

ارزیابی تغییرات اقلیمی و آسیب‌های مشرب در کشور

پدیده تغییر اقلیم و اثرات آن بر کشاورزی و منابع طبیعی ایران

آشنایی با مفاهیم تغییر اقلیم

مباحث حقوقی-سیاسی تغییر آب و هوا

بررسی اثرات ترسیب کربن در خاک

برآورد خسارت ناشی از تغییر اقلیم

تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر سلامت

مروری بر سازوکار توسعه بانک در پروتکل کیوتو

پدیده تغییر اقلیم و کشاورزی: پیامدها و راهکارها

گزینه‌های ترسیب کربن پایدار

اجلاس دوحه (پایه‌گذار پروتکل جدید)

اثرات تغییر اقلیم بر نیروگاه‌های حرارتی

متن پیام آقای مهندس اورنگی

معاون وزیر و رئیس سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور

«به مناسبت انتشار ویژه‌نامه تغییر آب و هوا در مجله جنگل و مرتع»

پدیده تغییر آب و هوا یک از چالش‌های مهم قرن جاری در سطح دنیا شناخته شده و توجه متخصصان، دانشمندان، سیاستمداران و تصمیم‌سازان عالی‌رتبه کشورهای مهم جهان را به خود جلب نموده است. این موضوع نه تنها یکی از موضوع‌های مهم مذاکراتی بین‌المللی به ویژه در جلسات مذاکرات قدرت‌های اقتصادی و سیاسی جهان بلکه دغدغه کشورهای در حال توسعه و کم‌تر توسعه یافته می‌باشد. تغییرات آب و هوایی و عواقب و آثار آن از ابعاد اجتماعی-اقتصادی، زیست‌محیطی، سیاسی و امنیتی دارای اهمیت خاص می‌باشد و در ابعاد ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی باید مورد توجه قرار گیرد. پیش‌بینی‌های جدید هیأت بین‌الدول تغییر آب و هوا به عنوان مرجع تخصصی کنوانسیون تغییر آب و هوا حکایت از تشدید وقوع حوادث غیرمترقبه از جمله سیل و خشکسالی در سال‌های پیش‌رو در سطح جهان دارد. نشانه‌های این پیش‌بینی را می‌توان از وقوع سیلاب‌های مهیب در قاره اروپا، آسیا و آمریکای لاتین و اقیانوسیه و خشکسالی‌های طولانی مدت در آفریقا، آسیا و آمریکای شمالی و حتی اروپا مشاهده نمود.

با توجه به رشد جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ و رسیدن به مرز ۹ میلیارد نفر، تأمین غذای ساکنان کره زمین در سال مورد نظر با توجه به تغییر آب و هوا به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های بین‌المللی تبدیل شده و سازمان‌های بین‌المللی هم چون سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی و بانک جهانی با ارایه پیشنهادهای موضوع کشاورزی اقلیم-هوشمند را برای مقابله با چالش مذکور مطرح نموده‌اند. در نشست جهانی توسعه پایدار موسوم به Rio +20 که در خرداد ماه سال جاری در شهر ریو در کشور برزیل با حضور سران عالی‌رتبه کشورهای جهان برگزار شد ضمن تأکید بر ضرورت نیل به توسعه پایدار و فقرزدایی، موضوع اقتصاد سبز در قالب توسعه پایدار و فقرزدایی مطرح گردید. در اقتصاد سبز موضوع اقتصاد و محیط‌زیست در کنار هم مطرح شده و بهره‌برداری از منابع ضمن حفاظت از منابع طبیعی و پایداری اکوسیستم مورد تأکید قرار گرفته است.

در سند ریو ۲۰ کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، استفاده از انرژی‌های نو، افزایش بهره‌وری از منابع پایه تولید، اشتغال‌زایی، فقرزدایی، کاهش تخریب‌های زیست‌محیطی و حفظ منابع طبیعی و توجه به حقوق زنان و جوانان از جمله محورهای مرتبط به موضوع اقتصاد سبز می‌باشد.

لذا با توجه به تحولات بین‌المللی و اسنادی که حاصل مذاکرات مذکور می‌باشد باید هوشمندانه موضوع‌ها را تعقیب نموده و نظام برنامه‌ریزی کشور با انعطاف‌های لازم امکان به روزرسانی برنامه‌های پیش‌بینی شده و انطباق با شرایط جدید را فراهم آورد. فرهنگ‌سازی، اطلاع‌رسانی و تنویر افکار عمومی در سطوح مختلف یکی از اقدام‌های ضروری در راستای ایجاد آمادگی‌های لازم به منظور چگونگی مقابله و سازگاری با چالش جهانی تغییر آب و هوا و همراهی با سیاست‌های بین‌المللی ضمن حفظ حقوق و منافع ملی کشور می‌باشد.

انتشار ویژه‌نامه تغییر آب و هوا گامی مثبت و ارزنده به منظور افزایش آگاهی‌های عمومی و تخصصی کارشناسان و مدیران مجموعه وزارت جهاد کشاورزی و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری است، با این امید که با استفاده از ابزارهای متنوع اطلاع‌رسانی امکان گسترش، توسعه و کاربرد دانش و فن‌آوری‌های جدید در راستای نیل به توسعه پایدار فراهم آید.

علیرضا اورنگی

معاون وزیر و رئیس سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
و نماینده وزارت جهاد کشاورزی در کارگروه ملی تغییر آب و هوا

ارزیابی تغییرات اقلیمی و آسیب‌های مترتب در کشور

- سید علیرضا بنی هاشمی - مدیر کل دفتر حفاظت خاک و کنترل فرسایش و مسئول کارگروه تغییر آب و هوا در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
- فرود شریفی - عضو هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

چکیده

در حالی که آب و هوای کره زمین همواره و به طور معمول در تغییر است ولی دانشمندان به این جمع‌بندی رسیده‌اند که به دلیل تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی میزان دی‌اکسیدکربن و گازهای گلخانه‌ای جو در سنوات اخیر افزایش یافته و ممکن است طمات برگشت‌ناپذیری به کره مسکونی وارد کند و آب و هوا را تغییر دهد. براساس گزارش پانل بین دولتی تغییرات آب و هوا (IPCC)، در پایین‌ترین تخمین، (پروژه‌های حساسیت آب و هوا) افزایش متوسط درجه حرارت سطحی ۳ درجه سانتی‌گراد در طول سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۱۰۰ تخمین زده شده است. یکی از مشکلاتی که هم دانشمندان و هم سیاست‌گذاران با آن روبه‌رو هستند، تردیدی است که پیرامون ارتباطات عوامل مختلف و اثر محض هریک از آنها وجود دارد. هدف از ذکر گازهای گلخانه‌ای و منابع انتشار آنها در چنین سطح گسترده، این است که اگر آب و هوای کره زمین به سبب دخالت انسان در انتشار گازهای گلخانه‌ای تغییر یابد، در آن صورت باید اقدامات فراگیر انجام شود، و مراحل مربوط به اقدامات احتیاطی از هم اکنون ارائه گردد. اما اقدامات احتیاطی معقول و سیاست‌های فراگیر، نباید به مسئله احتراق سوخت‌های فسیلی محدود شود. اگر تغییر آب و هوای کره زمین مسئله‌ای مهم است، پس باید تمام منابع انسان ساخت آلودگی، تحت بررسی و کنترل قرار گیرد. در زمینه‌های تولید سیمان و نایلون، فعالیت‌های کشاورزی، وابستگی به محصولات دامی و برنج، و تغییرات مربوط به بهره‌برداری از اراضی عموماً اقدامات پوششی مورد نیاز خواهد بود.

طی سال‌های آینده، افزایش انتشار سالانه CO_2 در جهان اجتناب‌ناپذیر است، میزان تمرکز CO_2 در آتمسفر، حداقل طی چند دهه آینده افزایش خواهد یافت، و علیرغم اقدامات احتمالی آینده، افزایش دمای کره زمین و بالا آمدن سطح آب دریاها نیز صورت خواهد گرفت. اگر اقدامات مؤثر، سریع و هماهنگ در این زمینه صورت نگیرد، وظیفه خطیر مقابله با تغییرات آب و هوا سنگین‌تر، و وضع بدتر خواهد شد. اقدامات تطبیقی، از هم اکنون باید صورت گیرد.

کشورهای صنعتی مسئول دست کم ۵۵ درصد انتشار گازهایی هستند که سبب گرم شدن جو زمین می‌شود. گرچه دانشمندان و هواداران محیط‌زیست می‌گویند، هدف تعیین شده در کنترل گازهای گلخانه‌ای تنها در صدی از آنچه که مورد نیاز است، می‌باشد اما با این همه مذاکرات به خاطر امتیازاتی که هیچکس حاضر نیست بدهد به بن بست می‌رسد. آیا باید مانند کشورهای اروپایی و بیشتر کشورهای توسعه یافته، کاهش انتشار گازها را از کشور خود آغاز کرد؟ و یا باید مانند آمریکا، ژاپن، کانادا یا دادن پول سهمیه آلودگی بیشتری خرید؟ این کشورها می‌گویند با این روش هم می‌توان به اهداف کیوتو رسید. این کار توسط کشورهای ثروتمندی که نمی‌توانند یا نمی‌خواهند آلودگی‌های خود را کاهش دهند انجام می‌گیرد. به این ترتیب که از کشورهایی مانند اروپای شرقی که هم فقیرتر از آنها هستند و هم آلودگی‌شان کمتر است به اصطلاح حق آلودگی می‌خرند. یعنی به آنان پول می‌دهند و به جای آنها آلودگی ایجاد می‌کنند. در هر صورت هنوز راهی طولانی در زمینه موضوع اصلی که کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است در پیش است.

بررسی آمار درجه حرارت ایستگاه‌های دماسنجی کشور که به سه شکل، درجه حرارت متوسط حداقل ماهانه، میانگین ماهانه و متوسط حداکثر ماهانه مورد بررسی قرار گرفتند بیانگر تغییرات قابل توجه درجه حرارت در چند دهه گذشته در کشور ماست است. آنچه که از نتایج تحلیل‌ها و بررسی‌ها تا کنون استخراج شده، به طور کلی در ده ۱۰ ماه از سال به جز ماه‌های مهر و اسفند تغییرات دما در دوره دوم (۱۵ سال اخیر) به نسبت دوره اول (سال‌های قبل از این دوره) افزایش نشان داده است. به طوری که در اسفند ماه کاهش دما نسبت به مهر ماه نیز با قوت بیشتری بود. این امر نه تنها منجر به کاهش بارش به صورت برف گردیده و آب‌های زیرزمینی را تحت تاثیر قرار داده بلکه منجر به ذوب سریع و تبخیر سدها و ذخایر طبیعی برفی گردیده است.

در اشل بزرگتر نسبت ابرناکی و بارش ممکن است افزایش یافته و افزایش تبخیر ممکن است بعضی مناطق را خشک‌تر و سطح آب دریاها بدین وسیله ممکن است با افزایشی به میزان ۵۰ سانتیمتر روبه‌رو گردند. در حالی که مناطق کشاورزی و اکولوژیکی به طرف قطب‌ها گسترش خواهند یافت و شدت و تعداد رگبارها افزایش یا کاهش می‌یابند. بدیهی است این مسائل منجر به تغییرات مهمی در فعالیت‌های انسانی مرتبط با کره خاکی بطور عام خواهد شد و مناطق شکننده تر آسیب پذیرتر خواهند شد. این پدیده در بعضی از مناطق شکننده و آسیب پذیر ممکن است مشکلات غیر قابل برگشتی ایجاد کند. همزمان با فعالیت‌های علمی در ارتباط با مسائل تغییرات آب و هوا و سعی دانشمندان مبنی بر درک بیشتر آن، تحرکاتی توسط دولتها بدلیل فراگیر بودن ریسک این تغییرات مشاهده گردید. در این مقاله سعی شده ضمن بررسی نوع تغییرات برخی از راه کارهای مقابله و سازگاری در مناطقی نظیر کشورمان مورد بحث قرار گیرد. اتخاذ استراتژی‌های منطقی در مورد کاهش آلودگی و انطباق با تغییرات آب و هوا ضرورت دارد. یکی از استراتژی‌های مهم کاهش آلودگی، عبارت است از: افزایش بازده انرژی، در هر موردی که در چارچوب تحلیل هزینه - فایده و افزایش صرفه جویی قابل توجیه باشد.

واژگان کلیدی: تغییرات اقلیمی، آسیب پذیری، گازهای گلخانه‌ای، مناطق خشک و نیمه خشک، ایران

مقدمه

گازهای گلخانه‌ای برای زندگی بشر لازم هستند زیرا باعث گرم نگه داشتن سطح کره زمین می‌شوند اما افزایش غلظت این گازها باعث افزایش دمای زمین نسبت به گذشته می‌شود. براساس گزارش‌های NOAA، NASA طی یکصد سال اخیر دمای کره زمین معادل $1/2$ تا $1/4$ درجه فارنهایت افزایش یافته است. براساس داده‌های ثبت شده از سال ۱۸۵۰ میلادی تا کنون ۸ سال از گرم‌ترین سالها از سال ۱۹۹۸ به بعد ثبت شده است که سال ۲۰۰۵ گرم‌ترین آنها بوده است. از دیگر جنبه‌های اقلیمی به تغییر الگوهای بارندگی پوشش برف و یخ، و سطح آب دریا ها می‌توان اشاره کرد. بعلاوه افزایش غلظت گاز انیدرید کربنیک منجر به افزایش اسیدیته آب اقیانوسها و تاثیر منفی در ارگانسیم های دریایی می‌شود.

اگر افزایش گازهای گلخانه‌ای تداوم یابد مدل‌های اقلیمی پیش بینی می‌کنند که متوسط دمای کره زمین بین $3/2$ تا $7/2$ درجه فارنهایت تا پایان این قرن نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش یابد. دانشمندان مطمئن هستند که فعالیتهای بشر باعث تغییر ترکیب اتمسفر و افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای باعث تغییر آب و هوا خواهد شد.

اما آنها مطمئن نیستند تا به چه میزان تغییر خواهد کرد و دقیقاً چه تاثیری برجا خواهد گذاشت

اگرچه در خصوص تغییر آب و هوا تعاریف گوناگون و مترادف ارائه می‌شود و دو واژه گرم شدن کره زمین و تغییر اقلیم در کنار هم ارائه می‌شوند ولی بر اساس مفاد کنوانسیون تغییر آب و هوا، به آندسته از تغییرات آب و هوایی که به نحوی مستقیم و یا غیر مستقیم به فعالیت های بشر (که باعث تغییر ترکیب اتمسفر جهان می‌شود) مرتبط است اطلاق می‌شود.

به بیانی دیگر عبارت است از هرگونه تغییر معنی دار در پارامترهای اقلیمی (درجه حرارت و بارندگی) که در یک دوره مشخص

صورت می‌گیرد.

بر اساس گزارش‌های هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) در قرن بیستم میلادی میزان دمای کره زمین به طور متوسط $7/$ درجه سانتیگراد افزایش یافته است که مهمترین آثار آن شامل: کاهش ۷ درصد پوشش برف در نیمکره شمالی، نوسانات شدید زمانی و مکانی بارش، افزایش ۱۷ سانتیمتری سطح آب اقیانوسها، تشدید وقوع سیلابهای مخرب و خشکسالی و بیابانزائی، کاهش تولید محصولات کشاورزی و آبریان، تهدید سلامت انسان و کاهش امید به زندگی، از بین رفتن صخره‌های مرجانی و گونه‌های جانوری و گیاهی، مهاجرت حیات وحش، تغییرات شدید در اکوسیستم‌ها و جابجایی فصولو گل‌دهی زود هنگام درختان در بهار بوده است.

گرم شدن کره زمین و منابع انتشار گاز های گلخانه ای

با توجه به نیاز انسان به منابع انرژی برای تولید غذا، تولید محصولات صنعتی، گرمایش واحد های مسکونی و تجاری و حمل و نقل و دفع پسماندها ناچار به استفاده از سوخت های فسیلی است. سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت و گاز منبع عمده تولید گاز انیدرید کربنیک می‌باشد که با انتشار ذرات کربن در جو سبب جذب انرژی خورشید و باز انتشار آن می‌گردد که این پدیده بتدریج سبب افزایش دمای کره زمین شده و عوارض بعدی را به همراه می‌آورد. فعالیتهای تخریب جنگل، کشاورزی و دامپروری و دفع پس ماند نیز به نوعی در تولید گاز های گلخانه ای همچون متان، اکسید نیتروژن و..... سهم دارند.

مهمترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان در ۵ طبقه کلی بشرح زیر شناسایی شده اند:

- استفاده از سوخت های فسیلی برای مصارف گوناگون (حمل و نقل، گرمایش سکونتگاهها و مراکز تجاری، تولیدات صنعتی و غذائی)

- فرایند های صنعتی (تولید فولاد، سیمان و محصولات شیمیایی)
- فعالیتهای کشاورزی و دامپروری (شالیزارها، کود های حیوانی و باقیمانده امعاء و احشاء دامها)
- تغییر کاربری اراضی و تخریب جنگلها (تخریب و آتش سوزی، بهره برداری بیرویه و رها کردن اراضی و تغییر کاربری)

پسماندها، فاضلاب و زباله

بر اساس داده های موجود سهم هر یک از منابع در انتشار گاز های گلخانه ای در جهان در سال ۲۰۰۷ بشرح زیر می باشد:

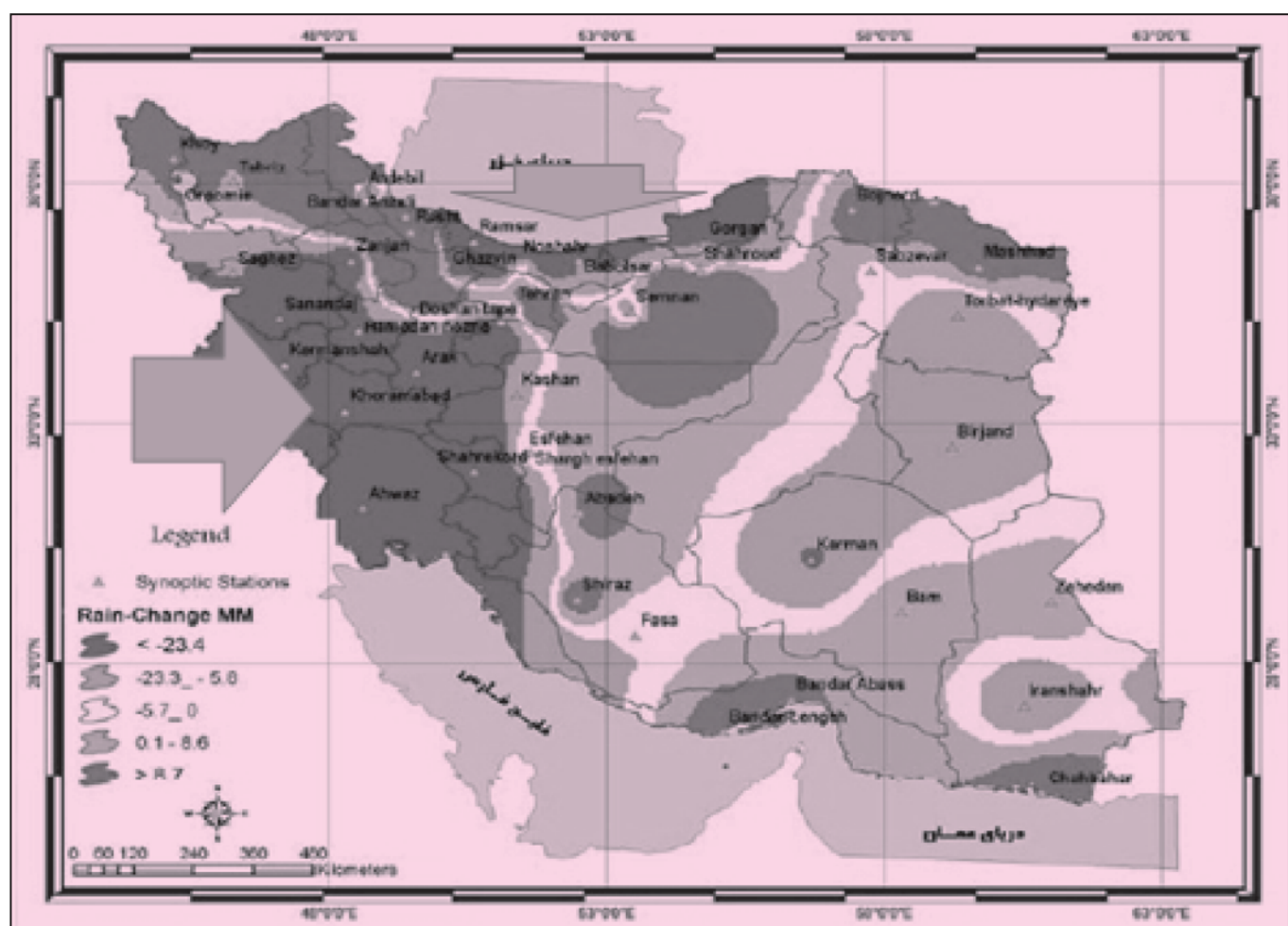
- ۱- بخش انرژی ۴۷ درصد
- ۲- بخش صنعت ۱۹٫۴ درصد
- ۵- بخش کشاورزی ۱۳٫۵ درصد
- ۶- بخش جنگلداری ۱۷٫۴ درصد
- ۷- بخش پسماند و فاضلاب ۲٫۸ درصد
- ۲- بررسی آثار تغییر اقلیم

تغییر آب و هوا بر زندگی انسان، گیاهان و جانوران تاثیر گذار است و هم اکنون دانشمندان تلاش می‌کنند به درک بهتری از چگونگی تاثیرتغییر آب و هوایی بر زندگی بشر در طول زمان و در مناطق مختلف جغرافیایی دست یابند.

دانشمندان برخی تغییرات در حال وقوع را مشاهده و تجربه کرده اند. افزایش تراز سطح آب دریاها، کاهش حجم یخچالها، تغییر در میزان و توزیع مکانی گیاهان و جانوران، گلدهی زود هنگام درختان، و ذوب شدن لایه های یخ قدیمی در عمق زمین در مناطق قطبی، از جمله شواهد اثبات شده است. در این قسمت به طور اختصار تاثیر تغییر آب و هوا بر سلامت انسان و محیط زیست، منابع آب، کشاورزی و ذخایر غذایی را مورد بررسی قرار می دهیم.

تاثیر بر سلامت انسان و محیط زیست

سلامت انسان و محیط زیست بطور مستقیم و یا غیر مستقیم از تغییر آب و هواتاثیر می پذیرد. در صورت افزایش دمای



نقشه ۱- تغییرات بارندگی در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ (نسبت به دوره ۲۰۰۵-۱۹۷۶)

بسیاری از اجزاء جوامع بشری و محیطی به تغییرات آب و هوا حساس هستند. سلامت انسان، کشاورزی، اکوسیستم‌های طبیعی، نواحی ساحلی و نیازهای گرمایشی و سرمایشی مثالهایی از سیستم حساس به اقلیم هستند.

در اثر فعالیتهای بشر و تداوم تولید گاز انیدرید کربنیک، متان، اکسید نیتروژن و دیگر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر افزایش دما انتظار می‌رود. بیشتر ایالات متحده آمریکا انتظار می‌رود که متوسط افزایش دما را تجربه نمایند. (IPCC_۲۰۰۷).

گسترش آثار تغییرات اقلیمی و اینکه این اثرات مضر و یا مفید باشد در طول زمان و در مناطق مختلف و توانایی جوامع مختلف و سامانه‌های محیطی برای سازگاری و یا

لایه‌های منجمد عمیق کره زمین، انجماد با تاخیر و ذوب زود هنگام یخ‌ها در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، طولانی شدن فصل رشد و جابجایی گیاهان و جانوران و گلدهی زود هنگام درختان. (IPCC, ۲۰۰۷)

وقوع سیلابها، طوفانهای بزرگ و دوره خشکسالی طولانی از دیگر عوارض تغییر آب و هواست که محیط زیست انسانها و امنیت آنها را در معرض تهدید جدی قرار می‌دهد. سیل‌های مخرب منجر به تخریب سکونتگاهها، تاسیسات زیربنایی و شبکه‌های انتقال انرژی میشود.

موضوع کلیدی دیگری که در حال مطالعه است اینکه چگونه جوامع انسانی و محیط زیست، خود را با تغییرات انطباق داده و یا همراه می‌نمایند.

کره زمین، زمینه برای طغیان برخی بیماریهای حساس به دما فراهم میشود. بیماری مالاریا از جمله بیماریهایی است که سلامت انسان را به شدت در معرض خطر قرار می‌دهد. گسترش بیماریهای تنفسی، پوستی و گوارشی از دیگر عوارض تغییر آب و هوا هستند. افزایش غلظت آلودگی‌ها در کلان‌شهرها از جمله علل بیماریهای تنفسی می‌باشد. در بررسی‌های صورت گرفته در سطح اتحادیه اروپا امید به زندگی در سطح کشورهای منطقه بین ۱ تا ۵۶ ماه کاهش یافته است که از جمله علل آن افزایش آلودگی‌ها در کلان‌شهرها می‌باشد.

افزایش متوسط دما تا کنون بر محیط زیست اثر گذاشته است. برخی تغییرات مشاهده شده عبارتند از کاهش حجم یخچالها، آب شدن

مقابله با تغییر مسئله ای است که باید به آن توجه شود.

هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC, ۲۰۰۷) نتیجه گیری کرده است، آثار تغییر اقلیم بصورت منطقه ای تغییر خواهد کرد. اما افزایش و کاهش تغییرات نسبت به وضع موجود به احتمال زیاد باعث افزایش خسارات و هزینه های سالانه در طول زمان و متناسب با افزایش درجه حرارت خواهد شد.

این هیئت تخمین زده است که با افزایش متوسط درجه حرارت از کمتر از ۱ تا ۳ درجه سانتیگراد نسبت به سال ۱۹۹۰ بعضی مناطق دارای منافع و برخی مناطق متضرر خواهند شد.

کشور های واقع در عرض های پائین جغرافیایی و نواحی قطبی با افزایش مختصر دما نیز دچار خسارت خواهند شد.

در صورت افزایش بیش از ۲-۳ درجه دما شاهد کاهش منافع و افزایش خسارات در کل جهان خواهیم بود.

بطور کلی IPCC نتیجه گیری کرده است میزان شواهد منتشر شده نشان می دهد که میزان خسارات با افزایش دما در طول زمان قابل ملاحظه خواهد بود

از دیگر آثار مشکل شدن، امکان پیش بینی تغییرات بارندگی است که در تحلیل تغییرات اقلیمی نیز خیلی اهمیت دارد مشکل خواهد شد.

تأثیر بر منابع آب

در کل مناطق جهان آثار منفی تغییر آب و هوا بر روی منابع آبی و اکوسیستم های آب شیرین مشهود است.

آثار آینده تغییر اقلیم بر روی منابع آب در ایالات متحده و کل جهان بستگی به روند تغییر فاکتور های اقلیمی و غیر اقلیمی دارد. ارزیابی این آثار چالش بزرگی است، زیرا میزان آب در دسترس، کیفیت و کمیت جریان آب رودخانه ها به تغییر درجه حرارت و بارندگی حساس هستند. فاکتور های دیگر شامل تقاضا برای مصرف با توجه افزایش

جمعیت، تغییرات اقتصادی، توسعه فن آوری جدید تغییر در خصوصیات حوزه آبخیز و چگونگی مدیریت منبع آب را باید در تجزیه و تحلیلها مورد توجه قرار دهیم.

در نواحی که کاهش روان آب پیش بینی می شود سطح خدمات و ارزش آن نیز کاهش می یابد.

همچنین آثار مثبت افزایش روان آب در برخی نواحی ممکن است با آثار منفی افزایش تغییرات بارندگی و روان آبهای فصلی تعدیل شده و منجر به تغییر ذخایر آب، کیفیت آب و خطر سیل بشود (IPCC, ۲۰۰۷)

علاوه بر آثار شاخص تغییر آب و هوا بر روی منبع آب، عنصر عدم اعتماد نیز به مدیریت منابع آب وارد میشود.

در ایالات متحده دانشمندان معتقدند که بیشتر نواحی کشور با افزایش گرما روبرو خواهند شد گرچه در بعضی نواحی گرما بیشتر نیز خواهد بود. ام خیلی مشکل است که در خصوص اینکه چه ناحیه ای بیشتر مرطوب یا خشک خواهد شد نظر داد. اما افزایش بارندگی و تبخیر و خشکتر شدن خاکها در بخش های مرکزی آمریکا به یقین نزدیک است. انتظار میرود در مناطق آلاسکا افزایش دما چشمگیر بوده چنانکه در سالهای اخیر افزایش دما ثبت شده و این افزایش دما به فعالیتهای بشری مربوط است.

تأثیر بر کشاورزی و ذخایر غذائی

بخش کشاورزی به شدت به تغییرات آب و هوایی و پدیده های خاص مانند خشکسالی، سیلابها و طوفانهای شدید حساس است. عوامل و فاکتورهای که آب و هوای ما را شکل می دهند برای بهره وری مزارع حیاتی هستند.

فعالتهای بشر تاکنون ویژگیهای اتمسفر مانند درجه حرارت، بارندگی، تراز میزان گاز کربنیک (CO₂) و اوزون را تغییر داده و جوامع علمی انتظار دارند این روند ادامه یابد.

در حالیکه ممکن است افزایش دما نقش مثبتی در تولید غذا داشته باشد، اما افزایش

پتانسیل خشکسالی، سیل و امواج گرمائی، چالش کشاورزان را افزایش خواهد داد. بعلاوه تاثیر تغییر آب و هوا در میزان ذخایر آبی و رطوبت خاک باعث تغییر تولید محصول در برخی مناطق خواهد شد شود.

هیئت بین الدول تغییر آب و هوا (IPCC, ۲۰۰۷) نتیجه گیری کرده است:

مطالعات اخیر نشان می دهد که افزایش تکرار استرس گرما، خشکسالی و سیل، فراتر از متوسط تغییر آب و هوا، بر تولید محصولات دامی و گیاهی گ تاثیر منفی داشته و امکان اینکه این آثار بیشتر و زودتر از زمانیکه پیش بینی شده بود اتفاق بیفتد وجود دارد. این پدیده مخصوصا برای بخش های معیشتی در عرض های پائین جغرافیایی بیشتر مشهود است.

تغییر پذیری و تغییر آب و هوا همچنین خطر آتش سوزی ها، طغیان آفات و بیماریها و اثر منفی بر تولید غذا، الیاف و جنگلداری را افزایش می دهد. می گذارند.

چندین فاکتور مرتبط با تغییر آب و هوا بر تولید و بهره وری بخش کشاورزی اثر گذارند:

- افزایش متوسط درجه حرارت
- تغییر در میزان و الگوی بارندگی
- افزایش غلظت CO₂ در جو
- تغییر تراز آلودگیها مانند میزان اوزون در تروپوسفر
- تغییر پذیری آب و هوا و حوادث غیر مترقبه

بیشتر مطالعات ارزیابی کشاورزی یک یا دو جنبه تغییر اقلیم را روی فعالتهای کشاورزی خاص در نظر گرفته اند. تعداد کمی مطالعات تاثیر مجموعه عوامل را بر روی تولید کشاورزی بررسی کرده اند.

تأثیر افزایش متوسط درجه حرارت:

۱- طولانی شدن فصل رویش در مناطقی که بهار و پائیز نسبتا سرد دارند ۲- اثر منفی بر روی تولید محصولات در نواحی که گرمای تابستان بر محصولات اثر می گذارد.



نقشه ۲- تغییرات دما در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ (نسبت به دوره ۱۹۷۶-۲۰۰۵)

۳- افزایش تبخیر آب از خاک و ۴- افزایش خشکسالی‌های شدید

تغییر در میزان و الگوی بارندگی:

تغییرات بارندگی می‌تواند در میزان رطوبت و فرسایش خاک اثر گذار باشد که هردو در تولید محصولات کشاورزی موثرند. IPCC نتیجه‌گیری کرده است که بارندگی در عرض‌های جغرافیایی بالا افزایش یافته و در نواحی نیمه استوایی کره زمین تا ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت. در حالیکه بارندگی‌های منطقه‌ای با افزایش تعداد وقایع غیر مترقبه قابل پیش بینی است. (Ipcc۲۰۰۷)

افزایش غلظت CO_2 :

افزایش غلظت CO_2 ناشی از فعالیتهای انسانی به عنوان یک عامل مثبت در تولید

برخی محصولات مانند گندم برنج و سویا باشد. CO_2 تنها فاکتور محدود کننده‌ای است که می‌تواند نقش مثبت در افزایش تولید محصول داشته باشد. میزان آب در دسترس و مواد مغذی از دیگر فاکتورهای محدود کننده می‌باشند. باتوجه به نقش موثر گاز CO_2 بر روی تولید برخی محصولات کشاورزی، جنبه‌های دیگر مانند تغییر بارندگی و افزایش درجه حرارت جنبه‌های مثبت آن را کاهش خواهد داد. IPCC-۲۰۰۷.

میزان آلودگی مانند اوزون تروپوسفر

افزایش تراز اوزون رشد محصولات را محدود می‌کند. چون سطح اوزون در اتمسفر پائینی با انتشار گاز و درجه حرارت مرتبط است. این تغییرات ممکن است محصولات

مفید ناشی از ترازکربن را جابجا کند.

تغییر پذیری اقلیمی و حوادث غیر مترقبه:

تغییر در تکرار و شدت امواج گرمایی، خشکسالی، سیلها و طوفانها به عنوان یک کلیدعدم اطمینان آینده تغییر آب و هوا می‌باشد. این تغییرات با مدل‌های اقلیمی جهانی پیش بینی می‌شود، اما تغییرات منطقه‌ای و پیش بینی پتانسیل تاثیرات آن روی تولیدات کشاورزی بسیار مشکل است.

تاثیر بر جنگلها

هیئت بین الدول تغییر آب و هوا (IPCC, ۲۰۰۷) نتیجه‌گیری کرده است که به علت تغییر آب و هوا احتمال انتقال و جابجایی‌هایی در مکان و ترکیب جنگلهای آمریکا وجود دارد. تغییر آب و هوا احتمالا

توزیع مکانی جنگلهای آمریکای شمالی مانند نمونه درختهای مهم منطقه ای در نواحی نیو انگلند و آلاسکا را سبب خواهد شد.

آثار تغییر آب و هوا روی جنگلها در ایالات متحده و سایر نقاط جهان نه تنها بستگی به فاکتورهای اقلیمی دارد، بلکه استرس های ناشی از آلودگی مانند بارانهای اسیدی، روند آینده مدیریت جنگل، کنترل آتش سوزی ها و تقاضا برای چوب و تغییر کاربری اراضی نیز از جمله عوامل موثر هستند. لذا تفکیک اثر تغییر اقلیم و سایر عوامل امر مشکلی است.. آثار تغییر اقلیم روی جنگلها شامل تغییرات در سلامت جنگل، تولید و بهره وری و تغییرات مکانی گونه های کلیدی می باشد. بررسی این تاثیر را در تولید چوب، فعالیتهای تفریحی و گردشگری، کیفیت آب، حیات وحش و میزان ذخیره کربن مشاهده کرد

وضعیت تغییر آب و هوا در جمهوری اسلامی ایران

جمهوری اسلامی ایران نیز از جمله کشور هایی است که براساس قانون متعهد به مفاد کنوانسیون تغییر آب و هوا و پروتکل کیو تو می باشد. ایران به استناد بند ۴/۸ کنوانسیون بدلائل زیر جزء کشور های آسیب پذیر می باشد:

در نواحی خشک، نیمه خشک، ناحیه جنگلی و نواحی در معرض نابودی جنگلها قرار گرفته است.

در مناطق مستعد و در معرض بلایای طبیعی قرار دارند.

در مناطقی که در معرض خشکسالی و پیشروی صحرا (بیابان) قرار دارند.

از نواحی شهری که از آلودگی جوی زیادی برخوردارند.

مناطق که دارای اکوسیستمهای شکننده می باشند، منجمله اکوسیستمهای کوهستانی. وابستگی اقتصادی زیاد به درآمد ناشی از تولید، به عمل آوری و صادرات یا مصرف سوختهای فسیلی و تولیدات کالاهای مربوطه انرژی زا

براساس مفاد کنوانسیون همه کشور های متعهد به کنوانسیون باید گزارش ملی تغییر آب و هوا را تهیه و به دبیر خانه کنوانسیون ارائه نمایند. جمهوری اسلامی ایران اولین گزارش ملی خود را براساس داده های سال ۱۹۹۴ تهیه و ارائه کرده است. ضمناً پیش نویس دومین گزارش نیز تهیه و مراحل پایانی بررسی و تصویب را می گذراند.

انتشار گازهای گلخانه ای در ایران

براساس مفاد اولین گزارش ملی تغییر آب و هوا (..) مربوط به سال ۱۹۹۴ میلادی میزان انتشار گاز های گلخانه ای ۴۱۷ میلیون تن بوده است. در این گزارش سهم هریک از بخش های تولید کننده گاز بشرح زیر اعلام شده است:

- ۱- بخش انرژی ۷۷ درصد
- ۲- بخش صنعت ۶ درصد
- ۳- بخش کشاورزی ۷ درصد
- ۴- بخش تغییر کاربری اراضی و جنگل ۸ درصد

۵- بخش پسماند و فاضلاب ۲ درصد
درپیش نویس دومین گزارش ملی تغییر آب و هوا (..) نیز آمار انتشار گازهای گلخانه ای براساس داده های سال ۲۰۰۰ و به تفکیک سهم هر بخش ارائه شده است. در سال ۲۰۰۰ میزان انتشار گاز های گلخانه ای ۴۹۸ میلیون تن محاسبه شده است.

- ۱- بخش انرژی ۷۷ درصد
- ۲- بخش فرایند صنعت ۶ درصد
- ۳- بخش کشاورزی ۹ درصد
- ۴- بخش تغییر کاربری اراضی و جنگل ۲ درصد
- ۵- بخش پسماند ۶ درصد

با بررسی و مقایسه داده های فوق مشاهده میشود که در سالهای ۱۹۹۴ و ۲۰۰۰ بخش انرژی با ۷۷ درصد بیشترین سهم را در انتشار گاز های گلخانه ای داشته است. توجه به این بخش و اتخاذ سیاست های مناسب برای مصرف بهینه از نکاتی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

در سال ۱۹۹۴ بخش پسماند و در سال ۲۰۰۰ بخش جنگل با ۲ درصد کمترین سهم را در تولید گازهای گلخانه ای بعهده دارد. از مقایسه داده های سالهای ۱۹۹۴ و ۲۰۰۰ نتیجه می گیریم که سهم بخش تغییر کاربری اراضی و جنگل در انتشار گازهای گلخانه ای به میزان قابل ملاحظه ای کاهش یافته و از ۸ درصد به ۲ درصد کاهش یافته است.

کاهش بهره برداری و جایگزینی واردات چوب از یک سو و تقویت امر حفاظتی جنگلها را می توان از جمله دلایل این تغییر بر شمرد.

مقایسه داده های انتشار گاز های گلخانه ای با داده های جهانی نیز نشان می دهد سهم انتشار گاز های گلخانه ای در بخش های کشاورزی و جنگل به میزان قابل ملاحظه ای کمتر از میزان جهانی آن است. در مقیاس جهانی سهم بخش کشاورزی ۱۸ درصد و سهم بخش جنگل ۱۷ درصد است در حالیکه در ایران میزان آن به ترتیب ۹ و ۲ درصد می باشد

ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری

با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی کشور ایران در زمره کشور های آسیب پذیر ناشی از تغییر اقلیم می باشد. با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک و تغییرات شدید بارندگی و وقوع دوره های نسبتاً طولانی خشکسالی بخش های کشاورزی و منابع طبیعی بسیار آسیب پذیر بوده و سالانه خسارات جبران ناپذیری به این بخش وارد می شود.

در پیش نویس دومین گزارش تغییر آب و هوا آسیب پذیری بخش های مختلف به تفصیل مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته است در اینجا به تفکیک جنبه آسیب پذیری مراتع و جنگلها اعلام می گردد.

بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر منابع طبیعی، و کشاورزی کشور

۱-۲-۳-۱- وضعیت اقلیم ایران در آینده



چهارمین گزارش ارزیابی هیئت بین الدول تغییر اقلیم (IPCC) برای سیاستگذاران نشان می‌دهد که دمای هوا در دوره های زمانی ۲۰۲۹-۲۰۲۰ و ۲۰۹۹-۲۰۹۰ گرمتر خواهد شد. طبق این گزارش افزایش دما در طی دوره ۲۰۲۹-۲۰۲۰ میلادی متوسط بوده و بیشتر نیمکره شمالی، که ایران نیز جزوی از آن است، را در برمی گیرد. ولیکن افزایش دما در طی دوره ۲۰۹۹-۲۰۹۰ میلادی شدید بوده و کل کره زمین را تحت تاثیر قرار خواهد داد. در زیر خلاصه ای از تغییرات کوتاه مدت و بلند مدت اقلیم آینده ایران تشریح می گردد.

کوتاه مدت (۲۰۱۰-۲۰۳۹)

اقلیم کشور در دوره زمانی ۲۰۲۹-۲۰۲۰ بین ۱٫۵-۰٫۵ درجه سانتیگراد گرمتر خواهد شد. این پیش بینی با نتایج شبیه سازی تغییر اقلیم آینده کشور در افق ۱۴۰۴ (۲۰۳۹-۲۰۱۰) که توسط پژوهشکده اقلیم شناسی انجام گرفته مطابقت دارد. اهم نتایج بشرح زیر است:

- بطور کلی در کل کشور بارش به میزان ۹ درصد کاهش می یابد

- بیشترین کاهش در استانهای واقع در امتداد رشته کوه زاگرس، غرب کشور و سواحل جنوبی و شرقی خزر شامل استانهای کردستان، همدان، زنجان، مرکزی، کرمانشاه، لرستان، ایلام، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، بوشهر، مازندران و گلستان می باشد. این استانها با کاهشی بیش از ۲۳ میلیمتر مواجه خواهند شد. استانهای کرمان، خراسان جنوبی، جنوب خراسان رضوی، و بخشهایی از یزد و سیستان و بلوچستان نیز با کاهش بارش مواجه خواهند بود. شکل ۵.....

- آستانه بارش های بادوره بازگشت ۵ سال و ۱۵ سال به ترتیب با ۱۳ و ۳۹ درصد افزایش در مقایسه با دوره آماری به ۲۳۷ و ۳۷۸ میلیمتر خواهد رسید. با توجه به کاهش بارش کشور و همچنین افزایش آستانه بارشهای حدی به نظر میرسد که در دهه آینده وقوع رخدادهای سیل افزایش یابد.

ماههای نوامبر، ژانویه و مارس، و به مقدار ۰/۹ درجه سلسیوس رخ می دهد.

- بیشترین افزایش تعداد روزهای داغ در بین ماههای سال مربوط به نوامبر (آبان) با ۱/۵ روز افزایش، و در بین ایستگاههای کشور مربوط به چابهار با ۴۴/۲ روز افزایش می باشد.

- افزایش تعداد روهای داغ (با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سلسیوس) در استان سیستان و بلوچستان و بخش هایی از استان خراسان شمالی، آذربایجان شرقی و غربی و استان فارس در مقایسه با سایر مناطق کشور بیشتر است. به طور کلی، تعداد روزهای داغ در کشور افزایش می یابد، اما در مناطقی از استانهای سمنان، گلستان، مازندران، خراسان جنوبی، اصفهان، فارس و تهران تا ۵ روز کاهش می یابد.

- میانگین دمای کمینه ماهانه نیز در مقایسه با دوه آماری افزایش می یابد، که بیشترین

- میانگین دما در دوره مذکور به طور متوسط ۰٫۵ درجه سانتیگراد در مقایسه با دوره آماری ۱۹۷۶-۲۰۰۵ افزایش می یابد که بیشترین افزایش ماهانه مربوط به ماههای سرد سال به میزان ۰٫۷ سانتیگراد خواهد بود.

- بیشترین افزایش میانگین دما در بین استانهای کشور، مربوط به استانهای خراسان شمالی، آذربایجان غربی و شرقی به میزان ۱/۴ و ۱/۳ و ۱/۲ درجه سلسیوس خواهد بود. استانهای دیگری که با افزایش قابل ملاحظه دما مواجه هستند، عبارتند از گیلان، زنجان، کردستان، کرمانشاه، لرستان، مرکزی، همدان، فارس و جنوب سیستان و بلوچستان، به طور کلی، بجز بخشهایی از دو استان خوزستان و اصفهان، در سایر استانهای کشور میانگین دما افزایش می یابد (شکل ۳).

- میانگین دمای بیشینه کشور به میزان ۰/۵ درجه سلیوس در دهه ۲۰۲۰ افزایش می یابد. بیشترین افزایش های دمای بیشینه، عمدتاً در

افزایش ماهانه ۰/۵ درجه سلسیوس در ماههای سرد سال خواهد بود.

- تعداد روزهای یخبندان (روزهای با دمای حداقل مساوی یا کمتر از صفر درجه سلسیوس) در کشور کاهش می‌یابد، که بیشترین آن در ماه نوامبر به تعداد ۱/۲ روز خواهد بود. بیشترین کاهش تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه خوی به تعداد ۲۳ روز می‌باشد. این در حالیست که تعداد روزهای یخبندان در بخش‌هایی از استانهای اصفهان، کرمان و سیستان و بلوچستان تا حداکثر ۷ روز افزایش خواهد یافت.

- تعداد روزهای تر (روزهای با بارش بیشتر از ۰/۱ میلی متر) در استانهای واقع در شمال غرب کشور، بخش‌هایی از اردبیل، مازندران، تهران و خراسان رضوی، و همچنین، اصفهان، فارس، یزد، هرمزگان، جنوب کرمان و جنوب سیستان و بلوچستان افزایش می‌یابد.

- کاهش تعداد روزهای تر عمدتاً در ماههای سرد سال رخ می‌دهد، و تعداد روزهای همراه با بارش فصل تابستان تغییر عمده‌ای رخ نمی‌دهد.

- تعداد روزهای خشک (روزهای فاقد بارش یا بارش کمتر از ۰/۱ میلی متر) در استانهای غربی و جنوب شرقی کشور افزایش چشمگیری خواهد داشت، که بیشترین آن به تعداد ۳۶ روز، در استانهای سیستان و بلوچستان و کرمانشاه رخ می‌دهد. به جز استانهای آذربایجان غربی و شرقی، بخش‌هایی از خراسان رضوی، اصفهان، فارس، کرمان و سمنان، در سایر استانها تعداد روزهایی بدون بارش افزایش می‌یابد.

بررسی آثار تغییر اقلیم بر روی مراتع

مهمترین آثار ناشی از تغییر اقلیم بر روی مراتع کشور بشرح زیر می‌باشد:

کاهش پوشش گیاهی و تولید علوفه در مراتع

افزایش فرسایش خاک به علت تخریب پوشش گیاهی

تغییر در چرخه آب و افت سطح آب زیر

زمینی

افزایش بیماریها و اثر تخریبی در بخش کشاورزی

آتش سوزی در مراتع

تأثیر در تجدید حیات گیاهان و حیات وحش

انقراض گونه‌های حساس و افزایش گونه‌های مهاجم

عواقب سوء اجتماعی و اقتصادی مانند مهاجرت

راهکارهای پیشنهادی سازگاری در مراتع

حفظ جوامع بومی بهره‌بردار و مناسب سیستم

به حداقل رساندن خرد کردن و تفکیک عرصه‌ها با تغییر کاربری و راهها - به هم پیوستگی و یکپارچگی رعایت شود

عملیات چرای پایدار با تراکم کم عمل شود

جلوگیری از گونه‌های مهاجم

احیا علزارها

حفظ سیستم آتشیخوار طبیعی

ایجاد حریم

شناسایی و حفظ گروههای عملیاتی و گونه‌های کلیدی

بررسی آثار تغییر اقلیم بر جنگلها

مهمترین آثار ناشی از تغییر اقلیم بر روی جنگل‌های کشور بشرح زیر می‌باشد:

- جابجایی و حتی مهاجرت بعضی از گونه‌های گیاهی در نتیجه نامناسب بودن سرزمین. این جابجایی ممکن است جابجایی در ارتفاع، تغییر فصل رویش و رشد، جابجایی مکانی و انقراض کامل را شامل شود

- میزان حساسیت و تحمل گونه‌ها به شرایط اقلیمی یکی از فاکتورهای اولیه در خصوص واکنش گیاه به تغییر اقلیم است. میزان تحمل کم می‌تواند به انقراض گونه منجر شود.

- تغییر در سیستم تجدید حیات گیاهان

مختلف و حتی جانوران

- کاهش یا افزایش درمیزان تولیدات چوبی و غیر چوبی در جنگل

- تغییر در میزان طغیان و پراکنش آفات و بیماریهای گیاهان در جنگل

- تشدید فرسایش خاک در عرصه‌های جنگلی بویژه مناطق خشک و نیمه خشک

- تغییر چرخه هیدرو لوژیک و تغییر اکوسیستم‌ها و بویژه گیاهان اکوسیستم

- تهدید جنگلهای مانگرو و بعضی اوقات نابودی آنها به دلیل بالا آمدن سطح آب خلیج فارس و دریای عمان

- تغییر شرایط اکوسیستم عناصر مرتبط شامل گونه‌های جانوری و گیاهی تأثیر پذیرفته و منجر به رفتار نامناسب حیات وحش خواهد شد

- افزایش تکرار آتش سوزی در جنگلها مخصوصاً در نواحی خشک و نیمه خشک که با افزایش درجه حرارت و خشکی شدت خواهند گرفت.

- عواقب اجتماعی و اقتصادی مانند مهاجرت عشایر و ساکنان روستاها

این تغییرات منجر به مشکلات فرهنگی، بهداشتی و فقر در جوامع تحت تأثیر می‌شود.

راهکارهای پیشنهادی سازگاری در جنگلها

- کاهش تهدیدات فعلی

- پرهیز از تفکیک و فراهم کردن شرایط یکپارچگی عرصه‌های جنگلی

- حداکثر رساندن واحد‌های مدیریتی - تصمیم‌گیری روی مقیاس‌های بزرگ بیو جغرافیایی

- ایجاد مناطق حریم و انعطاف‌پذیری کاربری اراضی

- حفاظت جنگلهای یکدست سرپا

- حفظ گروههای عملیاتی و گونه‌های کلیدی

- حفظ اقلیمی

- نگهداری رژیمهای طبیعی آتش برترویج

نتیجه گیری

با توجه به گزارش هیئت بین الدول تغییر آب و هوا افزایش دمای کره زمین امری حتمی است و میزان افزایش بستگی به میزان دخالت و نقش انسان در تولید گازهای گلخانه ای دارد. همانطور که تا کنون به اثبات رسیده است آثار تغییر اقلیم در کاهش پوشش برفی کره زمین و ذوب لایه های منجمد در قطب شمال و جنوب و افزایش سطح آب اقیانوسها مشاهده شده است. تاثیر تغییر آب و هوا در سلامت انسان، کمیت و کیفیت منابع آب، تولید محصولات کشاورزی نیز از موضوعاتی است که اگرچه به قطعیت نرسیده ولی بی تاثیر نیز نیست. با توجه به ویژگیهای طبیعی و اقلیمی کشور مان از یک طرف و مصرف بیرویه سوخت های فسیلی از سوی دیگر جمهوری اسلامی ایران مستعد آسیب پذیری از این پدیده می باشد. اتخاذ سیاستهای مناسب در زمینه بهره وری از انرژی از جمله کلیدی ترین موضوعاتی است که باید در طول برنامه های توسعه مورد توجه قرار گیرد. کسب آمادگی های لازم به منظور سازگاری با آثار این پدیده نکته مهم دیگری در برنامه ریزی های کلان کشور خواهد بود. در این راستا استفاده بهینه از منابع پایه آب و خاک و بهره گیری از پتانسیل های کشور در امر تولیدات کشاورزی باید مورد توجه قرار گیرد

منابع

- ۱- ویژه نامه تغییر اقلیم و کشاورزی - مروری بر کنوانسیون و نشستهای تغییر اقلیم از ریو تا کپنهاک - بهمن ۱۳۸۸- نشر آموزش کشاورزی
- ۲- بررسی اثرات تغییر اقلیم بر روی اکوسیستمهای جنگلی، مرتعی و بیابانی ایران توسط: دکتر مصطفی جعفری- دی ماه ۱۳۸۷
- ۳- ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری بخش کشاورزی، دامپروری، شیلات نسبت به تغییر اقلیم در ایران- فرهاد خورسندی و همکاران- شهریور ۱۳۸۷

برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای طراحی شده است. این سناریو ها بشرح زیر است:

- ادامه روند موجود یا business as usual

- اجرای تعهدات برنامه‌های توسعه ۵ ساله براساس سند چشم انداز

- اجرای سناریو کاهش علاوه بر تعهدات سند چشم‌انداز

چنان چه روند موجود در زمینه مصرف انرژی در کشور ادامه یابد تا پایان سال ۱۴۰۴ (۲۰۲۵ میلادی) میزان انتشار گاز های گلخانه ای به ۲۲۸۰ میلیون تن نزدیک به ۴ برابر وضع موجود خواهد رسید. ضمنا در بخش‌های کشاورزی و جنگل نیز شاهد افزایش قابل ملاحظه خواهیم بود. بر اساس این سناریو میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش جنگل ۱۳۶ درصد افزایش می یابد.

در صورت اجرای تعهدات پیش بینی شده در سند چشم انداز انتشار گاز های گلخانه ای کمی کاهش یافته و به عدد ۱۹۸۰ میلیون تن می رسد که چندان قابل ملاحظه نیست. در صورت اجرای برنامه های سند چشم انداز سهم بخش جنگل در انتشار در پایان برنامه ۵ ساله هفتم به صفر میرسد.

در سناریو کاهش که علاوه بر تعهدات برنامه‌های پیش بینی شده در سند چشم‌انداز باید عملیاتی شود، پیش بینی شده است که میزان انتشار گاز های گلخانه ای به ۶۹۶ میلیون تن در سال ۱۴۰۴ (۲۰۲۵ میلادی) برسد. شایان ذکر است که اجرا این برنامه مستلزم تامین منابع جدید مالی و حمایت های تکنولوژیک و ظرفیت سازی است.

در صورت اجرای کامل سناریو های ۱ و ۲ تا پایان برنامه ششم توسعه سهم بخش جنگل در انتشار گاز های گلخانه ای به صفر میرسد.

به نظر میرسد سیاست ها ی اتخاذ شده و برنامه ریزی های صورت گرفته در بخش منابع طبیعی در زمینه حفاظت، واحیا صحیح و موثر بوده است.

تکنیکهای پرورش جنگل برای افزایش بهره‌وری جنگل

- حفظ تنوع ژنتیکی و ارتقاء سلامت اکو سیستم از طریق احیا

- مهاجرت کمکی با معرفی به مناطق جدید

- حفاظت از گونه‌های در معرض تهدید

بررسی تاثیر تغییرات اقلیمی بر تولیدات دامی و کشاورزی کشور

بر اساس گزارش پژوهشکده اقلیم شناسی ایران تا سال ۲۰۳۹ میلادی بطور کلی غرب و جنوب غربی کشور شاهد بارندگی خواهد بود.

در این میان استانهای خوزستان، چهار محال و بختیاری، کرمانشاه و لرستان، به ترتیب با ۵۶، ۳۸، ۳۴ و ۳۳ درصد کاهش بارندگی را تجربه خواهند کرد. با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از محصولات دیم کشور در این مناطق کشت می شود لذا تولید محصولات دیم با کاهش روبرو خواهند شد.

با کاهش بارندگی میزان پوشش گیاهی طبیعی و زراعی نیز تقلیل یافته و تشدید پدیده فرسایش خاک دور از انتظار نیست.

با توجه به کاهش بارندگی و افزایش دما در استانهای غربی تا پایان دوره منتهی به سال ۲۰۳۹ انتظار میرود تا سال ۱۴۰۴ سطح زیر کشت گندم دیم ۲۵-۱۶ و میزان تولید گندم بین ۲۶ تا ۲۰ درصد کاهش یابد.

در زمینه تولیدات محصولات دامی و گوشت بویژه آندسته از دامهایی که تغذیه آنها به مرتع وابسته است نیز از کاهش بارندگی متاثر خواهند شد، ضمن آنکه فشار معیشتی زیادی بر دامداران وارد خواهد شد..

افزایش دما اگرچه می تواند در تولید ماهیان گرم آبی تاثیر مثبت داشته باشد ولی افزایش شوری آب تاثیر منفی خواهد داشت.

۴- سیاستهای کاهش انتشار گاز های گلخانه ای در کشور

بر اساس مفاد پیش نویس دومین گزارش ملی تغییر آب و هوا سناریو های مختلفی

پدیده تغییر اقلیم و اثرات آن بر کشاورزی و منابع طبیعی ایران

● دکتر یحیی پرویزی - استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

مقدمه

فعالیت‌های انسان بر اقلیم تاثیر گذاشته و اقلیم به نوبه خود بر کشاورزی، منابع غذایی انسان و دام تاثیر می‌گذارد. نکته حائز اهمیت، تغییر در ماهیت و سرعت تغییرات اقلیمی در قرن حاضر در مقایسه با گذشته می‌باشد. امروزه این تغییرات به دلیل گرمایش جهانی شتاب بیشتری به خود گرفته و روند آن چندان قابل پیش‌بینی نیست. در اجلاس تغییرات اقلیمی کنه‌هاگ در دسامبر ۲۰۰۹ اخطار شد که پیش‌بینی می‌شود با تغییر اقلیم و گرم شدن زمین تا سال ۲۰۲۰ میلادی حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلیون نفر را در آفریقا با بحران شدید آب مواجه خواهد نمود و محصولات کشاورزی در آسیای مرکزی و خاورمیانه از جمله در کشور ما از ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش خواهد یافت. با توجه به تغییرات فزاینده اقلیمی و اثرات اجتناب‌ناپذیر آن بر بخش‌های کشاورزی و منابع طبیعی کشور، باید اثرات متقابل بین سیستم‌های کشاورزی و منابع طبیعی (زراعت، دامپروری، مراتع، جنگل‌ها و آبی‌پروری) و سیستم اقلیم بررسی شود. لذا در کشور ما مرکز تحقیقات کم‌آبی و خشکسالی در کشاورزی و منابع طبیعی در سال ۱۳۸۸ با این هدف تاسیس و مأمور فعالیت و تحقیق در این زمینه شد.

بر اساس یک بررسی مربوط به سال ۱۳۷۳، در ایران ۷۷٪ از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به بخش انرژی، ۸٪ آن مربوط به بخش جنگل، ۷٪ مربوط به بخش کشاورزی، ۶٪ مربوط به بخش صنعت و ۲٪ آن مربوط به مواد زائد می‌باشد. که در نمودار شکل زیر نشان داده شده است. با این حال تحقیق جامعی با مبنای علمی استاندارد در خصوص برآورد وضعیت کنونی در ایران وجود ندارد.

۱- پیامدهای تغییر اقلیم در ایران

ایران کشوری خشک با میانگین بارش سالانه حدود ۲۵۰ میلیمتر، که معادل تنها یک سوم متوسط بارش جهانی می‌باشد. بر طبق اعلام دفتر تغییرات آب و هوا برای انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور، سه سناریو پیش‌بینی گردیده که به شرح زیر می‌باشند: سناریوی یک: در صورت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (با روند فعلی) افزایش دمایی بین ۱ تا ۱/۵ درجه سانتیگراد بوقوع می‌پیوندد که حاصل آن ۱۱ تا ۱۹٪ کاهش بارندگی در کشور است

سناریوی دو: اگر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای با روند موجود تثبیت گردد (ورود ۷ میلیون تن دی‌اکسیدکربن به جو) در آن صورت افزایش دما بین ۲/۵ تا ۴/۱ درجه

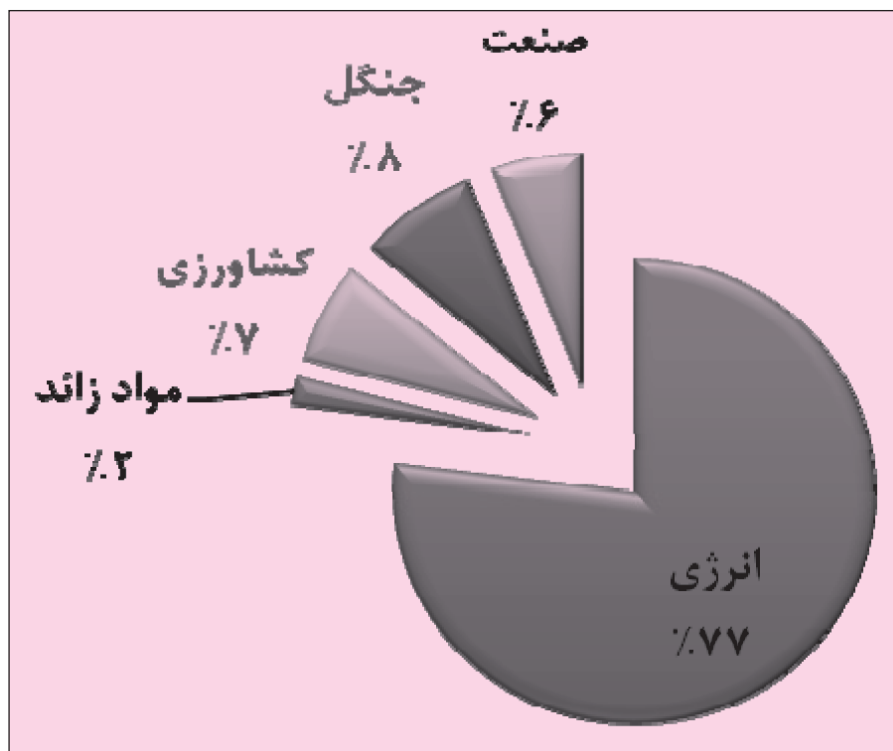
سانتیگراد اتفاق خواهد افتاد و تاثیر آن به شکل کاهش بارندگی به میزان ۳۰/۹ تا ۵۰٪ در کشور خواهد بود.

سناریوی سه: انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش یابد که در صورت وقوع چنین رخدادی با افزایش دما بین ۷/۷ تا ۹ درجه سانتیگراد، ۵۸ تا ۸۰٪ کاهش بارندگی در کشور اتفاق خواهد افتاد.

ناگفته پیداست که بروز هر یک از این سناریوها، موجب بروز خشکسالی و کاهش متوسط بارندگی شده که حاصل آن ایجاد عواقب منفی بر روند توسعه کشور خواهد بود.

۱-۱- اثرات عمومی

بیشتر نقاط کشور، خشک و نیمه‌خشک



نمودار ۱- سهم بخش‌های مختلف در تولید گازهای گلخانه‌ای در ایران (۱۳۸۳)



و برخی نواحی، دارای رطوبت بسیار اندک می‌باشد همانند صحراها و بیابان‌ها، در بیشتر نقاط بارندگی دارای نوسانات شدیدی است و گیاهان و جانوران، به اینگونه نوسانات و شرایط خشک سازگاری یافته‌اند. در حال حاضر تغییر اقلیم، تاثیر چندانی در شرایط حاکم بر مناطق خشک کشور ایجاد نکرده است. بنابراین اثرات تغییر اقلیم تا چند دهه آتی بر این مناطق چندان محسوس نخواهد بود. در مدل‌های بررسی اثر تغییر اقلیم بر نواحی رویشی جهان نیز پیش‌بینی شده که دو برابر شدن میزان دی‌اکسیدکربن تاثیر چندانی بر جوامع گیاهی مناطق بیابانی نخواهد داشت.

اثرات تغییر اقلیم بر مناطق نیمه‌خشک کشور، نسبت به مناطق خشک بیشتر است. کشاورزی و عرصه‌های طبیعی در این مناطق، نسبت به تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیری بیشتری خواهند داشت. اگرچه در برخی از مدل‌ها، افزایش اندکی در میزان بارندگی پیش‌بینی شده، اما این افزایش تاثیر کمی بجا خواهد گذاشت. مهمترین اثری که ممکن است با افزایش دی‌اکسیدکربن اتمسفر بروز نماید، افزایش کارایی استفاده از آب در گیاهان، به دلیل افزایش ظرفیت فتوسنتز آنها است.

تغییرات اقلیمی و شرایط جوی، تغییراتی در محتوا و ترکیب بسیاری از جوامع گیاهی کشور بوجود خواهد آورد. همچنین کیفیت علوفه‌ای و محتوای پروتئینی برخی از این جوامع نظیر گونه‌های غلات کاهش خواهد یافت. خشکسالی ۹ ساله استان کرمان و وضعیت کنونی دریاچه ارومیه به تغییرات اقلیمی مرتبط می‌باشد. عمق دریاچه ارومیه در دوره ۱۴ ساله دو متر کاهش یافته بود، اما در مدت کوتاهی به تازگی عمق دریاچه ۵/۵ متر کاهش یافته است که ۷۰ درصد این امر به دلیل تغییرات اقلیمی است.

۱-۲- پدیده گرد و غبار

تغییر وضعیت اقلیمی منطقه بین‌النهرین باعث تشدید گرد و خاک در جنوب و غرب ایران شده است. بر اساس مطالعات انجام شده

سوریه و شمال و شمال غرب عربستان در تولید ریز گرد‌ها مشارکت می‌کنند.

۱-۳- پیامدهای تغییر اقلیم بر کشاورزی و عرصه‌های طبیعی ایران

بر اساس کنوانسیون تغییر آب و هوا، جمهوری اسلامی ایران جزء کشورهای آسیب‌پذیر ناشی از تغییرات اقلیمی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی است. زیرا کشور ما دارای آب و هوا خشک و نیمه‌خشک است و از نظر پوشش جنگلی فقیر بوده و از طرفی در معرض تهدیدات بلایای طبیعی مانند سیل، خشکسالی، بیابان‌زایی همچنین طغیان آفات در بخش کشاورزی است. غالب این پدیده‌ها ناشی از تغییرات اقلیمی هستند. تغییرات الگوی بارندگی و دمایی بر تولیدات کشاورزی تاثیر سوء و جبران‌ناپذیری می‌گذارد. گلدهی زودهنگام برخی درختان در زمستان و آغاز زودهنگام فصول از جمله دیگر تبعات تغییر اقلیم در کشور می‌باشد.

براساس پیش‌بینی‌هایی انجام شده توسط پژوهشگران، در نتیجه تغییراتی که در اقلیم جهانی به وقوع خواهد پیوست، سرزمین ایران به سوی خشکسالی بیشتری هدایت می‌شود. بدیهی است، وقوع خشکسالی‌های بیشتر، اثرات مخربی بر محیط زیست و بخش کشاورزی و جنگل خواهد داشت. مطالعات

تغییر شرایط اقلیمی کشور عراق در محدوده دجله و فرات علت اصلی تشدید ناگهانی پدیده گرد و غبار است. تغییر آب رودخانه، کاهش مقدار بارش با وقوع خشکسالی‌های متوالی سبب شده است پایداری خاک در بستر رودخانه دجله و فرات کاهش یافته و همچنین سطح آب دریاچه‌ها و باتلاق‌ها در این منطقه پائین آمده و به بستر تولید گرد و خاک برای منطقه تبدیل شده است. این وضع سبب افزایش سرعت باد و همچنین تغییر جهت آن و افزایش پدیده گرد و غبار از لحاظ فراوانی، شدت و گستره اثرگذاری شده است.

در گذشته‌ها در هر ۱۰ هزار سال یکبار، ۱۰۴ مورد گرد و غبار در سال روی می‌داد در حالی که فقط در سال‌های ۸۵ و ۸۶ تعداد ۱۰۴ و ۱۵۶ مورد گرد و غبار در کشور مشاهده شد. تنها در استان کرمانشاه در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به ترتیب ۱۷۵ و ۱۸۰ روز غبارآلود بوده است.

بررسی منشا و مدت زمان استقرار طوفانهای گرد و غبار در منطقه نشان می‌دهد که در یک دوره ۲۰ ساله منتهی به سال ۱۳۷۸، به تعداد مناطق و کانون‌های گرد و غبار به شدت افزوده شده است. به طوری که اکثر مناطق خاک عراق (بویژه بین‌النهرین)، غرب



تصویر ۱- نمایی از پدیده گردوغبار و کاهش شدید دید افقی در شهر کرمانشاه

موجب تغییر در بافت خاک و کاهش ترسیب کربن و همچنین افزایش انتشار کربن، N_2O و متان شود.

در صورت افزایش دمای هوا به میزان ۲ درجه سانتی گراد نیاز خالص آبیاری با الگو و ترکیب کشت کنونی ۶ درصد نسبت به وضعیت نرمال افزایش خواهد داشت. میزان افزایش نیاز آبیاری به ازای ۴ و ۶ درجه افزایش دما به ترتیب ۱۱ و ۱۷ درصد برآورد شده است.

پدیده تغییر اقلیم در دیمزارهای مناطق نیمه‌خشک از طریق کاهش میانگین بارش سالانه و افزایش تبخیر و تعرق بالقوه به دلیل افزایش دما، باعث کاهش سرعت رشد گندم شده که این امر کاهش عملکرد را بدنبال خواهد داشت.

۲- راهکارها در بخش کشاورزی (مقابله یا سازگاری)

امکان مقابله با پدیده تغییر اقلیم بسیار دشوار است. اصولاً باید با کاهش مصرف انرژی فسیلی و کاهش تخریب منابع اراضی در مقیاس جهانی سعی کنیم از انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای جلوگیری نماییم. همچنین در مقیاس ملی یا منطقه‌ای، برای مصون ماندن از این پدیده باید خود را آماده انطباق بنماییم. مقابله یا سازگاری با تغییر اقلیم، دو سیاست

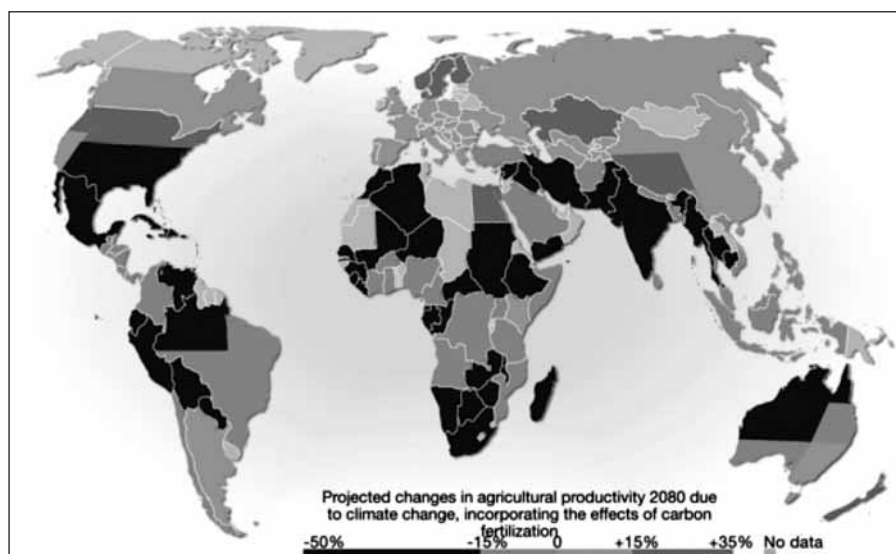
عرصه‌ها و همچنین فشار بیش از حد بر مراتع، قطع گسترده درختان جنگلی و رشد جمعیت، از مهمترین عوامل انسانی است که بر تخریب اراضی کشاورزی کشور تأثیرات به سزایی، به جا گذاشته است. پدیده تغییرات اقلیم و کلیه عوامل یاد شده، دارای تأثیرات متقابل بر یکدیگر می‌باشند. این اقدامات عواقب وخیمی همچون بیابان‌زایی، کاهش حاصلخیزی و باروری خاک، آلودگی منابع آب و از بین رفتن تنوع زیستی و گونه‌ای را به دنبال داشته است. از سوی دیگر به دلیل کمبود دانش و آگاهی کشاورزان و عدم دسترسی به فن‌آوری‌های نوین، سوزاندن بقایای گیاهی نیز در سطح وسیعی صورت می‌پذیرد.

با توجه به تفوق قابل پیش‌بینی تبخیر و تعرق بر بارش ناشی از گرمایش زمین، پدیده بیابان‌زایی در کشور گسترش خواهد یافت. چرا که طبق مطالعات انجام شده، احتمال وقوع بیابان‌زایی در مناطقی که تبخیر و تعرق بیش از ۷۰ درصد بارش باشد، بسیار زیاد است. این پدیده منجر به تشدید تغییرات اقلیمی می‌گردد. همچنین تغییر در کاربری اراضی می‌تواند موجب ایجاد تغییرات سطحی در پوشش گیاهی شده که این پدیده موجب ایجاد تغییر در بازتابش نور و تغییرات دمایی می‌گردد و در کوتاه مدت موجب کاهش رطوبت سطحی خاک و در بلندمدت

انجام شده در شرایط ایران، از افزایش دما در تمامی فصول سال حکایت دارد و این افزایش از شمال به جنوب و از غرب به شرق شدیدتر خواهد بود. فصل خشکی طولانی‌تر شده و تنوع اقلیمی در کشور کاهش خواهد یافت. تاریخ وقوع اولین یخبندان پاییز با تاخیر و وقوع آخرین یخبندان بهار به جلو خواهد افتاد. الگوی توزیع زمانی بارش در اغلب نقاط کشور دستخوش تغییرات زیادی می‌گردد. پیش‌بینی‌های یاد شده، براساس مدل‌های مختلف تغییرات اقلیمی موجود می‌باشد.

تغییرات شاخص‌های اقلیمی ناشی از تغییرات اقلیم می‌تواند باعث بروز تغییرات در تولید محصولات کشاورزی بشود. باید در نظر داشت که این تحولات همزمان با رشد جمعیت رخ می‌دهد. نقشه زیر که از منبع گزارش IPCC (۲۰۰۹) تهیه شده است، پیش‌بینی تغییر در تولیدات کشاورزی در سطح دنیا تا ۲۰۸۰ را نشان می‌دهد. کشور ما در عرصه بحرانی در سطح جهانی در این زمینه قرار دارد.

بهره‌برداری نامناسب از اراضی، مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی، پایین بودن کارایی مصرف آب، تغییر گسترده کاربری اراضی، تغییر در سامانه‌های سستی آیش و تناوب با گسترش مکانیزاسیون و اعمال عملیات خاکورزی سنگین بر این



نمودار ۲- پیش‌بینی تغییر در تولید محصولات کشاورزی در اثر پدیده تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۸۰ (منبع گزارش IPCC ۲۰۰۹)

کاملاً متضاد و حتی متناقض یکدیگرند. در این میان در دراز مدت، امر مقابله، رویکرد خردمندانه و مؤثرتری است. جامعه نمی‌تواند به آسانی خود را با تغییرات اقلیمی وفق دهد. ما نمی‌توانیم به دلیل تغییرات اقلیمی مرتباً کوچ کنیم. بنابراین، برای حفظ ثبات جو، یا باید تغییر ترکیب اتمسفر را متوقف یا تعدیل کنیم و یا خود را آماده پذیرش تغییراتی کنیم که جامعه بتواند خود را با تغییرات اقلیمی انطباق دهد.

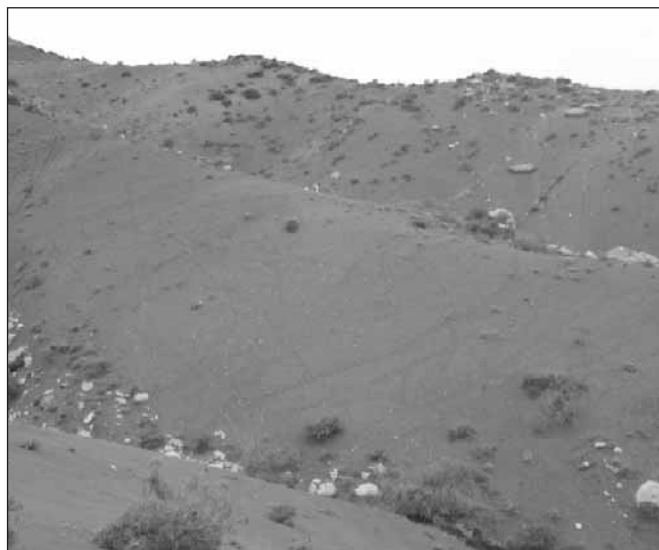
برای سازگاری با شرایط جدید، بایستی بدانیم مخاطرات اصلی کدام و در کجا هستند و برای کاهش آن چه کارهایی می‌توان انجام داد. در کشور ما مهمترین تبعات وقوع تغییرات اقلیمی مسئله کم‌آبی و خشک‌تر شدن عرصه‌هاست. همچنین تغییر در سیستم، ترکیب و الگوهای کشت و کار و به تبع آن معضلات اقتصادی و اجتماعی از تبعات چنین پدیده‌ای است. حال باید دید که کدام مناطق در چنین بحرانی بیشتر آسیب‌پذیرند؟ کدام بخش‌های اکوسیستم، کشاورزی و جوامع، در برابر این بحران حساس‌تر خواهند بود و چگونه می‌توان در برابر آن در آن‌ها سازگاری ایجاد کرد؟ چه تغییراتی باید در کشاورزی داده شود؟ اکوسیستم‌ها چگونه باید با آن وفق یابند؟ و جوامع چگونه باید خود را با این شرایط وفق دهند؟ البته، دما هم تغییر خواهد کرد اما احتمالاً کمبود آب مهم‌ترین و وخیم‌ترین جنبه تغییرات اقلیمی برای کشور

خواهد بود. غلات که از یکسو به آبیاری کمتری نیاز داشته و از سوی دیگر قابلیت بهره‌گیری بهتر از بارش را نیز دارد، اهمیت ویژه‌ای خواهد یافت. انتخاب گونه‌ها و تولید ارقام با نیاز آبی کمتر و یا مقاوم به کم آبی راهکار دیگری است که می‌تواند موثر باشد. از دیگر اقدامات مفید در این زمینه، اجرای پروژه‌های آبخیزداری و آبخوانداری، استحصال آب و ذخیره نزولات و کاشت گونه‌های شمر و غیرشمرسازگار در اراضی شیب‌دار است که می‌تواند ما را در زمینه سازگاری با آثار سوء تغییرات اقلیمی کمک کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد در مناطقی که پروژه‌های آبخیزداری اجرا شده است، کشاورزان از منابع آبی پایدار و مطمئن‌تری برخوردار بوده‌اند.

همانگونه که گفته شد سازگاری با پدیده تغییر اقلیم گزینه‌ای اجتناب‌ناپذیر است و دارای الزاماتی است که بایستی مورد توجه قرار گیرد. اما راهکار پایدار و دراز مدت و حتی میان مدت همانا مقابله با پدیده تغییر اقلیم و اصلاح وضع موجود است. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ترسیب کربن منتشر شده در عرصه‌های طبیعی و خاک جهت نیل به بیلان متناسب کربن در اتمسفر و بیوسفر، تنها راه چاره در این خصوص است.

با توجه به آسیب‌پذیری کشور بویژه در خصوص منابع آب و تاثیر آن بر بخش کشاورزی و منابع طبیعی باید خود را با شرایط جدید سازگار نماییم. در این راستا اقداماتی از قبیل بهره‌برداری بهینه از منابع آب و افزایش بهره‌وری با استفاده از روش‌های نوین آبیاری یکی از راهکارهاست. با توسعه روش‌های پیشرفته آبیاری (آبیاری قطره‌ای و زیرزمینی) می‌توان حدود ۵۰ درصد مصرف آب را در سیستم‌های آبیاری سنتی کاهش داد. با وقوع تغییرات اقلیمی و احتمال کاهش منابع آب قابل استفاده، کاربرد این روش‌ها ضرورت و اهمیت روزافزونی خواهد یافت. کشت پاییزه

نام رویشگاه	مساحت (میلیون هکتار)	ترسیب کربن	
		در هکتار	مجموع (میلیون تن)
هیرکانی	۱,۹۲	۵۵,۵	۱۰۵,۶
زاگرس	۵,۰۵	۶,۹	۳۴,۸
ایران-تورانی	۳,۲	۴,۱	۱۳,۱
خلیج عمانی	۲,۱	۳,۳	۶,۹۶
ارسبارانی	۰,۱۵	۱۸,۶	۲,۷۹
درختکاریها	۲	۸	۱۶
مجموع	۱۴,۴۲	۱۲,۵۱	۱۸۰,۳۵



تصویر ۲- مقایسه پتانسیل ترسیب کربن در کاربری مرتع (سمت چپ) با همان مرتع به صورت تخریب یافته (سمت راست) در یک محدوده اقلیمی واقع در حوضه فیروزآباد کرمانشاه

علوفه، گیاهان دارویی، محصولات فرعی، چرای دام و حیات وحش، تنوع زیستی و استفاده های تفرجگاهی مطرح می باشد. در بسیاری از مطالعات، ترسیب کربن، به عنوان ارزش افزوده برای پروژه های اصلاح، احیاء و مدیریت عرصه های منابع طبیعی در نظر گرفته می شود.

I- اکوسیستم های زراعی

بیشتر بررسی ها و تحقیقات انجام شده بویژه در کشور ما، مؤید این مطلب است که اکوسیستم های زراعی، عمدتاً در جهت افزایش تخریب منابع کربن اراضی عمل می نمایند. دلیل اصلی این امر، بضاعت مدیریتی حاکم بر این منابع اراضی است. این مهم بویژه در دهه های اخیر با توسعه روزافزون مکانیزاسیون و خاکورزی و به هم خوردن سیستم های تناوب و مدیریت سنتی، جهت نیل به حداکثر عملکرد، همراه بوده است. بنابراین، بیشترین توقع ترسیب کربن، به عرصه های جنگلی و مرتعی و پتانسیل نهفته در آنها معطوف است. در عرصه های زراعی رویکرد اصلی بایستی به حفظ مخزن کربن موجود و اصلاح نقاط تخریب یافته معطوف باشد. با این حال، با توجه به اینکه منابع خاک در این عرصه ها دارای ارزش افزوده و پتانسیل باروری به مراتب بیشتری می باشند و

حاضر به طور مؤثری برای کاهش گازکربنیک موجود در هوا در نظر گرفته می شود. اگرچه میزان یا سرعت ترسیب کربن در اکوسیستم های جنگلی مناطق حاره یا معتدل و مرطوب زیاد است، ولی به همان نسبت نیز سرعت فرآیندهای تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی که موجب آزاد شدن دی اکسیدکربن می شود، به دلیل بالا بودن رطوبت و دمای محیط زیاد است. بنابراین گزینه های مناسب جهت ترسیب کربن، مناطق خشک و نیمه خشک می باشند و افزایش میزان بیوماس گیاهان خشبی در این مناطق، به دلیل کاهش هزینه ترسیب گاز کربنیک، دارای مزیت فراوان است. این موضوع موجب شده که سازمانهای بین المللی مانند FAO و UNDP این مناطق را برای اجرای برنامه های ترسیب کربن به منظور کاهش گازهای گلخانه ای انتخاب نمایند.

۲-۲- کاربری اراضی و ترسیب کربن

کاربره های فعال در ترسیب یا تخریب کربن در کشور شامل اکوسیستم های زراعی، مرتع و جنگل می باشند. مدیریت جامع هر یک از اکوسیستم های اشاره شده، معادل ترسیب کربن، توسعه پایدار و حفظ تنوع زیستی است. امروزه، ترسیب کربن به عنوان ارزش افزوده در کنار استفاده های شناخته شده جنگل، مرتع و منابع طبیعی مانند تولید

جهت تقلیل انتشار گازهای یاد شده به جو کره زمین بایستی بر منابع انتشار آنها متمرکز شد و ضمن اجتناب از اقدامات متضاد کننده این گازها، به اصلاح وضع موجود پرداخت. در عرصه های طبیعی و کشاورزی حفظ و ذخیره منابع کربنی در اراضی و بیوماس ضمن آنکه به باروری خاک و ظرفیت تولید عرصه کمک می کند، ممانعت از انتشار منابع کربنی موجود و نیز ترسیب کربن انتشار یافته در این مخازن به اصلاح تغییرات اقلیمی کمک شایانی می کند. به این فرآیند به اصطلاح برد-برد تلقی می شود.

۱-۲- ترسیب کربن

ترسیب کربن یک اقدام اصلاحی است که شامل جذب دی اکسیدکربن توسط گیاهان و خاک می باشد. اگرچه گیاهان و خاک پتانسیل بالایی را در جهت جذب کربن دارند اما در شرایط موجود توان جبران میزان بالای ورود دی اکسیدکربن منتشر شده در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی را ندارند. باین حال این راه مهمترین نقطه امید در ترسیب کربن اتمسفری می باشد که عملاً این کار تنهی با مدیریت و کاربری اراضی امکان پذیر می باشد. امروزه توسعه و گسترش پوشش گیاهان خشبی درختی، درختچه ای و بوته ای، بیش از سایر روش ها کاربرد داشته و در حال



تصویر ۳- اشکال تخریب و تغییر کاربری جنگل (سمت راست) و جنگل تراشی (سمت چپ) در جنگل‌های زاگرس (استان کرمانشاه- منطقه جالوند)

توافقنامه منابع مالی پیش بینی شده که در اختیار کشورهای واجد شرایط قرار خواهد گرفت. ضمناً ایجاد صندوق آب و هوایی سبز کپنهاگ یکی دیگر از مصوبات آن بوده است که بخشی از منابع این صندوق نیز به بخش جنگل و احتمالاً کشاورزی اختصاص می‌یابد. ضروری است، در کشور ما نیز جهت جذب این منابع با طراحی پروژه‌های ترسیب کربن در عرصه‌های جنگل و کشاورزی برنامه‌ریزی شود.

معاونت طرح و برنامه و آمار سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور (۱۳۸۲) طی گزارشی برآوردی کلی از توان ترسیب کربن اکوسیستمهای جنگلی و مرتعی کشور را ارائه نموده است که در جدول زیر نشان داده شده است.

۳- چالشها و فرصتها در ایران

امروزه دیگر کشور جمهوری اسلامی ایران به عنوان نهمین و حتی هفتمین تولید کننده گاز دی‌اکسیدکربن در جهان مطرح است. این امر نمایانگر بهره‌وری پایین انرژی در کشور می‌باشد. بنابراین جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و امکان سنجی مقابله با اثرات تغییرات اقلیمی باید برنامه‌ریزی نمود و در آینده برنامه اقدام ملی در زمینه تغییرات آب و هوا ارائه خواهد شد.

شرطی که احیاء شوند و مدیریت صحیح بر آنها اعمال شود معادل یک میلیارد تن کربن می‌باشد. اگر فقط ارزش کربن را در باروری خاک و تولید بدون احتساب اثرات زیست محیطی معادل ۲۰۰ دلار به ازای هر تن کربن ارزش اقتصادی مستقیم این کار که عمدتاً جنبه مدیریتی دارد معادل ۲۰۰ میلیارد دلار خواهد بود.

III- اکوسیستم های جنگلی

جنگل و جنگل کاری همواره به عنوان اصلی ترین نقطه هدف در ترسیب کربن در نظر گرفته می‌شود. به طور کلی ۴۰ درصد ذخیره کربن موجود در بیوماس کره زمین در جنگل ها قرار دارد. مطالعات نشان می دهد که تولید یک متر مکعب چوب ۹۰۰ کیلوگرم کربن را ترسیب می دهد و با استفاده از آن، به جای دیگر مصالح، که تولید آنها مستلزم صرف انرژی و تولید CO₂ است، مانع از تصاعد ۱۱۰۰ کیلوگرم کربن می شود. لذا تولید و مصرف هر متر مکعب چوب ۲ تن دی اکسیدکربن را می تواند مهار کند.

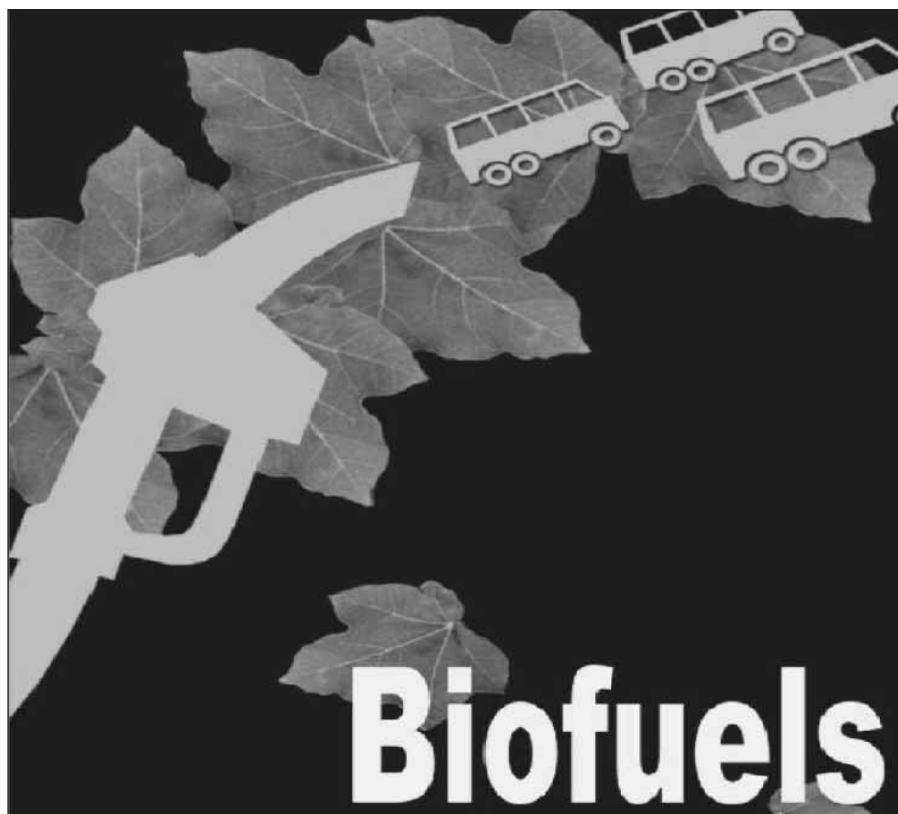
در توافقنامه کپنهاگ در دسامبر ۲۰۰۹ ضمن تاکید بر اهمیت نقش جنگل، ساز و کاری برای پیشگیری از تخریب جنگل و توسعه جنگل‌کاری در کشورهای درحال توسعه پیش‌بینی شده است. برای این منظور، در این

همچنین ساختار مدیریتی حاکم بر آنها بسیار متنوع و پیچیده است. لذا باید در تحقیقات منسجمی ظرفیت و پتانسیل این عرصه‌ها در ترسیب کربن بررسی و شناسائی شود تا جهت برنامه ریزی های مدیریتی و مکان‌یابی عملیات اصلاحی استفاده شود.

II- اکوسیستم های مرتعی

اکوسیستم های مرتعی قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند چرا که نیمی از خشکی های کره زمین را در بر گرفته اند و ذخیره کربن آنها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم های خاکی و ۳۰ درصد کل کربن آلی خاک را تشکیل می دهد. در مقیاس جهانی، مراتع سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن ترسیب می کنند. مقدار کربن آلی موجود در خاک‌های چمنی تقریباً دو برابر مقدار آن در خاکهای جنگلی است. مقدار کل کربن آلی در هر دو جامعه جنگلی و مرتعی مشابه بوده لکن در جنگل بیشتر این مواد در قسمت‌های هوایی درختان وجود دارد در صورتی که در اکوسیستم مرتعی بیش از ۹۰ درصد ذخیره کربن آلی در درون خاک قرار گرفته است.

مراتع ایران با وسعت ۹۰ میلیون هکتار، وسیع ترین عرصه حیاتی کشور را شامل می شوند. قابلیت ترسیب کربن در مراتع ایران، به



در ایران نهادهای دولتی، از جمله دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا در سازمان حفاظت محیط زیست، مرکز ملی خشکسالی در سازمان هواشناسی و مرکز تحقیقات کم آبی و خشکسالی در کشاورزی و منابع طبیعی کشور در وزارت جهاد کشاورزی در سالهای اخیر تاسیس و در خصوص اثرات تغییر اقلیم فعالیت می‌نمایند. تلاش مراکز تحقیقاتی و علمی کشور در خصوص علل بروز تغییر اقلیم و راهکارهای مقابله با آن و درگیر کردن وزارتخانه‌ها و دولت در این خصوص ضرورتی اساسی برای کشور است. تا بر اساس شرایط جدید آمادگی کامل را کسب کنیم و بتوانیم شرایط بحران را با درایت مدیریت نماییم.

همچنین تغییرات اقلیمی مسئله‌ای است که می‌تواند جامعه جهانی را به یکدیگر پیوند دهد. لذا برای کشور ما، این پدیده باید به فرصتی برای ارتقاء سطح تعاملات بین‌المللی تبدیل شود. زیرا رویارویی با این معضل، مستلزم همکاری‌های گسترده بین‌المللی است. زیرا پیامد عدم اقدام، جبران ناپذیر است.

۱-۳- فرصت‌ها در بخش کشاورزی و

منابع طبیعی

از آن جا که زراعت، سهم به سزایی در پدیده تغییر اقلیم دارد، لذا بایستی آن را به عنوان یکی از گزینه‌ها یا فرصت‌ها برای حل این معضل مد نظر داشت. گزارش سازمان فائو در این زمینه حاکی است که این سازمان درصدد اجرای برنامه‌ای یکپارچه در زمینه مقابله با تغییر اقلیم است تا نقشی قویتر در مباحث تغییر اقلیم ایفا کند و متخصصان آن در مناطقی که مستعد و حساس به این پدیده هستند، وارد عمل شوند. این سازمان از اقدامات اصلاحی در بخش کشاورزی در مقابله با پدیده نوسان اقلیم حمایت میکند. نقش زراعت در تغییر اقلیم، در معاهده کیوتو (۱۹۹۷) نمایان شد. این عهدنامه، تغییر کاربری اراضی، تخمیر متان، نحوه استفاده از کودهای دامی، کشت برنج، خاک‌های اراضی زراعی و سوزاندن بیوماس در آنها را از منابع

انتشار کربن بکاهند و شناسایی فرصت‌های کسب اعتبار کربن، یاری می‌نماید. در زمینه انرژی، جایگزینی سوخت‌های فسیلی با سوخت‌های زیستی (بیوفوئل) که نقشی به سزا در کاهش انتشار گازکربنیک خواهند داشت. اکنون بیوماس یا زیتوده، حدود ۱۵ درصد انرژی جهان را فراهم می‌سازد که این مقدار با فناوری‌های نوین، بیشتر خواهد شد. لذا انتظار می‌رود که در آینده جنبشی وسیع برای استفاده از محصولات زراعی جهت مصارف انرژی در قرن بیست و یکم ایجاد شده و اشتغال و رونق اقتصادی در مناطق روستایی را بوجود آورد.

بدیهی است که دنیا باید از تمام گزینه‌های محتمل برای مقابله با پدیده گرم شدن زمین استفاده کند. کشاورزی قابلیت زیادی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد که این مقصود با اجرای عملیات خاصی مانند تولید کربن در بیوماس و ذخیره آن در خاک حاصل می‌آید. ضمن این که به حاصلخیزی و انعطاف پذیری بخش کشاورزی کمک می‌نماید. سازمان فائو در جدیدترین گزارش خود

تولید گازهای گلخانه‌ای برشمرد. لذا تاکید ویژه‌ای بر ترغیب روش‌های کشاورزی پایدار نمود. امضا کنندگان عهدنامه سازمان ملل در مورد تغییر اقلیم متعهد شده‌اند که اقدامات زیادی در مورد منشا انسانی گازهای گلخانه‌ای انجام دهند. لذا، این عهدنامه کشورها را متعهد به مدیریت مخازن کربن اراضی، از طریق کنترل تغییر کاربری اراضی و مدیریت مستقیم فعالیت‌های کشاورزی، نموده است.

عهدنامه کیوتو مشوق‌هایی موسوم به اعتبار کربن به کشورها ارائه کرده تا از انتشار گازهای گلخانه‌ای خود بکاهند. در این ساز و کار، کشورها از طریق اقدامات اصلاحی در پایدارسازی نظامهای تولید محصولات زراعی و جنگلی (نظیر عملیات زراعی مبتنی بر حفظ محیط زیست، کاهش سوزاندن جنگل برای تبدیل آن به اراضی کشاورزی و محافظت بیشتر از خاک، استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، توسعه فنون استحصال آب و حفظ محیط زیست) اعتبار کربن را کسب نمایند. فائو، کشورهای عضو را در توسعه و ترغیب این عملیات و سایر کارهایی که از

ارزیابی قرار نگرفته‌اند و این درحالی است که ممکن است در بین آنها الگوهای بسیار موفقی در این زمینه قابل ارائه و توسعه باشد. همچنین این عملیات به عنوان بخشی از ایفاء تعهدات کشور در معاهدات بین‌المللی و نیز در قالب طرح‌های CDM و تجارت کربن قابل ارائه و توسعه هستند.

منابع

- 1- FAO Corporate Document Repository. 2006. Carbon sequestration in dryland soils. <http://www.fao.org/docrep/007/y5738e/y5738e05.htm#TopOfPage>
- 2- IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability
- 3- World Bank Regional Grouping Of Countries. 2009. Climate Change Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. IFPRI. Washington, D.C.
- 4- IPCC Assessment Report 4 (2007) Summary of Policymakers
- 5- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123: 1–22
- 6- Lal, R., 2008. The Role of Soil Organic Matter in the Global Carbon Cycle. *Soil and Environ. Pollut.* 116, 353–366
- 7- Rothamsted research. 2005. Climate change and land management. 51788 Climate Change Brochure
- 8- <http://esao.areo.ir>
www.climate-change.ir

یکی از ساز و کارها برای این منظور است. طرح‌های CDM بسیار انعطاف‌پذیر هستند و در عرصه‌های مختلف و مناطق مختلف قابلیت طرح و اجرا داشته و مورد استقبال قرار خواهند گرفت. بنا بر اعلام دفتر تغییرات آب و هوایی سازمان ملل متحد، تا کنون دو هزار طرح CDM ثبت گردیده است. در دنیا کشورهای هند، برزیل و چین بخوبی از این فرصت استفاده کردند و توانستند با اجرای ده‌ها پروژه میلیون‌ها دلار وارد اقتصاد خود نمایند. اما سهم ایران تنها یک پروژه، ثبت شده و آن هم در بخش نفت می‌باشد. این در حالی است که ایران با تولید سالانه هفت میلیون تن دی‌اکسیدکربن یکی از کشورهای پیشرو در میان کشورهای در حال توسعه در تشدید روند گرمایش جهانی کره زمین و تغییرات اقلیمی است. این در حالی است که بخش‌های گوناگون بویژه بخش کشاورزی می‌تواند و بایستی طراح و میزبان بسیاری از طرح‌هایی CDM در کشور باشد.

در بخش کشاورزی و منابع طبیعی باید تلاش شود تا با تعریف طرح‌هایی که می‌تواند با ترسیب کربن به اصلاح تبعات تغییرات روز افزون اقلیمی و کاهش آلودگی‌ها در عرصه‌های محیط زیست می‌شوند، مشارکت فعال نهادهای جهانی مرتبط را جلب نمود. پروژه‌های بخش کشاورزی، مرتع و جنگل از جمله پروژه‌هایی است که می‌تواند از این امکان استفاده کنند. درکارگروه‌های تخصصی نشست کپنهاگ، تداوم چنین پروژه‌هایی در سال‌های بعد از ۲۰۱۲ تصویب شده است. لذا ما باید برای استفاده از این امکان، ظرفیت سازی لازم را در بخش کشاورزی، جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری انجام دهیم.

یکی از پتانسیل‌های کشور در این زمینه، طراحی و اجرای صدها طرح مهم آبخیزداری، جنگلداری، مرتعداری و احیائی اجراء شده و در دست اجراء در بخش منابع طبیعی و در سالهای پس از پیروزی انقلاب اسلامی می‌باشند. این عملیات تا کنون با رویکرد اصلاح تغییرات اقلیمی و ترسیب کربن مورد

اعلام کرد مراتع و علفزارها قابلیت‌های فراوانی برای تعدیل پدیده تغییر اقلیم دارند. این عرصه‌ها در صورت مدیریت اصولی می‌توانند حتی بیش از جنگل‌ها کربن محیط را جذب نمایند. حدود ۳۰ درصد از اراضی زمین و ۷۰ درصد اراضی کشاورزی را عرصه‌های مرتعی تشکیل می‌دهند، که سطحی معادل ۳/۴ میلیارد هکتار را تشکیل می‌دهد. این عرصه می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش آسیب‌پذیری مقابل پدیده تغییر اقلیم ایفاء نماید. مراتع علاوه بر میزان قابل توجهی کربن که در درختان، بوته‌ها و علفها محبوس است، بالغ بر ۳۰ درصد کربن خاک را ذخیره می‌نمایند. اما این مراتع به تخریب بسیار حساسند. بالغ بر ۷۰ درصد مراتع در معرض چرای بی‌رویه، شوری، و دیگر تنش‌ها قرار دارند. نکته دیگر، حفظ تنوع زیستی است. طبق برخی برآوردها، تفاوت تنوع زیستی بالقوه مراتع با جنگلها بسیار ناچیز است. با این همه، شواهد نشان می‌دهد که وضعیت کاهش گونه‌های جانوری، گیاهی و میکرو ارگانیسمهای موجود در خاک اراضی مرتعی به حد مخاطره آمیزی رسیده است.

بنابراین مدیریت صحیح مراتع شامل بازگردانی مواد آلی به خاک، کاهش فرسایش و ممانعت از سوزاندن و چرای بی‌رویه می‌تواند میزان زیادی کربن (تا حد یک میلیارد تن) را نگه دارد. اما این مهم نیازمند هماهنگی و تلاش جمعی در سطح جهان است. همچنین برای رفع برخی موانع اقتصادی- اجتماعی مانند نظام مالکیت و ارائه خدمات (آموزش، بهداشت و غیره) برای در مرتعداران باید تلاش بیشتری به عمل آید.

۳-۲- مکانیزم توسعه پاک CDM و تجارت کربن در ایران

معاهدات مربوط به تغییر اقلیم و سازمانهای جهانی نظیر فائو، کشورهای عضو را در توسعه عملیاتی که از انتشار کربن بکاهند و شناسایی فرصت‌های کسب اعتبار کربن، ترغیب و یاری می‌نمایند. در این میان ساز و کار مکانیزم توسعه پاک موسوم به CDM

آشنایی با مفاهیم تغییر اقلیم

● دکتر علیرضا مساح بوانی - عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

مقدمه

رشد صنایع و کارخانه‌ها از آغاز انقلاب صنعتی و به تبع آن افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی از یکسو و تخریب جنگل‌ها و تغییر کاربری اراضی کشاورزی از سوی دیگر باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای مخصوصاً گاز CO₂ در چند دهه اخیر شده به گونه‌ای که غلظت این گاز از ۲۸۰ ppm در سال ۱۷۵۰ به ۳۷۹ ppm در سال ۲۰۰۵، ۳۸۵ ppm در سال ۲۰۰۹، ۳۸۸ ppm در سال ۲۰۱۰ و ۳۹۰ ppm در سال ۲۰۱۱ افزایش یافته است (Carter et al. ۲۰۰۷). تحقیقات نشان می‌دهد که در صورت ادامه روند کنونی مصرف سوخت‌های فسیلی، غلظت این گاز تا قبل از پایان قرن ۲۱م می‌تواند به بیش از ۶۰۰ ppm برسد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزایش گازهای گلخانه‌ای باعث افزایش دمای میانگین اتمسفر کره زمین در چند دهه اخیر شده که از این رو به گرمایش جهانی (Global Warming) شهرت یافته است. افزایش گازهای گلخانه‌ای نه تنها باعث افزایش دمای کره زمین شده بلکه تغییراتی را نیز در دیگر متغیرهای اقلیمی بوجود آورده است. به طور کل به تمامی تغییرات به وجود آمده در متغیرهای اقلیمی که ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای باشد تغییر اقلیم (Climate Change) اطلاق می‌شود.

تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که پدیده تغییر اقلیم در دوره‌های گذشته تأثیرات گسترده‌ای را بر سیستم‌های اقلیم کره زمین داشته است. این تأثیرات عبارتند از: تأثیر بر جو (شامل؛ تغییر در نوع، میزان و زمان بارش، تغییر در سرعت باد، تغییر در میزان بخار آب موجود در جو و ابرها، تغییر در پدیده‌های ال نینو، مانسون، تغییر در وقایع حدی مانند سیلاب و خشکسالی و ...).

تأثیر بر هیدروسفر (شامل؛ تغییر در کمیت و کیفیت آب‌های سطحی، تغییر در کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی، افزایش سطح آب دریاها، نفوذ آب‌های شور به سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق ساحلی و...)، تأثیر بر یخ کره (شامل؛ تغییرات در میزان یخ موجود در کره زمین، تغییر در میزان یخچال‌های موجود، تغییر در میزان پوشش برف کره زمین و ...) و تأثیر بر بیوسفر (شامل؛ تغییر در نیاز آبی و عملکرد گیاهان زراعی، تغییر در حیات وحش کره زمین، تغییر در میزان فرسایش و...) (IPCC ۲۰۰۷a).

بدون شک در دوره‌های آتی فعالیت‌های بشری افزایش یافته و به واسطه آن میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز در اتمسفر افزایش خواهد یافت. این افزایش باعث تشدید تغییرات در متغیرهای اقلیمی کره زمین خواهد گردید. از طرف دیگر باید توجه داشت که حتی اگر انتشار تمامی گازهای گلخانه‌ای هم اکنون متوقف شود، به دلیل زمان ماندگاری بالای گازهای گلخانه‌ای که از قبل در اتمسفر کره زمین انتشار یافته‌اند، بشر در قرن ۲۱ با تغییر در متغیرهای اقلیمی روبه‌رو خواهد شد. به هر حال تشدید تغییرات پارامترهای اقلیمی در دوره‌های آتی، می‌تواند تأثیرات منفی زیادی را بر سیستم‌های مختلف از جمله منابع آب، محیط زیست، صنعت، بهداشت، کشاورزی و کلیه سیستم‌هایی که در کنش با سیستم اقلیم می‌باشند، بگذارد. بنابر این با توجه به آثار مخربی که این پدیده می‌تواند در دوره‌های آتی بر سیستم‌های مختلف بر جای بگذارد. لازم است تا پیش از وقوع، اثرات منفی این پدیده بر سیستم مورد نظر شناخته شده و راهکارهای مقابله با اثرات منفی آن در پروژه‌ها لحاظ گردد (مساح بوانی ۱۳۸۵).

تغییر اقلیم و پارامترهای موثر بر آن
جو (Atmosphere)، یخ کره (Cryosphere)، زیست کره (Biosphere) و آب کره (Hydrosphere) اجزاء سیستم اقلیم کره زمین را تشکیل می‌دهند. اتمسفر زمین با دارا بودن گازهای مختلف باعث جذب، پخش و انعکاس طول موج‌های مختلف آن شده و پدیده‌های مختلف از جمله میزان درجه حرارت اتمسفر را کنترل می‌کند. در بین این گازها گازهای گلخانه‌ای که شامل بخار آب، دی‌اکسیدکربن (CO₂)، متان (CH₄)، اکسید دو نیتروژن (N₂O) و هالوکربن‌ها (CFC) می‌باشند، از اهمیت ویژه‌ای در کنترل دمای سطحی اتمسفر برخوردار هستند. زیرا نور خورشید که عمدتاً با طول موج کوتاه بوده، از این گازها عبور نموده و به زمین می‌رسند و پس از گرم شدن زمین امواج مادون قرمز که دارای طول موج بلندی می‌باشند از سطح زمین ساطع شده و با این گازها برخورد می‌کنند. این گازها امواج با طول موج بلند (مادون قرمز) را جذب کرده و گرم می‌شوند. این پدیده باعث افزایش درجه حرارت اتمسفر سطحی کره زمین می‌شود که به آن اثر گلخانه‌ای (Greenhouse effect) اطلاق می‌شود (شکل ۱-۲). کریوسفر یا "یخ کره" که در برگیرنده یخ‌های موجود در سطح کره زمین است بیشترین نقش را در انعکاس امواج رسیده به سطح زمین (Albedo) ایفا می‌کند. همچنین بیوسفر یا "زیست کره" نیز با انعکاس نور خورشید، تبخیر و تعرق از سطح گیاهان، به عنوان یکی از منابع اصلی تولید و مصرف دی‌اکسیدکربن، نقش مهمی را در میزان انرژی سیستم اقلیم دارا می‌باشد. نهایتاً هیدروسفر یا "آب کره" که شامل دریاها، دریاچه‌ها، رودها و اقیانوس‌های



شکل ۱- گرم شدن کره زمین به دلیل اثر گلخانه‌ای

عامل طبیعی خارجی بر سیستم اقلیم کره زمین تاثیر می‌گذارند. خورشید مهمترین منبع تامین گرمایش زمین می‌باشد. این در حالی است که پس از فعالیت‌های آتشفشانی ذرات معلق بسیاری وارد اتمسفر منطقه شده و با انعکاس نور خورشید مانع از رسیدن نور خورشید به سطوح پایینی اتمسفر شده و سبب می‌شود تا دمای منطقه سرد گردد. به مجموع تغییرات ناشی از عوامل طبیعی خارجی و تغییرات ناشی از نوسانات درونی سیستم، نوسانات طبیعی اقلیم (Natural

هدایت کند. در این حالت آب گرم در سواحل آمریکای جنوبی به سواحل شرقی حرکت می‌کند و دمای این منطقه را بالا می‌برد. یکی دیگر از اثرات ال‌نینو، تغییرات غیرعادی آب و هوای مناطق شرقی و غربی استوای اقیانوس آرام است. تغییراتی که ال‌نینو ایجاد می‌کند محدود به آب و اقیانوس نیست و به اتمسفر و لایه‌های جوی نیز کشیده می‌شود. (IPCC ۲۰۰۷a).

از طرف دیگر تابش‌های خورشیدی و بعضاً فعالیت‌های آتشفشانی به عنوان دو

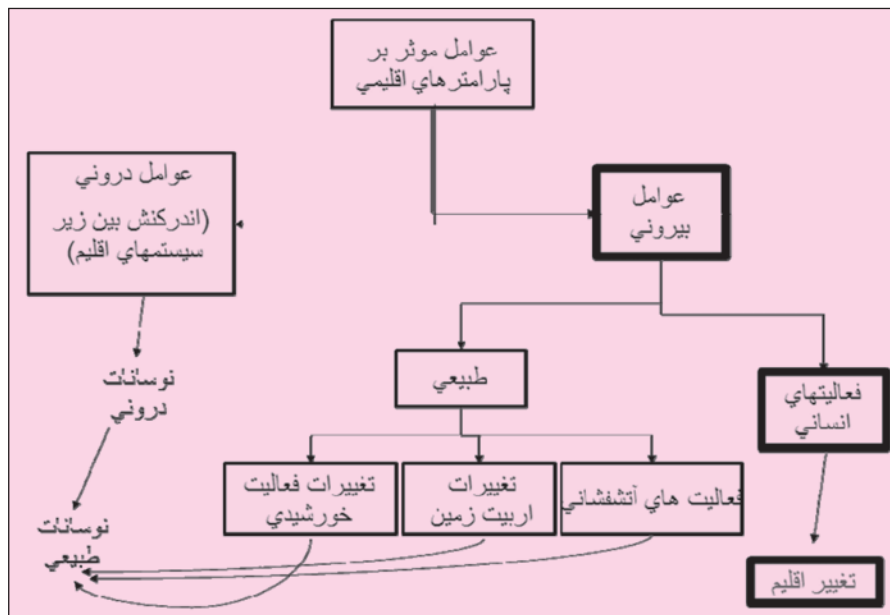
کره زمین می‌باشد نقش بسزایی را در جذب دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر داشته و به لحاظ گرمایشی دارای اینرسی گرمایی بالایی می‌باشد (IPCC ۲۰۰۷a).

عوامل مختلفی باعث برهم خوردن شرایط حاکم بر اجزاء مختلف سیستم اقلیم کره زمین می‌شود که می‌تواند تاثیراتی را بر اجزاء دیگر بگذارد. این عوامل به دو بخش عوامل داخلی ناشی از کنش‌های متقابل بین اجزاء سیستم اقلیم و عوامل خارجی طبیعی ناشی از تابش خورشیدی، فعالیت‌های آتشفشانی و افزایش غیر طبیعی گازهای گلخانه‌ای (Greenhouse Gases) قابل تقسیم می‌باشند (شکل ۲-۲).

به تغییرات به وجود آمده در سیستم اقلیم کره زمین که نتیجه واکنش‌های درونی بین اجزاء سیستم اقلیم می‌باشد، نوسانات درونی سیستم اقلیم (Internal climate variability) اطلاق می‌شود که از آن جمله می‌توان به پدیده El-Nino اشاره کرد. (پدیده ال‌نینو نوسانات سیستم اتمسفری در شرق بخش استوایی اقیانوس آرام است که معمولاً بر آب و هوای سراسر جهان اثرات قابل توجهی دارد. در شرایط عادی و زمانی که ال‌نینو وجود ندارد، سطح آب اقیانوس به دلیل تابش نور آفتاب گرم‌تر از اعماق آن است. در بخش استوایی اقیانوس آرام، باد از شرق به غرب می‌وزد. وزش باد باعث حرکت آب در سطح اقیانوس می‌شود و با باقی ماندن آب در معرض خورشید گرمای بیشتری به آن جذب می‌شود. در این شرایط در شرق اقیانوس آرام در سواحل آمریکای شمالی شارشی در جریان‌های عمق و سطح آب ایجاد می‌شود. این شارش باعث می‌شود تا آب سردتر که غنی و پر از اکسیژن و مواد غذایی است جایگزین آب گرم سطحی شود. نفوذ جریان سرد و غنی به سطح آب که محل زندگی اکثر آبزیان است باعث افزایش تعداد آن‌ها در محل‌های صید ماهی‌گیران می‌شود. تحت تاثیر ال‌نینو همه چیز برعکس می‌شود. ال‌نینو باعث می‌شود که باد از غرب اقیانوس آرام، آب‌های سطحی گرم را به سمت شرق

جدول ۱- مقدار GWP و طول عمر گازهای گلخانه‌ای (IPCC ۲۰۰۷C)

فرمول شیمیایی گاز	زمان ماندگاری (سال)	مقدار GWP در افق‌های زمانی مختلف		
		سال ۲۰	سال ۱۰۰	سال ۵۰۰
CO ₂	۳۰ تا ۹۵	۱	۱	۱
CH ₄	۱۲	۷۲	۲۵	۷/۶
N ₂ O	۱۱۴	۲۸۹	۲۹۸	۱۵۳
CCL ₂ F ₂	۱۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۹۰۰	۵۲۰۰
CHCLF ₂	۱۲	۵۱۶۰	۱۸۱۰	۵۴۹
CF ₄	۵۰۰۰۰	۵۲۱۰	۷۳۹۰	۱۱۲۰۰
C ₂ F ₆	۱۰۰۰۰	۸۶۳۰	۱۲۲۰۰	۱۸۲۰۰
SF ₆	۳۲۰۰	۱۶۳۰۰	۲۲۸۰۰	۳۲۶۰۰
NF ₃	۷۴۰	۱۲۳۰۰	۱۷۲۰۰	۲۰۷۰۰



شکل ۲- مفاهیم تغییر اقلیم، نوسانات درونی و نوسانات طبیعی اقلیم (مساح بوانی ۱۳۸۵)

بگونه‌ای که سوزاندن سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و تغییرات کاربری اراضی باعث افزایش گاز CO_2 ، گازهای خارج شده از معده حیوانات، استفاده از کودهای حیوانی و کشت برنج باعث افزایش گاز CH_4 ، استفاده از کلروفلوروکربن‌ها در سیستم‌های یخچال‌ها و اطفاء حریق کشاورزی باعث افزایش گازهای $CFCs$ ، و نهایتاً فعالیت‌های کشاورزی مانند استفاده از کودها باعث افزایش گاز N_2O شده است. شکل ۲-۳ درصد هر کدام از گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر نسبت به کل و همچنین سهم هر یک از فعالیت‌های بشری در تولید گازهای گلخانه‌ای را در سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد. به

طبیعی (فعالیت‌های بشری) تقسیم می‌شوند. گرچه مقدار گازهای گلخانه‌ای تولید شده از منابع طبیعی تقریباً ۲۰ برابر فعالیت‌های انسانی است، اما تا قبل از انقلاب صنعتی (۱۷۵۰ میلادی) این گازها به وسیله منابع طبیعی مصرف‌کننده گازهای گلخانه‌ای (اقیانوس‌ها و جنگل‌ها، جذب توسط باکتری‌های موجود در خاک و انجام واکنش‌های شیمیایی در جو) متعادل شده و برای مدت ده هزار سال (از انتهای آخرین دوره یخچالی تا انقلاب صنعتی) مقدار آن در حد $270 ppm$ ثابت باقی‌مانده است. پس از انقلاب صنعتی، فعالیت‌های بشری باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو کره زمین شده است.

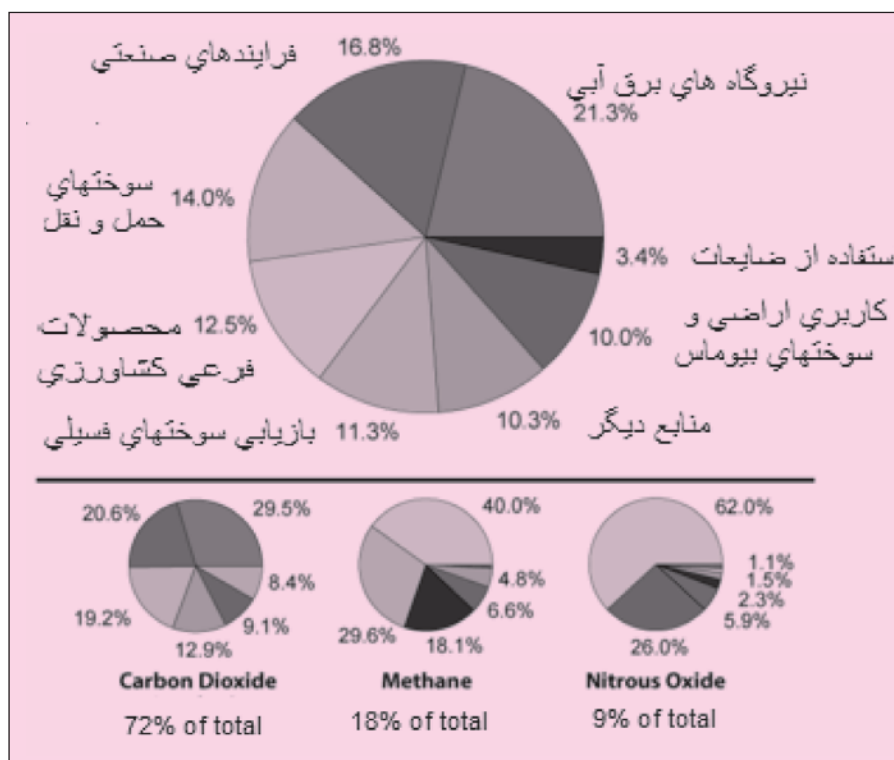
(Climate Variability) اطلاق می‌گردد. در بین عوامل ذکر شده تنها عاملی که به صورت غیر طبیعی بر سیستم اقلیم کره زمین تاثیر می‌گذارد، افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. بررسی وضعیت انتشار این گازها نشان می‌دهد که پس از انقلاب صنعتی در نیمه قرن ۱۸، بدلیل افزایش روزافزون صنایع و به واسطه آن افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی، توازن مقادیر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین برهم خورده و مقادیر آن به خصوص میزان گاز دی‌اکسیدکربن افزایش یافته است. این افزایش سبب می‌شود تا امواج مادون قرمز ساطع شده از زمین بیش از پیش توسط گازهای گلخانه‌ای جذب شده و باعث گرمتر شدن اتمسفر کره زمین شود. گرمتر شدن کره زمین نیز بنوبه خود بر وضعیت اجزاء دیگر سیستم اقلیم تاثیر گذاشته و پدیده تغییر اقلیم (Climate Change) را موجب می‌گردد. شکل ۲-۲ مفاهیم تغییر اقلیم (Climate Change)، نوسانات درونی اقلیم (Internal climate variability) و نوسانات طبیعی اقلیم (Natural Climate Variability) را نشان می‌دهد (مساح بوانی ۱۳۸۵).

منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای

منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای به دو دسته منابع طبیعی (مرداب و اقیانوس‌ها، فرایندهای میکروبی در خاک و آب و واکنش‌های فتوشیمیایی در جو) و منابع غیر

جدول ۲- خلاصه‌ای از مشخصات ۴ سناریوی شاخص SRES در سال ۲۱۰۰ (Carter et al. ۲۰۰۷)

خصوصیت سناریو	۱۹۹۰	A۱	A۲	B۱	B۲
جمعیت (بیلیون نفر)	۵/۲۵۲	۷/۱	۱۵/۱	۷/۰	۱۰/۴
غلظت CO_2 (ppmv)	۳۵۴	۶۸۰	۸۳۴	۵۴۷	۶۰۱
تغییر متوسط دمای میانگین کره زمین ($^{\circ}C$)	-	۲/۵ (۱/۷-۳/۷)	۳/۱ (۲/۱-۴/۴)	۲/۰ (۱/۴-۳/۰)	۲/۱ (۱/۵-۳/۱)
افزایش جهانی سطح آب دریا (cm)	-	۵۸ (۲۳-۱۰۱)	۶۲ (۲۷-۱۰۷)	۵۰ (۱۹-۹۰)	۵۲ (۲۰-۹۳)
GDP جهانی (\$۱۰۱۲)	۲۱	۵۵۰	۲۴۳	۳۲۸	۲۳۵



شکل ۳- سهم بخشهای مختلف در تولید سالانه گازهای گلخانه‌ای (IPCC ۲۰۰۷C)

عنوان مثال در تولید کربن، سهم نیروگاه‌های برق آبی ۲۹٪، سهم فرایندهای صنعتی ۲۰٪، سهم سوخت‌های حمل و نقل ۱۹٪، سهم تغییر کاربری اراضی ۱۰٪ و سهم دیگر منابع ۲۰٪ می‌باشد. بر این اساس سهم فعالیت‌های انسانی در تولید گازهای CH_4 و N_2O قابل استنتاج می‌باشد. با توجه به این شکل از کل گازهای گلخانه‌ای موجود در جو گاز CO_2 بیشترین سهم (۷۲ درصد) را داراست. در این راستا گاز متان با ۱۸ درصد و گاز N_2O با ۹ درصد مقام‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. (نقش گازهای CFCs نیز حدود ۱ درصد است که در شکل نشان داده نشده است). این در حالی است که نیروگاه‌های برق آبی با ۲۱ درصد بیشترین سهم را در تولید کل گازهای گلخانه‌ای داشته است. همچنین سهم تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از کشاورزی نیز ۱۲ درصد برآورد گردیده است (IPCC ۲۰۰۷C).

نکته‌ای که باید به آن توجه داشت میزان تاثیرگذاری هر یک از گازهای گلخانه‌ای بر افزایش دمای کره زمین است. این میزان با GWP (Global Warming Potential) سنجیده می‌شود. جدول ۱-۲ مقدار GWP گازهای گلخانه‌ای مختلف را به همراه زمان ماندگاری آنها در اتمسفر نشان می‌دهد. طبق این جدول کمترین مقدار GWP مربوط به گاز CO_2 و برابر ۱ است. این در حالی است که بیشترین تاثیر گازهای گلخانه‌ای مربوط به گاز SF_6 و برابر ۲۲۸۰۰ است. باید توجه داشت که گرچه تاثیر گازهای دیگر بر افزایش دمای کره زمین بسیار بیشتر از گاز CO_2 است ولی با توجه به شکل ۲-۳ میزان انتشار این گازها در اتمسفر بسیار کمتر از گاز CO_2 می‌باشد (IPCC ۲۰۰۷C).

سناریوهای اقلیمی و غیر اقلیمی (سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای)

با توجه به آن‌چه در قسمت قبل آمد، هرگونه تغییر در میزان غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین، باعث برهم خوردن تعادل بین

غیراقلیمی حاوی اطلاعاتی از وضعیت اقتصادی- اجتماعی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر کره زمین است که به آن سناریوی انتشار (emission scenario) نیز گفته می‌شود.

هیئت بین دول تغییر اقلیم (IPCC Intergovernmental Panel of Climate Change)، که در سال ۱۹۸۸ به وسیله سازمان هواشناسی جهان (WMO World Meteorological Organization) و برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP United Nation Environmental Program) تأسیس شد، وظیفه شناخت تمام جنبه‌های پدیده تغییر اقلیم را در مقیاس جهانی عهده‌دار است و سری اولیه سناریوهای انتشار را در سال ۱۹۹۲ با نام IS۹۲a-IS۹۲f (ارایه کرد. در این سناریوها مقادیر گازهای گلخانه‌ای با نرخ ثابت تا سال ۲۱۰۰ افزایش می‌یابد. در سال ۱۹۹۶، IPCC سری جدید سناریوهای انتشار را به منظور بهروز کردن و جایگزینی

اجزاء سیستم اقلیم کره زمین می‌گردد. اما این که در آینده چه مقدار از این گازها توسط جوامع بشری وارد اتمسفر زمین شده و به تبع آن چه وضعیتی برای سیستم اقلیم کره زمین رخ خواهد داد، معین و قطعی نیست. لذا به صورت کاملاً غیر قطعی و تحت سناریوهای مختلفی ارایه شده است. این سناریوها در دو بخش مجزای سناریوهای غیر اقلیمی و سناریوهای اقلیمی قابل تفکیک هستند که در ادامه شرح بیشتری از آنها ارایه می‌شود.

۱- سناریوهای غیر اقلیمی (Non-Climatic Scenario)

فعالیت‌های اقتصادی جوامع و متعاقب آن رشد صنایع و کارخانه‌ها و تغییرات کاربری اراضی از عوامل اصلی افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌باشند. از این رو برای داشتن برآوردی از میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در دوره‌های آتی، لازم است تا در ابتدا وضعیت اقتصادی - اجتماعی کره زمین در دوره‌های آتی بررسی گردد. به طور کلی یک سناریوی

جدول: ۳- مشخصات ۷ مدل AOGCM مربوط به گزارش سوم (IPCC-TAR)

CCSR	NCAR	GFDL-R ^{۳۰}	CGCM ^۲	CSIRO	HadCM ^۳	ECHAM ^۴	
۵/۶*۵/۶	۴/۵*۷/۵	۴/۵*۷/۵	۳/۷*۳/۷	۳/۲*۵/۶	۲/۵*۳/۷۵	۲/۸*۲/۸	دقت مکانی AGCM (درجه) (طول*عرض)
۲/۸*۲/۸	۱*۱	۴/۵*۳/۷۵	۱/۸*۱/۸	۳/۲*۵/۶	۲/۵*۳/۷۵	۲/۸*۲/۸	دقت مکانی OGCM (درجه) (عرض*طول)
:CO ₂ ۱۸۹۰-۱۹۸۹ :SO ₄ ۱۸۹۰-۱۹۸۹	:CO ₂ ۱۹۰۱-۱۹۸۹ :SO ₄ ۱۹۰۱-۱۹۸۹	:CO ₂ ۱۷۶۶-۱۹۸۹ :SO ₄ ۱۹۰۱-۱۹۸۹	:CO ₂ ۱۹۰۰-۱۹۸۹ :SO ₄ ۱۸۶۰-۱۹۸۹	:CO ₂ ۱۸۸۱-۱۹۸۹ :SO ₄ ۱۸۶۰-۱۹۸۹	:CO ₂ ۱۸۶۰-۱۹۸۹ :SO ₄ ۱۸۶۰-۱۹۸۹	:CO ₂ ۱۸۶۰-۱۹۸۹ :SO ₄ ۱۸۶۰-۱۹۸۹	دوره شبیه سازی گازهای گلخانه‌ای و ذرات معلق در گذشته
دوره کنترل: ۲۱۰ سناریوهای :SRES ۱۸۹۰-۲۱۰۰	دوره کنترل: ۱۳۶ سناریوهای :SRES ۱۹۸۰-۲۰۹۹	دوره کنترل: ۱۰۰۰ سناریوهای :SRES ۱۹۶۱-۲۱۰۰	دوره کنترل: ۲۰۰ سناریوهای :SRES ۱۹۰۰-۲۱۰۰	دوره کنترل: ۲۱۹ سناریوهای :SRES ۱۹۶۱-۲۱۰۰	دوره کنترل: ۲۴۰ سناریوهای :SRES ۱۹۵۰-۲۰۹۹	دوره کنترل: ۲۴۰ سناریوهای :SRES ۱۹۹۰-۲۰۰۰	طول دوره شبیه سازی (سال)
A۱FI, A۱ A۱T, A۲ B۲, B۱	B۲, A۲ A۱B	B۲, A۲	B۲, A۲	A۲, A۱ B۲, B۱	A۲b, A۲ A۲c, B۲	B۲, A۲	سناریوهای شبیه سازی شده SRES
Nozawa et al., 2001	Meehl et al., 2001	Knutson et al., 1999	Flato and Boer, 2001	Gordon and O'Farrell, 1997	Gordon et al., 2000	Stendel et al., 2000	مرجع

رشد زیاد جمعیت و وابستگی کمتر به پیشرفت سریع اقتصادی می‌باشد.

وضعیت جمعیت در خانواده سناریوهای B۱ شبیه به A۱ می‌باشد، با این تفاوت که تاکید در این سناریو بیشتر در استفاده از انرژی‌های پاک و محیط زیست می‌باشد. در این خانواده تاکید بر پایداری اقتصاد، محیط زیست و اقتصاد در سطح جهانی می‌باشد.

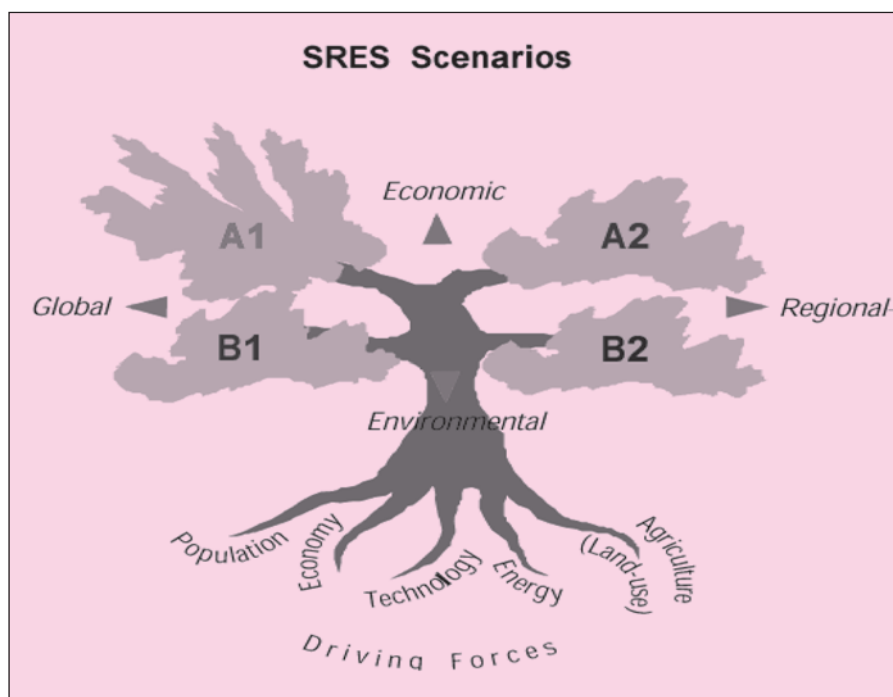
در سناریو B۲ تاکید بر راه‌حلهای منطقه‌ای برای تقویت مسایل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست می‌باشد. این یک دنیای ناهمگون با سرعت تغییرات تکنولوژی کمتر، اما با تنوع بیشتر می‌باشد. اما تاکید قوی در این سناریو بر ابتکار عمل جامعه و نوآوری‌های

خواهد رسید و از آن به بعد کاهش می‌یابد و معرفی تکنولوژی‌های جدید و کاراتر در نظر گرفته شده است. در این خانواده به مسایل اقتصادی نسبت به محیط زیست بیشتر تاکید شده و دیدگاه‌ها به جای منطقه‌ای، جهانی می‌باشد. سه زیر شاخه متفاوت برای گروه A۱ بر اساس نوع تکنولوژی مورد استفاده در قرن ۲۱ در نظر گرفته شده است: تشدید استفاده از سوخت فسیلی (A۱FI)، استفاده از منابع انرژی غیر فسیلی (A۱T) و استفاده از منابع فسیلی و غیر فسیلی به صورت متعادل (A۱B).

موضوع دربرگیرنده خانواده سناریوهای A۲ تقویت نیروهای جمعیتی منطقه‌ای با تاکید بر ارزش خانواده‌ها و رسوم خانوادگی،

سناریوهای IS۹۲ با نام SRES (Special Report on Emission Scenarios) ارائه کرد. در مجموع ۴۰ زیر سناریوی متفاوت SRES که در برگرنده طیف وسیعی از تغییرات رشد جمعیت انسان در آینده، عوامل اقتصادی و تکنولوژیکی موثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و ذرات معلق می‌باشد ارائه شده است. هر کدام از این زیر سناریوها مربوط به یکی از گروه‌های A۱، A۲، B۱ و B۲ می‌باشد. شکل ۲-۴ وضعیت ۴ گروه سناریوهای SRES را نشان می‌دهد (IPCC ۲۰۰۷c).

در خانواده سناریوهای گروه A۱ یک جهان با رشد سریع اقتصادی، افزایش رشد جمعیت که در اواسط قرن ۲۱ به اوج خود



شکل ۴- وضعیت چهار خانواده سناریوی SRES بطور شماتیک (Carter et al, ۲۰۰۷)

مورد مطالعه می‌باشد. در این روش در صورت مشاهده روند در متغیر مورد نظر این روند با استفاده از روش‌های آماری امتداد داده شده و متغیر مورد نظر، برای دوره‌های آتی مورد شبیه‌سازی قرار می‌گیرد (Yu et al, ۲۰۰۲). ضعف عمده این روش تکیه بر روند تجربه شده در داده‌های گذشته می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهند که روندهای مشاهداتی در دوره‌های آماری منطقه‌ای، می‌تواند قسمتی از سیکل‌های بلند مدت تغییرات درونی سیستم اقلیم منطقه باشد (Zhang et al, ۲۰۰۵; Klain Tank et al, ۲۰۰۵). بنابراین امتداد روند برای دوره‌های آتی می‌تواند بیانگر وضعیت آن متغیر تحت تاثیر تغییرات اقلیم نباشد.

در حال حاضر معتبرترین ابزار جهت تولید سناریوهای اقلیمی مدل‌هایی سه بعدی جفت شده اقیانوس - اتمسفر گردش عمومی جو که AOGCM (Atmosphere- Ocean General Circulation Model) (Wilby and Harris, ۲۰۰۵; Mitchell, ۲۰۰۳; Lane et al, ۱۹۹۹).

مشخص نمی‌باشد. بنابراین چون پیش‌بینی وضعیت اقلیم منطقه‌ای تحت پدیده تغییر اقلیم مشکل می‌باشد، راه جایگزین مشخص کردن وضعیت‌های ممکن آینده بوده که "سناریوی اقلیمی" نامیده می‌شود، اما باید توجه داشت که یک سناریوی اقلیمی یک پیش‌بینی‌کننده آب و هوا نیست. در حال حاضر از روش‌های مختلفی برای تولید سناریوهای اقلیمی در دوره‌های آتی استفاده شده که ابتدایی‌ترین آنها تولید سناریوهای مصنوعی (Synthetic Scenario) می‌باشد. در این سناریوها متغیرهای اقلیمی به طور دلخواه مورد افزایش و یا کاهش قرار می‌گیرند (Williams et al, ۱۹۸۸; Semenov and Porter, ۱۹۹۵). مثلاً می‌توان درصد مشخصی از بارندگی‌ها را کاهش و دما را افزایش داد. گرچه در این روش می‌توان سناریوهای مختلف اقلیمی را به راحتی تولید کرد ولی به دلیل آن که این سناریوها مبنای فیزیکی ندارند نتایج قابل قبولی را ارائه نمی‌کنند.

روش دیگر در تولید سناریوهای اقلیمی استفاده از داده‌های گذشته متغیر اقلیمی منطقه

آن برای یافتن راه‌حل‌های منطقه‌ای نسبت به راه‌حل‌های جهانی می‌باشد. جدول ۲-۲ خلاصه‌ای از خصوصیات اصلی در نظر گرفته شده برای چهار سناریوی شاخص A1، A2، B1 و B2 را در سال ۲۱۰۰ نشان می‌دهد (IPCC ۲۰۰۷c).

پس از تخمین مقادیر موثر بر میزان گازهای گلخانه‌ای در هر سناریو از ۴۰ سناریوی SRES تا سال ۲۱۰۰، این مقادیر به مدل‌هایی اقتصادی-انرژی (مانند MAGICC) معرفی شده و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از هر سناریو تا سال ۲۱۰۰ محاسبه می‌شود. باید توجه داشت که گرچه تا به حال ۴۰ سناریوی مختلف انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط IPCC ارائه شده است، ولی در اکثر تحقیقات از نتایج مربوط به ۶ سناریوی شاخص SRES شامل A1B، A1FI، A2، B1، B2 و A1T استفاده می‌گردد. براساس میزان تولید نیروی تابشی تا سال ۲۱۰۰، سناریوی A1FI بیشترین نیرو و سناریوی B1 کمترین نیرو را تولید می‌کند. بنابراین سناریوی A1FI تاثیرات بیشتری را نسبت به سناریوی B1 خواهد گذاشت. وضعیت سناریوها بر اساس تولید نیروی تابشی به طور نزولی به صورت A1B، B2، A1FI، A2، A1T و B1 می‌باشد. شکل ۲-۵ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در ۶ سناریوی SRES و همچنین سناریوی IS۹۲a را نشان می‌دهد (IPCC ۲۰۰۷c). (سناریوی IS۹۲a مربوط به سناریوهای قدیمی IS۹۲ بوده و وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای را بر اساس ادامه روند کنونی نشان می‌دهد).

۲- سناریوهای اقلیمی (Climatic Scenario)

با توجه به آن چه آمد، اطمینان زیادی بر افزایش غلظت گازهای اتمسفر و بالتبع آن افزایش میانگین دمای سطحی اتمسفر کره زمین در دوره‌های آتی در بین دانشمندان وجود دارد. ولی چگونگی تغییرات متغیرهای اقلیمی در مقیاس‌های منطقه‌ای به طور صریح

جدول ۴- مشخصات ۹ مدل AOGCM مربوط به گزارش چهارم (IPCC-AR۴)

نام مدل	گروه موسس	سناریوهای شبه سازی	قدرت تفکیک	
			اتمسفری	اقیانوسی
CCSM3	NCAR (USA)	A2, B1	1.4° . 1.4°	0.46° . 1.125°
CGCM3	CCCMA (Canada)	A2, B1	3.75° . 3.75°	1.875° . 1.875°
CSIROMk3	ABM (Australia)	A2, B1	1.875° . 1.875°	0.95° . 1.875°
GFDL CM2.1	NOAA/GFDL (USA)	A1FI, A2, B1	2° . 2.5°	0.9° . 1.0°
GISS E-R	NASA/GISS (USA)	A2, B1	4° . 5°	4° . 5°
HadCM3	UKMO (UK)	A1FI, A2, B1	2.5° . 3.75°	1.25° . 1.25°
ECHAM5	MPI (Germany)	A2, B1	1.875° . 1.875°	1.0° . 1.0°
MIROC-med	CCSR (Japan)	A2, B1	2.81° . 2.81°	0.9° . 1.4°
PCM	NCAR (USA)	A1FI, A2, B1	2.81° . 2.81°	1.0° . 1.0°

مدل‌های AOGCM

مدل‌هایی AOGCM بر پایه قوانین فیزیکی که به وسیله روابط ریاضی ارایه می‌شوند، استوار می‌باشند. این روابط در یک شبکه سه بعدی در سطح کره زمین حل می‌گردند. به منظور شبیه‌سازی اقلیم کره زمین فرایندهای اصلی اقلیمی (اتمسفر، اقیانوس، سطح زمین، یخ پسته و زیست کره) در مدل‌هایی فرعی جداگانه شبیه‌سازی می‌شوند. سپس تمام مدل‌هایی فرعی مربوط به اتمسفر و اقیانوس با یکدیگر جفت شده و مدل‌هایی گردش عمومی اقیانوس- اتمسفر (AOGCM) را تشکیل می‌دهند. در برنامه‌های فرعی، جابه‌جایی مومنتوم، گرما و رطوبت در مقیاس‌های بزرگ، شبیه‌سازی می‌گردند. دقت مکانی افقی مدل‌های در سطح خشکی‌های کره زمین نوعاً ۲۵۰ کیلومتر و دقت مکانی قائم آن برابر ۱ کیلومتر می‌باشد. در حالی که دقت مکانی قائم در اقیانوس‌ها ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر و دقت مکانی افقی برابر ۱۲۵ تا ۲۵۰ کیلومتر است. کمترین مقیاس زمانی برای حل معادلات ۳۰ دقیقه است. در حالی که فرایندهای فیزیکی زیادی نظیر فرایندهای مربوط به ابرها و اقیانوس‌ها در مقیاس‌های زمانی کمتر اتفاق می‌افتد. بنابراین این فرایندها نمی‌توانند به طور صریح در مدل‌های AOGCM مدل شوند. در این حالت به طور تقریبی اثرات میانگین آنها با در نظر گرفتن رابطه فیزیکی مربوط با متغیرهای بزرگ مقیاس، در مدل لحاظ گردیده که به آن پارامتره کردن (Parameterization) گویند. مدل‌های AOGCM در چند دهه اخیر با افزایش قدرت رایانه‌ها توسعه زیادی یافته‌اند (مساح بوانی ۱۳۸۵).

به منظور در اختیار گذاشتن خروجی مدل‌های AOGCM برای بررسی اثرات تغییر اقلیم در نقاط مختلف کره زمین، در سال ۱۹۹۸، IPCC کمیت‌های را با نام DDC (Data Distribution Center) (IPCC-DDC)، تشکیل داد. (۱۹۹۸) DDC معیارهای زیر را به منظور پذیرش خروجی

به عنوان مثال مشخصات مدل‌های سومین گزارش IPCC (Third Assessment Report, TAR) و جدول ۲-۴ بعنوان مثال مشخصات مدل‌های چهارمین گزارش IPCC (Assessment Report, AR۴) را نشان می‌دهد) در تمام این مدل‌های هشت متغیر اقلیمی از سطح زمین شامل، میزان بارندگی، میانگین فشار سطح دریاها، تابش خورشیدی، میانگین دمای هوا، دمای نقطه شبنم، حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا و سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری تا سال ۲۱۰۰ تحت سناریوهای مختلف انتشار شبیه‌سازی شده‌اند. همچنین متغیرهای دیگری شامل محدوده تغییرات دمای روزانه، فشار بخار، واریانس دمای روزانه و بارندگی نیز تحت بعضی از مدل‌های اجرا شده‌اند. مجموعه کامل متغیرهای ماهانه ذکر شده از آرشیو داده‌های مدل‌های AOGCM در بخش DDC از سایت IPCC قابل دسترسی می‌باشد (IPCC-DDC).

مدل‌های عددی ساده

اگرچه مدل‌های AOGCM جامع‌ترین ابزار جهت شبیه‌سازی پاسخ اقلیم به تغییرات

مدل‌های AOGCM موجود وضع کرد:

- مدل‌هایی که بغیر از دیگر سناریوهای انتشار، سناریوی IS۹۲a را نیز اجرا کرده باشند. (سناریوی IS۹۲a امتداد وضعیت روند مشاهده شده در داده‌های کنونی برای آینده می‌باشد (Business As Usual)).
- اجرای مدل‌های براساس داده‌های ثبت شده گازهای اتمسفر در قرن گذشته
- اجرای مدل‌های تا سال ۲۱۰۰ بر اساس سناریوهای مختلف،
- مستند بودن علمی مدل‌های
- مدل‌هایی که در طرح‌های مقایسه‌ای مدل‌های AOGCM نظیر AMIP (Atmospheric Model Intercomparison Project) و CMIP (The Coupled Model Intercomparison Project) مورد آزمایش قرار گرفته باشند (Gates et al., ۱۹۹۸).

پس از بررسی مدل‌های AOGCM موجود با معیارهای ذکر شده، نهایتاً خروجی مدل‌هایی مختلف در سال‌های مختلف در سایت IPCC قرار گرفت (جدول ۲-۳)

در نیروی تابشی می‌باشند، ولی شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی در سطح کره زمین توسط این مدل‌های تحت هر سناریوی انتشار، احتیاج به صرف زمانی بسیار طولانی دارد. به طوری که برای انجام یک آزمایش احتیاج به چندین نفر- سال برای طراحی، اجراء و تجزیه و تحلیل می‌باشد. همان طور که از جداول ۲-۳ و ۲-۴ مشاهده می‌شود در اکثر مدل‌هایی AOGCM، از ۴۰ سناریوی انتشار SRES تنها نتایج اجرای ۲ سناریو A۲ و B۲ و در بعضی از آنها ۴ سناریو A۲، B۲، A۱FI و B۱ موجود می‌باشد. روش جایگزین برای بررسی پاسخ اقلیم به نیروی تابشی استفاده از مدل‌هایی ساده‌تر می‌باشد. در این مدل‌های، کل کره زمین به عنوان یک سلول محاسباتی در نظر گرفته شده که در آن بسیاری از جزئیات فرایندهای شبیه‌سازی مدل‌هایی AOGCM ساده‌سازی می‌شوند. گرچه با استفاده از این مدل‌های می‌توان نتایج حاصل از پاسخ اقلیم را تحت اعمال تمامی ۴۰ سناریوی انتشار در دوره‌های آتی شبیه‌سازی کرد، ولی این مدل‌های تنها قادر به شبیه‌سازی میانگین دمای سطحی اتمسفر زمین در مقیاس سالیانه می‌باشند. یکی از این مدل‌های که در بیشتر تحقیقات مربوط استفاده شده مدل MAGICC (Model for Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change) (Raper and Cubasch, ۱۹۹۶) می‌باشد.

شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی در دوره‌های گذشته و آینده توسط مدل‌هایی AOGCM

نسخه‌های جدید مدل‌هایی AOGCM دو نوع شبیه‌سازی متفاوت از متغیرهای اقلیمی را اجرا کرده‌اند. در نوع اول مقدار گازهای گلخانه‌ای در طول زمان شبیه‌سازی در سطح مقادیر مشاهداتی آن در سال ۱۸۶۰، ثابت نگه داشته می‌شود. در این شبیه‌سازی که به اجرای کنترل (Control Run) مشهور می‌باشد، معمولاً متغیرهای اقلیمی

تحت یک دوره ۱۰۰۰ ساله شبیه‌سازی می‌شوند. بدیهی است، به دلیل ثابت ماندن مقادیر گازهای گلخانه‌ای و دیگر عوامل خارجی (مانند تابش خورشیدی) در این شبیه‌سازی‌ها سری زمانی متغیر مورد مطالعه تنها تحت تاثیر نیروهای درونی سیستم اقلیم قرار گرفته و نتیجتاً مشخص‌کننده تغییرات درونی (Internal Variability) سیستم اقلیم می‌باشند. در صورتی که فرض کنیم در دوره‌های آتی تغییری در میزان عوامل خارجی (تابش خورشیدی و فعالیت‌های آتشفشانی) رخ ندهد، می‌توان گفت این شبیه‌سازی بیانگر تغییرات طبیعی اقلیم نیز می‌باشد. در شبیه‌سازی دیگر به منظور بررسی وضعیت گذشته اقلیم کره زمین، مقادیر مشاهداتی گازهای گلخانه‌ای، نوسانات تابش خورشیدی و ذرات معلق ناشی از فواران‌های آتشفشانی تا سال ۲۰۰۰، به عنوان ورودی به مدل‌هایی AOGCM ارائه شده و متغیرهای اقلیمی در این دوره به صورت سری زمانی شبیه‌سازی می‌گردند. مقایسه نتایج مدل‌هایی AOGCM مختلف با داده‌های مشاهداتی میانگین سالانه دما و بارندگی، میانگین فصلی دما و بارندگی، پدیده‌های جوی نظیر: انسو (ENSO) (پدیده انسو مهم‌ترین برهمکنش پیچیده اقیانوس و جو است که بخش اقیانوسی آن النینو و بخش جوی آن نوسان جنوبی می‌باشد و سبب تغییرات اقلیمی جهانی در مقیاس درون سالی است. این پدیده در ارتباط با گرم و سرد شدن دمای سطح آب و تغییرات فشار سطح آب در امتداد شرقی و غربی اقیانوس آرام (که کانون اصلی پدیده انسو است) می‌باشد و بر آب و هوای جهان کم و بیش تاثیرگذار است. فاز گرم انسو را النینو و فاز سرد آن را لانینا گویند)، مانسون، ال-نینو (EL-NINO)، نائو (NAO) و رخدادهای استثنائی نظیر دما و بارندگی حدی نشان از معتبر بودن شبیه‌سازی‌های انجام شده توسط این مدل‌های است (Oldenborgh et al, ۲۰۰۵; Stott et al, ۲۰۰۰; Arthur et al, ۱۹۹۵; Lambert et al, ۲۰۰۵). پس

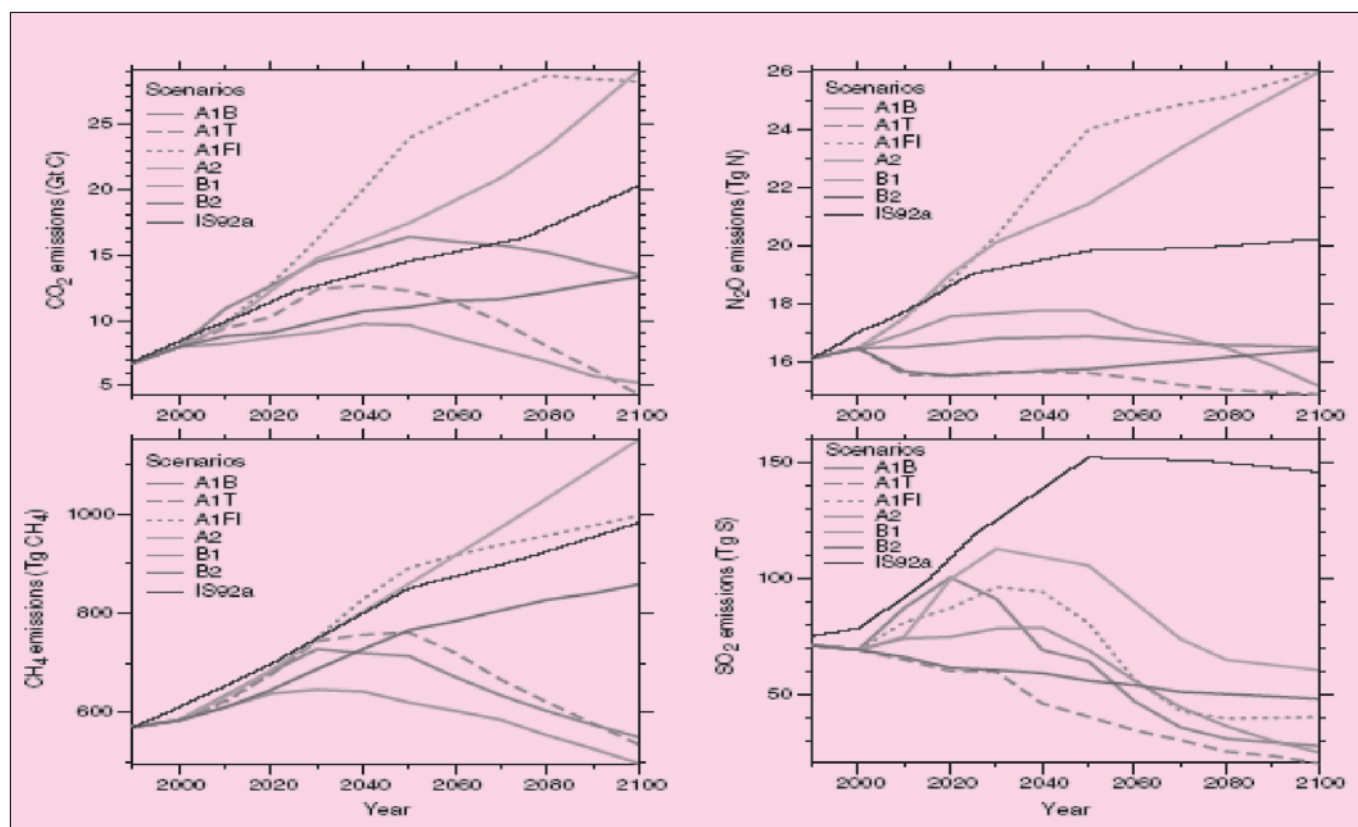
از شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی در دوره‌های گذشته توسط مدل‌هایی AOGCM، به منظور شبیه‌سازی وضعیت این متغیرها در دوره‌های آتی، نیاز به معرفی وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای در دوره‌های آتی برای این مدل‌های می‌باشد بدین منظور ابتدا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ارایه شده در سناریوهای انتشار (مثلاً سناریوهای SRES) توسط مدل‌هایی دیگر به غلظت و نهایتاً به میزان نیروی تابشی تبدیل شده و این مقادیر به عنوان ورودی برای مدل‌هایی AOGCM ارایه می‌شوند. نتایج ناشی از شبیه‌سازی مدل‌هایی AOGCM تحت سناریوهای انتشار، سری زمانی متغیرهای اقلیمی را تا سال ۲۱۰۰ ارایه می‌دهد (IPCC ۲۰۰۷a).

ریز مقیاس نمایی (Downscaling)

یکی از مشکلات عمده در استفاده از خروجی مدل‌هایی AOGCM در مطالعات ارزیابی تاثیر تغییر اقلیم در سطوح منطقه‌ای، بزرگ بودن مقیاس مکانی سلول محاسباتی آنها، نسبت به منطقه مورد مطالعه می‌باشد. روش‌های مختلفی جهت تولید سناریوهای اقلیمی منطقه‌ای از سناریوهای اقلیمی مدل‌هایی AOGCM وجود دارد که به این روش‌ها ریز مقیاس نمایی گفته می‌شود. این روش‌ها عبارتند از:

- استفاده از اطلاعات سلول اصلی: در این روش متغیرهای اقلیمی شبیه‌سازی شده توسط AOGCM از اطلاعات مربوط به سلولی استخراج می‌شود که منطقه (ایستگاه) مورد مطالعه در آن قرار می‌گیرد. (Jones, Wilby and Harris, ۲۰۰۱, and Page, ۲۰۰۵).

- درون‌یابی اطلاعات سلول‌های مجاور: به منظور برطرف کردن عدم پیوستگی در تغییرات بین متغیرهای اقلیمی شبیه‌سازی شده در سایت‌های نزدیک به هم که در دو سلول متفاوت محاسباتی قرار می‌گیرند، از روش درون‌یابی سلول‌های مجاور منطقه مورد مطالعه استفاده می‌شود (Barrow et



شکل ۵- میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در ۶ سناریوی SRES و سناریوی IS۹۲a (Carter et al ۲۰۰۷)

عدم قطعیت (Uncertainty) در مطالعات تغییر اقلیم

باید توجه داشت که در مطالعات اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های مختلف، منابع مختلف عدم قطعیت وجود داشته که عدم مدیریت این منابع در محاسبات، باعث به وجود آمدن نتایج غیر کاربردی و غیرمنطقی می‌گردد. به عنوان مثال استفاده از نتایج مدل HadCM۳ تحت سناریوی انتشار A۲ نشان از کاهش بارش برای حوضه زاینده‌رود در سال ۲۰۵۰ دارد. این در حالی است که استفاده از نتایج مدل HadCM۳ تحت سناریوی انتشار B۲ در سال ۲۰۵۰ نشان از افزایش بارش برای همین منطقه دارد. دلیل اصلی این تفاوت در عدم قطعیت موجود در سناریوی انتشار A۲ و B۲ است. به طور کلی منابع عدم قطعیتی که بر نتایج مطالعات شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های مختلف از جمله منابع آب تأثیر می‌گذارند عبارتند از (مساح بوانی و همکاران ۱۳۸۹):

روش‌های ریز مقیاس نمایی استفاده از روش‌های عددی با مقیاس وضوح بالاتر در منطقه مورد مطالعه می‌باشد که به روش‌های مختلف انجام می‌گیرد. در یک روش می‌توان مدل AOGCM را با وضوح بالاتر اما در زمان محدودتر اجرا کرد. در روش دیگر مدل AOGCM با وضوح مختلف در سطح کره زمین اجرا می‌گردد، به گونه‌ای که در سطح منطقه مورد مطالعه وضوح بالاتری را شاهد خواهیم بود. در روش سوم از مدل‌هایی منطقه‌ای با وضوح بالا استفاده می‌شود. به گونه‌ای که خروجی‌های مدل AOGCM به عنوان شرایط مرزی این مدل‌های مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بعضی از مطالعات خروجی‌های یک مدل منطقه‌ای بعنوان شرایط مرزی مدل منطقه‌ای دیگر با وضوح بالاتر استفاده می‌شود. در نهایت می‌توان از روش‌های ترکیبی آماری و دینامیکی کوچک مقیاس کردن استفاده کرد. (Carter et al ۲۰۰۷).

al, ۱۹۹۶).
 - روش‌های آماری (Statistical Downscaling): روش منطقی‌تر در افزایش وضوح خروجی‌های مدل‌هایی AOGCM، محاسبه تغییرات مشاهداتی متغیر سطحی مورد مطالعه در مقیاس منطقه‌ای به عنوان تابعی از خصوصیات آماری متغیرهای مشاهداتی اقلیمی بزرگ مقیاس (میانگین فشار در سطح دریاها) می‌باشد. در این روش پس از برقراری تابع مطلوب، متغیرهای اقلیمی بزرگ مقیاس که توسط مدل‌هایی AOGCM در دوره‌های آتی شبیه‌سازی شده‌اند، به عنوان ورودی در این توابع اعمال شده و متغیر سطحی مورد نظر نتیجه خواهد شد. اگرچه این روش نسبت به روش‌های قبلی نتایج بهتری را ارائه می‌کند، ولی نیاز به داده‌های مشاهداتی زیاد و قضاوت متخصصین به منظور برقراری رابطه مناسب را دارد. (Wilby et al, ۱۹۹۸).
 - روش‌های دینامیکی: یکی دیگر از

از عدم قطعیت در کاربرد مدل‌هایی شبیه‌ساز منابع آب می‌شود (کمال و مساح بوانی ۱۳۸۸).

با توجه به آنچه آمد، می‌توان دریافت که عدم قطعیت‌های مختلفی می‌تواند نتایج مطالعات ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های مختلف را تحت تاثیر قرار دهد. به عبارت دیگر تاثیر این عدم قطعیت‌ها تا حدی است که صرف‌نظر کردن از هر کدام از آنها تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر نتایج نهایی دارد. این امر نشان‌دهنده این مطلب است که عدم در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های مرتبط با موضوع می‌تواند نتایج غیر واقعی را بدنبال داشته و برای تصمیم‌گیرندگان در قطعیت نتیجه ابهام ایجاد کند.

ساتی‌گراد می‌باشد (Jones, ۲۰۰۱).

- عدم قطعیت مربوط به شبیه‌سازی مدل‌هایی AOGCM در سطوح منطقه‌ای: بررسی متغیرهای اقلیمی حاصل از مدل‌هایی AOGCM در سطوح منطقه‌ای نشان می‌دهد که این مدل‌های به دلیل استفاده از روش‌های مختلف در پارامتره کردن (Parameterization) فرایندهای کوچک مقیاس (بارندگی و...)، نتایج یکسانی را از شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی مشابه در منطقه مورد نظر به دست نمی‌دهند. بنابراین علاوه بر عدم قطعیت‌های ذکر شده در شبیه‌سازی گرم شدن اقلیم کره زمین، در هر منطقه خاص شاهد محدودهای از عدم قطعیت در متغیرهای اقلیمی به وسیله مدل‌هایی مختلف AOGCM می‌باشیم (Jones, ۲۰۰۱).

- عدم قطعیت در استفاده از روش‌های مختلف ریزمقیاس‌نمایی خروجی مدل‌هایی AOGCM: همان‌طور که قبلاً ذکر گردید، روش‌های مختلفی جهت ریزمقیاس‌نمایی خروجی مدل‌هایی AOGCM وجود دارد. به دلیل تفاوت در چگونگی انجام عمل ریزمقیاس‌نمایی در روش‌های ذکر شده، خروجی حاصل از این روش‌ها یکسان نمی‌باشد. از طرف دیگر هر کدام از روش‌های ذکر شده دارای معایب و مزایای خاص خود بوده و نمی‌توان یک روش را به عنوان بهترین روش برگزید. بنابراین انتخاب نتایج ناشی از هر روش برای استفاده در مطالعات تغییر اقلیم می‌تواند همراه با عدم قطعیت باشد (Jones, ۲۰۰۱).

- عدم قطعیت در مدل‌هایی شبیه‌سازی منابع آب یک حوضه: به طور کلی مدل‌هایی مختلفی برای شبیه‌سازی منابع آب یک حوضه وجود داشته که به دو دسته مدل‌های آماری (Statistical) و مفهومی (Conceptual) تقسیم می‌شوند. در هر کدام از این دو دسته از مدل‌های منطقه‌ای متفاوتی برای شبیه‌سازی به کار رفته است. وجود تفاوت در منطق این مدل‌های باعث ایجاد تفاوت در خروجی‌ها تحت شرایط یکسان ورودی‌ها شده که نشان

- عدم قطعیت سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای: بدلیل نامشخص بودن وضعیت اقتصادی- اجتماعی و تکنولوژیکی آینده جامعه بشری نمی‌توان به صراحت یک میزان مشخص برای انتشار گازهای گلخانه‌ای در نظر گرفت. بنابراین وجود سناریوهای مختلف انتشار گازهای گلخانه‌ای در دوره‌های آتی نمونه‌ای از عدم قطعیت در انتشار این گازها بوده به طوری که هر کدام سطوح مختلفی از ترکیبات گازهای اتمسفر را ارایه می‌کند (Jones, ۲۰۰۱).

- عدم قطعیت در تبدیل میزان گازهای گلخانه‌ای به غلظت اتمسفریک و نیروی تابشی: به منظور وارد کردن سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای به مدل‌هایی AOGCM، لازم است تا در ابتدا مقدار این گازها در هر سناریو به میزان غلظت معادل آن در اتمسفر کره زمین تبدیل شده و سپس نیروی تابشی حاصل از آن محاسبه گردد. بدیهی است که به دلیل عدم وجود دانش کافی در چگونگی تبدیل مقدار این گازها به غلظت در اتمسفر و همچنین چگونگی تبدیل این غلظت به نیروی تابشی، برآورد این نیروها با عدم قطعیت همراه بود (Jones, ۲۰۰۱).

- عدم قطعیت مربوط به حساسیت مدل‌هایی AOGCM مختلف به نیروی تابشی یکسان: در مدل کردن فرایندهای فیزیکی و پسخوردهای آنها در مدل‌هایی مختلف AOGCM، مقدار حساسیت اتمسفر زمین متفاوت می‌باشد. بدین معنی که بعضی از مدل‌هایی AOGCM میانگین گرم شدن بیشتری را در اتمسفر کره زمین نسبت به واحد نیروی تابشی یکسان، شبیه‌سازی می‌کنند. میزان حساسیت اقلیم با شبیه‌سازی حالت فرضی دو برابر شدن میزان CO₂ و بررسی مقدار گرم شدن اقلیم کره زمین در حالت تعادل در مدل AOGCM برآورد می‌گردد. طبق گزارشات IPCC این محدوده بر اساس نتایج به دست آمده از مدل‌هایی AOGCM مختلف برابر ۲ تا ۵/۱ درجه

مباحث حقوقی – سیاسی تغییر آب و هوا

چالش های تغییر آب و هوا از برنامه عمل بالی تا اجلاس دوربان

● احمد رجبی - کارشناس اداره امور اقتصادی بین المللی وزارت امور خارجه

مقدمه

در ابتدا، بعد زیست محیطی در مذاکرات کنوانسیون تغییر آب و هوا مقدم بر ابعاد دیگر بود. اما به مرور زمان و با توجه به تاثیر پذیری مسائل اقتصادی، اجتماعی و بعضا امنیتی از تحولات مربوط به تغییر آب و هوا، در حال حاضر تغییر آب و هوا به مبحثی با ماهیتی اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و امنیتی تبدیل شده است. در یک دهه اخیر به لحاظ محتوایی، ارتباط مذاکرات کنوانسیون تغییر آب و هوا، پروتکل کیوتو و مذاکرات فرا کیوتو با موضوع انرژی و سوختهای فسیلی موجب شده است تا امنیت انرژی و توسعه پایدار به این مذاکرات اضافه گردد. در دو سال اخیر با جدی شدن بحث «اقتصاد سبز» در چارچوب مباحث توسعه پایدار و تغییر آب و هوا، در حال حاضر زنجیره ای از مباحث مربوط به فن آوریهای پیشرفته، امنیت عرضه و تقاضای انرژی، افزایش دسترسی به منابع متنوع و متعدد انرژی، گسترش استفاده از انرژیهای نو و تجدید پذیر در کنار مباحث مربوط به فقر زدائی، اشتغالزائی، جلوگیری از تخریب محیط زیست و دستیابی به اهداف هزاره توسعه پایدار در قالب مباحث و مذاکرات مربوط به تغییر آب و هوا مد نظر قرار می گیرند. به همین دلیل، ارکان و نهادهای مختلف سازمان ملل متحد همچون مجمع عمومی، شورای امنیت، اکوسوک و بسیاری از کمیسیونهای فرعی و آژانسهای وابسته به این نهاد بین المللی طی سالهای اخیر با برگزاری جلسات متعدد به بررسی ابعاد مختلف پدیده تغییر آب و هوا پرداخته اند.

یکی از اساسی ترین بندها و مفاد کنوانسیون و پروتکل کیوتو، کاهش گازهای گلخانه ای

است. تعهدات هر کشوری در ابعاد ملی در میزان کاهش گازهای گلخانه ای میتواند جهت گیری توسعه و ساختار اقتصادی و اجتماعی آن کشور را عمیقا تحت تاثیر قرار دهد. گرم شدن زمین و آب شدن یخچالها باعث بالا آمدن آب دریاها و اقیانوسها شده است و این تغییر و دگرگونی میتواند تبعات امنیتی و مهاجرت های دسته جمعی را در مناطق مختلف جهان به همراه داشته باشد.

۱- از نشست بالی تا اجلاس کپنهاک

شرکت کنندگان در سیزدهمین کنفرانس متعاهدین کنوانسیون تغییر آب و هوا در سال ۲۰۰۷ در بالی (اندونزی) پس از دو هفته مذاکرات فشرده و چالش برانگیز، نهایتا توافق کردند تا در یک فرآیند مذاکراتی دو ساله و بر اساس طرح موسوم به «طرح عمل بالی» نسبت به تبیین اقدامات جدید برای کاهش گازهای گلخانه ای و مقابله با پدیده تغییر آب و هوا در دور دوم تعهدات (پس از سال ۲۰۱۲) اقدام نمایند. طرح عمل بالی مشتمل بر چهار بخش کلی به شرح ذیل بود:

۱- کاهش گازهای گلخانه ای MITIGATION:

۲- مقابله و انطباق پذیری با آثار مخرب پدیده تغییر آب و هوا ADAPTATION:

۳- انتقال فن آوری به کشورهای در حال توسعه؛

۴- تامین منابع مالی برای کشورهای در حال توسعه برای مقابله با چالش های تغییر آب؛

چهار محور فوق الذکر بعنوان نقشه راه مذاکرات تغییر آب و هوا نام گرفت و مذاکرات مربوط به عملیاتی کردن آن از سال ۲۰۰۸ آغاز

شد و مقرر گردیده بود نتایج آن جهت تصویب به پانزدهمین کنفرانس متعاهدین کنوانسیون تغییر آب و هوا در سال ۲۰۰۹ در کپنهاک ارایه شود. کشورهای در حال توسعه از مصوبات نشست بالی رضایتمند بودند و امید فراوانی نسبت به اجرایی شدن آنها بسته بودند. به همین دلیل با فشار کشورهای در حال توسعه، تلاش های فراوانی از یکسال قبل از تشکیل اجلاس کپنهاک در صحنه بین المللی در قالب مذاکرات چند جانبه و فعالیت های دیرکل سازمان ملل صورت گرفت، تا انتظارات اجلاس بالی در کپنهاک حاصل گردد. نتیجه این تلاش ها منجر به حضور بیش از صد تن از سران کشورها در پانزدهمین کنفرانس متعاهدین کنوانسیون تغییر آب و هوا در کپنهاک گردید تا با اراده سیاسی سران به تعهدات خود جامه عمل بپوشانند. اما بدلیل اختلاف نظر بین کشورهای توسعه یافته از یک طرف با کشورهای در حال توسعه و اقتصادهای نوظهور از طرف دیگر، شرکت کنندگان نتوانستند حتی سند نهائی اجلاس را تصویب نمایند و صرفا به صدور یک بیانیه سیاسی که بعدا به «سند کپنهاک» معروف گردید، اکتفاء کردند. این سند برخلاف اجلاس های گذشته به اجماع کشورها نرسید و تعداد زیادی از کشورها آنرا تایید نکردند. در بیانیه کپنهاک کشورهای توسعه یافته تعهد کردند سی میلیارد دلار طی سه سال آینده (از سال ۲۰۱۰) به کشورهای در حال توسعه و همچنین صد میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۰ به کشورهای در حال توسعه و دول فقیر در راستای مقابله با تبعات تغییر آب و هوا کمک نمایند.

عدم اجماع کشورها روی سند کپنهاک از یک سو و منوط کردن عملیاتی شدن این کمک ها به شرایطی از سوی کشورهای توسعه

یافته به ویژه آمریکا، تامین و پرداخت کمک های فوق الذکر را در هاله ای از ابهام قرار داد. در شرایطی که آمریکا بزرگترین تولید کننده گاز دی اکسید کربن به شمار می رود، این کشور به دنبال تعهدات الزام آور چین و دیگر کشورهای نو ظهور اقتصادی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای بود. بنابر این، تعیین شرایط برای تامین کمک های مالی اولین مانع برای نهائی کردن توافقات بالی و اجرایی شدن آنها به شمار می رفت. در واقع، عمده اختلاف بین کشورهای توسعه یافته از یکسو و اقتصادهای نوظهور از سوی دیگر بر سر قبول تعهدات مربوط به کاهش گازهای گلخانه ای بود که علاوه بر ایجاد مانع بر سر راه عملیاتی شدن توافقات اجلاس بالی، باعث از هم گسیختگی بین مواضع دول در حال توسعه نیز شده بود که در سازمان ملل در قالب گروه ۷۷ و چین گرد هم آمده اند.^۱ در ارتباط با انتقال تکنولوژیهای مرتبط با تغییر آب و هوا، یکی از مسائل مورد بحث حق مالکیت معنوی است. «بطور کلی کشورهای درحال توسعه بر این عقیده هستند که حق مالکیت معنوی بعنوان مانعی برای انتقال تکنولوژیهای مرتبط با تغییر آب و هوا از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه و همچنین مانع توسعه فن آوریهای داخلی آنها شده است. کشورهای در حال توسعه اصرار دارند که این فن آوریها از حق امتیاز انحصاری برای این کشورها مستثنی شوند. در واقع کشورهای درحال توسعه خواهان تجدید نظر در قواعد بین المللی از جمله توافق حق مالکیت معنوی در سازمان تجارت جهانی هستند، در حالیکه کشورهای توسعه یافته، مخالف هرگونه انعطاف پذیری در ارتباط با حق مالکیت معنوی فعلی بین المللی هستند که البته جای تعجب نیز ندارد، چرا که بیشترین حق امتیازات فن آوریهای جدید مرتبط با آب و هوا همچون انرژیهای تجدید پذیر در مالکیت شرکتهای متعلق به کشورهای توسعه یافته است.

علاوه بر موارد فوق الذکر، اختلاف بین

کشورهای توسعه یافته بر سر کاهش گازهای گلخانه ای را نیز باید به این معضلات اضافه کرد که اجرایی کردن توافق های بالی و تعهدات کپنهاگ را بیش از پیش دچار چالش کرده بود. مجموع این تحولات منجر به این گردید که کشورها نتوانستند هیچ یک از چهار محور اصلی اجلاس بالی را به مرحله اجرا گذارند. با این روند و با توجه به تحولات بعدی در اجلاس های بعد از نشست کپنهاگ، کشورهای توسعه یافته در صدد متعهد کردن کشورهای در حال توسعه به ویژه اقتصادهای نوظهور در جهت کاهش گازهای گلخانه ای و در نهایت طراحی رژیم جدید تغییر آب و هوا فراتر از پروتکل کیوتو برآمدند.

۲- از کانکون تا دوربان

علیرغم اینکه کشورهای عضو کنوانسیون تغییر آب و هوا از نشست بالی بر تعهدات دور دوم متمرکز شده بودند، اما در نشست کانکون هم نتوانستند در خصوص تعهدات دور دوم برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در چارچوب کنوانسیون و پروتکل کیوتو به توافق برسند. با این حال، دول شرکت کننده در کانکون در دو بخش مکانیسم مالی و فن آوری به توافق های دست یافتند که در اجلاس بعدی تغییر آب و هوا عملیاتی شدند و زمینه ساز توافق اساسی تعهدات دور دوم در نشست دوربان گردیدند.

در نشست کانکون، در بخش مکانیزم مالی، مسائل مربوط به تأمین مالی کوتاه مدت و دراز مدت مورد بحث قرار گرفت و در نهایت صندوق سبز آب و هوا بعنوان نهاد عملیاتی مکانیزم مالی ایجاد گردید. دستاورد دیگر نشست کانکون، ایجاد مکانیزم فن آوری تحت نظارت کنفرانس اعضاء بود که شامل تاسیس یک کمیته اجرایی فن آوری و یک شبکه و مرکز فن آوری می باشد.

۳- اجلاس دوربان (نقشه راه آینده)

براساس توافقی که اعضاء پروتکل کیوتو بعد از انعقاد این پیمان بعمل آوردند، کشورهای

صنعتی (یا کشورهای ضمیمه یک پروتکل) متعهد شدند در طی پنج سال (۲۰۱۲-۲۰۰۸) گازهای گلخانه ای خود را به طور میانگین ۵/۲ درصد به سطح ۱۹۹۰ کاهش دهند. پنج سال توافق شده تحت عنوان تعهدات دور اول در پایان سال ۲۰۱۲ به اتمام می رسد و توافق بر سر تعهدات کشورهای صنعتی از ابتدای سال ۲۰۱۳ بایستی بعمل می آید. با توجه به تغییر شرایط اقتصادی جهان و پیدایش اقتصادهای نوظهور، توافق بر روی تعهدات دور دوم از چند سال پیش به یکی از مباحث محوری نشست های کنوانسیون تبدیل شده بود. به همین دلیل هفدهمین کنفرانس متعاهدین تغییر آب و هوا در دوربان آفریقای جنوبی نظر محافل جهانی را از مدتها پیش به این سو، بخود جلب کرده بود. نشست دوربان با محوریت تصمیم گیری در مورد تعهدات دور دوم کشورهای صنعتی بعد از پایان سال ۲۰۱۲ (در چارچوب پروتکل کیوتو) از ۷ لغایت ۱۸ آذرماه سال ۱۳۹۰ برگزار گردید و بعد از دو هفته مذاکرات فشرده، کشورهای عضو کنوانسیون موفق شدند در آخرین روزهای کنفرانس، در مورد تعهدات دور دوم (۲۰۱۳-۲۰۱۷) تشکیل کارگروه ویژه جهت آغاز مذاکرات مربوط به تدوین رژیم جدید تغییر آب و هوا و عملیاتی کردن صندوق سبز تغییر آب و هوا به توافق برسند. براساس توافقی که بعمل آمد، تعهدات دور دوم با چارچوب فعلی پروتکل کیوتو تا سال ۲۰۱۷ ادامه خواهد یافت، در عین حال مذاکرات برای تعیین رژیم آینده تغییر آب و هوا در قالب کارگروه ویژه آغاز خواهد شد. بر اساس توافق بعمل آمده، رژیم آینده تغییر آب و هوا برای همه کشورها الزام آور خواهد بود، و در سال ۲۰۲۰ به مرحله اجرا گذارده خواهد شد. در واقع از سال ۲۰۲۰ ما با پروتکل جدیدی مواجه خواهیم شد که همه کشورها ملزم به کاهش گازهای گلخانه ای خواهند بود. (در نظام فعلی پروتکل کیوتو، کاهش گازهای گلخانه ای برای کشورهای در حال توسعه بر خلاف کشورهای ضمیمه یک پروتکل، داوطلبانه و غیر الزام آور است.) تصمیم با اهمیت دیگر

اجلاس دوربان که از ابتدای اجلاس تا انتها بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه محل مناقشه بود، عملیاتی کردن و تامین منابع مالی صندوق سبز تغییر آب و هوا بود که برای کشورهای در حال توسعه دارای حائز اهمیت زیادی بود. دولتهای صنعتی از سپردن تعهد در تامین منابع مالی صندوق طفره رفتند و بخش خصوصی و بخش عمومی بعنوان دو منبع تامین کننده منابع مالی صندوق تعیین شدند. همانطوریکه اشاره گردید، در اجلاس کانکون، کشورهای شرکت کننده اقدام به تاسیس چند نهاد فرعی از جمله صندوق سبز تغییر آب و هوا کردند و از دستیابی به مسأله اساسی یعنی تعهدات دور دوم باز ماندند. توافق نشست دوربان برای کشورهای در حال توسعه، همانند شمشیر دو لبه است. بدین معنی که پذیرش تعهدات دور دوم از سوی کشورهای صنعتی (کشورهای ضمیمه یک پروتکل کیوتو) یک فضای تنفسی پنج ساله دیگری را برای کشورهای در حال توسعه بوجود آورده بتوانند تا یک دوره پنج ساله دیگر از مزایای داوطلبانه عمل کردن در چارچوب پروتکل کیوتو بهره مند گردند. اما با عنایت به شرایط حاکم بر مذاکرات طی دو هفته در دوربان، که کشورهای صنعتی پذیرش تعهدات دور دوم را مشروط به تعیین یک رژیم جدید تغییر آب و هوا و پذیرش تعهدات از سوی سایر کشورها از جمله همه اقتصادهای بزرگ کرده بودند، لذا سال ۲۰۲۰ رژیم حقوقی جدید حاکم بر تغییر آب و هوا برای همه کشورها الزام آور خواهد بود. در مذاکرات دوربان عمده فشار کشورهای صنعتی روی کشورهای عضو گروه بیسک (هند، چین، برزیل و افریقای جنوبی) به ویژه چین و هند بود که تا آخرین ساعات مذاکرات به دلیل مخالفت تحت فشار بودند. در پایان لازم است مختصرا به وجه تشابه و افتراق کنوانسیون تغییر آب و هوا و پیمان کیوتو اشاره نمائیم:

وجه تشابه دو سند

در واقع ایجاد هر دو نهاد را باید در راستای

واکنش سیاسی بین المللی نسبت به دخالت بشر در تغییر وضعیت آب و هوا تفسیر کرد که تدریجا منجر به تغییرات جوی در کره زمین شده است. تصمیمات هر دو نهاد بین المللی معمولا با اجماع به تصویب میرسد. هر چند، بدلیل حساسیت بحث تغییر آب و هوا در یک دهه اخیر بعضا نتایج نشست های کنوانسیون تغییر آب و هوا علیرغم مخالفت بعضی از کشورها نیز به تصویب رسیده است. (در شانزدهمین کنفرانس متعاهدین تغییر آب و هوا در کانکن مکزیک با وجود مخالفت بولیوی با نتیجه نهائی کنفرانس، این سند به تصویب کشورها رسید)

همه کشورهای عضو کنوانسیون تغییر آب و هوا، در پروتکل کیوتو نیز عضو هستند. (در میان کشورهای توسعه یافته تنها کشوری که هنوز این پروتکل را نپذیرفته است، آمریکا است. این کشور در زمان ریاست جمهوری بیل کلinton، ابتدا این پیمان را امضا کرد، اما کنگره و مجلس سنای این کشور از موافقت با آن خودداری کردند. خروج کانادا از پیمان کیوتو و عدم پذیرش تعهدات از سوی ژاپن و روسیه بعد از اجلاس دوربان را باید به این مقوله اضافه کرد)

از آنجایی که کنوانسیون تغییر آب و هوا و پروتکل کیوتو تقریبا همه بخش های عمده اقتصادی را دربر می گیرند، فراگیرترین سند و توافقنامه درباره محیط زیست و توسعه پایدار به شمار میروند.

وجه افتراق دو سند بین المللی

مهمترین وجه افتراق این دو از منظر حقوقی است. کنوانسیون تغییر آب و هوا همانند بسیاری از کنوانسیون های بین المللی جنبه مشورتی دارد و مصوبات کنوانسیون در قالب توصیه به کشورها ارایه می شود.

در حالیکه پروتکل کیوتو و مصوبات آن از لحاظ حقوقی الزام آور است. لذا پروتکل کیوتو نهادی قوی تر و قدرتمندتر از کنوانسیون تلقی می گردد. اعضاء پروتکل کیوتو نسبت

به مصوبات آن متعهد و در اجرایی کردن آن در مقایسه با مصوبات کنوانسیون جدی تر و حساس تر هستند. در واقع پروتکل همان اهداف و مقاصد کنوانسیون را دنبال می نماید، با این تفاوت که کنوانسیون، کشورهای توسعه یافته را تشویق به کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه ای می کند، در حالی که پروتکل آنها را به انجام این کار متعهد و ملزم می کند. در پروتکل کیوتو کشورهای صنعتی و کشورهای در مرحله گذر به اقتصاد بازار تحت عنوان ضمیمه I قرار گرفته اند که پروتکل کیوتو عمده مسئولیت انتشار گازهای گلخانه ای را متوجه ۳۷ کشور صنعتی و اتحادیه اروپا در ضمیمه فوق الذکر کرده است. این کشورها باید میزان خروج گازهای گلخانه ای را به میزان پنج درصد کمتر از حد آنها در سال ۱۹۹۰ کاهش دهند. کشورهای ضمیمه I در مجموع مسئول ۶۱٫۶ درصد گازهای گلخانه ای وارد شده به جو هستند. به همین دلیل، کشورهای عضو ضمیمه مذکور مقاومت سرسختانه ای در قبال تقبل تعهدات دور دوم بعد از سال ۲۰۱۲ از خود نشان می دهند.

در حالیکه در کنوانسیون تغییر آب و هوا، تقسیم بندی فوق وجود ندارد و همه کشورها اعم از آلوده کنندگان اصلی و فرعی نسبت به اتخاذ روشهای برای کاهش آلاینده ها و انتشار گازهای گلخانه ای توصیه می شوند و بصورت داوطلبانه از آنها خواسته می شود تا نسبت به کاهش آلاینده اقدام نمایند...

علیرغم اهمیت پروتکل کیوتو از جنبه الزام آور بودن نسبت به کنوانسیون، کنوانسیون تغییر آب و هوا همچنان بعنوان مهمترین نهاد در ایجاد ساز و کارهای بین المللی در راستای توصیه و تشویق کشورها در همکاری با یکدیگر (اعم از کمک های مالی به کشورهای در حال توصیه، انتقال فن آوری، ظرفیت سازی و ایجاد موسسات مالی) در راستای مقابله با چالش های تغییر آب و هوا به شمار می رود.

بررسی ظرفیت ترسیب کربن در خاک با تحلیل ناپارامتری عوامل فیزیکی و مدیریتی در دو کاربری جنگل و مرتع استان کرمانشاه

● دکتر یحیی پرویزی - استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

چکیده

مخزن کربن آلی خاک عنصر کلیدی باروری خاک بوده و ترسیب کربن اتمسفری در این مخزن رهیافتی پایدار برای اصلاح تبعات تغییر اقلیم است. این تحقیق با هدف بررسی کمی نقش مدیریت جامع حوزه آبخیز در کاربری‌های مختلف در ترسیب کربن خاکی در استان کرمانشاه انجام شد. برای این کار از روش‌های محاسباتی هوشمند درختان تصمیم و شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد. برای اولویت‌بندی عوامل فیزیکی و مدیریتی آنالیز حساسیت متغیرها انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو کاربری مرتع و جنگل، تغییرات میزان ترسیب کربن در خاک به طور یکسان متأثر از عوامل فیزیکی و مدیریتی بود. تحلیل نتایج نشان داد که کنترل چرا در مرتع و همچنین ممانعت از جنگل‌تراشی در اراضی جنگلی استان، به ترتیب می‌توان ۹/۸ و ۵/۶ میلیون تن کربن اتمسفری ترسیب نمود. از نظر ترسیب کربن در واحد سطح نیز به ترتیب بیشترین پتانسیل مربوط به عرصه‌های جنگلی و مرتعی می‌باشد.

کلمات کلیدی: ترسیب کربن، شبکه‌های عصبی مصنوعی، درختان طبقه‌بندی و رگرسیون، آنالیز حساسیت

مقدمه

از لحاظ اهمیت و کارکرد، مخازن کربن آلی خاک کلیدی‌ترین عامل در کیفیت خاک، حفاظت محیط زیست، تصفیه آلاینده‌ها و انتقال و ذخیره آب و املاح می‌باشد. همچنین این جزء از خاک، سیستم ایمنی اکوسیستم بوده و نقطه امید برای اصلاح تغییرات اقلیمی و کاهش گازهای گلخانه‌ای جو زمین می‌باشد (ایزورالده ۲۰۰۷). مخزن کربن آلی خاک، بزرگترین مخزن فعال کربن کره زمین است. از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۵، حدود ۱۸ درصد از ذخیره کربن آلی خاک‌ها در اثر مدیریت غیرصحیح، تخریب شده است (لال، ۲۰۰۴). غلظت CO_2 در جو با سرعتی بیش از ۱ ppm در سال در حال افزایش و در آستانه رسیدن به مرز بحرانی ۴۵۰ ppm می‌باشد. اراضی کره زمین با تصاعد ۳۴ درصد گازهای گلخانه‌ای، یک سوم گرمایش زمین را سبب شده‌اند. در دهه ۹۰، این سهم ۱۵٪ بود (لال ۲۰۰۸ و فائو، ۲۰۰۹). در نشست کپنهاک ۲۰۱۰، ایران نهمین کشور تولیدکننده گاز گلخانه‌ای کربن و گرمایش جهانی در میان کشورهای جهان معرفی شد. در سطح ملی، جهت ارتقاء کمیت و کیفیت

۲۰۰۰ و ۸۷۷۰ هکتار می‌باشد و مابقی زراعت دیم است. شکل شماره ۱ موقعیت حوضه را در استان کرمانشاه و حوضه کرخه نشان می‌دهد.

نمونه‌برداری به صورت سیستماتیک تصادفی با استفاده از نقشه‌های اقلیم، شیب، جهت و کاربری انجام شد. همچنین نمونه برداری تکمیلی با توجه به پراکندگی الگوهای مدیریتی انجام شد. متغیرهای فیزیکی اندازه‌گیری شده در این تحقیق عبارت بودند از: متغیرهای خاک، اقلیم و هندسه اراضی. متغیرهای خاک عبارت بودند از: بافت خاک (به روش هیدرومتر)، درصد اشباع، درصد آهک، درصد حجمی سنگریزه سطحی. برای محاسبه ذخیره کربن آلی خاک سطح‌الارض (Cs)، که معیاری از ترسیب کربن خاک است، با داشتن عمق (d) و وزن مخصوص ظاهری (Bd) در هکتار از معادله ۱ استفاده شد.

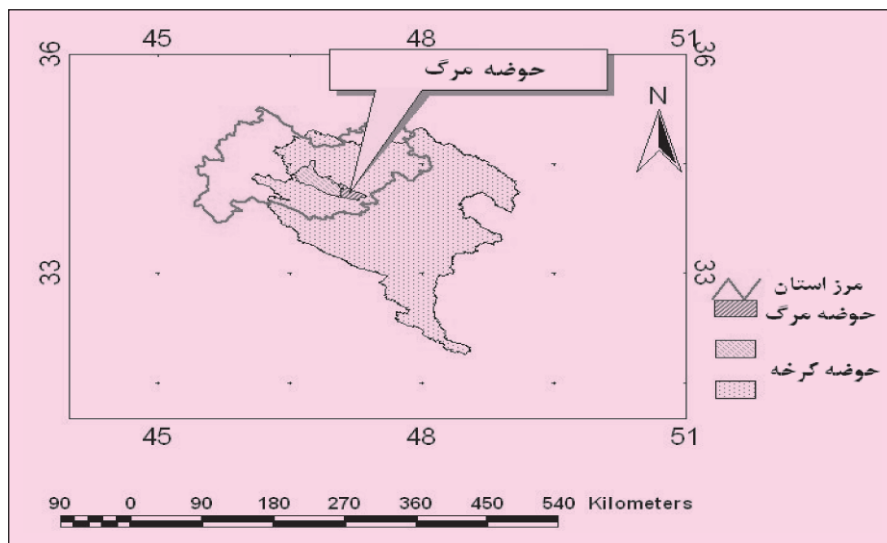
$$Cs = SOC \times Bd \times d \times 10000 \quad [1]$$

متغیرهای اقلیمی عبارت بودند از: متوسط بارندگی، دما و تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه و کلاس اقلیمی (شیبه‌سازی شده بر مبنای آمار ۵۰ ساله ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه).

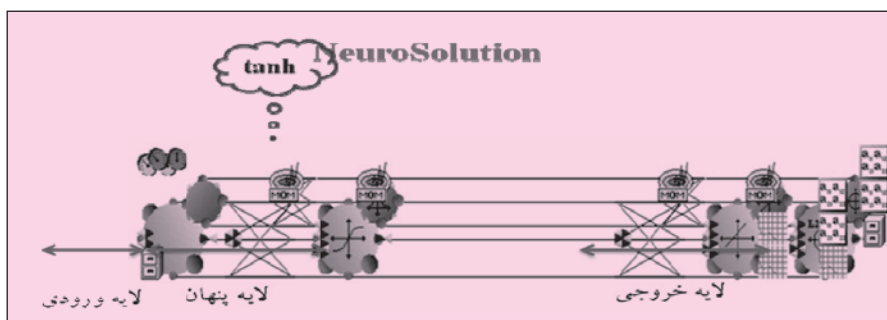
تولید و همچنین انجام تعهدات بین‌المللی در خصوص اصلاح تغییرات اقلیم، باید اولویت مهم مدیریت جامع در حوزه آبخیز، مدیریت مخزن کربن آلی خاک با رویکرد ترسیب کربن در آن باشد. در سطح منطقه‌ای، مدیریت خاک باید در راس فرصت‌ها و استراتژی‌های مدیریت در این بخش قرار گیرد. بررسی‌های نگارنده نشان داد تاکنون تحقیقی در کشور ما جهت کمی‌سازی عوامل موثر بر ترسیب کربن خاکی، با آنالیز ساختار مدیریتی انجام نشده است. تحقیق حاضر، با هدف بررسی اثرات عوامل فیزیکی و مدیریتی با استفاده از الگوریتم‌های غیرخطی و ناپارامتری هوشمند انجام شد. کمی‌سازی ساختار مدیریتی به شکل الگوسازی از وضعیت مدیریت موجود بود.

مواد و روش‌ها

برای این تحقیق، حوزه آبخیز مرگ^۱ از زیر حوضه‌های بالادستی حوضه کرخه با وسعتی معادل ۲۴۱۶۵ هکتار انتخاب گردید. این حوزه دارای تنوع در کاربری و مدیریت‌های رایج در خاک‌های هر کاربری است. سطح اراضی جنگل و مرتعی حوضه به ترتیب



شکل ۱- موقعیت حوزه مورد مطالعه در استان کرمانشاه و حوزه کرخه



شکل ۲- مدل شبکه عصبی برای تعیین تابع تخمین کربن آلی خاک در نرم افزار NeuroSolution

شد. نرم افزارهای مورد استفاده برای طراحی شبکه عصبی مصنوعی NeuroSolution-5، برای درختان طبقه بندی و رگرسیون XLSTAT-2010 و برای آنالیز حساسیت NeuroSolutions for Excel متغیرها بودند.

نتایج و بحث

نتایج اجرای شبکه عصبی در هر دو کاربری مرتع و جنگل نشان از اولویت اثر عوامل مدیریتی در کمیت ترسیب کربن در خاک داشت. با این حال در کاربری جنگل دقت تخمین الگوی اجرا شده با متغیرهای فیزیکی بیش از مدیریتی بود. شبکه بهینه با تابع فعال سازی تانزانت هیپربولیک در لایه پنهان و الگوی یادگیری مبتنی بر GDM بود

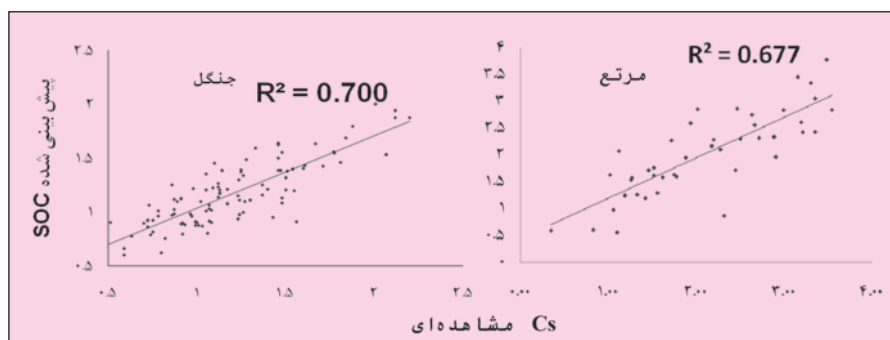
در بخش جنگلی متغیرهای مدیریتی شامل جنگل تراشی، شدت چرا (در سه کلاس کیفی)، تراکم زیراشکوب (درصد)، وجود گونه های مهاجم بدخوراک، وجود افرا و پایه های دانه زاد و وجود گونه های لگوم در تیپ پوششی بودند. علاوه بر متغیرهای یاد شده، در هر دو کاربری ارزیابی وضعیت تخریب خاک و رتبه بندی آن بر مبنای شدت و اشکال فرسایش در پنج کلاس و تراکم دام (تعداد واحد دامی در هکتار) تعیین شد. برای پیش بینی میزان ترسیب کربن در خاک از درختان طبقه بندی و تصمیم (CART) و شبکه های عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا و به منظور اولویت بندی تاثیر متغیرها بر مواد آلی خاک، آنالیز حساسیت ترکیب ورودی شبکه انجام

متغیرهای هندسی اراضی عبارت بودند از: ارتفاع و درصد شیب، جهت شیب (به صورت شاخص جهت شیب تغییر یافته (TA) (معادله ۲)، انحناء سطح^۱، متغیر TAS (حاصل ضرب TA در سینوس زاویه شیب که منعکس کننده اثر متقابل شیب-جهت می باشد). برای تعیین جهت، انحناء، TA و TAS از نقشه DEM حوزه استفاده شد.

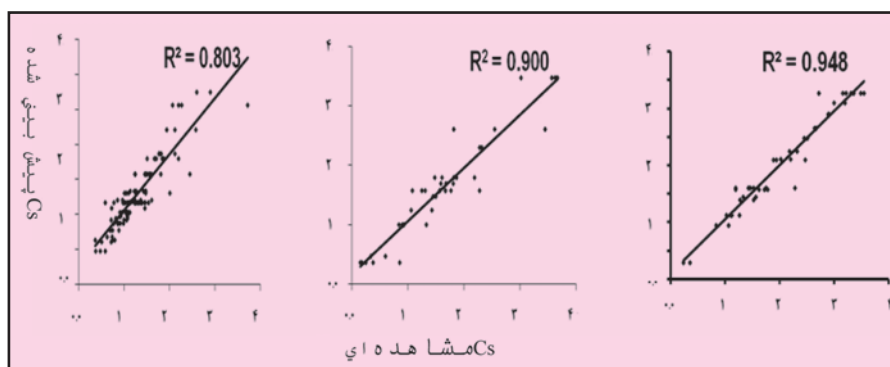
$$TA = \cos(45 - \text{aspect}) \quad [2]$$

که در آن TA جهت شیب تغییر یافته و aspect جهت شیب از ۱- تا ۱ می باشد.

در بخش مرتع متغیرهای مدیریتی عبارت بودند از: شدت چرا (در سه کلاس کیفی)، تراکم تاج پوشش (درصد)، وجود گونه های مهاجم بدخوراک، مشجر بودن مرتع و گرایش مرتع (در سه کلاس کیفی). همچنین



شکل ۳- نمودار پراکندگی مقادیر مشاهده‌ای- برآوردی شبکه در دو کاربری مرتع و جنگل



شکل ۴- نمودار پراکندگی نقاط برآوردی در مقابل مشاهده‌ای در الگوی CART

آیش زمستانی تاثیر مثبتی بر ترسیب کربن در خاک داشته است. در اراضی یکپارچه‌سازی شده، عملیات خاک‌ورزی شدید، بهره‌برداری متمرکز و حذف دوره‌های تناوب و آیش، هدر رفت بیشتر کربن آلی خاک را در پی داشته است. رویش گیاهان بدخوراک مرتعی مهم‌ترین شاخص شرایط بحرانی تخریب منابع کربن آلی خاک مراتع می‌باشند. همچنین توان ترسیب کربن در خاک در سطح اراضی مرتعی حوضه با اعمال مدیریت چرا معادل ۷۷ هزار تن کربن می‌باشد.

وجود پایه‌های افرا و دانه‌زاد مهمترین شاخص‌های شرایط مطلوب ترسیب کربن در خاک جنگل بودند. همچنین با اعمال مدیریت چرا، کنترل فرسایش و جنگل‌تراشی، می‌توان در سطح اراضی جنگلی حوضه معادل ۲۱ هزار تن کربن در خاک ترسیب نمود. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهادات زیر قابل ارائه می‌باشد. در کاربری مرتع، کنترل چرا و در کاربری

عوامل تعیین کننده ترسیب کربن در خاک هستند (شکل ۵). با این وجود در این کاربری وجود گیاهان مهاجم نشانه تخلیه ۲۰ تا ۳۰ درصدی از ذخیره کربن آلی خاک مرتع است. فرسایش و چرای کنترل نشده ۱۲ درصد مخزن کربن آلی خاک مرتع را کاهش داده است. جنیدی جعفری (۱۳۸۸) نیز نشان داد که مدیریت چرا تاثیر معنی‌داری بر ظرفیت ترسیب کربن در خاک دارد. در کاربری جنگل وجود گونه‌های افرا، گل‌سرخیان و نبود گونه‌های مهاجم در ترکیب زیراشکوب نشان از ارتقاء ۲۳ درصدی ترسیب کربن در خاک بود. همچنین تراکم دام و جنگل‌تراشی باعث کاهش ۱۲ درصدی مخزن کربن آلی خاک شده است.

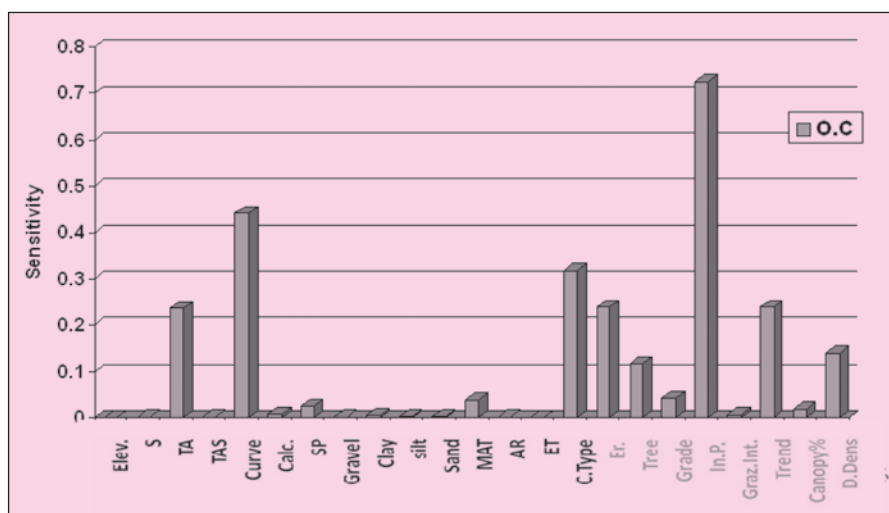
نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی CART بیشترین دقت و کمترین خطای شبیه‌سازی داشتند. اعمال سامانه مدیریتی سنتی

(شکل ۲).

همچنین شبکه توانست در کاربری مرتع حدود ۷۰ درصد منابع تغییر پذیری ترسیب کربن خاک را پیش‌بینی کند (شکل ۳). ملیس و هانلی (۲۰۰۵) نیز از این تکنیک برای روند یابی تغییرات مخازن کربن آلی خاک استفاده کردند و به نتایج مشابهی دست یافتند. روش CART بسته به کاربری ۶۳ تا ۸۸ درصد تغییرات کربن آلی خاک را به کمک عوامل مدیریتی شناسائی نمود. افزودن متغیرهای فیزیکی این کمیت را به ۸۰ تا ۹۵ درصد ارتقاء داد (شکل ۴). کمترین خطای تخمین، در بین روشهای مورد استفاده، مربوط به CART بود این خطا از حداقل یک تا حداکثر ۸ درصد تغییرات کربن آلی بود. در کاربری‌های مرتع و جنگل عوامل فیزیکی و مدیریتی نقش همسانی هستند.

نتایج آنالیز حساسیت ورودی‌های شبکه نشان داد که در کاربری مرتع، انحناء شیب، نوع اقلیم، فرسایش و جهت شیب مهم‌ترین



شکل ۵- نمودار آنالیز حساسیت متغیرهای فیزیکی و مدیریتی در کاربری مرتع

154.

8- Sparling GP, Wheeler D, Wesely ET, and Schipper LA, 2006. What is soil organic matter worth? J. Environ. Qual. 35:548–557.

9- Wang Y, Zhang XC, Zhang JL, and Li SJ, 2009. Spatial Variability of Soil Organic Carbon in a Watershed on the Loess Plateau. Pedosphere 19(4): 486–495.

northern loess plateau, china. Plant Soil Sci. first published on: 10july 2009.

3- Izaurrealde R, Williams CJR, Post WM, and Thomson AM, 2007. Long-term modeling of soil C erosion and sequestration at the small watershed scale. Climatic Change, 80(1-2): 73-90.

4- Lal R, 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma 123: 1–22

5- Lal R, 2008. The Role of Soil Organic Matter in the Global Carbon Cycle. Soil and Environ. Pollut. 116, 353–362.

6- Melesse RM, and Hanley RS, 2005. Artificial neural network application for multi-ecosystem carbon flux simulation. Ecological Modelling 189:305–314

7- Rees RM, Bingham IJ, Badelley JA, 2005. The role of plant and land management in sequestration soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. Geoderma 128:130-

جنگل ممانعت از جنگل‌تراشی و کنترل فرسایش اولویت مدیریتی است. از آنجا که وسعت جنگلها و مراتع استان به ترتیب ۵۳۰ و ۱۱۲۰ هزار هکتار است. با اعمال اولویت‌های مدیریتی یاد شده در اراضی مرتعی و جنگلی استان، به ترتیب ۹/۸ و ۵/۶ میلیون تن کربن اتمسفری قابل ترسیب است. از نظر ترسیب کربن در واحد سطح نیز به ترتیب بیشترین پتانسیل مربوط به عرصه های جنگلی و مرتعی می باشد.

پاورقی

- 1- Mereg
- 2- Transposed Aspect
- 3- Curvature

منابع

- ۱- جنیدی جعفری ح، ۱۳۸۸. بررسی تاثیر عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی بر میزان ترسیب کربن در رویشگاه‌های گونه درمنه دشتی، مطالعه موردی: مراتع استان سمنان. پایان نامه دکتری مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- 2- Han X, Atsushi T, and Mitsuru T, 2009. Effects of land cover type and topography on soil organic carbon storage in

برآورد خسارت ناشی از تغییر اقلیم بر گندم دیم

مطالعه موردی: استانهای گلستان، مرکزی و اصفهان

- لیلا سراپیان - کارشناس مسئول سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی
- علی نیکپور - رئیس گروه آبخیزداری و سازوکار توسعه پاک، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

چکیده:

تغییر اقلیم، بروز جنگ جهانی و از بین رفتن تنوع زیستی سه معضل بزرگی است که حیات بشری را در این کره خاکی تهدید میکند. این در حالیست که به عقیده بسیاری از دست اندرکاران خطر تغییر اقلیم بدلیل قریب الوقوع بودن، کند و غیر محسوس بودن روند آن و همچنین گستردگی و عمق نابسامانیهایی که در زمینه های مختلف اقتصادی - اجتماعی و سیاسی ببار خواهد آورد، مهمتر از سایر موارد فوق الذکر قلمداد کرده اند.

وقوع تغییر اقلیم موجب افزایش وابستگی کشورهای در حال توسعه به واردات محصولات کشاورزی و عمیقتر شدن شکاف امنیت غذایی بین کشورها خواهد شد. کشاورزان خرده پا و گروههای کم درآمد ساکن در مناطق مستعد خشکسالی بالا آمدن آب دریا و شور شدن منابع آب زیر زمینی و کاهش ذخایر آبریان به دلیل بالا رفتن دمای آب بیشترین خسارت را خواهند دید.

وقوع خشکسالی و گرمای شدید بویژه در مناطق گرم و خشک نظیر گلستان، اصفهان و ... در زمان رسیدن گندم موجب رسیدن اجباری آن شده و دانه های داخل سنبله کوچک، چروکیده با ذخیره کم نشاسته می شوند که قدرت جوانه زنی کافی نیز ندارند.

اما بیشترین تاثیر تغییر اقلیم در ایران بر روی دیم زارها می باشد که به شدت به میزان بارندگی وابسته است. بدین منظور در این مقاله میزان خسارت برآورد شده ناشی از تغییر اقلیم در طی دوره ۲۰۱۰ الی ۲۰۳۹ بر روی گندم دیم در سه استان گلستان، مرکزی و اصفهان مورد بررسی قرار گرفت که به ترتیب ۱۰۳۰۱، ۴۰۱۸۶ و ۷۵ میلیارد ریال برآورد شده است.

واژه کلیدی: تغییر اقلیم، کشاورزی، خسارات، گندم دیم

مقدمه

تغییر اقلیم، بروز جنگ جهانی و از بین رفتن تنوع زیستی سه معضل بزرگی است که حیات بشری را در این کره خاکی تهدید میکند. این در حالیست که به عقیده بسیاری از دست اندرکاران خطر تغییر اقلیم بدلیل قریب الوقوع بودن، کند و غیر محسوس بودن روند آن و همچنین گستردگی و عمق نابسامانیهایی که در زمینه های مختلف اقتصادی - اجتماعی و سیاسی ببار خواهد آورد، مهمتر از سایر موارد فوق الذکر قلمداد کرده اند.

تغییر اقلیم به صورت طبیعی از اعصار گذشته تا زمان حال رخ داده است اما انسان با بی توجهی به قوانین طبیعت موجب سرعت بخشیدن به این پدیده گردیده است و در صورت ادامه این روند در آینده ای نه چندان دور با تغییرات عمده ای در وضعیت آب و هوایی جهان از جمله ذوب شدن یخهای

قطبی و افزایش ارتفاع آبهای آزاد، تغییر در میزان املاح آبها، کاهش باروری محصولات کشاورزی، نابودی پوشش گیاهی و گونه های جانوری که می توانند خود را با وضعیت جدید تطبیق دهند، مواجه خواهد شد علاوه بر آن تغییر در رژیم بارندگی و تبدیل مناطق خشک به مناطق مرطوب و بالعکس باعث می شود که ساکنان یک منطقه فرضاً گرم و مرطوب، نحوه زندگی رژیم غذایی، سیستم گرمایش و سرمایش، پوشاک و حتی تفریحات را تغییر داده و خود را با شرایط سرد و خشک بیابانی منطبق سازند.

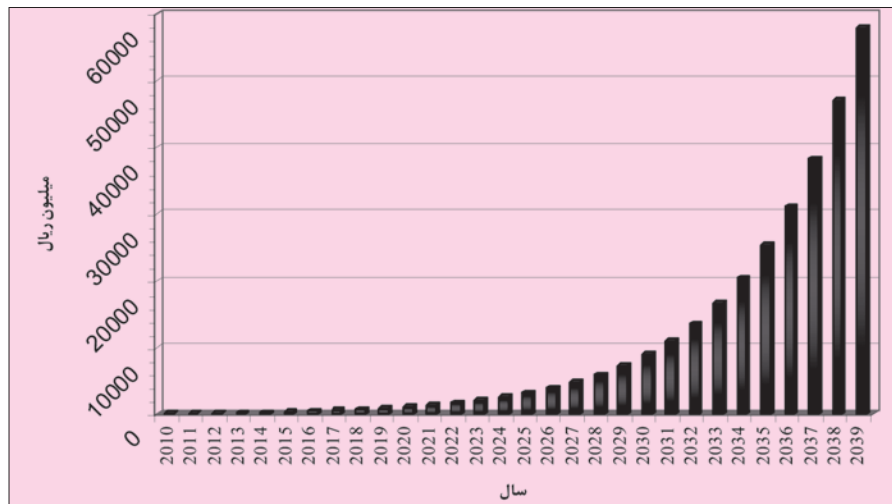
وقوع تغییر اقلیم موجب افزایش وابستگی کشورهای در حال توسعه به واردات محصولات کشاورزی و عمیقتر شدن شکاف امنیت غذایی بین کشورها خواهد شد. کشاورزان خرده پا و گروههای کم درآمد ساکن در مناطق مستعد خشکسالی، بالا آمدن

آب دریا و شور شدن منابع آب زیر زمینی و کاهش ذخایر آبریان به دلیل بالا رفتن دمای آب بیشترین خسارت را خواهند دید.

مهمترین عامل بروز تغییر اقلیم، تجمع گازهای گلخانه ای در جو می باشد، در میان گازهای گلخانه ای، دی اکسید کربن مهمترین نقش را ایفا می نماید. مقدار این گاز در طول عمر زمین متغیر بوده است که بیشترین مقدار آن مربوط به عصر کربونیفر می باشد. غلظت این گاز در سال ۱۷۵۰ در حدود ۲۸۰ ppm (قسمت در میلیون) بوده است که پس از انقلاب صنعتی و در سال ۱۹۹۸ مقدار آن به ۳۶۰ ppm رسید این عامل موجب افزایش درجه حرارت هوا به میزان 0.7°C در قرن بیستم گردد و پیش بینی شده است که ادامه این روند باعث افزایش درجه حرارت هوا به میزان $1/4$ تا $5/8^{\circ}\text{C}$ تا سال ۲۱۰۰ گردد (woodgreen)

جدول ۲- خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ به میلیارد ریال

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
143.032	175.929	216.393	266.163	327.381	402.678	495.294	609.212	749.331	921.677	1133.66	1394.4	1715.12	2109.59	2594.8
2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
3191.61	3925.68	4828.58	5939.15	7305.16	8985.35	11052	13593.9	16720.5	20566.3	25296.5	31114.7	38271.1	47073.4	57900.3



نمودار ۲- خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ به میلیارد ریال در استان گلستان

سابقه تحقیق

بر اساس مطالعات انجام شده دوبرابر شدن غلظت گاز دی اکسید کربن در جو در تبریز سبب خواهد شد تاریخ های گلدهی و رسیدگی در گندم به جلو بیفتد و در نتیجه زمینه برای کشت دوم فراهم تر گردد. در شرایط اقلیم تغییر یافته، عملکرد بیولوژیک گندم حدود ۵۰ تا ۶۷ درصد برای شرایط دیم و ۲۹ تا ۳۹ درصد برای وضعیت فاریاب افزایش خواهد یافت. در شرایط فاریاب، علیرغم کاهش کل تابش رسیده به زمین در دوره رشد و نمو گندم، به علت بیشتر شدن مقادیر کارآیی مصرف نور، نسبت تابش دریافت شده و شاخص برداشت، عملکرد دانه بالاتر خواهد رفت. در وضعیت دیم، با اینکه افزایش معنی داری در شاخص برداشت ایجاد خواهد شد، علت عمده افزایش عملکرد دانه مربوط به بالا رفتن کارآیی تعرق خواهد بود. یکی دیگر از اثرات تغییر اقلیم، بهبود کارآیی مصرف آب است که بر مبنای درصد، در شرایط دیم بیشتر از وضعیت آبی خواهد بود. بر اساس نتایج بدست آمده، به دلیل کاهش

در تبخیر و تعرق، نیاز به آبیاری تقلیل خواهد یافت (قلی پور، ۱۳۸۴).

افزایش دما و کاهش بارندگی نامطلوبترین اثر تغییر اقلیم یعنی افزایش خشکی در اکثر مناطق را بدنبال دارد. مجموع مطالعات انجام شده نشان می دهد که تولید غله در برخی از مناطق غله خیز فعلی نظیر غرب اروپا، جنوب آمریکا و غرب استرالیا کاهش خواهد یافت، اما به دلیل افزایش تولید عرضهای شمالی، تولید در سطح فعلی ثابت باقی خواهد ماند هر چند که دلیلی برای ثابت هزینه تولید وجود ندارد (شریفی، ۱۳۷۶).

مطالعات انجام شده در ایران نشان می دهد که تغییر در میزان حداقل و حداکثر دما موجب تغییر زمان رشد گندم می گردد به طور مثال در سال ۲۰۰۶ در استان گلستان کاهش حداقل دما به میزان ۱/۵۵ درجه سانتی گراد و حداکثر دما به میزان ۳/۸۸ درجه سانتی گراد نسبت به سال ۲۰۰۵ موجب گردید تا رشد گندم به تعویق افتد. به طوریکه عملکرد گندم آبی ۱۱/۶ درصد و گندم دیم ۵/۵ درصد کاهش یافته است (سازمان جهاد کشاورزی استان

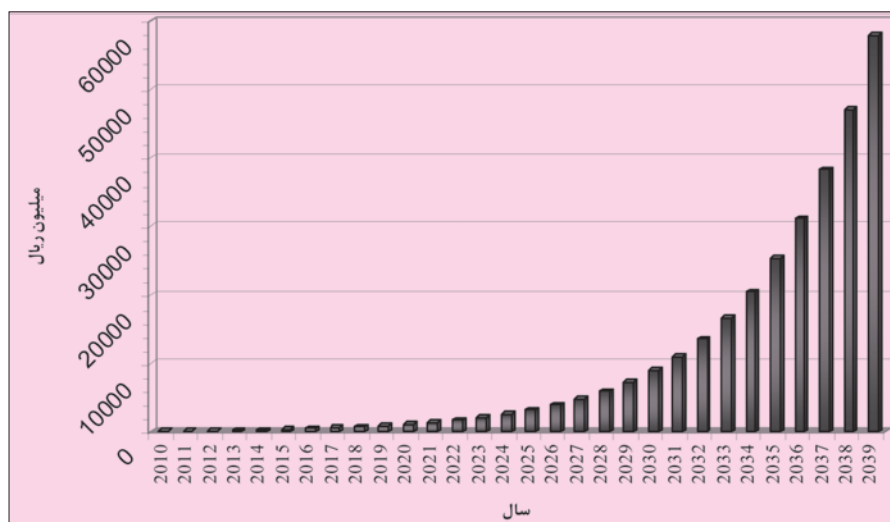
گلستان، ۱۳۸۶).

وقوع یخبندان ناگهانی در زمان سنبله رفتن گندم موجب شد که گرده ها خسارت دیده و گلها عقیم بمانند. که این مسئله در نواحی سردسیر ایران که به کشت گندم می پردازند نظیر تبریز، ارومیه، اردبیل و ... مشکل ساز می گردد.

اما وقوع خشکسالی و گرمای شدید بویژه در مناطق گرم و خشک نظیر گلستان، اصفهان و ... در زمان رسیدن گندم موجب رسیدن اجباری آن شده و دانه های داخل سنبله کوچک، چروکیده با ذخیره کم نشاسته می شوند که قدرت جوانه زنی کافی نیز ندارند. افزایش درجه حرارت هوا موجب گسترش بیماری زنگ زرد، زنگ سیاه و زنگ قهوه ای در گندم می گردد. افزایش بارندگی، کاهش روزهای آفتابی باعث افزایش بیماری سفیدک سطحی گندم می شود، همانند سال ۲۰۰۶ که افزایش روزهای بارانی موجب گردید تا سفیدک گندم در استان گلستان شیوع یابد (سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۸۶).

جدول ۳- خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ به میلیارد ریال در استان مرکزی

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
558.007	686.349	844.209	1038.38	1277.2	1570.96	1932.28	2376.71	2923.35	3595.72	4422.73	5439.96	6691.15	8230.12	10123
2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
12451.3	15315.2	18837.6	23170.3	28499.5	35054.3	43116.8	53033.7	65231.5	80234.7	98688.7	121387	149306	183647	225885



نمودار ۳- خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ به میلیارد ریال در استان مرکزی

تعیین عملکرد گندم دیم مشابه با پیش‌بینی فوق‌الذکر، آمار هواشناسی موجود در استان مورد بررسی قرار گرفت و سال ۲۰۰۲ با میانگین بارش ۵۴۲/۹ میلیمتر و میانگین دمای ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد و عملکرد ۲۷۵۸/۴۸ کیلوگرم در هکتار گندم دیم به عنوان سال مشابه مشخص گردید. سپس به منظور برآورد کاهش عملکرد محصول گندم دیم در سال ۲۰۳۹-۲۰۱۰ نیاز به مقایسه با سالی بود که میزان بارندگی آن کمتر از میانگین فوق‌الذکر باشد بدین منظور پس از بررسی سال ۱۹۹۸ با میانگین بارش ۴۷۶ میلیمتر و میانگین دمای ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد و عملکرد ۲۲۷۰ کیلوگرم در هکتار لحاظ گردید.

با محاسبه درصد کاهش بارندگی و درصد کاهش محصول دیم گندم بین دو سال مذکور و مقایسه آن با میزان کاهش بارندگی اعلام شده توسط سازمان هواشناسی به میزان ۳/۸۵ درصد، کاهش محصول دیم گندم به میزان ۵/۵۳ درصد بدست آمد. سپس میانگین تولید گندم دیم بین سالهای آماری ۱۹۸۲ الی ۲۰۰۵،

منظور ابتدا آمار مربوط به خرید تضمینی گندم بین سالهای ۱۹۹۱ الی ۲۰۰۳ استخراج گردید. سپس میزان افزایش نرخ خرید تضمینی گندم در هر سال نسبت به سال قبل محاسبه گردید و براساس آن نرخ تورم خرید تضمینی گندم در هر سال بدست آمد و در ادامه میانگین نرخ تورم خرید تضمینی گندم ۲۳ درصد محاسبه شد.

با فرض ثابت بودن میزان تورم خرید تضمینی گندم (۲۳ درصد) تا سال ۲۰۳۹ و قیمت پایه ۱۵۰۰ ریال برای سال ۲۰۰۳ میزان خسارت ناشی از تغییر اقلیم در سه استان گلستان، مرکزی و اصفهان مورد بررسی قرار گرفت.

۱- استان گلستان

در استان گلستان مطابق برآورد سازمان هواشناسی میانگین بارندگی در طول دوره آماری ۲۰۳۹-۲۰۱۰، ۵۴۶/۳ میلیمتر و دما ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (پژوهشکده اقلیم شناسی، ۱۳۸۶). به منظور

داده‌ها

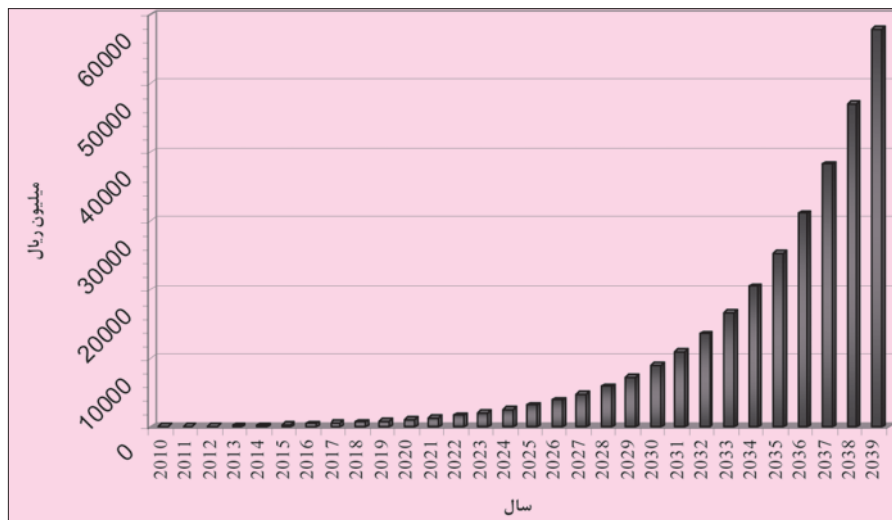
به منظور انجام این تحقیق ابتدا میانگین بارندگی و دما بین سالهای ۱۹۶۰ الی ۲۰۰۳ استخراج گردید و میانگین متحرک سه ساله، پنج‌ساله و هفت ساله جهت شبیه سازی زمانی ترسیم گردید سپس میزان تولید گندم در استانهای اصفهان، مرکزی و اراک بین سالهای ۱۹۸۲ الی ۲۰۰۵ استخراج گردید همچنین نرخ خرید تضمینی گندم بین سالهای ۱۹۹۱ الی ۲۰۰۳ استخراج گردید و بر اساس آن نرخ تورم بدست آمد (دفتر آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی).

نتایج

بیشترین تاثیر تغییر اقلیم بر دیم‌زارهای کشور است که شدیداً به میزان بارندگی وابسته می‌باشند. جهت برآورد خسارات تغییر اقلیم بر دیم‌زارهای گندم نیاز به محاسبه نرخ تورم خرید تضمینی گندم می‌باشد. بدین

جدول ۴- خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ به میلیارد ریال در استان اصفهان

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
6388.91	7858.36	9665.79	11888.9	14623.4	17986.7	22123.7	27212.1	33470.9	41169.3	50638.2	62285	76610.5	94230.9	115904
2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
142562	175351	215682	265289	326305	401356	493667	607211	746869	918649	1129939	1389824	1709484	2102665	2586278



نمودار ۴- خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ به میلیارد ریال در استان اصفهان

۳- استان اصفهان

در استان اصفهان مطابق برآورد سازمان هواشناسی میانگین بارندگی در طول دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۳۹، ۱۱۶/۹ میلیمتر و دما ۱۶/۸ درجه سانتی گراد خواهد بود (پژوهشکده اقلیم شناسی، ۱۳۸۶). به منظور تعیین عملکرد گندم دیم مشابه با پیش‌بینی فوق‌الذکر، آمار هواشناسی موجود در استان مورد بررسی قرار گرفت و سال ۱۹۹۹ با میانگین بارش ۱۱۵/۳ میلیمتر و میانگین دمای ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد و عملکرد ۳۷۲/۶۹ کیلوگرم در هکتار گندم دیم به عنوان سال مشابه مشخص گردید. سپس به منظور برآورد کاهش عملکرد محصول گندم دیم در سال ۲۰۱۰-۲۰۳۹ نیاز به مقایسه با سالی بود که میزان بارندگی آن کمتر از میانگین فوق‌الذکر باشد بدین منظور پس از بررسی سال ۱۹۸۳ با میانگین بارش ۸۸/۵ میلیمتر و میانگین دمای ۱۶/۱ درجه سانتی‌گراد و عملکرد ۳۵۰/۷۹ کیلوگرم در هکتار لحاظ گردید.

محصول گندم دیم در سال ۲۰۱۰-۲۰۳۹ نیاز به مقایسه با سالی بود که میزان بارندگی آن کمتر از میانگین فوق‌الذکر باشد بدین منظور پس از بررسی سال ۱۹۸۸ با میانگین بارش ۲۲۲/۲ میلیمتر و میانگین دمای ۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد و عملکرد ۲۳۱/۶۴ کیلوگرم در هکتار لحاظ گردید.

با محاسبه درصد کاهش بارندگی و درصد کاهش محصول دیم گندم بین دو سال مذکور و مقایسه آن با میزان کاهش بارندگی اعلام شده توسط سازمان هواشناسی به میزان ۱۸/۶۵ درصد، کاهش محصول دیم گندم به میزان ۷۷/۹۷ درصد بدست آمد. سپس میانگین تولید گندم دیم بین سالهای آماری ۱۹۸۲ الی ۲۰۰۵، ۱۱۲۰/۱۷/۳ تن بدست آمد که با ضرب این عدد در قیمت خرید تضمینی گندم در هر سال (با لحاظ نرخ تورم ۲۳ درصد) و ۷۷/۹۷ درصد اثر تغییر اقلیم خسارات وارده در هر سال محاسبه شد میانگین خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ حدود ۴۰۱۸۶ میلیارد ریال برآورد گردید.

۴۰۴۸۳۷ تن بدست آمد که با ضرب این عدد در قیمت خرید تضمینی گندم در هر سال (با لحاظ نرخ تورم ۲۳ درصد) و ۵/۵۳ درصد اثر تغییر اقلیم خسارات وارده در هر سال محاسبه شد میانگین خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ حدود ۱۰۳۰۱ میلیارد ریال برآورد گردید.

۲- استان مرکزی

در استان مرکزی مطابق برآورد سازمان هواشناسی میانگین بارندگی در طول دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۳۹، ۲۶۲/۴ میلیمتر و دما ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (پژوهشکده اقلیم شناسی، ۱۳۸۶). به منظور تعیین عملکرد گندم دیم مشابه با پیش‌بینی فوق‌الذکر، آمار هواشناسی موجود در استان مورد بررسی قرار گرفت و سال ۱۹۸۷ با میانگین بارش ۲۴۹/۴ میلیمتر و میانگین دمای ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد و عملکرد ۴۲۵/۷۹ کیلوگرم در هکتار گندم دیم به عنوان سال مشابه مشخص گردید. سپس به منظور برآورد کاهش عملکرد

با محاسبه درصد کاهش بارندگی و درصد کاهش محصول دیم گندم بین دو سال مذکور و مقایسه آن با میزان کاهش بارندگی اعلام شده توسط سازمان هواشناسی به میزان ۵/۵ درصد، کاهش محصول دیم گندم به میزان ۱/۳۹ درصد بدست آمد. سپس میانگین تولید گندم دیم بین سالهای آماری ۱۹۸۲ الی ۲۰۰۵، ۱۱۶۶۹/۰۶ تن بدست آمد که با ضرب این عدد در قیمت خرید تضمینی گندم در هر سال (با لحاظ نرخ تورم ۲۳ درصد) و ۱/۳۹ درصد اثر تغییر اقلیم خسارات وارده در هر سال محاسبه شد میانگین خسارات وارده در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ حدود ۷۵ میلیارد ریال برآورد گردید.

نتیجه گیری

وقوع تغییرات اقلیمی اثرات مخربی را بر تمامی بخش‌ها بجا خواهد گذاشت که از دیدگاه اقتصادی بیشترین آسیب‌پذیری مربوط به کشاورزی، شیلات و جنگل خواهد بود. همانگونه که در چند سال اخیر خشکسالی‌های پی در پی، سیل‌های ویرانگر و سرمای زودرس به کرات در کشور رخ داده است، ادامه این روند باعث افزایش میزان خسارات، فقر، مهاجرت، قحطی و مرگ و میر خواهد شد،

بیشترین تاثیر تغییر اقلیم در ایران بر روی دیم زارها می باشد که به شدت وابسته به بارندگی است. میزان خسارت برآورد شده ناشی از تغییر اقلیم در طی دوره ۲۰۱۰ الی ۲۰۳۹ بر روی گندم دیم در سه استان گلستان، مرکزی و اصفهان به ترتیب ۱۰۳۰۱، ۴۰۱۸۶ و ۷۵ میلیارد ریال برآورد شده است. تعمیم این آمار به کل کشور حکایت از خسارت بسیار بالای وارده به تولید گندم دیم دارد که به شدت اقتصاد خانوارها و امنیت غذایی را دچار مخاطره می نماید.

علاوه بر گندم دیم تولید کلیه محصولات کشاورزی نیز تحت تاثیر تغییر اقلیم قرار خواهد گرفت. اما آنچه در وضعیت اقتصاد کشاورزی یک شهر، منطقه یا کشور روی

خواهد داد، به اثر متقابل عوامل متعددی بستگی دارد. تولید بخش کشاورزی وابستگی زیادی به متغیرهای محیطی، تغییرات زیست محیطی و گزینه‌های قیمتی محصول تولید شده و عوامل اقتصادی- اجتماعی جهانی و منطقه‌ای دارد، در مجموع نظر به پیچیدگی پدیده تغییر اقلیم، تاثیر این پدیده بر بخش کشاورزی را نمی‌توان به طور قطع پیش‌بینی نمود، اما در هر حال تاثیر منفی این پدیده بر بخش کشاورزی غیر قابل انکار است و بدین منظور انجام اقداماتی که تاثیرات منفی پدیده تغییر اقلیم را بر بخش کشاورزی بکاهد ضروری است.

توصیه‌ها

جهت کاهش بروز تغییر اقلیم دو راهکار میتوان ارائه نمود اول کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و دوم سازگاری. به منظور سازگاری با این پدیده می‌توان اقداماتی نظیر معرفی و کشت ارقام مقاوم به آفات و بیماریها؛ خشکسالی؛ کم آبی و سرمازدگی اشاره کرد همچنین انجام سازگاری‌های تاریخی همانند توسعه قنوات، ساخت مخازن واحداث سدهای کوچک، استفاده مجدد از آب زهکشی، استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، آبخوئی خاکهای تحت تاثیر نمک و ... صورت پذیرد.

از آنجائیکه تاثیر تغییر اقلیم در نواحی مختلف متفاوت است، سازگاری با این شرایط جدید اقلیمی نیاز به همبستگی ملی دارد تا ضمن شناسایی تغییرات، اقدامات موثر و کارآمدی را که همراستا با این تغییرات در منطقه است اجرا نمود.

منابع

- ۱- پژوهشکده اقلیم شناسی؛ "دومین گزارش طرح: مدلسازی اقلیم و مطالعه تغییر اقلیم در ایران"، سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۶.
- ۲- دفتر آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی؛ "آمار نامه‌های کشاورزی"،

وزارت جهاد کشاورزی، ۱۹۸۲ الی ۲۰۰۵.

- ۳- دفتر آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان؛ گزارش تحلیلی مزارع گندم استان گلستان، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۸۶.

- ۴- سازمان هواشناسی کشور؛ سالنامه آماری، سازمان هواشناسی کشور، ۱۹۶۰ الی ۲۰۰۳.

- ۵- شریفی، حمیدرضا؛ کوچکی، عوض؛ "جنبه‌های اکوفیزیولوژی رشد و نمو گیاهان زراعی"، نیوار، شماره ۳۴ و ۳۵، ص. ۱۵ تا ۳۴، ۱۳۷۶.

- ۶- قلی پور، منوچهر؛ سلطانی، افشین؛ "بررسی اثرات تغییر اقلیم بر خصوصیات رشدی و عملکرد دانه گندم زمستانی در شرایط دیم و فاریاب تبریز با استفاده از شبیه سازی"، دانش کشاورزی. دوره ۱۵، شماره ۳، ص. ۱۶۳ تا ۱۷۶، ۱۳۸۴.

7. http://www.woodgreen.oxon.sch.uk/geography/global_warming.htm

تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر سلامت

● مهندس شیدا ملک افضلی - کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، MPH بهداشت محیط

مقدمه

طرح توانمندسازی جمهوری اسلامی ایران برای ارائه اولین گزارش ملی تغییر آب و هوا به سازمان ملل متحد با کمک مالی تسهیلات جهانی محیط زیست (GEF) و با همکاری دفتر عمران ملل متحد (UNDP) از سال ۱۳۷۷ زیر نظر وزارت امور خارجه در سازمان حفاظت محیط زیست آغاز شده است. این طرح در راستای تعهدات ایران در قبال کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد اجرا می‌شود. کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد در "اجلاس زمین" که در ژوئن سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو، برزیل، تشکیل شد برای امضاء کشورهای عضو مفتوح گردید و توسط ۱۵۴ کشور و جامعه اروپا به امضاء رسید. این کنوانسیون در ۲۱ مارس ۱۹۹۴ به اجرا در آمد و تا کنون ۱۸۶ کشور آن را امضاء کرده‌اند. ایران نیز بعد از امضای کنوانسیون تغییر آب و هوا توسط نماینده دولت جمهوری اسلامی (معاون رئیس جمهور وقت) در سال ۱۳۷۱ در اجلاس زمین، کنوانسیون فوق را در خرداد ماه ۱۳۷۵ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسانید و از آن تاریخ لازم‌الاجرا گردید.

اثرات تغییرات آب و هوا به عنوان یک چالش جهانی روز در دنیا مطرح است. بطوریکه در نشست مرداد ماه ۱۳۸۶ دبیرکل سازمان ملل در سخنانی با برشمردن مشکلات ناشی از تغییرات آب و هوا از جمله خشکسالی در بسیاری از مناطق، گردباد و توفان‌های شدید، سیلاب، موج گرما، نابودی تدریجی تنوع زیستی، آب شدن یخ‌های قطبی و بالا آمدن سطح آب‌های آزاد، بر ضرورت اقدامات جدی در سطوح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی تاکید کرد.

وی گفت که وضعیت رو به وخامت است و ابزارهای حقوقی سازمان ملل مربوط به تغییر آب و هوا و نشست‌های آن بهترین

و مناسبترین گردهمایی برای مذاکره برای همکاری جهت مقابله با تغییرات آب و هوا و روند گرم شدن کره زمین است.

دبیر کل بر ضرورت بسیج منابع مالی، انتقال فناوری و قبول تعهدات جدید بین‌المللی برای دوران بعد از سال (۱۳۹۱) ۲۰۱۲ که دوره تعهدات پروتکل کیوتو خاتمه می‌یابد) تاکید کرد.

همچنین متخصصان شرکت‌کننده در این نشست گفتند که افزایش گرمای زمین اثرات منفی در زمینه‌های سلامت انسان‌ها، اکوسیستم، محیط زیست و نابودی گونه‌های گیاهی و جانوری برجای می‌گذارد و باعث بالا آمدن سطح آب دریاها، به زیر آب رفتن جزایر با ارتفاع کم و بروز توفانهای شدید، فرسایش سواحل، سیلاب آبی و شدید و موج گرما می‌شود. آنها اضافه کردند که تغییر آب و هوا بر تولید ناخالص ملی کشورها تاثیر منفی داشته و به گسترش و تعمیق هرچه بیشتر فقر خصوصا در جوامع فقیر می‌انجامد. متخصصان مذکور استفاده روزافزون از سوخت‌های فسیلی و نیز نابودی تدریجی پوشش گیاهی و جنگل‌ها را از عوامل اصلی گرم شدن زمین برشمردند.

کارشناسان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تطبیق نحوه زندگی با شرایط جدید آب و هوایی را راه‌های حل کوتاه مدت و بلندمدت موجود برای مقابله با آثار سوء تغییر آب و هوا دانسته‌اند.

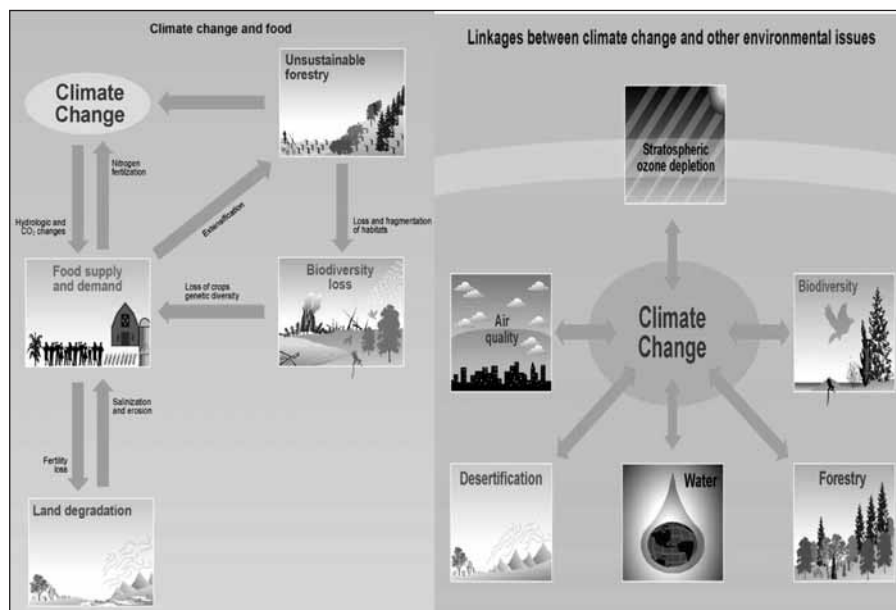
گرم شدن دمای زمین باعث شده است که درجه حرارت داخلی یخچال‌های طبیعی واقع در نقاط مختلف جهان (از جمله یخچال‌های واقع در قطب شمال، قطب جنوب و چین) افزایش پیدا کند و در نتیجه با آب شدن تدریجی، حجم زیادی از ذخایر این یخچال‌ها ذوب شود. این مساله از آنجا حایز اهمیت است که این یخچال‌ها بخش

عمده‌ای از ذخایر آب آشامیدنی جهان را تشکیل می‌دهند. بنابراین منابع آب آشامیدنی سالم رو به کاهش می‌گذارد و احتمال شیوع بیماری‌هایی که از طریق آب آشامیدنی ناسالم شیوع می‌یابند، بیشتر می‌شود. طبق برآوردهای سازمان بهداشت جهانی، بیماری‌هایی که از تغییرات اقلیمی و گرم شدن زمین ناشی می‌شود، هر ساله باعث مرگ و میر ۸۰ هزار نفر در کشورهای آسیایی می‌شود.

لذا در ارزیابی آسیب پذیری و انطباق تغییر آب و هوا بر جنبه‌های سلامت می‌بایست به اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن پرداخت که متاثر از روند تغییرات اقلیم در مقاطع زمانی و مکانی مشخص باشد. این بررسی‌های گذشته نگر با توجه به سناریوهای پیش بینی شده برای روند این تغییرات، پیش آگهی مناسبی خواهد بود تا بخش سلامت آمادگی لازم را برای بروز بسیاری از جنبه‌های مستقیم و غیرمستقیم اثر گذار را شناسایی و تمهیدات مناسب و مقابله‌ای با آن را نیز طراحی کند.

تعیین شاخص‌های مرتبط با تغییرات آب و هوایی با استفاده از خطوط راهنمای سازمان جهانی بهداشت

نظر به اینکه کشور جمهوری اسلامی ایران در بخش حوزه مدیریتانه شرقی تقسیمات سازمان جهانی بهداشت قرار دارد بسیاری از رژیم‌های تغییرات آب و هوایی پیش بینی شده که این منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهد، کشور ما را نیز متاثر می‌کند. (یادآور میشود منطقه EMRO- WHO متشکل از کشورهای افغانستان، بحرین، جیبوتی، مصر، جمهوری اسلامی ایران، عراق، اردن، کویت، لبنان، جمهوری عربی لیبی، موروکو، عمان، پاکستان، فلسطین، قطر، عربستان سعودی، سومالی، سودان، جمهوری عربی سوریه، تونس، امارات متحده عربی و یمن می‌باشد) براین اساس منطقه مدیریتانه شرقی دارای



شکل ۱ - اثرات تغییرات آب و هوا که بطور مستقیم و غیر مستقیم بر سلامت تاثیر گذار است.

- ۲۳- بیماری‌های ناشی از کرم‌ها
- ۲۴- سوء تغذیه
- ۲۵- افزایش آلودگی هوا در شهرهای بزرگ و بروز بیماری‌ها و عوارض مرتبط
- ۲۶- تغییر در کیفیت آب مصرفی
- ۲۷- کاهش منابع آب آشامیدنی مناسب و در دسترس

شاخص‌های کمی شده اثرات تغییرات آب و هوایی بر سلامت

پیامدهای ناشی از تغییرات آب و هوایی که بر سلامت تاثیر گذار هستند، سهمی از موارد بروز بیماری‌ها، عوارض و مرگ و میر در هر منطقه جغرافیایی را در برخواهند داشت. عمدتاً برآورد این نماد در مقایسه با سایر تغییرات ناشی از تغییرات آب و هوایی از پیچیدگی‌های زیادی برخوردار بوده و عوامل متفاوتی بر شاخص‌های سلامت تاثیرگذار هستند که می‌تواند بر روند این تغییرات یا همسو با سناریوهای تغییرات آب و هوایی باشد و یا آنکه اصلاً این تغییرات معنا دار نباشند. لذا مطالعات پیچیده و تخصصی خاصی در برآورد اثرات تغییرات آب و هوایی بر سلامت برای دستیابی به شاخص‌های سلامت به کار گرفته می‌شوند.

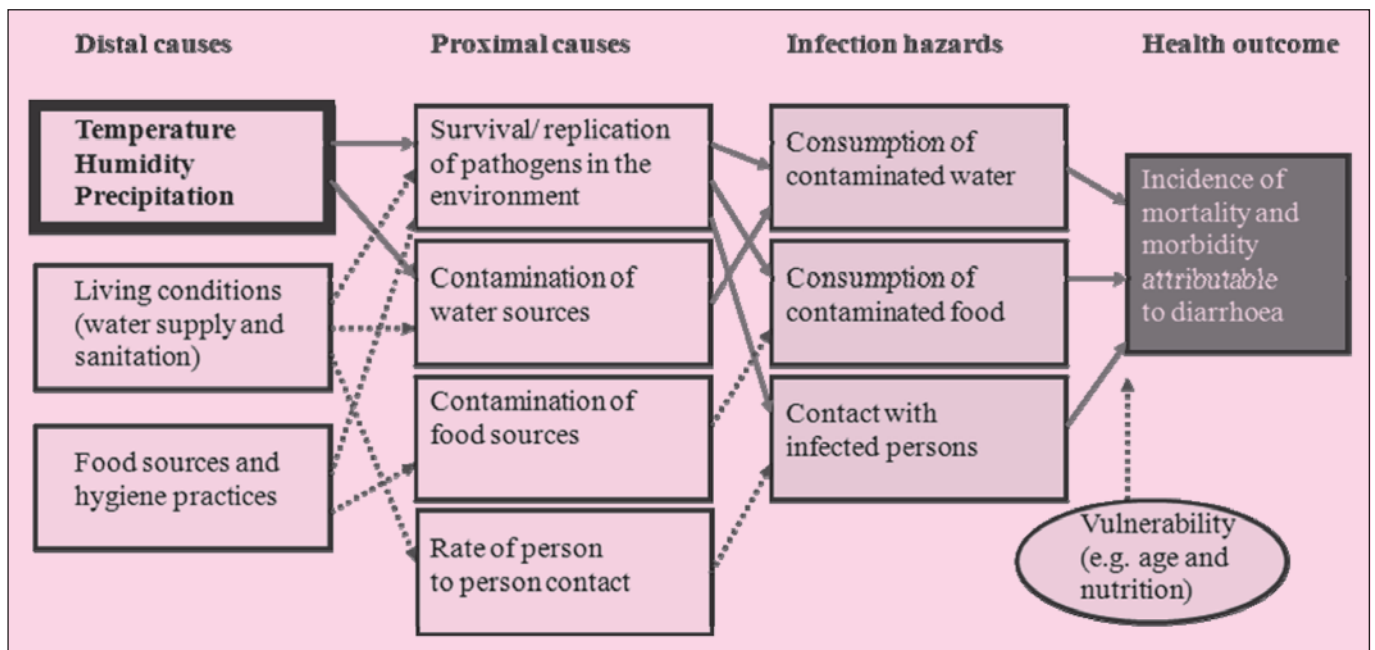
- ۳- حملات قلبی عروقی
- ۴- مرگ و میر و صدمات ناشی از سیل، طوفان و طغیان سواحل
- ۵- عفونی
- ۶- بیماری‌های اسهالی
- ۷- بیماری‌های تنفسی
- ۸- بیماری‌های منتقله از آب و غذا
- ۹- رینیت‌های آلرژیک
- ۱۰- ملانوما (نوعی سرطان پوست)
- ۱۱- سرطان پوست
- ۱۲- آفتاب سوختگی
- ۱۳- عوارض پوستی ناشی از تابش نورخورشید
- ۱۴- سرطان قریه و ملتحمه
- ۱۵- آب مروارید
- ۱۶- ملانوم چشم
- ۱۷- آسیب حاد به شبکه‌های ناشی از نورخورشید
- ۱۸- تحلیل ماکولا (بخشی از ته چشم)
- ۱۹- بیماری‌های منتقله از حشرات
- ۲۰- بیماری‌های ناشی از گزش و جوندگان
- ۲۱- بیماری‌های خونریزی دهنده و ویروسی و تب خونریزی دهنده
- ۲۲- انواع سالک‌ها (احشائی، پوست)

پتانسیل اثراتی به قرار ذیل می‌باشد:

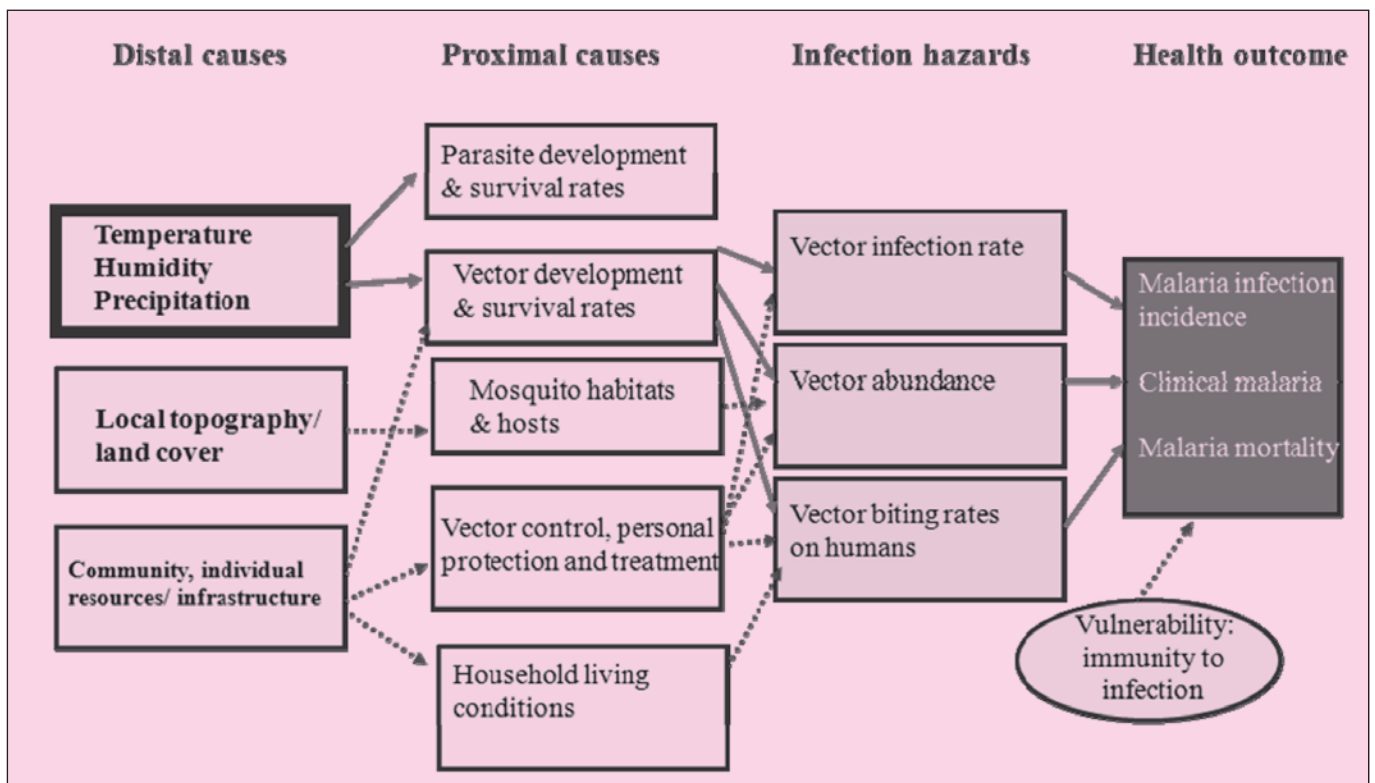
- کمبود منابع آب
 - گسترش مناطق بیابانی در کشورها
 - تغییرات افزایشی دما
 - طوفان‌های فصلی شن و ماسه
 - خشکسالی
 - در بعضی مناطق سیل و بالا آمدن سطح دریاها
 - افزایش بیماری‌های بومی در منطقه
 - افزایش بیماری‌های منتقله از طریق آب و غذا
- شکل ۱ نمونه‌ای از اثرات تاثیرگذار مستقیم و غیر مستقیم بر سلامت را نشان می‌دهد.

اثرات تغییر آب و هوا بر سلامت:

- اثرات مستقیم شامل: افزایش دما، مرگ و بیماری‌های ناشی از استرس‌های حرارتی
- اثرات غیر مستقیم: شیوع بیماری‌های عفونی (نظیر بیماری‌های منتقله از آب و غذا)، بهداشت مواد غذایی و سوءتغذیه، کمیت و کیفیت آب آشامیدنی، آلودگی هوا و آلرژن‌ها، استفاده بیش از حد از سموم و کودهای شیمیایی، تغییرات آب و هوایی شدید و بروز سیل، افزایش بیماری‌های بومی منطقه نظیر مالاریا، تغییرات در شرایط اقتصادی و اجتماعی منطقه، اثرات روانی ناشی از مهاجرت و ازدست دادن خانه و کاشانه چگونگی اثرگذاری تغییرات آب و هوا بر بیماری‌های منتقله از آب و غذا در فلوچارت ۱ ارائه شده است.
- همچنین بروز بسیاری از بیماری‌های منطقه با تغییرات آب و هوایی متصور است که نحوه بروز آن مطابق فلوچارت ۲ ارائه شده است. براین اساس و بادر نظر داشتن فرضیات معرفی شده از طریق سازمان جهانی بهداشت اثرات تغییرات آب و هوا بر سلامت به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:
- ۱- مرگ و میر ناشی از گرمزدگی و مسائل تنفسی، قلبی - عروقی
- ۲- حملات تنفسی



فلوچارت ۱- تغییرات آب و هوایی و بروز بیماری‌های منتقله از آب و غذا در منطقه



فلوچارت ۲- تغییرات آب و هوایی و بروز بیماری‌های بومی در منطقه

- عمدتاً شاخص‌های کمی شده را می‌توان در موارد ذیل جستجو کرد.
- ۱- شاخص میزان سالهای عمر از دست رفته ناشی از مرگ زودرس یا زمان طی شده
 - ۲- تغییرات آب و هوایی و مرگ بعلت
 - ۳- تغییرات آب و هوایی و میزان مرگ و میر ناشی از سیل
 - ۴- تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر میزان سوء تغذیه
 - ۵- تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر
- با بیماری و ناخوشی (DALY index)
- مشکلات قلبی - عروقی



نمودار ۱- ضریب سال‌های عمر از دست رفته به تفکیک عوامل خطر در منطقه اروپا سال ۲۰۰۰

جدول ۱- عوامل خطر در مقایسه با ارزیابی مخاطرات بار بیماری‌های جهانی (گزارش سال ۲۰۰۰ سازمان بهداشت جهانی)

1. Alcohol	11. Selected occupational risks
2. Blood pressure	12. Ambient air pollution
3. Cholesterol	13. Physical inactivity
4. Climate change	14. Tobacco
5. Illicit drugs	15. Unsafe injection practises in medical settings
6. Indoor smoke from biofuels	16. Unsafe sex and unplanned pregnancies
7. Lead	17. Unsafe water, sanitation, and hygiene
8. Childhood and maternal under-nutrition	18. Non-breast-feeding
9. Obesity and overweight	19. Childhood sexual abuse
10. Lack of fruit and vegetable intake	20. Distribution of risk factors by poverty

های انطباق در ساختار بهداشت و درمان می باشد.

بطوری که در Figure ۵ مشاهده میشود بنابراین گزارش سال ۲۰۰۰ سازمان جهانی بهداشت در منطقه اروپا حدود ۲۴ هزار سال عمر از دست رفته ناشی از مخاطرات تغییرات آب و هوایی گزارش شده است.

هر بیماری و آسیب نشان داده می شود. که اصطلاحاً به این مقدار (باربیماریها) شاخص دالی (DALY Index) گفته می شود. شاخص های سلامت مرتبط با تغییرات آب و هوایی طی گزارش های ارائه شده از سازمان جهانی بهداشت در مقاطع زمانی و مکانی خاص حاکی از لزوم استقرار سیستم

بروز بیماری های اسهالی

۶- تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر بروز بیماری مالاریا

۱- شاخص میزان سال های عمر از دست رفته ناشی از مرگ زودرس یا زمان طی شده با بیماری و ناخوشی (DALY index)

سلامت جامعه، برآیندی از عوامل در هم پیچیده و متفاوت است. این عوامل متفاوت، پیوسته بر سلامت جامعه تاثیر می گذارد. سلامت جامعه نه امری ثابت و پایدار، بلکه روندی است در حال تغییر که پیوسته باید مورد مراقبت، مداخله و مدیریت قرار گیرد و بعنوان محور توسعه اجتماعی و اقتصادی جامعه دیده شود.

یکی از مواردی که به سیاستگذاری های کلان در دولت ها و حرکت در راستای توسعه پایدار را کمک می کند شاخص هائی است که بتواند بار بیماری (Burden) ناشی از مرگ به علل مختلف و ناتوانی ناشی از بیماری های متفاوت و آسیب های خارجی را در جامعه مطرح نماید. نزدیک به ۶۰ سال پیش برای اولین بار میزان مرگ و میر نابهنگام، زمان از دست رفته یا عمر به هدر رفته، بعنوان یک واحد با ارزش برای سنجش زیان های ناشی از بیماری و مرگ نابهنگام و پیامدهای غیرکشنده ناشی از بیماریها و آسیب ها مطرح گشت.

بار بیماریها این امکان را فراهم آورد که بتوان: طول زمان دوره ابتلا به هر بیماری یا آسیب خارجی و پی آمدهای غیرکشنده آن را برحسب شدت ناتوانی به ازای موارد بروز یا شیوع، در کنار زمان از دست رفته در اثر مرگ زودرس ناشی از همان بیماری یا آسیب را بعنوان شاخصی تلقی کرد که برآیند تاثیر عوامل مختلف را در سطح سلامت جامعه نشان دهد. بعبارت دیگر مجموع عمر از دست رفته در نتیجه مرگ زودرس، بعلاوه زمان سپری شده توأم با ناتوانی و معلولیت، در بار بیماریها بصورت کمی شده و برای

جدول ۲- برآورد اثرات تغییرات آب و هوایی بر سلامت و بیماری‌های خاص بر مبنای مخاطرات وابسته به آن به تفکیک نواحی

TABLE 7.9 Estimates for the impact of climate change in 2000 in thousands of DALYs, given by applying the relative risk estimates for 2000 to the DALY burdens for specific diseases quoted in the World Health Report (2002) (2).

	Malnutrition	Diarrhoea	Malaria	Floods	Total	Total DALYs/ million population
African region	616	414	860	4	1894	3071.5
Eastern Mediterranean region	313	291	112	52	768	1586.5
Latin American and Caribbean region	0	17	3	72	92	188.5
South-East Asian region	1918	640	0	14	2572	1703.5
Western Pacific region ^a	0	89	43	37	169	111.4
Developed countries ^b	0	0	0	8	8	8.9
World	2847	1460	1018	192	5517	920.3

^a without developed countries.

^b and Cuba.

جدول ۳- برآورد اثرات تغییرات دمایی و مرگ به دلیل مشکلات قلبی عروقی در گزارش سال ۲۰۰۰ سازمان جهانی بهداشت

TABLE 7.3 Synthesized relationships between temperature and cardiovascular mortality.

Climate zone	Heat ^a	Cold ^a	T ^b	Model	Source
Hot and dry	1.4	0.6	20	Seasonally adjusted, 1-6 day lags, all cause mortality	ISOTHURM (Delhi)
Warm humid	0.9	1.6	20	Seasonally adjusted, 1-6 day lags, all-cause all-age mortality	ISOTHURM (São Paulo)
Temperate	1.13	0.33	16.5	Seasonally adjusted, 1-2 day lag, cardiovascular disease	Kunst et al. 1993
Cold	1.13	0.33	16.5	Seasonally adjusted, 1-2 day lag, cardiovascular disease	Kunst et al. 1993

^a Coefficient of % change in mortality per 1 °C of change in temperature.

^b Temperature associated with lowest mortality rate.

در بررسی سال ۲۰۰۰ سازمان جهانی بهداشت همانگونه که در جدول Table ۱ مشخص شده است در مقایسه عوامل مخاطره آمیز بر سلامت تغییرات آب و هوایی در رتبه چهارم اهمیت قرار دارد.

همانطور که قبلاً نیز اشاره رفت کشور جمهوری اسلامی ایران در منطقه مدیترانه شرقی متأثر از تغییرات آب و هوا بوده و به جهت بروز موارد ملاریا، سوء تغذیه، بیماری‌های اسهالی و بروز سیل مطابق گزارش سال ۲۰۰۲ سازمان جهانی بهداشت ۱۵۸۶/۵ میلیون سال عمر از دست رفته ناشی از این موارد گزارش شده است. مقایسه سایر مناطق در Table ۷-۹ ارائه شده است.

۲ - تغییرات آب و هوایی و مرگ بعلت مشکلات قلبی - عروقی

افزایش متوسط دمای هوا، موج هوای گرم، افزایش آلاینده‌های هوا متغیرهای تأثیر گذار بر جمعیت دارای سابقه بیماری‌های قلبی - عروقی هستند که بر اثر پدیده تغییرات اقلیم حادث می شوند. آنچه که بخش سلامت را نسبت به آسیب پذیری و انطباق با موارد بیماری‌های قلبی - عروقی با رویکرد تغییرات اقلیم متوجه خود ساخته، افزایش بار این بیماریها در آینده می باشد. یاد آوری می شود بدلیل تغییرات در آداب غذایی، ماشینی شدن فرآیند زندگی روزمره، کم تحرکی، افزایش مصرف دخانیات و پائین بودن سن شروع به مصرف آن عوامل محیطی مختلفی هستند که بر بروز بیماری‌های قلبی عروقی اثرگذارند. و این گروه از بیماریها در کشور در ۵ رده اول عمده بیماری‌های شایع و علل مرگ کلی کشور می باشد.

مطابق آنچه که در گزارش سازمان جهانی بهداشت آمده است رابطه مستقیمی بین میزان افزایش دما و مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی وجود دارد. (Table ۷-۳)

بر همین اساس و سناریوهای مختلف تغییرات اقلیم در بین کشورهای توسعه یافته و رو به توسعه ضریب وابستگی بین تغییرات

... به خطر می اندازد. مطابق Table ۷-۷ ضرایب وابستگی میزان مرگ ناشی از سیل با توجه به سناریوهای مختلف تغییرات اقلیم در سال ۲۰۳۰ در کل دنیا، نشان میدهد که منطقه مدیترانه شرقی یکی از مناطق آسیب پذیر بوده و لذا لزوم استقرار استراتژی‌های انطباقی و پوشش دهنده خدمات بهداشتی درمانی در بخش سلامت ضروری می باشد.

۴- تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر میزان سوء تغذیه

کاهش منابع آب جهت کشاورزی، کاهش کیفیت خاک از لحاظ کشاورزی، بروز بالایای طبیعی نظیر خشکسالی، سرمازدگی، سیل و قحطی، افزایش مصرف کودها و سموم کشاورزی عوامل مختلفی هستند که بر اثر تغییرات اقلیم پدید آمده و غیر مستقیم بر

اقلیم و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی برای سال ۲۰۳۰ پیش بینی شده است که خلاصه آن مطابق Table ۷-۴ می باشد.

۳- تغییرات آب و هوایی و میزان مرگ و میر ناشی از سیل

بارش‌های کوتاه مدت در مقادیر بالا، کاهش رطوبت سطحی خاک، از بین رفتن جنگلها و پوشش‌های گیاهی عواملی هستند که بر اثر گرم شدن زمین و تغییرات آب و هوایی در مناطق مختلف جغرافیائی پدید می آیند. این موارد بطور غیر مستقیم بر بروز سیلاب‌ها و رانش توده‌های خاک تأثیرگذار بوده و سلامت جمعیت در معرض را با بروز تلفات جانی، بروز بیماری‌های منتقله از آب آلوده، مشکلات روحی روانی ناشی بی خانمانی، از دست دادن عزیزان و

جدول ۴- برآورد محدوده خطر وابسته به مرگ و میر به دلیل بیماری قلبی عروقی ناشی از تغییرات آب و هوایی

TABLE 7.7 Range of estimates for the relative risks of flood deaths attributable to climate change in 2030.

Region	Inland floods			Coastal floods		
	Unmitigated emissions	\$570	\$550	Unmitigated emissions	\$570	\$550
African region	(1.00–2.27)	(1.00–2.65)	(1.00–3.16)	(1.20–1.79)	(1.15–1.59)	(1.13–1.55)
Eastern Mediterranean region	(1.00–6.83)	(1.00–6.69)	(1.00–3.16)	(2.16–5.61)	(1.86–4.46)	(1.80–1.55)
Latin American and Caribbean region	(1.00–4.24)	(1.00–4.43)	(1.00–3.74)	(1.80–4.20)	(1.61–3.43)	(1.57–3.28)
South-East Asian region	(1.00–1.75)	(1.00–2.39)	(1.00–2.49)	(1.06–1.21)	(1.04–1.15)	(1.04–1.15)
Western Pacific region ^a	(1.00–3.13)	(1.00–2.70)	(1.00–2.50)	(1.03–1.10)	(1.02–1.08)	(1.02–1.07)
Developed countries ^b	(1.00–8.79)	(1.00–8.69)	(1.00–7.73)	(1.32–2.27)	(1.34–2.36)	(1.45–2.81)

^a without developed countries.
^b and Cuba.

جدول ۵- برآورد محدوده خطر وابسته به مرگ و میر ناشی از سیل تا سال ۲۰۳۰ براساس سناریوهای مواجهه

TABLE 7.6 Range of estimates of relative risks of malnutrition attributable to climate change in 2030, under the alternative exposure scenarios.

Region	Relative risks		
	Unmitigated emissions	\$570	\$550
African region	(1.00–1.05)	(1.00–1.09)	(1.00–1.00)
Eastern Mediterranean region	(1.00–1.12)	(1.00–1.20)	(1.00–1.06)
Latin American and Caribbean region	(1.00–1.00)	(1.00–1.22)	(1.00–1.10)
South-East Asian region	(1.00–1.27)	(1.00–1.32)	(1.00–1.22)
Western Pacific region ^a	(1.00–1.00)	(1.00–1.05)	(1.00–1.02)
Developed countries ^b	(1.00–1.00)	(1.00–1.00)	(1.00–1.00)

^a without developed countries.
^b and Cuba.

جدول ۶- برآورد محدوده خطر وابسته به سوء تغذیه به دلیل تغییرات آب و هوایی تا سال ۲۰۳۰ براساس سناریوهای مواجهه

TABLE 7.5 Range of estimates of relative risks of diarrhoea attributable to climate change in 2030, under the alternative exposure scenarios.

Region	Relative risks		
	Unmitigated emissions	\$570	\$550
African region	(0.99–1.16)	(0.99–1.13)	(0.99–1.11)
Eastern Mediterranean region	(0.98–1.16)	(0.98–1.11)	(0.98–1.11)
Latin American and Caribbean region	(0.92–1.08)	(0.94–1.06)	(0.95–1.05)
South-East Asian region	(0.99–1.17)	(0.99–1.13)	(0.99–1.12)
Western Pacific region ^a	(0.92–1.09)	(0.95–1.06)	(0.95–1.06)
Developed countries ^b	(0.94–1.06)	(0.94–1.06)	(0.93–1.08)

^a without developed countries.
^b and Cuba.

دمای ماهانه، تغییر اقلیم کشورها به سمت شرایط مساعد برای رشد و تکثیر عوامل بیماریزا و بیماریهای منتقله نظیر مالاریا، سالک و ... موجب بروز بیماریهای

۶- تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر بروز بیماری مالاریا و سایر بیماریهای منتقله

تغییر در میزان بارش های فصلی، متوسط

کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی و دامی و بطور کلی منابع سبد غذایی خانوار تأثیر دارند. به جهت گستردگی جغرافیائی کشور و وجود اقلیم های مختلف کوهستانی، کوهپایه ای، جلگه ای و کویری امکان دستیابی به منابع غذایی متفاوت در کشور فراهم بوده و شرایط حادی نظیر قحطی که عموماً در کشورهای استوایی و کویری (نظیر کشورهای افریقائی) مطرح است، دیده نمی شود.

آنچه که بطور غیرمستقیم بر سوء تغذیه اثرگذار بوده و ناشی از تغییرات اقلیم نیز می باشد بروز بیماریهای اسهالی، عفونی و بیماریهای منتقله از کرم های انگلی است که در این گروه از بیماریها بعلت کاهش میزان پروتئین، ریزمغذی ها، ویتامین ها و آب بدن شرایط سوء تغذیه در جامعه بروز می کند. آنچه که سازمان جهانی بهداشت برای سال ۲۰۳۰ با توجه به سناریوهای مختلف گزارش کرده است منطقه مدیترانه شرقی مطابق Table ۷- در رتبه دوم تأثیر پذیری قرار دارد.

۵ - تغییرات آب و هوایی و اثرات آن بر بروز بیماریهای اسهالی

کمبود منابع آب آشامیدنی، بهداشت محیط زیست از عواملی است که در کشورهای با منابع آب محدود، با گرم شدن تدریجی زمین و تغییرات اقلیم با رویکرد کاهش دسترسی به آب سالم باعث بروز بیماریهای اسهالی ناشی از مصرف آب و غذای آلوده می گردد. از طرف دیگر آلوده شدن منابع آب به عوامل بیماریزا که بر اثر بروز سیل، طغیان رودخانه ها و ... نیز پدید می آیند، متاثر از وقایع تغییر آب و هوایی بوده و به طور غیر مستقیم سلامت جمعیت در معرض را به خطر می اندازد. با توجه به Table ۷-۵ و گزارش سازمان جهانی بهداشت با توجه به سناریوهای مختلف منطقه مدیترانه شرقی یکی از مناطقی است که تأثیر پذیری بالائی برای بروز بیماریهای اسهالی ناشی از تغییرات اقلیم را خواهد داشت.

جدول ۷- برآورد محدوده خطر وابسته به ابتلا به اسهال به دلیل تغییرات آب و هوایی تا سال ۲۰۳۰

TABLE 7.8 Range of estimates for the relative risks of malaria attributable to climate change in 2030, under the alternative exposure scenarios.

Region	Relative risks		
	Unmitigated emissions	\$570	\$550
African region	(1.00–1.17)	(1.00–1.11)	(1.00–1.09)
Eastern Mediterranean region	(1.00–1.43)	(1.00–1.27)	(1.00–1.09)
Latin American and Caribbean region	(1.00–1.28)	(1.00–1.18)	(1.00–1.15)
South-East Asian region	(1.00–1.02)	(1.00–1.01)	(1.00–1.01)
Western Pacific region ^a	(1.00–1.83)	(1.00–1.53)	(1.00–1.43)
Developed countries ^b	(1.00–1.27)	(1.00–1.33)	(1.00–1.52)

^a without developed countries.
^b and Cuba.

جدول ۸- برآورد محدوده خطر وابسته به ابتلا به مالاریا به دلیل تغییرات آب و هوایی تا سال ۲۰۳۰

TABLE 7.8 Range of estimates for the relative risks of malaria attributable to climate change in 2030, under the alternative exposure scenarios.

Region	Relative risks		
	Unmitigated emissions	\$570	\$550
African region	(1.00–1.17)	(1.00–1.11)	(1.00–1.09)
Eastern Mediterranean region	(1.00–1.43)	(1.00–1.27)	(1.00–1.09)
Latin American and Caribbean region	(1.00–1.28)	(1.00–1.18)	(1.00–1.15)
South-East Asian region	(1.00–1.02)	(1.00–1.01)	(1.00–1.01)
Western Pacific region ^a	(1.00–1.83)	(1.00–1.53)	(1.00–1.43)
Developed countries ^b	(1.00–1.27)	(1.00–1.33)	(1.00–1.52)

^a without developed countries.
^b and Cuba.

جدول ۹- بیماری‌های عمده ناشی از ناقلین: جمعیت در معرض خطر و بار بیماری‌های مرتبط ناشی از برآورد شاخص DALY، گزارش سال ۲۰۰۲ سازمان جهانی بهداشت

TABLE 3.1 Main vector-borne diseases: populations at risk and burden of diseases. Based on data from reference 1, with updated DALY estimates from reference (16).

Disease	Vector	Population at risk	Number currently infected or new cases per year	Disability adjusted life years lost ^a	Present distribution
Malaria	Mosquito	2400 million (40% world population)	272 925 000	42 280 000	Tropics/subtropics
Schistosomiasis	Water snail	500–600 million	120 million	1 760 000	Tropics/subtropics
Lymphatic filariasis	Mosquito	1000 million	120 million	5 644 000	Tropics/subtropics
African trypanosomiasis (Sleeping sickness)	Tsetse fly	55 million	300 000–500 000	1 598 000	Tropical Africa
Leishmaniasis	Sand Fly	350 million	1.5–2 million	2 357 000	Asia, Africa, Southern Europe, Americas
Onchocerciasis	Black fly	120 million	18 million	987 000	Africa, Latin America, Yemen
River blindness	Triatomine bug	100 million	16–18 million	649 000	Central and South America
American trypanosomiasis (Chagas' disease)	Mosquito	3000 million	Tens of millions	653 000 ^b	All tropical countries
Dengue	Mosquito	468 million in Africa	200 000	Not available	Tropical South America and Africa
Yellow fever	Mosquito	300 million	50 000	767 000	Asia
Japanese encephalitis					

^a The Disability-Adjusted Life Year (DALY) is a measure of population health deficit that combines chronic illness or disability and premature death (17). Numbers are rounded up to nearest 100 000.
^b Other analyses suggest this value could be as high as 1 800 000 (18).

نوپدید و یا بروز بسیاری بیماری‌های کنترل شده در منطقه گردد. همچنین اقدامات و استراتژی‌های انطباق که برای مقابله با این تغییرات آب و هوایی در سیاست‌گذاری‌های کلان کشورها طراحی می‌گردد زمینه را برای بروز بسیاری از این بیماری‌ها فراهم می‌کند. نمونه عینی آن در کشور احداث سد پیشین در استان سیستان و بلوچستان به جهت کمبود آب شرب جمعیت منطقه و تامین این نیاز می باشد. در حالیکه سیستان و بلوچستان یکی از استانهای است که بیماری مالاریا در آن بعنوان یک بیماری بومی شناخته شده است، احداث این سد شرایط مناسبی برای انتشار پشه آنوفل و عامل منتقله بیماری مالاریا را فراهم کرده و بررسی های اپیدمیولوژیک نشان می دهد در دوره آماری پس از احداث سد آمار بروز بیماری مالاریا بطور معنی داری افزایش یافته است.

مثالی دیگر از این نمونه شیوع بیماری سالک در روستاهای منطقه کاشان پس از برنامه کویرزدایی و کاشت درختچه توسط جهادکشاورزی در منطقه می باشد. کاشت درختچه‌ها مخزن مناسبی برای ازدیاد و تکثیر گونه موش رومومیس اوپیموس حامل عامل بیماری سالک شده است.

براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت با توجه به سناریو های مختلف تغییر اقلیم در سال ۲۰۳۰ چنانچه Table ۷-۸ نشان می دهد بروز بیماری مالاریا در منطقه مدیترانه شرقی از لحاظ ضریب وابستگی به تغییرات آب و هوایی در رتبه دوم قرار دارد. این نکته با توجه به بومی بودن این بیماری در کشور به حوزه سلامت این کمک را خواهد کرد که برای کنترل و مقابله با آن استراتژی های لازم را در نظر داشته و در جهت استقرار آن اقدامات لازم را فراهم نمایند.

در بررسی های سازمان جهانی بهداشت و تعیین بیماری‌های منتقله و میزان شاخص‌های عمر از دست رفته (DALY Index) مواردی از بیماری‌های مالاریا، شیستوزوما، سالک، کوری رودخانه، دانگ، آنسفالیت، تب

زرد، تریپانوسومیازیس از گروه بیماری‌های منتقله که متاثر از تغییرات آب و هوایی هستند گزارش گردیده است که خلاصه این موارد در Table ۳-۳ ارائه شده است.

مروری بر سازوکار توسعه پاک در پروتکل کیوتو و وضعیت فعلی آن

● دکتر نسترن رحیمی - وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، دفتر استانداردهای برق و انرژی، گروه محیط زیست

اقدامات جهانی برای مقابله با تغییر آب و هوا

در کنفرانس سال ۱۹۷۲ استکهلم (اولین کنفرانس بین المللی که خطرات ناشی از تغییر آب و هوا را بیان کرد) مقامات ارشد دولتی عضو سازمان ملل نیز از خطرات جهانی تغییر آب و هوا مطلع شدند. با توجه به گسترش اتفاقات جهانی و توسعه شواهد علمی دال بر خطرات تغییر آب و هوا در نقاط مختلف جهان، سازمان ملل تشکیلات کارشناسی مهمی را در مورد تغییرات آب و هوا تشکیل داد. مساله مهم و مشکل زا در مورد تغییر آب و هوا، گرم شدن کره زمین است که در اثر انتشار گازهای گلخانه ای اولیه و ثانویه (N_2O , HRCs , PFCS , CH_4 , CO_2) (SF۶) ایجاد می شود. در میان این گازها از نقطه نظر گرمایش جهانی، گاز دی اکسید کربن مهمترین گاز گلخانه ای است.

نخستین کنفرانس آب و هوای جهان در سال ۱۹۷۹ برگزار گردید. در اواخر دهه ۱۹۸۰ کنگره آمریکا جلساتی در مورد گرم شدن هوای زمین تشکیل داد و در همین سال خطر افزایش میانگین دمای جهان در سازمان ملل مطرح شد. در سال ۱۹۸۹ در کنفرانس تورنتو از کشورها خواسته شد انتشار دی اکسید کربن را تا سال ۲۰۰۵ به مقدار ۲۰٪ کاهش دهند و کنوانسیون حفاظت از اتمسفر بر پا گردد. در همین سال هیات بین الدول تغییر آب و هوا تشکیل شد. همپای تشکیل اجلاس زمین در ریودوژانیرو، کنوانسیون تغییر آب و هوا نیز به نحوی گسترده مطرح گردید.

اثرات جهانی تغییر آب و هوا و نیز گرمایش جهانی سبب گردید تا سازمان ملل تشکیلاتی تحت عنوان IPCC یعنی هیات بین الدول در خصوص تغییر آب و هوا را

ایجاد نماید. این تشکیلات در حال حاضر بیش از ۲۰۰۰ نفر کارشناس در اختیار دارد که بر روی اثرات گازهای ۶ گانه فوق در تغییر آب و هوا تحقیق می نمایند. IPCC در سال ۱۹۸۸ ایجاد گردید و به وجود آورندگان آن سازمان هواشناسی جهانی و UNEP هستند. این هیات در واقع بازوی علمی سازمان ملل است و گزارشات را تهیه و ارزیابی نموده و نتایج تحقیقات را به سازمان ملل ارائه می کند. اختطارهای مکرر IPCC در مورد گسترش و تسریع شواهد تغییر آب و هوا و نیز گرمایش جهانی سبب گردید تا مقامات دولتی کشورهای IPCC مساله را جدی تر پیگیری کرده و در سال ۱۹۹۲ با توجه به این اقدامات، چهارچوبی برای کنوانسیون تغییر آب و هوا تحت عنوان UNFCCC یا United Nation Frame work Convention on Climate Change

تنظیم گردید. در این چهارچوب بر ضرورت اتحاد میان کشورهای جهان برای مبارزه با تغییر آب و هوا و اقلیم تاکید شده است و در واقع امروزه UNFCCC یک سند مادر است و هنگامی که گفته می شود کنوانسیون یعنی به این سند ارجاع می شود. در این سند در سال ۱۹۹۲ در کنفرانس زمین، مطرح شد و کشورهای متعددی آن را امضا کرده اند.

یکی از موارد مهم کنوانسیون این است که امکان اضافه نمودن سندهای قانونی و یا پروتکل به آن وجود دارد. پروتکل کیوتو دومین سند مادر است که در سومین نشست اعضای کنوانسیون (COP۳) به تصویب رسید. در ادامه بحث، کنوانسیون تغییر آب و هوا و نیز پروتکل کیوتو و سازوکار اعطاف پذیر آن با نام سازوکار توسعه پاک مورد بررسی قرار می گیرد.

کنوانسیون تغییر آب و هوا هدف مشترک

ولی تعهدات متفاوتی را برای کشورهای مختلف در نظر گرفته است. ماده ۴ کنوانسیون که مربوط به تعهدات است بیان می دارد که کلیه متعاهدین به کنوانسیون دارای هدف مشترک با مسئولیتهای متمایز هستند. ماده ۴،۷ بیان می دارد که انجام تعهدات کشورهای در حال توسعه به کنوانسیون منوط به اجرای موثر تعهدات مالی و انتقال تکنولوژیکی کشورهای توسعه یافته است. همچنین ماده ۴،۸ و ۴،۹ کنوانسیون بیان می دارد که اعضاء باید توجه کامل به وضعیت کشورهای در حال توسعه که به شدت از اثرات سوء تغییر آب و هوا یا اقدامات مقابله ای کشورهای توسعه یافته آسیب می بینند نظیر کشورهای جزیره ای کوچک یا کشورهایی که در اقلیم خشک و نیمه خشک یا نواحی کوهستانی قرار دارند و یا اقتصاد آنها متکی به درآمدهای ناشی از استخراج و فرآوری و صادرات سوختهای فسیلی است، داشته باشند.

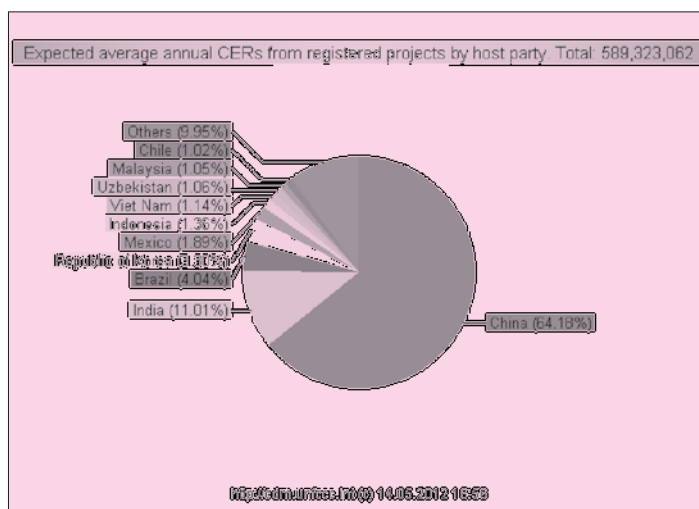
کنوانسیون تغییر آب و هوا و اهداف آن

اهداف اصلی کنوانسیون عبارت است از : تثبیت غلظت گازهای گلخانه ای در جو در سطحی که از اثرات خطرناک فعالیت های بشر بر سیستم اقلیم جلوگیری نماید. ارائه گزارش دوره ای وضعیت ملی تغییر آب و هوا به دبیرخانه کنوانسیون. تهیه فهرست انتشار گازهای گلخانه ای و جذب توسط چاهک ها در کشور به صورت دوره ای، تنظیم و اجرای برنامه های کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، همکاری و توسعه روش های انتقال فناوری برای کاهش انتشار بخش های مختلف انرژی، حمل و نقل، صنعت، کشاورزی، جنگل و زایدات جامد و مایع. همکاری منطقه ای و بین المللی در تهیه

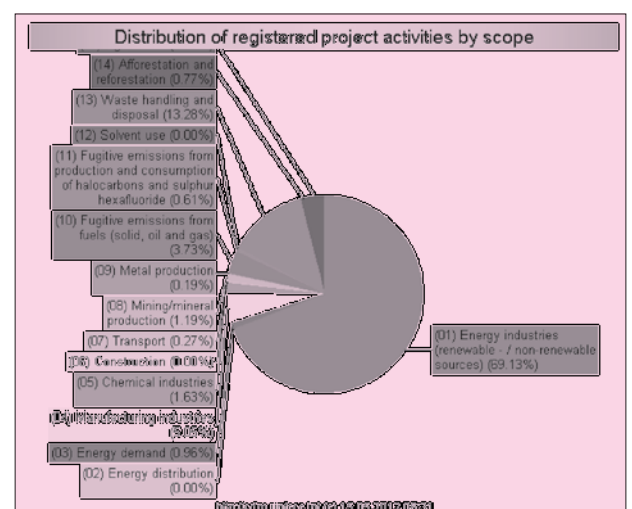
جدول ۱: انواع پروژه های ثبت شده در سازوکار توسعه پاک (تا ۱۴ می ۲۰۱۲)

Sectoral Scope*	Registered Projects
(01) Energy industries (renewable - / non-renewable sources)	3301
(02) Energy distribution	0
(03) Energy demand	46
(04) Manufacturing industries	241
(05) Chemical industries	78
(06) Construction	0
(07) Transport	13
(08) Mining/mineral production	57
(09) Metal production	9
(10) Fugitive emissions from fuels (solid, oil and gas)	178
(11) Fugitive emissions from production and consumption of halocarbons and sulphur hexafluoride	29
(12) Solvent use	0
(13) Waste handling and disposal	634
(14) Afforestation and reforestation	37
(15) Agriculture	152

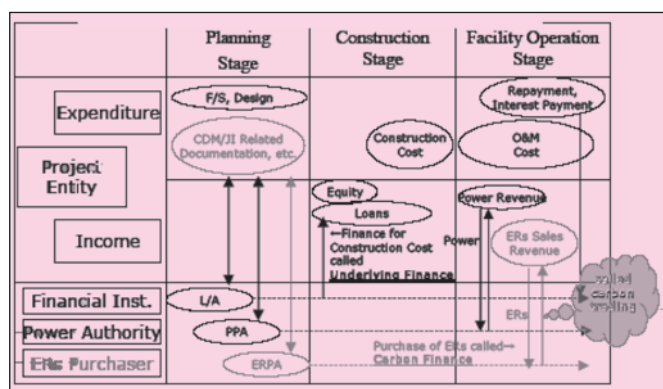
- روش های تطبیق با پدیده تغییر آب و هوا. (Countries) در نظر گرفتن موضوع تغییر آب و هوا در سیاست ها و برنامه ریزی های توسعه.
- ۱- کاهش انتشار به سطح انتشار ۱۹۹۰ در سال ۲۰۰۰
- ۲- اعطای کمک های مالی و فنی جهت کاهش اثرات سوی تغییر اقلیم تحت ماده ۸، ۹، ۴ و کنوانسیون
- ۳- ارائه گزارشات موجودی انتشار و آن
- برنامه های تغییر آب و هوا
- کشورهای غیر ضمیمه یک (Non-Annex I Countries):
- ۱- تهیه و ارائه گزارشات ملی
- ۲- تدوین برنامه ها جهت کاهش روند انتشار گازهای گلخانه ای (نه مقدار مطلق)
- تعهدات کشورهای مختلف در کنوانسیون
- کشورهای ضمیمه یک (Annex I)



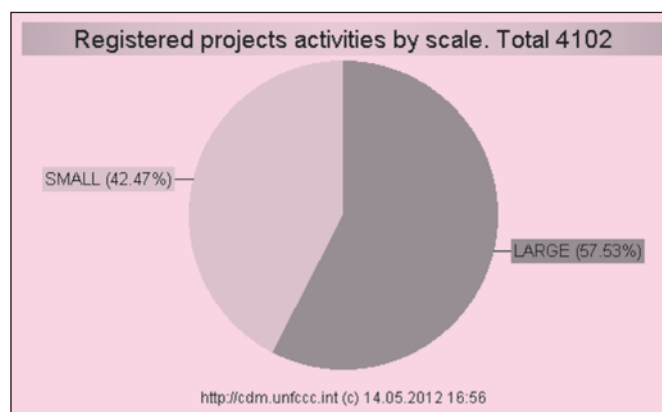
شکل ۲: میانگین سالانه CER ایجاد شده توسط پروژه های ثبت شده در کشورهای میزبان



شکل ۱: توزیع پروژه های ثبت شده CDM با توجه به نوع فعالیت و هدف



شکل ۴: نحوه تبادلات در چرخه مالی CDM/JI، مثال موردی در مورد پروژه نیروگاهی (بخش‌های خاکستری نشان‌دهنده تغییرات است)



شکل ۳- تعداد پروژه‌های کوچک و بزرگ مقیاس

نامیده می‌شوند که شامل تجارت بین‌المللی نشر (ET)، همکاری مشترک (JI) و سازوکار توسعه پاک (CDM) هستند که JI و CDM دو کشور را قادر می‌سازد با کمک یکدیگر انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند. روش CDM میان یک کشور عضو ضمیمه I پروتکل و یک کشور غیرعضو ضمیمه I به صورت داوطلبانه قابل انجام است.

زمانی که سطح انتشار کشورهای ضمیمه یک امضاءکننده پروتکل به ۰.۵٪ برسد، پروتکل سه ماه بعد از آن اجرایی خواهد شد. لذا با امضای روسیه در اواسط ماه نوامبر سال ۲۰۰۴، پروتکل از ۱۶ فوریه ۲۰۰۵ اجرایی شده است. دور دوم تعهدات این پروتکل تا سال ۲۰۱۷ تمدید شده است.

پروتکل کیوتو و اهداف اساسی آن
از اهداف اساسی پروتکل ایجاد ساختار اجرایی مناسب برای حصول به اهداف کنوانسیون و نیز تقویت تعهدات کشورهای ضمیمه یک کنوانسیون در کاهش انتشار و انتقال کمک‌های فنی و مالی به کشورهای در حال توسعه و کشورهایی که به شدت متأثر از آثار تغییر اقلیم هستند (ماده ۴/۸ تا ۴/۱۰ کنوانسیون) می‌باشد.

پروژه‌های CDM و فرم‌های آن
پروژه‌های کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای در بحث CDM در ۲ بعد کوچک مقیاس (کارایی انرژی، انرژیهای تجدیدپذیر و ...) و بزرگ مقیاس (پروژه‌های بزرگ صنعتی) قابل تعریف و انجام می‌باشند. سند طرح پروژه (PDD) سند فنی تعریف پروژه در روش CDM است. محدودیت خاصی برای میزان بودجه لازم برای پروژه‌های CDM وجود ندارد و بودجه لازم برای پروژه‌ها می‌تواند بالغ بر چند میلیون دلار باشد.

سازوکارهای انعطاف پذیر در پروتکل کیوتو
بر اساس پروتکل کیوتو، اعضای متعهد می‌توانند با اجرای پروژه‌ها در سایر کشورها، سیاست‌های کاهش انتشار را از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر نمایند. بدین منظور پروتکل کیوتو جهت ایجاد ساختار مبتنی بر بازار سه سازوکار زیر را تعبیه نموده است. این سازوکارها عبارتند از:

هر یک از امضاء ضمیمه I به طور مستقل یا مشترک توسط پروتکل کیوتو متعهد شده‌اند که انتشار گازهای گلخانه‌ای را حذف و یا کاهش دهند به طوری که میزان انتشار شش گاز گلخانه‌ای کشورهای توسعه یافته در محدوده سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۸ به ۵/۲٪ زیر سطح انتشار سال ۱۹۹۰ کاهش یابد. تعهدات هر یک از کشورهای توسعه یافته در ضمیمه B پروتکل آورده شده است که محدوده این تعهدات از ۸٪ کاهش (کشورهای اتحادیه اروپا) تا ۱۰٪ افزایش (جزایر کوچک) نسبت به سطح انتشار سال ۱۹۹۰ می‌باشد.

چرخه آماده سازی پروژه CDM
چرخه آماده سازی پروژه CDM دارای مراحل زیر می‌باشد:

- سازوکار توسعه پاک (CDM) - اجرای مشترک (JI)
- تجارت انتشار (ET)
سازوکار CDM (ماده ۱۲ پروتکل کیوتو)
به منظور اجرای تعهدات توسط کشورها در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در پروتکل کیوتو، سیاست‌ها و ابزار ملی و منطقه‌ای در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این سیاست‌ها و ابزار ملی، ۳ سازوکار مبتنی بر بازار به عنوان سازوکارهای انعطاف پذیر

وضعیت اجرایی شدن پروتکل کیوتو
پروتکل کیوتو تاکنون توسط ۱۵۶ کشور امضاء گردیده و کل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای کشورهای ضمیمه یک امضاءکننده پروتکل به ۶۱/۶٪ سطح انتشار کشورهای توسعه یافته در سال ۱۹۹۰ رسیده است،

جدول ۲: میزان کاهش انتشار (CER) در کشور های میزبان (تا ۱۴ می ۲۰۱۲)

Country	Average Annual Reductions
Albania	362,016
Argentina	5,447,930
Armenia	223,063
Azerbaijan	120,898
Bangladesh	223,963
Bhutan	499,522
Bolivia	563,991
Brazil	23,817,582
Cambodia	209,094
Cameroon	193,462
Chile	5,998,381
China	378,216,730
Colombia	4,034,548
Costa Rica	418,606
Cuba	465,397
Cyprus	346,773
Côte d'Ivoire	639,203
Democratic Republic of the Congo	179,330
Dominican Republic	554,001
Ecuador	1,438,541
Egypt	3,263,798
El Salvador	619,535
Ethiopia	29,343
Fiji	47,399
Georgia	411,897
Guatemala	864,760
Guyana	44,733
Honduras	563,622
India	64,887,287
Indonesia	7,995,687
Iran (Islamic Republic of)	801,172
Israel	2,293,351
Jamaica	92,888
Jordan	948,011

برای مشارکت در اعتبارات در صورت لزوم تماس با خریداران بالقوه برای تأمین علاقه آنها به خرید CER (مجوز انتشار) پروژه در آینده تهیه سند طراحی پروژه (PDD) شامل مطالعه سطح پایه انتشار و نیازمندی های برنامه پایش درخواست برای تصویب رسمی کشور میزبان، تأیید پروژه توسط نهاد عملیاتی ارایه پروژه به هیأت اجرایی CDM برای ثبت پروژه، تهیه پیش نویس هایی برای تعیین توافقات خرید کاهش انتشار

نقش کشور میزبان

کشور میزبان، نقش کلیدی در بسیاری از مراحل دارد. کشور میزبان باید دارای شرایط و توانایی لازم برای انجام فرایند تأیید پروژه باشد. علاوه بر این باید تأییدیه ای مبنی بر تصویب پروژه به صاحب پروژه بدهد و تأکید کند که این پروژه، در راستای اهداف توسعه پایدار است.

یک کشور از نظر قانونی باید موارد زیر را به انجام برساند:

تصویب پروتکل کیوتو

تعیین یک مرجع ملی

ایجاد ضوابطی برای سازگاری پروژه با استراتژی های توسعه پایدار کشور

حصول اطمینان از این که در صورت لزوم بر اساس قوانین محلی، مطالعه اثرات به طور کامل انجام می شود.

ارائه تأییدیه رسمی برای تحویل پروژه ها به هیأت اجرایی CDM

توسعه دهنده یا مشارکت کننده در پروژه

براساس دستورالعمل CDM بسیاری از بخش ها می توانند پروژه های CDM را گسترش دهند و CER را کسب کنند این بخش ها عبارتند از: شرکت های خصوصی یا ایالتی، مؤسسات مالی، جوامع محلی، وزارت خانه ها، بنگاه ها و سازمان های غیردولتی. که در واقع طرف های مقابل در پروژه خواهند بود.

سایر بخش های عملیاتی CDM

شامل بخش های عملیاتی منتخب (DOE)،

هیأت اجرایی (EB) و مرجع ملی (DNA) است. در مورد ایران این مرجع ملی (DNA) سازمان حفاظت محیط زیست است.

مراحل کلیدی برای تصویب پروژه‌های CDM

۱- تصویب توسط کشور میزبان

الزامی است کشور میزبان حداقل ۳ مورد را در نظر داشته باشد:

پروژه در کشور میزبان انجام می‌شود و بنابراین باید قوانین و مقررات حاکم در سطح ملی و محلی رعایت شود.

پروژه باید در راستای اهداف توسعه پایدار کشور میزبان باشد.

در چهارچوب CDM، پروژه باید قبل از ارائه به هیأت اجرایی (EB)، رسماً توسط کشور میزبان تصویب شود. کشور میزبان باید پروتکل کیوتو را نیز تصویب کرده باشد.

سازمان مسئول برای تصویب پروژه از طرف کشور میزبان DNA می‌باشد. توسعه دهنده پروژه (کشورها یا سازمان‌های اجرا کننده پروژه) باید با این سازمان هر چه سریعتر ارتباط برقرار کند.

ارتباط سریع کشور میزبان با توسعه دهنده پروژه موجب تسهیل تصویب رسمی پروژه می‌شود.

۲- تأیید توسط نهاد عملیاتی

تنها DOE می‌تواند یک پروژه CDM را تأیید کند. این سازمان‌ها (در حال حاضر DNVcert ، JQA ، TUV Industrie Service GmbH و SGS) به توسعه دهنده پروژه وابسته نبوده و توسط هیأت اجرایی CDM برای انجام مراحل تأیید به رسمیت شناخته شده‌اند.

۳- ثبت توسط EB

این ثبت به آن معنی است که پروژه به عنوان یک پروژه CDM رسماً شناخته شده است.

چگونگی کسب مجوزهای کاهش انتشار (CER)

DOE مسئول تأیید CER است و اطلاعات

ادامه جدول ۲: میزان کاهش انتشار (CER) در کشور های میزبان (تا ۱۴ می ۲۰۱۲)

Country	Average Annual Reductions
Kenya	1,236,469
Lao People's Democratic Republic	502,819
Liberia	93,635
Madagascar	58,871
Malaysia	6,168,895
Mali	188,282
Mauritania	188,282
Mauritius	32,039
Mexico	11,116,582
Mongolia	71,904
Morocco	1,020,805
Nepal	267,723
Nicaragua	661,208
Nigeria	4,693,552
Pakistan	1,808,432
Panama	387,725
Papua New Guinea	505,781
Paraguay	18,711
Peru	3,266,099
Philippines	2,263,868
Qatar	2,499,649
Republic of Korea	19,475,942
Republic of Moldova	226,585
Rwanda	29,682
Senegal	279,983
Serbia	1,873,613
Singapore	116,782
South Africa	3,496,835
Sri Lanka	210,168
Syrian Arab Republic	320,782
Thailand	3,552,273
The former Yugoslav Republic of Macedonia	54,623
Tunisia	687,573

ادامه جدول ۲: میزان کاهش انتشار (CER) در کشورهای میزبان (تا ۱۴ می ۲۰۱۲)

Country	Average Annual Reductions
Uganda	1,014,620
United Arab Emirates	356,416
United Republic of Tanzania	202,271
Uruguay	427,239
Uzbekistan	6,273,394
Viet Nam	6,726,404
Zambia	130,032

صندوق‌های عمومی، تأمین سرمایه و واسطه سرمایه‌گذاری انتقال پیدا می‌کند. این بخش می‌تواند شامل سهامداران، بانکها، مؤسسات بازرگانی، شرکت‌های بیمه، و ... باشد. ابزار تأمین سرمایه معمولاً طبق ضوابط مختلف به

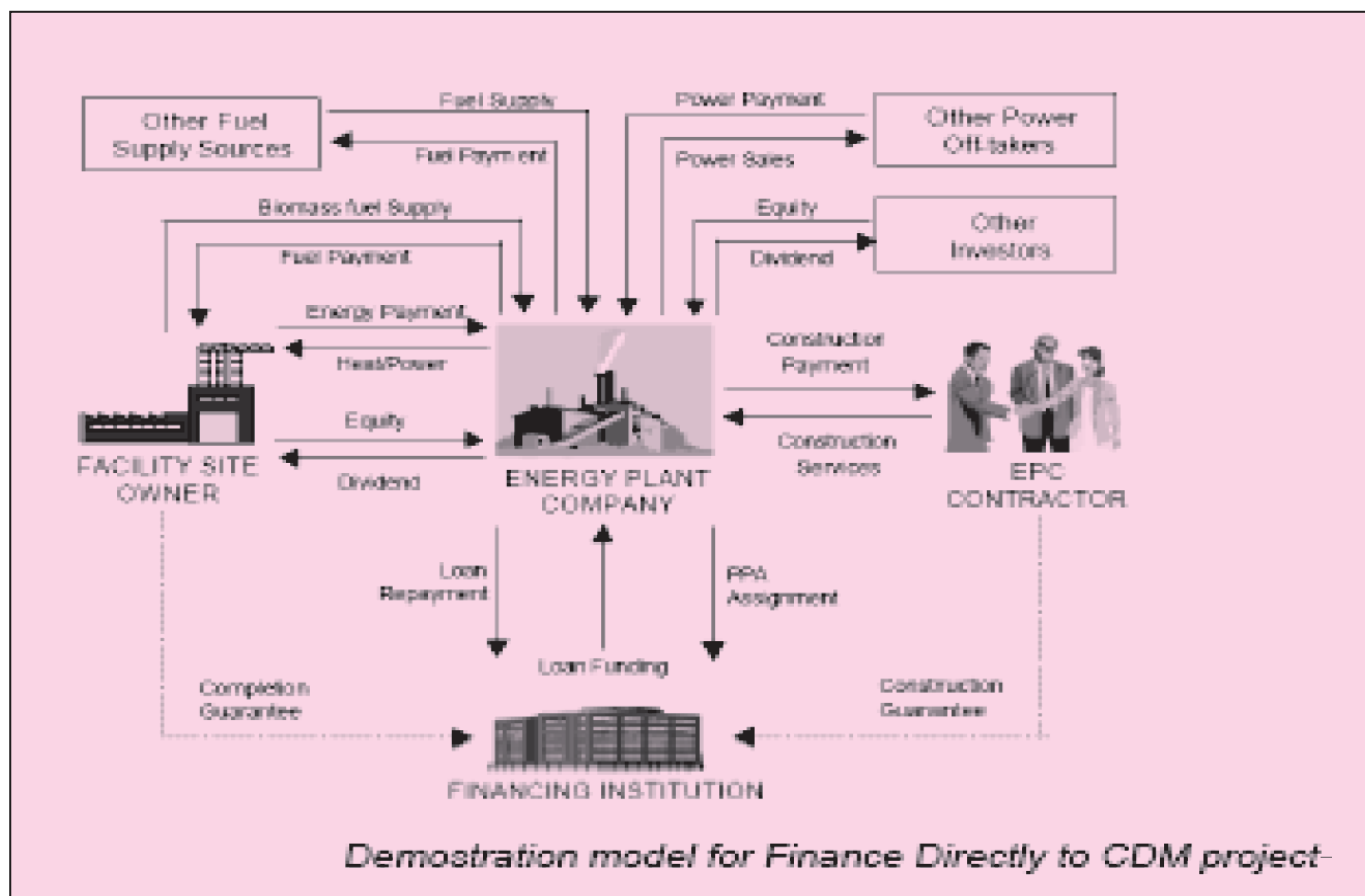
بر مبنای قرارداد منعقد شده حل و فصل می‌شود.

تأمین سرمایه پروژه‌های CDM

سرمایه لازم مؤسسات برای تأمین سرمایه پروژه‌های CDM از طریق بازارهای

جمع‌آوری شده توسط توسعه دهنده پروژه را براساس برنامه پایش، تأیید می‌کند.

لازم به ذکر است در پروتکل کیوتو هیچ قانون و قاعده استاندارد برای تصاحب و تسهیم مجوز در نظر گرفته نشده و این مسأله



شکل ۵: مدل مالی برای پروژه‌های CDM

شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- وضعیت قانونی تأمین کنندگان و بدهکاران سرمایه: تساوی حقوق در برابر بدهی مالی

- منشاء سرمایه: تأمین سرمایه داخلی در برابر تأمین سرمایه خارجی
- سررسید سرمایه (خارجی): کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت. برخی از بدهی‌ها دائمی است و موعد سررسید ندارد.

منابع خارجی تأمین مالی پروژه شامل سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، سرمایه‌گذاری عادلانه سهام، وام بانک‌های تجاری و وام دادن سهام می‌باشد.

مؤسسات و قوانین در حال توسعه مرتبط با CDM

تا ماه می ۲۰۰۴، ۵۷ کشور یک DNA [۴۸] کشور غیر ضمیمه عضو I و ۹ کشور عضو ضمیمه I (شامل EC) را انتخاب کرده‌اند. تقریباً تمامی این DNA ها در وزارت یا آژانس ملی محیط زیست قرار دارند. در مورد ایران نیز چنین روندی انتخاب شده است.

DNA ها علاوه بر ارزشیابی و تصویب پروژه‌های پیشنهادی CDM در داخل کشور، انتشار اطلاعات و ظرفیت سازی در مورد میزبان‌های محلی و تأمین کنندگان مالی ارزیابی فنی پروژه‌های پیشنهادی و توسعه و ترویج سرمایه‌گذاری CDM در کشور را برعهده دارند.

وضعیت سازوکار توسعه پاک در جامعه بین الملل در سال ۲۰۱۲ انواع پروژه های ثبت شده:

اغلب پروژه های CDM در زمینه استفاده از گازمحل دفن (Landfill)، جمع آوری و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، تولید توام برق و حرارت، تغییر سوخت، استفاده از انرژی های تجدیدپذیر (باد، خورشید، آب، زیست توده) برای تولید انرژی (برقابی، برق بادی، اجاق های خورشیدی)، بهینه سازی مصرف انرژی و صرفه جویی در مصرف سوخت ثبت شده اند (جدول ۱). در شکل ۱

توزیع پروژه های CDM ثبت شده با توجه به نوع فعالیت و هدف ارائه شده است.

میزان کاهش انتشار:

انتظار می رود با اجرای پروژه های CDM در کشور های میزبان، انتشار گازهای گلخانه ای کاهش یافته و در نتیجه CER ایجاد شود (جدول ۲). در شکل ۲ میزان CER سالیانه مورد انتظار از پروژه های ثبت شده در کشورهای میزبان ارائه شده است.

پروژه های کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس:

تعداد پروژه های کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس ثبت شده در سازوکار توسعه پاک تا ۱۴ می ۲۰۱۲، بالغ بر ۱۴۰۲ پروژه می باشد. پروژه های کوچک مقیاس ۴۲/۴۷ درصد از این سهم را به خود اختصاص داده اند (شکل ۳).

مکانیسم مالی سازوکار توسعه پاک:

انتقال منابع مالی در این سازوکار از مراحل زیر پیروی می نماید:

- بازنگری راهکارهای مختلف تامین مالی پروژه در سازوکار توسعه پاک و ایجاد هماهنگی بین توافقات دوجانبه یا چندجانبه مالی
- در توافقات دوجانبه مذاکراتی بین مشارکت کنندگان در سازوکار به طور مستقیم و یا از طریق واسطه انجام می گیرد.

- در توافقات چندجانبه، کشورهای عضو ضمیمه و بنگاه های خصوصی وابسته به آنها در پروژه های مرتبط با سازوکار توسعه پاک و یا صندوق های مربوط به فعالیت های سازوکار توسعه پاک سرمایه گذاری می کنند. مدیران این صندوق ها، CER های حاصل از اجرای پروژه را به سرمایه گذاران می فروشند. صندوق کربن بانک جهانی^۱، یکی از این توافقات چندجانبه است.

- مذاکره و ارزش گذاری CER. محدوده ارزش CER در بازارهای بین المللی یا برنامه

هایی مانند تجارت نشر تعیین می گردد.
- امضاء قرارداد مشتمل بر نحوه تخصیص CER، مشارکت در ریسک و ضمانت. در هر توافقنامه مربوط به سازوکار توسعه پاک میزان ریسک و مشارکت هر دو کشور میزبان و سرمایه گذار تعیین می گردد.

چرخه مالی در سازوکار توسعه پاک (مثال موردی):

این چرخه در شکل ۴ ارائه شده است. همچنین مدل مالی پروژه های CDM در شکل ۵ نشان داده شده است.

منابع مالی:

- سرمایه گذاری داخلی
- بخش خصوصی
- ۱- بانک ها
- ۲- بنگاه ها
- ۳- فروشندگان تجهیزات و شرکت های با ثبات (از لحاظ مالی)
- ۴- تبادل سرمایه (عرضه کنندگان و خریداران)
- بخش دولتی
- سازوکارهای پیشنهادی برای مسائل مالی توسعه پاک
- ۱- Grants استفاده از کمک های بلاعوض
- ۲- Leasing اجاره به شرط تملیک

باورقی

- 1- Certified Emission Reduction (US\$/Tone of CO₂)
- 2- The World Bank's Prototype Carbon Fund

پدیده تغییر اقلیم و کشاورزی: پیامدها و راه کارها

● دکتر یحیی پرویزی - استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

اهمیت پدیده تغییر اقلیم در سطح جهانی

تغییر اقلیم در عصر حاضر به عنوان مهمترین تهدید برای توسعه پایدار مطرح است، که به کشاورزی، منابع طبیعی، منابع پایه، محیط زیست، سلامت انسان، امنیت غذایی، فعالیت های اقتصادی و غیره آسیب می رساند. این پدیده، در اثر گرمایش جهانی ناشی از اثر گلخانه ای تشدید شده است. گرمایش جهانی، معلول تصاعد گازهای گلخانه ای نظیر گازکربنیک، متان، نیتروس اکسید و غیره به جو در اثر فعالیت های صنعتی و کشاورزی می باشد. به دلیل اهمیت موضوع تغییر اقلیم و خشکسالی، در مقیاس جهانی سازمان ها و کنوانسیون های گوناگونی فعالیت می کنند که از جمله می توان به کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات اقلیم (UNFCCC)، سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP)، هیات بین الدول تغییر اقلیم (IPCC)، شبکه اقدام آب و هوا (CAN)، مرکز تحقیقات تغییر اقلیم (CCRC) اشاره نمود. در برخی از کشورها نظیر استرالیا، وزارت تغییر اقلیم تاسیس شده است.

مجمع جهانی بشردوستانه (GHF)، با انتشار گزارشی در سال ۲۰۱۰ اعلام کرد که تشدید فزاینده اثرات تغییر اقلیم، موجب افزایش گرسنگی، بیماری و فقر می شود و با این ترتیب تا دو دهه دیگر، آمار تلفات سالانه ناشی از تغییر وضعیت اقلیمی به نیم میلیون نفر خواهد رسید. در این گزارش، عنوان گردیده که گرمایش زمین در حال حاضر سالانه زندگی ۳۲۵ میلیون نفر را تحت تاثیر قرار داده و بیش از نیم میلیارد انسان در آسیب پذیرترین مناطق جهان در برابر پیامدهای تغییر اقلیم، با خطر جدی مواجهند.

همچنین، برای مقابله با عواقب پدیده تغییرات آب و هوایی، برای نخستین بار با آوارگان اقلیمی روبرو خواهیم شد.

ابعاد و پیامدهای جهانی گرمایش زمین

میزان متوسط افزایش گرمی هوا در قرن بیستم تنها ۶/۰ درجه سانتیگراد بوده که این میزان تا پایان قرن بیست و یکم به حدود ۵ درجه افزایش خواهد یافت.

افزایش انرژی گرمایی خورشید در درون جو زمین، ضمن افزایش دمای اتمسفر، تبعات ثانویه ای را به دنبال دارد. تغییر و به هم خوردن نظم سیستم های اقلیمی و آب و هوایی یکی از این موارد است که خود می تواند پیامدهای بی شمار دیگری نظیر سیلاب های مهیب و خشکسالی های ویرانگر را به همراه آورد. از عوارض پیش بینی نشده پدیده گرمایش کره زمین تغییر زاویه انحراف گردش کره زمین نسبت به محور قطبین خود می باشد. این زاویه عامل اصلی ایجاد فصول

پیش بینی تغییرات شاخص های اقلیمی تا سال ۲۱۰۰

دما	بارندگی	سطح دریا
۴+ تا ۵ درجه	۵+ درصد	۵۰+ سانتی متر



سال در عرض های میانی و نیز تفاوت فصلی موجود در دو نیمکره آن است. این زاویه به مرور زمان و در اثر تعادل وزنی ناشی از یخچال های قطبی ایجاد شده است که با ذوب این یخچالها این زاویه مرتباً در حال تغییر است. لذا الگوهای اقلیمی در سطح زمین به سرعت بیشتری جابجا می شوند و تغییرات اقلیمی شتابان تر خواهد بود. افزایش دمای اتمسفر کره زمین موجب پسروی یخ های قطبی و ذوب شدن یخچال های دائمی موجود در هر دو قطب زمین است که می تواند بسیاری از خشکی های کم ارتفاع و جزایر را در آینده ای نزدیک به زیر آب ببرد.

نقش کشاورزی و عرصه های طبیعی در تغییرات اقلیمی

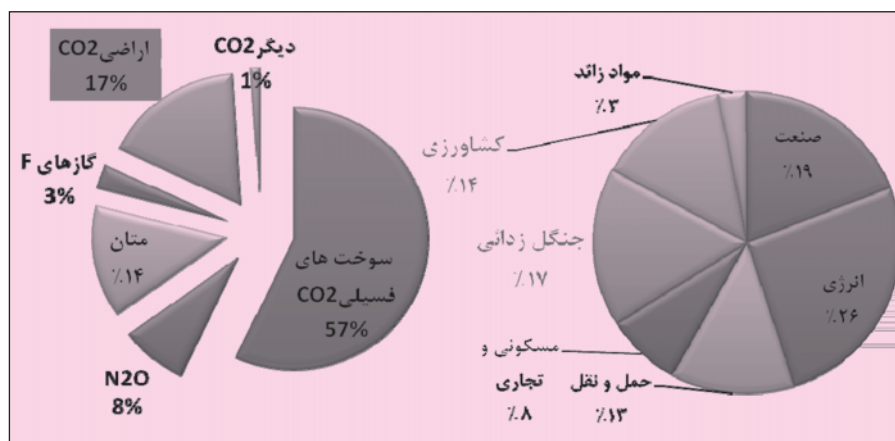
سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، بخش کشاورزی را مسوول یک سوم علل گرم شدن زمین و تغییر اقلیم معرفی نموده است. بخش کشاورزی و منابع طبیعی یکی از منابع اصلی تولید گازهای گلخانه ای می باشد. تخریب جنگلها و مراتع و تغییر کاربری، زهکشی مردابها، سوزاندن کاه و کلش، مکانیزاسیون و خاک ورزی غیرصحیح، الگوهای تناوبی غلط، افزایش احشام و کودپاشی با کودهای نیتروژنه، مهمترین فعالیت های کشاورزی است که باعث انتشار گازهای گلخانه ای می شود. در دهه ۱۹۹۰، زمین های کشاورزی مسوول انتشار ۱۵٪ از گازهای گلخانه ای بودند. اما اکنون، یک سوم از گازهای گلخانه ای منتشر شده به جو، معلول فعالیت های کشاورزی یاد شده می باشد. به طور کلی ۲۵ درصد از گاز گلخانه ای دی اکسیدکربن به سبب فعالیت های کشاورزی و تخریب منابع کربنی خاک و زیتوده حاصل می گردد. دو سوم متان از

پیامدهای تغییر اقلیم بر کشاورزی و امنیت غذایی

الگوهای کشاورزی ابتدا براساس اقلیم شکل گرفته‌اند. بخش کشاورزی به سبب تعاملات گسترده و مستقیم با محیط، بیشترین تاثیر را از فرآیند پدیده تغییر اقلیم می‌پذیرد. تا کنون توجه چندانی به تغییر اقلیم و مخاطرات آن در بخش کشاورزی نشده است و بیشتر تمرکز سازمان خوار و بار جهانی (FAO) بر تامین نیازهای غذایی جمعیت جهان و تقاضا برای منابع طبیعی، بویژه آب و زمین بوده است. تحت شعاع قرار گرفتن امنیت غذایی و گسترش فقر در جوامع کشاورزی از پیامدهای بارز و آشکار پدیده تغییر اقلیم در بخش کشاورزی است. در کشاورزی اولین تاثیر تغییر اقلیم بصورت مستقیم یا غیرمستقیم موجب کمبود آب شده و بدین ترتیب انتظار می‌رود در آینده سطح زیرکشت و عملکردها تغییر کند. این امر باعث به مخاطره افتادن امنیت غذایی در سطح جهان می‌شود.

کاهش میزان تولید محصولات کشاورزی در اثر سرمازدگی، تگرگ، یخ‌زدگی، خشکسالی، سیل، فرسایش، آب گرفتگی اراضی کشاورزی، تغییر فصل بارش و کاهش راندمان آبیاری از دیگر ابعاد و اثرات گرمایش جهانی در بخش کشاورزی و در سطح منطقه‌ای می‌باشند. همچنین تغییرات اقلیمی می‌تواند بر دوره رشد آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، سرعت معدنی شدن و قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، فصل رشد، فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه و کارکرد اکوسیستم‌های زراعی تاثیرگذار باشد. در برخی مناطق آب‌گرفتگی اراضی زراعی حاشیه رودخانه‌ها و بسیاری از مناطق ساحلی و جزایر، پیشروی آب شور به سفره‌های آب زیرزمینی شیرین مورد استفاده در بخش کشاورزی و شرب از تبعات دراز مدت تغییر اقلیم در سطح منطقه‌ای خواهد بود.

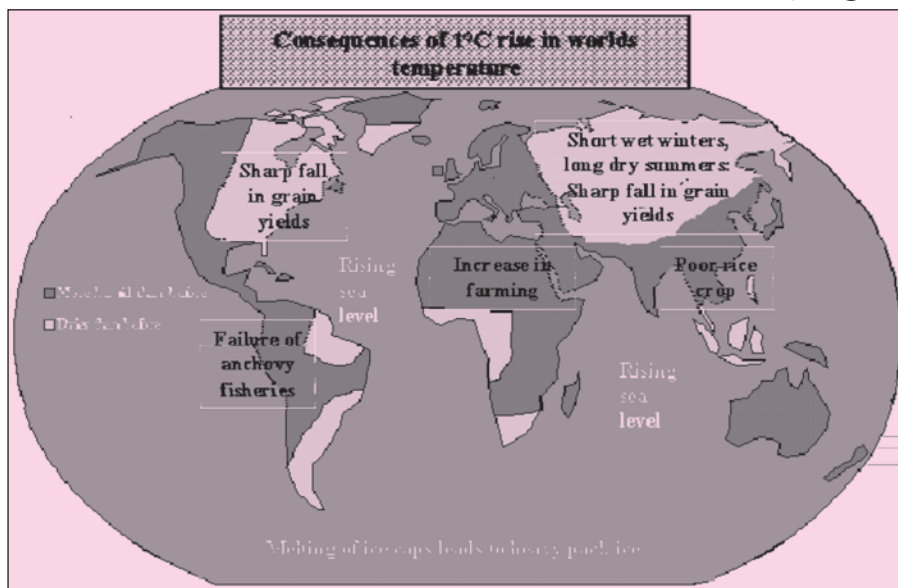
تغییرات آب و هوایی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، از منطقه‌ای تا منطقه دیگر، اثرات متفاوتی بر محصولات کشاورزی



نمودار ۱- سهم بخش‌های مختلف در تولید گازهای گلخانه‌ای (سمت راست) و سهم نسبی انواع گازهای گلخانه‌ای در پدیده گرمایش جهانی (سمت چپ) IPCC ۲۰۰۷

۳۱٪ از مجموع انتشار می‌باشد. منبع: IPCC Assessment reports ۴ (۲۰۰۷) مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که در طول ۱۰۰۰۰ سال گذشته که فعالیت‌های کشاورزی جریان داشته است، هر ساله به طور متوسط ۲۵/۳ میلیون تن از مخزن کربن آلی اراضی تلف شده که در ۳۰۰ سال اخیر این مقدار ۳۰۰ میلیون تن در سال بوده و در ۵۰ سال اخیر به ۷۶۰ میلیون تن در سال رسیده است. لذا حدود ۱۶ درصد از ذخیره اولیه کربن آلی خاک تا کنون تخلیه شده است.

نگهداری دامهای اهلی، آتش‌سوزیهای جنگل، کشت برنج در اراضی باتلاقی و زباله است. ضمن این که کشت و زرع به شیوه فعلی و استفاده از کودهای شیمیایی بالغ بر ۷۰ درصد نیتروس اکسیدها را ایجاد می‌نمایند. درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای به تفکیک نوع گاز و نوع فعالیت در نمودارهای زیر آورده شده است. بر این اساس دی‌اکسیدکربن بالاترین میزان انتشار را در بین گازهای گلخانه‌ای دارد و بخش تامین انرژی بالاترین سهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارد. مجموع سهم انتشار بخش جنگل و کشاورزی



تصویر ۱- پیامدهای افزایش دمای جهانی (به میزان یک درجه سانتی‌گراد) در مناطق مختلف جهان (IPCC ۲۰۰۷)



مناطق مختلف جهان نشان می دهد همانگونه که مشاهده می شود کشور ما و بیشتر عرصه های نیمه خشک و معتدل جهان در محدوده افت سریع عملکرد قرار دارند

بالا رفتن دما، خاک را نیز تحت تاثیر قرار می دهد به گونه ای که در شرایط اقلیمی گرمتر، احتمالاً سرعت تجزیه مواد آلی خاک نیز افزایش یافته و سبب ازدیاد واکنشهای دیگری نیز در آن می شود که بر قدرت باروری خاک تأثیرات نامطلوبی به جا خواهد گذاشت. بنابراین نیاز به افزایش مصرف کودهای شیمیایی جهت جبران این پدیده جلوگیری از افت عملکرد محصول، یکی دیگر از عواقب افزایش دما و غلظت گازکربنیک خواهد بود. افزایش مصرف کودهای شیمیایی تأثیر نامطلوبی بر منابع آب و کیفیت هوا دارد. با بالا رفتن میانگین دما، چرخه عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بین خاک، گیاه و اتمسفر، سریعتر می گردد. در مناطقی که این شرایط حکم فرما باشد، کاهش رطوبت خاک، موجب کاهش رشد ریشه و تجزیه مواد ارگانیک در آن و تشدید فرسایش بادی خواهد شد. همچنین مناطق حاره بارشهای موسمی بسیار سنگین و شدید خواهد شد و فرسایش در این مناطق افزوده می گردد.

با گرم شدن کره زمین، شرایط برای تکثیر و ازدیاد جمعیت حشرات مضر، مناسب خواهد شد. طولانی تر شدن فصل رویش گیاهان،

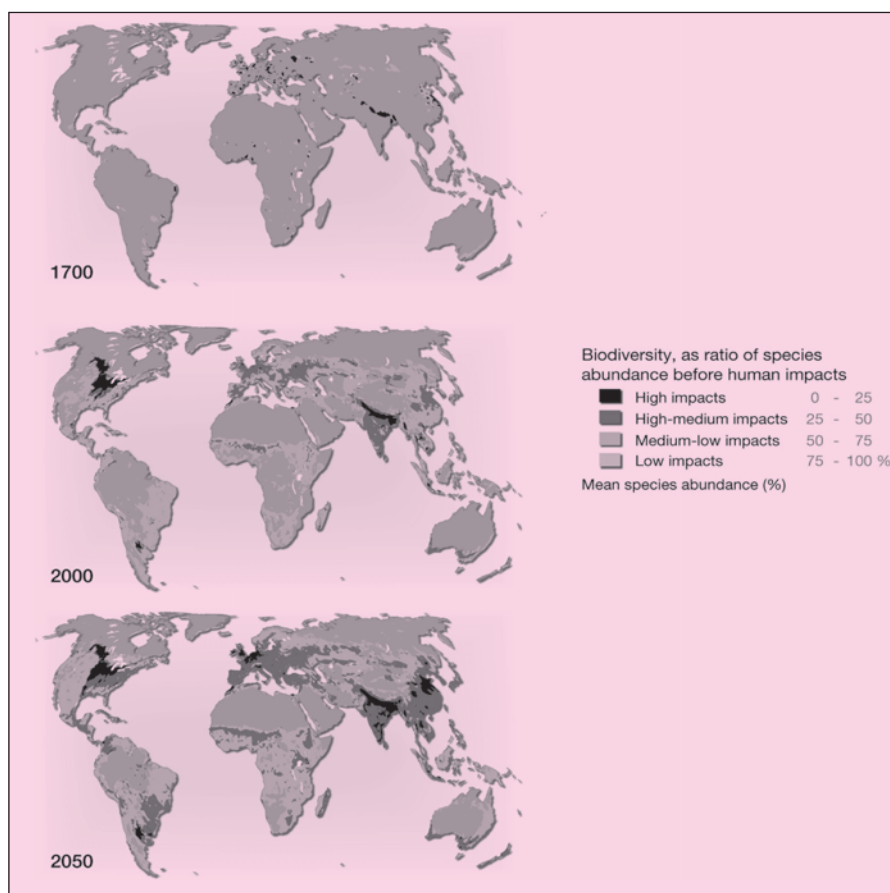
کند اما تولید مواد غذایی در بسیاری از نقاط با کم و نامنظم شدن بارش کاهش خواهد یافت. انباشتگی گازکربنیک در اتمسفر، موجب بسته شدن روزنه گیاهان و کاهش جذب این گاز و کمتر شدن تبخیر آب از این منافذ می شود. بنابراین در صورت اشباع اتمسفر از گازکربنیک، گیاهان زراعی احتمالاً آب کمتری مصرف نموده و هیدرات کربن بیشتری تولید می نمایند. این اثر دوگانه احتمالاً کارایی مصرف آب را بهبود می بخشد. در عین حال، افزایش دما، تغییر الگوی بارش و رطوبت خاک که ناشی از تغییر اقلیم می باشند، می تواند موجب تقویت یا خثی نمودن اثرات سودمند افزایش غلظت این گاز بر عملکرد فیزیولوژیک گیاهان زراعی گردد.

افزایش دما سبب دامن زدن به موضوع خشکسالی و تأثیر در اکوسیستمهای کشاورزی خواهد شد. با افزایش دما، تبخیر افزایش خواهد یافت و حتی اگر بارش بیشتر بشود زمین خشک تر خواهد شد. لذا حجم آبهای سطحی و زیر زمینی که آب مورد نیاز بخش کشاورزی را تامین می کنند، تقلیل می یابد. دیگر اثر مهم افزایش دما، تسریع فعالیتهای فیزیولوژیک گیاه و نتیجتاً تسریع در بلوغ و تکامل آن و در نتیجه کاهش عملکرد محصول می باشد. شکل زیر روند تغییرات در عملکرد محصولات زراعی را در اثر افزایش متوسط یک درجه ای دما در اثر گرمایش جهانی در

دارد. احتمالاً مناطقی که امروزه زیر کشت محصولات مختلف قرار دارند، دچار تغییر شده و فرم رشد، حیات و تنوع گونه ای موجود در اکوسیستمهای کشاورزی تحت تأثیر قرار گیرند. انتظار می رود در برخی نقاط دنیا، جریان آب رودها کاهش یابد و تا سال ۲۰۱۰ شاهد کاهش ۲۵-۵۰ درصدی زمینهای کشت آبی در این مناطق خواهیم بود. طبق پیش بینی سازمانهای جهانی، با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی موجود، انتظار می رود میانگین برداشت و تولید محصولات کشاورزی در پاکستان تا ۵۰ درصد افت کند. این در حالی است که طبق پیش بینی ها در صورت بهینه بودن شرایط وابسته به آب (هیدرولوژیک) تولید محصول در اروپا در همین مدت ممکن است تا ۲۵ درصد افزایش داشته باشد. بر اساس یک بررسی در دانشگاه آکسفورد، در دو دهه آینده، پدیده گرم شدن زمین می تواند بر عرضه مواد غذایی در بیشتر مناطق جهان، و در نتیجه قیمت محصولات پایه مانند نان، برنج و ماکارونی تأثیر بگذارد

تغییرات شاخص های اقلیمی و اثرات آن ها در بخش کشاورزی

افزایش گازکربنیک باعث افزایش درجه حرارت و رطوبت مطلق در لایه های هوای نزدیک سطح زمین می گردد. اگر چه دی اکسید کربن بیشتر باید رشد گیاهان را تشدید



تصویر ۲- روند تغییر در تنوع زیستی (فراوانی گونه‌ها نسبت به قبل) در مناطق جهان از ۳۰۰ سال پیش و پیش‌بینی تا سال ۲۰۵۰ متأثر از دخالت انسانی و تغییرات اقلیمی (IPCC ۲۰۰۹)

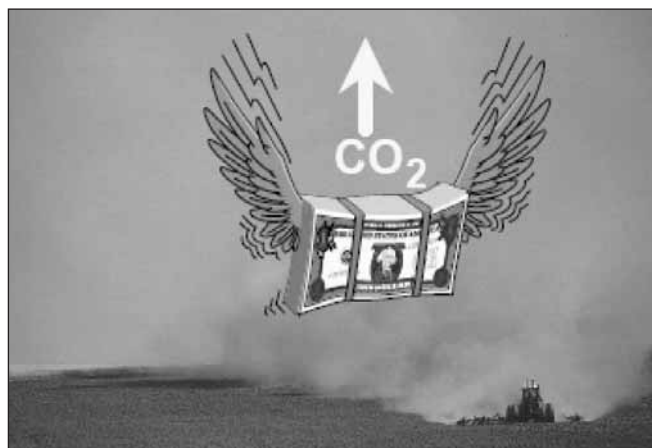
حشرات، باکتریها و قارچهای مولد بیماری، تغییراتی بوجود خواهد آورد. تغییرات دمایی موجب اختلال در زمان مناسب چرخه تکاملی حشرات و گیاهان میزبان شده که

دهد، گرم شدن زمین، موجبات تسهیل در این پدیده را فراهم می آورد و امکان طغیان آفات در فصول گرم سال را در این مناطق، افزایش می دهد. تغییر الگوی وزش باد نیز در انتقال

موجب می شود تا تعداد بیشتری از این گونه آفات مانند ملخ چرخه تولید مثلی خود را طی نمایند. در مناطقی که شدت سرمای زمستان، اجازه زمستان گذرانی لارو حشرات را نمی



تصویر ۳- گزینه‌های مدیریتی ناصحیح شخم در جهت شیب (سمت راست) و آتش سوزی بقایای گیاهی (سمت چپ) مؤثر در تخریب مخازن کربنی اراضی در تصاعد آنها به اتمسفر



تصویر ۴- خسارت جبران ناپذیر خاکورزی غیراصولی و تصاعد مخازن کربنی اراضی به اتمسفر

افزایش دما به ویژه در تابستان، افزایش میزان خشکی، تبخیر و تعرق، وزش بادهای گرم و سوزان و کاهش پوشش گیاهی می‌باشد. همچنین این نوسانات اقلیمی، موجب طغیان جانوران، حشرات و آفات به برخی سرزمین ها شده است که سیر قهقرایی محیط زیست را به همراه داشته است. احتمال می رود در اثر تغییرات اقلیمی به دلیل افزایش محدودیت‌ها، سازگاری گونه‌های گیاهی و جانوری در اکوسیستم‌ها تغییر کرده و نیز با افزایش شیوع گونه‌های مهاجم، افزایش خطر انقراض گونه‌های آسیب‌پذیر و نابودی زیستگاه‌ها، تنوع زیستی

موجب اختلال در ارتباط متقابل این دو دسته از موجودات خواهد شد. بنابر این نیاز به استفاده از آفتکشها و سموم در این شرایط افزایش یافته و لزوم توسعه روشهای مبارزه تلفیقی، بسیار جدی تر خواهد شد. خشکسالی‌های ناشی از تغییر اقلیم، علاوه بر افت منابع آب، موجب افزایش میزان آب مورد نیاز گیاه می‌شود. تنش آبی طی دوره گلدهی، گرده افشانی و دانه‌بندی، برای اغلب محصولات زراعی بسیار مضر است. افزایش تبخیر از خاک و افزایش تعرق در گیاهان نیز باعث ایجاد تنش آبی خواهد شد. با خشک‌تر شدن شرایط اقلیمی، نیاز آبی برای آبیاری نیز افزون خواهد شد و رقابت میان مصرف آب برای کشاورزی و تامین آب شرب، تشدید می‌شود. سطح سفره های آب زیرزمینی پایین رفته و هزینه عملیات آبیاری، بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، با افزایش همراه خواهد بود.

اکوسیستم‌ها تغییر یابد. افزایش احتمال وقوع آتش سوزی و فرسایش آبی و بادی در جنگلها، مراتع و بیابانها و همچنین بروز اختلالاتی در روند زایش طبیعی و میزان تولید در آنها، نابودی تنوع زیستی گیاهی و جانوری که توانایی سازگاری با وضعیت جدید را ندارند. شکل زیر روند تغییرات در تنوع زیستی را در مناطق مختلف جهان در اثر تغییرات اقلیمی و تصرفات انسان در محیط زیست از ۳۰۰ سال پیش تا ۵۰ سال آینده را نشان می‌دهد

راهکارهای مقابله با فرآیند تغییر اقلیم در بخش کشاورزی
همه روزه، هزاران تن از گازهای گلخانه‌ای



تصویر ۵- نمونه‌ای از آگروفارستری در شمال غرب ایران (ارومیه)

پیامدهای تغییر اقلیم بر عرصه‌های طبیعی و محیط زیست

تاثیر تغییرات اقلیمی بر عرصه‌های منابع طبیعی و بویژه محیط زیست بسیار پیچیده و متعدد است. بسیاری از این پیامدها تا کنون توسط بشر لمس گردیده و شناخته شده می‌باشند. بسیاری دیگر از این تبعات ناشناخته می‌باشند. بیابان‌زایی که معلول تغییرات اقلیم است ناشی از کاهش میزان بارندگی و رطوبت،



تصویر ۶- آتش سوزی بقایای گیاهی به عنوان منبع انتشار گازهای کربنی (سمت راست) و جمع آوری و استفاده بهینه از آن به عنوان گزینه تجارت کربن (سمت چپ) راست در مناطق نیمه خشک

و در اقیانوس، خاک و محیط اطراف ما با وضع رضایت بخشی روبرو خواهند بود. اما حیات در مقیاس رؤیت پذیر آن، برای انطباق با تغییرات اقلیمی با مشکل مواجه خواهد بود. مهاجرت راه دیگری برای انطباق با تغییرات اقلیمی باشد، اما در عین حال ممکن است مشکلات جدیدی را هم به وجود آورد. شاید مردمان و گونه‌های خاصی از جانوران بتوانند از طریق مهاجرت خود را با شرایط جدید انطباق دهند، اما وقتی جمعیت‌های زیاد انسانی، جانوری و گیاهی تغییر مکان دهند، توازن طبیعی فعلی در مکان و زمان مختل شده و تبعات ناشناخته و هولناکی پیش روی خواهد بود. همچنین، این راهکار برای انسانها به دلیل موانع جغرافیای سیاسی زیاد، با اشکال زیاد مواجه است.

کشاورزی طبیعت‌مدار و تکنیک‌ها و الزامات آن از ساز و کارهای معرفی شده برای مقابله و نیز سازگاری با پدیده تغییر اقلیم در بخش کشاورزی می‌باشد. این شیوه به عنوان سیستم و رهیافتی استراتژیک برای مدیریت عرصه‌های کشاورزی قابلیت طرح و اجرا را دارد. این سیستم علاوه بر آنکه پایداری نظام تولید و سلامت بشر را تضمین می‌کند به عنوان ابزاری مهم جهت مقابله با پدیده

مقابله، نسبت به سازگاری سیاست مؤثرتری است. چرا که، سازگاری با وقوع تغییرات اقلیم، ممکن است موجب دگرگونی‌های اساسی حیات بر روی کره زمین شود. در صورت عدم مقابله با این پدیده، بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری شاخص و ارزشمند که ارزش حیاتی برای تداوم حیات نسل بشر دارند، از بین خواهند رفت و در این میان گونه‌های کم ارزش‌تر و شاید گونه‌های مضر برای حیات انسان، فرصت گسترش خواهند یافت. در حالی که، اگر بخواهیم سیاست مقابله با تغییر اقلیم را پیشه سازیم، چنین مخاطراتی را پیش روی نخواهیم داشت. برای حفظ ثبات جو، یا باید تغییر ترکیب اتمسفر را متوقف یا تعدیل کنیم و یا خود را آماده پذیرش تغییراتی کنیم که جامعه بتواند خود را با تغییرات اقلیمی انطباق دهد.

راه‌های متفاوتی برای سازگاری یا انطباق وجود دارد. انطباق ژنتیکی یکی از این راه‌هاست. اما انطباق ژنتیکی به مدتی زمان نیاز دارد تا عملی شود. میکروارگانیسم‌ها، به دلیل دگرگونی‌های نسلی می‌توانند در زمان‌بندی متناسب با وقوع تغییرات اقلیمی، خود را با شرایط جدید وفق دهند. لذا احتمالاً این موجودات وارثان کره زمین خواهند بود

توسط هزاران فعالیت که بوسیله بشر در سطح کره زمین انجام می‌شود، به جو کره زمین اضافه می‌شود. اکنون که شناخت بیشتری از تغییرات اقلیمی و عوامل آن نظیر چگونگی انتشار آلاینده کربن را داریم، بهتر می‌توانیم درباره راه‌های مقابله و کنترل آن و همچنین سازگاری با این شرایط بحث کنیم. تمدن، همزمان با تثبیت شرایط اقلیمی و حدود ۶۰۰۰ سال قبل ظهور کرد. این زمانی بود که تمدن‌های بزرگ در اطراف رودهای دجله و فرات و رود نیل شکل گرفتند. بنابراین اساس تمدن بشر بر پایه ثبات اقلیمی استوار است. و اکنون بنیاد این ثبات با انتشار گازهای گلخانه‌ای و ایجاد تغییرات جو به مخاطره افتاده است. حال آیا برای حل این معضل باید با این پدیده مقابله نمود یا چاره‌ای جز سازگاری با آن نیست؟

۱- مقابله یا سازگاری

مقابله با پدیده تغییر اقلیم دارای الزاماتی ملی و بین‌المللی است. همچنین سازگاری با تبعات منفی تغییر اقلیم از موضوعات مهمی است که در کنوانسیون تغییر اقلیم به آن توجه شده است و کشورهای توسعه یافته متعهدند با حمایت‌های مالی و تکنولوژیک، کشورهای آسیب‌پذیر را حمایت نمایند. در دراز مدت،



تصویر ۷- نمونه های تخریب مخازن کربنی اراضی (سمت راست) و یا ترکیب کربن از طریق افزایش تولید بیوماس (سمت چپ) در عرصه های زراعی

تغییر اقلیم در بخش کشاورزی و منابع طبیعی مطرح است.

۲- کشاورزی طبیعت مدار

همانگونه که عنوان شد، اعمال روشهای کشاورزی طبیعت مدار، رکنی عملی جهت مقابله با پدیده تغییر اقلیم و اصلاح اثرات تغییرات اقلیمی است. امروزه در دنیا انواع مختلف کشاورزی های طبیعت مدار، نظیر کشاورزی اکولوژیک، کشاورزی آلی، کشاورزی پویا یا بیودینامیک، کشاورزی طبیعی و کشاورزی زیست شناسی، جایگزین کشاورزی معمولی یا مکانیزه شده است. این سیستم های کشاورزی از دو طریق بهینه سازی مدیریت و ترسیب کربن توانایی کاهش نشر گازهای گلخانه ای و اصلاح تغییرات اقلیمی را دارد.

۲-۱- بهینه سازی مدیریت

در این سیستم کشاورزی، اقدامات مدیریتی کاهش ۳۰ تا ۷۰ درصدی مصرف سوخت های فسیلی، پیشگیری از تجمع کود، افزایش حاصلخیزی خاک از طریق کود ارگانیک، کشت بقولات، تناوب محصولات زراعی، آیش، استفاده از خاک ورزی حفاظتی، تغییر رژیم غذایی نشخوار کنندگان و بهبود کیفیت علوفه و مدیریت بقایای محصول

اعمال می شود. این عملیات، ضمن حفظ توان باروری اجزاء اکوسیستم کشاورزی، از هدررفت مخازن کربنی بیوسفر و تصاعد آنها به جو و در نهایت بروز تغییرات اقلیمی جلوگیری می شود.

روشهای کاهش انتشار در کشاورزی طبیعت مدار

۱- مدیریت پوشش گیاهی و جایگزینی کود ارگانیک به جای کود نیتروژنه که باعث انتشار مقادیر زیادی اکسید نیتروژن می گردد.
۲- تناوب محصولات زراعی: تناوب مناسب و متشکل از آیش و محصولات با حجم ریشه زیاد و همچنین گیاهان خانواده بقولات ضمن حفظ توان باروری خاک و کیفیت محصول، مصرف کودهای نیتروژنه را کاهش داده و در حفظ مخزن کربن آلی خاک و همچنین ترسیب آن خاک موثر است. تنوع گیاهان باعث افزایش مقادیر عناصر ضروری خاک می گردد و نیاز به کودپاشی را کاهش می دهد. در بررسی های صورت گرفته، مشخص شد که اولاً مقدار دی اکسید کربن در بیوماس سطح فوقانی خاک، بیشتر از بیوماس ریشه می باشد و ثانیاً پتانسیل جذب کربن در کشت ارگانیک دو برابر کشاورزی

رایج بوده است

۳- خاک ورزی حفاظتی: عملیات غیر صحیح خاک ورزی مهمترین چالش برای تخریب باروری خاک و تجزیه کربن آلی موجود در خاک در اراضی زراعی است. نوع ادوات خاک ورزی و نحوه خاک ورزی بایستی متناسب با سیستم و نوع کشت و ویژگیهای فیزیکی و اقلیمی منطقه انتخاب شود. لحاظ کردن این مفاهیم در خاک ورزی مفهومی تحت عنوان خاک ورزی حفاظتی را وارد ادبیات کشاورزی طبیعت مدار نموده است. خاک ورزی حفاظتی روشی است که در آن میزان شخم به صفر یا کمترین مقدار می رسد در نتیجه کربن کمتری اکسیداسیون شده و وارد جو می گردد این روش با استفاده از پوشش زیستی خاک انجام می شود. این پوشش باعث حفاظت سطح خاک در برابر آفتاب، باد و باران، افزایش مواد آلی خاک و تغذیه میکروارگانیسم ها می گردد.

۴- آگروفارستری: آگروفارستری سیستم مدیریتی است جهت ترکیب درختان با کشتزارها که در اراضی کشاورزی انجام می شود. آگروفارستری در تمام اقلیم اجرا شده است اما بیشترین تاثیر را در نواحی گرمسیری و مرطوب گرمسیری داشته است.

۵- مدیریت بقایای گیاهی:

مدیریت بقایای محصول یک فرآیند به اصطلاح برد-برد است که در آن، ضمن برگشت بخشی از منابع معدنی برداشت شده از خاک و حفظ توان باروری خاک نیاز به مصرف نهاده یا کود تقلیل یافته و همچنین باعث می‌شود بخشی از منابع کربن وارد چرخه کربن در خاک شده و ماندگار شوند.

۲-۲- ترسیب کربن

راهکارهای تکنولوژیکی جهت اصلاح تغییرات اقلیمی، صرفاً معطوف به کاهش تولید دی‌اکسید کربن بوده و محدود به توسعه انرژی‌های نو و تلاش برای شناسایی منابع انرژی غیرکربنی می‌باشند. تنهی راهکار شناخته شده که به کاهش کربن اتمسفری و اصلاح وضع موجود کمک می‌کند، عبارت است از ترسیب کربن توسط جنگل‌ها، مراتع، توده‌های جنگل‌کاری شده و خاک است. گیاهان سبز کربن اتمسفر را از طریق فتوسنتز ترسیب می‌کنند. آنها دی‌اکسید کربن هوا را می‌گیرند، اتم‌های کربن و اکسیژن آن را جدا می‌کنند، اکسیژن را به اتمسفر برمی‌گردانند و از کربن برای تولید بیوماس به صورت ریشه، ساقه، شاخه و برگ استفاده می‌کنند. ترسیب کربن ناشی از تعادلی است که بین مراحل مختلف چرخه کربن در بیوسفر و پدوسفر از جمله فتوسنتز، رشد گیاه، تراکم و انباشت کربن در خاک‌ها و انتشار کربن ناشی از تنفس اندام‌های زنده، تجزیه میکروبی لاشبرگ، اکسیداسیون کربن آلی خاک و تخریب زمین صورت می‌گیرد.

ترسیب کربن عبارتست از توانایی گیاهان و خاک برای جذب دی‌اکسید کربن از اتمسفر و ذخیره آن در گیاه و خاک. از آنجا که مقصد نهائی ترسیب کربن به صورت پایدار در خاک می‌باشد لذا به تعریفی دیگر، ترسیب کربن در خاک را به صورت افزایش غلظت یا ذخیره مواد آلی خاک و در مرحله بعد کربناتهای خاک تعریف می‌نمایند. کربن پس از حبس شدن در بیوماس گیاهی پس از طی مراحل تجزیه و تخریب به ترتیب وارد لاشبرگ

و بقایای مرده گیاهی و در نهایت به شکل دائمی تری در داخل ترکیبات آلی خاک فشرده شده و جزئی از ساختار خاک می‌گردد.

در این فرآیند عوامل متعددی دخیل می‌باشند که به طور کلی می‌توان آنها را در دو دسته عوامل فیزیکی و مدیریتی دسته‌بندی نمود. عوامل فیزیکی را می‌توان به سه دسته عوامل خاکی، اقلیمی و هندسه زمین تقسیم نمود. کنترل این عوامل مشکل و بسا غیرممکن است. لذا در مدیریت ترسیب کربن فقط عوامل مدیریتی در کنترل بشر می‌باشند. به دلیل آنکه قسمت اعظم کربن ترسیب شده در خاک قرار دارد، کربن آلی خاک نقش مهمی در فرآیند ترسیب دارد. فرایند فرسایش و تخریب فیزیکی و شیمیایی خاک موجب هدررفت کربن می‌گردد و هرگونه عملیات بیولوژیکی و مکانیکی که مانع سیر قهقراپی خاک و گیاه شده و منجر به احیاء پوشش گیاهی شود، قطعاً گام مثبتی در جهت مدیریت ترسیب کربن خواهد بود.

تغییر کاربری اراضی از طریق افزایش نسبت انتشار کربن، اثرات قابل ملاحظه‌ای بر چرخه جهانی کربن دارند. منابع طبیعی علاوه بر آنکه بستری برای ذخایر ژنتیکی کره خاکی هستند، دارای سه نقش اساسی کاهش وقوع سیل، ذخیره‌سازی انرژی بصورت کربن و بهبود کیفیت هوا از طریق ترسیب کربن می‌باشند. با اعمال شیوه‌های مدیریت اراضی در عرصه اکوسیستم‌های طبیعی، کربن از طریق ذخیره شدن در بیوماس گیاهی و مواد آلی خاک ترسیب می‌گردد. ترسیب کربن اتمسفری در اراضی و بخش کشاورزی از دو طریق مدیریت خاک در مزرعه و توسعه بیوماس و کشت گیاهان خشی با تکنیکهای متفاوت و منطبق با شرایط حاکم بر سیستم‌های کشت و کشاورزی در هر منطقه اقلیمی ممکن می‌باشد. این شیوه مدیریتی علاوه بر ترسیب منابع کربنی گازهای گلخانه‌ای اتمسفر، موجب ارتقاء باروری و کیفیت خاک و در نهایت تولید محصول می‌گردد. همچنین، بدیهی است محصول چنین ساز و کار مدیریتی

ارتقاء بهره‌وری منابع آب و خاک و بهبود وضعیت معیشتی بهره‌برداران خواهد بود.

منابع

- 1- FAO Corporate Document Repository. 2006. Carbon sequestration in dryland soils. <http://www.fao.org/docrep/007/y5738e/y5738e05.htm#TopOfPage>
- 2- World Bank Regional Grouping Of Countries. 2009. Climate Change Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. IFPRI. Washington, D.C.
- 3- IPCC Assessment Report 4 (2007) Summary of Policymakers
- 4- Kotschi, J., and K.S. Muller. 2004. The Role of Organic Agriculture in Mitigation Climate change: A Scoping Study, IFOAM
- 5- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma 123: 1–22
- 6- Lal, R., 2008. The Role of Soil Organic Matter in the Global Carbon Cycle. Soil and Environ. Pollut. 116, 353–36
- www.climate-change.ir
- 7- <http://www.greenpeace.org/~climate>
- 8- http://www.cast-science.org/cast/src/cast_top.htm
<http://www.colorado.edu/hazards>
<http://www.zianet.com/irc1/bordline>
- 9- http://www.grida.no/_res/site/file/publications/FoodCrisis

تغییرات اقلیمی و آثار آن در بخش کشاورزی

دیدگاهی در مورد برخی علائم و آثار احتمالی تغییرات اقلیمی در کشور

● کاوه حاتمی - کارشناس سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر محیط زیست و توسعه پایدار

مقدمه

کره زمین با تغییر اقلیم بیگانه نیست و طی ۶۵۰۰۰ سال گذشته بیش از ۷ مرتبه پدیده عصر یخی تشکیل گردیده و سپس یخها آب شده اند که آخرین مورد آن به ۷۰۰۰ سال قبل برمیگردد و مصادف است با شروع مدنیت در بین جوامع بشری. تغییر در مدار حرکتی زمین و دریافت انرژی ناکافی از خورشید جزو دلایل اصلی این ۷ مرتبه عصر یخی برشمرده میشوند. در حال حاضر نیز داده های جمع آوری شده از منابع مختلف حاکی از وقوع دوباره پدیده تغییرات اقلیمی است. هر چند تغییرات آب و هوا یک پدیده طبیعی و اجتناب ناپذیر بوده اما عوامل مختلفی در سرعت این پدیده تأثیر می گذارند عوامل طبیعی نظیر پرتوها و انفجارات خورشیدی و یا بهم خوردن ترکیبات موجود در اتمسفر زمین و یا بر اثر فعالیتهای بشری نظیر فعالیتهای کشاورزی.

تغییر آب و هوا به چه معنی می باشد؟

تغییر آب و هوا به معنی بروز تغییر در خواص شناخته شده وضعیت آب و هوایی یک منطقه که تحت عنوان اقلیم شناخته می شود، می باشد که می تواند هم در کوتاه مدت و یا در دوره ای بلند مدت چند میلیون سال آثار خود را نشان دهد. که البته دوره رخ داد این پدیده از دید سازمان جهانی هواشناسی (WMO) طی هر ۳۰ سال میباشد و اندازه گیریها نشان داده که دمای سطح کره زمین طی ۱۰۰ سال گذشته حدود ۰٫۶ سانتیگراد افزایش یافته که همین میزان افزایش اندک سبب رخدادهای بسیاری گردیده (۲) و

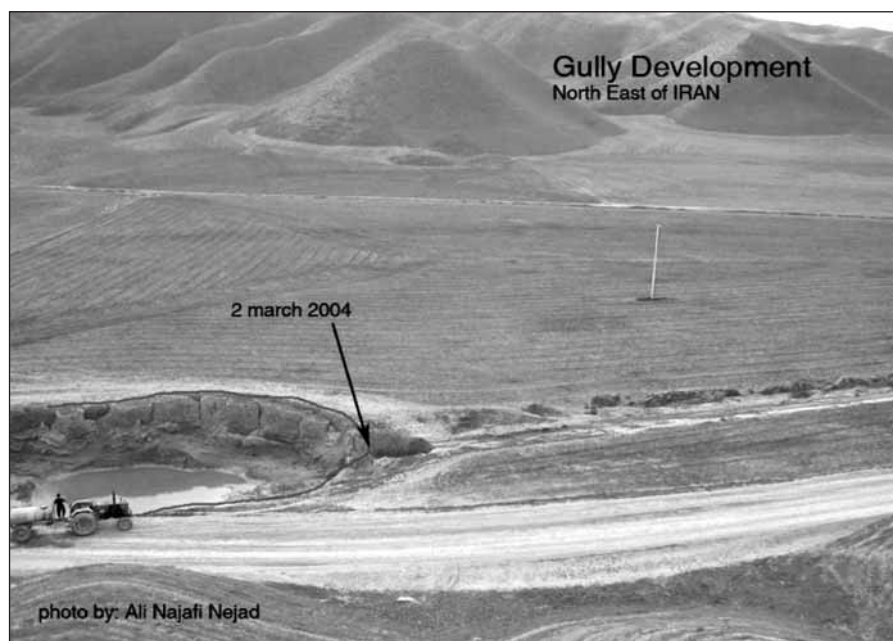
گرفته ميبايست مطابق با واقعيتهاي پيراموني مورد بازيابي قرار گيرند. توليد غلات چون برنج و گندم با افزايش سطح زير کشت يا افزايش توليد و مصرف چون گوشت قرمز جزو منابع افزاينده انتشار گازهاي گلخانه اي و بويژه متان هستند توان آلاينده اي آن ۲۱ برابر دي اکسيد کربن است و افزايش سطح انتشار گازهاي گلخانه اي سبب افزايش دماي زمين و بهم خوردن ريتم چرخه هاي طبيعي چون رطوبت و بارش و وقوع خشکساليهاي بي دربي و تشکيل دور باطلي مي شود که حاصل نهايي آن تهديد امنيت غذايي کشور و مهمتر از آن تهديد منابع پايه خاک و آب کشور است.

در حوزه ديگر تامين غذاي کشور ياد آوري مي گردد که از مجموع ۱۵۰۰ ميليون هکتار اراضي فارياب جهان که ۴۰ درصد غذاي جهان را تامين ميکند، ۷ ميليون هکتار در ايران (پنجم در دنيا) وجود دارد که ۹۸ درصد غذاي کشور از آنها بدست مي آيد اين موضوع را بايد در کنار محدوديت شديد منابع آب و خاک و تاثيرات ناشي از تغييرات آب و هوا را که به شکل نابودي منابع آب و خاک با سرعتي بالا ظهور يافته را مي بايست افزود. (۵)

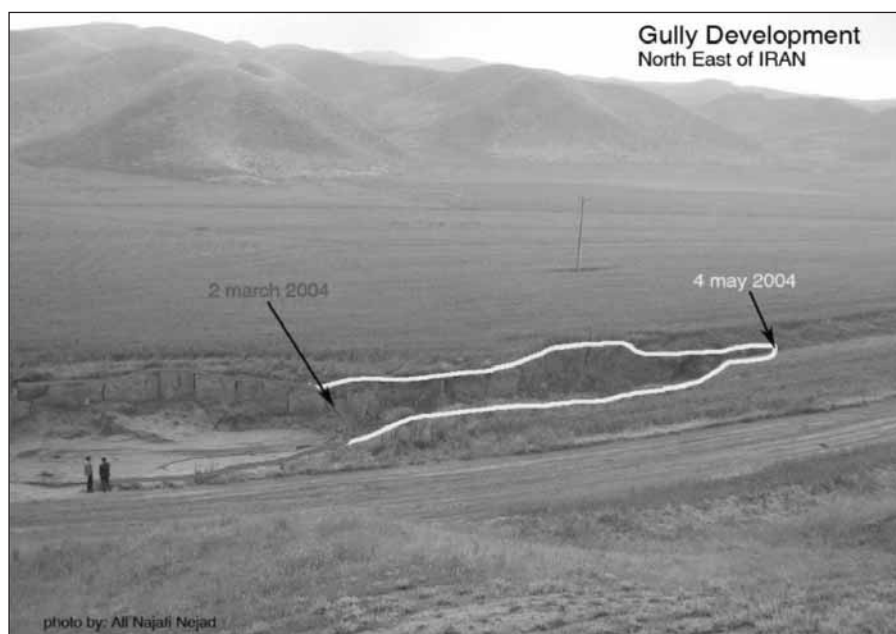
از ديگر عوارض منفي تغيير آب و هوا سرعت بالاي وقوع آن است. تنوع زيستي ساکن هر اقليم بر پايه آب و هوا آن اقليم خود را با محيط سازگار نموده اند. حال اگر اين سازگاري بهر دليلي تهديد شود رفتارهاي متنوعي براي سازگار شدن با شرايط جديد مشاهده مي گردد از قبيل مهاجرت، تغيير در الگوي شکار و تامين غذا تا بروز تغييرات

گازهايي چون دي اکسيد کربن، متان و دي اکسيدنيتروژن که بعنوان گازهاي گلخانه اي معرفي شده اند، طی ۵۰ سال روند گرم شدن کره زمین را شدت بخشیده اند و حجم گازهای تولید شده در دوره یک ۵۰ ساله، معادل ۱۰۰۰۰ سال فعالیت عادی زمین بوده است (۱) و نقش بخش کشاورزی در این بین ۱۵ درصد است اما آسیب پذیری آن از پدیده تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی کره زمین مهمترین چالش بشری است به این دلیل که تداوم بشر وابسته به غذا و منابع طبیعی است و آسیب به کشاورزی در سه سطح ژن، گونه و اکوسیستم به معنی اختلال مستقیم در کیفیت حیات بشری است که فاکتورهای نظیر جا و مکان مورد آسیب پذیر در تمام نقاط دنیا می توانند باشند و نقطه ای در جهان را نمی توان یافت که از این قاعده مستثنی باشد وقوع موج گرما در اروپا در سال ۲۰۰۳، که به مرگ دهها هزار نفر انجامید (۲) وقوع طوفان کاترینا در آمریکا که با خسارات جانی و مالی هنگفتی همراه بود و یا وقوع سرمای کم سابقه در ۱۳۸۶ که به خسارت فراوان به باغهای انار ساوه منجر شد که معکوس آن نیز رخ داد و بعلت نبودن سرمای کافی برای پياز زعفران قيمت آن در سطح جهان افزايش يافت از مثالهاي هستند که آسیب پذیری در مقابل پدیده تغییرات آب و هوایی را آشکارتر می نماید. (۳)

این تجربیات نشان میدهد روشهایی که تاکنون برای مقابله با گرسنگی، فقر زدایی و یا افزایش سطح رفاه جامعه کشاورزی بخصوص کشاورزان کم درآمد و... در سطوح ملی، منطقه ای و جهانی مورد استفاده قرار می



شکل ۱: استان گلستان



شکل ۲: همان نقطه پس از دو ماه

توضیح تصویر: خاک منطقه مشخص شده معادل ۳۲ کامیون ۱۰ تنی در مدت ۲ ماه دچار فرسایش شده است و برای تشکیل هر سانتیمتر خاک حاصلخیز قرن‌ها وقت مورد نیاز است.

حال ایران نیز می‌گردد، کشور متحمل بار مالی فراوانی خواهد شد که امری بسیار هزینه بر است.

و دوم اینکه بازارهای مهم تجارت مواد غذایی در سطح جهان، در حال پیش گرفتن

گلخانه ای به شمار می رود که در صورت تداوم این وضعیت دو سناریوی نامناسب را می توان پیش بینی نمود: نخست اینکه با پذیرش تدریجی تعهدات از سوی کشورهای عضو کنوانسیون تغییر آب و هوا که شامل

فیزیولوژیک و مورفولوژیک متنوع در ارگانیسمهای مختلف. اما این وقتی ممکن است که فرصت تطبیق پذیری وجود داشته باشد و اگر این فرصت بهر دلیلی سلب گردد نتیجه آن بروز انقراض در سطوح مختلف ژن، گونه و اکوسیستم است که بخصوص در حوزه دام و شیلات قابل پیش بینی است. بهترین مثال برای بیان موضوع دایناسورها و ماموتها هستند که هر دو تحت تاثیر پدیده تغییرات اقلیمی سرد شدن و گرم شدن زمین متقرض شدند و به ایندو باید فهرستی از گونه های دیگر آبرزی و خشکی زی که در حال حاضر دیگر وجود ندارند را افزود. به سخن دیگر کاهش تنوع زیستی که این کاهش منجر به کاهش کیفیت حیات بشری می گردد، که حاکی از امکان تکرار این وضعیت است بعنوان نمونه در داخل کشور و تولید گوشت قرمز، گاو و شتر در برابر تغییرات اقلیمی بیشترین تطبیق پذیری و دامهای بز و گوسفند نرخ آسیب پذیری بالایی دارند که به معنی امکان حذف گوشت بز و گوسفند از سبد غذایی مردم است که اگر تغییرات اقلیمی بتواند گونه مقاومی نظیر بز را حذف کند مسلما در دیگر حوزه های نظیر شیلات و تولید ابریان سردابی و یا در حوزه جنگل و مرتع (با احتمال خسارت به ۸۰۰ گونه حساس گیاهی) (۱) و (۴) کل صنعت دامپروری و مرتعداری با چالش مواجه می شود که به مفهوم کاهش تنوع غذایی، از دست رفتن فرصتهای شغلی و فشار مضاعف بر دیگر منابع و به عبارت بهتر تهدید امنیت غذایی و شغلی در کشور میگردد. در حال حاضر مجموع خسارات وارده به بخش کشاورزی و دامپروری در ایران از محل تغییرات اقلیمی طی سالهای ۱۳۸۰-۱۳۷۷ به بیش از ۵ میلیارد تومان برآورد گردیده است. (۵)

جدای از تمامی مسایل موجود که ذکر شد و ملی محسوب می گردند، در عرصه بین الملل نیز مشکلاتی را نیز برای کشور بوجود خواهد آورد؛ در حال حاضر ایران جزو ۱۰ کشور نخست تولید کننده گازهای



شکل ۳: شور شدن اراضی

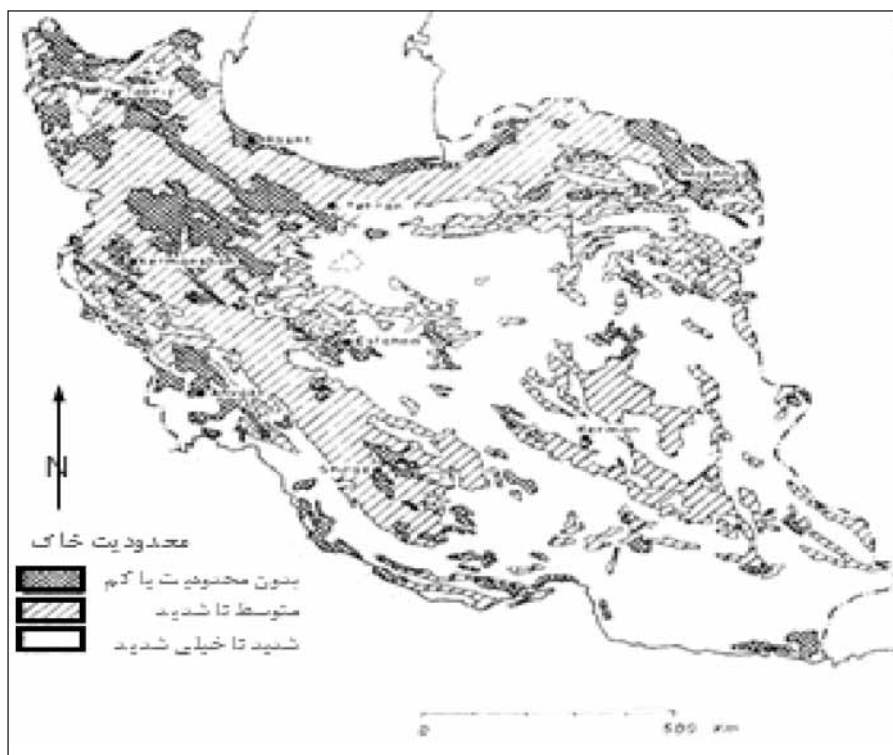
رویکرد توجه به تولید و مصرف تولیدات کم کربن با توجه به استانداردهای سازمان جهانی استاندارد (ISO) میباشند که در این رویکرد بازارهایی نظیر بازار اتحادیه اروپایی اجازه واردات محصولاتی را می دهند که در فرایند تولید تا رسیدن به بازار مصرف، حداقل دی اکسید کربن تولید شده باشد و در غیر این صورت، به محصولات وارداتی مالیات بیشتری تعلق میگیرد که سبب افزایش قیمت در بازار و از دست رفتن مشتری میگردد. (۶)

اما چه باید کرد؟

همان گونه که ذکر شد روشهای تولید غذا برای امروز و فردا میبایست مطابق با واقعیتهای پیرامونی بروز شوند و از یک سوی تولید غذا به پایداری برسد و از سوی دیگر تغییرات اقلیمی و عوارض آن مدیریت شوند و همچنین حضور در بازارهای منطقه ای و جهانی تثبیت گردند. این موارد را می توان در قالب اقداماتی ملاحظه نمود که از دیدگاه متخصصین عرصه تغییرات آب و هوا اقدامات انطباق پذیری و مقابله ای (Adaptation and Mitigation) نام برده میشوند.

نحوه اجرای اقدامات انطباق پذیری و مقابله ای:

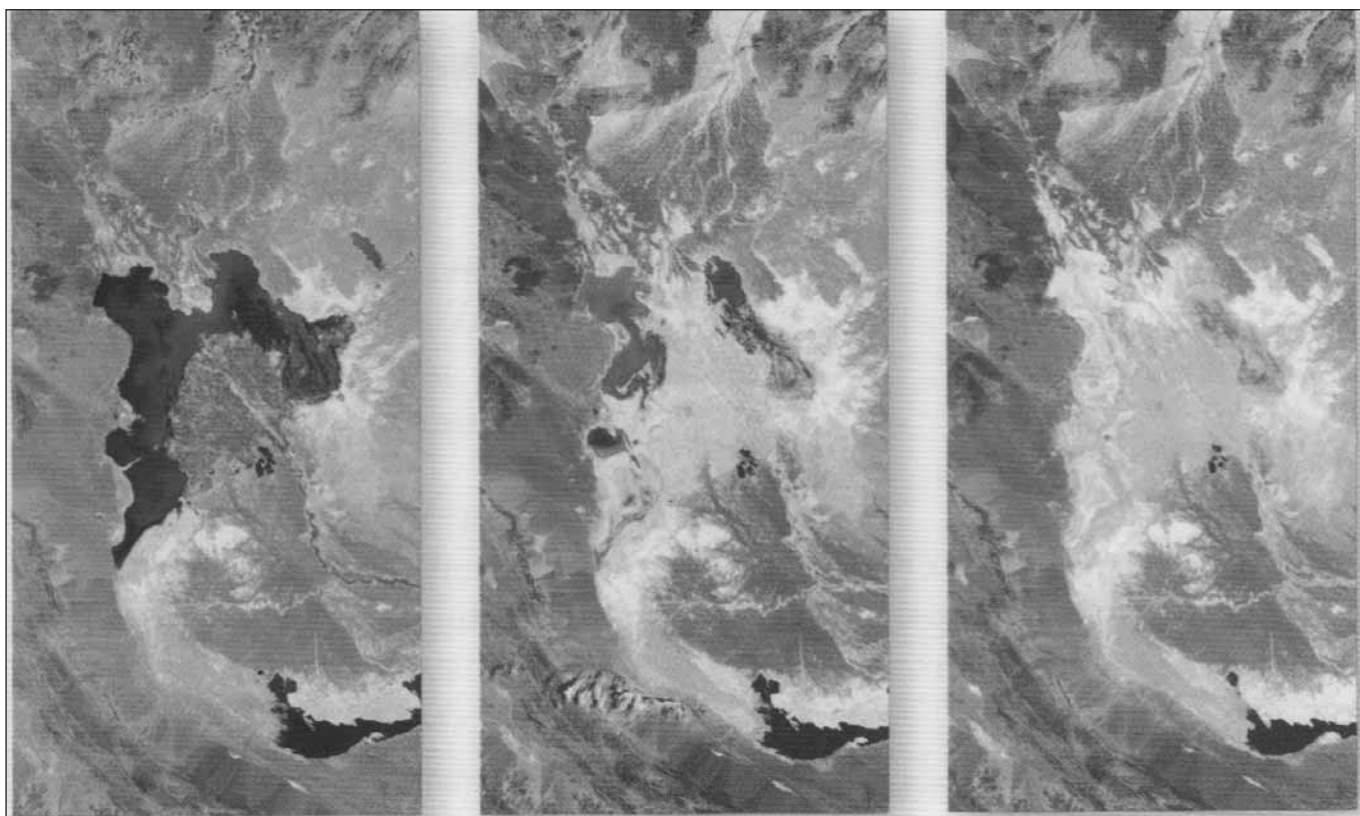
اقدامات انطباق پذیری و مقابله ای اقدامات اختصاصی نیستند بلکه باید تمامی سطوح جامعه بویژه بخش کشاورزی در آن درگیر شوند و روند آن ختم به یک نقطه خاص نمی شود بلکه روندی پویا است که برای جبران آسیب پذیری های ناشی از تغییرات آب و هوا طراحی شود. آسیب پذیری یک سیستم (کشاورزی و تمامی زیر بخش های آن) در برابر پدیده تغییرات اقلیمی بسته به مقداری است که در معرض این پدیده قرار می گیرد و نیز میزان حساسیت به این تغییرات و توانایی آن در مدیریت تغییرات و عواقب ناشی از آن، بنابراین می توان با کاهش میزان حساسیت و یا تغییر در مقدار



شکل ۴: نقشه محدودیت خاکهای کشاورزی در ایران (دیون و فامورل ، ۱۹۶۴)

یکپارچه باشد که حوزه های کاری آن دقیقاً تعیین شده باشد که به سخن دیگر، اساس کار بر پایش اقلیمی و مکانی، ارزیابی اثرات بر حوزه مورد نظر (شیلات، تولیدات گیاهی و ...) و ارزیابی آسیب پذیری و در عین حال درگیر نمودن تمامی دست اندرکاران برای

قرارگرفتن در معرض تغییرات آب و هوایی و یا افزایش ظرفیت انطباقی، به احتمال موفقیت برنامه انطباق پذیری با تغییرات اقلیمی افزود. لذا در طراحی برنامه اقدامات انطباق پذیری و مقابله ای می بایست برنامه ای برای اجرا در محل، قابل انعطاف و



شکل ۵: دریاچه پریشان



شکل ۶: تبدیل وضعیت دریاچه کفتار - آسیب به ذخایر تنوع زیستی و شیلانی سمت راست ۱۹۹۳ و چپ سال ۲۰۰۰

کشاورزی تولید داخل امکان دریافت گواهی نامه‌های بین‌المللی جهت حضور در بازارهای بین‌المللی را دارند اما برغم مصرف اندک، مسئول یک چهارم تولید گازهای گلخانه‌ای در کشور است (۵) که میتوان با برنامه ریزی و بهره‌گیری از ظرفیتهای موجود در راستای کاهش آثار سو پدیده تغییرات آب و هوا و حرکت در محور امور انطباق و مقابله ای گام برداشت.

مرحله اجرا این امر را ممکن می سازد و خبر خوب برای بخش کشاورزی جمهوری اسلامی ایران این است که فضای کاری مطلوب و زمان مناسب برای بهره برداری از امکانات موجود در جهان و البته تا پایان سال ۲۰۱۷ وجود دارد که می بایست حتما در دستور کار قرار گیرد چون با اینکه بخش کشاورزی ایران جزو بخشهای کم مصرف سوخته‌های فسیلی است (۸) و محصولات

توسعه ظرفیتهای در زیر ساختهای موجود و بدنبال آن شناسایی، ارزش گذاری، اولویت بندی و انتخاب ابزار و گزینه های موجود است. (۷).

از نگاه کلان تر، نیازهای اقدامات انطباق پذیری و مقابله ای می بایست در مباحث توسعه پایدار بویژه در بخش کشاورزی تلفیق شوند که ورود مباحث تغییر اقلیم در سطوح برنامه ریزی های توسعه، تصمیم سازی و

تغییر اقلیم.

۷- دفتر محیط زیست و توسعه پایدار، ۱۳۸۶. دوره آموزش تغییر اقلیم ویژه مدیران مجتمع آموزش عالی امام خمینی و با مشارکت سازمان حفاظت محیط زیست.

8- Carbon Footprint of Products Labelling Pilot Project from the Quebec Government, <http://www.pcf-world-forum.org/?s=lca&x=0&y=0>

همچنین: <http://www.guardian.co.uk/environment/green-living-blog/2010/jul/01/carbon-footprint-banana>

9- FAO-ADAPT FRAMEWORK PROGRAMME ON CLIMATE

10- CHANGE ADAPTATION. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2011

۱۱- آمار نامه انرژی وزارت نیرو - ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶.



شکل ۷: یکی از تطبیق پذیرترین گونه‌های دام با شرایط خشک و نیمه‌خشک



شکل ۸: هر رأس گاو معادل ۵۵ کیلوگرم CO₂ در سال منتشر می‌نماید و از اینرو مصرف گوشت قرمز به عنوان یکی از منابع گرمایش جهانی شناخته می‌شود. منبع: IPCC ۲۰۰۶

4- K.hatami, 2011. Climate change and its effect on Food security.

5- International seminar on climate change and human health. Medicine university of Tehran. Oral presentation.

۶- حاتمی، کاوه. ۱۳۹۰. اداره کل جهاد کشاورزی استان هرمزگان. دوره آموزشی

منابع

1- www.nasa.gov

2- JM Robine, SL Cheung, S Le Roy, H Van Oyen et F R Herrmann, 2007.

3- Report on excess mortality in Europe during summer 2003. EU Community Action Programme for Public Health.

مرتع و تغییر اقلیم

● حسین بدری پور - کارشناس سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری

عوامل تخریب مرتع:

در منابع و کتب مختلف موارد مختلفی را به عنوان عامل تخریب مرتع ذکر نموده اند ولی تاکنون در هیچ منبعی به سهم و میزان تاثیر هر یک بر تخریب مرتع اشاره نشده است. اسکندری و مهدوی (۱۳۸۴) عوامل ذیل را به عنوان مخرب مراتع برشمردند:

تعدد جمعیت بهره بردار مرتعی (۵/۷ برابر ظرفیت)

چرای دام مازاد بر ظرفیت مرتع (۲/۲ برابر ظرفیت)

ناساختمندی نظام بهره برداری از مرتع (خرده نظام اکولوژیکی، خرده نظام اجتماعی، خرده نظام اقتصادی) یکی از مهم ترین عوامل می باشد.

عدم تعادل بین تولید علوفه کشور و دام موجود که منجر به فشار مضاعف بیشتر به مراتع می گردد (۹/۳ میلیون تن T.D.N. کمبود علوفه)

چرای زودرس و بیش از حد از مراتع (به طور متوسط دو برابر زمان مجاز چرای)

بوته کنی جهت تامین سوخت (حدود ۳۰۰ هزار تن در سال)

تبدیل مراتع به دیمزارهای کم بازده
مشاعی بودن عرصه مرتع مورد بهره برداری و در نتیجه غیر اقتصادی بودن واحدهای بهره برداری

فقر مالی و عدم توان سرمایه گذاری بهره برداران در اصلاح و احیاء مراتع

وضعیت جمعیت انسانی متکی به مراتع:

در وضعیت کنونی، ۱۶۵۰ هزار خانوار دام دار دارای دام سبک در کشور است که ۷۸/۵ درصد آن زیر ۵۰ واحد دامی دام دارند و اکثر این‌ها به گونه ای وابسته به مرتع هستند.

نموده است و پس از این دخالت همانند مراتع طبیعی مدیریت می شوند نیز مشمول این تعریف می باشد.

هدی^۱ (۱۹۷۵)

مرتع را شامل کلیه مناطق با پوشش بوته، گراس (گندمیان)، جنگل‌های غیرانبوه می داند. وی همچنین مناطقی که به علت وجود املاح، شن، صخره و سرانجام خشکی محیط، تولید جنگل تجارتي و یا زراعت امکان پذیر نیست را نیز مرتع می داند.

تعریف مرتع در ایران: مرتع اعم است از غیرمشجر و مشجر

الف - مرتع غیرمشجر: زمینی است اعم از کوه و دامنه یا زمین مسطح که در فصل چرا، دارای پوششی از نباتات علوفه‌ای خودرو بوده و با توجه به سابقه چرا، عرفاً مرتع شناخته می شود. اراضی که آیش زراعتند، ولو آن که پوشش نباتات خودرو باشند، مشمول تعریف مرتع نیستند.

ب - مرتع مشجر: اگر مرتع دارای درختان جنگلی خودرو باشد، مرتع مشجر نامیده می شود، مشروط بر آن که حجم درختان موجود در هر هکتار، در شمال، از حوزه آستارا تا حوزه گلبداغی بیش از پنجاه مترمکعب و در سایر مناطق ایران بیش از بیست مترمکعب نباشد.

مرتع کشور

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور بر اساس آخرین مطالعه خود که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد وسعت مراتع کشور را ۸۴/۹ میلیون هکتار اعلام نمود. در این مطالعه مراتع کشور در سه دسته متراکم، نیمه متراکم و کم تراکم طبق جدول ۱ تقسیم بندی شده است.

بیشترین سطح خشکی‌های کره زمین را مراتع تشکیل می دهند. کارشناسان و متخصصین مختلف برآوردهای متفاوتی از وسعت مراتع جهان ارائه داده اند که با توجه به تعاریف، منابع و سال محاسبه، این ارقام می توانند قابل توجیه باشند. براساس برآوردهای هدی^۱ (۱۹۷۵) سطح اراضی جهان عبارتست از: مراتع ۴۷٪، اراضی کشاورزی ۱۰٪، جنگل‌های تجاری ۲۸٪ و پوشش یخ‌های دائمی ۱۵٪ خشکی‌ها. کوک^۲ (۱۹۸۳) نیز سطح اراضی جهان را چنین تقسیم بندی نمود: مراتع ۴۳٪، اراضی کشاورزی ۲۰٪، جنگل‌ها ۱۸٪، مناطق مسکونی و صنعتی ۴٪ و پوشش یخ‌های دائمی ۱۵٪. سطح خشکی‌های زمین. طبق آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهان (FAO) حدوداً بیش از ۲/۱۳۳ میلیارد هکتار مرتع در سطح جهان وجود دارد که با احتساب سطح جنگل‌های غیرتولیدی به مساحت ۱/۳۶۶ میلیارد هکتار که مورد تعلیف دام‌هاست و همچنین دو سوم جنگل‌های تجاری (حدود ۲ میلیارد هکتار) که معمولاً توسط دام تعلیف می شوند، سطح اراضی که مورد استفاده چرای دام قرار می گیرد، حدود ۵/۵ میلیارد هکتار خواهد بود.

همان گونه که ارقام ارائه شده برای مراتع متفاوت می باشد، تعاریف متفاوت و عده‌ای نیز برای واژه مرتع ارائه شده است که ذیلاً به برخی از آنها اشاره می شود.

انجمن مرتع داران آمریکا^۲ (۱۹۷۴)

کلیه اراضی دارای پوشش طبیعی که به نحوی خوراک دام از آن حاصل می شود و تجدید حیات آن به طور طبیعی انجام می پذیرد، را مرتع گویند. آن قسمت از اراضی که برای کمک به تجدید حیات پوشش گیاهی طبیعی به نحوی از انحاء بشر در آن دخالت

از این جمعیت حدود ۹۱۶ هزار خانوار، دام دارانی هستند که مستقیماً بخشی از غذای دام را از مرتع به دست می‌آورند. در صورتی که توان طبیعی سرزمین در شرایط مطلوب بهره برداری جایگاه ۱۶۰ هزار خانوار می‌باشد. لذا برای حفظ سرزمین چاره ای جز کاهش بهره بردار تا رسیدن به شرایط مطلوب وجود ندارد.

اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی و منابع طبیعی

تغییرات اقلیمی خواه آن چنان که برخی از دانشمندان معتقدند جنبه دوره‌ای داشته باشد و خواه طبق نظر عده‌ای دیگر روندی دائمی تلقی شود، به هر حال یک واقعیت عینی است. بنابراین برخورد با آن به آگاهی، آمادگی برنامه‌ریزی و توانمندسازی نیاز دارد که همگی از ضرورت‌های لازم برای کاهش اثرگذاری‌های زیانبار ناشی از این فرایند است. این رویداد که اثرگذاری‌های آن به شکل گرمایش جهانی، تغییر الگو و دوره بارش‌ها، افزایش پیشامد رخدادهای به اصطلاح حدی اقلیمی و غیرمترقبه مانند سیل‌ها و خشکسالی‌ها، گرد و غبارهای گسترده بروز کرده، بیشترین تأثیر سوء خود را بر فعالیت‌های تولید مواد غذایی و کشاورزی و عرصه‌های منابع طبیعی و محیط‌زیست داشته است. هم اکنون تغییر روند عناصر اصلی اقلیمی هم از ابعاد علمی تایید شده است و هم به صورت عینی کاملاً مشهود است. اثرگذاری‌های سوء کم‌آبی و خشکسالی‌ها، افزایش رویداد سیلاب‌ها، آب شدن یخ‌های قطبی و بالا آمدن آب دریاها و سرانجام تغییر تدریجی الگوهای کشاورزی و دامپروری در بیش تر مناطق جهان گزارش شده است و در کشور ما نیز به رغم کمبود داده‌های علمی کافی، اثرگذاری‌های آن به صورت خشک شدن دریاچه‌ها، تالاب‌ها و کاهش ذخیره منابع آبی به خوبی نمایان است. گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران همایشی یک روزه در

تاریخ ۸۹/۲/۳۰ با شرکت برخی از اعضای فرهنگستان، استادان دانشگاه‌ها، پژوهشگران، مسئولان اجرائی و سازمان‌های مردم‌نهاد و کشاورزان درباره اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر کشاورزی و منابع طبیعی ایران، برگزار کرد و بر این اساس دیدگاه‌ها و راهکارهای خود را به شرح زیر اعلام نمود: - به طور کلی تغییر اقلیم و گرمایش زمین رویدادی است که در حال رخ دادن است و کشور ما نیز از جنبه‌های مختلف با اثرگذاری‌های سوء آن مواجه بوده و خواهد بود. - این اثرگذاری‌های سوء در همه بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور نمود دارد و بخش کشاورزی و منابع طبیعی نیز با آن روبرو خواهد شد. به همین دلیل تغییر اقلیم مهمترین چالش فراروی این بخش در آینده است. - اثرگذاری‌های سوء تغییر اقلیم ممکن است بر همه اجزای امنیت غذایی کشور از جمله تولید، دسترسی و مصرف و همچنین پایداری نظام‌های تأمین و توزیع غذایی تأثیر داشته باشد. - کمبود آب در سطح کشور به طور مستقیم یا غیرمستقیم، یکی از مهمترین معضلات ناشی از تغییر اقلیم خواهد بود و در این مورد تمامی زیرساخت و شبکه‌های مربوط به بهره‌برداری از آب و توزیع آن در عرصه‌های کشاورزی نیز تحت تأثیر قرار خواهند گرفت. - عرصه‌های منابع طبیعی کشور به ویژه جنگل‌ها و مراتع که می‌توانند علاوه بر منافع پرشمار، به عنوان مخزنی برای جذب کربن عمل نمایند، به علت بهره‌برداری بی‌رویه به صورت چندگانه‌ای تحت تأثیر سوء تغییرات اقلیم قرار خواهند گرفت. از سوی دیگر

اثرگذاری‌های سوء تغییر اقلیم بر مراتع کشور، به تغییرات گسترده‌ای در نظام‌های دامپروری سستی و به ویژه پرورش گوسفند و بز می‌انجامد و در مقیاس وسیع‌تر تأمین علوفه و خوراک دامداری‌های صنعتی و طیور را نیز به مخاطره خواهد انداخت. - اثرگذاری‌های سوء تغییر اقلیم بر محصولات استراتژیک کشور و به ویژه گندم به علت گستردگی کشت آن بیش تر از دیگر محصولات خواهد بود. به طور کلی به علت کمبود آب، افزایش دمای هوا و کاهش درجه تناسب زمین‌ها برای کشت برخی محصولات فعلی، تولید آنها کاهش خواهد یافت و در موارد زیادی محصولات کم‌آب و آنهایی که به تغییرات اقلیمی سازگارترند، جایگزین خواهند شد. انتقال عرصه‌های کشت برخی محصولات به مناطق دیگر برای مثال انتقال محل کشت زعفران به مناطق شمالی استان خراسان (رضوی و شمالی) می‌تواند نمونه‌ای از این نوع تغییر باشد (بررسی‌های انجام شده از طریق مدل‌های اقلیمی چنین روندی را تایید کرده است). انتظار می‌رود به تدریج مناطق کشت برخی درختان میوه نیز به علت نیاز به دماهای پایین در بخشی از مراحل رشد و نمو خود برای فراهم شدن شرایط گل دهی و تشکیل میوه به مناطق مساعدتر منتقل شود.

اثرات تغییر اقلیم بر شاخص‌های هواشناسی کشاورزی

نصیری محلاتی و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی در زمینه تأثیر تغییر اقلیم بر

جدول ۱- طبقه بندی مراتع براساس گزارش دفتر مهندسی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (اسکندری و همکاران، ۱۳۸۷)

نوع مرتع	وسعت (میلیون هکتار)
متراکم (با پوشش بالای ۵۰ درصد)	۷/۲ میلیون هکتار (۸/۵٪)
نیمه متراکم (با پوشش بین ۲۵ تا ۵۰ درصد)	۲۱/۴ میلیون هکتار (۲۵/۲٪)
کم تراکم (با پوشش کمتر از ۲۵ درصد)	۵۶/۳ میلیون هکتار (۶۶/۳٪)
جمع	۸۴/۹ میلیون هکتار



تغییر اقلیم در مرتع

عوامل اقلیمی و از جمله بارندگی، نیروی غالبی هستند که تأثیرات شگرفی در مراتع از جمله مراتع خشک جهان ایجاد می‌نمایند. بهره برداری از مراتع بر اساس شرایط اکولوژیک است که پارامترهای اقلیمی نقش اساسی در آن‌ها ایفا می‌نمایند. با تغییر این پارامترها شرایط اکولوژیک دچار تغییر شده که برون داد آن، تغییر در سیکل حیاتی گیاهان و بالطبع زمان بهره برداری از مراتع خواهد بود. بدیهی است تولید مراتع هم دست خوش تغییرات خواهد شد. همان گونه که ذکر آن رفت در حال حاضر، مراتع در اثر عواملی مانند چرای بی رویه و چرای خارج از فصل در قالب چرای پیش از موعد و بعد از موعد دچار تخریب و قهقرا می‌باشند. با ادامه روند نامناسب بهره برداری و بروز اثرات تغییر اقلیم بر مراتع، طبیعی است که فشار مضاعفی بر مراتع وارد خواهد شد لذا لازم است مسئولین مراتع کشور از هم‌اینک در سیاست‌ها و برنامه‌های بخش مرتع بحث تغییر اقلیم و تبعات آن را بگنجانند. در این خصوص می‌توان موارد ذیل را جزو اولویت‌های آن دانست:

- پرداختن به ارزش‌های زیست محیطی مراتع و بهره‌مندی از پتانسیل‌هایی مانند طبیعت گردی، اقتصاد سبز، PES، CDM

طول فصل رشد در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه به میزان ۲۳-۵ روز و ۴۲-۱۶ روز به ترتیب برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی افزایش یافت.

تأثیر دام بر تغییر اقلیم

سازمان خوارو بار و کشاورزی ملل متحد (۲۰۰۶) در گزارشی با عنوان سایه بلند دام بر محیط زیست اذعان نمود که اثرات مخرب دام‌ها بر محیط زیست بیش از اثرات مخرب خودروهای در حال حرکت دنیا می‌باشند و دلیل آن هم تولید گاز متان از سیستم گوارشی دام‌ها می‌باشد که خاصیت تخریبی آن در میان گازهای گلخانه‌ای به مراتب بالاتر از دی‌اکسید کربن و ... تولیدی خودروها می‌باشد. به دنبال انتشار این گزارش دانشمندان و محققان مختلفی به فکر تولید خوراکی برای دام افتادند که گاز متان کم‌تری از سیستم گوارشی دام‌ها متصاعد کند. در این راستا در تحقیقی که سال گذشته منتشر شد دانشمندان پی بردند که با افزایش سیر به خوراک دام می‌توان از میزان انتشار گاز متان از شکمبه دام‌ها کاست. اما این که چقدر می‌تواند عملیاتی باشد بحثی دیگر است که ملاحظات اقتصادی خاص خود را می‌طلبد.

شاخص‌های اقلیمی کشاورزی ایران به نتایج قابل توجهی رسیدند که باید با نگاهی دقیق به نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه، آن‌ها را در سیاست‌های کشاورزی و مدیریت مرتع لحاظ کرد. آن‌ها اثر عوامل اقلیمی موثر بر رشد گیاهان را با استفاده از پارامترهای هواشناسی محاسبه و تصویری از وضعیت رشد، نمو و تولید محصولات زراعی در شرایط مختلف آب و هوایی ارائه دادند. در شرایط تغییر اقلیم، شاخص‌های اقلیمی کشاورزی نیز دست خوش تغییر می‌شوند. طبیعی است با ارزیابی تغییر این شاخص‌ها امکان بررسی واکنش گیاهان زراعی به شرایط اقلیمی آینده میسر خواهد شد. هدف از تحقیق آن‌ها محاسبه شاخص‌های اقلیمی کشاورزی تحت شرایط آینده اقلیمی، مقایسه این شاخص‌ها با شرایط فعلی و نهایتاً پیش‌بینی وضعیت تولیدات کشاورزی در اقلیم احتمالی آینده ایران می‌باشد. جهت آنالیز شاخص‌های اقلیمی کشاورزی ۱۴ متغیر شاخص در طول فصل شکسته شده و تعداد ۵۵ متغیر جدید به دست آمده که تغییرات فصلی شاخص‌های آگروکلیماتیک را نشان دادند. این شاخص‌ها در شرایط فعلی و هم‌چنین برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ محاسبه شدند. نتایج حاصل نشان دادند که تاریخ وقوع اولین یخ‌بندان پاییزه در ایستگاه‌های مورد مطالعه برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی به ترتیب به میزان ۹-۵ روز و ۱۵-۸ روز به تاخیر خواهد افتاد و شدت تغییر از شمال به جنوب و از غرب به شرق کشور افزایش خواهد یافت. هم‌چنین نتایج حاصل از پیش‌بینی‌های مدل‌های گردش عمومی‌حاکمی از وقوع زودتر آخرین یخ‌بندان بهاره به میزان ۸-۴ روز و ۱۲-۷ روز به ترتیب برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی بود به طوری که شدت جابه‌جایی از شمال به جنوب و از غرب به شرق کشور افزایش می‌یابد. با توجه به تاخیر در تاریخ وقوع اولین یخ‌بندان پاییزه و جلو افتادن تاریخ آخرین یخ‌بندان بهاره



<http://naturetoday.persianblog.ir/post/97>

۶- حسنی مهموئی، بهروز، ۱۳۸۹، مرتع و نقش آن در کاهش تغییر اقلیم <http://climatechange.ir/articles-34-climatechange> ۵۹۱- ۲۰۱۰- ۱۱- ۰۶- ۱۸- ۴۳- ۴۴- [html](http://climatechange.html).
۷- کوچکی، علیرضا، ۱۳۸۹، اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی و منابع طبیعی ایران، روزنامه اطلاعات، ۸ آبان

۸- نصیری محلاتی، مهدی، علیرضا کوچکی، غلامعلی کمالی و حسن مرعشی، ۱۳۸۵، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شاخص‌های اقلیمی کشاورزی ایران، علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۰، شماره ۷، ص ۷۱-۸۲

۹- FAO, 2006, Livestock's long shadow, <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>

الوقوع تغییر اقلیم تدوین و در سیاست‌ها و برنامه‌ها گنجانند.

پاورقی

- 1- Hady
- 2- Cook
- 3- SRM
- 4- Hady

منابع

- ۱- ارسطو، بهروز، ۱۳۸۸، پیامدهای گرم شدن کره زمین بر منابع اکولوژیکی، فیزیکی و انسانی ایران، <http://climatechange.aspx.9-blogfa.com/post>
- ۲- اسکندری، نگهدار، فاطمه مهدوی، ۱۳۸۴، سیمای کلی مرتع کشور، دفتر فنی مرتع، ۵۷ ص
- ۳- بدری پور، حسین، محمد رحیم فروزه و محسن شرافتمندراد، ۱۳۹۱، لزوم تدوین شاخص‌های پایداری مرتع و پایش آن‌ها، پنجمین همایش ملی مرتع و مرتعداری، بروجرد، ۲۸-۲۶ اردیبهشت، ۱۰ ص
- ۴- بدری پور، حسین و ترحم بهزاد، ۱۳۸۶، مرتع و پراکنش آن در سطح جهان، ۱۲ ص، دفتر امور مرتع
- ۵- بدری پور، حسین، ۱۳۹۰، سیر جادویی برای کندتر کردن روند گرمایش زمین،

به نفع بهره برداران که بدین ترتیب منجر به کاهش فشار بر مرتع
- ایجاد معیشت‌های جایگزین و کاهش وابستگی بهره برداران به مراتع
- تقویت پوشش گیاهی از طریق اجرای پروژه‌های اصلاح و احیاء مراتع
- شناخت علل چرای زودهنگام و دیر هنگام و رفع آن‌ها

نتیجه گیری

اگر تا چندی پیش بحث‌ها و جدلهای زیادی در خصوص واقعیت وقوع تغییر اقلیم وجود داشت اما امروزه وقوع این پدیده و اثرات شگرف آن بر محیط زیست قابل انکار نیست بنابراین خرد این گونه حکم می‌کند که از هم اکنون راهکارهایی برای کندتر نمودن روند تغییر اقلیم و کاهش و تعدیل اثرات آن اتخاذ نمائیم. مرتع یکی از زیست بوم‌هایی است که چون شمشیری دو دم هم بر روند کندتر شدن (از طریق ترسیب کربن) و هم تسریع روند گرمایش زمین و تغییر اقلیم (از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای از مراتع تخریب شده و دام‌ها) اثر گذار است و هم متاثر از این پدیده می‌باشد لذا لازم است با دیدی جامع تلاش نمود تا اولاً راهکارهایی برای کندتر کردن روند تغییر اقلیم و ثانیاً گزینه‌هایی برای سازگاری با پدیده قریب

گزینه های ترسیب کربن پایدار: کلید مدیریت پایدار منابع اراضی و اصلاح تغییرات اقلیم

● دکتر یحیی پرویزی - استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

چکیده

تغییر اقلیم در عصر حاضر مهمترین تهدید برای توسعه پایدار بویژه در کشورهای در حال توسعه می باشد. این عارضه اثر گرمایش جهانی ناشی از اثر گلخانه‌ای تشدید می‌شود. گازهای گلخانه‌ای (H_2O , N_2O , CH_4 , CO_2) و برخی گازهای دیگر مثل O_3 و CFC ها محصول فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی می باشند. این پدیده تهدیدی جدی برای پایداری کشاورزی، منابع طبیعی، منابع پایه، محیط زیست، سلامت انسان، امنیت غذایی و فعالیت‌های اقتصادی است. مهمترین گاز گلخانه‌ای CO_2 است. غلظت این گاز در جو با سرعتی بیش از ۱/۵ پی‌پی‌ام در سال در حال افزایش و در آستانه رسیدن به مرز بحرانی ۴۵۰ پی‌پی‌ام می باشد. راهکارهای تکنولوژیکی جهت اصلاح تغییرات اقلیمی، صرفاً معطوف به کاهش تولید دی‌اکسید کربن بوده و محدود به توسعه انرژی‌های نو و منابع انرژی غیرکربنی می‌باشند. تنها راهکار کاهش کربن اتمسفری و اصلاح وضع موجود، عبارت است از ترسیب کربن توسط اکوسیستم‌های زمینی به کمک رهیافتهای مدیریتی. در این مقاله به تبیین رهیافتهای یاد شده ترسیب کربن و چگونگی انطباق آنها با توسعه پایدار و حفظ محیط زیست پرداخته و نقاط قوت و ضعف های تکنولوژیک آنها تبیین خواهد شد. همچنین با بازخوانی روش های ترسیب کربن، مخاطرات پیش بینی شده و پیش بینی نشده زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی آنها مورد بازکاوی قرار می گیرد. در پایان، اثرات احتمالی الگوهای مختلف در شرایط کشور ما مورد ارزیابی و مذاقه قرار خواهد گرفت.

مقدمه

تمامی بررسی ها و مطالعات جهانی، تغییر اقلیم را در جهان تایید می‌کند. این پدیده، در اثر گرمایش جهانی ناشی از اثر گلخانه‌ای تشدید می‌شود. گرمایش جهانی، معلول تصاعد گازهای گلخانه‌ای نظیر گازکربنیک، متان، نیتروس اکسید و غیره به جو در اثر فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی می‌باشد. امروزه فرآیند گرمایش جهانی شتاب بیشتری به خود گرفته و روند آن چندان قابل پیش‌بینی نیست. در اجلاس تغییرات اقلیمی کنه‌هاگ در دسامبر ۲۰۰۹ اظهار شد که پیش‌بینی می‌شود با تغییر اقلیم و گرم شدن زمین تا سال ۲۰۲۰ میلادی در آسیای مرکزی و خاورمیانه بین ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش در تولید محصولات کشاورزی در اثر پیامدهای تغییرات اقلیم بوجود خواهد آمد.

اراضی کره زمین با تصاعد ۳۴ درصد گازهای گلخانه‌ای، یک سوم گرمایش زمین را سبب شده اند. این در حالی است که در دهه ۹۰، این سهم ۱۵٪ بود (FAO ۲۰۰۹). در دو دهه هشتاد و نود میلادی مجموعاً

حدود ۱۸ درصد از ذخیره کربنی اراضی جهان در اثر مدیریت غیرصحیح تخریب و تصعید شده است (لال، ۲۰۰۴). بدون شک با توجه به روند فزاینده تخریب پیدا و پنهان خاک و منابع اراضی سهم کشور ما از این رقم می تواند قابل توجه باشد. این به معنای زوال شتابان باروری منابع خاک بوده که خود یکی از عوامل تشدید کننده گرمایش جهانی و همچنین بیابان زدائی است. با توجه به تغییرات فزاینده اقلیمی و اثرات اجتناب‌ناپذیر آن بر بخش‌های کشاورزی و منابع طبیعی کشور، باید کلیه گزینه های ممکن در اصلاح یا سازگاری با پدیده تغییر اقلیم مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. توسعه انرژی‌های نو و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی (نظیر استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و سوخت‌های زیستی) از جمله رهیافتهائی است که در سطح جهانی در حال توسعه هستند. این روشها قادر به کنترل روند انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده و در اصلاح روند تغییر اقلیم موثر می باشند. با این حال کنترل روند تغییرات شتابنده اقلیمی مستلزم تقلیل سطح موجود گازهای گلخانه

ای در جو زمین است. ترسیب کربن به شکل صنعتی و یا طبیعی از جمله راهکارهای شناخته شده جهت نیل به این مهم می باشد (IPCC ۲۰۰۷). بررسی گزینه های موجود در ترسیب و تحلیل پایداری و تبعات یا مخاطرات این روشها از اهداف این مقاله تحلیل است.

گزینه های ترسیب کربن

گزینه های شناخته شده که به کاهش کربن اتمسفری و اصلاح تبعات تغییر اقلیم کمک می کند، عبارت است از ترسیب کربن به شکل صنعتی و همچنین ترسیب کربن زمینی یا طبیعی است.

۱- ترسیب کربن صنعتی (جداسازی و ذخیره CCS)^۱

در ترسیب کربن صنعتی، به کمک رهیافت های تکنولوژیک کربن تولیدی صنایع و تاسیسات مولد انرژی با روشهای صنعتی به شکل مایع فشرده شده و در مخازن سوخت‌های فسیلی و معادن ذغال سنگ، سفره های آب شور عمیق و یا اعماق اقیانوس ها تزریق می شود. صنایع مولد انرژی از سوخت‌های فسیلی،

صنایع تولید سیمان و همچنین پالایشگاه‌های خالص سازی گاز طبیعی صنایع هدف جهت اخذ دی اکسید کربن تولیدی و فشرده سازی آنها می باشند. فرآیند ترسیب کربن صنعتی در سه مرحله اخذ CO_2 در محل تولید، انتقال به محل یا سایت ذخیره و تزریق زیر CO_2 به مخزن انجام می پذیرد که اصطلاحاً به آن جداسازی و ذخیره کربن (CCS) اطلاق می گردد (IPCC ۲۰۰۵). برای فرآیند جداسازی یا جذب CO_2 تولیدی در صنایع مولد این گاز روشهای مختلفی وجود دارد. رایج ترین روش در این زمینه استفاده از ترکیبات آمونیاک برای جذب دی اکسیدکربن است. یک روش دیگر، جداسازی دی اکسیدکربن، قبل از فرآیند احتراق است. اما جداسازی دی اکسیدکربن فقط بخشی از مسأله است. پس از آن باید گاز دی اکسیدکربن را به مکان دیگری منتقل و ذخیره کرد.

این تکنیکها فقط قادر به تقلیل انتشار گازهای گلخانه ای بوده و ناتوان در جذب کربن متصاعد شده و اصلاح تغییر اقلیم می باشند. بعلاوه مخاطرات پیش بینی شده و پیش بینی نشده زیست محیطی ناشی از نشت این مواد به عرصه های طبیعی، صرف هزینه های فراوان و پایدار نبودن این روشها از ویژگیهای آسیب شناسی آنهاست. با این حال، امروزه با روشهای ژئومهندسی، تکنیک هائی نظیر درختان مصنوعی و بیورآکتورهای نوری در حال تولد و تکامل هستند که هدف آنها جذب CO_2 اتمسفر و فشرده سازی آن می باشد. اهم روشهای ترسیب کربن صنعتی عبارتند از:

۲- ترسیب کربن زمین شناختی^۲

در این تکنیک، گازهای گلخانه‌ای که در فرآیند گرفتن و فشرده سازی از صنایع مولد این گازها به دست آمده، در سازندهای اعماق زمین، نظیر میادین نفت و گاز طبیعی، آکیفرهای طبیعی و عمیق آب شور و یا سازندهای بازالتی تزریق و ذخیره می شوند. تشکیلات نمکی و بازالتی قادرند با CO_2 تزریق شده ترکیبات جامد پایدار ایجاد کنند. همچنین

مخازن نفت و گاز نیز قادرند CO_2 تزریق شده را هزاران سال نگهدارند. بعلاوه چنین عملیاتی به استخراج بیشتر نفت از مخازن کم فشار از طریق راندن سفره نفتی به سمت چاه استخراج کمک کند (DOE ۲۰۰۹). با این حال این عملیات اثرات ناشناخته زیست محیطی و هزینه های سنگینی در کلیه مراحل اجرای آن دارد. استفاده از چنین روشی، در صورتی جنبه تجارتي پیدا خواهد کرد که ریسک و هزینه آن به درستی شناسایی و ارزیابی شده و بتوان هزینه و مخاطرات را به نحوی کاهش داد که امکان تعیین ارزش و قیمت در بازار برای آن به وجود بیاید.

۳- ترسیب کربن اقیانوسی^۳

اقیانوسها بزرگترین مخازن کربنی فعال کره زمین هستند. همچنین اقیانوسها بزرگترین چاهک^۴ یا مخزن جذب برای CO_2 تولیدی می باشند که CO_2 در آن انحلال یافته و به چرخه حیات و فتوسنتز توسط موجودات ریز موسوم به فیتوپلانکتون وارد می شود. ترسیب کربن اقیانوسی به دو صورت مصنوعی و طبیعی قابل انجام است. در شکل مصنوعی آن CO_2 فشرده شده و با خطوط انتقال و یا به کمک مخازن ذخیره کوچک به اعماق بیش از هزار متری اقیانوس حمل می شود (UNESCO ۲۰۰۷). اگر چه بیشتر مدلها نشان می دهند

که در این اعماق فشار زیاد مانع از تصاعد این گاز می شود. با این حال این شیوه به دلیل شناخت ناکافی ما از شیمی و بیولوژی اعماق اقیانوس و تبعات منفی ناشناخته آن برای اکوسیستم های دریائی دارای تردیدهای بسیاری است. آزمایشات نشان داده است که با ورود CO_2 در محل های تزریق، گردش اکسیژن در آب مختل شده که به مرگ و میر سریع موجودات زنده آبرزی منجر شده است. همچنین رنگ آب تغییر یافته و در فتوسنتز و چرخه حیات اختلال ایجاد می شود. بعلاوه تکنولوژی آن جوان، در ابتدای راه تکامل و بسیار پرهزینه می باشد (MCBI ۲۰۰۸).

در ترسیب کربن اقیانوسی به شکل طبیعی، در عرصه هائی از سطح اقیانوس که از نظر فیتوپلانکتون ها فقیر می باشند، از طریق غنی سازی با ترکیبات آهن، می توان رشد این موجودات فتوسنتز کننده را ترغیب نمود. بدین ترتیب بخش قابل توجهی از CO_2 متصاعد شده به جو در آن عرصه ها قابل ترسیب خواهد بود. چالش اصلی در افزایش غلظت کربن در لایه های فوقانی اقیانوس، اسیدی شدن آب اقیانوس و گرمایش آن است. این پدیده حیات اکوسیستمها و بویژه توده های مرجانی را به شدت به مخاطره می اندازد. بعلاوه در این فرآیند ظرفیت جذب



CO₂ در آب اقیانوس تقلیل یافته و در چرخه عناصر نیز اختلال ایجاد می‌شود.

۴- ترسیب کربن معدنی^۵

این تکنولوژی که کربناسیون معدنی نیز گفته می‌شود، عبارت است از ترکیب نمودن CO₂ با اکسیدهای فلزی و ایجاد ترکیباتی که در سنگ‌های سیلیکاتی طبیعی وجود دارد. این پروسه از مکانیسم هودایدگی طبیعی تبعیت می‌کند و ترکیبات کربناتی پایدار می‌کند که در مقیاس زمین‌شناسی پایدارند، ایجاد می‌نماید. این عمل با استفاده از یک سری واکنشگرها و با صرف انرژی زیاد قابل انجام است (IPCC ۲۰۰۷). تکنولوژی این فرآیند جوان بوده و هنوز در آغاز راه است. عیب اصلی این روش آن است که مستلزم صرف انرژی زیاد بوده و مقرون به صرفه نیست.

۵- ترسیب کربن در اکوسیستم‌های زمینی^۶

ترسیب کربن در اکوسیستم‌های زمینی که در این متن به اختصار ترسیب کربن زمینی نامیده می‌شود، توسط منابع اراضی یعنی جنگل‌ها، مراتع، و خاک در بیوسفر و پدوسفر انجام می‌شود. این فرآیند در طبیعت در دو عرصه ترسیب کربن در خاک (Soil carbon sequestration) و در گیاه (Plant carbon sequestration) قابل بررسی است. این دو عرصه به تعاقب یکدیگر و در یک فرآیند ممتد روند ترسیب کربن را دنبال می‌کنند که نتیجه آن ارتقاء ذخیره کربنی خاک و منابع روئیدنیها می‌باشد.

گیاهان سبز کربن اتمسفر را از طریق فتوسنتز ترسیب می‌کنند. آنها دی‌اکسید کربن هوا را می‌گیرند، اتم‌های کربن و اکسیژن آن را جدا می‌کنند، اکسیژن را به اتمسفر برمی‌گردانند و از کربن برای تولید بیوماس به صورت ریشه، ساقه، شاخه و برگ استفاده می‌کنند. به طور کلی ترسیب کربن زمینی عبارتست از توانایی گیاهان و خاک برای جذب دی‌اکسید کربن از اتمسفر و ذخیره آن در گیاه و خاک. کربن پس از حبس شدن در بیوماس گیاهی پس از طی مراحل تجزیه و تخریب به ترتیب وارد

لاشبرگ و بقایای مرده گیاهی و در نهایت به شکل دائمی تری در داخل ترکیبات آلی خاک فشرده شده و جزئی از ساختار خاک می‌گردد (هان و همکاران ۲۰۰۹). از آنجا که مقصد نهائی ترسیب کربن به صورت پایدار در خاک می‌باشد لذا به تعبیری دیگر، ترسیب کربن در خاک را به صورت افزایش غلظت یا ذخیره مواد آلی خاک و در مرحله بعد کربناتهای خاک تعریف می‌نمایند.

ترسیب کربن زمینی رهیافتی طبیعی، روشی منطبق با اصول توسعه پایدار بوده و فاقد مخاطرات ذکر شده در ترسیب کربن صنعتی می‌باشد. حفظ محیط زیست و احیاء عرصه‌های طبیعی، کمک به اصلاح تبعات پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی با حداقل هزینه از دیگر ویژگی‌های چنین فناوری کم هزینه و پرفایده‌ای می‌باشد (لال ۲۰۰۴).

عوامل موثر بر ترسیب کربن زمینی

ترسیب کربن زمینی ناشی از تعادلی است که بین مراحل مختلف چرخه کربن در بیوسفر و پدوسفر از جمله فتوسنتز، رشد گیاه، تراکم و انباشت کربن در خاک‌ها و انتشار کربن ناشی از تنفس اندام‌های زنده، تجزیه میکروبی لاشبرگ، اکسیداسیون کربن آلی خاک و تخریب زمین صورت می‌گیرد. در این فرآیند عوامل متعددی دخیل می‌باشند که به طور کلی در دو دسته عوامل فیزیکی و مدیریتی دسته بندی نمود. عوامل فیزیکی به سه دسته عوامل خاکی، اقلیمی و هندسه زمین تقسیم می‌شود. کنترل این عوامل مشکل و بسا غیرممکن است. لذا در مدیریت ترسیب کربن فقط عوامل مدیریتی در کنترل بشر می‌باشند (فریرو و همکاران ۲۰۱۰). به دلیل آنکه قسمت اعظم کربن ترسیب شده در خاک قرار دارد، کربن آلی خاک نقش مهمی در فرآیند ترسیب دارد. فرآیند فرسایش و تخریب فیزیکی و شیمیائی خاک موجب هدررفت کربن می‌گردد و هرگونه عملیات بیولوژیکی و مکانیکی که مانع سیر قهقاریی خاک و گیاه شده و منجر به احیاء پوشش گیاهی شود،

قطعاً گام مثبتی در جهت مدیریت ترسیب کربن خواهد بود (ریس و همکاران ۲۰۰۵). ترسیب کربن در اراضی و بخش کشاورزی از دو طریق مدیریت خاک در مزرعه و توسعه بیوماس و کشت گیاهان خشبی با تکنیکهای منطبق با سیستم‌های کشت در هر منطقه اقلیمی ممکن می‌باشد (تان و لال ۲۰۰۵). این شیوه مدیریتی علاوه بر ترسیب منابع کربنی گازهای گلخانه‌ای اتمسفر، موجب ارتقاء باروری و کیفیت خاک و در نهایت تولید محصول می‌گردد. همچنین، بدیهی است محصول چنین ساز و کار مدیریتی ارتقاء بهره‌وری منابع آب و خاک و بهبود وضعیت معیشتی بهره‌برداران خواهد بود. اگرچه گیاهان و خاک پتانسیل بالایی را در جهت جذب کربن دارند اما در شرایط موجود توان جبران میزان بالای ورود دی‌اکسید کربن منتشر شده در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی را ندارند. با این حال این راه مهمترین نقطه امید در ترسیب کربن اتمسفری است که عملاً با مدیریت و کاربری اراضی امکان‌پذیر می‌باشد.

گزینه‌های اقلیمی مناسب برای ترسیب کربن زمینی

امروزه توسعه و گسترش پوشش گیاهان خشبی درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای، بیش از سایر روش‌ها کاربرد داشته و در حال حاضر به طور مؤثری برای کاهش گازکربنیک موجود در هوا در نظر گرفته می‌شود. اگرچه میزان یا سرعت ترسیب کربن در اکوسیستم‌های جنگلی مناطق حاره یا معتدل و مرطوب زیاد است، ولی به همان نسبت نیز سرعت فرآیندهای تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی که موجب آزاد شدن دی‌اکسید کربن می‌شود، به دلیل بالا بودن رطوبت و دمای محیط زیاد است. بنابراین گزینه‌های مناسب جهت ترسیب کربن، مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند و افزایش میزان بیوماس گیاهان خشبی در این مناطق، به دلیل کاهش هزینه ترسیب گاز کربنیک، دارای مزیت فراوان



است (لال ۲۰۰۸). این موضوع موجب شده که سازمانهای بین‌المللی مانند FAO و UNDP این مناطق را برای اجرای برنامه های ترسیب کربن به منظور کاهش گازهای گلخانه ای انتخاب نمایند.

عرصه های دارای پتانسیل ترسیب کربن در ایران

گزینه های صنعتی برای ترسیب کربن در دنیا در مراحل ابتدائی تکامل بوده و کشور ما نیز از نظر اکوسیستم های طبیعی ساختاری بسیار شکننده دارد. به عبارت دیگر شرایط طبیعی کشور تحمل ضایعات و مخاطرات احتمالی شیوه های صنعتی ترسیب کربن را ندارد. با این حال ترسیب کربن زمین شناسی در میداین نفتی در ایران قابل بررسی و مذاقه می‌باشد. توسعه انرژی های تجدید پذیر و انرژی های غیر کربنی، جایگزینی سوخت‌های فسیلی با سوخت‌های زیستی (بیوفوئل^۱) نقشی به سزا در کاهش انتشار گازکربنیک خواهند داشت. اکنون بیوماس یا زیتوده، حدود ۱۵ درصد انرژی جهان را فراهم می‌سازد. در آینده اقبال گسترده ای برای استفاده از گیاهان زراعی جهت مصارف انرژی ایجاد می‌شود (FAO ۲۰۰۶).

از سوی دیگر از آنجا که ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی پتانسیل توانبخشی و احیاء عرصه‌های طبیعی را در دل خود دارا می‌باشد، توجه بیشتر به این بخش، گزینه‌ای عقلانی به نظر می‌رسد. زیرا از یک سو با ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی کشور به اصلاح روند گرمایش جهانی کمک می‌شود و از سوی دیگر با احیاء پوشش طبیعی در کاربری‌های مختلف ظرفیت تولید در بخش کشاورزی و منابع طبیعی ارتقاء یافته و به حفظ محیط زیست و تنوع زیستی در کشور کمک می‌شود.

کاربری‌های فعال در ترسیب یا تخریب کربن در کشور شامل اکوسیستم‌های زراعی، مرتع و جنگل می‌باشند. امروزه، ترسیب کربن به عنوان ارزش افزوده در کنار استفاده های

است. لذا باید در تحقیقات منسجمی ظرفیت و پتانسیل این عرصه‌ها در ترسیب کربن بررسی و شناسائی شود تا جهت برنامه ریزی های مدیریتی و مکان‌یابی عملیات اصلاحی استفاده شود.

۲- اکوسیستم های مرتعی

اکوسیستم های مرتعی قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند چرا که نیمی از خشکی های کره زمین را در بر گرفته و ذخیره کربن آنها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم های خاکی و ۳۰ درصد کل کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهد. در مقیاس جهانی، مراتع سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن ترسیب می‌کنند. مقدار کل کربن آلی در هر دو جامعه جنگلی و مرتعی مشابه بوده لکن در جنگل بیشتر این مواد در قسمت‌های هوائی درختان وجود دارد در صورتی که در اکوسیستم مرتعی بیش از ۹۰ درصد ذخیره کربن آلی در درون خاک قرار گرفته است (نوستو ۲۰۰۷).

مراتع ایران با وسعت ۹۰ میلیون هکتار، وسیع ترین عرصه حیاتی کشور را شامل می‌شوند. قابلیت ترسیب کربن در مراتع ایران، به شرطی که احیاء شوند و مدیریت صحیح بر آنها اعمال شود معادل یک میلیارد تن کربن می‌باشد. اگر فقط ارزش کربن را در باروری خاک و تولید بدون احتساب اثرات زیست

شناخته شده جنگل، مرتع و منابع طبیعی مانند تولید علوفه، گیاهان دارویی، محصولات فرعی، چرای دام و حیات وحش، تنوع زیستی و استفاده های تفرجگاهی مطرح می‌باشد. در بسیاری از مطالعات، ترسیب کربن، به عنوان ارزش افزوده برای پروژه های اصلاح، احیاء و مدیریت عرصه های منابع طبیعی در نظر گرفته می‌شود.

۱- اکوسیستم های زراعی

بیشتر بررسی ها و تحقیقات انجام شده بویژه در کشور ما، مؤید این مطلب است که اکوسیستم‌های زراعی، عمدتاً در جهت افزایش تخریب منابع کربن اراضی عمل می‌نمایند. دلیل اصلی این امر، بضاعت مدیریتی حاکم بر این منابع اراضی است. توسعه مکانیزاسیون و خاک‌ورزی و به هم خوردن سیستمهای تناوب و مدیریت سنتی در دهه های اخیر در این مسئله موثر بوده است. بنابراین، بیشترین توقع ترسیب کربن، به عرصه های جنگلی و مرتعی و پتانسیل نهفته در آنها معطوف است. در عرصه‌های زراعی رویکرد اصلی بایستی به حفظ مخزن کربن موجود و اصلاح نقاط تخریب یافته معطوف باشد. با این حال، با توجه به اینکه منابع خاک در این عرصه‌ها دارای ارزش افزوده و پتانسیل باروری به مراتب بیشتری می‌باشند و همچنین ساختار مدیریتی حاکم بر آنها بسیار متنوع و پیچیده

sequestration: can the oceans save the planet? Annual meeting report. Marine Conservation Biology Institute, Monday, February 18th.

10- Nosoetto M.D. E.G. Jobbagi, J.M. Paruleo. 2006. Carbon sequestration in semi-arid range lands. J. of Arid Environ. 67:142-159.

11- Rees R.M., I.J. Bingham, J.A. Badelley. 2005. The role of plant and land management in sequestration soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. Geoderma 128:130-154.

12- Tan, Z., and Lal, R. 2005. Carbon Sequestration Potential Estimates with Changes in Land Use and Tillage Practice in Ohio, USA. Agriculture, Ecosystems and Environment, 126:113-121.

12- UNESCO. 2007. Ocean carbon sequestration. Scientific Committee on Oceanic Research, Intergovernmental Oceanographic Commission. Research report. Version 2, January.

sequestration what's that? Forest Management 32:2-4.

2- DOE. 2009. Carbon capture and storage R&D overview, U.S Department of Energy. <http://www.fossil.energy.gov/programs/sequestration/index.Html>

3- FAO 2006. Carbon sequestration in dryland soils. Corporate Document Repository. <http://www.fao.org/docrep/007/y5738e/y5738e05.html>

4- Ferreira J.P., Carmen T.C., Ma Carmen L., Socorro S., Fernando G.S. 2010. Effect of management and climate on biochemical properties of grassland soils from Galicia (NW Spain). European Journal of Soil Biology, 46:136-143.

5- IPCC. 2005. Special report on carbon dioxide capture and storage, Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, New York, USA.

6- IPCC, 2007. Climate change: The physical science basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report,

7- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma 123:1-22

8- Lal, R. 2008. The role of soil organic matter in the global carbon cycle. Soil and Environ. Pollution. 116, 353-36.

9- MCBI, 2008. Ocean iron fertilization and carbon

محیطی معادل ۲۰۰ دلار به ازای هر تن کربن ارزش اقتصادی مستقیم این کار که عمدتاً جنبه مدیریتی دارد معادل ۲۰۰ میلیارد دلار خواهد بود.

۳- اکوسیستم های جنگلی

جنگل و جنگل کاری همواره به عنوان اصلی ترین نقطه هدف در ترسیب کربن در نظر گرفته می شود. به طور کلی ۴۰ درصد ذخیره کربن موجود در بیوماس کره زمین در جنگل ها قرار دارد. مطالعات نشان می دهد که تولید یک متر مکعب چوب ۹۰۰ کیلوگرم کربن را ترسیب می دهد و با استفاده از آن، به جای دیگر مصالح، که تولید آنها مستلزم صرف انرژی و تولید CO₂ است، مانع تصاعد ۱۱۰۰ کیلوگرم کربن می شود. لذا تولید هر متر مکعب چوب ۲ تن دی اکسیدکربن را می تواند مهار کند (لال ۲۰۰۸).

در توافتنامه کپنهاگ در دسامبر ۲۰۰۹ ضمن تاکید بر اهمیت نقش جنگل، ساز و کاری برای پیشگیری از تخریب جنگل و توسعه جنگل کاری در کشورهای درحال توسعه پیش بینی شده است. برای این منظور، در این توافتنامه منابع مالی پیش بینی شده که در اختیار کشورهای واجد شرایط قرار خواهد گرفت. ضمناً ایجاد صندوق آب و هوایی سبز کپنهاگ یکی دیگر از مصوبات آن بوده است که بخشی از منابع این صندوق نیز به بخش جنگل و احتمالاً کشاورزی اختصاص می یابد.

پاورقی

- 1- Carbon Capture and Storage
- 2- Geosequestration
- 3- Ocean sequestration
- 4- Sink
- 5- Mineral carbonation
- 6- Terrestrial carbon sequestration
- 7- Biofuel

منابع

- 1- Brooks, R.1998. Carbon

اجلاس دوحه (پایه گذار پروتکل جدید)

● احمد رجبی - کارشناس اداره امور اقتصادی بین المللی وزارت امور خارجه

از مهم ترین نکات مندرج در برنامه کاری کار گروه دوربان که مسئول تدوین مفاد پروتکل جدید است، باید به اصول و الزامات کنوانسیون، حوزه، ساختار و طراحی توافق جدید در چارچوب مسایل اساسی از جمله توسعه و انتقال فن آوری، تأمین منابع مالی، ظرفیت سازی، انطباق پذیری و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای اشاره کرد. این موضوعات مهم ترین مفاد کنوانسیون است و مورد علاقه کشورهای در حال توسعه است. اما هر یک از طرفین مذاکره (کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه) از منظر خود به این موضوعات می نگرند.

یکی از اصول اساسی کنوانسیون، اصل «مسئولیت مشترک اما متفاوت» است که مسئولیت کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در زمینه انتشار گازهای گلخانه ای را متفاوت تعریف کرده است و بر همین مبنا، تعهدات دور اول و دور دوم کاهش انتشار گازهای گلخانه ای را

یک، با این شرط حاضر شدند تعهدات دور دوم را بپذیرند که مذاکرات برای تدوین پروتکل جدید آغاز شود، به طوری که در قالب توافق جدید، همه کشورها اعم از توسعه یافته و در حال توسعه، ملزم به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای گردند. براساس مقررات پروتکل کیوتو (پروتکل فعلی)، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای برای کشورهای ضمیمه یک الزام آور و برای کشورهای در حال توسعه یا غیر ضمیمه یک، داوطلبانه است. در نشست دوحه، برنامه کار کار گروه دوربان که مسئول تهیه پروتکل جدید است، تنظیم و مورد توافق نهایی کشورها قرار گرفت. در دو اجلاس کارشناسی که در بهار و تابستان سال آینده برگزار خواهد شد، قرار است متن مذاکراتی پروتکل جدید با استفاده از دریافت نظرات کشورها قبل از نشست از طریق دبیرخانه، برگزاری میزگردها و کارگاه ها در محل های اجلاس کارشناسی، تهیه و متعاقباً مورد مذاکره قرار گیرد.

هیجدهمین کنفرانس (سالانه) تغییر آب و هوا از ۱۸-۶ آذر ماه ۱۳۹۱ در سطح کارشناسی و وزراء در دوحه (قطر) برگزار شد. در واقع نشست دوحه را باید پایه گذاری پروتکل جدید نامید که قرار است طی سه سال آینده، سند پروتکل جدید در چارچوب مذاکرات کشورهای عضو کنوانسیون، تدوین، مذاکره و تصویب گردد و در سال ۲۰۲۰ میلادی به مرحله اجرا گذاشته شود. تصمیم بر تدوین پروتکل جدید به کنفرانس سال گذشته کنوانسیون تغییر آب و هوا در دوربان (آفریقای جنوبی) برمی گردد. در نشست دوربان، دور اول تعهدات (کشورهای صنعتی یا کشورهای ضمیمه یک کنوانسیون) در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه ای که از سال ۲۰۱۲-۲۰۰۸ تعیین شده بود، پایان می یافت و می بایست دولت های عضو برای تعهدات دور دوم دولت های ضمیمه یک، تصمیم لازم را اتخاذ نمایند. کشورهای ضمیمه





برای کشورهای توسعه یافته (ضمیمه یک) الزام آور کرده است. لذا این دیدگاه از منظر کشورهای توسعه یافته در تدوین پروتکل جدید تغییر کرده است. این کشورها اصل «مسئولیت مشترک اما متفاوت» را با نگاه به آینده و تغییر شرایط اوضاع جهان تفسیر می کنند و چنین استدلال می نمایند که در پروتکل جدید بعضی از کشورهای در حال توسعه از جمله اقتصادهای نوظهور به اندازه کشورهای صنعتی باید مسئولیت کاهش انتشار گازهای گلخانه ای را بدوش بکشند. به همان میزان هم بنا دارند سایر کشورهای در حال توسعه را در مسئولیت افزایش گرمای زمین و بحران تغییر آب و هوا سهم نمایند. اما دولت های در حال توسعه، اصول کنوانسیون را با نگاه به گذشته تفسیر می کنند و استدلال شان این است که، دولت های صنعتی در دو قرن گذشته، به ویژه در نیم قرن اخیر، به قسمت صنعتی شدن و دستیابی به توسعه اقتصادی، باعث بحران تغییر آب و هوا در کره خاکی شده اند. لذا باید مسئولیت آن را نیز به عهده بگیرند. در این راستا، انتقال فن آوری های مرتبط با تغییر آب و هوا، تأمین و پرداخت منابع مالی به کشورهای در حال توسعه، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و سایر مسایل اساسی کنوانسیون در چنبره همین استدلال کشورهای توسعه یافته گرفتار آمده است. در نتیجه، عملیاتی کردن موارد اشاره شده را به طور غیرمستقیم منوط به مشارکت کشورهای در حال توسعه در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای کرده اند. بنابراین، هر چند مندرجات برنامه کاری پروتکل جدید مورد توافق هر دو طرف (دولت های توسعه یافته و در حال توسعه) قرار گرفته است، اما سایه دو دیدگاه کاملاً

ویژه انتقال فن آوری به کشورهای در حال توسعه، تأمین منابع مالی، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، انطباق پذیری و ظرفیت سازی تشکیل شده بود، به کار خود پایان داد و مسایل به جا مانده از این کار گروه به سایر نهادهای زیرمجموعه کنوانسیون منتقل خواهد شد. - بنابراین کار گروه دوربان که مسئول پیگیری تنظیم متن مذاکراتی و تدوین پروتکل جدید است، مهم ترین بخش مذاکراتی کنوانسیون تغییر آب و هوا در سال های آتی خواهد بود.

متفاوت طرفین، بر مذاکرات آتی تدوین پروتکل جدید سنگینی می کند.

از این جهت، انتظار می رود مذاکرات سه سال آینده کنوانسیون تغییر آب و هوا، بطئی، پیچیده و به همان نسبت، خروجی این مذاکرات برای کشورهای در حال توسعه به ویژه اقتصادهای نوظهور مسئولیت آور و در مقایسه با تعهدات داوطلبانه فعلی (در چارچوب پروتکل کیوتو) سنگین و هزینه بر باشد.

- در اجلاس دوحه، با تصویب تعهدات دور دوم کاهش انتشار گازهای گلخانه ای به مدت هشت سال (۲۰۲۰-۲۰۱۳) به فعالیت کار گروه پروتکل کیوتو پایان داده شد. اما پروتکل کیوتو تا سال ۲۰۲۰ معتبر باقی می ماند.

- کار گروه همکاری های بلندمدت نیز که از شش سال پیش با هدف پیگیری و اجرایی کردن اهداف کنوانسیون به

اثرات تغییر اقلیم بر نیروگاه های حرارتی

● نسترن رحیمی - رئیس گروه محیط زیست وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، دفتر استانداردهای برق و انرژی
گروه محیط زیست

تغییرات منطقه ای در الگوهای دما و بارش می تواند تبعات قابل ملاحظه ای بر سامانه های زیر ساختی و اساسی نیروگاه های حرارتی و عملکرد فعلی و آتی آن ها بر جای گذارد. آب و هوا و اقلیم می توانند بر تمامی جنبه ها و فعالیت های اساسی بخش برق شامل تولید برق، سامانه های انتقال و توزیع و تقاضای مصرف کنندگان نهایی تاثیر بگذارند.

در نیروگاه های حرارتی، کارایی تولید برق با افزایش دمای محیط، تقلیل می یابد. نیروگاه های برقایی نیز از تغییر اقلیم متاثر می شوند. عواملی از قبیل بارش، سطوح قلل برفی، و زمان ذوب برف بر جریان آب های رودخانه ها و رواناب ها و نیز سطوح ذخیره آب اثر می گذارند.

سایر فناوری های استفاده از منابع تجدید پذیر نیز تحت تاثیر تغییر اقلیم قرار دارند. برای مثال فناوری خورشیدی تحت تاثیر پوشش ابر و پوشیدگی تابش خورشید قرار می گیرد. تغییر در الگوهای باد در آینده اثرات چشمگیری بر تولید برق از انرژی باد خواهد گذارد. در توزیع برق، انبساط حرارتی کابل ها و خطوط انتقال و توزیع برق سبب خم شدگی و شکم دادن این خطوط شده و مقدار برقی که با پایداری می تواند از طریق این خطوط منتقل شود را کاهش می دهد. انبساط حرارتی خطوط برق در اثر دمای بیشتر محیط، افزایش می یابد. در زمان های حداکثر بار، کاهش قابلیت و ظرفیت خطوط انتقال، سبب ازدیاد و تجمع مشکلات می شود. این امر سبب می گردد استفاده از ادوات و منابع گران تر تولید برق، افزایش یافته و در عین حال سبب کاهش سطوح تولید برق در واحدهایی می شود که از ادوات ارزان تر با کارایی کمتر

استفاده می کنند.

در بخش تقاضای برق، دماهای بالاتر در ماه های تابستان در مناطق گرمسیر منجر به افزایش تقاضای برق جهت استفاده از دستگاه های تهویه هوا و نیز وسایل سردکننده مانند یخچال می شود. از سوی دیگر دمای بیشتر هوا در فصل زمستان در مناطق سردسیر سبب کاهش تقاضای برق می شود چرا که وسایل گرمایشی کمتری مورد استفاده قرار می گیرند.

آب رودخانه ها برای واحدهای خنک کننده در نیروگاه های حرارتی به کار می رود. مکش آب رودخانه و تخلیه آب واحد خنک کننده به رودخانه با توجه به مقادیر آستانه ای (حدی) تنظیم می شود. این مقدار آستانه ای با افزایش دمای هوا و نیز تناوب های گرما و خشکسالی می تواند در اثر تغییر اقلیم، بالا رود. برای جلوگیری از این افزایش، در نیروگاه ها لازم است تخلیه آب گرم به رودخانه از طرق زیر کاهش یابد:

- تغییر وضعیت عملکرد سامانه خنک کننده - از وضعیت یک بار در حین خنک کردن به عملکرد چرخه مخلوط یا چرخه بسته که با کاهش کارایی نیروگاه های حرارتی همراه خواهد بود.

افزایش دما در اثر گرمایش جهانی باعث افزایش تقاضای بار پیک برق خواهد شد.

در نتیجه گرمایش جهانی پیش بینی می شود کاهش در عرضه آب به واسطه تقلیل میزان بارش و/یا دسترسی به آب حاصل از ذوب برف ها قابل ملاحظه باشد. در نتیجه رقابت چشمگیری برای دستیابی به آب در میان بخش های مختلف منجمله بخش تولید برق به وجود می آید.

کمبود آب در برخی از مناطق، سبب

محدودیت در تولید برق نیروگاه ها می شود. این عامل با افزایش جمعیت، تقاضای بیشتر برای آب جهت مصارف مختلف (حداقل به صورت فصلی) افزایش می یابد.

علاوه بر مشکل در دسترسی بودن آب، مشکلاتی در اثر افزایش دمای آب به وجود می آید. استفاده از آب گرم تر، کارایی سامانه های خنک کننده را در نیروگاه ها کاهش می دهد. و تخلیه آب گرم تر به پهنه های آبی سبب به مخاطره افتادن ترکیب گونه های آبی در این پهنه ها می شود.

راندمان نیروگاه های حرارتی (فسیلی یا هسته ای) به دمای محیط و درجه حرارت آب، حساس است. هر چند این اثر از لحاظ مقدار یا درصد آن بسیار زیاد نیست اما حتی تغییرات کوچک در این خصوص می تواند مخاطرات قابل ملاحظه ای را در سطح ملی برای کل عرضه برق ایجاد نماید.

اثرات تغییر اقلیم بر شبکه به ویژه اختلالات شبکه در اثر تغییرات آب و هوایی، به عنوان چالش هایی برای برنامه ریزی استراتژیک و مدیریت خطر پذیری (ریسک) محسوب می شوند.

در مورد نیروگاه های برقایی، بارش بیشتر به صورت باران و نه برف (کاهش قلل برفی)، پیک زود هنگام رواناب ها و اثرات ناشی از آن ها، قابلیت دسترسی انرژی برقایی را تحت تاثیر قرار می دهد. بر اساس مطالعات مشخص شده است در پاره ای از شرایط، کاهش ۱٪ بارش باعث کاهش حدود ۲ تا ۳٪ در جریان رواناب شده و هر ۱٪ کاهش این جریان سبب ۳٪ کاهش در تولید برق می شود.