

## چالش‌های تغییر اقلیم در باغبانی و راهبردهای سازگاری با آن‌ها<sup>۱</sup>

مرتضی خوشخوی<sup>۲</sup>، کورش وحدتی، سعید عشقی، وازگین گریگوریان، حسن صالحی،

مجید عزیزی و مریم حقیقی<sup>۳</sup>

### چکیده

تاکنون بررسی جامعی در مورد تأثیر گرم شدن زمین و تغییرهای اقلیمی بر فرآورده‌های باغبانی مانند میوه‌ها، گل‌ها، سبزی‌ها، و گیاهان دارویی انجام نشده‌است، باوجود این، اطلاعاتی که در دست است نشان می‌دهند که این تغییرها بیشتر روی درختان میوه به ویژه درختان میوه‌های معتدل و نیمه‌گرمسیری تأثیرگذارند. تغییر اقلیم و گرمایش جهانی بر تولید میوه، پدیده شناختی درختان میوه، نیاز سرمایی، تنش‌های دمایی، گرده افشانی، وضعیت آب و خاک باغ‌های میوه، آفت‌ها و بیماری‌ها، کیفیت میوه‌ها و تغییر مرزهای مناسب کشت درختان میوه تأثیر می‌گذارد. راهکارهای روبارویی با این دشواری‌ها، به نژادی رقم‌های با نیاز سرمایی کم، خنک کردن برای جبران نیاز سرمایی، روبارویی با زمستان‌های گرم و گرم شدن زود هنگام، بهره‌گیری از سودمندی‌های پایه‌ها، پرهیز از ورود به خفتگی، مدیریت آب و خاک باغ‌ها، بهره‌گیری از فناوری‌های جدید، بهره‌گیری از ترکیب‌های شیمیایی و تنظیم کننده‌های رشد، ایجاد تنوع محصول، استفاده از انواع گلخانه، توجه به مهاجرت گیاهی، مدل سازی اقلیمی، پهنه‌بندی و تغییر الگوی کشت می‌باشند. درباره چالش‌های تغییرهای اقلیمی و گرم شدن کره زمین و راهکارهای سازگاری با آن‌ها در این مقاله، به طور کامل بحث شده است.

**واژه‌های کلیدی:** چالش‌های باغبانی، درختان میوه، راهکارها، فناوری، گرم شدن جهانی.

### مقدمه

بدون تردید پدیده تغییر اقلیم در مقیاس جهانی بزرگ‌ترین رخداد طبیعی در دهه‌های اخیر است (IPCC, 2007). این پدیده یکی از چالش‌های بزرگ صنعت کشاورزی و بخش باغبانی است که بی‌شک منطقه‌های خشک و نیمه خشک مانند ایران را بیشتر از منطقه‌های مرطوب و نیمه مرطوب زیر تأثیر قرار می‌دهد (کیانی و همکاران، ۱۳۹۸). در این راستا، پژوهش جامعی در گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم (شریفی و مهدوی، ۱۴۰۲) و در همه رشته‌های کشاورزی و منابع طبیعی از جمله: رشته آبیاری (بذرافشان و همکاران، ۱۴۰۱؛ زندپارسا و همکاران، ۱۴۰۳)، باغبانی (خوشخوی و همکاران، ۱۴۰۲)، گیاهپزشکی (ایزدپناه، ۱۴۰۳) و ماشین‌های کشاورزی (عباسپور گیلانده و محتسبی، ۱۴۰۳) انجام شد.

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۲۰

بخشی از طرح «اثرات تغییر اقلیم و تحولات اجتماعی- سیاسی جهانی بر کشاورزی و منابع طبیعی ایران و راهبردهای سازگاری با آن‌ها با نگرشی بوم‌سازگار» گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران.

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mkhoshkhui@yahoo.com

۳- اعضای شاخه علوم باغبانی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران و به ترتیب، استاد دانشگاه شیراز، دانشگاه تهران، دانشگاه شیراز، استاد دانشگاه تبریز، دانشگاه شیراز، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان.

در حالی که بررسی جامعی در مورد تأثیر تغییرهای اقلیمی بر محصولاتهای باغبانی مانند میوه‌ها، گل‌ها، سبزی‌ها و گیاهان داروئی انجام نشده است، بررسی‌های موجود در سطح جهانی نشان می‌دهد که این تغییرها بیشتر روی درختان میوه به ویژه درختان میوه منطقه‌های معتدل و نیمه‌گرمسیری اثر گذار هستند. به بیان دیگر، درختان چندساله نسبت به گیاهان یکساله کمتر می‌توانند با تغییرهای اقلیمی سازگار شوند. به طور کلی، گرمایش زمین موجب تغییرهای زیست شیمیایی، تشریحی و فیزیولوژیکی در ساختار درختان میوه می‌شود که به کاهش قدرت رشد، کاهش ظرفیت میوه‌دهی، کاهش اندازه میوه، کاهش بازتولید و کیفیت پایین میوه، تخریب پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و به دنبال آن افزایش تنفس و کاهش ذخیره کربوهیدرات‌ها و در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی می‌انجامد (Muchie & Assefa, 2021). همچنین، منطقه‌های مناسب برای تولید میوه به سمت عرض‌های شمالی حرکت می‌کنند و به جایی می‌روند که در گذشته (۵۰ سال پیش) برای تولید این محصول‌ها، مناسب نبودند (Swaminathan & Kesavan, 2012).

### تأثیرهای تغییر اقلیم بر درختان میوه

#### تأثیر تغییر اقلیم بر تولید میوه

تغییرهای اقلیمی، یک نگرانی بسیار جدی برای پرورش‌دهندگان میوه و حتی بخش فرآوری این محصول‌ها، ایجاد کرده است. گزارش‌های چندی درباره کاهش مقدار تولید و همچنین کاهش سطح زیر کشت مناسب برای پرورش درختان میوه، به ویژه درختان میوه منطقه‌های معتدل، در نتیجه پدیده تغییر اقلیم، وجود دارد. برای نمونه، گزارش شده است که تا سال ۲۰۵۰ (نسبت به سال ۲۰۲۰)، حدود ۳۶۱۳۶ کیلومتر مربع از منطقه‌های مستعد کشت گردو در ایران از حالت قابل کشت خارج شده و تبدیل به سرزمین‌های غیرقابل کشت خواهند شد (Vahdati et al., 2019). آفتاب سوختگی و ترک خوردن میوه‌های سیب، زردآلو، گیلان، پسته و انار می‌تواند در اثر تنش آبی و دمای بالا رخ دهد. تغییرهای جوی در سال‌های اخیر، افزون بر کاهش بارش‌ها، موجب انتقال زمان تولید میوه در بسیاری از منطقه‌های پسته‌خیز کشور شده است. این تغییر زمان، افزون بر ایجاد نابسامانی‌هایی در انباشت سرما در پاییز و زمستان، موجب ایجاد دشواری‌های زیادی در فرآیند تمایز یابی گل، گلدهی و تشکیل میوه و به دنبال آن کاهش عملکرد گردیده است (هاشمی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۸). به دلیل افزایش دما، میوه‌ها با سرعت بیشتری توسعه یافته و زودتر بالغ می‌شوند. برای نمونه، مرکبات، انگور، خربزه و انبه حدود ۱۵ روز زودتر می‌رسند. رسیدن ناشی از دمای بالاتر موجب می‌شود که محصول، به ویژه میوه‌ها، دوره نگهداری کمتری روی درختان و در انبار داشته باشند (Rehman et al., 2015).

#### تأثیر تغییر اقلیم بر پدیده‌شناسی درختان میوه<sup>۱</sup>

از نخستین تأثیرهای تغییر اقلیم بر صنعت میوه‌کاری و تولید میوه می‌توان به تغییر در زمان و الگوی گلدهی، طول دوره رشد، تاریخ‌های برگ‌دهی، برداشت میوه و خزان گیاهان اشاره کرد. برپایه بررسی‌های انجام‌شده، دمای گرم پاییز-زمستان، به‌عنوان پیامدی از تغییر اقلیم، از راه تأثیر بر سازگاری به سرما، پیشرفت خفتگی و بلوغ جوانه گل موجب اختلال در گلدهی می‌شود. افزون بر این، شرایط گرم موجب کاهش انباشت کربوهیدرات در شاخه‌ها می‌شود که به کاهش قدرت درخت می‌انجامد (Sandor et al., 2021). یکی از تأثیرهای افزایش و تغییر الگوهای دمایی در آینده برای درختان میوه، به صورت افزایش انباشت گرمایی آشکار خواهد شد. افزایش انباشت گرمایی موجب کاهش طول دوره رشد

درختان میوه به ویژه درختان خزان‌دار مانند سیب خواهد شد. در واقع، درختان میوه، چرخه رویشی و زایشی خود را زودتر تکمیل می‌کنند. تکمیل زودهنگام مرحله‌های پدیده‌شناختی درختان سیب پاییزه و دیگر درختان میوه همسان، پیامدهایی مانند کاهش عملکرد، کیفیت و رنگ‌پذیری میوه و همچنین کاهش توان رقابتی در بازار صادراتی را در پی دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷).

### تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز سرمایی

کاهش شمار ساعت‌های سرما به عنوان یک پیامد منفی تغییر اقلیم می‌تواند بر نبود نیاز سرمایی کافی درختان میوه و در پی آن گلدهی نامنظم اثرگذار باشد (Luedeling, 2012). در منطقه‌های معتدل و نیمه‌گرمسیری، سرمای زمستان ناکافی، مانند گرم بودن زمستان، موجب الگوی نامنظم شکفتن جوانه و رشد می‌شود (Haokip et al., 2020). گرم شدن هوا نیز ممکن است بر نیازهای سرمای زمستانی میوه‌های درختان معتدل اثر بگذارد و به جایگزینی با رقم‌ها یا گونه‌های جدید با نیاز سرمایی کمتر نیاز باشد (Haokip et al., 2020). همچنین، با افزایش دما گیاهان به سرعت واکنش خواهند داشت و موجب زودتر باز شدن جوانه‌های گیاهان شده و این موضوع موجب افزایش حساسیت آن‌ها نسبت به سرمای بهاره می‌شود (Kent, 2008). در ایران نیز نیاز سرمایی برخی از رقم‌های پسته، انار، انگور، هسته‌داران، زیتون، انجیر و سیب در برخی از منطقه‌ها تامین نمی‌شود که این شرایط به کاهش عملکرد می‌انجامد.

### تأثیر تغییر اقلیم بر تنش‌های دمایی

سرمای دیررس بهاره، تنش گرمایی، کاهش ساعت‌های سرمای زمستان و تنش خشکی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم است که بر پرورش درختان میوه در سرتاسر دنیا اثرگذار است (Hajinia et al., 2021). سرمای دیررس بهاره موجب آسیب دیدن جوانه‌های تازه بیدار شده درختان میوه می‌شود و در صورت دیررس بودن، بیشتر این نوع سرماها، حتی به میوه‌های تازه تشکیل شده نیز خسارت وارد می‌کنند. جوانه‌های بارور خفته به سرمای زمستانه متحمل هستند، اما تحمل آن‌ها هنگام بیدارشدن کاهش می‌یابد. در روزهای نخستین بهار، جبهه‌های سرد هوا در منطقه پرورش درختان میوه و در شب‌های بدون ابر، به جوانه درختان میوه خسارت می‌رسانند (یداللهی و همکاران، ۱۳۹۱). افزون بر سرمای دیررس بهاره، سرمای زودرس پاییزه در منطقه‌های معتدل و سرمای زمستانه در منطقه‌های سردسیر از دیگر پیامدهای منفی تغییر اقلیم هستند که بر تولید میوه در این منطقه‌ها، اثر منفی دارند. همچنین، درختان میوه نیمه‌گرمسیری به مقدار زیادی از این نوع سرما آسیب می‌بینند. خسارت سنگین سرمای زودرس پاییزه در برخی از سال‌ها به باغ‌های انار کشور گزارش شده است (شاگری، ۱۳۸۴).

### تأثیر تغییر اقلیم بر گرده‌افشانی درختان میوه

مرحله زایشی درختان میوه آسیب‌پذیرترین مرحله در برابر تغییرهای اقلیمی است و بر کمیت و کیفیت میوه‌ها تأثیر می‌گذارد. تأثیرهای تنش دما و رطوبت در هنگام شکوفه دادن و باردهی درختان میوه بیشتر محسوس است (Subedi, 2019). تغییر اقلیم تأثیر منفی بر جمعیت حشره‌های درگیر در گرده‌افشانی و تشکیل میوه دارد، به این ترتیب که اگر دما بسیار کم یا بسیار زیاد باشد، موجب اختلال در فعالیت گرده‌افشان‌ها و تشکیل میوه می‌شود. برای میوه‌هایی مانند گردو و پسته که دگرگرده‌افشانی دارند، سرمای ناکافی می‌تواند زمان باز شدن گل‌های نر و ماده را تغییر و گرده‌افشانی را کاهش دهد و موجب کاهش محصول شود. دمای مطلوب برای گرده‌افشانی و باروری در میوه‌های معتدل مانند سیب،

گلایی، آلو و گیلان بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس است. دماهای کم و شرایط بارانی یا مه‌آلود بر گرده‌افشانی آلبالو در آمریکا اثر منفی داشتند (Haokip *et al.*, 2020).

### تأثیر تغییر اقلیم بر وضعیت آب و خاک باغ‌های میوه

تغییر اقلیم با کاهش مقدار و پراکنش بارندگی، تولید محصول‌های دیم را بیشتر از محصول‌های آبی زیر تاثیر قرار داده است (Seleiman *et al.*, 2021). افزون بر مسئله خشکی و کم‌آبی، تنش شوری یک دشواری جهانی است و به دلیل تغییرهای اقلیمی، شوری خاک و آب رو به افزایش است که دامنه وسیعی از کشتزارها و گیاهان مختلف به ویژه درختان میوه را زیر تاثیر قرار داده است (del-Carmen, 2020). شور شدن پیوسته زمین‌ها تاثیر چشمگیر جهانی داشته و به از بین رفتن ۳۰٪ از زمین‌های کشاورزی در ۲۵ سال آینده و ۵۰٪ ضرر و زیان تا سال ۲۰۵۰ می‌انجامد (Vahdati & Leslie, 2013).

### تأثیر تغییر اقلیم بر آفت‌ها و بیماری‌های درختان میوه

تغییر اقلیم می‌تواند بر اندازه جمعیت، امکان بقا و پراکنش جغرافیایی آفت‌ها تاثیر بگذارد. پویایی و همه‌گیری آفت‌ها و بیماری‌ها زیر تاثیر مستقیم تغییرهای اقلیمی مانند تغییر الگوی بارش، رطوبت نسبی هوا، افزایش دما و سرعت باد قرار می‌گیرد و به‌طور غیرمستقیم نیز به‌وسیله عامل‌هایی مانند تغییر الگوی کشت و تغییر پراکنش و فعالیت ناقلین زیر تاثیر است. تغییرهایی در پراکنش جغرافیایی، نرخ رشد جمعیت، افزایش زمستان‌گذرانی، افزایش شمار نسل، استقرار فصل‌های نموی، تغییر در هماهنگ‌سازی پدیده‌شناختی محصول و آفت‌ها، تغییر در رابطه بین گونه‌ای حشره‌ها و افزایش احتمال تهاجم آفت‌های مهاجر، همگی از نتایج احتمالی تغییرهای اقلیمی هستند (Parmesan, 2007).

### تأثیر تغییر اقلیم بر کیفیت میوه‌ها

بررسی‌ها نشان می‌دهند که نه تنها عملکرد، بلکه کیفیت میوه‌ها نیز در شرایط اقلیمی متغیر رشد، سال به سال بدتر می‌شود (Bhattacharjee *et al.*, 2022). افزایش دما و شدت تابش آفتاب در نتیجه تغییر اقلیم موجب کاهش سفتی بافت و آفتاب‌سوختگی شده و شیوع بیماری‌های قارچی پس از برداشت را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (Bhattacharjee *et al.*, 2022). محتوای غذایی و مقدار قندها، اسیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش سطح دی‌اکسیدکربن تغییر پیدا می‌کند. همچنین، ممکن است مقدار محصول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یابد (Bisbis *et al.*, 2019). نشان داده شده است که دماهای زیادتر به صورت مستقیم بر مقدار نورساخت تاثیر می‌گذارند و مقدار اسیدهای آلی، فلاونوئیدها، سفتی و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی را تغییر داده و در نتیجه کیفیت میوه کاهش می‌یابد. برای نمونه، انگور در دمای زیاد دارای قند بیشتر و تارتاریک اسید کمتر می‌شود (Moretti *et al.*, 2010).

### تغییر مرزهای منطقه‌های مناسب کشت درختان میوه

بر پایه یافته‌های مرکز بین‌المللی علوم درختان میوه در ژاپن، به دلیل گرم‌شدن عمومی کره زمین، منطقه‌های مناسب برای کشت هر نوع میوه تا سال ۲۰۶۰ به سمت عرض‌های شمالی حرکت می‌کنند (NIFTS, 2004). همچنین، پژوهش‌ها به تغییر بهترین مکان برای کشت محصول‌های منطقه‌های معتدل در آمریکا اشاره دارند (Luedeling *et al.*, 2009). این حرکت و تغییر مرزها ممکن است به رقابت با تولیدهای منطقه‌های نیمه‌گرمسیری بیانجامد. تغییر اقلیم و گرم‌شدن هوا موجب شده است که درخت خرما بتواند چرخه زندگی خود را در شهرهای رفسنجان و انار در استان کرمان کامل کنند و به بار بنشینند؛ درحالی که در سال‌های پیش به دلیل سرمای هوا در پاییز و زمستان، امکان‌پذیر نبود (هاشمی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۸).

### تأثیرهای تغییر اقلیم بر دیگر فراورده‌های باغبانی

گیاهان زینتی و سبزی‌ها به شدت به اقلیم وابسته هستند و از این رو، تغییرهای اقلیمی، چه در کوتاه مدت و چه در درازمدت، سهم تعیین‌کننده‌ای در موفقیت تولید این محصولات دارند. البته، گسترش روش‌های کشت در شرایط کنترل‌شده مانند کشت گلخانه‌ای گیاهان زینتی و سبزی‌ها، تا حدودی این دشواری را کاهش داده است. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و اثبات نظریه اثر گلخانه‌ای که برپایه آن نوع و ترکیب گازهای موجود در اتمسفر به شدت بر دمای کره زمین تأثیر می‌گذارند، حقیقت‌های انکارناپذیری هستند که رخداد تغییرهای آینده اقلیمی را محتمل ساخته‌اند (New *et al.*, 1999; Reilly *et al.*, 2003). واکنش گیاهان زینتی چهارکربنه (گیاهانی که در چرخه نورساخت، اولین قند تولیدی آن‌ها چهارکربنه است) که گیاهان گوشتی را هم با تفاوت‌هایی در بر می‌گیرند، با گیاهان سه‌کربنه تفاوت دارد و تولید محصول و کارایی مصرف آب در آن‌ها در این شرایط بهبود می‌یابد (Guan *et al.*, 2017). بیشتر گیاهان زینتی سه‌کربنه هستند (مانند ورد<sup>۱</sup> و سبزرش‌های<sup>۲</sup> فصل خنک)، اما گیاهان زینتی زیادی نیز در دسته چهارکربنه‌ای‌ها (مانند تاج‌خروس و سبزرش‌های فصل گرم) و گوشتی (مانند خنجری و کاکتوس‌ها) قرار دارند. از این رو، واکنش آن‌ها به تغییر اقلیم به ویژه افزایش دما و غلظت دی‌اکسیدکربن بسیار متفاوت خواهد بود و بیشتر از این شرایط سود می‌برند. گزارشی از اثر تغییر اقلیم بر پدیده‌شناختی گیاهان صخره‌ای که قابل استفاده در باغ‌های صخره‌ای هستند، موجود است (Dorji *et al.*, 2020) که نشان می‌دهد افزایش دما موجب زودگلدهی و سرعت در پیدایش نخستین گل گیاهانی مانند پرنیرو (*Potentilla sp.*) شده است. برخی از گیاهان زینتی مانند زبان‌پس‌قفا (*Delphinium sp.*) نیز با افزایش دما دچار کاهش گلدهی می‌شوند (Scaven & Rafferty, 2013).

تولید سبزی در آینده بسیار متفاوت‌تر از شرایط گذشته خواهد بود و تغییر اقلیم، می‌تواند اثر زیادی روی تولید سبزی داشته باشد. هنگامی که دما از حد بهینه برای فعالیت‌های زیستی گیاهان از جمله سبزی‌ها افزایش یابد، اغلب آن‌ها واکنش منفی نشان داده و دچار افت ناگهانی رشد و کاهش عملکرد می‌شوند. به طور کلی، افزایش دما در گیاهان از جمله سبزی‌ها، موجب بروز تنش گرمایی و آفتاب سوختگی بافت‌ها و سرعت در رسیدن میوه‌ها، در اثر دریافت واحد گرمایی مورد نیاز در زمان کوتاه‌تر، می‌شود.

تغییرهای اقلیمی بر گیاهان دارویی نیز همانند سایر گیاهان، تأثیر می‌گذارد. گرچه ممکن است نیاز آبی گیاهان دارویی متحمل به خشکی، در مقایسه با گیاهان دیگر، کمتر باشد، اما برای رشد اولیه به آب کافی نیازمند هستند. بنابراین، کمبود باران و خشکی اثر نامطلوبی بر این گیاهان خواهد داشت. تأثیر تغییر در الگوی بارش باران در زعفران بسیار مشهود است. بارندگی‌های پاییزه در منطقه‌های کشت زعفران برداشت گل را با دشواری رو به رو می‌سازد و در چندین سال گذشته، به دلیل این تغییرهای جوی، خسارت‌های زیادی به این محصول راهبردی ایران وارد شده است. گرم‌تر شدن هوا نیز بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان دارویی از جمله تولید گل و رشد و نمو میوه و زیست‌ساخت متابولیت‌های دارویی این گیاهان تأثیرهای نامطلوب برجای گذاشته است. برخی از ترکیب‌های دارویی و متابولیت‌های ثانویه آن‌ها از برهم‌کنش گیاهان دارویی با برخی از عامل‌های زیستی مانند حشره‌ها حاصل می‌شوند. تغییرهای اقلیمی بر جمعیت حشره‌ها و بر تولید این ترکیب‌های دارویی موثر بوده و بر تولید و صادرات این گیاهان دارویی اثر خواهند داشت (ضیایی

و همکاران، ۱۳۹۰). اثرهای تغییرهای اقلیمی بر گیاهان دارویی نشانگر این است که منطقه‌های مناسب کشت این گیاهان نیز با تغییر رو به رو خواهند شد.

### واکاوی چالش‌های فراروی بخش کشاورزی صنعت باغبانی ایران

بررسی‌ها گواه این است که تمام چالش‌های فراروی صنعت باغبانی همان چالش‌های فراروی بخش کشاورزی است. نبود راهبردهای میان‌مدت و بلندمدت، ناپایداری منابع آب و خاک، زیاده‌بودن هزینه تمام شده تولید، نبود سرمایه‌گذاری کافی، تغییر اقلیم، توسعه شهرنشینی، نابرابری دسترسی به منابع، نارسایی زنجیره تامین، محدودیت دسترسی به فناوری مناسب و تحول‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی داخل و خارج از مهم‌ترین چالش‌های فراروی این صنعت است (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۹).

بررسی وضعیت کشاورزی ایران در تجارت جهانی نیز نشان می‌دهد که افزون بر جهانی‌شدن بازارها، یکپارچگی اقتصاد جهانی، رقابت شدید، نبود اطمینان، ناپایداری محیط تجارت در سطح جهان، محدودشدن مقصدهای صادراتی، تاثیر روابط سیاسی بر تجارت، تحریم‌ها، نبود اطمینان صادرکنندگان در بستن قراردادهای تجاری و دخالت دولت از جمله دشواری‌های بخش کشاورزی در تجارت جهانی می‌باشند (هاشمی، ۱۳۸۹).

در طول ۴ دهه گذشته، اقتصاد ایران از تحریم‌های اقتصادی با شدت و ضعف متفاوت تأثیر پذیرفته است. یکی از ابعاد اصلی تحول‌های اقتصادی و سیاست‌های جهانی بر صنعت باغبانی نیز تحریم‌های اقتصادی است که تهدیدها و چالش‌هایی را در کنار فرصت‌های جدید فراهم نموده است. در ایران نیز با توجه به جایگاه ویژه باغبانی و صنعت میوه‌کاری در ارزآوری باید به صورت متمایز در بحث تجارت جهانی و دستیابی ایران به اقتصاد پایدار، توجه شود. بررسی بازارهای هدف محصول‌های باغبانی ایران نشان می‌دهد که با وجود کاهش بازار صادراتی این محصول‌ها، ایران سهم بیشتری از این بازار را به دست گرفته است (Khaksar et al., 2014).

یکی از ظرفیت‌های خوب ایران در عرصه جهانی تعامل بسیار خوب با سازمان‌ها، مرکزها و سازمان‌های بین‌المللی مانند سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)<sup>۱</sup>، شورای بین‌المللی زیتون و سایر نهادها است. به عبارت دیگر، ایران توانسته است همگام با کشورهای پیشرو در صنعت میوه‌کاری، با برقراری ارتباط سازنده با این تشکلهای، نسبت به انتقال دانش فنی و استفاده از تجارب جهانی برای افزایش ضریب بهره‌وری و ارتقای تولید، بهره‌برد. تأسیس مرکز نوآوری کشاورزی (FAO-Iran-iLab) توسط فائو در ایران با هدف تقویت ظرفیت ملی ایران در دستیابی به رویکردهای بدیع و نوآورانه برای رسیدگی به چالش‌های فزاینده مرتبط با امنیت غذا و تغذیه، انجام پروژه‌هایی با هدف بیابان‌زدایی در قالب تفاهم‌نامه همکاری فنی بین منطقه‌ای توسط فائو با عنوان «سرمایه‌گذاری و اقدام‌ها برای افزایش تاب‌آوری در برابر توفان‌های ماسه و گرد و غبار در کشاورزی»، سند همکاری فنی پسته (TCP) که به صورت دوره‌ای بین وزارت جهاد کشاورزی و فائو در راستای انتقال دانش فنی برای ارتقای تولید و صادرات پسته ایران برقرار می‌شود، برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی از جمله دوره مقدماتی ارزیابی حسی زیتون که به تازگی توسط شورای بین‌المللی زیتون برگزار شد، از جمله تعامل‌های سازنده ایران با تشکلهای و مرکزهای بین‌المللی است (FAO, 2023).

چالش دیگر فراروی صنعت باغبانی در واکنش به تحول‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی جهانی، دخالت دولت در اقتصاد کشور در عرصه جهانی است. مداخله دولت در بحث اقتصاد کشور در عرصه جهانی از چند جنبه شامل سیاست‌های نامناسب مداخله‌جویانه دولت در قیمت‌گذاری محصول‌های کشاورزی، پرداخت یارانه، کاهش بدون برنامه تعرفه‌ها، واردات بی‌رویه و در زمان نامناسب و همچنین، ممنوعیت و محدودیت صادرات برخی از محصول‌های کشاورزی قابل بررسی است که نه تنها تضعیف بازدهی سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی در مقایسه با بخش‌های دیگر اقتصاد و کاهش انگیزه تولید را در پی دارد، بلکه موجب کاهش موقعیت رقابت بین‌المللی ایران در تجارت جهانی می‌شود.

### **۱۱. کاهای شیوه‌های کاهش خسارت تغییر اقلیم به کشاورزی و تولیدهای باغبانی با نگرش بوم‌سازگار**

تغییر اقلیم به دلیل تغییر در مقدار بارش، دما و دیگر شرایط محیطی، تأثیرهای متنوعی بر صنعت باغبانی به ویژه درختان میوه و گل‌ها و گیاهان زینتی و تا حدی در گیاهان دارویی و سبزی‌ها دارند. برای کاهش آسیب‌های تغییر اقلیم در صنعت باغبانی، می‌توان از راهکارهایی که بر اساس الگوهای سازگاری با تغییرهای محیطی طراحی شده‌اند، بهره‌گیری کرد. بخشی از راهکارها و رویکردهای مدیریتی برای کاهش اثرهای تغییر اقلیم در زیر آمده‌اند.

#### **به‌نژادی درختان میوه با رویکرد تغییر اقلیم**

با بهبود تحمل یا مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مانند خشکی، گرما و آفت‌ها، به‌نژادی می‌تواند به حفظ یا افزایش بهره‌وری محصول‌های باغبانی کمک کند و همچنین، اثرهای محیطی را کاهش دهد. به‌نژادی رقم‌های متحمل به خشکی و شوری، بهبود تحمل گیاهان در برابر دماهای بالا و پایین، بهبود کارایی بهره‌گیری از مواد غذایی، به نژادی رقم‌های مقاوم به آفت‌ها و بیماری‌ها و به‌نژادی رقم‌های با نیاز سرمایی کم از جمله کارکردهای به‌نژادی در تعدیل تغییر اقلیم است. به‌نژادی سنتی هر چند روشی مطمئن و پایدار برای تغییر ژنتیکی گیاهان می‌باشد، اما در بسیاری از موارد روشی زمان‌بر و دشوار است. این دشواری‌ها در مورد درختان میوه که چرخه به‌نژادی طولانی دارند، از اهمیت بسیار بیشتری برخوردار است. با پدید آمدن دانش زیست‌فناوری و توسعه روزافزون آن، تحولی شگرف در بهبود ژنتیکی درختان میوه ایجاد شده است. با کمک فناوری‌های جدید، برنامه به‌نژادی درختان میوه هدفمندتر و بسیار سریع‌تر شده و امکان دستیابی به رقم‌ها و پایه‌های تجاری در بازه زمانی کوتاه، فراهم شده است. نشانگرهای مولکولی، گزینش به کمک نشانگر<sup>۱</sup>، انتقال ژن و تولید گیاهان ترانژن، توسعه فنون توالی‌یابی و ویرایش ژنوم از جمله مهمترین فنون زیست‌فناوری هستند که به کمک به‌نژادگران درختان میوه آمده‌اند تا بتوانند برنامه‌های به‌نژادی هدفمندتر و دقیق‌تری را انجام دهند. افزون بر این، با بهره‌گیری از این فناوری‌ها امکان تعدیل پیامدهای منفی ناشی از پدیده تغییر اقلیم وجود دارد (Dalla Costa et al., 2017; van Nocker & Gardiner, 2014).

#### **گزینش رقم‌های با نیاز سرمایی کم**

پس از گزینش و کاشت رقم‌های مناسب در باغ، لازم است که آن‌ها برای چندین دهه در مرحله تولید باقی بمانند. نیاز به پیش‌بینی و سازگاری با تغییرهای اقلیمی برای پرورش‌دهندگان محصول‌های درختی بسیار ضروری است. حتی گونه‌های تجاری موجود در میوه‌ها نیز ممکن است به دلیل تغییرهای اقلیمی، عملکرد ضعیفی داشته باشند. این مسئله موجب به‌وجود آمدن روش‌های کشت و کار مکانیکی و شیمیایی برای کاهش مشکل ناشی از سرمای ناکافی شده است (Haokip et al., 2020). بهره‌گیری از رقم‌های با نیاز سرمایی کم، عملی‌ترین راه حل برای مشکل سرمای ناکافی زمستان است.

## خنک کردن برای جبران نیاز سرمایی

روش دیگر برای انگیزش شکفتن جوانه، افزایش ساعت‌های سرما با سرد کردن تبخیری جوانه‌ها در دوره درون‌خفتگی<sup>۱</sup> است. سرمایش تبخیری به کاهش دمای جوانه در شرایط معتدل زمستانی کمک می‌کند و در نتیجه شمار ساعت‌های سرمای مورد نیاز برای جوانه‌زدن مناسب را افزایش می‌دهد. تأثیر هم‌افزایی ماده شیمیایی دورمکس (سیانامید هیدروژن) و خنک کردن تبخیری توسط آبیاری بارانی متناوب در ساعت‌های اوج گرمای روز در بهبود شکفتن جوانه و عملکرد در کیوی گزارش شده است (Allan et al., 1995). همچنین، در جاهایی که نگرانی سرمازدگی بهاره وجود دارد، پاشیدن آب روی جوانه‌ها موجب خنک شدن جوانه‌ها در دوره تأمین نیاز گرمایی شده و شکفتن جوانه به تأخیر افتاده و خطر سرمازدگی کمتر می‌شود (Uzun & Caglar, 2001).

## رویارویی با زمستان‌های گرم

زمستان‌های گرم‌تر به خاطر تغییر اقلیم، دشواری رو به رشد برای تولیدکنندگان میوه است. بسیاری از گونه‌ها و رقم‌های کنونی درختان میوه منطقه‌های معتدل برای تولید میوه خوب در تابستان به زمستان سرد طولانی نیاز دارند و تغییرهای اقلیمی چرخه طبیعی آن‌ها را بر هم می‌زند. بهره‌گیری از رقم‌های با نیاز سرمایی کم، یکی از راهبردهای کلیدی بر پایه الگوهای سازگاری با تغییر اقلیم در درختان میوه است. در حال حاضر برنامه‌های به‌نژادی چندی روی درختان میوه منطقه‌های معتدل برای دستیابی به رقم‌های با نیاز سرمایی پایین در حال انجام است (Salama et al., 2021).

## رویارویی با گرم شدن زود هنگام

آغاز زود هنگام فصل به عنوان پیامد منفی از تغییر اقلیم و به دنبال آن گلدهی زود هنگام درختان میوه، خسارت سرمای دیررس بهاره را افزایش می‌دهد. بنابراین، یکی از راهبردهای کاربردی برای تعدیل پیامد منفی ناشی از تغییر اقلیم، بهره‌گیری از رقم‌ها و گونه‌های دیرگل و دیربرگ است.

## بهره‌گیری از سودمندی‌های پایه‌های درختان میوه

پایه مناسب، یکی از راهبردها برای افزایش انعطاف‌پذیری به تغییر اقلیم است. بهره‌گیری از درختان پیوندی روی پایه‌های متحمل به تنش، به عنوان یک راه موثر و پایدار برای رویارویی با عامل‌های محدودکننده ناشی از تغییر اقلیم است. مشخص شده است که در مرکبات پایه 'Rangpur Lime' تحمل بیشتری نسبت به خشکی، آهک و فایتوفتورا دارد، بنابراین می‌تواند به عنوان پایه استفاده شود (Malhotra, 2017). در خرما، افزایش بیان ژن *S6PDH* موجب افزایش تولید سوربیتول و افزایش تحمل به شوری شد (Gao et al., 2001). ژن *MdGRF6* در سیب موجب افزایش تحمل به تنش شوری شد که با انتقال و افزایش بیان آن، می‌توان تحمل گیاهان به تنش شوری را افزایش داد (Zhu et al., 2023).

## پرهیز از ورود به خفتگی

در منطقه‌هایی با زمستان‌های ملایم‌تر، زمانی که برخی از درختان وارد خفتگی می‌شوند، اما نیاز سرمایی آن‌ها تأمین نمی‌شود، با روش‌هایی می‌توان از ورود گیاهان به شرایط خفتگی جلوگیری کرد و موجب شکفتن جوانه بدون تأمین نیاز سرمایی شد. مشاهده شده است که می‌توان به طور مصنوعی با برگ‌زدایی درختان درست پس از برداشت، موجب از سرگیری رشد، بدون نیاز به دوره خفتگی شد (Griesbach, 2007). گفته شده است که برگ‌زدایی درختان آن‌ها را توانا می‌سازد تا چرخه محصول سالانه خود را بدون نیاز به سرما از سر بگیرند که تولید میوه‌های معتدل را در کشورهای

مانند هند و کنیا ممکن کرده است (Luedeling *et al.*, 2009). آبیاری نکردن در طول فصل خشک پس از برداشت برای کمک به خفتگی یک فن رایج است (Griesbach, 2007). در مکزیک، هرس و آبیاری دیر هنگام تأثیر چشمگیری بر شکستن جوانه هلو داشت (Diaz *et al.*, 1985).

### مدیریت آب و خاک باغ‌ها

گزینه‌های زیادی در فناوری‌های مدیریت خاک، آب و کود وجود دارند که می‌توانند به سازگاری و کاهش اثرهای تغییر اقلیم کمک کنند. افزودن بقایای گیاهی و کود دامی به خاک‌های زراعی موجب بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود (Benbi *et al.*, 2011). به کارگیری خاکپوش، اثرهای نامطلوب گرمایش جهانی را کاهش می‌دهد و بهره‌وری زمین را به طور کلی حفظ می‌کند (Bhatt & Kukal, 2015). آبیاری پایدار با بهره‌گیری از سیستم‌های آبیاری هوشمند باید با هدف کاهش هدررفت آب، تامین نیازهای آبی محصول‌های کشاورزی و حفظ جریان‌های بوم‌شناختی در رودخانه‌ها و سفره‌های زیرزمینی باشد. در سطح کشتزار، می‌توان از راه جمع آوری رواناب‌ها و بهره‌گیری از آب‌های ذخیره شده برای فصل‌های کم باران، تا حدی از اثرهای تغییر اقلیم کاست.

### بهره‌گیری از فناوری‌های جدید در مدیریت باغ

فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های تصویربرداری ماهواره‌ای و ابزارهای پیشرفته اندازه‌گیری خاک و آب، به باغداران کمک می‌کنند تا بهترین تصمیم را برای کاشت، آبیاری و مدیریت محصول خود بگیرند. این فناوری‌ها بهبود عملکرد، کاهش هدررفت منابع و کاهش آسیب‌های تغییر اقلیمی را به دنبال دارند. از فناوری تصویربرداری بر پایه طیف‌سنجی با بهره‌گیری از فن‌های مختلف از جمله شبکه عصبی<sup>۱</sup>، واکاوی تجزیه خطی<sup>۲</sup>، الگوریتم تطبیق تصویر همبستگی محصول نرمال شده<sup>۳</sup> و مانند این‌ها شرایط را برای تشخیص طغیان آفت‌ها و بیماری‌ها و همچنین نوسان‌های آبی و تغذیه باغ‌ها بهره‌گیری می‌شود. یکی دیگر از کاربردهای فناوری‌های نوین به منظور مدیریت بهینه باغ‌ها با رویکرد تغییر اقلیم، بهره‌گیری از حسگرهای هوشمند تعیین وضعیت تغذیه‌ای و آب درختان میوه است. همچنین، دستکاری روزنه‌ها یکی از گلوگاه‌های مهم برای بهبود بازده مصرف آب می‌باشد (Bertolino *et al.*, 2019). از فناوری‌های نوین می‌توان در این زمینه کمک گرفت. برای نمونه، افزایش بیان ژن *EPF1* از راه بهبود بسته شدن روزنه‌ها بازده مصرف آب را بهبود می‌بخشد (Caine *et al.*, 2019).

### بهره‌گیری از ترکیب‌های شیمیایی در مدیریت باغ

در سال‌های اخیر، بررسی‌های بسیاری روی کاربرد فنون به‌زراعی برای کاهش تأثیر منفی تنش گرما بر درختان میوه متمرکز شده‌اند. برای نمونه، گزارش شده است که کائولن اثرهای مثبتی بر کاهش دمای شاخساره دارد و بدون این که بر تبادل گازی درختان میوه اثر منفی داشته باشد، عملکرد و کیفیت میوه را افزایش می‌دهد (Valentini *et al.*, 2021). در برخی از موردها می‌توان از ترکیب‌های شیمیایی برای شکستن خفتگی جوانه بهره گرفت. چندین ترکیب مانند روغن معدنی، تیورا و عصاره سیر، دارچین، قهوه، زنجبیل، میخک، کلوسنت، زیتون، سیر، فلفل قرمز، سیاهدانه و زردچوبه وجود دارند که برای شکستن خفتگی درختان به کار می‌روند (Seif El-Yazal *et al.*, 2014). افزون بر ترکیب‌های آلی برخی از ترکیب‌های شیمیایی مانند دورمکس و تیودیازورون یا ترکیب‌های نیتروژنی وجود دارند که در شکستن خفتگی زمستانی و انگیزش گلدهی نقش دارند و می‌توانند راهکاری کارآمد برای جایگزینی نیاز سرمایی و سازگاری با تغییر اقلیم باشند (Seif El-Yazal *et al.*, 2013; Salama *et al.*, 2021). بهره‌گیری از مواد آلی کمپوست، ورمی کمپوست و بیوجار<sup>۴</sup> به عنوان جایگزین پیت‌خزه در تولید گیاهان زینتی، راهبرد زیستی جالبی برای

ذخیره کربن در آن‌ها و کاهش آلودگی کربن در محیط است. برای نمونه، بیوپار می‌تواند کربن ذخیره شده را برای قرن‌ها نگه دارد و چرخه زندگی را بهبود بخشد (Alvarez et al., 2018).

### **بهره‌گیری از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی**

تأخیر در زمان باز شدن جوانه‌ها و ناهماهنگی باز شدن جوانه‌ها یکی دیگر از اثرهای تغییر اقلیم می‌باشد که به دلیل تأمین نشدن نیاز سرمایی می‌باشد. بهره‌گیری از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در درختان میوه می‌تواند راهکاری برای جبران بخشی از نیاز سرمایی باشد.

### **بهره‌گیری از گوناگونی محصول‌ها**

افزایش گوناگونی محصول‌ها موجب می‌شود که پرورش‌دهندگان درختان میوه در برابر خطرهای کمتری قرار بگیرند. برای نمونه، اگر در یک منطقه تنها یک میوه ویژه کشت شود، در صورتی که این محصول زیر تأثیر تغییرهای اقلیمی قرار بگیرد، پرورش‌دهندگان بخش بزرگی از درآمد خود را از دست خواهند داد و اگر محصول‌های گوناگونی در منطقه باشند، خطرهای کاهش می‌یابد (Dey et al., 2016).

### **بهره‌گیری از گلخانه، سایبان، توری و مواد ضد تعرق**

به بهره‌گیری از سایبان‌ها، شبکه‌های توری و محیط‌های کنترل شده برای مدیریت بسیاری از چالش‌های پیش‌روی گیاهان و درختان میوه مانند خشکسالی، تغییر اقلیم، فرسایش بستر کاشت، کنترل تنش‌های دمایی و عامل‌های خسارت‌زا مانند تگرگ، آفتاب سوختگی و حمله آفت‌ها توجه شده است. تولید محافظتی با بهبود شرایط تنشی و افزایش بازده مصرف نهاده‌ها و تولید، موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. در این راستا، بهره‌گیری از مواد ضد تعرق مانند کیتوسان<sup>۱</sup>، کائولین<sup>۲</sup> و مانند این‌ها که تابش گرمایی از قسمت‌های گیاه را بازتاب می‌دهند، موجب کاهش هدررفت آب در اثر تعرق و کاهش دمای سطح میوه و برگ می‌شوند (Chawla et al., 2011).

### **توجه به مهاجرت گیاهی**

در سال‌های اخیر فضاهای سبز و باغ‌های منطقه‌های مختلف کشور میزبان میهمانان جدیدی هستند که در سال‌های پیش امکان کامل کردن چرخه زندگی خود را در این منطقه‌ها نداشتند یا گیاهانی که در همان منطقه‌ها رشد بسیار خوبی داشتند و به علت گرم شدن جهانی و تغییرهای اقلیمی به شدت دچار مشکل گردیده‌اند و نمی‌توانند چرخه زندگی خود را به راحتی دهه‌های پیش، کامل کنند. پژوهش‌های ۳۰ ساله روی پدیده‌شناختی درختان سیب در ژاپن نشان داد که گرمایش جهانی موجب افزایش دوره رشد و کاهش دوره خفتگی شده است (Fujisawa & Kobayashi, 2010). در ایران نیز یافته‌های میدانی نشان می‌دهند که درختانی مانند گردو، چنار و افرا که در شهر شیراز به خوبی رشد می‌کردند و بسیار شاداب بودند، در سال‌های اخیر به علت گرمای تابستان نمی‌توانند رشد خوبی داشته باشند و دچار آفتاب‌سوختگی شدید برگ‌ها می‌شوند. همچنین، در شهرستان‌های جنوبی استان فارس مانند لار و جهرم در دهه‌های گذشته مرکبات به خوبی رشد و محصول با کیفیتی تولید می‌کردند، اما در سال‌های اخیر با تغییر اقلیم، این گیاهان در تابستان به علت گرمای شدید دچار آفتاب سوختگی شدید در میوه‌ها و سرشاخه‌ها شده و به شدت عملکرد و کیفیت میوه‌ها کاهش یافته است.

### **برنامه‌ریزی برای مدل‌سازی اقلیمی، پهنه‌بندی و تغییر الگوی کشت**

برنامه‌ریزی برای مدل‌های اقلیمی و پهنه‌بندی برای محصولات مختلف باغبانی در سطح کشور ضروری است، زیرا این گونه مدل‌سازی‌ها، تولیدکنندگان و دست‌اندرکاران بخش باغبانی کشور را توانا می‌سازد تا گام‌های مناسبی برای به کمینه رساندن تاثیرهای منفی تغییر اقلیم بردارند. تغییر الگوی کشت به عنوان یکی از راهکارهای همسوسازی بدون هزینه در رویارویی و کاهش زیان ناشی از تغییر اقلیم می‌باشد.

### **افزایش دی‌اکسیدکربن در گلخانه‌ها**

گیاهان پاسخ‌های متفاوتی به افزایش دی‌اکسیدکربن دارند. گیاهان زینتی سه‌کربنه واکنش سریعی به افزایش غلظت این گاز نشان می‌دهند، اما در رویارویی با دماهای زیاد همراه با افزایش این گاز، توان بهره‌گیری آن‌ها کاهش یافته یا باز داشته می‌شود. واکنش گیاهان زینتی چهارکربنه با گیاهان سه‌کربنه تفاوت دارد و تولید محصول و کارایی مصرف آب در آن‌ها در این شرایط بهبود می‌یابد (Guan et al., 2017).

### **آگاهی دادن زودهنگام از رخداد پدیده‌های ناشی از تغییر اقلیم**

آگاهی دادن زودهنگام از رخداد پدیده‌های ناشی از تغییر اقلیم توسط سازمان هواشناسی و اطلاع‌رسانی گسترده و متناسب با اقلیم و کشاورزی هر منطقه همانند اطلاع‌رسانی از احتمال رخداد بارش‌های غیرعادی، سیل و مانند این‌ها می‌تواند تا حدودی از خسارت این گونه پدیده‌ها بکاهد.

### **آموزش و ترویج**

آموزش و ترویج در زمینه‌های مختلف مرتبط با صنعت میوه‌کاری، می‌تواند به تولیدکنندگان کمک کند تا با تغییرهای اقلیمی بهتر رویارویی کنند و راهکارهایی موثر برای کاهش اثر آسیب‌های تغییر اقلیم بر صنعت باغبانی پیدا کنند. در این مسیر، ضمن آموزش باغداران پیشرو، همکاری و تعامل بین باغداران، دولت، سازمان‌های مرتبط و سایر نهادها می‌تواند به کاهش آسیب‌های تغییر اقلیم بر صنعت باغبانی کمک نماید. این همکاری و تعامل می‌تواند شامل تبادل دانش، ارائه حمایت مالی و فنی، توسعه سیاست‌های حمایتی و مدیریتی و مانند این‌ها باشد.

### **راهکارهای رویارویی با چالش‌های فراروی کشاورزی و صنعت باغبانی ایران**

به طور خلاصه، راهکارهای زیر برای حل بخشی از دشواری‌های فراروی صنعت کشاورزی و به ویژه زیر بخش باغبانی ایران در واکنش به تغییر اقلیم در رابطه با تحول‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی جهانی پیشنهاد می‌شوند.

- ❖ تقویت ارتباط‌های بین‌المللی ایران با مرکزها، مجمع‌ها و سازمان‌های بین‌المللی و پژوهشگران تراز اول جهان در راستای انتقال دانش فنی به کشور با هدف ارتقای تولید و صادرات محصولات کشاورزی.
- ❖ استفاده از رابطه‌های سیاسی برای حذف کشورهای واسطه در عرضه محصولات کشاورزی و عرضه مستقیم محصولات کشاورزی و باغبانی ایران در بازار جهانی.
- ❖ همکاری بین‌المللی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی افزایش یابد. همکاری بین‌المللی می‌تواند در بهبود فناوری‌های کشاورزی، بهبود مدیریت منابع طبیعی و رویارویی با چالش‌های مشترک کمک کند. اتحادیه‌ها و سازمان‌های مربوط می‌توانند در این زمینه اقدام‌های کلان‌تری را آغاز کنند (World Bank, 2014).
- ❖ اتخاذ راهبردهای میان‌مدت و بلندمدت برای بخش کشاورزی در عرصه جهانی و تسریع فرایند کاهش سیاست‌های مداخله‌جویانه دولت در تجارت جهانی بخش کشاورزی.

- ❖ اتخاذ سیاست‌های درست ارزی برای صادرات محصول‌های کشاورزی.
- ❖ با توجه به این که ایران در بیشتر زمینه‌های رقابتی در تجارت جهانی از رقبای خود ضعیف‌تر عمل کرده است، لازم است برای هر گروه از کالاهای کشاورزی، کارگروه تخصصی ایجاد شود تا روند تغییرها سرعت بیشتری داشته باشند.
- ❖ آینده‌پژوهی وضعیت کشاورزی و منابع طبیعی ایران با توجه به تغییرهای جهانی و روند رشد فناوری‌ها بسیار ضروری است. تقویت و تمرکز بیشتر به اقتصاد بر پایه کشاورزی و به ویژه باغبانی به عنوان محصول‌های با کارایی بالای مصرف آب و ارزآور از جمله مهم‌ترین راهکارها برای تقویت اقتصاد پایدار ایران، به ویژه در عرصه جهانی است.
- ❖ تقویت بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی با کاهش تعرفه‌ها، اتخاذ سیاست‌های تشویقی، کمک به بستن قراردادهای بین‌المللی و مانند این‌ها.
- ❖ به تبلیغات و بازاریابی حرفه‌ای و تلاش برای شرکت همه‌جانبه در نمایشگاه‌های بین‌المللی هرچه بیشتر پرداخته شود.
- ❖ با توجه به تأثیر مثبت فناوری بر صادرات محصول‌های کشاورزی و باغبانی، باید با ایجاد فضای امن سرمایه‌گذاری، ایجاد بسترها و امکان زیربنایی، اولویت‌بندی بخش‌های پربازده و ارتقای دانش و مهارت نیروی انسانی زمینه استفاده موثرتر از سودمندی‌های فناوری فراهم آید.
- ❖ کشاورزی و باغبانی پایدار که در برگرنده استفاده بهینه از آب، خاک و نهاده‌های طبیعی است، گسترش یابد.
- ❖ انواع صنعت برای کاهش وابستگی به کشاورزی که در برگرنده ایجاد صنعت‌های غذایی و فرآوری، ایجاد شغل‌های جدید در بخش صنعت و تولید کیفی محصول‌های کشاورزی است، گسترش یابد.
- ❖ برنامه‌ریزی برای مدل‌سازی اقلیمی و پهنه‌بندی برای محصول‌های مختلف باغبانی در ایران ضروری است.
- ❖ به کارگیری تغییر الگوی کشت به عنوان یکی از راهکارهای همسوسازی بدون هزینه در رویارویی و کاهش زیان ناشی از تغییر اقلیم، لازم است.
- ❖ برای تولید پایدار محصول‌های باغبانی، باید به باغداری به عنوان یک صنعت نگریسته شود و دنبال اجرای ایده‌هایی بود که با هزینه کمتر بتوانند باغ‌ها را از خطر سرمای بهاره و دیگر دشواری‌ها، حفظ کنند.
- ❖ برنامه‌ریزی و حمایت مالی از تولیدکنندگان بخش‌های مختلف باغبانی برای آمادگی آنان در برابر تأثیرهای تغییر اقلیم، از قبیل: سیستم‌های نوین آبیاری، استفاده از دستگاه‌های خنک‌کننده در زمان رشد محصول و پس برداشت آن، تغییر سیستم کشت به سمت کشت‌های گلخانه‌ای و همچنین بیمه محصول‌های باغبانی باید در دستور کار قرار گیرند.

### جمع‌بندی

در جمع، نبود شناخت علمی از کارکردها و تأثیرگذاری پدیده‌های طبیعی شامل قلمرو بیابانی و تغییر اقلیم و پدیده‌های انسان‌ساخت شامل مدیریت آب و تغییر کاربری زمین بر محیط‌های طبیعی کشور، در چند دهه گذشته، زمینه را برای شکل‌گیری این ابرچالش‌ها در منابع طبیعی و محیط زیست فراهم کرده است (فرآشینی و همکاران، ۱۴۰۲). چالش‌های فراروی کشاورزی و منابع طبیعی ایران نه تنها نشان‌دهنده این است که ایران یک کشور با نیازهای ویژه است، بلکه نشان‌دهنده وابستگی ایران به تحول‌های جهانی نیز می‌باشد. استفاده از راهکارهای کاهش خسارت و بهره‌گیری از فناوری‌های پایدار، می‌تواند ایران را به یک کشور با توسعه پایدار و مقاوم در برابر چالش‌های آینده تبدیل کند.

## منابع

- احمدی، حمزه؛ فلاح فاله‌ری، غلامعباس؛ باعقیده، محمد؛ امیری، محمداسماعیل. (۱۳۹۷). بررسی اثرهای تغییر اقلیم بر الگوی انباشت گرمایی منطقه‌های کشت درخت سیب در ایران در دوره آینده. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۵(۲)، ۳۵-۵۴.
- ایزدپناه، کرامت الله. (۱۴۰۳). مروری کوتاه بر فناوری‌های نوین در زمینه سنجش و مدیریت بیماری‌های ویروسی و شبه ویروسی گیاهان ۱ - سنجش. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۹(۱)، ۵۱-۶۴.
- بذرافشان، جواد؛ خلیلی، علی؛ زندپارسا، شاهرخ؛ سپاس‌خواه، علیرضا؛ علیزاده امین؛ فرهودی، جواد. (۱۴۰۱). واکاوی اسنادی فناوری‌های نوین آبیاری و آب کشاورزی در جهان و امکان بومی‌سازی آن‌ها در ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۷(۲)، ۱۳۹-۱۵۸.
- خوشخوی، مرتضی؛ وحدتی، کورش؛ صالحی، حسن؛ عزیزی، مجید؛ عشقی، سعید؛ حقیقی، مریم؛ گریگوریان، وازگین؛ تفضلی، عنایت اله. (۱۴۰۲). راهکارهای بومی‌سازی فناوری‌های نوین صنعت باغبانی ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸(۱)، ۱۷-۲۸.
- زندپارسا، شاهرخ؛ دیداری، شهره؛ سپاس‌خواه، علیرضا. (۱۴۰۳). کاهش تدریجی مصرف آب کشاورزی گامی مؤثر در سازگاری با کمبود آب در ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۹(۱)، ۱۹-۳۴.
- شاکری، منصور. (۱۳۸۴). بررسی اثرهای سرمای زودرس پاییزه روی درختان انار. *همایش علمی کاربردی راههای مقابله با سرمازدگی. سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، ایران*.
- شریفی تهرانی، عباس؛ مهدوی دامغانی، عبدالمجید. (۱۴۰۲). بررسی فناوری‌های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی در ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸(۱)، ۱۶-۱.
- ضیایی، محمد، امیری باغبادرانی، فاطمه؛ عباسی، سارا؛ روشنی، سمیه. (۱۳۹۰). *اثر عامل‌های اقلیمی بر کاهش جمعیت پسیل مولد گزائنگین Cyamophila dicora (loginova) در مراتع‌های گون‌گزی Astragalus adscendens Bois's & Housskn شهرستان خوانسار در زاگرس مرکزی*. همایش ملی جنگل‌های زاگرس مرکزی، قابلیت‌ها و تنگناها. ۲-۳ آذر، خرم‌آباد، لرستان.
- عباسپور گیلانده، یوسف و محتسبی، سید سعید. (۱۴۰۳). مروری بر فناوری‌های نوین بوم‌سازگار در کشاورزی هوشمند. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۹(۱)، ۶۵-۷۶.
- فرآشینی، محمدابراهیم؛ غنایی، صدیقه؛ کازرانی، فرزانه؛ ناجی، حمیدرضا؛ عسکری، حسن؛ و همکاران. (۱۴۰۲). درآمدی بر حفاظت پایدار از عرصه‌های طبیعی ایران، چالش‌ها و راهبردها. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸(۱)، ۸۵-۱۰۲.
- کشاورز، عباس؛ فکاری سردهایی، بهزاد؛ بیکی، اعظم؛ خسروی، عبدالرحیم؛ فارسی، محمد مهدی؛ ملکیان، راحله؛ نژدعلی، عاطفه. (۱۳۹۹). *چالش‌های موجود در بخش کشاورزی ایران*. مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران.
- کیانی، سروش؛ شهرکی، جواد؛ اکبری، احمد؛ سردار شهرکی، علی. (۱۳۹۸). اثر تغییرهای اقلیمی بر تولید بخش کشاورزی ایران: مطالعه موردی محصول گندم. *پژوهش‌های کاربردی زراعی*، ۳۲(۴)، ۱۰۹-۱۲۷.
- هاشمی، سید مجید. (۱۳۸۹). بررسی تاثیر کاربرد تجارت الکترونیکی بر میزان صادرات فرآورده های نفت، گاز و پتروشیمی. *پژوهشنامه بازرگانی*، ۱۴(۵۴)، ۱۷۱-۲۰۰.
- هاشمی نسب، حجت؛ جوانشاه، امان‌اله؛ پناهی، بهمن؛ اسماعیل‌پور، علی؛ و قاسمی، مصطفی. (۱۳۹۸). *تغییرهای آب و هوایی، گرمایش جهانی و تامین نیاز سرمایی درختان پسته: چالش‌ها و راهکارها*. موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته، کرمان.

- یداللهی، عباس؛ برزگر، کاظم؛ ساریخانی خرمی، سعادت؛ اسدی، اکرم؛ فتوحی، آقارضا. (۱۳۹۱). سرمازدگی درختان میوه و مدیریت آن در باغها. انتشارات میثاق فرزنانگان (به سفارش وزارت جهاد کشاورزی): ۲۳۸ ص.
- Allan, P., Linsley-Noakes, G. C., Holcroft, D. M., Brunette, S. A., Bumett, M. J., & Cathcart-Kay, A. (1995, September). Kiwifruit research in a subtropical area. In *III International Symposium on Kiwifruit 444* (pp. 37-42).
- Benbi, D. K., Manch&a, J. S., Gossal, S. K., Walia, S. S., Toor, A. S., & Minhas, P. S. (2011). Soil health issues for sustaining agriculture in Punjab. *Research Bulletin*, 4, 42.
- Bhatt, R., & Kukal, S. S. (2015). Soil moisture dynamics during intervening period in rice-wheat sequence as affected by different tillage methods at Ludhiana, Punjab, India. *Soil & Environment*, 34(1).
- Bhattacharjee, P., Warang, O., Das, S. & Das, S. (2022). Impact of climate change on fruit crops:-A review. *Current World Environmental*. 17(2), 319-330.
- Bisbis, M.B., Gruda, N.S. & Blanke, M.M. (2019). Securing horticulture in a changing climate—A mini review. *Horticulturae*, 5(3), 56.
- Chawla, R., Sheok&, A., Rai, M. R., & Kumar, R. (2011). Impact of climate change on fruit production & various approaches to mitigate these impacts. *Tropical Fruits*, 26.
- Dalla Costa, L., Malnoy, M. & Gribaudo, I., (2017). Breeding next generation tree fruits: technical & legal challenges. *Horticulture Research*, 4(1), 1-11.
- del Carmen Orozco-Mosqueda, M. (2020). ACC deaminase in plant growth-promoting bacteria (PGPB): An efficient mechanism to counter salt stress in crops. *Microbiological Research*. 235, 126439.
- Diaz, D. H., Alvarez, A., & S&oval, J. (1985, December). Cultural & chemical practices to induce uniform bud break of peach & apple under warm climates in Mexico. In *II International Workshop on Temperate Zone Fruits in the Tropics & Subtropics 199* (pp. 129-136).
- FAO. (2023). Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO) in the Islamic Republic of Iran. <https://www.fao.org/iran/news/en/>
- Fujisawa, M., & Kobayashi, K. (2010). Apple (*Malus pumila* var. *domestica*) phenology is advancing due to rising air temperature in northern Japan. *Global Change Biology*, 16(10), 2651-2660.
- Gao, M., Tao, R., Miura, K., Dandekar, A. M., & Sugiura, A. (2001). Transformation of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) with apple cDNA encoding NADP-dependent sorbitol-6-phosphate dehydrogenase. *Plant Science*, 160(5), 837-845.
- Griesbach, J. (2007). *Growing temperate fruit trees in Kenya*. World Agroforestry Centre.
- Guan, K., Sultan, B., Biasutti, M., Baron, C., Lobell, D.B. (2017). Assessing climate adaptation options & uncertainties for cereal systems in West Africa. *Agric. Forest Meteorol.*, 232, 291-305.
- Hajinia, Z., Sarikhani, S. & Vahdati, K., (2021). Exploring low-chill genotypes of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in west of Iran. *Genetic Resources & Crop Evolution*. 68, 2325-2336.
- Haokip, S.W., Shankar K. & Lalringheta J. (2020). Climate change & its impact on fruit crops. *Journal of Pharmacognosy & Phytochemistry*, 9(1), 435-438.
- IPCC. (2007). Climate change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L., Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA, 996 p.
- Kent P. (2008). Helping fruit trees cope with global warming. *Clemson University*. <http://www.clemson.edu/biosci/faculty/bielenberg>
- Khaksar, A. H., Yaghoubi, M., & Kalateharabi, V. (2014). Determining revealed comparative advantage & target markets for Iran's stone fruits. *Journal of Agricultural Science & Technology*; 16, 253-264.
- Luedeling, E., (2012). Climate change impacts on winter chill for temperate fruit & nut production: a review. *Scientia Horticulturae*. 144, 218-229.
- Luedeling, E., Zhang, M. & Girvetz, E.H. (2009). Climatic changes lead to declining winter chill for fruit & nut trees in California during 1950–2009. *PLoS ONE*. 2009; 4:e6166.
- Malhotra, S. K. (2017). Horticultural crops & climate change: A review. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(1), 12-22.

- Moretti, C.L., Mattos, L.M., Calbo, A.G. & Sargent, S.A. (2010). Climate changes & potential impacts on postharvest quality of fruit & vegetable crops: A review. *Food Research International*. 43(7), 1824-1832.
- Muchie, A. & Assefa, F. (2021). Impact of climate change on horticultural crops production & quality: A Review. *American Journal of Bioscience & Bioengineering*. 9(6), 156-161.
- New, M., Hulme, M. & Jones, P. (1999). Representing twentieth century space-time climate variability. Part I. Development of a 1961–1990 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climatology*. 12, 829-856.
- NIFTS. (2004). The least information on environmental topics from Japan to the world. How Will Global Warming Affect Fruit Production. <http://www.japanfs.org>.
- Parmesan, C. (2007). Influences of species, latitudes & methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology*. 13(9), 1860-1872.
- Rehman, M.U., Rather, G.H., Gull, Y., Mir, M.R., Mir, M.M., Waida, U.I. & Hakeem, K.R. (2015). Effect of climate change on horticultural crops. In: *Crop production & global environmental issues*, Springer, Cham. pp. 211-239.
- Reilly, J., Tubiello, F., McCarl, B., Abler, D., Darwin, R., Fuglie, K., Hollinger, S., Izaurralde, C., Jagtap, S., Jones, J., Mearns, L., Ojima, D., Paul, E., Paustian, K., Riha, S., Rosenberg, N. & Rosenzweig, C. (2003). Agriculture & climate change: new results. *Climatic Change*. 57, 43-69.
- Salama, A. M., Ezzat, A., El-Ramady, H., Alam-Eldein, S., Okba, S., Elmenofy, H., Hassan, I., Illés, A. & Holb. I. (2021). Temperate fruit trees under climate change: Challenges for dormancy & chilling requirements in warm winter regions. *Horticulturae* 7 (4), 86.
- Sandor, M.E., Aslan, C.E., Pejchar, L. & Bronstein, J.L. (2021). A mechanistic framework for understanding the effects of climate change on the link between flowering & fruiting phenology. *Frontiers in Ecology & Evolution*. 9, 752110.
- Scaven, V.L. & Rafferty, N.E. (2013). Physiological effects of climate warming on flowering plants & insect pollinators & potential consequences for their interactions, *Current Zoology*. 59, 418–426.
- Seif El-Yazal, M.A.S.; El-Yazal, S.A.S.; Rady, M.M. (2014). Exogenous dormancy breaking substances positively change endogenous phytohormones & amino acids during dormancy release in ‘Anna’ apple trees. *Plant Growth Regul*, 72, 211–220.
- Seif El-Yazal, M.A.S.; Rady, M.M. (2013). Trees foliar-applied Dormex™ or thiourea-enhanced proline & biogenic amine contents & hastened breaking bud dormancy in “Ain Shemer” apple. *Trees*, 27, 161–169.
- Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H.H. & Battaglia, M.L. (2021). Drought stress impacts on plants & different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*. 10(2), 259.
- Subedi, S. (2019). Climate change effects of Nepalese fruit production. *Advances in Plants Agricultural Reserch*. 9(1), 141-145.
- Swaminathan, M.S. & Kesavan, P.C. (2012). Agricultural research in an era of climate change. *Agricultural Research*. 1(1), 3-11.
- Uzun, M., & Caglar, S. (2001). The effect of evaporative cooling on pistachio bloom delay. In *XI GREMPA Seminar on Pistachios & Almonds. Zaragoza: CIHEAM* (pp. 219-222).
- Vahdati, K. & Leslie, C. (2013). Abiotic stress: plant responses & applications in agriculture, *BoD–Books on Dem*. 420p. DOI: 10.5772/45842
- Vahdati, K., Massah Bavani, A.R., Khosh-Khui, M., Fakour, P. & Sarikhani, S. (2019). Applying the AOGCM-AR5 models to the assessments of land suitability for walnut cultivation in response to climate change: A case study of Iran. *PLoS One*. 14(6), p.e0218725.
- Valentini, G., Pastore, C., Allegro, G., Muzzi, E., Seghetti, L. & Filippetti, I. (2021). Application of Kaolin & Italian Natural Chabasite-Rich Zeolite to Mitigate the Effect of Global Warming in *Vitis vinifera* L. cv. Sangiovese. *Agronomy*, 11(6), p.1035.
- van Nocker, S. & Gardiner, S.E. (2014). Breeding better cultivars, faster: applications of new technologies for the rapid deployment of superior horticultural tree crops. *Horticulture Research*, 1(1), 1-8.
- World Bank. (2014). International Cooperation for Agricultural & Natural Resource Management in a Global Context. Second Lao Environment & Social Project (former Protected Area & Wildlife Project) (P128393). 40P.
- Zhu, Y., Kuang, W., Leng, J., Wang, X., Qiu, L., Kong, X., ... & Zhao, Q. (2023). The apple 14-3-3 gene MdGRF6 negatively regulates salt tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 14.

## **Challenges of Climate Change in Horticulture and Strategies to Adapt to Them**

**Khosh-Khui, M.<sup>1</sup>, Vahdati, K. Eshghi, S., Grigorian, V., Salehi, H.,  
Azizi, M. and Haghighi, M.<sup>2</sup>**

So far, there has not been a comprehensive study on the effect of climate change and global warming on horticultural products such as fruits, flowers, vegetables, and medicinal plants. Despite this, the few available data show that these changes are more effective on fruit trees, especially temperate and semi-tropical fruit trees. Climate change and global warming affect fruit production and phenology, cold requirement, temperature stress, pollination, water and soil status of orchards, pests and diseases, and fruit quality as well as boundaries of fruit tree cultivation. The strategies to cope with these difficulties are breeding cultivars with low cold requirement, cooling to compensate for cold requirement, dealing with hot winters and early warming, using appropriate rootstocks, avoiding entering dormancy, managing orchard water and soil, using new technologies, using chemical compounds and growth regulators, creating crop diversity, using different types of greenhouses, Attention to plant migration, modeling of climate, zoning and changing the cultivation pattern. Challenges of climate change and global warming in horticulture and strategies to adapt to them, are fully discussed in this article.

**Key words:** Fruit trees, Global warming, Horticultural challenges, Strategies, Technology.

---

1. Corresponding author, Email: mkhoshkhui@yahoo.com

2. Members of Horticultural Science Branch of I.R. Academy of Sciences, Professors of Shiraz University, Tehran University, Shiraz University, Tabriz University, Shiraz University, Ferdowsi University of Mashhad, and Associate Professor of Isfahan University of Technology, respectively.