیا، پرتغال و قبرس به ترتیب با امتیازهای ۷۷٫۷۶، ۷۱٫۴۴، ۷۰٫۹، ۶۷٫۲۶ و ۶۶٫۹۹ بالاترین رتبه و کشورهای عربستان سعودی، استرالیا، قزاقستان، کانادا و جمهوری اسلامی ایران به ترتیب با امتیاز ۲۴٫۱۹، ۳۵٫۵۷، ۳۸٫۸۱ و ۴۰٫۹۹ ضعیف‌ترین عملکرد را در این شاخص داشته‌اند.

نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده در زمینه تغییرات متغیرهای آب و هوایی ایران تا سال ۲۰۳۰ میلادی نسبت به دوره ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ (دوره پایه مشاهداتی) نشان می‌دهد:

- بارش کل کشور به میزان ۹ درصد کاهش خواهد یافت.
- تا سال ۲۰۳۰ میلادی تعداد بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در کشور تا ۴۰ درصد بیش از دوره پایه مشاهداتی افزایش خواهد یافت.
- دمای کشور تا سال ۲۰۳۰ میلادی تا حدود ۱ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.
- تعداد روزهای داغ (دمای بیش از ۳۰ درجه سلسیوس) در اکثر نقاط کشور افزایش و تعداد روزهای یخبندان کاهش می‌یابد.
- تعداد روزهای خشک در اکثر نقاط کشور افزایش یافته که غرب و جنوب شرق کشور با بیشترین تعداد روزهای خشک همراه خواهد بود که این افزایش منجر به وقوع خشکسالی در اکثر نقاط کشور خواهد شد.

همچنین تغییر اقلیم اثرات مخربی بر منابع آب کشور، کشاورزی، دامداری و شیلات، جنگل‌ها و مراتع، مناطق ساحلی، بهداشت، تنوع زیستی و بخش انرژی خواهد داشت و باعث افزایش معضلات محیط‌زیستی فرامرزی، به‌ویژه طوفان‌های گرد و غبار خواهد شد.

بنابراین سازگاری با این تغییرات و معکوس کردن روند انتشار گازهای گلخانه‌ای، موضوعی است که در کانون توجه جامعه جهانی قرار گرفته است و بازتاب آن را در کنفرانس تغییرات اقلیمی در پاریس در سال ۲۰۱۵ می‌توان مشاهده کرد که در آن کشورهای جهان تعهداتی را جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای بازه زمانی مختلف پذیرفته‌اند. جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و تعهدات کمی را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پذیرفته است که باید در بازه زمانی مشخص نسبت به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خود اقدام نماید.

مقدمه

همگام با جهانی شدن، موضوع محیط‌زیست نیز به عنوان یک مسئله جهانی مطرح شده است، زیرا کره زمین به منزله یک میراث مشترک که در آن نه تنها انسان‌ها بلکه همه زیست‌مندان حق حیات و بهره‌مندی از مواهب خدادادی را دارا می‌باشند. ماهیت مسائل زیست‌محیطی به گونه‌ای است که مرزبندی‌های قراردادی سیاسی در مورد آن‌ها صادق نیست، زیرا اجزاء تشکیل‌دهنده محیط‌زیست از چنان پیوستگی، پویایی و تحرکی برخوردارند که امکان کشیدن مرز برای آن‌ها هرگز متصور نمی‌باشد. این پویایی و درهم تنیدگی عناصر محیط‌زیست با یکدیگر باعث شده است تا هرگونه اختلال در هر یک از اجزای محیط‌زیست در یک محدوده جغرافیایی، سایر اجزا و مناطق جغرافیایی را در اقصی نقاط جهان نیز تحت تأثیر قرار دهد. به همین دلیل بسیاری از مسائل و مشکلات محیط‌زیستی که جامعه جهانی در حال حاضر با آن‌ها دست به گریبان است ماهیت فراملی داشته و فائق شدن به این معضلات در گرو همکاری و تشریک مساعی کلیه کشورهای جهان است. تغییرات اقلیمی نیز از این قاعده مستثنا نیست و ماهیت این پدیده به گونه‌ای است که آثار و پیامدهای آن تمامی موجودات زنده و همچنین تمامی جغرافیای سرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لذا برای کاهش آثار و پیامدهای این پدیده باید تمامی ارکان جامعه از سطوح محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی با یکدیگر همکاری نمایند.

از سوی دیگر ماهیت تغییرات اقلیمی به گونه‌ای است که آثار و پیامدهای آن بر مهم‌ترین منابع و پارامترهای محیط‌زیست از جمله میزان دما، میزان بارش، میزان دسترسی به آب به صورت مستقیم تأثیر گذاشته و به صورت غیرمستقیم نیز بر امنیت غذایی، بهداشت سلامت و سایر مؤلفه‌های زندگی بشر و سایر جانداران تأثیر می‌گذارد که مجموعه این عوامل نیز به نوبه خود بر برنامه‌های توسعه کشور به طور عام و سیاست‌ها و برنامه آمایش سرزمین به طور اخص تأثیر می‌گذارد. لذا در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های آمایشی تغییر اقلیم باید به آن محور فعالیت‌ها و بارگذاری‌ها در پهنه سرزمین مورد توجه قرار گیرد و هر گونه بارگذاری نیز بر اساس تحولات و سناریوهای اقلیمی انجام شود. با توجه به ویژگی‌های کشور از نظر توپوگرافی و همچنین موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن آن در کمربند خشک کره زمین آسیب‌پذیری شدید کشور در برابر این پدیده، توجه به ملاحظات تغییرات اقلیمی در سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه به طور عام، سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش به طور اخص از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است که باید در کانون توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران آمایش قرار گیرد.

با عنایت به مراتب فوق و با توجه به آغاز تدوین آمایش ملی کشور، فرصت مغتنمی است تا بتوان به شیوه‌ای علمی ملاحظات تغییر اقلیم در سیاست‌ها و برنامه‌های کشور، به‌ویژه آمایش سرزمین مورد توجه قرار داد و بارگذاری‌ها و فعالیت‌ها بر اساس این ملاحظات در سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین پیش‌بینی شود.

۱- مفهوم اثر گلخانه‌ای^۱ و گرمایش جهانی

وجود اثر گلخانه‌ای به صورت جهانی پدیده‌ای طبیعی و پذیرفته شده است که موجودیت و استمرار بقای بشر و سایر جانداران به کارکرد این پدیده بستگی دارد. بدون این پدیده، زندگی دست‌کم آن‌گونه که در کره زمین مشاهده می‌شود، نمی‌توانست روی کره زمین وجود داشته باشد؛ زیرا در فقدان پدیده اثر گلخانه‌ای، میانگین دمای زمین که هم‌اکنون حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد است به ۶- درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یافت. در شکل ۱ با استفاده از فیزیک پایه، ویژگی‌های اصلی اثر گلخانه‌ای نشان داده شده است.

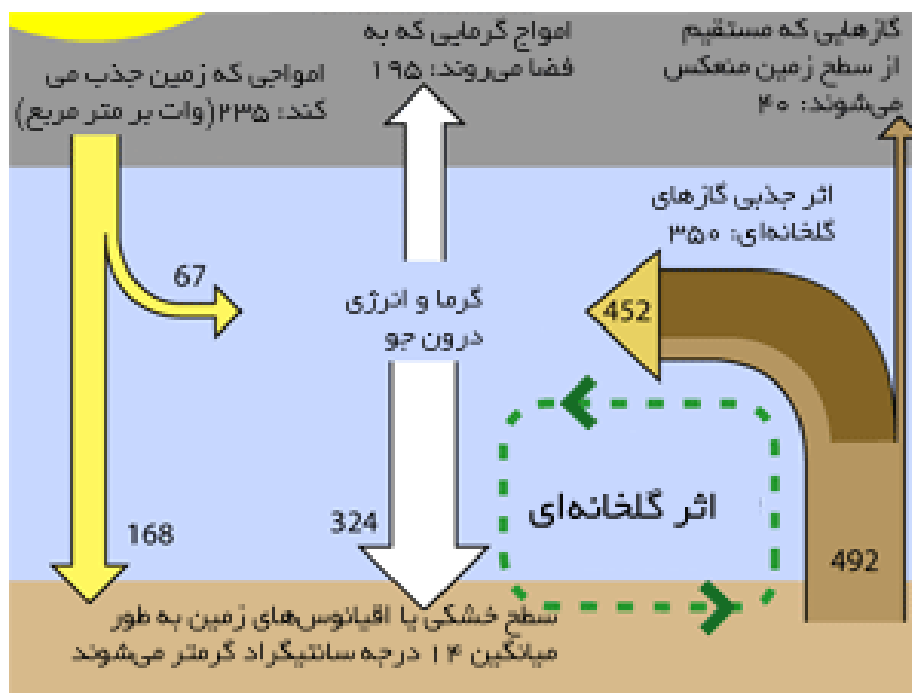
پیش از بحث در خصوص آثار و پیامدهای اثرات تغییر اقلیم لازم است تا ابتدا توضیحاتی درباره پدیده گلخانه‌ای ارائه شود. بر اساس برآوردهای علمی حدود ۶۰ درصد از تشعشعات خورشیدی که به سطح زمین می‌رسد، حدود ۱۸ درصد دوباره به فضا منعکس و باقیمانده آن موجب گرم شدن سطح زمین می‌شود. در اثر گرم شدن سطح زمین، تشعشعات مادون قرمز از آن ساطع می‌شود. گازهای گلخانه‌ای موجود در جو زمین این تشعشعات را جذب می‌کند و دوباره آن‌ها را به همه جهت‌ها، به‌ویژه به سطح زمین بازمی‌تاباند. بازتابش این تشعشعات مادون قرمز موجب گرم شدن لایه‌های پایین جو و سطح زمین می‌شود. گازهای گلخانه‌ای مانند یک حفاظ پیرامون سطح زمین عمل می‌کنند. این اثر به طور دقیق مانند شیشه موجود در یک گلخانه است و به همین دلیل نیز واژه اثر گلخانه‌ای را برای آن برگزیده‌اند.

پدیده اثر گلخانه‌ای از حدود دو سده پیش در فیزیک پایه شناخته شده بود. نخستین بار این موضوع توسط فوریر در سال ۱۸۲۷ مطرح شد که به شباهت‌های این پدیده با عملکرد یک گلخانه اشاره کرد. در اواسط سده نوزدهم عنوان شد که عصر یخبندان ممکن است در نتیجه کاهش دی‌اکسید کربن CO_2 که به عنوان گاز گلخانه‌ای شناخته می‌شود، حادث شده باشد. در سال ۱۸۹۶، آرنیوس^۲ شیمیدان سوئدی عنوان کرد که انتشار دی‌اکسید کربن CO_2 به جو زمین در نتیجه احتراق زغال سنگ پس از انقلاب صنعتی افزایش چشمگیری یافته و برآورد کرد که بر اثر دو برابر شدن دی‌اکسید کربن در جو زمین، دمای متوسط کره زمین حدود ۵ درجه افزایش خواهد یافت. در اواخر قرن بیستم، شناخت نقش ترکیب جو زمین در تعیین حرارت کره زمین و همچنین دیگر ویژگی‌های آب و هوایی، با گردآوری مجموعه‌ای از اطلاعات درباره شرایط موجود در دیگر کرات منظومه شمسی افزایش یافت.

مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو زمین تنها عامل تعیین‌کننده میانگین حرارت سطح زمین نیست. مقدار تشعشعات خورشیدی که وارد جو زمین می‌شود بسته به فعالیت‌های خورشید و حرکت کره زمین به دور

1. Green hous effect
2. Svante Arrhenius

خورشید متفاوت است. نسبت تشعشعاتی که به سطح زمین می‌رسد تحت تأثیر مقدار آئروسول‌ها - ذرات معلق موجود در اتمسفر - قرار دارد.



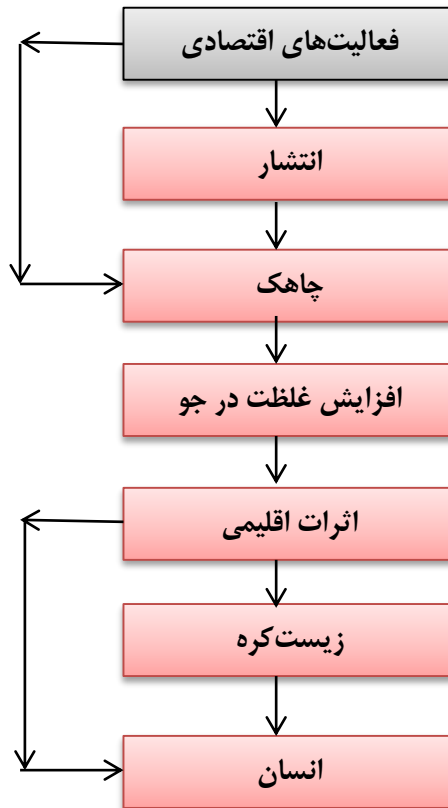
شکل ۱: پدیده اثر گلخانه‌ای

از زمان انقلاب صنعتی غلظت گازهای گلخانه‌ای جو در اثر فعالیت‌های اقتصادی بشر در حال افزایش بوده است. به نظر می‌رسد که در سده گذشته، آب و هوای کره زمین در حال تغییر بوده و میانگین حرارت سطح آن افزایش یافته است. اصطلاح «تشدید اثر گلخانه‌ای»^۱ اشاره به این موضوع دارد که آب و هوای جهانی در اثر افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی در حال تغییر است.

در تصویر کلی کارکرد تشدید اثر گلخانه‌ای نشان داده شده است. فعالیت‌های اقتصادی موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای به جو زمین می‌شود. آنچه برای آب و هوا حائز اهمیت است مقدار انتشار گازها نیست، بلکه غلظت آن است. این غلظت به انتشار و همچنین فرایندهایی که موجب حذف این گازها از جو زمین شده و به اصطلاح چاهک‌ها^۲ نامیده می‌شوند، بستگی دارد. عملکرد چاهک‌ها از فعالیت‌های اقتصادی تأثیر می‌پذیرد. تشدید اثر گلخانه‌ای موضوع بحث و جدل‌های فراوانی است. برخی ادعا کرده‌اند که تغییرات آب و هوا فراتر از شرایط معمول کره زمین نبوده و بنابراین نمی‌توان به صورت قطعی این تغییرات را به فعالیت‌های انسانی نسبت داد. با این حال، هم‌اکنون این دیدگاه‌ها بسیار کمتر از ده سال پیش است. آثار مستقیم این تغییرات بر رفاه

1. The enhanced greenhouse effects
2. Sinks

انسانی در نتیجه تنش‌های حرارتی، افزایش توفان‌ها، سیل و آثار غیرمستقیم که به صورت مؤثر بر دیگر گیاهان و جانوران در اثر کاهش بهره‌وری کشاورزی، یعنی کاهش تنوع زیستی نمایان می‌شوند.



شکل ۲: تشدید اثر گلخانه‌ای

مأخذ: کامان و استاگل، ۱۳۸۹

۲- افزایش انتشار و غلظت گازهای گلخانه‌ای جو زمین و اثرات آن بر جوامع انسانی

بسیاری از دانشمندان و در حال حاضر بسیاری از اقتصاددانان، بر این باورند که محدودیت بعدی که جهان باید با آن مقابله نماید اثر حاصل از انتشار گازهای گلخانه‌ای یا تغییرات آب و هوای جهان است. سیستم آب و هوای کره زمین در ابعاد جهانی و منطقه‌ای تغییر کرده است که بخشی از این تغییرات به فعالیت‌های انسانی نسبت داده می‌شود.

دهه‌های متمادی، دانشمندان میزان انباشت دی‌اکسید کربن در جو زمین در نتیجه احتراق سوخت‌های فسیلی را اندازه‌گیری کرده‌اند. در بیش از صد سال کاملاً آشکار شده است که دی‌اکسید کربن حرارت را جذب نموده و باعث افزایش دمای کره زمین شده است؛ مانند یک گلخانه که اجازه می‌دهد نور خورشید از جو زمین عبور کند، اما مانع می‌شود تا گرما از جو خارج شود. در سی سال گذشته مشخص شده است که سایر گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در نتیجه فعالیت‌های انسانی به صورت تصاعدی موجب تشدید پدیده گلخانه‌ای کره زمین می‌شوند که از مهم‌ترین این گازها می‌توان به متان (CH_4)، اکسید نیتروژن (NO_2) و کلروفلورهای کربن (CFCs) اشاره کرد که لایه ازن زمین را تهدید می‌کنند.

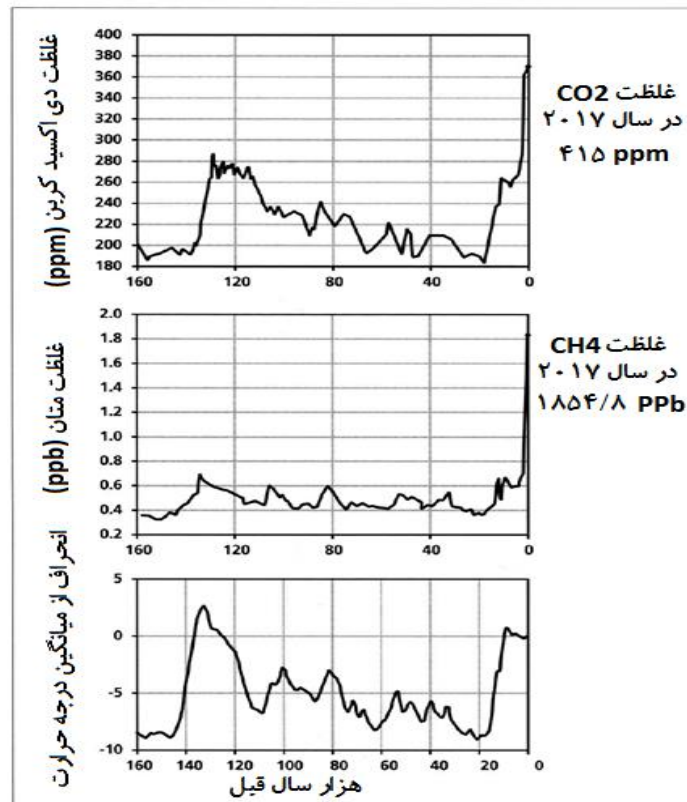
از زمان انقلاب صنعتی، غلظت گازهای گلخانه‌ای جو زمین در اثر فعالیت‌های اقتصادی بشر در حال افزایش بوده است. به نظر می‌رسد که در سده گذشته آب و هوای کره زمین در حال تغییر بوده و میانگین حرارت سطح آن افزایش یافته است. اصطلاح «تشدید اثر گازهای گلخانه‌ای» اشاره به این موضوع دارد که آب و هوای جهانی در اثر افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی در حال تغییر است. به موازات افزایش مصرف انواع سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است، به طوری که مقدار آن از حدود ۹/۴ میلیارد متریک تن در سال ۱۹۷۰ با نرخ رشد سالانه ۲٫۸ درصد به بیش از ۳۶٫۵ میلیارد متریک تن در سال ۲۰۱۸، یعنی حدود ۴ برابر افزایش را نشان می‌دهد که این پدیده کاملاً بر دخالت بشر در تغییرات اقلیمی دلالت می‌کند (اطلس جهانی کربن، ۲۰۱۸).^۱

اکنون برای دانشمندان کاملاً محرز شده است که دمای کره زمین در سال‌های گذشته تغییرات فاحشی داشته و این تغییرات را با سرعت زیاد نمی‌توان اصلاح یا تعدیل کرد. در واقع، این تغییرات از روند منظمی تبعیت نکرده است. در شکل ۳ روند تغییرات دمای کره زمین و غلظت دو گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن و متان را در جو زمین در ۱۶۰ هزار سال گذشته نشان داده است. دمای زمین و غلظت گازهای گلخانه‌ای در سال‌های یاد شده به موازات یکدیگر تغییر کرده است، هرچند که مشخص نیست کدام یک از این دو متغیر عامل اصلی

1. <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>

تأثیرگذار بر تغییرات دیگری است. به احتمال زیاد هر کدام از آنها در چارچوب مجموعه‌ای از حلقه‌های بازخورد پیچیده بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند.

اما مهم‌ترین پیام در نمودار ۱ این است که غلظت کنونی دی‌اکسید کربن و متان در جو زمین بسیار بیشتر از غلظت آن در ۱۶۰ هزار سال گذشته است. پیامدهای افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای هرچه باشد تردیدی نیست که موجب پر شدن چاهک‌های زمین با سرعتی بیش از توان خودپالایی زمین برای تخلیه آن خواهد شد. در حال حاضر عدم تعادل گسترده‌ای در کره زمین به وجود آمده است که به صورت تصاعدی نیز بدتر می‌شود.



نمودار ۱: غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو و درجه حرارت زمین در ۱۶۰ هزار سال گذشته تا سال ۲۰۱۷

مأخذ: مدوز و همکاران (۱۳۸۸)^۱

بررسی غلظت سه گاز گلخانه‌ای اصلی شامل دی‌اکسید کربن (CO₂)، گاز متان (CH₄) و اکسید نیتروز (N₂O) پس از انقلاب صنعتی از افزایش قابل توجه این گازها در جو زمین حکایت دارد. بر اساس آخرین اطلاعات

۱. مدوز، دونالد، یورگن راندرز و دنیس مدوز (۱۳۸۸). محدودیت‌های رشد (به هنگام شده پس از ۳۰ سال)، ترجمه علی حبیبی، فرزام پوراصغر سنگاچین، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی

موجود، غلظت گازی دی‌اکسید کربن پیش از انقلاب صنعتی معادل ۲۸۲,۹ قسمت در میلیون (ppm) بوده که در سال ۲۰۱۷ این غلظت به ۴۰۵,۱۹ قسمت در میلیون افزایش یافته است. غلظت گازهای متان و اکسید نیتروز نیز طی این دوره افزایش یافته و به ترتیب از ۷۵۰,۸ و ۲۷۳ قسمت در میلیارد (ppb) به ۱۴۴۹,۹ و ۳۳۰,۳۱ قسمت در میلیارد (ppb) طی این دوره افزایش یافته است (جدول ۱).

جدول ۱: افزایش گازهای گلخانه‌ای اصلی جو زمین طی دوره ۲۰۱۷-۱۸۰۰

| افزایش | سال | | نام گاز |
|----------|--------|-------|---|
| | ۲۰۱۷ | ۱۸۰۰ | |
| ۱۴۳ درصد | ۴۰۵,۱۹ | ۲۸۲,۹ | دی‌اکسید کربن (CO ₂) - قسمت در میلیون |
| ۲۶۴ درصد | ۱۸۴۹,۹ | ۷۵۰,۸ | متان (CH ₄) - قسمت در میلیارد |
| ۱۲۱ درصد | ۳۳۰,۲۶ | ۲۷۳ | اکسید نیتروز (N ₂ O) - قسمت در میلیارد |

source: European Environment Information and Observation Network (Eionet) (2018), available at¹

مطالعات و بررسی‌های گسترده‌ای که در سطح جهان انجام شده بیان می‌کنند که تغییرات منطقه‌ای اخیر در دمای کره زمین پیامدهای انکارناپذیری برای نظام‌های فیزیکی و زیستی کره زمین در پی داشته است که جمهوری اسلامی ایران نیز از این پیامدها مصون نبوده و در حال حاضر با چالش‌های زیادی روبه‌رو است که در آینده این چالش‌ها افزایش خواهد یافت. تفکیک پیامدهای تغییر آب و هوا بر نظام‌های اجتماعی و اقتصادی از افزایش دفعات وقوع سیل و خشکسالی به شدت تأثیر پذیرفته‌اند.

بسیاری از دانشمندان و نیز در حال حاضر بسیاری از اقتصاددانان، بر این باورند که محدودیت بعدی که جهان باید با آن مقابله نماید، اثر حاصل از انتشار گازهای گلخانه‌ای، یا تغییر آب و هوای جهان است. سیستم آب و هوای کره زمین، در ابعاد جهانی و منطقه‌ای تغییر کرده است که بخشی از این تغییرات به فعالیت‌های انسانی نسبت داده می‌شود که از مهم‌ترین این تغییرات می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- هوای کره زمین از سال ۱۸۶۰ تاکنون 0.2 ± 0.6 درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده است، که دو دهه آخر قرن بیستم و همچنین سال ۲۰۱۸ در زمره گرم‌ترین سال‌های زمین بوده است؛
- افزایش دمای کره زمین در قرن بیستم در نیمکره شمالی احتمالاً بیش از تمامی قرون در هزار سال گذشته بوده است؛
- الگوهای بارش با افزایش تعداد بارندگی‌های شدید در بعضی از مناطق تغییر یافته است و باعث افزایش تعداد بروز رخداد‌های حدی مانند سیل‌ها و خشکسالی‌ها شده است (پیرابند ۱)؛

1. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/atmospheric-concentration-of-carbon-dioxide>

- از سال ۱۹۰۰ تاکنون سطح دریاها ده تا بیست سانتی‌متر افزایش یافته؛ بیشتر یخچال‌های واقع در مناطق غیرقطبی در حال آب شدن است و گستره و ضخامت یخ اقیانوس منجمد شمالی در تابستان‌ها کاهش می‌یابد؛
 - فعالیت‌های انسانی موجب افزایش گازهای گلخانه‌ای شده است که این پدیده نیز افزایش دمای جو زمین را به دنبال داشته و در بعضی مناطق، افزایش غلظت آئروسول‌های حاوی سولفات^۱ باعث سرد شدن جو زمین شده است؛
 - بیشترین دلایل گرم شدن کره زمین را در پنجاه سال گذشته می‌توان به فعالیت‌های انسانی نسبت داد؛
 - دهه‌های متمادی، دانشمندان میزان انباشت دی‌اکسید کربن در جو زمین را در نتیجه احتراق سوخت‌های فسیلی اندازه گرفته‌اند، به‌ویژه در ۵۰ سال گذشته مشخص شده است گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در نتیجه فعالیت‌های انسانی به صورت تصاعدی موجب تشدید پدیده گلخانه‌ای کره زمین شده است.
- مقابله سریع با تغییرات آب و هوای جهان کار ساده‌ای نیست، زیرا آب و هوا به طور طبیعی روزانه و سالانه تغییر می‌کند؛ اما اقلیم، میانگین تغییرات بلندمدت آب و هوا را نشان می‌دهد. به همین دلیل، این تغییرات صرفاً در بلندمدت قابل سنجش و اندازه‌گیری بوده و عدم قطعیت‌های زیادی در خصوص آن‌ها وجود دارد. با این حال، شواهد حاصل از گرم شدن جهان که از دو دهه پیش تاکنون ثبت شده، نشان می‌دهد که روند تجمع گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر به میزان هشداردهنده رسیده است.
- بعضی بر این باورند که عدم قطعیت‌های موجود در این زمینه باعث به وجود آمدن نوعی ابهام شده است. به همین دلیل تشریح شفاف این موضوع بسیار حائز اهمیت است. در این زمینه، یافته‌های چند صد دانشمند و پژوهشگر عضو گروه هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC) ملل متحد، یافته‌ها و دیدگاه‌های خود را درباره تغییرات آب و هوایی به اثبات یافته‌های زیر تأکید کرده‌اند (IPCC, ۲۰۱۸):^۲
- این موضوع ثابت شده است که فعالیت‌های انسانی، به‌ویژه احتراق سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدایی، عامل اصلی افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای است.
 - این مسئله به اثبات رسیده است که غلظت دی‌اکسید کربن (اولین و مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای) در جو زمین به صورت نمایی افزایش می‌یابد. غلظت CO₂ جو در دهه‌های متمادی در حال افزایش بوده است.

1. Sulfate Aerosols

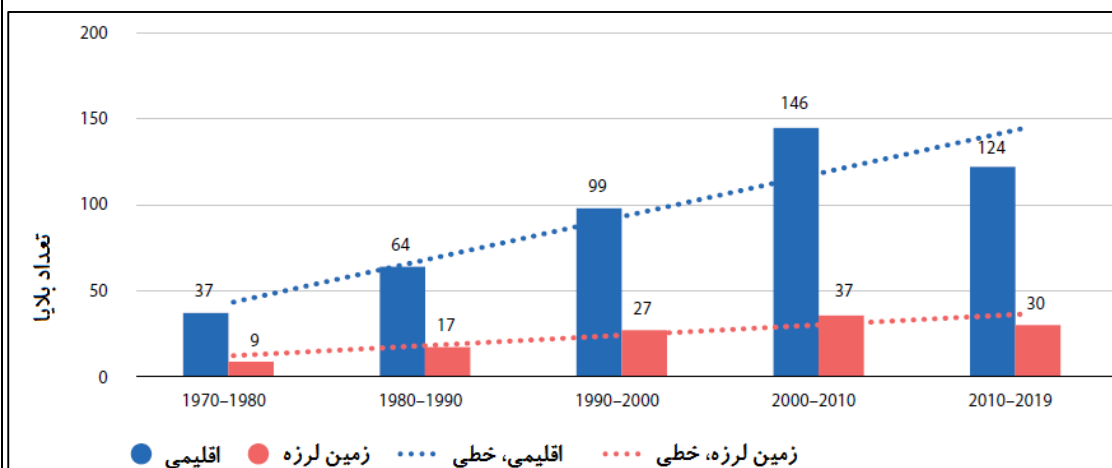
2. Summary for Policymakers (2018), available at:

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/03_SROCC_SPM_FINAL.pdf

- روندهای تاریخی غلظت دی‌اکسید کربن را می‌توان از حباب‌های حبس شده در لایه‌های یخ اندازه‌گیری کرد که دستگاه‌های خاص از یخ‌های قطبی نمونه‌برداری می‌کنند.
- گرمای حبس شده در جو زمین، دمای کره زمین را افزایش می‌دهد.
 - گرم شدن زمین به صورت ناهمگن در مناطق مختلف توزیع می‌شود، به گونه‌ای که افزایش گرما در مناطق قطبی بیش از مناطق نزدیک خط استواست. بنابراین، وضعیت جوی و آب و هوای زمین تا حد زیادی به اختلاف تفاوت دمای بین نواحی قطبی و مناطق استوایی بستگی دارد، به همین دلیل جهت و قدرت باد، میزان بارش و جریان آب اقیانوس‌ها تغییر خواهد یافت.
 - در صورت افزایش دمای کره زمین، اقیانوس‌ها گسترش می‌یابند و سطح آب دریاها افزایش خواهد یافت. چنانچه افزایش دمای کره زمین به اندازه‌ای باشد که موجب ذوب شدن یخ‌های قطبی در ابعاد و کمیت زیاد شود سطح آب دریاها به میزان قابل ملاحظه‌ای و در زمانی بلندمدت، افزایش می‌یابد.

پیرا بند ۱: افزایش سیل‌های ویرانگر در ایران در نتیجه تغییر اقلیم در ایران

اگرچه عدم قطعیت‌های زیادی در خصوص آثار و پیامدهای تغییر اقلیم در خصوص رخداد‌های حدی^۱ آب و هوایی، به‌ویژه وقوع رخداد‌های سیل و خشکسالی‌ها مطرح می‌شود؛ با وجود این، بررسی برخی از این رخدادها از جمله سیل در ایران از افزایش قابل توجه آن در سال‌های اخیر در منطقه آسیا و اقیانوسیه و ایران حکایت دارد که حداقل بخشی از علت‌های آن‌ها را می‌توان به تغییرات اقلیمی نسبت داد (نمودار ۲)



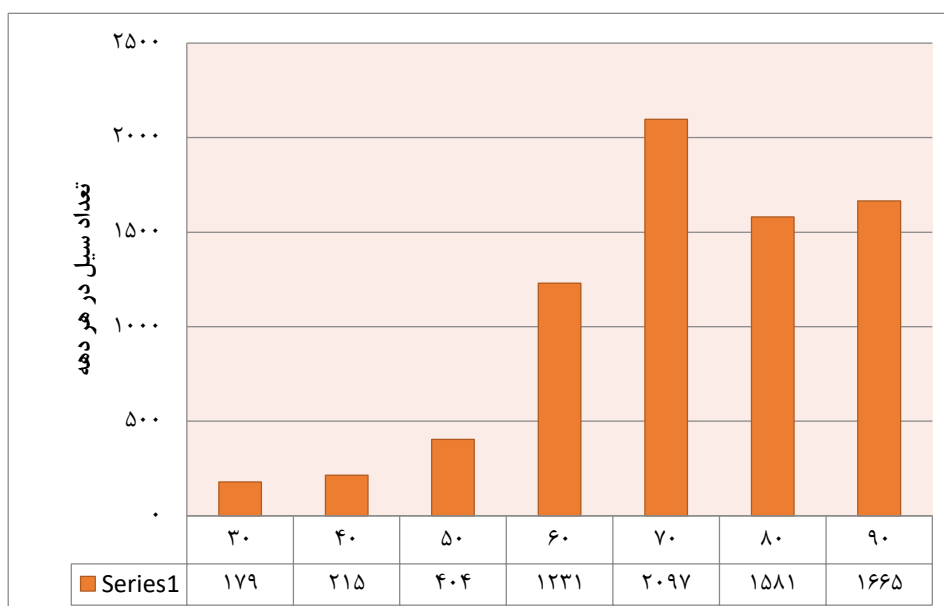
نمودار ۲: رخداد‌های بلایای ناشی از اقلیم و زلزله در آسیا و اقیانوسیه- میانگین در هر دهه

Source: ESCAP, based on EM-DAT (Accessed on 30 May 2019).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، رخداد‌های ناشی از تغییر اقلیمی از جمله سیل و خشکسالی طی دهه‌های اخیر در منطقه آسیا و اقیانوسیه افزایش قابل توجهی یافته و از میانگین ۳۷ رخداد در دهه ۱۹۸۰-۱۹۷۰ به ۱۴۶ رخداد در دهه ۲۰۱۰-

۲۰۰۰ و ۱۲۴ رخداد در دهه ۲۰۱۹-۲۰۱۰ افزایش یافته که مبین تأثیر تغییرات اقلیمی بر رخداد‌های آب و هوایی مانند سیل و خشکسالی در منطقه است.

جمهوری اسلامی ایران نیز روندهای مشابهی را طی دهه‌های اخیر تجربه کرده است و آمار و اطلاعات مختلف از افزایش قابل توجه رخداد‌های آب و هوایی مانند خشکسالی و سیل در ایران حکایت دارند. تغییر اقلیمی به همراه ویژگی‌های رودخانه‌ها و شرایط توپوگرافیک کشور و همچنین تخریب روزافزون جنگل‌ها و مراتع کشور و عدم رعایت حریم بسیاری از پهنه‌های آبی کشور باعث شده است تا در سال‌های اخیر تعداد، دامنه و شدت خسارات سیل در ایران به میزان قابل توجهی افزایش پیدا کند که این پدیده کشور را در برابر سیل‌های ادواری بسیار آسیب‌پذیر کرده است. نمودار ۳ فراوانی وقوع سیل را در دهه‌های اخیر در کشور نشان می‌دهد.

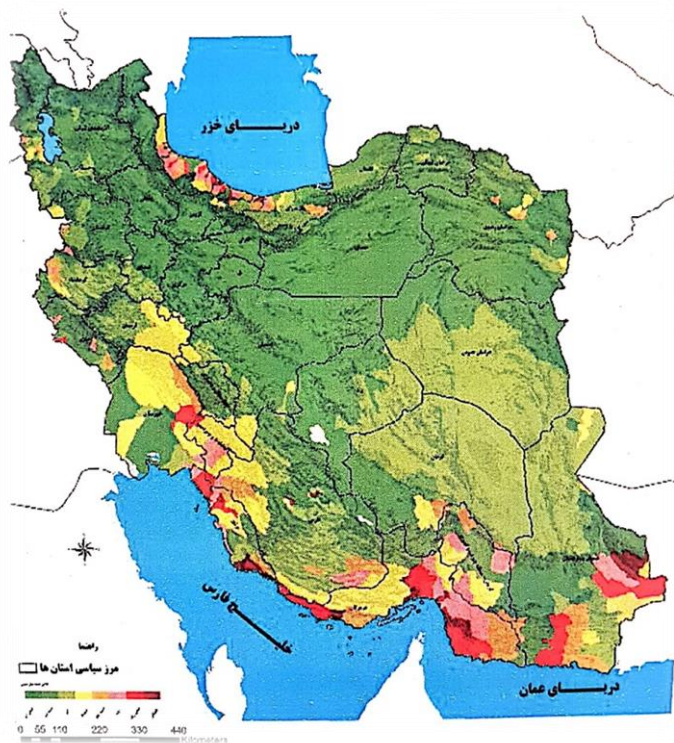


نمودار ۳: فراوانی وقوع سیلاب از دهه ۳۰ تا اواخر دهه ۹۰

مأخذ: اثربخشی فعالیت‌های آب‌بازداری و آبخوان‌داری در سیل‌های اخیر کشور (۱۳۹۸). سازمان جنگل‌ها، مراتع و آب‌بازداری کشور؛ معاونت آب‌بازداری، امور مراتع و بیابان، دفتر کنترل سیلاب و آبخوان‌داری

همان‌گونه که مشاهده می‌شود از دهه ۳۰ تعداد ۷۳۷۲ مورد سیل بزرگ و کوچک و بیشترین تعداد وقوع در دهه ۷۰ در کشور روی داده است. در دهه ۸۰ این تعداد کاهش داشته و مجدداً در دهه ۹۰ روند افزایشی را آغاز کرده است.

بر اساس گزارش سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۳۹۸) بخش زیادی از مناطق کشور در معرض سیل قرار دارند. حدود ۲۸ درصد مساحت کشور در معرض سیل‌های شدید و طغیانی و بقیه با درجات مختلفی در معرض سیل‌خیزی قرار دارند. بر اساس این گزارش، بخش‌های شمالی کشور و همچنین استان‌های ساحلی جنوب و بخش‌های زیادی از استان‌های خوزستان، لرستان و فارس نیز با شدت و ضعف‌هایی در معرض سیل قرار دارند (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه وضعیت شدت سیل خیزی استان‌های کشور

مأخذ: اثربخشی فعالیت‌های آب‌خیزداری و آبخوان‌داری در سیل‌های اخیر کشور (۱۳۹۸). سازمان جنگل‌ها، مراتع و آب‌خیزداری کشور؛ معاونت آب‌خیزداری، امور مراتع و بیابان، دفتر کنترل سیلاب و آبخوان‌داری

اگرچه در خصوص آثار و پیامدهای تغییر اقلیم بر کشور عدم قطعیت‌های زیادی از سوی برخی صاحب‌نظران مطرح می‌شود، اما افزایش شمار سیل‌ها در سال‌های اخیر تا حدود زیادی حاکی از آثار و پیامدهای تغییر اقلیم بر کشور است که باید در سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه کشور، به‌ویژه راهبردها و سیاست‌های آمایش سرزمین مورد توجه قرار گیرد.

نظام‌های طبیعی در معرض خطر تغییرات آب و هوا شامل یخچال‌ها، جزایر و تپه‌های مرجانی،^۱ جنگل‌های مانگرو^۲ (ماندابی)، جنگل‌های گرمسیری و قطبی، زیست‌بوم‌های قطبی و ناحیه آلپ، تالاب‌های مسطح پوشیده از چمن^۳ و علفزارهای بومی دائمی هستند. تنوع زیستی نیز به شدت تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. اگرچه فراوانی برخی از گونه‌ها ممکن است افزایش یابد، اما تغییرات آب و هوا برخی از گونه‌های آسیب‌پذیر را در معرض انقراض قرار می‌دهد و موجب کاهش تنوع زیستی می‌شود. این موضوع به‌طور کامل ثابت شده است که شدت و گستره این مخاطرات با افزایش شدت و مقدار تغییرات آب و هوا افزایش می‌یابد.

1. Coral reefs and atolls
2. Mangroves
3. Prairie wetlands

از میان مهم‌ترین پیامدهای منفی ناشی از تغییرات آب و هوا برای نظام‌های انسانی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش بازده محصولات کشاورزی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری
- کاهش بازده محصولات کشاورزی در عرض‌های میانی به ازای چند درجه سانتی‌گراد تغییر در درجه حرارت
- کاهش دسترسی به آب در مناطق کم آب
- افزایش ابتلا به بیماری‌های واگیر (مانند مالاریا) و امراض ناشی از مصرف آب آلوده (مانند وبا)
- افزایش مرگ و میر ناشی از گرم‌زدگی
- افزایش خطر وقوع سیل در اثر بارندگی‌های شدید و افزایش سطح آب دریاها
- افزایش تقاضای انرژی برای سرمایش در تابستان
- افزایش وقوع سیل، لغزش زمین، بهمن و رانش زمین
- افزایش فرسایش خاک
- افزایش رواناب‌های حاصل از سیل که می‌تواند موجب تغذیه بیش از حد سفره‌های آب^۱ در اراضی سیل‌خیز
- افزایش فشار بر نظام‌های بیمه دولتی و خصوصی برای بیمه خسارت‌های ناشی از سیل
- افزایش مرگ و میر و بیماری در گروه‌های سنی سالخورده و اقشار فقیر در مناطق شهری
- افزایش گرم‌زدگی و تلف شدن دام‌های اهلی و حیات وحش
- تغییر مقصد گردشگران
- افزایش احتمال وارد شدن خسارت به برخی از محصولات زراعی
- افزایش تقاضا برای وسایل الکترونیکی سرمازا و کاهش عرضه انرژی
- از طرف دیگر آثار سودمند تغییرات آب و هوا می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- افزایش بازده محصولات کشاورزی در برخی مناطق عرض‌های میانی به ازای تغییر اندک در دمای منطقه
- افزایش دسترسی به آب در برخی مناطق کم‌آب جهان
- کاهش مرگ و میرهای زمستانه در عرض‌های میانی و بالا
- کاهش تقاضای انرژی در فصل زمستان

۳- مقایسه تطبیقی شاخص‌های مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران و کشورهای

منتخب جهان

بخش انرژی مهم‌ترین رکن توسعه اقتصادی و اجتماعی هر جامعه‌ای محسوب شده و تعامل و سازگاری این بخش با سایر بخش‌ها از جمله محیط‌زیست و بخش‌های اقتصادی، یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های دستیابی به توسعه پایدار در هر جامعه‌ای قلمداد می‌شود. بخش انرژی از مرحله اکتشاف، فرآوری، توزیع تا مصرف نهایی، آثار و پیامدهای محیط‌زیستی متعددی را به وجود آورده و به طرق مختلف سلامت انسان و بسیاری از زیست‌بوم‌های حیاتی را در معرض انواع تهدیدهای جدی قرار می‌دهد. به همین دلیل کاهش و تقلیل اثرات سوء ناشی از مصرف انرژی، به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل در سطح جهان مطرح گردیده است.

در فرایند توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور در چند دهه گذشته، دو مسئله عمده در بخش انرژی مطرح بوده است. از یک سو رشد، توسعه اقتصادی و بهبود سطح زندگی مردم شرایطی را پدید آورده است که انرژی لازم برای استمرار فعالیت‌های تولیدی، خدماتی و گسترش آن‌ها تأمین شود و سیستم عرضه صرفاً بر اساس ملاحظات اجتماعی و بدون توجه به محدودیت‌های زیست‌محیطی، دنباله‌رو تقاضا گردد. از سوی دیگر وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای ارزی حاصله از فروش نفت و وابستگی انکارناپذیر بخش‌های اقتصادی و اجتماعی به بخش نفت، توسعه سایر بخش‌ها را بیش از پیش به این منابع تجدیدناپذیر وابسته کرده است.

برآیندهای تحولات فوق باعث شده مصرف بی‌رویه انرژی در کشور و انتشار طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای در کشور به وجود آید که آثار و پیامدهای سوء آن به صورت طیفی از مخاطرات زیست‌محیطی مانند آلودگی‌های هوا در کشور هویدا شده است. بر اساس اطلاعات موجود، کل مصرف نهایی انرژی^۱ در کشور در سال ۱۳۷۰ برابر ۴۴۵,۸ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است که با نرخ رشد سالانه ۵,۱۱ درصد به ۱۳۷۱,۱ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. طی این دوره سرانه مصرف نهایی انرژی نیز از ۸,۲ بشکه معادل نفت خام با نرخ رشد سالانه ۲,۸ درصد به حدود ۱۷,۱۵ بشکه معادل نفت خام افزایش یافته است (جدول ۲).

۱. انرژی نهایی عبارت است از هر نوع انرژی (اعم از اولیه و ثانویه) که پس از کسر تلفات توزیع و مقادیر ذخیره شده، برای خرید در دسترس مصرف‌کننده قرار می‌گیرد، مانند بنزین موجود در جایگاه‌های فروش یا برقی که در دسترس خانوار قرار می‌گیرد. انرژی نهایی در نقطه مصرف به انرژی مفید تبدیل می‌شود.

جدول ۲: کل مصرف نهایی انرژی و سرانه مصرف نهایی در طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۵

| سال | کل مصرف نهایی (میلیون بشکه معادل نفت خام) | نرخ رشد (درصد) | سرانه کل مصرف نهایی (بشکه معادل نفت خام) | نرخ رشد (درصد) |
|------|--|-------------------|---|-------------------|
| ۱۳۷۰ | ۴۴۵,۸ | - | ۸,۲ | - |
| ۱۳۸۰ | ۷۰۵,۴ | ۲,۵ | ۱۰,۷۸ | -۰,۳ |
| ۱۳۸۸ | ۱۱۶۷ | ۴,۸ | ۱۴,۱۵ | ۳,۴ |
| ۱۳۸۹ | ۱۱۴۹,۲ | -۱,۵ | ۱۳,۹۶ | -۱,۳ |
| ۱۳۹۰ | ۱۱۸۴,۶ | ۳,۰۸ | ۱۵,۷۶ | ۱۲,۸۹ |
| ۱۳۹۱ | ۱۱۸۱,۱ | -۰,۲۹ | ۱۵,۵۳ | -۱,۴۵ |
| ۱۳۹۲ | ۱۲۴۵,۷ | ۵,۴۶ | ۱۶,۱۷ | ۴,۱۲ |
| ۱۳۹۳ | ۱۳۱۸,۷ | ۵,۸۶ | ۱۶,۹۱ | ۴,۵۷ |
| ۱۳۹۴ | ۱۳۲۷,۵ | ۰,۶۶ | ۱۶,۸۲ | -۰,۵۳ |
| ۱۳۹۵ | ۱۳۷۱,۱ | ۳,۳ | ۱۷,۱۵ | ۱,۹۶ |

مأخذ: ترازنامه انرژی ۱۳۷۷، ۱۳۸۰، ۱۳۹۰، ۱۳۹۱، ۱۳۹۵ وزارت نیرو

بررسی تحولات مصرف انرژی در ایران و کشورهای منتخب جهان در خلال چند دهه گذشته تفاوت‌های زیادی را آشکار می‌سازد. بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۷، سرانه مصرف انرژی در ایران از حدود ۱۲۳۰ کیلوگرم معادل نفت خام با نرخ رشد سالانه ۳,۸۷ درصد به حدود ۳۰۶۰ کیلوگرم معادل نفت خام در سال ۲۰۱۴ رسیده است که این رقم بیش از متوسط جهانی (۰,۶ درصد در سال) بوده است (جدول ۲). سرانه مصرف سایر کشورهای نیز طی این دوره در بیشتر کشورها روند افزایشی داشته است، به طوری که این رقم در کشور چین و کره جنوبی به ترتیب از ۷۶۷ و ۲۱۶۷ کیلوگرم معادل نفت خام در سال ۱۹۹۰ به ۲۲۳۷ و ۵۲۸۹ کیلوگرم معادل نفت خام در سال ۲۰۱۴ رسیده است. برعکس در برخی از کشورها از جمله کشور فرانسه این روند کاهشی بوده و سرانه مصرف از ۳۸۴۷ در سال ۱۹۹۰ با نرخ کاهشی ۰,۲۱- در سال ۳۶۵۹ کیلوگرم معادل نفت خام در سال ۲۰۱۴ رسیده است که مبین استفاده بهتر از انرژی در این کشور و سایر کشورهای مشابه است (جدول ۳ و نمودار ۴).

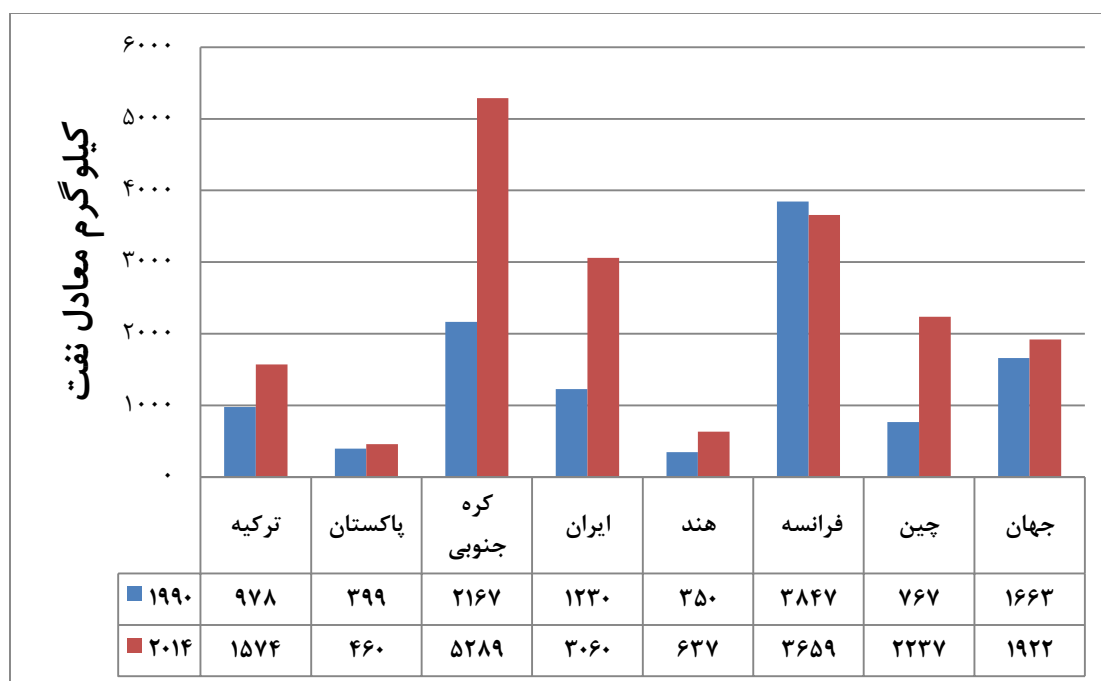
جدول ۳: روند تغییرات سرانه مصرف انرژی در ایران و کشورهای منتخب جهان طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۴

| نرخ رشد سالانه (%) | سال | | نام کشور |
|--------------------|------|------|-----------|
| | ۲۰۱۴ | ۱۹۹۰ | |
| ۲,۰۰ | ۱۵۷۴ | ۹۷۸ | ترکیه |
| ۰,۵۹ | ۴۶۰ | ۳۹۹ | پاکستان |
| ۳,۷۹ | ۵۲۸۹ | ۲۱۶۷ | کره جنوبی |
| ۳,۸۷ | ۳۰۶۰ | ۱۲۳۰ | ایران |

تغییرات اقلیمی (جلد اول - آمار و پیمانه‌ها بر سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین)

| | | | |
|-------|------|------|--------|
| ۲,۵۳ | ۶۳۷ | ۳۵۰ | هند |
| -۰,۲۱ | ۳۶۵۹ | ۳۸۴۷ | فرانسه |
| ۴,۵۶ | ۲۲۳۷ | ۷۶۷ | چین |
| ۰,۶۰ | ۱۹۲۲ | ۱۶۶۳ | جهان |

Source: World Development Indicators. World Bank, 2017



نمودار ۴: روند تغییرات سرانه مصرف انرژی در ایران و کشورهای منتخب جهان طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۴

Source: World Development Indicators. World Bank, 2017

یکی از مهم‌ترین دلایل کل مصرف نهایی انرژی در ایران، روند رو به افزایش مصرف گاز طبیعی در ایران است. وفور ذخایر گاز در ایران و سیاست‌های دولت برای توسعه گازرسانی به بخش‌های مختلف از جمله مصارف خانگی در سال‌های اخیر باعث شده است تا مصرف این سوخت فسیلی در کشور به میزان قابل توجهی افزایش پیدا کند. بر اساس گزارش بانک جهانی مصرف گاز طبیعی در ایران از ۹۲,۵ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۲۰۰۵ با نرخ رشد سالانه ۶,۴ درصد به ۱۷۲,۱ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۲۰۱۵ رسیده است که این رقم تقریباً معادل مصرف کشور چین (۱۷۷,۶ میلیون تن معادل نفت خام)، سه برابر کشور هند و ۶۸ درصد بیش از کشور ژاپن و حدود ۵ درصد کل مصرف جهان می‌باشد (جدول ۴).

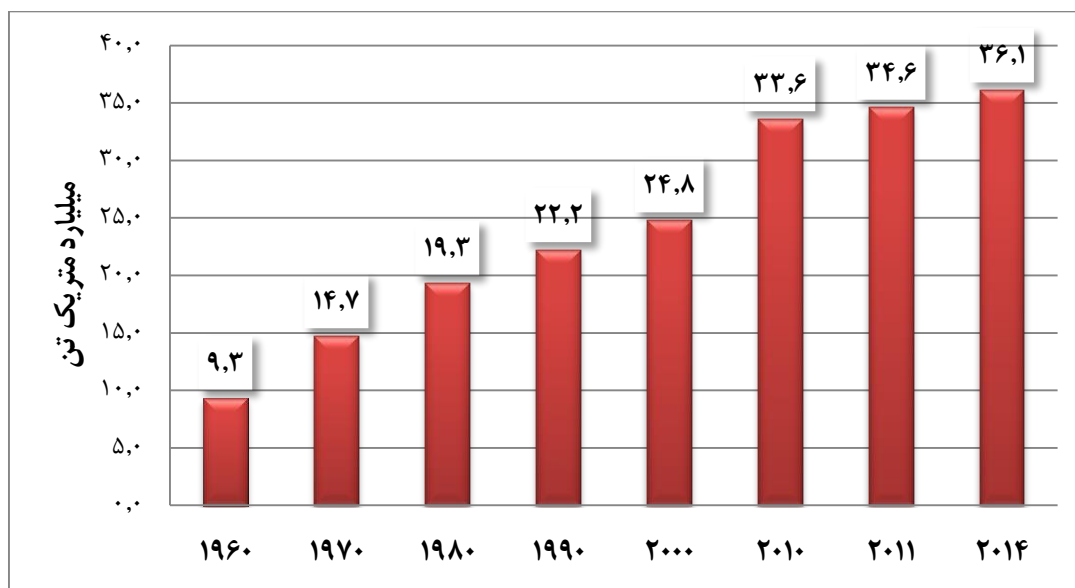
جدول ۴: مصرف گاز طبیعی در ایران و کشورهای منتخب طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۵ (برحسب میلیون تن معادل نفت خام)

| سال | ایران | چین | هند | ژاپن | جهان |
|------|-------|-------|------|-------|--------|
| 2005 | 92.5 | 43.4 | 32.1 | 70.7 | 2504.5 |
| 2006 | 100.8 | 53.4 | 33.5 | 75.4 | 2579.4 |
| 2007 | 113 | 66.7 | 36.3 | 81.2 | 2679.8 |
| 2008 | 119.9 | 75.7 | 37.4 | 84.4 | 2753.7 |
| 2009 | 128.4 | 83.3 | 45.6 | 78.7 | 2680.2 |
| 2010 | 137.6 | 100.1 | 55.3 | 85.1 | 2886.7 |
| 2011 | 146 | 123.4 | 55.7 | 95 | 2929.3 |
| 2012 | 145.5 | 135.8 | 51.8 | 105.2 | 3005.8 |
| 2013 | 146.6 | 154.7 | 45.3 | 105.2 | 3062.5 |
| 2014 | 162 | 169.6 | 45.6 | 106.2 | 3081.5 |
| 2015 | 172.1 | 177.6 | 45.5 | 102.1 | 3135.2 |
| | 6.4 | 15.1 | 3.6 | 3.7 | 2.3 |

Source: 2015World development indicators, World Bank, 2017

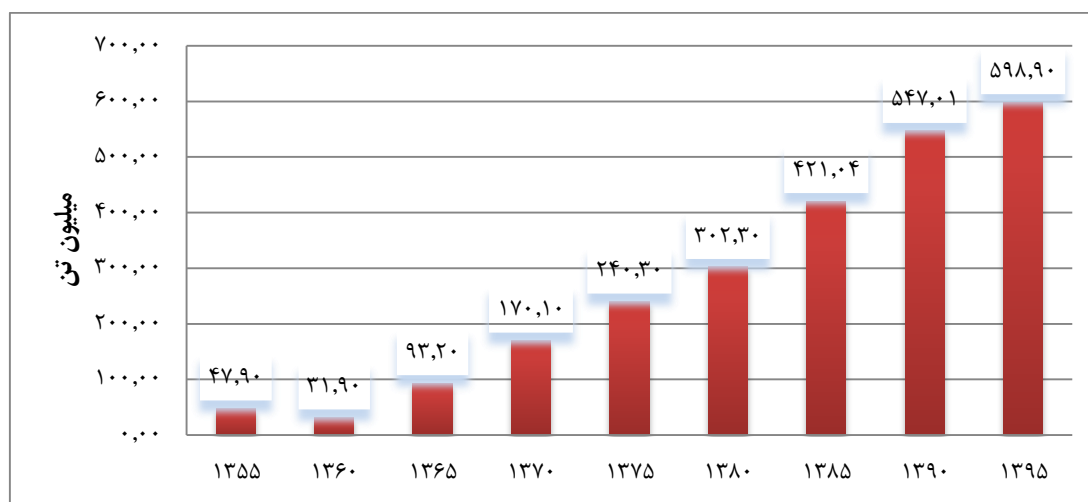
با توجه به افزایش مصرف انرژی در ایران و جهان، انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی طی سال‌های اخیر، در ایران و جهان افزایش قابل توجهی داشته است. در واقع چگونگی تولید و استفاده از حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی، از عوامل اصلی ایجاد آلودگی و اختلال در محیط‌زیست در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی است. زیرا مصرف انرژی باعث تولید و انتشار طیف گسترده‌ای از گازهای آلاینده و گازهای گلخانه‌ای در محیط‌زیست می‌شود که این گازها علاوه بر ایجاد آلودگی در سطح محلی و منطقه‌ای، در ساختار و ترکیبات گازهای تشکیل‌دهنده جو زمین نیز تأثیر می‌گذارد و باعث بروز تغییرات اقلیمی می‌شوند. به همین دلیل بررسی و شناسایی میزان انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف حامل‌های مختلف انرژی و شناسایی تحولات و روندهای تغییرات آن‌ها در دوره‌های زمانی مختلف برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری جهت کاهش انتشار این آلاینده‌ها بسیار حائز اهمیت است.

بر اساس آخرین اطلاعات موجود (بانک جهانی، ۲۰۱۷)، میزان انتشار دی‌اکسید کربن به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای ناشی از مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در جهان از حدود ۹٫۳ میلیارد متریک تن در سال ۱۹۶۰ با نرخ رشد سالانه ۲/۵۴ درصد به بیش از ۳۶٫۱ میلیارد متریک تن در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است که حدود ۳/۷ برابر افزایش نشان می‌دهد (نمودار ۵).



نمودار ۵: روند انتشار دی‌اکسید کربن جهان طی دوره ۱۹۶۰-۲۰۱۴

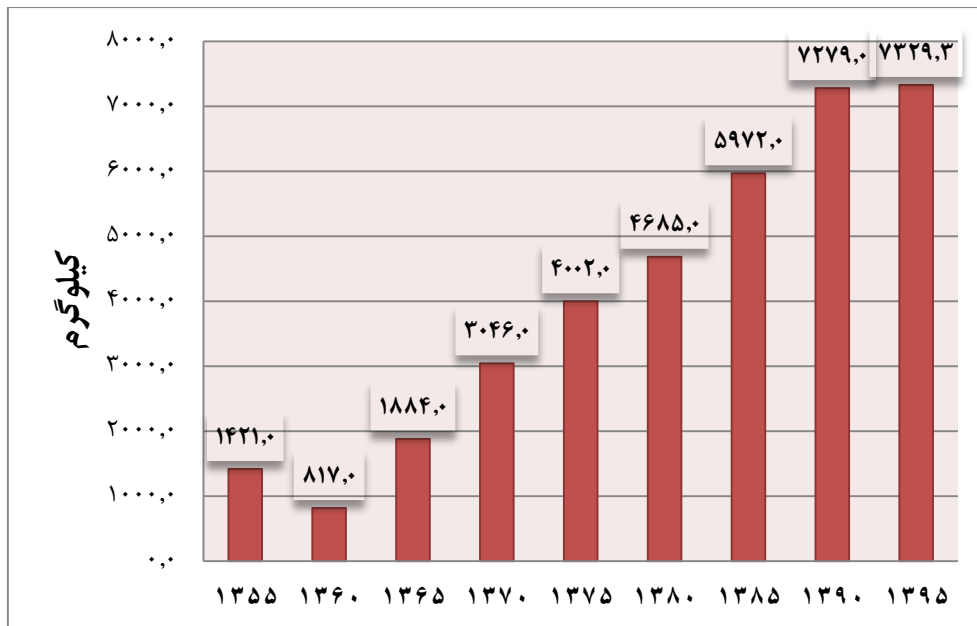
میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر گازهای آلاینده در ایران به موازات افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی مانند بیشتر کشورهای در حال توسعه، افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است. بر اساس آخرین گزارش‌های موجود، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر گازهای آلاینده ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی از ۴۷/۹ میلیون تن در سال ۱۳۵۵ با نرخ رشد سالانه ۶,۵ درصد به حدود ۵۹۸,۶ میلیون تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است که حدود ۱۲ برابر رشد نشان می‌دهد (نمودار ۶).



نمودار ۶: روند تغییرات کل دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی طی دوره ۱۳۵۵-۱۳۹۱

۱. لازم به توضیح است که میزان انتشار ارائه شده صرفاً، انتشار دی‌اکسید کربن حاصل از مصرف انرژی است و در آن انتشار مکان‌های دفن زباله‌ها، انتشار ناشی از تخریب جنگل‌ها و ... منظور نشده است. بر اساس گزارش‌های غیررسمی سازمان حفاظت محیط‌زیست، مجموع انتشار دی‌اکسید کربن با احتساب مکان‌های دفن زباله‌ها، تخریب جنگل‌ها و سایر منابع انتشار حدود ۸۰۰ میلیون تن در سال است.

به تبعیت از افزایش کل مصرف انرژی در ایران، سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز طی دوره ۱۳۵۵ - ۱۳۹۵ افزایش یافته و از ۱۴۲۱ کیلوگرم با نرخ رشد سالانه ۴/۲ درصد به ۷۳۲۹,۳ کیلوگرم در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است (نمودار ۷). به این ترتیب مشاهده می‌شود که سرانه مقدار انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در ایران طی چهار دهه گذشته بیش از ۵ برابر شده است.



نمودار ۷: روند تغییرات سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی در ایران طی دوره ۱۳۵۵-۱۳۹۵

مأخذ: ترازنامه انرژی سال‌های ۹۵-۱۳۵۵، وزارت نیرو

بررسی تطبیقی میزان کل انتشار و سرانه انتشار دی‌اکسید کربن نیز تفاوت‌های معنی‌داری را در بین کشورهای جهان نشان می‌دهد. این مسئله به تعداد جمعیت، الگوهای تولید و مصرف منابع انرژی، وضعیت اکولوژیکی، ساختار فناوری، درآمد سرانه، ویژگی‌های اقتصادی و غیره بستگی دارد. در جدول ۵ مقدار سرانه و انتشار کل ۲۰ کشور اول جهان از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای، جمعیت و تولید ناخالص داخلی نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در سال ۲۰۱۸ کشور چین با انتشار ۱۰,۶ میلیارد تن گازهای گلخانه‌ای در رتبه اول قرار داشته است. کشورهای ایالات متحده آمریکا با انتشار ۵,۴، هند ۲,۶۵، روسیه با ۱,۷ و ژاپن با ۱,۱۶ میلیارد تن و سهم ۱۶، ۶، ۵ و ۴ درصد از کل انتشار در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند. در سال ۲۰۱۸ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ایران حدود ۷۲۰ میلیون تن اعلام گردیده که این مقدار حدود ۲ درصد از کل انتشار جهان را شامل می‌شده است. در این سال جمهوری اسلامی ایران در بین ۲۰ کشور اول منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای در رتبه هفتم پس از کشورهای ژاپن و آلمان قرار گرفته است. مقایسه میزان انتشار ایران و میزان تولید ناخالص داخلی ایران با کشورهای منتخب مورد اشاره در جدول ۵ نیز نکات قابل تأملی را گوشزد می‌کند.

تغییرات اقلیمی (جلد اول) - آمار و پیمانه‌های برسیات و برنامه‌های آمایش سرزمین

برای مثال در حالی که کشور کره جنوبی با انتشار ۶۵۹ میلیون تن گاز گلخانه‌ای حدود ۱۶۱۹ میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی داشته است، جمهوری اسلامی ایران با انتشار ۷۲۰ میلیون تن گازهای گلخانه‌ای تنها ۴۵۴ میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی (۲۸ درصد تولید ناخالص داخلی کره جنوبی) داشته است.

جدول ۵: مقایسه تطبیقی میزان انتشار، جمعیت و تولید ناخالص داخلی ایران و کشورهای منتخب جهان در سال ۲۰۱۴

| رتبه | نام کشور | کل انتشار (میلیون تن در سال) | سرنانه انتشار (تن در سال) | جمعیت میلیون نفر | تولید ناخالص داخلی (میلیون دلار - بر اساس دلار آمریکا) |
|------|---------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------|---|
| ۱ | چین | ۱۰,۰۶۰ | ۷,۹۵ | ۱,۴۲۷,۶۴ | ۱۳,۶۰۸,۱۵۲ |
| ۲ | ایالات متحده | ۵,۴۰۰ | ۱۶,۱۴ | ۳۲۷,۰۹ | ۲۰,۵۴۴,۳۴۳ |
| ۳ | روسیه | ۱,۷۱۰ | ۱۲,۱۴ | ۱۴۵,۷۳ | ۱,۶۵۷,۵۵۵ |
| ۴ | هند | ۲,۶۵۰ | ۱,۹۴ | ۱,۳۵۲,۶۴ | ۲,۷۱۸,۷۳۲ |
| ۵ | ژاپن | ۱,۱۶۰ | ۹,۴۲ | ۱۲۷,۲۰ | ۴,۹۷۱,۳۲۳ |
| ۶ | آلمان | ۷۵۹ | ۹,۱۵ | ۸۳,۱۲ | ۳,۹۴۷,۶۲۰ |
| ۷ | کانادا | ۵۶۸ | ۱۶,۰۸ | ۳۷,۰۷ | ۱,۷۱۳,۳۴۲ |
| ۸ | بریتانیا | ۳۷۹ | ۵,۵۹ | ۶۷,۱۴ | ۲,۸۵۵,۲۹۷ |
| ۹ | کره جنوبی | ۶۵۹ | ۱۳,۵۹ | ۵۱,۱۷ | ۱,۶۱۹,۴۲۴ |
| ۱۰ | ایران | ۷۲۰ | ۸,۸۷ | ۸۱,۸۰ | ۴۵۴,۰۱۳ |
| ۱۱ | عربستان | ۶۲۱ | ۱۸,۶۳ | ۳۳,۷۰ | ۷۸۶,۵۲۲ |
| ۱۲ | ایتالیا | ۳۳۸ | ۶,۱ | ۶۰,۶۲ | ۲,۰۸۳,۸۶۴ |
| ۱۳ | آفریقای جنوبی | ۴۶۸ | ۸,۳۱ | ۵۷,۷۹ | ۳۶۸,۲۸۹ |
| ۱۴ | مکزیک | ۴۷۷ | ۳,۷۹ | ۱۲۶,۱۹ | ۱,۲۲۰,۶۹۹ |
| ۱۵ | استرالیا | ۴۲۰ | ۱۶,۷۷ | ۲۴,۸۹ | ۱,۴۳۳,۹۰۴ |
| ۱۶ | اندونزی | ۶۱۵ | ۲,۰۹ | ۲۶۷,۶۷ | ۱,۰۴۲,۲۷۳ |
| ۱۷ | برزیل | ۴۵۷ | ۲,۲۷ | ۲۰۹,۴۶ | ۱,۸۶۸,۶۲۶ |
| ۱۸ | فرانسه | ۳۳۸ | ۵ | ۶۴,۹۹ | ۲,۷۷۷,۵۲۵ |
| ۱۹ | اسپانیا | ۲۶۸ | ۵,۴ | ۴۶,۶۹ | ۱,۴۱۹,۰۴۲ |
| ۲۰ | اکراین | ۲۲۵ | ۴,۴۷ | ۴۴,۲۴ | ۱۳۰,۸۳۲ |

Source: World Development Indicators 2018, World Bank¹

البته باید توجه کرد که کشوری مانند کره جنوبی یا فرانسه که در زمینه تولید انرژی هسته‌ای و سایر انرژی‌های نوین، سرمایه‌گذاری‌های کلانی انجام داده و بخشی از تولید انرژی به‌ویژه در کشور فرانسه از انرژی هسته‌ای تأمین می‌شود، لذا میزان کمتر انتشار دی‌اکسید کربن و بالا بودن تولید ناخالص داخلی در این کشورها تا

1. <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?locations=ES&view=chart>

حدودی قابل توجیه است؛ با وجود این، تفاوت‌ها بین ایران و کشورهای یاد شده به معنای مشکلات ساختاری، پایین بودن فناوری، الگوی مصرف و غیره در کشور است.

در مجموع میزان انتشار دی‌اکسید کربن و مصرف انرژی ایران مانند کشورهای توسعه یافته است، اما میزان تولید ثروت آن به مانند این کشورها نبوده و از مصرف غیربهبینه آن حکایت دارد. این مسئله ضرورت توجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی در ایران و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی را دوچندان نموده است. همچنین با توجه به تعهدات و سهمیه‌بندی‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای که ممکن است در آینده در چارچوب پروتکل کیوتو و موافقت‌نامه پاریس برای کشورهایی مانند ایران مطرح شود، ضرورت بازنگری در مصرف و تولید انرژی و همچنین کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیاست‌ها برنامه‌های توسعه کشور به طور عام و سیاست‌ها و برنامه آمایش سرزمین به طور اخص ضروری است.

آلودگی هوای ناشی از انتشار انواع گازهای آلاینده و گازهای گلخانه‌ای در زمره مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی قلمداد می‌شود که چالش‌های فراوانی را فراروی جوامع بشری قرار داده است. این آلودگی‌ها علاوه بر آثار و پیامدهای سوء بر جوامع انسانی و زیست‌بوم‌ها در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی، باعث تشدید اثرات گلخانه‌ای می‌شود.

هرچند در خلال سال‌های گذشته در کشورهای توسعه یافته سرمایه‌گذاری‌های کلانی در حوزه‌های مختلف انرژی برای کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای انجام شده و گام‌های بزرگی در زمینه کنترل آلودگی‌ها، به‌ویژه آلودگی هوا برداشته شده است، اما کشورهای در حال توسعه با چالش‌های جدی در این زمینه مواجه هستند.

جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و در حال حاضر حجم زیادی از انواع گازهای آلاینده هوا و گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید و مصرف انرژی در کشور منتشر می‌شود.

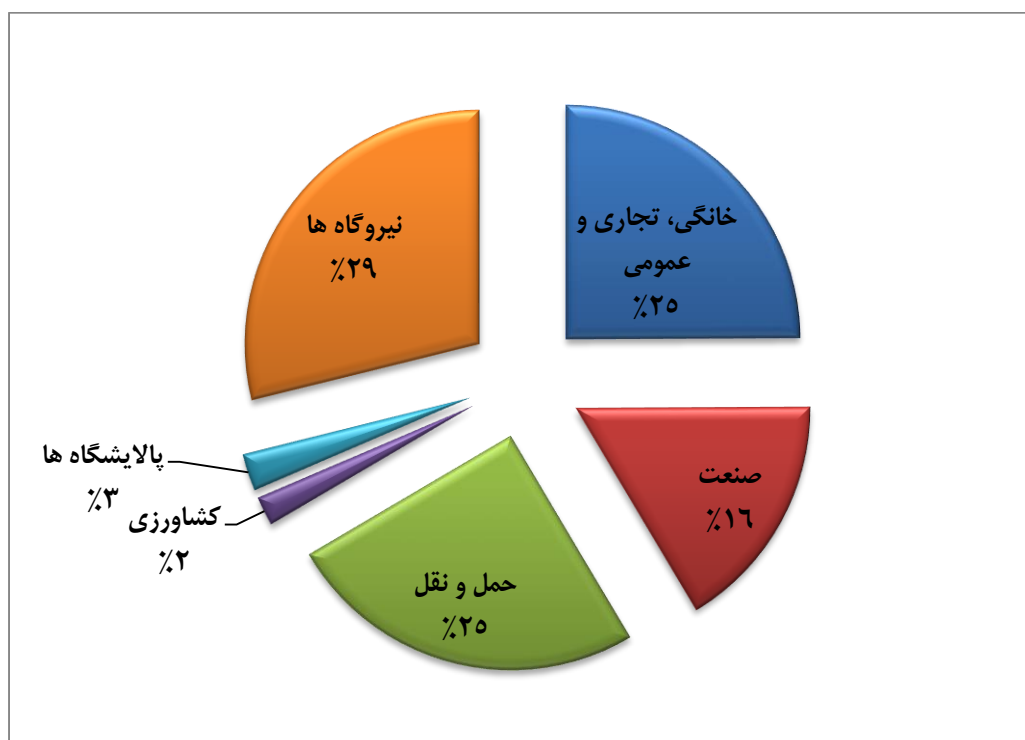
بر اساس آخرین گزارش ترازنامه انرژی در سال ۱۳۹۵، در مجموع حدود ۶۰۰ میلیون تن انواع گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در کشور منتشر شده که بخش نیروگاهی با حدود ۲۹ درصد در رتبه اول قرار داشته است و بخش‌های خانگی و تجاری و حمل و نقل نیز به ترتیب با ۲۵ درصد در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند (جدول ۶).

تغییرات اقلیمی (جلد اول) - آمار و پیمانه‌ها بر سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین

جدول ۶: میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از تولید و مصرف انرژی کشور در سال ۱۳۹۵

| بخش/گاز | N ₂ O | CH ₄ | CO ₂ | SPM | CO | SO ₂ | SO ₂ | NO _x |
|---------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|
| مصرف نهایی انرژی خانگی، تجاری و عمومی | ۵۳۴ | ۴۳۴۸ | ۱۴۹۰۰۸۵۲۱ | ۱۲۴۴۸ | ۵۲۰۸۳ | ۴۲۹ | ۳۸۴۱۸ | ۱۲۷۶۷۱ |
| صنعت | ۲۴۷ | ۲۰۰۳ | ۹۸۶۹۳۳۸۷ | ۱۶۷۱۲ | ۲۳۹۸۱ | ۱۴۳۸ | ۱۰۱۳۹۶ | ۱۶۲۴۸۸ |
| حمل و نقل | ۶۷۲۴ | ۵۲۰۵۸ | ۱۳۹۱۴۸۷۰۴ | ۲۷۶۸۵۸ | ۹۷۰۸۰۱۳ | ۴۴۰۲ | ۴۰۲۷۹۲ | ۹۱۱۰۲۸ |
| کشاورزی | ۲۹۵۹ | ۵۰۷ | ۱۱۹۶۶۴۸۱ | ۱۹۰۰۰ | ۹۵۹۴ | ۲۷۵ | ۴۴۷۹۵ | ۴۳۴۸۳ |
| مصرف بخش انرژی پالایشگاهی | ۴۰ | ۳۲۲ | ۱۵۲۹۶۰۳۱ | • | • | • | • | • |
| نیروگاهی | ۴۸۵ | ۳۶۲۲ | ۱۷۱۶۸۶۹۹۰ | ۲۵۱۵۵ | ۱۶۰۴۳۴ | ۲۴۸۰ | ۲۹۵۹۱۹ | ۶۴۱۲۸۰ |
| جمع | ۱۰۹۹۰ | ۶۲۸۶۱ | ۵۸۵۸۰۰۱۱۴ | ۳۵۰۱۷۳ | ۹۹۵۴۱۰۵ | ۹۰۲۳ | ۸۸۳۳۲۰ | ۱۸۸۵۹۵۰ |

مأخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۵، وزارت نیرو (واحد: تن در سال)



نمودار ۸: سهم انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای به تفکیک بخش‌های مصرف‌کننده در سال ۱۳۹۱

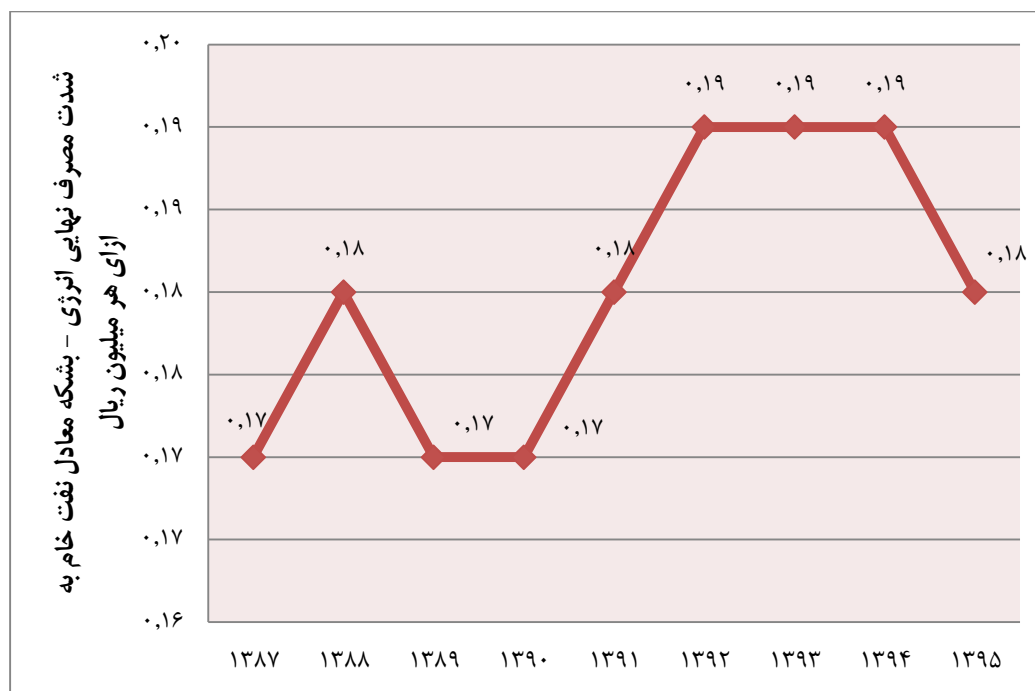
مأخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۵، وزارت نیرو، ۱۳۹۷

با توجه به اینکه بخش‌های نیروگاهی و صنعت در زمره مهم‌ترین منابع انتشار انواع آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای دارند و با عنایت به این موضوع که مکان‌یابی آن‌ها به شدت تحت تأثیر سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش قرار دارد و این سیاست‌ها تا حدود زیادی بر آن‌ها در مقایسه با سایر بخش‌ها از جمله بخش‌های خانگی و تجاری و همچنین حمل و نقل تأثیر می‌گذارد، لذا در سیاست‌های آمایش باید این بخش‌ها مورد توجه قرار گیرند و ضوابط و مقررات خاصی برای این فعالیت‌ها در پهنه سرزمین در نظر گرفته شود.

یکی از شاخص‌هایی که میزان بهره‌دهی و درجه بهینگی استفاده از انرژی مصرفی را در سطح کلان بازگو می‌کند، شدت انرژی^۱ است. بنا به تعریف، شدت انرژی میزان متعارف مصرف انرژی (برای مثال معادل بشکه معادل نفت خام) به ازای هر یک میلیون ریال تولید در کل بخش‌ها یا در هر یک از آن‌ها به صورت جداگانه است که از تقسیم مقدار مصرف انرژی، به میزان ریالی ارزش افزوده به قیمت ثابت، به دست می‌آید. به عبارت دیگر، این شاخص نشان می‌دهد که اقتصاد کشور برای تولید یک واحد کالا و خدمات، چه میزان انرژی مصرف می‌کند.

عوامل بسیاری در تعیین شدت انرژی یک کشور مؤثر می‌باشند. شدت انرژی به عواملی مانند سطح استانداردهای زندگی، عوامل آب و هوایی یا ساختار اقتصادی و صنعتی یک کشور بستگی دارد. کشورهایی که دارای سطح بالاتری از استاندارد زندگی هستند، مصرف بیشتری دارند و در نتیجه این امر بر شدت انرژی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. بهینه‌سازی ساختمان‌ها و تجهیزات، ترکیب سوخت‌های مورد استفاده در بخش حمل و نقل و حتی بعد مسافت بین مکان‌های جغرافیایی، شیوه‌های حمل و نقل و تکنولوژی به کار رفته در خودروها و وسایل نقلیه، ظرفیت حمل و نقل عمومی، اقدامات صورت گرفته در امر بهینه‌سازی مصرف انرژی، حوادث طبیعی و قیمت‌ها یا یارانه‌های انرژی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در شدت انرژی می‌باشند. با مقایسه این شاخص در سال‌های مختلف در بین کشورهای مختلف می‌توان روند استفاده از منابع انرژی در فرایند تولید ملی کشورها را ارزیابی کرد.

شدت مصرف نهایی انرژی بسته به سیاست‌های قیمت‌گذاری انرژی، تولید ناخالص داخلی، نوسازی و بهینه‌سازی فناوری و غیره نوسانات زیادی را در کشورهای مختلف نشان می‌دهد. بررسی روند تحولات این شاخص در سال‌های اخیر در ایران فراز و نشیب‌های زیادی را طی سال‌های اخیر در کشور نشان می‌دهد (نمودار ۹). در سال ۱۳۸۷ مقدار این شاخص معادل ۰,۱۷ (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال) بوده است که با ۵ درصد افزایش به ۰,۱۸ در سال ۱۳۸۸ رسید. مجدداً در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ کاهش یافته و مقدار آن به ۰,۱۷ رسید. اما دوباره سیر صعودی آن آغاز شده و به رقم ۰,۱۹ در سال ۱۳۹۲ رسید و برای مدت ۳ سال این رقم ثابت بود و مجدد در سال ۱۳۹۵ کاهش یافته و به رقم ۰,۱۸ رسیده است. از جمله دلایل این فراز و نشیب‌ها، می‌توان به نوسانات تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی به علت تغییر قیمت حامل‌های انرژی، اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها و غیره نسبت داد.



نمودار ۹: روند تحولات شدت مصرف انرژی در ایران طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۹۵

مأخذ: ترازنامه انرژی ۱۳۸۹، وزارت نیرو، ۱۳۹۰

لازم به توضیح است افزایش شدت انرژی مبین مصرف و اتلاف بی‌رویه انرژی و تولید آلاینده‌های بیشتر است. مقایسه این شاخص با سایر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه از بالا بودن این شاخص و اتلاف بی‌رویه آن در کشور حکایت دارد. با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۷ بر مبنای شدت مصرف نهایی انرژی بر مبنای برابری قدرت خرید بر حسب دلار (PPP)^۱ که برخی از مشکلات ناشی از محاسبه نرخ ارز را ندارد، نشان می‌دهد که ایران از منظر مصرف انرژی به منظور تولید کالاها و خدمات وضعیت مطلوبی نداشته و در زمره کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا قلمداد می‌شود. بر این اساس، شدت انرژی در ایران نه تنها در مقایسه با کشورهای نفت‌خیز بسیار بالاتر است، بلکه از برخی از مناطق مانند آمریکای شمالی، آفریقا و خاورمیانه نیز بیشتر است. در سال ۲۰۱۵ در سطح جهان شدت مصرف نهایی انرژی برای تولید هر ۱۰۰۰ دلار (به قیمت نرخ ارز) معادل ۰,۱۱ تن معادل نفت خام بوده است، در حالی که این رقم در ایران ۰,۳۴ (بیش از ۳ برابر) بوده است. رقم مشابه برای کشورهای مانند ترکیه و ژاپن به ترتیب برابر ۰,۰۸ و ۰,۰۴ بوده است، به این ترتیب مشاهده می‌شود در ایران به ازای مصرف هر ۱۰۰۰ دلار بیش از برابر ترکیه و ژاپن انرژی مصرف می‌شود.

1. Purchasing Power Parity

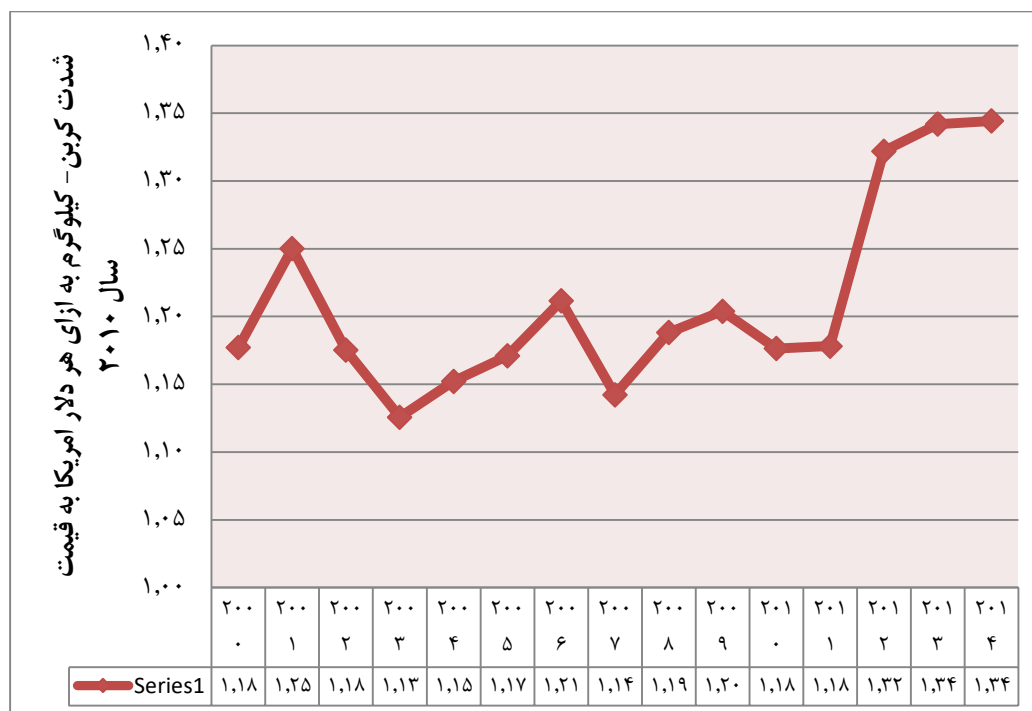
جدول ۷: شاخص شدت انرژی در ایران، کشورهای منتخب و مناطق مختلف جهان ۲۰۱۲

| شدت مصرف نهایی انرژی براساس (تن معادل نفت خام / هزار دلار) ^(۱) | | شدت عرضه انرژی اولیه براساس (تن معادل نفت خام / هزار دلار) ^(۱) | | نام کشور یا گروه کشورها |
|--|---------|--|---------|--|
| برابری قدرت خرید | نرخ ارز | برابری قدرت خرید | نرخ ارز | |
| ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۱۱ | ۰/۱۱ | OECD |
| ۰/۰۸ | ۰/۰۹ | ۰/۱۳ | ۰/۱۳ | آمریکای شمالی |
| ۰/۰۸ | ۰/۰۸ | ۰/۱۳ | ۰/۱۳ | ایالات متحده آمریکا |
| ۰/۰۶ | ۰/۰۴ | ۰/۱۰ | ۰/۰۷ | ژاپن |
| ۰/۰۷ | ۰/۱۰ | ۰/۱۶ | ۰/۲۲ | کره جنوبی |
| ۰/۰۵ | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ | ۰/۱۲ | ترکیه |
| ۰/۰۶ | ۰/۰۴ | ۰/۱۰ | ۰/۰۶ | نروژ |
| ۰/۰۷ | ۰/۱۹ | ۰/۱۱ | ۰/۳۰ | کشورهای آسیایی غیر OECD ^(۲) |
| ۰/۱۰ | ۰/۲۴ | ۰/۱۵ | ۰/۳۴ | آفریقا |
| ۰/۰۸ | ۰/۱۷ | ۰/۱۴ | ۰/۳۰ | خاورمیانه |
| ۰/۱۰ | ۰/۱۹ | ۰/۱۶ | ۰/۳۳ | چین و هنگ کنگ |
| ۰/۰۷ | ۰/۲۳ | ۰/۱۲ | ۰/۳۷ | هند |
| ۰/۰۹ | ۰/۳۴ | ۰/۱۱ | ۰/۴۳ | پاکستان |
| ۰/۰۷ | ۰/۱۷ | ۰/۱۴ | ۰/۳۳ | عربستان سعودی |
| ۰/۰۸ | ۰/۰۹ | ۰/۱۲ | ۰/۱۵ | ونزوئلا |
| ۰/۱۲ | ۰/۳۴ | ۰/۱۹ | ۰/۵۱ | ایران |
| ۰/۰۸ | ۰/۱۱ | ۰/۱۳ | ۰/۱۸ | جهان |

Source: IEA, International Energy Agency, Online Data Services^۱

یکی دیگر از شاخص‌های مهم تبیین اتلاف انرژی و انتشار بیشتر کربن به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی، شاخص شدت کربن^۲ است. این شاخص نشان می‌دهد که اقتصاد کشور به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی چه میزان دی‌اکسید کربن منتشر می‌کند. همان‌گونه که در نمودار ۱۰ نشان داده شده طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۴ این شاخص فراز و نشیب‌های زیادی را شاهد بوده است، به طوری که میزان آن از ۱،۱۸ به ۱،۲۵ کیلوگرم به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ رسیده است، سپس نوسانات آن کاهش یافته و با فراز و فرودهای کمتری به رقم ۱،۳۲ در سال ۲۰۱۲ رسیده و مجدد با آهنگ رشد کمتری به رقم ۱،۳۴ رسیده است. به این ترتیب مشاهده می‌شود که طی دوره یاد شده شدت کربن در کشور افزایش یافته است که این موضوع تا حدود زیادی بالا بودن کل انتشار دی‌اکسید کربن و سرانه انتشار آن را در کشور توجیه می‌کند.

1. www.iea.org
2. Carbon Intensity

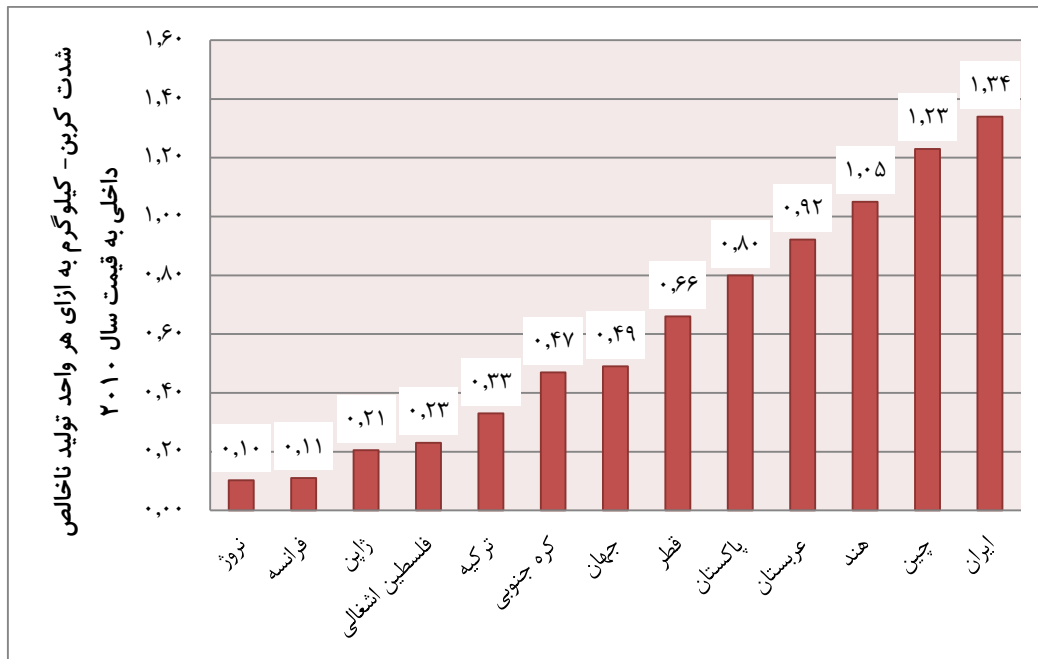


نمودار ۱۰: روند تغییرات شدت کربن طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۰

Source: 2018 world Development indicators, World Bank 2019

میزان انتشار این شاخص بسته به شرایط اقتصادی، فناوری، ویژگی‌های اجتماعی و الگوهای مصرف، ضوابط و مقررات محیط زیستی و سیاست‌های انرژی، میزان یارانه‌ها و عوارض محیط زیستی و سایر عوامل در کشورهای مختلف متفاوت است و هرچقدر کشورهای از فناوری‌های برتری برخوردار باشند، مقدار انتشار آن‌ها به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی کمتر است.

بررسی تطبیقی این شاخص تفاوت‌های بسیار زیادی را در بین کشورهای جهان نمایان می‌سازد (نمودار ۱۱). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۱۴ میزان این شاخص ۲,۷ برابر میانگین جهانی و بیش از کشورهای مورد بررسی است. برای مثال، ایران برای هر واحد تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ بیش از ۱۳ برابر کشور نروژ و فرانسه و بیش از ۵ برابر کشور ژاپن دی‌اکسید کربن تولید می‌کند، لذا در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌های توسعه سرزمینی باید به این موضوعات توجه شود.



نمودار ۱۱: شاخص شدت کربن ایران و کشورهای منتخب^۱ در سال ۲۰۱۴

Source: 2018 world Development indicators, World Bank 2019

اصولاً کشورهای توسعه یافته که از فناوری‌های برتری در مقایسه با کشورهای در حال توسعه برخوردارند، دارای شدت کربن کمتری هستند. البته این مسئله یک روی سکه را نشان می‌دهد. در حقیقت این شاخص لزوماً به معنای این نیست که کشورهای با شدت کربن کمتر، مقدار انتشار دی‌اکسید کربن کمتری دارند؛ بلکه با توجه به حجم تولید این کشور میزان کل انتشار این کشورها به مراتب بیشتر از بسیاری از کشورهای در حال توسعه است. همان‌گونه که عنوان شد، مقدار این شاخص در کشورهای توسعه یافته به میزان محسوسی کمتر از کشورهای در حال توسعه است که این پدیده از تفاوت ساختار فناوری و همچنین نحوه مصرف و اتلاف انرژی در این دو گروه از کشورها حکایت دارد.

یکی دیگر از شاخص‌هایی که بر مبنای آن‌ها عملکرد کشورها را در زمینه تغییر اقلیم مقایسه می‌کنند، شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا^۲ است. در خلال سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای تبیین روندها و تحولات این موضوع در چارچوب شاخص‌های ترکیبی بسط و توسعه پیدا کرده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا اشاره کرد.

۱. کیلوگرم به ازای هر یک دلار تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰

2. Climate Change Performance Index (CCPI)

شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا ابزاری برای افزایش شفافیت در سیاست‌های بین‌المللی در زمینه تغییرات اقلیمی است. هدف از تدوین و انتشار این شاخص توجه دادن سیاست‌مداران و فشارهای اجتماعی به آن دسته از کشورهایی است که سهم زیادی از انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده و تاکنون اقدامات مؤثری برای کاهش انتشار این گازها انجام نداده‌اند. علاوه بر این، هدف این شاخص معرفی کشورهایی است که عملکرد مناسبی در این زمینه داشته و گام‌های مؤثری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برداشته‌اند.

خوشبختانه اطلاع و آگاهی از اثرات و پیامدهای سوء تغییرات آب و هوایی در سطح بین‌الملل در حال افزایش است. با انتشار اولین گزارش شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا^۱ در سال ۲۰۰۵، درک شفاف‌تری از سیاست‌های ملی و بین‌المللی در زمینه عملکرد کشورها به دست آمده است. این گزارش توسط گروه دیده‌بان کشور آلمان^۲ و شبکه برنامه اقدام اقلیم اروپا^۳ تهیه و منتشر می‌شود. در این گزارش حدود ۳۰۰ متخصص و کارشناس انرژی و اقلیم از تمامی کشورهای جهان مشارکت دارند که از دیدگاه‌ها و نظرات آنان در تهیه این شاخص‌ها استفاده می‌شود.

بر اساس معیارهای استاندارد شده، شاخص یاد شده عملکرد آن دسته از کشورهای جهان را که مسئول بیش از ۹۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی هستند را ارزیابی و مقایسه می‌نماید. شاخص عملکرد تغییر آب و هوا عمدتاً بر مبنای انتشار گازهای گلخانه‌ای ساخته می‌شود و به همین علت کشورهایی که میزان انتشار آن‌ها ناچیز است، در این شاخص منظور نمی‌شوند.

روش‌شناسی شاخص یاد شده معطوف به شاخص‌های هدف است. بر این اساس ۸۰ درصد ارزیابی مبتنی بر شاخص انتشار (۳۰ درصد برای میزان انتشار و ۳۰ درصد برای توسعه انتشار)، کارایی (۵ درصد میزان کارایی و ۵ درصد پیشرفت‌های اخیر در زمینه کارایی) و انرژی تجدیدپذیر (۸ درصد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و ۲ درصد مجموع سهم عرضه انرژی اولیه) است ۲۰ درصد باقیمانده برای ارزیابی شاخص CCPI مبتنی بر ارزیابی‌های ملی و بین‌المللی سیاست‌های اقلیمی است که توسط ۳۰۰ متخصص از کشورهای مرتبط انجام می‌شود.

رتبه‌بندی شاخص CCPI به جای ارائه اعداد مطلق از بهترین عملکرد تا بدترین عملکرد انجام می‌شود. به همین علت حتی آن دسته از کشورهایی که رتبه‌های بالایی دریافت کرده‌اند، دلیلی ندارد که این روند همچنان ادامه پیدا کند، بلکه این اقدامات باید به صورت مستمر ادامه داشته باشد. همچنین نتایج به دست آمده از این شاخص نشان می‌دهد که همچنان اقدامات برای رویارویی با تغییرات اقلیمی کافی نیست و به تلاش‌های

1. Climate Change Performance Index (CCPI)
2. Germanwatch
3. Climate Action Network Europe

بیشتری در این زمینه نیاز است. به همین علت در گزارش سال ۲۰۱۵ هیچ کشوری در این شاخص به رتبه‌های ۱ و ۲ و ۳ نرسیده و همچنان این ردیف‌ها خالی مانده‌اند.

بررسی عملکرد ۱۰ کشور اول منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای تفاوت‌های زیادی را در بین کشورهای جهان نشان می‌دهد. بر اساس گزارش نتایج شاخص CCPI کشورهای چین و آمریکا به ترتیب با ۲۳،۴ و ۱۴،۶۹ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای را در سال ۲۰۱۵ به خود اختصاص داده و رتبه شاخص CCPI آن‌ها نیز به ترتیب ۴۵ و ۴۴ بوده است و در زمره کشورهای با عملکرد ضعیف طبقه شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا (CCPI) طبقه‌بندی شده‌اند. کشورهای کانادا، روسیه، کره جنوبی، ژاپن و برزیل نیز در زمره کشورهای بسیار ضعیف از نظر شاخص (CCPI) طبقه‌بندی شده‌اند. در جدول ۸ برخی از شاخص‌های انتشار و طبقه شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا (CCPI) برای ۱۰ کشور اول منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای نشان داده شده است.

جدول ۸: برخی از شاخص‌های کلیدی و رتبه CCPI ده کشور اول منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۵

| نام کشور | رتبه 2014 | رتبه 2015 | سهم جهانی GDP | سهم جمعیت در جهان | * سهم انتشار CO ₂ | سهم جهانی عرضه انرژی اولیه |
|--------------|--------------|--------------|------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| آلمان | 22 | 22 | 3.44% | 1.16% | 2.23% | 2.34% |
| اندونزی | 26 | 23 | 2.35% | 3.51% | 2.31% | 1.60% |
| هند | 36 | 31 | 6.72% | 17.57% | 5.70% | 5.89% |
| ایالات متحده | 44 | 44 | 17.17% | 4.47% | 14.69% | 16.01% |
| چین | 46 | 45 | 16.03% | 19.30% | 23.43% | 21.76% |
| برزیل | 35 | 49 | 3.05% | 2.82% | 4.17% | 2.11% |
| ژاپن | 52 | 53 | 4.82% | 1.81% | 3.61% | 3.38% |
| کره | 55 | 55 | 1.69% | 0.71% | 1.75% | 1.97% |
| روسیه | 56 | 56 | 2.63% | 2.04% | 4.87% | 5.66% |
| کانادا | 58 | 58 | 1.56% | 0.50% | 1.57% | 1.88% |
| جمع کل | | | 59.45% | 53.89% | 64.32% | 62.59% |

*energy-related emissions and emissions from deforestation © Germanwatch 2014

بسیار ضعیف ضعیف متوسط خوب بسیار خوب عملکرد

Source: Burck, Marten, Bals (2015)

در سال ۲۰۱۵ شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا برای ۶۱ کشور محاسبه و رتبه‌بندی شد. بر اساس این محاسبات رتبه‌های اول تا سوم کماکان خالی مانده و هنوز هیچ کشوری نتوانسته به چنین جایگاهی دست پیدا کند. بر اساس این گزارش، در سال ۲۰۱۵ که ۵۸ کشور مورد بررسی قرار گرفته‌اند، کشورهای دانمارک،

سوئد، بریتانیا، پرتغال و قبرس به ترتیب با امتیازهای ۷۷,۷۶، ۷۱,۴۴، ۷۰,۹ و ۶۷,۲۶ و ۶۶,۹۹ بالاترین رتبه و کشورهای عربستان سعودی، استرالیا، قزاقستان، کانادا و جمهوری اسلامی ایران به ترتیب با امتیاز ۲۴,۱۹، ۳۵,۵۷، ۳۷,۷۲، ۳۸,۸۱ و ۴۰,۹۹ ضعیف‌ترین عملکرد را در این شاخص داشته‌اند. در سال یاد شده ایران با کسب ۴۰,۹۹ امتیاز در رتبه ۵۷ پس از کشورهای روسیه و کره قرار داشته و در زمره کشورهای با عملکرد ضعیف طبقه‌بندی شده است. همچنین از مجموع کشورهای مورد بررسی، ۱۲ کشور دارای عملکرد خوب، ۱۶ کشور دارای عملکرد متوسط، ۱۵ کشور دارای عملکرد ضعیف و ۱۵ کشور نیز عملکرد بسیار ضعیف داشته‌اند. در جدول ۹ و شکل ۴ عملکرد کشورهای مورد بررسی در خصوص شاخص عملکرد تغییر آب و هوا به تفکیک هریک از زیرشاخص‌ها و وضعیت کلی آن‌ها نشان داده شده است.

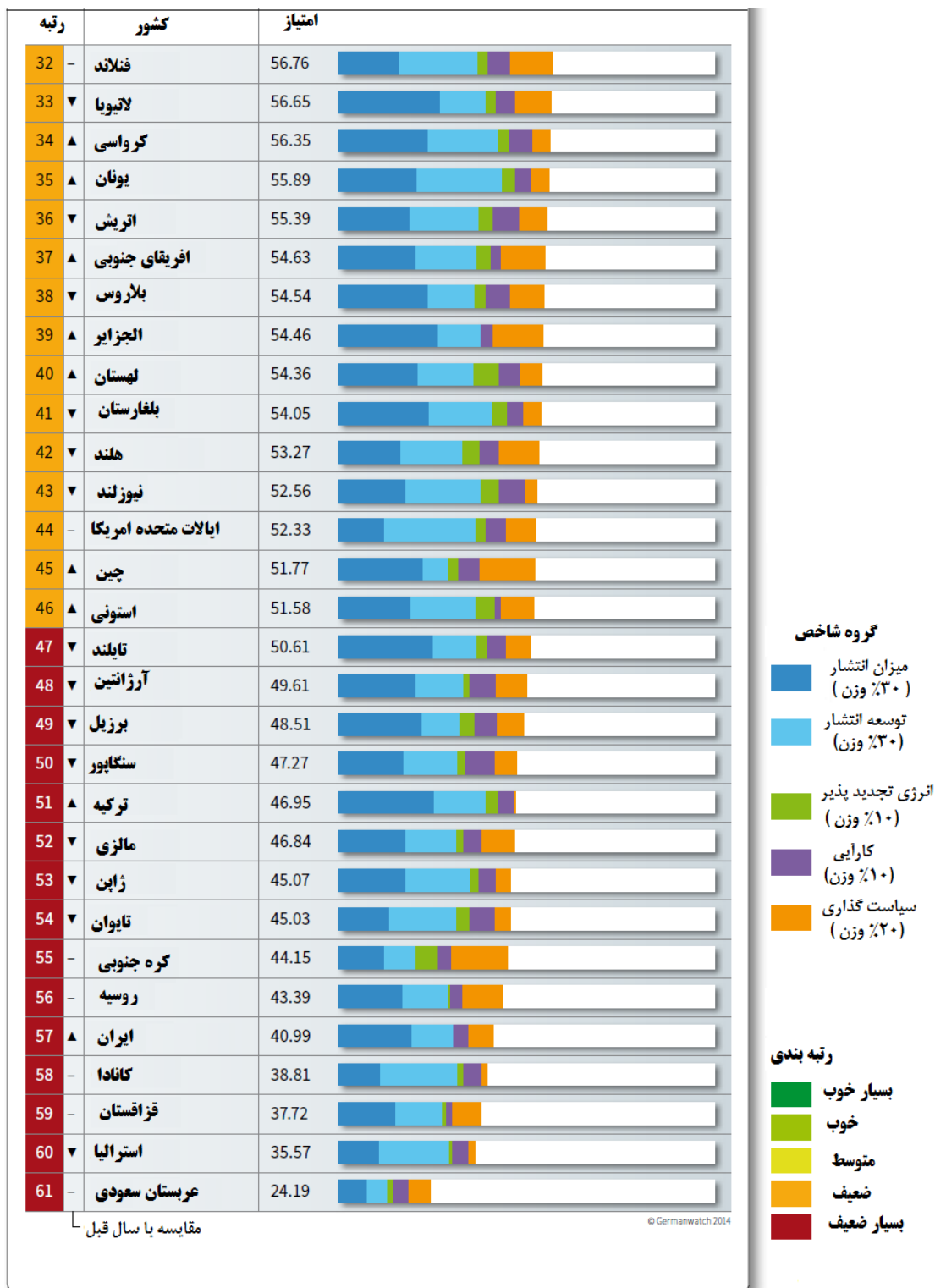
جدول ۹: شاخص عملکرد تغییر آب و هوا در کشورهای منتخب در سال ۲۰۱۵

| رتبه | کشور | امتیاز | |
|------|---------------|--------|--|
| 1* | - | - | |
| 2* | - | - | |
| 3* | - | - | |
| 4 | دانمارک | 77.76 | |
| 5 | سوئد | 71.44 | |
| 6 | بریتانیا | 70.79 | |
| 7 | پرتغال | 67.26 | |
| 8 | قبرس | 66.99 | |
| 9 | مراکش | 65.73 | |
| 10 | ایرلند | 65.15 | |
| 11 | سوئیس | 65.05 | |
| 12 | فرانسه | 64.11 | |
| 13 | ایسلند | 63.07 | |
| 14 | مجارستان | 62.82 | |
| 15 | جمهوری اسلواک | 62.50 | |
| 16 | بلژیک | 61.89 | |
| 17 | ایتالیا | 61.75 | |
| 18 | مکزیک | 61.30 | |
| 19 | اسلونی | 60.99 | |
| 20 | مالت | 60.84 | |
| 21 | لیتوانی | 60.07 | |
| 22 | آلمان | 59.60 | |
| 23 | اندونزی | 59.57 | |
| 24 | مصر | 59.19 | |
| 25 | رومانی | 59.02 | |
| 26 | جمهوری چک | 57.99 | |
| 27 | نروژ | 57.88 | |
| 28 | اسپانیا | 57.34 | |
| 29 | لوکزامبورگ | 57.25 | |
| 30 | اوکراین | 57.10 | |
| 31 | هند | 56.97 | |

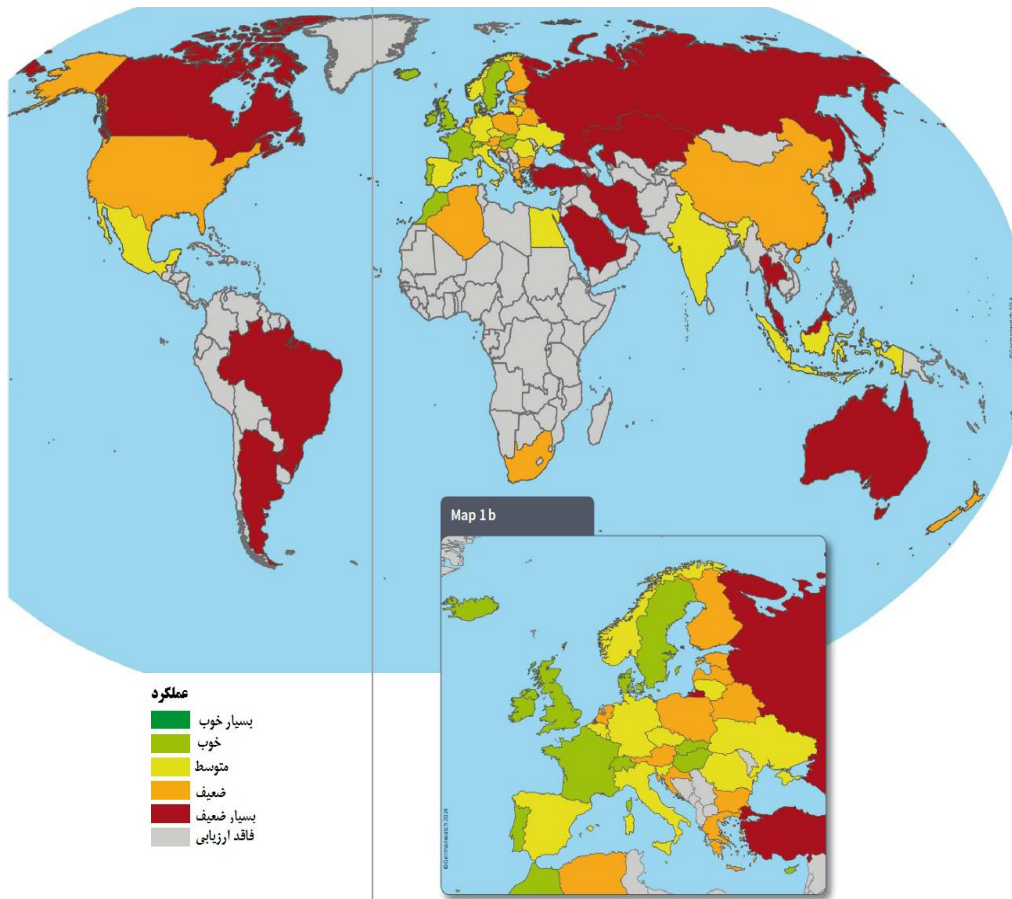
در مقایسه با سال قبل

© Germanwatch 2014

تغییرات اقلیمی (جلد اول) - آمار و پیمانه‌ها بر سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین



Source: Burck, Marten, Bals (2015)



شکل ۴: شاخص عملکرد تغییرات آب و هوا به تفکیک کشورها در سال ۲۰۱۵

Source: Burck, Marten, Bals (2015)

۴- هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی بخش‌های مصرف‌کننده انرژی

هزینه اجتماعی، هزینه‌ای است که اثرات مخرب یا سوء یک آلاینده یا فعالیت را بر محصولات کشاورزی، اکوسیستم‌ها، مواد و سلامت انسان برآورد می‌کند. به بیان دیگر، به مجموع پولی که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران نماید، هزینه تخریب یا هزینه‌های اجتماعی گفته می‌شود. برای محاسبه هزینه‌های تخریب نیاز به کمی کردن اثر آلاینده‌ها و فعالیت‌ها در محیط‌های اثرپذیر (انسانی و طبیعی) است.

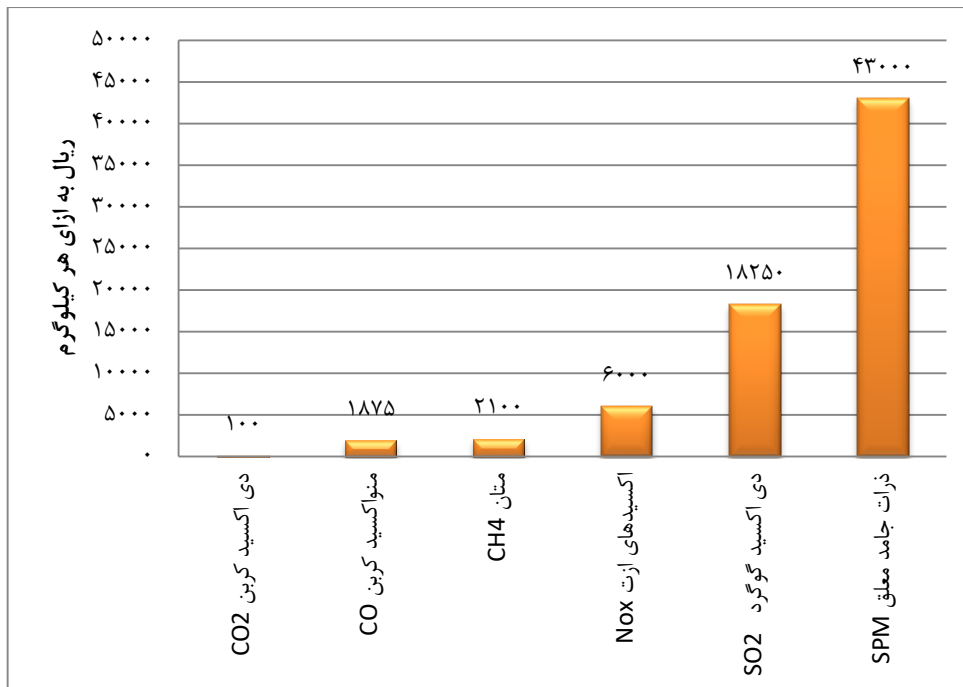
باید توجه کرد با فرض ثبات مصرف انرژی، اگر به دلیل رشد تکنولوژی‌های تبدیل و مصرف انرژی، کارایی و بهره‌وری انرژی افزایش یابد، رفاه اجتماعی می‌تواند افزایش پیدا کند. با وجود این، افزایش مصرف انرژی لزوماً به معنای افزایش رفاه نخواهد بود. در ایران به دلیل ارزان بودن انرژی، استفاده از ماشین‌آلات پس از سپری شدن عمر مفید آنها، فناوری‌های پایین، وجود خودروهای فرسوده و ضعف تکنولوژی و انرژی بر بودن صنایع، افزایش بی‌رویه جمعیت و توسعه شهرنشینی، تغییر الگوهای مصرف و غیره مصرف انرژی افزایش قابل توجهی یافته و به تبع آن نیز میزان انتشار انواع آلاینده‌ها نیز رشد فزاینده‌ای داشته است، اما رفاه اجتماعی متناسب با مصرف انرژی افزایش نیافته است که این موضوع از غیر بهینه بودن مصرف انرژی در کشور حکایت دارد که آثار آن به صورت انواع آلودگی‌ها، به‌ویژه آلودگی هوا و کاهش کیفیت محیط‌زیست در بسیاری از مناطق کشور از جمله مناطق شهری هویدا شده که این موضوع باعث شده است تا تعدادی از شهرهای کشور از جمله شهر تهران در زمره یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان قلمداد گردد.

انتشار حجم زیادی آلاینده و گازهای گلخانه‌ای در کشور، سالانه هزینه‌های هنگفتی را بر اقتصاد کشور تحمیل می‌کند. این هزینه‌ها که بر بخش‌های مختلف اقتصادی کشور و همچنین سلامت شهروندان تحمیل می‌شود، در چارچوب هزینه‌های اجتماعی^۱ محاسبه می‌شوند. هزینه‌های اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده‌های و گلخانه‌ای، هزینه‌هایی هستند که اثرات مخرب یا سوء یک آلاینده یا فعالیت را بر محصولات کشاورزی، اکوسیستم‌ها، مواد و سلامت انسان نشان می‌دهد. به بیان دیگر، به مجموع پولی که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران نماید، هزینه تخریب یا هزینه‌های اجتماعی گفته می‌شود.

برای محاسبه هزینه‌های تخریب نیاز به کمی کردن اثر آلاینده‌ها و فعالیت‌ها در محیط‌های اثرپذیر (انسانی و طبیعی) است که با استفاده از مدل‌ها و ضرایب انتشار این هزینه‌ها محاسبه می‌شود. برای این منظور ابتدا با استفاده از مدل‌ها و ضرایب انتشار هزینه‌های نهایی خسارات و تخریب هر یک از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای برآورد می‌شود. بر اساس گزارش ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳، بیشترین هزینه‌های نهایی اجتماعی ناشی از

1. Social Costs

مصرف انرژی مربوط به ذرات جامد معلق (SPM) و دی‌اکسید گوگرد (SO₂) و اکسیدهای ازت (NO_x) بود که به ترتیب ۱۸۲۵۰، ۴۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ ریال به ازای انتشار هر کیلوگرم از این آلاینده‌ها (به قیمت سال ۱۳۹۲) بوده است و کمترین میزان هزینه‌های اجتماعی نیز به ترتیب برای دی‌اکسید کربن (CO₂)، ۱، منواکسید کربن (CO) و گاز متان (CH₄) بوده است (نمودار ۱۲).



نمودار ۱۲: هزینه نهایی اجتماعی (صرفه‌جویی‌های ناشی از عدم انتشار) به تفکیک هر یک از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی به قیمت سال ۱۳۹۲

مأخذ: ترازنامه انرژی ۱۳۹۳، وزارت نیرو ۱۳۹۵

بر اساس گزارش ترازنامه انرژی، کل هزینه‌های اجتماعی یا صرفه‌جویی ناشی از عدم انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در ایران در سال ۱۳۹۳ حدود ۱۳۴ هزار میلیارد ریال برآورد شده است که در این بین گاز دی‌اکسید کربن با تحمیل هزینه اجتماعی ۶۰ هزار میلیارد ریال و سهم ۴۵ درصد، بیشترین سهم تحمیل این هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۱۰ و نمودار ۱۳).

۱. هرچند هزینه نهایی گاز دی‌اکسید کربن در مقایسه با سایر گازها به میزان قابل توجهی کمتر است، اما با توجه به اینکه حدود ۹۸ درصد انتشار ناشی از مصرف انرژی مربوط به این گاز است، لذا بیشترین سهم را در ایجاد هزینه‌های اجتماعی به خود اختصاص می‌دهد.

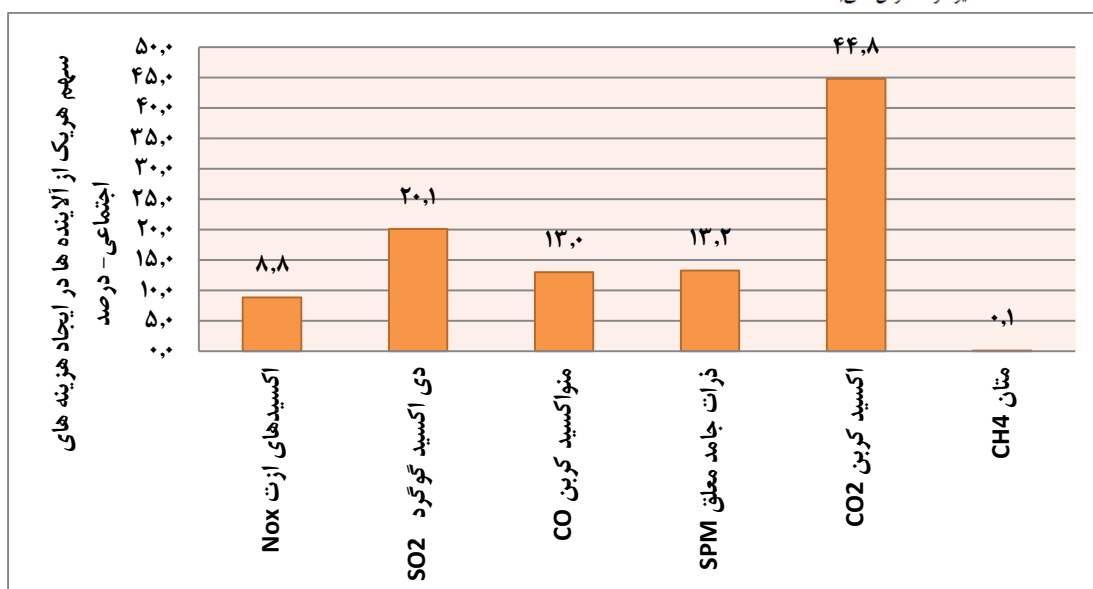
تغییرات اقلیمی (جلد اول - آمار و پیمانه‌ها بر سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین)

جدول ۱۰: مجموع هزینه‌های اجتماعی (صرفه‌جویی‌های ناشی از عدم انتشار) به تفکیک هر یک از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی به قیمت سال ۱۳۹۲

(میلیارد ریال)

| بخش / گاز | NO _x | SO ₂ | SO ₂ | CO | SPM | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | جمع |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----|-----------------|-----------------|------------------|-----|
| مصرف نهایی انرژی خانگی، تجاری و عمومی | ۶۹۲ | ۶۸۴ | ۹۰ | ۴۸۲ | ۹ | ۱۳۷۲۷ | ۰ | ۱۵۶۸۴ | |
| صنعت | ۱۰۳۹ | ۳۱۵۲ | ۴۱ | ۷۶۵ | ۴ | ۱۰۰۳۹ | ۰ | ۱۵۰۴۱ | |
| حمل و نقل | ۵۸۷۹ | ۱۰۷۴۸ | ۱۶۹۴۲ | ۱۴۱۸۵ | ۱۰۲ | ۱۵۰۱۷ | ۰ | ۶۲۸۷۲ | |
| کشاورزی | ۳۲۴ | ۱۰۱۳ | ۲۳ | ۱۰۱۵ | ۱ | ۱۲۴۷ | ۰ | ۳۶۲۴ | |
| مصرف بخش انرژی پالایشگاه | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۲۴۲۱ | ۰ | ۲۴۲۲ | |
| نیروگاه | ۳۹۱۰ | ۱۱۴۶۰ | ۳۳۳ | ۱۳۳۸ | ۹ | ۱۷۷۷۴ | ۰ | ۳۴۸۱۳ | |
| جمع | ۱۱۸۴۴ | ۲۷۰۵۷ | ۱۷۴۲۹ | ۱۷۷۸۴ | ۱۲۶ | ۶۰۲۲۷ | ۰ | ۱۳۴۴۶۷ | |

• مقادیر در دسترس نمی‌باشند.



نمودار ۱۳: سهم هزینه‌های اجتماعی (صرفه‌جویی‌های ناشی از عدم انتشار) به تفکیک هر یک از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی به قیمت سال ۱۳۹۲

یکی از مهم‌ترین شاخص‌هایی که برای مقایسه بین‌المللی هزینه‌های تخریب محیط‌زیست در بین کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد، پس‌اندازهای خالص^۱ است. شاخص پس‌اندازهای خالص در سال ۱۹۹۴ توسط هامیلتون و پیرس^۲ مطرح شد. این شاخص، یک معیار سنجش پایداری محسوب می‌شود. پس‌انداز خالص، شاخص ساده‌ای است که به منظور ارزیابی و سنجش پایداری اقتصاد یک کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص ثروت یک کشور را در چارچوبی متفاوت از حساب‌های ملی مطرح می‌کند. در حقیقت این شاخص ارزش خالص تغییرات در کل دارایی‌های یک کشور را که برای توسعه آن حائز اهمیت است (دارایی‌های تولید شده، منابع

1. Genuine savings (GSs)
2. Hamilton and Pearce

طبیعی، کیفیت محیط‌زیست، سرمایه انسانی و دارایی‌های خارجی) را نشان می‌دهد. برخلاف نظام حساب‌های ملی استاندارد^۱ این روش، هزینه‌های زیر را در حساب‌های ملی ادغام می‌کند (Hamilton, 2000).

- ارزش تخریب منابع طبیعی تجدید پذیر (جنگل‌ها، آب و سایر دارایی‌های طبیعی تجدیدپذیر) را از حساب‌های ملی کسر می‌کند.
- خسارات ناشی از آلودگی از جمله کاهش رفاه ناشی از بیماری‌ها را از حساب‌های ملی کم می‌کند.
- هزینه‌های آموزش (کتاب، تربیت معلم، حقوق و غیره) را به جای مصرف، به عنوان سرمایه در نظر می‌گیرد که در نتیجه آن سرمایه انسانی به جای کاهش، افزایش نشان می‌دهد.
- ارزش تخریب منابع تجدید ناپذیر از حساب‌های ملی کسر می‌شود.

برای این منظور بانک جهانی با همکاری تعدادی از صاحب‌نظران گام مهمی را برای بازنگری در حساب‌های ملی با استفاده از محاسبه پس‌انداز ناخالص تعدیل شده برداشت. شاخص مزبور از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود (بانک جهانی، ۲۰۰۳).

+ کاهش ذخایر انرژی + استهلاک سرمایه ثابت] - پس‌انداز ناخالص داخلی = پس‌انداز ناخالص تعدیل شده

[مخارج آموزشی + خسارات ناشی از انتشار دی‌اکسید کربن + تخریب جنگل‌ها + کاهش ذخایر معدنی

با اعمال این شاخص‌ها در حساب‌های ملی، پس‌انداز واقعی کشورها تعیین می‌شود. بر این اساس، با محاسبات ریاضی و استفاده از ابزارهای اقتصادسنجی مشخص می‌شود که آیا ثروت یک کشور در حال افزایش است یا روند کاهشی دارد. با توجه به اینکه این شاخص وضعیت تخریب منابع طبیعی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را با چارچوب‌های مشخص و پولی که قابل درک برای تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان است، ارائه می‌دهد، لذا با استقبال زیادی از سوی کشورها و سازمان‌ها و نهادهای بین‌المللی (بانک جهانی) مواجه شده و سالانه توسط برخی از این نهادها منتشر می‌شود. در حقیقت، این شاخص اطلاعات واقع‌بینانه‌تری از وضعیت مصرف و تخلیه منابع طبیعی و محیط‌زیستی و انباشت و تخلیه سرمایه‌های یک کشور با مد نظر قرار دادن کلیه ابعاد و ارکان توسعه پایدار ارائه می‌دهد.

بر اساس برآوردهای بانک جهانی در سال ۲۰۱۵ مجموع هزینه‌های تخریب محیط‌زیست ۱۹٫۲ درصد درآمد ناخالص ملی^۲ ایران اعلام شده است. با توجه به اینکه اقتصاد ایران به شدت وابسته به سوخت‌های فسیلی است، لذا بخش انرژی بیشترین سهم این هزینه‌ها را به خود اختصاص داده که مقدار آن معادل ۱۶٫۹ درصد درآمد ناخالص ملی است. در جدول ۱۱ برآورد هزینه‌های تخلیه و تخریب محیط‌زیست ارائه شده است.

1. System National Accounting (SNA)
2. Gross National Income (GNI)

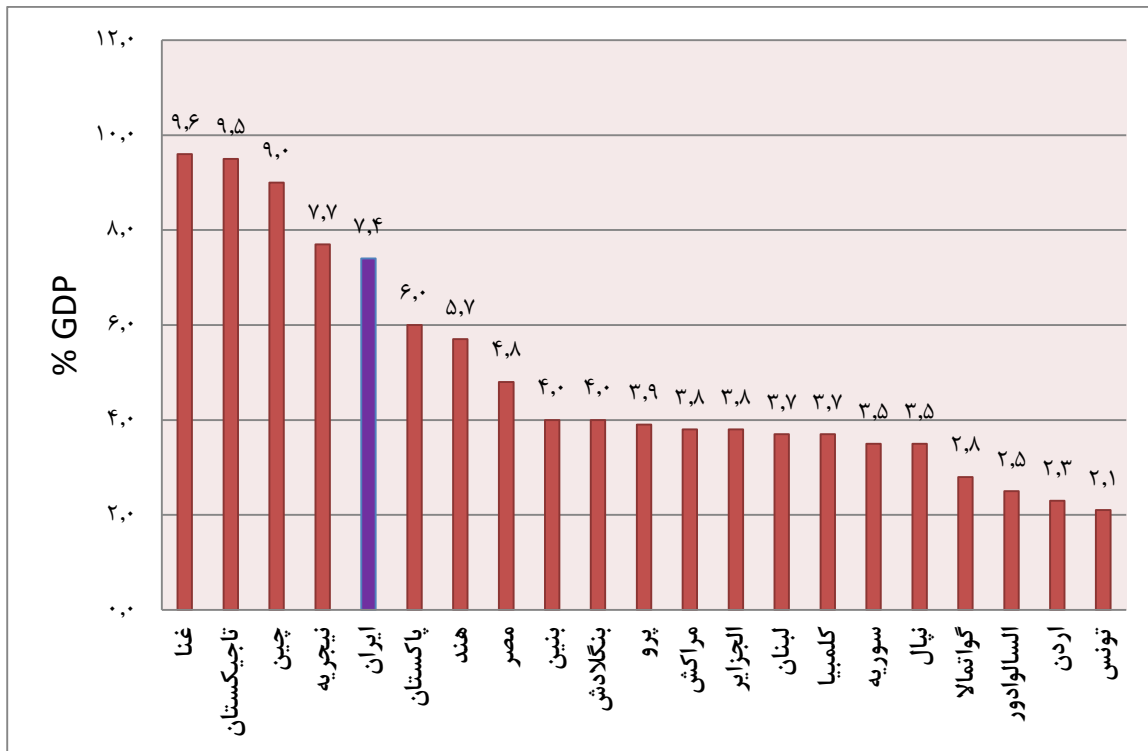
جدول ۱۱: برآورد هزینه‌های تخلیه و فروافت محیط‌زیست

| نام کشور | ارزش تخلیه انرژی (GNI از %) | ارزش تخلیه منابع معدنی (GNI از %) | خالص ارزش تخلیه جنگل‌ها (GNI از %) | جمع کل ارزش تخلیه (GNI از %) | فروسایه ناشی از CO2 (GNI از %) | فروسایه ناشی از آلودگی هوا (GNI از %) | جمع کل فروسایه (GNI از %) | کل هزینه‌های محیط‌زیستی (GNI از %) |
|----------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| عربستان | ۲۰,۶ | ۰ | ۰ | ۲۰,۶ | ۰,۸ | ۰,۳ | ۱,۱ | ۲۱,۷ |
| ایران | ۱۶,۹ | ۰,۷ | ۰ | ۱۷,۶ | ۱,۶ | n.a | ۱,۶ | ۱۹,۲ |
| ونزوئلا | ۹,۶ | ۰,۵ | ۰ | ۱۰,۱ | ۰,۵ | ۰ | ۰,۵ | ۱۰,۶ |
| شیلی | ۰,۱ | ۸,۳ | ۰ | ۸,۴ | ۰,۳ | ۰,۱ | ۰,۴ | ۸,۸ |
| نروژ | ۸,۶ | ۰ | ۰ | ۸,۶ | ۰,۱ | ۰ | ۰,۱ | ۸,۷ |
| مالزی | ۶,۷ | ۰,۲ | ۰ | ۶,۹ | ۰,۹ | ۰,۲ | ۱,۱ | ۸ |
| استرالیا | ۰,۱ | ۲,۵ | ۳ | ۵,۶ | ۰,۳ | ۰ | ۰,۳ | ۵,۹ |
| اندونزی | ۳ | ۰,۶ | ۰,۲ | ۳,۸ | ۰,۶ | ۰,۶ | ۱,۲ | ۵ |
| چین | ۱,۹ | ۱,۴ | ۰ | ۳,۳ | ۱,۲ | ۰,۴ | ۱,۶ | ۴,۹ |
| برزیل | ۱,۸ | ۱,۱ | ۰,۸ | ۳,۷ | ۰,۲ | ۰,۱ | ۰,۳ | ۴ |
| امریکا | ۰,۸ | ۰,۱ | ۰ | ۰,۹ | ۰,۳ | ۰,۲ | ۰,۵ | ۱,۴ |
| آلمان | ۰,۱ | ۰ | ۰ | ۰,۱ | ۰,۲ | ۰,۲ | ۰,۴ | ۰,۵ |

Source: 2015 World Development Indicators, World Bank 2016

در مطالعه دیگری که توسط بانک جهانی در ۲۱ کشور در حال توسعه انجام شده، بیشترین خسارات بهداشتی و منابع طبیعی مربوط به کشورهای غنا، تاجیکستان و چین به ترتیب مقدار آن‌ها ۹,۶، ۹,۵ و ۹ درصد تولید ناخالص داخلی (GDP) در سال ۲۰۱۲ اعلام شده است. بر اساس این مطالعه کشورهای تونس، اردن و السالوادور نیز به ترتیب با خسارات بهداشتی و منابع طبیعی ۲,۱، ۲,۳ و ۲,۵ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP) کمترین خسارات بهداشتی و منابع طبیعی را به خود اختصاص داده‌اند.

بر اساس این مطالعه، خسارت بهداشتی و منابع طبیعی در ایران حدود ۷,۴ درصد تولید ناخالص داخلی (GDP) اعلام شده است که در بین کشورهای یاد شده در رتبه پنجم قرار داشته است. کشورهای پاکستان و هند نیز در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند.



نمودار ۱۴: مقایسه خسارات بهداشتی و منابع طبیعی و محیط زیستی ایران و کشورهای منتخب در سال ۲۰۱۲

Source: World Bank (2013)

۵- آثار و پیامدهای تغییر اقلیم بر کشور^۱

با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و بوم‌شناختی کشور و قرا گرفتن کشور در کمربند خشک کره زمین، تغییرات اقلیمی بر جنبه‌های مختلفی از محیط‌زیست و همچنین وضعیت اقتصادی- اجتماعی کشور تأثیر خواهد گذاشت، به همین دلیل ملاحظات تغییرات اقلیمی در تمامی سطوح برنامه‌ریزی موضوعی و مکانی (آمایشی) باید مورد توجه قرار گرفته و از ابتدای فرایندهای برنامه‌ریزی‌های کلان کشور به طور عام و برنامه‌های آمایش سرزمین به طور اخص مورد توجه قرار گیرند.

به طور خلاصه از مهم‌ترین آثار و پیامدهای تغییر اقلیم در کشور می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۵-۱- آثار و پیامدهای تغییرات اقلیمی بر آب و هوای کشور

جمهوری اسلامی ایران به دلیل شرایط اکولوژیکی، موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن در کمربند خشک کره زمین، در زمره کشورهای آسیب‌پذیر ناشی از تغییرات اقلیمی شناخته شده و به شدت تحت تأثیر این پدیده قرار دارد و در آینده نیز بیشتر تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده در زمینه تغییرات متغیرهای آب و هوایی ایران تا ۲۰۳۰ میلادی نسبت به دوره ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ (دوره پایه مشاهداتی) نشان می‌دهد:

- بارش کل کشور به میزان ۹ درصد کاهش خواهد یافت.
- تا سال ۲۰۳۰ میلادی تعداد بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در کشور تا ۴۰ درصد بیش از دوره پایه مشاهداتی افزایش خواهد یافت.
- دمای کشور تا سال ۲۰۳۰ میلادی تا حدود ۱ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.
- تعداد روزهای داغ (دمای بیش از ۳۰ درجه سلسیوس) در اکثر نقاط کشور افزایش و تعداد روزهای یخبندان کاهش می‌یابد.
- تعداد روزهای خشک در اکثر نقاط کشور افزایش یافته که غرب و جنوب شرق کشور با بیشترین تعداد روزهای خشک همراه خواهد بود که این افزایش منجر به وقوع خشکسالی در اکثر نقاط کشور خواهد شد.

۱. برگرفته از سازمان حفاظت محیط‌زیست (۱۳۹۳). ضرورت پرداختن به تغییر آب و هوا در جهت‌گیری کلان ملی، ارائه شواهدی در خصوص آتیه زیستی کشور به منظور اقتصاد کم‌کربن در برنامه ششم توسعه کشور.

۵-۲- اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور

بر اساس شبیه‌سازهای انجام شده مربوط به تغییر متغیرهای آب و هوا تا سال ۲۰۳۰ اثرات زیر را روی منابع آب کشور خواهد داشت:

- با افزایش تعداد رخدادهای بارش‌های سنگین و سیل‌آسا، ریسک بیشتری متوجه امنیت ابنیه آبی کشور خواهد شد.

- کاهش سرانه ذخایر آبی کشور تا حدود ۱۳۰۰ مترمکعب به ازاء هر نفر

- اتلاف منابع آبی معادل ۱۳ میلیارد متر مکعب با افزایش دما تا ۱ درجه سلسیوس به‌صورت تبخیر و تهدید منابع روباز کشور

- تغییر رژیم کمی و کیفی منابع آب سطحی و ذخایر برف و یخچال به‌صورت افزایش رواناب در زمستان و کاهش آن در بهار

- افزایش رواناب ۵ حوضه و کاهش آن در ۳۰ حوضه کشور

- بر اساس گزارش کاهش منابع آب زیرزمینی خاورمیانه با استفاده از اطلاعات ماهواره GRACE^۱ طی بررسی‌های سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۰۹ در بخشی از خاورمیانه انجام شده است از کاهش قابل توجه آب‌های زیرزمینی با حجم حدود ۱۴۳/۶ میلیارد متر مکعبی در این منطقه که بخشی از حوزه‌های آبخیز کشور را نیز شامل می‌شود، حکایت دارد.

۵-۳- اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی، دامداری و شیلات

کشاورزی در ایران ۱۸ درصد تولید ناخالص ملی و ۲۰ درصد اشتغال کشور را به خود اختصاص داده و تأمین کننده ۸۵ درصد غذای داخلی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تغییر اقلیم در سال‌های آتی بر فعالیت‌های مختلف کشاورزی در ایران تأثیرگذار بوده که عبارتند از:

- با توجه به کاهش باران در اکثر مناطق ایران به‌خصوص در غرب و جنوب غربی کشور، کاهش پوشش گیاهی و عملکرد مناطق کشاورزی دیم کشور قابل ملاحظه است.

- افزایش مناطق شور و کاهش عرصه قابل کشت در کشور

۱. این کار با استفاده از ماهواره‌های دوقلوی GRACE متعلق به سازمان ملی فضایی و فضاوردی ایالات متحده انجام شده است.

- افزایش دما در سال‌های آتی به‌خصوص در فصل سرد باعث افزایش علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهان زراعی می‌شود. افزایش آفات موجب افزایش هزینه‌های مبارزه با آنها و آلودگی محیط‌زیست می‌شود.
- کاهش تولید محصولات زراعی باعث کاهش غذای دامداری‌ها و مرغداری‌ها شده که نتیجتاً به کاهش عملکرد این دو بخش می‌انجامد.
- کاهش بارندگی کیفیت و کمیت مراتع را کاهش داده و باعث کاهش چرای دام و پایین آمدن عملکرد دامداری می‌شود.
- اکثر ماهیان اقتصادی دریای خزر مهاجر بوده و برای تخم‌ریزی به رودخانه‌های متصل به دریای خزر برمی‌گردند، افزایش دما، کاهش رواناب و آلودگی آنها در سال‌های آتی باعث کاهش تعداد این ماهیان می‌شود.
- افزایش دما و افزایش شوری آب‌ها و تغییر در جریان‌ات اقیانوسی در اقیانوس هند تا سال ۲۰۳۰ بر زندگی ماهی‌ها به‌ویژه ماهی تون تأثیر منفی خواهد داشت.
- تولید غلات کشور تا سال ۲۰۲۰ بین صفر تا ۵ درصد تا سال ۲۰۵۰ بین ۲٫۵ تا ۱۰ درصد و تا سال ۲۰۸۰ بین ۵ تا ۳۰ درصد کاهش می‌یابد.
- عملکرد محصول گندم دیم در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ به ترتیب بین ۱۵ تا ۲۰ درصد و ۲۱ تا ۳۳ درصد کاهش خواهد یافت.
- کاهش بارندگی در استان‌های شمالی باعث کاهش تولید برنج خواهد شد.
- پیش‌بینی می‌شود قیمت غلات در سال ۲۰۲۰ بین ۶ تا ۱۵ درصد نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش یابد. این افزایش برای سال ۲۰۵۰ بین ۸ تا ۲۰ درصد خواهد بود.

۵-۴- اثرات تغییر اقلیم بر جنگل‌ها و مراتع کشور

با تغییرات آب و هوا، جنگل‌ها دستخوش تغییراتی خواهند شد که بعضی از آنها عبارتند از:

- اثرگذاری بر جنگل‌های شمالی، به‌خصوص گونه‌هایی شامل توسکا و توسکای بیلاقی به دلیل کاهش باران و اثر بر گونه‌های سازگار شده جنگل‌های قدیمی.
- با افزایش دما و افزایش شوری آب خلیج فارس و دریای عمان در سال‌های آتی جنگل‌های مانگرو مورد تهدید جدی قرار خواهد گرفت.
- به دلیل کاهش بارش و کاهش پوشش گیاهی مراتع، فرسایش خاک در مراتع افزایش یافته و موجب فقر پوشش گیاهی می‌شود.

۵-۵- اثرات تغییر اقلیم بر مناطق ساحلی

- کاهش بارش، افزایش دما به همراه فعالیت‌های انسانی باعث کاهش پوشش گیاهی و کاهش رواناب رودخانه‌های منتهی به دریای خزر شده و نهایتاً باعث فرسایش خاک و همچنین کاهش زاد و ولد ماهیان مهاجر از دریاها به این رودخانه‌ها خواهد شد.
- افزایش شوری و دمای خلیج فارس در سال‌های آتی باعث ورود آب‌های شور و گرم دریای عمان شده و وضعیت آن را متأثر می‌سازد.
- شدت و فرکانس طوفان‌های دریای عمان در سال‌های آتی افزایش خواهد یافت.
- تخریب نواحی ساحلی و تغییر ژئومورفولوژی منطقه در اثر پیشروی آب اقیانوس و دریاها به سمت سواحل
- تخریب تأسیسات نفتی و صنعتی ساحلی و تأثیر آن بر اقتصاد منطقه‌ای و ملی
- افزایش طوفان‌های دریایی و تأثیر بر حمل و نقل و اقتصاد منطقه
- نفوذ آب شور در آب‌های شیرین ساحلی، سفید شدن مرجان‌ها در اثر تغییرات دمایی، تغییر زیست‌بوم منطقه و مهاجرت ماهیان دریایی، تغییر در منابع درآمدی منطقه، به خطر افتادن امنیت غذایی، از دست دادن اشتغال در این نواحی و در نتیجه افزایش قاچاق کالا، تخریب زیستگاه‌های ساحلی در اثر افزایش سطح آب دریاها و پیشروی آب دریا در بستر رودخانه‌ها.

۵-۶- اثرات تغییر اقلیم بر بهداشت کشور

- جمهوری اسلامی ایران در بخش حوزه شرقی مدیترانه^۱ در تقسیمات سازمان بهداشت جهانی قرار دارد و در زمره مناطقی است که به شدت تحت تأثیر آثار بهداشتی ناشی از پدیده تغییرات اقلیمی قرار خواهد گرفت.
- با کاهش بارش در اکثر نقاط کشور، دسترسی به آب شرب سالم محدودتر شده و بنابراین امکان افزایش بیماری‌هایی مرتبط با آب مانند وبا و اسهال افزایش خواهد یافت.
- با توجه به اعلام سازمان بهداشت جهانی مبنی بر اینکه هر ۱ درجه سلسیوس افزایش دمای سالانه باعث افزایش ۸ درصدی مبتلایان به اسهال می‌شود؛ بنابراین، بر اساس پیش‌بینی دمای نقاط مختلف

1. Eastern Mediterranean Regional Office (EMRO)

کشور تا سال ۲۰۳۰، شمال خراسان، آذربایجان شرقی، گیلان، مرکزی و کردستان با افزایش بیماری‌های اسهالی روبه‌رو خواهند شد.

- افزایش دما در دوره‌های آتی در کشور سبب بهبود زندگی پشه ناقل این بیماری شده و افزایش این بیماری را به همراه خواهد داشت.

- افزایش بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در کشور سبب افزایش تداخل آب‌های سطحی و فاضلاب‌ها شده و افزایش بیماری‌های اسهال و وبا را به دنبال خواهد داشت.

۵-۷- اثرات تغییر اقلیم بر تنوع زیستی کشور

- به دلیل کاهش بارش و افزایش دما در اکثر نقاط کشور به‌خصوص در البرز و زاگرس، اکثر تالاب‌های کشور با کاهش حجم قابل ملاحظه آب روبه‌رو شده و زندگی حیوانات، پرندگان و گونه‌های گیاهی وابسته به این تالاب‌ها در معرض خطر قرار خواهد گرفت.

- تغییر اقلیم با تغییر شرایط اقلیمی زیستگاه و کاهش دامنه بردباری و مقاومت گونه‌ها نسبت به شرایط محیطی، موجب انقراض این گونه‌ها خواهد شد. همچنین از آنجا که تغییر اقلیم می‌تواند موجب کاهش توزیع و پراکنش برخی گونه‌ها شود باعث تغییر تراکم و حذف گونه‌های دیگر خواهد شد.

- افزایش دما و به دنبال آن کاهش طول زمستان و فرارسیدن سریع بهار موجب اختلال در چرخه تولید مثل گیاهان و جانوران خواهد شد.

- افزایش دما و کاهش روزهای یخبندان باعث افزایش آفات و بیماری‌های گیاهی در کشور شده که نهایتاً کاهش پوشش گیاهی کشور را به دنبال خواهد داشت.

- جنگل‌های بلوط غرب، تالاب‌ها و بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری به‌خصوص کروکودیل ایرانی در معرض خطر اثرات تغییر اقلیمی در کشور در سال‌های آتی است.

- تغییر اقلیم قادر است به طور مستقیم با تغییر شرایط غیرزیستی خاک یا به طور غیرمستقیم با تغییر ترکیب جوامع گیاهی فرایندهای خاک و فعالیت جوامع میکروارگانیسم‌های خاکزی و سایر موجودات حد واسط را تحت تأثیر قرار دهد. بدین ترتیب، تغییرات اقلیمی می‌تواند کارکرد موجودات خاکزی، اثرات متقابل آن‌ها و ترکیب جوامع میکروارگانیسم‌های خاکزی را متأثر سازد.

- گرمایش جهانی با تغییر در وضعیت گونه‌ها، دوام و پویایی شبکه غذایی بوم‌نظام‌های آبی و خشکی را تغییر خواهد داد.

- تغییر اقلیم با تغییر شرایط اقلیمی زیستگاه و کاهش دامنه بردباری و مقاومت گونه‌ها نسبت به شرایط محیطی، موجب انقراض این گونه‌ها خواهد شد.

- تغییر در کاربری اراضی و مدیریت بوم‌نظام‌های زراعی، خدمات اکوسیستم نظیر تنظیم کیفیت و کمیت آب، چرخه جهانی کربن و حفاظت تنوع زیستی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۵-۸- اثرات تغییر اقلیم بر بخش انرژی

- به‌طور کلی در اثر تغییر آب و هوا، بازدهی نیروگاه‌ها و به‌تبع آن ظرفیت تولید برق نیروگاه‌ها کاهش می‌یابد.
- تلفات شبکه برق با افزایش دما، روند صعودی پیدا می‌کند. در نتیجه مصرف برق و به‌تبع آن مصرف سوخت‌های فسیلی مانند گاز افزایش می‌یابد.
- سایر پیامدهای ناشی از تغییر آب و هوا در این بخش عبارتند از: خوردگی و از بین رفتن تجهیزات پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی، افزایش استفاده از سیستم‌های تبرید و تهویه مطبوع، افزایش تلفات تبخیری بنزین، کاهش راندمان سیکل‌های تبریدی در پالایشگاه‌ها و غیره است.

۵-۹- افزایش معضلات محیط‌زیستی فرامرزی به‌ویژه طوفان گرد و غبار

افزایش بهره‌برداری از منابع محیط‌زیستی و همچنین احداث سدها و سازه‌های مختلف در بالادست رودخانه‌های منتهی به منطقه مناطق جنوب و جنوب غرب آسیا به‌ویژه ایجاد سدهای مختلف در بالادست رودخانه‌های دجله و فرات از یک سو و خشکسالی‌های ممتد طولانی ناشی از تغییر اقلیم در دهه‌های اخیر در این منطقه باعث شکل‌گیری کانون‌های گردوغبار متعددی در جنوب و جنوب غرب کشور شده است که این پدیده نیز باعث افزایش شدت و گستره طوفان‌های گرمسیری در بسیاری از مناطق گردیده و پیش‌بینی می‌شود در آینده نیز وضعیت بدتر شود.

علاوه بر این با تشدید تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌ها بیشتر در جنوب شرق کشور طوفان‌های گردوغبار در حوزه آبریز سیستان در جنوب شرق جمهوری اسلامی ایران و جنوب غرب افغانستان، نواحی از جنوب شرق جمهوری اسلامی ایران، شمال غرب بلوچستان در پاکستان، صحرای راجستان در شمال غربی هند، دشت‌های افغانستان- ترکمنستان و نواحی ریگستان ازبکستان بیشتر خواهد شد. گردوغبار حاصل از این مناطق به شمال آسیا و آسیای مرکزی، جنوب دریای عمان و همچنین نواحی وسیعی از جنوب شرق ایران از جمله استان سیستان و بلوچستان را با شدت و گستره بیشتری تحت تأثیر قرار خواهند داد.

۶- واکنش جهانی برای رویارویی با تغییرات اقلیمی (کنوانسیون تغییر آب و هوا و پروتکل

کیوتو)

در نخستین کنفرانس بین‌المللی آب و هوا در سال ۱۹۷۹، تغییرات اقلیمی به عنوان یک معضل جهانی مطرح و در پایان این نشست بیانیه‌ای صادر شد که بر اساس آن، دولت‌های جهان برای پیش‌بینی و پیشگیری از تغییراتی که بشر عامل آن بود، مخاطب قرار داده شدند. متعاقب آن نیز کنفرانس‌های میان‌دولتی در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ برگزار شد. از مهم‌ترین این کنفرانس‌ها می‌توان به کنفرانس ویلاش (اکتبر ۱۹۸۵)، کنفرانس تورنتو (جولای ۱۹۸۸)، کنفرانس اتاوا (فوریه ۱۹۸۹)، کنفرانس و بیانیه هوگو (مارس ۱۹۸۹)، معاهده قاهره (دسامبر ۱۹۸۹)، کنفرانس برگن (مه ۱۹۹۰) و دومین کنفرانس جهانی آب و هوا (نوامبر ۱۹۹۰) بودند.

با تشکیل و برگزاری این نشست‌ها در دهه هشتاد، ضرورت تدوین کنوانسیون و معاهده‌ای بین‌المللی برای رویارویی و مقابله با تغییرات اقلیمی بیش از گذشته مطرح شد و بر این اساس در دسامبر سال ۱۹۹۰، مجمع عمومی سازمان ملل متحد با استناد به نتایج گزارش‌های علمی و مباحث مطرح شده در نشست‌های متعدد، کمیته مذاکرات میان‌دولتی^۱ را جهت تدوین کنوانسیون تغییر آب و هوا^۲ تشکیل داد. کمیته مذاکرات پس از برگزاری جلسات متعدد، پیش‌نویس کنوانسیون را تهیه کرد و این پیش‌نویس در ۹ می سال ۱۹۹۲ در مقر سازمان ملل در نیویورک تصویب شد. این کنوانسیون در اجلاس سران زمین، در ژوئن سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو برزیل توسط سران و مقامات ارشد ۱۵۴ کشور دنیا امضاء و از تاریخ ۲۱ مارس ۱۹۹۴ لازم‌الاجرا شناخته شد.

جمهوری اسلامی ایران نیز در تاریخ ۱۳/۳/۱۳۷۵ با تصویب مجلس شورای اسلامی و تأیید شورای نگهبان به این کنوانسیون ملحق گردید. بر اساس ماده واحده این قانون به دولت اجازه داده شد تا به کنوانسیون تغییرات آب و هوا مشتمل بر یک مقدمه و بیست و شش ماده و دو ضمیمه ملحق گردد. مرجع ملی این کنوانسیون^۳ نیز سازمان حفاظت محیط‌زیست است.

در این کنوانسیون برخی از اصول ارائه شده‌اند. بنا بر اصل احتیاط^۴، کمبود شواهد و مدارک علمی نباید بهانه‌ای برای به تأخیر انداختن اقدامات و فعالیت‌ها جهت رویارویی با تهدیدات حاصل از انتشار گازهای گلخانه‌ای قلمداد شود. با توجه به اینکه بخش اعظم انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت کشورهای توسعه یافته

1. Intergovernmental Negotiation Committee (INC)

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

3. National Focal Point

4. Precautionary principal

است، اما کشورهای در حال توسعه نیز باید در این زمینه به صورت تنگاتنگ همکاری نمایند، بنابراین اصل «مسئولیت مشترک اما متفاوت» کشورها، راهکارهایی برای رویارویی با تغییرات آب و هوا در کشورهای توسعه یافته تعیین می‌کند. اصل انصاف در حقوق بین‌الملل به خوبی در اصل «مسئولیت مشترک اما متفاوت» تبلور یافته است. این اصل موجود یکی از مواد اساسی کنوانسیون تغییر آب و هوا، یعنی ماده ۳ است. بر اساس این ماده، طرف‌های متعاقد باید از سیستم آب و هوایی، بر اساس برابری و مطابق با مسئولیت مشترک اما متفاوت و با توجه به توانایی‌های خود در جهت نسل‌های حاضر و آینده محافظت نمایند. در نتیجه کشورهای توسعه یافته متعاقد به کنوانسیون باید هدایت مقابله با تغییر آب و هوا و اثرات منفی آن را بر عهده گیرند.

این ماده در اصل بیان می‌دارد دولت‌ها با توجه به تأثیرات گذشته و جاری که بر بروز مشکلات زیست‌محیطی جهان دارند، باید پاسخگو باشند؛ اما در عین حال بر مشارکت جهانی کشورها در حل مشکلات تأکید دارد. دیگر اصول نیز به بررسی نیازهای اجتماعی کشورهای در حال توسعه و اهمیت توسعه پایدار می‌پردازد.

مطابق با کنوانسیون تغییر آب و هوا، کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تعدادی از تعهدات را پذیرا شدند. تمامی اعضا متعهد شدند تا گزارش ملی خود را در خصوص منشأ تولید و حذف گازهای گلخانه‌ای تهیه و به دبیرخانه کنوانسیون ارائه دهند. اعضا، یکسری برنامه‌های ملی را به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و توسعه راهبردهایی برای ایجاد سازگاری با تأثیرات آن‌ها تصویب خواهند کرد. آن‌ها همچنین از انتقال فناوری‌ها، مدیریت، حفظ منابع طبیعی و گسترش روش‌های جذب گازهای گلخانه‌ای حمایت به عمل می‌آورند. علاوه بر این، طبق مفاد کنوانسیون، اعضا باید مسئله تغییرات آب و هوا را در سیاست‌های اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی خود وارد کنند و به همکاری در زمینه‌های علمی، فنی، تحقیقاتی و اشاعه علم، آگاهی عمومی و تبادل اطلاعات مرتبط با تغییرات آب و هوا بپردازند.

افزون بر این در راستای اجرای کنوانسیون، کشورهای صنعتی تعهدات خاصی را پذیرا شدند. بیشتر اعضای کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) همراه با کشورهای اروپای مرکزی و شرقی که در مجموع کشورهای ضمیمه I نامیده می‌شوند، متعهد گردیده‌اند تا سیاست‌ها و اهداف ارزیابی شده‌ای را در برگرداندن مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای خود تا سطح انتشار ۱۹۹۰ در سال ۲۰۰۰ به تصویب برسانند (مقدار انتشار این گازها برای پس از سال ۲۰۰۰، توسط پروتکل کیوتو مورد توجه قرار گرفته است).

همچنین ثروتمندترین کشورها متعهد شدند تا منابع جدید و مضاعف مالی فراهم کرده و انتقال فناوری را به کشورهای در حال توسعه تسهیل نمایند. این کشورها که به کشورهای ضمیمه II معروفند (جدول ۱۳)، تمامی هزینه‌های مقرر را که کشورهای در حال توسعه برای ارائه گزارش ملی خود متحمل شدند، تأمین کردند. علاوه بر این، کشورهای اعضای ضمیمه II، کمک‌های مالی مشخصی برای اجرای پروژه‌های مرتبط با کنوانسیون ارائه

خواهند داد و به انتقال فناوری‌های زیست‌محیطی، به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه عضو که در اجرای تعهداتشان به کمک‌های مالی و فنی کشورهای توسعه یافته وابسته‌اند، خواهند پرداخت.

جدول ۱۲: اعضای ضمیمه I کنوانسیون

| | | | | |
|-----------------------|----------------|-------------|------------------|------------|
| - بلغارستان | - بلژیک | - بلاروس | - اتریش | - استرالیا |
| - جامعه اقتصادی اروپا | - دانمارک | - جمهوری چک | - کرواسی | - کانادا |
| - یونان | - آلمان | - فنلاند | - فرانسه | - استونی |
| - ژاپن | - ایتالیا | - ایرلند | - ایسلند | - مجارستان |
| - لوکزامبورگ | - لیختن‌اشتاین | - موناکو | - لیتوانی | - لاتویا |
| - پرتغال | - لهستان | - نروژ | - نیوزلند | - هلند |
| - ایلوونی | - اسپانیا | - اسلواکی | - فدراسیون روسیه | - رومانی |
| - انگلستان | - اوکراین | - ترکیه | - سوئیس | - سوئد |
| | | | | - آمریکا |

مأخذ: پوراصغر سنگاچین، ۱۳۸۶

جدول ۱۳: اعضای ضمیمه II کنوانسیون

| | | | | |
|--------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|
| - دانمارک | - کانادا | - بلژیک | - اتریش | - استرالیا |
| - یونان | - آلمان | - فرانسه | - فنلاند | - جامعه اقتصادی اروپا |
| - لوکزامبورگ | - ژاپن | - ایتالیا | - ایرلند | - ایسلند |
| - اسپانیا | - پرتغال | - نروژ | - نیوزلند | - هلند |
| - آمریکا | - انگلستان | - ترکیه | - سوئیس | - سوئد |

مأخذ: پوراصغر سنگاچین، ۱۳۸۶

بالاترین رکن کنوانسیون، کنفرانس اعضاء است، اعضاء متشکل از تمامی اعضایی است که به‌طور رسمی در کنوانسیون به توافق رسیده‌اند (۱۸۹ عضو). کنوانسیون همچنین دارای دو هیئت فرعی (مکمل) است. هیئت فرعی برای مشاوره علمی و فنی برای ارائه به موقع اطلاعات و مشاوره درباره موضوع‌های علمی و تکنولوژیکی مرتبط با کنوانسیون به کنفرانس اعضاء تأسیس شده است. هیئت فرعی برای اجرا یا ارزیابی و بررسی عملکرد کنوانسیون به اجرای تعهدات آن کمک می‌کند.

همچنین یک ساز و کار مالی به صورت اعطایی یا واگذاری برای اعضاء کنوانسیون تأمین بودجه می‌کند. کنوانسیون اعلام کرد که این سازوکار توسط کنفرانس اعضاء که بر اساس سیاست‌ها، اولویت‌های برنامه‌ای و

۱. پوراصغر سنگاچین، فرزام (۱۳۸۶). نگاهی اجمالی به کنوانسیون تغییرات اقلیمی و پروتکل کیوتو، هفته‌نامه خبری-تحلیلی برنامه، شماره ۲۵۸، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور.

معیارهای واجد شرایط تصمیم‌گیری می‌کند، هدایت می‌شود و در یک سیستم مدیریتی باز، تمامی اعضا باید به‌صورت یکسان و متعادل در این سازوکار حضور داشته باشند.

کنوانسیون‌های هم‌چنین کشورها را ملزم می‌کند تا استفاده از فناوری‌ها، تجربیات و رویه‌هایی که گازهای گلخانه‌ای را کنترل می‌کند، اشاعه دهند و با مدیریت مستمر در حفظ و افزایش زیست‌بوم‌های جاذب گازهای گلخانه‌ای (جنگل‌ها، اقیانوس‌ها و...) بکوشند. در این راستا، تمامی اعضای کنوانسیون باید به تبادل کامل، آزاد و فوری اطلاعات علمی، تکنولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و حقوقی مربوط به سیستم آب و هوا و پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و اقدامات مقابله‌ای مختلف بپردازند و در موارد مزبور با سایر اعضا همکاری نمایند.

اولین بازنگری در مورد کفایت تعهدات کشورهای توسعه یافته که در نخستین کنفرانس اعضا بر آن تأکید شده بود، در سال ۱۹۹۵ در برلین انجام شد. هیئت‌های حاضر به این نتیجه رسیدند که تعهدات کشورهای توسعه یافته برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای آن‌ها در سال ۲۰۰۰ به سطح موجود در سال ۱۹۹۰، با هدف درازمدت کنوانسیون جهت جلوگیری از تداخل ضایعات خطرناک ناشی از فعالیت‌های انسان با سیستم آب و هوایی تناسب ندارد. لذا کنفرانسی به میزبانی کشور ژاپن در شهر کیوتو در دسامبر سال ۱۹۹۷ برگزار شد که حدود ۱۰ هزار نفر در آن شرکت داشتند. یکی از نتایج مثبت این کنفرانس، پذیرش پروتکل جدیدی بود که به موجب آن کشورهای صنعتی متعهد شدند انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را تا سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۸ به میزان ۵ درصد کمتر از انتشار آن در سال ۱۹۹۰ کاهش دهند. با اطمینان می‌توان گفت این تعهد اجباری و قانونی، منحنی بالارونده انتشار گازهای گلخانه‌ای کشورهای صنعتی را که در ۱۵۰ سال گذشته روند صعودی داشته است، به تدریج معکوس خواهد کرد.

پروتکل کیوتو در ۱۶ مارس ۱۹۹۸ جهت امضاء اعضا آماده شد. بنابراین، پروتکل ۹۰ روز پس از تصویب حداقل ۵۵ هیئت عضو کنوانسیون قابل اجرا می‌شود، مشروط به اینکه انتشار گازهای گلخانه‌ای این ۵۵ عضو از ۵۵ درصد کل گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در سال ۱۹۹۰ توسط کشورهای صنعتی بیشتر باشد. تا مدت‌ها شرط عددی (۵۵ کشور عضو کنوانسیون) محقق نشده بود، زیرا از ۵۵ درصد مورد اشاره صرفاً ۴۴/۲ درصد محقق شد؛ اما با پیوستن روسیه به پروتکل این سهم محقق گردید و این پروتکل لازم‌الاجرا شد.

سازمان حفاظت محیط‌زیست با همکاری سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور و مساعدت برنامه عمران سازمان ملل متحد^۱ و اداره امور اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل متحد، مطالعات مربوط به پیوستن پروتکل کیوتو را انجام داد. پس از تصویب دولت، لایحه پیوستن ایران به این پروتکل در سال ۱۳۸۴ به تصویب مجلس شورای اسلامی و شورای نگهبان رسید و ایران رسماً از آذرماه سال ۱۳۸۴ به پروتکل پیوست.

1. United Nations Development Program (UNDP)

این پروتکل به منظور انجام تعهدات کاهش مقدار انتشار و نیز جهت ارتقای توسعه پایدار، موظف شده است تا اجرا و یا تشریح بیشتر سیاست‌ها و اقدامات طبق شرایط ملی کشورها، مانند افزایش کارایی انرژی در بخش‌های مربوط به اقتصاد ملی کشورها، حفاظت از زیست‌بوم‌های جاذب گازهای گلخانه‌ای، ترغیب کشاورزی پایدار، ترغیب تحقیقات، توسعه و گسترش استفاده از انواع جدید و تجدیدپذیر انرژی و همکاری با سایر اعضا را فراهم کند. همچنین کشورها باید حداکثر یک سال قبل از شروع اولین دوره تعهد، نظام ملی خود را برای برآورد میزان انتشار تمامی گازهای گلخانه‌ای حاصل از دخالت انسان در طبیعت، از نظر منابع و حذف آن‌ها از طریق نظام‌های جذب‌کننده تهیه نمایند.

در سال ۲۰۰۵ کشورهای عضو گروه ۸ در اسکاتلند مجدداً بر شتاب بخشیدن اقدامات برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید نموده و آن را معضل جهانی قلمداد کردند که برای رویارویی با آن اقدامات عاجل و فوری نیاز است و به همین دلیل سران کشورهای گروه ۸ در مورد کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، از طریق گسترش فناوری بازدهی انرژی به توافق رسیدند. از میان کشورهای عضو گروه ۸، فقط کشور ایالات متحده آمریکا این پروتکل را امضاء نکرده است.

به این ترتیب کشورهای جهان به این باور رسیده‌اند که برای جلوگیری از متصاعد شدن گازهای گلخانه‌ای که باعث گرم شدن کره زمین می‌شوند باید اقدامات سریعی صورت گیرد. همان‌طور که عنوان شد، پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷، بار اصلی این کار را بر دوش کشورهای غنی نهاده است، زیرا این کشورها با اینکه تنها ۱۶ درصد جمعیت جهان را در خود جای داده‌اند؛ اما ۵۱ درصد این گازها را تولید می‌کنند. این پروتکل از کشورهای غنی می‌خواهد که تولید گاز دی‌اکسید کربن را تا سال ۲۰۱۲-۲۰۰۸ حداقل به میزان ۵ درصد از سطح سال ۱۹۹۰ کاهش دهند. طرفداران مقابله با تغییرات اقلیمی، این پروتکل را گام مهمی جهت کاهش تغییرات آب و هوایی می‌دانند؛ اما مخالفان بر این عقیده‌اند که هزینه‌های اجرایی این کار منابع مالی هنگفتی را می‌طلبد و کشورهای فقیر را نیز در بر نمی‌گیرد. انتقاد دیگری که بر این پروتکل وارد می‌نمایند این است که حتی اگر این پروتکل به‌طور کامل نیز اجرا شود، کل میزان کاهش دمای جهان تا سال ۲۱۰۰ کمتر از ۰/۱۵ درجه سانتی‌گراد خواهد بود. البته ایالات متحده که در تولید ۲۳ درصد گازهای گلخانه‌ای سهم دارد، هنوز به این پروتکل نپیوسته است. بدون مشارکت ایالات متحده که سهم عمده‌ای در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد، چنین توافقنامه‌هایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر چندانی بر کاهش دمای زمین نخواهد داشت.

کشورهای در حال توسعه، خصوصاً کشورهای دارای ذخایر انرژی مانند ایران هرچند تعهدی در مورد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در پروتکل کیوتو نداشته‌اند، اما با توجه به مذاکرات اخیر در نشست ۲۱ اعضا در پاریس در سال ۲۰۱۵، از سال ۲۰۲۰ تعهدات کمی (۴ درصد غیر مشروط و ۸ درصد مشروط) را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به مانند سایر کشورها پذیرفته است. بنابراین ضروری است تا تمهیدات و سیاست‌های مشخصی برای سازگاری با این محدودیت‌ها اتخاذ گردد و مصرف منابع انرژی از کارایی بیشتری برخوردار شود.

در حقیقت تعهدات جدید به تمامی کشورها تسری خواهد یافت. بدین ترتیب تمام کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه عضو کنوانسیون در زمینه اقداماتی برای محدود کردن انتشار و گسترش سازگاری با تأثیرات تغییر آب و هوا در آینده، همچنین ارائه اطلاعات در مورد برنامه‌های ملی خود برای تغییر آب و هوا، گسترش انتقال فناوری، همکاری در زمینه تحقیقات علمی و فنی، گسترش آگاهی عمومی و آموزش توافق دارند.

پس از تصویب کنوانسیون تغییر آب و هوا و پروتکل کیوتو در دهه ۹۰، جمهوری اسلامی ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای جهان اقداماتی را که در کنوانسیون تغییر آب و هوا و پروتکل کیوتو متعهد شده بود، آغاز کرد. بر این اساس طرح توانمندسازی جمهوری اسلامی ایران در اولین گزارش تغییر آب و هوا با کمک مالی تسهیلات جهانی محیط‌زیست (GEF) و با همکاری برنامه عمران محیط‌زیست (UNDP) از سال ۱۳۷۷ در سازمان حفاظت محیط‌زیست شروع شد. در راستای این طرح، گزارش ملی تغییر آب و هوا در پنج بخش شامل ارائه گزارش موجود وضعیت ملی، ارائه گزارش موجود گازهای گلخانه‌ای، انجام روش‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، انجام ارزیابی آسیب‌پذیری و تطبیق کشور در برابر تغییر آب و هوا و تدوین استراتژی ملی در قبال تغییرات آب و هوا، تهیه شد.

۷- تعهدات جدید جامعه جهانی (مشارکت ملی در کاهش گازهای گلخانه‌ای) - اهداف معین

مشارکت ملی (INDC)^۱

همان‌گونه که عنوان شد کنوانسیون تغییر آب و هوا در ژوئن ۱۹۹۲ در کنفرانس ریو ارائه و توسط سران و نمایندگان رسمی ۱۵۴ کشور و اتحادیه اروپا به امضا رسید و در تاریخ ۲۱ مارس ۱۹۹۴ لازم‌الاجرا شد و در حال حاضر ۱۹۲ عضو دارد. ایران نیز بعد از امضای کنوانسیون تغییر آب و هوا توسط نماینده دولت جمهوری اسلامی (معاون رئیس جمهور وقت) در سال ۱۳۷۱ در اجلاس زمین، کنوانسیون فوق را در خرداد ماه ۱۳۷۵ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسانید و از آن تاریخ کنوانسیون مذکور لازم‌الاجرا گردید. چارچوب کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییر آب و هوا جهت تثبیت غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر، به میزانی که از تداخل خطرناک فعالیت‌های انسان با سیستم اقلیم پیشگیری نماید، تنظیم شده است.

این کنوانسیون هر ساله دو جلسه ثابت برگزار می‌کند. مهم‌ترین جلسه سالانه کنفرانس اعضاء (COP)^۲ می‌باشد که در آذرماه هر سال برگزار می‌شود و تاکنون ۲۱ جلسه برگزار کرده است. جلسات سالانه دیگر ارکان فرعی علمی و فنی و ارکان فرعی اجرایی است که سالی دو بار در خردادماه و همزمان با COP برگزار می‌شود.

در جلسه نوزدهم کنوانسیون (COP19) تغییر آب و هوا در ورشو لهستان، اعضاء توافق کردند آماده‌سازی گزارش اهداف معین مشارکت ملی (INDC) خود را آغاز نمایند، به‌طوری که تا پیش از کنفرانس پاریس ثبت شوند. بنابراین اعضایی که آمادگی دارند می‌توانند تا مارس ۲۰۱۵ گزارش اهداف معین مشارکت ملی (INDC) خود را ثبت نمایند.

دبیرخانه تا ۱ نوامبر ۲۰۱۵ یک گزارش ترکیبی در خصوص اثر تجمعی INDC های گزارش شده توسط اعضاء که تا ۱ اکتبر ثبت شده تهیه می‌کند؛ بنابراین، آخرین مهلت اعلام شده تاکنون ابتدای اکتبر سال ۲۰۱۵ میلادی بوده است.

گزارش اهداف معین مشارکت ملی (INDC) مواردی مانند اطلاعات کمی شده در مورد سال مرجع کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (سال پایه)، چارچوب دوره زمانی برای اجرای برنامه (در سه قالب کوتاه‌مدت تا ۲۰۲۰، میان‌مدت تا ۲۰۳۰ یا ۲۰۵۰ و بلندمدت ۲۰۵۰ به بعد)، دامنه و محدوده پوشش برنامه‌ها، فرایند برنامه‌ریزی، روش‌شناختی و فرضیات شامل محاسبه و تخمین گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشر و حذف آن‌ها، برنامه‌های ملی سازگاری و کاهش خطرپذیری در مقابله با تغییر اقلیم ارائه نمایند.

۱. Intended Nationally Determined Contribution (INDC) برگرفته از سازمان حفاظت محیط‌زیست (۱۳۹۴)، اهداف معین مشارکت ملی (INDC)

2. Conference of party

به این ترتیب کشورهای مختلف جهان در کنفرانس اعضاء در پاریس در سال ۲۰۱۵ متعهد شده‌اند تا اهداف و تعهدات مشخصی را برای کاهش گازهای گلخانه‌ای تعیین و از سال ۲۰۲۰ به اجرا درآورند. برای مثال ایالات متحده آمریکا وعده داده است تا میزان انتشار خود را تا سال ۲۰۵۰ به ۸۳ درصد کمتر از سال ۲۰۰۵ برساند. همچنین اتحادیه اروپا متعهد شده است که میزان انتشار خود را به ۴۰ درصد کمتر از سال ۱۹۹۰ برساند. در این ارتباط باید متذکر شد که کشورهای در حال توسعه از جمله جمهوری اسلامی نیز مکلف شده‌اند در این رابطه دو تعهد اجباری و مشروط (به شرط کمک‌های مالی و فنی از سوی کشورهای توسعه یافته موضوع مسئولیت مشترک اما متفاوت کشورها، موضوع بیانیه ریو در سال ۱۹۹۲) را بپذیرند.

جمهوری اسلامی ایران با توجه به مواضع ناعادلانه و موانع مختلف بین‌المللی (تحریم‌های بین‌المللی، جنگ تحمیلی و تهدید منابع انسانی کارآمد و جوان متأثر از جنگ هشت ساله) در سه دهه اخیر به‌رغم وجود برنامه‌های مفصل در توسعه پایدار و تمایل به حرکت به سوی اقتصاد کم‌کربن عملاً در پیاده‌سازی و دستیابی به اهداف مربوطه توفیق چندانی نداشته است. جمعیت جوان کشور و نیاز به ایجاد اشتغال از یکسو و وجود منابع هیدروکربوری منجر به تمرکز توسعه کشور بر صنایع انرژی بر از سوی دیگر، باعث شده که روند انتشار گازهای گلخانه‌ای کشور صعودی باشد. وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای حاصل از تولید و صادرات نفت و فرآورده‌های نفتی و ساختار پرکربن آن از منظر اقتصاد، رفاه عمومی، منابع و فناوری کشور را نسبت به کاهش انتشار آسیب‌پذیر نموده و این اثرگذاری از منظر اقدامات مقابله‌ای^۱ با تغییر اقلیم جمهوری اسلامی ایران را کاندیدایی مناسب جهت توجه کشورهای توسعه یافته و توانمند در زمینه‌های تدابیر مناسب مالی، فناوری و ظرفیت‌سازی (با استناد به مواد ۴-۸ و ۴-۹ کنوانسیون تغییر آب و هوا) کرده است.

با توجه به اینکه جمهوری اسلامی ایران در زمره کشورهای صادرکننده نفت و همچنین در زمره ۱۰ کشور اول جهان از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای است، لذا در گزارش اهداف معین مشارکت ملی (INDC) کمترین تعهدات در کارگروه تغییرات اقلیمی برای دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۳۰ پذیرفته شده است. بر این اساس و با توجه به توان ملی و ساختار اقتصادی کشور، تعهد مشروط برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۳۰ به میزان ۴ درصد غیر مشروط و ۸ درصد مشروط (برداشته شدن تحریم‌ها و انتقال فناوری و غیره) نسبت به سناریو پایه^۲ بوده است. این کاهش انتشار به‌ویژه با تمرکز به توسعه سیکل ترکیبی نیروگاهی، توسعه برق هسته‌ای، کاهش انتشار گازهای فلر، افزایش کارایی انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده، جایگزینی سوخت، توسعه راهبردی استفاده از سوخت‌های کم‌کربن، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و مشارکت در مکانیسم‌های جدید مبتنی بر بازار^۳ در عرصه داخلی و بین‌المللی حاصل خواهد شد.

1. Response Measures
2. Business as usual (BAU)
3. New Market Mechanism (NMM)

تغییرات اقلیمی (جلد اول - آمار و پیمایش سیاست‌ها و برنامه‌های آمایش سرزمین)

باید یادآور شد که کشورهای چین و ایالت متحده آمریکا، عامل تولید حدود ۴۴ درصد گازهای گلخانه‌ای در جهان هستند و تعهدات آن‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان مهم است. ایران یکی از ۱۷۴ کشوری است که توافق پاریس را امضا کرده و از ۱۰ کشور اصلی انتشار دی‌اکسید کربن در جهان است؛ لذا باید سازوکارها و ضمانت‌های لازم خود را برای کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای اجرا کند. در جدول ۱۴، تعهدات ۱۰ کشور اول جهان برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس توافق‌نامه پاریس درج شده است.

جدول ۱۴: تعهدات ایران و کشورهای منتخب برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در توافق‌نامه پاریس در سال ۲۰۱۵

| نام کشور | میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در جهان (درصد نسبت به جهان) | میزان متعهد شده برای کاهش گاز گلخانه‌ای | زمان انجام تعهد |
|---------------------|---|--|---------------------|
| چین | ۲۵ درصد | ۶۰ تا ۶۵ درصد نسبت به میزان سال ۲۰۰۵ | سال ۲۰۳۰ |
| ایالات متحده آمریکا | ۱۴ درصد | ۲۶ تا ۲۸ درصد نسبت به میزان سال ۲۰۰۵ هدف دوم: ۸۰ درصد | سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۸۰ |
| اتحادیه اروپا | ۱۰٫۱۶ درصد | ۴۰ درصد نسبت به میزان سال ۱۹۹۰ | سال ۲۰۳۰ |
| هند | ۷ درصد | ۳۳ تا ۳۵ درصد نسبت به میزان سال ۲۰۰۵ | سال ۲۰۳۰ |
| روسیه | ۵٫۳۵ درصد | ۷۰ تا ۷۵ درصد نسبت به میزان سال ۱۹۹۰ | سال ۲۰۳۰ |
| ژاپن | ۳٫۱۱ درصد | ۲۶ درصد نسبت به سال ۲۰۱۳ | سال ۲۰۳۰ |
| برزیل | ۲٫۳۴ درصد | ۳۷ درصد نسبت به میزان سال ۲۰۰۵ | سال ۲۰۳۰ |
| ایران | ۱٫۶۵ درصد | ۴ درصد غیرمشروط (اجباری) ۸ درصد مشروط (منوط به رفع تحریم کمک‌های بین‌المللی) مجموع ۱۲ درصد | سال ۲۰۳۰ |
| کانادا | ۱٫۶۵ درصد | ۳۰ درصد نسبت به میزان سال ۲۰۰۵ | سال ۲۰۳۰ |
| ترکیه | ۰٫۹۷ درصد | ۲۱ درصد | سال ۲۰۳۰ |

۸- سازگاری ساختار فضایی با تغییر اقلیم

تغییر اقلیم با شکل‌های مختلف و آثار و پیامدهای احتمالی و همچنین الزامات مرتبط با این تغییرات باعث شده است تا توجه به ملاحظات تغییر اقلیم و سازگاری با آن به عنوان یک هدف دائمی و پویا در برنامه‌ریزی‌های فضایی قرار گیرد. این ملاحظات به شدت تحت تأثیر شرایط منطقه‌ای و محلی و نوع کاربری‌ها است. بر اساس تحلیل‌های فضایی برای تعیین آسیب‌پذیری ساختار فضایی و کاربری‌ها در خصوص آثار و پیامدهای تغییر اقلیم؛ اهداف، تصمیمات و سیاست‌گذاری و همچنین سازمان فضایی برنامه‌ها و طرح‌ها باید مورد بازنگری قرار گیرند و ارزیابی جدیدی در مورد چشم‌اندازهای فنی و فضایی باید انجام شود که در ادامه به شرح مختصری از آن پرداخته می‌شود.

در نتیجه تغییر اقلیم، وقوع سیل و رژیم تخلیه آب ممکن است در مناطقی تحت تأثیر برف و یخچال‌ها تغییر کند. تغییر اقلیم ممکن است باعث بارش‌های سیل‌آسا شده و توزیع زمانی و حتی شدت بارش‌ها را تغییر دهد. بنابراین، اقدامات احتیاطی و کنترلی باید در مناطق و نواحی مستعد سیل، حوزه‌های آبخیز و مکان‌های ذخیره آب، حاشیه رودخانه‌ها مورد توجه قرار گرفته و ریسک دشت‌های سیلابی بالقوه ارزیابی و مکان‌های بالقوه برای حفاظت در برابر سیلاب شناسایی شوند. بنابراین، همکاری و هماهنگی‌های فرابخشی تنگاتنگی برای مشارکت بین ذی‌نفعان پایین‌دست و بالادست حوزه آبخیز رودخانه‌ها بر اساس برنامه‌های حفاظتی ملی و بین‌المللی برای مقابله با سیل مورد نیاز است. پیش‌بینی می‌شود در نواحی با تابستان‌های خشک رو به افزایش (خشکسالی شدید) و کاهش سالانه نزولات جوی، میزان نفوذ نزولات جوی در سفره‌های آب زیرزمینی کاهش پیدا کند. بنابراین حفاظت از منابع آب (مناطق دارای سفره‌های ذخایر آب سطحی و زیرزمینی)، بازگردش و بازچرخانی آب خاکستری برای تأمین کسری منابع آب و حفاظت و بهبود رطوبت خاک و مدیریت مصرف آب در نواحی پرمصرف از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. آب منافع گوناگونی برای انواع زیست‌بوم‌ها از جمله محیط‌های انسان‌ساخت، تأمین نیازهای آبی انسان به همراه داشته و نقش اساسی در توسعه صنعتی و اجتماعی دارد. اما تمرکز جمعیت در نواحی شهری، تحولات صنعتی، تغییر اقلیم و گرمایش جهانی و سایر عوامل باعث تغییرات شدیدی در چرخه آب‌شناختی شده است و مشکلات دامنه‌داری و گسترده‌ای مانند خشکسالی، سیل، آلودگی منابع آب و آثار سوء بر زیست‌بوم‌ها به همراه داشته است. بنابراین، باید اقدامات جامع و فراگیری برای حفاظت و بازگردش چرخه‌های آب‌شناختی با مشارکت تمامی ذی‌نفعان و در چارچوب مدیریت جامع و یکپارچه رودخانه‌ها، حفاظت و بهره‌برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی، تأمین آب مطمئن و پایدار، واکنش به گرمایش جهانی، واکنش به خشکسالی انجام شود.

تغییر اقلیم و سایر معضلات جهانی، تولید کشاورزی را با عدم قطعیت‌های زیادی مواجه کرده و احتمال دارد که این عدم قطعیت‌ها بر تلاش‌های جامعه جهانی برای حفظ و پایداری منابع آب تأثیر بگذارد. علاوه بر این،

تقاضا برای آب، غذا، انرژی و منابع معدنی در نتیجه توسعه اقتصادی کشورهای نوظهور در حال افزایش است که در نتیجه، این پدیده بر قیمت محصولات زراعی اثر خواهد گذاشت. بنابراین به منظور رویارویی با افزایش تقاضای مواد غذایی، آب، انرژی و مواد معدنی کشور باید میزان خودکفایی غذایی خود را افزایش دهد و بیش از پیش منابع آب خود را حفاظت کرده و بازیافت آب را توسعه دهد. همچنین باید حفاظت از انرژی را گسترش دهد و پایداری و ثبات عرضه مواد معدنی و بازیافت آن‌ها را تضمین نماید.

حفاظت بلندمدت از نواحی ساحلی با توجه به تغییر اقلیم در زمره مهم‌ترین پیش‌شرط‌ها و اولویت‌ها در آینده قلمداد می‌شود، زیرا در این نواحی شمار زیادی از مردم زندگی و کار می‌کنند؛ بنابراین، بهره‌برداری پایدار از این نواحی از اهمیت بسیار زیادی برای توسعه اقتصادی برخوردار است. افزایش سطح آب دریا، خطرپذیری (ریسک) طوفان‌های دریایی را افزایش داده و باعث تغییراتی در وضعیت دریاها و سواحل می‌شود. بنابراین اقدامات احتیاطی و ارزیابی ریسک برنامه‌های توسعه و آثار و پیامدهای فضایی تغییر اقلیم بر دریاها و سواحل باید در کانون توجه سیاست‌های برنامه‌ریزی فضایی قرار گیرند. عناصر کلیدی حفظ پایداری سواحل، حفاظت از حوزه‌های آبخیز برای جلوگیری از فرسایش خاک و همچنین ایجاد دیواره‌های حفاظتی در پسرکانه، جلوگیری از استخراج بی‌ضابطه شن و ماسه از نواحی ساحلی، ممنوعیت کاربری‌های ناسازگار در نواحی ساحلی و رعایت ضوابط در استقرار تأسیسات ساحلی و کاهش ریسک از طریق احداث سازه‌های مناسب در برابر طوفان‌های ساحلی هستند.

برای مناطق کوهستانی، به‌ویژه مناطق کوهستانی البرز می‌توان این پیش‌فرض را مطرح کرد که ریسک رخدادهای آب و هوایی، آسیب‌پذیری این نواحی کوهستانی را افزایش خواهد داد. بنابراین، با توجه به افزایش آسیب‌پذیری این نواحی کوهستانی باید پژوهش‌های علمی بیشتری در این خصوص انجام شود تا بر مبنای مبادله اطلاعات بهتر بتوان استراتژی‌های سازگاری منطقه‌ای را تدوین و به صورتی هماهنگ و سازگار با این مناطق اجرا کرد. هدف سیاست‌های برنامه‌ریزی فضایی و در نظر گرفتن تغییر اقلیم؛ حمایت و حفاظت از زیستگاه‌های حساس کوهستانی زاگرس و البرز و جوامع گیاهی و جانوری موجود در آنها در برابر مخاطرات و استفاده از فرصت‌های توسعه اقتصادی این مناطق در چارچوب برنامه‌ها و مخاطرات موجود در این نواحی است (برای مثال استفاده از تغییرات اقلیم در نقشه‌های مخاطرات، نقشه‌های ریسک زمین لغزش) است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد امواج گرمایی از فراوانی، شدت و گستره جغرافیایی بیشتری برخوردار خواهند شد که این پدیده بر جوامع ساکن در مناطق با شدت‌های متفاوت، تأثیر خواهد گذاشت. ابزارها و سازوکارهای برنامه‌ریزی فضایی برای مقابله نواحی در برابر امواج گرمایی نقش بسیار زیادی دارند (برای مثال، فضاها و بازه‌ها که در آنها از پوشش گیاهی و سایر روش‌های برای تعدیل هوا استفاده می‌شوند). شالوده حفاظت و توسعه

نواحی تعدیل‌کننده آب و هوا، ایجاد کریدورهایی در برنامه‌ریزی فضایی است که پیش‌نیاز آن پژوهش و در اختیار داشتن دانش و اطلاعات لازم برای هر منطقه اقلیمی است.

تأمین انرژی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. از سوی دیگر، تضمین امنیت و ایمنی تأمین انرژی هسته‌ای نیز دارای اولویت بالایی است. به همین دلیل توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به موازات افزایش کارایی نیروگاه‌های برق سوخت‌های فسیلی، از راهکارهای مقابله با تغییر اقلیم خواهد بود. از سوی دیگر سکونتگاه‌هایی بر اساس صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش ترافیک طراحی می‌شوند تا از انتشار گازهای گلخانه‌ای تا حد ممکن جلوگیری کنند. یکی از مهم‌ترین و الزامی‌ترین اقدامات برای کاهش آثار و پیامدهای تغییر اقلیم، حفاظت از انرژی و تحول و دگرگونی در نظام‌های تأمین انرژی به سوی نظام‌های مطمئن اقتصادی و سازگار با محیط‌زیست از طریق تولید انرژی‌های تجدیدپذیر است، به‌ویژه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر یک چالش اساسی برای برنامه‌ریزی فضایی محسوب می‌شود. سیاست‌های برنامه‌ریزی فضایی در مراحل اولیه باید از طریق هماهنگی‌های فرابخشی، تعارضات کاربری‌های مختلف را حل و فصل نماید. به همین دلیل در این فرایند حفاظت از محیط‌زیست و منابع، توسعه چشم‌اندازهای فرهنگی، کاهش بهره‌برداری و تغییر کاربری اراضی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و شبکه‌ها و همچنین سازگاری با کارکردهای فضایی و تغییر اقلیم در کانون توجه قرار گیرند؛ بنابراین، کاربری‌های سازگار با محیط پیرامون و حفاظت از محیط‌زیست، حمایت پایدار محیط‌زیست و قابلیت استفاده از منابع طبیعی مانند خاک، آب، هوا، تنوع زیستی و در نتیجه کیفیت زندگی برای تأمین نیازهای جامعه و حتی نسل‌های آینده را تضمین خواهد کرد. همچنین، فرایند برنامه‌ریزی باید باز و شفاف باشد تا از طرف مسئولین شهرها و سکونتگاه‌ها، شهروندان و همچنین سایر ذی‌نفعان مورد پذیرش قرار گیرد. برای این منظور، مزیت‌ها و نقاط ضعف تمرکزگرایی فضایی با توجه به حساسیت این رویکرد به تغییر اقلیم (مانند امواج گرمایی، خشکسالی، بارش‌های شدید و سیل) باید از منظرهای مختلف و در چارچوب ارزیابی محیط‌زیست مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

در بسیاری از مناطق گردشگری، به‌ویژه در مناطق ساحلی و کوهستانی، احتمالاً تغییر اقلیم منجر به تغییرات عمده‌ای (فرصت‌ها و ریسک‌ها) منتهی خواهد شد. به همین دلیل اتخاذ استراتژی‌های سازگاری با اقلیم ضروری است. این استراتژی‌ها باید نظرات و دیدگاه‌های همه ذی‌نفعان مناطق را مورد توجه قرار دهند.

همچنین باید با اتخاذ تدابیر لازم در چارچوب برنامه‌ریزی فضایی، هم‌افزایی بین سازگاری با تغییر اقلیم و استراتژی‌های سازگاری با آثار و پیامدهای تغییر اقلیم در بخش‌های حفاظت از محیط‌زیست، حفاظت از تنوع زیستی، بهسازی رژیم آبی و حفاظت از حاصلخیزی خاک به وجود آورد. لذا استراتژی‌های سازگاری با اقلیم باید تا حد ممکن برای مقابله با کاربری‌های متعارض تهیه و توسعه داده شوند. تغییرات اقلیمی گسترده و

پراکنش، ساختار و ترکیب جمعیت و ساختار کل زیست‌بوم‌ها و مناطق طبیعی را تغییر خواهد داد. بنابراین، حفاظت از زیستگاه‌های منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای و همچنین حفاظت از یکپارچگی و کارکردهای اکولوژیکی این مناطق برای حفظ یکپارچگی این نواحی و جلوگیری از خرد شدن و جدا شدن زیستگاه‌ها از یکدیگر از اهمیت بسیار زیادی در برنامه‌ریزی‌های فضایی برخوردار است. از مهم‌ترین چاهک‌های طبیعی کربن^۱ می‌توان به جنگل‌ها، مناطق باتلاقی و تالاب‌ها اشاره کرد که کربن موجود در جو زمین را جذب و ذخیره کرده و سپس آن‌ها را به تدریج به شکل گاز متان و دی‌اکسید کربن منتشر می‌کنند. لذا حفاظت و احیاء چنین نواحی با قابلیت‌های بالقوه زیاد برای جذب کربن، به‌ویژه در تورب‌زارها^۲ در چارچوب برنامه‌ریزی‌های فضایی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. این موضوع در کاهش آثار و پیامدهای تغییر اقلیم نیز از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. علاوه بر این، اهداف برنامه‌ریزی فضایی برای کاهش مصرف خاک‌های حاوی کربنات می‌تواند از جذب طبیعی کربن حمایت کند. از سوی دیگر باید تدابیری برای توسعه فضاهای باز فرا منطقه‌ای و فراملی و توسعه شبکه‌های به هم پیوسته فضاهای باز مهم به منظور تسهیل تردد و مهاجرت احتمالی گونه‌های جانوری در نتیجه تغییر اقلیم ایجاد شود.

بر اساس مطالب بیان شده؛ مفهوم برنامه‌ریزی فضایی برای اقدام در چارچوب استراتژی اجتناب و سازگاری با آثار و پیامدهای تغییر اقلیم بر اساس برنامه اقدام زیر باید به اجرا درآیند:

- تدوین دستورالعمل‌ها و رهنمودهایی برای ارزیابی آثار و پیامدهای تغییر اقلیم
- تهیه و تدوین روش‌ها و شاخص‌های مشترک و هماهنگ با برنامه‌ریزی فضایی، به‌ویژه در زمینه شناسایی و تعیین آسیب‌پذیری‌ها و پایش تغییر اقلیم
- توسعه جعبه‌ابزارهای برنامه‌ریزی فضایی
- تغییر نگرش برنامه‌ریزی فضایی و برنامه‌ریزی‌های توسعه به سوی توسعه ساختارهای سکونتگاهی کارآمد از نظر مصرف انرژی
- اتخاذ تدابیر لازم برای تضمین نوسازی و احیاء چاهک‌های طبیعی ذخیره کربن در برنامه‌های فضایی
- اتخاذ تدابیر و اقدامات لازم برای حفاظت و بهسازی خاک‌های باتلاقی طبیعی جاذب کربن
- اتخاذ اقدامات احتیاطی حساس به تغییر اقلیم برای اطمینان از دسترسی به منابع آب و جلوگیری از کاربری‌های ناسازگار با مدیریت منابع آب زیرزمینی و سطحی

- اتخاذ تدابیر لازم برای سازگاری با آثار و پیامدهای تغییر اقلیم از طریق توسعه سازه‌های تدافعی در برابر سیل و برنامه‌ریزی حفاظت از نواحی ساحلی و همچنین حفاظت و توسعه فضاهای باز برای حفظ کارکردهای اقلیمی
- تهیه و تدوین استراتژی‌های سازگاری با اقلیم بخش‌های کشاورزی و جنگلداری با توجه به اهمیت آن‌ها در کاهش آثار و پیامدهای تغییر اقلیم
- ایجاد و توسعه سازه‌های حفاظتی نیمه طبیعی در دشت‌های سیلابی از طریق جابه‌جایی سازه‌های حفاظتی موجود
- حمایت و پشتیبانی از نهادهای برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت یکپارچه ریسک از طریق بهبود داده‌های پایه برای تهیه نقشه‌های ریسک و مخاطره به عنوان شالوده برنامه‌های سازگاری با آثار و پیامدهای تغییر اقلیم
- پذیرش ویژگی‌های فضایی سازگاری با تغییر اقلیم با وجود عدم قطعیت احتمالی حاکم بر آن

۹- جمع‌بندی

گرم شدن زمین، افزایش دما و کاهش بارندگی از جمله پیامدهای تغییرات اقلیمی هستند که حیات بشر و موجودیت حیات را در کره زمین در معرض تهدید قرار داده است و هر روز ابعاد و پیامدهای آن گسترده‌تر می‌شود. هرچند بخشی از تغییرات اقلیمی ناشی از پدیده‌های طبیعی و عواملی مانند فعالیت‌های خورشیدی، آتشفشان‌ها، اتمسفر، اقیانوس‌ها، غلظت گازهای گلخانه‌ای است و همواره در طول تاریخ زمین‌شناسی وجود داشته است؛ اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که تنها در یک سده اخیر بوده است که دخالت‌های انسانی و انتشار بی‌رویه گازهای گلخانه‌ای باعث تشدید اثر گلخانه‌ای در جو زمین شده و روندهای طبیعی اقلیم در کره زمین را تغییر داده است. این تغییرات منجر به دگرگونی در وضع آب و هوا، تغییر توزیع مکانی و زمانی بارش و نوع آن (جامد یا مایع)، جریان‌ات سطحی، تبخیر، تغذیه سفره‌آب‌های زیرزمینی و کیفیت آب شده و به طور کلی روند جدیدی را در اقلیم جهانی موجب شده است. این پدیده تمامی کشورهای جهان از جمله جمهوری اسلامی ایران را نیز در معرض تهدید قرار داده است که آثار و پیامدهای آن را می‌توان به صورت خشکسالی‌های ممتد و طولانی در کشور مشاهده کرد.

بنابراین سازگاری با این تغییرات و معکوس کردن روند انتشار گازهای گلخانه‌ای، موضوعی است که در کانون توجه جامعه جهانی قرار گرفته است که بازتاب آن را در کنفرانس تغییرات اقلیمی در پاریس سال ۲۰۱۵ می‌توان مشاهده کرد که در آن کشورهای جهان تعهداتی را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای بازه زمانی مختلف‌اند. جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و تعهدات کمی را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پذیرفته است که باید در بازه زمانی مشخص نسبت به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خود اقدام نماید.

یکی از مهم‌ترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور ناشی از مصرف بی‌رویه انرژی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مصرف انرژی در ایران به تبعیت از تحولات جمعیتی کشور، فراوانی منابع سوخت‌های فسیلی و ارزانی حامل‌های انرژی، افزایش شهرنشینی و تغییرات الگوهای سکونت و الگوهای مصرف، رشد صنایع انرژی بر، خصوصاً توسعه بخش حمل و نقل در بخش‌های دولتی و خصوصی و فرسوده بودن وسایط نقلیه، ویژگی‌های جغرافیایی و توپوگرافیک کشور، فرسوده بودن ماشین‌آلات و تجهیزات حمل و نقل و غیره روند افزایشی قابل توجهی یافته است که به تبع آن، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز افزایش یافته است. بررسی شاخص‌های مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در ایران و کشورهای منتخب جهان از بالا بودن بسیاری از این شاخص‌ها در مقایسه با میانگین جهانی و همچنین سایر کشورها حکایت دارد. با توجه به تصویب کنوانسیون پاریس در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از سوی کشورها از جمله جمهوری اسلامی ایران و پذیرش اهداف کمی برای کاهش انتشار این گازها تا سال ۲۰۳۰ ضروری است بسترها و سازوکارهای لازم در این زمینه صورت

گیرد تا بر مبنای آن بتوان به اهداف مندرج در این سند دست پیدا کرد. لذا اتخاذ تدابیر لازم برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای موضوعی است که باید در تمامی بخش‌ها منعکس شده و سازوکارهای لازم برای تحقق اهداف کمی انتشار گازهای گلخانه‌ای در چارچوب تفاهم‌نامه پاریس پیش‌بینی شود. اجرای سند «اقتصاد کم‌کربن» که در دولت تصویب شد و همچنین «سند راهبردی تغییر اقلیم کشور» که با محوریت سازمان حفاظت محیط‌زیست در دست تهیه است، از جمله موضوعاتی است که در سند ملی آمایش سرزمین باید مورد توجه قرار گیرد.

پیشنهادات

- تدوین راهبرد مناسب، جامع و هدف‌دار برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در تمامی بخش‌های منتشرکننده این گازها
- بالا بردن سطح پوشش صدا و سیما در ایران به منظور آگاه‌سازی مردم از اهمیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- ایجاد برنامه سازگاری با تغییر اقلیم در دستگاه‌های اجرایی
- تسریع در تشکیل کارگروه تغییر اقلیم در دستگاه‌های اجرایی مرتبط و توانمندسازی آن‌ها
- حضور فعال در مجامع بین‌المللی در زمینه تغییر اقلیم بر اساس ابلاغیه سیاست‌های محیط‌زیست در خصوص دیپلماسی محیط‌زیست
- محاسبه و ادغام هزینه‌های تخریب محیط‌زیست در حساب‌های ملی با استفاده از ضرایب و شاخص‌های مختص ایران
- تدوین دستورالعمل‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- تدوین نظام ممیزی انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مصرف‌کننده انرژی
- بازسازی و نوسازی سیستم حمل و نقل کشور
- ایجاد زمینه‌های لازم برای جانشین کردن گاز طبیعی و گاز مایع و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر
- حذف تدریجی یارانه‌ها و واقعی کردن قیمت حامل‌های انرژی به‌ویژه در بخش حمل و نقل
- برقراری تعرفه‌ها و مالیات‌های مناسب برای بخش‌های مصرف‌کننده انرژی و منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای
- شفاف‌سازی و تمرکز سیاست‌گذاری در بخش انرژی
- تسریع در تصویب و اجرای سند راهبردی تغییر اقلیم کشور
- هدفمند نمودن یارانه‌های انرژی، واقعی نمودن قیمت حامل‌های انرژی و ارتقای بهره‌وری مصرف انرژی در راستای کاهش انتشار
- ایجاد بسترها و ساز و کارهای لازم برای توسعه اقتصاد کم‌کربن

- از رده خارج کردن خودروهای فرسوده و جایگزینی آن‌ها با خودروهای نو
- ملزم کردن کلیه دستگاه‌های دولتی در شهرهای بزرگ به استفاده از خودروهای گازسوز و خودروهای خورشیدی و هیبریدی
- ارتقاء و کارآمد نمودن مدیریت ترافیک در کلان‌شهرها برای کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای
- اصلاح کیفیت سوخت
- تجهیز سیستم‌های تصفیه و کاهش خروجی وسایط نقلیه و استفاده از کاتالیست‌های جاذب آلاینده‌ها
- تسریع در برنامه از رده خارج کردن خودروهای فرسوده و بازسازی و نوسازی ناوگان حمل و نقل
- توسعه تحقیقات کاربردی در خصوص کاهش آثار زیست‌محیطی آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی
- الزام خودروسازان به رعایت استانداردهای تولید و انتشار آلاینده‌ها
- واگذاری و تعیین و تدوین استانداردهای هر بخش توسط گروه‌های تخصصی ارگان‌ها و دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط
- آموزش نیروهای متخصص در زمینه ممیزی انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- ایجاد زمینه‌های لازم برای استفاده از تجارب جهانی در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل
- استفاده از ابزارهای اقتصادی نظیر مالیات‌های تبعیضی^۱ و غیره برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- الزام دستگاه‌های اجرایی به رعایت برنامه‌های سازگاری با اقلیم
- توسعه سازوکارهای اقتصادی کاهش انتشار از جمله سهمیه‌بندی و مجوزهای قابل مبادله
- توسعه سیستم حمل و نقل ریلی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها
- کمک مالی و اعطای وام‌های بلاعوض از سوی دولت برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر
- گسترش سیستم حمل و نقل ریلی خصوصاً مترو در شهرهای بزرگ کشور

منابع

پوراصغر سنگاچین. فرزام (۱۳۸۶). نگاهی اجمالی به کنوانسیون تغییرات اقلیمی و پروتکل کیوتو، هفته‌نامه خبری-تحلیلی برنامه، شماره ۲۵۸، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.

ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۲، وزارت نیرو.

رشد سبز، منابع و انعطاف‌پذیری و پایداری محیط‌زیست (۱۳۹۶). ترجمه مصطفی پناهی و فرزام پوراصغر سنگاچین، تهران: واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.

سازمان حفاظت محیط‌زیست (۱۳۹۴). دفتر تغییرات آب و هوا.

کامان، مایکل و زیگرید استاگل (۱۳۸۹). مقدمه‌ای بر اقتصاد اکولوژیکی (بوم‌شناختی)، ترجمه فرزام پوراصغر سنگاچین، علی حبیبی و اسماعیل صالحی، تهران: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مدوز، دونالد، یورگن راندرز و دنیس مدوز (۱۳۸۸). محدودیت‌های رشد (به هنگام شده پس از سی سال)، ترجمه علی حبیبی و فرزام پوراصغر سنگاچین، تهران: مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.

Burck, J., Marten, F., Bals, C., & Höhne, N. (2015). Climate change performance index. *Bonn: Germanwatch, NewClimate Institute and Climate Action Network.*

Tol, R. S., Pacala, S. W., & Socolow, R. (2006). Understanding long-term energy use and carbon dioxide emissions in the USA.

World Bank (2013). India, Diagnostic Assessment of Select Environmental Challenges, An Analysis of Physical and Monetary Losses of Environmental Health and Natural Resource, Disaster Management and Climate Change Unit Sustainable Development Department South Asia Region.

World Bank. (2014). *World development indicators 2014*. The World Bank.