



مرکز پژوهش‌های اتاق ایران

## هزینه‌های تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی



فروردین ۱۴۰۴

شناسنامه گزارش



مرکز پژوهش‌های اتاق ایران

عنوان:

هزینه‌های تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی

مدیریت دیپلماسی اقتصادی و آینده‌پژوهی

تاریخ انتشار: فروردین ۱۴۰۴

**واژه‌های کلیدی:** کاهش عملکرد محصولات، افزایش آفات و بیماری‌ها، اختلال در چرخه تولید، امنیت غذایی، تغییرات اقلیمی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، پروتکل کیوتو و توافق پاریس

**نشانی:** تهران، خیابان طالقانی، نبش خیابان شهید موسوی (فرصت)، پلاک ۱۷۵



## فهرست مطالب

|    |                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------|
| ۵  | خلاصه اجرایی                                              |
| ۷  | مقدمه                                                     |
| ۸  | ۱. تعریف تغییرات اقلیمی                                   |
| ۱۷ | ۲. اهمیت بخش کشاورزی در امنیت غذایی، معیشت و اقتصاد جهانی |
| ۲۱ | ۳. تأثیرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی                     |
| ۲۷ | ۴. هزینه‌های تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی                |
| ۳۹ | ۵. کشاورزی و تغییرات اقلیم از نگاهی دیگر                  |
| ۴۲ | ۶. بخش خصوصی و کشاورزی                                    |
| ۴۶ | ۷. خلاصه و نتیجه‌گیری                                     |
| ۴۹ | منابع:                                                    |



## خلاصه اجرایی

تغییرات اقلیمی یکی از بزرگترین چالش‌های قرن حاضر است که بخش کشاورزی را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. این بخش به دلیل وابستگی به شرایط آب‌وهوایی، در برابر تغییرات دما، الگوهای بارش و رویدادهای شدید جوی آسیب‌پذیر است. کاهش عملکرد محصولات، افزایش آفات و بیماری‌ها، و اختلال در چرخه تولید، امنیت غذایی و معیشت میلیون‌ها نفر را تهدید می‌کند.

در این گزارش به تغییرات اقلیمی و علل آن، تعریف تغییرات اقلیمی که ناشی از افزایش دمای جهانی بر اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای (مانند CO<sub>2</sub> و متان) است پرداخته شده و روند انتشار جهانی و تلاش‌های بین‌المللی برای کنترل آن مورد بررسی قرار گرفته است. روند انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای از انقلاب صنعتی تاکنون به‌طور پیوسته افزایش یافته و در سال ۲۰۲۱ به ۵۰ میلیارد تن رسیده است. تلاش‌های بین‌المللی نظیر پروتکل کیوتو و توافق پاریس (۲۰۱۵) از جمله اقدامات جهانی بوده است که با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از افزایش دما به زیر ۲ درجه سانتیگراد شکل گرفته‌اند.

این گزارش به‌طور متمرکز به آثار اقتصادی تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی می‌پردازد و در این راستا به جنبه‌های اقتصادی خسارات اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از آن توجه دارد.

این گزارش علاوه بر پرداختن به تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی بر بخش کشاورزی، زیان‌ها و چالش‌های قابل توجهی را که کشاورزان و تولیدکنندگان مواد غذایی در سراسر جهان با آن مواجه هستند، برجسته می‌کند. افزایش دما، تغییر الگوی بارندگی و افزایش فراوانی رویدادهای شدید آب‌وهوایی مانند خشک‌سالی، سیل و طوفان بر عملکرد محصول و بهره‌وری کلی کشاورزی تأثیر منفی گذاشته و بر سازه‌های موجود در این بخش تأثیر می‌گذارد. این تغییرات ناشی از آب‌وهوا، چرخه کاشت و برداشت را مختل می‌کند، حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد و شیوع آفات و بیماری‌ها را افزایش می‌دهد و در نهایت امنیت غذایی و معیشت میلیون‌ها نفر را که به کشاورزی وابسته هستند، تهدید می‌کند.

این گزارش همچنین به پیامدهای اقتصادی تغییر آب‌وهوا بر کشاورزی، از جمله کاهش درآمد برای فعالان بخش کشاورزی، افزایش قیمت مواد غذایی و افزایش هزینه‌ها برای اقدامات سازگاری مانند تغییرات مورد نیاز در سیستم‌های آبیاری و انواع محصولات مقاوم در برابر آب‌وهوا می‌پردازد. این امر بر ضرورت اجرای شیوه‌های کشاورزی پایدار، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای محصولات تاب‌آور

و ترویج همکاری‌های بین‌المللی برای کاهش اثرات نامطلوب تغییرات آب‌وهوایی تأکید می‌کند. با پرداختن به این چالش‌ها، این گزارش از بخش کشاورزی انعطاف‌پذیرتر و پایدارتر حمایت می‌کند که بتواند در برابر شرایط آب‌وهوایی در حال تحول مقاومت کند و امنیت غذایی را برای نسل‌های آینده تضمین کند.

بر اساس یافته‌های این گزارش هزینه‌های تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی بسیار قابل توجه است و پرداختن به آن‌ها نه تنها نیازمند شناسایی این چالش‌ها، بلکه اجرای راه‌حل‌های هدفمند است که از کشاورزان محافظت می‌کند، امنیت غذایی را تضمین می‌کند و یک سیستم کشاورزی انعطاف‌پذیرتر ایجاد می‌کند. روش‌های کشاورزی هوشمند برای کنترل تغییرات اقلیمی می‌تواند به کشاورزان در کاهش این زیان‌ها کمک کند. کشاورزان می‌توانند از ابزارهای پیش‌بینی آب‌وهوا استفاده کنند، و اقداماتی را برای کمک به مدیریت تهدیدات تولید مرتبط با آب‌وهوا انجام دهند. استفاده از محصولات مقاوم در برابر آب‌وهوا و شیوه‌هایی مانند زراعت جنگلداری و کشاورزی حفاظتی می‌تواند به کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی کمک شایانی کند هرچند اجرای این تلاش‌ها مستلزم همکاری بین دولتها، سازمان‌های بین‌المللی، بخش‌های خصوصی و جوامع است.

## مقدمه:

تغییرات اقلیمی یکی از مهم‌ترین چالش‌های زمان ما است که پیامدهای آن گسترده و فراتر از تخریب محیط‌زیست است. در میان بخش‌هایی که بیشترین آسیب‌پذیری را در برابر تأثیرات تغییرات اقلیمی دارد، بخش کشاورزی است که جزء حیاتی امنیت غذایی جهانی و ثبات اقتصادی است. بخش کشاورزی نسبت به تغییرات دما، الگوهای بارش و فراوانی و شدت رویدادهای شدید آب‌وهوایی بسیار حساس است که همگی این رویدادها با تغییرات اقلیمی تشدید شده‌اند.

در سال‌های اخیر، بخش کشاورزی به دلیل تأثیرات نامطلوب تغییرات اقلیمی زیان‌های قابل توجهی را تجربه کرده است. عملکرد محصولات زراعی و بهرهوری کشاورزی در بسیاری از مناطق جهان کاهش یافته است. این تغییرات پیامدهای گسترده‌ای را نه تنها برای کشاورزان و تولیدکنندگان مواد غذایی، بلکه برای مصرف‌کنندگان، اقتصادها و جوامعی که برای امرار معاش خود به کشاورزی وابسته هستند دارد. با ادامه رشد جمعیت جهان، تقاضا برای غذا در حال افزایش است و نیاز به یک سیستم کشاورزی انعطاف‌پذیر و پایدار را بیش از هر زمان دیگری ضروری می‌کند. درعین حال تأثیرات آن بر مدیریت سازهای و غیرسازهای مدیریت آب به سبب تغییرات هیدرولوژی در قالب سیل از جمله موارد دیگری است که بخش کشاورزی را متأثر کرده است.



## ۱. تعریف تغییرات اقلیمی

گازهای گلخانه‌ای میلیون‌ها سال است که در اتمسفر زمین وجود داشته و برای حفظ حیات بر روی این کره‌ی خاکی ضروری هستند. حضور این گازها در اتمسفر زمین پدیده‌ای جدید نیست، بلکه میزان غلظت آن‌ها در اتمسفر مورد بحث است. به بیانی دیگر بقای موجودات زنده مستلزم حفظ میزان غلظت مشخصی از این گازها و دمای مناسب بر روی سطح زمین است. هر گازی که دارای خاصیت جذب تشعشعات مادون قرمز (انرژی گرمایی) ساطع شده از سطح زمین و بازتابش مجدد آن به سطح زمین باشد، گاز گلخانه‌ای تلقی می‌شود. هنگامی که انرژی خورشید به جو زمین وارد می‌شود، عمدتاً به صورت موج نور است اما هنگامی که همان انرژی زمین را ترک می‌کند، به صورت تابش فروسرخ است که در واقع همان موج گرمایشی است که ما آن را به عنوان گرما تجربه می‌کنیم. گازهای گلخانه‌ای تابش مادون قرمز را منعکس می‌کنند، بنابراین مقداری از گرمای خروجی از زمین از گازهای گلخانه‌ای موجود در جو منعکس می‌شود و به سطح زمین بازمی‌گردد. به همین علت است که این پدیده‌ی به دام انداختن گرما عمدتاً به عملکرد یک گلخانه تشبیه می‌شود و به همین سبب به آن «اثر گلخانه‌ای» می‌گویند. در واقع، می‌توان بیان کرد گازهای گلخانه‌ای به تنهایی نه تنها مضر نیستند بلکه وجود آن‌ها لازم است. دی اکسید کربن، متان و بخار آب مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای هستند. (ازن لایه‌های پایین تر اتمسفر، اکسیدهای نیتروژن و گازهای فلئوئوردار نیز تشعشعات مادون قرمز را به دام می‌اندازند.) غلظت گازهای گلخانه‌ای در طول تاریخ زمین به طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت بوده است و این تغییرات باعث تغییرات آب و هوایی قابل توجهی در طیف وسیعی از مقیاس‌های زمانی شده است. به طور کلی، غلظت گازهای گلخانه‌ای به ویژه در دوره‌های گرم، بالا و در دوره‌های سرد پایین بوده است. اگر مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو تغییر کند، قدرت اثر گلخانه‌ای نیز تغییر می‌کند. این دلیل تغییرات آب و هوایی به دست بشر است: با افزودن گازهای گلخانه‌ای به جو، گرمای بیشتری به دام می‌افتد و کل سیاره به میزان غیرطبیعی گرم می‌شود که امکان دارد کل اکوسیستم را به خطر بیندازد. تغییر اقلیم به تغییرات قابل توجه و طولانی مدت در الگوهای آب و هوایی زمین اشاره دارد که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های انسانی است. این فعالیت‌ها شامل سوزاندن سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی است که گازهای گلخانه‌ای مانند دی اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ ) و متان ( $\text{CH}_4$ ) را در جو آزاد می‌کند. تجمع این گازها گرما را به دام می‌اندازد و منجر به افزایش دمای جهانی می‌شود، پدیده‌ای که به عنوان گرمایش جهانی شناخته می‌شود. این گرم شدن باعث واکنش زنجیره‌ای از تغییرات محیطی

می‌شود، ازجمله ذوب شدن یخ‌های قطبی و یخچال‌های طبیعی، بالا آمدن سطح دریاها و تغییر در الگوهای آب‌وهوا، که می‌تواند منجر به بلایای طبیعی مکرر و شدیدتر، مانند طوفان، خشک‌سالی، و آتش‌سوزی شود.

فراتر از اثرات زیست‌محیطی، تغییرات اقلیمی پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی گسترده‌ای دارد. این می‌تواند اکوسیستم‌ها را مختل کند، که منجر به از بین رفتن تنوع زیستی و تأثیر بر امنیت غذا و آب شود. جمعیت‌های آسیب‌پذیر، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، ممکن است به دلیل رویدادهای شدید آب‌وهوایی و تغییر شرایط کشاورزی، فقر، جابجایی و مسائل بهداشتی را افزایش دهند.

گرمایش زمین نه تنها باعث تغییر در میانگین دما و بارندگی می‌شود، بلکه باعث افزایش فراوانی سیل، خشک‌سالی، امواج گرما و شدت طوفان‌ها و به دنبال آن تغییر در الگوهای دما و بارش می‌شود. اثرات تغییرات آب‌وهوایی نیز به اشکال مختلف دیگر در سراسر جهان نشان داده شده است، ازجمله بالا آمدن سطح دریا، کاهش یخچال‌ها، تغییر در زیستگاه حیوانات، افزایش دمای اقیانوس‌ها، کوتاه شدن زمستان و رسیدن زودهنگام بهار.

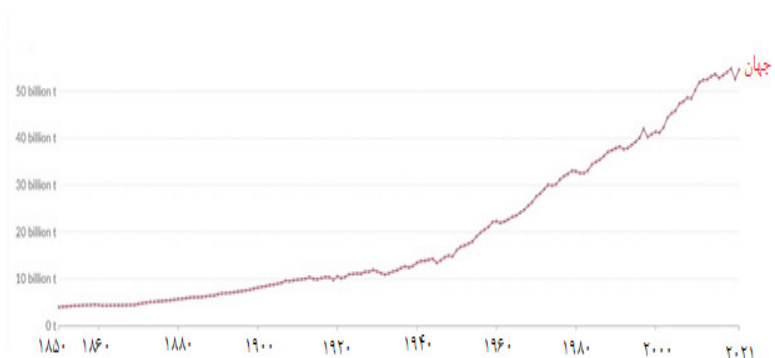
از آنجایی که تسریع گرمایش جهانی نه تنها بر سیستم‌های اکولوژیکی بلکه بر زندگی انسان‌ها نیز تأثیر می‌گذارد، به یک موضوع مهم در سطح ملی و بین‌المللی تبدیل شده است. رویکردهای مقابله با مسئله گرمایش جهانی عمدتاً به اقدامات کاهشی با تمرکز بر کاهش و جذب گازهای گلخانه‌ای، عوامل ایجادکننده و اقدامات سازگاری برای به حداقل رساندن خسارات ناشی از تغییرات آب‌وهوایی معطوف می‌شود. تاکنون، موضوع گرمایش جهانی بر کاهش گازهای گلخانه‌ای بر اساس کنوانسیون‌های بین‌المللی محیطی مانند IPCC و پروتکل کیوتو متمرکز شده است. با این حال، برای بخش کشاورزی، تمرکز بر روی انطباق و سازگاری بر اساس ارزیابی تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی و آسیب‌پذیری در برابر آن معطوف شده است. IPCC تأکید می‌کند که سازگاری بخش کشاورزی با تغییرات آب‌وهوایی بسیار مهم است. این سازگاری به این دلیل است که حتی اگر انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش یابد، گرمایش جهانی به دلیل گازهای گلخانه‌ای که قبلاً منتشر شده بود، همچنان تا چند دهه آینده ادامه خواهد داشت.

## ۱/۱ روند انتشار جهانی

به‌صراحت می‌توان گفت میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای رابطه‌ای مستقیم با رشد اقتصادی و توسعه‌ی صنعتی دارد. با افزایش میزان جمعیت و امید به زندگی، توسعه‌ی صنعتی و رشد اقتصادی کشورها، فعالیت‌های انسانی افزایش می‌یابد و همراه با آن، میزان انتشار این گازها، به‌ویژه دی‌اکسیدکربن، افزایش می‌یابد. انتشارات انسانی در بالای یک چرخه کربن طبیعی فعال رخ می‌دهد که کربن را بین مخازن جو، اقیانوس‌ها و بیوسفر زمینی در بازه‌های زمانی زیر روزانه تا هزاره‌ها به گردش درمی‌آورد، درحالی‌که تبادل با مخازن زمین‌شناسی در بازه‌های زمانی طولانی‌تری انجام می‌شود.

نمودار زیر، روند تاریخی انتشار گازهای گلخانه‌ای را از سال ۱۸۵۰ تا سال ۲۰۲۱ (یک سال پس از بحران کرونا) نشان می‌دهد.

نمودار ۱- روند افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (۱۸۵۰-۲۰۲۱)



منبع: (our world in data, 2022)

بر اساس نمودار، می‌توان استدلال کرد که با پیشرفت فناوری تولید، از ابتدای انقلاب صنعتی (۱۷۶۰) تا انتهای جنگ جهانی دوم، روند انتشار، شیب افزایشی ملایمی داشته اما با تمام جنگ جهانی دوم و ورود موج جدید از فناوری و انفجار جمعیت، شیب انتشار افزایش می‌یابد و در سال ۲۰۲۱ به ۵۰ میلیارد تن می‌رسد. درواقع همواره باید رابطه‌ی مستقیم بین جهانی شدن و میزان انتشار را در نظر داشت. غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر از تقریباً ۲۷۸ppm در سال ۱۷۵۰ یعنی آغاز عصر صنعتی، به ۴۱۷/۱ ± ۰/۱ ppm در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. (لن و همکاران، ۲۰۲۳) افزایش CO<sub>2</sub> اتمسفر بالاتر از سطوح ماقبل صنعتی، در ابتدا، عمدتاً ناشی از انتشار کربن به اتمسفر از جنگل‌زدایی و سایر

فعالیت‌های تغییر کاربری زمین بود. درحالی‌که انتشار سوخت‌های فسیلی قبل از دوران صنعتی شروع شد، از حدود سال ۱۹۵۰ به منبع اصلی انتشارات انسانی در جو تبدیل شد و سهم نسبی آن‌ها تا به امروز افزایش یافته است. شایان ذکر است که منظور از گازهای گلخانه‌ای در این نمودار، کربن دی اکسید، متان و  $N_2O$  است و میزان انتشار ناشی از تغییر کاربری زمین‌ها و جنگل‌زدایی نیز محاسبه شده است. می‌توان نوسانات را نیز در سال‌هایی مانند ۱۹۳۰ و ۲۰۲۰ مشاهده کرد. به دلیل رکود بزرگ سال ۱۹۲۹ و ۱۹۳۰ و با کاهش میزان تولیدات به‌ویژه در کشورهای صنعتی مانند آمریکا و انگلیس، میزان انتشار این گازها نیز در این سال‌ها کاهش یافته است، همچنین در سال ۲۰۲۰ به دلیل بحران کرونا و کاهش میزان تجارت و حمل‌ونقل میان کشورها، میزان انتشار نیز کاهش یافت. نکته‌ای که باید مدنظر داشت تغییر شیب انتشار در ابتدای قرن ۲۱ است. به نظر می‌رسد با تغییرات ماهیت فناوری‌ها و افزایش کارایی تکنولوژی، میزان سوخت مصرفی برای تولید صنعتی کاهش یافته و گذاری به سمت فناوری سبز جرقه می‌خورد که کمی شیب انتشار را نسب به ۴۰ سال قبل کاهش می‌دهد.

## ۱/۲ تلاش‌های بین‌المللی برای کاهش انتشار

### ۱/۲/۱ پیدایش نظریه تغییر اقلیم

پیدایش و گسترش نظریه تغییر اقلیم، ابتدا در محافل علمی و با هدف افزایش دانسته‌ها در مورد جو و پدیده گلخانه‌ای آغاز شد. اندازه‌گیری‌های دقیق در نقاط دورافتاده زمین مانند «مونالوآ» در هاوایی نشان داد که غلظت دی‌اکسیدکربن یعنی تراکم مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در حال افزایش است. آکادمی علوم آمریکا در سال ۱۹۷۹ پس از بازنگری این مدل‌ها اعلام کرد که در صورت افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در جو، تردیدی نیست که اقلیم جهان دچار دگرگونی خواهد شد و این دگرگونی نباید به‌هیچ‌وجه دست‌کم گرفته شود. در اولین کنفرانس جهانی اقلیم در سال ۱۹۷۹، تغییر آب‌وهوا به‌عنوان یک مشکل جدی مطرح شد.

آثار مخرب آلودگی‌های محیط زیستی در نقاط مختلف جهان سبب شد تا نگرانی‌های جهان در این خصوص افزایش یابد. بسیاری از آثار مخرب محیط زیستی، در ابعاد جغرافیائی کشورها نمایان می‌گردند، در این صورت مجموعه‌ای از تعهدات، قوانین و اقدامات در سطح ملی، برای رفع آن‌ها مؤثر است. اما برخی دیگر از این آثار ابعاد جهانی داشته و اقدامات بین‌المللی را می‌طلبد.

گرمایش جهانی یکی از مهم‌ترین آثار مخرب محیط زیستی است که تأثیر آن نیز از ابعاد جهانی

برخوردار است. تأثیر گازهای گلخانه‌ای در پیدایش این پدیده، سبب شد تا از دهه ۱۹۷۰ روش‌های کنترل و کاهش این گازها در دستور کار سازمان‌های بین‌المللی قرار گیرد. به‌طوری‌که در سال ۱۹۸۷ پروتکلی در مونترال کانادا به امضا رسید که کاهش تولید گازهای کلروفلوروکربن‌ها (CFCs)<sup>۱</sup> که از عوامل اصلی تخریب لایه اوزون محسوب می‌شوند را مطالبه می‌کرد. این اقدامات به رهبری سازمان ملل از آن تاریخ آغاز و تاکنون ادامه یافته است این بخش به سیر تاریخی این اقدامات در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و چشم‌انداز پیش‌رو می‌پردازد.

کشف حفره ازن و نسبت دادن آن به انتشار کلروفلوروکربن‌ها به وضوح نشان داد که فعالیت‌های انسان می‌تواند بر جو و محیط‌زیست زمین اثرات عمیق و نامطلوبی بر جا گذارد. بدین ترتیب توجه عمومی بیش‌ازپیش به محیط‌زیست و به‌ویژه جو این سیاره جلب شد.

موج گرما در آمریکای شمالی و خشک‌سالی تابستان ۱۹۸۸ در این قاره، نظریه‌های مربوط به گرمایش گلخانه‌ای را به‌ویژه در آمریکا و کانادا بر سر زبان‌ها انداخت. در نتیجه در کنفرانسی که در ژوئن سال ۱۹۸۸ توسط دولت کانادا در شهر تورنتو برگزار شد، شرکت‌کنندگان خواستار کاهش ۲۰ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن تا سال ۲۰۰۵ میلادی، تشکیل کنوانسیون فراگیر در ارتباط با حفاظت از جو و ایجاد صندوق بین‌المللی ویژه‌ای برای تأمین بخشی از اعتبارات موردنیاز از راه دریافت مالیات بر مصرف سوخت‌های فسیلی شدند.

در اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ کنفرانس‌های متعددی با حضور کارشناسان و مسئولین کشورها برگزار شد. به دنبال برگزاری کنفرانس‌های مزبور و افزایش شواهد علمی مبنی بر تغییر اقلیم، توجه بین‌المللی بر اتخاذ یک اقدام جدی برای برون رفت از معضل کنونی جلب شد.

سال ۱۹۸۸ نقطه عطفی در روند پیدایش رژیم تغییر اقلیم بود. تا آن زمان موضوع تغییر اقلیم به‌طور عمده از سوی فعالان غیردولتی و دانشمندان جهان مطرح و اداره می‌شد، اما در این سال موضوع به‌صورت یک مقوله بین دولتها درآمد.

دومین کنفرانس جهانی اقلیم با تأکید بر لزوم ایجاد یک چارچوب حقوقی برای پدیده تغییر آب‌وهوا در سال ۱۹۹۰ تشکیل شد. اعلامیه نهایی که پس از مذاکرات فراوان تهیه شد، هیچ‌گونه هدف بین‌المللی مشخصی را برای کاهش میزان انتشارات در بر نداشت. هرچند که این اعلامیه از تعدادی از اصولی که

بعدها در کنوانسیون تغییر اقلیم مطرح شد، حمایت می‌کرد. این اصول درباره تغییر آب‌وهوا به‌عنوان «موضوع اصلی بشریت» لزوم رعایت حقوق مساوی، وظایف مشترک ولی متفاوت کشورها در سطوح مختلف توسعه پایدار و اصول حفاظت می‌باشند.

مجمع عمومی سازمان ملل آغاز مذاکرات مربوط به معاهده را در دسامبر سال ۱۹۹۰ اعلام کرد. کمیته مذاکرات بین‌الدول کنوانسیون تغییر آب‌وهوا از فوریه ۱۹۹۱ تا مه ۱۹۹۲، ۵ جلسه برگزار کرد. این کمیته موظف بود تا ژوئن ۱۹۹۲، یعنی زمان برگزاری اجلاس جهانی ریو نتیجه مذاکرات را اعلام نماید. به این ترتیب، مذاکره‌کنندگان از ۱۵۰ کشور طی ۱۵ ماه، در ۹ مه ۱۹۹۲، کنوانسیون را در نیویورک نهایی کردند.

## ۲/۲/۱ کنوانسیون تغییر آب‌وهوا

در سال ۱۹۹۰ مجمع عمومی سازمان ملل متحد، کمیته مذاکرات بین‌الدول (INC)<sup>۱</sup> را جهت تدوین کنوانسیون تغییر آب‌وهوا (UNFCCC)<sup>۲</sup> تشکیل داد. کمیته مذاکرات، پیش‌نویس کنوانسیون را تهیه کرد و این پیش‌نویس در سال ۱۹۹۲ در مقر سازمان ملل در نیویورک تصویب شده و در همان سال توسط سران کشورها و مقامات ارشد ۱۵۴ کشور دنیا در اجلاس زمین در شهر ریودوژانیرو در کشور برزیل، امضا گردید. این پیش‌نویس پس از طی مراحل، از تاریخ ۲۱ مارس ۱۹۹۴ لازم‌الاجرا شناخته شد.

کنوانسیون تغییر آب‌وهوا دارای ۲۶ ماده و ۲ ضمیمه است. در متن کنوانسیون پس از شرح کلیات و تعاریف به اهداف، تعهدات، راهکارهای تحقیقاتی و آموزشی، ارکان کنوانسیون و نحوه تبادل اطلاعات بین کشورها پرداخته شده است. هدف اصلی کنوانسیون تغییر آب‌وهوا عبارت است از تثبیت غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر در حدی که از تأثیر خطرناک فعالیت‌های آنان در نظام آب‌وهوا ممانعت شود. چنین سطحی باید در یک چهارچوب زمانی کافی حاصل گردد تا اکوسیستم‌ها بطور طبیعی خود را با تغییر آب‌وهوا وفق دهند و اطمینان حاصل شود که امنیت غذایی تهدید نمی‌شود و توسعه اقتصادی به شکل پایدار ایجاد می‌گردد.

اعضای کنوانسیون تغییر آب‌وهوا باید با توجه به اصول کنوانسیون و بر طبق اصل «مسئولیت‌های مشترک ولی متفاوت»<sup>۳</sup> از قابلیت‌های خود جهت حمایت از سیستم آب‌وهوا استفاده کنند. تمامی اعضا

1- International Negotiations Committee

2- United Nations Framework Convention on Climate Change

3- Common but Differentiated Responsibilities

کنوانسیون باید میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از فعالیت‌های خود را مکتوب، منتشر و به‌صورت دوره‌ای بازنگری کنند و گزارش فعالیت‌های خود را در اختیار کنوانسیون قرار دهند. همچنین اعضای کنوانسیون باید برنامه‌های ملی خود را برای تعدیل تغییرات آب‌وهوایی در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای تدوین، منتشر، اجرا و بازنگری نمایند. درواقع تعهد کشورها در کنوانسیون آب‌وهوا این است که همه کشورها باید به دو اقدام اساسی دست زنند، این دو اقدام عبارت‌اند از (شرزه‌ای و همکاران، ۱۳۹۳):

- گزارش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای

- همکاری در کاهش گازهای گلخانه‌ای و حرکت در جهت انطباق با معیارها.

بر اساس کنوانسیون تغییر آب‌وهوا، اعضای کنوانسیون بایستی امکانات لازم را جهت توسعه و اجرای برنامه‌های آموزشی، افزایش آگاهی عموم مردم در مورد تغییرات آب‌وهوا و اثرات آن، دسترسی عمومی به اطلاعات و شرکت همگان در مقابله با تغییر آب‌وهوا فراهم نمایند و با مدیریت مستمر در حفظ و افزایش چاهک‌های جذب گازهای گلخانه‌ای نظیر موجودات زنده، جنگل‌ها، اقیانوس‌ها و غیره بکوشند. همچنین تمام اعضای کنوانسیون بایستی با تبادل اطلاعات علمی، تکنولوژیکی، فنی، اقتصادی، اجتماعی و حقوقی مربوط به سیستم آب‌وهوا، با سایر اعضا همکاری نمایند.

در کنوانسیون تغییر آب‌وهوا، کمیته‌ای فرعی<sup>۱</sup> برای مشاوره علمی و تکنولوژیکی جهت ارائه اطلاعات به اعضا کنوانسیون تأسیس شده است. ازجمله وظایف کمیته فرعی می‌توان به ارزیابی وضعیت علمی، تعیین تکنولوژی‌های نوین مؤثر و پیشرفته، ارائه مشاوره‌های علمی و تحقیقاتی و جوابگویی به سؤالات اعضا کنفرانس در ارزیابی و بررسی اجرای مؤثر کنوانسیون اشاره کرد. شایان‌ذکر است که در کنوانسیون تغییر آب‌وهوا بر نقش کشورهای پیشرفته در مقابله با تغییر آب‌وهوا و آثار سو آن تأکید شده است. در کنوانسیون از این کشورها خواسته شده است که با ارائه سیاست‌ها و اقدامات موجه از نظر اقتصادی در رابطه با تغییرات آب‌وهوا، منافع جهانی را با حداقل هزینه ممکن تضمین نمایند.

کنوانسیون دارای ارکان و سازمان‌های وابسته‌ای است که هر یک دارای وظیفه خاصی هستند. بالاترین رکن تصمیم‌گیری کنوانسیون، کنفرانس اعضا (COP)<sup>۲</sup> می‌باشد که در سطح وزیران و هر سال یک‌بار تشکیل جلسه می‌دهد.

1- Subsidiary of Bodies

2- Conference of the Parties(COP)



از هنگام تصویب کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا در سال ۱۹۹۴ هر ساله این جلسات برگزار شده است. هریک از این COP ها منجر به دستورها و تصمیماتی شده است.

توافقنامه پاریس ۲۰۱۵ یک معاهده بین‌المللی است که تقریباً توسط همه کشورهای جهان برای مبارزه با تغییرات آب و هوایی تصویب شده است. هدف اصلی آن محدود کردن افزایش دمای کره زمین به کمتر از ۲ درجه سانتیگراد بالاتر از سطح قبل از صنعتی شدن است؛ در حالی که تلاش‌های زیادی برای حفظ آن در زیر ۱٫۵ درجه سانتیگراد انجام می‌شود.

دانشمندان هشدار می‌دهند که دمای بیش از ۱٫۵ درجه سانتیگراد می‌تواند منجر به عواقب شدید زیست‌محیطی از جمله رویدادهای شدید آب و هوایی، افزایش سطح آب دریاها و اختلال در اکوسیستم شود. با هدف قرار دادن این آستانه پایین‌تر، توافق به دنبال به حداقل رساندن آسیب و ایجاد آینده‌ای پایدارتر است.

در بیست و هفتمین نشست اجلاس سران (COP27) کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب‌وهوایی (UNFCCC) که در اواخر سال ۲۰۲۲ به میزبانی مصر برگزار شد، کشاورزی و امنیت غذایی به‌طور برجسته در دستور کار قرار گرفت.

COP27 که در شرم‌الشیخ مصر در سال ۲۰۲۲ برگزار شد، لحظه مهمی در پیشبرد اقدامات اقلیمی کشاورزی بود. در شرم‌الشیخ، بحث‌ها به نتیجه‌گیری نقشه راه (KJWA) و ایجاد یک برنامه کاری مشترک چهار ساله به نام کار مشترک شرم‌الشیخ در اجرای اقدام اقلیمی در کشاورزی و امنیت غذایی (SJWA) منجر شد.

کار مشترک Koronivia در کشاورزی (KJWA) یک ابتکار سازمان ملل است که نقش حیاتی کشاورزی در رسیدگی به تغییرات آب و هوا را به رسمیت می‌شناسد و بر شش حوزه کلیدی تمرکز دارد: سلامت خاک، استفاده از مواد مغذی، مدیریت آب، سیستم‌های دامداری، روش‌های سازگاری و ابعاد اجتماعی-اقتصادی تغییرات آب و هوایی.

در حالی که KJWA بر بحث و تحقیق متمرکز بود، SJWA به سمت پیاده‌سازی حرکت می‌کند و اقداماتی را برای تقویت امنیت غذایی و کاهش اثرات آب و هوا بر کشاورزی اولویت‌بندی می‌کند. SJWA بر حفاظت از امنیت غذایی، پایان دادن به گرسنگی و حمایت از کشاورزان - به ویژه خرده مالکان و دامداران - که عوامل کلیدی تغییر هستند، تأکید می‌کند و همکاری بین کشورها، سازمان‌ها



و ذینفعان را برای توسعه شیوه‌های کشاورزی پایدار که ضمن تضمین امنیت غذایی، تغییرات آب و هوایی را کاهش می‌دهند، ترویج می‌کند.

فائو و مصر به طور مشترک ابتکار غذا و کشاورزی برای تحول پایدار (FAST) را با هدف حمایت از اقدامات اقلیمی در سیستم های کشاورزی حول سه رکن راه اندازی کردند:

۱. دسترسی به منابع مالی و سرمایه گذاری

۲. توسعه دانش و ظرفیت

۳. حمایت از سیاست و گفتگو

FAST به اجرای مشارکت‌های تعیین‌شده ملی NDCs برنامه‌های سازگاری ملی (NAPs) و راهبردهای توسعه بلندمدت کم انتشار کمک می‌کند. هدف این ابتکار اطمینان از این است که سیستم های کشاورزی نه تنها در برابر تغییرات آب و هوایی مقاوم هستند، بلکه در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و در عین حال حفظ امنیت غذایی نقش دارند.

سازمان خواربار و کشاورزی (FAO) و شرکای آن همچنان نقش کلیدی در پیشبرد اقدامات اقلیمی در کشاورزی ایفا می‌کنند. در سال ۲۰۲۴، فائو با گروه های مذاکره منطقه ای در سراسر آفریقا، آسیا-اقیانوسیه، آمریکای لاتین و کارائیب در تعامل بوده است. این تلاش‌ها شامل کارگاه‌ها و مشاوره‌ها برای حمایت از بحث در مورد کشاورزی پایدار و سازگاری با آب و هوا است.

این جلسات به عنوان آماده سازی برای دو نشست بزرگ کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد در مورد تغییر آب و هوا (UNFCCC) عمل می‌کند:

- بن، آلمان (ژوئن ۲۰۲۴): جلسه نهادهای فرعی (SB)، که در آن کشورها شواهد علمی و فنی مرتبط با آب و هوا را مورد بحث قرار دادند.

- باکو، آذربایجان (نوامبر ۲۰۲۴): یک جلسه کلیدی که می‌تواند بر سیاست های آتی جهانی در زمینه کشاورزی و انعطاف پذیری آب و هوا تأثیر بگذارد.

با تسهیل این مبادلات، فائو به کشورها کمک می‌کند به تحقیقات بپردازند، تجربیات خود را به اشتراک بگذارند و مواضع خود را پیش از مذاکرات جهانی هماهنگ کنند. هدف ایجاد اجماع و تقویت

همکاری است تا کشورها بتوانند سیاست‌های مؤثری را ایجاد کنند که پایداری کشاورزی، امنیت غذایی و انعطاف‌پذیری آب و هوا را متعادل کند.

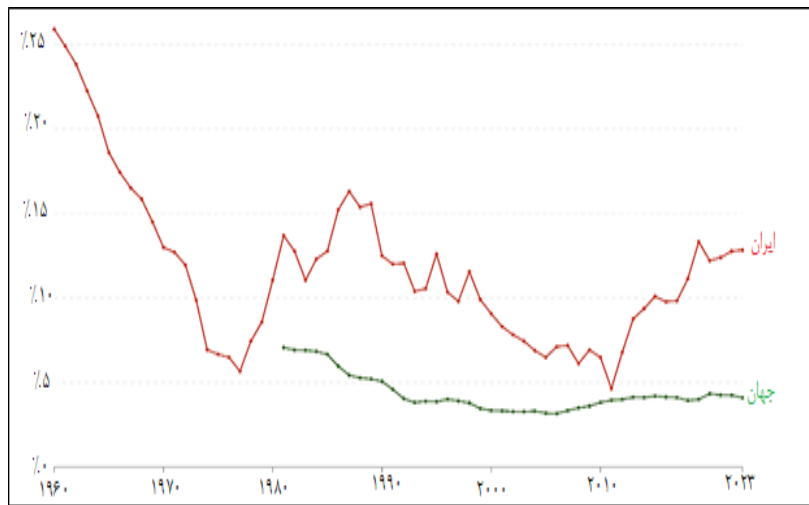
در COP28 برنامه حمایتی آگرو فود شرم الشيخ که یک طرح سه ساله است توسط ریاست امارات متحده عربی، FAO، CGIAR و بانک جهانی راه اندازی شد. هدف اصلی آن تقویت گفت‌وگو و اشتراک دانش، میان سیاست‌گذاران جهانی و منطقه‌ای است و تضمین می‌کند که کشاورزی و امنیت غذایی در مرکز اقدامات اقلیمی باقی بماند.

این برنامه به عنوان «پل» بین مذاکرات آب و هوا و اجرای دنیای واقعی عمل می‌کند و به ذینفعان در فرآیند UNFCCC کمک می‌کند تا به اجماع برسند و تلاش‌های هماهنگ را تسریع بخشند. این به ویژه بر آماده‌سازی برای COP31 در سال ۲۰۲۶ متمرکز است، و اطمینان حاصل می‌کند که سیاست‌های کشاورزی با تعهدات آب و هوایی همسو هستند. یکی از جنبه‌های کلیدی این ابتکار، ارتباط آن با اعلامیه امارات در مورد کشاورزی پایدار، سیستم‌های غذایی انعطاف‌پذیر، و اقدام اقلیمی است که بر شیوه‌های کشاورزی پایدار، امنیت غذایی و انعطاف‌پذیری آب و هوا تأکید دارد.

## ۲. اهمیت بخش کشاورزی در امنیت غذایی، معیشت و اقتصاد جهانی

کشاورزی فقط به معنای تولید غذا نیست، بلکه ستون فقرات معیشت، اشتغال و توسعه اقتصادی در سراسر جهان است. کشاورزی منبع اصلی امرار معاش برای حدود ۲ میلیارد نفر در سراسر جهان یا حدود ۲۷ درصد از جمعیت جهان است. این بخش ۴۵ درصد از نیروی کار جهان را به استخدام خود درآورده است و ۱/۳ تریلیون دلار تولید ناخالص داخلی جهانی تولید می‌کند.

### نمودار ۲- سهم تولید ناخالص داخلی کشاورزی ایران و جهان، ۱۹۶۰ تا ۲۰۲۳

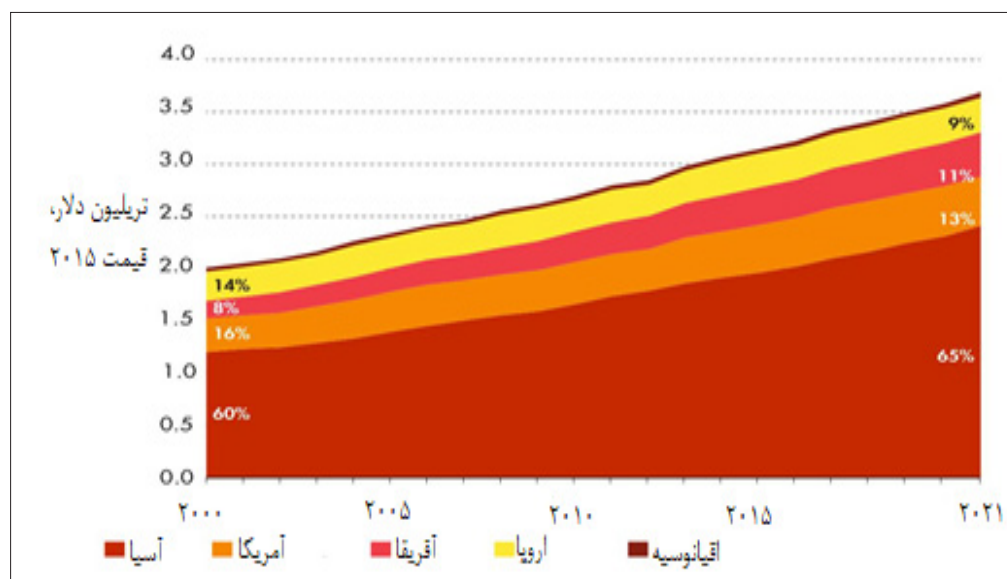


منبع: (بانک جهانی و OECD، ۲۰۲۵)

نکته: به‌عنوان ارزش افزوده محصولات کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری به‌عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری می‌شود.

ارزش افزوده جهانی تولیدشده توسط کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ به میزان واقعی ۸۴ درصد رشد کرد و در سال ۲۰۲۱ به ۳/۷ تریلیون دلار رسید نمودار ۳ نشان‌دهنده افزایش ۱/۷ تریلیون دلاری ارزش افزوده این بخش در مقایسه با سال ۲۰۰۰ است.

### نمودار ۳- ارزش افزوده کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری (۲۰۲۱-۲۰۰۰)



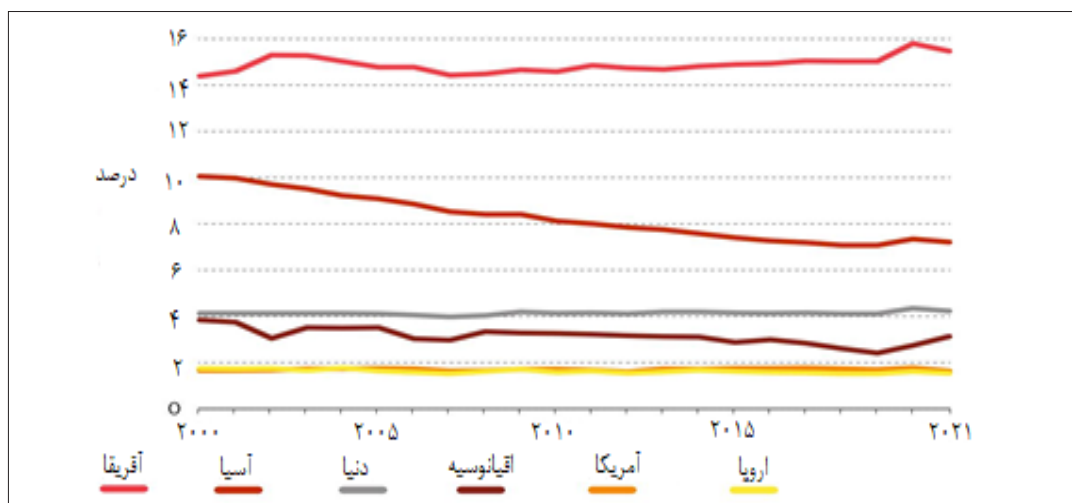
منبع: (فائو، ۲۰۲۳)

در آفریقا، ارزش افزوده بخش کشاورزی ۱۵۰ درصد در طول دوره افزایش یافت و از ۱۷۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۰ به ۴۲۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱ رسید. آسیا سهم عمده‌ای در ارزش افزوده کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری جهانی داشته است. ارزش افزوده بخش کشاورزی این قاره از ۱/۲ تریلیون دلار در سال ۲۰۰۰ به ۲/۴ تریلیون دلار در سال ۲۰۲۱ یعنی دو برابر رسیده است. در قاره آمریکا و اقیانوسیه این افزایش در حدود ۴۵-۴۶ درصد در مدت مشابه بوده است. اروپا ارزش افزوده کشاورزی خود را تنها ۱۹ درصد افزایش داد. با وجود همه‌گیری کرونا ارزش افزوده جهانی کشاورزی در سال ۲۰۲۰ به جز در اروپا رشد کرد. این رشد تا سال ۲۰۲۱ ادامه یافت و با احیای فعالیت اقتصادی، ۳/۱ درصد افزایش یافت. کشورهایی که بیشترین بخش ارزش افزوده کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری را در سال ۲۰۲۱ به خود اختصاص دادند چین، هند و ایالات متحده آمریکا هستند.

با توجه به همه‌گیری و محدودیت‌های مختلفی که برای مهار آن در سال ۲۰۲۰ اعمال شد، ارزش افزوده بخش‌های صنعت و خدمات کاهش یافت در حالی که کشاورزی همچنان در حال افزایش بود که منجر به جهش مصنوعی سهم کشاورزی در کل در سال ۲۰۲۰ شد.

نمودار ۴- سهم ارزش افزوده کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری از کل تولید ناخالص داخلی به تفکیک منطقه (قیمت

۲۰۱۵ دلار آمریکا)



منبع: (فائو، ۲۰۲۳)

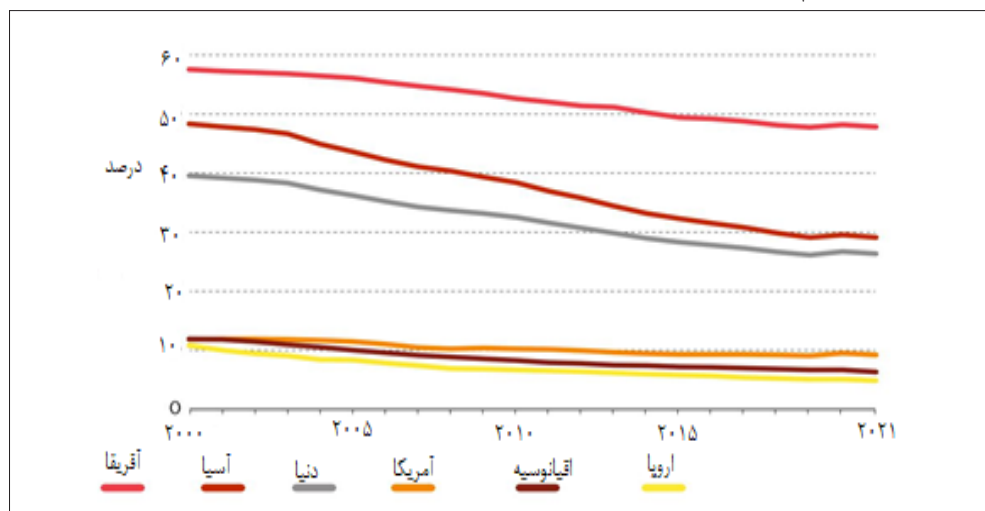
سهم جهانی از ارزش افزوده کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری اندکی از ۴/۴٪ در سال ۲۰۲۰ به ۴/۳٪ در سال ۲۰۲۱ کاهش یافت. از نظر تاریخی، این سهم از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ در بیشتر مناطق به جز

آفریقا و آمریکا رو به کاهش بوده است. سپس بین سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ در تمام مناطق آمریکا در سراسر آمریکا افزایش یافت. در سال ۲۰۲۱ نسبت به سال ۲۰۱۹ و در مورد آفریقا نیز بیشتر از سال ۲۰۰۰ بود (۱۴/۵ درصد در سال ۲۰۰۰ در مقایسه با ۱۵/۵ درصد در سال ۲۰۲۱). این افزایش، که به‌ندرت مشاهده می‌شود، به دلیل سهم بیشتر کشاورزی در تولید ناخالص داخلی است که عمدتاً مربوط به همه‌گیری COVID-19 است. چندین کشور آفریقایی از جمله الجزایر، آنگولا، نیجریه و آفریقای جنوبی شاهد افزایش قابل توجه سهم کشاورزی در تولید ناخالص داخلی بودند. این کشورها ۴۶ درصد از کل ارزش افزوده کشاورزی آفریقا را در سال ۲۰۲۱ تشکیل می‌دادند.

همه‌گیری کووید، احتمالاً نقش کشاورزی را به‌عنوان یک کمک‌کننده پایدار به اقتصادها، به‌ویژه در کشورهایی که سایر بخش‌ها ممکن است با چالش‌هایی مواجه شده باشند، تقویت کرده است.

سهم اشتغال در کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری از کل اشتغال در سطح جهان بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ با ۱۳ درصد کاهش به ۲۶/۶ درصد رسیده است. کاهش در سهم اشتغال کشاورزی معمولاً با افزایش سطح درآمد همراه است. با رشد و صنعتی شدن اقتصاد کشورها، افراد بیشتری از مشاغل کشاورزی به مشاغل دیگر مانند تولید و خدمات روی می‌آورند که منجر به کاهش مشاهده شده می‌گردد. علیرغم این کاهش، کشاورزی پس از بخش خدمات، دومین منبع اشتغال در سراسر جهان است.

نمودار ۵- سهم اشتغال کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری از کل اشتغال به تفکیک منطقه



منبع: (فائو، ۲۰۲۳)

### ۳. تأثیرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی

تغییرات اقلیمی با تغییر کیفیت آب و خاک و با تأثیر نامطلوب بر تنوع زیستی بر ظرفیت تولید غذا تأثیر می‌گذارد. تغییرات اقلیمی نه تنها فراوانی و شدت رویدادهای شدید آب و هوایی را افزایش می‌دهد و باعث تغییر در الگوهای بارش می‌شود، بلکه فعالیت‌های کشاورزی را نیز تحت تأثیر خطرات فزاینده انتشار آفات و بیماری‌ها قرار می‌دهد. این تأثیرات می‌تواند باعث کاهش عملکرد و بهره‌وری محصول گردد و جدا از آنکه زیانهای مالی به فعالین این بخش وارد میکند، در نهایت منجر به ناامنی غذایی، سوءتغذیه و فقر میگردد.

تولیدکنندگان بخش کشاورزی و افراد شاغل در این بخش بیشترین ضرر و زیان ناشی از تغییرات اقلیمی را متحمل میشوند. درواقع میتوان گفت آنها «در خط مقدم ضرر و زیان مرتبط با تغییرات اقلیمی» هستند و شدیدترین آسیب‌پذیری را به دلیل وابستگی به منابع طبیعی و سیستم‌های آب و هوایی را در مقابل تأثیرات تغییرات اقلیمی دارند.

دماهای بالاتر در نهایت باعث کاهش بازده محصولات اصلی می‌شود و درعین حال تکثیر علف‌های هرز و آفات را تشدید می‌کند. اگرچه در برخی از مناطق جهان دستاوردهایی در تولید برخی محصولات وجود خواهد داشت، اما انتظار می‌رود اثرات کلی تغییرات آب و هوایی بر کشاورزی منفی باشد و امنیت غذایی جهانی را تهدید کند.

آلودگی هوا همچنین ممکن است به محصولات زراعی، گیاهان و جنگل‌ها آسیب برساند. به عنوان مثال، وقتی گیاهان مقادیر زیادی ازن سطح زمین را جذب می‌کنند، فتوسنتز کاهش می‌یابد، رشد کندتر و حساسیت بالاتری نسبت به بیماری‌ها وجود دارد.

تغییرات اقلیمی همچنین می‌تواند خطر آتش‌سوزی را افزایش دهد. آتش‌سوزی‌ها خطرات عمده‌ای برای زمین‌های کشاورزی، علفزارها و مراتع ایجاد می‌کنند.

این چالش‌ها امنیت غذایی، ثبات اقتصادی و رفاه جوامع متکی به بخش کشاورزی را تهدید می‌کند. بنابراین سازگاری و کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی برای محافظت از این بخش و افرادی که به آنها وابسته هستند بسیار مهم است.

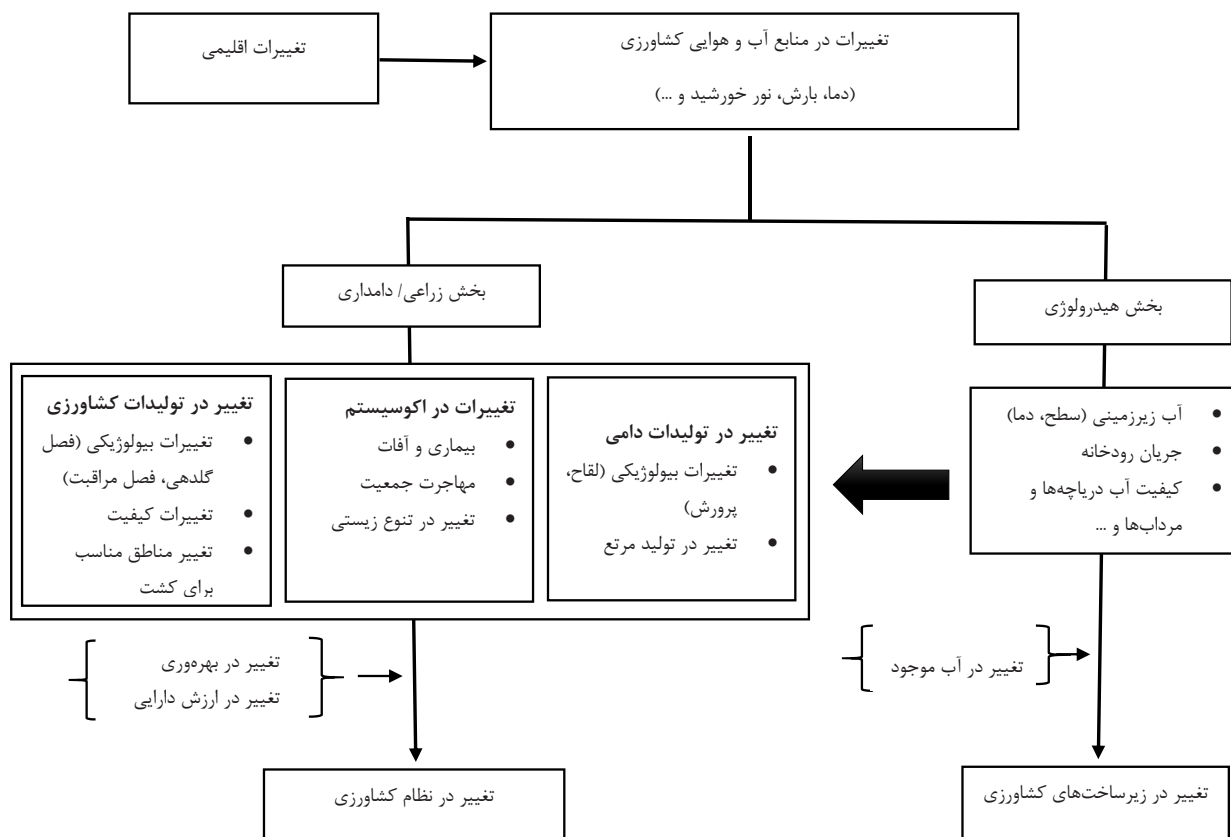
### ۱/۳ رویکرد مفهومی

کشاورزی به شدت به آب‌وهوا وابسته است. کشاورزان محصولات را انتخاب می‌کنند که برای آب‌وهوای خاص مناسب است و از تکنیک‌های کشاورزی مناسب برای اطمینان از تولید موفق استفاده می‌کنند. این امر کشاورزی را به یک «صنعت زیستی وابسته به آب‌وهوا» تبدیل می‌کند، به این معنی که بر سیستم‌های زنده متکی است و به شدت تحت تأثیر آب‌وهوای منطقه است. تغییرات اقلیمی اکوسیستم کشاورزی را مختل می‌کند و در نتیجه باعث تغییر در عناصر آب‌وهوایی کشاورزی مانند دما، بارش و نور خورشید می‌شود و در عین حال بر بخش‌های زراعی، دامی و هیدرولوژی تأثیر بیشتری می‌گذارد.

جریان اثرات تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی را می‌توان همان‌طور که در نمودار ۶ نشان داده شده است نشان داد. تغییرات اقلیمی با ایجاد تغییرات بیولوژیکی هم بر کشاورزی زراعی (بخش زراعی) و هم بر دامداری (بخش دام) تأثیر می‌گذارد. برای محصولات زراعی، این تغییرات شامل موارد زیر است:

- تغییر در زمان گلدهی و فصل برداشت
- تغییر در کیفیت محصول
- تغییرات در مناطق مناسب برای کشت محصولات خاص.
- علاوه بر این، تغییرات اقلیمی اکوسیستم کشاورزی را از طریق زیر نیز تغییر می‌دهد:
- افزایش شیوع بیماری‌های گیاهی (آفت)
- تحریک مهاجرت جمعیت (به دلیل کاهش قابلیت کشاورزی)،
- تغییر تنوع زیستی (تأثیر بر تنوع گونه‌ها در اکوسیستم).

## نمودار ۶. جریان تأثیر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی



Source: Kim, Chang-Gil and et al. (2009), p.36.

## ۳/۲ نحوه تأثیر تغییرات اقلیمی بر بخش زراعی

### • تغییر بیولوژیکی

تغییر در دما و زمان‌بندی فصول می‌تواند روابط بین گیاهان و گرده‌افشان‌های آن‌ها (مانند زنبورها) را که برای تولید محصول بسیار مهم هستند، مختل کند. زنبورها یک گرده‌افشان ضروری کشاورزی هستند که به دلیل نقش آن‌ها در لقاح بسیاری از گیاهان شناخته شده هستند. کاهش گسترده مشاهده شده در تعداد زنبورهای بومی و کلنی زنبورهای عسل، به‌ویژه در ایالات متحده و اروپا، علاوه بر تغییرات آب‌وهوایی، با تعدادی از عوامل استرس‌زای محیطی، مانند نئونیکوتینوئیدها و کنه‌های واروآ، همراه بوده است و نگرانی‌هایی را در مورد شبکه‌های گرده‌افشان گیاه، پایداری خدمات گرده‌افشانی، تولید جهانی مواد غذایی و شیوع بیماری‌ها افزایش داده است.



هرگونه تأثیر آب‌وهوایی بر فنولوژی یا فیزیولوژی گل می‌تواند به‌طور بالقوه، زیست‌شناسی زنبورعسل را تغییر دهد. در حال حاضر، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد ناهمزمانی ناشی از تغییرات آب‌وهوایی در گرده و گرده‌افشان‌ها می‌تواند رخ دهد. علاوه بر این، ترکیب غذایی گرده گل نیز ممکن است بر سلامت زنبورها در سطح جهانی تأثیر بگذارد به‌عنوان مثال، گیاه (Solidago)، یک منبع گرده در همه‌جا برای زنبورهاست که درست قبل از زمستان، کاهش حدود ۳۰٪ پروتئین را از زمان شروع انتشار CO<sub>2</sub> از انقلاب صنعتی تجربه کرده است. (زیسکا و همکاران، ۲۰۱۶).

یک مطالعه مدل‌سازی عواقب از دست دادن کامل گرده‌افشان‌ها را برآورد کرده است. طبق نتایج این مطالعه تأمین میوه می‌تواند تا ۲۳٪ کاهش یابد، عرضه سبزیجات می‌تواند ۱۶٪ کاهش یابد و همچنین انواع دانه‌های خوراکی و دانه‌های روغنی می‌تواند تا ۲۲ درصد کاهش یابد.

بنابراین می‌توان بیان کرد تغییرات آب‌وهوایی یک تهدید جدی برای گرده‌افشان‌ها به شمار می‌رود که به نوبه خود می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر منابع غذایی جهانی و سلامت انسان تأثیر بگذارد. از دست دادن یا کاهش اثر گرده‌افشان‌ها می‌تواند منجر به کاهش عمده در دسترس بودن میوه‌ها، سبزیجات، آجیل‌ها گردد و نقش اساسی این گونه‌ها در حفظ امنیت غذایی و تغذیه را برجسته کند.

### • گسترش بیماری‌های گیاهی

افزایش سطح CO<sub>2</sub> در هوا و تغییرات آب‌وهوایی بر جنبه‌های مختلف بیولوژی علف‌های هرز تأثیر می‌گذارد و کنترل علف‌های هرز با انواع علف‌کش‌ها را سخت‌تر کند. افزایش غلظت CO<sub>2</sub> می‌تواند بیوشیمی گیاهان را تغییر دهد و به‌طور بالقوه آن‌ها را در برابر علف‌کش‌ها مقاوم‌تر کرده و کارایی آن را کاهش دهد. CO<sub>2</sub> و تغییرات آب‌وهوایی می‌تواند اثر علف‌کش را کاهش دهد. بر اثر تغییرات اقلیمی بروز و پراکنش آفات، علف‌های هرز و بیماری‌ها از جمله زئونوزها در بخش کشاورزی، جنگلی و غذایی (زمینی و آبی) تغییر خواهد کرد و کنترل آن‌ها پرهزینه‌تر خواهد شد. دماهای گرم‌تر ممکن است به آفاتی که قبلاً به مناطق گرم‌تر محدود شده بودند اجازه دهد تا به مناطق جدید گسترش یابند. با گسترش و شیوع بیشتر این آفات، مدیریت و کنترل علف‌های هرز و بیماری‌ها پرهزینه‌تر و دشوارتر می‌شود که این هزینه‌ها به‌طور مستقیم می‌تواند شامل افزایش هزینه‌های آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و به‌طور غیرمستقیم، ناشی از اثرات بالقوه بر عملکرد و کیفیت محصولات و کاهش درآمد باشد. تغییرات در نرخ تولید مثل و توزیع علف‌های هرز، آفات حشرات، پاتوژن‌ها و ناقلان

بیماری، استرس زیستی را بر محصولات، جنگل‌ها و دام‌ها افزایش داده و خطر از دست دادن تنوع زیستی و تخریب اکوسیستم را افزایش می‌دهد.

### • تغییرات هیدرولوژی

تغییرات آب‌وهوا بر هیدرولوژی از جمله سطح آب زیرزمینی، دمای آب، جریان رودخانه و کیفیت آب دریاچه‌ها و باتلاق‌ها اثرگذار است و بر میزان بارش، تبخیر و رطوبت خاک تأثیر می‌گذارد. به‌طور خاص، افزایش بارندگی بر اثر تغییر اقلیم منجر به افزایش جریان ورودی می‌شود در حالی که افزایش دما باعث افزایش تبخیر و در نتیجه کاهش خروجی می‌گردد.

تغییرات در چرخه آب به دلیل تغییرات اقلیمی هم بر تولید غذا و هم بر تولید انرژی (کاهش تولید نیروگاهی برقابی به‌عنوان بزرگ‌ترین منبع تولید انرژی تجدیدپذیر حال حاضر در جهان) تأثیر گذاشته و باعث افزایش بیماری‌های منتقله از طریق آب شده است. تغییرات اقلیمی در چرخه آب اثرات مثبت و منفی بر کشاورزی داشته است. با این حال، اثرات منفی، مانند افزایش هزینه‌ها، کاهش درآمد به همراه کاهش در دسترس بودن مواد غذایی و افزایش قیمت مواد غذایی، بیشتر از اثرات مثبت آن بوده است. خشک‌سالی، سیل، و تنوع بارندگی به کاهش در دسترس بودن مواد غذایی و افزایش قیمت مواد غذایی منجر شده و امنیت غذایی و تغذیه را تهدید می‌کند. این امر بر معیشت میلیون‌ها نفر در سراسر جهان تأثیر گذاشته است و فقر در بخش‌هایی از آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی و مرکزی به‌طور نامتناسبی تحت تأثیر قرار گرفته‌اند.

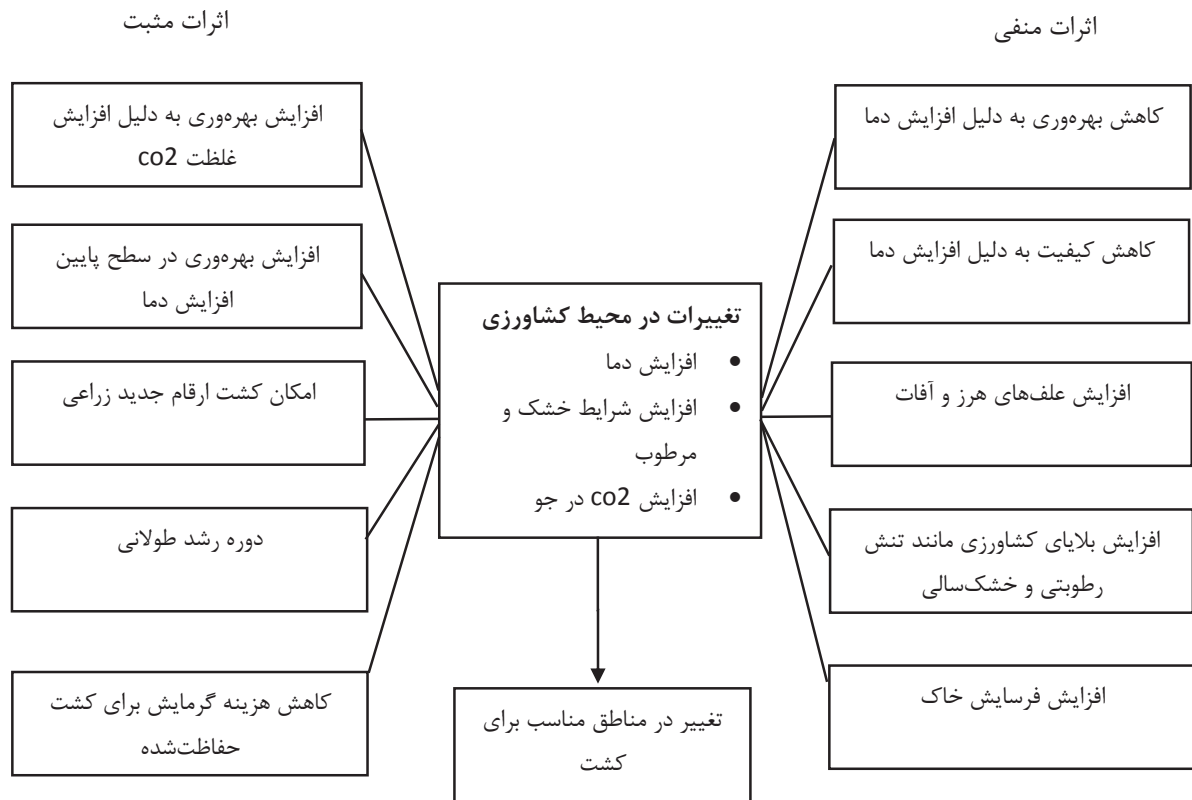
تغییرات آب‌وهوایی طیف گسترده‌ای از اثرات بر اقتصاد روستایی از جمله بهره‌وری کشاورزی، درآمدهای خانوار کشاورز و ارزش دارایی‌ها دارد و همچنین از طریق تغییر در منابع آبی در دسترس برای کشاورزی، زیرساخت‌های کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در حالی که کشاورزی در طی ۵۰ سال گذشته به علت پیشرفت‌های علمی و تکنولوژیکی به‌طور کلی با افزایش تولید محصولات مواجه بوده است، تغییرات آب‌وهوایی این پیشرفت را کند کرده است. اثرات منفی تغییر اقلیم بیشتر در مناطق با عرض جغرافیایی متوسط و کم (مانند بخش‌هایی از آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین) دیده می‌شود، در حالی که برخی از مناطق با عرض جغرافیایی بالا (مانند بخش‌هایی از کانادا و روسیه) اثرات مثبتی را تجربه کرده‌اند.

برای تجزیه و تحلیل اینکه چگونه و تا چه اندازه تغییر دما و بارندگی به دنبال گرمایش جهانی بر بخش

کشاورزی تأثیر می‌گذارد، آزمایش‌ها، شبیه‌سازی‌ها و روش‌های تحقیقاتی مختلفی هم در آزمایشگاه و هم در میدان انجام می‌شود. از آنجایی که تأثیرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی با متغیرهای مرتبط متفاوت است، تعمیم برخی نتایج تحلیلی دشوار است. بنابراین، می‌توان نتایج تحقیقاتی که تاکنون در زمینه‌های مرتبط به دست آمده است را به دو دسته تأثیرات مثبت و منفی طبقه‌بندی کنیم.

#### نمودار ۷. اثرات بالقوه گرمایش جهانی بر بخش کشاورزی



Source: Kim, Chang-Gil and et al. (2009), p.38.

#### اثرات مثبت

اثرات مثبت گرمایش جهانی شامل افزایش بهره‌وری محصول به دلیل اثر لقاح ناشی از افزایش غلظت دی اکسید کربن در جو، گسترش مناطق در دسترس برای تولید محصولات گرمسیری و یا نیمه گرمسیری، گسترش کشاورزی دو محصول به دلیل افزایش دوره کشت، کاهش خسارات محصولات زمستانه با هزینه پایین کشت، و کاهش سطح زیر کشت گیاهان زراعی است.

## اثرات منفی

اثرات منفی گرمایش جهانی شامل کاهش کمیت و کیفیت محصول به دلیل کاهش دوره رشد به دنبال سطوح بالای افزایش دما است. کاهش محتوای قند، بد رنگی و کاهش پایداری ذخیره‌سازی در میوه‌ها، افزایش علف‌های هرز، سوختگی و حشرات مضر در محصولات کشاورزی از آثار منفی تغییرات اقلیمی است همچنین این تغییرات سبب کاهش حاصلخیزی زمین به دلیل تسریع تجزیه مواد آلی و افزایش فرسایش خاک به دلیل افزایش بارندگی می‌شود.

علاوه بر این، هر محصول برای رشد به شرایط آب‌وهوایی و محیطی متفاوتی نیاز دارد. بنابراین، اگر تغییرات اقلیمی مانند افزایش دما رخ دهد، مرز و مناطق مناسب برای کشت به سمت شمال حرکت می‌کند و در نتیجه مناطق اصلی تولید نیز تغییر می‌کند. تغییر در حوزه‌های اصلی تولید ممکن است به‌عنوان یک بحران برای مناطق خاصی باشد، اما ممکن است فرصتی برای مناطق دیگر تلقی گردد، بنابراین نمی‌توان آن را نه به‌عنوان تأثیر مثبت و نه به‌عنوان تأثیر منفی طبقه‌بندی کرد.

در مجموع، تأثیرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی دارای ویژگی‌های دوسوگرایانه از تأثیرات مثبت ایجاد فرصت‌ها و تأثیرات منفی با هزینه است. بنابراین، تدوین استراتژی‌های سازگاری که بتواند فرصت‌ها را به حداکثر برساند و هزینه‌هایی را که منجر به توسعه کشاورزی پایدار می‌شود، به حداقل برساند، بسیار مهم است.

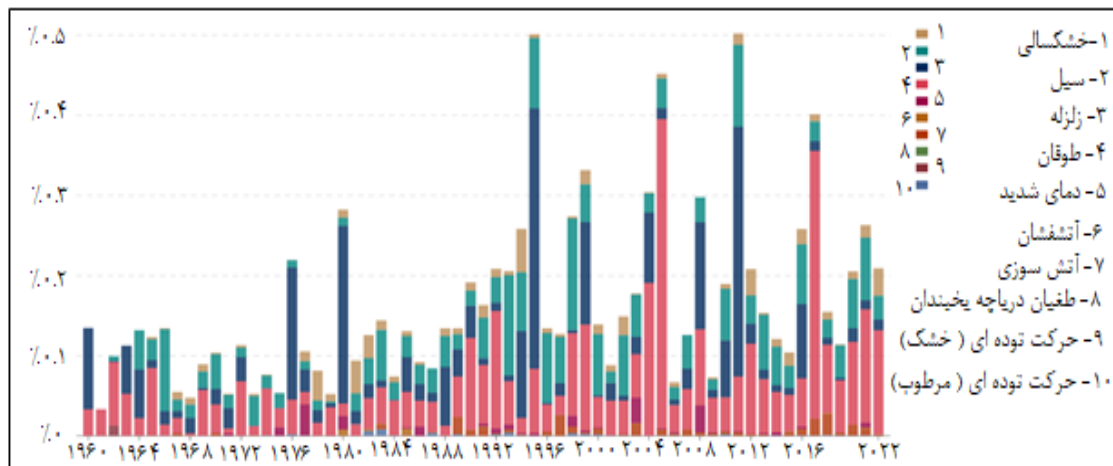
## ۴. هزینه‌های تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی

بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۲۱، بلایای مربوط به آب‌وهوا، از جمله سیل و خشک‌سالی، سهم قابل توجهی از خسارات و تلفات اقتصادی جهانی را به خود اختصاص داده است که این وقایع با افزایش دمای جهانی بیشتر و شدیدتر می‌شوند. خسارات اقتصادی ناشی از بلایا به عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی به نسبت کل تولید اقتصادی یک کشور یا جهان (تولید ناخالص داخلی) اشاره دارد که در اثر بلایای طبیعی از بین می‌رود. این معیار به اندازه‌گیری تأثیر مالی بلایایی مانند سیل، خشک‌سالی، طوفان و آتش‌سوزی نسبت به اندازه اقتصاد کمک می‌کند.

به‌عنوان مثال در کشورهایی با اقتصادهای کوچک‌تر، حتی بلایای متوسط می‌تواند منجر به درصد بالایی از کاهش تولید ناخالص داخلی شود و آسیب‌پذیری آن‌ها را برجسته کند. در سطح جهانی، این معیار بینشی در مورد میزان مختل شدن فعالیت‌های اقتصادی توسط بلایا ارائه می‌دهد و بر نیاز به

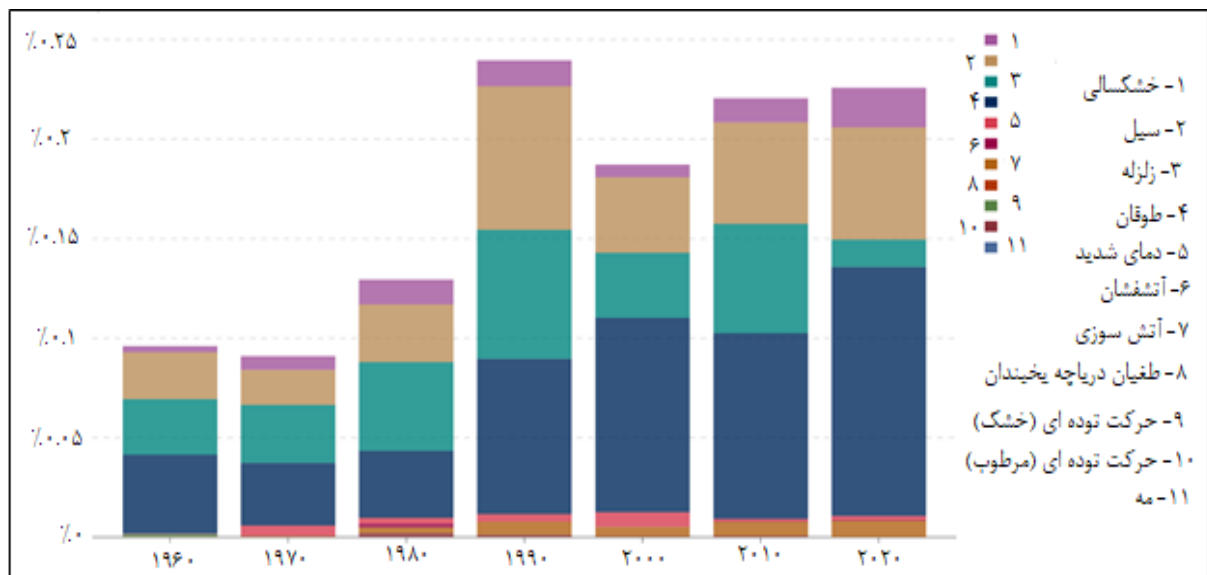
آمدادی در برابر بلایا و انعطاف‌پذیری تأکید می‌کند.

نمودار ۸- خسارات اقتصادی ناشی از بلایا به‌عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی جهان (۱۹۶۰-۲۰۲۲)



منبع: (بانک جهانی، ۲۰۲۴)

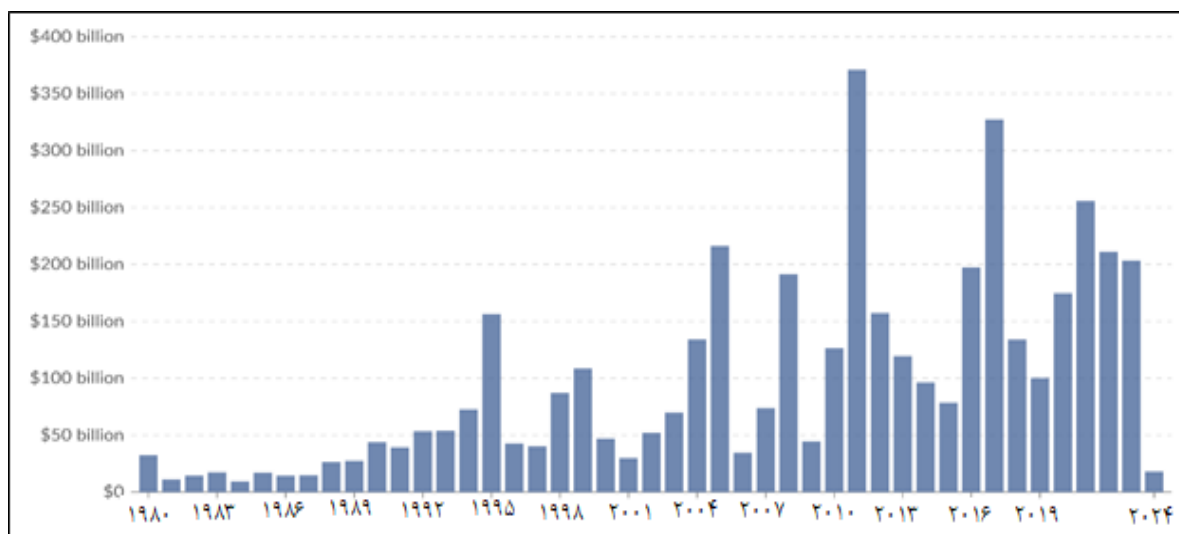
نمودار ۹- میانگین دهه‌ها: خسارات اقتصادی ناشی از بلایا به‌عنوان سهم تولید ناخالص داخلی جهان



منبع: (بانک جهانی، ۲۰۲۴)

نکته: مجموع هزینه اقتصادی خسارات ناشی از بلایای طبیعی جهانی در هر سال معین، با دلار آمریکا فعلی اندازه‌گیری می‌شود که شامل موارد ناشی از خشک‌سالی، سیل، آب‌وهوای شدید، دمای شدید، رانش زمین، حرکت توده‌های خشک، آتش‌سوزی‌های جنگلی، فعالیت‌های آتشفشانی و زلزله می‌شود.

نمودار ۱۰- هزینه خسارت جهانی ناشی از بلایای طبیعی، همه بلایا (۱۹۸۰-۲۰۲۴)



منبع: (our world in data, 2024)

تغییرات اقلیم به‌طور قابل‌توجهی منجر به افزایش فراوانی و شدت بلایای طبیعی مانند سیل، خشک‌سالی، طوفان و آتش‌سوزی شده است. افزایش دمای کره زمین که ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای است، الگوهای بارش را تغییر داده، امواج گرما را تشدید کرده و اکوسیستم‌ها را مختل کرده است.

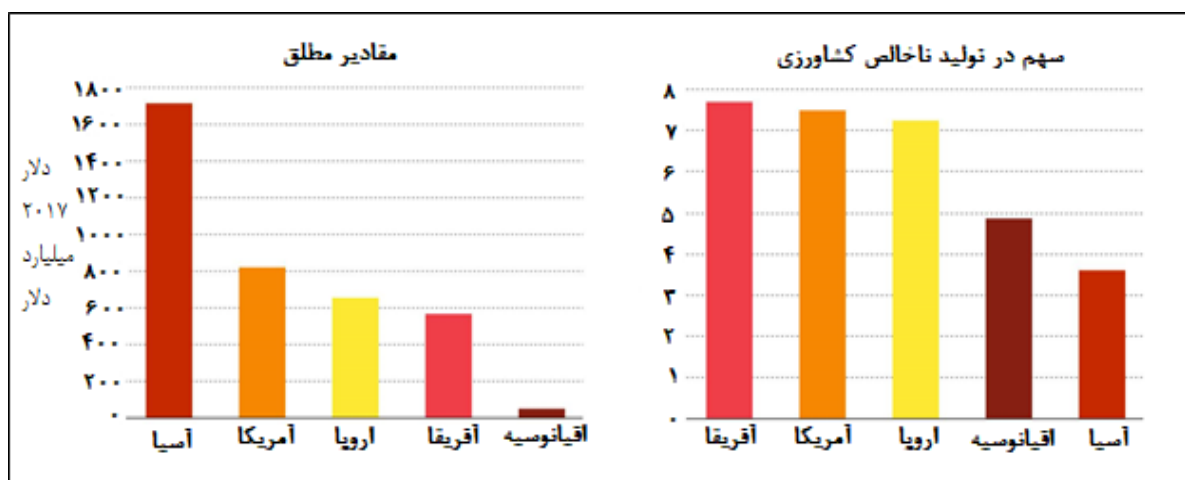
تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های عصر ما، با پیامدهای گسترده برای اکوسیستم‌ها، اقتصادها و جوامع ظاهر شده است. در میان اثرات متعدد آن، خشک‌سالی و تنش گرمایی به‌ویژه برای بخش کشاورزی ویرانگر است. بخش کشاورزی به‌عنوان ستون فقرات امنیت غذایی و معیشت میلیون‌ها نفر در جهان، در برابر این تغییرات اقلیمی بسیار آسیب‌پذیر است.

امروزه توجه به خسارت ناشی از تغییرات آب‌وهوایی در بخش کشاورزی به دلیل تغییرات اقلیمی در جهان دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است. این توجه از سال ۲۰۲۰، رشد بیشتری یافته است. حدود ۳۳ درصد از کشورها اثرات منفی تغییرات آب‌وهوایی را با ذکر «از دست دادن» یا «خسارت» به‌عنوان عبارات جداگانه گزارش می‌کنند و به‌طورکلی در این کشورها، کشاورزی به‌عنوان متاثرترین بخش تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوایی شناخته می‌شود. پرداختن به ضرر و زیان در سیستم کشاورزی، با توجه به اهمیت آن برای فعالان این بخش از بعد تأمین منافع بنگاهها، معیشت فعالان این بخش و توسعه پایدار، بسیار مهم است. در سال ۲۰۲۰، بخش کشاورزی ۳/۶ تریلیون دلار گردش مالی داشت و ۸۶۶

میلیون نفر در سراسر جهان مشغول به کار بودند. سیستم کشاورزی یک منبع حیاتی درآمد، اشتغال و امنیت غذایی برای میلیون‌ها نفر در سراسر جهان، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه است (فائو، ۲۰۱۷) و منبع اصلی امرار معاش برای اکثریت قریب به اتفاق فقرای جهان است.

بلایای طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی چالش‌های مهمی را برای بخش کشاورزی ایجاد می‌کند که به شدت به تغییرات دما، الگوهای بارش و رویدادهای شدید آب‌وهوایی حساس است. تخمین زده می‌شود که بلایای طبیعی بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۱ به ارزش ۳/۸ تریلیون دلار در محصولات زراعی و دام، زیان‌های تولیدی را به همراه داشته است که معادل متوسط زیان ۱۲۳ میلیارد دلاری در سال یا ۵ درصد از تولید ناخالص داخلی کشاورزی جهانی است. نمودار (۱۱) توزیع جغرافیایی و تأثیر اقتصادی این خسارات را نشان می‌دهد. آسیا بیشترین زیان را به خود اختصاص داده است (۱۷۲۰ میلیارد دلار) که متناسب با وسعت جغرافیایی آن است. و پس از آن قاره آمریکا (۸۲۷ میلیارد دلار)، اروپا (۶۶۰ میلیارد دلار)، آفریقا (۵۸۰ میلیارد دلار) و اقیانوسیه (۵۵ میلیارد دلار) قرار دارند. ارائه زیان برآورد شده به‌عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی کشاورزی مناطق، تأثیر متفاوت اقتصادی را برجسته می‌کند. سهم زیان در تولید ناخالص داخلی کشاورزی در آفریقا (۷/۷ درصد)، پس از آن قاره آمریکا (۷/۵ درصد)، اروپا (۷/۲ درصد)، اقیانوسیه (۴/۸ درصد) و آسیا (۳/۶ درصد) بالاترین میزان است. اگرچه آسیا بیشترین ضرر را به‌صورت مطلق دارد، اما با توجه به میزان تولید آن، تأثیر نسبتاً کمی دارد. در مقابل، به نظر می‌رسد آفریقا، آمریکا و اروپا به نسبت بخش کشاورزی خود بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته‌اند.

نمودار ۱۱ - برآورد تلفات زراعی و دامی ناشی از بلایا براساس منطقه (۱۹۹۱-۲۰۲۱)



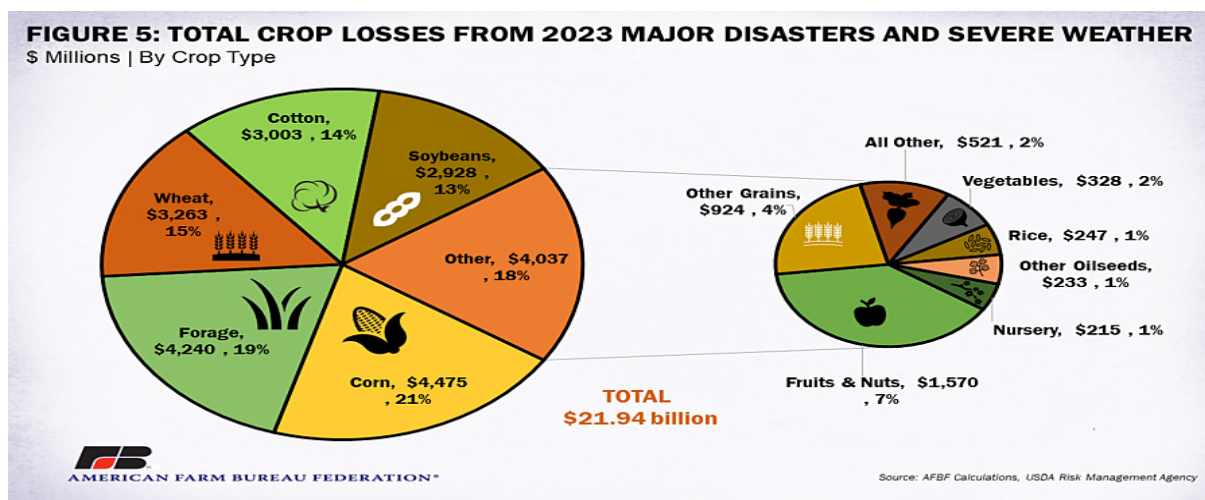


در سال ۲۰۲۳، ایالات متحده ۲۸ فاجعه بزرگ آب‌وهوایی را تجربه کرد که هرکدام بیش از یک میلیارد دلار خسارت به بار آورد. بر اساس گزارش NOAA<sup>۱</sup>، کل تأثیر اقتصادی تعدیل‌شده بر اساس تورم این رویدادها در سال ۲۰۲۳ تقریباً ۹۲/۹ میلیارد دلار بود که آن را در مقایسه با سال‌های گذشته در رتبه نهم قرار داد. اگرچه این رقم کمتر از ۱۷۸/۹ میلیارد دلار گزارش شده در سال ۲۰۲۲ است اما همچنان زیان قابل توجهی را در بین صنایع نشان می‌دهد.

علاوه بر تلفات اقتصادی، بیش از ۴۹۰ نفر در اثر این بلایا جان خود را از دست دادند و زخم‌های ماندگاری بر جوامع آسیب‌دیده باقی گذاشتند. تلفات محصول و مرتع بیش از ۲۱/۹۴ میلیارد دلار برآورد شد که ۲۳/۶ درصد از کل تأثیر اقتصادی NOAA ناشی از بلایای بزرگ در سال ۲۰۲۳ را به خود اختصاص داد. این نشان‌دهنده آسیب‌پذیری قابل توجه بخش کشاورزی در برابر رویدادهای آب‌وهوایی شدید است. خشک‌سالی، گرمای بیش‌ازحد و آتش‌سوزی‌های جنگلی به‌تنهایی بیش از ۱۶/۵۹ میلیارد دلار از مجموع زیان‌های محصول را به خود اختصاص دادند. ۳/۹۹ میلیارد دلار به بارندگی بیش‌ازحد، سیل و حوادث طوفان مرتبط بود. و ۱/۳۷ میلیارد دلار ناشی از تگرگ بوده است.

بلایای مربوط به آب‌وهوا در سال ۲۰۲۳ مزارع را در سراسر ایالات متحده را تحت تأثیر قرار داد و بیش از ۲۱/۹ میلیارد دلار خسارت به محصول و مرتع وارد کرده است. نمودار (۱۲) تلفات کلی محصولات را بر اساس نوع در تمام رویدادهای مهم آب‌وهوایی در سال ۲۰۲۳ نشان می‌دهد.

نمودار ۱۲ - کل تلفات محصول در سال ۲۰۲۳ از بلایای بزرگ و آب‌وهوای سخت



در سال ۲۰۲۳، طوفان‌ها به‌طور قابل توجهی کالیفرنیا و فلوریدا را تحت تأثیر قرار دادند و خسارات میوه و آجیل از



۴۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۲۲ به نزدیک به ۱/۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۳ افزایش یافت.

- ضررهای خاص شامل موارد زیر بود:

- بیش از ۳۵۰ میلیون دلار پرتقال فلوریدا.

- بیش از ۲۲۰ میلیون دلار انگور کالیفرنیا و انگور سفره.

- بیش از ۲۰۰ میلیون دلار در بادام کالیفرنیا.

بر اثر تغییرات اقلیمی رویدادهای آب‌وهوایی شدید، مانند خشک‌سالی، طوفان و سیل، آتش‌سوزی و ... به دلیل تغییرات آب‌وهوایی به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابند. این رویدادها نه تنها زیرساخت‌ها و اکوسیستم‌ها را تخریب می‌کنند، بلکه چالش‌ها و هزینه‌های زیادی برای بخش کشاورزی ایجاد می‌کنند.

## ۱. خشک‌سالی

خشک‌سالی یکی از عوامل اصلی کاهش بهره‌وری و عملکرد محصولات کشاورزی است. خشک‌سالی توانایی رشد محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهد و مستقیماً بر تولید غذا تأثیر می‌گذارد. بخش کشاورزی ۸۲ درصد از کل اثرات اقتصادی خشک‌سالی را متحمل می‌شود. همراه با موج گرما، خشک‌سالی می‌تواند منابع دام و خوراک را تهدید کند و همچنین باعث ایجاد تغییراتی در تولید محصولات شود. بر اساس گزارش فائو (فائو، ۲۰۱۹)، خسارات کشاورزی ۲۶ درصد از خسارات اقتصادی ناشی از رویدادهای اقلیمی را تشکیل می‌دهد که در مناطق در حال توسعه که در معرض خشک‌سالی هستند به ۸۳ درصد افزایش می‌یابد.

بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۷، افزایش دما منجر به پرداخت ۲۷ میلیارد دلاری بیمه به کشاورزان شده است (دیفنباخ و همکاران، ۲۰۲۱). هوای گرم‌تر می‌تواند به انگل‌ها و پاتوژن‌های خاصی مانند کنه‌ها اجازه دهد راحت‌تر زنده بمانند و دامنه خود را گسترش دهند. (EPA، ۲۰۱۷)

در کشورهای LDC<sup>۲</sup> و LMIC<sup>۳</sup>، خشک‌سالی بیش از ۳۷ میلیارد دلار به بخش کشاورزی خسارت وارد کرده است که بر اثر آن که ۳۴ درصد از تولید محصولات کشاورزی و دامی از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ از

1- Environmental Protection Agency

2- Least Developed Country

3- Low and Middle Income Countries

بین رفته است (فائو، ۲۰۲۱). در سال ۲۰۲۰، دما در عراق به بالاترین حد خود رسید و فصل بارندگی سال ۲۰۲۱ کمتر از میانگین بود. این کشور دومین دوره خشکی خود را در ۴۰ سال گذشته تجربه کرد. خشک‌سالی‌های ناشی از آن مستقیماً منجر به تلفات و شکست قابل توجه محصول (Widespread crop failures) شد. سی‌وهفت درصد از کشاورزان گزارش دادند که بیشتر (یعنی بیش از ۹۰٪) از برداشت گندم مورد انتظار خود را از دست داده‌اند. شکست محصولات زراعی به‌طور مستقیم منجر به کاهش درآمد کشاورزان شد. بیش از نیمی از خانوارها در شهرهای الانبار، بصره و کرکوک سطح درآمدی را ثبت کردند که کمی بیش از نیمی از میزان موردنیاز برای تأمین هزینه‌های ماهانه آن‌ها بود. درحالی‌که IQD ۴۴۰,۰۰۰ (۳۰۲ دلار آمریکا) برای امرار معاش موردنیاز است، خانوارها ۲۶۳,۰۰۰ IQD (۱۸۰ دلار آمریکا) در طول خشک‌سالی کسب کردند (شورای پناهندگان نروژی، ۲۰۲۱).

موج گرما و خشک‌سالی پتانسیل این را دارد که باعث کاهش قابل توجهی از تولیدات کشاورزی گردد و در نهایت منجر به افزایش قیمت محصولات کشاورزی شود به‌ویژه زمانی که تقاضا در حال افزایش است.

کانادا نمونه بارز این تأثیرات ناشی از خشک‌سالی بود. خشک‌سالی در سال ۲۰۲۱ باعث شد که تولید کلزا در این کشور به پایین‌ترین سطح خود از سال ۲۰۰۷ کاهش یابد و در نتیجه مصرف‌کنندگان افزایش قیمت ۴/۷ درصدی را برای محصولات تجربه کردند (مرکز آمار کانادا، ۲۰۲۲).

آفریقای جنوبی نیز شاهد افزایش سریع قیمت مواد غذایی پس از خشک‌سالی در سال ۲۰۱۵ بودند. قیمت گوشت گاو بیش از ۳۰ واحد افزایش یافت.

افزایش قیمت مواد غذایی به‌ویژه بر خانوارهای کم درآمد تأثیر می‌گذارد که معمولاً سهم بیشتری از درآمد خانوار خود را صرف غذا می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که افزایش قیمت‌ها، تهیه غذای باکیفیت را برای خانواده‌های کم‌درآمد چالش‌برانگیز می‌کند و باعث می‌شود آن‌ها به جایگزین‌های ارزان‌تر و کم‌مغذی تکیه کنند.

## ۲. طوفان‌های شدید و سیل

رویدادهای آب‌وهوایی شدید، مانند طوفان و سیل، به دلیل تغییرات اقلیمی به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. این رویدادها نه تنها زیرساخت‌ها و اکوسیستم‌ها را تخریب می‌کنند، بلکه چالش‌های مهمی برای بخش کشاورزی ایجاد می‌کنند. طوفان‌های شدید و بادهای شدید، مانند طوفان‌های

استوایی تهدید قابل توجهی برای تولید محصولات کشاورزی هستند. این طوفان‌های قدرتمند بادهای مخرب، بارندگی‌های شدید و سیل به ارمغان می‌آورند که می‌تواند محصولات کشاورزی را ویران کند، خاک را فرسایش دهد و زیرساخت‌های کشاورزی را از بین ببرد. طبق گزارش فائو، بین سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸، چنین طوفان‌هایی بیش از ۱۹ میلیارد دلار خسارت به تولیدات کشاورزی وارد کردند. این رقم نشان می‌دهد که کشاورزی چقدر در برابر آب‌وهوای شدید آسیب‌پذیر است و خسارت اقتصادی این رویدادها بر کشاورزان و سیستم‌های غذایی در سطح جهان است.

طوفان‌های شدید و سیل می‌توانند تولید و کیفیت غلات، مراتع و محصولات علوفه‌ای را کاهش دهند و همچنین محصولات را در معرض فلزات سنگین، مواد شیمیایی و سایر آلاینده‌ها قرار دهند و آن‌ها را برای استفاده ناایمن یا نامناسب کند. بنابراین چنین رویدادهایی می‌تواند عرضه و کیفیت محصولات کشاورزی و دام را کاهش دهد. علاوه بر این، تلاش مالی و لجستیکی مورد نیاز برای بازیابی از چنین بلایایی می‌تواند بسیار زیاد و پرهزینه باشد و بار قابل توجهی را بر دوش کشاورزان و بخش کشاورزی وارد کند. به عنوان مثال، در موزامبیک، کشاورزی ۲۵ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP) این کشور را تشکیل می‌دهد و ۸۰ درصد از نیروی کار را به کار می‌گیرد. در سال ۲۰۲۲، طوفان استوایی آن‌ا، ۴۲۴۰۶ هکتار از زمین‌های زراعی را زیر آب گرفت و بیش از ۱۰۰۰ کشاورز از تلفات دام خبر دادند. هزینه بازسازی فعالیت‌های مبتنی بر کشاورزی حدود ۵/۳ میلیون دلار آمریکا برآورد شد.

کاهش بازده محصولات و مشکلات در حمل و نقل مواد غذایی ناشی از طوفان‌های شدید و سیل می‌تواند عرضه مواد غذایی را تحت فشار قرار دهد و در نتیجه قیمت‌ها را افزایش دهد. در سال ۲۰۱۹، سیل در غرب میانه بالا و دره رودخانه می‌سی‌سی‌پی به شدت بر بازار مواد غذایی در ایالات متحده تأثیر گذاشت و قیمت ذرت، دانه‌های سویا و گندم به ترتیب ۸/۵، ۲۱/۴ و ۱۸/۴ درصد افزایش یافت (فدرال رزرو<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰).

در همین حال، بین ژوئن و ژوئیه ۲۰۲۰، جنوب چین به شدت تحت تأثیر بارندگی شدید و سیل شدید قرار گرفت. سیل ۶/۳ میلیون هکتار از زمین‌های زراعی را از بین برد و ۱/۴ میلیون هکتار را از تخریب کرد. تخریب ناشی از آب‌وهوای شدید منجر به زیان مستقیم ۲۶ میلیارد دلاری شد که ۲۱/۰٪ از تولید ناخالص داخلی چین در سال ۲۰۲۰ را تشکیل می‌دهد. زیان مالی منجر به افزایش قیمت مواد غذایی شد. شاخص‌های قیمت نشان داده شده، کمبود تولید و قیمت‌های بالاتر می‌تواند رقابت‌پذیری

محصولات کشاورزی از مناطق آسیب‌پذیر را در مقایسه با محصولات مناطقی که مستعد طوفان‌های شدید و سیل نیستند، کاهش دهد.

### ۳. آتش‌سوزی

آتش‌سوزی‌ها تهدیدی جدی برای کشاورزی و صنایع وابسته به آن است. این آتش‌سوزی‌ها می‌تواند آسیب‌های زیادی به محصولات کشاورزی وارد کند و منجر به کاهش تولیدات کشاورزی و خسارات مالی برای کشاورزان شود. فراتر از کشاورزی، آتش‌سوزی‌های جنگلی نیز پیامدهای شدیدی برای صنعت جنگل‌داری با از بین بردن منابع ارزشمند چوب دارد. این تأثیرات روی هم، تأثیرات گسترده و مخرب آتش‌سوزی‌های جنگلی را بر تولید مواد غذایی و صنایع مبتنی بر منابع طبیعی نشان می‌دهد. فراتر از شعله‌های آتش مستقیم، دود ناشی از آتش‌سوزی می‌تواند به کیفیت محصولاتی که مستقیماً تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند آسیب برساند. آتش‌های مستقیم، دود تشعشعی و گرما نیز می‌توانند با آسیب رساندن به زیرساخت‌های اطراف، مانند نرده‌ها و آبپاش‌ها، هزینه‌های اقتصادی بیشتری را برای تولیدکنندگان به همراه داشته باشند. متوسط سطح زمین‌های تحت تأثیر آتش‌سوزی‌های جنگلی در ایالات متحده سال به سال افزایش یافته است. در سال ۲۰۲۱، آتش‌سوزی‌های جنگلی چهار میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی و محصولات کشاورزی را در ایالت‌های غربی کشور از بین برد. آسیب به زمین‌های کشاورزی می‌تواند منجر به از دست دادن سود برای کشاورزان شود. علاوه بر این، با افزایش خطر آتش‌سوزی در کالیفرنیا، کشاورزان با چالش‌هایی در بازار بیمه مواجه هستند. در برخی موارد هزینه‌های پوشش افزایش یافته است، در حالی که در برخی دیگر کشاورزان به‌طور کلی توسط ارائه‌دهندگان بیمه خود حذف شده‌اند.

به‌طور مشابه، آتش‌سوزی‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۰ در استرالیا منجر به خسارت اقتصادی به سیستم غذایی استرالیا ۴ تا ۵ میلیارد دلار استرالیا (۲/۷ تا ۳/۳ میلیارد دلار آمریکا) شد که معادل ۶ تا ۸ درصد از تولید ملی این کشور برای مدت مشابه است. تخمین زده می‌شود که آتش‌سوزی‌ها مستقیماً به اموال، زیرساخت‌ها و زمین‌ها به ارزش ۲ تا ۳ میلیارد دلار استرالیا (۱/۳ تا ۱/۹ میلیارد دلار آمریکا) آسیب وارد کرده است. زیان تولید مواد غذایی حدود ۲ میلیارد دلار استرالیا (۱/۳ میلیارد دلار آمریکا) است. آتش‌سوزی‌ها همچنین به افزایش قیمت مواد غذایی و افزایش نرخ بیکاری در مناطق آسیب‌دیده منجر شد. این تأثیرات در کل سیستم مواد غذایی، از تولیدکنندگان گرفته تا فرآوری کنندگان، توزیع کنندگان

تا مصرف‌کنندگان منتقل می‌شود. اگرچه تأثیرات بر قیمت مواد غذایی کوتاه‌مدت بود، اما تأثیر آن بر اشتغال بسیار طولانی‌تر و قابل‌توجه‌تر بود. این خسارات اقتصادی تنها تا حدی از طریق پرداخت بیمه و یارانه‌های دولتی جبران شد، به‌طوری‌که کشاورزان و سایر مشاغل مرتبط با مواد غذایی تنها ۲۰ درصد از کمک‌های مالی بازایابی اقتصادی ارائه شده توسط دولت در واکنش به آتش‌سوزی‌های جنگلی را دریافت کردند. کل بودجه برای بازایابی بخش غذا و کشاورزی استرالیا حدود ۱/۶ میلیارد دلار استرالیا (۱ میلیارد دلار) تخمین زده می‌شود (WWF<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱).

#### ۴. افزایش سطح دریا

افزایش سطح آب دریاها و جهان به دلیل تغییرات آب‌وهوایی نیز تولیدات کشاورزی را تهدید می‌کند. افزایش سطح دریا می‌تواند تنوع زیستی مناطق ساحلی را تحت تأثیر قرار دهد و به زمین‌های کشاورزی آسیب برساند، به‌ویژه زمانی که با طوفان‌های استوایی مکرر و جزر و مد همراه باشد. ازجمله تأثیرات اولیه سطح بالاتر دریاها، فرسایش بیشتر خاک، سیلاب‌های مکرر، افزایش شوری خاک و تولید کمتر محصول است. این اثرات می‌تواند درآمد کشاورزان و شرکت‌های کشاورزی را کاهش دهد و همچنین امنیت غذایی جهانی را آسیب‌پذیرتر کند. به‌عنوان مثال، در بنگلادش، تخمین زده می‌شود که افزایش سطح دریا می‌تواند ۴۰ درصد از کل زمین‌های کشاورزی را غرق کند. در همین حال، در ویتنام، کشاورزی حدود یک پنجم تولید ناخالص داخلی کشور را تشکیل می‌دهد و بیش از یک سوم (۳۵/۶٪) از بزرگسالان شاغل را استخدام می‌کند... با این حال، تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش سطح دریا به میزان یک متر می‌تواند منجر به از دست دادن دو میلیون هکتار زمین برای کشت برنج، یعنی تقریباً نیمی از اندازه فعلی آن شود. اگرچه انتظار می‌رود اقتصاد ویتنام تا سال ۲۰۵۰ با نرخ متوسط سالانه ۵/۴ درصد رشد کند، پیش‌بینی می‌شود افزایش سطح دریاها تولید ناخالص داخلی آن را بین سال‌های ۲۰۴۶ تا ۲۰۵۰ تا ۲/۵ درصد کاهش دهد.

#### ۵. گونه‌های مهاجم

تغییرات آب‌وهوایی همچنین گسترش گونه‌های مهاجم را تشدید می‌کند. رویدادهای شدید مانند خشک‌سالی، سیل و طوفان می‌توانند گونه‌های مهاجم را به مناطق جدید منتقل کند. با افزایش دمای کره زمین، گونه‌های مهاجم می‌توانند به دلیل زمستان‌های گرم‌تر به ارتفاعات بالاتر گسترش یافته و شانس بقای خود را افزایش دهند. آب شدن یخ‌های قطب شمال مدت سفر بین اروپا و آسیا را نیز

کاهش می‌دهد. تخمین زده می‌شود که تعداد گونه‌های بیگانه تثبیت شده طی دوره ۲۰۰۵-۲۰۵۰، ۳۶ درصد افزایش یابد. گونه‌های مهاجم می‌توانند انعطاف‌پذیری اکوسیستم‌های طبیعی و سیستم‌های کشاورزی را در برابر تغییرات آب‌وهوایی کاهش دهند. این گونه‌ها یکی از محرک‌های اصلی از دست دادن تنوع زیستی هستند و تهدیدی بزرگ برای سیستم‌های غذایی جهانی هستند. افزایش گسترش گونه‌های مهاجم پیامدهای قوی برای امنیت غذایی و معیشت خواهد داشت (IUCN<sup>1</sup>، ۲۰۲۱).

گونه‌های مهاجم می‌توانند سلامت محصولات و حیوانات را کاهش دهند و بر سیستم‌های کشاورزی تأثیر بگذارند تولیدکنندگان بزرگ کشاورزی، مانند ایالات متحده، چین، هند و برزیل، بالاترین هزینه‌های بالقوه را از گونه‌های مهاجم دارند گونه‌های مهاجم سالانه بیش از ۷۰ میلیارد دلار برای اقتصاد جهانی هزینه دارد. در ایالات متحده، زیان در تولید محصول و جنگل از حشرات مهاجم و پاتوژن‌ها سالانه حدود ۴۰ میلیارد دلار است.

ملخ صحرا یکی از مضرترین آفات مهاجر در آفریقا، آسیا و خاورمیانه است. یک دسته کوچک می‌تواند از ۸۰ میلیون ملخ تشکیل شود. در یک روز، یک دسته به این اندازه می‌تواند غذای کافی برای تغذیه ۳۵۰۰۰ نفر را مصرف کند. ازدحام‌های بزرگ حتی مخرب‌تر هستند و تا ۱/۸ میلیون تن از پوشش گیاهی را در یک زمان مصرف می‌کنند (برای ۸۱ میلیون نفر کافی است).

در سال ۲۰۲۰/۲۰۱۹، دسته‌ای از ملخ‌ها محصولات کشاورزی را در ۲۳ کشور آلوده کردند. این بدترین آلودگی ثبت شده در اتیوپی و سومالی برای ۲۵ سال، در هند به مدت ۲۶ سال و در کنیا برای ۷۰ سال بود (بانک جهانی، ۲۰۲۰). مراتع و مزارع در اتیوپی، کنیا و سومالی به شدت آسیب دیدند که منجر به عواقب بالقوه شدید در منطقه‌ای شد که در آن حدود ۱۲ میلیون نفر در حال حاضر با ناامنی غذایی روبرو هستند. تأثیرات بر امنیت غذایی همچنین می‌تواند معیشت را تهدید کند، قیمت مواد غذایی را افزایش دهد و فقر را گسترش دهد. کشور دیگری که افزایش شیوع ملخ در آن ویرانگر بوده است پاکستان است. کشاورزی ۲۰ درصد از تولید ناخالص داخلی پاکستان را تشکیل می‌دهد و معیشت ۶۱ درصد از جمعیت آن را تأمین می‌کند. در طول شیوع ۲۰۲۰/۲۰۱۹، فائو تخمین زد که ۲۵ درصد از محصولات در حال رشد آسیب دیدند و ضرر آن به حدود ۵/۷ میلیارد دلار رسید. دولت پاکستان تخمین زده است که ملخ‌های صحرا در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ خسارت مالی ۳/۴ تا ۱۰/۲۱ میلیارد دلاری را در ملخ‌های صحرا ایجاد کرده است. در نتیجه شیوع عمده، هزینه شکر دو برابر شد و قیمت

آرد تا ۱۵ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش یافت.

تغییرات در آب‌وهوای جهانی، خواه تغییرات آهسته شروع شوند یا رویدادهای شدید آب‌وهوایی، تهدیدات زیادی را برای سیستم‌های کشاورزی و غذایی در سراسر جهان ایجاد می‌کنند. کشاورزی به شدت تحت تأثیر بلایای طبیعی است و تقریباً یک چهارم کل خسارات ناشی از بلایا را تشکیل می‌دهد. خشک‌سالی به‌طور خاص خسارت قابل‌توجهی به کشاورزی وارد می‌کند و بیش از ۶۵ درصد از خسارات ناشی از خشک‌سالی در این بخش رخ می‌دهد.

آمارهای اخیر بلایای طبیعی حاکی از آن است که در طول ۳۰ سال گذشته حدود ۳/۸ تریلیون دلار از محصولات و تولیدات دامی به دلیل حوادث بلایای طبیعی از بین رفته است، که مربوط به ضرر متوسط ۱۲۳ میلیارد دلار در سال یا ۵ درصد از تولید ناخالص داخلی سالانه کشاورزی جهانی (GDP) است.

بلایا بیشترین خسارت نسبی را به کشورهای با درآمد کم و متوسط پایین وارد کرد که به ترتیب ۱۰ و ۱۵ درصد از کل تولید ناخالص داخلی کشاورزی خود را از دست دادند. کشورهای در حال توسعه جزیره کوچک (SIDS) نزدیک به ۷ درصد از تولید ناخالص داخلی کشاورزی خود را از دست دادند. بنابراین، با توجه به تغییرات آب‌وهوایی که منجر به افزایش فراوانی و یا شدت تغییرات آب‌وهوایی و اقلیم می‌شود، انتظار می‌رود که تأثیرات آن بر سیستم‌های کشاورزی در آینده مضرت‌تر باشد.

تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی در بخش کشاورزی نه تنها بهره‌وری اولیه را کاهش می‌دهد، بلکه در اقتصاد بنگاه‌های محلی نیز اثر می‌گذارد و اشتغال و شرکت‌های غیر کشاورزی را تضعیف می‌کند و اثرات نامطلوبی به‌ویژه بر افراد آسیب‌پذیر مانند کارگران فصلی کشاورزی دارد.

بر اساس گزارش چارچوب سندای<sup>۱</sup>، خسارات کشاورزی ناشی از بلایا به‌طور متوسط ۱۳ میلیارد دلار در سال است که عمدتاً به دلیل سیل، آتش‌سوزی و خشک‌سالی است. (فائو، ۲۰۲۳).

در سال ۲۰۲۰/۲۰۱۹، تأمین مالی اقلیمی مرتبط با بخش کشاورزی ۴/۳ درصد از کل اعتبارات پروژه‌های مرتبط با تغییرات اقلیم بود. این سهم به‌طور متوسط سالانه ۲۸/۵ میلیارد دلار است. برآوردها نشان می‌دهد که این مقدار از حداقل ۲۱۲ میلیارد دلار تا حداکثر ۱۲۶۷ میلیارد دلار در سال

۱- چارچوب سندای برای کاهش خطرپذیری بلایا ۲۰۱۵-۲۰۳۰ که به اختصار چارچوب سندای (sendai) نامیده می‌شود اولین توافق مهم پس از سند توسعه ۲۰۱۵ بوده است. این چارچوب اقدامات مشخصی را برای محافظت از دستاوردهای توسعه در برابر ریسک حوادث (که برخی از آن‌ها ناشی از تغییر اقلیم هستند) به کشورهای عضو ارائه می‌دهد.



تا سال ۲۰۳۰ متغیر است.

اگرچه بخش کشاورزی با خسارات و زیان‌های قابل توجهی روبرو هستند، اما خسارات دقیق ناشی از تغییرات اقلیمی بر این بخش هنوز کاملاً مشخص نیست و این به سبب عدم درک یکسان و تعیین کمیت تأثیرات خاص تغییرات اقلیمی بر این بخش است.

تأثیر تغییرات اقلیمی بر کشاورزی نه تنها شامل تأثیرات قابل مشاهده مانند خشک‌سالی، سیل، و آب‌وهوای شدید، بلکه شامل هزینه‌های پنهان که به‌طور قابل توجهی بر کل سیستم غذایی تأثیر می‌گذارد می‌گردد. درحالی‌که رویدادهای شدید آب‌وهوایی به‌طور گسترده‌ای به دلیل آسیب آن‌ها به کشاورزی شناخته شده است، اثرات سیستماتیک کمتر آشکار شده‌ای وجود دارد که نیاز به توجه دارد. هزینه‌های پنهان شامل هزینه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و بهداشتی مرتبط با بخش کشاورزی است. تغییرات اقلیمی در حال تغییر شکل کشاورزی به روش‌هایی است که فزاینده‌تر از تأثیرات فوری خشک‌سالی، سیل و رویدادهای شدید آب‌وهوایی است. هزینه‌های پنهان قابل توجهی وجود دارد که بی‌آنکه چندان مورد توجه قرار گیرد، نحوه رشد، توزیع و مصرف مواد غذایی را تغییر می‌دهد. به‌عنوان مثال، سازمان خواربار و کشاورزی (فائو) تخمین می‌زند که هزینه‌های پنهان جهانی بخش کشاورزی از جمله هزینه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و بهداشتی در سال ۲۰۲۰ به حدود ۱۲/۷ تریلیون دلار می‌رسد.

هزینه‌های پنهان تغییرات آب‌وهوایی فزاینده‌تر از مزرعه و بنگاه است. این هزینه‌ها بر مقرون‌به‌صرفه بودن و در دسترس بودن غذا تأثیر می‌گذارند، نابرابری درآمد را تشدید می‌کنند و آسیب‌پذیری جوامع روستایی را افزایش می‌دهند. برای بنگاه‌ها و مشاغل کشاورزی، این هزینه‌های پنهان به ریسک‌های عملیاتی بالاتر، حاشیه سود کمتر و افزایش عدم اطمینان تبدیل می‌شود.

## ۵. کشاورزی و تغییرات اقلیم از نگاهی دیگر

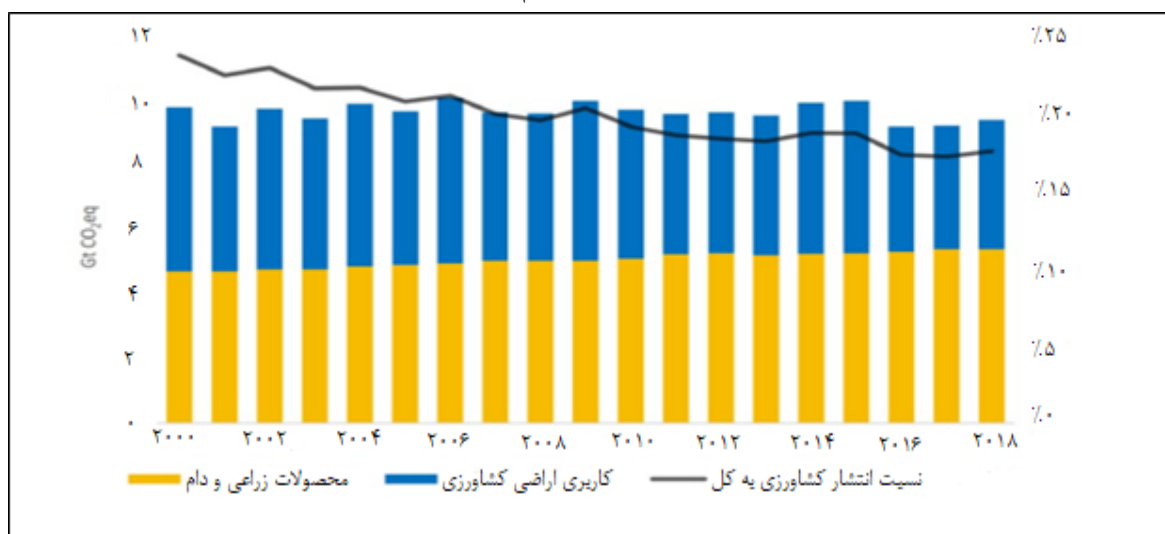
در بخش کشاورزی مقابله با بحران آب‌وهوا یک اقدام چندجانبه است. از یک‌سو، تغییرات اقلیم از طریق تغییر الگوهای آب‌وهوایی، رویدادهای شدید و تغییر اکوسیستم‌ها که تولید و امنیت مواد غذایی را تهدید می‌کند، بر این بخش تأثیر می‌گذارد. پرداختن به این اثرات مستلزم انطباق شیوه‌هایی برای انعطاف‌پذیرتر کردن بخش کشاورزی مانند توسعه محصولات مقاوم در برابر آب‌وهوا، بهبود راندمان آبیاری و حفاظت از اکوسیستم‌های آسیب‌پذیر است.



از سوی دیگر، خود بخش غذایی کشاورزی از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای از دام، جنگل‌زدایی برای زمین‌های کشاورزی، استفاده بیش از حد از کودها و ضایعات مواد غذایی به تغییرات آب‌وهوایی کمک می‌کنند. بنابراین، کاهش ردپای محیطی این بخش به همان اندازه حیاتی است. این امر مستلزم انتقال به شیوه‌های پایدار، مانند اتخاذ کشاورزی احیاکننده، کاهش از دورریز مواد غذایی، و تغییر روش‌های تولید مواد غذایی با کربن پایین است.

انتشار گازهای گلخانه‌ای تولیدشده از بخش کشاورزی، دمای جهانی را با سرعت نگران‌کننده‌ای افزایش می‌دهد. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) گزارش داد که انتشارات حاصل از کشاورزی و کاربری اراضی مرتبط ۱۷ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) جهانی را تشکیل می‌دهد. فعالیت‌های کشاورزی و تولید مواد غذایی با انتشار دی اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ )، اکسید نیتروژن ( $\text{N}_2\text{O}$ ) و متان ( $\text{CH}_4$ ) مرتبط است. انتشار مستقیم از این بخش معمولاً مرتبط با گازهایی مانند  $\text{CH}_4$  و  $\text{N}_2\text{O}$  است. حدود یک سوم انتشار جهانی متان (۳۲٪) از گاوها و سایر دام‌ها به دلیل فرآیند تخمیر در طول هضم است. انتشار متان همچنین در طی سایر فعالیت‌های کشاورزی مانند تجزیه کود و کشت برنج منتشر می‌شود. کودهای نیتروژن به دلیل مقادیر اضافی نیتروژنی که در رواناب کشاورزی آزاد می‌کنند باعث انتشار  $\text{N}_2\text{O}$  می‌شوند. بخش کشاورزی همچنین یکی از محرک‌های اصلی انتشار  $\text{CO}_2$  ناشی از تغییر کاربری زمین، مانند پاک‌سازی زمین برای تولید محصولات زراعی است. انتشار  $\text{CO}_2$  مربوط به استفاده از زمین حدود ۱۴٪ از انتشار سالانه  $\text{CO}_2$  را تشکیل می‌دهد. از این ۱۴ درصد، اکثریت (۷۱ درصد) به‌طور مستقیم با کشاورزی مرتبط هستند. سیستم جهانی غذا همچنین محرک اصلی از بین رفتن تنوع زیستی است، به‌طوری‌که کشاورزی ۲۴۰۰۰ گونه از ۲۸۰۰۰ گونه در معرض خطر انقراض را تهدید می‌کند (UN, 2023).

### نمودار ۱۳ - انتشارات ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و سهم کشاورزی در انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی



منبع: (فائو، ۲۰۲۰)

کارآمدتر کردن و پایدار کردن بخش کشاورزی مستلزم بازنگری در سیاست‌های کشاورزی فعلی، پیشبرد نوآوری و تحول در رویکردهای مدیریتی است.

فائو و صندوق آب‌وهوای سبز (GCF)<sup>۱</sup> سرمایه‌گذاری‌های خود را در پروژه‌های تغییرات اقلیمی برای محافظت و ایجاد انعطاف‌پذیری بخش‌های کشاورزی، جنگل‌داری و شیلات افزایش داده‌اند و در سال ۲۰۲۲ به نقطه عطفی رسیده‌اند، زیرا ارزش پورتفولیوی GCF فائو از مرز ۱ میلیارد دلار عبور کرده است. این پروژه‌ها بر محدود کردن یا کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کمک به جوامع آسیب‌پذیر برای سازگاری با تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی متمرکز هستند.

کشاورزی هوشمند اقلیمی (CSA)<sup>۲</sup> یک مفهوم جدید است که در ابتدا توسط فائو در سال ۲۰۱۰ در کنفرانس لاهه در مورد کشاورزی، امنیت غذایی و تغییرات آب‌وهوایی برای رسیدگی به نیاز به یک استراتژی برای مدیریت کشاورزی و سیستم‌های غذایی تحت تغییرات آب‌وهوایی پیشنهاد شد. CSA رویکردی با هدف شناسایی و اجرای تغییرات در شیوه‌ها، سیاست‌ها و نهادها، در سیستم‌های خاص، به سمت سه هدف اصلی است: (۱) افزایش پایدار بهره‌وری کشاورزی برای حمایت از افزایش عادلانه در درآمد، امنیت غذایی و توسعه. (۲) سازگاری و ایجاد انعطاف‌پذیری در برابر تغییرات آب‌وهوایی از

1- Green Climate Fund

2- Climate Smart Agriculture

مزرعه تا سطوح ملی و (۳) ایجاد فرصت‌هایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از کشاورزی در مقایسه با روندهای گذشته. این سیستم مستلزم یک پایگاه داده مناسب و همچنین مشارکت فراگیر همه ذینفعان مربوطه دارد. CSA به‌طور پیش‌فرض تعیین نمی‌کند که کدام شیوه‌ها هوشمندانه هستند، زیرا به زمینه بستگی دارد. در حال حاضر اطلاعات قابل‌توجهی در مورد انواع شیوه‌ها در سیستم‌های کشاورزی و به‌طور گسترده‌تر در زنجیره‌های غذایی کشاورزی وجود دارد که می‌تواند به سه هدف CSA کمک کند.

## ۶. بخش خصوصی و کشاورزی

بخش کشاورزی در خط مقدم نبرد در برابر چالش‌های فزاینده، از جمله تغییرات آب‌وهوا، درگیری‌های جهانی، و بیماری‌های همه‌گیر مانند COVID-19 قرار دارد. این عوامل بخش کشاورزی را مختل کرده، منابع غذایی را تهدید کرده و برای میلیون‌ها نفری که برای امرار معاش خود به کشاورزی متکی هستند، مشکل ایجاد می‌کند.

در این مدت، بخش خصوصی ثابت کرده که یک شریک اساسی در مقابله با این چالش‌هاست و از طریق سرمایه‌گذاری، نوآوری و همکاری به ثبات و تقویت سیستم‌های غذایی کمک می‌کند. این امر اهمیت استفاده از تخصص و منابع بخش خصوصی را برای کاهش اختلالات جاری و آتی در کشاورزی نشان می‌دهد.

بخش خصوصی نقش کلیدی در تغییر سیستم‌های کشاورزی، تشویق نوآوری و سرمایه‌گذاری برای کارآمدتر، انعطاف‌پذیرتر و پایدارتر کردن بخش‌های غذا و کشاورزی ایفا می‌کند.

تولید پایدار مواد غذایی و محصولات کشاورزی مقرون‌به‌صرفه، ایمن و مغذی برای نزدیک به ۱۰ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ یک چالش اساسی است. تولیدکنندگان کلید مقابله با این چالش هستند. با این حال، برای موفقیت، آن‌ها باید با عواملی مانند تغییرات اقلیمی، نوسانات بازار و بی‌ثباتی سیاسی که نمی‌توانند کنترل کنند، مبارزه کنند. خوشبختانه، تولیدکنندگان محصولات کشاورزی ظرفیت قابل‌توجهی برای نوآوری و سازگاری با این عوامل دارند.

بخش خصوصی محصولات و دانشی را ارائه می‌دهد که به تولیدکنندگان کمک می‌کند تصمیم بگیرند چه زمانی و کجا سرمایه‌گذاری کنند و چگونه ریسک را مدیریت کنند و از سرمایه‌گذاری خود محافظت نمایند.

در بسیاری از کشورها بخش خصوصی تقریباً تمام جنبه‌های زنجیره ارزش تولید غذا را فراتر از مزرعه در اختیار دارند. برای مثال در آفریقا بخش خصوصی تمام زنجیره از پردازش، بسته‌بندی، حمل و نقل و خرده‌فروشی را در اختیار دارد. در نتیجه، نهادهای خصوصی ۸۰ درصد از مصرف مواد غذایی را در آفریقا مدیریت می‌کنند و نقش غالب خود را در تضمین دسترسی غذا به مصرف‌کنندگان نشان می‌دهند. این تغییر اهمیت کارایی و نوآوری بخش خصوصی را در رسیدگی به تقاضای عرضه مواد غذایی در سراسر قاره آفریقا برجسته می‌کند.

بخش خصوصی نقشی محوری در بخش کشاورزی ایفا می‌کند که باعث رشد، نوآوری و انعطاف‌پذیری در سیستم‌های غذایی جهانی می‌شود. این مشارکت در حوزه‌های مختلفی می‌تواند شکل گیرد که شامل تأمین مالی، فناوری، پشتیبانی تهیه نهاده‌ها و فروش محصولات از طریق دسترسی به بازار می‌باشد به این ترتیب بخش خصوصی یک بازیگر اصلی در تضمین امنیت غذایی و کشاورزی پایدار خواهد بود.

یکی از نقش‌های کلیدی بخش خصوصی نوآوری است. شرکت‌ها فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند کشاورزی دقیق<sup>۱</sup>، سیستم‌های آبیاری هوشمند و انواع محصولات مقاوم در برابر آب‌وهوا را توسعه و معرفی می‌کنند. این نوآوری‌ها به کشاورزان کمک می‌کند تا بهره‌وری را افزایش دهند، استفاده از منابع را کاهش دهند و با شرایط آب‌وهوایی در حال تغییر سازگار شوند.

بخش خصوصی نیز به عنوان منبع حیاتی سرمایه‌گذاری عمل می‌کند. شرکت‌های کشاورزی و مؤسسات مالی بودجه‌ای را برای توسعه کشاورزی تأمین می‌کنند و کشاورزان را قادر می‌سازند به تجهیزات، زیرساخت‌ها و آموزش مدرن دسترسی داشته باشند. این امر به ویژه در مناطق در حال توسعه، جایی که کشاورزان خرده‌مالک، اغلب فاقد سرمایه لازم برای بهبود عملکرد خود هستند، اهمیت دارد. علاوه بر تولید، شرکت‌های خصوصی بر فعالیت‌های پس از مزرعه مانند فرآوری، بسته‌بندی، توزیع و خرده‌فروشی تسلط دارند. این فعالیت‌ها برای اطمینان از اینکه محصولات کشاورزی به طور کارآمد و با کیفیت خوب به دست مصرف‌کنندگان می‌رسند بسیار مهم هستند. در آفریقا، بخش خصوصی ۸۰ درصد از زنجیره ارزش تولید مواد غذایی را فراتر از دروازه مزرعه مدیریت می‌کند و نقش حیاتی خود را در تأمین نیازهای مصرف به نمایش می‌گذارد.

۱- کشاورزی دقیق (Precision Agriculture) نوعی مدیریت کشاورزی می‌باشد که با استفاده از اطلاعات دقیق و محاسبات انجام شده توسط ابزارهای مدرن کشاورزی نظیر پهباد و سیستم‌های (GIS) با افزایش بهروری از منابع آب و خاک به همراه کاهش ضایعات ضریب بهینه تولید محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد.

علاوه بر این، کسب‌وکارهای خصوصی نقش مهمی در تقویت پیوندهای بازار، وصل کردن کشاورزان به بازارهای داخلی و بین‌المللی ایفا می‌کنند. آن‌ها با تسهیل تجارت و تضمین قیمت‌های منصفانه، به کشاورزان کمک می‌کنند تا در عین حفظ منابع غذایی پایدار، معیشت پایداری کسب کنند.

اهمیت بخش خصوصی در زمان‌های بحرانی، مانند همه‌گیری COVID-19 و رویدادهای آب‌وهوایی شدید، آشکارتر شده است. کسب‌وکارها با دولت‌ها و سازمان‌ها برای رفع اختلالات در سیستم‌های کشاورزی و تضمین تداوم عرضه مواد غذایی و انعطاف‌پذیری عملیات کشاورزی همکاری کرده‌اند.

با این حال، نقش بخش خصوصی بدون چالش نیست. همکاری با دولت‌ها و سایر ذینفعان برای رسیدگی به مسائلی مانند دسترسی عادلانه به منابع، پایداری محیط‌زیست و رفاه کشاورزان خرده‌پا ضروری است.

در نتیجه، بخش خصوصی یک محرک اساسی برای پیشرفت در کشاورزی است و به نوسازی، کارایی و انعطاف‌پذیری آن کمک شایانی می‌کند. این بخش با تقویت مشارکت‌ها و ترویج شیوه‌های پایدار، می‌تواند به مقابله با چالش‌های جهانی و ساختن آینده‌ای قوی‌تر و امن‌تر کشاورزی کمک کند.

سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در کشاورزی نقشی اساسی در شکل دادن به شیوه‌های کشاورزی مدرن ایفا می‌کند. این سرمایه‌گذاری در مناطق مختلف متفاوت است و می‌تواند به اشکال مختلفی از جمله سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز، تأمین مالی شرکتی و مشارکت باشد. درک این سرمایه‌گذاری‌ها برای توسعه پایدار در بخش کشاورزی ضروری است و مسیرهایی را برای نوآوری، پذیرش فناوری و بهبود بهره‌وری کشاورزی باز می‌کند.

سرمایه‌گذاری بخش خصوصی به‌عنوان یک کاتالیزور حیاتی برای نوآوری در کشاورزی عمل می‌کند. شرکت‌ها اغلب در تحقیق و توسعه برای ایجاد محصولات و خدمات جدید با هدف افزایش کارایی و پایداری سرمایه‌گذاری می‌کنند. این دستیابی به نوآوری می‌تواند منجر به فناوری‌های نوآورانه کشاورزی مانند ارگانیسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی (GMOs)<sup>۱</sup>، فناوری هواپیماهای بدون سرنشین برای نظارت بر محصولات و برنامه‌های کاربردی تلفن همراه برای کشاورزان برای ردیابی آب‌وهوا و روند بازار شود. با پرورش فرهنگ نوآوری، نهادهای خصوصی صنعت را به سمت دستیابی به شیوه‌های کشاورزی بهتر سوق می‌دهند. چنین پیشرفت‌هایی نه تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه

1- genetically modified organisms

چالش‌های مهمی مانند امنیت غذایی و سازگاری با تغییرات آب‌وهوایی را نیز برطرف می‌کند.

چشم‌انداز سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در کشاورزی در حال تغییر است. از آنجایی که جهان با چالش‌هایی مانند تغییرات آب‌وهوایی و ناامنی غذایی مواجه است، روند سرمایه‌گذاری باید با این واقعیت‌های جدید سازگار شود. تغییرات آب‌وهوایی در واقع هزینه‌های قابل توجهی را بر بخش کشاورزی تحمیل می‌کند و بیشتر این بار بر دوش بخش خصوصی است. درک روندهای آینده برای سهامداران کلیدی از کشاورزان گرفته تا سرمایه‌گذاران ضروری است. این روندها نه تنها نشان می‌دهند که در کجا فرصت‌های مالی پدید می‌آیند، بلکه روش‌های پایدار و فن‌آوری‌های نوآورانه را تشویق می‌کنند که می‌توانند کشاورزی را متحول کنند.

محیط زیست در حال تغییر نحوه سرمایه‌گذاری در کشاورزی است. سرمایه‌گذاران در حال حاضر دقیق‌تر هستند و به دنبال پروژه‌هایی هستند که مسئولیت زیست محیطی را در کنار سودآوری نشان دهند. این روند با افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای محصولات غذایی با منبع پایدار تقویت می‌شود. در نتیجه، بازیگران بخش خصوصی منابع را به سمت شیوه‌های کشاورزی سوق می‌دهند که اثرات زیست محیطی را به حداقل می‌رسانند.

تغییرات اقلیمی چالش‌های مهمی را برای بخش خصوصی در کشاورزی ایجاد می‌کند، اما همچنین فرصت‌هایی را برای راه‌حل‌های تأثیرگذار باز می‌کند.

## ۱/۶ نقش بخش خصوصی در رسیدگی به تغییرات آب‌وهوا

۱. نوآوری و فناوری: توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند آب‌وهوایی، مانند دانه‌های مقاوم در برابر خشک‌سالی، ابزارهای کشاورزی دقیق و راه‌حل‌های انرژی تجدید پذیر.

۲. روش‌های پایدار: سرمایه‌گذاری در روش‌های کشاورزی سازگار با محیط‌زیست، مانند زراعت جنگلی، کشاورزی ارگانیک و سیستم‌های آبیاری کارآمد.

۳. مشارکت‌های دولتی و خصوصی: همکاری با دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی برای تأمین مالی و اجرای پروژه‌های سازگاری با اقلیم در مقیاس بزرگ.

۴. حمایت مالی: دسترسی کشاورزان به اعتبار، بیمه و ابزارهای مدیریت ریسک برای ایجاد انعطاف‌پذیری در برابر شوک‌های آب‌وهوایی.

۵. تاب‌آوری زنجیره تأمین: متنوع کردن استراتژی‌های منبع‌یابی و سرمایه‌گذاری در زنجیره‌های ارزش محلی برای کاهش وابستگی به مناطق آسیب‌پذیر.

با پذیرش این نقش‌ها، بخش خصوصی نه تنها می‌تواند اثرات تغییرات آب‌وهوایی را کاهش دهد، بلکه فرصت‌های جدیدی را برای رشد و پایداری باز می‌کند.

## ۷. خلاصه و نتیجه‌گیری

بلایای طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی بین ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۱ حدود ۳.۸ تریلیون دلار به بخش کشاورزی جهانی خسارت وارد کرده است (سالانه ۱۲۳ میلیارد دلار). آسیا با ۱۷۲۰ میلیارد دلار بیشترین مقدار خسارت را متحمل شده، اما آفریقا با ۷.۷٪ از GDP کشاورزی خود بیشترین آسیب نسبی را دیده است. این خسارات نه تنها امنیت غذایی را تهدید می‌کند، بلکه درآمد خانوارهای روستایی را تا ۲۰٪ کاهش داده‌اند.

در سال ۲۰۲۳، ایالات متحده ۲۸ فاجعه آب‌وهوایی میلیاردی را تجربه کرد که مجموع خسارات آن به ۹۲.۹ میلیارد دلار رسید و ۴۹۰ کشته برجای گذاشت. بخش کشاورزی با زیانی بالغ بر ۲۱.۹۴ میلیارد دلار (۲۳.۶٪ از کل خسارات) بیشترین آسیب را متحمل شد که عمدتاً ناشی از خشکسالی، گرما و آتش‌سوزی (۱۶.۵۹ میلیارد دلار) بود. سیل و طوفان‌ها نیز ۳.۹۹ میلیارد دلار خسارت بر این بخش وارد و بارش تگرگ ۱.۳۷ میلیارد دلار از محصولات کشاورزی را نابود کرد.

خشکسالی به عنوان مخرب‌ترین عامل تغییرات اقلیمی، سالانه میلیاردها دلار به بخش کشاورزی خسارت وارد می‌کند. بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸، خشکسالی به تنهایی ۳۷ میلیارد دلار به کشاورزی کشورهای کم‌درآمد آسیب زده و ۳۴٪ از تولیدات کشاورزی را نابود کرده است. این پدیده در عراق باعث از بین رفتن ۹۰٪ محصول گندم و کاهش ۴۰٪ درآمد کشاورزان شد. در کانادا نیز خشکسالی ۲۰۲۱ تولید کلزا را به پایین‌ترین سطح ۱۴ ساله رساند و قیمت مواد غذایی را ۷/۴٪ افزایش داد.

طوفان و سیل دومین تهدید بزرگ برای بخش کشاورزی محسوب می‌شوند. در سال ۲۰۲۳، سیل در چین ۶ میلیون هکتار زمین کشاورزی را تخریب و ۲۶ میلیارد دلار خسارت وارد کرد. طوفان‌ها در موزامبیک نیز ۴۲ هزار هکتار زمین زراعی را نابود و ۵/۳ میلیون دلار هزینه بازسازی به بار آورد. این حوادث نه تنها تولید را کاهش می‌دهند، بلکه با آلوده کردن محصولات به فلزات سنگین، امنیت غذایی را نیز تهدید می‌کنند.

آتش‌سوزی‌های جنگل‌ها و افزایش سطح دریا از دیگر پیامدهای ویرانگر تغییرات اقلیمی هستند. آتش‌سوزی‌های استرالیا در ۲۰۲۰، ۴-۵ میلیارد دلار به صنعت غذا خسارت زد و قیمت مواد غذایی را به شدت افزایش داد. از سوی دیگر، افزایش سطح دریا تا سال ۲۰۵۰ ممکن است ۴۰٪ زمین‌های کشاورزی بنگلادش و نیمی از شالیزارهای ویتنام را نابود کند که تأثیر مستقیمی بر معیشت میلیون‌ها کشاورز خواهد داشت.

تغییرات اقلیمی با گسترش گونه‌های مهاجم مانند ملخ‌های صحرایی نیز امنیت غذایی را تهدید می‌کند. حمله ملخ‌ها در ۲۰۲۰ به ۲۳ کشور، ۵/۷ میلیارد دلار به پاکستان خسارت زد و قیمت آرد را ۱۵٪ افزایش داد. در کل، بلایای طبیعی بین ۱۹۹۱-۲۰۲۱ سالانه ۱۲۳ میلیارد دلار (۵٪ تولید ناخالص کشاورزی جهان) زیان وارد کرده‌اند. کشورهای کم‌درآمد با از دست دادن ۱۰-۱۵٪ از تولیدات کشاورزی خود، بیشترین آسیب را متحمل شده‌اند. این روند با تشدید تغییرات اقلیمی در آینده وخیم‌تر خواهد شد.

بخش کشاورزی به طور همزمان قربانی و مقصر تغییرات اقلیمی است. از یک سو، این بخش سالانه ۱۷٪ از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی را تولید می‌کند (۳۲٪ که از این مقدار ۳۲٪ توسط متان بخش دامپروری و ۷۱٪ دیاکسید کربن ناشی از تغییر در کاربری اراضی منتشر می‌شود. از سوی دیگر، بلایای طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی مانند خشکسالی و سیل سالانه ۱۲۳ میلیارد دلار (۵٪ تولید ناخالص کشاورزی جهان) به بخش کشاورزی خسارت وارد می‌کنند. کشورهای کم‌درآمد با ۱۰-۱۵٪ کاهش تولید، بیشترین آسیب را می‌بینند.

این آمارها نشان‌دهنده آسیب‌پذیری شدید کشاورزی در برابر تغییرات اقلیمی و ضرورت برنامه‌ریزی برای سازگاری است و با توجه به نقش دوگانه کشاورزی، راه حل این چالش دوگانه، اجرای «کشاورزی هوشمند اقلیمی» است که هم بهره‌وری را افزایش می‌دهد و هم انتشار کربن را کاهش می‌دهد.

در این راستا بخش خصوصی نقش محوری در تحول کشاورزی پایدار ایفا می‌کند. در آفریقا، این بخش ۸۰٪ زنجیره ارزش غذایی پس از برداشت را کنترل می‌کند. از طریق نوآوری‌هایی مانند کشاورزی دقیق، سیستم‌های آبیاری هوشمند و بذره‌های مقاوم به خشکی، بهره‌وری را تا ۴۰٪ افزایش داده است. سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در فناوری‌های کشاورزی در سال ۲۰۲۲ به ۱ میلیارد دلار رسید. همچنین، بیمه‌های اقلیمی خصوصی از ۲۶۳ میلیون هکتار زمین کشاورزی در برابر بلایای آب‌وهوایی



محافظت می‌کنند.

با این حال چالش‌های جدی، به خصوص در تامین مالی این تلاشها وجود دارد. تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ ممکن است ۲۰٪ بازدهی محصولات را کاهش دهد. در عین حال، تقاضای غذا ۶۰٪ افزایش خواهد یافت. این تناقض نیازمند سرمایه‌گذاری سالانه ۲۱۲-۱۲۶۷ میلیارد دلار تا ۲۰۳۰ است. در این راستا پروژه‌های ترکیبی دولتی-خصوصی مانند همکاری فائو و صندوق آب‌وهوای سبز (با بودجه ۱+ میلیارد دلاری) نشان می‌دهد که راه‌حلهایی برای حل این مسئله وجود دارد.

با توجه به بررسی انجام شده آینده کشاورزی به همگرایی سه عامل وابسته است: ۱) پذیرش فناوری‌های هوشمند اقلیمی ۲) توسعه مکانیسم‌های مالی نوآورانه و ۳) تقویت مشارکت‌های چندذینفعی. موفقیت در این زمینه‌ها می‌تواند هم امنیت غذایی ۱۰ میلیارد نفر در ۲۰۵۰ را تأمین کند و هم بخش کشاورزی را از عامل تغییرات اقلیمی به بخشی از راه‌حل تبدیل نماید. کلید این تحول، هماهنگی سیاست‌های دولتی با سرمایه‌گذاری و نوآوری خصوصی است.

در پایان باید گفت که بخش کشاورزی در ایران به عنوان یکی از مهمترین زمینه‌های فعالیت بخش خصوصی در کشور بی شک از تبعات ناشی از تغییرات اقلیم متاثر شده و زیانهای قابل توجهی را متحمل خواهد شد. در این راستا بررسی روشهای تعامل بخش خصوصی ایران با دولت و نهادهای بینالمللی به خصوص در مورد تامین مالی جهت جبران خسارات و همچنین سرمایه‌گذاری در فناوریهای هوشمند آب‌وهوایی کشاورزی و تقویت زنجیره تامین تاب‌آور در راستای کشاورزی هوشمند اقلیمی در ایران میتواند از اهمیت قابل توجهی برخوردار باشد. آگاهی، سرمایه‌گذاری مشترک بخش خصوصی-عمومی و تقویت همکاری‌های بین‌المللی از جمله مواردی است که باید به سرعت توسط بخش خصوصی کشاورزی در ایران مورد توجه قرار گیرد. اگر چه واقعه تغییرات اقلیم مدتی است که آغاز شده است اما امکان کاهش اثرات آن تا حدود زیادی وجود دارد تا موجب نابودی بخش کشاورزی نگردد. آنگونه که سعدی هشدار میدهد.

دریغ سود ندارد چو رفت کار از دست

علاج واقعه پیش از وقوع باید کرد

## منابع:

1. AGRA. (2019). Africa Agriculture Status Report: The Hidden Middle: A Quiet Revolution in the Private Sector Driving Agricultural Transformation (Issue 7). Nairobi, Kenya: Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA).
3. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
4. FAO. 2023. Loss and damage and agrifood systems – Addressing gaps and challenges. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8810en>
5. <https://www.fb.org/market-intel/major-disasters-and-severe-weather-caused-over-21-billion-in-crop-losses-in-2023>
6. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS | 2015 ISBN 978-92-5-108998-9
7. Lan, X., et al. (2023) Trends in Globally Averaged CO<sub>2</sub> Determined from NOAA Global Monitoring Laboratory Measurements. Version 2023-08. NOAA Global Monitoring Laboratory.
8. [https://ourworldindata.org/grapher/agriculture-share\\_gdp?tab=chart&country=OWID\\_WRL~IRN](https://ourworldindata.org/grapher/agriculture-share_gdp?tab=chart&country=OWID_WRL~IRN)
9. <https://www.unepfi.org/themes/climate-change/climate-risks-in-the-agriculture-sector/>