

Issues and Measures of Climate Change Mitigation from the Agricultural Production Management Aspects

N. Heydari

Associate Prof., Iranian Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Email: nrheydari@yahoo.com

Received: 24-05-2017

Accepted: 15-12-2017

مسائل و راهکارهای تسکین تغییر اقلیم از جنبه‌های مدیریت تولید در کشاورزی

نادر حیدری

دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج.

E-Mail: nrheydari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۰۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۴

Abstract

The agricultural sector is one of the important economic sectors which will be affected by the climate change phenomena. On the other hand, the different activities in this sector will effect the development of climate change in the world, mainly through the increase in greenhouse gas (GHG) emissions. There are two approaches on fronting climate change. These two are "Adaptation" and "Mitigation" methods. Mitigation deals with reducing the GHGs, while in adaptation the aim is to ameliorate the unwanted impacts of climate change through a wide range of approaches and measures. This paper provides an analytical review of the literature on the subject of mitigation of climate change in the agricultural sector. Based on the results, the basic approaches of mitigation in agriculture can be identified as seven factors: 1. land use, 2. crop residue and land preparation practices, 3. policies and measures of water management, 4. irrigated agriculture and irrigation development, 5. crop residue management and conservation agriculture, 6. land drainage, and 7. green economy issues. This paper also investigates the importance of climate change mitigation and its legislation into the laws and policies of Iran (mainly the Fifth and Sixth National Development Plans). Overall, it could be concluded that the climate change measures and approaches should be implemented in an integrated manner, otherwise some of these measures, e.g., conservation agriculture, may act in two direction i.e., not in favour of climate change mitigation.

Keywords: Adaptation, Agriculture, Climate change, Measure, Mitigation

چکیده

بخش کشاورزی یکی از بخش‌های بزرگ اقتصادی است که پدیده تغییر اقلیم بر آن اثر تأثیرگذار بوده و در مقابل آن فعالیت‌های مختلف در این بخش بر ایجاد و توسعه تغییر اقلیم موثر است. در مبحث تغییر اقلیم و نحوه مواجهه با این پدیده دو رویکرد توأم و کلی وجود دارد. این دو رویکرد عبارتند از "سازگاری" (Adaptation) با آن و رویکرد دوم عبارت است از "تسکین" (Mitigation) تغییر اقلیم. "تسکین" به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط می‌باشد. درحالی‌که هدف سازگاری در درجه اول ملایم نمودن اثرات غیر قابل اجتناب ناشی از تغییر اقلیم است. در این مقاله مروری تحلیلی بر مسائل و راهکارهای مواجهه با پدیده تغییر اقلیم، صرفاً از جنبه مسائل تسکین آن و با تمرکز بر مسائل تولید در بخش کشاورزی ارائه شده است. براساس نتایج راهکارهای تسکین تغییر اقلیم مرتبط با بخش کشاورزی فاریاب را می‌توان در هفت گروه عوامل و مولفه‌های زیر شناسایی و بررسی نمود: ۱- کاربری اراضی ۲- پوشش گیاهی و شیوه تهیه زمین ۳- سیاست‌ها و راهکارهای مدیریت آب ۴- توسعه آبیاری و اراضی فاریاب ۵- بازگشت بقایای گیاهی به خاک و مسائل کشاورزی حفاظتی ۶- زهکشی اراضی ۷- بحث‌های اقتصاد سبز. این مقاله همچنین به بررسی نقش و جایگاه موضوع تسکین تغییر اقلیم در کشور از جنبه‌های توجه و جاری‌سازی آن در اسناد و قوانین بالا دستی، (به‌طور عمده برنامه‌های پنجم و ششم توسعه کشور) نموده است. در مجموع می‌توان اظهار نمود، راهکارهای سازگاری و تسکین تغییر اقلیم باید یکپارچه دیده شده، در غیراینصورت بعضی از آن‌ها ممکن است علیرغم مناسبیت برای سازگاری، در جهت خلاف هدف تسکین تغییر اقلیم عمل نمایند.

واژه‌های کلیدی: تسکین، تغییر اقلیم، راهکار، سازگاری، کشاورزی.

به‌طورکلی، تغییر اقلیم عبارت است از تغییر بلند مدت در شرایط آب و هوایی (تغییر در دما، بارش، باد و دیگر شاخص‌ها). این پدیده می‌تواند تغییر در میانگین شرایط آب و هوایی و در نوسانات (از جمله در وقایع حدی) را در برگیرد.

در متون هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC)^۱ این پدیده می‌تواند به‌عنوان تغییر در میانگین و نوسانات ویژگی‌های اقلیم برای یک دوره طولانی (چند دهه و یا بیشتر) تعریف شود و علت آن ممکن است ناهنجاری‌های طبیعی و یا فعالیت‌های انسانی باشد. این تعبیر از آنچه در کنوانسیون تغییر اقلیم سازمان ملل متحد^۲ (UNFCCC، ۲۰۰۷؛ UNFCCC، ۲۰۱۰) ارائه شده تا حدی متفاوت است. کنوانسیون، این پدیده را مشتمل بر تغییراتی در اقلیم تلقی می‌کند که به‌صورت مستقیم و یا غیر مستقیم به واسطه فعالیت‌های انسانی ایجاد شده است، به‌نحوی که موجب تحول در ترکیبات اتمسفر جهانی گردیده و بنابراین متمایز از نوسانات طبیعی اقلیمی در گذشته می‌باشد. در ایران، دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا (زیر مجموعه سازمان حفاظت محیط زیست) تعبیر مبتنی بر دیدگاه کنوانسیون تغییر اقلیم سازمان ملل متحد را پذیرفته است (موسسه تحقیقات آب، ۱۳۹۵).

در ادبیات تغییر اقلیم، با پدیده "گرمایش جهانی" هم روبرو می‌شویم. سؤال این است که تفاوت و مشترکات گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در چیست؟ گرمایش جهانی تنها به افزایش دمای سطح زمین اشاره دارد، درحالی که منظور از تغییر اقلیم، گرمایش و اثرات جانبی آن (هم‌چون ذوب یخچال‌های طبیعی، طوفان‌های شدیدتر یا خشکسالی‌های متناوب‌تر) است. گرمایش جهانی امروزی یکی از عوارض فعالیت‌های انسان و بسیار گستره‌تر از تغییر اقلیم می‌باشد (موسسه تحقیقات آب، ۱۳۹۵).

کشاورزی یکی از فعالیت‌های اقتصادی کشور است که در سالیان متمادی دگرگونی‌های عمیقی در ساختار آن پدید آمده است. گسترش اراضی بدون توجه به قابلیت‌های سرزمین و منطقه، تخریب پوشش گیاهی و فرسایش خاک ناشی از توسعه اراضی در مراتع و دیم‌زارهای کم‌بازده و اراضی شیب دار و بعضی از اراضی تحت کشت آبی کشور موجب ناپایداری این منابع، کاهش تولید و تنزل کیفیت خاک و توان تولید آن‌ها شده است.

پراکندگی روستاها در پهنه کشور، دوری آن‌ها از مراکز شهری، صعب‌العبور بودن راه‌های دسترسی و بسته بودن همین راه‌ها در فصول سرد سال، کمبود حمل و نقل مناسب، بالا بودن هزینه تهیه سوخت فسیلی، وجود دام‌مازاد از ظرفیت بازدهی تولید در جنگل‌ها و مراتع، معیشتی بودن اقتصاد خانوارهای روستایی و اتکا بیش‌ازحد آن‌ها به منابع طبیعی و زیست محیطی از جمله عوامل بروز ناپایداری در فعالیت‌های مختلف کشاورزی و محیط‌زیست قلمداد می‌گردند (سند ملی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۴). رشد سریع جمعیت در دهه‌های

اخیر و تغییرات الگوهای مصرف محصولات کشاورزی، دولت و مسئولین رادر مقابل انبوهی از نیازهای غذایی، زیربنایی و به‌طورکلی فضای زیستی و معیشتی قرار داده که این موضوع مستلزم فشار بیشتر بر منابع پایه به‌ویژه در بخش کشاورزی است. بخش کشاورزی ناچار است جهت حفظ پایداری نظام کشاورزی و تأمین نیازهای غذایی رو به افزایش کشور از یک سو عملکرد محصولات زراعی را در واحد سطح افزایش دهد، از طرف دیگر توسعه بی‌رویه اراضی کشاورزی را در عرصه‌های طبیعی که از توان لازم برای توسعه متمرکز برخوردار نیستند، محدود نماید. در واقع توسعه کشاورزی بدون در نظر گرفتن شاخص‌های مناسب پایداری منابع پایه و محیط زیست، روند آینده آن را با مخاطراتی مواجه می‌سازد. این موضوع به‌ویژه در ایران که از شرایط سخت اکولوژیکی نظیر کمبود منابع آب، محدودیت اراضی مناسب جهت توسعه کشاورزی و همچنین رشد سریع جمعیت و ضعف تکنولوژیکی مواجه است بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل فعالیت انسان از جمله شاخص‌های توسعه پایدار که بر بحث محیط زیست تمرکز دارد، می‌باشد. اقتصاد سبز رویکرد جهانی است برای دستیابی به توسعه پایدار که در آن به مسایل زیست محیطی تأکید دارد. اقتصاد سبز رویکردی است که شامل ابعاد سه‌گانه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می‌باشد. ابعاد اجتماعی به موضوعات رفاه بشری، عدالت اجتماعی، کاهش نابرابری، افزایش کیفیت زندگی، توسعه اجتماعی، دسترسی عادلانه و پرداختن به نیازهای زنان و جوانان اشاره دارد. ابعاد اقتصادی نیز شامل رشد در درآمد و اشتغال، سرمایه‌گذاری‌های خصوصی و عمومی، اقتصاد انعطاف‌پذیر، رشد اقتصادی و فعالیت‌های جدید اقتصادی می‌باشد. ابعاد زیست محیطی به کاهش خطرات زیست محیطی و کمیابی آن، کاهش کربن، کارایی منابع و منابع کارآمد، کاهش انتشار کربن و آلودگی، افزایش بهره‌وری انرژی و منابع، جلوگیری از نابودی تنوع زیستی و اکوسیستم و مسئولیت‌پذیری در قبال محیط زیست تأکید دارد (سند ملی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۴).

در پاسخ به تغییر اقلیم، دو رویکرد حاکم می‌باشد که عبارت است از تسکین^۳ و سازگاری^۴. این دو رویکرد هم‌اکنون به‌طور جدی در دستور کار IPCC قرار دارد. البته نحوه برخورد با آن تا حد زیادی تابع مقیاس مکانی-زمانی است که در آن تصمیم‌گیرنده قرار می‌گیرد. به این معنی که بخشی از پاسخ‌ها تنها در مقیاس جهانی قابل انجام هستند و بخشی تنها در مقیاس محلی. در تعریف پاسخ‌های فوق، "تسکین" مربوط به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. درحالی که هدف سازگاری در درجه اول ملایم نمودن اثرات غیر قابل اجتناب ناشی از تغییر اقلیم است که از طریق طیف گسترده‌ای از اقدامات در یک سیستم آسیب‌پذیر مورد توجه قرار می‌گیرد.

در این مقاله با استناد به منابع معتبر جهانی مروری تحلیلی بر مسائل و راهکارهای مواجهه با پدیده تغییر اقلیم از جنبه مسائل تسکین آن و با تمرکز بر مسائل تولید در بخش کشاورزی ارائه شده است.

علاوه بر تقسیم‌بندی سهم بخش‌های اقتصادی مختلف، سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای براساس کشورهای جهان، بر اساس آمار سال ۲۰۱۴ تنها شش کشور چین (۳۰٪)، ایالات متحده (۱۵٪)، اتحادیه اروپا (۹٪)، هندوستان (۷٪)، فدراسیون روسیه (۵٪)، و ژاپن (۴٪)، در مجموع ۷۰ درصد گاز دی‌اکسیدکربن جهان را تولید نموده و سهم سایر کشورها فقط ۳۰ درصد بوده است (Boden و همکاران، ۲۰۱۷b). در این برآوردها، آمار مرتبط با انتشار و یا جذب گازهای گلخانه‌ای ناشی از کاربری اراضی لحاظ نشده است، اما تغییرات در کاربری اراضی می‌تواند مهم باشد. برآوردها حاکی از آن هستند که خالص انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از کشاورزی، جنگل، و سایر کاربری‌های اراضی در ابعاد جهانی معادل ۸ میلیارد تن تولید گاز دی‌اکسید کربن و یا حدود ۲۴ درصد کل گازهای گلخانه‌ای انتشار یافته در جهان است.

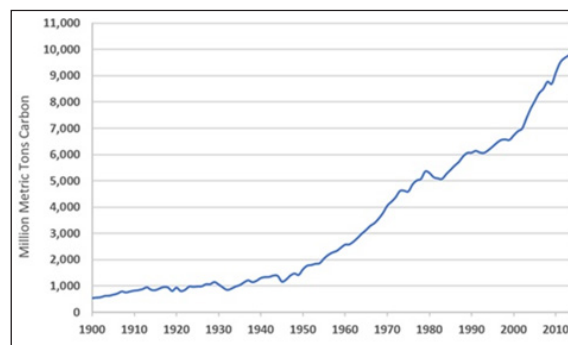
براساس منابع علمی انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن مربوط به کشور ایران طی سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۰۱ میلادی بین ۲۰۰ الی ۳۷۰ میلیون تن تغییر افزایشی مستمر داشته است و در سال ۲۰۱۵ این مقدار به ۶۳۰ میلیون تن رسیده است. همچنین سرانه تولید گاز دی‌اکسیدکربن در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ بین ۳/۶ تا ۸/۰ تن بر هر نفر تغییر نموده که باتوجه به رشد ۴۱ درصدی جمعیت کشور طی این مدت، حاکی از رشدی معادل ۱۲۳ درصد برای سرانه تولید گاز و ۲۱۴ درصد رشد کل تولید گاز در این مدت است (Olivier و همکاران، ۲۰۱۶).

به فعالیت‌های بخش کشاورزی می‌توان از دو منظر یعنی هم تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای و هم کاهش‌دهنده (تسکین دهنده) آن، نگریست. بخش کشاورزی مجموعه فعالیت‌های زراعی، باغی، دام و طیور، شیلات و صید، جنگل و مرتع می‌باشد. براساس طبقه‌بندی سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) بخشی از دامنه تولید گازهای گلخانه‌ای کشاورزی که اطلاعات آماری آن برای محاسبه انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌کارگرفته می‌شود، به شرح زیر می‌باشد: تخمیر روده، مدیریت کود کشاورزی، کاشت برنج، کاربرد کودهای شیمیایی، کود پاشی خاک، کود به‌جا مانده از حیوانات در مراتع، باقی مانده‌های محصول، کشت در خاک‌های ارگانیک (با مواد آلی زیاد)، سوزاندن-ساوانا، سوزاندن-باقی مانده‌های محصول، و مصرف انرژی در کشاورزی (برای کاربرد ماشین‌های کشاورزی در عملیات کاشت و داشت و برداشت، پمپاژ آب، آبیاری تحت فشار و غیره).

براساس محاسبات فائو و اطلاعات آماری ارائه شده طی دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱، انتشار سالانه گازهای آلاینده‌های کشاورزی از رقم ۴۶۸۴ تن در سال ۲۰۰۱ به رقم ۵۳۳۵ تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال ۲۰۱۱ رسیده که در حدود ۱ درصد رشد سالانه داشته است. با مقایسه ارقام رشد دو دهه مشاهده می‌شود در دهه ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ نسبت به دهه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ رشد ۶ درصدی داشته است. یعنی

مهم‌ترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان به ترتیب سهم آن‌ها در تولید گاز، به هفت گروه شامل: تأمین و عرضه انرژی، تولید صنعتی، تغییر کاربری اراضی و تخریب جنگل، فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری، حمل و نقل، ساختمان‌های تجاری و مسکونی، و تولید پسماند و فاضلاب و زباله طبقه‌بندی می‌شوند (FAO، ۲۰۰۸؛ سند ملی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۴). تعریف^۵ (IPCC، ۲۰۱۴) بخش‌های اقتصادی تولید کننده گازهای گلخانه‌ای و سهم آن‌ها در تولید این گازها مقداری متفاوت از تعریف فائو است. براساس (IPCC، ۲۰۱۴) بخش‌های اقتصادی تولید کننده گازهای گلخانه‌ای شامل الکتریسیته و تولید گرما (۲۵٪)، کشاورزی، جنگل و سایر کاربری‌های اراضی (۲۴٪)، ساختمان و مسکن (۶٪)، حمل و نقل (۱۴٪)، صنعت (۲۱٪)، و سایر مصارف انرژی (۱۰٪) است. ملاحظه می‌شود که سهم فعالیت‌های مختلف در انتشار گازهای گلخانه‌ای متفاوت است اما آنچه بیش از همه حائز اهمیت است تولید انرژی، تولید صنعتی، کشاورزی و شیوه کاربری اراضی است.

باید اذعان نمود که روند تولید گازهای گلخانه‌ای در جهان در دهه‌های اخیر روبه‌افزایش بوده است. در شکل (۱) روند تغییرات تولید گاز دی‌اکسید کربن (میلیون تن) از منابع سوخت‌های فسیلی طی دوره زمانی ۱۹۰۰ الی ۲۰۱۴ میلادی نمایش داده شده است.



شکل ۱- روند تولید گازهای از نوع کربن (میلیون تن) ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در جهان طی سال‌های ۱۹۰۰ الی ۲۰۱۴ میلادی (Boden و همکاران، ۲۰۱۷a)

براساس شکل (۱) انتشار گاز کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی از سال ۱۹۰۰ به بعد افزایش خیلی زیادی داشته است. از سال ۱۹۷۰ انتشار گاز دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و سایر فرایندهای صنعتی مختلف افزایشی حدود ۹۰ درصد داشته که آن به تنهایی عامل ۷۸ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۱ بوده است. در این میان کشاورزی، جنگل‌زدایی، و سایر تغییرات کاربری اراضی نیز مقام دوم را در این افزایش گازهای گلخانه‌ای در این دوره داشته‌اند.

تولید گازهای گلخانه‌ای بیشتری ناشی از مجموعه فعالیت‌های بخش کشاورزی در جهان انتشار یافته است. در مقابل کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای در فعالیت‌های جنگل‌داری و سایر کاربری اراضی دیده می‌شود به طوری که از رقم میانگین ۵۷۹۹ تن معادل دی‌اکسیدکربن در دهه ۱۹۹۰ به میانگین ۴۹۸۷ تن در دهه ۲۰۰۰ بالغ شده که در حدود ۱۴ درصد کاهش نشان می‌دهد. در ایران اطلاعات نشان می‌دهد که تولید گازهای گلخانه‌ای بخش کشاورزی از ۴۳ تن در سال ۲۰۰۱ به رقم ۴۱ تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال ۲۰۱۱ رسیده که روند کاهشی داشته و حدود ۰/۸ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان را به خود اختصاص داده است (سند ملی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۴).

تسکین تغییر اقلیم برای جلوگیری از ایجاد مشکلات جدی در سیستم‌های تولید غذا و تأمین معیشت جوامع و جلوگیری از افزایش سریع جمعیت گرسنگان جهان (مردم با ناامنی غذایی)، در دراز مدت ضروری است. به طور تاریخی، تبدیل اراضی از جنگل به مرتع و یا اراضی زراعی و همچنین فعالیت‌های کشاورزی و تولید زیاد دام از عوامل مهم در تأمین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای و به تبع آن تغییر اقلیم در شرایط کنونی بوده‌اند. با این وجود سیستم‌های غذایی دارای قابلیت‌های زیادی برای تسکین تغییر اقلیم هستند. علاوه بر این بسیاری از راهکارهای مؤثر سازگاری با تغییر اقلیم، به خصوص برای زنجیره انتهایی تولید غذا، راهبردهای بسیار مؤثر سازگاری با تغییر اقلیم را برای کشاورزی تجاری عرضه می‌دارد (FAO، ۲۰۰۸). بنابراین سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های مناسب برای تسکین تغییر اقلیم در بخش‌های غذا و کشاورزی می‌تواند اثرات

راهکارهای تسکین تغییر اقلیم مرتبط با بخش کشاورزی

در ادامه تعدادی از راهکارهای تسکین تغییر اقلیم مرتبط با فعالیت‌های بخش کشاورزی ارائه شده است. نکته‌ای که باید در اینجا مد نظر داشت آن است که تعدادی از راهکارهای تسکین تغییر با سازگاری با تغییر اقلیم در ارتباط با یکدیگر هستند. به عبارت دیگر واکنش‌های سازگاری و تسکین تغییر اقلیم در بخش کشاورزی می‌تواند به طور همزمان انجام شوند. اثرگذاری آن‌ها بستگی به الگوی تغییر اقلیم درک شده در دهه‌های آینده دارد. روابط متقابل بین این عوامل، یعنی تغییر اقلیم، سازگاری با آن و تسکین تغییر اقلیم اغلب منابع آب را درگیر خود می‌نماید. راهبردهای سازگاری و تسکین تغییر اقلیم ممکن است همخوانی و همسویی باهم داشته باشند. زیرا هر کدام از آن‌ها یکدیگر را تقویت و پشتیبانی می‌کنند و یا می‌توانند در تلفیق و تفاهم با یکدیگر سازنده باشند. از نقطه نظر آب، مثال‌هایی از راهبردهای سازگاری که گزینه‌های تسکین را کاهش می‌دهند، به میزان زیادی مرتبط با بحث آبیاری محصولات کشاورزی هستند.

و منافع چندگانه برای تأمین امنیت غذایی و همچنین مشارکت در پایداری بازارهای جهانی غذا داشته و فرصت‌های اشتغال زیادی را در بخش کشاورزی تجاری ایجاد نماید و از این طریق پایداری سیستم‌های حساس معیشت جوامع را نیز افزایش دهد. این قبیل فعالیت‌های مناسب و پیشگیرانه برای تسکین تغییر اقلیم و در حوزه تأمین غذا برای امنیت غذایی عبارتند از (FAO، ۲۰۰۸):

- کاهش انتشار گاز CO₂:

از طریق کاهش تغییر اراضی جنگلی به اراضی مرتعی یا زراعی، کنترل مناسب آتش در جنگل‌ها، انتخاب گزینه‌های مناسب برای جلوگیری از آتش زدن بقایای گیاهی پس از برداشت محصول، توسعه کشاورزی صنعتی و کشت و صنعت‌ها.

- کاهش انتشار گازهای متان (CH₄) و اکسید نیتروژن (N₂O):

از طریق مدیریت مناسب آب در شالیزارها، مدیریت مناسب فضولات دامی، کاربرد مناسب کودهای شیمیایی در اراضی زراعی، تصفیه فاضلاب‌های شهری به منظور تغذیه آبخوان‌ها و استفاده برای آبیاری در کشاورزی.

- ترسیب کربن در خاک:

از طریق فعالیت‌هایی نظیر بهبود مدیریت بقایای گیاهی، استفاده از روش کشاورزی حفاظتی، ایجاد پوشش گیاهی دائم بر روی خاک، کاهش عملیات خاکورزی و کاهش تناوب زراعی (که در مجموع به کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی کمک می‌نمایند)، استفاده از اراضی نامرغوب برای توسعه جنگل‌ها و برداشت چوب و یا سایر محصولات گیاهی سلولزی و کاشت درختانی که به ترسیب کربن کمک می‌نمایند.

آن همچنین از نقطه نظر هزینه‌های انرژی مورد نیاز، توزیع آب، و تولید گازهای گلخانه‌ای مرتبط (که می‌تواند وابسته به فعالیت‌های کشت و خاک‌ورزی اصلاح شده باشد) نیز مرتبط است. استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر برای پمپاژ و توزیع آب، می‌تواند تا حد زیادی این تضاد بین راهبرد سازگاری و تسکین تغییر اقلیم را کاهش داده و تعدیل نماید. تعدادی از راهبردهای تسکین نیز می‌تواند تبعات منفی بر سازگاری با تغییر اقلیم داشته باشد. مثلاً افزایش وابستگی به گیاهان تولید کننده انرژی (بحث سوخت زیستی Bio-fuel) که می‌تواند در رقابت با منابع آب باشد، سبب کاهش تنوع زیستی و در نتیجه افزایش آسیب پذیری به وقایع حدی تغییر اقلیم می‌شود. از طرفی دیگر بسیاری از فعالیت‌های جذب و جداسازی کربن^۷ نظیر فعالیت‌های مرتبط با خاک‌ورزی کمینه^۸ افزایش پوشش گیاهی و کاربرد تناوب‌های زراعی^۹ مناسب، منجر به سیستم‌های تولیدی می‌شوند که به تغییرات اقلیمی تحمل‌پذیری بیشتری داشته و بنابراین سازگاری مناسبی در شرایط فشار بر منابع آب و خاک در شرایط تغییر اقلیم را فراهم می‌آورند (Bates و همکاران، ۲۰۰۸).

۱- نقش کاربری اراضی در تسکین تغییر اقلیم:

طبق IPCC به طور کلی شش نوع محتمل از کاربری زمین را می‌توان طبقه‌بندی نمود که شامل کاربری جنگل، کاربری زراعی (کشاورزی)، مراتع و علفزارها، تالاب‌ها، مناطق سکونتی و سایر می‌باشند. تغییر کاربری اراضی (نظیر تغییر کاربری از کشاورزی به مرتع) ممکن است سبب تغییرات در میزان کربن جو شده و لذا سبب تأثیرات مختلفی در میزان منابع آب شود (Bates و همکاران، ۲۰۰۸). برای تغییر کاربری اراضی، به استثنای تأثیرات تغییر کاربری تبدیل اراضی به جنگل بر روی منابع آب، IPCC اطلاعات کمی در خصوص تغییر به سایر کاربری‌ها و اثرات آن بر منابع آب در اختیار دارد.

احیا تالاب‌ها و برکه‌ها به عنوان یکی از راهکارهای تسکین تغییر اقلیم در بخش کشاورزی^{۱۱} منجر به بهبود کیفیت آب و کاهش سیلاب خواهد گردید. شیوه عملیات زراعی و تهیه زمین برای تسکین تغییر اقلیم نیز ممکن است اثرات مختلفی در میزان منابع آب داشته باشد. بسیاری از روش‌هایی که با هدف اصلی حفظ کربن خاک به کار برده می‌شوند (نظیر خاک‌ورزی کمینه^{۱۱}، افزایش پوشش گیاهی و استفاده بیشتر از گیاهان زراعی دائمی و چندساله)، همچنین کمک به کاهش فرسایش خاک نموده و دارای منافع نیز برای بهبود کیفیت آب و هوا می‌باشند. البته باید متذکر شد که این فعالیت‌ها ممکن است در بعضی مناطق سایر اثرات معکوس و نامطلوب نیز داشته باشد. این اثرات منفی محتمل می‌تواند به عنوان نمونه افزایش آلودگی منابع آب زیرزمینی با عناصر غذایی (مثلاً نیترات) و یا آلودگی با آفت کش‌ها به دلیل شستشوی آن‌ها در روش‌های خاک‌ورزی کمینه باشد. اثرات منفی این فعالیت‌ها با هدف جذب کربن هنوز کاملاً قطعی و یا کمی نشده‌اند و هنوز معلوم نیست اثرات منفی آن‌ها تا حدی باشند که منافع زیست محیطی حاصل از ترسیب کربن^{۱۲} را خنثی نمایند.

گروهی از فعالیت‌های کشاورزی معروف به کشاورزی متراکم^{۱۳} منافع جانبی و فرعی زیادی در تسکین تغییر اقلیم دارند که مهم‌ترین آن افزایش یا حفظ تولید غذا (امنیت غذایی) است. این فعالیت‌ها ضمن بالا بردن عملکرد و تولید، بقایای گیاهی را نیز به خاک بر می‌گرداند و شامل موارد زیر هستند (Bates و همکاران، ۲۰۰۸): تناوب‌های مناسب زراعی، کمتر آیش گذاشتن زمین و عدم رها کردن خاک بدون پوشش گیاهی، کشت گیاهان زراعی با پوشش وسیع، کشت ارقام گیاهی با عملکرد بالا، مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌های گیاهی، کاربرد مناسب کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای آلی، آبیاری درست، مدیریت سطح ایستایی، و مدیریت‌های خاص هر منطقه.

منافع زیست محیطی حاصل از فعالیت‌های فوق می‌تواند شامل کنترل فرسایش، حفاظت آب، بهبود کیفیت آب و کاهش رسوب وارده به مخازن سدها و آبراهه‌ها باشد. البته کیفیت منابع آب و خاک می‌تواند متقابلاً با استفاده بیش از حد از کودهای کشاورزی و یا آبیاری بی‌رویه و با راندمان‌های پائین کاهش یابد.

استفاده مناسب و موثر از کودهای شیمیایی اثرات منفی بر کیفیت آب نخواهد داشت. علاوه بر آن فعالیت‌های کشاورزی که میزان انتشار اکسید نیتروژن (N_2O) را کاهش می‌دهند، اغلب راندمان کاربرد نیتروژن از این منبع و سایر منابع (نظیر کودهای حیوانی) را افزایش داده و در نتیجه سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌های (GHG)^{۱۴} از کارخانه‌های تولید کود شیمیایی و به تبع آن جلوگیری از آلودگی منابع آب و هوا از آلودگی‌های نیتروژن می‌شود (Bates و همکاران، ۲۰۰۸). کاربرد سیستم‌های توام کشاورزی-جنگل^{۱۵} (کاشت درختان در اراضی زراعی) می‌تواند منافع چندگانه‌ای برای تسکین تغییر اقلیم داده باشد، از آن جمله تأمین انرژی برای جوامع روستایی، که همخوانی و هم‌نوایی بین توسعه پایدار و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ایجاد می‌نماید.

فعالیت‌های کشاورزی که تلاش دارند تا انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند، اثرات مثبت و منفی بر حفاظت منابع آب و کیفیت آن دارند. به عنوان نمونه درحالی‌که راهکارهایی افزایش کارایی مصرف آب (WUE)^{۱۶} (نظیر کاربرد فناوری خاک‌ورزی کمینه) را ترغیب و ترویج می‌نمایند و دارای منافع نیز می‌باشند، ولی این راهکارها به صورت بالقوه و در مواردی منجر به افزایش مصرف آب و در نتیجه کاهش جریان‌های سطحی و یا تغذیه به آبخوان‌ها می‌شوند. یا در مورد دیگر مانند مدیریت کشت برنج، به طور کلی اثرات مثبتی بر کیفیت آب از طریق کاهش مقدار مواد آلوده کننده شیمیایی ورودی به زهکش‌ها دارد.

۲- نقش مدیریت پوشش گیاهی و شیوه تهیه زمین در تسکین تغییر اقلیم:

ترسیب کربن در اراضی کشاورزی یک گزینه کوتاه مدتی است که غلظت گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن در اتمسفر را کاهش می‌دهد. برخی از روش‌های مدیریتی برای کاهش هدررفت کربن عبارت از کاهش شدت شخم، افزایش دوره‌های آیش و تناوب زراعی و همچنین استفاده از محصولات زراعی زمستانه می‌باشند (Fabrizzi و همکاران ۲۰۰۷). از جمله عوامل منتشر کننده انواع گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه گاز دی‌اکسید کربن به اتمسفر، نظام‌های زراعی می‌باشند. از طرفی کربن آلی خاک به عنوان مهم‌ترین ذخایر کربن خشکی‌ها به حساب می‌آید. به همین دلیل اعمال هرگونه مدیریت دی‌اکسید کربن در خاک، می‌تواند در افزایش و کاهش آن مؤثر باشد. (مختاری و همکاران، ۱۳۹۵) به منظور ارزیابی تأثیر مدیریت خاک‌ورزی (با تیمارهای شخم عمیق با گاواهن برگردان‌دار و شخم نیمه عمیق از نوع "چیزل"^{۱۷}) (شخم عمودی توسط تیغه‌های فرورونده در خاک)، در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر میزان کربن آلی خاک در زراعت گیاه ذرت، تحقیقی را در منطقه بسطام شاهرود انجام دادند. براساس نتایج آن‌ها می‌توان با کاهش خاک‌ورزی و کاربرد نهاده‌های آلی هم‌چون ورمی کمپوست به تنهایی و به صورت توأم با کود شیمیایی اثرات

مخرب زیست محیطی ناشی از گازهای گلخانه‌ای را کاهش داد. در تحقیق دیگری با هدف برآورد و مقایسه میزان ترسیب کربن خاک و میزان فرسایش‌پذیری خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) در دشت آق‌قلا در استان گلستان، نتایج مربوط به ترسیب کربن، نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین سیستم بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی با سیستم خاک‌ورزی مرسوم، وجود دارد (روحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۱).

روش شخم حفاظتی^{۱۸} اصطلاح جدیدی است که شامل دامنه وسیعی از روش‌های شخم مرسوم نظیر شخم از نوع چیزل، شخم با ایجاد پشته، شخم با ایجاد شیار، شخم با حفظ پوشش گیاهی خاک به‌عنوان مالچ گیاهی و کشاورزی بدون کاربرد شخم می‌باشد. کاربرد و بومی‌سازی روش شخم حفاظتی مزایای فرعی و جانبی زیادی نیز دارد. از مزایای مهم این روش می‌توان، کنترل آب، کنترل فرسایش خاک، حفظ رطوبت خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش کوبیدگی خاک، افزایش نگهداری

مواد شیمیایی (کودها) توسط خاک، تهویه خاک و بهبود کیفیت آب و خاک، افزایش تنوع زیستی خاک، افزایش میکروارگانیسم های خاک، کاهش مصرف انرژی، کاهش فرسایش و رسوب در مخازن و آبراهه‌ها، و فراهم آوردن امکان کشت دوم و در نتیجه افزایش عملکرد محصول و بهره‌وری در واحد سطح مزرعه را نام برد (Bates و همکاران، ۲۰۰۸).

۳- اثرات سیاست‌ها و راهکارهای مدیریت آب در انتشار گازهای گلخانه‌ای و تسکین تغییر اقلیم:

فعالیت‌های تسکین تغییر اقلیم در بخش‌های مختلف تأثیراتی بر روی منابع آب دارد. در مقابل سیاست‌ها و راهکارهای مدیریت آب می‌تواند با انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با هر بخش مصرف‌کننده آب و در نتیجه در راهکارهای هر بخش در تسکین تغییر اقلیم مؤثر باشد. در جدول (۱) اثرات مدیریت آب بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از بخش‌های مختلف مصرف آب، با استناد به منابع جهانی ارائه شده است.

جدول ۱- اثرات مدیریت آب بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از بخش‌های مختلف مصرف آب (Bates و همکاران، ۲۰۰۸)*

بخش مصرف‌کننده آب	کیفیت		کمیت	
	شیمیایی/بیولوژیکی	درجه حرارت	متوسط تقاضا	میزان آب
انرژی	انرژی زمین گرمایی [۷+]	انرژی زمین گرمایی [۷+]	سدهای آبی [۱+/-]	آب سطحی
			آبیاری [۲-]	سدهای آبی [۱+/-]
			انرژی زمین گرمایی [۷+]	آبی
کشاورزی	سدهای آبی [۱-]	سدهای آبی [۲+/-]	سدهای آبی [۷+]	زهدکشی اراضی [۴+/-]
			شوری زدایی [۸-]	بازگشت بقایای گیاهی [۳+]
فاضلاب و پساب	فاضلاب تصفیه شده [۵+/-]			

* راهنمای جدول به قرار زیر می‌باشد: [-]: افزایش گازهای گلخانه‌ای (تأثیر منفی)، [+]: کاهش گازهای گلخانه‌ای (اثر مثبت)، [+/-]: می‌تواند بسته به شرایط سبب افزایش یا کاهش گازهای گلخانه‌ای شود (اثر مثبت)، (۱): انرژی برقایی به سوخت‌های فسیلی نیاز ندارد و لذا منبع مهمی برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر است. اخیراً ردپای^{۱۹} گازهای گلخانه‌ای به‌خصوص از لحاظ ایجاد گاز متان سدهای آبی مورد سؤال و تردید قرار گرفته است. (۲): کاربرد راهکارهای آبیاری مؤثر می‌تواند به ذخیره و ترسیب کربن در خاک از طریق افزایش عملکرد محصول و بازگشت بقایای گیاهی به خاک کمک نماید. اما تعدادی از این دستاوردها و منافع حاصله می‌تواند توسط انتشار گاز CO₂ از مصرف انرژی برای توزیع آب خنثی شود. آبیاری محصولات از طرفی می‌تواند انتشار گازهای متان (CH₄) و اکسید نیتروژن (N₂O) را بسته به شرایط خاص شدت دهد. (۳) بازگرداندن بقایای گیاهی به خاک برای افزایش ظرفیت نگهداشت آب در خاک به ترسیب کربن در خاک ناشی از افزایش بهره‌وری گیاه و کاهش تنفس خاک کمک نماید. (۴) زهدکشی اراضی در مناطق مرطوب می‌تواند به افزایش بهره‌وری و در نتیجه افزایش کربن خاک کمک نماید و شاید آن همچنین به کاهش انتشار گاز اکسید نیتروژن (N₂O) با بهبود تهویه خاک کمک نماید. البته هر مقدار تلفات نیتروژن از طریق زهدکشی، ممکن است به‌صورت گاز مضر N₂O تلف شده باشد. (۵) بسته به طراحی و مدیریت تسهیلات و امکانات (تصفیه فاضلاب، و فناوری‌های تصفیه فاضلاب)، انتشار بیشتر و یا کمتر گازهای متان و اکسید نیتروژن را ممکن است داشته باشیم. مهم‌ترین منابع ایجادکننده گازهای گلخانه‌ای از فاضلاب هستند. این انتشار می‌تواند در تمام مراحل ایجاد تا تخلیه فاضلاب، ایجاد شوند، اما در عمل بیشتر انتشارات گاز در بالا دست سیستم اتفاق می‌افتد. (۶) شوری زدایی آب نیازمند مصرف انرژی بوده و بنابراین باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. (۷) استفاده از انرژی زمین گرمایی^{۲۰} برای مقاصد گرم کردن، در مقایسه با سایر روش‌های تولید انرژی، انتشار گاز گلخانه‌ای ندارد.

۴- آبیاری و تسکین تغییر اقلیم:

و نه در همه شرایط) می‌شود. کاربرد روش‌های کم‌خاک‌ورزی و یا بی‌خاک‌ورزی همچنین بر انتشار گاز اکسید نیتروژن (N_2O) تأثیرگذار است. اما اثرات معلوم و مرتبط این روش‌ها بر میزان انتشار گاز N_2O هنوز کاملاً مشخص و یا هم جهت نبوده و در منابع علمی به آن‌ها اشاره و یا ارجاع داده نشده است. البته اثر کاربرد این روش‌های کشاورزی (کم‌خاک‌ورزی و در مجموع کشاورزی حفاظتی) بر انتشار گاز N_2O بستگی به شرایط خاک و اقلیم محل نیز دارد. در بعضی مناطق، مناطق کم‌خاک‌ورزی انتشار گاز N_2O را افزایش داده درحالی‌که در جایی دیگر ممکن است انتشار این گاز را کاهش و یا تأثیر غیر قابل اندازه‌گیری بر آن داشته باشد. روش‌های کم‌خاک‌ورزی می‌توانند انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) را از نقطه نظر کاهش انرژی مصرفی در عملیات کشاورزی نیز کاهش دهند. سیستم‌هایی که بقایای گیاهی را در خاک به‌جا می‌گذارند، همچنین می‌توانند کربن خاک را به دلیل اینکه این بقایای گیاهی تجزیه شده و منشا مواد آلی خاک می‌شوند و به دنبال آن منبع ذخیره اصلی کربن در خاک می‌شوند، افزایش دهند. روش‌های اجتناب از سوزاندن بقایای گیاهی (نظیر برداشت مکانیزه نیشکر، حذف روش سوزاندن بقایای گیاهی قبل از عملیات تهیه زمین و یا سوزاندن قبل از عملیات برداشت محصول) از انتشار گازهای گلخانه‌ای و غبار غلیظ ناشی از آتش زدن جلوگیری می‌نماید. اگرچه انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت (برای کاربرد ماشین آلات) ممکن است افزایش یابد (Bates و همکاران، ۲۰۰۸).

۶- زهکشی اراضی و تسکین تغییر اقلیم:

زهکشی اراضی در مناطق مرطوب می‌تواند موجب افزایش تولید محصولات کشاورزی و در نتیجه افزایش کربن خاک شود. همچنین علاوه بر کاهش انتشار گاز CO_2 به کاهش انتشار گاز N_2O از طریق افزایش تهویه خاک کمک نماید. تلفات نیتروژن از طریق زهکشی می‌تواند تلفات به شکل N_2O باشد (Bates و همکاران، ۲۰۰۸).

تغییرات رو به افزایش آب و هوایی و افزایش فراوانی و شدت وقایع حدی از راه‌های زیر قابل انجام است: مدیریت ریسک کلی، مدیریت ریسک مرتبط با زیست بوم‌های مختلف، تحقیق و ترویج ارقام گیاهی و فعالیت‌های اصلاح ارقام منطبق با تغییرات اقلیمی، معرفی و کاشت درختانی که غذا (از طریق میوه)، علوفه و انرژی تولید می‌نمایند (به‌جای زراعت) و همچنین منجر به افزایش درآمد جوامع محلی می‌شود. لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که از جنبه‌های سازگاری و تسکین تغییر اقلیم توسعه باغات و کشت گیاهان دائمی نسبت به زراعت و کشت‌های سالانه، از لحاظ مصرف انرژی (سوخت‌های فسیلی) برای عملیات زراعی، مضرات بهم‌خوردن خاک و آزاد شدن گاز CO_2 و غیره ارجح است.

لازم به ذکر است در حوزه آب بخش کشاورزی (آبیاری) حدود ۱۸٪ اراضی زراعی جهان فاریاب می‌باشند. گسترش این مقدار (درجایی که منابع آب امکان آن را فراهم نماید) و یا استفاده از راهکارهای آبیاری خوب و موثر، می‌تواند منجر به افزایش ذخیره کربن در خاک از طریق افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و همچنین افزایش بازگشت بقایای گیاهی به خاک شود. مقداری از این مزایا و منافع حاصله می‌تواند به دلیل ایجاد گاز CO_2 ناشی از مصرف انرژی (نظیر استفاده از انرژی‌های فسیلی) برای انتقال و توزیع آب و یا به خاطر انتشار اکسید نیتروژن (N_2O) از خاک دارای رطوبت و همچنین کاربرد کودهای ازته شیمیایی، خنثی شود. اگرچه هنوز اثرات بعدی آن‌ها به‌طور گسترده و جامع اندازه‌گیری نشده است (Bates و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین گسترش کشت برنج در تالاب‌ها^{۳۱} ممکن است سبب افزایش انتشار گاز متان (CH_4) از خاک شود که اثرات نامطلوبی از لحاظ سیاست تسکین تغییر اقلیم دارد.

۵- بازگشت بقایای گیاهی به خاک و تسکین تغییر اقلیم:

در تمام دنیا رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی برای جذب آب یکی از دلایل خسارت و حتی از بین رفتن عملکرد محصولات است. پیشرفت‌ها در روش‌های کنترل علف‌های هرز و همچنین مکانیزاسیون کشاورزی، اجازه داده است تا شرایط کنونی روش‌های کاشت کم‌خاک‌ورزی^{۳۲} و یا بی‌خاک‌ورزی^{۳۳} برای کشت گیاهان زراعی امکان‌پذیر شود. این عملیات که منجر به حفظ بقایای گیاهی در خاک و در نتیجه کاهش مصرف آب آبیاری از طریق تلفات تبخیر می‌شود، امروزه به‌صورت گسترده‌ای در جهان استفاده می‌شود. از آنجایی‌که بهم‌خوردگی خاک از طریق روش‌های شخم مرسوم منجر به تلفات کربن خاک ناشی از افزایش تجزیه بقایای گیاهی می‌شود، روش کاشت کم‌خاک‌ورزی یا بی‌خاک‌ورزی اغلب منجر به حفظ کربن خاک (البته نه همیشه

راهکارهای سازگاری و تسکین تغییر اقلیم از جنبه‌های محیط زیستی و اقتصاد سبز

تعریف IPCC از سازگاری با تغییر اقلیم عبارت است از تعدیلات و تنظیمات در سیستم‌های طبیعی و یا انسانی برای واکنش به تحرکات و یا تأثیرات فعلی یا مورد انتظار اقلیمی که می‌تواند اثرات زیان‌بار را تعدیل نموده و یا فرصت‌های سودمندی را فراهم آورد (FAO، ۲۰۰۸). فائو فعالیت‌های زیر را برای سازگاری با تغییر اقلیم و تسکین آن در ارتباط با کشاورزی و حفظ امنیت غذایی پیشنهاد می‌نماید که به رویکرد راهبردی فائو موسوم است (FAO، ۲۰۰۸):
-حفاظت منابع محلی تأمین غذا، دارایی‌ها و معشیت مردم در برابر

- جلوگیری از ایجاد انحراف و یا کاهش در تأمین غذا در سطوح محلی و ملی ناشی از تغییرات در درجه حرارت هوا و رژیم بارشها از راه‌های زیر قابل انجام است: مدیریت مناسب آب کشاورزی (در کل)، مدیریت مناسب آب آبیاری در شالیزارها، بهبود مدیریت اراضی کشت شده، استفاده از فناوری‌های جدید که از لحاظ مصرف انرژی صرفه‌جو باشند (با توسعه کشت و صنعت‌ها).

- حفاظت از زیست‌بوم‌ها از طریق ارائه خدمات محیط زیستی از قبیل: استفاده از اراضی تخریب شده و یا اراضی فقیر از لحاظ حاصلخیزی برای ایجاد جنگل‌های مصنوعی تولیدی و یا سایر مواد گیاهی سلولزی به‌عنوان سوخت جایگزین، کاشت درختانی که به ترسیب کربن در خاک کمک می‌کنند (CDM)^{۳۴}، فعالیت‌های آبخیزداری، جلوگیری از تخریب اراضی و حفاظت از تنوع زیستی.

پیش‌بینی‌های فعلی برای رشد اقتصادی تا سال ۲۰۳۰ میلادی و بعد آن حاکی از افزایش مستمر تقاضا برای پروتئین حیوانی در جهان ناشی از افزایش متوسط درآمد در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. این امر منجر به افزایش تقاضا برای آب و تا حد کمتری زمین به‌منظور تأمین علوفه برای پرورش دام خواهد شد. افزایش تقاضا برای پروتئین حیوانی به همراه کمبود منابع آب، زمین و سوخت (انرژی) که می‌تواند منجر به افزایش قیمت‌های غذا حتی در شرایط بدون تغییر اقلیم نیز شود، در تلفیق با اثرات تغییر اقلیم فشار مضاعفی بر منابع آب وارد نموده که می‌تواند موجبات افزایش بیشتر قیمت غذا در جهان را فراهم آورد. با توجه به افزایش قیمت غذا در آینده و افزایش هشدارها در خصوص نتایج زیست محیطی انتخاب نوع غذا و سید غذایی، ممکن است آحاد جامعه روش و عادت خوردن و صرف هزینه برای غذای خود را تغییر دهد. طرفداران محیط زیست ممکن است الگوی مصرف غذای خود را تغییر داده و رژیم غذایی خود را متکی به تولیدات محلی و با ردپای کربن^{۳۵} کمتر نمایند و لذا نسبت به کاهش مصرف غلات و محصولات دامی در رژیم غذایی خود اقدام نمایند. موارد محتمل از تغییر الگوی مصرف جامعه در آینده عبارتند از (FAO، ۲۰۰۸): جابجایی در غذاهای اصلی مورد مصرف روزانه مردم، جابجایی از محصولات دائمی تغذیه شونده از غلات، افزایش مصرف مواد غذایی جدید، کاهش مصرف غذاهای حیوانات وحشی^{۳۶} و کاهش مقدار و یا نوع غذاهای مصرفی.

همچنین علاوه بر انطباق الگوی مصرف غذا برای حصول به مقدار کافی از غذا، ضروری است تا تنظیمات و تغییراتی برای حفظ کیفیت رژیم غذایی جامعه نیز ایجاد شود. این‌ها شامل موارد زیر هستند (FAO، ۲۰۰۸): حفاظت از تنوع زیستی و بهره‌برداری مناسب از غذاهای حیات وحش، ترویج و گسترش باغات درون منازل و مدارس، افزایش کاربرد روش‌های پخت خشک برای حفظ آب، فعالیت‌های صرفه‌جویی‌کننده انرژی و بهداشتی در آماده‌سازی غذا و آموزش رفتارهای خوردن مناسب برای کاهش سوءتغذیه و بیماری‌های مرتبط با رژیم غذایی نامناسب.

یکی از راهبردهای مقابله با چالش‌های پیش‌روی بخش کشاورزی، توجه به اقتصاد سبز و مولفه‌های آن است. در مستندات برنامه پنجم توسعه و افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ سیاست‌های اجرایی که منجر به اقتصاد سبز می‌شود، ارائه شده است. مواد قانونی برنامه پنجم توسعه که مستقیم و غیرمستقیم به کاهش کربن در بخش کشاورزی اشاره نموده است به شرح زیر هستند: بندهای الف، ب، ج، د، ه، و، ز، ح، ط، ی ماده ۱۴۳ و ماده ۱۴۴، ماده ۱۹۴، بندهای الف، ب، ج، د و تبصره‌های ۱ و ۲ ماده ۱۰۱، ماده ۱۳۳، ماده ۱۳۴، ماده ۱۳۸، ماده ۱۳۹، بندهای الف، ب، ج، د، ه، ماده ۱۴۰، بندهای الف، ب، ج، د، ه، ماده ۱۴۱، ماده ۱۴۶، بندهای الف، ب، ج ماده ۱۴۷، الف، ب، ج، د، ه، و، ز، ماده ۱۴۸، و بندهای الف، ب، ج و تبصره‌های ۱ و ۲ ماده ۱۴۹. مصادیق اقتصاد سبز در برنامه پنجم توسعه به شرح زیر معرفی شده‌اند (سند ملی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۴):

- کاهش و استفاده بهینه از آب به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی
- توسعه فناوری‌های نوین به‌منظور کاهش مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های پاک
- نوسازی فناوری و تجهیزات و ماشین‌آلات به‌منظور کاهش مصرف انرژی
- انطباق و سازگاری و اجرایی نمودن سیاست‌های سبز در بخش فناوری
- اصلاح الگوی کشت، ساختار تولید و نظام بهره‌برداری به‌منظور کاهش و استفاده بهینه از انرژی و استفاده از انرژی پاک در تولید
- کاهش و مصرف بهینه انرژی
- استفاده از انرژی‌های پاک با بکارگیری وسایل حمل و نقل با فناوری

سبز تعدادی از طرح‌ها و اقدامات کاهش کربن در طول برنامه پنجم به قرار زیر بوده‌اند^{۳۷}: اجرای روش‌های نوین آبیاری، اصلاح و بهبود روش‌های سنتی آبیاری، به‌هنگام و اجرایی نمودن سند ملی الگویی مصرف بهینه آب کشاورزی، بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های آب و آبیاری، پایش اثربخشی پروژه‌های آب و خاک، ارتقا ضریب مکانیزاسیون کشاورزی، جایگزینی ماشین‌های فرسوده، توسعه مکانیزاسیون برنج، اصلاح ساختار واحدهای صنایع تبدیلی و تکمیلی بخش کشاورزی و توسعه و تجهیز ناوگان حمل و نقل شبکه، و کمک‌های فنی و اعتباری (سند ملی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۴).

همچنین برای افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ عناوین تعدادی از طرح‌ها و اقدامات کاهش کربن به شرح زیر معرفی شده‌اند (سند ملی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۴): تجهیز و نوسازی اراضی مدرن، تجهیز و نوسازی اراضی سنتی، توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار، افزایش راندمان آبیاری، توسعه جنگل و جنگل‌کاری، مرتعداری و تولید علوفه، حفاظت، حمایت از طرح اصلاح کاربری اراضی و تهیه و تجدید نظر طرح‌های جنگلداری.

توجه به محیط زیست و اقتصاد سبز به خصوص در قوانین و سیاست‌های برنامه پنج ساله توسعه تازه مصوب شده کشور یعنی برنامه ششم توسعه نیز زیاد بوده است. به‌عنوان نمونه در محور حفاظت از تنوع زیستی کشاورزی و جلوگیری از تخریب منابع آب خاک، و محیط زیست در مقابل تغییر اقلیم مواد ۴۱ (بندهای د، و ز)، ۴۵ و ۴۵ ژ، و ماده ۴۸ (بندهای الف، د، ذ، ر، ز، ژ، ش) به این موضوع پرداخته است. در ماده ۴۸ تصریح شده است: "دولت موظف است اقدامات زیر را جهت حفاظت از محیط زیست به عمل آورد":

الف- نظارت بر ارزیابی راهبردی محیط زیست (SEA) در سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه‌ای و ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) پروژه‌ها و طرح‌های بزرگ کلیه دستگاه‌های اجرایی و بخش‌های خصوصی براساس شاخص‌ها، ضوابط و معیارهای پایداری محیط زیست.

د- احیا، توسعه، و غنی‌سازی جنگل‌ها در سطح هشتصد و پانزده هزار هکتار

ذ- اجرای عملیات آبخیزداری و حفاظت از خاک و آبخوان حداقل در سطح ده میلیون هکتار

ر- بیابان‌زدایی و کنترل کانون‌های بحرانی آن حداقل در سطح یک میلیون و یکصد و چهل هزار هکتار

ز- تهیه نقشه‌های حد نگاری (کاداستر) منابع طبیعی حداقل یکصد و چهارده میلیون هکتار و اراضی کشاورزی حداقل بیست میلیون هکتار با رعایت قانون حد نگار (کاداستر)

ژ- ارتقا پوشش صد درصد (۱۰۰٪) حفاظت از جنگل‌ها، مراتع، و اراضی ملی و دولتی و مناطق چهارگانه زیست محیطی با مشارکت جوامع محلی و ارتقای ضریب حفاظت از جنگل‌ها و مراتع کشور

ش- اجرای برنامه مدیریت سبز شامل مدیریت مصرف انرژی، آب، مواد اولیه، تجهیزات و کاغذ، کاهش مواد جامد زاید و بازیافت آن‌ها. همچنین در سایر قوانین و اسناد بالادستی کشور نیز به موضوع تسکین تغییر اقلیم پرداخته شده است. به‌عنوان نمونه به این موضوع در ضوابط ملی آمایش سرزمین توجه شده است که طی آن تصریح شده است "تنوع بخشی در منابع تولید انرژی و افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر (به‌ویژه بادی و خورشیدی) در تولید و تأمین بهینه انرژی هر منطقه از کشور متناسب با ظرفیت هر منطقه". و یا در معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور طی نامه شماره ۱۲۶۱۴۳ مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۲۰ خطاب به آقای مهندس حجتی وزیر جهاد کشاورزی اعلام می‌دارد: "پیرو جلسه امور آمایش و توسعه منطقه‌ای با جناب‌عالی در خصوص تدوین ضوابط ملی آمایش سرزمین و مباحث مربوط به اثرات تغییر اقلیم بر محیط زیست، منابع آب و کشاورزی به پیوست گزارش سازمان حفاظت محیط زیست تحت عنوان «رخدادهای حاصل از فرایند گرم شدن زمین در کشور و تهدیدهای ناشی از آن» و همچنین خلاصه‌ای از گزارش وزارت نیرو در خصوص «وضعیت منابع آب در کشور با تأکید بر پدیده تغییر اقلیم و بحران آب» جهت استحضار ارسال می‌گردد".

بحث سندالحاق جمهوری اسلامی ایران به پروتکل کاهش گازهای گلخانه‌ای (پروتکل پاریس) نیز در کشور مطرح است. در تاریخ ۱۳۹۵/۸/۲۳ مجلس شورای اسلامی لایحه الحاق ایران به پروتکل کاهش گازهای گلخانه‌ای موسوم به پروتکل پاریس را تصویب نمود و به دولت اجازه داد تا این پروتکل را امضا نماید. با امضا پروتکل عملاً کشور ایران یکصد و ششمین کشوری می‌بود که به عضویت این پروتکل درمی‌آمد. براساس تعهدات این پروتکل، کشور ایران باید گازهای گلخانه‌ای تولیدی خود را تا ۴ درصد کاهش دهد^۸.

نتیجه‌گیری

سازگاری با تغییر اقلیم و تسکین آن دو رویکرد اساسی در مواجهه با پدیده تغییر اقلیم هستند. این دو رویکرد و راهکارهای مرتبط باید در تلفیق با یکدیگر و با جامع‌نگری‌های لازم مورد استفاده قرار گیرند.

انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از فعالیت‌های انسان (کشاورزی، صنعت، خدمات، و...) از شاخص‌های توسعه پایدار، توجه به محیط زیست، و اقتصاد سبز می‌باشند که نقش مهمی در تسکین تغییر اقلیم دارند. براساس منابع علمی سهم بخش کشاورزی در تولید گازهای گلخانه‌ای حدود ۱۴ درصد است. بنابراین توجه کافی و سرمایه‌گذاری لازم برای تسکین تغییر اقلیم در بخش‌های کشاورزی و تولید غذا حایز اهمیت است. فعالیت‌های مناسب و پیشگیرانه برای تسکین تغییر اقلیم در حوزه کشاورزی و تأمین غذا شامل

کاهش انتشار گازهای دی‌اکسیدکربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیتروژن (N_2O) و ترسیب کربن در خاک می‌باشد. مولفه‌های مذکور می‌تواند در بخش‌ها و فعالیت‌های مرتبط با کاربری اراضی؛ مدیریت پوشش گیاهی و تهیه زمین؛ سیاست‌های مدیریت آب در کشاورزی فاریاب؛ کشاورزی حفاظتی و بازگشت بقایای گیاهی به خاک؛ و زهکشی اراضی تجلی یابد.

در خصوص تسکین تغییر اقلیم، اقتصاد سبز و محیط زیست، در قوانین و اسناد بالادستی (نظیر برنامه‌های پنجم و ششم توسعه کشور) توجه نسبتاً مطلوبی شده است. اما میزان تحقق برنامه‌ها و ارزیابی عملکرد در این زمینه‌ها نیاز به بررسی و تحقیق بیشتری دارد. الحاق کشور ایران به پروتکل کاهش گازهای گلخانه‌ای، موسوم به پروتکل پاریس، بحث چالشی است که علی‌رغم موافقت اصولی دولت و مجلس شورای اسلامی با آن، هنوز موضوع در کشور به تصویب نهایی نرسیده است.

آلی و شیمیایی در زراعت ذرت. پایان‌نامه، مقطع کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

موسسه تحقیقات آب. ۱۳۹۵. تدوین راهبردها و برنامه ملی سازگاری با تغییر اقلیم در بخش آب. گزارش ۱: مفاهیم، تجارب و رویکردهای سازگاری با تغییر اقلیم. پژوهشکده منابع آب، موسسه تحقیقات آب، معاونت آب و آبفا دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، وزارت نیرو.

Bates B., Kundzewicz Z.W., Wu S. and Palutik, J. 2008. Climate change and water. Technical paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Technical paper VI, IPCC Secretariat, Geneva, 210.

Olivier J.G.J, Janssens-Maenhout G., Muntean M., and Peters J.A.H.W. 2016. Trends in Global CO2 emissions: 2016 report., 2016. ©PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. The Hague, 2016, PBL publication number: 2315, European Commission, Joint Research Centre, Directorate Energy, Transport & Climate, JRC Science for Policy Report no. 103428.

Boden T.A., Marland G. and Andres R.J. 2017 a. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.

Boden T.A., Marland G. and Andres R.J. 2017b. National CO2 Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture, and Gas Flaring: 1751-2014, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy.

Fabrizzi K.P., Rice C.W., Schlegel A., Peterson D., Sweeney D.W. and Thompson C. 2007. Soil Carbon Sequestration in Kansas: Long-Term Effect of Tillage, N Fertilization, and Crop Rotation. Kansas State University, 1-44.

FAO. 2008. Climate change and food security: A framework document. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

IPCC. 2014. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva.

UNFCCC. 2007. Climate change: impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries. United Nations Framework Convention on Climate Change.

UNFCCC.2010. Synthesis report on efforts undertaken to monitor and evaluate the implementation of adaptation projects, policies and programmes and the costs and effectiveness of completed projects, Policies and programmes, and views on lessons learned, good practices, gaps and needs. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

- 1-Intergovernmental Panel on Climate Change
- 2-United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
- 3- Mitigation
- 4- Adaptation
- 5- Intergovernmental Panel of Climate Change_ Forth Assessment Report
- 6- Intensive
- 7- Carbon-sequestration
- 8- Reduced tillage
- 9- Crop rotation
- ۱۰- البته در کشور ایران در بخش محیط زیست
- 11- Reduced tillage
- 12- Carbon sequestration
- 13- Intensified agriculture
- 14- Greenhouse gases
- 15- Agro-forestry systems
- 16- Water use efficiency
- 17- Chisel
- 18- Conservation tillage
- 19- Footprint
- 20- Geothermal
- 21- Wetland rice
- 22- Zero tillage
- 23- No-tillage
- 24- Clean development mechanism
- 25- Carbon foot print
- 26- Wild foods

۲۷- بررسی درصد تحقق آن‌ها نیاز به بررسی عملکرد این برنامه دارد.

۲۸- براساس اطلاعات این مصوبه مجلس شورای اسلامی از سوی شورای محترم نگهبان هنوز تأیید نشده است.

منابع

روحی‌مقدم، ع، بصیرانی، ن، عسگری، ح.ر، و فخیره، ا. ۱۳۹۱. تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر ترسیب کربن و برخی شاخص‌های فرسایش‌پذیری خاک در دشت آق‌قلا. پایان‌نامه، مقطع کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی کشاورزی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل.

سند ملی برنامه ششم توسعه بخش کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳۹۶. ویرایش دوم، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران.

مختاری، ف، اصغری، ح.ر، عباس دخت، ح. و برادران فیروزآبادی، م. ۱۳۹۵. تأثیر خاک‌ورزی بر ترسیب کربن در شرایط استفاده از کودهای