

رویکردها و راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم از جنبه‌های مدیریت آب کشاورزی و امنیت غذایی

نادر حیدری^{*۱}

چکیده

تغییر اقلیم پدیده‌ای است که بر اساس مطالعات و تحقیقات مختلف، در مناطق وسیعی از جهان و از جمله کشور ایران در حال وقوع است. کشاورزی و تولیدات گیاهی از بخش‌هایی است که از ابعاد مختلف تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم قرار می‌گیرد، هرچند خود مقوله تولید غذا بخصوص تولید پروتئین حیوانی که آب مجازی بالایی دارد، علاوه بر سایر عوامل اصلی (نظیر تولید گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن از منابع نفتی) برای رخدادهای پدیده نیز سهمیم بوده است. تغییر اقلیم علاوه بر افزایش دما و به تبع آن افزایش نیاز آبی گیاه موجب افت تولید محصولات کشاورزی نیز می‌شود. لذا در شرایط کنونی، با توجه به بحران کمبود آب در کشور، برای مواجهه با اثرات تشدیدکننده این کمبود ناشی از تغییر اقلیم و همچنین تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد کشور، باید بر سازگاری با تغییر اقلیم تأکید شود. برای مواجهه با تغییر اقلیم دو رویکرد توأم و کلی وجود دارد: ۱- "تسکین" ۲- "سازگاری". تسکین تغییر اقلیم به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط می‌باشد درحالی‌که هدف سازگاری در درجه اول ملایم نمودن اثرات غیرقابل اجتناب ناشی از تغییر اقلیم است که از طریق طیف گسترده‌ای از اقدامات در یک سیستم آسیب‌پذیر مورد توجه قرار می‌گیرد. در این مقاله ابتدا ضمن مرور کاملی بر منابع علمی مختلف در جهان و کشور و همچنین مجموعه قوانین و اسناد بالادستی در حوزه‌های مرتبط با آب، آب کشاورزی و امنیت غذایی به معرفی و تشریح رویکردها و راهبردهای مواجهه با تغییر اقلیم از ابعاد تسکین و سازگاری با آن از جنبه‌های مدیریت آب کشاورزی و امنیت غذایی پرداخته شده است. بر اساس طبقه‌بندی، راهبردها و راهکارهای مرتبط با سازگاری با تغییر اقلیم در بخش مدیریت آب کشاورزی می‌تواند معطوف به حوزه‌های زیر باشد: ۱- راهبردها و راهکارهای مرتبط با کاهش در کاربرد آب حین آبیاری، ۲- راهبردها و راهکارهای مرتبط با حفاظت از آب و جلوگیری از تبخیر زیاد از سطح خاک ۳- راهبردها و راهکارهای مرتبط با افزایش تولید (افزایش صورت کسر شاخص بهره‌وری آب) ۴- راهبردها و راهکارهای کاهش ریسک اقتصادی از طریق ایجاد تنوع در منابع درآمدی کشاورزان، بیمه محصولات کشاورزی، پرداخت یارانه، پرداخت مشوق‌ها و غیره و ۵- راهبردها و راهکارهای ایجاد سیستم‌های پیش‌آگاهی و آموزش و ظرفیت‌سازی شیوه‌های سازگاری با تغییر اقلیم برای کشاورزان. به‌هرحال بر اساس نتایج و تجارب جهانی و از جنبه‌های راهبردی و صرفاً از لحاظ نسبت سود به هزینه، راهکارها و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم در حوزه مدیریتی در کوتاه‌مدت کم‌هزینه‌تر و اثرگذارتر از راهکارهای سازه‌ای و حتی راهکارهای زراعی هستند.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، سازگاری، راهبرد، راهکار، کشاورزی

مقدمه

دچار مشکل می‌نماید. از طرفی خود فعالیت‌های تولید غذا در این بخش (علاوه بر سایر عوامل مهم؛ نظیر تولید گازهای گلخانه‌ای حاصل از فعالیت‌های صنعتی مصرف‌کننده سوخت‌های فسیلی)، یکی از عوامل ایجاد تغییر اقلیم است؛ زیرا بشر، به‌خصوص در سال‌های اخیر، میان‌برهای زیادی زده تا غذای بیشتری تولید کند و از این طریق به منابع و محیط زیست آسیب زیادی وارد آورده است. برای تولید غذای جمعیت رو به رشد جهان که برآورد می‌شود تا سال ۲۰۵۰ میلادی به ۹/۶ میلیون نفر برسد، باید آموخت که محصولات موردنظر خود را در شرایط تغییر اقلیم و بدون صدمه به منابع آب‌وخاک و محیط‌زیست، تولید نماییم.

بر اساس منشور روز جهانی غذا در سال ۲۰۱۶، هفت حوزه مرتبط با کشاورزی و تولید غذا وجود دارد که در آن‌ها تغییرات

تغییر اقلیم^۲ واقعیت‌گرایانه‌تری است که در بخش‌های مختلفی از جهان از جمله کشور ایران در حال وقوع بوده و این مناطق را دستخوش تغییرات نموده است. تأثیرات تغییر اقلیم بر انسان و بالعکس دوسویه و متقابل می‌باشد. تغییر اقلیم موجب افزایش بلایای طبیعی و مشکلات زیست محیطی شده که بخش کشاورزی که متولی تولید غذا و امنیت غذایی می‌باشد را

^۱ دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی؛ کرج؛ ایران. (* نویسنده مسئول: nrheydari@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۱۵

عام و در بخش آب کشاورزی به طور خاص جاری سازی^۱ گردد و ظرفیت های لازم در سازگاری با آن به وجود آید. لذا در این مقاله با توجه به جدید بودن موضوع تغییر اقلیم و اهمیت سازگاری با آن در کشاورزی کشور تلاش خواهد گردید تا به استناد بررسی های میدانی و نظرات خبرگان و کارشناسان، رویکردها و راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم از جنبه های مدیریت آب کشاورزی برای تأمین امنیت غذایی، تبیین و ارائه شوند. همچنین به منظور راهنمایی برای تدوین سیاست گذاری- های آبی کشور در سازگاری با تغییر اقلیم، راهبردهایی نیز در این زمینه ارائه گردید.

تغییر اقلیم، تولید کشاورزی و امنیت غذایی

تغییر اقلیم علاوه بر افزایش دما و به تبع آن افزایش نیاز آبی گیاه موجب افت تولید محصولات کشاورزی نیز می شود. به طور کلی، در حالی که گرمایش ملایم (متوسط) در مناطق با عرض های جغرافیایی بالا، باعث بهبود تولید محصولات زراعی و مراتع می گردد، ولی گرمایش حتی جزئی در مناطق با عرض جغرافیایی پائین یا مناطقی که در فصول عمده ای از سال خشک هستند (نظیر کشور ایران)، سبب تغییرات نامطلوب زیادی بر عملکرد و تولید محصولات این مناطق می شود. بر اساس نتایج حاصل از مدل سازی، افزایش ملایم و یا متوسط دما (بین ۱ تا ۳ درجه سلسیوس) به همراه افزایش گاز CO₂ و تغییرات در بارندگی در عرض های جغرافیایی بالا می توانند سبب بهبود تولید محصولات گردد ولی مقدار آن خیلی زیاد نیست. در حالی که در مناطق با عرض جغرافیایی پائین حتی افزایش ملایم دما (۱-۲°C) احتمالاً می تواند سبب اثرات منفی بر تولید محصولات کشاورزی و به ویژه غلات اساسی (نظیر گندم و ذرت و غیره) گردد. ولی افزایش زیاد دما به صورت مستمر اثرات نامطلوبی بر عملکرد و تولید محصولات در تمامی مناطق (عرض های جغرافیایی بالا و پائین هر دو) دارد (Bates et al., 2008).

در مناطقی که در حال حاضر کشاورزی به دلایل تلفیق عواملی نظیر خاک ضعیف، کمبود آب و فقر روستایی (نظیر جوامع در منطقه آفریقای زیر صحرا^۲) وضعیت تولید مناسبی ندارند، از اثرات تغییر اقلیم بر کاهش منابع آب بیشتر آسیب دیده و در نتیجه حتی تغییرات کوچک ناشی از تغییر اقلیم اثرات زیادی بر کاهش محصول داشته و مردم بیشتری در معرض خطر گرسنگی قرار می گیرند.

با توجه به مباحث اشاره شده در بالا یکی از اثرات نامطلوب و مهم تغییر اقلیم در کشاورزی به مخاطره افتادن امنیت غذایی

مرتبط با سازگاری با تغییر اقلیم و به منظور تأمین غذای گرسنگان باید ایجاد شود. این حوزه های هفت گانه عبارت اند از کشاورزی (زراعت و باغبانی)، جنگل، مدیریت تولیدات دامی، تلفات و ضایعات غذا، منابع طبیعی، شیلات، و سیستم های فرآوری غذا (FAO, 2016).

در شرایط تغییر اقلیم روش تولید محصول و غذا نیز باید تغییر یابد. تغییر اقلیم سبب می گردد تا تولید غذا از محصولات کشاورزی در بعضی از مناطق جهان سخت تر شود. عوامل و دلایل آن شامل بلایای طبیعی نظیر سیلاب ها و خشکسالی ها، تغییر الگوی بارش ها و افزایش طول فصل ها و دوره های گرم تر هستند. کشاورزی و تولید غذا باید خود را با اثرات تغییر اقلیم سازگار نموده تا بتوان غذای جمعیت رو به رشد جهان را تأمین نمود.

در شرایط کنونی، مواجهه با اثرات تغییر اقلیم و تأکید بر سازگاری با آن برای تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد کشور ضروری است. بر اساس مدل های مختلف جهانی، تأثیرات تغییر اقلیم در کشاورزی ایران به طور عمده بر کاهش بارندگی، افزایش دما و در نتیجه افزایش نیاز آبی گیاه خواهد بود. لذا اثرات این پدیده به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات بخش کشاورزی ناشی از تغییرات در مصرف آب این بخش و همچنین تولیدات حاصله از آن، ناشی از سایر اثرات تغییر اقلیم (دما، میزان گازهای گلخانه ای و غیره) اثرگذار می باشد. لذا به منظور برنامه ریزی برای تأمین نیاز آب بخش کشاورزی و حفظ تولیدات کشاورزی برای تأمین امنیت غذایی کشور، باید از هم اکنون روش ها، راهکارها و راهبردهای مناسب برای سازگاری و کاهش اثرات سوء این پدیده در بخش های کشاورزی و آب کشور را اتخاذ نمود.

در عصر حاضر آب مورد نیاز برای تولید محصولات کشاورزی باید در شرایطی تأمین شود که منابع آب ناشی از تغییرات نامطلوب اقلیمی در حال کاهش هستند. در نتیجه مدیریت آب برای بخش کشاورزی بحثی است که نه فقط وابستگی به سیستم های مدیریت معمول آب دارد، بلکه ارتباط با تولید غذا، توسعه روستایی و مدیریت منابع طبیعی نیز خواهد یافت. لذا تغییر اقلیم به بسیاری از چالش های اقتصادی و اجتماعی مواجه شده قبلی، علاوه بر کمبود آب ناشی از افزایش تقاضا در شرایط معمول آب و هوایی مناطق مختلف جهان، (بالاًخص در مناطق خشک و نیمه خشک)، خواهد افزود و به آن شدت بیشتری خواهد بخشید (Iglesias and Garroteb., 2015).

بدیهی می باشد که پدیده تغییر اقلیم باید به عنوان یک واقعیت در سیاست گذاری و برنامه ریزی های آب کشور به طور

¹ Mainstreaming

² Sub-Saharan Africa

منطقه حاره^۱ که خیلی از آن‌ها از لحاظ کمی و کیفی اراضی فقیر و منابع آب ضعیف دارند و قبلاً نیز معضل عدم امنیت غذایی را داشته‌اند، از اثرات تغییر اقلیم بر امنیت غذایی آسیب‌پذیرتر هستند.

بر اساس گزارش چهارم ارزیابی هیات بین‌الدول تغییر اقلیم^۲ (IPCC)، تغییر اقلیم در دهه‌های آینده تغییرات قابل توجهی بر روی سیستم‌های مدیریت آب و تولید محصولات کشاورزی و در نهایت امنیت غذایی کشورها از جمله کشور ایران خواهد داشت. در بین کشورهای منطقه ایران پس از کشورهای پاکستان و ترکیه با میانگین تولید گندم ۱۱/۹ میلیون تن در رده‌ی سوم قرار دارد. بیشترین میزان تولید گندم ایران در سال ۲۰۰۷ میلادی با ۱۵/۹ میلیون تن گزارش شده است.^۳ آنچه که در آمار و ارقام تولید گندم ایران طی سال‌های مورد بررسی بیش از هر چیزی به چشم می‌خورد افت و خیز تولید و تأثیرپذیری تولید این محصول از میزان نزولات جوی است، به نحوی که وقوع خشکسالی شدید در سال ۱۳۸۷ (۲۰۰۸ میلادی) سبب کاهش تولید تا حدود ۷ میلیون تن گردید (خالدی و همکاران، ۱۳۹۴).

به‌طور کلی مشکلات و چالش‌های امنیت غذایی در کشور را می‌توان در دو بعد جهانی و ملی مطرح نمود.

از ابعاد جهانی چالش‌های امنیت غذایی در کشور عبارت‌اند از (بی‌نام-الف، ۱۳۹۴):

- تغییرات آب و هوایی ناشی از گرم شدن کره زمین و تهدید کشاورزی جهان و اثرات سوء آن بر اکوسیستم‌های خشک، ساحلی، کوهستانی و مسیل‌ها که بخشی اعظم مساحت کشور ما را نیز شامل می‌شود.

- افزایش جهانی قیمت‌های مواد غذایی به‌ویژه روغن نباتی، دانه‌های روغنی، غلات و علوفه

- افزایش استفاده از تولیدات غذایی در جهان جهت تولید سوخت‌های زیستی

- تغییر الگوی غذایی در کشورهای در حال توسعه و روند رو به رشد تقاضا برای فرآورده‌های دامی و روغن نباتی و افزایش رقابت برای جذب این قبیل کالاها

- خطر انتشار بیماری‌های مختلف دامی و گیاهی در پی روند جهانی شدن

- تخلیه ذخایر آبزیان اقیانوس‌ها به علت صید بی‌رویه طی

کشورها است. بخش کشاورزی از دو جهت برای تأمین امنیت غذایی کشورها مفید است، اول و مهم‌تر آنکه، این بخش غذای مردم را فراهم می‌نماید و دوم آنکه آن منبع اصلی تأمین معیشت ۳۶٪ نیروی کار جهان است. این درصد حتی در کشورهای پرجمعیت قاره آسیا و اقیانوسیه بین ۵۰-۴۰٪ متغیر است و در کشورهای آفریقایی زیر صحرا دوسوم جمعیت کار در این بخش مشغول می‌باشند. بنابراین اگر تولیدات کشاورزی کشورهای کم-درآمد در حال توسعه در قاره‌های آسیا و آفریقا به‌وسیله تأثیرات تغییر اقلیم دچار تغییرات نامطلوب (کاهش تولید) شود، معیشت جمعیت بزرگی از مردم فقیر روستایی در معرض خطر قرار گرفته و آسیب‌پذیری آن‌ها به ناامنی غذایی افزایش خواهد یافت. بخش‌های کشاورزی، جنگل و شیلات همگی به تغییر اقلیم حساس می‌باشند. لذا فرآیند تولید در این بخش‌ها نیز محتملاً تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار خواهد گرفت.

تغییرات در الگوهای تولید محصولات کشاورزی و میزان محصول آن‌ها از جنبه اثرات آن‌ها بر امنیت غذایی، می‌تواند به دو نوع زیر باشد:

- تأثیرات بر تولید غذا می‌تواند منبع تأمین غذا در سطوح محلی و جهانی را تحت تأثیر قرار دهد. از ابعاد جهانی افزایش محصول در مناطق معتدل و سرد (ناشی از افزایش دما) می‌تواند کاهش محصول در مناطق حاره را جبران نماید. ولی بهر حال در بسیاری از کشورهای با درآمد کم و با ظرفیت‌های کم مالی و یا تجاری که به‌شدت به تولیدات غذایی خود وابسته می‌باشند، جبران کمبود غذا از منابع محلی بدون افزایش تاب‌آوری و یا کمک‌های غذایی از بیرون ممکن نمی‌باشد.

- تأثیرات روی تمامی شکل‌های تولیدات کشاورزی بر معیشت و دسترسی به غذا تأثیرگذار خواهد بود. گروه‌های تولیدکننده که کمتر قابلیت آمادگی و مواجهه با تغییر اقلیم را دارند (نظیر روستائیان فقیر در کشورهای در حال توسعه)، بیشتر آسیب‌پذیر می‌باشند.

تمامی چهار ابعاد امنیت غذایی یعنی موجودیت غذا (تولید و تجارت)، «دسترسی به غذا»، «پایداری تأمین غذا» و «مصرف غذا» (فرایندهای واقعی که در تهیه و مصرف غذا دخیل هستند)، تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار می‌گیرند. امنیت غذایی به‌ویژه نه فقط بستگی به اثرات تغییر اقلیم و اثرات اقتصادی و اجتماعی آن دارد، بلکه به تغییرات جریان تجارت بازار و سیاست‌های کمک‌های غذایی نیز مرتبط است. تغییر اقلیم مخصوصاً منجر به اثرات درهم و پیچیده و از لحاظ جغرافیایی متغیری بر تولید غذا و بنابراین دسترسی به غذا خواهد داشت (Bates et al., 2008). به‌عنوان نمونه کشورهای در حال توسعه

¹ Tropic

² Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

^۳ البته بخش زیادی از این افزایش تولید در اثر اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی بدست آمده است که در اثر کاهش آب‌های زیرزمینی در سال‌های بعدی قطعاً تولید را کاهش داده است.

سال‌های اخیر

از ابعاد داخلی (ملّی) چالش‌های امنیت غذایی در کشور شامل (بی‌نام- الف، ۱۳۹۴)

- رشد جمعیت کشور که هم‌اکنون بالغ بر ۸۰ میلیون نفر است که با توجه به سیاست‌های اصلاح هرم جمعیتی پیش‌بینی می‌شود که بیشتر شود و لذا از لحاظ محدودیت منابع تولید نظیر آب شیرین و اراضی مناسب کشت، چنین افزایش جمعیتی فشار زیادی بر منابع طبیعی کشور وارد خواهد آورد؛

- ضایعات بالای محصولات کشاورزی و توسعه ناکافی صنایع تبدیلی، تکمیلی و نگهداری محصولات کشاورزی و امکانات ذخیره‌سازی متناسب با افزایش تولید؛

- عدم مدیریت کافی منابع آب و آسیب‌پذیری تولید نسبت به ناپایداری نزولات جوی که در آینده به علت افزایش اثرات ناشی از گرم شدن کره زمین و تغییر اقلیم غیرقابل‌پیش‌بینی‌تر نیز خواهد بود؛

- وابستگی به واردات در برخی اقلام غذایی نظیر روغن نباتی، برنج، علوفه و شکر؛

- عدم تنوع کافی در الگوی غذایی جامعه؛

- روند رو به رشد عرضه و مصرف روغن و قند و شکر که گسترش بیماری‌های مزمن تغذیه‌ای (نظیر دیابت و بیماری‌های قلبی) در کشور را تشدید خواهد نمود؛

- توزیع نابرابر غذا و عدم دسترسی اقتصادی اقشار کم‌درآمد شهری و روستایی به غذای کافی و مغذی؛

- درگیری بخشی از جمعیت کشور با دریافت ناکافی انرژی و مواد مغذی به‌ویژه کلسیم و آهن و ویتامین B۲ و شیوع کم‌وزنی و کوتاه‌قدی کودکان، پوکی استخوان، کم‌خونی و سایر بیماری‌های ناشی از سوءتغذیه؛

- عدم وجود سیاست‌های غذایی در کشور و عدم هماهنگی کافی بین بخش‌های تولید، بازرگانی، صنعت و بهداشت در ارتباط با امنیت غذایی؛

- عدم توجه کافی به حوزه ایمنی و سلامت غذا.

لذا تأمین امنیت غذایی کشور و توجه به مسائل و چالش‌های آن در نگاه دولتمردان از اهمیت خاصی برخوردار بوده و این اهمیت در درجه اول در قوانین و اسناد بالادستی و همچنین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه مختلف کشور تجلی‌یافته است. به‌عنوان نمونه در سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی بر تأمین امنیت غذا و درمان و ایجاد ذخایر راهبردی با تأکید برافزایش کمی و کیفی تولید تصریح شده است. همچنین دولت موظف گردیده است تا هر سال نتایج حاصل از اجراء قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، میزان بهبود تولید کمی و کیفی بخش کشاورزی و منابع طبیعی فصل زراعی سال

قبل، میزان بهبود شاخص بهره‌وری، سرمایه‌گذاری برای تعیین و بهبود این شاخص‌ها و ضرایب خودکفایی و امنیت غذایی را تهیه و به کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی مجلس شورای اسلامی گزارش نماید (تققیان و همکاران، ۱۳۹۷).

با توجه به اهمیت امنیت غذایی، بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین اهداف خود را در برنامه‌های پنج‌ساله توسعه (به‌خصوص برنامه‌های چهارم و پنجم و حتی ششم توسعه)، تأمین امنیت غذایی قرار داده است و همواره سعی نموده تا با اتخاذ راهبردها و سیاست‌های به‌زعم خود مناسب کشاورزی و غذایی از قبیل افزایش تولید، افزایش بهره‌وری منابع و عوامل تولید، افزایش تولید پروتئین حیوانی، اصلاح الگوی تولید و ارتقاء ایمنی و کیفیت محصولات کشاورزی زمینه‌های تحقق این مهم را فراهم سازد.

قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور (۱۳۸۸-۱۳۸۴) نیز ضمن تأکید بر بهبود امنیت غذایی در سیاست‌های کلی برنامه چهارم و ذکر موارد تأمین غذا (در بند ۱ قسمت امور اجتماعی)، سیاسی، رفاهی و امنیتی و نیز تأمین امنیت غذایی کشور با تکیه بر تولید از منابع داخلی و دستیابی به خودکفائی در تولید محصولات اساسی کشاورزی (در بند ۵ قسمت امور اقتصادی)، وظیفه بسیار اساسی تأمین امنیت غذایی کشور را به عهده بخش کشاورزی گذاشته است. در برنامه پنجم توسعه کشور (موسوم به برنامه سازندگی) نیز بهبود وضعیت امنیت غذایی در رأس اهداف توسعه بخش کشاورزی قرار داشته است. در «بسته امنیت غذایی برای برنامه پنجم توسعه و افق ۱۴۰۴» ضمن بررسی چالش‌های امنیت غذایی در کشور و چشم‌انداز جهانی غذا و کشاورزی تا ۲۰ سال آینده، الگوی مطلوب عرضه مواد غذایی برای افق ۱۴۰۴ طراحی شده و اهداف پنج‌ساله بخش کشاورزی در برنامه پنجم جهت بهبود شاخص - های امنیت غذایی در راستای اهداف افق ۱۴۰۴ تعیین و راهکارها و اقدامات کلی جهت تحقق هدف‌های موردنظر ارائه شده است.

توجه به بحث امنیت غذایی در سیاست‌های کلی نظام در کشاورزی (ابلاغی مقام معظم رهبری در تاریخ ۱۳۹۱/۰۹/۲۹) تأکید شده است یعنی: "تأمین امنیت غذایی با تکیه بر تولید از منابع داخلی و نیل به خودکفایی در محصولات اساسی، ارتقاء سطح سلامت مواد غذایی تا استاندارد جهانی، اصلاح و بهینه نمودن الگوی مصرف و حمایت مؤثر از تولید و صادرات در محصولات دارای مزیت‌های نسبی و ایجاد مزیت‌های جدید (از جمله هدفمند نمودن یارانه‌ها در جهت تولید و صادرات)".

بر اساس دیدگاه‌های مسئولین سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی

محصولات کشاورزی شناسایی و تعریف شده است (بی‌نام-ب، ۱۳۹۴). همچنین در نقشه راه علمی جدید برای غذا و کشاورزی آمریکا از نیازهای اجتماعی در نظر گرفته شده در ساختار این نقشه " نیاز به پایداری سیستم‌های غذا و کشاورزی با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی" و " نیاز به امنیت غذایی و مقابله با گرسنگی در سطح جهانی" می‌باشد (بی‌نام-ج، ۱۳۹۴).

آب نقش اساسی در تولید غذا هم به شکل منطقه‌ای وهم جهانی آن دارد. از یک طرف بیش از ۸۰ درصد اراضی کشاورزی جهان دریم می‌باشد. از طرف دیگر اراضی آبی جهان که حدود ۱۸٪ اراضی کشاورزی جهان را شامل می‌شود، فقط سالانه به تنهایی حدود یک میلیارد تن غلات و یا به عبارتی حدود نصف غلات جهان را تولید می‌نماید (Bates et al., 2008). علت اصلی آن است که تولید محصول در کشاورزی آبی به‌طور متوسط چیزی حدود ۲ الی ۳ برابر تولید در شرایط دریم است. لذا آب آبیاری نقش اساسی را در امنیت غذایی ایفاء می‌نماید. و این درحالی است که به دلیل تغییرات اقلیمی، منابع آب جهان (به‌خصوص منابع آب کشور) در حال کاهش هستند که خطر جدی برای تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی کشور دارد.

مبانی و رویکردهای جهانی سازگاری با تغییر اقلیم در کشاورزی

برای مواجهه با تغییر اقلیم دو رویکرد توأم و کلی وجود دارد: ۱- "تسکین"^۱ - "سازگاری"^۲. در رویکرد "تسکین" تغییر اقلیم به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخته می‌شود درحالی که هدف رویکرد سازگاری در درجه اول ملایم نمودن اثرات غیرقابل اجتناب ناشی از تغییر اقلیم است که از طریق طیف گسترده‌ای از اقدامات در یک سیستم آسیب‌پذیر مورد توجه قرار می‌گیرد.

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۳ تعاریف سازگاری که توسط نهادهای مختلف ارائه شده جمع‌آوری نموده است، ولی شاید کامل‌ترین آن‌ها مربوط به IPCC باشد که این‌گونه بیان می‌کند: "تنظیم سیستم‌های طبیعی و یا انسانی در پاسخ به محرک‌های فعلی و یا مورد انتظار اقلیمی و یا اثرات آن‌ها، به طوری که آسیب وارده کمتر شده و یا از فرصت‌های سودمند آن بهره‌برداری شود." در این منبع انواع مختلف این مفهوم به سه

وزارت جهاد کشاورزی "کشورهایی که وابستگی غذایی دارند هیچ‌وقت نمی‌توانند استقلال خود را حفظ کنند (بی‌نام-الف، ۱۳۹۴). لذا بر اساس دیدگاه‌های مسئولین برنامه‌ریزی در وزارت جهاد کشاورزی، "توجه سیاست‌گذاران و مسئولین به مسئله امنیت غذایی و خودکفایی/خوداتکایی باید در صدر اهداف برنامه ششم نیز قرار گیرد" (بی‌نام-الف، ۱۳۹۴). در همین ارتباط برنامه‌های امنیت غذایی کشور در برنامه ششم توسعه نیز تأکید گردیده است. نمونه آن دیدن مسائل حفظ و ثبات امنیت غذایی در ماده ۴۱ الف و ماده ۴۵ الف قانون برنامه ششم توسعه می‌باشد؛ که بر اساس آن‌ها تأکید گردیده است که (تقویان و همکاران، ۱۳۹۶): "ماده ۴۱: دولت موظف است برای حصول به اهداف بندهای ششم و هفتم سیاست‌های اقتصاد مقاومتی در جهت تأمین امنیت غذایی و نیل به خودکفایی در محصولات اساسی زراعی، دامی و آبی به میزان نودوپنج درصد (۹۵٪) در پایان برنامه و افزایش تولیدات کشاورزی به‌ویژه محصولات دارای مزیت صادراتی، رسیدن به تراز تجاری مثبت، تقویت و تکمیل زنجیره‌های تولید و توسعه صادرات و ارتقای بهره‌وری آب‌و خاک کشاورزی، اقدامات زیر را جهت حصول به شاخص‌های کمی به شرح مندرج در جداول زیر انجام دهد:

الف- توسعه کشاورزی حفاظتی، توسعه کشت نشایی، به نژادی و به زراعی، تولید و تأمین و به‌کارگیری ارقام مقاوم، خوداتکایی در تولید بذر و نهال، افزایش ضریب ماشینی کردن سالانه حداقل ۰/۱۲ اسب بخار در هکتار"

"ماده ۴۵: دولت مکلف است به‌منظور مقابله با بحران کم‌آبی و رهاسازی حقایق‌های زیست‌محیطی برای پایداری سرزمین، پایداری و افزایش تولید در بخش کشاورزی، تعادل بخشی به سفره‌های زیرزمینی و ارتقای بهره‌وری و جبران تراز آب زیرزمینی، به‌میزانی که در سال پایانی برنامه (ششم) ۱۱ میلیارد مترمکعب شود اقدامات زیر را به عمل آورد:

الف- افزایش عملکرد در واحد سطح و افزایش بهره‌وری در تولید محصولات کشاورزی با اولویت محصولات دارای مزیت نسبی و ارزش صادراتی بالا و ارقام با نیاز آبی کمتر و سازگار با شوری، مقاوم به خشکی و رعایت الگوی کشت مناسب با منطقه، البته لازم به ذکر است توجه به سیاست امنیت غذایی خاص کشور ما نمی‌باشد. به‌عنوان نمونه ترکیه برای تأمین امنیت غذایی خود برنامه‌ریزی استراتژیک (۲۰۱۴-۲۰۱۰) نموده است. این برنامه توسعه تولیدات کشاورزی و تأمین امنیت و سلامت غذایی (سلامت دام و گیاه)، توسعه روستایی و ظرفیت‌سازی سازمانی را تحت پوشش قرار داده است. بر اساس این برنامه ۶ هدف استراتژیک و ۳۸ گروه هدف در بخش تولید

¹ Mitigation

² Adaptation

³ The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

- بهبود مدیریت اراضی کشت شده
 - استفاده از فناوری‌های جدید و یا توسعه کشت و صنعت‌ها که از لحاظ مصرف انرژی صرفه‌جو باشند.
 • حفاظت از زیست‌بوم‌ها از طریق ارائه خدمات محیط زیستی از قبیل:
 - کاربرد اراضی تخریب‌شده 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

- آبخیزداری
 - جلوگیری از تخریب اراضی
 - حفاظت از تنوع زیستی
 • سازمان فائو به‌طور خلاصه راهکارهای زیر را برای مواجهه با تغییر اقلیم از ابعاد امنیت غذایی ارائه کرده است (FAO, 2008 a, b):
 - افزایش تولید محصولات کشاورزی و غذا از طرق افزایش تولید در واحد سطح و افزایش بهره‌وری آب، حفظ و ارتقاء منابع ژنتیک گیاهان و حیوانات
 - افزایش راندمان آبیاری و بهبود بهره‌وری آب و در مجموع مدیریت بهتر آب
 - مدیریت پایدار اراضی
 - کاهش ریسک تولیدات کشاورزی از طریق طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های مدیریت خاک و زمین نظیر حفظ رطوبت خاک، حفظ بقایای گیاهی خاک، کم‌خاک‌ورزی، کشاورزی حفاظتی، کاهش فرسایش خاک و غیره
 - حفظ تنوع زیستی و افزایش تحمل گونه‌های گیاهی به شرایط اقلیمی جدید از طریق فعالیت‌های به‌نژادی و بیوتکنولوژی

۲- راهبردها و راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در کشاورزی در اتحادیه اروپا

تبعات تغییر اقلیم در اروپا بسیار متنوع می‌باشد، هرچند شاید از سیل و بالا آمدن سطح آب دریاها بیشتر نگران باشد. اما بر اساس بعضی گزارش‌ها، در منطقه اروپا تا سال ۲۰۸۰ میلادی، دمای هوا ۲ تا ۴ درجه افزایش یافته و بارندگی و بارش ۱۰ تا ۵۰ درصد کاهش خواهد یافت (Iglesias and Garroteb, 2015). البته این تغییرات در تمام مناطق و یا فصول، توزیع یکسانی ندارد. ضمن اینکه تغییرات در جنوب اروپا، مانند منطقه مدیترانه که افزایش دوره‌های خشک‌سالی و تخریب و تفرق و در نتیجه تقاضا بیشتر برای آب کشاورزی از آن جمله هستند شدیدتر و

گروه متمایز تقسیم‌شده‌اند که شامل سازگاری مقدماتی^۱، (بی‌نام- الف، ۱۳۹۴)، خودسازگاری یا سازگاری خودجوش^۲ و سازگاری برنامه‌ریزی شده^۳ هستند (IPCC, 2007). بخش کشاورزی از بخش‌هایی است که بیشترین تأثیرات منفی را از پدیده تغییر اقلیم دریافت می‌نماید و باید برای آن برنامه‌های سازگاری را تدوین نمود. اما برای مدیریت آن، فعالیت‌ها نباید صرفاً مهندسی باشد و بلکه باید نهادسازی شود.
 در ادامه راهبردها و راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم از جنبه‌های مختلف و بر اساس دیدگاه‌های جهانی و ملی ارائه شده‌اند:

۱- راهبردها و راهکارهای سازمان خواربار جهانی (فائو) برای سازگاری با تغییر اقلیم

سازمان فائو (FAO)^۴ راهبردهای زیر را برای سازگاری با تغییر اقلیم و مرتبط با امنیت غذایی پیشنهاد می‌نماید (FAO, 2008 a, b):

• حفاظت منابع محلی تأمین غذا، دارایی‌ها و معیشت مردم در برابر تغییرات رو به افزایش آب‌وهوایی و افزایش فراوانی و شدت وقایع حدی از طریق:
 - مدیریت ریسک کلی
 - مدیریت ریسک مرتبط با زیست‌بوم‌های مختلف
 - تحقیق و ترویج ارقام گیاهی و فعالیت‌های اصلاح ارقام منطبق با تغییرات اقلیمی
 - معرفی درختانی که غذا (از طریق میوه)، علوفه و انرژی تولید می‌نمایند (به‌جای زراعت) و همچنین منجر به افزایش درآمد جوامع محلی می‌شود.
 لذا بر اساس این رویکرد فائو می‌توان نتیجه گرفت که اصولاً از جنبه‌های راهبردی سازگاری با تغییر اقلیم، توسعه باغات و کشت گیاهان دائمی نسبت به زراعت و کشت‌های سالانه ارجح است. این رویکرد باعث کاهش مصرف انرژی (کاهش سوخت‌های فسیلی، برای عملیات زراعی) و جلوگیری از شخم و به هم خوردن زیاد خاک می‌شود که از راهکارهای تسکین تغییر اقلیم است.

• جلوگیری از ایجاد انحراف و یا کاهش در تأمین غذا در سطوح محلی و ملی ناشی از تغییرات در دمای هوا و رژیم بارش‌ها از طریق:
 - مدیریت مناسب آب کشاورزی (در کل)
 - مدیریت مناسب آب آبیاری در شالیزارها

¹ Anticipatory

² Autonomous

³ Planned

⁴ United Nations Food and Agriculture Organization (FAO)

- تبیین کلان چارچوب‌های سازگاری در حوزه‌های سازمانی و مدیریتی
- مدیریت آبیاری مانند کم‌آبایی و استفاده تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی
- ایجاد بازارهای آب و بیمه محصولات
- استفاده از فناوری زیستی (بیوتکنولوژی)
- فعالیت‌های آب‌خیزداری و سطوح آبیگر برای استحصال آب،
- تبیین و ارتقاء خلاقیت‌های سازمانی و اجتماعی در پاسخ به تغییر اقلیم

در چارچوب محورهای فوق، فهرستی از راه‌کارهای سازگاری برای بخش کشاورزی شناسایی و ارزشیابی شد که در جدول ۱ ارائه شده است. ملاحظه می‌گردد که این ارزیابی بر اساس معیارهای متنوعی صورت پذیرفته که عبارت‌اند از (۱) اینکه سطح اقدام در سطح مزرعه است (F) یا سطح سیاست‌گذاری (P)؛ (۲) نوع آن زراعی (AG)، مدیریتی (MA) و یا زیربنایی (IN) می‌باشد؛ (۳) آیا کوتاه‌مدت (ST)، میان‌مدت (MT) و یا بلندمدت (LT) است؛ (۴) و نهایتاً مشکلات فنی (۵) هزینه و (۶) درآمد آن کم (L)، متوسط (M) و زیاد (H) چگونه است؛ (۷) ستون آخر این جدول نیز نسبت برآورد سود به تلاشی که در انجام اقدامات لازم به انجام است را برآورد کرده است.

بیشتر خواهد بود (Iglesias and Garroteb, 2015). از بین مناطق تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم در اتحادیه اروپا، حوزه مدیترانه بیشترین شباهت آب و هوایی را با ایران دارد. تبعات تغییر اقلیم در این ناحیه؛ افزایش خشک‌سالی‌ها، کاهش دسترسی به آب، افزایش نیاز به آب آبیاری، کاهش کیفیت منابع آب و کاهش تنوع زیستی هستند که با وضعیت ایران مشابهت زیادی خواهد داشت. در این راستا اتحادیه اروپا هم‌اکنون حدود ۲۰٪ از اعتبارات تحقیقاتی و مطالعاتی خود را به پدیده‌های اقلیمی از جمله تغییر اقلیم و سازگاری با آن اختصاص داده است. یکی از مهم‌ترین طرح‌های این اتحادیه در خصوص سازگاری با تغییر اقلیم، طرحی با عنوان " راهبردهای پائین-بالا در سازگاری اقلیمی برای اروپای پایدار" (بیس) می‌باشد. این طرح، مؤلفه‌های مختلفی دارد که شامل کشاورزی و جنگل، منابع آب، مناطق ساحلی، بهداشت، کارهای زیربنایی، محیط‌زیست و تنوع زیستی و استقرار انسانی است. همچنین برای هر مؤلفه مناطق مطالعاتی متنوعی تعریف شده است. برای بخش کشاورزی آن نیز دو طرح پشتیبان شامل آنتیجوا^۲ در کشور پرتغال و منطقه اوستی^۳ در جمهوری چک تعیین شده است. در پاسخ به پدیده تغییر اقلیم و سازگاری با آن در اتحادیه اروپا؛ رویکردهای اتخاذ شده برای مدیریت آب کشاورزی به چند دسته زیر تقسیم شدند:

جدول ۱- راهکارهای سازگاری با ریسک و تهدیدات تغییر اقلیم و فرصت‌ها در اروپا (Iglesias and Garroteb, 2015)

واکنش به سازگاری علاوه راهکارها	سطح (۱)	طبقه (۲)	مقیاس زمانی (۳)	مشکلات فنی (۴)	هزینه (۵)	منافع (۶)	نسبت منافع به تلاش (۷)
۱- ارتقاء تاب‌آوری و ظرفیت سازگاری							
اجرای طرح‌های منطقه‌ای سازگاری	P	MA	LT	H	M	H	۱/۱۵
بهبود پایش و پیش‌آگاهی	P	MA	MT	M	M	H	۱/۵۰
۲- واکنش به تغییرات در میزان آب در دسترس							
نوآوری: کارایی مصرف آب	P	MA	MT	M	M	H	۱/۵۰
افزایش ظرفیت نگهداشت رطوبت خاک	F	T	MT	M	M	L	۰/۵۰
بهبود ظرفیت مخازن آب	P	I	LT	H	H	H	۱/۱۵
استفاده مجدد از آب	P	I	MT	H	H	H	۱/۲۵
بهبود قیمت‌گذاری آب و بازار آب	P	MA	LT	H	H	H	۱/۰۰
تلفیق تقاضاها در سیستم‌های تلفیقی	P	MA	MT	M	L	M	۱/۲۵
۳- واکنش به خشک‌سالی‌ها							
کشاورزان به‌عنوان متولیان دشت‌ها	P	MA	LT	M	H	H	۱/۳۶
معرفی ارقام گیاهی مقاوم به خشک‌سالی	F	MA	LT	H	M	M	۰/۷۷
بیمه خسارت‌های خشک‌سالی	P	MA	MT	M	H	H	۱/۸۸
۴- واکنش به افزایش نیاز آبیاری							
تغییرات در نوع محصول و الگوی کشت	F	MA	ST	L	M	M	۱/۴۳
توسعه گیاهان متحمل به تغییرات اقلیمی	P	T	LT	H	H	M	۰/۶۷

ستون (۱) سطح مزرعه (F)، سطح سیاست‌گذاری (P)؛ ستون (۲) زراعی (AG)، مدیریتی (MA)، زیربنایی (IN)؛ ستون (۳) کوتاه‌مدت (ST)، میان‌مدت (MT)، بلندمدت (LT)؛ ستون‌های (۴) الی (۶)، کم (L)، متوسط (M)، زیاد (H)

¹ Bottom-Up Climate Adaptation Strategies Towards a Sustainable Europe (BASE)

² Alentejo

³ Usti

مرتبط می‌باشد و تمامی موارد مذکور برای تسهیل و بیشینه نمودن منافع بلندمدت حاصل از واکنش سازگاری به تغییرات اقلیم هستند.

۱- سازگاری خودجوش

گزینه‌های راهکارهای سازگاری خودجوش به‌طور عمده گسترش یا شدت فعالیت‌های مدیریت ریسک و افزایش تولید بوده و بنابراین قبلاً این دانش و زیرساخت‌های آن در بین کشاورزان و جوامع محلی وجود دارد. در زیر موارد مرتبط با سازگاری خودجوش درزمینه آب و کشاورزی ارائه شده‌اند (Bates et al., 2008):

- انطباق و سازگاری ارقام و گونه‌های گیاهی یا افزایش مقاومت به تنش‌های حرارتی و خشک‌سالی

- اصلاح فناوری‌های آبیاری از لحاظ تنظیم مقدار، زمان و یا نوع فناوری

- انطباق فناوری‌های صرفه‌جویی آب و باران‌دمان بالا برای استحصال آب، حفظ رطوبت خاک (نظیر استفاده از بقایای گیاهی) و جلوگیری از ورود رسوبات و ورود آب‌های شور به منابع آب آبیاری

- بهبود مدیریت آب به‌منظور جلوگیری از ماندابی شدن زمین‌های کشاورزی، فرسایش و شستشوی مواد مغذی - اصلاح تقویم زراعی، از نقطه‌نظر زمان و موقعیت فعالیت‌های کاشت و داشت و برداشت

- کاربرد پیش‌بینی‌های فصلی تغییر اقلیم
- تغییر کاربری اراضی و الگوی کشت به‌منظور استفاده بهینه از شرایط اقلیمی جدید

نمونه‌هایی از راهکارها و فعالیت‌های سازگاری خودجوش را می‌توان در منطقه خرامه در پائین‌دست حوضه آبریز طشک- بختگان در استان فارس مشاهده نمود. کشاورزان این منطقه در مواجهه با کم‌آبی و شوری منابع آب اراضی خود نسبت به تغییر الگوی کشت به سمت محصولات کم‌مصرف از نظر آب و درعین حال دارای ارزش اقتصادی مناسب اقدام نموده‌اند. کشت گلرنگ (در اراضی آبی) و خاک شیر (در اراضی دیم) نمونه‌هایی از این تغییر رویکرد در انتخاب الگوی کشت می‌باشد. همچنین رویکرد توسعه باغات انجیر نیمه دیم در اراضی که قبلاً محصولات زراعی نظیر گندم کشت می‌گردید، نیز مثال دیگری از این تغییر رویکرد و سازگاری خودجوش با شرایط است. از اقدامات قابل توجه دیگر کشاورزان انجیر کار طرح آبخیزداری در بالادست اراضی خود برای تغذیه منابع آب چاه‌های مورد استفاده

لذا اقداماتی مانند "معرفی ارقام گیاهی مقاوم به خشک‌سالی" و "توسعه گیاهان متحمل به تغییرات اقلیمی" که معمولاً جزء گزینه‌های اول برای سازگاری هستند، نسبت‌هایی کمتر از ۱ و در مقابل اقدامات نرمی مانند "استفاده مجدد از آب" و یا "تغییرات در نوع محصول و الگوی کشت" ضرابی بسیار بالای ۱ را دارا هستند.

رویکردها، راهبردها و راهکارهای جهانی سازگاری با تغییر اقلیم از جنبه‌های مدیریت آب کشاورزی

مدیریت آب بحث مهمی است که باید در دهه‌های آینده به دلیل فشارهای اقتصادی-اجتماعی و همچنین تغییر اقلیم به آن پرداخته شود. تغییرات در مصرف آب معمولاً از اثرات تلفیقی تغییرات در میزان منابع آب، تغییرات ناشی از افزایش تقاضا در بخش‌های مختلف مصرف و تغییرات در شیوه و کیفیت مدیریت آب ناشی می‌شود. فعالیت‌ها و اقداماتی که بهره‌وری آب آبیاری^۱ WP را افزایش می‌دهد، می‌تواند به میزان زیادی سازگاری بالقوه برای تمامی سیستم‌های تولید محصول از زمین در شرایط تغییر اقلیم را فراهم آورد. در همین زمان بهبود راندمان آبیاری و بهره‌وری آب برای صرفه‌جویی آب و اطمینان از تأمین و فراهمی آب کافی برای کشاورزی (تولید غذا) و برای مصارف رقابتی آن یعنی شرب، صنعت و آب محیط‌زیست ضروری است. در بحث راهکارهای سازگاری، دو مبحث "سازگاری خودجوش"^۲ (بدون برنامه) و سازگاری "برنامه‌ریزی شده"^۳ مطرح است. سازگاری خودجوش به واکنش‌هایی اطلاق می‌گردد که توسط خود کشاورزان جوامع روستایی و یا سازمان‌های کشاورزان بر اساس ادراک آن‌ها از تغییر اقلیم و یا وقوع آن در آینده اعمال می‌گردد. این‌گونه فعالیت‌ها معمولاً بدون دخالت و تمهیدات و هماهنگی‌های لازم از سوی دولت‌های محلی و ملی و تفاهمات بین‌المللی انجام می‌شود. نقطه مقابل این نوع سازگاری که در واقع ناسازگاری^۴ می‌باشد شامل، اصرار بر کشت در اراضی نامناسب و دارای عملکرد پائین، یا کاربرد عملیات زراعی ناپایدار که منجر به افت محصول می‌شود، بوده که در نهایت به تخریب اراضی و در معرض خطر قرار دادن تنوع زیستی گونه‌های وحشی و اهلی و در معرض خطر قرار دادن توانایی جوامع برای واکنش به خطر رو به فزاید تغییر اقلیم در قرن حاضر می‌شود. درحالی‌که سازگاری برنامه‌ریزی شده شامل تغییرات در سیاست‌ها، سازمان‌ها و نهادها و زیرساخت‌های

¹ Water productivity

² Autonomous adaptation

³ Planned adaptation

⁴ Maladaptation

مدیریت جدید منابع آب‌و خاک و گیاه، بتواند فعالیت‌های مربوطه را تسهیل و هماهنگی نیز بنماید. این اهداف فعالیت‌ها به‌طور کلی می‌توانند از طریق بهبود موارد زیر حاصل شوند (Bates et al., 2008):

- بهبود شرایط حکمرانی آب
- در نظر گرفتن مسائل تغییر اقلیم در برنامه‌های توسعه
- افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های مورد نیاز آبیاری و فناوری‌های افزایش کارایی استفاده از آب
- اطمینان از سازه‌های مناسب ذخیره انتقال و توزیع آب
- اصلاح و تعدیل مقررات خروج گازهای گلخانه‌ای کشورها به اتمسفر و در نظر گرفتن حقوق سایر کشورها و بهره‌برداران در این زمینه
- ایجاد بازارهای مؤثر و کارا برای فروش محصولات کشاورزی و نهاده‌های مورد نیاز کشاورزی (شامل برنامه‌های قیمت‌گذاری آب) و خدمات مالی لازم (شامل بیمه و غیره).

برای تسهیل در سازگاری با تغییر اقلیم، به‌خصوص در شرایطی که تولید محصولات کشاورزی پائین آمده و منجر به تمایل و فشار زیاد برای کاشت محصول در اراضی نامناسب‌تر و یا استفاده از شیوه‌های کشت غیر پایدار و غیرهمسو با محیط‌زیست شده است، ضروری است که سازگاری برنامه‌ریزی شده استفاده شده و هماهنگی‌های سیاست‌گذاری بین دستگاه‌های مختلف ایجاد شود. در غیر این صورت این سازگاری منجر به تخریب اراضی و استفاده بیش‌از حد از منابع طبیعی و از جمله آب خواهد گردید.

کاربرد سیاست‌های تشویقی برای بهبود راندمان آبیاری، از طریق مکانیسم‌های بازار و یا افزایش مقررات و بهبود حکمرانی آب، ابزار مهمی برای افزایش ظرفیت‌های انطباق با کمبود آب در مقیاس منطقه‌ای می‌باشند. البته اثرات و تبعات ناخواسته این سیاست (سیاست افزایش راندمان آبیاری) ممکن است منجر به کاهش جریان‌ات پائین دست شود. یعنی جریان‌هایی که کشاورزان پائین دست از آب‌های برگشتی بالادست ناشی از پائین بودن راندمان دریافت می‌نمودند. در جدول‌های ۲ و ۳ گزینه‌های سازگاری با تغییر اقلیم از جنبه عرضه و تقاضای آب و همچنین راهکارهای سازگاری در حال اجرا در نقاط مختلف جهان به ترتیب ارائه شده‌اند.

که بشدت افت سطح و افزایش شوری آب دارند، با هزینه‌ها و اقدامات شخصی خود آن‌ها می‌باشد. در مناطق دیگر شیرین‌سازی آب شور (به‌طور عمده آب‌شور زیرزمینی) برای تولید محصولات با ارزش افزوده بالا (محصولات گلخانه‌ای) و استفاده بیشتر از مواد آلی و کمپوست برای مقاومت به کم‌آبی و افزایش تولید محصول رواج یافته است (حیدری، ۱۳۹۷).

با توجه به نظرخواهی و مصاحبه با کشاورزان منطقه خرامه در پائین دست حوضه آبریز طشک-بختگان فارس درجه اهمیت و اثرگذاری راهکارهایی نظیر تغییر الگوی کشت و کشت گیاهان دارویی، ترویج و استفاده از بذرها اصلاح شده و سازگار و کشاورزی در محیط گلخانه، "خیلی زیاد" عنوان شده است. به‌هرحال در بعضی موارد (نظیر تغییر تقویم عملیات زراعی، کشت ترکیبی و مخلوط، استفاده از دستگاه‌های شوری‌زدایی آب و خارج کردن زمین از چرخه زراعی و فروش زمین) درجه اهمیت آن متوسط تا کم اظهار شده است. اصولاً نگرش کشاورزان به راهکار تغییر کاربری و یا فروش زمین زراعی خود مثبت نبوده و آن را یک راهکار مؤثر و عملی نمی‌دانستند؛ زیرا آن‌ها عقیده داشتند آن راهکار در سطح محدودی مؤثر بوده و معلوم نیست با این وسعت زیاد اراضی در صورتی که کشاورزی در آن انجام نشود چه کاری باید در آن‌ها انجام داد؟! به‌هرحال کشاورزان برای تغییر الگوی کشت (مثلاً افزایش سطح زیر کشت گلرنگ، گیاهان دارویی و توسعه کشت‌های گلخانه‌ای) تمایل و انگیزه لازم را داشتند و نظر آن‌ها این بود که الگوی کشت انتخابی باید به نحوی باشد که معیشت آن‌ها را تأمین نماید (حیدری، ۱۳۹۷). لذا یکی از نکات مهم در سازگاری با تغییر اقلیم آن است که در مناطق با افزایش دمای کم تا ملایم از این عامل به‌عنوان نقطه قوت نیز استفاده شود و سعی شود انتخاب نوع محصول و الگوی کشت متناسب با شرایط دمایی جدید توسعه یابد و خیلی اصرار بر آبیاری بیشتر ناشی از افزایش بیشتر دمای محیط نشده و از این طریق فشار زیادی به منابع آب آورده نشود.

۲- سازگاری برنامه‌ریزی شده

در سازگاری برنامه‌ریزی شده راه‌حل‌های مبتنی بر سازگاری از این نوع باید علاوه بر توسعه زیرساخت‌های جدید، سیاست‌ها، نهادها و سازمان‌های جدیدی که بتواند در شرایط جدید ضمن پیشینه نمودن منافع حاصل از کاربری‌های جدید اراضی و

جدول ۲- تعدادی از گزینه‌های سازگاری برای عرضه و تقاضای آب در شرایط تغییر اقلیم (Bates et al., 2008)

سمت عرضه	سمت تقاضا
- حفر و برداشت از آب‌های زیرزمینی - افزایش ظرفیت ذخیره آب با ایجاد مخازن و سدها - شوری‌زدایی آب دریا - افزایش ذخیره آب باران (استحصال آب باران) - حذف تلفات غیر متمر آب از طریق حذف پوشش‌های گیاهی غیر متمر - انتقال آب از مناطق دیگر	- افزایش راندمان کاربرد آب از طریق بازچرخانی آب - کاهش تقاضای آب آبیاری (آب کشاورزی) با تغییر تقویم زراعی، کشت مخلوط، تغییر روش آبیاری و کاهش سطح زیر کشت - کاهش تقاضای آب با واردات محصولات کشاورزی (تجارت آب مجازی) - توسعه و حمایت از فعالیت‌ها و دانش بومی برای استفاده پایدار از آب - ایجاد بازار آب برای تخصیص آب به محصولات با ارزش اقتصادی بالاتر - افزایش مشوق‌های اقتصادی نظیر تحویل و فروش حجمی آب به منظور صرفه‌جویی آب

جدول ۳- مثال‌هایی از راهکارهای سازگاری با خشک‌سالی و کمبود آب (صرفاً موارد آب کشاورزی) در حال اجرا در جهان (Bates et al., 2008).

قاره/منطقه	راهکارهای سازگاری
آفریقا	افزایش تاب‌آوری به دوره‌های تنش آبی ناشی از خشک‌سالی از طریق: بهبود شرایط کشاورزی دیم و از طریق بهبود سازه‌های جمع‌آوری و استحصال آب باران، احداث سد، حفاظت رطوبت در خاک از طریق فعالیت‌های کشاورزی مناسب، کاربرد آبیاری قطره‌ای، استفاده از ارقام گیاهی مقاوم به خشکی و خشک‌سالی، استفاده از گیاهان با دوره رشد کوتاه که سریع به بلوغ زراعی و تولید محصول می‌رسند، استفاده از بذور گیاهی هیبرید (پر محصول) و کشت مخلوط بهبود زیرساخت‌های کشاورزی شامل: - تأمین سامانه‌های آبیاری تکمیلی برای مراتع - سیستم‌های آبیاری و بهبود راندمان آن‌ها - کاربرد/ذخیره آب باران و آب برف
آسیا	- بازچرخانی و استفاده مجدد از فاضلاب‌های شهری (نظیر مورد کشور سنگاپور) - کاهش تلفات آب و کاهش نشت‌ها - ارائه نوع آوری‌ها و فعالیت‌های ملی - ایجاد تصفیه‌خانه برای آب‌های بازچرخانی شده - کاهش تلفات نشت از کانال‌ها
استرالیا و نیوزیلند	- استفاده از مجاری بسته (لوله) به جای استفاده از کانال‌های روباز - بهبود کارایی مصرف آب (حفاظت کمی) و بهبود کیفی آب - آمادگی و مدیریت خشک‌سالی و قیمت‌گذاری جدید آب در این شرایط - نصب تانکرهای جمع‌آوری آب باران - شوری‌زدایی آب دریا - راهبردهای مرتبط با تقاضای آب نظیر حفاظت از آب در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت، تعمیر مخازن آبیاری و شهری دارای نشت آب در مناطق بالادست و ایجاد دیوار حفاظتی (دایک) در مناطق پائین‌دست
اروپا	- راهکارهای مرتبط با سمت عرضه آب نظیر استفاده مجدد از زهاب‌ها و پساب‌ها، ایجاد سیستم‌های شوری‌زدایی آب و قیمت‌گذاری آب - ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری و ذخیره آب باران
آمریکای لاتین	- ایجاد سیستم‌های خود مدیریتی مخازن آب در جوامع خیلی فقیر - فعالیت‌های حفاظت از آب، استفاده مجدد از آب، بازچرخانی آب با استفاده از اصلاح فرآیندهای صنعتی - حفاظت آب در خاک و اجرای شخم حفاظتی
آمریکای شمالی	- سرمایه‌گذاری در سیستم‌های حفاظت از آب و فراهم نمودن سیستم‌های جدید تأمین و توزیع آب - انحراف آب جمع‌آوری‌شده از بام‌ها به چمن‌زارها برای نفوذ بیشتر آب باران، افزایش چال آب‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خیابان‌ها - ایجاد دستگاه‌های شوری‌زدایی آب
جزایر کوچک	- ایجاد مخازن بزرگ ذخیره آب و بهبود سیستم‌های استحصال آب باران - حفاظت از آب‌های زیرزمینی، افزایش استحصال آب باران و ظرفیت ذخیره آن، استفاده از دستگاه‌های تصفیه آب خورشیدی، مدیریت بارش‌های شدید و امکان تغذیه آب‌های زیرزمینی در جزایر

اگر بخواهیم راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی کشور (از دیدگاه مصرف آب و افزایش یا ثبات

راهبردها و راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم برای مدیریت آب کشاورزی در کشور

- توجه به بحث الگوی کشت مناسب با شرایط جدید
- کاهش تلفات آب به شکل تبخیر (تلفات غیر متمرکز) و توجه به صرفه‌جویی واقعی آب
- افزایش بهره‌وری آب
- توجه بیشتر به بحث تحویل حجمی آب به بهره‌برداران و عملیاتی نمودن آن
- هدف‌گذاری برنامه‌ها و تحقیقات به-زراعی و به-نژادی کشور در ایجاد ارقام و گونه‌های گیاهی سازگار با تغییر اقلیم

جاری‌سازی ادبیات سازگاری با تغییر اقلیم در کلیه سطوح مدیریتی و تصمیم‌سازی آب و کشاورزی کشور بهر حال با توجه به نتایج حاصله از مرور منابع علمی و تجارب کارشناسی مختلف، همچنین می‌توان راهبردهای فرعی زیر را در تدوین برنامه‌های کاهش اثرات و سازگاری با تغییر اقلیم در مدیریت آب کشاورزی کشور پیشنهاد نمود:

در شرایط کاهش کمیت و پراکنش نامناسب بارندگی ناشی از تغییر اقلیم در کشور، وضعیت اراضی دیم که در حال حاضر نیز از وضعیت تولید مطلوبی برخوردار نیستند بدتر شده و احتمالاً در شرایط تغییر اقلیم نباید به تولید محصولات، به‌خصوص گندم و جو از اراضی دیم کشور امیدوار بود و باید از جنبه‌های امنیت غذایی و خوداتکایی تمرکز بیشتر بر روی بهبود وضعیت کشاورزی فاریاب گذارده شود. البته کشت نیمه دیم گندم و جو، یعنی فقط آبیاری در مرحله خاک‌آب، نیز می‌تواند به‌عنوان گزینه سازگاری در این شرایط مطرح و بررسی شود.

تلاش‌ها، فعالیت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم در مدیریت آب برای افزایش راندمان آبیاری و یا بهبود بهره‌وری آب کشاورزی در شرایط فعلی کشور، می‌تواند در شرایط تغییر اقلیم نیز اثرات مثبت خود را داشته باشد. لذا لازم است که نقش فناوری‌ها در کاهش اثرات تغییر اقلیم و سازگاری با آن مدنظر قرار گیرد و نتایج آن از طریق مدل‌ها بررسی شوند.

از جنبه‌های سازگاری با تغییر اقلیم، به‌خصوص در کشور-های آفریقایی، بر نقش مهم سدهای ذخیره آب در سازگاری با تغییر اقلیم از لحاظ کاهش خطر و اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی آبی و اتخاذ راهکارهای مناسب در این زمینه تکیه شده است. برای شرایط کشور ایران توجه بیشتر به فعالیت‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری می‌تواند گزینه‌های مناسبی در سازگاری با تغییر اقلیم باشند.

افزایش تقاضای آب ناشی از بخش‌های مختلف از جمله بخش کشاورزی و تغییرات در تأمین آب بالقوه ناشی از تغییر اقلیم می‌تواند تا حدی با بهبود ارقام گیاهی متحمل، فناوری‌های آبیاری و زهکشی، مدیریت بهتر آب (از قبیل

تولیدات کشاورزی) را طبقه‌بندی نماییم، این راهکارها به‌صورت پتانسیل می‌توانند در پنج طبقه و دسته زیر تقسیم‌بندی شوند:

۱- راهکارهای مرتبط با کاهش در کاربرد آب در حین آبیاری

(نظیر افزایش راندمان آبیاری، افزایش راندمان‌های انتقال، توزیع و ذخیره آب و ...)

۲- راهکارهای مرتبط با حفاظت از آب و جلوگیری از تبخیر زیاد از سطح خاک

نظیر استفاده از پوشش‌های گیاهی به‌عنوان مالچ گیاهی و حفظ بقایای گیاهی، کاهش تلفات آب در هنگام عملیات خاک‌ورزی (با کشاورزی حفاظتی)، کنترل علف‌های هرز، پوشش انهار و کانال‌ها، استفاده از آبیاری‌های زیرسطحی و در مجموع فعالیت‌های کاهش تبخیر و تعرق (ET) غیر متمرکز.

۳- راهکارهای مرتبط با افزایش تولید (افزایش صورت کسر شاخص کارایی مصرف آب)

نظیر انتخاب ارقام و گونه‌های گیاهی مقاوم، ایجاد ارقام متحمل به خشکی و خشک‌سالی، استفاده مناسب از کودهای آلی و شیمیایی و افزایش راندمان کاربرد و اثرگذاری کود، افزایش ماده آلی خاک، انتخاب تاریخ کاشت مناسب، جلوگیری از سرمازدگی و جلوگیری از شیوع آفات و بیماری‌های گیاهی، شناسایی تاریخ مناسب عملیات زراعی در شرایط تغییر اقلیم و در نهایت انتخاب الگوی کشت مناسب در این شرایط.

۴- راهکارهای کاهش ریسک اقتصادی از طریق ایجاد تنوع در منابع درآمدی کشاورزان، بیمه محصولات کشاورزی، پرداخت یارانه، پرداخت مشوق‌ها و غیره

۵- راهکارهای ایجاد سیستم‌های پیش‌آگاهی و آموزش و ظرفیت‌سازی شیوه‌های سازگاری با تغییر اقلیم برای کشاورزان در همین راستا در ادامه تعدادی از راهبردهای اصلی سازگاری با تغییر اقلیم از جنبه مدیریت آب کشاورزی کشور که به استناد نتایج مطالعات میدانی و نظرات و دیدگاه‌های کارشناسی و مدیریتی در کشور تهیه شده است ارائه گردیده است.

- اصلاح حکمرانی آب در کشور
- عملیاتی شدن بحث مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب (IWRM)^۱
- توجه به بحث سازگاری با تغییر اقلیم در برنامه‌های توسعه کشور
- توجه بیشتر به مدیریت ریسک تا مدیریت بحران کمبود آب

¹ Integrated Water Resources Management (IWRM)

مدیریتی در کوتاه مدت کم هزینه تر و اثرگذارتر از راهکارهای سازهای و حتی راهکارهای زراعی هستند.

رهیافت ترویجی

پدیده تغییر اقلیم به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات بخش کشاورزی ناشی از تغییرات در مصرف آب بخش کشاورزی و همچنین تولیدات حاصله از این بخش، ناشی از سایر اثرات تغییر اقلیم (دما، میزان گازهای گلخانه‌ای و غیره)، اثرگذار می‌باشد. از ابعاد کشاورزی، سه عامل و مؤلفه اصلی یعنی افزایش دما، کاهش بارش و افزایش غلظت گاز دی‌اکسید کربن (CO₂) اتمسفر از مشخصه‌های اثرات تغییر اقلیم می‌باشد.

یکی از اثرات اصلی تغییر اقلیم کاهش منابع آب موجود برای آبیاری در اکثر مناطق جهان، به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر کشور ایران است. بر اساس نتایج مدل‌های جهانی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی از جنبه مدیریت مصرف آب و در منطقه‌ای که کشور ایران در آن واقع شده است، متأسفانه منفی و نامطلوب می‌باشد. تأثیرات منفی آن در حوزه مصرف آب کشاورزی بیشتر ناشی از افزایش دما و افزایش نیاز آبی گیاهان، تغییر در مقدار و الگوی بارش‌ها و نهایتاً افزایش تقاضای آب (علیرغم کاهش منابع آب ناشی از تغییر اقلیم)، می‌باشد.

از ابعاد کلان و همچنین مرتبط با بخش کشاورزی، کلیه فعالیت‌هایی که در بخش کشاورزی به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش گرمایش زمین کمک نمایند می‌توانند راهکار مؤثری در کاهش اثرات و تسکین تغییر اقلیم باشد. فعالیت‌هایی نظیر بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی حفاظتی، گسترش کشت باغات و گیاهان چند ساله به جای زمین‌های زراعی یک‌ساله و غیره می‌توانند در ابعاد کلان به کاهش اثرات تغییر اقلیم با رویکرد تسکین آن کمک نمایند. برای رویکرد دوم یعنی سازگاری با تغییر اقلیم سازمان فائو رویکردهای مدیریت آب، مدیریت خاک و زمین و تنوع زیستی کشاورزی را توصیه کرده است. بر اساس فائو و سایر تجارب جهانی و ملی، برای ارائه راهکارهای مرتبط با سازگاری با تغییر اقلیم باید به توصیه‌ها، نکات، بینش‌ها و رویکردهای زیر توجه خاصی شود:

کاربرد فناوری‌های نوین، افزایش راندمان آبیاری، ارتقاء کارایی مصرف آب و بهره‌وری آب می‌تواند پیش‌بینی‌های بدبینانه و اثرات نامطلوب تغییر اقلیم را تعدیل کند. لذا بهبود راندمان آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب در کاهش تقاضا برای آب کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌نماید؛

- تولید/ ایجاد ارقام گیاهی محتمل به تنش‌های محیطی

افزایش بیشتر بازارهای آب و راهکارهای مدیریت تقاضای آب و سرمایه‌گذاری‌های کافی در این زمینه‌ها جبران و انطباق داده شود.

بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و نهایتاً افزایش تقاضا برای مصرف آب در کشور صرفاً نباید محدود و منحصر به زراعت و باغداری شود. بلکه شناخت اثرات تغییر اقلیم بر رشد و تولید گیاهان مرتعی و جنگل‌ها از لحاظ میزان تولید رواناب در حوضه‌های آبریز و تبدیل رواناب به بارش، بحث‌های ارتباطات بین آب سبز و آب آبی، تبخیر باران از پوشش‌های گیاهی و خاک مراتع، نفوذ جریان‌ات سطحی به آبخوان‌ها و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و غیره نیز حائز اهمیت است. در مجموع بحث سازگاری با تغییر اقلیم در کشاورزی از جنبه تقاضا برای آب باید کل زیست‌بوم تولید کشاورزی از گیاه تا مزرعه و از مزرعه تا حوضه آبریز را یکجا ببیند و جامع‌نگر باشد.

بسیاری از راهبردها و راهکارهای ارائه‌شده برای کاهش اثرات و سازگاری با تغییر اقلیم در حوزه آب کشاورزی بسیار نزدیک به موارد ارائه‌شده برای بحث مدیریت ریسک خشک‌سالی می‌باشد. لذا سیاست‌ها، تجارب و راهکارهای آزمون شده گذشته در خصوص کاهش اثرات و سازگاری با خشک‌سالی می‌تواند تا حدی برای پدیده تغییر اقلیم نیز مورداستفاده واقع شود.

از جنبه راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم، در اکثر راهکارهای ارائه‌شده در منابع علمی، شرایط فناوری امروز در نظر گرفته شده است. ولی اظهار شده است که تغییرات فناوری در آینده ممکن است شکل و نحوه راهکارهای سازگاری را مقداری تغییر دهد. همچنین بیشتر گزینه‌های اقدام و عمل تکیه و تمرکز به افزایش ظرفیت‌های سازگاری و واکنش مناسب به تغییرات (افزایش) تقاضا در آینده دارد. به‌رحال کاربرد و اجرایی نمودن گزینه‌های سازگاری نیاز به ترمیم و بازنگری سیاست‌های فعلی آب، آموزش کافی کشاورزان و ابزارهای مالی پابرجا و بادوام دارد.

تاکنون در بحث مدیریت آب رویکردها از بالا به پایین بوده است ولی تجارب حاصل از مطالعات جامع بررسی اثرات تغییر اقلیم و راهکارهای سازگاری با آن به‌خصوص در کشورهای عضو اتحادیه اروپا (نظیر پروژه جامع "بیس-BASE") نشان داده است که رویکرد تلفیقی و به‌خصوص رویکرد پائین به بالا^۱ اثرات بیشتری در تسری راهکارهای سازگاری به ذینفعان و بهره‌برداران دارد.

بر اساس نتایج و تجارب جهانی و صرفاً از لحاظ نسبت سود به هزینه، راهکارها و اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم در حوزه

¹ Bottom-Up

غذایی، مدیریت و حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی، جلد اول: نقشه راه علمی ایالات متحده آمریکا برای کشاورزی و غذا، گزارش مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت. فروردین ۱۳۹۴.

ثقفیان، ب، گلپایگانی، ف، حیدری، ن، مرید، س. ۱۳۹۷. بررسی رویکرد اسناد و قوانین بالادستی مؤثر بر سازگاری با تغییر اقلیم: گزارش شماره ۲ طرح تدوین راهبردها و برنامه ملی سازگاری با تغییر اقلیم در بخش آب، موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو، (در دست انتشار).

حیدری، ن. ۱۳۹۷. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی (از دیدگاه مدیریت منابع آب). گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (در دست انتشار).

خالدی، ک، شیخ علی، م، شمشادی، ک، قربانی، ا، فرزام، ک، حقانی، ف، ترکشوند، ز، علی ملایی، ف، خزاعی، ع، کاظمی، س.ح، پاسبان، ف، هلالی، ع، فریادرس، و.ا. ۱۳۹۴. کشاورزی فرا سرزمینی: ظرفیت‌های تولید محصولات کشاورزی کشورهای همسایه و طرف‌های اصلی تجاری، کتاب، جلد ۱. انتشارات موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی تعداد صفحات: ۵۱۲.

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

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

FAO. 2008 b. Climate change, water and food security. Proceedings of conference on food security: The challenges of climate change and bioenergy. Rome, 3-5 June 2008.

FAO. 2016. Climate is changing: Food and agriculture must too. Food and Agriculture Organization of the United Nations Activity Work, on the Occasion of the World Food Day, 16 October, 2016.

Iglesias, A. and Garroteb, L. 2015. Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe. *Agricultural Water Management* 155 (2015) 113-124.

IPCC. 2007. Summary for Policy-Makers, in: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hansen, C.E. (Eds.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge Univ. Press, Cambridge [et al.], pp. 7-22.

(خشکی، شوری، گرما - حرارتی) نقش مهمی را در سازگاری با شرایط تغییر اقلیم دارند؛

- اصلاح الگوی کشت و توجه به گیاهان جدید در الگوی کشت (نظیر کینوا، کاملینا، انواع گیاهان دارویی و ...) و یا گیاهان فراموش شده و کم بهره‌برداری شده (نظیر ماش، گلرنگ، خاک شیر، کتان و ...) باید در شرایط تغییر اقلیم مدنظر قرار گیرد؛
- به مدیریت خاک نیز در کنار مدیریت آب توجه شود؛
- سیاست‌های گذشته در تولید محصولات کشاورزی به‌منظور اصلاح آن‌ها برای سازگاری با شرایط جدید ناشی از تغییر بایستی ارزیابی مجدد شود
- با توجه به این که سهم آب بخش کشاورزی (کشاورزی فاریاب) از منابع آب تجدید پذیر در ایران بالا است (بیش از ۷۰٪)، پیش‌بینی می‌شود که اثرات تغییرات اقلیم بر کشاورزی ایران در مقایسه با بعضی کشورها شدیدتر باشد؛
- بحث سازگاری با تغییر اقلیم در ادبیات مدیریت آب کشاورزی کشور باید جاری‌سازی شود؛
- نیاز است تا به اصلاح الگو و فرهنگ مصرف آب و مصرف مواد غذایی (سبذ غذایی) در کشور توجه شود،
- توان و پتانسیل اکولوژیکی مناطق در برنامه‌های توسعه کشور باید مدنظر قرار گیرد؛
- باید به مدیریت ریسک بجای مدیریت بحران توجه شود؛
- در طرح‌ها و پروژه‌های اجرایی مرتبط تعامل بیشتری با کشاورزان برقرار شود؛
- نیاز است تا مسائل بیمه محصولات کشاورزی در شرایط جدید بهبود و ارتقاء یابند؛

و برنهایت در خصوص سازگاری با تغییر اقلیم باید آموزش و ظرفیت‌سازی‌های لازم در کارشناسان، مدیران و بهره‌برداران ایجاد شود.

مراجع

بی‌نام-الف. ۱۳۹۴. سند ملی برنامه ششم توسعه بخش کشاورزی و منابع طبیعی. ویرایش دوم، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، مهر ۱۳۹۴.

بی‌نام-ب. ۱۳۹۴. تجارب کشورهای جهان در تأمین امنیت غذایی، مدیریت و حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی، جلد سوم: تجارب کشورهای ترکیه، ژاپن، استرالیا و فرانسه در توسعه کشاورزی و مدیریت منابع آب، گزارش مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت، تیرماه ۱۳۹۴.

بی‌نام-ج. ۱۳۹۴. تجارب کشورهای جهان در تأمین امنیت

Visions and Approaches for Adapting to Climate Change, from Agricultural Water Management and Food Security Aspects

N. Heydari ^{۱*}

Abstract

Climate change (CC) is an avoidable phenomenon, which is occurring in vast parts of the world, including Iran. Agriculture and crop production are among the sectors, which are affecting from CC. Although food production activities, especially animal protein production, which have high footprints of water, have been some causes, among other important and main causes of CC occurrence. The CC moreover to increasing air temperature and hence crop water requirements, cause crop yield reduction and crop production deficiency. Therefore, considering water shortage crisis in Iran country, and in order to fulfill food security objectives of the growing population, it is necessary to coincide with the CC impacts in agriculture and to take adaptation measures and approaches in these regards. However, there are two main strategies for coinciding with CC: 1. Mitigation of CC and 2. Adaptation to CC. The mitigation strategy deals with reducing greenhouse gasses (GHG) emissions, while the adaptation strategy deals with amelioration of unavoidable impacts of CC. It includes a wide range of measures, approaches, and action selected for a vulnerable system. In this paper following an in-depth review of international and national references and policies in the field of agricultural water and food security, visions and strategies of facing with CC from the mentioned aspects are elaborated. Based on results, the following strategies and measures of adapting to CC from the agricultural water management and food security aspects could be categorized as followings: 1-Reducing water consumption during irrigation, 2- Water conservation and reducing evaporation losses from soil surface, 3-Increasing crop yield (increasing the numerator of water productivity index-WP), 4- Reducing the economic risk through diversity in revenue, crop insurance, subsidies and other incentives, and 5-Eestablishing early warning systems and providing training and other capacity building on the subject of adaptation to CC. However, from the strategy aspects and based on the benefit to cost ratio, in short-term the managerial measures and approaches of adaptation to CC are more efficient and less costly than the other measures, i.e. infrastructural and even agronomic measures and approaches.

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

¹ Associate Prof., Iranian Agricultural Engineering Research Institute (AERI); Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. (* Corresponding author, nrheydari@yahoo.com)

Received: 14 May 2019

Accepted: 6 Aug 2019