



پژوهشکده محیط زیست
دانشگاه علوم پزشکی تهران

کتاب مرجع تغییر اقلیم و سلامت

دیپارتمان تغییر اقلیم و سلامت
پژوهشکده محیط زیست

تابستان ۱۳۹۸

فهرست مطالب

مقدمه ۱۵

مفاهیم پایه تغییر اقلیم ۲۳

مقدمه ۲۴

مفهوم تغییر اقلیم ۲۵

تغییر اقلیم و پارامترهای مؤثر بر آن ۲۸

منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای ۳۱

انواع گازهای گلخانه‌ای ۳۶

دی‌اکسید کربن ۳۶

متان ۳۷

اکسید نیتروژن ۳۸

کلروفلوروکربن‌ها ۳۸

بخار آب ۳۹

پیامدهای تغییر اقلیم در مکان‌های مختلف ۳۹

پیامدهای تغییر اقلیم در آفریقا ۳۹

پیامدهای تغییر اقلیم در آسیا ۴۰

پیامدهای تغییر اقلیم در استرالیا و زلاندنو ۴۰

پیامدهای تغییر اقلیم در اروپا ۴۱

پیامدهای تغییر اقلیم در آمریکای لاتین ۴۱

پیامدهای تغییر اقلیم در آمریکای شمالی ۴۲

پیامدهای تغییر اقلیم در مناطق قطبی ۴۲

پیامدهای تغییر اقلیم در جزایر کوچک ۴۳

تغییرات متغیرهای آب و هوایی ایران تا سال ۲۰۴۰ میلادی ۴۳

وضعیت ملی تغییر اقلیم ۴۹

مقدمه ۵۰

تغییر اقلیم و آسیب پذیری ناشی از آن ۵۳

انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران و جهان ۵۵

سوابق تعاملات جمهوری اسلامی ایران و کنوانسیون تغییر اقلیم ۶۱

۱- سابقه فعالیت‌های ساختاری و نهادی سازمان حفاظت محیط زیست در موضوع تغییر

اقلیم ۶۴

۲- قوانین مرتبط با تغییر اقلیم در کشور ۶۶

براساس ابلاغ مقام معظم رهبری در خصوص سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف در

سال ۱۳۸۹ ۶۷

راهبردهای ملی تغییر اقلیم ۶۹

مکانیسم توسعه پاک (CDM) ۶۹

اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های گوناگون اثرپذیر کشور ۷۱

اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور ۷۱

اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی، دامداری و شیلات کشور ۷۲

اثرات تغییر اقلیم بر جنگل‌ها و مراتع کشور ۷۴

اثرات تغییر اقلیم بر نواحی ساحلی کشور ۷۴

اثرات تغییر اقلیم بر بهداشت کشور ۷۵

اثرات تغییر اقلیم بر تنوع زیستی کشور در سال‌های آتی ۷۶

نیازهای کشور در خصوص تغییر اقلیم ۷۷

برنامه‌های کلان مرتبط با تغییر اقلیم ۷۸

تغییر اقلیم و کاهش مصرف کربن ۸۰

۸۳

تغییر اقلیم و بیماری‌های غیر واگیر

مقدمه ۸۴

تغییر اقلیم، آسم و بیماری‌های تنفسی ۸۶

تغییر اقلیم، آلرژن‌های هوا و بیماری‌های آلرژیک کودکان ۹۰

تغییر اقلیم و سرطان‌ها ۹۳

تغییر اقلیم و بیماری‌های قلبی عروقی ۹۴

مطالعات انجام شده در مورد تغییر اقلیم و بیماری‌های غیر واگیر در کشور ۹۶

ارزیابی مقدار پاراسخ، پیامد سلامت ناشی از تغییر اقلیم ۹۸

نحوه محاسبه اندکس گرمایی ۱۰۲

ارزیابی میزان آسیب‌پذیری در مقابل موج گرمایی ۱۰۴

زیر شاخص‌های آسیب‌پذیری ۱۰۵

نحوه محاسبه زیر شاخص‌های آسیب‌پذیری ۱۰۶

محاسبه آسیب‌پذیری ۱۰۶

مطالعه موردی: تعیین اثرات موج‌های گرمایی بر میزان‌های مرگ‌ومیر قلبی عروقی در

ایران ۱۰۶

راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم ۱۱۴

نتیجه‌گیری ۱۱۷

۱۲۳

تغییر اقلیم و بیماری‌های شغلی

مقدمه ۱۲۴

استرس حرارتی ۱۲۷

۱۲۸	اهمیت تغییر اقلیم بر سلامت شغلی
۱۳۲	مرگ و میر ناشی از گرما
۱۳۵	آسیب پذیری
۱۳۵	قابلیت انطباق
۱۳۷	تأثیر دمای محیط کار بر سلامت شغلی و بهره‌وری تولید
۱۳۸	کاهش بهره‌وری
۱۴۵	عوامل مستعدکننده در ایجاد بیماری‌های ناشی از گرما
۱۴۶	۱- لباس (وضعیت پوشش)
۱۴۶	۲- تطابق
۱۴۷	۳- مصرف مایعات
۱۴۷	۴- وزن
۱۴۷	۵- وضعیت سلامتی
۱۴۷	۶- سن
۱۴۸	۷- تناسب بدنی
۱۴۸	۸- استفاده از داروها

۱۵۲	مقدمه
۱۵۲	بیماری‌های منتقله توسط ناقلین
۱۶۱	ارتباط تغییر اقلیم و بروز بیماری‌های منتقله از حشرات در مناطق مختلف جهان
۱۶۱	۱- آفریقا
۱۶۷	۲- اروپا
۱۷۱	۳- آمریکای جنوبی

۴- آمریکای شمالی ۱۷۵

۵- آسیا، اقیانوسیه، استرالیا ۱۷۹

تغییر اقلیم و امنیت غذا و تغذیه

مقدمه ۱۹۲

تغییر اقلیم: پیامدها، دلایل و عوامل مؤثر در کشاورزی ۱۹۴

تغییر اقلیم و منابع گازهای گلخانه‌ای و کشاورزی ۱۹۵

امنیت غذایی و ابعاد آن ۱۹۶

شرایط اقلیمی و کشاورزی در ایران ۱۹۸

وضعیت تغذیه در ایران ۲۰۱

امنیت غذایی ۲۰۳

روش‌های تعیین وضعیت امنیت غذا و تغذیه ۲۰۵

تغییر اقلیم: تأثیر بر کشاورزی و تولید غذا ۲۰۷

اثرات افزایش دی‌اکسید کربن بر رشد گیاهان زراعی ۲۰۸

اثر افزایش دما بر کشاورزی ۲۰۹

آب قابل دسترس برای کشاورزی ۲۱۰

فرسایش و حاصلخیزی خاک ۲۱۱

آفات و بیماری‌ها ۲۱۱

بالا آمدن سطح اقیانوس‌ها و کشاورزی ۲۱۲

زمینه‌های گوناگون تأثیر تغییر اقلیم بر امنیت غذایی ۲۱۲

تأثیر بر ابعاد گوناگون امنیت غذایی ۲۱۴

آب ۲۱۹

تجارت و غذا ۲۲۰

تغییر اقلیم، فقر و تغذیه	۲۲۱
موارد نوپدید	۲۲۳
کاهش آسیب، افزایش سازگاری و تاب‌آوری	۲۲۴
اقدامات مرتبط با تحقیق یا ارتقای سطح امنیت غذایی	۲۲۵
۱- مدیریت و نظارت سیستم‌های غذایی	۲۲۶
۲- تولید و پرورش گونه‌های مقاوم گیاهی	۲۲۶
۳- کشاورزی طبیعت‌مدار	۲۲۸
۴- زراعت جنگلی	۲۲۸
۵- پیش‌بینی‌های دقیق‌تر وضعیت آب‌وهوایی	۲۲۹
موانع و چالش‌های کاهش اثرات نامطلوب تغییر اقلیم بر امنیت غذایی	۲۳۰
پیشنهادات و راهبردهای متناسب با همکاری کلیه ذی‌نفعان جهت برقراری امنیت غذا و تغذیه	۲۳۲
نتیجه‌گیری	۲۳۴

۲۳۹

تغییر اقلیم و کیفیت آب و بیماری‌های منتقله از آب

مقدمه	۲۴۰
تحلیل موقعیت	۲۴۳
۱- جمعیت ایران	۲۴۳
۲- اقلیم	۲۴۵
۳- بیلان آب در ایران	۲۴۶
۴- سرانه آب در ایران	۲۴۷
۵- روند تغییرات دما	۲۴۷
۶- روند تغییرات بارش	۲۴۸

۲۵۲.....	۷- رواناب و سیلاب
۲۵۳.....	۸- کیفیت آب سطحی و زیرزمینی
۲۵۷.....	۹- بیماری‌های منتقله از طریق آب
۲۶۱.....	۱۰- سازگاری و کاهش اثرات تغییر اقلیم

تغییر اقلیم و بلایا

۲۶۵	
۲۶۶.....	مقدمه
۲۶۷.....	اثر تغییر اقلیم بر بلایای طبیعی
۲۷۳.....	آمارهای جهانی بلایای حساس به تغییر اقلیم
۲۷۶.....	تغییر اقلیم و مخاطرات زمین‌شناسی
۲۷۷.....	بلایا و تغییر اقلیم در مناطق مختلف جهان
۲۷۹.....	مدیریت خطر بلایای مرتبط با تغییر اقلیم
۲۸۴.....	کاهش خطر بلایا
۲۸۷.....	تغییر اقلیم و اسناد بالادستی
۲۸۸.....	چارچوب هیوگو و کاهش خطر بلایای مرتبط با تغییر اقلیم
۲۹۱.....	چارچوب سندای و کاهش خطر بلایای مرتبط با تغییر اقلیم
۲۹۱.....	۱- تغییر اقلیم و کاهش خطر بلایا
۲۹۱.....	۲- رویکردهای بین بخشی
۲۹۳.....	۳- اجرا
۲۹۴.....	سرمایه‌گذاری برای سازگاری با مخاطرات خاص
۲۹۴.....	کاهش خطر سیل
۲۹۶.....	کاهش خطر آتش‌سوزی و رویدادهای آب‌وهوایی شدید
۲۹۸.....	کاهش خطر زمین‌لغزش و جریان‌های گل‌آلود

کاهش خطر خشکسالی ۳۰۰

کاهش خطر بادهای قوی و توفان ۳۰۲

تغییر اقلیم و کیفیت هوا ۳۰۷

مقدمه ۳۰۸

اثرات تغییر اقلیم بر آلاینده‌های هوای آزاد ۳۱۰

۱- اثرات تغییر اقلیم بر ازن سطح زمین ۳۱۰

۲- اثرات تغییر اقلیم بر ذرات معلق هوا ۳۱۴

۳- اثرات تغییر اقلیم بر آئروآلرژن‌ها ۳۱۷

اثر تغییر اقلیم بر خصوصیات آئروآلرژن‌ها ۳۱۸

اثرات تغییر اقلیم بر کیفیت هوای داخل به‌عنوان یک مشکل نوظهور ۳۱۹

تأثیر تغییرات هوای آزاد بر هوای داخل ساختمان ۳۲۰

نتیجه‌گیری ۳۲۱

تغییر اقلیم و عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت ۳۲۹

مقدمه ۳۳۰

مفهوم عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت ۳۳۰

تأثیر تغییر اقلیم بر سلامتی ۳۳۴

تأثیر تغییر اقلیم بر سلامت روان ۳۳۴

تأثیر تغییر اقلیم بر عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت ۳۳۵

تأثیر شرایط آب‌وهوایی حاد بر عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت ۳۳۶

تأثیر افزایش دما بر عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت ۳۳۷

تأثیر کیفیت هوا و آلودگی هوا بر عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت ۳۳۷

۳۳۸.....	تأثیر بالا آمدن سطح آب دریاها و سیل‌ها بر عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت
۳۳۹.....	تأثیرات خشکسالی بر عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت
۳۴۰.....	وضعیت اقتصادی
۳۴۱.....	سرمایه اجتماعی
۳۴۳.....	آسیب‌های اجتماعی
۳۴۳.....	اعتیاد
۳۴۴.....	اشتغال
۳۴۴.....	سرپناه
۳۴۶.....	آموزش و پرورش
۳۴۷.....	محدودیت‌های اجتماعی
۳۴۸.....	عدالت اجتماعی و برابری
۳۴۹.....	مهاجرت
۳۵۲.....	سازگاری جوامع

۳۵۵ برنامه‌ریزی سناریو محور برای مدیریت بحران‌های تغییر اقلیم در آینده

۳۵۶.....	مقدمه
۳۵۷.....	اصول و مبانی برنامه‌ریزی
۳۵۸.....	تعریف برنامه‌ریزی
۳۵۸.....	دیدگاه‌ها
۳۶۰.....	شیوه‌های تجربی برنامه‌ریزی
۳۶۵.....	فرایند برنامه‌ریزی
۳۶۶.....	رویکرد نوین فرایند برنامه‌ریزی
۳۷۲.....	انواع برنامه‌ریزی

۳۷۴.....	عوامل اصلی برنامه‌ریزی
۳۷۷.....	برنامه‌ریزی اجرایی
۳۸۰.....	۲۳ مسئله حل‌نشده و بحرانی در برنامه‌ریزی (۱۱):
۳۸۱.....	هفت گام در فرایند برنامه‌ریزی:
۳۸۲.....	رویکردهای برنامه‌ریزی
۳۸۳.....	برنامه‌ریزی سناریو محور و آینده‌پژوهی
۳۸۴.....	روش‌ها و تکنیک‌های آینده‌پژوهی
۳۸۴.....	دسته اول: پایش الگوهای نوظهور
۳۸۵.....	دسته دوم: برون‌یابی
۳۸۷.....	دسته سوم: تحلیل‌های چرخه‌ای
۳۸۸.....	دسته چهارم: تحلیل هدف
۳۸۸.....	دسته پنجم: همگرایی شهودی
۳۹۰.....	تعریف سناریو
۳۹۰.....	انواع سناریوها
۳۹۱.....	برنامه‌ریزی سناریو محور
۳۹۱.....	تاریخچه برنامه‌ریزی سناریو محور
۳۹۳.....	فرایند برنامه‌ریزی سناریو محور
۳۹۷.....	ویژگی‌های سناریوهای برتر
۴۰۱.....	نتیجه‌گیری

۴۰۴.....	مقدمه
۴۰۶.....	سازگاری با تغییر اقلیم

۴۰۷	مفهوم سازگاری با تغییر اقلیم در جامعه ایران
۴۰۸	خصوصیات سازگاری با تغییر اقلیم
۴۰۸	۱- پایداری
۴۰۹	۲- بهره‌وری
۴۱۰	۳- ثبات
۴۱۱	۴- توانمند شدن
۴۱۲	۵- دگرگون شدن
۴۱۳	۶- انعطاف‌پذیری
۴۱۳	مؤلفه‌های مؤثر بر سازگاری در جامعه ایران
۴۱۵	۱- حیطه طبیعی
۴۱۵	۲- حیطه فرهنگی
۴۱۷	۳- حیطه اجتماعی
۴۱۸	۴- حیطه اقتصادی
۴۱۸	۵- حیطه فیزیکی
۴۱۹	۶- حیطه حکمرانی
۴۲۰	پیامدهای سازگاری با تغییر اقلیم
۴۲۰	۱. توسعه پایدار
۴۲۰	۲. بهبود شرایط زندگی
۴۲۱	۳. پاسخ یکپارچه و هماهنگ
۴۲۱	۴. نوآوری و خلاقیت
۴۲۲	۵. افزایش تاب‌آوری
۴۲۲	۶. کاهش آسیب‌پذیری
۴۲۳	۷. مدیریت اثربخش

۴۲۳ استقلال	۸
۴۲۴ استراتژی‌های سازگاری	
۴۲۵ ۱. توسعه آموزش	
۴۲۵ ۲. توسعه مشارکت	
۴۲۶ ۳. هماهنگی بین بخشی	
۴۲۶ ۴. توسعه نهادی	
۴۲۶ ۵. حفظ محیط زیست	
۴۲۷ نتیجه‌گیری	

بیت

مقدمه

در سال‌های اخیر تغییر اقلیم، تمام جهان را درگیر مسائل و بحران‌های خود کرده است و تشدید روزافزون معضلات زیست محیطی به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های بسیاری از کشورهای جهان و سازمان‌های بین‌المللی تبدیل شده است. این بحران‌ها به قدری گسترش یافته‌اند که دیگر راهی جز پیشگیری از شدت این تغییرات برای بشر نمانده است. وقوع تغییرات اقلیم و عدم برنامه‌ریزی مناسب به منظور مواجهه با خسارات و پیامدهای ناشی از آن می‌تواند منجر به از دست رفتن منابع و دستاوردهایی شود که تحقق مجدد آن‌ها سالیان متمادی به طول خواهد انجامید.

تغییر اقلیم موجب تهدید وضعیت سلامت میلیون‌ها نفر، از جمله افزایش مرگ‌ومیر، گسترش بیماری و آسیب ناشی از امواج گرما، سیل، توفان، آتش‌سوزی و خشکسالی می‌شود. شناخت آثار سوء پدیده تغییرات اقلیمی امری اجتناب‌ناپذیر است، ولی مهم‌تر از آن، آگاهی بخشی به وارثان زمین، برای سازگاری با اثرات آن در راستای کاهش آسیب‌پذیری، کنترل روند تخریب محیط‌زیست و بازسازی آسیب‌های وارد شده به طبیعت است. بدون تردید اتخاذ تمهیدات مناسب می‌تواند مواجه شدن با عواقب ناشی از وقوع تغییرات اقلیم را تا حد زیادی به تأخیر اندازد؛ بنابراین برای مقابله با کاهش اثرات آن در کشور و تأمین بهداشت عمومی نیاز به برنامه اقدامات اجرایی بخش سلامت است. در این راستا آموزش بهداشت و اجرای آموزش‌های عمومی در سطوح مختلف جامعه جهت ارتقاء سطح آگاهی اقشار مردم ضروری است.

این کتاب حاصل تلاش محققین محترم پژوهشکده محیط‌زیست با همکاری تنی چند از متخصصین در حوزه‌های مختلف و مرتبط است که سعی شده است اثرات و آسیب‌های ناشی از تغییرات اقلیم بر سلامت در بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. امید است

که مجموعه حاضر، با فراهم نمودن اطلاعات و منابع علمی مورد نیاز، پاسخگوی دینفغان، مسئولین، دانشجویان و علاقه‌مندان به امر تغییرات اقلیم بوده و از این طریق بتواند همگام با ارتقای فرآیند دانش در زمینه تغییر اقلیم، موجبات کاهش اثرات ناشی از آن بر سلامت هموطنان ایران اسلامی مان را فراهم نماید.

دکتر علی‌رضا رئیسی

معاون بهداشت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

بیتقال

تغییر اقلیم یک پدیده در مقیاس جهانی است و یکی از مخاطرات مهم پیش روی بشر در قرن حاضر می‌باشد. افزایش جمعیت و افزایش بهره‌برداری از منابع طبیعی و آلودگی‌های منابع آب و هوا ناشی از فعالیت‌های صنعتی و بسیاری از فعالیت‌های نامطلوب دیگر انسان‌ها، از سالیان گذشته تا امروز، چرخه زیستی خانه مشترک همه موجودات زنده، زمین را با خطر مواجه ساخته است و سبب شده که آلودگی محیط زیست در کره زمین به زیان نسل‌های فعلی و آینده هرچه بیشتر گسترش یابد. تغییر اقلیم، سلامت انسان‌ها را به خطر می‌اندازد و از طریق تأثیر بر بهداشت و دیگر فاکتورهای زیربنایی موجب برهم ریختن اکوسیستم و منابع طبیعی و آشفته‌گی در جامعه و اقتصاد، تغییر در فاکتورهای زیست محیطی، ایجاد بیماری‌های گسترده، افزایش حشرات و جوندگان شده که این خود سبب بروز بیماری‌های جدید و ظهور بیماری‌های قدیمی می‌گردد و اکثر بیماری‌های خطرناک که ریشه‌کن شده بودند به جوامع باز می‌گردد و متعاقباً افزایش مرگ و میر را در پی خواهد داشت ولی از آنجا که اثرات آن به‌کندی ایجاد می‌شود یا متوجه آن نمی‌شویم و یا بی‌اهمیت از کنار این موضوع می‌گذریم. بدون تردید اتخاذ راهکارهای مناسب و علمی موجب تأخیر در مواجهه با عواقب تغییر اقلیم می‌شود و نیاز است تا باری دیگر درباره شیوه زندگی و نحوه برخوردمان با طبیعت بیندیشیم. باید پذیرفت شکست، تنها ماحصل تقابل با اقلیم است و سازگاری در مواجهه با آن، تنها راه نجات انسان‌ها است و موفقیت در ایفای چنین نقش بزرگی، در گروی همفکری و مشارکت گروه‌های مختلف خواهد بود، چرا که در بستری از تعامل و همکاری میان گروه‌های اثرگذار است که توسعه ظرفیت‌ها مبتنی بر شناخت کاستی‌های موجود در اموری که به شکلی مستقیم و بی‌واسطه، زندگی و سلامت نسل‌های کنونی و آتی را تحت تأثیر قرار خواهد داد، امکان تجلی خواهند یافت.

در این راستا، مجموعه حاضر حاصل مشارکت و تلاش ارزشمند گروهی از محققین و اساتید برجسته در زمینه‌های مختلف بهداشت و کارگروه‌های سلامت بوده که با اشاره بر تغییر اقلیم و اثر بر جنبه‌های مختلف سلامت تدوین گردیده است. امید است مطالعه کتاب حاضر، موجب افزایش آگاهی و حساس سازی افکار عمومی جامعه و به ویژه اساتید و دانشجویان عزیز در زمینه معضلات این پدیده و اثرات مخرب آن بر نسل‌های آینده با تأکید بر ابعاد اقتصادی اجتماعی و فرهنگی گردد.

دکتر کاظم ندافی

رئیس پژوهشکده محیط زیست

دانشگاه علوم پزشکی تهران

بیت

تغییر اقلیم یکی از چالش‌های قرن جاری است که موجب افزایش مخاطرات طبیعی و تأثیر شدید بر معیشت و تخریب محیط زیست می‌شود. تغییر در نحوه زندگی مردم، مهاجرت از مناطق کوچک و روستاها به شهرهای بزرگ، صنعتی شدن سریع، توسعه بدون برنامه کشورها در دهه‌های اخیر و تأثیرات آن، مشکلات زیادی را بر سر راه سلامت انسان‌ها قرار داده است. این در حالی است که برخورداری از محیط زیست سالم به مثابه حق بشر پذیرفته شده است اما در سال‌های اخیر این حق در اثر تغییرات اقلیم ناشی از فعالیت‌های صنعتی انسان در معرض خطر قرار گرفته است.

تغییرات آب و هوایی آثار مشخصی از جمله طوفان‌های شدید، گرم شدن زمین، بالا آمدن آب دریاها، بروز سیل و خشکسالی‌ها را به دنبال دارد که علاوه بر بروز قحطی، آسیب‌های دیگری از جمله آلودگی آب آشامیدنی را برای سلامت مردم به دنبال دارد. این در حالی است که کمبود آب چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی برای کشور مشکل ساز خواهد بود. از سوی دیگر بسیاری از بیماری‌های منتقله از آب و غذا با تغییرات آب و هوایی توسعه پیدا می‌کنند، به گونه‌ای که طی سال‌های اخیر، بسیاری از اپیدمی‌ها در کشورهای مختلف ناشی از همین امر بوده است. برهم خوردن امنیت غذایی و تأثیر سوء برون وضعیت اقتصادی مردم از جمله عواقب دیگر این پدیده است.

بدون تردید همفکری و مشارکت گروه‌های مختلف نظیر سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران، برنامه‌ریزان، نهادهای حاکمیتی، جوامع محلی، علاقه‌مندان و ذی‌نفعان برای کاهش اثرات زیان‌بار ناشی از تغییرات اقلیم امری ضروری است.

کتاب حاضر با هدف آشنایی کارشناسان، دست‌اندرکاران این عرصه به ویژه دانشجویان عزیز در زمینه معضلات این پدیده و با همکاری گروهی از محققین و اساتید برجسته توسط

پژوهشکده محیط‌زیست تدوین گردیده است. امید آن می‌رود مطالعه کتاب حاضر، متولیان سلامت کشور را در شناسایی و تعیین سهم عوامل خطر محیطی مؤثر بر سلامت افراد و ارائه برنامه‌های راهبردی جهت کنترل و کاهش آن‌ها یاری رساند.

دکتر مصداقی نیا

مشاور رئیس پژوهشکده محیط‌زیست

دانشگاه علوم پزشکی تهران

بیت

تغییر اقلیم و اثرات آن از نگرانی‌های بزرگ بشریت و یکی از مشکلات جدی در مقابل توسعه پایدار در سراسر جهان محسوب شده و دستیابی به اهداف توسعه هزاره را تهدید می‌کند و به‌طور خاص، تهدیدات آن با ایجاد بار اضافی، منجر به شدیدتر شدن فقر و به حاشیه رانده شدن گروه‌های آسیب‌پذیر می‌شود. در حال حاضر توافق گسترده‌ای درباره گرم شدن کره زمین با توجه به انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی وجود دارد. همچنین روشن است که روند فعلی استفاده از انرژی، توسعه و رشد جمعیت به ادامه و تشدید تغییر اقلیم منجر خواهد شد که اثرات سوء سلامتی قابل توجهی در سطح جهان دارند. در حال حاضر برخی از اثرات آن بر سلامت مردم در جریان است. نتیجه اپیدمیولوژیک تغییر اقلیم بر الگوهای بیماری در سراسر جهان، به خصوص در کشورهای آسیب‌پذیر در حال توسعه عمیق خواهد بود. تغییر اقلیم ناگزیر الزامات اساسی سلامت از جمله هوا و آب سالم، مواد غذایی مکفی و سرپناه مناسب را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

با توجه به اینکه سلامت در ارتقای توسعه انسانی نقش و اهمیت به‌سزایی دارد تا جایی که امروزه یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی جوامع را کیفیت و توزیع عادلانه سلامت در آن جامعه می‌دانند، لذا یکی از اولویت‌های جوامع امروزی و وظایف دولت‌ها بررسی عواملی است که سلامت را تحت تأثیر قرار داده یا سبب نابرابری‌هایی در سلامت می‌گردند. بنابراین برای تأمین بهداشت عمومی و مقابله با اثرات تغییر اقلیم که یکی از موارد مهم این نابرابری در کشور عزیزمان است، نیاز به برنامه و اقدامات اجرایی بخش سلامت و عزم همگانی در این زمینه وجود دارد. نقش حوزه بهداشت عمومی در تغییر اقلیم نقش غیرقابل انکار و حیاتی است که نمودهای عملیاتی و مشخصی دارد و با توجه به این امر، نیاز به کتابی که به‌عنوان مرجع، ابعاد مختلف تأثیرات اقلیم مخصوصاً در بحث سلامت را مشخص نماید و موجب افزایش آگاهی شود،

احساس می‌شد و با توجه به فعالیت کارگروه‌های مختلف در پژوهشکده محیط‌زیست در سال ۲۰۱۲ که با نتایج ارزشمندی همراه بوده، گروه تغییر اقلیم و سلامت پژوهشکده محیط‌زیست بر آن شد تا کتاب "تغییر اقلیم و سلامت" با تعامل نزدیک و همکاری معاونت‌های بهداشت و درمان و با تلاش و مطالعات گسترده اساتید و پژوهشگران این گروه در سراسر ایران و براساس جدیدترین مباحث علمی و بهره‌مندی از عملکرد کارگروه‌های مختلف وزارت بهداشت تدوین نماید تا در دسترس علاقه‌مندان و اساتید و دانشجویان فعال در این زمینه قرار گیرد که این خود گام بلند دیگری در عرصه پیشبرد سلامت جامعه است.

در ادامه از حمایت‌های ویژه اساتید محترم جناب آقای دکتر ندافی و جناب آقای دکتر مصداقی نیا و مساعدت کلیه محققین و اساتید محترم پژوهشکده محیط‌زیست و نویسندگان مهمان قدردانی می‌شود. امید است این کتاب به‌عنوان مرجع رشته تغییر اقلیم و سلامت مورد توجه خوانندگان عزیز قرار گیرد و بدیهی است ارتقای کیفی کتاب در ویرایش‌های بعدی نیازمند بازخورد خوانندگان محترم می‌باشد.

دکتر علی اردلان

مدیر گروه دپارتمان تغییر اقلیم و سلامت

پژوهشکده محیط‌زیست

فصل اول

مفاهیم پایه تغییر اقلیم

نویسندگان: علیرضا مساح بوانی^۱، شیوا صالحی^۲

اهداف فراگیری

پس از مطالعه این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱. مفهوم تغییر اقلیم را بداند.
۲. تفاوت بین تغییر اقلیم و آب‌وهوا را بیان کند.
۳. تغییر اقلیم و پارامترهای مؤثر بر آن را ذکر کند.
۴. منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای را تعریف کند.
۵. پیامدهای تغییر اقلیم بر سیستم‌های گوناگون کره زمین را بیان نماید.
۶. پیامدهای تغییر اقلیم در مکان‌های مختلف را فهرست نماید.
۷. تغییرات متغیرهای آب‌وهوایی ایران تا سال ۲۰۴۰ میلادی را شرح دهد.

۱. دانشگاه تهران، مسئول بخش مطالعات آسیب‌پذیری، طرح ملی تغییر اقلیم
۲. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران

مقدمه

تغییر آب و هوا یکی از پیچیده‌ترین مشکلاتی است که بشر در حال و آینده با آن مواجه است. انسان با بی‌توجهی به قوانین حاکم بر طبیعت و عدم شناخت مسائل زیست‌محیطی مرتبط با آن، عامل اصلی این تغییرات محسوب می‌گردد.

تغییر اقلیم^۱ یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن جاری است. وقوع سیل‌های با شدت زیاد، گرما و سرماهای بی‌موقع، تکرار بیشتر خشکسالی‌ها، بالا آمدن سطح آب دریاها، طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی، کاهش ضخامت لایه ازن، آلودگی فزاینده هوا، گرم شدن جهانی هوا، طوفان‌های گرمسیری قوی‌تر و ذوب شدن یخ‌های دائمی از جمله مواردی است که بحث تغییر اقلیم را در دهه جاری بیشتر مطرح کرده است. در تاریخچه زمین، تغییر اقلیم ناشی از فرایندهای طبیعی بوده است اما در ۱۰۰-۵۰ سال گذشته این تغییرات نتیجه گرمایش عمومی است که در تاریخ بشر بسیار سریع‌تر از هر تغییری بر روی کره زمین به ثبت رسیده است (۱). گرم شدن کره زمین در طول صدسال گذشته با متوسط افزایش ۰/۷۴ درجه سلسیوس به وقوع پیوسته است و تأثیر آن در همه جای کره یکسان نبوده و در نیمکره شمالی بیش از نیمکره جنوبی بوده است (۲، ۳). در ۲۵ سال آخر قرن بیستم، درجه حرارت جو به طور متوسط حدود ۱ درجه سلسیوس افزایش یافته بود و تخمین زده‌اند که تا سال ۲۱۰۰ متوسط درجه حرارت جهانی بین ۱ تا ۳ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت (۴).

به‌طور کلی نوسانات ناگهانی آب و هوا، نتیجه گرم شدن کره زمین است و انسان از سال ۱۸۵۰ میلادی همراه با انقلاب صنعتی با افزایش فعالیت‌های خود سبب افزایش گازهای گل‌زنی و متان در کره زمین شد (۵). شواهد علمی نشان می‌دهند که اقلیم زمین به علت فعالیت‌های اقتصادی انسان به‌ویژه تولید گازهای گلخانه‌ای در حال تغییر است و به دلیل سوخت‌های فسیلی توازن مقادیر گازهای گلخانه‌ای در جو

1. Climate change

زمین برهم خورده و مقدار آن‌ها زیاد شده که سبب گرم شدن کره زمین و ایجاد پدیده تغییر اقلیم شده است (۶). بشریبا استفاده از سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی، توسعه کشاورزی، استفاده از کودهای خاص، پرورش حیوانات، استفاده از گاز طبیعی و ایجاد مکان‌های دفن زباله مقادیر بیشتری گازهای گلخانه‌ای را تولید کرده است (۵).

هوا و آب از طریق تبادل گازها با جو خود، ارتباط پیدا می‌کنند. این فرایند تبادل، عامل بزرگی در تعیین اقلیم زمین یا متوسط آب و هوا است. کنوانسیون سازمان ملل متحد تغییرات آب و هوا را به فعالیت‌های مستقیم و غیرمستقیم انسان‌ها نسبت داده است. دانشمندان معتقدند که فعالیت‌های انسان، تغییرات آب و هوا را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب شتاب دادن به سرعت این تغییرات می‌شود (۱).

در حقیقت، آب و هوا عبارت است از متوسط الگوی هوایی در یک منطقه در طول دوره زمانی بیست تا یک میلیون ساله که به وسیله دما و بارندگی مشخص می‌شود و این دو متاثر از جریان‌های اقیانوسی، ارتفاع و عرض جغرافیایی هستند که این عوامل بر شیوه کشاورزی و تغذیه، نحوه زندگی و محل زندگی مردم اثر می‌گذارد (۷).

مفهوم تغییر اقلیم

در بیشتر مکان‌ها آب و هوا می‌تواند از ساعتی به ساعت دیگر، از یک روز تا روز بعد و از فصلی به فصل دیگر تغییر کند. اقلیم در مفهوم سطحی اغلب به عنوان متوسط آب و هوا تعریف می‌شود و به طور دقیق‌تر، به عنوان توصیف آماری در ترم‌های متوسط و تغییرپذیری مقادیر مربوط تحت یک دوره از زمان در محدوده ماه‌ها تا هزاران یا میلیون‌ها سال تعریف می‌گردد (۸). به طور کلی، اقلیم عبارت است از تأثیر عوامل فیزیکی و جوی یک محیط که خصوصیت جغرافیایی یک محل را مشخص می‌کند (۹). دوره پایه تغییر اقلیم که توسط سازمان جهانی هواشناسی تعریف شده است، ۳۰

سال است. این مقادیر عمومی ترین متغیرهای سطحی هستند؛ به معنی ساده تر، اقلیم چیزی است که شما انتظار دارید، برای مثال زمستان های سرد و آب و هوا چیزی است که با آن روبه رو می شوید، مانند کولاک شدید (۸).

می توان گفت تغییر اقلیم، تغییرات تدریجی و بلندمدت در نقشه های مربوط به آب و هوا در مقیاس کل کره زمین است یا به عبارتی بروز تغییرات مشخص در الگوهای مورد انتظار برای شرایط میانگین آب و هوایی که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا کل اقلیم جهانی رخ می دهد (۱۰). در حقیقت اقلیم یا آب و هوای یک منطقه، حالت متوسط کمیت های مشخص کننده وضع هوای آن منطقه است (۱۱). زمانی که این کمیت ها از حالت متوسط خود منحرف شده و این انحراف در طول زمان ادامه یابد، تغییر اقلیم صورت می گیرد که یکی از مهم ترین چالش های قرن جاری است (۶).

در پانل بین الدول (IPCC)، تغییر اقلیم تغییری است در وضعیت اقلیم که بتوان آن را بر اساس تغییر در میانگین یا خصوصیات اقلیمی (به عنوان مثال با استفاده از آزمون های آماری) که برای مدت زمان طولانی، چنددهه یا طولانی تر ادامه یابد، مشخص کرد (۱۲)؛ به عبارتی، تغییرات آب و هوا، شامل تغییرات عمده در دما، بارش و الگوی باد است که طی چند دهه یا بیشتر رخ می دهد (۱۰).

تغییر اقلیم نشان دهنده تغییرات غیرعادی در اقلیم درون جو زمین و پیامدهای آن در قسمت های گوناگون کره زمین است؛ برای مثال، در یخ های قطبی مدت این تغییرات از ده سال تا چند میلیون سال متغیر است. کنوانسیون چارچوب تغییر اقلیمی سازمان ملل اصطلاح «تغییرات اقلیمی» را به تغییر آب و هوایی که به طور مستقیم و غیرمستقیم مربوط به فعالیت های انسانی است نسبت داده است که موجب تغییر در ترکیبات جو جهانی شده و به نوسانات طبیعی اقلیم در طول دوره های زمانی اضافه می شود (۸)، همچنین تنوع اقلیم نباید با تغییر اقلیم اشتباه گرفته شود، تفاوت تغییر اقلیم و

تنوع اقلیم در تداوم شرایط غیرعادی است. تنوع اقلیم، تغییراتی است که در چارچوب زمانی کوچک‌تر مانند یک ماه، یک فصل یا یک سال رخ می‌دهد، درحالی‌که تغییر اقلیم به تغییراتی که در طی یک دوره طولانی‌تر زمانی که به‌طور معمول در طی چند دهه یا بیشتر است گفته می‌شود. گاهی اوقات رویدادی رخ می‌دهد که قبلاً مشهود نبوده و ثبت نشده مانند فصل طوفان‌های استثنایی در اقیانوس اطلس در سال ۲۰۰۵ که می‌تواند بخشی از تنوع اقلیم طبیعی باشد و اگر در مدت ۳۰ سال آینده تکرار نشود، آن را یک سال استثنایی می‌نامیم نه یک پیام‌آور تغییر اقلیم (۱۳).

به‌طور کلی عوامل گوناگونی که سبب تغییر اساسی در روند تغییر اقلیم را می‌توان به دو گروه عوامل طبیعی و انسانی تقسیم نمود. از تغییر اقلیم می‌تواند به دلیل نوسانات درون محیط زمین، فرایندهای طبیعی موجود در اطراف آن، فشارهای خارجی یا تغییرات مداوم ناشی از مداخله بشر در ترکیب جویا کاربری زمین ایجاد شود (۱۴). تغییرات طبیعی می‌تواند به جریان‌های اقیانوسی، فعالیت‌های خورشیدی و فوران‌های آتشفشان اشاره نمود. از آنجایی‌که مقابله با عوامل طبیعی تغییرات اقلیم تا حد زیادی ممکن نیست باید عوامل انسانی و پیامدهای آن را محدود نمود که مهم‌ترین آن ناشی از رشد گازهای گلخانه‌ای است. عوامل خارجی که می‌تواند اقلیم را شکل دهد، اغلب نیروهای اقلیمی نامیده می‌شود که عبارتند از نوسانات در تابش خورشیدی، گردش وضعی زمین و مقادیر تمرکز گازهای گلخانه‌ای (۱۰) و یکی از پیامدهای گازهای گلخانه‌ای که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های انسانی است، گرمایش جهانی است که در بلندمدت، پیامدهای قابل توجهی بر شرایط اقلیمی کره زمین دارد و منجر به تغییرات آب‌وهوا در مناطق گوناگون می‌شود (۱۵).

تغییر اقلیم و پارامترهای مؤثر بر آن

اتم‌سفر (جو^۱)، یخ کره (کریوسفر^۲)، زیست کره (بیوسفر^۳) و آب کره (هیدروسفر^۴) اجزای سیستم اقلیم کره زمین را تشکیل می‌دهند. جو زمین با دارا بودن گازهای گوناگون سبب جذب، پخش و بازتاب طول موج‌های آن شده و پدیده‌هایی مانند درجه حرارت جو را کنترل می‌کند. در این بین، گازهای گلخانه‌ای، شامل بخار آب، دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید دینیتروژن (N_2O) و هالوکربن‌ها (CFC)، از اهمیت ویژه‌ای در کنترل دمای سطحی جو برخوردارند؛ زیرا نور خورشید که عمدتاً طول موج کوتاه دارد، از این گازها عبور نموده و به زمین می‌رسد، سپس با گرم شدن زمین، امواج مادون قرمز (دارای طول موج بلند) از سطح زمین ساطع شده و با این گازها برخورد می‌کنند و این گازها امواج با طول موج بلند (مادون قرمز) را جذب کرده و گرم می‌شوند. این پدیده سبب افزایش درجه حرارت جو سطحی کره زمین می‌شود که به آن «اثر گلخانه‌ای»^۵ می‌گویند. کریوسفر (یخ کره) که دربرگیرنده یخ‌های موجود در سطح کره زمین است، بیشترین نقش را در انعکاس امواج رسیده به سطح زمین (البیدو^۶) ایفا می‌کند. همچنین بیوسفر (زیست کره) با انعکاس نور خورشید، تبخیر و تعرق از سطح گیاهان، به عنوان یکی از منابع اصلی تولید و مصرف دی‌اکسید کربن، نقش مهمی در میزان انرژی سیستم اقلیم دارد. در نهایت، هیدروسفر (آب کره)، شامل دریاها، دریاچه‌ها، رودها و اقیانوس‌های کره زمین، نقش به‌سزایی در جذب دی‌اکسید کربن جو داشته و اینرسی گرمایی زیاد دارد (۱۶).

عوامل متعددی شرایط اجزای اقلیم کره زمین را برهم می‌زند که می‌تواند اثراتی بر

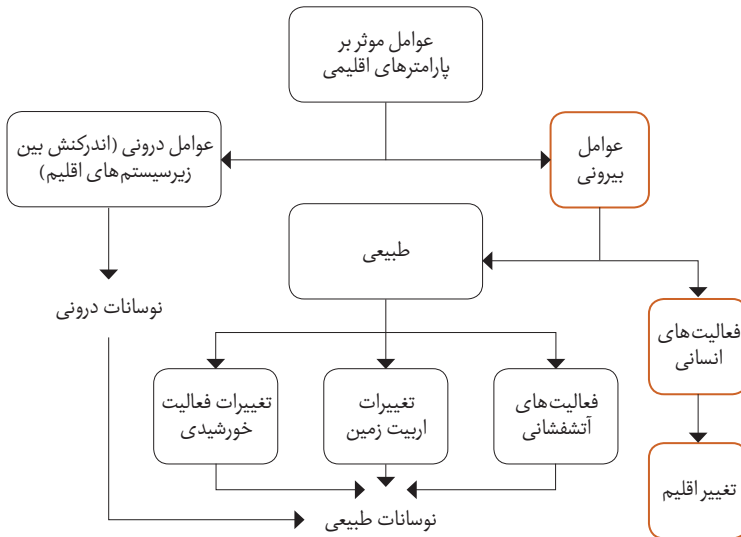
-
1. Atmosphere
 2. Cryosphere
 3. Biosphere
 4. Hydrosphere
 5. Green house effect
 6. Albedo

اجزای دیگر بگذارد. این عوامل به دو بخش داخلی، ناشی از کنش‌های متقابل بین اجزای اقلیم و خارجی طبیعی، ناشی از تابش خورشیدی، فعالیت‌های آتشفشانی و افزایش غیرطبیعی گازهای گلخانه‌ای^۱، تقسیم می‌شود (شکل ۲). تغییرات اقلیم کره زمین را که نتیجه واکنش‌های بین اجزای این سیستم است، «نوسانات درون سیستمی اقلیم»^۲ می‌نامند، مانند پدیده ال نینو.

پدیده ال نینو^۳، نوسانات سیستم جوی شرق بخش استوایی اقیانوس آرام است که معمولاً بر آب و هوای جهان، پیامدهای بارزی دارد. در شرایط عادی و زمانی که ال نینو وجود ندارد، سطح آب اقیانوس به دلیل تابش نور آفتاب گرم‌تر از اعماق آن است. در بخش استوایی اقیانوس آرام، باد از شرق به غرب می‌وزد. وزش باد سبب حرکت آب در سطح اقیانوس می‌شود و با باقیماندن آب در معرض خورشید، گرمای بیشتری جذب آن می‌شود. در این شرایط در شرق اقیانوس آرام در سواحل آمریکای شمالی، شارشی در جریان‌های عمق و سطح آب ایجاد می‌شود، این شارش سبب می‌شود تا آب سردتر که غنی و پراز اکسیژن و مواد غذایی است جایگزین آب گرم سطحی شود. نفوذ جریان سرد و غنی به سطح آب که محل زندگی بیشتر آبزیان است سبب افزایش تعداد آنها در محل‌های صید ماهیگیران می‌شود. تحت تأثیر ال نینو همه چیز برعکس می‌شود. ال نینو سبب می‌شود که باد از غرب اقیانوس آرام، آب‌های سطحی گرم را به سمت شرق هدایت کند. در این حالت آب گرم در سواحل آمریکای جنوبی به سواحل شرقی حرکت می‌کند و دمای این منطقه را بالا می‌برد. یکی دیگر از پیامدهای ال نینو، تغییرات غیرعادی آب و هوای مناطق شرقی و غربی استوای اقیانوس آرام است. تغییراتی که ال نینو ایجاد می‌کند محدود به آب و اقیانوس نیست و به جو و لایه‌های جوی نیز کشیده می‌شود (۱۶).

1. Green house gases
2. Internal climate variability
3. El-Nino

از سویی، تابش‌های خورشیدی و گاهی فعالیت‌های آتشفشانی به‌عنوان دو عامل طبیعی خارجی بر سیستم اقلیم کره زمین تأثیر می‌گذارند. خورشید مهم‌ترین منبع تأمین گرمایش زمین است. این در حالی است که پس از فعالیت‌های آتشفشانی ذرات معلق بسیاری وارد جو منطقه شده و با انعکاس نور خورشید مانع از رسیدن نور خورشید به سطوح پایینی جوی می‌شود و سبب می‌گردد تا دمای منطقه سرد شود. به‌مجموع تغییرات ناشی از عوامل طبیعی خارجی و تغییرات ناشی از نوسانات درونی سیستم، نوسانات طبیعی اقلیم^۱ اطلاق می‌گردد. در بین عوامل ذکر شده، تنها عاملی که به‌صورت غیرطبیعی بر سیستم اقلیم کره زمین تأثیر می‌گذارد، افزایش گازهای گلخانه‌ای است. بررسی وضعیت انتشار این گازها نشان می‌دهد که پس از انقلاب صنعتی در نیمه قرن ۱۸، به دلیل افزایش روزافزون صنایع و افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی، توازن مقادیر گازهای گلخانه‌ای در جو زمین برهم خورده و مقادیر آن به‌خصوص میزان گاز دی‌اکسید کربن افزایش یافته است. این افزایش سبب می‌شود تا امواج مادون قرمز ساطع شده از زمین بیش از پیش توسط گازهای گلخانه‌ای جذب شده و سبب گرم‌تر شدن جو کره زمین شود. گرم‌تر شدن کره زمین نیز به نوبه خود بر وضعیت اجزای دیگر سیستم اقلیم تأثیر گذاشته و پدیده تغییر اقلیم را موجب می‌گردد. شکل ۱ مفاهیم تغییر اقلیم، نوسانات درونی اقلیم و نوسانات طبیعی اقلیم را نشان می‌دهد (۱۷).



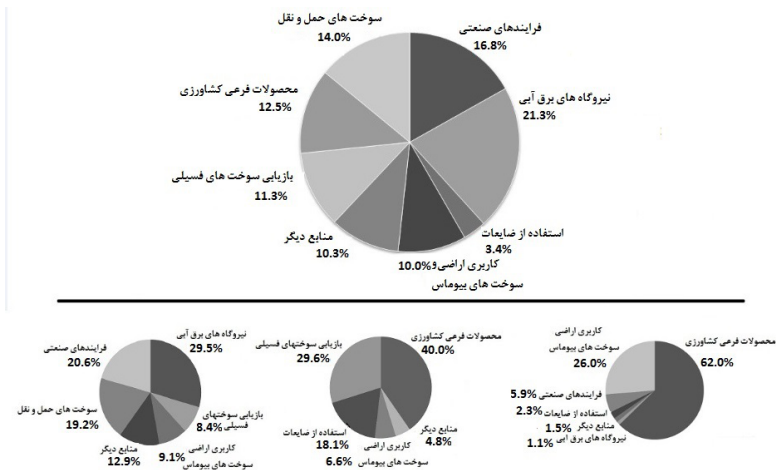
شکل ۱- مفاهیم تغییر اقلیم، نوسانات درونی و نوسانات طبیعی اقلیم (۱۷)

منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای

منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای به دو دسته منابع طبیعی (مرداب و اقیانوس‌ها، فرایندهای میکروبی در خاک و آب و واکنش‌های فتوشیمیایی در جو) و منابع غیرطبیعی (فعالیت‌های بشری) تقسیم می‌شوند. اگرچه مقدار گازهای گلخانه‌ای تولید شده از منابع طبیعی تقریباً ۲۰ برابر فعالیت‌های انسانی است، اما تا قبل از انقلاب صنعتی (۱۷۵۰ میلادی) این گازها به وسیله منابع طبیعی مصرف کننده گازهای گلخانه‌ای (اقیانوس‌ها و جنگل‌ها، جذب توسط باکتری‌های موجود در خاک و انجام واکنش‌های شیمیایی در جو) متعادل شده و برای ده هزار سال (از انتهای آخرین دوره یخچالی تا انقلاب صنعتی) مقدار آن در حد ۲۷۰ ppm ثابت باقی مانده است. پس از انقلاب صنعتی، فعالیت‌های بشری سبب افزایش گازهای گلخانه‌ای در

جوکره زمین شده است به گونه‌ای که سوزاندن سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و تغییرات کاربری اراضی سبب افزایش گاز CO_2 ، گازهای خارج شده از معده حیوانات، استفاده از کودهای حیوانی و کشت برنج سبب افزایش گاز CH_4 ، استفاده از کلروفلوروکربن‌ها در سیستم‌های یخچال‌ها و اطفای حریق کشاورزی سبب افزایش گازهای CFCs و فعالیت‌های کشاورزی مانند استفاده از کودها سبب افزایش گاز N_2O شده است. شکل ۲، درصد هرکدام از گازهای گلخانه‌ای موجود در جونسبت به کل و همچنین سهم هریک از فعالیت‌های بشری در تولید گازهای گلخانه‌ای را در سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد؛ به‌عنوان مثال، در تولید کربن، سهم نیروگاه‌های برق‌آبی ۲۹٪، فرایندهای صنعتی ۲۰٪، سوخت‌های حمل‌ونقل ۱۹٪، تغییر کاربری اراضی ۱۰٪ و دیگر منابع ۲۰٪ است. براین اساس سهم فعالیت‌های انسانی در تولید گازهای CH_4 و N_2O قابل استنتاج است. با توجه به این شکل از کل گازهای گلخانه‌ای موجود در جو گاز CO_2 بیشترین سهم (۷۲ درصد) را داراست. در این راستا گاز متان با ۱۸ درصد و گاز N_2O با ۹ درصد مقام‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. نقش گازهای CFCs نیز حدود ۱ درصد است که در شکل نشان داده نشده است. این در حالی است که نیروگاه‌های برق‌آبی با ۲۱ درصد بیشترین سهم را در تولید کل گازهای گلخانه‌ای داشته‌اند. همچنین سهم تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از کشاورزی نیز ۱۲ درصد برآورد گردیده است (۱۸).

فصل اول: مفاهیم پایه تغییر اقلیم | ۳۳



شکل ۲- سهم بخش‌های گوناگون در تولید سالانه گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۰۰ به نقل از IPCC ۲۰۱۴ (۱۸)

نکته‌ای که باید به آن توجه داشت میزان اثرگذاری هریک از گازهای گلخانه‌ای بر افزایش دمای کره زمین است. این میزان با GWP^1 سنجیده می‌شود. جدول شماره ۱ مقدار GWP گازهای گلخانه‌ای گوناگون را به همراه زمان ماندگاری آن‌ها در جو نشان می‌دهد. طبق این جدول کمترین مقدار GWP مربوط به گاز CO_2 و برابر ۱ است. بیشترین تأثیر گازهای گلخانه‌ای مربوط به گاز SF_6 و برابر ۲۲۸۰۰ است. باید توجه داشت که گرچه تأثیر گازهای دیگر بر افزایش دمای کره زمین بسیار بیشتر از گاز CO_2 است ولی با توجه به شکل ۲، میزان انتشار این گازها در جو بسیار کمتر از گاز CO_2 است (۱۸).

1. Global warming potential

جدول ۱- مقدار GWP و طول عمر گازهای گلخانه‌ای (۱۸)

مقدار GWP در افق‌های زمانی گوناگون			زمان ماندگاری (سال)	فرمول شیمیایی گاز
۵۰۰ سال	۱۰۰ سال	۲۰ سال		
۱	۱	۱	۳۰ تا ۹۵	CO _۲
۷/۶	۲۵	۷۲	۱۲	CH _۴
۱۵۳	۲۹۸	۲۸۹	۱۱۴	N _۲ O
۵۲۰۰	۱۰۹۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۰	CCLF _۲
۵۴۹	۱۸۱۰	۵۱۶۰	۱۲	CHCLF _۲
۱۱۲۰۰	۷۳۹۰	۵۲۱۰	۵۰۰۰۰	CF _۴
۱۸۲۰۰	۱۲۲۰۰	۸۶۳۰	۱۰۰۰۰	C _۲ F _۶
۳۲۶۰۰	۲۲۸۰۰	۱۶۳۰۰	۳۲۰۰	SF _۶
۲۰۷۰۰	۱۷۲۰۰	۱۲۳۰۰	۷۴۰	NF _۳

از آنچه گفته شد نتیجه گرفته می‌شود که دمای زمین در حال تعادل است و اثر گلخانه‌ای موجب می‌شود که تغییرات گرمای زمین ناشی از نور خورشید حفظ شده مقدار انرژی خورشید که به سطح زمین می‌رسد و میزانی که بازتاب می‌گردد مشخص شود. اگر گازهای گلخانه‌ای وجود نداشت زندگی بر روی کره زمین امکان‌پذیر نبود (۸، ۱۹). گازهای گلخانه‌ای بخشی از انرژی خورشید را جذب کرده و سبب حفظ گرما در درون زمین می‌شوند که برای زندگی بر روی زمین ضروری است. بدون حضور این گازها، کره زمین طی روز بیش از حد سوزان و طی شب سرد شده و امکان سکونت و زندگی بر روی آن وجود نخواهد داشت (۱)؛ به عبارتی، گازهای گلخانه‌ای موجود در جو به صورت عایقی عمل می‌کنند که شرایط محیطی مساعد را برای ادامه حیات در این سیاره فراهم می‌آورند. بدون وجود گازهای گلخانه‌ای در جو، میانگین دمای سطح زمین حدود ۱۵ درجه سلسیوس (۲۷ درجه فارنهایت) کمتر از میانگین در حال حاضر ۱۴ درجه سلسیوس (۵۷ درجه فارنهایت) می‌گردد (۲۰).

بیشترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای از فعالیت‌های انسانی در ایالات متحده، ناشی از سوخت‌های فسیلی برای تولید برق، گرما و حمل و نقل است (۲۱). در دومین