

# جهان

## به کجای می رود؟

(سرنوشت سیاره زمین در صدسال آینده)

علی افضل صمدی



خودت

سرشناسه: صمدی، علی افضل، ۱۳۱۷  
عنوان و نام پدید آور: جهان به کجا می رود؟  
(سرنوشت سیاره زمین در صد سال آینده) / علی افضل صمدی.  
مشخصات نشر: تهران: مؤسسه فرهنگی - هنری جهان کتاب، ۱۳۸۸.  
مشخصات ظاهری: ۱۸۴ ص: مصور رنگی، جدول، نمودار.  
فروست: دانش و فن برای همه، ۳.  
شابک: ۸ - ۴۲ - ۲۵۳۳ - ۹۶۴ - ۹۷۸  
وضعیت فهرست نویسی: فیبا  
یادداشت: کتابنامه به صورت زیر نویس.  
موضوع: محیط زیست - حفاظت  
موضوع: زمین (کره)  
رده بندی کنگره: ۱۳۸۸ ج۹ ص۱۷۰ / TD  
رده بندی دیویی: ۳۶۳/۷  
شماره کتاب شناسی ملی: ۱۸۹۳۴۹۰

# جهان به کجا می رود؟

(سرنوشت سیاره زمین در صد سال آینده)

علی افضل صمدی

جهان کتاب

انتشارات مؤسسه فرهنگی - هنری

## جهان کتاب

جهان به کجا می رود؟

( سرنوشت سیاره زمین در صد سال آینده )

علی افضل صمدی

چاپ اول ۱۳۸۸

چاپ دوم ۱۳۸۹

چاپ سوم در اینترنت به صورت رایگان ۱۳۹۳

ایمیل نویسنده

aliafzalsamadiahoo.fr

وب سایت نویسنده

<http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/>

## فهرست

مقدمه	۷
<b>فصل اول: از پیدایش سیاره زمین تا تخریب آن</b>	۱۳
۱. چگونگی پیدایش سیاره زمین و ایجاد جو آن	۱۵
۲. ترازنامه کربن در سیاره زمین	۱۷
۳. دوره (سیکل) کربن در رژیم پایدار	۲۰
۴. دوران گذرا و تجمع کربن در زمین	۲۱
۵. دوران موقت تخلیه کربن از درون زمین	۲۶
۶. بیلان انرژی بر روی زمین	۲۹
۷. تغییرات جو در اثر افزایش گازها	۳۷
۸. افزایش دما و ذوب یخها در کره زمین	۴۳
<b>فصل دوم: چه می توان کرد؟</b>	۴۷
۱. علت بیماری سیاره	۴۹
۲. محیط زیست و شهرهای ما	۵۴
۳. تلاش های جهانی برای کاهش گازها	۶۴
۴. معاهده کیوتو	۶۶
۵. احتمال فروپاشی یخ های قطب های زمین	۸۱
۶. حتی یک دقیقه نباید درنگ کرد	۸۳
۷. آلودگی و افزایش دما مرز نمی شناسد	۹۰
<b>فصل سوم: تولید و مصرف انرژی های متفاوت</b>	۹۳
۱. انرژی های تجدیدپذیر	۱۰۰
۲. بیوانرژی در خدمت بشر	۱۱۲
۳. اتم در خدمت بشر و زیان آن بر سیاره	۱۲۰
۴. نموداری از کاربرد نیروگاه های اتمی در جهان	۱۲۶
۵. اثر پرتوها بر روی موجودات زنده	۱۳۰

۱۳۱.....	۶.حوادث نیروگاه‌های اتمی .....
۱۴۲ .....	۷. زباله‌های رادیواکتیو نیروگاه‌ها .....
۱۴۹.....	<b>فصل چهارم: بحران مصرف .....</b>
۱۵۱.....	۱. تمدن و فرهنگ غرب و استعمار جدید .....
۱۵۳.....	۲. تأثیر تبلیغات بر مصرف .....
۱۵۴.....	۳. مصرف در کشورهای توسعه‌نیافته .....
۱۵۷.....	۴. غرب و حیوانات خانگی .....
۱۶۱.....	۵. کشاورزی و صنعت کشت .....
۱۶۵.....	۶. لزوم تغییر شیوه مصرف .....
۱۷۲.....	۷. زباله و شهرهای ما .....
۱۷۹.....	آخرین گفتار .....



## مقدمه چاپ چهارم برای انتشار رایگان به وسیله اینترنت.

این کتاب در سال ۱۳۸۸ چاپ شد و تا سال ۱۳۹۰ نیز دو بار دیگر تجدید چاپ شد. اکنون چاپ چهارم آن را - با اجازه ناشر - به صورت رایگان در وبلاگم قرار می‌دهم، قصد دارم آخرین گفتار کتاب را در مقدمه چاپ اینترنتی آن وارد کنم. زیرا فکر می‌کنم برخی اوقات لازم است کتاب را ابتدا از آخر مطالعه کرد. مسئول واقعی تغییرات محیط زیست طی یک و نیم قرن گذشته، ما افراد بشر بوده‌ایم. با علم و صنعت و بهره گرفتن از مزایای آن، در حال خاموش کردن چراغ زندگی خود و بسیاری از انواع دیگر جانداران روی زمین هستیم. با خودخواهی و سودجویی به نابود کردن محیط زیست مان مشغولیم. ولی «زندگی» - که در آن شرایط بسیار دشوار نخستین سیاره زمین شروع شد - باز هم به راه خود ادامه خواهد داد. پدیده طرد یا عدم پذیرش از سوی طبیعت، که امروزه شاهد اولین آثار آن هستیم، نتیجه دور شدن تدریجی ما از محیط زیست است.

کاملاً منطقی، است اجتماعی که به صنعت پیشرفته رسیده و علیه محیط زیست خود به مبارزه پرداخته، درصدد تسلط کامل بر آن و در جست‌وجوی راه‌های استفاده حداکثر از آن باشد، سرانجام خود را نابود خواهد کرد. برای نجات یافتن از این ورطه هولناک - در تمام فصول این کتاب به آن اشاره خواهم کرد - نیاز به وجدان بیدار و همت عالی دانشمندان فهیم و عاری از طمعکاری است. باید به طور کلی نظام حاکم بر سیاره را تغییر داد و تا آنجا که ممکن است تصمیم‌گیری را به پژوهشگران و دانشمندان واقعی سپرد.

جو زمین آلوده شده، دمای آن بالا رفته، و ذخایر زیرزمینی در حال نابودی‌اند. جمعیت سیاره تا نیمه اول قرن بیست و یکم به ۹ میلیارد نفر و با احتمال زیاد تا پایان این قرن به ۱۱ میلیارد خواهد رسید، کمبود آب شرب و آب کشاورزی اکنون در تمام نقاط جهان و به ویژه در خاورمیانه به چشم می‌خورد. تقسیم آب دجله و فرات مسئله‌ساز شده و امکان آن می‌رود که جنگی تمام عیار بر سر تقسیم آن در این منطقه از جهان به راه بیفتد. دوسوم جنگل‌ها به دست بشر از بین رفته است. دمای زمین افزایش یافته و یخ‌های قطبی در حال ذوب شدن‌اند. در نتیجه، سطح دریاها در حال بالا آمدن است و مناطق بسیاری از سیاره را به



زیر آب خواهد برد. تغییرات دما همراه با تغییرات جوّی و در نتیجه آن ایجاد توفان‌ها و گردبادهای مخرب خواهد بود.

در این کتاب به مدد آمارها و نمودارها، تا حدّ ممکن به همهٔ این معضلات پرداخته‌ام و بارها تکرار خواهم کرد که نظام کنونی حاکم بر جهان که همواره در پی کسب سود بیشتر است، مسبب اوضاع دهشتناک امروز و آیندهٔ تاریک سیّارهٔ زمین بوده و هست.

دولتمردان مهم‌ترین کشورهای جهان، رئیس جمهور امریکا، نخست وزیر انگلستان، صدراعظم آلمان و رئیس جمهور فرانسه، هر یک به گونه‌ای اذعان داشته‌اند که نظام سرمایه‌داری حاکم بر جهان انسانی نبوده است. آمار بیکاری در جهان غرب از مرز ده‌ها میلیون نفر فراتر رفته، نظام بانکی این کشورها در حال متلاشی شدن است. همین دولتمردان که تا دیروز با نظام‌های سوسیالیستی در جدال بودند، به این نتیجه رسیده‌اند که باید مقداری سوسیالیسم در نظام سرمایه‌داری تزریق کرد! البته ده سال از گفتن این پیام گذشته و بر عکس سرمایه‌داران فربه تر شده‌اند! گمان دارم که این گفتار واهی است و عمقی در آن نیست. نظام حاکم بر جهان به کلی نادرست است و باید روش زندگی بشر را کاملاً دگرگون کرد. به جای تلاش برای توسعهٔ اقتصادی صرف، باید نظام توسعهٔ پایدار مبتنی بر رفاه عمومی ساکنان جهان را پیاده کرد. برای نجات سیّاره، باید قدرت تصمیم‌گیری را از دست سرمایه‌داران چند ملیتی خارج ساخت و نظامی بین‌المللی و توانمند را برقرار کرد. راهی سخت پیش روست و بر انسان‌ها و به‌ویژه بر تمام دولتمردان جهان لازم است که وخامت شرایط را دریافته، روش کنونی زندگی در جهان را تغییر دهند. چرا که این تنها راه نجات سیّاره است.

بر اثر انتقال سرمایه از غرب به سوی شرق، کشورهای جنوب آسیا در حال توسعه و پیشرفت‌اند و اگر سطح زندگی آن‌ها معادل زندگی غربی‌ها شود، کمبود در همهٔ جوانب زندگی در جهان پدید خواهد آمد. در سطور آینده خواهم گفت، اگر مردم این بخش از جهان بخواهند همانند غربی‌ها زندگی کنند، پنج سیّارهٔ دیگر نظیر سیّارهٔ زمین لازم است. بنابراین باید اصلاح را از غرب شروع کرد. تعداد خودروها، روش زندگی و به‌ویژه روش مصرف باید کاملاً دگرگون شود تا سرمشقی برای ساکنان کشورهای در حال توسعه باشد. باید وسایل نقلیهٔ عمومی را در سطح جهان توسعه داد و تا جایی که ممکن است از ساخت خودروهای شخصی خودداری کرد.

اگر می‌خواهیم در آینده نواذگان ما زندگی نسبتاً مرفه‌ی داشته باشند، ما نسل قبلی و نسل کنونی که سیاره را آلوده کرده و به نابودی کشانده‌ایم، باید فداکاری کنیم. تصمیم دشواری است ولی به‌اجبار باید از بسیاری مزایای قبلی چشم‌پوشی و به آن‌چه در امکان سیاره است اکتفا کرد. باید از منابع انرژی تجدیدپذیر که سیاره زمین را آلوده نمی‌کنند استفاده کرد. از مزیت این منابع و امکان دسترسی به آن‌ها به تفصیل سخن خواهیم گفت. تصمیم‌گیری در این مورد فقط با افزایش بهای سوخت‌های فسیلی در جهان میسر است. همچنان که سال گذشته دیدیم، افزایش بهای نفت سبب شد که افراد بشر به سوی انرژی‌های برگشت‌پذیر روی آورند. بنابراین امکان استفاده از این منابع تولید انرژی، به ویژه انرژی خورشیدی، با افزایش بهای سوخت‌های فسیلی امکان‌پذیر است. راه حل را می‌دانیم و باید از آن استفاده کنیم. خوشبختانه دنیای غرب تا حدی اوضاع نابسامان سیاره را - که خود مسبب آن بوده - تشخیص داده و درصدد ترمیم آن است. من به نوع بشر و قدرت علمی‌اش ایمان دارم و معتقدم که امروز تصمیم‌گیری‌های صحیحی در سطح جهان آغاز شده و دست‌کم دولتمردان به فکر چاره افتاده‌اند. باید به قدرت خودسازی و خلاق انسان‌ها امیدوار بود.

پاریس آوریل ۲۰۱۴

علی افضل صمدی

<http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/>

## مقدمه

در دو دهه گذشته شرایط جوّی سیّاره زمین به گونه‌ای تغییر کرده که علاوه بر پژوهشگران - که از پیش نگران آینده زمین بودند- اینک اغلب ساکنان سیّاره نیز متوجه وخامت اوضاع شده‌اند. آن‌ها از دگرگونی‌های آب و هوای زمین و توفان‌های دهشتناک چندساله اخیر آسیب می‌بینند و عزیزان و دارایی‌های خود را از دست می‌دهند. در بهار سال ۲۰۰۸ در اثر توفان «ترگس» در برمه، شاهد مرگ بیش از ۱۴۴ هزار نفر و بی‌خانمان شدن یک میلیون نفر بودیم. در امریکا چندین توفان پی‌درپی، به‌ویژه در نیواورلئان، مردم را ناچار به ترک خانه و کاشانه خود کرد و صدها میلیارد دلار خسارت به بار آورد؛ یعنی پنجاه برابر خسارتی که بر اثر حمله تروریستی به برج‌های تجارت جهانی در نیویورک وارد شد. در سال ۱۹۹۹ در فرانسه بر اثر توفانی، ۳۰۰ میلیون درخت ریشه‌کن شد و در بیستم ژانویه ۲۰۰۹ توفانی به همان شدت بیش از همین تعداد درخت را شکست و خسارات جانی و مالی فراوان به بار آورد. هم‌اکنون که این مطالب را می‌نویسم از استرالیا خبرهای ناگواری می‌رسد: گرمای بی‌سابقه و آتش‌سوزی بیش از ۳۶۵ هزار هکتار جنگل، کشته شدن بیش از ۲۳۱ نفر، وارد آمدن میلیاردها دلار خسارت مالی و سوختن هزاران خانه مسکونی.

در سال‌های اخیر مشابه چنین حوادثی در سراسر سیّاره زمین بسیار اتفاق افتاده و در آینده نیز اتفاق خواهد افتاد که در این کتاب برخی از آن‌ها را با ذکر آمارها یادآوری خواهیم کرد. دلیل این نابسامانی‌های جوّی چیست؟ چگونه ما سیّاره زمین را این‌چنین بیمار کرده‌ایم؟ آیا قادر خواهیم بود زمین را مداوا کنیم و نجات دهیم؟ یا این‌که گفتار و کردار ما چیزی جز نوشداروی بعد از مرگ سهراب نیست؟

دوسوم جنگل‌های نخستین زمین به وسیله بشر از بین رفته است. تولید گاز کربنیک ناشی از فعالیت کارخانه‌ها و خودروهایی که در سراسر جهان در گردش‌اند، آن‌قدر زیاد شده که جنگل‌ها و اقیانوس‌ها دیگر قادر به جذب آن نیستند و همین باعث تشدید حالت گلخانه‌ای و افزایش دمای زمین شده است. گاز متان که بیست برابر بیشتر از گاز کربنیک حالت گلخانه‌ای را تشدید می‌کند، از برنج‌زارها، زمین‌های زیرکشت، به مقدار بسیار زیاد در دامداری‌ها، فاسد شدن شاخ و برگ درختان در جنگل‌های مرطوب، زباله‌های شهری و مدفوع حیوانات تولید می‌شود و به فضا می‌رود. مقدار این گاز در رسوبات اعماق دریاها و در یخ‌های قطبی (به صورت هیدرور متان) بیش از ۱۰ هزار میلیارد تن تخمین زده شده است.

با کمال تأسف می‌بینیم که بشر به واسطه حاکمیت اقتصادی مبتنی بر بازار و کسب حداکثر سود و پیشرفت در صنعت، روز به روز مقدار این گازها را در جوّ زمین افزایش می‌دهد. بسیاری از مردم جهان از انتخاب اوباما به عنوان رئیس‌جمهور امریکا خوشحال شده‌اند و این انتخاب را تبریک گفتند، ولی متأسفانه اولین تصمیم اقتصادی اوباما، در اول ریاست جمهوری کمک ۲۰ میلیارد دلاری به صنعت خودروسازی امریکا و در نتیجه، آلوده

سازی بیشتر محیط زیست بود! در دیگر کشورهای جهان بانک‌ها به راحتی به خریداران خودرو وام کم بهره می‌دهند. در کشور خودمان می‌بینیم که کلان‌شهرهایی مانند تهران مبدل به پارکینگ‌های بزرگ شده‌اند و مردم ساعت‌ها با ترافیک عظیم دست به گریبان هستند. در حالی که بانک‌ها و صنایع خودروسازی به کمک تبلیغات، مردم را تشویق به خرید خودرو می‌کنند و برای این کار وام‌های کم‌بهره و با شرایط آسان می‌دهند. آلودگی هوای تهران به گونه‌ای شده که برخی از اوقات تا صد قدمی خود را نمی‌توان تشخیص داد.

فریاد مدافعان محیط زیست در سراسر جهان بلند است. آن‌ها با انتشار کتاب‌ها و نشریات گوناگون می‌کوشند روش کنونی توسعه و پیشرف جهانی را که تنها مبتنی بر بهره‌برداری حداکثر است تغییر دهند. من در این کتاب سعی خواهم کرد تا حدّ ممکن و با روشی ساده و قابل فهم برای عموم، شرایط اسفناک سیاره‌مان را تشریح کنم و حدود امکان بهبودی شرایط جوّی را - که به هیچ وجه صد در صد نخواهد بود - مشخص سازم. همچنین به نتایجی که پژوهشگران به آن‌ها رسیده‌اند و راه حل‌های ممکن برای صرفه‌جویی در ذخایر نفت، گاز، آب و مواد معدنی خواهم پرداخت.

در بهار سال ۱۳۷۱ کتابی با عنوان «ستارگان، زمین و زندگی» (از کجا آمده ایم، به کجا می‌رویم؟) نوشتم که هدف اصلی آن، آشنا کردن دانشجویان و جوانان کشور با داده‌های جدید علمی در آن زمان، به ویژه شناخت جهان هستی بود و بیان این‌که چگونه بعد از انفجار بزرگ یا مه‌بانگ، نخستین کهکشان‌ها و در پی آن ستارگان و سیارات آن‌ها پدید آمد، و سرانجام چگونه بر روی سیاره‌ای که همه آن‌را به نام زمین می‌شناسیم، زندگی به وجود آمد و در نهایت با تحول پیاپی و دگرگونی در پی دگرگونی، انسان متفکر پا بر پهنه سیاره گذاشت. هفت بخش از کتاب به این پدیده‌ها اختصاص یافت. فصل هشتم را از آن‌جا شروع کردم که این انسان به فهم رسیده، شروع به ساختن اشیاء و ابزارهای مختلف برای ادامه زندگی خود کرد. به ویژه نشان دادم که چگونه این انسان همواره در پی دگرگون ساختن محیط زیست بوده است و از سوی دیگر بی‌وقفه جنگ‌افزارها ساخته است: از جنگ‌افزار سنگی تا نوع آهنی آن و در پی‌اش از باروت تا دینامیت و سرانجام بمب اتمی. نام این بخش را به «کجا می‌رویم؟» نهادم. در آن زمان آلودگی‌های محیط‌زیست، افزایش دمای زمین و ایجاد حفره‌ای در قشر اوزون محافظ زندگی، فرضیه‌هایی به شمار می‌رفتند که پژوهشگران اعلام می‌کردند و دولتمردان چندان اعتقادی به آن‌ها نداشته، مسئله را به جدّ نمی‌گرفتند.

ولی امروز، یعنی با گذشت کمتر از ۲۰ سال، این پدیده‌ها به درستی آشکار شده‌اند و بشر به فکر چاره افتاده است. گردهمایی در پی گردهمایی تشکیل می‌دهند تا سیاره زمین را از خطر جدّی‌ای که با آن روبه‌روست نجات دهند. تنها نتیجه مثبتی که از این گردهمایی‌ها به دست آمده، ممنوع ساختن کاربرد گاز CFC بود (که در یخچال‌ها و اسپری‌ها و یا رنگ موی خانم‌ها مصرف داشت). در نتیجه این ممنوعیت، حفره به وجود آمده در لایه اوزون تا حدّی مرمت شد. اخیراً تصمیمی جدّی درباره کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و کاستن از حالت گلخانه‌های گرفته‌شده و گرچه اتحادیه اروپا با تلاش بسیار سعی در اجرای آن دارد.

ولی هنوز امریکا عملاً "معاهده مربوط به آن (معاهده جهانی کیوتو) را امضا نکرده است. در همه این موارد، امریکا که فقط ۵ درصد جمعیت جهان را دارد، خود به تنهایی مسبب ۴۰ درصد آلودگی زیست محیطی جهان است. با این حال همچنان با کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی خود مخالفت می‌کند. چین و هندوستان که اخیراً صنعتی شده و گاز های آلوده کننده به جو زمین وارد می‌کنند، نمی‌خواهند در معاهدات بین المللی شرکت کنند. چون باور دارند مسبب آلودگی های زمین در صد سال اخیر غرب بوده است.

به گمان من هر تصمیمی که از این پس گرفته شود و به تمامی هم به اجرا درآید، هرگز نمی‌تواند لطمه وارد شده به سیاره را صددرصد جبران کند. از این رو این کتاب را نوشته‌ام تا وجدان‌های خفته را بیدار کنم و ماهیت نظام اقتصادی مسلط بر جهان را آشکار سازم. نظامی که مبتنی بر سرمایه و کسب سود مادی است و نمودار مشخص و مسلم آن، همین آلودگی در محیط زیست جهانی است. چنین شرایطی را به بدترین صورت در کشور خود و به ویژه در شهر تهران شاهدیم که شاید تنها آلودگی هوای آن، هر ساله به بیش از چندین هزار نفر مرگ زودرس هدیه می‌کند.

بخش هشتم کتاب ستارگان، زمین و زندگی به خاطر برخی افشاگری‌ها از نظام سرمایه‌داری و آثار مخرب آن بر محیط زیست و نیز افراط و تفریط‌های جهان غرب، خوشایند شماری از همکاران دانشگاهی و دوستان غرب‌گرایم نبود، ولی با گذشت زمان، تمام آن آثار مخرب در جهان و به ویژه در کشورمان آن‌چنان بالا گرفت که همگان را به حیرت و تعجب افکند. در آن فصل نگرانی خود را از کاربرد بی‌رویه اتم در تولید انرژی و جمع شدن زباله‌های خطرناک رادیواکتیو حاصل از نیروگاه‌ها ابراز داشته، حوادث نیروگاه‌ها از قبیل حادثه چرنوبیل را تشریح کرده بودم. هراس عمومی از چنین حوادثی سبب شد که به مدت بیست سال، ساخت نیروگاه‌های اتمی در جهان متوقف شود. اما امروز شاهدیم که به خاطر افزایش بهای سوخت‌های فسیلی، بار دیگر ساخت و کاربرد نیروگاه‌های اتمی در بین کشورهای مختلف جهان مطرح شده است. گویی زمان، سرپوشی بر خاطر تلخ حادثه چرنوبیل گذاشته است. اگر چه این روزها حادثه نیروگاه‌های ژاپنی در اثر زلزله و در پی آن سونامی، مسئله کار برد انرژی اتمی را به طور جدی زیر سؤال برده است.<sup>۱</sup>

در سال ۱۳۷۷ کتاب دیگری با عنوان *افسانه زندگی* نوشتم که در آن نیز پیشرفت علمی معطوف به توسعه اقتصاد سرمایه‌داری را در دنیا نکوهش کردم. امروز دیگر این کتاب‌ها در بازار وجود ندارند، ولی علاقه‌مندان می‌توانند متن تجدید نظر و روز آمد شده آن‌ها را در وبسایت من بیابند. <http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/>

اینک در این کتاب قصد دارم واقعیت‌هایی که منجر به آلودگی محیط‌زیست در ابعاد جهانی شده و در پی آن، حوادثی را که در اثر گرم شدن سیاره زمین در سنوات آینده پیش

---

به کتاب انرژی اتمی نوشته نگارنده که در همین سایت به صورت رایگان قرار داده شده است مراجعه<sup>۱</sup> کنید. <http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/>

خواهد آمد با زبانی ساده و برای اطلاع عموم بنویسم. امیدوارم در این کار توفیق یار باشد و این نوشته مورد قبول خوانندگان گرامی قرارگیرد. شاید به این ترتیب ما هم بتوانیم در کار درمان محیط زیست سیّاره خود - که اکنون به امری ضروری بدل شده - با هزاران هزار فعال محیط زیست در گوشه و کنار جهان، تشریک مساعی کنیم.

ع.ا.صمدی

پاریس - بهار ۱۳۹۳

# فصل اول

از پیدایش سیاره زمین  
تا تخریب آن

## ۱. چگونگی پیدایش سیاره زمین و ایجاد جو آن

پیش از تشریح نحوه ایجاد جو زمین و تلاش موجودات زنده میکروسکوپی اولیه برای به پدید آوردن آن، ابتدا باید به اختصار، به چگونگی پیدایش ستارگان و در پی آن، چگونگی تشکیل سیاره زمین بپردازیم.

در دو دهه اخیر، پژوهش‌های بسیار پیشرفته، به بشر ثابت کرده است که منظومه شمسی از فروپاشی ابرنواختری (مادر خورشید ما) در پنج میلیارد سال پیش به وجود آمده است<sup>۱</sup>. شدت ضربه حاصل از این انفجار، تراکمی در توده سحاب‌های واقع در منطقه‌ای از کهکشان راه‌شیری - که به آن «بازوی شکاری» یا اوریون می‌گویند - ایجاد کرده است. ابتدا در مرکز، خورشید کنونی از تراکم توده سحاب‌های هیدروژنی که ابعاد آن به مقیاس سال نوری بوده، تشکیل شده است. سپس پسمانده‌های حاصل از فروپاشی ستاره مادر، سیارات منظومه شمسی را به وجود آورده‌اند. سیارات سنگین‌وزن (با چگالی بالا و با طبیعت خاکی) مانند عطارد، زهره، زمین و مریخ در فاصله نزدیک و سیارات سبک‌تر (از نظر چگالی و با طبیعت گازی) نظیر مشتری، زحل، اورانوس و نپتون در فاصله‌های بسیار دورتر قرار گرفته‌اند. این سیارات در اثر تعادل بین نیروی گریز از مرکز و نیروی گرانشی خورشید، بر روی مدارهایی که هسته مرکزی آن

---

۱. برای آشنایی بیشتر با این مطالب، به کتاب دیگر نگارنده مراجعه کنید:  
«از بی نهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک»، (تهران: جهان کتاب، ۱۳۸۷). این کتاب در سال ۱۳۹۲ به روز شده و مطالب بسیاری بدان افزوده شده است و به صورت رایگان در وب سایت نگارنده موجود است.  
<http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/>



خورشید است مستقر شده و به تعادل رسیده‌اند. این سیارات به دور خود و خورشید با تناوب متفاوتی در گردش هستند. زمین هر ۲۴ ساعت یک بار به دور خود و هر ۳۶۵ روز به دور خورشید می‌گردد. در نمودار ۱ چگونگی تشکیل منظومه شمسی ارائه شده است.



نمودار ۱. تصویری نقاشی شده از چگونگی پیدایش منظومه شمسی، بعد از فروپاشی ستاره مادر.

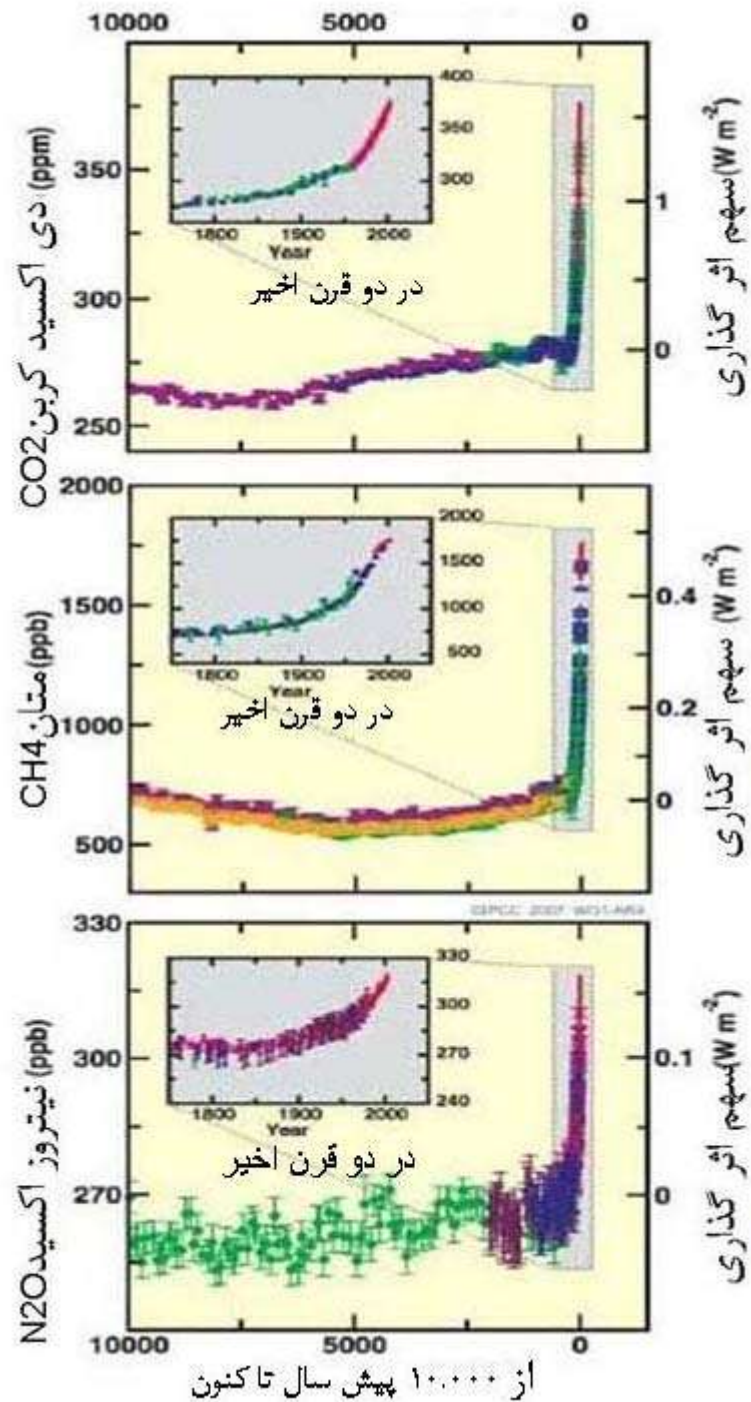
زمین در بین سیارات منظومه شمسی در مداری استثنایی قرار گرفته و شرایطی منحصر به فرد دارد. جو اولیه زمین که متشکل از گازهای مختلف بود، در اثر بادهای خورشیدی از بین رفته است. جو بعدی زمین که در اثر خروج گازها از دهانه آتشفشان‌های اولیه زمین به وجود آمده، در ابتدا حاوی گاز

کربنیک، اکسید گوگرد، اکسید ازت، آمونیاک و هیدروژن بوده و تا حدی حالت اکسید کنندگی داشته است. ولی در اثر کنش و برهم کنش شیمیایی این مواد، جو زمین احیاکننده شده است؛ یعنی فقط گازهای احیاکننده باقی مانده، که شرایط پیدایش زندگی را فراهم آورده است. منظور از جو احیاکننده آن است که تمامی اکسیژن و بخشی از هیدروژن موجود در گازها در لحظه خروج از دهانه آتشفشانها، با هم و یا با کربن و ازت ترکیب شده و گازهای انیدریدکربنیک، متان، آمونیاک و بخار آب را تولید کرده‌اند. در این شرایط مساعد، اولین مولکول‌های آلی به وجود آمدند و چندصد میلیون سال بعد، این ترکیبات اولین مولکول زنده را در درون اقیانوس‌های کم‌عمق اولیه زمین تولید کرده‌اند. این مولکول‌ها با کار دسته‌جمعی خود (تولید و تکثیر و مرگ و میر) جوی مناسب را برای ادامه زندگی به وجود آوردند (در این مرحله جو زمین اکسیدکننده شده است). این موجودات میکروسکوپی که خزه نام دارند، با روش تقسیم و به نحو تصاعدی تکثیر یافته‌اند. آن‌ها برای ادامه زندگی و تولید مثل، گاز کربنیک را از هوا گرفته، بعد از تبدیل آن به مواد آلی لازم برای ادامه زندگی، اکسیژن از خود دفع می‌کردند. پس از مرگ نیز اجساد این موجودات گاز ازت را تولید می‌کرده است. هنگامی که نسبت درصد اکسیژن در جو زیاد شد، این خزها دیگر قادر به ادامه زندگی نبودند، چون اکسیژن برای آن‌ها سمی خطرناک بود (به علت خاصیت اکسیدکنندگی آن). در نتیجه دسته‌هایی از این موجودات، به ناچار گردهم جمع شده، با فداکردن سلول‌های سطحی، موجود چند میلیارد سلولی اولیه را ساختند. این موجود به کار خود، یعنی تولید اکسیژن و ازت ادامه داد تا جو کنونی زمین، متشکل از تقریباً ۲۰ درصد اکسیژن و ۷۹ درصد ازت به وجود آمد. طی چندین میلیارد سال عمل فتوسنتز خزها، یعنی جذب گاز کربنیک و تولید اکسیژن و سپس مرگ و میر و دگرگونی درونی آن‌ها، جنگل‌های وسیعی روی سیاره زمین به وجود آمد و تعادلی معجزه آسا بین جذب گاز کربنیک و تولید اکسیژن به وسیله گیاهان حاصل شد.

## ۲. ترازنامه کربن در سیاره زمین

اساس و پایه مبارزه با افزایش دمای زمین، تشخیص مقدار کربن به صورت گاز کربنیک، متان و یا گازهای دیگر در جو است. همین امر سبب به وجود آمدن حالت گلخانه‌ای شدیدتر از آنچه باید باشد، شده است. در واقع کار دسته‌جمعی خزها و باکتری‌ها در دوران‌های ماقبل زمین‌شناسی (پیش از دوران اول) با تولید ازت و اکسیژن، جو متشکل از این دو گاز را به وجود آورده و در اطراف زمین یک حالت گلخانه‌ای مناسب و طبیعی ایجاد کرده که دمای زمین را معتدل نگه داشته است. (به نمودار ۶ صفحه ۳۰ نگاه کنید.) در اثر این حالت گلخانه‌های، دمای متوسط زمین به  $+15$  درجه سانتی‌گراد رسیده است. از قرن نوزدهم که فعالیت صنعتی بشر آغاز شد، انسان‌ها با کاربرد سوخت‌های فسیلی مقدار گاز کربنیک جو را به میزانی بیش از حالت تعادل رسانده‌اند. برای بررسی دقیق وضعیت موجود و شرایط آینده سیاره زمین، در ابتدا باید ترازنامه (بیلان) کربن را در سیاره مورد موشکافی قرار دهیم.

وسعت افزایش دما در سیاره در حال حاضر با وجود ناهماهنگی‌های فصلی و توفان‌هایی که در قاره‌های مختلف ایجاد کرده، هنوز آن قدر زیاد نیست. زیرا فعلاً دمای متوسط زمین تنها  $0/6$  درجه سانتی‌گراد افزایش یافته که چندان مهم به نظر نمی‌رسد. ولی نگرانی‌های زیادی نزد پژوهشگران و اخیراً مردم عادی ایجاد کرده است. اگر کاربرد سوخت‌های فسیلی به همین نحو ادامه یابد، حتی اگر افزایش مقدار مصرف را به تناسب افزایش جمعیت سیاره در نظر نگیریم، در پنجاه سال دیگر تعادل دمایی کره زمین به کلی از دست خواهد رفت. در نمودار ۲ سهم افزایش دمایی سه گاز بر حسب وات بر مترمربع سطح جو ( $W/m^2$ ) که حالت گلخانه‌ای را تشدید می‌کنند آورده شده است. با توجه به این نمودار درمی‌یابیم که چگونه در طی یک و نیم قرن، اثر دمایی این گازها سیر صعودی بسیار مشخص داشته است.



نمودار ۲. در این نمودارها از ۱۰,۰۰۰ سال پیش تا سال ۲۰۰۵ سهم گازهای مختلف وارد شده در جو زمین را بررسی می‌کنیم. در آن سهم سه گاز مختلف که حالت گلخانه‌ای را تشدید می‌کنند آورده شده است. میزان گاز پرتواکسیدازت (Protoxyde d'azote) ( $N_2O$ ) گاز متان ( $CH_4$ ) و گاز کربنیک ( $CO_2$  دی اکسید کربن) در مربع بزرگ ابعاد در ده

هزار سال پیش تاکنون (سال ۲۰۰۵) آورده شده است. در مربع کوچک درون مربع بزرگ، میزان این گازها در قرن ۱۹ و قرن ۲۰ تا سال ۲۰۰۵ آورده شده است. برای نیتروژن اکسید ازت و متان در محور عرضها (طرف چپ مربع) غلظت گازها بر حسب ppb (یعنی یک بخش از هر میلیارد مولکول گاز) آورده شده است. در مربع فوقانی غلظت گاز کربنیک بر حسب ppm (یعنی یک بخش در هر میلیون هوای جو) آورده شده است. بازهم در محور عرضها (سمت راست مربع) سهمیه تأثیرگذاری این گازها در تشدید حالت گلخانه‌ای بر حسب  $W/m^2$  (وات بر متر مربع سطح جو) آورده شده است. سهم اثرگذاری گاز کربنیک  $1/66 W/m^2$  و سهم گاز متان  $0/48 W/m^2$  است؛ حال آن که سهم اثرگذاری مجموع گازها در جو زمین که در سال ۲۰۰۷<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شده،  $1/6 W/m^2$  است که از مجموع سهم گاز کربنیک و متان کمتر است. این به دلیل آن است که گازهای دیگر نظیر اسپری‌های حشره‌کش و یا خوشبوکننده و... رها شده در جو زمین، در اثر ترکیب شیمیایی با این گازها سهم مجموع آن‌ها را پایین می‌آورند.

### ۳. دوره (سیکل) کربن در رژیم پایدار

کربن در طبیعت به صورت مولکول‌های متفاوت وجود دارد. گیاهان با عمل فتوسنتز، یعنی جذب پرتوهای خورشیدی و گاز کربنیک ( $CO_2$ ) موجود در جو، و آب ( $H_2O$ ) که به وسیله ریشه‌های خود از زمین می‌گیرند، مولکول قند  $(CH_2O)_n$  تولید می‌کنند. قند تولید شده در درون گیاه به مولکول‌های دیگر تبدیل شده، ریشه، تنه، شاخه و برگ‌های گیاه را می‌سازد. جرم کربن جذب شده به وسیله گیاهان، ذخیره‌ای از کربن را تشکیل می‌دهد که بخشی از آن به وسیله موجودات گیاهخوار مصرف می‌شود. از مدفوع و بخشی از گیاهان که در طبیعت از بین می‌روند، کربن به صورت مایع (هیدروکربور یا نفت)، به صورت جامد (گرافیت) و یا به صورت گاز (متان) تولید می‌شود. در این رژیم پایدار که  $3/6$  میلیارد سال است بر روی زمین ادامه دارد، مقدار کربن در درون سیاره، چه در جو و چه در درون زمین، ثابت مانده است. یعنی کربن جذب شده به وسیله گیاهان در حال تعادل با کربن متصاعد شده در جو بوده است، خواه به صورت گاز کربنیک و خواه به صورت گاز متان. در ضمن در این دوران تعادلی در مقدار کربن تولیدشده از راه تنفس موجودات، یا آتشفشان‌ها و یا آتش‌سوزی در

۱. به وسیله Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

جنگل‌ها با جذب آن به صورت بی‌کربنات محلول در آب اقیانوس‌ها به وجود آمده است.

در دورانی از عمر زمین، رژیم پایدار از ۶۰۰ میلیون سال قبل تا اوایل قرن نوزدهم وجود داشته است. پیش از آن، از ۵/۴ میلیارد سال تا ۶۰۰ میلیون سال پیش، رژیم کربن در زمین نامتعادل، گذرا و در حال افزایش بوده است. همچنین در دوران اخیر، یعنی از یک‌ونیم قرن پیش تاکنون، باز حالت رژیمی گذرا در سیکل کربن را بر روی سیاره زمین شاهدیم.

#### ۴. دوران گذرا و تجمع کربن در زمین

بنا بر نوشته‌های برنارد سوکیه<sup>۱</sup>، قبل از پیدایش زندگی بر روی زمین، غلظت گاز کربنیک در جو پانزده تا بیست برابر بیشتر از امروز بوده است. جو اولیه زمین متشکل از هیدروژن و گاز کربنیک و بخار آب و گازهای نادر مثل هلیم و آرگون بوده است. این گازها در ۹ میلیون سال نخستین پیدایش منظومه شمسی به وسیله بادهای خورشیدی از روی زمین برداشته شده‌اند. جو بعدی زمین از دو سرچشمه مختلف ایجاد شده است.

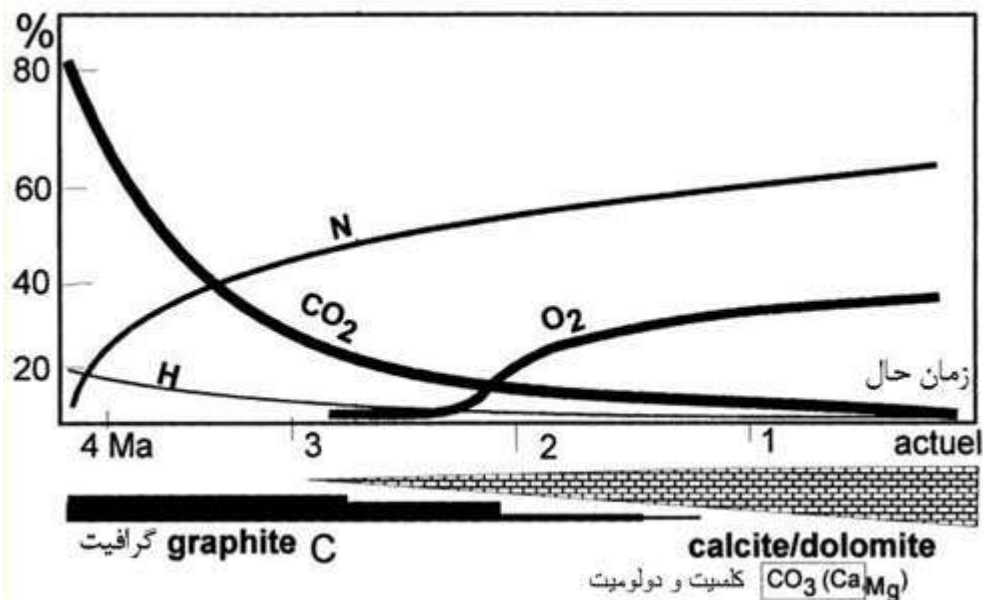
۱. بعد از تعادل در منظومه شمسی و پایان یافتن ناپایداری‌های اولیه درونی خورشید، دوران زندگی متعادل خورشید آغاز شد و شدت بادهایش کاهش یافت. بر روی زمین و سیارات دیگر فعالیت‌های شدید آتش‌فشانی آغاز شد. مواد مذاب همراه با گازهای احیاکننده روی زمین فوران می‌کردند. در شب‌های سرد، مواد مذاب منجمد می‌شدند و گازها به واسطه نیروی ثقل زمین، در اطراف آن جو را تشکیل دادند. گازهای رهاشده از دل زمین احیاکننده بودند و اکثر آن‌ها از گاز کربنیک، بخار آب، هیدروژن، اکسیدهای گوگرد، ازت، کلورها، آرگون و مقدار کمی آمونیاک تشکیل می‌شدند. بخشی از هیدروژن به دلیل سبک بودن به زودی از جو خارج و در فضاها بین سیارات پراکنده شد. نسبت درصد اکسیژن در این گازها کم بود و به مجرد خروج، بخشی از آن با گازهای احیاکننده ترکیب می‌شد. بخشی دیگر از مولکول‌های اکسیژن O<sub>2</sub> در قشرهای فوقانی جو در اثر رعد و برق‌هایی که در توده‌های بخار آب و گازهای دیگر پدید می‌آمد، تجزیه و تبدیل به اتم اکسیژن O شدند. از نظر شیمیایی تک اتم اکسیژن بسیار فعال

1. Bernard Saugier, *végétation et atomosphère*, (Cambridge University press, 1996).

است. بخشی از آن با مولکول‌های دیگر اکسیژن ترکیب شده و اوزون  $O_3$  را در قشر استراتوسفریک (بین ۱۵ تا ۷۰ کیلومتری سطح زمین) تشکیل داده و برخی دیگر با مولکول هیدروژن ترکیب شده و بخار آب  $H_2O$  را به وجود آورده‌اند. قشر اوزون نقش بسیار حساسی در پیدایش زندگی بر روی زمین دارد، زیرا مانع از نفوذ پرتوهای پرنرژی خورشیدی مانند پرتو  $\chi$ ،  $\gamma$  و پرتوهای فرا بنفش می‌شود. زمانی که غلظت مولکول‌های آب به حد اشباع می‌رسد و به ویژه در شب‌های سرد این ملکولها تبدیل به آب می‌شوند، به صورت سیلاب‌های بسیار عظیم در سطح زمین جاری شده، اقیانوس‌های اولیه زمین را پدید آوردند. این بارانها گاز کربنیک موجود در جو را در خود حل کرده، به صورت محلول در آب (که از نظر شیمیایی آن را کربنیک اسید فرضی نام می‌نهند) وارد اقیانوس‌ها می‌شوند. بخشی از آن با عناصری چون سدیم، منیزیم و کلسیم انواع بی‌کربنات‌های محلول را به وجود می‌آورند که به تدریج در اثر اشباع شدن آب‌ها، این ترکیبات به صورت کربنات‌ها در ته اقیانوس‌ها رسوب می‌کنند و بخشی دیگر به صورت کربن زغال‌سنگ (گرافیت) در اعماق اقیانوس‌ها مجتمع شده‌اند. بدین ترتیب غلظت گاز کربنیک در جو زمین کم شده، تعادلی از گازهای احیاکننده در جو حاصل شده است، که سبب تشکیل اولین مولکول‌های آلی ابتدا در جو و سپس در درون اقیانوس‌ها گردیده است. چندی بعد، بر اثر انحلال مولکول‌های آمونیاک و اکسیدهای ازت و سایر گازهای موجود در جو، مولکول‌های آلی محلول در آب تولید شده‌اند. از دگرگونی‌هایی که درون مولکول‌های آلی به وجود می‌آید، ابتدا آمینواسیدها و سپس اولین مولکول زنده در درون اقیانوس‌های نخستین زمین ظاهر شده. از سه میلیارد سال پیش، مولکول‌های زنده شروع به عمل فتوسنتز کرده و می‌کنند.

۲. دومین مرحله پیدایش جو زمین که تا حدی شبیه جو کنونی است، از دو میلیارد سال پیش آغاز می‌گردد و از ۶۰۰ میلیون سال پیش جو کاملاً نظیر جو اوایل قرن نوزدهم به وجود می‌آید. در نمودار ۳. انحلال گاز کربنیک و تولید گاز ازت و اکسیژن موجود در جو از ۴/۵ میلیارد سال پیش تاکنون تصویر شده است. همان‌طور که در نمودار دیده می‌شود، غلظت گاز کربنیک  $CO_2$  از ۸۰ درصد در آغاز پیدایش جو زمین به تدریج کاهش یافته، تا به مقدار 260 ppm رسیده است.



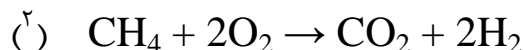


نمودار ۳. تحول ترکیبات شیمیایی در جو زمین از ۴/۵ میلیارد سال پیش تا کنون. چنان‌که مشاهده می‌شود، غلظت کربن به صورت گاز کربنیک  $CO_2$  در آغاز نزدیک به ۸۰ درصد بوده و مرتب طی ۴ میلیارد سال در اعماق اقیانوس‌ها به صورت گرافیت (زغال سنگ)، کلسیت و دولومیت (کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم) ذخیره شده، تا مقدار آن به حد تعادل (حدود ۲۶۰ PPM) رسیده است. از سوی دیگر در اثر فعالیت خزه‌ها و گیاهان، غلظت گاز اکسیژن  $O_2$  از ۲/۸ میلیارد سال پیش افزایش یافته و نیز در اثر مرگ خزه‌ها غلظت گاز ازت  $N_2$  از ۴ میلیارد سال پیش سیر صعودی داشته است. تا این‌که غلظت اکسیژن به ۲۰ درصد و غلظت ازت به ۷۹ درصد رسیده است. ولی از آغاز قرن نوزدهم، در اثر فعالیت صنعتی بشر، غلظت گاز کربنیک به میزان ۴۰ درصد افزایش یافته و معادل ۳۵۰ PPM شده است (یک PPM برابر با یک بخش در هر میلیون قسمت از گازهای موجود در جو است). در رژیم گذرا، کربن در اعماق زمین ذخیره شده و بخشی نیز به صورت جنگل‌ها و گیاهان ذخیره شده است و تعادلی با مقدار کربن موجود در جو برقرار کرده است.

چنان‌که در نمودار شماره ۳ مشاهده می‌شود، از ۴ تا ۲ میلیارد سال پیش کربن به صورت گرافیت ذخیره می‌شده است (سمت چپ نمودار). از ۲ میلیارد سال پیش تا زمان حاضر کلسیت (کربنات کلسیم) و دولومیت (کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم) نیز در اعماق اقیانوس‌ها ذخیره می‌شده که اکنون نیز ادامه دارد. همان‌طور که در نمودار می‌بینید، غلظت ازت از آغاز پیدایش زمین در جو افزایش می‌یابد تا به مرز کنونی برسد، حال آن‌که ظهور اکسیژن در جو زمین از ۲/۸ میلیارد سال پیش آغاز شده تا به مرز ۲۰ درصد کنونی برسد. چنان‌که گفته شد، مقدار کربن باقی‌مانده در جو زمین به صورت گاز کربنیک و یا گاز متان برابر با ۳۹۰ PPM است که مقدار کل آن را برابر با ۷۵۰ میلیارد تن تخمین



می‌زنند. همچنین مقدار کربن موجود در گیاهان معادل ۵۵۰ میلیارد تن، و به صورت کربنات‌ها ۱۵۰۰ میلیارد تن و در اقیانوس‌ها به صورت محلول حدود ۳۸۰۰۰ میلیارد تن تخمین زده می‌شود. گاز متان به صورت ترکیب با مولکول آب و به صورت یخ، هیدرومتان می‌سازد. بنا به تخمین پژوهشگران و پس از انجام آزمایش‌های متعدد<sup>۱</sup>، تصور می‌شود که به طور متوسط مقدار ۱۰.۰۰۰ میلیارد تن<sup>۲</sup> (۱۰<sup>۱۳</sup> تن) هیدرومتان در اعماق رسوباتی که در قشرهای مختلف انباشته شده اند وجود داشته باشد. ( هیدرور متان عبارتست از:  $CH_4 + 5/75 H_2O$  ) همچنین اگر متان موجود در باتلاق‌ها یا مزارع کشت برنج و آن‌چه در دامداری‌ها به وجود می‌آید، روزی وارد جوّ شود، این مقدار متان که تأثیر تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای آن ۲۰ برابر گاز کربنیک است، دمای زمین را به شدت بالا خواهد برد (متأسفانه در معاهدات بین‌المللی کمتر توجهی به این امر می‌شود). متان در جوّ اکسید می‌شود و هر مولکول آن دو مولکول اکسیژن موجود در جوّ را از بین می‌برد و دو مولکول آب و یک مولکول گاز کربنیک ایجاد می‌کند.



بنا بر قانون بقای جرم، الزاماً جرم کربن در کره زمین همواره باید ثابت باشد، به استثناء موارد نادر آتش‌فشانی که مقدار بسیار جزئی و قابل صرف‌نظر کردن به گاز کربنیک جوّی می‌افزاید. بنا براین در هر رژیم ذخیره کربن در زمین و هوا ( اگر از هوا به زمین و یا برعکس از زمین به هوا منتقل شود)، همواره مقدار مجموع آن ثابت می‌ماند.

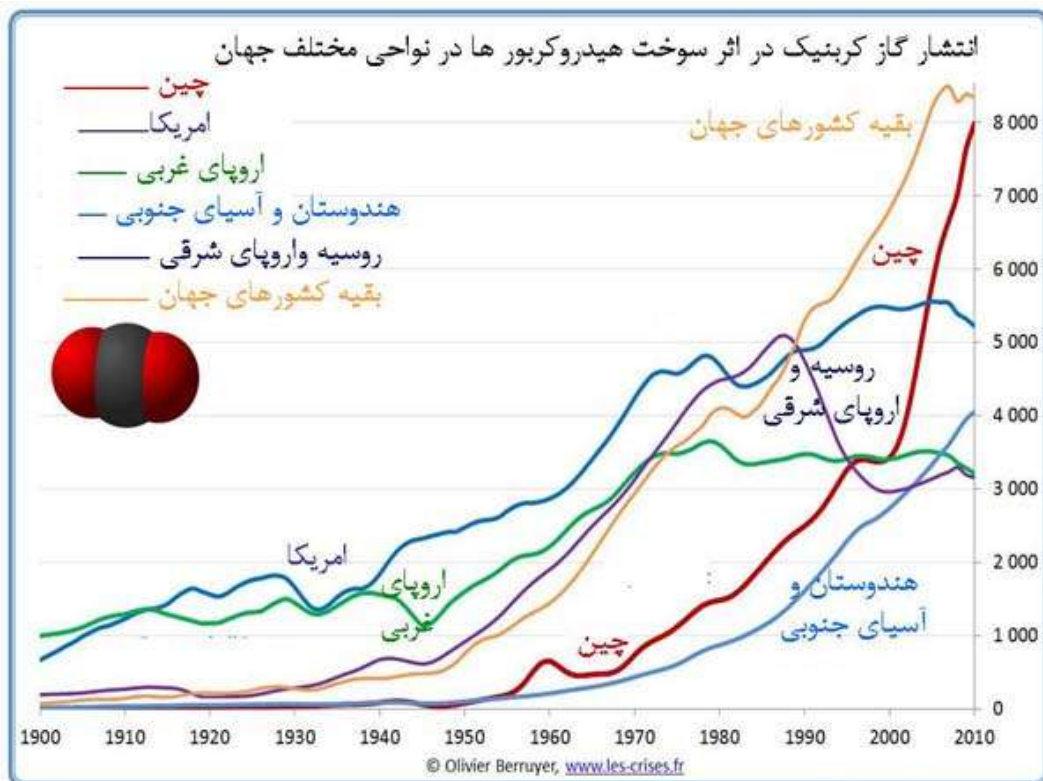
ولی اخیراً بشر با کاربرد سوخت‌های فسیلی در حال برهم زدن این تعادل است؛ چراکه از مقدار کربن درون زمین برداشت می‌کند و بر مقدار کربن موجود در جوّ می‌افزاید.

1. G. Lambert, J.Chappellaz, J.Foucher ,G.Rmstein, *Le méthane et le destin de la terre* , (EDP Sciences,2006).

۲. این واکنش سوختن عادی متان در درون اجاق گاز است. واکنشی که در جوّ زمین انجام می‌گیرد بسیار پیچیده‌تر از این است. در جوّ بر اثر برخورد ابرها، برق با پتانسیل بالا تولید می‌گردد که برخی از گازها را یونیزه و برخی را تبدیل به رادیکال آزاد می‌کند. اتصال رادیکال‌های آزاد با هم در نهایت منجر به ملکول‌هایی می‌شود که سهم گلخانه‌ای این گاز را بالا می‌برد.

## ۵. دوران موقت تخلیه کربن از درون زمین

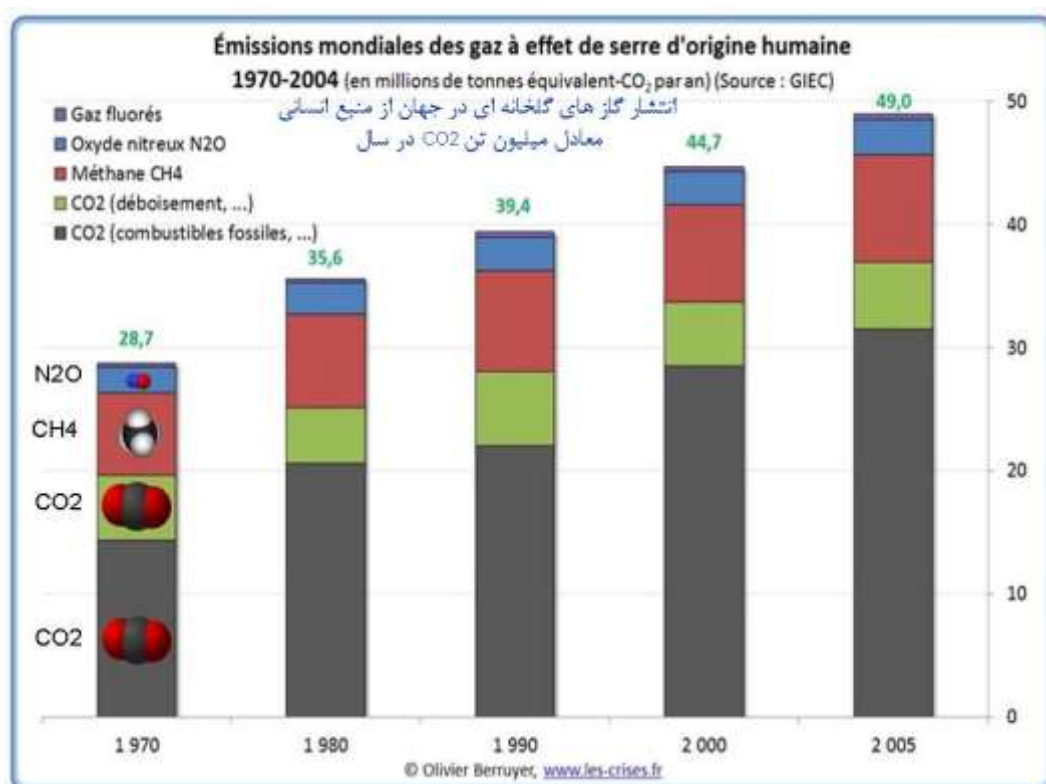
مشاهده کردیم که طی میلیون‌ها سال کربن به صور مختلف در درون زمین ذخیره شد و تعادلی بین جذب گاز کربنیک توسط گیاهان و آب اقیانوس‌ها برقرار گردید. ولی از آغاز قرن نوزدهم و پیدایش ماشین بخار و سایر صنایع، بشر شروع به مصرف ذخیره کربن نمود. در ابتدا به صورت استخراج زغال سنگ و از اواخر قرن نوزدهم به صورت استخراج نفت و گاز، ذخیره کربن درونی زمین را کاهش داد و بر ذخیره آن در جو افزود. یعنی تعادل ۶۰۰ میلیون سالی رژیم کربن را مخدوش ساخت و دیری نمانده است که ذخیره کربن موجود در زمین - به صورت سوخت‌های فسیلی اعماق زمین و یا جنگل‌ها - را از بین ببرد. در نمودار ۴ افزایش مقدار برداشت از ذخیره کربن کره زمین (از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۰) برای چند کشور صنعتی مهم جهان را برحسب میلیون تن نمایش می‌دهد.



نمودار ۴ انتشار گاز کربنیک که متناسب با برداشت کربن از اعماق زمین یا به صورت زغال سنگ، هیدروکربور (نفت) و یا به صورت گاز برای کشورهای مختلف سیاره زمین از سال

۱۹۰۰ تا سال ۲۰۱۰ است. این نمودار مشخص می کند که سهمیه برداشت زغال کشورهای چینی، هندوستان و آسیای جنوبی تا سال ۱۹۵۰ نزدیک به صفر بوده و از این سال به بعد به آرامی تا سال ۲۰۰۰ افزایش یافته است. اما در مورد چین افزایش برداشت زغال از سال ۲۰۰۰ به بعد ناگهانی است به نحوی که برداشت آنها از امریکا هم بیشتر شده است ( البته برای ۱/۳ میلیارد نفر جمعیت در مقابل امریکا با ۳۰۰ میلیون نفر جمعیت).

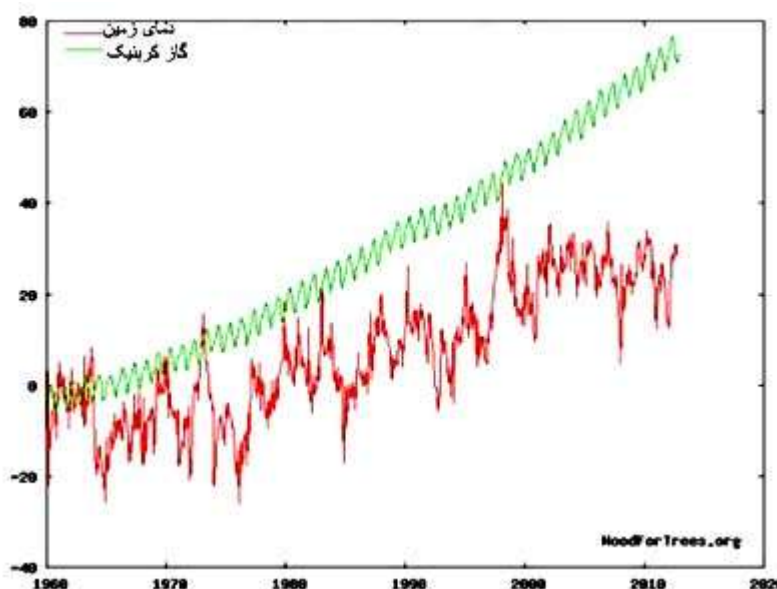
در نمودار ۵ افزایش مجموع کل گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای را که از منابع مختلف به جو زمین بر می گردند (برحسب معادل آن به میلیاردتن گاز کربنیک برای سالهای ۱۹۷۰، ۱۹۸۰، ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵) می بینید.<sup>۱</sup>



نمودار ۵. افزایش گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای از منبع انسانی بر حسب معادل آن به میلیون تن گاز کربنیک در سالهای ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵ میلادی. با توجه به نمودار ۲، سهم تأثیرگذاری گازها را در افزایش دمای جو زمین می توان به راحتی پیش بینی کرد.

1. Group de Travail III du IPCC, ( Bangkok – Thaïlande , mai 2007).

در نمودار ۶ افزایش گاز کربنیک و افزایش دمای زمین تا سال ۲۰۱۳ آورده شده است. اگر مصرف سوخت‌های فسیلی به همین نحو صعودی ادامه یابد، در سال ۲۱۰۰ میزان مصرف از مرز ۸۵۰ میلیارد تن هم تجاوز خواهد کرد. یعنی به همین میزان بر مقدار گاز کربنیک جو افزوده خواهد شد.



نمودار ۶. در این نمودار افزایش گاز کربنیک (رنگ سبز) در جو زمین از سال ۱۹۶۰ تا سال ۲۰۱۳ ارائه شده است. در این نمودار منحنی افزایش دمای زمین را (به رنگ سرخ) مشخص کرده اند. باید یاد آور شد پژوهشگران تنها از سال ۱۹۶۰ قادر به اندازه گیری مستقیم مقدار گاز کربنیک در جو به روش اسپکتروسکوپی بوده اند. پیش از آن مقدار این گاز را در یخ های قطبی و از مقایسه ایزوتوپهای کربن تخمین می زده اند.

کشور های شمالی مسئولیتی بیشتر در آلوده کردن سیاره دارند و از اواسط قرن نوزده تا کنون مسبب افزایش دمای زمین بود اند. در راس این کشور ها امریکا قرار دارد و همواره مانع از اجرای تعهدات جهانی در کم کردن تولید گاز های تشدید کننده حالت گلخانه ای شده است. در واقع امریکا می خواهد چین و هندوستان که در سالهای اخیر نشر دهنده گازهای تشدید کننده حالت گلخانه ای شده اند، مانند آنها جریمه تولید این گازها را به پردازند. در جدول ۲ اسامی و نسبت درصد کشورهای آلوده کننده را ارائه کرده ام. برای جلوگیری از افزایش

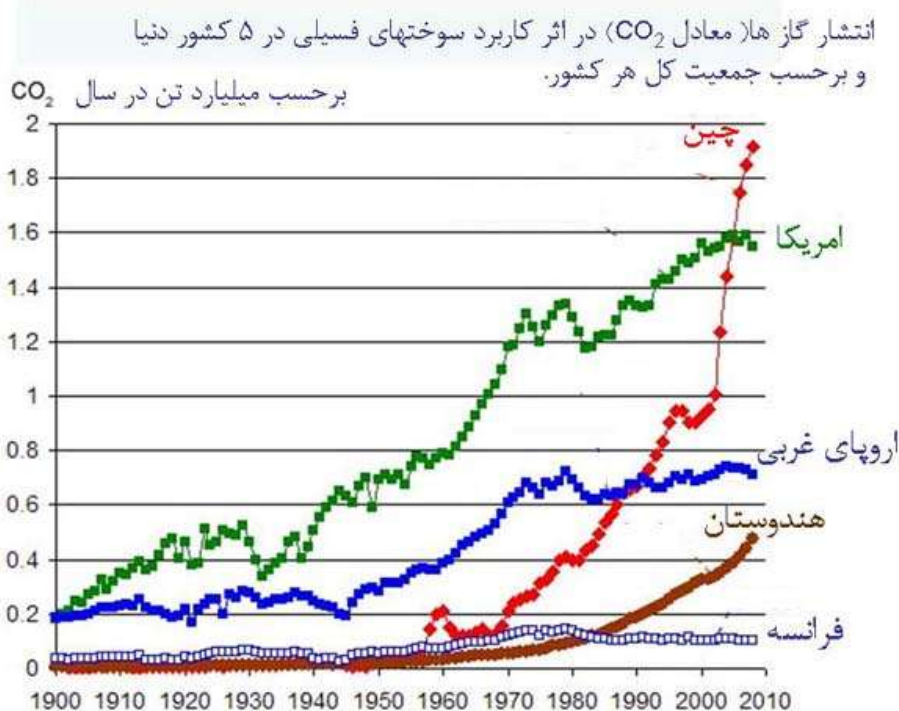
دمای زمین، باید تا سال ۲۰۵۰ در کشورهای صنعتی که از نیمهٔ دوم قرن ۱۹ و قرن ۲۰ و هم اکنون اوایل قرن ۲۱ سیارهٔ زمین را آلوده کرده اند، باید میزان انتشار گازهایی که حالت گلخانه ای را تشدید می کنند سه برابر کاهش دهند. بر عکس در کشورهای در حال توسعه در اثر پیشرفت آنها در صنعت، مقدار این گازها احتمالاً ۶ برابر خواهد شد. زیرا افراد این کشور ها نیز مایلند مانند کشورهای غربی زندگی کنند و مانند آنها افراط و تفریط کنند. به همین دلیل است تمام کنفرانسهای جهانی - ۱۹ کنفرانس جهانی از سال ۱۹۷۵ تا کنون ۲۰۱۴ بر گذار شده است - همواره نتیجه لازم برای کاهش گازهای تشدید کنندهٔ حالت گلخانه ای را به دست نداده است. در فصل بعد در بارهٔ این کنفرانسها و نتیجه آنها بیشتر بحث خواهیم کرد. امید است در کنفرانس ۲۰۱۵ که در پاریس بر قرار خواهد شد با توجه به اختلالاتهای مهمی که در چند سال اخیر در شرایط جوی به وجود آمده توافق های بین المللی به وجود آید.

کشور یا گروه کشورها	مسئولیت در نشر گازهای تشدیدکنندهٔ حالت گلخانه ای سیارهٔ زمین
ایالت متحدهٔ امریکا	۳۰/۳۰٪
اروپا	۲۷/۷۰٪
کشورهای شوری سابق	۱۳/۷۰٪
چین، هندوستان و آسیای جنوبی	۱۲/۲۰٪
امریکای مرکزی و جنوبی	۳/۸۰٪
ژاپن	۳/۷۰٪
خاورمیانه	۲/۶۰٪
افریقا	۲/۳۰٪
کانادا	۲/۳۰٪
استرالیا	۱/۱۰٪

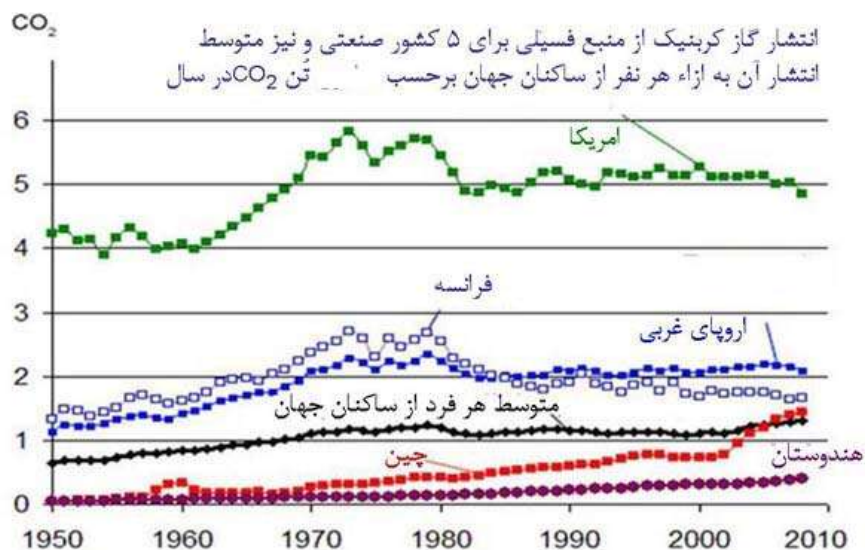
جدول ۲ نسبت در صد سهمیه گاز کربنیک منتشره در کشورهای مختلف جهان در اواخر قرن بیستم.

در نمودار ۷. انتشار گاز کربنیک از منابع فسیلی برای مصارف مختلف، ابتدا در چند کشور صنعتی دنیا ( چین، امریکا، اروپای غربی، هندوستان و فرانسه) و

سپس در نمودار ۸ به صورت گاز طبیعی، زغال سنگ، نفت و تولید سیمان، به ازاء هر نفر از ساکنان همین کشورها بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۰ را ترسیم کرده اند. در این نمودار نیز متوسط جهانی انتشار این گازها را بر حسب تن برای هر فرد از ساکنان جهان مشخص نموده اند. این دو نمودار افراط در کشورهای پیشرفته را نسبت به مقدار متوسط جهانی نمایش می دهند. مثلاً "در نمودار ۷ مقدار تولید گاز گلخانه ای چین به مقدار جزیی از امریکا بیشتر است. می دانیم چین ۱/۳ میلیارد نفر جمعیت دارد، در صورتی که امریکا با ۳۰۰ میلیون نفر جمعیت همین مقدار گاز را تولید می نماید.



نمودار ۷. انتشار گاز کربنیک از منابع مختلف برای مصارف مختلف به صورت گاز طبیعی، زغال سنگ، نفت و تولید برق، سوخت خودروها، سیمان و غیره، به ازاء مجموع ساکنان ۵ کشور صنعتی جهان در این نمودار انتشار گازها را به ازاء مجموع ساکنان هر یک از ۵ کشور بر حسب میلیارد تن در سالهای ۱۹۰۰ تا سال ۲۰۱۰ ارائه کرده اند. در این نمودار مشاهده می شود که انتشار گاز گلخانه ای امریکا از همان سال ۱۹۰۰ تا کنون سیر صعودی داشته است و چین تنها از سال ۲۰۰۰ انتشار گازهایش سیر تصاعدی پیدا کرده است.



نمودار ۸. در این نمودار انتشار گازها را بر حسب مقدار تولید هر فرد از ساکنان این کشورها و نیز انتشار متوسط جهانی این گازها را بر حسب تن در سالهای ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۰ نمایش داده اند. متوسط انتشار برای جمعیت هندوستان (به رنگ ارغوانی) کمتر از ۰/۳ تن در سال و حال آنکه متوسط انتشار برای امریکائیان (به رنگ سبز) بین دهه ۷۰ تا ۸۰ نزدیک به ۶ تن به ازاء هر امریکایی بوده و در سالهای اخیر همت کرده مقدار انتشار را تا حد ۵ تن کاهش داده اند. اهالی اروپای غربی (به رنگ آبی مایل به بنفش) نیز مقدار انتشار را تا حد ۲ تن به ازاء هر نفر در سال کاهش داده اند. ولی چین (به رنگ سرخ) به دلیل رشد اقتصادی انتشار این گاز را در سالهای اخیر افزایش داده و احتمالاً به زودی هم طراز با اروپائیان خواهد شد. در این نمودار می بینید کشور فرانسه (به رنگ آبی آسمانی) تلاش بیشتری در کم کردن گازهای گلخانه ای خود کرده و مقدار تولید آنها به ازاء هر نفر کمتر از ۲ تن در سال ۲۰۱۰ شده است.

## ۶. بیلان انرژی بر روی زمین

پرتوهای خورشیدی که به سطح خارجی جو زمین می تابد معادل  $1400 \text{ W/m}^2$  است<sup>۱</sup>، ولی خوشبختانه بخش زیادی از این پرتوها در اثر برخورد به جو زمین و به ویژه مولکولهای اوزون محافظ، به سطح سیاره نمی رسند. اگر گازهای اکسیژن

1. Francis Meunier, *Domestiquer l'effet de serre 2<sup>e</sup> Ed. Dunon*, ( Paris, 2008).

و ازت - که از بازدم و مرگ گیاهان و خزها تشکیل یافته - نبود، حالت گلخانه‌ای طبیعی تشکیل داد نمی شد ، دمای زمین می‌بایست به طور متوسط در حدود ۱۸- درجه سانتی‌گراد باشد که در این حالت زندگی زمینی غیرممکن می‌شد. ولی وجود جوّی متشکل از تقریباً ۲۰ درصد اکسیژن و ۷۹ درصد ازت و ۱ درصد بقیه گازها، یک حالت گلخانه‌ای طبیعی ایجاد کرده که مانع از خروج بخشی از پرتوهای خورشیدی شده و دمای متوسط زمین را به ۱۵ + رسانده است. اعداد ارائه شده، از IPCC و آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) است. انرژی که از سوی خورشید به زمین تابیده می‌شود، معادل  $10^{15}$  MWh/year است که اگر آن را برحسب مگاتن نفت (Mtep) در سال در نظر بگیریم، برابر  $86 \times 10^6$  Mtep/year خواهد بود و نیز اگر انرژی سالانه مصرفی ساکنان سیاره زمین را برابر  $10000$  Mtep/year فرض کنیم، انرژی رسیده از سوی خورشید به ما ۸۶۰۰ بار بیشتر است و این خود امکان استفاده بیشتر از انرژی خورشیدی به وسیله سلول‌های فتوولتائیک و فتوترمیک - در باره آن صحبت خواهیم کرد- را برای تأمین انرژی مورد نیاز بشر فراهم می‌سازد.

در حال حاضر بخش اعظم انرژی مصرفی انسان از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود که مولد گاز کربنیک هستند. در دامداری‌ها و در کشاورزی گاز متان تولید می‌شود و با توجه به سهم تأثیرگذاری آن در بالا بردن دمای جوّ ، باید سعی در کاهش تولید این گازها شود و تنها راه حل ممکن، تأمین انرژی از روش‌های دیگر مانند باد، انرژی خورشیدی، انرژی حاصل از آبشارها، زمین‌گرمایی (ژئوترمیک) و یا جذر و مدّ دریاها و در نهایت، پژوهش بیشتر در باره کنترل واکنش گداخت هسته‌ای است که آثار نامطلوب بر روی محیط زیست نمی‌گذارد.





نمودار 9. شمایی از پدیده گلخانه‌ای. اگر گازهای اکسیژن و ازت حالت گلخانه‌ای در اطراف سیاره زمین ایجاد نمی‌کردند دمای زمین ۱۸- درجه سانتی‌گراد می‌بود. وجود اکسیژن و ازت نوعی حالت گلخانه‌ای در اطراف زمین ایجاد کرده تا دما به ۱۵+ درجه سانتی‌گراد برسد. ولی اکنون گازهای  $\text{CO}_2$  و  $\text{CH}_4$  مانع از خروج بخشی از اشعه مادون قرمز می‌شوند و معلوم نیست که در آینده نزدیک، بر اثر کاربرد سوخت‌های فسیلی بیشتر، دمای زمین چه قدر شود.

متأسفانه در سال‌های اخیر گرایش به استفاده از نیروگاه‌های اتمی افزایش یافته است. در این نیروگاه‌ها زباله‌های رادیواکتیو خطرناک تولید می‌شود و آینده سیاره و زندگی را بر روی زمین به خطری اندازد (به ویژه در نیروگاه‌های اتمی ۷۰ درصد انرژی حاصل از شکست اورانیم به صورت گرما به جو زمین منتقل می‌شود ولی متأسفانه رسانه‌های عمومی چندان مطلبی در این مورد نمی‌نویسند). در کتاب انرژی اتمی به تفصیل درباره عدم کارآمدی نیروگاه‌های اتمی و امکان وقوع حادثه در آن‌ها سخن گفته‌ام.

اما برای درک بهتر حالت گلخانه‌ای و تشدید آن، لازم است در باره دوره یا سیکل کربن در رژیم پایدار و سپس در رژیم ناپایدار نظیر رژیم کنونی که از یک و نیم قرن پیش تاکنون پدید آمده، بیشتر بحث کنیم. برای درک مطالب گفته شده، لازم می‌بینم معادلات تعادل انرژی بین درون زمین از یک سو و پرتوهای را که از سوی خورشید به زمین تابیده و بخشی از آن منعکس می‌شود، بیشتر تشریح کنم.

دمای سیارات منظومه شمسی، به ویژه سیارات تلوریک (یعنی سیاراتی مانند زمین که از صخره و خاک تشکیل شده و چگالی نسبتاً زیاد دارند) از یک سو وابسته به مقدار انرژی‌ای است که از خورشید به آن‌ها می‌رسد، و از سوی دیگر وجود و یا عدم وجود گازها در جو آن‌هاست که حالت گلخانه‌ای ایجاد می‌کند و یا نمی‌کند. اگر گاز در جو سیاره باشد، مانع از برگشت پرتوهای دریافتی می‌گردد. در جدول ۳. تأثیر فشار موجود در سیارت تلوریک را آورده‌ام. چنانکه در این جدول مشاهده می‌شود، وجود گاز در هر سیاره حالت گلخانه‌ای ایجاد می‌کند و نبود گاز اختلاف دمای شب و روز سیاره را بسیار زیاد می‌کند.

سیاره	فشار جو برحسب هکتوپاسکال	فشار جو برحسب بار	فاصله از خورشید میلیون K m	حداکثر دمای روز	حداقل دمای شب
عطارد	$2 \times 10^{-9}$	0	58	+390	-170
زهره	95500	94	108	+480	+450
زمین	1013/3	1	150	+48	-88
مریخ	6	0/006	228	+24	-128
ماه	0	0	150	+117	-183

جدول ۳. مقایسه چهار سیاره خاکی نظیر زمین از نظر فشار و دما و تأثیر جو آن‌ها در به وجود آمدن حالت گلخانه‌ای. در این جدول می‌بینید که در اثر جو فشرده و پر از گاز کربنیک سیاره زهره، حالت گلخانه‌ای، این سیاره را تبدیل به جهنمی با دمای متوسط  $+470$  درجه سانتی‌گراد در شبانه‌روز کرده است. (یک هکتوپاسکال معادل  $100$  پاسکال است.)

سیاره عطارد که در فاصله  $58$  میلیون کیلومتری خورشید واقع شده، قاعداً می‌بایست به مراتب گرم‌تر از سایر سیارات باشد. حال آن‌که دمای حداکثر سیاره زهره که در  $108$  میلیون کیلومتری خورشید است  $80$  درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای حداکثر عطارد است، آن هم به این دلیل که سیاره زهره جوی متراکم از گاز کربنیک با فشار  $95500$  پاسکال دارد؛ یعنی فشار جو آن  $94$  برابر جو زمین است. مریخ که فاصله‌اش از خورشید  $228$  میلیون کیلومتر است، جوی رقیق از گاز کربنیک دارد که فشار آن  $600$  پاسکال است (یعنی فشار جوی آن معادل  $0/006$  اتمسفر زمین است). دمای این سیاره در روز  $+24$  و در شب  $-128$  درجه سانتی‌گراد است. اما زمین که در فاصله  $150$  میلیون کیلومتری خورشید واقع شده، فشار جوی معادل  $101330$  پاسکال دارد (۱ اتمسفر). به

همین دلیل جوّ زمین حالت گلخانه‌ای دارد و دمای ماکزیمم روز آن  $+48$  و دمای حداقل شبانه‌اش  $-88$  درجه سانتی‌گراد است. جدول شماره ۳ مشخصات این چهار سیارهٔ خاکی و ماه را منعکس می‌کند. با توجه به این جدول می‌بینید که چگونه سیارهٔ زهره بر اثر فشار زیاد گاز کربنیک خود تبدیل به جهنمی شده است. ماه که عملاً هم‌فاصله با زمین از خورشید است، فشار جوّی برابر صفر دارد. در روز بسیار گرم و در شب بسیار سرد است. این نیز به دلیل نداشتن جوّ گازی است.

زمین مانند سایر سیارات، در فضایی نسبتاً خلاء مطلق و با دمایی (خارج از جوّ) معادل  $-270$  درجه سانتی‌گراد، در حال دوران به دور خورشید است. دمای سطحی یک جسم فضایی، حاصل از تعادل بین مقدار انرژی دریافتی و انرژی خروجی از سطح آن است. قوانین فیزیکی که ارتباط بین دما و پرتوها را بیان می‌دارد بسیار ساده است.

اگر انرژی پرتوها را بر حسب وات  $W$  بیان کنیم، رابطهٔ آن با دما بر حسب درجهٔ حرارت مطلق (کلون<sup>۱</sup>)، برابر با درجهٔ حرارت به توان چهار، ضرب در عدد ثابتی است که آن را «ثابت استفان بولتزمن»<sup>۲</sup> می‌نامند.

$$W = \sigma \times T^4$$

که در این رابطه ارزش  $\sigma$  برابر با  $5/6 \times 10^{-8}$  است. اگر زمین پرتویی از خارج (مثلاً خورشید) دریافت نمی‌کرد، قاعدتاً می‌بایست دمایش معادل محیط خارج، یعنی معادل  $-270$  درجه سانتی‌گراد می‌شد. ولی چون مرکز زمین گرم است و نیز صخره‌ها و سنگ‌های درونی زمین رادیواکتیویته دارند و پرتوهای رادیواکتیو (پرتوهای  $\alpha$ ،  $\beta$ ،  $\gamma$  و  $\chi$ ) از خود منتشر می‌کنند، انرژی‌ای معادل  $44000$  میلیارد وات از عمق به سوی سطح زمین آورده می‌شود. این انرژی، گرمایی برابر با  $0/087 \text{ W/m}^2$  (وات به هر متر مربع از سطح زمین) می‌دهد و در اثر آن، دمای زمین را به اندازهٔ  $30$  درجه سانتی‌گراد بالا می‌برد، یعنی در این حالت دمای زمین برابر با  $-243 = -270 + 30$  درجه سانتی‌گراد خواهد شد. اما خوشبختانه زمین سیستم مجزایی نیست و پرتوهایی از فاصلهٔ  $150$  میلیون

۱. Kelvin temperature ؛ درجهٔ حرارت مطلق را کلون گویند که معادل  $273/15$  درجه سانتی‌گراد است و دمایی از آن پایین‌تر وجود ندارد.

۲. Stefan Boltzmann ؛ استفان بولتزمن اولین پژوهشگری بود که در سال  $1879$  میلادی توانست دمای سطحی خورشید را به مدد این قانون محاسبه کند. او دمای سطحی خورشید را معادل  $5709$  درجهٔ کلون محاسبه کرد که امروزه عدد دقیق آن  $5780$  درجهٔ کلون است.

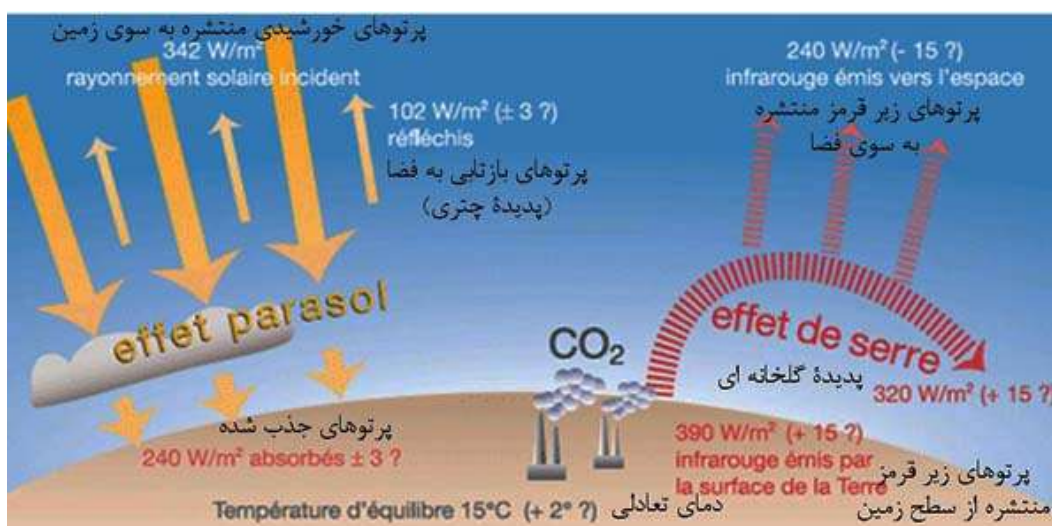
کیلومتری از سوی خورشید به زمین تابیده می‌شوند و از این طریق  $1/7 \times 10^{17}$  وات از سوی خورشید انرژی به سوی زمین منتقل می‌شود که ۴۰۰۰ برابر بیشتر از انرژی درون (ژئوترمیک) زمین است. اگر این انرژی را برای هر مترمربع سطح زمین در نظر بگیریم معادل  $340 \text{ W/m}^2$  می‌شود که از این مقدار ۳۰ درصد دوباره به خارج از جوّ بر می‌گردد. ۲۴۰ وات منتشر نشده، دمای زمین را همان‌طور که قبلاً هم گفتیم به ۱۸ - درجه سانتی‌گراد می‌رساند. قدرت انعکاس مواد واقع بر روی زمین بسیار متفاوت از هم است. مثلاً برف تازه باریده می‌تواند ۹۵ درصد از پرتوهای دریافتی را بازتاب دهد، حال آن‌که جنگل و گیاهان ۹۵ درصد پرتوهای دریافتی را جذب می‌کنند. جدول شماره ۴ ارزش متوسط بازتاب پرتوهای دریافتی را برحسب مواد واقع بر روی زمین نمایش می‌دهد. بدیهی است کلیه تغییراتی که در بازتاب پرتوهای خورشیدی ایجاد شود می‌تواند تعادل دمایی سیاره را برهم بزند؛ مانند ذوب شدن برف‌ها در قطب‌های زمین و جانشین شدن آن‌ها با جسم سیاه زمین و یا دریاها که مقدار بازتاب را کم خواهند کرد. نبود شدن جنگل‌ها و افزایش سطح آب دریاها در افزایش دمای زمین دخالت دارند.

سطح بازتاب کننده	مقدار بازتاب پرتو دریافت شده %
برف تازه	۷۵ تا ۹۵
برف چند روز پیش باریده	۴۰ تا ۷۰
یخ	۳۰ تا ۴۰
سطح دریاها	۳۰ تا ۴۰
سطح زمین تیره	۵ تا ۱۵
ماسه سبک و خشک	۲۵ تا ۴۵
جنگل‌های کاج	۵ تا ۱۵
زمین زیر کشت	۱۵ تا ۲۵

جدول ۴. قدرت بازتاب پرتوها به وسیله مواد مختلف واقع در سطح زمین.

همان‌طور که دیدیم، زمین به وسیله جوّ احاطه شده و این جوّ در نقل و انتقال پرتوها دخالت می‌کند. در نتیجه بیلان انرژی متفاوت از حالتی است که زمین فاقد جوّ باشد. از ۳۴۲ وات انرژی خورشیدی که به زمین می‌رسد ۲۴۰ وات آن جذب زمین و ۱۰۲ وات در اثر پدیده چتری مربوط به ابرها به فضا

برگشت می کند. جو زمین مقدار  $15 + 320$  وات انرژی را به صورت پرتوهای زیر قرمز به جو زمین بر می گرداند که با این پدیده حالت گلخانه ای زمین حاصل می گردد. بخشی از این انرژی دوباره به صورت پرتوهای زیر قرمز از سوی زمین به فضا برگشت می کنند. تمام این تبدیل های گرمایی سبب می شود که بر دمای زمین به مقدار  $33$  درجه سانتی گراد اضافه شود. یعنی در جو متشکل از  $20$  درصد اکسیژن و  $79$  درصد ازت و  $1$  درصد بقیه گازها (گازهای نادر و بخار آب و گاز کربنیک) دمای زمین برابر با  $15 = 33 + 18 -$  درجه سانتی گراد خواهد بود. نمودار شماره  $10$  این تبدیل های گرمایی زمین را بهتر مشخص می کند.



نمودار  $10$ . مقدار انرژی تابیده شده از سوی خورشید به زمین و تبدیلات انرژی در سطح و در جو زمین. در اثر این پدیده های متنوع، حالت گلخانه ای در طی میلیونها سال بر روی زمین برقرار شده است. ولی بشر با افزایش گاز کربنیک و گاز متان در حال نا متعادل کردن شرایط جوی است و امکان دارد به زودی دمای متعادل زمین از  $15$  درجه سانتیگراد به  $17$  درجه برسد. در این صورت حالت گلخانه ای تشدید و تمام یخهای قطبی ذوب خواهند شد. منبع این تصویر:

<http://www.notre-planete.info/terre/planete/atmosphere.php>

## ۷. تغییرات جوّی در اثر افزایش گازها

بر روی جلد کتاب آل گور - که به تشریح افزایش دمای زمین برای کودکان اختصاص دارد - یادآور شده‌اند که در سال ۲۰۰۷ میلادی ۷/۵ میلیارد تُن گاز تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای در جوّ زمین رها شده است.

آل گور، معاون رئیس جمهور کلینتون و برندهٔ جایزهٔ نوبل صلح، کتابی در دفاع از محیط زیست با عنوان *واقعیتی آزاردهنده*<sup>۱</sup> نوشته است. او در این کتاب می‌خواهد به ویژه برای جوانان و با زبانی ساده ولی متعهد، چگونگی افزایش دمای زمین را تشریح کند و آن‌ها را برای مسئولیت‌های فردایشان آماده سازد.

این کتاب مشابه هزاران کتابی نیست که در سال‌های اخیر دربارهٔ افزایش دمای زمین و خطراتی که در انتظار ماست نوشته می‌شود. بلکه نویسنده سعی دارد به جوانان بفهماند که بر روی زمین چه می‌گذرد. کتاب شامل تصویرهایی تکان‌دهنده از خشکسالی‌هایی است که در مناطق مختلف جهان روی داده و می‌دهد. این تصویرها زنگ خطری هشداردهنده، ولی نه مأیوس‌کننده را به صدا در می‌آورد و می‌کوشد وجدان‌های خفته را بیدار کند.

اگرچه پیشتر گفتیم که در اثر انحلال گاز کربنیک در آب باران، بخشی از این گازها به وسیلهٔ اقیانوس‌ها جذب می‌شوند و بخشی دیگر با عمل فتوسنتز جذب گیاهان می‌گردند، ولی افزایش ناگهانی این گازها در سی سال اخیر، مقدار جذب را در مقابل مقدار تولید، ناچیز کرده است. به ویژه در همین ایام بسیاری از جنگل‌ها یا به وسیلهٔ بشر از بین رفته‌اند (جنگل‌سوزی‌های برنامه‌ریزی‌شده برای به‌دست آوردن زمین کشاورزی) و یا بر اثر حوادث طبیعی که آن‌هم مربوط به افزایش دمای زمین است، جنگل‌ها آتش گرفته‌اند. در چند سال اخیر مقدار آتش‌سوزی جنگل‌ها در اروپا و امریکا فاجعه بار بوده است. در سال ۱۹۹۸ در اثر گردبادی شدید در فرانسه، بیش از ۳۰۰ میلیون درخت کهنسال ریشه‌کن شدند. ریشهٔ برخی از این درختان از محیط میدان فردوسی تهران هم بزرگ‌تر بود و عمق آن‌ها به چندین متر می‌رسید (نگارنده خود این درختان ریشه‌کن شده را از نزدیک مشاهده کرد). به گفتهٔ جنگلبان‌های فرانسه، اگر درختان ریشه‌کن شده را به دنبال هم قرار دهیم، پاریس را به سنگاپور وصل خواهند کرد! همین اتفاق درست ده سال بعد، یعنی در ۲۰ ژانویهٔ ۲۰۰۹ تکرار شد که باعث مرگ بیش از

1. Al Gor, *Une Vérité qui dérange- le Réchauffement du climat- expliqué aux enfants*,

۲۰ نفر و تخریب هزاران هکتار جنگل در فرانسه و اسپانیا شد ( باز هم بیش از ۳۰۰ میلیون درخت در این توفان شکسته شدند). در ماه فوریه همین سال، گرمایی فوق العاده دامنگیر استرالیا شد و به مرگ ۲۳۱ نفر و زخمی شدن ۵۰۰ نفر انجامید (گذشته از اجساد زیادی که هنوز شناخته نشده و در آمارها منظور نشده‌اند). سوختن بیش از ۳۶۵ هزار هکتار جنگل و بیش از هزار خانه و بی‌سریانه شدن ۵ هزار نفر در ۲۰ شهرک اطراف ملبورن که در اثر گرم شدن هواست. در این ماجرا علاوه بر مأموران آتش‌نشانی ملبورن، ۳ هزار داوطلب در عملیات خاموش کردن این آتش سوزی بی‌سابقه شرکت داشتند.

برخی از پژوهشگران تمام این حوادث را ناشی از گرم شدن زمین تنها به مقدار ۰/۶ درجه سانتی‌گراد می‌دانند. اگر مصرف سوخت‌های فسیلی به همین منوال ادامه یابد، تا آخر این قرن دمای متوسط زمین به جای ۱۵+ درجه ممکن است به ۲۵+ درجه سانتی‌گراد برسد. یعنی امکان دارد در برخی از نقاط زمین شاهد دمای بیش از ۶۰+ تا ۸۰+ درجه سانتی‌گراد شویم. پژوهشگران با محاسبه احتمالات، پیش‌بینی می‌کنند که افزایش گاز کربنیک در قرن بیست‌ویکم ۲۵۰ درصد بیشتر از قرن بیستم خواهد بود و سبب افزوده شدن ۱۰ درجه بر دمای زمین می‌گردد. تصور کنید که زمین چه جهنمی خواهد شد! فاجعه‌های طبیعی حاصل از این افزایش دما بسیارند: از یک سو تبخیر در اقیانوس‌ها شدت خواهد یافت و در نتیجه افزایش ابر بر روی سیاره زمین، توفان‌هایی وحشتناک پدید خواهد آمد. از سوی دیگر بر اثر جابه‌جایی ابرها، گردبادهایی مخرب به وقوع خواهد پیوست. در سنوات اخیر شاهد بسیاری از این نوع گردبادهای کشنده و مخرب بوده‌ایم. تعداد فاجعه‌های مهم روی داده که به شرکت‌های بیمه گزارش شده، افزایش محسوس داشته است. اگر در سال ۱۹۷۰ میلادی ۶۰ مورد مهم اعلام شده، در سال ۱۹۸۰ تعداد این موارد به ۹۰ و در سال ۲۰۰۰ میلادی به ۲۱۰ رسیده است. در سال ۲۰۰۴ تعداد فاجعه‌ها به مراتب بیشتر است. تنها بر اثر ۶ گردباد مخرب که کارائیب و جنوب ایالات آمریکا را در هم کوبید، بیش از ۲ هزار نفر کشته برجای ماند. خسارات مالی ثبت شده تنها در فلوریدای آمریکا ۵۰ میلیارد دلار بوده است که ۲۰ برابر خسارت وارد شده به برج‌های تجارت جهانی در حمله تروریستی ۱۱ سپتامبر است.

بنا به گزارش سازمان ملل، فاجعه‌های طبیعی حاصل از افزایش دما در روی سیاره، افراد بسیاری را بی‌خانمان کرده و به هلاکت می‌رساند. در سال ۲۰۰۳

بیش از ۲۵۴ میلیون خانواده به درجات متفاوت متحمل خسارات حاصل از سیل، خشکسالی، زمین‌لرزه و گردباد و توفان شده‌اند. در بهار سال ۲۰۰۳ در جنوب آسیا و در برمه، وقوع یک گردباد مهیب بیش از ۱۴۴ هزار کشته و بیش از یک میلیون نفر بی‌خانمان به بار آورد. در وب سایت اطلاعات سیاره ای<sup>۱</sup> تعداد حوادث ثبت شده از سال ۱۹۰۰ تا سال ۲۰۰۸ میلادی را به مدد نمودار ۱۱ مشخص کرده اند.



نمودار ۱۱. تعداد حوادث مهم اتفاق افتاده بر روی سیاره از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۸ میلادی در جهان. این نمودار به خوبی تغییران محیط زیست را از اواسط قرن نوزدهم مشخص می کند. این آمار را دانشگاه کاتولیک لوان بروکسل ( بلژیک)<sup>۲</sup> در اواخر سال ۲۰۰۹ میلادی جمع آوری کرده است. اگر چه تعیین تعداد کشته شدگان این حوادث مشکل است، با وجود این به نحو بسیار مشخص افزایش حوادث در چند دهه اخیر به خوبی اختلال در محیط زیست را مشخص می کند. و این به دلیل افزایش جمعیت و افزایش دمای زمین در اثر انتشار گاز متان و گاز کربنیک ( $CH_4$  و  $CO_2$ ) است. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ می توان گفت بیش از ۳۰۰ میلیون نفر از ساکنان سیاره در اثر حوادث اخیر آسیب دیده و نزدیک به صد ها

<sup>1</sup> [WWW.Notre-planet.info](http://WWW.Notre-planet.info) (Nombre de catastrophes naturelles enregistrées)

<sup>2</sup> [www.emdat.be](http://www.emdat.be) - Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium, 09/2009



هزار نفر کشته شده اند. تنها در توفان (سیکلون) نرگس جنوب آسیا (بیرونی) در سال ۲۰۰۸ میلادی ۱۳۸ هزار نفر کشته شدند. نیز در اثر سونامی در کناره های اقیانوس هند در سال ۲۰۰۴ تعداد ۲۲۶ هزار نفر به ویژه در جزیره سوماترا کشته شدند.

در نمودار ۱۲. همین دانشگاه نوع حوادث را از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۷ میلادی بررسی کرده اند. این حوادث سه منشاء دارند.

**حوادث آب و هوایی** مربوط به توفانها، سیکلونه ها، خشک سالی ها، آب گرفتگی ها، افزایش ناگهانی درجه حرارت در برخی از فصول سال، و سونامی و آتش سوزی هاست.

**حوادث ژئولوژیکی** مربوط به زمین لرزه، آتش فشانی ها و یا ریزش کوه و جاده ها است که در این سالها اتفاق افتاده.

**حوادث بیولوژیکی** مربوط به امراض مسری و حمله حشرات است.



نمودار ۱۲. همانطور که در این نمودار مشاهده می شود تعداد حوادث به ویژه حوادث مربوط به آب و هوای محیط زیست از سال ۱۹۵۰ رشد تصاعدی داشته و در دهه اول قرن بیست و یکم به عدد ۲۵۰۰ حادثه مهم قابل ذکر رسیده است. از جمله این حوادث توفانهای اتفاق افتاده در کارائیب، فلوریدا و نیو اورلئان امریکا و سیکلون بیرونی در سال ۲۰۰۸ را می توان نام برد. برخی از حوادث ژئولوژیکی که مربوط به انسانها می باشد نیز در این سالهای

اخیر افزایش چشم گیری داشته اند. حوادث بیولوژیکی نیز افزایش بسیاری داشته و دلیل آن نیز افزایش جمعیت و افراط و تفریط انسانها در گوشت خواری و در نتیجه آلودگی محیط زیست به وسیله فعالیت بیش از حد دامداریهاست. در دو دهه اخیر ویروس ایدز میلیونها نفر را آلوده کرده است. این ویروس در اواخر قرن بیستم ظاهر شد. ویروسها و باکتریهای دیگر نیز در راهند. در ژانویه ۲۰۱۴ نوعی ویروس در یخهای قطبی یافته اند. این ویروس مربوط به ۳۰ هزار سال پیش می باشد و در یخهای قطبی به خواب رفته بوده و اکنون نوع فعال شده آن مورد آزمایش و بررسی است. احتمال می دهند که این ویروسها رابطه ای با از بین رفتن انسانهای نئا ندرتال (Néanderthal) داشته باشند.

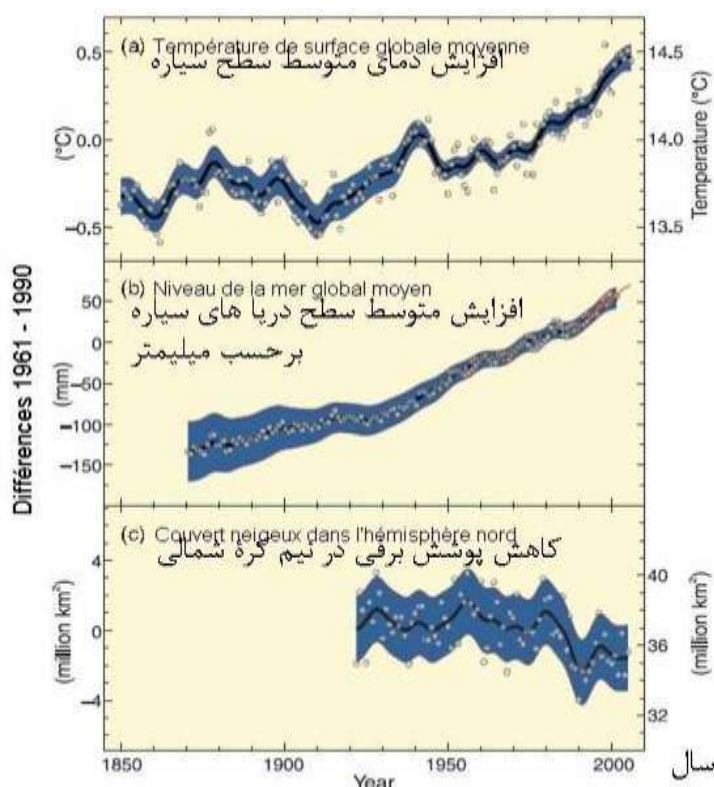
هواشناسان باور دارند که در پایان قرن حاضر، دیگر در ایام تابستان در قطب شمال یخ وجود نخواهد داشت. طی بیست سال اخیر به مقدار یک میلیون کیلومترمربع زمین عاری از یخ و برف در این قطب مشاهده شده و هر سال به مقدار ۳ تا ۴ درصد پوشش یخی و برفی قطب از دست می رود. از بین رفتن این یخچالهای طبیعی، ذخیره آب شیرین جهان را از بین خواهد برد و آثار آن فاجعه بار خواهد بود. این مشاهدات به کمک ماهوارههایی که در اطراف زمین در گردش اند انجام شده و در صحت آنها هیچ شک و شبهه ای نیست.



نمودار ۱۳ افزایش دمای زمین، یخ های کالوتهای قطبی را ذوب کرده و جانوران قطبی محلی برای سکونت ندارند. این تصویر بهترین نمونه از ذوب یخهای قطبی است. عکاسی که این عکس را گرفته بود برنده جایزه جهانی نمایشگاه عکاسی در رابطه با محیط زیست، شد.

ذوب جزایر یخی زندگی بسیاری از موجودات قطبی را به مخاطره انداخته است. هنوز نمی‌توان به درستی میزان افزایش سطح و ارتفاع اقیانوس‌ها را بر اثر افزایش دمای زمین تخمین زد. گزارش ارائه شده از طرف گروه کاری سازمان ملل (IPCC) صحیح نیست و بعداً خواهیم دید که تا چه حد در آن اشتباه محاسبه ای رخ داده است. ولی مسلم این است که بر اثر افزایش دما، حجم آب اقیانوس‌ها در اثر انبساط از یک سو و آب شدن برف‌ها و یخ‌ها از سوی دیگر، افزایش یافته و ارتفاع آن‌ها بیشتر خواهد شد. در اثر این افزایش دما و ذوب یخها، اقیانوس‌ها سواحل را خواهند بلعید و بخش‌های مهمی از سیاره زیر آب خواهد رفت. همچنان که در بخش اخبار تلویزیون مشاهده کردید، در ماه ژانویه ۲۰۱۴ بخش مهمی از غرب اروپا زیر آب رفته، به ویژه شهر لندن شبیه شهر ونیز ایتالیا شده بود. این آب گرفتگی به دلیل افزایش بارندگی در اثر گرم شدن سیاره و تبخیر آب دریاها است، هنوز آثار ذوب یخ در قطبهای زمین با افزایش ۰/۶ درجه سانتیگراد چندان محسوس نیست و سطح اقیانوسها را آنقدر بالا نبرده است. و اما اگر قرار باشد تا افزایش دمای ۲ درجه سانتیگراد - بر طبق کنفرانس دسامبر ۲۰۰۹ کپنهاک - صبر کرد، مسلم است که انگلستان، هلند، نیویورک و پاکستان همزمان پوشیده از آب خواهند شد. در نمودار شماره ۱۳ افزایش دما و افزایش سطح دریاها و کاهش پوشش برفی نیم کره شمالی زمین دیده می‌شود.

تغییر مسیر جریان‌های داخلی در درون اقیانوس‌ها در اثر ورود آب‌های خنک حاصل از ذوب یخ‌های قطبی، تعداد گردبادهای درونی اقیانوس‌ها را بالا خواهد برد: پدیده ال نینو (El Nino) (تغییرات تبدیل دما بین سطح و عمق اقیانوس‌ها). احتمال به وجود آمدن زمستان‌های بسیار سرد در اروپا در اثر پدیده گلف استریم (Gulf Stream) زیاد خواهد شد، به نحوی که اروپای غربی زمستان‌هایی بسیار سرد نظیر کانادا خواهد داشت.



نمودار ۱۴. افزایش دمایی زمین، افزایش سطح دریاها و کاهش پوشش برفی در اثر تشدید حالت گلخانه‌ای از اواسط قرن نوزدهم تا کنون. در این نمودار مشاهده می‌شود که بیشتر تغییرات در بین سالهای ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ اتفاق افتاده است.

## ۸. افزایش دما و ذوب یخ‌ها در کره زمین

برای شده بر روی زمین، دو منطقه از سیاره را مورد بررسی قرار می‌دهیم؛ یکی در منطقه استوایی و دیگری نزدیک به قطب شمال، که هر کدام به نحوی بارز، گرم شدن کره زمین را مشخص می‌کنند. اولین مورد مربوط به برف‌های کیلیمانجارو تشریح اثر افزایش دما بر روی سیاره، از بین صدها نمونه تغییرات مشاهده شده است که به «برف‌های ابدی» معروف‌اند، ظرف ده تا پانزده سال آینده، این کوه برفی نخواهد داشت. برف‌های این کوه تنها برف‌های ابدی باقی‌مانده، منطقه برفی قاره آفریقا است که به تدریج آخرین برف‌های آن‌هم ذوب می‌شوند.



نمودار ۱۵. قلّه کوه کلیمانجارو به نام Uhuru که ۵۸۹۲ متر ارتفاع دارد در دو زمان مختلف عکس برداری شده است. کلیشه اول مربوط به ۱۷ فوریه ۱۹۹۳ است و کلیشه دوم مربوط به ۲۱ فوریه ۲۰۰۰ است. مشاهده می شود که تنها در طی ۷ سال بخش مهمی از کالوتهای یخی این کوه ذوب شده اند.

اگر ارنست همینگوی کوه کلیمانجارو را بدین شکل می دید شاید نام کتاب مشهورش را برف های کلیمانجارو نمی گذاشت! او این کتاب را ۷۰ سال پیش



نوشته بود. از آن زمان تا کنون ۵۰ درصد برف‌های این کوه از بین رفته است و نسبت به اولین اندازه‌گیری (که در سال ۱۹۱۲ میلادی انجام شده بود)، ۸۰ درصد از برف آن نابود شده است. نمودار ۱۶ آخرین تصویر گرفته شده از تنها قله برفی قاره آفریقا را نمایش می‌دهد.



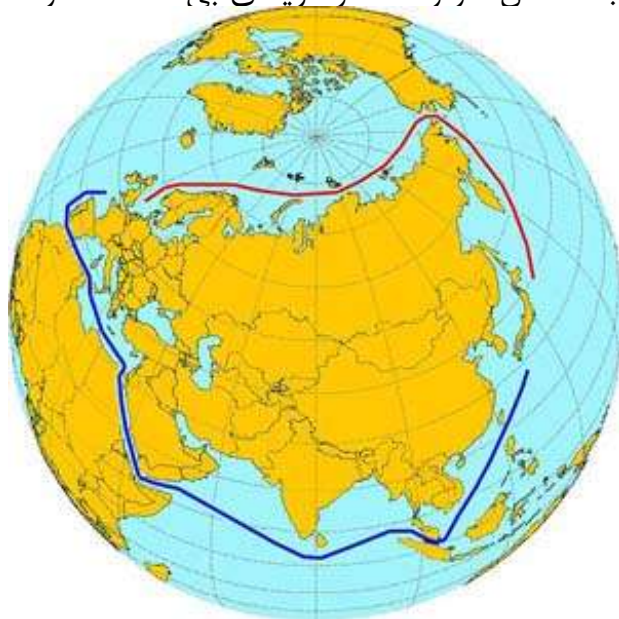
نمودار ۱۶ آخرین تصویر گرفته شده از تنها قله برفی قاره آفریقا.

نمونه دیگر، گرم شدن بسیار شدید قطب شمال است. بنابر تصویرهای روزانه ماهواره‌های هواشناسی، در سال ۲۰۰۵ در قطب شمال مقدار جزایر یخی و برفی نسبت به اولین تصویرهایی که همین ماهواره‌ها در سال ۱۹۷۹ شروع به گرفتن کردند، به حداقل رسیده است، چه از نظر حجم و چه از نظر ضخامت. ذوب شدن یخ‌ها و جزایر یخی به شدت اکوسیستم منطقه و زندگی ساکنان محلی را تهدید می‌کند.

هرچند که آینده زمین در خطر است و منابع عظیم آب شیرین بدین ترتیب به دریاها می‌ریزد، ولی این وضعیت فاجعه بار برای برخی منافع هم در بر دارد! شرکت‌های نفتی، مؤسسات حمل و نقل دریایی، زمین‌خواران و منفعت طلبان از هر قماش و دست آخر ماهیگیران به این پدیده چشم دوخته‌اند. در زمانی که ذخایر نفتی دریای شمال به پایان بهره‌دهی خود می‌رسند، نوروژی‌ها که با روسیه به طور مشترک از ذخایر زیردریایی بارنت بهره می‌گیرند با چشمانی مشتاق منتظر آب شدن یخ‌ها و استفاده از ذخایر عظیم گاز طبیعی منطقه هستند. از سوی دیگر، سودجویان چشم انتظار باز شدن راه دریایی بین اقیانوس

اطلس و اقیانوس آرام هستند که از سواحل شمالی اسکانندیناوی و روسیه عبور خواهد کرد تا به تنگه برینگ برسد. در نمودار شماره ۱۷ گذرگاه مشهور شمال به شرق دور دیده می‌شود که از قرن ۱۶ میلادی همواره دریانوردان در پی راه یافتن به آن بودند. بسیاری از این دریانوردان حتی جان خود را در این راه از دست دادند. سر انجام، در پایان قرن نوزدهم، برخی از کشتی‌ها همراه با یخ‌شکن از آن عبور کردند. تلاش‌هایی که برای راه‌یابی به این مسیر شد تاریخچه‌ای مفصل دارد که شرح آن چندان ضروری نیست. تنها گروهی که در سال ۱۹۵۸ موفق شد که واقعاً از مسیر اقیانوس اطلس به اقیانوس آرام سفر کند، این کار را به کمک زیر دریایی انجام داد.

مسیر حرکت این گروه با خط سرخ مشخص شده است. این راه به واسطه ذوب شدن یخ‌های قطب شمال، تا ده سال دیگر به روی کشتی‌های تجارتي، ابتدا با کمک یخ‌شکن‌ها (در فصل زمستان) و چندی بعد به راحتی و بدون هیچ‌گونه خطری باز خواهد شد. چنین شرایطی حداقل در یک میلیون سال گذشته پدید نیامده است. طول مسیر عبور از شمال به شرق، ۱۳ هزار کیلومتر است که راه ارتباطی اروپا به ژاپن را نسبت به مسیر کانال سوئز به میزان ۴۰ درصد کاهش خواهد داد. در نتیجه، کانال سوئز تا حدود زیادی به استفاده خواهد شد.



نمودار ۱۷. گذرگاه مشهور شمال به شرق دور



نمودار ۱۸ چگونگی قطعه قطعه شدن یخها در قطب شمال و مسیر عبور کشتی را نمایش می دهد.



## فصل دوم

چه می توان کرد؟

## ۱. علت بیماری سیّاره

آیا به‌تازگی متوجه گرم شدن آب و هوای زمین و یا به وجود آمدن حالت گلخانه‌ای شده‌ایم؟ به هیچ وجه. از قرن نوزدهم مبنای این پدیده را دریافته‌ایم و بلافاصله پژوهشگران متوجه شده‌اند که انسان مسئول آن است. ولی واکنش در مقابل آن، نزدیک به یک قرن ونیم طول کشید. در اواخر قرن بیستم برخی از پژوهشگران کوشیدند تا این پدیده، یعنی حالت گلخانه‌ای را برای مردم جهان تشریح کنند. آن‌ها به مدد داده‌های قابل مشاهده به همگان نشان دادند که مسئول واقعی ایجاد حالت گلخانه‌ای و گرم شدن زمین، انسان است. اما پژوهشگران در راه تشریح و تفهیم این پدیده به دیگران با موانعی روبه‌رو بودند. شیفتگی جوامع بشری در برابر پیشرفت صنعتی و به ویژه پیشرفت اقتصادی - چه از دیدگاه نظام سرمایه‌داری و چه از نظر تسهیل زندگی انسان‌ها - محور اصلی فعالیت بشر را در قرن بیستم تشکیل می‌داد. دل‌مشغولی امروز نظام حاکم بر جهان نیز همچنان پیشرفت صنعتی و اقتصادی است. انسان‌ها نیز به تسهیلات حاصل از اقتصاد مبتنی بر تولید و مصرف و افراط و تفریط عادت کرده‌اند و ممانعت از مصرف ابزارها و ادوات و لوازم تولید شده در قرن بیستم با مخالفت سرسختانه آن‌ها روبه‌رو می‌شود. حال آن‌که همین وسیله‌ها - خودروها و هواپیماها و کارخانه‌های تولیدکننده آن‌ها - سهم بزرگی در تشدید حالت گلخانه‌ای دارند. آیا افراد بشر به سادگی از این تسهیلات که مسبب اصلی به خطر افتادن سیّاره‌اند صرف‌نظر خواهند کرد؟

تاریخچه شناخت حالت گلخانه‌ای به دویست سال پیش در کوه‌های آلپ بازمی‌گردد. هنگامی که مشاهده شد قطعات بزرگ گرانیتهی در بخش‌های مسطح منطقه ظاهر شده‌اند. اولین اشاره به حالت گلخانه‌ای در سال ۱۸۲۷ به وسیله ژان باپتیس فورنیه در مقاله‌ای تحت عنوان «رابطه دمای سیّاره زمین و فضاهای بین سیّاره‌ای» نوشته شد. در سال ۱۸۹۵ آرنیوس، شیمی‌دان مشهور سوئدی، تأثیر گاز کربنیک ( $CO_2$  دی اکسید کربن) را در گرم شدن جو زمین در نظریه‌ای به نام «نظریه گلخانه گرم» بیان داشت. ۶۰ سال گذشت و تازه

پژوهشگران به مدد روش‌های علمی شروع به تعیین مقدار این گاز در جوّ زمین کردند. آن‌ها به تدریج و با روش علمی متوجه افزایش گاز کربنیک موجود در جوّ زمین و رابطه کمی مقدار آن با افزایش دمای زمین گردیدند و این مهم را از طریق نشریات به اطلاع عموم رساندند. در پی این آگاهی، هواشناسان هر ساله نتایج بررسی‌های خود را با سال‌های قبل مقایسه کردند و در نهایت در سال ۱۹۶۷ پیش‌بینی کردند که اگر مصرف سوخت‌های فسیلی (زغال سنگ و نفت و گاز طبیعی) به همین منوال ادامه یابد، در آغاز قرن بیست و یکم مقدار گاز کربنیک موجود در جوّ دو برابر خواهد شد و دمای زمین ۲/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت.

آگاهی به ضرورت کاستن از مصرف سوخت‌های فسیلی در واقع زمانی شروع شد که ارزش این مواد به طور ناگهانی (در سال ۱۹۷۳) چند برابر شد.<sup>۱</sup> در همین زمان میزان تولید گاز کربنیک در اروپا، به ویژه در فرانسه، بیش از ۳۰ درصد کاهش یافت. این کشور که در زمان ریاست جمهوری ژنرال دوگل شروع به ساخت نیروگاه‌های اتمی کرده بود، تعداد آن‌ها را افزایش داد و هم‌اکنون دارای ۵۸ نیروگاه اتمی است. قرار است تا سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۲ دو نیروگاه نسل جدید نیز به این تعداد اضافه شود که البته با ممانعت شدید مخالفان نیروگاه‌های اتمی (به دلیل زباله‌های خطرناک آن) روبه‌رو شده است. کشور فرانسه به نسبت جمعیتش، بیش از همه کشورهای دنیا از نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌کند و زباله‌های رادیواکتیو خطرناک بیشتری هم دارد که هنوز نتوانسته تصمیمی قطعی در مورد آن‌ها بگیرد.

آگاهی نسبت به تشدید پدیده گلخانه‌ای عملاً از سال ۱۹۷۲ بعد و پس از کنفرانس استکهلم به وجود آمد. سپس در سال ۱۹۷۹ اولین کنفرانس بین‌المللی

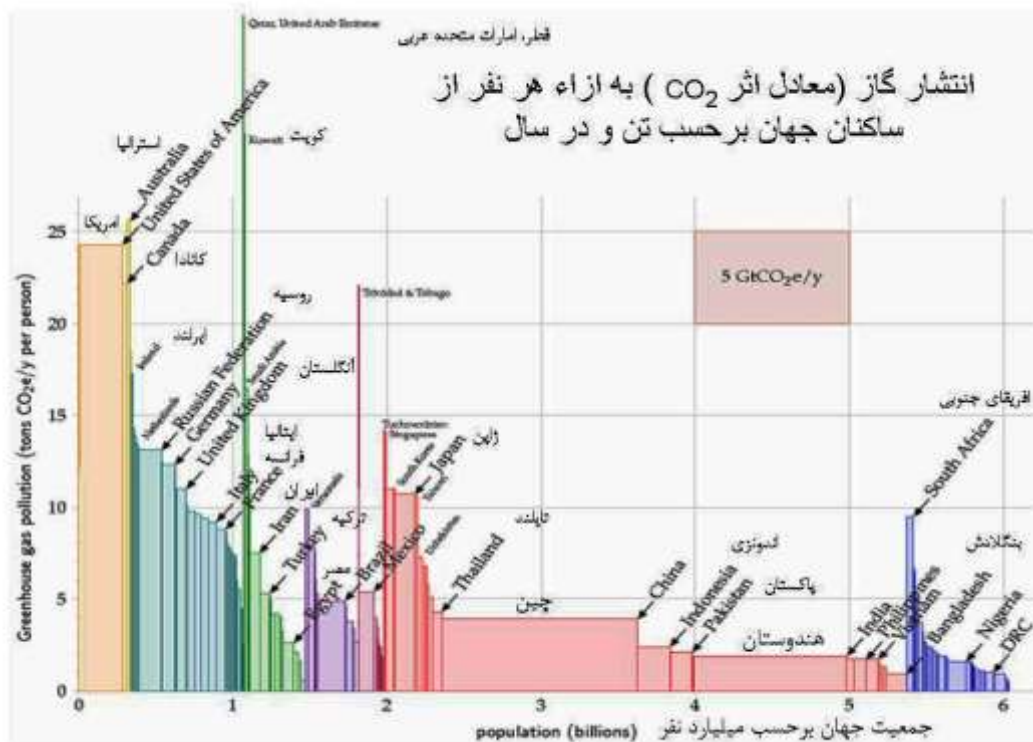
---

۱. در فاصله ۱۶ تا ۱۷ اکتبر سال ۱۹۷۳ در زمان جنگ اسرائیل با اعراب، کشورهای عضو اوپک به غیر از ایران، در نشستی در کویت تصمیم به قطع صدور نفت به کشورهایی که از اسرائیل دفاع می‌کنند گرفتند. در این تصمیم‌گیری به ویژه ملک فیصل خواستار قطع کامل صدور نفت به امریکا و هلند شد. در اثر این تصمیم، بهای نفت به طور ناگهانی از بشکه ای ۲/۰۹ دلار به ۱۸ دلار رسید. کمبود نفت در کشورهای غربی دستپاچگی بی‌نظیری ایجاد کرد. به ویژه کشورهای اروپایی به صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی پرداختند و در نتیجه ساخت نیروگاه‌های اتمی به شدت گسترش یافت. فرانسه از دیگر کشورها در این کار پیشی گرفت تا آنجا که هم‌اکنون ۸۰ درصد برق مورد نیاز خود را از طریق نیروگاه‌های اتمی تأمین می‌کند. در حالی که متوسط تولید برق به کمک نیروگاه اتمی در کشورهای پیشرفته‌ای چون اتحاد شوروی سابق، انگلستان و آلمان از ۱۷ درصد تجاوز نمی‌کند.

در این مورد در ژنو برگزار شد. در سال ۱۹۸۵ برای نخستین بار مسئله ایجاد حفره‌ای در لایه اوزون محافظ زمین مطرح گردید و پژوهشگران اعلام داشتند که پدیده آلودگی محیط زیست و افزایش گازها در جو منحصر به منطقه ویژه‌ای نیست، بلکه شامل تمامی سیاره می‌شود. در سال ۱۹۸۷ پژوهشگران با نمونه‌برداری از یخ‌های قطب جنوب به این نتیجه رسیدند که در ۴۰۰ هزار سال گذشته همواره رابطه‌ای مستقیم بین دما و افزایش یا کاهش مقدار گازهای موجود در جو زمین وجود داشته است و در این دوران از عمر زمین هیچ‌گاه تغییرات دمایی از ۴ درجه سانتی‌گراد بیشتر نبوده است. در سال ۱۹۸۸ گروه IPCC تشکیل شد و دومین کنفرانس جهانی آن در لاهه برگزار گردید. شرکت کنندگان در این کنفرانس متعهد شدند که تولید گاز دی‌اکسید کربن را همواره ثابت نگه دارند و مانع از افزایش بی‌رویه آن در جو زمین گردند. همچنین در سال ۱۹۹۱ بودجه‌ای جهانی<sup>۱</sup> - البته به صورت داوطلبانه - از سوی کشورهای پیشرفته صنعتی در خصوص کاهش مقدار گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای در نظر گرفته شد. در حال حاضر (۲۰۱۴) این بودجه بالغ بر چند میلیارد دلار است و در سرتاسر جهان، بیش از ۵۰ پروژه در باره حفاظت از محیط زیست دارد.

اولین تصمیم جدی و جهانی درباره کاهش مقدار گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای و به ویژه گاز کربنیک، در کنفرانس ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲ گرفته شد و کشورهای صنعتی متعهد شدند که مقدار تولید دی‌اکسید کربن خود را همواره در حد نصاب تولید این گاز در سال ۱۹۹۰ نگه دارند. IPCC در سال ۱۹۹۵ در گزارشی اعلام داشت که دمای زمین تا پایان قرن بیست و یکم بین ۸ تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت. در این گزارش به روشنی اعلام شد که افزایش دما و تغییرات جوی به دلیل افزایش گازهای مختلف ناشی از فعالیت بشر است. در آن زمان هنوز چین و هندوستان چندان توسعه نیافته بودند. در نمودار ۱۹ مقدار تولید گازهای گلخانه‌ای سهم هریک از کشورهای جهان را می‌بینید. در این نمودار مشاهده می‌شود که هنوز مردم چین و هندوستان مانند مردم کشورهای غربی و به ویژه امریکاییان زندگی نمی‌کنند. زیرا سهم مصرف هر فرد چینی یا هندی کمتر از یک پنجم سهم مصرف امریکایی است.

1. Global Environment Facility (GEF), WWW.theGEF.org.



نمودار ۱۹. تولید گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای. این نمودار بیانگر مسائل بسیار مهمی است، زیرا از یک سو سهم هر کشور را در آلوده کردن جهان نمایش می‌دهد و از سوی دیگر سهم نسبی مردم برخی از کشورها را در اصراف در مصرف انرژی و افراط در تولید زیان بار گازها مشخص می‌کند. مثلاً مشاهده می‌شود که یک استرالیایی، یک کانادایی و یا به ویژه یک امریکایی چه سهم مهمی در آلوده کردن محیط زیست دارند. ارتفاع نوارهای رنگی نمودار مصرف هر فرد بر حسب تن (معادل گاز کربنیک) است. که برای هر هندوستانی کمتر از ۲ تن و برای هر امریکایی نزدیک به ۲۵ تن در هر سال و برای هر ایرانی ۷/۵ تن در سال است. هر فرانسوی یا ایتالیایی نزدیک به ۹ تن و انگلستان، آلمان و روسیه به ترتیب ۱۱، ۱۲ و ۱۳ تن در سال انواع گازها را به جو زمین منتقل می‌کنند. سطح هر بخش از این نمودار معرف جمعیت آن کشور و معرف مقدار انتشار گاز از سوی این کشور در جو زمین است. مربع مستطیل در بالای نمودار و خاکستری رنگ معرف انتشار ۵ ژیکاتن گاز (در معیار گاز CO<sub>2</sub>) است. برای چین طول بخش صورتی رنگ تقریباً سه سانتیمتر است که معرف ۱/۳ میلیارد جمعیت این کشور است. سطح هر بخش معرف مقدار انتشار سالانه هر کشور می‌باشد. با یک محاسبه ساده می‌توان گفت سهم امریکا با ۳۰۰ میلیون جمعیت ۵/۲ گیگا تن و سهم کشور چین با ۱/۳ میلیارد نفر ۴/۵ گیگا تن در سال است. هندوستان با ۱/۲ میلیارد جمعیت تنها ۱ گیگا تن گاز کربنیک در سال تولید می‌کند. البته این نمودار مربوط به سال ۲۰۰۴ است و تا کنون مقدار تولید گاز کربنیک چین در اثر پیشرفت اقتصادی بیشتر از این شده است.

در جدول ۵. نام آلوده کننده ترین کشورهای جهان و مقدار تولید گاز CO<sub>2</sub> تشدید کننده دمای زمین آنها را بر حسب مقدار گاز منتشر شده در جو در سالهای (۲۰۰۷ - ۱۹۹۹) ارائه کرده و نسبت درصد سهمیه هر یک را در آلوده کردن محیط زیست مشخص کرده اند.

نام کشور	مجموع گاز گلخانه ای میلیون تُن CO <sub>2</sub>	درصد جهانی %	تولید هر نفر تُن CO <sub>2</sub>	تحول تولید CO <sub>2</sub> (۱۹۹۰ - ۲۰۰۷)
چین	۶۰۷۱	۲۰/۹	۴/۵	+۱۷۰/۶
امریکا	۵۷۶۹	۱۹/۹	۱۹/۱	+ ۱۸/۶
روسیه	۱۵۸۷	۵/۴	۱۱/۲	- ۲۷/۲
هندوستان	۱۳۲۴	۴/۵	۱/۱	+ ۱۲۴/۷
ژاپن	۱۲۳۶	۴/۲	۹/۶	+ ۱۶/۱
آلمان	۷۹۸/۴	۲/۷	۹/۷	- ۱۶
کانادا	۵۷۲/۹	۱/۹	۱۷/۳	+ ۳۲/۵
انگلستان	۵۲۳	۱/۸	۸/۶	- ۵/۴
<b>ایران</b>	<b>۴۶۶</b>	<b>۱/۶</b>	<b>۶/۵</b>	<b>+ ۱۶۵/۸</b>
مکزیک	۴۳۸	۱/۵	۴/۱	+ ۴۹/۵
ایتالیا	۴۳۷	۱/۵	۷/۳	+ ۱۰
استرالیا	۳۹۶	۱/۳	۱۸/۷	+ ۵۲/۵
فرانسه	۳۶۹	۱/۲	۵/۸	+ ۴/۹
عربستان	۳۵۸	۱/۲	۱۴/۷	+ ۱۲۱/۷
افریقای جنوبی	۳۴۵	۱/۱	۷/۲	+ ۳۵/۸
اسپانیا	۳۴۴	۱/۱	۷/۶	+ ۶۷/۵

جدول ۵. کشورهایی که بیشترین مقدار گاز تشدید کننده حالت گلخانه ای را در جو منتشر می کند. در اینجا کشورها بر رتبه نهم را در آلوده کردن محیط زیست دارد.

## ۲. محیط زیست و شهرهای ما

در قرون گذشته، مردم عمدتاً به کشاورزی و دامداری اشتغال داشتند. بنابراین ساکنان کره زمین اغلب در نواحی قابل کشت پراکنده بودند. ولی به تدریج با صنعتی و مکانیزه شدن کشاورزی و دامداری و پیدایش وسایل نقلیه سریع‌السير، مردم در شهرها در کنار یکدیگر متمرکز شدند و به تدریج روستاها از بین رفتند.

در جدول شماره ۶. جمعیت جهان در سال ۲۰۱۳ و نسبت درصد جمعیت در قاره های مختلف زمین به رنگ آبی آورده شده است. و نیز جمعیت جهان در سالهای ۱۷۵۰ تا ۱۹۹۹ به رنگ سبز ارائه شده است. سرانجام پیش بینی جمعیت جهان در سالهای ۲۰۵۰ و ۲۱۵۰ به رنگ سرخ، تمام اعداد برحسب میلیون نفر داده شده اند.

منطقه	۱۷۵۰	۱۸۰۰	۱۸۵۰	۱۹۰۰	۱۹۵۰	۱۹۹۹	۲۰۵۰	۲۱۵۰	۲۰۰۱۳	%
جهان	۷۹۱	۹۷۸	۱۲۶۲	۱۶۵۰	۲۵۲۱	۵۹۷۸	۸۹۰۹	۹۷۴۶	۷.۱۶۲/۱۱۹	۱۰۰
آفریقا	۱۰۶	۱۰۷	۱۱۱	۱۳۳	۲۲۱	۷۶۷	۱۷۶۶	۲۳۰۸	۱.۱۱۰/۶۳۵.	۱۵/۵
آسیا	۵۰۲	۶۳۵	۸۰۹	۹۴۷	۱۴۰۲	۳۶۳۴	۵۲۶۸	۵۵۶۱	۴۲۹۷/۲۷۱	۶۰
اروپا	۱۶۳	۲۰۳	۲۷۶	۴۰۸	۵۴۷	۷۲۹	۶۲۸	۵۱۷	۷۴۲/۴۵۲	۱۰/۴
آمریکای لاتین و کارائیب	۱۶	۲۴	۳۸	۷۴	۱۶۷	۵۱۱	۸۰۹	۹۱۲	۶۱۶/۶۴۵	۸/۶
آمریکای شمالی	۲	۷	۲۶	۸۲	۱۷۲	۳۰۷	۳۹۲	۳۹۸	۳۵۵/۳۶۱	۵/۰
اقیانوسیه	۲	۲	۲	۶	۱۳	۳۰	۴۶	۵۱	۳۸/۳۰۴	۰/۵

جدول ۶. جمعیت جهان در سه قرن گذشته و پیش بینی آن تا سال ۲۱۵۰ و نیز جمعیت کنونی جهان در سال ۲۰۱۳ میلادی و جمعیت نسبی (%). هر قاره بر حسب میلیون نفر.

در سال ۱۸۰۰ جمعیت کره زمین ۹۷۸ میلیون نفر بود و یک قرن بعد به یک میلیارد و ۶۵۰ میلیون نفر رسید؛ یعنی عملاً دو برابر شد. از ۱۹۵۰ به بعد افزایش به صورت تصاعدی، ابتدا به ۲/۵ میلیارد و در سال ۱۹۹۰ به ۵ میلیارد و تا پایان قرن بیستم به ۶ میلیارد نفر رسید. سرانجام جمعیت کره زمین بر اساس برآورد اداره آمار آمریکا در اکتبر ۲۰۱۲ بیش از ۷ میلیارد و ۴۶ میلیون نفر برآورد شده بود. اکنون مشاهده می کنند در سال ۲۰۱۳ به ۷ میلیارد و ۱۶۲ میلیون و ۱۱۹ هزار نفر رسیده است. طبق پیش‌بینی‌ها در سال ۲۰۲۰ جمعیت جهان بیش از ۸/۱ میلیارد نفر خواهد شد. در حال حاضر حدود ۵۶ میلیون نفر در هر سال بر جمعیت کره زمین افزوده می‌شود.

تولد در روز	مرگ در روز	افزایش جمعیت در روز
۲۵۸.۸۴۵ نفر	۱۰۶.۴۶۵ نفر	۱۵۲.۳۸۰

جدول ۷. تولد، مرگ و افزایش جمعیت در روز ۲۶ فوریه ۲۰۱۴. (با مراجعه به سایت <http://www.worldometers.info/fr> می‌توانید در هر لحظه آمار تولد و مرگ و میر انسان‌ها، از بین رفتن جنگل‌ها، وضعیت سیاسی جهان و آلودگی محیط زیست را ببینید.)

### (۱-۲) موادی که گازهای گلخانه‌ای را جذب می‌کنند:

همانطور که پیش از این گفتیم آب اقیانوسها و دریاها می‌توانند مقدار زیادی از گاز کربنیک موجود در جو زمین را در خود حل کنند. این گازها به صورت محلول در آب و به نام اسید فرضی (کربنیک اسید) با کلسیم و سدیم و منیزیم و سایر فلزات قلیایی و قلیایی خاکی محلول در آب دریاها ترکیب شده، کربناتها و بی‌کربنات‌ها را تشکیل می‌دهند. این ترکیبات مقداری به صورت محلول در آب دریا باقی می‌مانند و مقداری دیگر به صورت رسوب در ته اقیانوسها ته‌نشین می‌شوند. این پدیده در حالتی انجام می‌گیرد که تعادلی بین گاز کربنیک موجود در جو و مقدار گاز محلول در آب برقرار باشد. اما متأسفانه در اثر افزایش فعالیت و سوخت و ساز افراد بشر این تعادل به هم خورده و دیگر دریاها قادر به جذب تمامی گاز کربنیک تولید شده نیستند.

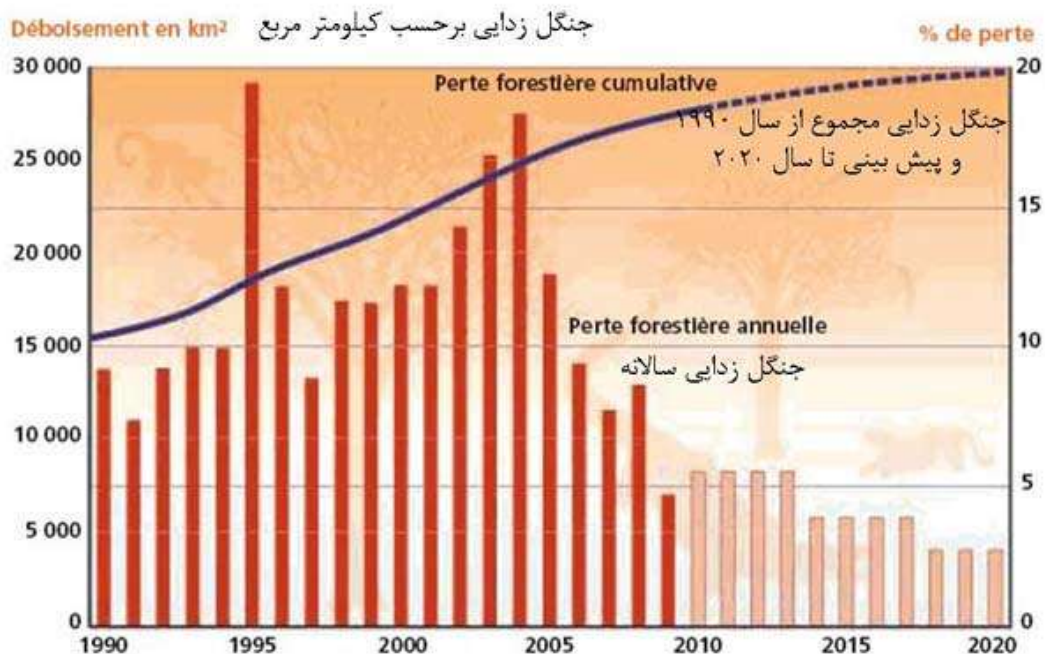


عامل دومی که جاذب گاز کربنیک است عمل فوتوسنتز در ختان در روز است. با این پدیده گیاهان مقدار زیادی گاز کربنیک را جذب کرده و آنرا با عمل فوتوسنتز تبدیل به قند و سلولز می کنند. در اینجا نیز دو عمل مانع از جذب تمامی گاز کربنیک موجود در جو می شود. عامل اول همان اشباع شدن جو از گاز کربنیک است. عامل دوم بریدن جنگلها به وسیله انسانها و تبدیل آنها به جاده و مسکن و کشت موقتی و فصلی شده است.

سه چهارم جنگل‌های دنیا که در واقع شش‌های سیاره زمین‌اند توسط انسان‌ها از بین رفته‌اند. متأسفانه احتیاجات صنعتی مردم جهان این عمل را الزامی می‌کند. سطح جنگل‌های کره زمین در حال حاضر حدود ۱۱ میلیون کیلومتر مربع است که بیش از نیمی از آن (۹/۵ میلیون کیلومتر مربع) در قاره آمریکا واقع شده است. پیش‌بینی می‌شد که تا سال ۲۰۰۰ بین ۱۸ تا ۳۳ درصد این جنگل‌ها از بین رفته‌اند. بنا بر گزارش (FAO)<sup>۱</sup> از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۰ نزدیک به ۱۴/۲ میلیون هکتار جنگل از بین رفته و نیز از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ بیش از ۱۵/۲ میلیون هکتار دیگر از بین رفته است. بنا بر FAO نمودار ۲۰ جنگل زدایی را از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۰ مشخص کرده و نیز پیش‌بینی جنگل زدایی تا سال ۲۰۲۰ را نمایش می‌دهد.

---

<sup>1</sup> [Food and Agriculture Organization](#)



نمودار ۲۰ جنگل زدایی از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۰ و پیش بینی تا سال ۲۰۲۰

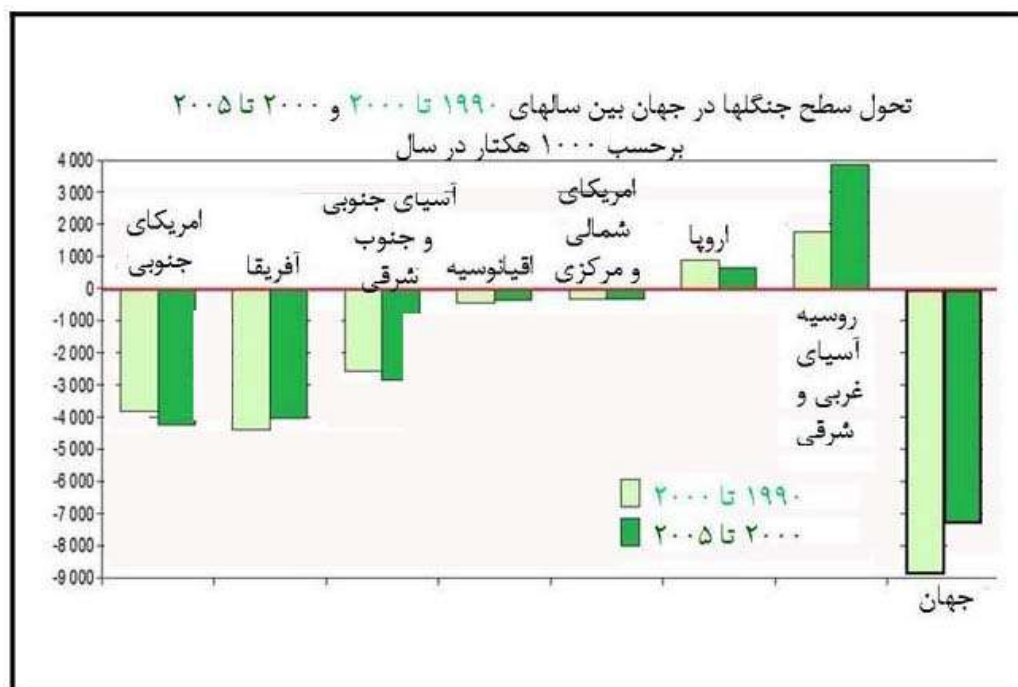
سازمان بین المللی کنترل غذا و کشاورزی اظهار می دارد بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ بیش از ۱۰۰ میلیون متر مکعب درخت به طور مخفیانه قطع شده است. اگر تنه این درختها را کنار یک دیگر قرار داهیم، می توان دیواره ای ده باندی از تنه درخت به نحو چسبیده بهم در محیط سیاره ( خط استوا) زمین احداث کرد. بنا بر گزارش همین سازمان، در حال حاضر ۱۳ میلیون هکتار جنگل در هر سال خواه با اطلاع کشور مربوطه و خواه مخفیانه از سطح زمین قطع می شود. از بدو شناخت قاره آمریکا به وسیله سفید پوستان اروپایی، ۹۰ درصد جنگل های آمریکا از بین رفته اند. از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ میلادی به طور متوسط هر سال

۱/۹۸ میلیون هکتار از جنگل‌های امریکا از بین رفته‌اند. لحظه‌ای به این محاسبه دقت کنید: در هر دقیقه معادل سطح ۷ زمین فوتبال جنگل از بین رفته است!<sup>۱</sup>

مردم کشورهای توسعه‌نیافته ناچارند که از هر راهی زندگی خود را تأمین کنند. صنایع چوبی در مناطق حاره از ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۵ بیش از ۱۴۵ درصد افزایش یافته است. در کشورهای واقع در امریکای جنوبی و یا در جنوب غربی آسیا، جنگل‌ها تنها منبع درآمد طبیعی مردم را تشکیل می‌دهند. جنگل‌های زامبال در فیلیپین عملاً به میزان ۷۸ درصد از بین رفته‌اند (۵/۲ میلیون هکتار). در افریقا فرصت از دست رفته است و تنها ۲۰ درصد جنگل‌های اولیه این قاره باقی مانده‌اند. از سوی دیگر تلاش و کوشش مدافعان محیط‌زیست در دسر بزرگی برای مسئولان کشور برزیل ایجاد کرده است. جنگل‌های آمازون در این کشور واقع است و توسعه این کشور به صادرات چوب این جنگل‌ها بستگی دارد. بنابر محاسبات بانک جهانی، ۱۲ درصد از جنگل‌های آمازون از بین رفته است و به رغم این، هنوز ۴ میلیون کیلومتر مربع (تقریباً سه برابر وسعت ایران) و به اندازه یک سوم سطح تمام جنگل‌های کره زمین، از آن باقی مانده است. وظیفه دولت‌های غنی است که با کمک مالی خود به برزیل، مانع از نابودی شش‌های زمین شوند. هر روز تأخیر در این تصمیم‌گیری، بیش از یک سال اثر منفی بر روی سلامت کره زمین خواهد داشت. حوادث طبیعی از قبیل آتش‌فشان‌ها، زلزله‌ها، طوفان‌ها و آتش‌سوزی جنگل‌ها مصیبت‌هایی هستند که طی دوران عمر زمین وجود داشته‌اند. ولی همواره این آسیب‌ها در حال تعادل با جنبش حیاتی سیاره بوده و زخم‌های حاصل از آن‌ها به وسیله طبیعت التیام یافته است. اما فاجعه‌های ایجاد شده به وسیله بشر برگشت ناپذیر است. به جای جنگلی که بریده شده، شاهراه‌ها و جاده‌های آسفالت ظاهر می‌شود. انسان در حال از بین بردن تعادل معجزه‌آسایی است که طی ۴ میلیارد سال بر روی زمین، در اثر فعالیت سلول‌های فتوسنتز

1. [http://www.notre-planete.info/actualites/actu\\_destruction\\_forets\\_vierges.php](http://www.notre-planete.info/actualites/actu_destruction_forets_vierges.php)

کننده اولیه تا گیاهان کنونی به وجود آمده است. در نمودار ۲۲. تحول سطح جنگلها را بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ را در مناطق مختلف جهان ارائه کرده ایم.



نمودار ۲۲. تحول سطح جنگلها در جهان. در این نمودار مشاهده می شود در امریکای جنوبی، افریقا و آسیای جنوبی و جنوب شرقی به چه معیاری جنگل زدایی شده و خوشبختانه در روسیه و آسیای غربی و شرقی و اروپا در این سالها مقداری جنگل به وجود آورده اند. ولی به هر حال مقدار ۹ میلیون هکتار در دهه (۱۹۹۰ - ۲۰۰۰) و مقدار ۷ میلیون هکتار تنها در ۵ سال اول قرن بیست و یکم جنگل زدایی شده است

در دورانهای مختلف زمین شناسی، بر اثر تغییر محل خورشید و منظومه شمسی در کهکشان ما، تغییرات بسیاری بر روی کره زمین اتفاق افتاده است. دورانهای متعدد خشکسالی و برعکس ایام دارای بارندگیهای زیاد، در نظام تعادل طبیعی سیاره تحولاتی ایجاد کرده اند. زمانی بخش اعظم افریقا و آسیا پوشیده از جنگل بود. اکنون در دورهای واقع شده ایم که جنگلها به طور طبیعی در حال از بین رفتن هستند. در افریقا به طور طبیعی کویر هر سال به

میزان ۲ کیلومتر مربع گسترش می‌یابد، ولی در یک خشکسالی ناگهانی، نظیر آن‌چه در سال ۸۴ - ۱۹۸۳ روی داد، یکباره بیش از ۶۵۰ هزار کیلومتر مربع (یعنی دقیقاً معادل با مساحت فرانسه) کویر گسترش یافت. سازمان ملل متحد معتقد است که در جهان ۳۲ میلیون کیلومتر مربع از سطح زمین به وسیله کویرزایی تهدید می‌شود و زندگی ۶۶ میلیون نفر در ۶۰ کشور دنیا به مقابله با آن بستگی دارد. ناگفته پیداست که اغلب این مردمان در کشورهای جهان سوم هستند.

در دشت‌های وسیع آمریکا و استپ‌های جنوب سیبری که خاک چندان حاصلخیزی ندارد، علائم کویری شدن ظاهر شده است. افزایش دمای مجموع کره زمین به علت فعالیت صنعتی بشر و بخصوص تولید گاز کربنیک، باعث افزایش درجه حرارت و در نتیجه افزایش خشکسالی شده است. در فصل اول، درباره پدیده گلخانه‌ای که ناشی از افزایش مقدار گازها در جو است، سخن گفتیم.

از بین بردن جنگل‌ها چه در دوران امپراتوری‌های باستان و چه در زمان کنونی، از بزرگ‌ترین خطاهای فاجعه بار بشر است. زیرا جنگل‌ها ریه‌های زمین هستند و گازهای تولید شده در سطح سیاره را جذب می‌کنند و به ازای آن اکسیژن، یعنی ماده حیاتی برای ادامه زندگی موجودات را تولید می‌کنند.

آب دریاها به علت فعالیت‌های مختلف بشر، خواه در خود دریاها و خواه از طریق کودهای شیمیایی راه یافته به رودخانه‌ها، که در نهایت به دریاها می‌ریزند، آلوده شده است. انواع جانوران دریایی که طی میلیون‌ها سال، زندگی آرام و همراه با تحول خود را در اعماق دریاها ادامه می‌دادند، در حال از بین رفتن‌اند. دانشمندان باور دارند که بیش از ۱۰ درصد نژادهای مختلف جانوران دریایی در شرف از بین رفتن‌اند. در کنفرانس‌های متعدد جهانی از جمله لندن، ریودوژانیرو، کیوتو و ... که با حضور هزاران پژوهشگر و زیست‌شناس و کارشناسان محیط زیست جهان تشکیل شده است، همه دانشمندان شرکت‌کننده باوردارند که باید به سرعت تصمیمات گسترده‌ای برای دفاع از محیط زیست گرفته شود و به اجرا درآید.

در آغاز پیدایش و تحول انسان‌ها، هر فرد بیش از ۱۵ هزار هکتار در اختیار داشت. در آغاز قرن بیستم این میزان به ۳ هکتار، و اکنون به ۱/۵ هکتار به ازای هر نفر رسیده است. بر همین اساس، سطح قابل استفاده برای سایر موجودات زمینی و نباتات کاهش یافته است. انتخاب مصنوعی گیاهان و حیوانات اهلی در

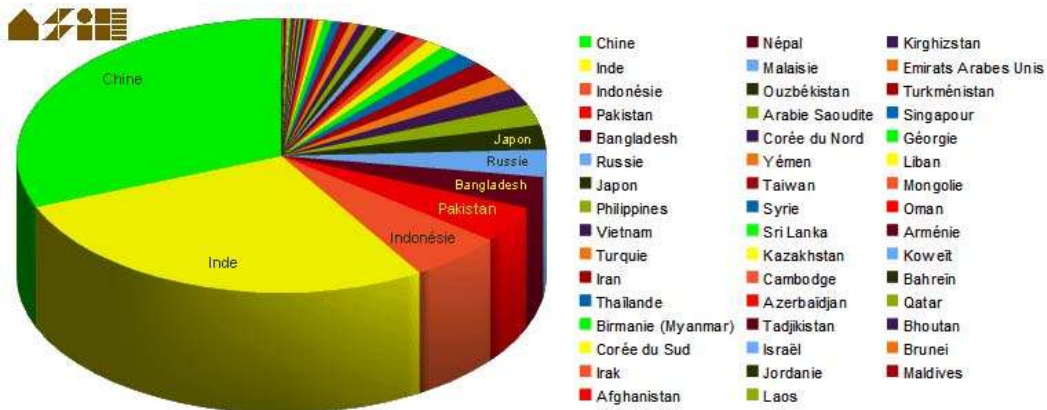
مقابل از بین رفتن گونه‌های نامرغوب از دید بشر، خود فاجعه‌ای دیگر برای آینده سیاره است. بیش از ۲۵۰ هزار گونه گیاهی بر روی زمین شناخته و نام‌گذاری شده‌اند، ولی اکنون ۲۰ تا ۲۵ هزار گونه از آن‌ها دیگر وجود ندارند. در محیط زیست ما بیش از ده‌ها هزار نوع گیاه خوراکی وجود داشته، که شاید بیشتر از ۳ هزار نوع آن مورد استفاده بشر بوده است. ولی انتخاب مصنوعی و پیشرفت صنعت کشاورزی و بخصوص توجه خاص به بازده اقتصادی آن، سبب شده که تنها ۱۵۰ گونه گیاهی قابل استفاده به وسیله بشر نگه داشته شوند و مابقی یا به حال خود رها شوند و یا از بین بروند. ۲۹ گونه از این ۱۵۰ گونه، ۹۰ درصد مواد خوراکی ما از قبیل برنج، گندم، ذرت، جو، سیب زمینی، نخود، لوبیا و... را تشکیل می‌دهند که ۵۲ درصد کالری لازم برای بدن ما را تأمین می‌کنند. از سال‌های دهه ۱۹۷۰ به بعد، در بازار فرانسه بیش از ۱۰ نوع سیب درختی دیده نمی‌شود؛ حال آن‌که در قرن نوزدهم بیش از ۲ هزار نوع سیب درختی وجود داشته است. شعرای قرون گذشته ایران به داشتن بیش از ۴۰۰ نوع انگور افتخار می‌کردند؛ اکنون در مزارع کشاورزی و بازارهای ایران انواع انگور شاید از ۲۰ نوع تجاوز نکند.

با توجه به این ارقام و آمارها، درحال نزدیک شدن به آخرین روزهای زندگی در سیاره زمین - به‌ویژه برای انسان‌ها- هستیم. ما انسان‌ها همانند مسافران کشتی تایتانیک، در شبی تاریک در اقیانوس پیش می‌رویم و توجهی به خطرآتی که در برابر خود داریم نمی‌کنیم. خنده بر لب و رقص کنان، در عین خودخواهی مشغول خوردن و نوشیدنیم که ناگهان لحظه آخر از راه می‌رسد. اگر مسافران آن کشتی نشانه‌های مشخصی از برخورد با جزیره یخی و غرق شدن را مشاهده نکرده بودند، برعکس، سال‌هاست که این نشانه‌ها بر ما ساکنان سیاره زمین هویدا شده‌است. توفان‌های پیاپی، آلودگی محیط زیست به ویژه در شهرهای بزرگی چون تهران یا مکزیکوسیتی، انقراض گونه‌های مختلف جانوران و گیاهان، و تاراج بی‌حد ذخایر زیرزمینی، تغییری در روش‌های ما ایجاد نکرده است. برای شناخت آمارهای مختلف در باره: افزایش جمعیت، وضعیت اقتصادی، از بین بردن جنگلها، مرگ و تولد و بسیاری از این گونه آمارها، سایت زیر را به رایانه خود دهید.

[/http://www.worldometers.info/fa](http://www.worldometers.info/fa)

بر اثر پیشرفت علم و صنعت، مسائلی به مراتب بیشتر از آنچه گفته شد بر روی سیاره اتفاق افتاده که از حوصله این کتاب خارج است. جای امیدواری است که وجدان بیدار دانشمندان متوجه این خطر شده، آن‌ها را به روشنگری و آگاه سازی مسئولان و کارگزاران جهان واداشته است. روز به روز تعداد مقالات و کتاب‌های انتشار یافته در غرب در این خصوص بیشتر می‌شود و اقدامات گوناگونی از طریق کشورهای مختلف جهان و بخصوص سازمان ملل متحد به عمل می‌آید و امید می‌رود که در آینده قدرت سازمان ملل واقعاً بیشتر شود تا بتواند چاره ناچار کند و میراث ۴ میلیارد سال تحول زمینی را نجات دهد.

جمعیت افراد بشر در قاره آسیا به مراتب بیشتر از سایر نقاط زمین است. جمعیت آسیا ۵ برابر بیشتر از قاره آفریقا و ۶ برابر بیشتر از قاره اروپاست. حدود ۴/۲۹۸ میلیارد نفر جمعیت قاره آسیا بیشتر در دو کشور چین و هند ساکن‌اند. همانطور که در نمودار ۲۳ می‌بینید سهم چین و هند از دایره ای که جمعیت جهان را نمایش می‌دهد بیشتر است. این دو کشور به تازگی به گروه کشورهای صنعتی جهان پیوسته‌اند و با جمعیت زیادی که دارند، در آلوده سازی جهان سهم بیشتری خواهند داشت. چینی‌ها که تا ده سال پیش هر نفر یک دوچرخه داشتند، اکنون مایل‌اند که مانند اروپایی‌ها، هر خانواده حداقل یک خودرو داشته باشد. به کمک محاسبه‌ای ساده می‌توان فهمید که هر خودرو طی ۱۰۰ کیلومتر مسافت، ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم گاز  $CO_2$  در فضا رها می‌سازد و ۲۵ تا ۵۰ کیلوگرم از اکسیژن موجود در جو را مصرف می‌کند. طبق جدول ۵، هر فرد آمریکایی در سال ۲۰۰۷ میزان ۱۹/۱ تن، هر کانادایی ۱۷/۳ تن، هر استرالیایی ۱۸/۷ تن و هر اروپایی به طور متوسط ۷/۶ تن گاز کربنیک روانه جو می‌سازد. حال آن‌که در همین سال، هر فرد چینی ۴/۵ تن و یا هر نفر هندی کمتر از ۱/۱ تن از این گاز به جو فرستاده است.



نمودار ۲۳. در این نمودار جمعیت جهان را بر حسب تعداد نفرات هر کشور آراسته کرده اند. چین و هندوستان بیشترین جمعیت را دارند که تقریباً ۶۰ درصد دایره فوق را می پوشانده و سپس جمعیت سایر کشورهای دنیا را به رنگهای متفاوت آورده اند. ایران به رنگ سرخ در ردیف یازدهم قرار دارد.

نقل و انتقالات و تأمین مایحتاج بیش از ۷/۲ میلیارد نفر جمعیت کنونی کره زمین احتیاج به مصرف انرژی و پیشرفت صنعت شیمی، پتروشیمی و شیمی کشاورزی دارد. صنعت و دانش شیمی که از ۱۸۰۰ میلادی به بعد توسعه و گسترش یافت، اکنون به جایی رسیده که بدون آن زندگی برای ساکنان کره زمین غیرممکن است. همه احتیاجات ما، تغذیه، پوشاک، نظافت، بهداشت، کشاورزی، دامداری و... به وسیله این صنعت تأمین می شود. ولی همین صنعت به شدت آلوده کننده محیط زیست است و از بدو پیدایش، با تصادفها و فاجعه های عظیمی همراه بوده است. شهرهای ما از غرب گرفته تا شرق و از شمال تا جنوب، بر اثر دود کارخانه ها به حالتی اختناق آور و غیرقابل تنفس رسیده اند. میلیون ها شهر نشین ناخودآگاه و به تدریج - ولی همچنان بی تردید - در حال مسموم شدن هستند. مسلماً مردم در کنار رودخانه سن کمتر مسموم می شوند تا در شهر مکزیکو، آتن، تهران، توکیو، میلان، کلکته و یا امثال آن. با وجود این، بنابر اندازه گیری های دقیقی که در زمستان ۲۰۰۹ در پاریس انجام گرفت، ساکنان این شهر نیز باید نسبت به آینده خود نگران باشند. در ماه ژانویه ۲۰۰۹، گوگرد دی اکسید (SO<sub>2</sub>) و ازت منو اکسید (NO) موجود در هوای پاریس به مراتب بیشتر از مقدار مجاز مصوب سازمان بهداشت جهانی بود. در برخی از نقاط پاریس، ۴۴۰ میکروگرم گوگرد دی اکسید در هر سانتی متر مکعب هوا وجود داشته است - به رغم این که پاریس جزو پایتخت های سالم کره زمین به شمار می آید. در همین شهر پاریس و بسیاری از شهرهای فرانسه در اثر عدم بارش به



مدت ده روز در هفته ۸ تا ۱۶ مارس ۲۰۱۴ آلودگی به حدی بود که تمام وسایل نقلیه عمومی را در تمام کشور رایگان ابلاغ کردند و ورود خودروها را به شهر پاریس زوج و فرد کردند، خوشبختانه در اثر بارش باران، آلودگی بعد از ۱۶ مارس برطرف شد.

به گفته رنه دومون، زیست‌شناس مشهور فرانسوی و یکی از مدافعان سرسخت جهان سوم و محیط زیست: «آلودگی شهرها در حال مسموم کردن تدریجی نیمی از جمعیت کره زمین است.» و متأسفانه اعداد و ارقام موجود به او حق می‌دهند. اکنون بعد از ۲۰ سال به جایی رسیده‌ایم که آلودگی هوا و جو هر روزه جان هزاران نفر از ساکنان زمین را می‌گیرد.

باید پرسید که چگونه به این جا رسیده‌ایم؟ چرا شهرهای ما، این چنین ما را مسموم می‌کنند؟ مسئول واقعی این وضع کیست؟

در حقیقت مسئول واقعی این شرایط ناگوار، خودخواهی و فردگرایی افراد بشر است. تعداد خودروهای شخصی روز به روز بیشتر می‌شود و گاز خارج شده از لوله‌ها آگروز آن‌ها چهار برابر بیشتر از دودکش کارخانه‌های روی زمین است. هیچ چیز و هیچ کس نمی‌تواند به این افراد بفهماند که صرف وقت بیهوده در ترافیک انبوه و مصرف ذخایر نفتی کره زمین نه به نفع آن‌ها و نه کمکی به سیاره در حال احتضار ما می‌کند. دولت‌های غربی نیز که بر اساس آرای ملت‌های خود بر سر کارند، به دنبال راضی نگه داشتن رأی‌دهندگان خودند. آن‌ها در قبال چشم پوشی از سلامت کره زمین، موفقیت اقتصادی صنعت اتومبیل‌سازی را بر سلامت محیط زیست ترجیح می‌دهند و از ازدیاد خودروها در شهرها جلوگیری نمی‌کنند. حال آن‌که می‌توانند با سیاستی مناسب و توسعه شبکه وسایل نقلیه عمومی مانع از ورود خودروها به شهرها شده، از آلودگی محیط زیست بکاهند.

ساکنان شهرهای بزرگ اغلب مبتلا به ناراحتی‌های دستگاه تنفسی و آلرژی و آسم‌اند. در اغلب خیابان‌های تهران و بخصوص در مرکز شهر، هوایی که تنفس می‌کنیم باعث سوزش ریه‌های ما می‌شود، ولی متأسفانه آن قدر درگیر گرفتاری‌های روزمره زندگی هستیم که به این مسئله اساسی و مهم، یعنی سلامتی خود، وقعی نمی‌نهییم و بی‌اعتنا از آن می‌گذریم. ممکن است امروز برای بسیاری از مردم این آلودگی‌ها چندان قابل تشخیص نباشد، ولی پژوهشگران عمیقاً نگران آینده نواذگان ما هستند. آماری از تلفات ناشی از آلودگی هوای تهران در دست ندارم تنها با ارائه تصویری از تهران اکتفا می‌کنم، ولی در شهر

مکزیکو، بنا به گفته وزیر بهداشت مکزیک، سالانه ۱۰ هزار نفر به این خاطر تلف می‌شوند. این شهر در روز بیش از ۲۰ میلیون جمعیت دارد. ۳ میلیون خودرو شخصی، ۱۰ هزار اتوبوس، ۸۰ هزار تاکسی، ۲۵۰ هزار کامیون و ۱۳۰ هزار کارخانه، روزانه بیش از ۱۱ هزار تن گرد و غبار مسموم در هوا پخش می‌کنند. مکزیکو در ارتفاع ۲۲۴۰ متری از سطح دریا قرار گرفته و اکسیژن آن ۲۰ درصد کمتر از اکسیژن کنار دریاست. در روز به‌زحمت می‌توان فاصله ۴۰۰ متری را تشخیص داد. در زمستان‌ها به علت آلودگی شدید هوا، بارها مدارس را تعطیل می‌کنند. مأموران دولت که به رشوه‌خواری و تقلب مشهورند، از ۵۰۰ کارخانه آلوده‌کننده محیط شهر، تنها ۵ واحد را تعطیل کردند. جرایم رانندگی پرداخت نمی‌شد و هرکس با پرداخت رشوه می‌توانست به هر نقطه شهر که بخواهد با خودرو شخصی‌اش وارد شود. به علت فقر، اغلب خودروهای مکزیکو بسیار فرسوده و مولد کربن منواکسید هستند.

اما گفتنی است که از سال ۲۰۰۶، شهردار مکزیکو، مارچلو ابرارد که به آلودگی شهر خود واقف شده، اقداماتی اساسی در مورد حمل و نقل بار و مسافر انجام داده است. یکی از اقدامات مؤثر وی، ممنوع ساختن تردد خودرو در مناطق وسیعی از شهر است. او در ۱۲ مارس ۲۰۰۸ و در پی اعلام یکی از روزهای به شدت آلوده همیشگی، تصمیمی انقلابی گرفت. عبور از بسیاری از خیابان‌ها را برای خودروها ممنوع کرد و در عوض در سراسر شهر دوچرخه‌هایی را به‌رایگان در اختیار مردم قرار داد.

و اما در تهران باوجود ممنوع الورد کردن خودروها در ساعاتی از روز و زوج و فرد کردن بخشهایی در بالای شهر هوای تهران در ایام زمستان به حدی آلوده می‌شود که مجبورند ده‌ها روز مدارس را اجباراً "تعطیل اعلام کنند. بنا به اظهار حسن آقا جانی مشاور وزیر بهداشت، در بین فروردین ۱۳۹۰ تا فروردین ۱۳۹۱ حداقل ۴۴۶۰ نفر در اثر آلودگی هوای تهران فوت کرده‌اند.<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> [http://www.lexpress.fr/actualites/1/monde/iran-la-pollution-a-tue-4-460-personnes-en-un-an-a-teheran\\_1205873.html](http://www.lexpress.fr/actualites/1/monde/iran-la-pollution-a-tue-4-460-personnes-en-un-an-a-teheran_1205873.html)



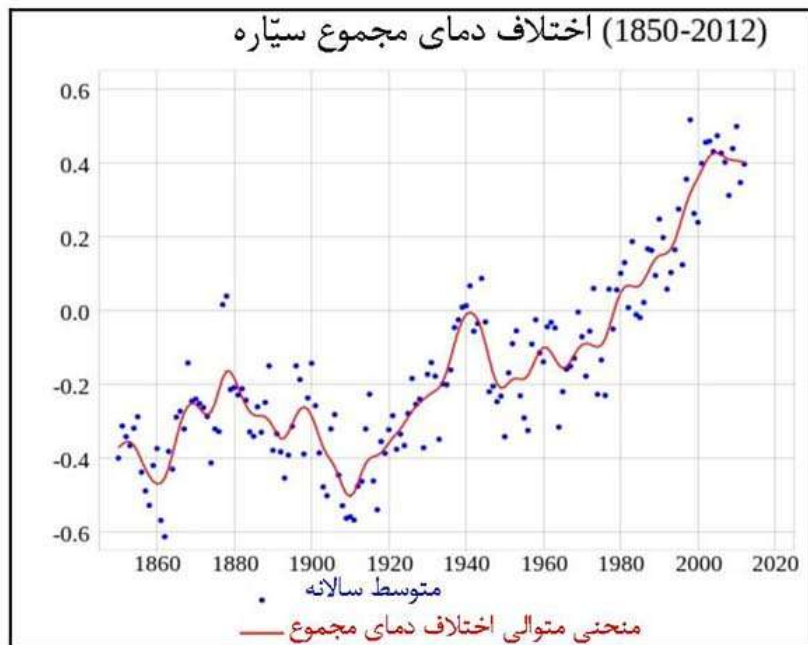
photo : Ghader agheli

FARS NEWS AGENCY

نمودار ۲۴ آلودگی تهران در زمستان ۱۳۹۰

### ۳. تلاش‌های جهانی برای کاهش گازها

در سال ۱۹۹۷ در پی انعقاد معاهدهٔ ریودوژانیرو، کنفرانس جهانی کیوتو در ژاپن برگزار شد. شرکت‌کنندگان این کنفرانس متقبل شدند که سهم تولید گاز کربن دی اکسید خود را به مقدار ۵/۲ درصد نسبت به سال ۱۹۹۰ کاهش دهند. در سال ۲۰۰۰ میلادی، سازمان جهانی هواشناسی اعلام داشت که قرن بیستم گرم‌ترین قرن کرهٔ زمین در هزاره‌های اخیر بوده، و به ویژه سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ بیشترین دما را داشته است. داده‌های به دست آمده به روش‌های گوناگون و به ویژه مطمئن، این افزایش دما را تأیید می‌کنند. در سال ۲۰۰۱ بازهم IPCC اعلام داشت که دمای زمین به میزان ۰/۶ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته است. در سال ۲۰۰۷ باز اعلام شد که سال‌های ۱۹۹۸، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ دمای زمین بیشتر از آنچه تا کنون در تاریخ هواشناسی ثبت شده، بوده است. نگارنده در اوت ۲۰۰۳ شاهد بروز گرمایی طاقت فرسا در فرانسه بود که بر اثر آن طی چهار روز، در کشوری که تجهیزات لازم برای مقابله با دمای بیش از ۲۵ تا حداکثر ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد را ندارند، عدهٔ بی‌شماری (تقریباً ۱۵ هزار نفر) - عمدتاً سالمندان - جان خود را از دست دادند. در نمودار ۲۵ گرمایش دمای زمین را ارائه کرده‌ام.



نمودار ۲۵. اختلاف دمای سیاره بین سالهای (۲۰۱۲ - ۱۸۵۰)

گردهمایی اتحاد جهانی برای حفاظت از محیط زیست (NICN) که از ۵ تا ۱۴ اکتبر ۲۰۰۸ در بارسلون (اسپانیا) برگزار شد، بیشترین تأکید خود را بر ایجاد محیط زیست جدید و تثبیت تنوع موجودات زنده جهان گذاشت. در ششمین نشست جهانی که در ۲۷ تا ۳۱ اکتبر ۲۰۰۸ در برازاویل (کنگو) برگزار شد، از دست رفتن منابع طبیعی نظیر تخریب جنگل‌ها و منابع آبی (هیدرولوژی) کنگو مورد بحث قرار گرفت. ماحصل این گفت و گوها در اجلاس ۲۰۰۹ دربارهٔ دگرگونی‌های محیط زیست و آب و هوای سیاره مطرح خواهد شد و نتیجهٔ نهایی در سال ۲۰۱۱ (که به نام سال نگهداری و حفاظت از جنگل‌ها و جلوگیری از تخریب آن‌ها نام‌گذاری شده است) به تصویب نمایندگان جهانی رسید.

از ۱ تا ۱۲ دسامبر ۲۰۰۸ در بوزنان (لهستان) چهاردهمین اجلاس سازمان ملل در بارهٔ دگرگونی‌های جوّی با شرکت ۸۰۰۰ هواشناس و پژوهشگر محیط زیست از سراسر جهان برگزار شد. در این کنفرانس که ادامهٔ اجلاس بالی (دسامبر ۲۰۰۷) به‌شمار می‌رود، گفت‌وگوهای پس از اجلاس کیوتو را برای اجلاس نهایی‌ای که در سال ۲۰۰۹ در کپنهاگ برگزار خواهد شد تکمیل کردند. بحث اصلی در بارهٔ کاهش گازهای گلخانه‌ای و ایجاد صنایع جدید و پژوهش دربارهٔ منابع سالم تولید انرژی در جهان بود. برای اولین بار تصمیم گرفته شد که در ماه مه ۲۰۰۹ جایزهٔ

جدیدی به فرد یا افرادی که تلاش بیشتری در مقابله با فاجعه‌ای که محیط زیست را تهدید می‌کند، داده شود. لازم به یادآوری است که از ۳۱ اوت تا ۴ سپتامبر سال ۲۰۰۸ در ژنو بیستمین سالگرد تشکیل گروه پژوهشگران بین‌المللی (IPCC) که دربارهٔ تحول آب و هوای سیاره تحقیق می‌کنند گرامی‌داشته شد. این گروه جایزهٔ صلح نوبل سال ۲۰۰۷ را به اتفاق آل‌گور و به‌طور مشترک به دست آورد. آن‌ها اطلاعات زیادی در مورد دگرگونی‌های محیط زیست که ارتباط مستقیم با فعالیت‌های نامعقول اقتصادی بشر دارد به دست آورده‌اند و به جهانیان عرضه کرده‌اند. هجدهمین کنفرانس سازمان ملل (CCNUCC) در بارهٔ تغییرات جوی در شهر دوحه پایتخت کشور قطر از ۲۶ نوامبر تا ۷ دسامبر ۲۰۱۲ انجام گرفت. به‌رغم پیش‌بینی‌های منفی صورت گرفته، سرانجام نمایندگان ۱۹۵ کشور شرکت‌کننده به توافقی - هر چند کوچک - دست یافتند. نتیجهٔ این کنفرانس تصویب و تمدید پیمان کنونی کیوتو تا سال ۲۰۲۰ بود. پیمانی که البته در بهترین شرایط فقط می‌تواند بر روی کشورهای اثر گذارد که مسئول تولید ۱۵ درصد از گازهای گلخانه‌ای جهان هستند. معاهدهٔ کیوتو برای حفاظت از محیط‌زیست اهمیت بسیار دارد و اگر به اجرا درآید، ممکن است سیارهٔ بیمار ما را تا حدی شفا دهد. از این رو برخی از شرایط این معاهده را در پی می‌آورم.

#### ۴. معاهدهٔ کیوتو

متن معاهدهٔ کیوتو در سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ بازبینی و اصلاح شده است. در این معاهده که تاکنون به امضای ۱۷۲ کشور رسیده، سعی بر آن است تا از تغییرات جوی سیاره جلوگیری شود و منشور آن بر کاستن از گازهایی تأکید دارد که حالت گلخانه‌ای زمین را تشدید می‌کنند.

#### الف) این گازها عبارت‌اند از:

- گاز کربنیک یا کربن دی‌اکسید ( $CO_2$ ) که از سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدایی و یا آتش‌سوزی جنگل‌ها حاصل می‌شود.

- گاز متان ( $CH_4$ ) که از دامداری‌ها، برنجزارها، انباشته شدن زباله‌ها، همچنین استخراج زغال‌سنگ و سوخت‌های فسیلی دیگر به جو زمین منتقل می‌شود.

- هالوکربورها (HFC, PFC) یعنی گازهایی که در یخچال‌ها و دستگاه‌های خنک‌کننده نظیر کولر و اسپری‌های معطرکننده و یا رنگ‌ها و لوازم آرایشی و... به کار می‌روند و در نهایت بعد از استهلاک به جو زمین منتقل می‌شوند.

- پروتواکسید ازت (یا نیتروژن اکسید ازت  $N_2O$ ) که از کاربرد کودهای ازته و برخی از محصولات شیمیایی تولید می‌شود.

- گوگرد هکزا فلئورور ( $SF_6$ ) که در تبدیل‌کننده‌ها (ترانسفورماتورها) ی برق کاربرد دارند.

کشورهای صنعتی و یا در حال رشد مانند روسیه تقبل کرده‌اند که مقدار تولید گاز کربنیک خود را به مقدار  $5/6$  - درصد نسبت به سال ۱۹۹۰ در دوره ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ پایین آورند. بین این کشورها ایالات متحد آمریکا تا میزان ۷- درصد، ژاپن به میزان ۶- درصد و مجموعه کشورهای عضو اتحادیه اروپا به میزان ۸- درصد از تولید این گاز خواهند کاست. معاهده کیوتو از ۱۶ فوریه ۲۰۰۵ در زمانی که ۵۵ کشور آن را امضا کرده بودند به اجرا درآمد. در بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱ پانزده کشور اروپایی مقدار تولید گازهای گلخانه‌ای خود را به میزان سال ۱۹۹۰ کاهش دادند، ولی کانادا که اکنون ۲۰ درصد بیشتر از سال ۱۹۹۰ گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای تولید می‌کند هنوز اقدامی برای کاستن تولید این گازها نکرده است. روسیه نیز معاهده کیوتو را امضا کرده است. آمریکا که به تنهایی ۳۵ تا ۴۰ درصد گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای را تولید می‌کند در سال ۲۰۰۱ این معاهده را امضا نکرد. در نهایت آمریکا در فوریه ۲۰۰۵ با آن به ظاهر موافقت کرد، ولی تاکنون تعهدنامه آن را امضا نکرده است. تعهدات کیوتو نوعی بلندپروازی در نظام سرمایه‌داری جهانی است و برخی از کشورها را در بن بست قرار می‌دهد. برای این‌که این کشورها بتوانند در کاستن از تولید گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای با دیگر کشورها تشریک مساعی کنند، نرمش‌هایی در الزامات این معاهده در نظر گرفته‌اند.

## ب) سازوکارهای این نرمش‌ها بدین شرح است:

- برخی از کشورها می‌توانند حق انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را بین کشورهای صنعتی خرید و فروش کنند.

- در معاهده کیوتو، برقراری نوعی سازوکار نرمشی موسوم به «سازوکار کاربُردی دوجانبه»<sup>۱</sup> بین کشورهای صنعتی مورد موافقت قرار گرفت. به این گونه که اگر کشوری در راه کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای در خارج از مرزهای خود و در کشور صنعتی دیگری سرمایه‌گذاری کند، اعتباری در خصوص سهمیه کاهش گاز گلخانه‌ای خود به دست می‌آورد.

- و نیز سازوکار دیگری به نام «مکانیسم توسعه تمیز»<sup>۲</sup> تعیین شده، به این معنا که اگر کشوری توسعه یافته در کشورهای در حال توسعه به منظور کاهش گازهای گلخانه‌ای سرمایه‌گذاری کند، همانند حالت قبل، اعتباری در میزان کاهش گازهای خود به دست می‌آورد.

در سطح بین‌المللی، در اجلاس مراکش (سال ۲۰۰۱) شرایط انتخاب سازوکارهای کاربردی دوجانبه و توسعه تمیز را مشخص کرده‌اند. این سازوکارها باید مکمل یکدیگر باشند؛ یعنی کاهش مؤثری در انتشار گازهای گلخانه‌ای پدید آورند. همچنین کشوری که این نوع سرمایه‌گذاری را پذیرفته، باید خود نیز جزء امضاکنندگان معاهده کیوتو باشد. از سوی دیگر در سطح اتحادیه اروپا، ابزارهای قضایی لازم را تنظیم کرده‌اند و تمایل به اجرای مقررات معاهده کیوتو را ابراز داشته‌اند.

## پ) برقرارساختن پروانه انتشار و نظام مبادله سهمیه انتشار گازها

از اول ژانویه ۲۰۰۵ بازار اروپایی خرید و فروش سهمیه انتشار گازها برقرار شده است. نظام مبادله که بر اساس تصویب‌نامه ۲۰۰۳/۸۷ - به نام سهمیه (Quota) - به صورت تجربی و برای سال‌های ۱۲ - ۲۰۰۵ به اجرا درآمده، سعی دارد انتشار گاز کربنیک را در صنایع تولید کاغذ، شیشه، سیمان، بخش‌های تولید انرژی الکتریکی و تصفیه‌خانه‌ها، به میزان ۴۵ تا ۵۰ درصد کاهش دهد. این تصمیم مربوط به ۱۲ هزار واحد از تأسیسات اتحادیه اروپا و شامل ۲۵ کشور است. دو دوره کاربردی در آن در نظر گرفته شده است: دوره اول از سال ۲۰۰۵

1. Joint Implementation (JI)  
1. Clean Development Mechanism

تا ۲۰۰۷، و دوره دوم از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲. بهره برداران از این سهمیه بندی باید در پایان هر دوره سهمیه گاز کربنیک تولید شده خود را بازپس دهند. اهمیت این سازوکار در آن است که این سهمیه‌ها قابل خرید و فروش هستند. مثلاً اگر کارخانه‌ای بیش از حق خود گاز تولید کرده باشد، می‌تواند از کارخانه‌ای که نسبت به سهمیه خود کمتر گاز تولید کرده، سهمیه تولید گاز خریداری کند. بدین ترتیب مجموع گازهای کاهش یافته ثابت خواهد ماند.

نظام سهمیه بندی ممکن است در سطح یک کشور، یا اگر خوشبینانه‌تر فکر کنیم، در سطح اتحادیه‌ای مانند اتحادیه اروپا قابل اجرا و تا حدی نتیجه بخش باشد، ولی در سطح جهان و در میان کشورهایی با نظام‌های سیاسی متفاوت و گاه بیگانه با پیمان‌های بین‌المللی، معاهده کیوتو را با دشواری‌های بسیار دست به گریبان خواهد ساخت. در اینجا لزوم مشارکت دادن کشورهای در حال توسعه و به ویژه موقعیت دشوار امریکا را که باعث شد در سال ۲۰۰۱ از امضای معاهده کیوتو سرباز زند، تشریح خواهیم کرد.

### ت) چگونه می‌توان کشورهای در حال توسعه را به معاهده کیوتو وارد ساخت؟

در حال حاضر کشورهای در حال توسعه نیاز به کمک‌های صنعتی، منابع اقتصادی و به ویژه نیروی انسانی متخصص و کارآموده دارند. در این کشورها باید فرهنگ اجتماعی و سیاسی تحول یابد و این خود موضوع پراهمیتی است و اجرای آن با دشواری‌های بسیار روبه‌روست. از سوی دیگر، نظام سرمایه‌داری حاکم بر جهان متکی بر منافع مادی است و چندان تمایلی به توسعه یافتن این کشورها ندارد. برعکس مایل است این کشورها همواره مصرف‌کننده بی‌قید و شرط فرآورده‌های صنعتی آنها باشند و از دستمزد پایین کارگران آنها بهره بگیرند. به همین دلیل است که بسیاری از صاحبان صنایع غرب، کارخانه‌های خود را به کشورهای جهان سوم برده، با دستمزدها و هزینه‌هایی به مراتب کمتر، محصولات خود را تولید و در جهان توزیع می‌کنند. هزینه بیمه و بازنشستگی و مالیات در کشورهای جهان سوم به مراتب کمتر از کشورهای غربی است و در مقابل مقررات دست و پاگیری هم در مورد آلودگی محیط زیست در این کشورها وجود ندارد.



اما آلودگی محیط زیست جهانی و افزایش گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای در آینده همگان را وادار خواهد ساخت تا به جای توسعه صنعتی متکی بر منافع صرفاً مالی و اقتصادی، در پی توسعه پایدار بر روی سیاره باشند. بنابراین به ناچار باید به توسعه کشورهای جهان سوم هم یاری رساند تا به توسعه نسبتاً کامل برسند و آن زمان آن‌ها را وادار به اجرای معاهده کیوتو ساخت. با وجود این، پیشرفت سریع کشورهای پرجمعیت آسیا نظیر چین، هندوستان، مالزی و ... مغایر با برنامه کاهش آلودگی‌های جوّی است و الزاماً باید روش افراط و تفریط متکی بر فرهنگ مصرفی غرب را - که از آغاز قرن بیستم بر ملت‌های سراسر جهان تحمیل شده - تعدیل کرد. همچنین برای نجات سیاره، باید ملت‌های پیشرفته غرب نیز روش زندگی خود را دگرگون کرده، در آن تجدید نظرکنند. البته آشکار است که اجرای چنین کاری به سادگی میسر نیست. زیرا ظاهر بسیار فریبنده شیوه زندگی غربی چنان در جهان گسترش یافته که حتی چینی‌ها و هندی‌ها و در سال‌های آینده بنگلادشی‌ها که در گذشته از چهارپایان و یا دوچرخه برای حمل و نقل استفاده می‌کردند، تمایل بسیاری به بهره‌گیری از لوازم نقلیه موتوری دارند. هم‌اکنون نمونه این گرایش را در چین می‌بینیم که پیشتر از آن یاد کردم. بنابراین نباید توقع داشت که این کشورها به زودی دست در دست کشورهای پیشرفته، برای کاهش گازهای گلخانه‌ای خود تلاش کنند. در جدول ۵. دیدیم که تولید گاز کربنیک به ازای هر چینی ۴/۵ تن در سال و برای هر هندی کمتر از ۱/۱ تن در سال است. این چینی و آن هندی می‌خواهند در آینده مانند یک امریکایی زندگی کنند. خودرو داشته باشند و سفر کنند، از محصولات غذایی‌ای که در این سو و آن سوی دنیا تولید می‌شود و در دسترس مصرف‌کنندگان است بهره ببرند. برای حمل و نقل این مواد انرژی لازم است و به ویژه در حمل و نقل کالا، انرژی فسیلی بیشتر مصرف می‌شود. یعنی همان مسائلی که امریکا را واداشته از امضای تعهد نامه کیوتو خودداری کند، در سال‌های آینده برای این کشورهای در حال توسعه نیز مطرح خواهد شد.

بنابراین شرایط کنونی امریکا به‌رغم پیشرفت چشمگیر در صنعت، شباهت زیادی با وضعیت آینده کشورهای در حال توسعه خواهد داشت. از آن‌جا که در آینده باید نشر گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای در سراسر سیاره کاهش یابد، در نتیجه باید دو مدل را در نظر گرفت: کاهش آلودگی و تولید گازهای گلخانه‌ای بر حسب درآمد سرانه و درآمد ناخالص ملی، و یا بر اساس جمعیت.

پیداست که در شرایط فعلی باید این کاهش را در کشورهای در حال توسعه بر اساس جمعیت آن‌ها در نظر گرفت و نه بر اساس درآمد ناخالص ملی آن‌ها. همچنان‌که در نمودار ۱۹ دیدیم، کشور چین با  $\frac{1}{3}$  میلیارد جمعیت، در سال ۲۰۰۴ معادل  $\frac{4}{5}$  میلیارد تن گاز کربنیک نشر داده است. حال آن‌که امریکا با ۳۰۰ میلیون نفر در همین سال  $\frac{5}{2}$  میلیارد تن گاز کربنیک به جو فرستاده است. بنابراین، در مورد چین و یا هند بر اساس جمعیت آن‌ها و در مورد امریکا و کشورهای غربی بر اساس درآمد سرانه ناخالص ملی آن‌ها باید تصمیم گرفت. چنان‌که گفته شد شرایط آینده کشورهای در حال توسعه نظیر شرایط کنونی امریکا در کاهش گازهای گلخانه‌ای است. بنابر این باید وضعیت اقتصادی امریکا را در این خصوص بررسی کنیم. چراکه همین وضعیت در ده تا پانزده سال آینده گریبانگیر کشورهای چین، هند، مالزی و ... خواهد شد.

### ث) وضعیت اقتصادی امریکا در صورت اجرای معاهده کیوتو

۱. فراز و نشیب‌های حضور امریکا در معاهده کیوتو: از بسیاری جهات امریکا نقشی اساسی در معاهده کیوتو خواهد داشت. با وجود این، بعد از اظهارات جرج بوش در سال ۲۰۰۱ به نظر می‌رسید که این معاهده باید بدون امریکا مسیر خود را طی کند. از نظر پیشینه تحولات، بد نیست شرایط اقتصادی امریکا را مورد بررسی قرار دهیم. می‌دانیم که از فوریه ۲۰۰۵ امریکا موافقت اصولی خود را با این معاهده اعلام داشته است و به ویژه در سال‌های اخیر به خوبی متوجه خطرها و هزینه‌های سنگینی که تغییرات جوّی بر آن کشور وارد آورده شده و دریافته که به هر صورت ناچار است به این معاهده تن در دهد. سال ۲۰۰۵ گردبادهایی به نام کاترینا Katrina در جنوب امریکا و به ویژه در منطقه نیواورلئان اتفاق افتاد، بیش از ۱۰۸ میلیارد دلار خسارت و ۱۸۳۶ نفر کشته به جا گذاشت. انتخاب باراک اوباما، از دموکرات‌های امریکا، نوید خوشی برای آینده معاهده کیوتو در بر داشت. ولی ورشکستگی بانک‌ها در سال ۲۰۰۸ فشار زیادی بر اقتصاد امریکا وارد آورد، در حالی که اگر امریکا بخواهد معاهده کیوتو را به طور کامل و دقیق اجرا کند، مجبور به صرف هزینه بسیار خواهد شد.

امریکایی‌ها در تمام گفت‌وگوهای بین‌المللی، از کنفرانس ریو دو ژانیرو در سال ۱۹۹۲ تا کیوتو در سال ۱۹۹۷، شرکت کرده‌اند. آل‌گور، معاون رئیس جمهوری امریکا در دوران کلینتون، متن معاهده را به نام ایالات متحد امریکا امضا کرد و از

آن پس گفت وگوها به خوبی بین امریکا و اتحادیه اروپا پیش می‌رفت. به ویژه در مورد کیفیت کاربردی معاهده و تحول در هدف اصلی که کاهش گازها و کاهش آلودگی محیط‌زیست و نجات سیاره بود. اما اولین اختلاف نظر در نوامبر ۲۰۰۰ در کنفرانس لاهه پیش آمد. امریکا نرمش‌پذیری بیشتری را خواستار بود و در این مورد استرالیا، کانادا و ژاپن نیز با آن کشور هم صدا شدند. حال آن‌که اتحادیه اروپا بر مواضع خود پافشاری می‌کرد. جرج بوش پدر در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو معاهده ریو را امضا کرده بود، حال آن‌که جرج بوش پسر در تمام دوران تبلیغات انتخاباتی، مخالفت خود را با معاهده کیوتو اعلام می‌داشت و در نهایت در انتخابات برنده شد. موضع‌گیری او در مقابل این معاهده، در ماه مارس ۲۰۰۱ به اجرا درآمد و ایالات متحده امریکا را از معاهده کیوتو خارج ساخت. این موضع‌گیری اعتراضات وسیع و پردامنه‌ای را در اروپا و حتی در امریکا برانگیخت. سیاستمداران امریکایی نیز به‌سختی با این تصمیم بدون مشورت و یک‌جانبه بوش مخالفت کردند. اتحادیه اروپا نمایندگانی از کمیته دفاع از محیط زیست اروپا را به سرپرستی رئیس این کمیته، مارگارت والس‌تروم، به نزد جورج بوش فرستاد. بوش آن‌ها را به حضور پذیرفت ولی تغییری در موضع خود نداد. ایالات متحده همان‌طور که در جدول ۵ دیده شد، آلوده‌سازترین کشور دنیاست و خروج امریکا از معاهده کیوتو برابر با مرگ آن معاهده بود. به‌ویژه بعد از این موضع‌گیری، بسیاری از کشورها از جمله استرالیا، ژاپن و کانادا نیز اعلام داشتند که این معاهده را امضا نخواهند کرد. در ژوئیه ۲۰۰۱ در کنفرانس بُن، اتحادیه اروپا توانست این کشورها، به ویژه ژاپن و روسیه را قانع سازد که تعهدنامه کیوتو را امضا کنند.

## ۲. دلایل خروج امریکا از معاهده کیوتو: از کنفرانس لاهه به بعد، امریکایی‌ها

دلایلی را برای مخالفت خود با این معاهده جست‌وجو کرده بودند.

— عدم اطمینان کامل از صحت‌داشتن افزایش دمای زمین بر اثر گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای.

— شک و تردید در مورد تصمیم‌گیری‌های بین‌المللی برای کاهش این گازها.

— مخالفت سنای امریکا با امضای معاهده کیوتو.

— شرکت ندادن کشورهای در حال توسعه که مقادیر چشمگیری گاز در سطح

سیاره منتشر می‌کنند (برای مثال چین و هندوستان).

— جدی بودن تصمیمات الزام‌شده برای ایالات متحد آمریکا و تحمیل هزینه فراوان بر اقتصاد آن کشور.

شاید در سال‌های قبل از ۲۰۰۰ میلادی عدم اطمینان نسبت به اثرگذاری گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای تا حدی قابل قبول می‌نمود زیرا پژوهشگران مدل‌هایی قطعی ارائه نکرده بودند و درباره تأثیرگذاری این گازها در سطح سیاره و در پایان قرن بیستم مدارک صددرصد مطمئنی عرضه نشده بود. به رغم این، همه پژوهشگران در سراسر جهان باور داشتند که انتشار گازها سبب افزایش دمای زمین شده و این ناشی از فعالیت‌های صنعتی بشر بوده است. پژوهشگران سیاستمداران را برای کاهش این گازها تحت فشار قرار داده بودند. اکنون ۸ سال بعد از خروج آمریکا از این معاهده، خود آمریکایی‌ها بیشتر از تغییرات جوّی آسیب می‌بینند. افزایش دما توفان‌های وحشتناکی را در جنوب کشورشان به وجود آورده و زیان‌های جانی و مالی بسیاری در پی داشته است. آمریکایی‌ها به خوبی حقیقت تلخ افزایش دمای زمین را دریافته‌اند و می‌دانند که اگر یخ‌های قطبی آب شود، بخش‌های بزرگی از کشورشان زیر آب خواهد رفت. دلیل دوم نیز چندان محکم نیست، زیرا در سال ۱۹۹۲ سنای آمریکا بعد از مخالفت جزئی اولیه با معاهده ریودوژانیرو، به آن رأی مثبت داد.

دلیل سوم در واقع بسیار نا بجاست، زیرا کشورهای غربی، به ویژه آمریکا، طی یک و نیم قرن گذشته با صنعت پیشرفته خود سیاره را بسیار آلوده کرده‌اند. ضایعات کنونی و تغییرات دما، ناشی از فعالیت نامعقول آن‌ها، به‌ویژه از اواسط قرن نوزدهم تا اواسط قرن بیستم و به واسطه مصرف زغال سنگ بوده که آلودگی‌های زیادی در جوّ زمین به وجود آورده است. حال آن‌که در همین مدت، کشورهایمانند چین و هندوستان به شیوه سنتی زندگی می‌کردند و آلودگی چندان‌ی ایجاد نکرده بودند. اکنون اگر قرار باشد که معاهده کیوتو را به طور کامل در مورد آن کشورها به اجرا گذارند، مانع از توسعه آن‌ها خواهند شد. به همین دلیل است که اتحادیه اروپا کشورهای در حال توسعه را در مرحله بعدی معاهده که از سال ۲۰۱۵ شروع خواهد شد قرار داده است. آمریکا با این شرط موافق نیست. از سوی دیگر، در این معاهده آمده است که کشورهای پیشرفته باید در پاکیزه‌ساختن تأسیسات کشورهای در حال توسعه مساعدت کنند.

چهارمین دلیل تا حدی واقعیت دارد. زیرا کاستن از گازهای آلوده‌کننده هزینه زیادی دارد و نه تنها به اقتصاد آمریکا لطمه می‌زند، بلکه برای تمام کشورهای

صنعتی پیشرفته که طی یک و نیم قرن سلامت سیاره را فدای راحتی و آسایش ساکنان کشورهای خود کرده‌اند، نارسایی‌های اقتصادی به بار خواهد آورد. در حقیقت برای نجات سیاره، باید فداکاری‌های بسیار جدی، حتی بیش از آنچه در معاهده کیوتو آمده، کرد. اصولاً باید روش زندگی را در سراسر جهان دگرگون ساخت و صنایع را نزدیک به محل مصرف قرار داد تا حمل و نقل - که مقدار زیادی گاز آلوده‌ساز تولید می‌کند- در سطح جهان کاهش یابد. به جای تولید خودروهای شخصی باید وسایل نقلیه عمومی را گسترش داد و رایج کرد. باید از مصرف سوخت‌های فسیلی جداً خودداری کرده، از روش‌های بسیار تمیز تولید انرژی (مانند انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی جذر و مد، انرژی اعماق زمین و ...) استفاده کرد. هیدروکربورها که به آنها «سوخت فسیلی» می‌گویند و در سطح جهان گاه حتی ارزان‌تر از آب آشامیدنی است، به عنوان سوخت مصرف می‌شوند، مواد پرارزشی هستند که به کمک صنایع پتروشیمی می‌توان از آنها انواع وسایل زندگی، از لباس گرفته تا مواد غذایی مورد احتیاج بشر را تهیه کرد. بعداً خواهیم گفت که سوختن این مواد در خودروها و یا در نیروگاه‌ها فقط یک سوم انرژی نهفته در ذات آنها را مورد استفاده قرار می‌دهد و دو سوم دیگر به صورت گرما به جو زمین منتقل می‌شود و دمای زمین را بالا می‌برد.

**۳. تجزیه و تحلیل اقتصادی کاهش گازها:** چنان‌که گفته شد، الزامات معاهده کیوتو اقتصاد کشورهای پیشرفته صنعتی را تحت تأثیر قرار خواهد داد و مانع از توسعه بیشتر اقتصاد لجام‌گسیخته آنها که منحصراً براساس توسعه مادی است، خواهد شد. این کشورها باید بکوشند که راه توسعه پایدار را در پیش گیرند و تا آن‌جا که ممکن است موانعی در برابر افراط و تفریط‌های نامعقول اجتماعات خود به وجود آورند. به ویژه باید مانع از تبلیغ برای مصرف بیشتر در رسانه‌های عمومی شوند. همچنین باید موانعی در مقابل تبلیغ‌های دروغین برای فرآورده‌هایی به وجود آورند که اصولاً وجود آنها غیرضروری است؛ تبلیغ‌هایی که در اغلب اوقات همراه با پیشنهادهای فریبنده و غیرعلمی است.<sup>۱</sup>

---

۱. آیا می‌دانید که شرکت مک‌دونالد در سال ۲ میلیارد دلار صرف تبلیغ برای رستوران‌های خود می‌کند که غذایش، بنا بر نظر سازمان بهداشت جهانی، برای سلامتی زیان بار است؟ در حالی که بودجه سالانه سازمان بهداشت جهانی برای تبلیغ در مورد سلامت افراد بشر، از جمله ترویج تغذیه سالم، تنها ۲ میلیون دلار است!

تجزیه و تحلیل اقتصاد امریکا بر مبنای الزام‌های کیوتو برای بررسی وضعیت آینده کشورهای در حال توسعه دارای اهمیت است. این بررسی‌ها بر اساس پژوهش‌های اداره اطلاعات انرژی امریکا<sup>۱</sup> و یک مؤسسه نظرسنجی و تجزیه و تحلیل‌های اداره کل انرژی امریکا انجام شده است. در این پژوهش‌ها کاربرد معاهده کیوتو را در حالت‌های مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند. برای مثال امریکا در سال ۲۰۱۵ باید مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را به نسبت سال ۱۹۹۰ به میزان ۷ درصد کم کند (برای ساده کردن، از این به بعد می‌نویسیم: ۷٪ - ۱۹۹۰). این بررسی‌ها در سال ۱۹۹۸ انجام شده و در پی آن انتخابات سال ۲۰۰۰ امریکا برگزار شده است و پس از آن جرج بوش پسر، در سال ۲۰۰۱ امریکا را به کلی از تعهداتش نسبت به معاهده کیوتو خارج نمود.

در این پژوهش‌ها و تجزیه و تحلیل‌ها، مسائل مختلفی از قبیل کاهش انرژی نیروگاه‌های اتمی یا نحوه تحول صنعت و مقاومت مصرف‌کنندگان امریکایی در برابر افزایش بهای اجناس، به‌ویژه سوخت برای خودروها و دگرگونی در زندگی مردم امریکا، کاهش درآمد سرانه ناخالص ملی، پرداخت مالیات اضافی و محرومیت‌های بسیار دیگر که در پی کاهش گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای روی خواهد داد، در نظر گرفته شده است. همچنین با توجه به این‌که زیان اقتصادی حتمی است، درآمد سرانه ناخالص ملی بین ۱ تا ۲ درصد نزول خواهد کرد. در این تجزیه و تحلیل‌ها، قیمت گاز کربنیک تولید نشده را بر اساس ارزش دلار (در سال ۱۹۹۶) و برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ و بر مبنای معیار تعیین‌شده و الزام‌شده در معاهده کیوتو آورده‌اند. حاصل این پژوهش‌ها هزاران صفحه گزارش و صدها نمودار است و نتیجه‌گیری‌ها در شرایط و وضعیت‌های مختلف و با در نظر گرفتن تحول جمعیتی امریکا و سیاست‌های امریکا نسبت به پذیرش یا عدم پذیرش مهاجر در سنوات ذکر شده، ارائه شده است. در این‌جا به اختصار پیش‌بینی تحول جمعیت امریکا را از سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۱۰۰ در جدول ۷ آورده‌ام و می‌بینید که تا سال ۲۱۰۰ و با سیاست پذیرش مهاجر، جمعیت این کشور دو برابر خواهد شد.<sup>۲</sup>

2. Energy Information Administration

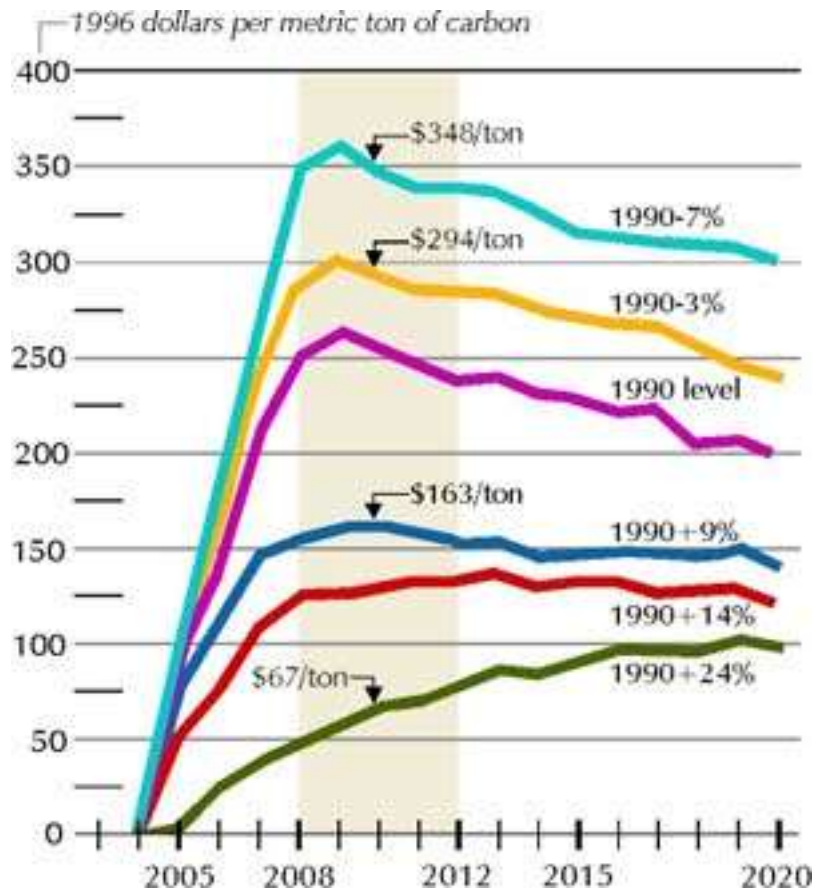
1. Population Projection program , Population Division,U.S.census Bureau.

سال	جمعیت بر حسب میلیون نفر
۱۹۹۸	۲۷۰/۲۹۹
۲۰۱۰	۲۹۹/۸۶۲
جمعیت کنونی مارس ۲۰۱۴	۳۲۱/۴۰۴
۲۰۲۰	۳۲۴/۹۲۷
۲۰۵۰	۴۰۳/۶۸۷
۲۱۰۰	۵۷۰/۹۵۴

جدول ۷. تحول جمعیت در آمریکا در قرن بیست و یکم.

با توجه به افزایش جمعیت و هزینه کاهش گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای که در نمودار ۲۶ دیده می‌شود، ظاهراً می‌توان در شرایط سال ۲۰۰۱ به امریکایی‌ها حق داد که نسبت به معاهده کیوتو نگران باشند. ولی نگرانی مهم‌تر برهم خوردن تعادل سیاره زمین و افزایش تعداد توفان‌ها و به بار آوردن خسارت‌های سرسام‌آور است. به‌ویژه پدیده ذوب یخ‌های قطبی و بالا آمدن آب دریاها تشدید خواهد شد، که نتیجه آن به زیر آب رفتن میلیون‌ها خانه مردم جهان، در نقاط مختلف سیاره و حتی شهر نیویورک و بخش مهمی از امریکا است. مسلم است که این هزینه در برابر آن پیش‌آمدها ناچیز است.

حال اگر قرار باشد که در زمان کنونی همین شرایط برای کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شود، مسلماً مانعی بر سر راه توسعه آن‌ها خواهد بود. به همین دلیل است که اتحادیه اروپا می‌کوشد که شرایط معاهده کیوتو در مورد کشورهای در حال توسعه - به ویژه چین و هندوستان با جمعیت سرسام‌آورشان - بعد از سال ۲۰۱۵ به اجرا درآید.



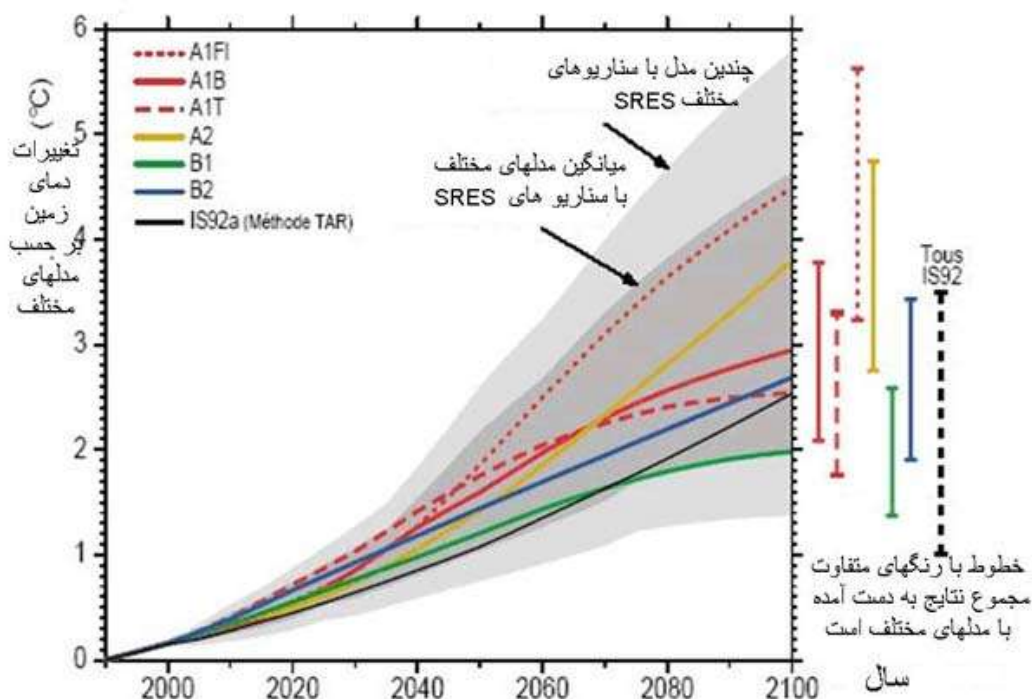
نمودار ۲۶. هزینه کاهش گازهای گلخانه‌ای برحسب کربن به ازای هر تن با معیارهای تعیین‌شده از سوی معاهده کیوتو و برحسب ارزش دلار در سال ۱۹۹۶ و برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ میلادی. پایه و اساس تعهدات کیوتو بر مقدار تولید این گازها در سال ۱۹۹۰ است. این معاهده ایجاب می‌کند که تا سال ۲۰۱۵ همه کشورهای صنعتی پیشرفته جهان مقدار گازهای تولیدی خود را به میزان ۷ درصد کمتر از سال ۱۹۹۰ برسانند. امید است در کنفرانس پاریس که در دسامبر ۲۰۱۵ برگزار خواهد شد توافق قطعی به دست آید.

با توجه به شرایط کنونی جو زمین پیش‌بینی می‌شود که حتی پیش از سال ۲۰۱۵ وضعیت آن چنان خراب شود که همه کشورهای جهان با رغبت کامل تعهدات کیوتو و حتی فراتر از آن را بپذیرند. چون همان‌طور که در سال‌های اخیر مشاهده کرده‌ایم، دگرگونی‌های جوی سرعت تصاعدی یافته‌اند.

اگر تعهدات مطرح شده در معاهده کیوتو به خوبی اجرا شوند امکان دارد گرمایش زمین کاهش یابد و تعادلی بین محیط زیست و ما (انسانها) برقرار شود پیش بینی‌های متفاوتی در نظر گرفته شده است که یک نمونه از آن را در نمودار ۲۷



ارائه کرده ام. برای پیش بینی تحول دمای زمین تا سال ۲۱۰۰ ابتدا باید ذخیره سوخت های فسیلی که مسبب افزایش گاز کربنیک و از آنجا افزایش دمای زمین هستند را نیز در نظر گرفت. ذخیره نفت را می توان در حدود ۴۰ تا ۸۰ سال فرض کرد. ذخیره گاز دو برابر و یا حتی سه برابر آن هنوز در سیاره زمین وجود دارد و ذخیره زغال سنگ را برای چند قرن می توان در نظر گرفت.



نمودار ۲۷. در این نمودار پیش بینی های متفاوتی برای دمای زمین از سال ۲۰۰۵ تا ۲۱۰۰ در نظر گرفته شده است. بهترین شرایط همان اجرای تعهدات پیش بینی شده در معاهده کیوتو هست. یعنی ثابت نگه داشتن مقدار تولید گازهای تشدید کننده حالت گلخانه ای معادل با مقدار تولید این گازها در سال ۱۹۹۰ است. پیش بینی چنین فرضیه ای با B1 و به رنگ سبز در نمودار آورده شده است. در این پیش بینی دمای زمین تا آخر قرن بیست و یکم تنها ۲ درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت. در پیش بینی B2 که عبارت از اجرای پروژه منطقه تمیز است و به رنگ بنفش نمایش داده شده است، در این پیش بینی تا آخر همین قرن ۳ درجه سانتیگراد به دمای زمین افزوده خواهد شد. مدل‌های دیگر در نمودار مشاهده می شود که همه آنها دمای زمین را به بالاتر از ۳ درجه سانتیگراد می رسانند. بحث بیشتر در باره آنها را در رفرانس زیر

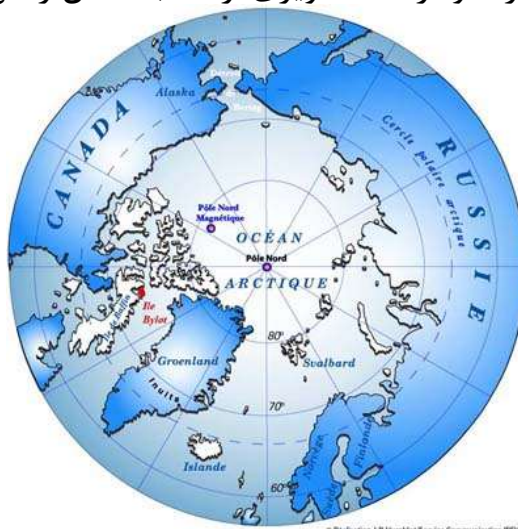
بیاید.<sup>۱</sup> این پیش بینی ها ( SRES ) عبارتست از گزارش ویژه در باره سناریوهای متفاوت در انتشار گازهای تشدید کننده حالت گلخانه ای و در نتیجه افزایش دمای زمین از طرف گروه متخصصین بین المللی بر روی تحولات جوی ( این گروه می تواند با تمام اعضا سازمان ملل همکاری داشته باشد. علامت اختصاری آنها به انگلیسی ( IPCC ) و به فرانسه ( GIEC ) داده می شود.

(SRES) = Special Report on Emissions Scenarios

(IPCC) = Intergovernmental Panel on Climate Change

## ۵. احتمال فروپاشی یخ‌های قطب‌های زمین

قطب شمال با بلندی‌های گروئنلند منطقه‌ای است با وسعت ۲۴۰۰ کیلومتر در ۱۰۰۰ کیلومتر، یعنی مساحت آن در حدود ۲/۴ میلیون کیلومتر مربع ( یعنی تقریباً ۱/۵ برابر مساحت کشورما ) دارد. ارتفاعات متوسط آن ۲۱۳۵ متر از سطح دریاست. ضخامت یخ در برخی از مناطق این بخش از جهان به عمق ۳۰۰۰ متر می‌رسد و می‌توان تصور کرد که حجم مجموع یخ‌های موجود در آن بیش از ۲ میلیون کیلومتر مکعب است. سطح مسطح این منطقه ۱/۷۳ میلیون کیلومتر مربع است. در نمودار ۲۸ تصویری از قطب شمال را می‌بینید.



نمودار ۲۸. تصویری از قطب شمال

<sup>۱</sup> <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/co2-atm-temp.xml>

قطب جنوب با بلندی‌هایی که به آن‌ها کالوت قطبی (Calotte polaire) یا Inlandis می‌گویند، سطحی معادل با ۱۴ میلیون کیلومتر مربع (تقریباً ۸/۵ برابر مساحت ایران) دارد که در برخی از نواحی آن ضخامت متوسط یخ به ۲۰۰۰ متر می‌رسد. حداکثر ارتفاع در قطب جنوب ۴۰۰۰ متر از سطح دریاست. یک سلسله جبال به نام Transantarctique بخش غربی قطب جنوب را از بخش شرقی آن جدا می‌سازد. می‌توان تصور کرد که حجم یخ‌های قطب جنوب در حدود ۲۸ میلیون کیلومتر مکعب باشد. تصویری از قطب جنوب را در نمودار ۲۹ می‌بینید.



نمودار ۲۹. تصویری از قطب جنوب

فرایند پویای ذوب یخ در قطب‌های زمین در مدل‌های ارائه شده از سوی گروه‌های کاری بین‌المللی (IPCC) به خوبی بیان نشده است. اما پژوهش‌های جدید، آسیب‌پذیری آن‌ها را نشان می‌دهد و ممکن است این آسیب‌پذیری منجر به افزایش ناگهانی سطح اقیانوس‌ها شود. آلودگی جو زمین و افزایش دما و خطرات ناشی از آن، بعد از پژوهش‌های دقیق، همواره از سوی کارشناسان به دولتمردان دنیا می‌رسد، ولی گوش‌های شنوا خیلی دیر به آن واکنش نشان می‌دهند. از سال ۱۹۷۰ پژوهشگران مسئله افزایش دمای زمین را به طور مرتب در رسانه‌های عمومی مطرح کرده‌اند، ولی عکس‌العمل سیاستمداران ۲۲ سال بعد در کنفرانس ریو نشان داده شد. مطالبی که پیشتر درباره ذوب یخ‌های قطبی و نفوذ آب‌های گرم در دل کوه‌های یخی گفتیم و یا مطالبی که در پی می‌آید و

مربوط به افزایش سطح دریاهاست و به تازگی کشف شده، نه در کنفرانس لهستان و نه حتی در کنفرانس کپنهاگ مورد بررسی و تصمیم‌گیری قرار خواهد گرفت. زیرا گزارش نهایی این موارد از سوی IPCC تنها در ۱۱ نوامبر سال ۲۰۱۳ در نوزدهمین کنفرانس در ورشو پایتخت لهستان ارائه شود. یک عبارت کوتاه در چهارمین گزارش گروه‌های پژوهش کاری بین‌المللی (IPCC) در دوم فوریه سال ۲۰۰۷ آمده است که توجه چندانی در کنفرانس‌های بین‌المللی به آن نشد. در همان زمان در رسانه‌های عمومی از افزایش سطح دریاها تا پایان قرن بیست و یکم به میزان ۱۸ تا ۵۶ سانتی‌متر یاد می‌شد. اما در مدل‌های ارائه شده، توجهی به وضعیت کالوت‌های قطبی و امکان فروپاشی آن‌ها نشد. حال آن‌که برخی از دانشمندان و کارشناسان هواشناسی، ترس از آن داشتند که ذوب تدریجی یخ‌های موجود در کالوت‌های قطبی و نفوذ آب‌های نسبتاً گرم آن‌ها به درون یخ‌های این منطقه، منجر به شکست در قطعات بسیار حجیم یخ و کنده شدن آن‌ها از ریشه و فروپاشی کالوت‌ها شود و در نتیجه قطعات بسیار بزرگ یخ به سوی اقیانوس‌ها رانده شوند. این پیش‌بینی نگران‌کننده اختلاف نظرها در مورد الزامی بودن نجات سیاره را عمیق‌تر کرد. در کنفرانس پوزنان در لهستان<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> پایان کنفرانس پوزنان بدون نتیجه ملموس

کنفرانس سازمان ملل که برای جلوگیری از گرم شدن کره زمین در شهر پوزنان در لهستان برگزار شد، جمعه شب با اتخاذ طرح یا تصمیمی که باید یک سال دیگر در کنفرانس کپنهاگ به اجرا گذاشته شود به کار خود پایان داد. این تصمیم شامل تسهیل دسترسی کشورهای در حال توسعه به منابع مالی لازم در مواجهه با پی آمدهای تغییر آب و هوای زمین است.

پس از مجادلات سخت و طولانی میان اتحادیه اروپا و کشورهای در حال توسعه، معروف به گروه هفتاد و هفت کشور جهان، عاقبت کنفرانس پوزنان به طور موقتی شورایی را برگزید که پس از انجام برخی تغییرات در تعریف و وظایف حقوقی خود مستقیماً به مشکلات مالی کشورهای متقاضی وام، رسیدگی خواهد کرد. با این حال، موجودی این صندوق بسیار ناچیز و صدمه کمتری از نیازهای برآورد شده است و همین موجب تأسف و دلسردی کشورهای در حال توسعه شد که بیش از سایر کشورها از پی آمدهای تغییر آب و هوای زمین، یعنی از خشکسالی، جاری شدن سیل‌ها و بالا آمدن سطح آب دریاها، در رنج اند. یک نماینده اروپایی حاضر در این کنفرانس با اشاره به تصمیم نهایی نشست پوزنان گفت که **"این تصمیم به طور نمادین نشانه عدم همکاری است که در سال آینده نیز بر روح و روان افراد سنگینی خواهد کرد."** به گفته همین منبع، با این تصمیم در واقع شاهد عقب نشینی همکاری میان کشورهای پیشرفته و در حال توسعه هستیم.

تاریخ انتشار مقاله ۲۰۰۸/۱۲/۱۳، رادیو فرانس RFI

در این باره صحبت به میان آمد. در مذاکرات کپنهاگ در سال ۲۰۰۹ نیز مطرح شد.<sup>۱</sup> طبق این پیش‌بینی‌ها، زندگی میلیون‌ها انسان تحت تأثیر قرار خواهد گرفت، به ویژه در کشورهای جنوبی کره زمین.

در فصل تابستان در نواحی قطبی، در پستی و بلندی‌ها، مخازن وسیعی از آب آزاد پدید می‌آید. این آب‌ها جریان‌هایی را در درون یخ‌های قطبی به وجود می‌آورند. در گروئنلند دریاچه‌های وسیعی به سطحی معادل ۳ کیلومتر مربع تشکیل می‌گردد. اخیراً این دریاچه‌های فصلی به طور ناگهانی (در کمتر از ۹۰ دقیقه) درون یخ‌ها سوراخ‌هایی که به آن‌ها شاتوار (Chatoirs) می‌گویند ایجاد می‌کنند و مانند بازکردن راه‌آب وان حمام، تخلیه می‌شوند. این آب به درون پایه‌های یخی چسبیده به صخره‌ها نفوذ می‌کند و چسبندگی کوه‌های یخی حجیم مستقر بر صخره‌های سنگی را سست می‌کند. این آب‌ها اگر طبق پیش‌بینی، با افزایش دمای زمین بیش از پیش گرم شوند، قادر خواهند بود پایه‌های قطعات عظیم یخ را سست کرده، آن‌ها را روانه دریاها سازند. و این کابوس یخ‌شناسان قطب‌های زمین است.

بعد از این همه تلاش‌ها و گفتگوهای طولانی نهایتاً در کنفرانس بین‌المللی در باره گرمایش زمین و تغییرات محیط زیست گروه (COP19) در ۱۱ نوامبر ۲۰۱۳ در ورشو بر گذارشد. ۱۹۵ کشور شرکت کننده در کنفرانس با دشواریهای بسیار، به ویژه به دلیل مخالفت کشورهای در حال توسعه (مخصوصاً چین) با

---

<sup>۱</sup>کنفرانس جهانی محیط زیست در ۱۹ دسامبر ۲۰۰۹ در کپنهاگ به پایان رسید. شرکت‌کنندگان در کنفرانس جهانی محیط زیست در کپنهاگ در آخرین دقایق پایانی بر سر متنی به تفاهم رسیدند که بر مبنای آن هر ۱۹۵ کشور شرکت کننده در این اجلاس بیانیه نوشته شده توسط ۲۵ کشور جهان را به عنوان مبنای بحث‌های آینده می‌پذیرند. باراک اوباما، رئیس‌جمهوری آمریکا قبل از ترک کپنهاگ اعلام کرد که توافق به دست آمده کامل نیست. بان کی مون، دبیر کل سازمان ملل متحد توافق به دست آمده را شروع مناسبی برای مذاکرات بعدی در این مورد خواند. او در کپنهاگ گفت که این توافق قدمی است در جهتی درست. رناته کوناست، رئیس فراکسیون حزب سبزهای آلمان در پارلمان این کشور، نتیجه این کنفرانس را یک تراژدی نامید. سازمان‌های جهانی زیست‌محیطی مثل "گرین پیس" نیز نتیجه این کنفرانس را ناموفق دانستند. از رادیو دویچه وله آلمان ۱۹ دسامبر ۲۰۰۹

دشواری بسیار بعد از چند شبانه روز گفتگو به نوعی توافق دست یافتند. خواسته های به حق کشورهای در حال توسعه تا حدی مورد توجه واقع شد. قرار بر این شد که کشورهای پیشرفته در عوض تعهدات، مقدار سهمیه خود را در کاهش مقدار گازهای تشدید کننده حالت گلخانه ای زمین، با رقم قطعی بر روی میز گفتگو در کنفرانس پاریس که قرار است در دسامبر ۲۰۱۵ بر گذار شود، بگذارند. بنا به پیشنهاد دبیر کل سازمان ملل متحد بان کی مون (Ban Ki-moon) قرار شد سهمیه قطعی کاهش مقدار گازهای گلخانه ای از طرف کشورهای پیش رفته قبل از کنفرانس پاریس در سپتامبر ۲۰۱۴ در نیو یورک بر رسی شود و سپس به کنفرانس پاریس منتقل کنند.

## ۶. حتی یک دقیقه هم نباید درنگ کرد

چندین سال است که فرایند پویای ذوب یخها در نواحی قطب شمال مشاهده می شود. در آنجا کوههای یخی یا کالوتها که مخازن بسیار عظیمی از آب هستند (۱۰ درصد آب شیرین سیاره زمین) در حال آب شدن اند. همچنین گفتیم که اگر آبهای حاصل از ذوب یخها در فصل گرم در ریشه های چسبیده به صخره ها نفوذ کنند، شاهد جدا شدن کوههای عظیم یخی و ورود آنها به دریاها خواهیم بود. این پدیده می تواند سطح دریاها را تا ارتفاع ۶ متر بالا آورد. ولی اکنون در قطب جنوب نیز نگرانی هایی پدید آمده است. مجموعه یخهای قطب جنوب را به چهار بخش تقسیم می کنند:

۱. کالوتهای شرقی،

۲. کالوتهای غربی،

۳. یخچالهای طبیعی شبه جزیره ای،

۴. دشت های وسیع یخی که بر روی اقیانوس ها شناورند.

با تخمین حجم کالوت های شرقی، اگر این کوه های عظیم یخ از پایه سست شوند و به سوی اقیانوس ها رانده شوند، بر اساس پیش بینی کارشناسان، سطح اقیانوس های سیاره بیش از ۵۰ متر بالا خواهد آمد. اما خوشبختانه در حال حاضر این کالوتها پایدارند و در بالای آنها دریاچه هایی نظیر قطب شمال به وجود نیامده است. ولی در عوض ذوب یخها در سواحل شبه جزیره ای بالاست، زیرا در آنجا افزایش دما از تمام نقاط سیاره بیشتر است و به حد ۳ درجه

سانتی‌گراد می‌رسد. اخیراً مشاهده شده که در هر دوره ده ساله به میزان  $+0/5$  درجه دمای منطقه افزایش می‌یابد. هریک از یخ‌های شبه‌جزیره و یا کالوت‌های غربی اگر وارد اقیانوس‌ها شوند، ارتفاع آن‌ها را به میزان ۵ متر بالا خواهند برد. خطر به دو دلیل ویژه افزایش یافته است:

اول آن‌که دره‌های بین شبه‌جزیره وسیع‌تر از دره‌های قطب شمال هستند، به نحوی که قطعه‌های حجیم یخچال‌ها به سهولت می‌توانند در این دره‌ها سر خورده، به سوی دریاها بروند. بر اثر همین شرایط، سرعت و مقدار یخ‌های در حال حرکت به سوی دریاها در سال‌های اخیر سه برابر شده است.

دوم آن‌که سلسله کوه‌های صخره‌ای غربی قطب جنوب به نحوی بسیار وسیع و مشخص پایین‌تر از سطح دریاها قرار گرفته‌اند و در بسیاری از نقاط یخ‌های چسبیده شده به آن‌ها به سهولت کنده شده و وارد دریاها می‌شوند.<sup>۱</sup> کارشناسان نگران‌اند، زیرا تحرک جریان آب اقیانوس‌ها که به صورت چرخشی به دور قطب جنوب در حرکت است، با آب‌های بیش از پیش گرم‌تر، به این سواحل نزدیک شده و در اثر برخورد با ساحل، امکان ریشه‌کن شدن یخ‌های چسبیده در زیر آب را بیشتر می‌کنند.

بنابر نظر جیمز هانسن، رئیس انستیتو گودارد (Goddard) وابسته به ناسا و هشت پژوهشگر و همکار او در نشریه علم، خطر بسیار نزدیک‌تر از آن است که تصور می‌کردیم. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که باید با دیرینه‌شناسان جوئی (Paleoclimats) مشورت کرده و از آن‌ها پرسش کنیم. طبق نظر آن‌ها، ۶۵ میلیون سال قبل سیاره زمین فاقد یخ بوده است. یخبندان در قطب جنوب تقریباً ۳۵ میلیون سال قبل پیش آمده است. عامل این پدیده، پرتوهای خورشیدی و بازتاب آن‌ها و نیز کمبود غلظت گازهای گلخانه‌ای بوده که سبب سرد شدن ناگهانی سیاره گردیده و قطب‌های یخی سیاره زمین را ایجاد کرده است. در پی این دگرگونی، سطح دریاها کاهش یافته است. بارش برف قطب‌ها را پوشانده و یخچال‌های طبیعی را به وجود آورده است. بنابر این نتیجه‌گیری‌ها، در زمان کنونی ما با پدیده‌ای معکوس روبه‌رو هستیم. کارشناسان تغییرات جوئی به این نتیجه رسیده‌اند که نباید مقدار گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای جو

---

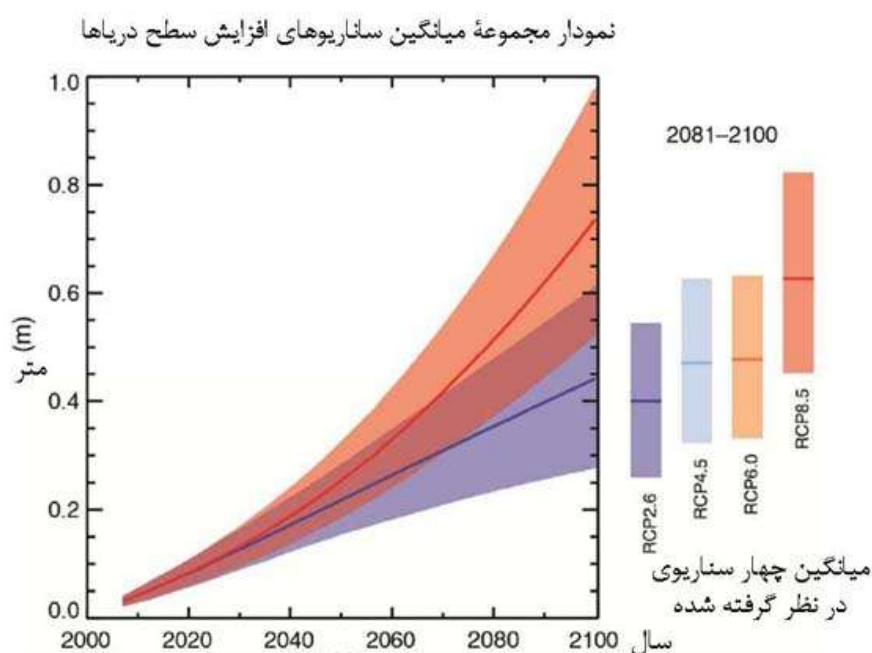
1. "New concerns on the stability of the west", *Atlantic Ice Sheet Environemet Times*, 2004.

زمین از حد مشخص شده بین ۴۵۰ تا ۵۰۰ ppm (یک بخش در هر میلیون بخش گاز جوّی) افزایش یابد. البته این عدد نمودار مجموعه گازهای جوّی و عملکرد آن‌ها در جوّ بر مبنای گاز کربنیک (دی اکسید کربن) است که آن‌را در جدول‌ها معادل CO<sub>2</sub>eq بیان می‌دارند و غلظت گازهای دیگر چون متان و بخار آب و اکسیدهای ازت در آن گنجانده شده است. بنابراین، حدّ گاز کربنیک به تنهایی نباید از ۳۶۰ تا ۴۰۰ بخش در هر میلیون بخش گازهای جوّ بیشتر شود. این غلظت عملاً دو برابر بیشتر از غلظت این گاز پیش از انقلاب صنعتی است. پژوهشگران باور دارند در زمانی که غلظت این گاز به معیار گفته شده در فوق برسد، سیّاره زمین فاقد یخ خواهد شد. بنابر پژوهش‌های دیرینه شناسان جوّی، هنگامی که یخ‌های قطبی زمین تشکیل یافته‌اند، غلظت گاز کربنیک بین ۳۵۰ تا ۵۰۰ بخش در هر میلیون بخش از گازهای جوّی (ازت و اکسیژن) بوده است. در حال حاضر در جوّ زمین ۳۸۵ بخش در هر میلیون بخش گاز کربنیک وجود دارد. لحظه‌ای که این گاز در تمام جوّ سیّاره به حال تعادل برسد و غلظت‌اش در همه نقاط فضا یکسان گردد، سطح آب دریاها چندین متر افزایش خواهد یافت و بنابر دانسته‌های ما از گذشته زمین، می‌توان گفت که این تعادل در حداقل یک قرن آینده روی خواهد داد.

این پیش‌بینی‌ها را باید جدّی گرفت. در واقع تخمین افزایش سطح دریاها بنابر گزارش‌های IPCC در بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ چنین بوده است، حال آن‌که در روزهای اخیر مشاهده می‌شود که گزارش IPCC دقیق نبوده و افزایش سطح دریاها بیشتر از این حد خواهد بود. بنابر گزارش قبلی آنها، افزایش سطح دریاها باید ۲ میلی‌متر در سال بوده باشد. حال آن‌که اخیراً مشاهده شده که افزایش سطح دریاها ۳/۳ میلی‌متر در سال بوده است؛ یعنی ۶۰ درصد بیشتر از آن‌چه آن‌ها گزارش داده بودند. در حالی که دمای زمین ۲ درجه سانتی‌گراد بیشتر از آغاز انقلاب صنعتی (سال ۱۷۸۰م) باشد، بنا بر مدل‌های پیشنهادی، آن‌ها افزایش سطح را بین ۰/۴ تا ۱/۴ متر در چند قرن آینده پیش‌بینی کرده‌اند. حال آن‌که مشاهدات اخیر، حاکی از افزایش ۶۰ درصدی سطح دریاها، مدل پیشنهادی آن‌ها را به ۰/۶ تا ۲/۲ متر خواهد رساند. در واقع اگر تجزیه و تحلیل هانسن و همکارانش درست باشد، حتی نباید یک دقیقه نیز در تنظیم برنامه کاهش گازهای گلخانه‌ای تردید کرد، زیرا منجر به فاجعه‌ای برگشت‌ناپذیر خواهد



شد. در نمودار ۳۰ افزایش سطح دریاها را بنا بر مدل‌های مختلفی که گروه‌های مطالعاتی (IPCC) بعد از سال ۲۰۰۷ به دست آورده‌اند ارائه کرده‌اند



نمودار ۳۰. افزایش سطح دریاها. بر اساس گزارش (IPCC) در سال ۲۰۰۷. در قرن بیستم سطح دریاها در اثر افزایش دمای سیاره ۱۷ سانتیمتر افزایش یافته است. در این گزارش پیش بینی کرده بودند که سطح دریاها تا آخر سال ۲۱۰۰ به مقدار ۱۸ تا ۵۹ سانتیمتر افزایش خواهد یافت. حال آنکه بعد از پژوهش‌های گسترده در هجدهمین کنفرانس بین‌المللی (۲۸ نوامبر ۲۰۱۲) در دوحه (قطر) این گروه اعتراف کرد که در محاسبات به مقدار ۶۰ درصد اشتباه کرده‌اند و سطح دریاها از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ هر سال ۳/۲ میلی‌متر افزایش یافته است. یعنی تا پایان قرن بیست و یکم سطح دریاها ۲۶ تا ۸۲ سانتیمتر افزایش خواهد یافت. در این نمودار مجموعه میانگین پیش‌بینی‌های چهارگانه IPCC آورده شده است.<sup>۱</sup>

تنها یک متر افزایش سطح دریاها به صدها میلیون ساکنان زمین آسیب وارد خواهد آورد. ۱۰ میلیون نفر در مصر، ۳۰ میلیون نفر در بنگلادش و یک چهارم ساکنان ویتنام بی‌خانمان خواهند شد و باید به سوی سرزمین‌های مرتفع کوچ

<sup>۱</sup> Representative Concentration Pathways (RCPs)

RCP مربوط به چهار سناریوی پیش‌بینی افزایش دمای زمین و در نتیجه ذوب یخ‌های قطبی و افزایش سطح دریاها است.

کنند.<sup>۱</sup> شهرهای هلند، لندن و نیویورک شرایط خطرناکی خواهند داشت. رئیس گروه IPCC، راجاندرا پچوری<sup>۲</sup>، آرزو دارد که گزارش کاری این گروه واقعی‌تر از پیش‌بینی قبلی آن‌ها دربارهٔ ذوب یخ‌های قطب جنوب و شمال باشد. متأسفانه این گزارش برای اجلاس سال ۲۰۱۳ پیش‌بینی شده بود و در کنفرانس ماه دسامبر ۲۰۰۸ لهستان مطرح شد و نتیجه مطلوب به بار نیامد و نیز در کنفرانس دسامبر سال ۲۰۰۹ کپنهاگ قرار شد به کشورهایی که از گرمایش محیط زیست آسیب دیده‌اند، کمک‌های مالی شود. البته مقدار کمک‌های در نظر گرفته شده در این کنفرانس آن قدر نبود که خساراتی را که توفانها و تغییرات جوی بر مردم کشورهای ضعیف وارد می‌آورد جبران کند.

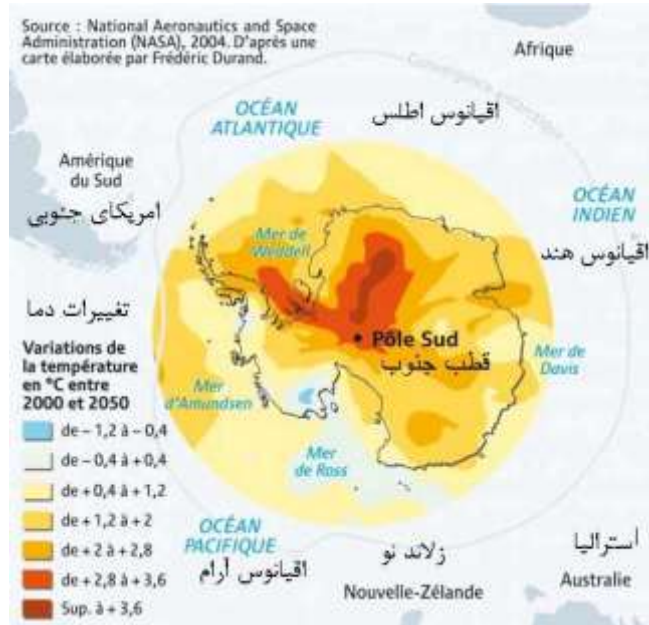
نمودار شماره ۳۱ افزایش دما در مناطق مختلف قطب جنوب را نشان می‌دهد که به‌وسیلهٔ مؤسسهٔ تحقیقات فضایی و هواشناسی ملی آمریکا (ناسا) تهیه شده است. این نقشهٔ جغرافیایی و فضایی از دمای قطب جنوب، توسط پژوهشگر فرانسوی، فردریک دیوران ترسیم شده است.

ارزیابی دست‌پایینی که گروه کاری بین‌المللی در گزارش‌های خود آورده بود، برای پژوهشگران بسیار ناگوار بود. به‌ویژه آن‌که سیاست کشورهای صنعتی بر اساس این ارزیابی‌ها تعیین شده، و سیاستمداران در حال چانه‌زدن بر سر میزان کاستن از گازهای گلخانه‌ای بر اساس همین ارزیابی هستند. برای مثال، در دسامبر ۲۰۰۷ در بالی، منحصراً با توجه به گزارش سال ۲۰۰۷ این گروه تصمیم‌گیری انجام شد.

---

1. Norman Myers, " Environmental refugees in a globally warmed world", *Bio Science*, vol.43, no. 11.

2 Dr. Rajendra Pachauri, Chairman of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change:



نمودار ۳۱. افزایش دما در نقاط مختلف قطب جنوب. در این نمودار، بخش‌های بسیار تیره نمودار دمای بالاست و بخش‌های کم‌رنگ دمای پایین‌تر این نواحی را معلوم می‌دارد.

گزارش IPCC، مبتنی بر افزایش دمای زمین بین ۲ تا ۲/۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به پیش از انقلاب صنعتی، ایجاب می‌کند که گازهای گلخانه‌ای حداکثر تا سال ۲۰۱۵ به نحوی کاهش یابد که در سال ۲۰۵۰ مقدار گازها بین ۵۰ تا ۸۵ درصد نسبت به تولید آن‌ها در سال ۱۹۹۰ میلادی شود. با توجه به این اصل منطقی، که کشور آلوده‌کننده باید بیشتر هزینه کند، بنابراین کشورهای صنعتی توسعه یافته که به مدت یک و نیم قرن جو زمین را آلوده کرده‌اند، باید مقدار تولید گازهای گلخانه‌ای خود را تا مرز ۸۰ و بلکه ۹۵ درصد تا سال ۲۰۵۰ پایین آورند و حداقل برای آغاز این فرایند و جبران اشتباهات گذشته خود، باید کاهشی ناگهانی به مقدار ۲۵ تا ۴۰ درصد تا سال ۲۰۲۰ داشته باشند.

با وجود پیش‌بینی‌های هانسن و همکارانش که خطر را بسیار نزدیک‌تر از گروه کاری IPCC می‌بینند، گروه کشورهای صنعتی پیشرفته (G8) پیشنهاد کاهش گازها تا مرز ۵۰ درصد را می‌دهند و نیز توجه دارند که در نهایت باید مقدار کاهش گازها تا میزان ۸۵ درصد برسد. نگرانی پژوهشگران و کارشناسان جوی روز به روز بیشتر می‌شود. دولتمردان مرتب الزامی بودن کاهش گازها را اعلام می‌کنند ولی کمتر به وخامت اوضاع توجه دارند. آن‌ها سعی در اعمال نرمش

بیشتر در برنامه‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای دارند، حال آن‌که هر دقیقه کوتاهی در این کار، جهان را به سوی فاجعه‌ای برگشت‌ناپذیر سوق می‌دهد. همه امیدها به بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی که در دسامبر ۲۰۱۵ در پاریس برگزار خواهد شد، است.

## ۷. آلودگی و افزایش دما مرز نمی‌شناسد

آلودگی محیط زیست، ناشی از انتشار مواد شیمیایی خطرناک در هوا و یا در آب و خاک، تمامی موجودات سیاره زمین را تهدید می‌کند. آلودگی هوا مرز نمی‌شناسد و در اثر وزش باد در تمامی جو زمین پراکنده می‌شود. بر اساس پژوهش‌هایی که به تازگی در دانشگاه کرنل آمریکا انجام گرفته، تخمین می‌زنند که مرگ ۴۰ درصد از ۶۲ میلیون نفری که سالانه در دنیا می‌میرند، زودرس و به دلیل آلودگی آب و یا هوا بوده است. ذرات بسیار ریز موجود در جو زمین به تنهایی هر ساله باعث مرگ ۲/۴ میلیون نفر می‌شود و آلودگی آب‌ها هر سال ۳/۴ میلیون نفر را می‌کشد. مواد زاید سمی کشورهای صنعتی که در طبیعت رها شده، به آهستگی از بین می‌روند. در کنگره بروکسل حد نصابی برای کاهش کربن دی‌اکسید تا سال ۲۰۱۰ میلادی در نظر گرفته شد. ۱۳ کشور اروپایی قادر نیستند مقدار کربن دی‌اکسید خود را طبق برنامه تنظیم شده در بروکسل کاهش دهند و در نتیجه باید جریمه بپردازند. آلودگی در کشورهای که به تازگی به جرگه کشورهای صنعتی دنیا وارد شده‌اند سیر صعودی دارد. نشر گوگرد دی‌اکسید در چین بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ به میزان ۲۸ درصد افزایش یافته است. اگرچه این گاز در جو باقی نمی‌ماند، ولی بر اثر باران شسته شده و به صورت باران‌های اسیدی (سولفوریک اسید) و اگر هم اکسیده شده باشد به صورت سولفوریک اسید) در آب‌های رودخانه‌ها و درون خاک نفوذ می‌کند و به این ترتیب اغلب رودخانه‌ها و زمین‌های زیر کشت و یا جنگل‌های کشورهای آسیایی به اکسید فلزات سنگین نظیر سرب و جیوه و ترکیبات اسیدی آلوده شده‌اند. مسئله باران‌های اسیدی در کشورهای اروپایی در دهه ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ به بسیاری از جنگل‌ها، به ویژه جنگل سیاه آلمان آسیب رساند. ولی کشورهای اروپایی به زودی متوجه این امر شده، مانع از انتشار این گازها در جو زمین شدند و کارخانه‌های تولیدی را وادار به تصفیه گازهای خروجی از دودکش‌ها نمودند.

ولی متأسفانه کارخانه‌های تولیدی در کشورهای آسیایی که به واسطهٔ ارزان بودن دستمزد و با سرمایهٔ غربی‌ها ایجاد شده و در آن‌ها توجهی به سلامت افراد بشر نمی‌شود، چندان اهمیتی نیز برای تصفیهٔ گازهای خروجی قائل نیستند . خود این کشورها با بهرهٔ اندکی که از تولیداتشان می‌برند، استطاعت پاکیزه کردن گازها و مواد زاید کارخانه‌ها را ندارند و این مواد آلاینده، مردم، حیوانات و جنگل‌های آن‌ها را از بین می‌برد.

# فصل سوم

تولید و مصرف انرژی‌های متفاوت

**مقدمه.** در بین موارد متعدد کاربرد انرژی در جهان، چهار مورد اساسی را باید در نظر گرفت:

۱. تولید انرژی‌های برتر: برای تولید انرژی‌های برتر باید انرژی‌های اولیه به ویژه سوخت‌های فسیلی یا اتمی را تبدیل به بخار آب کرده و سپس از طریق توربین‌ها و ژنراتورهای مولد برق، الکتریسیته لازم برای مصارف مختلف به دست می‌آید.

۲. حمل و نقل دریایی، حمل و نقل هوایی، و خودروها (کامیون‌ها و خودروهای شخصی) که از انرژی‌های اولیه استفاده می‌کنند.

۳. صنعت: تأسیسات صنعتی خودروسازی، داروسازی، تهیه مواد غذایی، ساخت لوازم خانگی، مترو و قطارهای شهری، هم از انرژی‌های اولیه و هم از انرژی برتر یعنی برق استفاده می‌کنند.

۴. مصارف دیگر: برق لازم برای روشن نگه داشتن شهرها، خانه‌ها، مراکز تجاری و ...

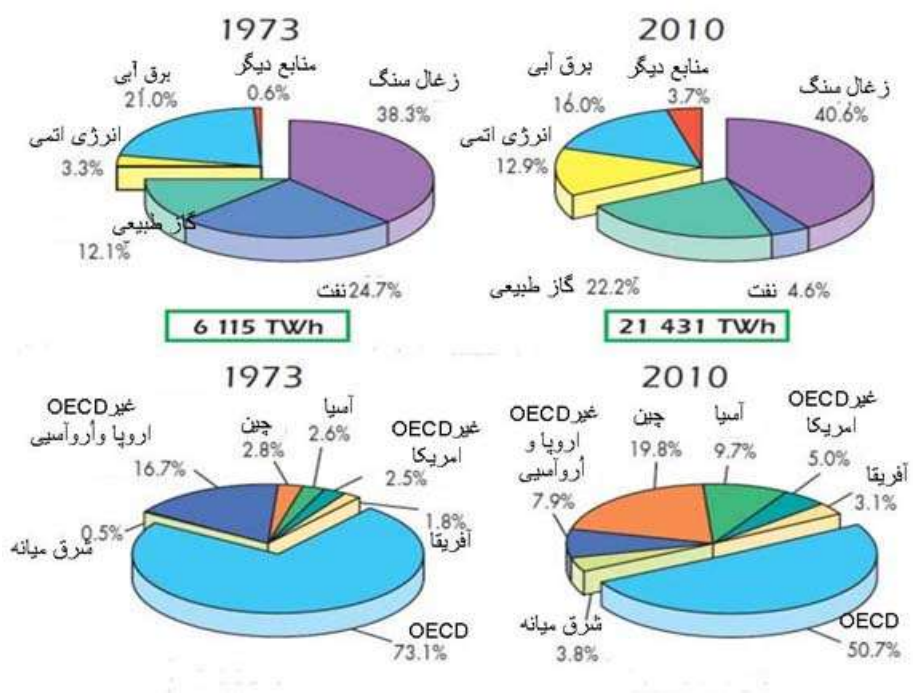
برای اصلاح تولید برق و بالابردن راندمان آن می‌توان راه‌حلهایی یافت. ولی برعکس، در مورد حمل و نقل، راه‌حل‌ها محدود است و تنها با توسعه وسایل حمل و نقل عمومی می‌توان مقداری در انرژی صرفه جویی کرد. اگر قرار باشد چینی‌ها در سال ۲۰۳۰ به ازای هر فرد شش تن (معادل نفت) (برابر با انرژی مصرفی هر امریکایی در سال ۲۰۰۰) انرژی مصرف کنند، مقدار انرژی مصرفی آن‌ها معادل مصرف کل انرژی جهان در سال ۱۹۶۰، یعنی ۸ مگاتن (معادل نفت) خواهد بود. در جدول ۷ نسبت درصد منابع انرژی‌های مختلف در جهان را آورده‌ام. این جدول که برای سالهای ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۵ داده شده است به خوبی نشان می‌دهد که بشر همواره از ذخایر انرژی زمینی که منابع محدود دارد و در اثر مصرف اضافی این ذخایر حد اکثر تا پایان این قرن از بین خواهد رفت، استفاده می‌کند. در این جدول مشاهده میشود سهمیه انرژی‌های تجدید پذیر بسیار کم است و بشر باید همت کرده و بیشتر به سوی این گونه انرژی‌ها روی آورد.

برای ساده تر کردن تشریح کمیت مقدار انرژی‌های مصرفی در جهان نمودار ۳۲ را ارائه کرده‌ام. در این نمودار که برای سالهای ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۰ تنظیم شده سهمیه بی نهایت زیاد انرژی‌های فسیلی و در واقع انرژی‌های تجدید ناپذیر به

خوبی تشخیص داده می شوند. همانطور که در جدول هم دیده شد سهمیه های انرژی تجدید پذیر ناچیز می باشد.

۲۰۰۵	۲۰۰۰	۱۹۹۵	۱۹۹۰	۱۹۸۵	۱۹۸۰	
۳۷	۳۸	۳۸	۳۷	۳۷	۴۲	نفت. %
۲۵	۲۵	۲۴	۲۳	۲۲	۲۰	گاز طبیعی. %
۳۴	۳۲	۳۴	۳۶	۳۷	۳۴	زغال سنگ. %
۱/۹۴	۲/۳	۲/۰	۱/۸	۱/۵	۰/۸	نیروگاه اتمی. %
۲/۱۵	۲/۱۰	۲/۳	۲/۱	۲/۱	۰/۲	برق آبی. %
۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۰۴	انرژی های تجدید پذیر. %

جدول ۷. نسبت درصد انرژی های متفاوت مصرفی در جهان.



نمودار ۳۲. توزیع منابع انرژی اولیه برای تولید الکتریسیته در جهان و توزیع جغرافیایی آن در بین سالهای ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۰. در این نمودار OECD عبارتست از: سازمان همکاری



اقتصادی و توسعه کشورهای پیشرفته در صنعت<sup>۱</sup>. در بخش فوقانی نمودار توزیع انرژی در جهان برحسب نوع انرژی اولیه و بر حسب در صد آن بین سالهای ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۰ آورده شده است. در نمودار پایین نسبت درصد مصرف را برحسب کشورهای مختلف دنیا ارائه کرده اند. در این نمودار مشاهده می شود که کشورهای (OECD)<sup>۲</sup> در سال ۱۹۷۳ نزدیک به سه چهارم مواد انرژی زای اولیه (۷۳/۱٪) را مصرف می کرده اند و ۳۷ سال بعد مقدار مصرف آنها از انرژیهای اولیه به نصف (۵۰/۷٪) کل مصرف جهان رسیده است (به این معنی نیست که مصرف انرژی آنها کم شده باشد، بلکه دیگر کشورهای عقب افتاده هم به مصرف انرژی پی برده اند). در عوض سهمیه کشور چین که در سال ۱۹۷۳ ۲/۸ درصد بود در سال ۲۰۱۰ به ۱۹/۸ درصد افزایش یافته و سهمیه بقیه کشورهای آسیایی از ۲/۶ به ۹/۷ درصد افزوده شده است. سهمیه اروپا و اژوآسی نیز از ۱۶/۷ به ۷/۹ درصد تنزل پیدا کرده است. این نمودار مشخص می کند که به زودی یک همگرایی در مصرف انرژی در جهان برقرار خواهد شد و با افزایش جمعیت و بهتر شدن شرایط زندگی ساکنان جهان سوم، مصرف انرژی زیادت و در نتیجه افزایش گازهای آلوده کننده محیط زیست بیشتر خواهد شد. بنابراین باید از هم اکنون چاره اندیشی کرد.

بنابر اعلام آژانس بین المللی انرژی، مجموع انرژی مصرفی جهان در سال ۲۰۰۲ به مقدار ۱۱۴۲۹ مگاتن (معادل نفت) نزدیک به دو برابر مقدار مصرف شده سال ۱۹۷۳ بوده که از آن، به میزان ۴۲۶۱ مگاتن برای تولید برق مصرف شده است. همانطور که در نمودار فوق می بینید در سال ۲۰۱۰ مقدار مصرف تقریباً دو برابر سال ۲۰۰۲ شده است. در جدول شماره ۸، مصرف کل انرژی اولیه (سوخت های فسیلی) در مورد چهار نوع مصرف یاد شده، در سال ۲۰۰۵ را که آژانس بین المللی انرژی اعلام کرده است آورده ام.

در ستون سوم، مقدار انرژی اولیه (سوخت های فسیلی) که برای تولید برق مصرف شده و در ستون چهارم مقدار الکتریسیته مصرف شده دیده می شود که نسبت این دو، راندمان تبدیل انرژی اولیه را به انرژی برتر، یعنی برق نمایش می دهد. به همین دلیل مصرف مجموع (مجموع مصرف + انرژی لازم برای تولید برق) معادل مقدار کل انرژی نیست. این جدول در سال ۲۰۰۲ تهیه شده و کاربرد انرژی را در آن سال بیان می دارد. در نمودار ۲۹ مصرف انرژی را در جهان در سال ۲۰۱۰ مشخص می کند، و همانطور که بیان شد مقدار انرژی

<sup>1</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development= OECD

Source : EIA (Agence Internationale de l'Energie)

<sup>2</sup> OECD = The Organisation for Economic Co-operation and Development

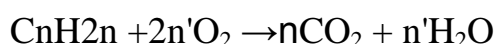
مصرف شده در سال ۲۰۱۰ دو برابر سال ۲۰۰۲ بوده است و اکنون در سال ۲۰۱۴ بازهم بیشتر از این مقدار است. با وجود این در این جدول راندمان تبدیل انرژی اولیه را به انرژی مرقوب یعنی برق مشخص کرده ام. در تمام کاربردهای انرژی، مادامی که انرژی های اولیه تبدیل به انرژی برتر یعنی برق می شود، تنها ۳۰ درصد انرژی اولیه تبدیل به انرژی برتر یعنی برق می شود.

سال	مجموع انرژی اولیه	انرژی اولیه برای تولید برق	مصرف برق	صنعت	حمل و نقل	مصارف دیگر	مجموع انرژی مصرف شده
۲۰۰۵	۱۱۴۳۹	۴۲۶۱	۱۲۹۱	۲۸۳۴	۲۰۱۱	۲۸۹۲	۷۷۳۶

جدول ۸. کاربرد انرژی در جهان برای مصارف مختلف در سال ۲۰۰۵ میلادی برحسب مگاتن(معادل نفت)

در ستون دوم، انرژی مجموع اولیه و در ستون آخر مجموع مصرف انرژی آورده شده است. مطلب قابل توجه در این جدول راندمان تولید برق که در حال حاضر فقط ۳۰ درصد است. در حال حاضر در بهترین شرایط، راندمان تولید برق در نیروگاه های حرارتی و یا اتمی حداکثر ۳۰ درصد است، یعنی ۷۰ درصد انرژی تولید شده در نیروگاه به صورت دما (پرتوهای مادون قرمز) به جو زمین منتقل می شود. حتی در نیروگاه های اتمی مدرن نیز راندمان کمتر از این مقدار است. یک نیروگاه اتمی ۳۰۰۰ مگاواتی فقط ۹۰۰ مگاوات برق تولید می کند. ۱۰ درصد از انرژی تولید شده هم صرف پمپ های خنک کننده نیروگاه می شود. حتماً تصویر نیروگاه های اتمی را دیده اید که چه مقدار بخار از رأس هرم های خنک کننده آنها به جو منتقل می شود.

تولید برق از راه سوخت های فسیلی، هم بخار آب و هم مقدار دی اکسید کربن را در جو افزایش می دهد. واکنش سوختن هیدروکربورها را معمولاً به شکل کلی زیر می نویسند:



این معادله نشان می دهد که به ازای سوختن یک مولکول هیدروکربور (نفت)  $2n'$  مولکول اکسیژن جو مصرف می شود و  $n$  مولکول گاز کربنیک (دی اکسید کربن) و  $n'$  مولکول آب تولید می شود، که هر دو تشدید کننده حالت گلخانه ای زمین اند. بیش از دوسوم انرژی حاصل از سوختن هیدروکربور تبدیل به بخار آب می شود.

از هنگام شناختن آتش تا دیرزمانی، بشر برای گرم کردن خود و خانه‌اش و یا پخت و پز، همواره از چوب درختان استفاده کرده است. در واقع انرژی خورشیدی است که در اثر عمل فتوسنتز گیاهان، یعنی جذب گاز کربنیک و آب، سلولز یعنی چوب، تولید شده و در اختیار بشر قرار گرفته است. به ندرت در برخی از نواحی جهان که حوضچه‌های نفت یا قیر در سطح زمین آشکار می‌شده، از این مواد برای افروختن مشعل‌ها و یا روشن کردن آتشکده‌ها استفاده می‌کرده‌اند. این مواد نیز بازمانده گیاهان است که در دوران‌های بسیار دور زمین شناسی، در اعماق زمین مانده و تبدیل به سوخت فسیلی شده‌اند. و این نیز در واقع انرژی خورشید است که بدین‌گونه در لابه‌لای قشرهای زمین ذخیره شده است. مصرف سوخت‌های فسیلی به مقدار زیاد و به ویژه زغال سنگ از اوایل قرن هجدهم شروع شد و از آغاز قرن نوزدهم سوخت‌های فسیلی مایع مورد استفاده قرار گرفت. چنان‌که پیشتر گفته شد، اکنون در اوایل قرن بیست‌ویکم، مقدار مصرف این سوخت‌ها به حدی بالا رفته که مواد زاید آن‌ها از قبیل گاز کربنیک و یا گاز متان شرایط سختی را بر روی سیاره ایجاد کرده و دمای سیاره را بالا برده است، تا آن‌جا که شرایط جوّی در حال دگرگون شدن است.

در ادامه، راه‌های مختلف تولید انرژی و منافع و مضار هر یک را نسبت به محیط زیست بیان کرده، اشاره خواهیم کرد که بشر باید راه‌های دیگری غیر از مصرف این نوع سوخت‌ها را برای ادامه زندگی خود بیابد. به نظر من بهترین انرژی، همانا انرژی خورشیدی است که با سخاوت بسیار در اختیار بشر قرار گرفته و انسان‌ها باید بهترین روش استفاده از آن را بیابند.

## ۱. انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی‌های تجدیدپذیر که «انرژی سبز» هم نامیده می‌شوند، غالباً از منابع طبیعی و به نحو منظم و ثابت در دسترس بشر قرار گرفته‌اند و اکثراً منابع آن‌ها کیهانی است. ولی به دلیل پایین بودن بهای سوخت‌های فسیلی در دو قرن اخیر، کمتر مورد استفاده بشر قرار گرفته‌اند. اکنون که حالت گلخانه‌ای بر روی زمین تشدید شده و انسان‌ها متوجه وخامت اوضاع جوّی سیاره گردیده‌اند، از این سوخت‌ها بیشتر سخن به میان آمده است.

در این فصل سعی می‌کنم این انرژی‌ها را مورد مطالعه قرار داده، منافع و چگونگی کاربرد آن‌ها را تشریح کنم. ولی قبل از هر چیز، باید خاطرنشان سازم که تا اراده و تمایل به کاربرد این انرژی‌ها در میان نباشد و نظام اقتصادی کنونی که صرفاً مبتنی بر سرمایه و منافع مادی است بر جهان مسلط است و نیز تا زمانی که سوخت‌های فسیلی به‌راحتی و با بهای کم در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد، این قبیل منابع انرژی در جهان رواج نخواهند یافت.

۱. اصولاً منبع اصلی انرژی، پرتوهای خورشیدی است. پرتوهای خورشیدی با جابه‌جایی توده‌های گازه‌های جوّی باد و باران را به وجود می‌آورند. از طریق آن انرژی باد پدید می‌آید که می‌تواند پره‌های آسیای بادی و یا پروانه‌های بادی تولید کننده الکتریسیته را به حرکت در آورد. همچنین باران که می‌تواند آسیاب‌ها را به گردش در آورد و یا انرژی هیدروالکتریک را از طریق سدها ایجاد کند. تابش پرتوهای خورشیدی بر روی گیاهان و انجام عمل فتوسنتز، انرژی نهفته در درون گیاهان را به وجود می‌آورد و یا با تابش بر روی ماده و کندن الکترون از سطح آن، و یا تابش بر روی اشیاء منعکس‌کننده، الکتریسیته و گرما تولید می‌کند. عمل کندن الکترون از سطح ماده را عمل فتوولتائیک می‌نامند.

۲. گرمای درونی زمین که از رادیواکتیویته عناصر طبیعی مانند اورانیم، توریم و پتاسیم حاصل شده است و در اعماق زمین وجود دارد. می‌توان این گرما را به سطح زمین آورد و به مدد آن توربین‌ها و در نهایت ژنراتورهای تولیدکننده الکتریسیته را به حرکت در آورد.

۳. جزر و مدّ در اقیانوس‌ها و بهره گرفتن از اختلاف ارتفاع آب، می‌تواند ژنراتورهای تولید کننده الکتریسیته را به حرکت در آورد.

انرژی ذخیره شده در چوب، انرژی مستقیم خورشیدی، انرژی برق آبی که از آبشارها تولید می‌شود و انرژی باد، همه از خورشید سرچشمه می‌گیرند. اما انرژی ژئوترمیک و انرژی جزر و مدّ مستقل از خورشیدند.

نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ جزء انرژی‌های تجدید ناپذیرند. اگر چه منشأ اصلی آن‌ها در آغاز خورشید بوده که به کمک عمل فتوسنتز در گیاهان اولیه به وجود آمده و در لابه‌لای رسوبات، طی دوران‌های زمین‌شناسی، در درون زمین ذخیره شده است و امروزه ما بی‌محابا این منابع پرارزش را از بین می‌بریم. همچنین انرژی حاصل از شکست اتم جزء انرژی‌های تجدید ناپذیرند. زیرا منبع

اصلی سوخت‌های فسیلی و یا اورانیوم در درون زمین ذخیره شده، طی زمان در حال کاهش و از بین رفتن‌اند.

### الف) ویژگی انرژی‌های تجدیدپذیر

ویژگی اصلی انرژی‌های تجدیدپذیر در این است که سرعت مصرف باید کمتر از سرعت تولید آنها باشد. چوب یک منبع تولید انرژی تجدیدپذیر است، ولی اگر سرعت مصرفش بیشتر از سرعت تولید آن گردد دیگر نمی‌توان چوب را در زمره انرژی‌های تجدیدپذیر قرار داد. در زمان‌های قدیم بشر از چوب درختان برای گرما و پخت و پز و صنعت استفاده می‌کرد. در آن زمان سرعت مصرف به مراتب کمتر از سرعت رویش درختان بود و جنگل‌ها قادر بودند گاز کربنیک تولید شده به وسیله موجودات، به ویژه بشر را جذب کنند. زیرا از یک سو جمعیت سیاره بسیار کمتر از امروز بود و از سوی دیگر افراد بشر سرما و گرمای محیط زیست را بهتر از افراد عصر جدید تحمل می‌کردند. نگارنده به یاد دارد که در شصت و یا حتی پنجاه سال قبل و یا همین سی سال پیش در روستاهای کشورمان، یک کرسی به وسیله منقلی که یک و یا حداکثر دو کیلوگرم زغال چوب سرخ شده داشت در یک شبانه‌روز برای گرم کردن یک خانواده پنج تا شش نفری کافی بود و یا معادل همان قدر زغال به صورت چوب درختان، به مصرف آشپزی روزانه این خانواده می‌رسید. در مناطق گرم، بادگیرها بدون مصرف انرژی، هوای خانه‌ها را خنک می‌کردند. ولی اکنون برای یک چنین خانواده‌ای، حداقل یک آپارتمان سه و یا چهار اتاق‌خوابه، سالن، آشپزخانه و حمام لازم است که باید در تمام ایام زمستان این مجموعه به وسیله شوفاژ، که سوخت فسیلی مصرف می‌کند، گرم شود و نیز در ایام تابستان باید به کمک برق، کولرهای آبی و یا گازی این آپارتمان را خنک کنند. درست است که این میزان آسایش برای افراد بشر لازم است و علم و صنعت پیش رفته تا این آسایش فراهم شود، ولی به چه قیمتی؟ به بهای نابودی سیاره و تغییرات جوّ برگشت ناپذیر و نابودی بسیاری از موجودات زنده روی زمین! می‌دانیم که برای انتقال برق از منطقه‌ای به منطقه دیگر، کابل‌های فشار قوی هر سال در هر کیلومتر ده‌ها پرنده از انواع مختلف را از بین می‌برند. نفت‌کش‌های ما دریاها را آلوده می‌سازند و صدای موتور آنها زندگی را برای موجودات دریایی به جهنم تبدیل کرده‌است.

برای بالنی که از ۸۰۰۰ کیلومتری با بالن‌های دیگر مکالمه می‌کرد، به دلیل پارازیت صوتی کشتی‌های ما، این فاصله از ۴۰۰ متر هم کمتر شده است. اکنون که این مطالب را می‌دانیم باید تلاش کنیم تا آن‌جا که ممکن است کمتر از سوخت‌های فسیلی استفاده کنیم و بکوشیم دولت‌ها را وادار سازیم تا انرژی‌های تجدیدپذیر را متداول کنند و تا آن‌جا که ممکن است بهای سوخت‌های فسیلی را بالا برند، تا کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر مقرون به صرفه گردد. افزایش بهای نفت، گرایش سریع صنعت را به سوی انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد و یا پرتوهای خورشیدی- برای تأمین گرما و آب گرم مورد نیاز خانه‌ها- به نحو چشمگیری بالا می‌برد. ولی سقوط ناگهانی بهای هر بشکه نفت این تمایل را کاهش می‌دهد.

در ادامه، انرژی‌های تجدیدپذیر را شرح داده، میزان کارایی آن‌ها را در مقایسه با زیان‌های انرژی‌های فسیلی و یا نیروگاه‌های اتمی بیان می‌دارم.

### ب) انرژی باد

تمدن‌های بسیاری در زمان‌های گذشته به خوبی از انرژی باد استفاده می‌کرده‌اند. خانه‌های آن‌ها به کمک بادگیرها خنک می‌شد. غلات به وسیله آسیاب‌های بادی و یا آبی آرد می‌شد و کشتی‌ها به کمک باد در دریاها حرکت می‌کردند. اکنون تمام این کارها به وسیله انرژی موجود در سوخت‌های فسیلی و یا برق حاصل از نیروگاه‌های حرارتی ( فسیلی یا اتمی) انجام می‌گیرد. امروز که مسئله تشدید حالت گلخانه‌ای و افزایش دمای زمین شناخته شده است، بشر به فکر استفاده از این منابع همیشگی و تجدید پذیر افتاده است. اکنون در سراسر اروپا و آمریکا، پروانه‌های بادی زیبایی را می‌بینید که به آرامی می‌چرخند و از طریق چرخش آن‌ها ژنراتورها به حرکت در آمده و الکتریسیته تولید می‌شود. این روش تولید الکتریسیته در مناطق بادگیر بسیار مورد استفاده قرار گرفته، روز به روز تعداد آن‌ها بیشتر خواهد شد. حتی در برخی از جزایر واقع در اقیانوس‌ها که بسیار بادگیرند، برق حاصل از این پروانه‌های بادی را برای الکترولیز آب به کار می‌برند و هیدروژن تولید شده را به عنوان ماده سوختی به مناطق دیگر منتقل می‌کنند. در نمودار ۳۳ تصویر پروانه‌های بادی را در دریا و یا بر روی زمین ارائه کرده‌ام.

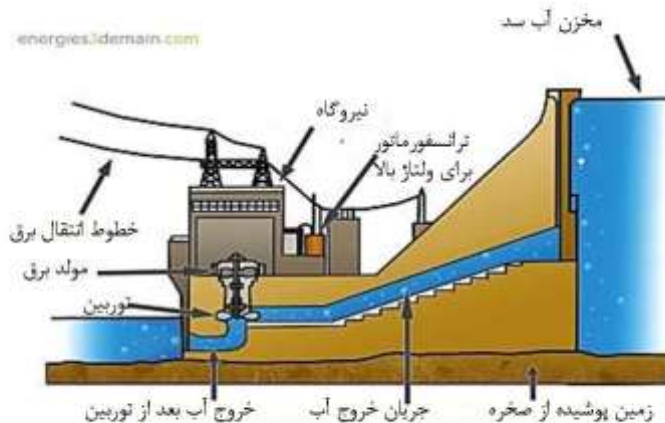


نمودار ۳۳ تولید برق به وسیله باد در دریا و یا در صحرا.

### پ) انرژی آب

در تمدن‌های گذشته از قدرت آب آبشارها برای به حرکت در آوردن سنگ‌های آسیا و یا ساییدن سنگ‌های ساختمانی استفاده می‌کردند. ولی هم‌اکنون آن قدر مصرف غلات زیاد است که آسیاب‌های آبی قادر به پاسخگویی به نیازهای جوامع بشری نیستند. از یک و نیم قرن پیش بشر با ایجاد سد در مسیر رودخانه‌ها از این منبع تجدیدپذیر انرژی استفاده می‌کند و نیروی آب پره‌های توربین‌ها و سپس ژنراتورهای مولد برق را به حرکت در می‌آورد. انرژی هیدروالکتریکی در شمال اروپا و کانادا به مقدار زیاد تولید می‌شود. در سال ۱۹۶۱ فرانسه ۵۱ درصد انرژی الکتریکی خود را از این راه به دست می‌آورد، ولی اکنون به دلیل افزایش مصرف برق، فقط ۱۰ درصد الکتریسیته این کشور را تأمین می‌کند و بر عکس ۵۸ نیروگاه اتمی با تمام معایبی که دارند، ۷۵ درصد برق فرانسه را تأمین می‌کنند.

انرژی امواج و یا جزر و مد دریاها که آن نیز از قدرت اختلاف در ارتفاع آب حاصل می‌شود، می‌تواند پره‌های ژنراتورهای مولد برق را به حرکت در آورد و برق تولید کند. در برخی از کشورها که سواحل پر از امواج و یا جزر و مد بالا دارند، از این روش، برق تولید می‌کنند. اختلاف ارتفاع جزر و مد در دریای مانس بسیار زیاد است و امکان بیشتری برای بهره‌گیری از نیروی جزر و مد می‌دهد؛ حال آن‌که برعکس در دریای مدیترانه این نیرو کمتر است. در نمودار ۳۴ طرز کار برد سد را برای تولید برق که به آن هیدروالکتریک می‌گویند ارائه کرده‌ام.



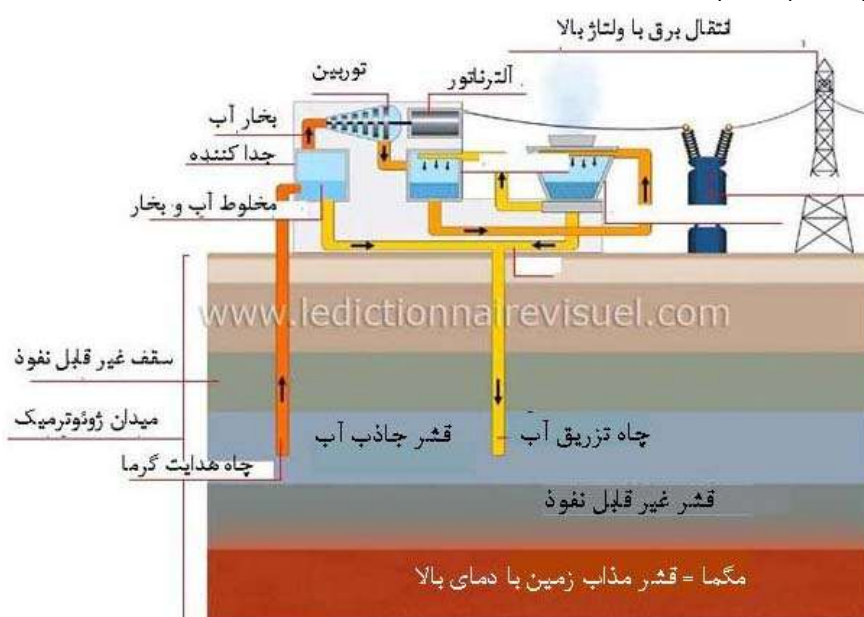
نمودار ۳۴ نیروگاه هیدروالکتریک. با استفاده از فشار آب ذخیره شده در پشت سد می توان نیروگاههایی به مراتب پر قدرت تر از نیروگاههای اتمی ساخت.

### ت) انرژی ژئوترمیک

یونانیان و رومیان باستان کاربرد انرژی ژئوترمیک را می شناختند. در برخی از نقاط زمین، آب با دمای بیش از ۸۰ درجه سانتی گراد خارج می شود. نمونه های بسیاری در کشورهای مختلف دنیا (از جمله کشور ما) از این چشمه های جوشان وجود دارد که برای گرم کردن منازل و یا حمام ها از آنها استفاده می شود. این پدیده در اصل مبتنی بر انرژی درونی زمین است که از تجزیه عناصر رادیواکتیو مانند اورانیم و چهارده فرزند آن که رادیواکتیویته برابر دارند و نیز رادیو عنصر توریم و فرزندانش و یا از تجزیه پتاسیم رادیواکتیو در صخره ها و در قشرهای زمین ایجاد می شود. این رادیوایزوتوپها پرتوهایی از خود منتشر می کنند که در اثر برخورد با صخره ها، انرژی جنبشی آنها تبدیل به انرژی گرمایی می گردد. آبی که در جوار این صخره ها عبور می کند گرم شده و اگر منفذی بیابد در سطح زمین به صورت چشمه ظاهر می شود. حال اگر ما این مناطق را بشناسیم و آب را با فشار به اعماق این صخره ها بفرستیم، آبی که برگشت می کند بسیار گرم و حتی در برخی مواقع به صورت بخار است که می تواند توربین ژنراتورهای مولد برق را به حرکت در آورد و الکتریسیته تولید کند. این نوع منابع تابع شرایط جوی نیستند و مستقل از انرژی خورشیدی هستند. هر یک از این منابع می توانند سال های متمادی بی وقفه انرژی تولید کنند، بی آن که راندمان آنها



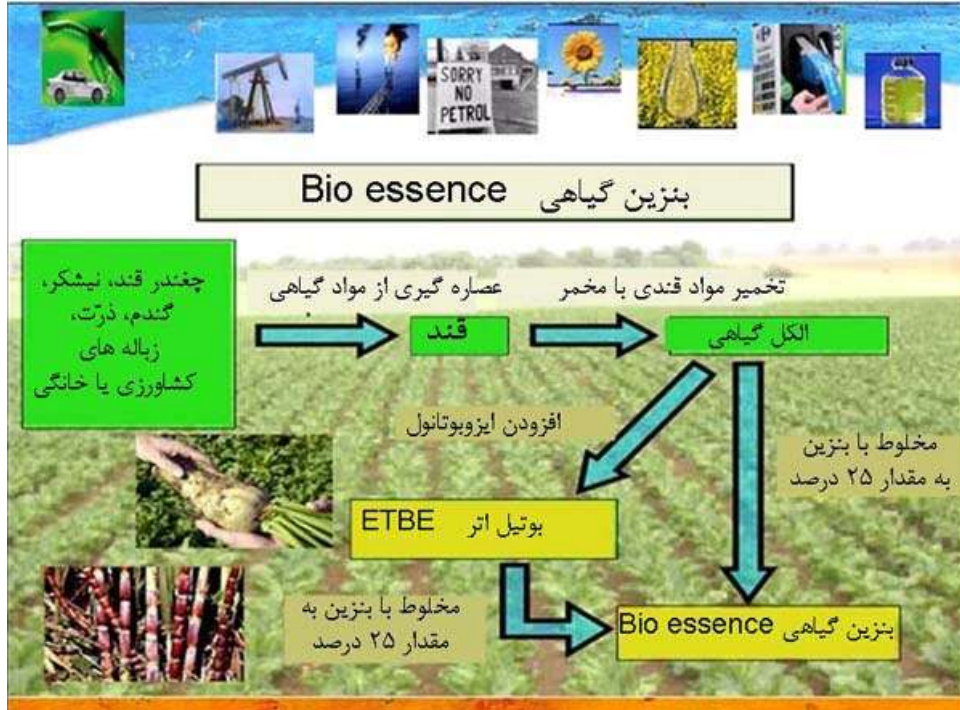
تغییر یابد. زیرا نیمه عمر رادیوایزوتوپ‌هایی که این گرما را تولید می‌کنند در ابعاد میلیاردها سال است. در نمودار ۳۵ یک روش از استفاد از گرمای نهفته در زیر زمین در قشرهای عمیق ارائه کرده ام.



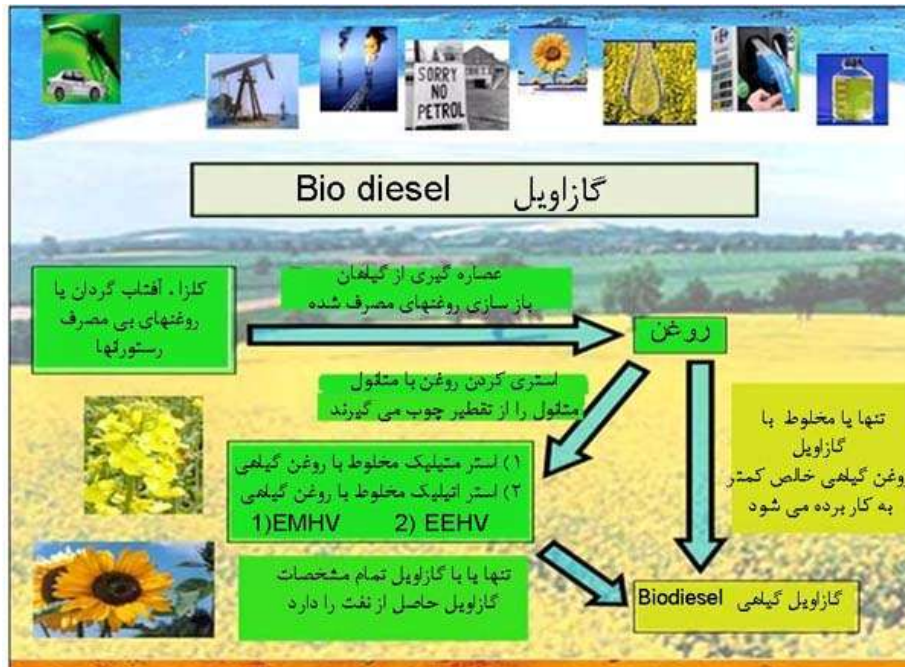
نمودار ۳۵ استفاده از گرمای قشرهای عمیق زمین برای تولید برق

### ث) انرژی گیاهی

طی عمل فتوسنتز، گیاهان انرژی پرتوهای خورشیدی را گرفته، با جذب گاز کربنیک از هوا و آب از زمین، چوب، مواد قندی و دانه‌های چرب به وجود می‌آورند. در گذشته چوب و شاخ و برگ درختان را می‌سوزاندند و از انرژی آن استفاده می‌کردند، ولی اکنون گیاهان منبع جدید و تجدید پذیری از انرژی شده‌اند و بشر از آنها هیدروکربور برای سوخت خودروها می‌سازد. در نمودار ۳۶ چگونگی به دست آوردن بنزین گیاهی و در نمودار ۳۷ چگونگی تهیه گازوئیل را ارائه کرده ام.



نمودار ۳۶ چگونگی تهیه بنزین گیاهی از انواع گیاهانی که عصاره آنها بعد از یک تخمیر ساده، تبدیل به الکل اتیلیک می شود. این الکل را می توان مستقیماً "به مقدار ۵ درصد به بنزین حاصل از نفت مخلوط کرد و یا با افزودن بوتیل اتر به آن، می توان تا ۲۵ درصد به بنزین اضافه کرد. در سال ۲۰۱۱ در آمریکا ۱۱۴ میلیون تن ذرت را تبدیل به الکل اتیلیک برای افزودن به بنزین نموده اند.



نمودار ۳۷ چگونگی تهیه گازاوایل گیاهی. همانطور که در نمودار دیده می شود می توان عصاره دانه های روغنی مثل کلزا، آفتاب گردان، سویا، خرما و روغنهای مصرف شده در رستورانها را بعد از استری کردن با متانول مخلوط با گازاوایل حاصل از نفت به کار برد. الکل متیلک را از تقطیر چوبهای بی مصرف به دست می آورند. در سالهای اخیر گشت درخت خرما برای به دست آوردن روغن آن یکی از مصیبت های بزرگ سیاره شده است. جنگلهای طبیعی را از بین برده و درخت خرما روغنی در نواحی گرم سیاره می کارند و در سال ۲۰۰۹ به میزان ۴۲ میلیون تن روغن خرما در کشورهای امریکای جنوبی و آفریقا تولید شده است. که البته تنها یک در صد این تولید به عنوان بيو گازاوایل به کار برده شده است.

در سالهای اخیر تولید سوخته های گیاهی روز به روز افزایش می یابد که البته باید سازمانهای بین المللی، مانع از بین بردن جنگلهای و زمین های کشاورزی برای چنین مصارفی شود. جنگلهای ششهای زمین برای جذب گاز کربنیک می باشند. از بین بردن زمینهای کشاورزی سبب افزایش قیمت دانه های گیاهی که مورد مصرف اغلب طبقه بی بضاعت سیاره است می گردد. در نمودار ۳۸ مقدار تولید بنزین و بيو گازاوایل را در بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ ارائه کرده ام و می بینید که در طی ده سال چگونه تولید این مواد چندین برابر شده است.



نمودار ۳۸ افزایش تولید اتیل الکل و بیوگازاویل برای مصرف سوخت در خودروها.

### ج) انرژی خورشیدی

۱. پرتوهای خورشیدی می‌توانند گرما ایجاد کنند و این پدیده در مناطقی که شمار روزهای آفتابی در طول سال زیاد است می‌تواند منبع تجدید پذیر بسیار مناسبی برای گرم کردن منازل و آب باشد.

۲. انرژی پرتوهای خورشیدی را می‌توان به کمک پدیده ترمودینامیکی یا هلیو ترمودینامیکی و یا به عبارت ساده‌تر خورشید-گرمایی، در نقاطی متمرکز کرده و به منبعی از آب متحرک می‌تابانند. آبی که از این منبع عبور می‌کند تبدیل به بخار می‌شود و به مدد این بخار، توربین ژنراتور مولد الکتریسیته به حرکت در می‌آید و برق تولید می‌شود. در نمودار ۳۹ تصویری از نیروگاهی متکی بر جذب گرمای خورشید (Centrale héliothermique) که قرار است تا پایان سال ۲۰۱۳ در جنوب فرانسه و در کوه‌های پیرنه مستقر شود و توان آن ۳۰۰ مگاوات برق است. بدین ترتیب ساخت چنین نیروگاهی مانع از ورود ۱۸۰ هزار تن گاز کربنیک به جو زمین می‌شود.



نمودار ۳۹ تصویری از یک واحد نیروگاه جذب حرارتی خورشید در جنوب فرانسه (کوهای پیرنه) به قدرت ۳۰۰ مگاوات. این سانترال با چرخش خورشید می چرخد و گرمایی که از خورشید می گیرد می تواند آبهای موجود در لوله های متعدد موجود در صفحه ها را بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد گرم نماید. بخارهای خروجی توربین را به حرکت در آورده و در ژنراتور، برق تولید می شود.

۳. انرژی فتوولتائیک. پرتوهای خورشیدی را بر سلولهای ساخته شده از قشری از عناصر قلیایی یا عناصر نیمه‌هادی مانند سیلیسیم از نوع  $n$  و  $p$  می‌تابانند. پرتوهای خورشیدی از سطح فلز قلیایی و یا عناصر نیمه‌هادی از نوع  $n$  و  $p$  الکترون جدا می‌سازند و بدین ترتیب جریانی از الکترون از سلول خارج می‌شود. از به هم پیوستن سلولهای متعدد می‌توان جریان الکتریکی مهمی به وجود آورد. اگر بهای سوخت‌های فسیلی بسیار بالا رود، می‌توان بدین ترتیب در سطح کویرهای وسیع، نیروگاه‌هایی تا قدرت هزاران مگاوات ساخت. ولی اکنون به دلیل بالا بودن بهای ماده اولیه این سلول‌ها، کیلووات ساعت برق حاصل از آنها گران‌تر است. با وجود این، بسیاری از منازل در جنوب اروپا بام‌های خود را با این سلول‌ها ساخته‌اند. مثلاً در آلمان به‌رغم آن‌که شمار روزهای ابری فراوان است، برای ایجاد ۱۰۰۰ کیلو وات ساعت برق مصرفی سالانه هر فرد، ۸ متر مربع از این سلول‌ها کافی است. اگرچه در این نقطه ابری از جهان راندمان جذب پرتوهای خورشیدی فقط ۱۲/۵ درصد است.

هیدروژن منبع انرژی است، زیرا باید به مدد انرژی‌های دیگر آن را تولید کرد. همین هیدروژن تولید شده می‌تواند در آینده منبع انرژی بسیار مناسبی برای بشر باشد و جانشین نفت و بنزین و گازوئیل گردد. هیدروژن وسیله انتقال انرژی



محسوب می‌شود. مثلاً در صحراها و یا مناطق بسیار گرم، از انرژی خورشید (به وسیلهٔ روش هلیوترمودینامیکی یا روش فتوولتائیک) و یا به کمک پروانه‌های بادی در مناطقی که باد زیاد است، می‌توان برق تهیه کرد. سپس به مدد همین برق، آب را الکترولیز نموده، هیدروژن به دست آمده را به مناطق دیگر سیّاره منتقل ساخت. پروژه‌های متعددی در جهان در خصوص این روش تهیه سوخت در نظر گرفته شده است؛ مانند پروژهٔ جزایر شتلند واقع در شمال اسکاتلند. انرژی به دست آمده از این روش را می‌توان انرژی تجدیدپذیر نامید، ولی اگر برای الکترولیز آب از برق حاصل از نیروگاه‌های حرارتی یا اتمی استفاده شود، انرژی به دست آمده را نمی‌توان تجدیدپذیر به شمار آورد.

### چ) انرژی‌های تجدیدناپذیر

مهم‌ترین منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر، همین سوخت‌های فسیلی هستند که طی یک و نیم قرن گذشته، به مقدار زیاد از درون زمین بیرون کشیده و آن را مصرف می‌کنیم و حالت گلخانه‌ای زمین را تشدید کرده‌ایم. بعید نیست که تا پایان قرن بیست و یکم ذخیرهٔ سوخت‌های فسیلی تمام شود. منبع دیگر، اورانیم و توریم است که در لابه‌لای صخره‌های زمین وجود دارند. ایزوتوپ اورانیم ۲۳۵ شکست‌پذیر است و از شکست آن انرژی در نیروگاه‌های اتمی به دست می‌آید. در درون نیروگاه‌ها می‌توان از توریم، اورانیم ۲۳۳ به دست آورد که آن هم شکست‌پذیر است. یا از اورانیم ۲۳۸ می‌توان در نیروگاه‌های اتمی، پلوتونیم ۲۳۹ تولید کرد که آن نیز شکست‌پذیر است و غالباً برای ساخت بمب اتمی به کار می‌رود. این منابع در طی زمان به پایان خواهند رسید و بدین سبب آن‌ها را تجدیدناپذیر می‌نامند. از آن گذشته، کاربرد این سوخت‌ها برای سیّاره زیان بخش است. سوخت‌های فسیلی گاز کربنیک و دمای زمین را بالا می‌برند و سوخت‌های اتمی علاوه بر زباله‌های رادیواکتیو خطرناک، بخار آب و دمای جو را افزایش می‌دهند؛ زیرا راندمان نیروگاه‌ها در حدود ۳۰ درصد است و مابقی تبدیل به گرما و سپس به صورت بخار آب به جو باز می‌گردد.

امریکا، چین، روسیه، ژاپن، کرهٔ جنوبی و اتیوپی (به کمک فرانسویان) و نیز خود فرانسه در حال ساخت نیروگاه‌های اتمی نسل چهارم هستند که اصول آن مبتنی بر تولید و مصرف پلوتونیم و اورانیم ساخته شده در درون نیروگاه است.

آن‌ها تصور می‌کنند بدین وسیله عمر ذخایر اورانیم جهان را با یک ضریب ۵۰ درصدی طولانی‌تر می‌سازند.

منبع دیگر انرژی که آن‌هم تجدید ناپذیر است، گداخت اتم هیدروژن در نیروگاه‌های ترمونوکلتر است. ذخیره ماده اولیه این نیروگاه، هیدروژن موجود در آب و دوتریم و لیتیم است که بر روی زمین بسیار زیاد بوده و صدها قرن می‌تواند ماده اولیه نیروگاه را تأمین سازد. این نوع انرژی هنوز تحت کنترل بشر در نیامده و پروژه بسیار پرهزینه‌ای برای مطالعه امکان دسترسی به آن با شرکت کشورهای امریکا، اتحادیه اروپا، کانادا و ژاپن در حال اجراست. چین نیز در سال ۲۰۰۵ به این پروژه ملحق شده است. در نوامبر ۲۰۰۶ در کاخ الیزه پاریس، تصمیمات قطعی در مورد محل تأسیس نیروگاه این پروژه (در کاداراش واقع در شرق فرانسه) زیر نظر آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و با بودجه آغازین ۵ میلیارد یورویی به امضای شرکت‌کنندگان در پروژه رسید. کار ساخت نیروگاه از اوایل سال ۲۰۰۷ شروع شده که باید در سال ۲۰۱۸ میلادی به نتیجه برسد. همچنین ۵ میلیارد یوروی دیگر برای مخارج بعدی پروژه پیش‌بینی کرده‌اند. نام این نیروگاه «ایتر» است که مخفف رآکتور آزمایشی بین‌المللی<sup>۱</sup> است. برای این رآکتور شدت جریان الکتریکی‌ای معادل ۱۵ میلیون آمپر در نظر گرفته شده است و قدرت پیش‌بینی شده آن ۵۰۰ مگاوات حرارتی است. بنابر این ایتر برق تولید نخواهد کرد. اگر این رآکتور آزمایشی به نتیجه برسد، در سال ۲۰۲۵ نیروگاهی مبتنی بر نتایج به دست آمده خواهند ساخت تا به شبکه سراسری برق فرانسه متصل شود. نام نیروگاه اخیر «دمو»<sup>۲</sup> است که توان الکتریکی پیش‌بینی شده برای آن ۱۵۰۰ مگاوات برق است. اگر ایتر و سپس دمو به نتیجه مطلوب برسند، بشر از نظر انرژی تا ابد تأمین خواهد شد و این کار زیانی نیز برای سیاره در بر نخواهد داشت، زیرا این نیروگاه زباله خطرناک و یا به طور کلی زباله تولید نخواهد کرد.<sup>۳</sup>

1. International Termonuclear Experimental Ractor ( ITER)

2. DEMONstration power plant ( DEMO)

<sup>۳</sup> به کتاب انرژی اتمی تألیف نگارنده که به صورت رایگان در وبلاگم قرار داده ام مراجعه کنید.

<http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/>

### ح) مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر

یکی از مهم‌ترین مزیت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر این است که حرارتی به جو منتقل نمی‌کنند؛ برخلاف سوخت‌های فسیلی و اتمی که ۷۰ درصد انرژی آنها به صورت حرارت به جو منتقل می‌شود. برخی ادعا می‌کنند که پروانه‌های بادی مولد برق پرندگان را می‌کشند. البته این امکان وجود دارد و هریک از این پروانه‌ها ممکن است در سال بین صفر تا سه پرنده و آن‌هم عمدتاً خفاش را از بین ببرند. ولی همان‌طور که قبلاً هم اشاره شد، کابل‌های فشار قوی برق در هر کیلومتر بیشتر از ده‌ها پرنده از انواع گوناگون را از بین می‌برند. و تنها در کشور فرانسه بیش از ۱۰۰ هزار کیلومتر کابل فشار قوی از روی مراتع عبور می‌کند. میزان گاز کربنیک ایجاد شده در اثر کاربرد انرژی‌های گیاهی (اتانول و یا بیوگازوئیل) بیشتر از آن مقداری نیست که گیاه تولیدکننده جذب می‌کند. بنابراین از نظر بیلان کربن تغییری در جو به وجود نخواهد آمد. البته مشروط براین‌که تولید انرژی گیاهی سبب افزایش بهای غلاتی که مردم تهیدست مصرف می‌کنند نشود.

زباله‌های حاصل از انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار کم است و گاه اصلاً زباله‌ای تولید نمی‌کنند، مگر در موقع ساخت آنها (ساخت پروانه‌های بادی و یا ساخت سد بر روی رودخانه‌ها و یا حفر سوراخ‌هایی در درون زمین برای بیرون کشیدن انرژی ژئوترمیک). این نوع انرژی‌ها بعد از ساخت زباله‌ای ندارند. حال آن‌که یک نیروگاه حرارتی، مثلاً نیروگاهی که زغال سنگ مصرف می‌کند، بیش از ۱۰۰ هزار تن خاکستر در سال بر جای می‌گذارد (نیروگاه‌های حرارتی آلمان بیش از ۳ تا ۴ میلیون تن در سال خاکستر تولید می‌کنند).

زباله‌های رادیواکتیو ۵۸ نیروگاه فرانسوی، سالانه شامل ۵۳ تن زباله خطرناک با رادیواکتیویته بسیار بالاست. طبق گزارش نشریه فرانسوی لاروشرس، یک سال تولید برق در فرانسه از طریق نیروگاه‌های اتمی ۳۰۷۷ بشکه ۵۲۰ کیلوگرمی زباله با رادیواکتیویته بالا و متوسط تولید می‌کند و برای انبار کردن آن‌ها هر سال باید ۲۳۶ حلقه چاه عمیق حفر شود تا در هر یک از آن‌ها ۱۳ بشکه قرار گیرد.

سدهای هیدروالکتریکی ظاهراً در موقع شکست دیواره و یا طغیان آب، افراد بسیاری را کشته و مناطق وسیعی از سطح زمین را زیر آب برده است. این حقیقتی است که نمی‌توان منکر آن شد. اما تلفات به وجود آمده در اثر حوادث



نیروگاه‌ها ظاهراً زیاد نیست. البته این امکان وجود دارد که آمار واقعی را مخفی کرده باشند و بعد از سال‌ها آثار و نتایج واقعی این حوادث مشخص شود (در باره حادثه چرنوبیل در کتاب انرژی اتمی بیشتر صحبت کرده ام). از سوی دیگر برای آشکار شدن خسارات و تلفات ناشی از پرتوهای رادیواکتیو، سال‌های طولانی لازم است. حتی تا چند نسل بعد از درگذشت افراد پرتودیده، ممکن است نوادگان آن‌ها مبتلا به انواع سرطان شوند که هنوز ما این آثار را نشناخته‌ایم.

یکی دیگر از مزیت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، ایجاد استقلال تأمین انرژی برای ساکنان جهان است و نتیجه بسیار آشکار آن صلح جهانی است. تأمین سوخت‌های فسیلی از سوی قدرتمندان جهان همواره همراه با ناکامی برای بسیاری از ساکنان کشورهای جهان سوم است، به نحوی که برخی از ساکنان مناطق نفتی، این سوخت‌ها را به جای «طلای سیاه»، «بلای سیاه» نامیده‌اند.

## ۲. بیوانرژی در خدمت بشر

مطلبی که در پی می‌آید خلاصه‌ای از مطالب مطرح شده در یک گردهمایی در سطوح عالی نهاد سازمان ملل برای مواد غذایی و کشاورزی (فائو) است که از ۳ تا ۵ ژوئن ۲۰۰۸ میلادی در رم برگزار شد.<sup>۱</sup> این گزارش در ۴۰ بخش تنظیم شده و در تمام موارد با پرده‌پوشی از تولید و کاربرد بیوانرژی صحبت شده است. گویی هنوز به طور قطع مزیت و یا زیان این روش تولید انرژی برای شرکت‌کنندگان مشخص نشده است. در ابعاد بین‌المللی، پیشرفت بسیاری در کاربرد صنعت کشت برای تأمین سوخت خودروها، کارخانه‌ها و تراکتورهای کشاورزی به وجود آمده است. حتی برخی گمان می‌برند که این روش تولید انرژی، توسعه پایدار جهانی را تضمین خواهد کرد. ولی باید نکاتی را در این مورد یادآور شد. صحیح است که گیاه کاشته شده بدین منظور همان اندازه گاز کربنیک مصرف می‌کند که همین سوخت‌ها در جوّ رها می‌سازند- یعنی بیلان کربن افزوده شده به جوّ صفر است- ولی همچنان که پیشتر در مورد سوخت‌های فسیلی گفتیم، ۷۰ درصد انرژی تبدیل به حرارت شده، به صورت پرتوهای مادون قرمز، یعنی گرما، به جوّ منتقل می‌شود. از یک سو باید توجه داشت که برای

1. Food and Agriculture Organization of the United Nation, ( Rome 3-5 juin 2008).

تولید این گیاهان کودهای شیمیایی و یا حتی طبیعی به کار برده می‌شود که آسیب بسیار بر محیط زیست وارد می‌سازند و از سوی دیگر، اگر بخشی از محصولات کشاورزی برای تولید سوخت اختصاص داده شود، بهای مواد غذایی مورد نیاز میلیون‌ها انسان افزایش خواهد یافت. در سال‌های اخیر شاهد افزایش قیمت برخی از غلات مانند گندم، ذرت، برنج و ... بوده ایم.

درست است که دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی، به ویژه فائو سعی در کنترل تولید این نوع انرژی دارند، ولی به هر صورت کاربرد آن به معنی تبدیل زمین‌های کشاورزی به چاه‌های نفت مدرن است و این مسائل بسیاری در جهان، به ویژه برای طبقات کم‌درآمد به وجود خواهد آورد. حتی اگر نهادهای جهانی کنترل بسیار جدی در این مورد به کار گیرند، باز زیان‌های این روش تهیه انرژی را نمی‌توانند برطرف سازند.

۱. کاربرد بیوانرژی در آغاز بر مبنای استفاده از مازاد مواد گیاهی، مثلاً تفاله چغندر در کارخانه‌های قند و شکرسازی و کاربرد تفاله الیاف گیاهی و پس مانده‌های چوب‌های صنعتی و نیز استخراج چربی از بازمانده مواد آلی در کشتارگاه‌ها یا صنایع مواد غذایی بوده است. ولی نظام کنونی جهانی و به ویژه فائو نتوانسته است فعالیت کشاورزان را کنترل کند و در نتیجه بسیاری از زمین‌هایی که قبلاً به کار کشت غلات برای مصرف غذایی مردم به کار می‌رفت، امروز غلات را برای تولید اتانول و بیوگازوئیل کشت می‌کنند.

۲. چنان که اشاره شد، نقش بیوانرژی در جهان تغییر یافته است و دانه‌های قنددار نظیر نیشکر، چغندر قند، ذرت، گندم و ... را که رشد سریع دارند تخمیر کرده، از آن‌ها اتانول به دست می‌آورند. همچنین از کشت دانه‌های روغنی نظیر گلزا می‌توانند تا حدود ۴۵ درصد روغن مایع و قابل استفاده در خودروهای دیزلی و یا تراکتورها تهیه کنند. این کار در نهایت معضلی را در تأمین احتیاجات ساکنان سیاره به وجود خواهد آورد.

۳. در حال حاضر مهم‌ترین سوخت گیاهی، اتانول و بیوگازوئیل است. اتانول را تا حد ماکزیمم ۲۵ درصد به بنزین اضافه می‌کنند تا بنزینی با عدد اکتان ۹۵ و ۹۸ به دست آید. کاربرد سوخت‌های بیوگازوئیل را تا حدی محدود کرده‌اند، ولی امروزه در اروپا دیده می‌شود که اشخاص عادی روغن گلزا را از فروشگاه‌ها درگالن‌های ۲۴ لیتری خریداری می‌کنند. کاملاً مشخص است که این مقدار روغن به مراتب بیشتر از مصرف خوراکی آن‌هاست. آن‌ها دور از چشم بازرسان،

این روغن را با نسبت ۵۰ درصد به گازوئیل خودروی خود اضافه می‌کنند. در اروپا در زمان افزایش بهای سوخت‌های فسیلی، قیمت هر لیتر روغن کلزا به مراتب کمتر از هر لیتر گازوئیل بود؛ حتی اگر این روغن را از طریق واسطه، یعنی از فروشگاه‌های مواد غذایی تهیه می‌کردند.

۴. بازده تولید در هر هکتار زمین در مناطق حاره استوایی به مراتب بیشتر از نقاط دیگر جهان است، به ویژه در مورد نیشکر و نخل. اما با دخالت فائو و تبلیغ در باره تکنولوژی نسل دوم، شاید بتوان این صنعت تولید انرژی گیاهی را قابل کنترل ساخت و مورد استفاده قرار داد. این تکنولوژی مبتنی بر این است که از سلولز چوبی (چوب و علف‌های بی‌مصرف) سوخت‌هایی با بازده بالا به دست آورند. امکان تولید سوخت‌های گیاهی به این روش در اروپای شرقی، امریکای لاتین و آفریقا وجود دارد. این مناطق با در اختیار داشتن زمین‌های بسیار وسیع، ظرفیت قابل توسعه ویژه‌ای بدین منظور دارند- البته با رعایت مناطق قلمرو و زیست‌بوم جانوران.

۵. در سال ۲۰۰۷ سوخت گیاهی ۱۰ درصد از ۴۷۰ اگزاژول ( $10^{18}$  ژول) مواد سوختی دنیا را تأمین کرده است. این مواد سوختی غالباً به صورت جامد برای گرم کردن منازل و آشپزی به کاررفته‌اند. کاربرد سوخت گیاهی تجاری، به میزان ۱ درصد برای تولید برق و ۱ تا ۲ درصد برای حمل و نقل خودرو، کامیون و تراکتور بوده است. جدول شماره ۹ سهم کاربرد سوخت‌های گیاهی را در دنیا با تقریب نمایش می‌دهد.

۶. نیشکر برزیل و ذرت آمریکا بخش بزرگی از اِتانول دنیا را تأمین می‌کنند (نزدیک به ۸۰ درصد). چین، اتحادیه اروپا و هندوستان دومین تولید کننده اِتانول در جهان‌اند. از نظر انرژی، اِتانول نزدیک به ۹۰ درصد بیوانرژی جهان را تشکیل می‌دهد و بیوگازوئیل که اکثراً از کشت کلزا و نخل تهیه می‌شود، در اتحادیه اروپا مصرف دارد. همچنین اخیراً در آسیای شرقی روغن نخل (پالم) را تهیه و مصرف می‌کنند. تجارت اِتانول ۱۰ درصد تجارت جهانی را به خود اختصاص داده است.

۷. در سال ۲۰۰۷ بیشتر از ۲۳ درصد غلات تولید شده در آمریکا به اِتانول تبدیل شده است. در برزیل نیز ۵۴ درصد نیشکر تولید شده تبدیل به اِتانول شده و در اروپا ۴۷ درصد فراورده‌های روغنی به بیوگازوئیل اختصاص یافته است.

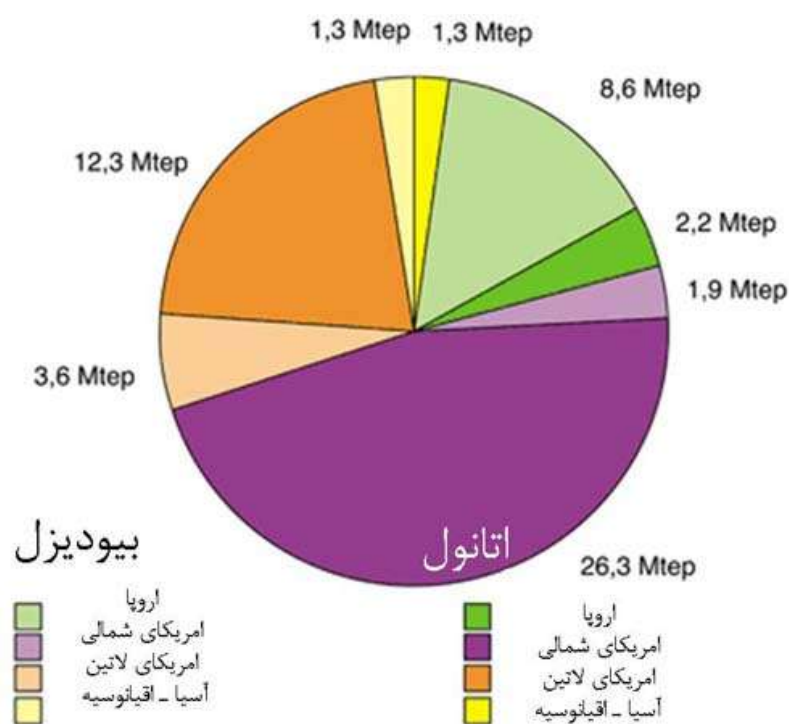
همچنین در سال ۲۰۰۸ بازار حمل و نقل بیوانرژی در امریکا ۴/۵ درصد، در برزیل ۴۰ درصد و در اتحادیه اروپا ۲/۲ درصد بوده است.

۸. آژانس بین‌المللی انرژی در آخرین گزارش خود پیش‌بینی می‌کند که بیوانرژی به مقدار ۲/۳ درصد احتیاج جهان را در حمل و نقل تا سال ۲۰۱۵ و ۳/۲ درصد را تا سال ۲۰۳۰ تأمین خواهد کرد. در حال حاضر این انرژی فقط ۱ تا ۲ درصد را به خود اختصاص داده است.

۹. در سال ۲۰۰۴ حدود ۱۴ میلیون هکتار زمین برای تولید سوخت‌های گیاهی زیرکشت رفته بود. این سطح از زمین معادل با یک درصد از زمین‌های زیر کشت جهان است و با توجه به پیش‌بینی‌های به عمل آمده، طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ این مقدار به ۲ تا ۳ درصد خواهد رسید. ولی اگر فن‌آوری نسل دوم به طور وسیع مورد استفاده قرار گیرد و از سلولز چوبی (Lignocellulosique) استفاده شود، امکان تولید بیش از مقدار پیش‌بینی شده وجود خواهد داشت، تولید نهایی نیز بیش از ۶۰ درصد می‌شود و تنها ۰/۴ درصد از زمین‌های زیر کشت را به خود اختصاص خواهد داد. همان‌طور که پیشتر اشاره شد، در این روش حتماً باید از زمین‌های حاشیه‌ای و نامرغوب و علف‌های هرز و پسمانده چوب‌ها استفاده کرد، نه از زمین‌های مرغوبی که ذرت و یا نیشکر درجه یک دنیا را فراهم می‌کنند.

۱۰. کاربرد بیو انرژی تابع قیمت سوخت‌های فسیلی است. افزایش ناگهانی بهای این سوخت‌ها در بهار و تابستان ۲۰۰۸ گرایش به سوی سوخت‌های گیاهی را بیشتر کرد و در اثر آن به ناگهان بهای غلات و برنج افزایش یافت و حتی به دو برابر بهای قبلی خود رسید. تقاضا برای زیر کشت بردن زمین‌ها به این منظور بیشتر شد و فشار بر میلیاردها ساکنان سیاره که منحصراً از غلات تغذیه می‌کنند وارد آمد. اکنون در اوایل سال ۲۰۰۹ میلادی، کاهش ناگهانی و نامعقول بهای سوخت‌های فسیلی نتیجه معکوس بر کاربرد سوخت‌های گیاهی نهاد. به نحوی که بهای گازوئیل در پمپ بنزین‌ها تقریباً برابر نرخ روغن کلزا در سوپرمارکت‌ها شد. این تغییر نرخ، زیان بسیاری بر ۲/۵ میلیارد نفر از ساکنان زمین که از راه کشاورزی زندگی می‌کنند وارد آورد. بازار انرژی و بازار مواد کشاورزی شدیداً تابع یکدیگرند. زیرا کشاورز برای تولید فرآورده‌های خود احتیاج به انرژی دارد و خود نیز تولیدکننده انرژی است و همان‌طور که مشاهده شد، افزایش بهای سوخت های فسیلی سبب بالا رفتن نرخ فرآورده‌های کشاورزی گردید. از سوی دیگر

افزایش بهای سوخت‌های فسیلی و افزایش بهای غلات به کشورهای فقیری که به هردوی این مواد نیاز دارند فشار وارد می‌آورد و مانع از توسعه آن‌ها خواهد شد.<sup>۱</sup>



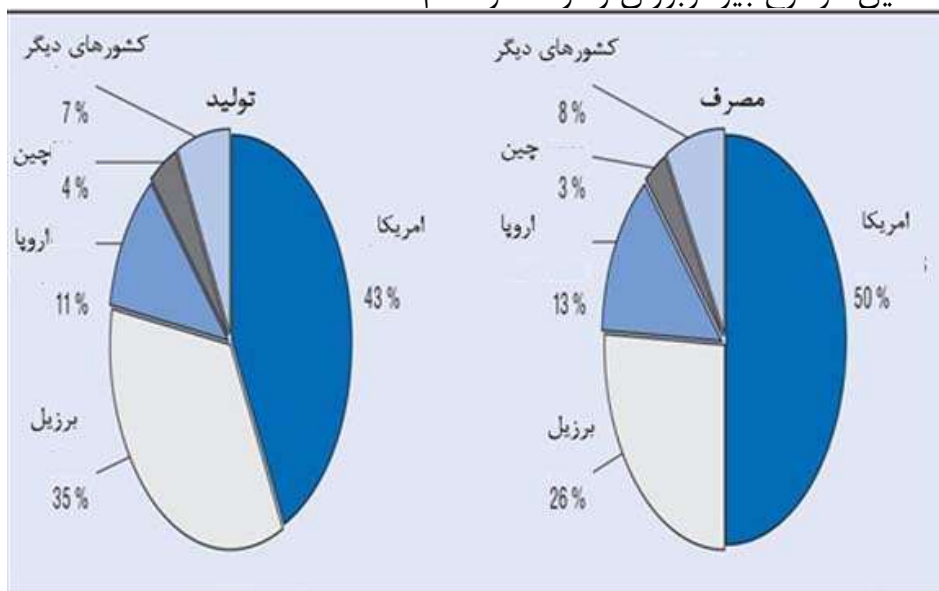
نمودار ۴۰. توزیع تولید سوخت‌های گیاهی بیودیزل و بیو اتانول در جهان در سال ۲۰۱۰. در این نمودار نام کشور و رنگ مشخص کننده آن آورده شده است در سمت راست تولید اتانول و در سمت چپ مقدار تولید بیودیزل برحسب میلیون تن اکیوالان نفت (Mtep) آورده شده است.

تولید بیوانرژی اگر همان‌طور که گفته شد با تکنیک نسل دوم انجام شود چندان به سیاره لطمه نمی‌زند، ولی اگر قرار باشد غلات و دانه‌های روغنی را مصرف کند، در ابعاد جهانی آثار نامطلوبی خواهد داشت و کشورهای توسعه نیافته از آن لطمه خواهند دید. در حال حاضر با کمبود آب روبه‌رو هستیم و تبدیل زمین‌های کشاورزی به چاه نفت این کمبود را تشدید خواهد کرد.

<sup>1</sup> <http://cerig.efpg.inpg.fr/memoire/2013/biocarburant-microalgue.htm>

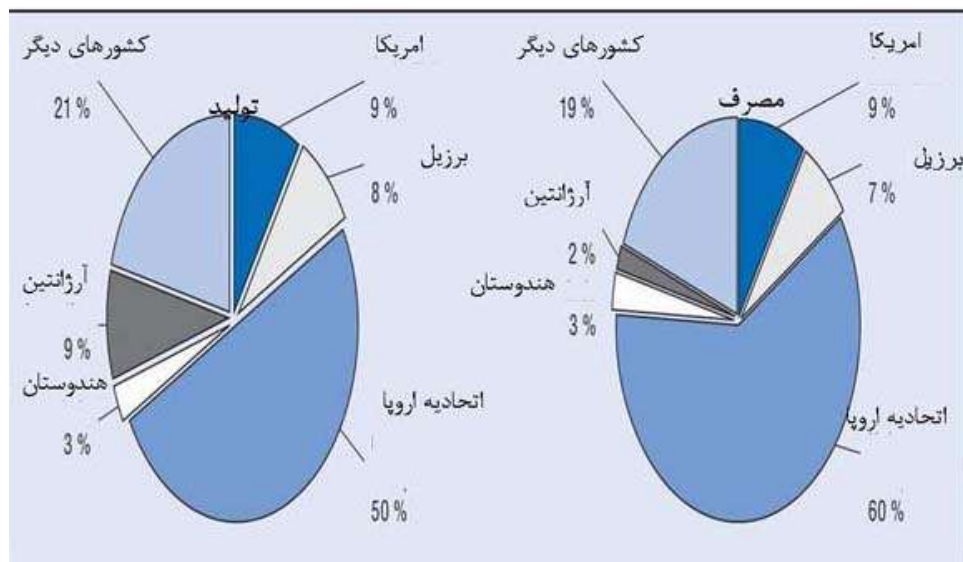
کشورهای قدرتمند جهان که غالباً احتیاج به سوخت فسیلی دارند با دخل و تصرف و اعمال نفوذ بر تولیدکنندگان این کالا، مانع از افزایش نرخ آن می‌شوند و در نتیجه انرژی‌های تجدیدپذیر که زیانی به سیاره وارد نمی‌آورند، قادر به رقابت نخواهند بود و توسعه نخواهند یافت. انتظار می‌رود که قبل از اسفناک شدن شرایط جوّی سیاره، ذخیره این طلای سیاه تمام شود.

با توجه به افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و نیز با برنامه‌تنظیم شده در معاهده کیوتو که باید تا سال ۲۰۱۵ مقدار تولید گازهای گلخانه‌ای به مقدار ۷ درصد کمتر از سال ۱۹۹۰ باشد پیش‌بینی می‌شود تولید بیوکربورانها مرتب در حال افزایش باشد و در یک پیش‌بینی دقیق علمی و اقتصادی به نظر می‌رسد مقدار بیواتانول تا سال ۲۰۱۹ به مقدار ۱۱۰ در صد بیشتر از سال ۲۰۱۰ برسد یعنی در حدود ۱۵۹ میلیارد لیتر و نیز تولید و مصرف بیودیزل نیز سیر صعودی خواهد داشت و مقدار تولید آن تا سال ۲۰۱۹ به ۴۱ میلیارد لیتر تخمین زده شده است.<sup>۱</sup> در نمودارهای ۴۱ و ۴۲ پیش‌بینی‌های توزیع منطقه‌ای تولید و مصرف این دو نوع بیوکربوران را ارائه کرده‌ام.



نمودار ۴۱ پیش‌بینی توزیع منطقه‌ای تولید و مصرف بیواتانول تا سال ۲۰۱۹

<sup>1</sup> [http://bibliothec.immateriel.fr/fr/read\\_book/9789264083776/e9789264083776\\_c04](http://bibliothec.immateriel.fr/fr/read_book/9789264083776/e9789264083776_c04)



نمودار ۴۲ پیش بینی توزیع منطقه ای تولید و مصرف بیودیزل تا سال ۲۰۱۹

در جدول شماره ۱۰ پیشرفت کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر آورده شده است. با بررسی این جدول درمی‌یابیم که تمایل به کاربرد این انرژی‌ها در جهان از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۵ میلادی تا حدودی افزایش یافته است. در جدول شماره ۱۱ نیز درجه‌بندی کشورها در تولید برق تجدیدپذیر از روش‌های مختلف آورده شده است.

در سال ۲۰۰۷ انرژی تجدیدپذیر آمریکا ۹/۶ درصد مجموع انرژی اولیه‌اش بوده و انرژی اتمی‌اش ۱۱/۷ درصد بوده است. فرانسه که در جدول 11 محلی ندارد ۷۵ درصد الکتریسیته خود را از نیروگاه‌های اتمی که تجدید ناپذیر و بسیار آلوده‌کننده‌اند تأمین کرده است. به همین خاطر بخشی از این فصل را به کاربرد اتم در نیروگاه‌های اتمی و حوادث آن اختصاص می‌دهیم.

سال	۱۹۸۵	۱۹۹۰	۱۹۹۴	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵
آلمان	۲/۱	۲/۱	۱/۸	۳/۴	۳/۵	۵/۸
اتریش	۲۴/۲	۲۲/۸	۲۳/۷	۲۰/۳	۲۳/۴	۲۳/۳
بلژیک	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۹	۲/۰	۲/۲
دانمارک	۴/۵	۶/۳	۶/۵	۷/۰	۶/۹	۸/۷
اسپانیا	۸/۸	۶/۷	۶/۵	۷/۰	۶/۹	۸/۷
فنلاند	۱۸/۳	۱۶/۷	۱۸/۳	۲۱/۲	۲۷/۷	۲۸/۵
فرانسه	۷/۲	۶/۳	۸/۰	۶/۴	۶/۷	۱۰/۳
یونان	۸/۸	۷/۱	۷/۲	۵/۱	۵/۲	۶/۹
ایرلاند	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۷	۱/۷	
ایتالیا	۵/۶	۴/۶	۵/۵	۵/۹	۶/۱	۵/۲
لوکزامبورگ	۱/۳	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱/۳	
هلند	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۲/۵	۲/۶	۲/۴
پرتغال	۲۵/۱	۱۷/۵	۱۶/۶	۱۷/۰	۱۸/۲	۲۰/۵
انگلستان	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۱/۴	۱/۴	۱/۳
سوئد	۲۴/۴	۲۴/۹	۲۴/۰	۲۶/۳	۳۱/۲	۳۹/۸

جدول ۱۰. نموداری از تمایل برخی از کشورهای پیشرفته جهان در کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر

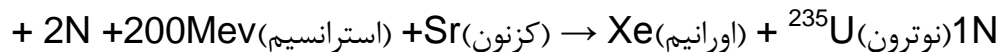
	هیدروالکتریک	ژئوترمیک	پروانه بادی	خورشیدی
۱	کانادا	امریکا	آلمان	ژاپن
۲	امریکا	فیلیپین	امریکا	آلمان
۳	برزیل	ایتالیا	اسپانیا	امریکا
۴	چین	مکزیک	دانمارک	هندوستان
۵	روسیه	اندونزی	هندوستان	استرالیا

جدول ۱۱. طبقه‌بندی کشورهایی که از انرژی‌های تجدیدپذیر، به روش‌های متفاوت برق تولید کرده‌اند.



### ۳. اتم در خدمت بشر و زیان آن بر سیاره

برای تشریح ساختار یک نیروگاه اتمی، آگاهی از اطلاعات زیر ضروری است: در درون یک نیروگاه و یا بمب اتمی، واکنش شکست اتم اورانیم را به شکل کلی زیر می‌نویسند:



یک نوترون وارد هسته اورانیم ۲۳۵ می‌شود و آن را شکسته، دو عنصر سبک‌تر (در این مثال عنصر گزنون و استرانسیم را در نظر گرفته‌ام) به وجود می‌آید. به علاوه به طور متوسط ۲/۵ نوترون دیگر از تکه‌های شکسته شده خارج می‌شود. در این شکست ۲۰۰ میلیون الکترون ولت به ازای هر اتم اورانیم که شکسته شده انرژی تولید می‌شود که به صورت انرژی جنبشی در تکه‌های حاصل از شکست و خارج شدن نوترون منتقل می‌شود. در درون یک بمب اتمی، تعداد نوترون‌ها به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد و توده سوخت که از اتم‌های شکست پذیر درست شده، به ناگاه منفجر می‌گردد. بمب‌های اتمی را از عنصر پلوتونیم خالص تهیه می‌کنند. چون جرم بحرانی برای انفجار پلوتونیم به مراتب کمتر از جرم بحرانی برای شکست اورانیم ۲۳۵ است و از سوی دیگر جداسازی (غنی‌سازی) صد درصد اورانیم ۲۳۵ از اورانیم طبیعی بسیار پرهزینه است.

ولی در درون یک نیروگاه اتمی، چون این تکه‌ها و نوترون در درون میله‌های سوخت به جدار دیواره اصابت کرده و متوقف می‌شوند، لذا تبدیل به انرژی حرارتی شده، دمای میله‌های سوخت را بالا می‌برند. برای خنک کردن و استفاده از حرارت ایجاد شده، از خنک‌کننده‌ها استفاده می‌کنند. فرض کنید خنک‌کننده آب باشد. در تماس با میله‌های سوخت، آب تبدیل به بخار آب با فشار بالا می‌گردد. این بخار می‌تواند ژنراتور الکتریکی (مولد برق) را به حرکت در آورد و

۱. برای اطلاعات بیشتر، مراجعه شود به کتاب دیگر نگارنده: *انرژی اتمی*، که به صورت رایگان برای دانلود

کردن در وبلاگم قرار داده ام. <http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/>

سپس در برج‌های خنک‌کننده، دمای خود را به محیط خارج منتقل سازد. این همان بخاراتی است که در بالای برج‌های خنک‌کننده نیروگاه‌ها دیده می‌شود و عملاً بیش از دوسوم دمای ایجاد شده از شکست اورانیم را به جو منتقل می‌کنند. به همین دلیل است که می‌گوییم بازده نیروگاه‌های اتمی کمتر از ۳۰ درصد است. بنابراین نیروگاه‌های اتمی نیز در گرم شدن زمین دخالت دارند و از آن بدتر برای تهیه اورانیم از سنگ معدن، مقادیر بسیار زیادی رادیوایزوتوپ‌های خطرناک با نیمه‌عمر طولانی و نیز فرآورده‌های حاصل از شکست اورانیم که بسیار رادیواکتیو هستند به محیط زیست وارد می‌شود. به همه این مواد، زباله اتمی می‌گویند که محیط زیست را به شدت آلوده می‌سازند. بنابراین، نیروگاه‌های اتمی نیز مخاطرات خود را دارند.

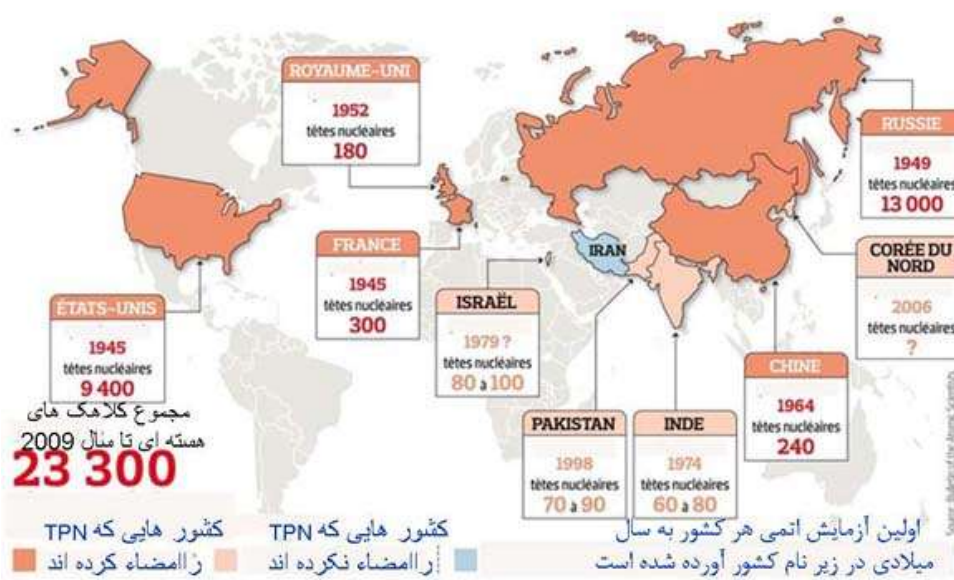
پس از جنگ دوم جهانی، همه مردم از جنگ سوم جهانی که مسلماً اتمی خواهد بود بیم دارند، زیرا تمام کشورهای صنعتی و پیشرفته در فکر تدارک آن هستند. با این که همگان این کار را دیوانگی می‌دانند، ولی هر ملتی دلایلی برای شرکت در این مسابقه وحشتناک تدارک جنگ هسته‌ای دارد.

در آغاز جنگ دوم جهانی، آلمانی‌ها برای تولید بمب اتمی تلاش می‌کردند. متفقیان و به ویژه انگلیسی‌ها متوجه این منظور شدند و مخازن آب سنگین ( $D_2O$ ) که به عنوان نرم‌کننده نوترون در نیروگاه اتمی مصرف دارد) آن‌ها را در سوئد و نروژ نابود کردند و مانع از دستیابی‌شان به بمب اتمی شدند. امریکایی‌ها سرانجام در سال ۱۹۴۵ موفق به ساختن اولین بمب اتمی شدند و به دنبال آن روس‌ها، انگلیسی‌ها، فرانسوی‌ها و چندی بعد چینی‌ها، هندی‌ها، پاکستانی‌ها و اسرائیلی‌ها هم به این سلاح خطرناک دست یافتند.

بمب‌های معمولی مورد استفاده در جنگ جهانی دوم با قدرت تخریبی بیست تُن تی. ان. تی می‌توانستند چندین خانه را تخریب کنند. در طول جنگ دوم جهانی شاید دو میلیون تُن تی. ان. تی مصرف شد که ۳۸ تا ۵۰ میلیون انسان را به کام مرگ کشید. حال آن که یک بمب اتمی عادی، انرژی‌ای معادل با دو میلیون تُن آزاد می‌سازد. یعنی یک بمب اتمی بسیار عادی، معادل کلیه بمب‌هایی که در طول جنگ جهانی دوم دنیا را به آتش و خون کشیدند، قدرت تخریبی دارد.

بمب‌های هسته‌ای امریکا و شوروی بر روی بیش از پانزده هزار هدف مختلف نشانه رفته‌اند و با وجود آن که جنگ سرد بین دو کشور خاتمه یافته، ولی این

بمب‌ها با قدرت مخرب و جهنمی خود همچنان وجود دارند و نمی‌توان از آنها نترسید. این روزها باراک اوباما، رئیس‌جمهور جدید امریکا، حرف‌های بسیاری درباره کاستن از زرادخانه هسته‌ای خود و کشورهای دیگر می‌زند؛ امیدوارم این اظهارات فقط شعار نباشد.



#### •The Nuclear Nonproliferation Treaty (NPT)

معاهده عدم گسترش سلاح‌های هسته‌ای

نمودار ۳۵. تعداد کلاهک‌های اتمی جهان با نام کشور دارنده آن‌ها تا سال ۲۰۰۹ میلادی. امریکا و روسیه مقداری از کلاهک‌های هسته‌ای خود را از بین برده‌اند، ولی سایرکشورها بدان افزوده‌اند.

همه قدرتمندان جهان می‌دانند که اگر جنگ جهانی سوم شروع شود، مانند جنگ دوم جهانی ۵ تا ۶ سال طول نمی‌کشد، بلکه در چند ساعت همه چیز و همه کس در زیر هزاران مگاتن بمب‌های هیدروژنی از بین خواهند رفت. قدرت بمب اتمی به کار رفته در هیروشیما تنها ۱۳ کیلوتن، یعنی معادل با ۱۳ هزار تن تی.ان.تی بود، ولی اگر جنگ اتمی و جهانی درگیرد، انرژی‌ای معادل با یک میلیون بمب اتمی هیروشیما بر روی سطح کره زمین رها خواهد شد. هیروشیما با ۴۰۰ هزار نفر جمعیت، در روز ۶ اوت ۱۹۴۵ در ساعت ۸ و ۱۵ دقیقه صبح

مورد حمله هوایی اولین بمب اتمی امریکا قرار گرفت و ظرف چند ثانیه، ۹۰ درصد شهر به کلی از بین رفت. این انفجار ۱۵۰ هزار قربانی داد که ۸۰ هزار نفر آن‌ها بلافاصله مردند و مابقی در سال‌های بعد بر اثر سرطان‌های گوناگون از بین رفتند. تصور می‌رود که در یک جنگ اتمی جهانی، احتمالاً بیشتر از میلیاردها نفر کشته شوند و میلیاردها انسان باقی‌مانده به تدریج بر اثر پرتوهای حاصل از رادیوایزوتوپ‌های  $\gamma$ ، سزیم<sup>۱۳۷</sup>، استرانسیم<sup>۹۰</sup>، تکنسیم<sup>۹۹</sup> و ایزوتوپ‌های مختلف نپتونیم و پلوتونیم و یا عناصر سنگین‌تر از آن‌ها، مبتلا به سرطان شده و از پای درآیند. نیمه‌عمر<sup>۱</sup> سزیم و استرانسیم در حدود سی سال است. باید معادل ده نیمه‌عمر این عناصر (که به مقدار زیاد در نیروگاه‌ها تولید می‌شوند) یعنی سیصد سال بعد از جنگ سوم جهانی صبر کرد تا رادیواکتیویته آن‌ها از بین برود. با وجود این، باز هم ۰/۱ درصد آن‌ها باقی می‌ماند. این رادیوایزوتوپ‌ها با انتشار پرتوهای  $\beta^-$  و  $\gamma$  زندگی را بر روی سیاره زمین غیرممکن خواهند ساخت.

در همان لحظات اول جنگ اتمی، خاکسترهای حاصل از انفجار، هوا را پرکرده و نور خورشید را به خارج از جو زمین منعکس می‌کنند. در نتیجه کره زمین سرد شده و در نهایت کشاورزی از بین خواهد رفت. مرگ سریع پرندگان سبب افزایش بیش از حد حشرات می‌شود و خسارات فراوان وارد آمده بر محیط زیست موجب رشد و نمو انواع ویروس‌ها و باکتری‌ها می‌شود. باسیل وبا و طاعون در قرن بیستم بومی شده‌اند و افراد معدودی به این امراض مبتلا می‌شوند. البته این امر ناشی از نابودی باسیل بیماری‌ها نیست، بلکه مقاومت بدن انسان قرن بیستم (احتمالاً به علت تغذیه بهتر و تکرار مایه‌کوبی در اجداد آن‌ها) در مقابل این امراض زیاد شده است. پرتوهای منتشر شده از مواد رادیواکتیو علاوه بر ضایعات جبران‌ناپذیر متعددی که بر بدن انسان وارد می‌کند، مقاومت بدن افراد را در مقابل میکروب‌ها نیز کاهش می‌دهد. با از بین رفتن گلبول‌های سفید که در واقع سربازان مدافع بدن ما در مقابل ویروس‌ها و میکروب‌ها هستند، انواع امراض آسیب‌دیدگان را مبتلا خواهد کرد. این پرتوها در درازمدت تحولات دیگری بر روی موجودات میکروسکوپی، خواه مفید و خواه مضر به وجود آورده، بازماندگان احتمالی جنگ اتمی را مبتلا به امراضی جدید و ناشناخته خواهند کرد.

۱. نیمه‌عمر عبارت است از زمان لازم برای این که نیمی از رادیواکتیویته ایزوتوپ رادیواکتیو از بین برود. نیمه‌عمر تکنسیم ۹۹ برابر ۲۱۰۰۰۰ سال و نیمه‌عمر نپتونیم ۲۳۷ برابر ۲/۱ میلیون سال است که رادیواکتیویته آن‌ها برای همیشه بر روی زمین خواهد ماند.

خطر وقوع جنگ سوم جهانی همواره تا زمانی که نیروگاهها پلوتونیم تولید می‌کنند وجود دارد. افراد بسیاری که در پی سوءاستفاده از قدرت خود هستند ممکن است برای تهدید دیگران از این وسیله وحشتناک استفاده کنند. به‌تازگی (۱۴ آوریل ۲۰۰۹) دولت کره شمالی در پی محکومیت از جانب سازمان ملل به خاطر آزمایش موشک‌های دوربرد، اعلام داشت که تولید پلوتونیم خود را از سر گرفته است.

خطر مواد رادیواکتیو حاصل از سوخت اتم اورانیم یا پلوتونیم در نیروگاه‌های اتمی و به‌ویژه مسئله بسیار مهم مواد زاید و یا انتشار تصادفی آن‌ها در برخی از نیروگاه‌های اتمی، خواه بر اثر اشتباهات انسانی و یا عیب و نقص و حوادث ناگهانی، خطرات بزرگی برای بشر و محیط زیست در بردارد.

کشورهای صنعتی جهان احتیاج بسیاری به انرژی دارند. در اغلب این کشورها مواد سوخت فسیلی تمام شده (زغال سنگ) و یا اصلاً چنین موادی وجود ندارد. در نتیجه ناچارند از کشورهای دیگر، به‌ویژه خاورمیانه، نفت و گاز خریداری کنند. بازهم به دلیل پایین بودن بهای نفت، منابع انرژی سالم‌تر نظیر انرژی خورشیدی، باد، انرژی ژئوترمیک و یا جزر و مدّ به صرفه نیست. در نتیجه این کشورها به نیروگاه‌های اتمی روی آورده‌اند که منبع تولید انرژی ناسالم و خطرناک برای آینده زندگی بر روی سیاره است. بهای کیلووات ساعت انرژی الکتریکی به دست آمده از نیروگاه‌های اتمی ظاهراً ارزان‌تر از کیلووات ساعت انرژی حاصل از سوخت مواد فسیلی است. با وجودی که مردم این کشورها و مدافعان محیط زیست با کاربرد اتم برای تولید انرژی موافق نیستند، تعداد نیروگاه‌های اتمی‌شان روز به روز زیادتر می‌شود. برخلاف نظر کارشناسان این صنعت که احتمال وقوع حادثه و انفجار نیروگاه‌ها را ناچیز می‌دانند، افزایش تعداد نیروگاه‌ها این احتمال را فزونی می‌بخشد. به نحوی که از سال ۱۹۵۱ تا کنون، یعنی ۶۲ سال تجربه در این صنعت، بیش از ۵۰ تصادف کم و بیش مهم به وقوع پیوسته که خطرناک‌ترین آن‌ها در دو دهه ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۱ اتفاق افتاده است. از مهم‌ترین حوادث در این بین، از حادثه ویندسکال، تری مایل آیلند و چرنوبیل شوری و حادثه نیروگاه‌های فوکوشیمای ژاپن در اثر زمین لرزه و در پی آن سونامی را می‌توان نام برد.

## فصل چہارم

بحران مصرف

## ۱. تمدن و فرهنگ غرب و استعمار جدید

ما انسان‌ها همه در یک گهوارهٔ زندگی واقع در افریقا به وجود آمده‌ایم و در طی قرن‌های متمادی و مهاجرت‌های پی در پی، سراسر زمین را فراگرفته‌ایم. شرایط جوّی تغییراتی در رنگ پوست و مو و برجستگی استخوان‌های ما ایجاد کرد، با این حال همه و همه از یک پدر و مادر و هموساپین ساپین هستیم. اما همین اختلافات ظاهری تکبر و خودخواهی را نزد برخی از انسان‌ها به وجود آورد که سبب شد تا انسان‌های دیگر را پست‌تر از خود بدانند و استثمار کنند. از آن‌جا کشورهای توسعه‌یافته و کشورهای عقب‌مانده به وجود آمد و عقب‌ماندگی دستهٔ اخیر جز نتیجهٔ استثمار عده‌ای توسط عدهٔ دیگر نیست. به همین دلیل شماری از انسان‌ها از غافلهٔ تمدن عقب افتاده و با بدبختی و گرسنگی دست در گریبان‌اند. حال آن‌که در بخشی از دنیا، در کشورهای پیشرفته، عده‌ای از فرط سیری، فرآورده‌های کشاورزی را تبدیل به اِتانول و بیوگازوئیل کرده، در خودروهای خود می‌سوزانند.

در واقع در قرن بیست و یکم استعمار به نوعی دیگر و به مراتب بدتر از نوع ابتدایی آن - که به صورت تصرف کشورها و بهره‌کشی از ملت‌ها بود - درآمده و ملت‌ها را به نوعی دیگر استثمار کرده‌اند. همین افزایش و کاهش بهای نفت و ایجاد ناآرامی در گوشه و کنار جهان و ایجاد تنش به ویژه در منطقهٔ نفت‌خیز خاورمیانه نیز نوعی استعمار است. تبلیغ و تشویق به حداکثر مصرف و انواع

انحرافات اخلاقی در کشورهای جهان سوم در حالی صورت می‌گیرد که کشورهای پیشرفته در جوامع خود برعکس به دنبال مصرف صحیح‌تر، بهتر زیستن و بهتر تربیت کردن جوانان‌اند. آن‌ها در کشورهای جهان سوم شرایطی را ایجاد کرده‌اند که جوانان تحصیل کرده به سوی غرب گریزان می‌شوند. هزینه تحصیل این جوانان ممتاز جوامع جهان سومی از بودجه این کشورها هزینه می‌شود، ولی کاربری آن‌ها در غرب انجام می‌گیرد. زیرا ساختار جهان غرب با آزادی‌های اجتماعی‌اش برای جوانان ما جذاب است. نگاه کنید چه تعداد تحصیل کرده ایرانی به کانادا، استرالیا و امریکا رفته‌اند و می‌روند و اکثراً در کار خود موفق بوده‌اند! موفقیت آن‌ها به نفع کشور میزبان است و این جوانان موفق هیچ‌گاه به کشور خود باز نخواهند گشت. ما از دور از موفقیت فرزندان مان خوش حالیم و با افتخار از فلان ایرانی که سرپرست بخشی از ناسا شده و در برنامه‌های فضایی امریکا شرکت دارد نام می‌بریم و یا می‌گوییم هزاران نفر از استادان امریکایی ملیت ایرانی دارند و به این افتخار می‌کنیم. اما این استثمار جدید است. بدین ترتیب است که ماده خاکستری پرورش یافته در جهان سوم ربوده می‌شود.

از سوی دیگر بازارهای جهانی تشکیل داده‌اند که منظور از آن جذب ثروت ملت‌های توسعه نیافته است و به هیچ وجه کارگشای مشکلات آن‌ها نیست. کمبود مواد غذایی و گران شدن غلات، ذرت و برنج نتیجه استثمار جدید است. بازی با بهای سوخت‌های فسیلی نیز نوعی دیگر از این استثمار است.

## ۲. تأثیر تبلیغات بر مصرف

از اوایل قرن بیستم، با پیشرفت صنعت در جهان، مصنوعات ماشینی به صورت انبوه تولید شد و در اختیار انسان‌ها قرار گرفت. همزمان با آن، فکر تبلیغ کالاها در ذهن تولیدکنندگان به وجود آمد. ابتدا این تبلیغات به صورت چاپی (اعلامیه و یا آگهی در روزنامه‌ها) بود و مردم را از چگونگی کاربرد و مصارف ابزارهایی که کارهای دستی را آسان می‌ساخت باخبر می‌کرد. انواع وسایل خانگی برای نظافت و پخت و پز و یا ابزارهای برقی و مکانیکی برای حرفه‌های مختلف و همچنین فرآورده‌های شیمیایی برای مصارف گوناگون، همه به کمک تبلیغ به مردم معرفی می‌شد و در فروشگاه‌ها در معرض دید خریداران قرار می‌گرفت. به تدریج



صاحبان صنایع متوجه اهمیت و لزوم تبلیغ شدند و بخش مهمی از سرمایه تولیدکننده به تبلیغ برای کالاهایش اختصاص یافت. پس از اختراع رادیو و همگانی شدن این وسیله، بخش مهمی از ساعات پخش برنامه‌های رادیو مختص تبلیغات شد. به همین ترتیب چندی بعد تلویزیون سیاه و سفید و سرانجام رنگی و رسانه‌های عمومی دیگر به میدان آمدند که همگی از طریق تبلیغ، مخارج اصلی خود را تأمین می‌کردند.

اکنون نیز همین روش معرفی کالاها ادامه دارد، ولی با شدتی به مراتب بیشتر از قرن بیستم. حال آن‌که بشر دریافته که افراط و تفریط در مصرف، زندگی زمینی را به خطر خواهد انداخت. اکنون کمبود همه چیز- از مواد سوختی و فلزات گرفته تا آب آشامیدنی و هوای سالم قابل تنفس- به نحو بسیار واضح برای همه آشکار شده است. اگر به شبکه‌های ماهواره‌ای نگاه کنید، هزاران شبکه از صبح تا شام مردم را تشویق به خرید کالاهای مختلف می‌کنند. تبلیغ‌کنندگان چنان در حرفه خود مهارت یافته‌اند که می‌توانند هزاران ماده و یا وسیله ضروری و حتی بیشتر اوقات اجناس غیرلازمی را به مردم معرفی کرده، آن‌ها را تشویق به خرید کنند. بسیاری از مطالبی که در معرفی کالاها، به ویژه در مورد زیبایی و تناسب اندام (مانند کرم‌های از بین برنده چین و چروک صورت خانم‌ها و ...) گفته می‌شود دروغ محض است. ولی معلوم نیست چرا در جهان بنیادی برای مبارزه با این گونه دروغ پردازی‌ها و القانات بیهوده روانی وجود ندارد؟ همه چیز به فروش گذاشته می‌شود و اجناس به وفور در اختیار مردم قرار می‌گیرند بی‌آن که کاربرد یا فایده ادعایی تولیدکننده را داشته باشند. به جرئت می‌توان گفت که ۹۰ درصد کالاهای تبلیغ شده و یا بسیاری از وسایل تولیدشده ضرورتی برای ادامه زندگی انسان‌ها ندارند. اما چه می‌شود کرد، اساس نظام اقتصادی امروز جهان بر پایه مصرف و تبلیغ به مصرف است. ماده اولیه تمام این کالاهای غیرلازم برای زندگی طبیعی یک فرد، از بطن زمین بیرون کشیده می‌شوند و برای تولید آن‌ها انرژی مصرف می‌شود. چنان که دیدیم، تولید انرژی- به ویژه از طریق سوخت‌های فسیلی- همراه با انتشار گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای است که سرنوشت سیاره زمین را به کلی عوض خواهند کرد.

### ۳. مصرف در کشورهای توسعه نیافته

در کشورهای توسعه نیافته شهوت مصرف دیرتر از غرب دامنگیر ملت‌ها شد، ولی گویا این ملت‌ها قصد دارند عقب‌ماندگی چندین ساله خود را در این زمینه، یک شبه جبران کنند! متأسفانه می‌بینیم که تمایل به خرید و مصرف، در بین مردم این کشورها حتی چند برابر غربی‌ها شده است. گویی از تمدن غرب منحصرأ مصرف کالاهای مختلف را آموخته‌اند. آن‌ها بی‌رویه این اجناس و کالاهای تبلیغ شده را می‌خرند و به کار می‌گیرند و سرمایه‌داران غربی نیز تنها به فکر فروش تولیدات خود هستند. این خریداران در بسیاری موارد، با فرهنگ استفاده درست از این وسایل آشنایی ندارند. نگارنده که بیش از سی سال در فرانسه زندگی کرده، همه کشورهای اروپایی و بسیاری از کشورها (مانند ترکیه، روسیه، کشورهای اروپایی، مصر، تونس، مراکش، تایوان و ...) را دیده‌است، در بسیاری از کشورهای توسعه نیافته (از جمله کشور خودمان) شاهد این وضع بوده است. وضعیت خیابان‌های این کشورها به‌طور آشکار نشان می‌دهد که یک مصری، یک مراکشی و یا یک هموطن ایرانی هنوز فرهنگ صحیح رانندگی با خودرو را فراموش کرده است. گویا نمی‌داند که حق تقدم با عابر پیاده‌ای است که از محل خط‌کشی شده عبور می‌کند، و یا سبقت گرفتن از سمت راست غیرمجاز است. تمام این تخلف‌ها در اروپا بیش از ۱۰۰ یورو جریمه دارد و برای برخی، از ۲ تا ۶ سوراخ در گواهینامه رانندگی فرد متخلف ایجاد می‌کنند، که اگر این سوراخ‌ها ۱۲ تا شوند گواهینامه او را می‌گیرند و تا پنج سال حق شرکت در آزمایش مجدد رانندگی و اخذ گواهینامه جدید را ندارد. بسیاری از کشورهای اروپایی مانند فرانسه که جمعیتی نزدیک به جمعیت ایران دارد، ده برابر ایرانیان خودرو دارند، ولی آمار تلفات حوادث رانندگی در آن‌ها ده برابر کمتر از ایران است (در فرانسه سالانه نزدیک به ۲۰۰۰ نفر در تصادفات کشته می‌شوند).

هم‌اکنون در میوه‌فروشی‌های تهران انواع میوه‌های خارجی (سیب سبز، گرانیت فرانسوی، انگور و آلو و موز آفریقای جنوبی، گلابی و هندوانه چینی، آناناس مالزیایی و...) به فروش می‌رسد. توجه کنید، برای انتقال این میوه‌ها از مسافت‌های دور جهان چه قدر سوخت فسیلی مصرف می‌شود که آلوده‌کننده جو زمین است! نمی‌دانم چه سیاستی با چه توجیهی اجازه ورود این میوه‌ها را داده است و منفعت آن به چه کسانی خواهد رسید. ولی می‌دانم که ارز هنگفتی از

دارایی مردم ایران برای خرید آن‌ها از کشور خارج می‌شود. متأسفانه مردم ما کمتر به این امر توجه می‌کنند. روشنفکر و بازاری و مردم عادی همه این میوه‌ها را می‌خرند. حال آن که یک اروپایی در هنگام خرید، در وهله اول محصولی را انتخاب می‌کند که در کشورش تولید شده باشد و سپس به ازای هر نفر یک عدد میوه بیشتر نمی‌خرد. این نه به معنی خست آن‌ها و دست و دلبازی ما، بلکه نشانه مصرف صحیح و آگاهانه آن‌ها است.



تصویر فوق از پایگاه خبری بولتن نیوز مربوط به دوشنبه ۲۸ اسفند ۱۳۹۱ یعنی سه روز مانده به سال ۱۳۹۲ و از سوء استفاده میوه فروشان در ایام برگزاری اجلاس سران عدم تعهد و نیز مصادف با ایام نوروز و احتیاج خانواده های ایرانی به میوه برای پذیرایی از میهمانهای ایام عید است. در این تصویر می بینید اغلب میوه هایی که در آخر بهار یا تابستان باید در بازار باشند در این میوه فروشی ها وجود دارند. این میوه ها از نقطه ای از کره زمین به تهران آورده شده اند که در آنجا آخر بهار و یا آخر تابستان است بنابراین حد اقل بین ۶ تا ۱۲ هزار کیلومتر از ما فاصله دارند. برای رساندن هر کیلو از این میوه ها چند کیلو گاز کربنیک در جو زمین رها شده است؟

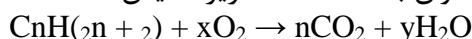
ما در مصرف گاز، برق و آب کوچکترین صرفه جویی نمی‌کنیم. چراغ‌های پرقدرت را تا نیمه‌شب در خانه و مغازه هایمان روشن نگه می‌داریم. به جای جاروب کردن، جلوی خانه و مغازه را با شلنگ آب می‌شویم. خودروهایمان را به همین شکل و با آبی که می‌خوریم می‌شویم. درست است که امروز این مواد ارزان است، ولی در آینده با نبود آن‌ها روبه‌رو خواهیم شد. کشور برای بنزین و

مواد سوخت فسیلی یارانه زیادی می‌پردازد و مردم هم می‌گویند: «ما که روی چاه نفت خوابیده‌ایم چرا از آن استفاده نکنیم!». ولی توجه ندارند که هر خودرویی که در تهران در حال حرکت است، در هر ۱۰۰ کیلومتر مسافت، به طور متوسط ده لیتر بنزین می‌سوزاند و چون چگالی بنزین ۰/۹ گرم است لذا برحسب گیلوگرم این خودرو ۹ کیلوگرم بنزین در هر ۱۰۰ کیلومتر سوزانده است. اگر تعداد کربن موجود در بنزین را بین ۴ تا ۵ حساب کنیم، بنابر معادله شیمیایی سوختن هیدروکربور، در اثر سوختن این مقدار بنزین با اکسیژن هوا بیش از ۳۰ کیلوگرم گاز کربنیک تولید می‌کند و بیش از ۹۰ کیلوگرم اکسیژن هوا را می‌سوزاند. ۷۰ درصد دمای ایجاد شده در موتور این خودرو نیز به جو وارد می‌شود و سبب بالا رفتن دمای سیاره زمین می‌شود. در حالی که معمولاً ۸۰ درصد خودروها تک سر نشین هستند. آلودگی شهر تهران هرساله باعث مرگ زودرس هزاران نفر می‌شود.<sup>۱</sup> ما در جهان در ردیف یازدهم از نظر مقدار مصرف نفت و گاز و ردیف نهم از نظر آلودگی محیط زیست به ازا هر نفر هستیم. به جدول شماره ۵ نگاه کنید.

#### ۴. غرب و حیوانات خانگی

در ادوار گذشته، انسان‌ها همواره برای محافظت از خود و گله‌های حیوانات‌شان، نیاز به سگ‌های نگهبان داشتند. اسکیموها از سگ برای کشیدن سورتمه استفاده می‌کردند و این حیوان در بسیاری از موارد مددکار انسان بود. اکنون نیز برای نگهداری از گله‌های گوسفند و بز از سگ استفاده می‌شود. پس از انقلاب صنعتی در غرب، به کار گرفتن ماشین‌های بخار و توسعه شهرها، حیوانات

<sup>۱</sup> سوختن بنزین را می‌توان با معادله ساده زیر نمایش داد.



در معادله فوق  $C_nH_{(2n+2)}$  بنزین یا هیدروکربور است. اگر فرض کنیم بنزین ما از

هیدروکربوری با ۵ اتم کربن درست شده باشد، می‌توان نوشت:



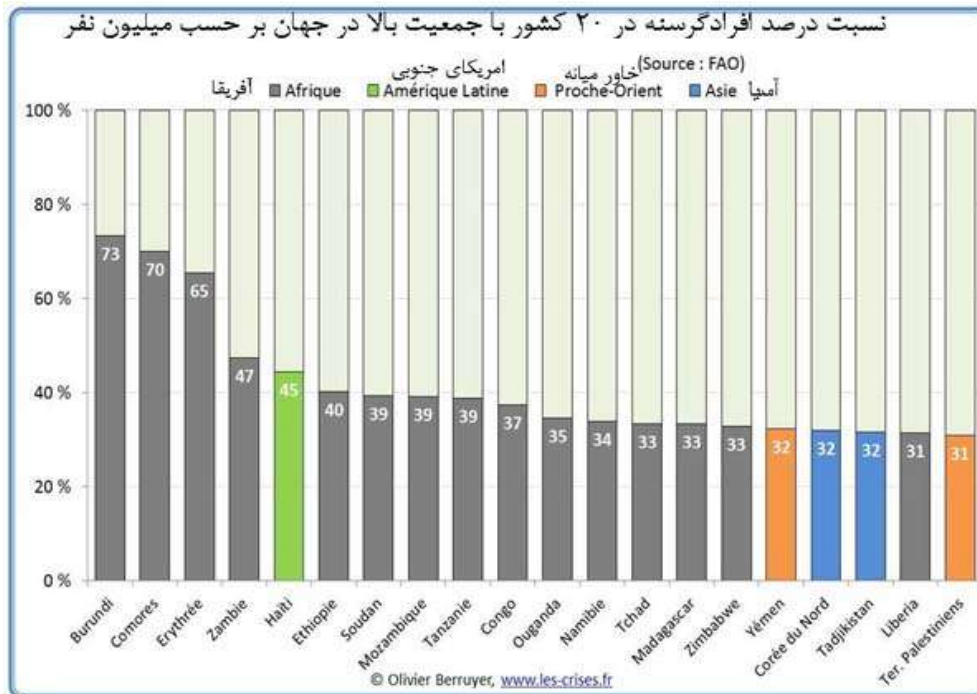
با محاسبه جرم ملکولی هیدروکربور، عدد ۷۲ به دست می‌آید که ۵ ملکول گاز کربنیک تولید کرده است یعنی ۲۲۰ گرم. از آنجا برای ۹۰۰۰ گرم بنزین عدد ۲۸/۲۸۵ کیلوگرم به دست می‌آید.  $۲۷۵۰۰ = ۹۰۰۰ \times ۲۲۰ / ۷۲$  گرم یا ۲۷/۵۰۰ کیلوگرم گاز کربنیک در اثر سوخت ده لتر بنزین تولید می‌شود.

وحشی به ویژه در اطراف روستاها از بین رفتند و بدین ترتیب، کارایی سگ از این نظر نیز کم شد. ولی بر عکس، انواع گوناگون این حیوان به درون خانه‌ها راه یافت.

گذشته از سگ، گربه نیز از بدو تمدن بشری همواره با آدم‌ها زندگی می‌کرده و از محبت و علاقه آن‌ها به خود بهره‌مند بوده است. در زمان‌های دور، سگ و یا گربه سربار زندگی انسان نبود. آن‌ها از بقایای مواد غذایی انسان‌ها تغذیه می‌کردند. انسان همواره به این حیوانات علاقه داشته، زندگی با آن‌ها را دوست دارد. ولی با افزایش جمعیت سیاره زمین، طبیعی است که تعداد این حیوانات خانگی نیز به همان نسبت افزایش یافته است. نگهداری این حیوانات خود به خود عیبی ندارد و به ویژه کودکان از آن‌ها لذت می‌برند و علاقه‌مند به نگهداری یکی از آن‌ها هستند. اما امروز، در جهانی زندگی می‌کنیم که میلیون‌ها نفر به شدت نیاز به مواد غذایی دارند و بسیاری از کمبود این مواد در رنج‌اند (در این جا صحبت از گوشت نیست، بلکه تنها سیرکردن شکم با غلاتی نظیر گندم و ذرت مطرح است). نمودار ۴۳ نسبت درصد افرادی که گرسنه هستند در ۲۰ کشور با جمعیت بالا را نمایش می‌دهد.

از این گذشته، هزاران مسئله مهم چون آلودگی محیط زیست در جهان مطرح است و از بین رفتن دست‌کم روزانه ۱۰۰ نمونه از گونه‌های گیاهی و جانوری و به ویژه نابودی نسل ۷ گونه از هر ۱۰ گونه موجودات زنده دریایی. دریاها بر اثر صید مداوم و بسیار مکانیزه - که هیچ بخت زنده ماندنی برای ماهیان نمی‌گذارد - در حال خالی شدن است (عجیب آن‌که همواره صیادان جهان به ویژه فرانسوی‌ها دست به اعتصاب می‌زنند تا سهم بیشتری برای صید ماهی به دست آورند!).

حال در این سیاره‌ای که زندگی برای افراد بشر و انواع موجودات دیگر دریایی و زمینی تنگ شده و با افزایش روزانه ۲۰۰ هزار نفر به جمعیت آن، این دشواری‌ها روزبه‌روز بیشتر می‌شود، آیا پرورش و نگهداری بیش از یک میلیارد سگ و گربه و تشویق همگان به داشتن حیوان خانگی ضروری است؟ نگهداری و تغذیه این حیوانات اگرچه بسیار دلپذیر است، ولی این کار برابر با خاموشی نسل گونه‌های بسیاری از حیوانات دیگر و کمبود مواد غذایی برای بسیاری از افراد بشر در کشورهای توسعه نیافته است.



نمودار ۴۳ نسبت در صد افراد گرسنه در ۲۰ کشور پر جمعیت جهان بر حسب میلیون نفر.

آمار جامع و دقیقی از تعداد سگ‌ها و گربه‌های موجود در جهان در اختیار ندارم، ولی برای نمونه در جدول شماره ۱۲ تعداد سگ‌ها و گربه‌ها را در امریکا و مخارج آنها و سپس در جدول شماره ۱۳ تعداد سگ‌ها در چند کشور دنیا در آخرین سرشماری سال ۲۰۱۰ ( بنابر<sup>۱</sup> ) در جدول ۱۳ ارائه شده است. این‌ها همه مشتکی از خروار است. فکر می‌کنم در سایر کشورهای غربی تعداد در همین حدود باشد.

با احتمال نزدیک به یقین، تعداد مجموع سگ و گربه موجود در خانواده‌های غربی (اروپای شرقی و غربی، امریکا، کانادا و استرالیا) باید بیش از یک میلیارد باشد. حال آن‌که بسیاری از گونه‌های دیگر پریمات‌ها در جهان در همین قرن اخیر از بین‌رفته و تعداد بسیاری در شرف از بین رفتن‌اند. از طرف دیگر، کسانی که در اروپا زندگی کرده‌اند از معضلی خبر دارند که ساکنان این کشورها با فضولات سگ‌های خود در کوچه و خیابانها به وجود آورده‌اند.

قیمت یک سگ و یا یک گربه بین ۱۰ تا ۱۲۰۰ یورو است. البته قیمت برخی از این حیوان‌ها از ۲۰۰۰ یورو هم تجاوز می‌کند. اولین هزینه این حیوانات

<sup>1</sup> Source : *Pet Market*, octobre 2010

تزریق ۴ واکسن است که به تقریب در حدود ۱۰۰ یورو قیمت دارد. برای سگی به وزن ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم، به طور متوسط ۳۰۰ یورو در سال غذا لازم است و برای گربه در حدود ۲۵۰ یورو. این ارقام مربوط به سگ یا گربه‌ای است که در آپارتمان‌ها زندگی می‌کند.

گربه	سگ	
۳۲/۴٪	۳۷/۲٪	نسبت درصد خانواده هایی که سگ و یا گربه دارند.
۳۷.۴۶۰.۰۰۰	۴۳.۰۲۱.۰۰۰	تعداد خانواده‌هایی که سگ یا گربه دارند.
۲/۲	۱/۷	متوسط تعداد سگ یا گربه به ازای هر خانواده
۸۱.۷۲۱.۰۰۰	۷۲.۱۱۴.۰۰۰	تعداد سگ و یا گربه در امریکا
۱/۷	۲/۶	ویزیت دامپزشک به ازای هر خانواده آمریکایی در سال
۱۹۰	۳۵۶	مخارج مراجعه به دامپزشک در سال بر حسب دلار
۸۱	۲۰۰	متوسط هر ویزیت با دامپزشک بر حسب دلار

جدول ۱۲. نسبت درصد و تعداد سگ و گربه در امریکا و مخارج دامپزشکی آن‌ها در سال بر حسب دلار.

سگ‌هایی که در خانه‌ها و برای حفاظت نگهداری می‌شوند غالباً از نوع پرژة آلمانی (سگ گرگی) هستند که وزن متوسط آن‌ها گاه به ۶۰ کیلوگرم می‌رسد و غذای بیشتری لازم دارند. وسایل حفظ نظافت و سبد دفع فضولات و خاکه سنگ معطر لازم برای این کار، توالت و حمام و سلمانی هزینه‌های زیادی در بر دارد. هزینه بسیاری از این حیوانات که در منازل ثروتمندان زندگی می‌کنند سرسام‌آور است. ولی به طور متوسط فرض می‌کنیم که هر حیوان بین ۵۰ تا ۱۰۰ یورو در سال هزینه‌های متفرقه دارد. اگر منصفانه این مخارج را در نظر بگیریم، شاید در سال بیش از ۴۰۰ یورو صرف هر یک از این حیوانات خواهد شد. با در نظر گرفتن تعداد این حیوانات، به رقم ۴۰۰ میلیارد یورو یا ۵۵۰

میلیارد دلار در سال می‌رسیم. با این مبلغ می‌توان زندگی بسیاری از مردم فقیر جهان را بهتر کرد و شکم آن‌ها را سیر کرد.<sup>۱</sup>

تعداد برحسب میلیون	نام کشور	
۶۱/۸۰۰	امریکا	۱
۳۰/۵۱۰	برزیل	۲
۲۲/۹۰۸	چین	۳
۹/۶۵۰	ژاپن	۴
۹/۶۰۰	روسیه	۵
۹/۱۰۰	افریقای جنوبی	۶
۸/۱۵۰	فرانسه	۷
۷/۶۰۰	ایتالیا	۸
۷/۵۲۰	لهستان	۹
۶/۹۰۰	تایلند	۱۰

جدول ۱۳ آخرین سرشماری سگ‌ها در ده کشوری که تعداد سگ‌های بیشتری دارند. هر چند روز یک بار از رسانه‌های عمومی اروپا می‌شنویم که یک کودک غذای فاسد خورده، یا از پدر و مادرش آزار دیده و یا در تصادفی جان سپرده است. چنین خبرهایی همگان را متأثر می‌کند و گاه به خشم می‌آورد، که البته همه این واکنش‌ها به حق است. ولی اگر بگوییم در هر روز ۶۰۰۰ کودک در دنیا بر اثر کمبود آب و غذا جان خود را از دست داده‌اند، واکنش همین مردمان چیست؟ چرا در مردمی که بیش از یک میلیارد حیوان خانگی دارند و با قیمت و هزینه نگهداری هر کدام می‌توانند ده انسان گرسنه را سیر کرده، از مرگ نجات دهند تأثیری نمی‌بینیم؟<sup>۲</sup> تصویر زیر را خبرنگاری با صرف وقت بسیار برداشته است و مشهوریت جهانی کسب کرد. آیا بعد از گرفتن کلیشه چاره‌ای برای این بچه کرده است؟ شک دارم!

1. SPF.Economie – INS,Dibevo,Statistics.UK , Pet Food Manufactures Association.  
1. Notre-Planet.info 21/04/2009 – Thiery Velu – President-Fondateur du GSCF.





## ۵. کشاورزی و صنعت کشت

کشاورزی را می‌توان «اهلی کردن گیاهان به وسیله بشر» نامید و این اهلی کردن، چند صباحی بعد از آغاز پیدایش انسان اندیشه ورز (هموساپین) به وجود آمد. در ابتدا انسان‌ها با گیاه‌خواری زندگی می‌کردند. انسان‌های اولیه میوه و قارچ و انواع دانه‌ها را جمع‌آوری می‌کردند و آن‌ها را با اعضای خانواده خود تقسیم کرده، می‌خوردند. تصادف و یا مشاهده و تفکر سبب شد که انسان دریابد اگر هسته میوه و یا دانه غلات را در زمین بکارد، بعد از مدتی محصول به دست خواهد آورد. چندی بعد انسان حیوانات را نیز اهلی کرد و آن‌ها را برای مصارف مختلف، مانند شخم زدن و یا کوبیدن خوشه‌های محصول، به کار گرفت. این موجودات اهلی نیز از حمایت انسان بهره گرفتند و بدین ترتیب زندگی مشترک انسان با حیوانات شروع شد. به تدریج انسان متوجه شد که می‌تواند همه چیزخوار هم باشد. بنابراین از گوشت، شیر و فرآورده‌های دیگر حیوانات بهره برد. دانه‌ها را نزدیک محل زندگی خود کاشت و حیوانات اهلی را به مدد سگ‌های اهلی شده محافظت کرد. بدین ترتیب، شاید از ۱۰ هزار سال پیش کشاورزی و دامداری آغاز شده است. برداشت محصول و پرورش و تکثیر حیوانات یکی از معجزات طبیعت بود که انسان‌ها آن را کشف کردند. اهمیت این کشف، کمتر از کشف آتش به وسیله بشر نیست.

کشت گندم در مصر مربوط به ۷۵۰۰ سال قبل از میلاد بوده و در بین النهرین و چین به هزاره چهارم پیش از میلاد می‌رسد. در اروپا قدمت کشاورزی تنها به ۲۷۰۰ سال پیش بازمی‌گردد. هدف اصلی کشاورزی، تأمین مواد غذایی بوده است. گروه‌های انسانی در نقاط مختلف سیاره زمین، برای تغذیه روزانه خود

به این کار پرداخته‌اند. در واقع داستان کشاورزی را می‌توان در یک جمله کوتاه خلاصه کرد: «تلاش و مبارزه علیه گرسنگی».

در زمان کنونی، افزایش جمعیت سیاره ما را وامی‌دارد تا روز به روز زمین‌های بیشتری را به زیر کشت ببریم. اکنون آمار و ارقام به درستی نشان می‌دهند که تا اواسط قرن بیست و یکم جمعیت انسان‌ها به بیشتر از ۹ میلیارد نفر و در پایان این قرن ۱۱ میلیارد نفر خواهیم بود. تأمین غذای این تعداد انسان با تحولی که در صنعت کشت و زرع به وجود آمده میسر است. ولی متأسفانه انحرافی که نظام مصرفی جهان در فرآورده‌های کشاورزی پدیدآورده و دانه‌های روغنی و غلات را تبدیل به منبع سوخت برای خودروها می‌کند، در آینده مشکلاتی جدی برای برخی از انسان‌ها ایجاد خواهد کرد. باید امیدوار بود که در آینده نبوغ ذاتی انسان‌ها، فارغ از سود جویی و طمع کاری، روشی دیگر را برای تولید انرژی ابداع کند. بدون افراط و تفریط می‌توان احتیاج غذایی ساکنان زمین را برآورده ساخت، ولی خود خواهی و سود جویی برخی از افراد بشر و عدم عاقبت اندیشی آنهاست که زمین‌های زیرکشت را تبدیل به چاه نفت کرده، محصولات کشاورزی در خودروهای شخصی تبدیل به گاز کربنیک می‌شود و جو سیاره را آلوده می‌سازد.

براساس اطلاعات سایت Worldmeter، هر روز در حدود ۳۵۰ هزار نفر به دنیا می‌آیند و با کمی تقریب، ۱۵۰ هزار نفر می‌میرند. اختلاف میان تولد و مرگ انسان‌ها ۲۰۰ هزار نفر است. یعنی این تعداد در هر روز به جمعیت دنیا افزوده می‌شود. با این رقم، پیش‌بینی رسیدن جمعیت جهان به ۹ میلیارد نفر مورد تردید قرار گرفته و برخی از پژوهشگران فکر می‌کنند تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به ۱۰ میلیارد و در ۲۱۰۰ به ۱۱ میلیارد نفر خواهد رسید.<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> Le Monde.fr avec AFP | 02.10.2013

با توجه به افزایش جمعیت هندوستان، در پایان این قرن جمعیت جهان ۱۰ تا ۱۱ میلیارد نفر خواهد شد.



Il y aura 10 à 11 milliards d'habitants sur la planète à la fin du siècle, selon les projections de l'INED. | REUTERS/AMIT DAVE

اما آیا برآوردی هم از میزان گرسنگی عمومی یافتن در آن سال به عمل آمده است؟ گزارش «سیاره زنده» در سال ۲۰۰۸ (WWF) اعلام می‌دارد که تأثیرگذاری افراد بشر بر روی منابع حیاتی و زمین‌های کشاورزی سیاره زمین، در ۴۵ سال گذشته به دلیل افزایش جمعیت و افزایش مصرف، دو برابر شده است.

همچنین بنا بر گزارش یاد شده، سیاره زمین به اوج امکان تولید مواد غذایی خود رسیده است. در سال ۱۹۸۵ تولید غلات به ازای هر نفر ۳۴۳ کیلوگرم بوده است. از این زمان به بعد، بازده تولیدات کشاورزی سیر نزولی داشته است، زیرا سطح زیرکشت قابل دسترس به دلیل بی‌رمق شدن زمین‌های کشاورزی کاهش یافته، به میزان ۲۹۷ کیلوگرم برای هر نفر در سال ۲۰۰۲ رسیده است. تولید گندم در فصل برداشت خرمین در سال زراعی ۲۰۰۷-۸، برابر ۶۰۷ میلیون تن بوده که طی پنج سال گذشته همواره میزان تولید کمتر از تقاضا بوده است. در سال ۲۰۰۹ میلادی مصرف جهانی گندم قاعدتاً باید یک درصد بیشتر شود تا به ۴۵۰ میلیون تن برسد.

اداره کشاورزی امریکا (USDA) برای سال ۲۰۰۹ تولید ۷۸۵ میلیون تن ذرت را پیش‌بینی کرده است. یعنی ۵/۷ میلیون تن کمتر از تولید ۲۰۰۷-۸ میلادی. از سوی دیگر مقدار ذرتی که در دوره ۲۰۰۸-۹ ذخیره خواهد شد به

میزان ۱۵/۱ میلیون تن کمتر از دوره ۲۰۰۷-۸ خواهد بود. این کاهش به خاطر تولید اِتانول از ذرت است. زیرا ۳۳ درصد ذرتی که در سال ۲۰۰۹ تولید می‌شود از قبل برای تولید اِتانول در نظر گرفته شده است. پروژه کنونی تولید سوخت بیولوژیک در جهان همان‌طور که قبلاً هم اشاره کردم، زمین‌های بسیاری را به زیر کشت خواهد برد. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که تا سال ۲۰۲۰ باید در سطح جهانی ۵۴ میلیون هکتار زمین کشاورزی را به این منظور اختصاص داد. یعنی سطحی معادل مساحت کشور فرانسه و یا یک سوم مساحت کشور خودمان، به شرط آن‌که کوه‌ها و کویرها تبدیل به زمین زیرکشت شوند. بنابراین، کاهش زمین‌های کشاورزی نگرانی‌هایی برای تأمین مواد غذایی نیمی از ساکنان سیاره به وجود خواهد آورد. کمبود زمین قابل کشت به منظور تولید غلات منحصر به امریکا نمی‌شود. در اتحادیه اروپا، ۱۶ درصد از زمین‌های قابل کشت ۱۲ کشور از ۲۵ کشور عضو این اتحادیه (معادل ۵۰ میلیون هکتار) عملاً حاصلخیزی خود را از دست داده‌اند. در بقیه کشورها نیز حدود ۳۵ درصد زمین‌های زراعی کم قدرت شده‌اند. کاهش حاصلخیزی این زمین‌ها دلایل مختلف دارد. از جمله فرسایش، کاهش تنوع زیستی، کمبود مواد آلی در درون این زمین‌ها، آلودگی، تبدیل به نمکزار شدن و دست‌آخور، ساخت و ساز خانه و جاده، بخشی از این زمین‌ها را کم‌توان کرده یا از بین برده است.

گرمایش جو زمین، از بین رفتن جنگل‌ها و کویری شدن زمین‌های کشاورزی از پدیده‌هایی هستند که مانع از توسعه کشاورزی می‌شوند. به ویژه که امروز کشاورزان بسیار راغب به تولید سوخت بیولوژیک هم شده‌اند. از سوی دیگر، اقیانوس‌ها تخلیه می‌شوند و ارقام صید ماهی هراسناک شده است. در حال حاضر افراد بشر دو برابر بیشتر از سال ۱۹۹۵ ماهی می‌خورند، یعنی ۱۶/۳ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال و به عبارت دیگر، نزدیک به ۱۲۰ میلیون تن در سال. حال آن‌که در سال ۱۹۵۰ میلادی مصرف ماهی ۲۰ میلیون تن در سال بوده است. یعنی اکنون باید ۶ برابر بیشتر ماهی از دریا صید کرد. مقدار ماهی صید شده عملاً ۳۰ درصد بیشتر از این مقدار است. چون در موقع صید، ماهیگیران تقریباً ۳۰ درصد ماهی‌های به تور افتاده را که قابلیت فروش ندارند به دریا می‌ریزند که خوراک مرغان دریایی می‌شود. بنا بر گزارش فائو، هفت گونه از هر ده گونه ماهیان اقیانوس‌ها در حال از بین رفتن است. نسل یک گونه از هر سه گونه باقی‌مانده نیز در حال انقراض است. صیادان هر روز دورتر و دورتر در اقیانوس‌ها

به صید ماهی می‌پردازند و هر روز وسایل صید آن‌ها کامل‌تر و پیشرفته‌تر می‌شود. کارشناسان در ۱۴ فوریه ۲۰۰۸ به مدد محاسبات رایانه‌ای پیش بینی کردند که تا اواسط قرن بیست و یکم اقیانوس‌ها خالی از ماهی می‌شوند. در واقع بنا به گفته آن‌ها، تمامی اکوسیستم دریایی مورد تهدید قرار گرفته و شاید کمتر از ۴ درصد از اقیانوس‌ها دست نخورده باقی بماند.

## ۶. لزوم تغییر شیوه مصرف

شاید بیش از ۴۰ سال است که کارشناسان و پژوهشگران به نحوی کاملاً علمی و قابل درک اخطار می‌کنند که باید روش مصرف‌مان را عوض کنیم. اگر این توصیه را نپذیریم، سیاره زمین از یک سو قادر به تأمین مواد غذایی نخواهد بود و از سوی دیگر زباله‌های انباشته شده و آلودگی محیط زیست، نوع بشر را تهدید به انقراض نسل خواهد کرد. در واقع این محیط زیست نیست که می‌خواهد نوع بشر را از بین ببرد، بلکه این ما هستیم که رشته ارتباط خود را با طبیعت - با تخریب مستمر آن - قطع می‌کنیم. با وجود آن‌که دوسوم ساکنان سیاره منحصراً از غلات و غذاهای گیاهی برای تغذیه استفاده می‌کنند، ولی همان یک سوم دیگر به شدت محیط زیست را آلوده می‌سازند. امریکایی‌ها که ۵ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌دهند، ۴۰ درصد آلودگی‌های محیط زیست را ایجاد می‌کنند. و زیان افراط‌کاری‌های آن‌ها را باید دیگر ساکنان سیاره بدهند. اگر به سایت کارشناسان رژیم غذایی مراجعه کنیم، با اعدادی روبه‌رو خواهیم شد که ما را در مورد روش زندگی‌مان که بسیار ساده‌تر و کم مصرف‌تر از امریکایی‌هاست مبهوت خواهد کرد.<sup>۱</sup> این سایت به زبان فرانسه است و مسلماً سایت‌های دیگری نیز به زبان انگلیسی یافت می‌شود. تنها کافی است کلمه اسراف (Squander) را در گوگل جست‌وجو کنید؛ نتیجه حیرت‌آور خواهد بود. یک گاو ۲۰۰ کیلوگرم گوشت بدون استخوان و چربی برای مصرف گوشتخواران دارد. اگر این مقدار گوشت برای مصرف یک امریکایی اختصاص یابد، در روز ۳۲۰ گرم از آن را می‌خورد. یعنی یک گاو معادل ۶۲۵ وعده غذای یک امریکایی است. یا به عبارت دیگر، هر ۶۲۵ امریکایی در روز یک گاو را می‌خورند. برای یک اروپایی که ۱۲۵ گرم در روز گوشت می‌خورد، این گاو به

1. [http://www.zen-blogs.com/fr/gaspillage\\_alimentataire.phb](http://www.zen-blogs.com/fr/gaspillage_alimentataire.phb)

مصرف ۱۶۰۰ نفر می‌رسد. حال اگر این افراد گوشتخوار، غلات مصرف کنند، با احتساب مقدار غلاتی که برای پرورش این گاو صرف شده، ۱۸۰۰۰ نفر با پروتئین مشابه سیر می‌شوند. یک هکتار زمین اختصاص یافته به کشت غلات، ۵ بار بیشتر پروتئین تولید می‌کند تا یک هکتار اختصاص یافته به پرورش یک گاو. مواد غذایی گیاهی در وزن مساوی نظیر لوبیا، نخود و عدس ۱۰ بار و سبزیجات معمولی ۱۵ بار و اسفناج ۲۶ بار بیشتر پروتئین تولید می‌کنند تا پروتئین حیوانی. پروتئین موجود در سویا در وزن مساوی ۱۴ بار بیشتر از پروتئین موجود در گوشت خوک است. برای پرورش خوک ۴۸۵ کیلوگرم در هر هکتار سویا لازم است، حال آن که ۳۵ کیلوگرم سویا همان اندازه پروتئین تولید می‌کند که در گوشت خوک وجود دارد.

درست است که طعم پروتئین حیوانی بهتر از پروتئین گیاهی است، اما برای ما انسان‌ها که در حال از بین بردن تعادل سیاره زمین هستیم، راه دیگری وجود ندارد. یک امریکایی که به مصرف زیاد گوشت عادت کرده، کافی است از ترکیبات شیمیایی (مثلاً گلوتامات سدیم) و یا عصاره مخمرها استفاده کند و به غذاهای گیاهی خود طعم گوشت (در انواع مختلف کبابی، آب‌پز و یا سرخ شده) بدهد.<sup>۱</sup>

۵۶ درصد تولید پروتئین گیاهی در دامداری‌ها صرف تغذیه دام‌ها می‌شود تا پروتئین حیوانی تولید گردد. به دلیل تبلیغ به مصرف، مقدار مصرف پروتئین حیوانی هر روز زیادتر می‌شود. از آن گذشته، دامداران و یا پرورش‌دهندگان مرغ و ماهی سعی در فربه کردن محصولات خود دارند و از آن‌جا که مقدار زیادی چربی در بدن حیوانات جمع می‌شود و ما انسان‌های قرن بیست و یکم حاضر به خوردن آن‌ها نیستیم، این چربی یکسره از قصابی یا مرغ فروشی به زباله‌دان ریخته می‌شود. یک بار امتحان کنید و وزن مرغ پاک شده‌ای را که خریده‌اید با وزن اولیه آن مقایسه کنید. بیش از ۲۰ درصد از وزن آن (به صورت پوست و چربی) کم شده است که شما پول آن را پرداخته‌اید. در مورد حیوانات دیگر نیز همین طور است. یک گاو به وزن ۸۰۰ کیلوگرم تنها ۲۰۰ کیلو گرم گوشت قابل مصرف برای امریکایی و یا اروپایی به دست می‌دهد.

۱. به مقاله نگارنده در این زمینه مراجعه کنید: «مخمرها، منابع پروتئینی قرن بیست و یکم»، مجله خورنوش، س ۲، ش ۱۵، (بهمن - اسفند ۱۳۷۸)، صص ۲۷-۲۳.

از کارهای عجیبی که انسان‌ها انجام می‌دهند، تبدیل حیوانات علفخوار به گوشتخوار است. پس‌مانده کشتارگاه‌ها و زایدات گوشت‌هایی که انسان‌ها نمی‌خورند و یا ماهی‌های غیرقابل فروش در بازار را تبدیل به آرد کرده و به خورد دام‌ها می‌دهند. بر اثر همین کار، فاجعه جنون گاوی پدید آمد که صدها انسان را مبتلا کرد و منجر به مرگ آن‌ها شد. این امر در اروپا مسئله ساز شد و مدت‌ها گوشت گاوهای انگلیسی و چندی بعد گاوهای اسپانیایی را برای خوردن مضر و ممنوع اعلام کردند.<sup>۱</sup>

در آمریکا ۷۰ درصد غلات تولید شده صرف تولید گوشت قرمز، مرغ، تخم مرغ و لبنیات می‌شود. در هندوستان تنها ۲ درصد غلات صرف تولید پروتئین حیوانی می‌شود. در فرانسه حداقل نیمی از زمین‌های کشاورزی که به مدد کودهای شیمیایی تقویت شده‌اند و فرآورده‌های گیاهی به عمل می‌آورند، به دامداری‌ها اختصاص داده می‌شوند. ۸۰ درصد سویا و ذرت تولیدی به مصرف تغذیه حیوانات می‌رسد. در حالی که:

- ۱۶ کیلوگرم پروتئین گیاهی لازم است تا یک کیلوگرم پروتئین گاوی تولید شود.

- ۷ کیلوگرم پروتئین گیاهی لازم است تا یک کیلوگرم پروتئین خوک تهیه شود.

- ۵ کیلوگرم پروتئین گیاهی لازم است تا یک کیلوگرم پروتئین مرغ تولید شود.

- ۵ کیلوگرم پروتئین گیاهی لازم است تا یک کیلوگرم تخم مرغ تولید شود. در فرانسه جگر غاز و جگر مرغابی پرچربی تهیه می‌شود. روش عمل بدین ترتیب است که این پرندگان را مجبور به خوردن دانه ذرت و گردو که هر دو را آسیاب کرده و به صورت خمیر در آورده‌اند می‌کنند. در واقع این خمیر را به زور وارد معده این حیوانات می‌کنند. بر اثر این کار، چربی در جگر آن‌ها جمع می‌شود و جگر غازی که به طور طبیعی باید ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم باشد، متورم و بزرگ می‌شود تا جایی که گاه وزن آن از یک تا یک و نیم کیلوگرم هم تجاوز می‌کند. جگر غاز یکی از بهترین و گران‌ترین غذاهای فرانسوی است که آن را در شب کریسمس و شب سال نو (اول ژانویه) صرف می‌کنند. خوردن جگر چرب در

۱. به مقاله نگارنده در این باره مراجعه کنید: «دروازه ورود جنون گاوی»، روزنامه همشهری، (۲۹ آبان ۱۳۸۱).

نزد غربی‌ها متداول شده و یکی از صادرات مهم فرانسه را تشکیل می‌دهد. در جهان سالانه ۲۰.۵۰۰ تن جگر چرب غاز و مرغابی تولید می‌شود که سهم فرانسه از آن ۱۷.۰۰۰ تن است. این مقدار جگر از ۳۰ میلیون مرغابی و ۸۰۰ هزار غاز به دست می‌آید. در بلغارستان نیز سالانه ۳ هزار تن جگر چرب تولید می‌شود.

روش تولید جگر مورد بحث هم قابل توجه است. ابتدا با استفاده از روش‌های بیوتکنولوژی، تخم این پرندگان را نشان‌دار می‌کنند به نحوی که غاز یا مرغابی نر بیرون آمده از تخم، لکه سیاهی بر روی سر داشته باشد. نرها را برای پروار کردن انتخاب می‌کنند و ماده‌ها را به مجرد بیرون آمدن از تخم از بین می‌برند، چرا که کبد مرغابی و یا غاز ماده پر از رگ و پی است و به درد پروار کردن نمی‌خورد. غاز یا مرغابی را به مدت ۸۰ روز پرورش می‌دهند. در ۱۲ روز آخر زندگی این پرندگان، به کمک پمپ‌های هیدرولیک و به وسیله لوله‌ای که در معده حیوان فروبرده‌اند، هر روز - در فواصل یک تا دو دقیقه - ۴۵۰ گرم مواد غذایی پرانرژی به حیوان می‌خورانند. این عمل مشابه آن است که شخصی را که ۷۰ کیلوگرم وزن دارد مجبور کنند هر یک تا دو دقیقه ۷ کیلوگرم غذای چرب بخورد! نام این عمل گاواژ (به زور خوراندن) است. بر اثر این غذای چرب و ناخواسته، کبد حیوان بزرگ می‌شود. پرنده تحت عمل گاواژ دچار اسهال می‌شود و فشار وارد از سوی کبد بزرگ شده، تنفس‌اش را مختل می‌کند. زیرا حجم کبد ده برابر حجم طبیعی آن شده است. در پایان روز دوازدهم، حیوان را در شرایطی که تقریباً به حال مرگ افتاده، به کشتارگاه می‌برند. در جعبه‌های مخصوص حمل پرندگان، این حیوانات آن قدر فشرده کنار یکدیگر قرار می‌گیرند که اغلب پیش از رسیدن به کشتارگاه استخوان‌های آن‌ها خرد می‌شود (طبق قانون، کشتارگاه نباید حیوان مرده را تحویل بگیرد). در کشتارگاه ابتدا با شوک الکتریکی آن‌ها را بیهوش می‌کنند و سپس رگ گردن‌شان را می‌زنند و کبد حیوان را بیرون می‌آورند.

عمل گاواژ غازها و مرغابی‌ها آن قدر چندش‌آور و غیرانسانی است که هر بیننده‌ای را متأثر می‌کند.<sup>۱</sup> از نظر مقررات بین‌المللی این عمل ممنوع است، ولی فرانسه و اتحادیه اروپا به دلیل صرفه اقتصادی زیاد آن، این مقررات را رعایت نمی‌کنند. لهستان که یکی از تولیدکنندگان مهم جگر چرب بود، عمل گاواژ را

۱. برای اطلاع بیشتر و مشاهده مراحل عملی گاواژ، به سایت زیر مراجعه کنید:

PMAF - Protection mondiale des animaux de ferme - Aidez-nous à les protéger.  
[http://www.pmaf.org/page.php?menu=rubriques/campagnes/campagnes\\_menu...](http://www.pmaf.org/page.php?menu=rubriques/campagnes/campagnes_menu...) 2009/04/22.



از سال ۱۹۹۹ ممنوع اعلام کرده است. بسیاری از کشورهای دیگر نیز شروع به ممنوع ساختن این نوع پرورش پرندگان کرده‌اند. در سال ۲۰۰۴ در ایالت کالیفرنیا گاوآژ رسماً ممنوع اعلام شد. ایتالیا، دانمارک، آلمان، سوئیس و اتریش نیز اخیراً آن را ممنوع کرده‌اند.

غذایی که به اجبار به هریک از این غازها یا مرغابی‌ها می‌خورانند، معادل با غذای روزانه ۲۵۰ نفر از ساکنان سیاره زمین، به‌ویژه آفریقایی‌هاست. حال به خاطر آورید که هر روز در جهان ۶۰۰۰ انسان از گرسنگی و تشنگی می‌میرند. بنابراین باید اذعان کرد که معضل اصلی در سیاره زمین، کمبود مواد غذایی نیست، بلکه نوع، کاربرد، محل تولید و مقصود از تولید مواد غذایی است که باعث گرسنگی و مرگ و میر مردم جهان می‌شود. بنابراین باید در روش مصرف و به ویژه در شیوه استفاده از فرآورده‌های کشاورزی تغییر به وجود آورد تا مانع از بروز بحران‌های گرسنگی شد.

بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۸ تولید غلات در جهان ۴ برابر شده است. جمعیت جهان در سال ۱۹۵۰ برابر ۲/۵ میلیارد نفر بود که اکنون به ۷/۳ میلیارد نفر رسیده است. به عبارت دیگر، جمعیت جهان تقریباً ۳ برابر شده است. بنابراین غلات به مراتب بیشتر از تعداد افراد تولید شده است، پس نباید گرسنگی در جهان وجود داشته باشد. ولی متأسفانه شیوه مصرف مواد غذایی عوض شده است. انسان‌ها بیشتر از گذشته گوشت می‌خورند و در بسیاری از نقاط زمین، بخش عظیمی از غلات و دانه‌ها را صرف تولید سوخت می‌کنند. تشدید کشت دانه‌های روغنی و غلات سه نوع آسیب به سیاره زمین وارد می‌آورد:

۱. مساحت وسیعی از زمین را به خود اختصاص می‌دهد.
۲. لازمه کشت غلات و دانه‌های روغنی مکانیزه کردن کشت زمین‌ها، شخم زدن‌های بسیار و عمیق، و آبیاری بیش از حد است که ذخیره آب‌های زیرزمینی را کاهش می‌دهد.
۳. در این نوع کشت‌های صنعتی، انواع غلات برگزیده شده و یا بذرهایی که تغییرات ژنتیکی در آن ایجاد شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازمه این صنعت، کاربرد کودهای شیمیایی و یا سموم دفع آفات است. این کشت توسعه‌یافته، آب زیادی مصرف می‌کند و اکنون که جهان با کمبود آب شیرین دست به گریبان است، مشکلات را حادث‌تر خواهد کرد.

تولید یک کیلو گوشت بین ۱۰ تا ۲۴ هزار لیتر آب لازم دارد. حال آن که تولید یک کیلو پروتئین گیاهی حاصل از غلات تنها به ۲۵۰ تا ۱۲۰۰ لیتر آب نیازمند است. مقدار انرژی فسیلی لازم برای فردی که کاملاً گوشتخوار است ۳۳/۹ و برای انسان همه‌چیزخوار ۱۸/۹ و برای کسی که منحصراً غذای گیاهی می‌خورد ۹/۹ کیلو کالری است.

## ۷. زباله و شهرهای ما

در گذشته‌های دور، به دلیل کمبود منابع غذایی، انسان‌ها زباله زیادی تولید نمی‌کردند و تا حدّ ممکن از موادی که به دست می‌آوردند بهره می‌گرفتند. هر آن‌چه در دسترس بود، قابل استفاده بود و تقریباً چیزی برای دور ریختن باقی نمی‌ماند. چرا که تولید محدود بود و برداشت مواد از طبیعت با سختی و به کمک دست انجام می‌شد. بازیافت زباله‌ها نیز خود به خود انجام می‌گرفت، زیرا هر چه انسان به دست آورده بود از طبیعت بود و بازمانده آن هم مواد طبیعی بود که دوباره در درون طبیعت به صورتی دیگر تبدیل می‌شد.

در زمان‌های گذشته جمع‌آوری و دفع زباله مفهومی نداشت، زیرا همه چیز در دنیا مورد استفاده قرار می‌گرفت. ولی با انقلاب صنعتی و تولید انبوه کالاها، به تدریج مقدار زباله آن‌قدر زیاد شد که برای اولین بار در سال ۱۸۸۴ در شهر پاریس اداره امور زباله شهری تأسیس شد و مدیر و کارمندانی برای جمع‌آوری و دفن یا سوزاندن زباله‌ها در نظر گرفتند. برای آشنایی با تولید زباله در دنیا به سایت زیر مراجعه کنید<sup>۱</sup>.

امروزه زباله‌های مصنوعی انسان تا نقاط دوردست سیّاره هم پراکنده شده است. در حالی که می‌دانیم برای از بین رفتن یک ساک پلاستیکی یا یک قوطی کنسرو چند قرن وقت لازم است. چندی پیش در موزه تاریخ طبیعی فرانسه، برای مقایسه، زباله یک اروپایی قرن هفدهم را با زباله یک انسان قرن بیستمی به صورت بسیار فشرده در کنار هم قرار داده بودند. دو مکعب از اشیاء کاملاً متفاوت در کنار هم قرار گرفته بود. ابعاد یکی ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی‌متر بود و تماماً از مواد طبیعی مانند چرم، استخوان حیوانات، چوب، سفال و الیاف گیاهی تشکیل شده بود که شاید ظرف ده تا بیست سال از بین می‌رفت. دیگری مکعبی بود به ابعاد

<sup>۱</sup> <http://www.planetoscope.com/recyclage-dechets/dechets>

۱۰۰ × ۱۰۰ × ۱۰۰ سانتی‌متر و مملو از اشیائی مانند قوطی کوکاکولا، قوطی کنسرو و انواع بطری‌های پلاستیکی و شیشه‌ای. تمام این زباله‌ها را تحت فشار زیاد متراکم کرده بودند (اگر چنین نمی‌کردند شاید حجمی معادل با ۱۰ متر مکعب پیدا می‌کرد!). برای این که اشیاء اخیر در طبیعت از بین بروند، چند قرن لازم است. به این ترتیب انسان قرن بیستم، هزار بار بیشتر از انسان قرن هفدهم زباله دارد و آن‌هم زباله‌هایی که به سهولت در طبیعت از بین نمی‌روند. به‌تازگی در کشورهای صنعتی توجه زیادی به حجم و مقدار زباله شهری شده، چند سالی است که شهرداری‌ها به فکر تفکیک و بازیافت زباله‌ها افتاده‌اند. برای این کار صندوق‌های پلاستیکی زباله را با رنگ‌های متفاوت در اختیار ساکنان آپارتمان‌ها گذاشته یا در مسیرهای عبور مردم قرارداده‌اند. صندوق سبز برای مازاد سبزیجات و زباله‌های آشپزخانه‌ها، صندوق زرد برای کاغذ، مقوا، پلاستیک و قوطی‌های فلزی، و سرانجام صندوق سیاه برای شیشه و بطری است. ولی با وجود تمام این تدبیرها، حجم زباله در کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته و اخیراً حتی در کشورهای توسعه‌نیافته به حدی رسیده که به نظامی بسیار گسترده برای مدیریت زباله نیاز دارد.

چنان که گفته شد انقلاب صنعتی از اواخر قرن هجدهم انسان‌ها را به راهی دیگر سوق داد و مسیر استخراج و مصرف بی‌حد و حساب از منابع طبیعی زمینی و دریایی سیّاره را در پیش گرفت. در نتیجه ذخایر ارزنده زمین بیهوده تلف شده و می‌شود و همه موجودی سیّاره به تاراج می‌رود. تحول صنعتی امکان پیشرفت و توسعه را بدون توجه به عواقب آن به انسان‌ها آموخته است. انسان می‌کوشد که هر چه سریع‌تر، هر چه عمیق‌تر و هر چه دورتر برای به دست آوردن و بیرون کشیدن ذخایر از بطن زمین و یا از درون دریاها اقدام کند. گویی انسان قرن بیست و یکم کمبود وقت دارد. کافی است تا معدنی را کشف کند. با سرعت بسیار مشغول بهره‌برداری از آن می‌شود و توجهی به زباله‌هایی ندارد که اطراف معدن به وجود می‌آورد. در چهل سال نخست شناخت شکست اتم اورانیم، به هنگام بیرون کشیدن سنگ معدن این عنصر، مواد غیرلازم معادن را - بدون توجه به فرزندان رادیواکتیو آنها - که همه رادیواکتیو هستند و زمین را آلوده می‌سازند - به صورت زباله در بیرون معادن تل‌انبار می‌کردند و توجهی به آثار زیان‌بار آن‌ها نداشتند. تنها در دو دهه اخیر است که رسوایی این کار برملا

شده و مدافعان محیط زیست هر روز منطقه جدیدی را کشف می کنند که در آن ها زباله های رادیواکتیو بدون هیچ حفاظی در طبیعت رها شده اند. تنها در اواخر قرن بیستم است که انسان ها دریافتند که تلاش برای توسعه اقتصادی صرف کاری است که به نابودی سیاره زمین می انجامد. در سال ۱۹۷۵ باشگاه رُم گزارش مشهور خود را منتشر ساخت و ندا سرداد که باید از این گونه توسعه دست برداشت و به فکر حفظ منابع طبیعی سیاره بود. تقریباً در همین زمان، در سال ۱۹۷۴ اولین افزایش ناگهانی بهای نفت آشکار شد. از آن زمان غربی ها دریافتند که ذخایر زیرزمینی همیشگی نیست و باید تا حد ممکن در بازیافت مواد تلاش کرد. باشگاه رم نیز بر بازیافت زباله ها تأکید می ورزید. ولی به زودی با کاهش نرخ جهانی سوخت های فسیلی در پایان قرن بیستم و مقایسه آن با ارزش فرآورده های صنعتی و تولیدات غرب، فراخوان باشگاه رُم به دست فراموشی سپرده شد.

آیا اکنون معضل زباله ها را درک کرده ایم؟ یک سال بعد از انتشار گزارش باشگاه رم، افزایش و تنش در بازار نفت و کشاورزی و انتقال سریع سرمایه ها به آسیا و آغاز توسعه کشورهای آسیایی - به ویژه پیشرفت و توسعه ناگهانی چین و هندوستان - پژوهشگران و دوراندیشان را به فکر چاره انداخت. به ویژه با پیش بینی افزایش جمعیت جهان با نرخ رشد ۵۰ درصدی و نیاز روزافزون به همه چیز (انرژی، مواد اولیه و ...)، انبارشدن زباله های صنعتی و شهری، و در نهایت کمبود مواد غذایی و ... سازمان ملل نیز به این چاره اندیشی پیوست.

هر سال ساکنان سیاره زمین ۲/۵ تا ۴ میلیارد تن زباله (یعنی برابر مجموع تولید غلات و فولاد) تولید می کنند. مقدار زباله خانگی کشورهای توسعه یافته با دقت بیشتری مشخص شده است. ۱/۲ میلیارد تن زباله خانگی را ساکنان امریکا، اتحادیه اروپا و چین تولید می کنند. همچنین می دانیم که هر امریکایی و یا اروپایی در حدود ۶۰۰ تا ۷۰۰ کیلوگرم در سال زباله تولید می کند. هزینه جمع آوری و تخریب و یا بازیافت زباله در کشورهای پیشرفته صنعتی در حدود ۱۲۵ میلیارد دلار در سال است. در شهرهای بزرگ کشورهای در حال توسعه، هر فرد در سال ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم زباله تولید می کند.

چنان که پیشتر ذکر شد، گروه کاری بین المللی (IPCC) در سال ۲۰۰۸ اعلام داشته است که بیلان کربن در جو زمین نباید از ۳ میلیارد تن در سال تجاوز کند و این مقدار حد بحرانی جو زمین است. اگر این مقدار کربن را بر تعداد انسان های ساکن سیاره تقسیم کنیم، تقریباً هر فرد نباید بیش از ۵۰۰

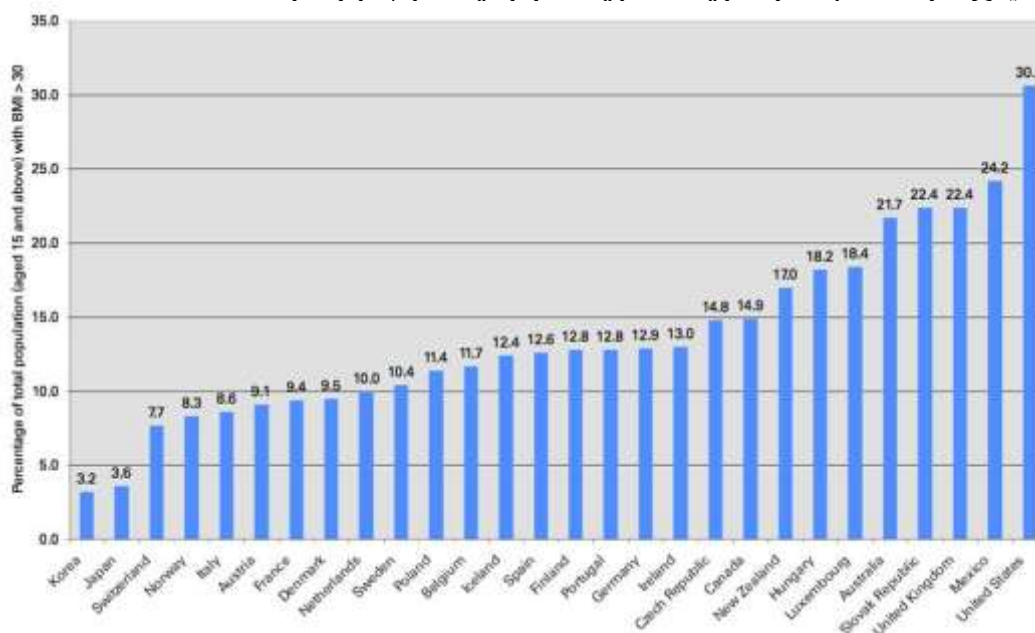
کیلوگرم گاز کربنیک در سال تولید کند. حال آن که دیدیم که هر امریکایی ۱۱ برابر و هر اروپایی بین ۵ تا ۶ برابر و هر چینی ۴ برابر و هر هندی ۱/۱ برابر این مقدار گاز کربنیک تولید می‌کنند. این مقدار گاز کربنیک معادل یک رفت و برگشت از پاریس به نیویورک با هواپیما به ازای هر مسافر است. با فرض این که هر خودرو به طور متوسط ۱۰ لیتر بنزین در ۱۰۰ کیلومتر مصرف کند (این عدد برای خودروهای ۸ سیلندر امریکایی ۲۰ لیتر و برای خودروهای اروپایی بین ۶ تا ۸ لیتر است. خودروهای فرسوده ایرانی هم کمی بیش از ۱۰ لیتر بنزین در ۱۰۰ کیلومتر می‌سوزانند). این ۵۰۰ کیلوگرم گاز کربنیک از لوله‌اگزوز یک خودروی پیکان در یک بار رفت و برگشت از تهران به مشهد خارج می‌شود. همچنین برای تولید ۷۰۰ کیلوگرم فولاد، یا ۲ تن سیمان، یا ۵ تن گندم، یا ۶۰ کیلوگرم گوشت گاو، یا ۵۰۰ کیلوگرم مرغ، این مقدار گاز کربنیک وارد جوّ زمین می‌شود. با توجه به ارقام فوق، آیا قادر هستید مقدار گاز کربنیک که در روز از طرف شخص شما وارد جوّ می‌شود حساب کنید؟

علاوه بر محاسبه مقدار گاز کربنیک ورودی به جوّ زمین، می‌توان معیار دیگری نیز برای تشدید حالت گلخانه‌ای در نظر گرفت و آن عبارت از تأثیرگذاری هر فرد از افراد بشر بر روی طبیعت است. تأثیرگذاری هر انسان بر روی طبیعت عامل مشترک (فاکتور) جالبی است و می‌تواند درک بهتری از شرایط اسفناک سیاره زمین را به وجود آورد. این عامل عبارت است از: سطح لازم برای تولید مواد اولیه و مایحتاج زندگی، غذا، تفریح و . . . و نیز دفع زباله به ازای هر نفر بر روی زمین. بنابراین، تأثیرگذاری بوم‌شناخت (اکولوژی) هر انسان عبارت از تخمین سطح لازم برای پاسخگویی به کلیه احتیاجات اوست. بنا بر گزارش‌های WWF<sup>۱</sup> سطح قابل دسترس برای هر فرد از ساکنان زمین ۱/۵ هکتار است. حال آن که می‌بینیم سهمیه اثرگذاری هر فرانسوی ۷/۳ هکتار و هر امریکایی ۹ هکتار است. بنابراین، اگر تمام جهانیان به روش غربی‌ها زندگی کنند، علاوه بر سیاره کنونی زمین، ۵ سیاره دیگر به همین سطح لازم است تا احتیاجات ۹ میلیارد جمعیت آینده زمین (سال ۲۰۵۰) را برآورده سازد. از هم‌اکنون بخشی از ما ایرانی‌ها به مراتب بیشتر از یک اروپایی در مصرف افراط می‌کنیم. چینی‌ها هم آرزو دارند که در آینده هر خانواده یک خودرو داشته باشد. دیگر ساکنان

1. [www.wwf/sauvez-la-planete](http://www.wwf/sauvez-la-planete) ; [www.wwf.fr/agenda/erth-hour](http://www.wwf.fr/agenda/erth-hour).

سیاره نیز می‌خواهند زندگی مرفهی داشته باشند. بنابراین باید از مرفه بودن تعریفی جدید کرد و راه صحیح را در پیش گرفت: کاربرد وسایل نقلیه عمومی در سطح جهانی، تولید در محل مصرف، صرفه‌جویی در منابع طبیعی سیاره به‌ویژه آب و انرژی، استفاده از محصولات فصلی، ساخت خانه‌های ایزوترمیک (عایق نسبت به گرما و سرما)، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، کاستن از گاز کربنیک و دیگر گازهای تشدیدکننده حالت گلخانه‌ای، مصرف هرچه کمتر مواد گوشتی و بازگشت به رژیم همه‌چیزخواری و آن‌هم با رعایت اعتدال.

آیا می‌دانید که یک میلیارد نفر از ساکنان جهان بیش از اندازه چاق هستند و چند برابر اشخاص معمولی غذا می‌خورند (۲/۲۴ درصد) و گاز کربنیک و گاز متان تولید می‌کنند؟ در جدول ۱۵ نمودار چاقی در جهان را برای برخی از کشورهای دنیا ارائه کرده‌ام. در این نمودار آمریکایی‌ها بیش از همه ملل دنیا افراد چاق دارند که بعد از آمریکا، مکزیک در ردیف دوم قرار دارد.



جدول ۱۵. نسبت در صد مجموع افراد چاق ۱۵ ساله به بالا در کشورهای مختلف دنیا. آیا می‌دانید که هم‌اکنون تعداد خودروهای موجود در سیاره را بیش از یک میلیارد تخمین می‌زنند و اگر روش تولید خودرو به همین منوال ادامه یابد تا سال ۲۰۳۰ به دو میلیارد خواهد رسید!<sup>۱</sup>

<sup>1</sup> <http://www.tf1.fr/auto-moto/actualite/plus-d-un-milliard-de-voitures-dans-le-monde-6649341.html>

آیا می‌دانید که برای ساخت هر نوع کالا در امریکا ۵۰ درصد انرژی بیشتر مصرف می‌شود تا در اروپا؟ آیا می‌دانید یک ساختمان مسکونی در فرانسه سه برابر بیشتر از یک ساختمان مسکونی در سوئد انرژی مصرف می‌کند، با وجود آن‌که سوئد به مراتب سردتر از فرانسه است؟ در نمودار ۴۴ تصویری از خود روهای ساخته شده روزانه را در چین می‌بینید.



نمودار ۴۴. تعداد خودروهای ساخته شده در هر روز در یک کارخانه خودرو سازی در چین.

اکنون در دنیا در شرایط اختلاف طبقاتی شدید بین کشورهای جهان هستیم این اختلاف به زودی از بین خواهد رفت در اواسط قرن بیستم هر ۳ امریکایی یک خودرو داشت و هر چینی یک دوچرخه ولی اکنون ( سال ۲۰۱۰ ) هر ۷ نفر از ساکنان سیاره یک خودرو دارند. ولی اختلاف بسیار است، اکنون هر ۱/۳ امریکایی و یا هر ۱/۷ فرانسوی یک خودرو دارند ولی هر ۱۷/۳ چینی یک خودرو دارند. ولی به زودی هر خانواده چینی (۳ نفر) یک خودرو خواهد داشت.

اکثر جهانیان به عدم تعادل محیط زیست پی برده اند و سعی در کم کردن مصرف انرژی دارند. منازل اجباراً " باید کمتر از ۲۰ درجه سانتیگراد گرم شود. در شهر پاریس خودروهای برقی را در گوشه کنار خیابانها قرار داده اند و افرادی که

کارت اشتراک دارند می توانند با پرداخت مبلغ مختصری بعد از وارد کردن کارت در قفل اتصال، خودرو را بر داشته و به محل کار خود رفته و در همان نواحی خودرو را در پارکینگ مخصوص آن به برق وصل می کنند. یا در اغلب خیابانهای شهرهای بزرگ فرانسه دوچرخه های ویژه ای قرار داده اند و افرادی که اشتراک دارند می توانند دوچرخه را با فروردن کارت مخصوص اشتراک برداشته و در پارکینگ نزدیک به محل کار خود به میله ایی که قفل مخصوص دارد قرار می دهند.

اما متاسفانه ما ایرانیان سوخت فسیلی و آب آشامیدنی بسیار مصرف می کنیم. از نظر مصرف سرانه سوخت فسیلی در دنیا ردیف یازدهم و از نظر آلوده سازی محیط زیست سرانه ردیف نهم هستیم. کشورهایی که بیش از ما مصرف و یا آلود می کنند کارخانه های وسیع دارند. مصرف و آلوده کردن آنها به دلیل تولیداتشان می باشد. حال آنکه ما منحصرًا مصرف کننده محصولات کشورهای دیگر هستیم و صنعت ما بغیر از چند کارخانه متناژ پیشرفتی نکرده است. در همین تهران صبح تا شام صدها خودرو تک سرنشین را در ترافیک های سنگین مشاهده می کنیم. در خانه هایمان در زمستان با زیر پیراهنی هستیم و حتی برخی از ساعات روز پنجره ها را باز می کنیم، چون دمای آپارتمان هایمان از حد تحمل با یک زیر پیراهنی هم بیشتر است.

در سال ۲۰۰۰ قوانین جدید خانه سازی در اروپا الزاماتی را مطرح می سازد. از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ مقدار مصرف انرژی باید در هر ساختمان مسکونی ۵۰ کیلووات ساعت در هر متر مربع باشد؛ حال آن که در قرن بیستم چهار برابر این مقدار بوده است. در تمام اروپا با جدیت چنین تصمیم هایی را در همه موارد گرفته اند. گذشته از دولتمردان، مردم عادی نیز وخامت اوضاع جوّی را درک کرده، شروع به کاستن از گازهای آلاینده کرده اند و در مورد تفکیک و بازیافت زباله ها با شهرداری ها همکاری می کنند. کتاب را به پایان می برم و آخرین گفتار را به



عنوان مقدمه چاپ سوم و به صورت اینترنتی و رایگان در آغاز آورده ام. بنابراین از خواننده تمنا دارم بعد از این مطالب به مقدمه کتاب برگشت کرده و دوباره آنرا مطالعه کند.