بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر علف‌های‌هرز زعفران (*Crocus sativus* L.)

محبوبه ناصری*[1]- عباس عباسیان[2]
به ترتیب ۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشگاه تربت حیدریه و ۲- دکتری زراعت و رئیس مرکز جهاد کشاورزی کدکن شهرستان تربت حیدریه
M.naseri@torbath.ac.ir

خلاصه

تغییر اقلیم به همراه تهاجم گیاهی دو مسأله مهم در شکل‌گیری آشفتگی‌های اکوسیستم و تهدیدی برای تنوع زیستی در قرن بیست و یکم می‌باشند. زعفران یکی از گیاهان استراتژیک کشور بوده که با تغییر اقلیم دستخوش تغییرات زیادی خواهد شد. نتایج مطالعات محققان نشان داده است تغییر اقلیم باعث تعویق زمان ظهور گل و افزایش نیاز آبی زعفران و گسترش آن در مناطقی که روبه خشکی هستند (مانند خراسان شمالی) خواهد شد و به تبع آن بازدهی عملکرد آن کاهش خواهد یافت. بر اساس گزارش محققان در صورت عدم کنترل علف‌های‌هرز در مزرعه زعفران عملکرد بسته به تعداد و نوع علف‌هرز از ۱۵ تا ۸۰ درصد کاهش خواهد داشت. بررسی‌های این تحقیق نشان داد پدیده تغییر اقلیم، پی‌آمدهای قابل توجهی را بر زیست شناسی، رقابت، پراکنش و روش های کنترل علف‌های‌هرز به همراه خواهد داشت. افزایش دما منجر به تاخیر در گلدهی و افزایش طول دوره نمو زعفران شده و به تبع آن طول دوره حضور علف‌های‌هرز در مزرعه زعفران افزایش یافته و باعث کاهش عملکرد آن خواهد شد. با افزایش دی‌اکسیدکربن رقابت بین زعفران و علف‌های‌هرز چهار کربنه تغییر پیدا کرده و به نفع علف‌های‌هرز چهار کربنه مانند پنجه‌مرغی خواهد شد. با تغییر اقلیم الگوی پراکنش علف‌های‌هرز در مزارع زعفران تغییر پیدا کرده و علف‌های‌هرز مهاجم مانند گل‌گندم (*Centaurea cyanus*) و علف‌پشمکی (*Bromus tectorum*) در برخی از نقاط افزایش خواهد یافت. در نهایت تغییرات اقلیم منجر به کاهش کارایی روش کنترل علف‌های-هرز مانند استفاده از علف‌کش گلیفوست و روش کنترل فیزیکی و مکانیکی خواهد شد که این امر باعث کاهش عملکرد زعفران خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: گیاهان مهاجم، گرمایش جهانی، رقابت علف‌های‌هرز، پراکنش علف‌های‌هرز

مقدمه

زعفران گیاهی از تیره گیاهی زنبق، یکی از محصولات استراتژیک کشور به خصوص در استان های خراسان رضوی و جنوبی است. ایران با تولید ۹۴ درصد زعفران دنیا بزرگترین تولید کننده این گیاه می‌باشد. بر اساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی سطح کشت زعفران در کشور حدود ۱۰۵ هزار هکتار می‌باشد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵). از این سطح در حدود ۹۴ درصد سطح زیر کشت مربوط به استان‌های خراسان رضوی و جنوبی می باشد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵).

تغییر اقلیم[1] به همراه تهاجم گیاهی دو مسأله مهم در شکل‌گیری آشفتگی‌های اکوسیستم و تهدیدی برای تنوع زیستی در قرن بیست و یکم می‌باشند. امروزه موضوع تغییر اقلیم جهانی در اثر فعالیت‌های بی‌رویه انسان بیش از هر زمان دیگری

[1] - Climate Change

مورد بحث دانشمندان و سیاست‌گذاران در عرصه‌های بین‌المللی است. بدون تردید عوارض ناشی از افزایش گازهای گلخانه-ای که با گرم شدن کره زمین همراه است می‌تواند بر کلیه فعالیت‌های آتی انسان در زمینه‌های مختلف و به ویـژه تولیـدات غذایی مؤثر واقع شود (کوچکی و حسینی، ۱۳۸۵). تغییرات اقلیمی باعث تغییر ترکیب گونـه‌ای در جوامـع گیـاهی شـده و تهاجم گیاهی[1] را تشدید می‌کند (Bradley et al, 2010). از این رو پیش‌بینی رفتار تهاجمی یـک گیـاه بـویژه در شـرایط تغییر اقلیم، نقش مهمی را در برآورد پتانسیل تأثیر این گونه‌ها دارد. تغییر اقلیم و تأثیرات متعاقب آن نگرانی‌هایی را در بر-داشته که توجه به آن را ضروری ساخته است. عمده تغییرات اقلیم ، تغییر دما، بارندگی و غلظت CO_2 می‌باشد (Bethany et al, 2010).

ارزیابی‌های انجمن تغییر اقلیم آمریکا نشان می‌دهد که افزایش CO_2 و گازهای گلخانه‌ای می‌تواند منجر بـه افـزایش درجـه حرارت بین ۳ تا ۱۲ $^{\circ}C$ شود (IPCC, 2007). مدل‌های مختلف گردش عمومی افزایش دمـای کـره زمـین را بـرای سـال ۲۰۶۰ میلادی بین ۲ تا ۳/۵ $^{\circ}C$ برآورد کرده‌اند. همچنین آخرین گزارش هیات بین‌الـدول تغییـر اقلـیم میـانگین افـزایش دمای جهان را برای سال ۲۰۵۰ در حدود ۳ $^{\circ}C$ و در پایان قرن حاضر حدود ۱/۸ تا ۴/۵ $^{\circ}C$ بـرآورد کـرده اسـت. چنانچـه غلظت گازهای گلخانه‌ای با سرعت فعلی (۱/۹ ppm در سال) افزایش یابد، تقریبا اغلـب مـدل‌هـای موجـود بـرای افـزایش میانگین دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ میلادی بین ۱/۸ تـا ۵ $^{\circ}C$ اسـت (Pauw et al, 2000؛ IPCC, 2007؛ کـوچکی و همکاران، ۱۳۹۴).

گیاهان از طریق افزایش فتوسنتز و کاهش هدایت روزنه‌ای به افزایش غلظت CO_2 پاسخ می‌دهند و سایر اثرات افزایش غلظت این گاز بر گیاه و اکوسیستم ناشی از تغییر در این دو فرآیند بنیادی است (Long et al, 2004). بر اساس برآوردهای مجمع بین‌الدول تغییر اقلیم[2] در غلظت‌های ۵۰۰ ppm تا ۵۵۰ ppm گازکربنیک میانگین افزایش فتوسنتز برای گیاهان C_3، ۳۵-۳۰ درصد و برای گیاهان C_4، ۲۵-۱۰ درصد است (IPCC، 2007). افزایش مقاومت روزنه‌ای نیز با کاهش تعرق موجب افزایش کارآیی مصرف آب در گیاهان خواهد شد (Asseng et al, 2004). با وجودی که نقش حاصلخیز کننده CO_2 بر بهبود رشد گیاهان به اثبات رسیده است، ولی افزایش دما ناشی از گرمایش جهانی این تأثیر مثبت را خنثی خواهد کرد. البته افزایش دما در مناطق واقع در عرض‌های شمالی که با محدودیت طول فصل رشد مواجه هستند مطلوب خواهد بود در حالیکه افزایش دما در مناطق گرم و خشک تولید را بشدت محدود می‌سازد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۴).

مطالعات اندکی در مورد پیامدهای تغییر اقلیم بر علف‌هایهرز گیاه استراتژیک زعفران انجام شده است. هدف از این تحقیق بررسی اثرات مختلف تغییر اقلیم بر بیولوژی، رقابت، پراکنش و مدیریت علف‌هایهرز می‌باشد.

علف‌هایهرز زعفران

علف‌هایهرز یکی مهم‌ترین تنش‌های زیستی[3] بر گیاهان در کشاورزی هسـتند (Preston, 2014). علـف‌هـایهـرز معمـولاً گیاهان ناخواسته‌ای هستند که وارد بوم نظام‌های زراعی می‌شوند و با کسب منابع محدود (آب، عناصر غذایی و نور) با گیاه زراعی رقابت می‌کنند (Rathore et al, 2014). این گیاهان عملکرد محصـول زراعـی را کـاهش داده و بخـش عمـده‌ای از نیروی کار و فن‌آوری صرف جلوگیری از کاهش عملکرد ناشی از حضور آن‌هـا در مزرعـه مـی‌شـود. در کشـورهای در حـال توسعه، ۲۵ تا ۱۲۰ روز از وقت کشاورزان صرف وجین دستی علف‌هایهرز موجود در هر هکتار زمین زراعی می‌شود. این در حالی است که در همین شرایط حدود ۲۵ درصد از عملکـرد گیـاه زراعـی در رقابـت بـا علـف‌هـایهـرز از دسـت مـی‌رود

[1] - invasion Plant
[2] - Intergovermental Panel for Climate Change (IPCC)
[3] - Biotic Stresses

(Libeman et al, 2001). خسارت علف‌های‌هرز با توجه به چند ساله بودن زعفران و رشد سبزینه‌ای اندک در سال‌های اول رشد و نیز به خاطر استفاده زارعین از کودهای دامی آلوده، قابل توجه می‌باشد و اگر علف‌های‌هرز به موقع کنترل نشوند، می‌توانند عملکرد را بسته به تعداد و نوع علف‌هرز از ۱۵ تا ۸۰ درصد کاهش دهند (جوادزاده، ۱۳۸۷). بر اساس بررسی‌های انجام شده در مزارع زعفران خراسان رضوی و جنوبی در مجموع ۱۱۳ گونه علف هرز یکساله و ۷۱ گونه علف-هرز چند ساله در مزارع زعفران می‌رویند. بیشترین گونه مربوط به خانواده کاسنی و گراس‌ها بوده است (راشد و همکاران، ۱۳۸۱).

جدول۱- مهم ترین علف های هرز مهم شناسایی شده مزارع زعفران

نام علمی علف هرز	نام فارسی	تیره گیاهی	شکل رویشی	چرخه رویشی	مسیر فتوسنتزی
Hordeum spontaneum	جودره	Poaceae	تک لپه	یکساله	C_3
Hordeum murinum L.	جوموشی	Poaceae	تک لپه	یکساله	C_3
Cardaria draba L.	ازمک	Brassicaceae	دولپه	یکساله	C_3
Alhagi camelorum	خارشتر	Asteraceae	دولپه	چند ساله	C_3
Centaurea cyanus L.	گل گندم	Asteraceae	دولپه	یکساله	C_3
Iris sp.	زعفران وحشی	Iridaceae	تک لپه	چند ساله	C_3
Acroptilon repens	تلخه	Asteraceae	دولپه	یکساله	C_3
Alyssum hirsutum	سیر وحشی	Iridaceae	تک لپه	چند ساله	C_3
Amaranthus retroflexus	تاج خروس	Amaranthaceae	دولپه	یکساله	C_4
Cyperus rotundus	اویارسلام	Cyperaceae	تک لپه	چند ساله	C_4
Cynodon dactylon	پنجه مرغی	Poaceae	تک لپه	چند ساله	C_4
Cirsium arvense	خارلته	Asteraceae	دولپه	چند ساله	C_3
Chenopodium album	سلمه	Chenopodiaceae	دولپه	یکساله	C_3
*Convolvulus arvensis*L	پیچک	Convolvulaceae	دولپه	چند ساله	C_3
Bromus tectorum L.	علف پشمکی	Poaceae	تک لپه	یکساله	C_3
Polygonum aviculare L.	علف هفت بند	Polygonaceae	دولپه	یکساله	C_3

تاثیر تغییر اقلیم بر زعفران

در حال حاضر کشت زعفران در کشور به لحاظ تغییرات اقلیمی که در ده سال اخیر شاهد آن بوده‌ایم (بارندگی کمتر و هوای گرمتر) از منطقه جنوب و شمال شرق خراسان به خراسان شمالی و دیگر نقاط ایران که با بحران کم آبی مواجه شده‌اند توسعه یافته است (بازوبندی، ۱۳۹۶). به طور کلی نتایج برآوردهای موجود حاکی از آن است که نقاط خشک و نیمه خشک جهان، خشک‌تر خواهند شد.

تغییرات اقلیمی می‌تواند مراحل کاشت یک نوع گیاه را تحت تاثیر قرار داده و زمان کاشت آن را بطور قابل ملاحظه‌ای جابجا کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸). تاثیر افزایش دما بر رفتار گلدهی زعفران به دلیل ویژگی‌های خاص رشد و نمو

آن پیچیده است. در واقع زعفران زمانبندی دوره خواب و فعالیت بیولوژیکی خود را طوری با رژیم حرارتی سالانه تنظیم کرده است که انطباق مراحل نمو با شرایط نامناسب محیطی حداقل شده و حداکثر استفاده از فصل رشد ممکن گردد و این مکانیزم باعث سازگاری دقیق ژنوتیپ‌های بومی زعفران به شرایط اقلیمی محلی شده است. بروز تغییرات سریع اقلیمی این سازگاری را دگرگون کرده و رفتار گلدهی این گیاه را دچار اختلال خواهد ساخت (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸).

زعفران به دوره های حرارتی حساس است و بیشترین تأثیر را از تغییر اقلیم می‌گیرد. در مرحله القای گل‌دهی، مرحله اول نمو شکل می گیرد. دمای بهینه رشد زعفران $^{\circ}C$ ۱۸ است (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۶). بر اساس نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (۱۳۸۸) طول دوره نمو زعفران به ازای هر $^{\circ}C$ ۱ افزایش میانگین دما نسبت به شرایط فعلی حداقل ۳۲ و حداکثر ۳۸ روز افزایش خواهد یافت. بر اساس این مطالعه در صورتی که گرمایش جهانی ناشی از تغییر اقلیم باعث افزایش میانگین درجه حرارت به میزان ۱/۵ تا $^{\circ}C$ ۲ شود، زمان ظهور گل در مناطق تولید زعفران در استانهای خراسان رضوی و جنوبی بسته به شدت گرمایش تا اواخر آذرماه به تعویق خواهد افتاد. نتایج محققان حاکی از آن است که با بروز پدیده تغییر اقلیم و تأثیرات منفی این پدیده بر منابع آب، نیاز آبی زعفران به احتمال زیاد افزایش خواهد داشت (Wang et al, 2014). همچنین تغییر اقلیم اثرات منفی روی نیاز آبی زعفران خواهد داشت (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۹۴).

تاثیر تغییر اقلیم بر علف‌های‌هرز زعفران

الف- تاثیر تغییر اقلیم بر بیولوژی علف‌های‌هرز زعفران

شواهد آزمایشی نشان می‌دهد که تسریع مراحل فنولوژی مهمترین پی‌آمد افزایش دما در گیاهان است. محققان با مطالعه ۵۴۲ گونه گیاهی در ۲۶ کشور اروپا که شامل ۱۲۵ هزار سری زمانی بود دریافتند که در فاصله سالهای ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰ میلادی در ۷۸ درصد موارد سرعت نمو به دلیل بالا رفتن دما افزایش یافته و طول مراحل کوتاه‌تر شده است (Menzel et al, 2006). کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد ناشی از افزایش دما در اغلب گیاهان زراعی باعث کاهش عملکرد می‌شود زیرا تابش کمتری جذب شده و زمان کمتری برای تجمع ماده خشک در اختیار گیاه خواهد بود (Fulco and Senthold, 2006). دامنه دمای پایه برای نمو فنولوژیکی گونه‌های علف‌هرز می‌تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد. این بدان معناست که علف‌های‌هرز در مجموع، در برابر تغییرات اقلیمی (به ویژه با توجه به زمستان‌های معتدل‌تر و بهارهای زودهنگام) نسبتاً سازگار هستند. در مقابل گیاهان زراعی که معمولاً در آن‌ها یک رقم مشخص در یک زمان معین کاشته می‌شوند و جوانه‌زنی و نمو اولیه آن‌ها ممکن است خسارت زیادتری در برابر تغییرات اقلیمی ببینند (Ziska and Dukes, 2011).

در شرایط افزایش دما طول دوره نمو زعفران افزایش یافته و شروع گلدهی با تاخیر انجام خواهد شد و این مساله طول دوره حضور علف‌های‌هرز را در مزرعه زعفران افزایش خواهد داد و در نتیجه بازدهی زعفران کاهش خواهد یافت.

ب- تاثیر تغییر اقلیم بر رقابت علف‌های‌هرز با زعفران

مشاهدات متعدد واکنش گونه‌های C_3 و C_4 به افزایش CO_2 نشان می‌دهد که گونه‌های C_3 واکنش پذیرتر هستند. به طور کلی عقیده بر این است که گرم شدن دمای کره زمین رشد و نمو را برای گونه‌های C_4 نسبت به گونه‌های C_3 مساعدتر می‌کند و دلیل آن هم درجه حرارت مطلوب بالاتر برای فتوسنتز و رشد در گونه های C_4 است. از طرف دیگر افزایش CO_2 برای گونه‌های C_3 مطلوب است (کوچکی و حسینی، ۱۳۸۵). یک اصل معمول مورد قبول در دانش علف‌های‌هرز این است

که در میان بدترین[1] علف‌های‌هرز، بسیاری از آن‌ها دارای مسیر فتوسنتزی C_4 هستند، در حالی که بیشتر گیاهان زراعی، گیاهان C_3 هستند. از میان ۱۸ علف‌هرز از بدترین علف‌های‌هرز دنیا، ۱۴ علف هرز C_4 هستند، در مقابل از ۱۲ گیاه زراعی که ۷۵ درصد غذای دنیا را تأمین می‌کنند، فقط ۴ گیاه زراعی C_4 است (Ziska and Dukes, 2011).

محیط زیست به روش های مختلف بر رقابت علف هرز با گیاه زراعی موثرند، مانند اثرات آن ها بر جوانه زنی، رشد یا تولید بذر. بر اساس مطالعات انجام شده با افزایش غلظت دی اکسید کربن در یک محیط کنترل شده رقابت بین گیاه زراعی سه کربنه و یک علف‌هرز چهار کربنه به سود علف‌هرز چهار کربنه خاتمه یافته است. ضمن اینکه ممکن است در این فرآیند رقابتی تنش‌های غیرزنده دیگری نظیر افزایش دما، خشکی و کمبود نیتروزن هم وجود داشته باشد (زیسکا و مم کانل، ۲۰۱۶). در مطالعه‌ای رقابت بین برنج (C_3) و علف‌هرز گونه‌ای از سوروف (C_4) را در دو غلظت دی اکسید کربن (غلظت محیط و محیط+ ۲۵۰ قسمت در میلیون) و دو دمای مختلف (روز/شب ۲۷/۲۱ ۳۷/۲۹ درجه سانتی گراد) بررسی گردید. در دمای ۲۷/۲۱، افزایش دی اکسید کربن به نفع گیاه زراعی (یعنی گونه C_3) بود. با این حال، در دمای بالاتر، دی اکسید کربن به سود علف‌هرز C_4 بود، زیرا اصولا شرایط گرم تر منجر به افزایش تلفات عملکرد دانه برنج نسبت به علف‌هرز به علف‌هرز C_4 گردید (زیسکا و دوکز، ۲۰۱۰). مطالعات دیگری که بیانگر برتری رقابتی علف‌هرز در برابر گیاهان زراعی باشند نیز وجود دارد مانند سلمه در چغندرقند و تاج خروس در سویا (هاگتون و توماس، ۱۹۹۶). بطور کلی افزایش دی‌اکسید-کربن و تغییر اقلیم، میزان خسارت ایجاد شده توسط علف‌هرز در سطح کشاورزی یا زراعی من جمله زعفران را تغییر خواهد داد. به نظر می‌رسد با افزایش دی اکسید کربن و افزایش دما رقابت بین علف‌های‌هرز C_4 و زعفران رقابت به سود علف‌هرز باشد. از سویی دیگر به علت اینکه دمای بهینه زعفران $18\ ^{\circ}C$ است (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۶)، افزایش دما رقابت را به نفع علف‌های‌هرز چهار کربنه مزارع زعفران مانند پنجه مرغی تغییر پیدا خواهد داد.

تاثیر تغییر اقلیم بر پراکنش علف‌های‌هرز زعفران

اقلیم پراکنش گیاهان را کنترل می‌کند و تغییر اقلیم منجر به پراکنش بیشتر برخی از گیاهان خواهد شد (Ramula et al, 2008). در آمریکا نتایج تحقیقات محققان نشان داد که در بعضی از گونه‌های گیاهی مهاجم، دامنه پراکنش تغییر خواهد کرد، در حالی که دامنه پراکنش دیگر گونه‌های گیاهی مهاجم گسترش یافته یا کاهش خواهد یافت (Bradley et al, 2009). از جمله گونه‌های گیاهی که انتظار می‌رفت با افزایش دامنه پراکنش رویرو باشد، *Centaurea solstitialis* و *Tamarix* spp. بودند، اگرچه در مورد *Euphorbia escula* پیش‌بینی شد که دامنه پراکنش کوچک‌تر شود و در مورد *Bromus tecterum* و *Centaurea maculosa* پیش‌بینی شد که دامنه پراکنش با اندکی تغییر در سطح دامنه پراکنش، انتقال یابد (Bradley et al, 2010). نتایج تحقیق عباسیان (۲۰۱۵) نشان داد پراکنش *Centaurea balsamita* با تغییر اقلیم در برخی نقاط دنیا مانند آمریکا، چین، قزاقستان و کانادا گسترده‌تر و در برخی نقاط مانند ترکمنستان محدودتر خواهد شد و در اکثر نقاط پتانسیل پراکنش این گیاه در صورت تهاجم گسترش خواهد یافت.

محققان رابطه بین اقلیم و توزیع پنج گونه *Bromus tectorum*، *Centaurea biebersteinii*، *Centaurea solstitialis*، *Euphorbia esula* و *Tamarix* spp. را در غرب آمریکا بررسی کردند. آن‌ها پیش‌بینی کردند تغییر اقلیم باعث کاهش ریسک تهاجم گونه‌های *Bromus tectorum*، *Centaurea biebersteinii* و *Euphorbia esula* و افزایش ریسک تهاجم گونه‌های *Centaurea solstitialis* و *Tamarix* spp. در غرب آمریکا خواهد شد (Bradley et al, 2010). افزایش دی‌اکسید کربن باعث افزایش، افزایش درجه حرارت باعث افزایش یا کاهش، تغییر در رژیم‌های بارش باعث افزایش و یا کاهش پراکنش گیاهان مهاجم خواهد شد (Bradley et al, 2010).

[1] - Worst

تغییرات اقلیمی باعث تغییر ترکیب گونه‌ای در جوامع گیاهی شده و مسأله تهاجم گیاهی را تشدید می‌کند. به عنوان مثال افزایش بارندگی ممکن است گونه‌های محلی غیر بومی را قادر به پراکنش در غرب آمریکا کند و افزایش دما ممکن است باعث گستردگی گیاهان مهاجم در جنوب آمریکا شود (Bradley et al, 2010). محاسبه تغییر اقلیم عامل مهم و قابل توجهی در ارزیابی خطر علف‌های‌هرز می‌باشد و می توان با پیش بینی آن برنامه‌ریزی جهت اتخاذ روش‌ها و استراتژی‌های مدیریت انجام داد (Kriticos et al, 2012).

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که گونه‌های گیاهی مهاجم نسبت به گونه‌های غیر مهاجم توانایی بیش‌تری در تحمل شرایط اقلیمی دارند. گونه‌های گیاهی مهاجم می‌توانند از این تحمل بیش‌تر بهره ببرند و در شرایط که تغییر اقلیم به میزان بیش‌تری رقیبان آن‌ها را تحت تنش قرار می‌دهد، به غالبیت بیش‌تری دست یابند (Ziska and Dukes, 2011). گیاهان مهاجم به ویژه زمانی که به تنهایی رشد یافته باشند، واکنش مثبتی به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن نشان می‌دهند، اما گونه‌های گیاهی مهاجم به ندرت در شرایط عدم حضور سایر گونه‌ها رشد می‌کنند و اثرات غلظت دی‌اکسیدکربن بیش از آن است که تنها بر رشد گیاه باشد. اثرات متقابل عوامل متعددی در چگونگی تاثیر دی‌اکسیدکربن و سایر متغیرها بر گسترش گیاهان مهاجم در آینده تعیین کننده خواهد بود (Ziska and Dukes, 2011).

بنابر مطالب مذکور تغییر اقلیم باعث افزایش پراکنش علف‌های‌هرز مهاجم زعفران مانند گل‌گندم و علف پشمکی خواهد شد و این مساله می‌تواند موجب افزایش خسارت این گیاهان بر زعفران شود. در همین ارتباط مشاهدات میدانی نویسندگان در برخی از مناطق تربت‌حیدریه مانند کدکن حاکی از افزایش پراکنش گونه *Centaurea cyanus* L. در مزارع زعفران می‌باشد.

تاثیر تغییر اقلیم بر مدیریت علف‌های‌هرز زعفران

بر اساس مطالعات محققان در شرایط کنترل شده، افزایش CO_2 باعث کاهش کارایی علف‌کش گلایفوست در کنترل گونه-های مختلف علف‌هرز شده بود (Archambault, 2007).

جدول- تاثیر کارآیی علف‌کش گلایفوسیت در کنترل علف‌های‌هرز در شرایط افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن (به نقل از مین‌باشی، ۱۳۹۶)

گونه علف هرز	مسیر فتوسنتزی	علف کش	تغییر در کارایی	منبع
Cirsium arvense	C_3	گلایفوسیت	کاهش	زیسکا و همکاران، ۲۰۱۰
Cirsium arvense	C_3	گلایفوسیت	کاهش	زیسکا و همکاران، منتشر نشده
Paspalum dilattatum	C_4	گلایفوسیت	کاهش	مان و همکاران، ۲۰۱۱
Chenopdium album	C_3	گلایفوسیت	کاهش	زیسکا و همکاران، ۱۹۹۹
Eragostis curvula	C_4	گلایفوسیت	کاهش	مان و همکاران، ۲۰۱۱
Elytrigia repense	C_3	گلایفوسیت	کاهش	زیسکا و تسیدیل، ۲۰۰۰
Amaranthus retroflexus	C_4	گلایفوسیت	بدون تغییر	زیسکا و همکاران، ۱۹۹۹
Chloris gayana	C_4	گلایفوسیت	کاهش	مان و همکاران، ۲۰۱۱
Sporobolus indicus	C_4	گلایفوسیت	بدون تغییر	مان و همکاران، ۲۰۱۱

افزایش دی‌اکسیدکربن می تواند به ترسیب بیش‌تر کربن در اندام‌های زیرزمینی علف‌های‌هرز به ویژه ریشه‌ها، یا رشد ریزوم علف‌های‌هرز چند ساله و به تبع آن افزایش تولید مثل غیرجنسی بیانجامد. این مساله تاثیر منفی بر خاک ورزی خواهد

داشت، زیرا این نوع کنترل (کنترل فیزیکی) باعث افزایش گسترش علف‌های‌هرز خواهد شد. به عنوان مثال افزایش دی-اکسیدکربن باعث افزایش تخصیص ریشه به شاخساره خارلته (این گیاه یکی از علف‌های‌هرز مزارع زعفران نیز می‌باشد) خواهد شد و در چنین شرایطی دیسک زدن به قطعه قطعه شدن کل سیستم ریشه و افزایش قابل ملاحظه در تعداد بالقوه گیاهچه‌های این علف‌هرز خواهد انجامید (Ziska and Dukes, 2011).

تغییر اقلیم می‌تواند کارایی روش‌های کنترل علف‌های‌هرز (شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی) در مزارع زعفران را کاهش دهد و از این جهت تاثیر منفی بر عملکرد زعفران و افزایش هزینه‌های تولید خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق تغییر اقلیم بر بیولوژی، رقابت، پراکنش و روش های کنترل بر علف‌های‌هرز تاثیر خواهد داشت. افزایش دما موجب تاخیر در گلدهی و افزایش طول دوره نمو زعفران و به تبع آن باعث افزایش طول دوره حضور علف‌های-هرز در مزرعه زعفران شده و باعث کاهش عملکرد آن خواهد شد. افزایش دی‌اکسیدکربن رقابت بین زعفران و علف‌های‌هرز چهار کربنه را تغییر داده و به شرایط به نفع علف‌های‌هرز چهار کربنه مانند پنجه‌مرغی و تاج خروس تغییر پیدا خواهد کرد. با تغییر اقلیم گیاهان مهاجم در زعفران مانند گل‌گندم و علف‌پشمکی در برخی از نقاط افزایش خواهند یافت. تغییر اقلیم می‌تواند به کاهش کارایی روش‌های کنترل علف‌های‌هرز مانند استفاده از علف‌کش و روش کنترل فیزیکی و مکانیکی منجر شود که این امر می‌تواند باعث کاهش بازدهی عملکرد زعفران شود. با توجه به افزایش دی‌اکسیدکربن، کاهش بارش‌ها و افزایش دما، شرایط رقابتی بین علف‌های‌هرز و زعفران تغییرات اساسی پیدا کرده و تحقیقات گسترده تر در سطح آزمایشگاه و میدانی در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

آمارنامه کشاورزی وزارت جهادکشاورزی سال ۱۳۹۵، جلد سوم: محصولات باغبانی.

بازوبندی، م. ۱۳۹۶. مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه گیاهپزشکی کشور.

جعفرزاده، ا.، خاشعی سیوکی، ع.، شهیدی، ع. ۱۳۹۴. مدل‌سازی اثرات تغییر اقلیم روی نیاز آبی زعفران در خراسان جنوبی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه پژوهش های زعفران، ۳ (۲): ۱۶۳-۱۷۴.

جواد زاده، س م . ۱۳۸۷ .علف‌های‌هرز مهم زعفران .انتشارات پژوهش طوس. ۱۷۲ صفحه.

عباسیان، ع. ۱۳۹۵. اکولوژی و بیولوژی علف‌هرز مهاجم گل‌گندم (*Centaurea balsamita* Lam.) و پتانسیل پراکنش آن در مناطق مختلف ایران و جهان در شرایط موجود و تغییر اقلیم، رساله دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، علیزاده، ا.، گنجعلی، ع. ۱۳۸۸. مدلسازی تأثیر اقلیم بر رفتار گلدهی زعفران، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷ (۲): ۵۸۳-۵۹۴.

کوچکی، ع.، و حسینی، م. ۱۳۸۵. تغییر اقلیم و تولیدات زراعی در جهان، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، و جعفری، ل. ۱۳۹۴. بررسی تغییر اقلیم بر کشاورزی ایران: پیش‌بینی وضعیت اگروکلیماتیک آینده. نشریه پژوهش های زراعی ایران، ۱۳ (۴): ۶۶۴-۶۵۱.

مین‌باشی معینی، م. ۱۳۹۶. یافته‌های نوین علم علف‌های‌هرز، هفتمین همایش علوم علف‌های‌هرز ایران، گرگان، ۵ الی ۷ شهریور ۱۳۹۶.

Asseng, S., Jamieson, P. D., Kimball, B., Pinter, P., Sayre, K., Bowden, J. W., and Howden, S. M. 2004. Simulated wheat growth affected by rising temperature, increased water deficit and elevated atmospheric CO2. Field Crops Research 85: 85-102.

Archambault, D.J. 2007. Efficacy of herbicides under elevated temperature and CO2. In: Newton, P.C.D., Carran, A., Edwards, G.R., Niklaus, P.A. (eds), Agroecosystems in a Changing Climate. CRC Press, Boston, MA, pp. 262-279.

Bethany, A., Bradley. David. S. and Oppenheimer. M. 2010. Climate change increases risk of plant invasion in the Eastern United States. *Biology Invasions*, 12: 1855-1872.

Bradley, B.A., Blumenthal, D.M., Wilcove, D.S., Ziska, L.H. 2010. Predicting plant invasions in an era of global change. *Trends in Ecology and Evolution*, 25 (5): 310- 318.

Fulco, L., Senthold, A., 2006. Climate change impacts on wheat production in a Mediterranean environment in Western Australia. *Agricultural Systems*, 90: 159-179.

Houghton, S.K., Thomas, T.H. 1996. Effect of elevated carbon dioxide concentration and temperature on the growth and competition between sugar beet (*Beta vulgaris*) and fat hen (*Chenepodium album*). Aspect *Applied Biology*. 45:197-204.

IPCC. Climate change .2007. the physical science basis. Contribution of working group 1 to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M and Miller HL (eds). Cambridge University Press, Cambridge, p 996.

Kriticos, D.J., Watt, M.S., Potter, K.J.B., Manning, L.K., Alexander, N.S., and Tallenthalsell, N. 2012. Managing invasive weeds under climate change: considering the current and potential future distribution of Buddleja davidii. *Weed Research*, 51: 85-96.

Koocheki, A., M., Behdani, and M., Nassiri. 2006. Agronomic attributes of saffron yield at agroecosystem scale in Iran. Journal of Applied Horticulture, 8 (2):121-124.

Libeman, M., Mohler, C. and Staver, C. 2001. Ecological management of agricultural weeds . 1nd ed. Cambridge university press.

Long, S. P., Ainsworth, E. A., Rogers, A., and Ort, D. R. 2004. Rising atmospheric carbon dioxide: plants face the future. Annual Review of Plant Biology 55: 591-628.

Menzel, A., Sparks, T.H., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kubler, K., Bissolli, P., Braslavska, O.G., Briede, A., Chmielewski, F.M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Dahl, A., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., Jatczak, K., Mage, F., Mestre, A., Nordli, O., Penuelas, J., Pirinen, P., Remisova, V., Scheifinger, H., Striz, M., Susnik, A., Van Vliet, A.J.H., Wielgolaski, F-E., Zach, S., Zust, A.N.A., 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*,12:1969–1976.

Pauw, E., De Göbel, W., and Adam, H. 2000. Agrometeorological aspects of agriculture and forestry in the arid zones. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103: 43-58.

Preston, C. 2014. Plant biotic stress: weeds. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 4: 343-348.

Ramula, S., Knight. T.M,. Burns, J.H., and Buckley, Y.M. 2008. General guidelines for invasive plant management based on comparative demography of invasive and native plant populations. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1124–1133.

Rashed Mohassel, M.H. 1992. Weed flora of saffron fields in South Khorasan. Agricultural Science and Technology Journal 6: 118-135. (In Persian with English Summary).

Rathore, M., Singh,R., Choudhary, P.P., Kumar, B. 2014. Weed stress in plants. Approaches to Plant Stress and their Management, 255-265. Springer India.

Wang, X., Zhang, J., Mahtab, A., Shahid, S., He, R., Xia, X., Jiang, Z., 2014. Impact of climate change on regional irrigation water demand in Baojixia irrigation district of China. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 1-15.

Ziska, L. H., and Dukes, J. S. 2011. Weed Biology and climate change. Blackwell Publishing Ltd. USA.

Ziska, L.H., McConnell, L.L. 2016. Climate Change, Carbon Dioxide and Pest Biology: Monitor, Mitigate and Management. Journal of Agriculture and Food Chemistry 64: 6-12.