اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش و رقابت علف‌های‌هرز

مهدی غفاری | دانشجوی مقطع دکتری رشته علوم علف‌های‌هرز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

علف‌های‌هرز در سیستم‌های کشاورزی فاتح بوده و در شرایط تغییر اقلیم در آینده نیز به‌واسطهٔ قدرت سازگاری و تنوع بیشتر، برتر خواهندبود. جمعیت علف‌های‌هرز همگام با تغییر اقلیم تغییر خواهد کرد و ممکن است خطر گونه‌های مهاجم و تهاجمات افزایش یابد. همچنین کارآیی روش‌های رایج مدیریت علف‌های‌هرز نیز تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار می‌گیرد. تغییر الگوی پراکنش و قابلیت رقابت گونه‌های گیاهی در شرایط تغییر اقلیم به‌طور عمده متأثر از نوع مسیر فتوسنتزی (C۳ یا C۴) آن‌ها می‌باشد. در بیشتر مطالعات، به بررسی یک فاکتور (اغلب ارزیابی CO۲) پرداخته و در مطالعات معدودی اثر متقابل چند فاکتور مؤثر در تغییر اقلیم، بر پراکنش و قابلیت رقابت علف‌های‌هرز مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیقات علمی نیازمند ارزیابی همزمان اثرات متقابل فاکتورهای مؤثر بر تغییر اقلیم به‌منظور کمک به پیش‌بینی چگونگی تغییرات مشکل علف‌های‌هرز در آینده، و ارائه روش‌های مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز که بر پایه آگاهی از بیولوژی و اکولوژی علف‌های‌هرز استوار است، می‌باشد.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، دما، رقابت گیاه‌زراعی- علف‌هرز، غلظت CO۲.

مقدمه

اقلیم یک ضرورت مهم و جزئی جدایی ناپذیر از سیستم کره زمین است و هر گونه تغییرات جزئی در آن می‌تواند اثرات خطرناک و پیچیده‌ای بر روی محیط و طبیعت داشته‌باشد. نیاز انسان به انرژی و انواع سوخت‌های فسیلی پس از انقلاب صنعتی سبب افزایش شدید گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسیدکربن در اتمسفر شده‌است (جدول ۱). غلظت دی‌اکسیدکربن در اتمسفر در طی سالیان گذشته با بیشترین میزان افزایش روبه‌رو بوده است، به‌طوری که با ۳۹ درصد افزایش از ۲۸۰ میکرومول بر مول در پیش از انقلاب صنعتی به ۳۷۰ میکرومول در سالیان اخیر رسیده است. این افزایش در غلظت دی‌اکسیدکربن به همراه سایر گازهای گلخانه‌ای مهم‌ترین عامل گرمایش جهانی و دیگر پیامدهای تغییر اقلیم می‌باشد. تغییر در اقلیم به‌عنوان مهم‌ترین عامل موثر بر بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌تواند سبب اثرات شگرفی بر تولید محصولات غذایی و درنتیجه تغییراتی در جوامع انسانی گردد. در مقالات، کتب و گزارش‌های مختلف اعلام شده‌است که افزایش اثر گلخانه‌ای ممکن است از راه‌های متعددی بر تغییر اقلیم اثر گذار باشد که در شکل ۱ به اختصار به آن‌ها اشاره شده است.

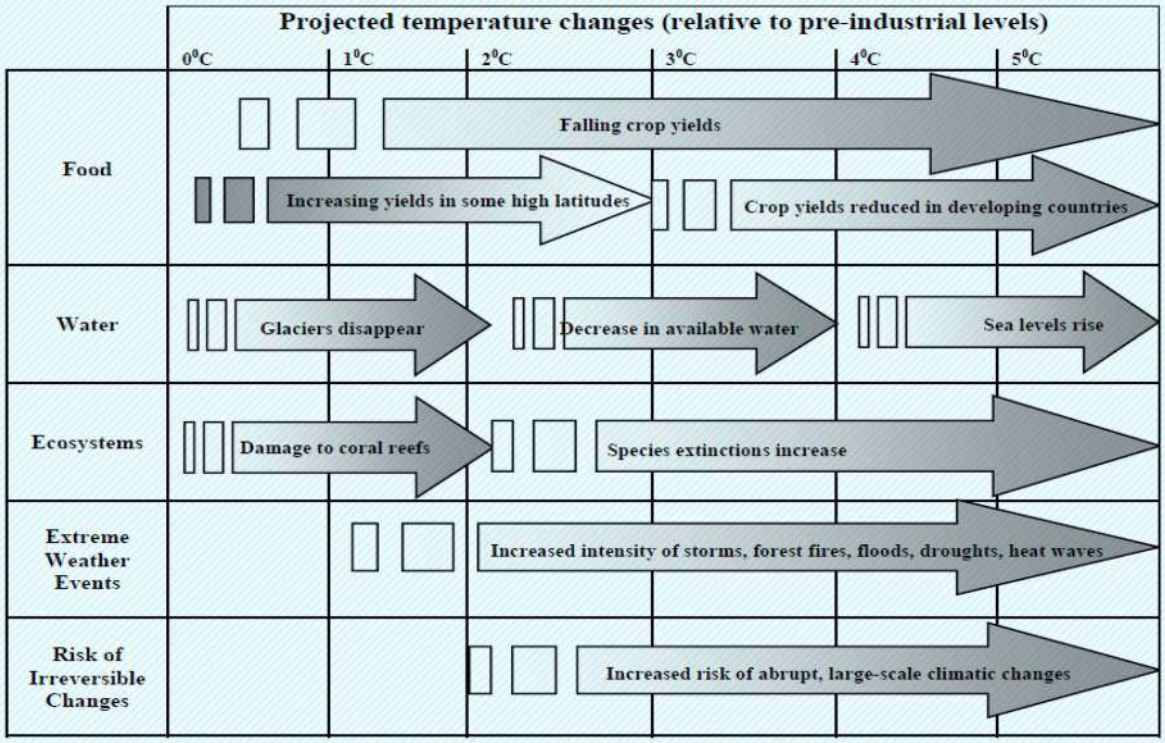
جدول ۱- خلاصه‌ای از غلظت گازهای گلخانه‌ای مختلف

غلظت	CO_2	CH_4	N_2O	CFC-12[1]	HCFC-22[2]
پیش از انقلاب صنعتی[3]	ppmv ۲۸۰	ppbv ۷۰۰	ppbv ۲۷۵	۰	۰
سال ۱۹۹۴	ppmv ۳۵۸	ppbv ۱۷۱۴	ppbv ۳۱۱	pptv ۵۰۳	pptv ۱۰۵
تغییرات غلظت	ppmv yr^{-1} ۱/۵	ppmv yr^{-1} ۱۳	ppmv yr^{-1} ۰/۷۵	ppmv yr^{-1} ۲۰-۱۸	ppmv yr^{-1} ۸-۷
عمر اتمسفری (سال)	۲۰۰-۵۰	۱۷-۱۲	۱۲۰	۱۰۲	۱۳

منبع: (IPPC, 1996)

۱: کلروفلوروکربن، CFCها همچون CFC-12، گازهایی صنعتی هستند که به عنوان سردکننده و نیروی محرکه اسپری‌ها استفاده می‌شوند، ۲: جایگزین CFC، ۳: دوره ما بین سال‌های ۱۸۰۰- ۱۷۵۰.

ارزیابی اثرات فاکتورهای تغییر اقلیم جهانی (مخصوصاً افزایش غلظت CO۲ و دما) روی کشاورزی و روش‌های کشت و کار به منظور پیش‌بینی و سازگاری شیوه‌های حداکثر تولید محصول در شرایط اقلیمی آینده، حائز اهمیت می‌باشد. مدیریت علف‌ها ی‌هرز در بوم نظام‌های کشاورزی نیز می‌تواند در مواجه با پیامدهای تغییر اقلیم دچار چالش گردد. این مطالعه مروری دارد بر اثرات تغییر اقلیم بر الگوی پراکنش و قابلیت رقابت علف های‌هرز در بوم‌نظام‌های کشاورزی.



شکل ۱- اثرات اصلی تغییر اقلیم جهانی (منبع: Stern, 2006)

برهمکنش‌هاي تغییراقلیم و مسیر فتوسنتزي در علف‌هاي‌هرز و گیاهان زراعی

اثرات مستقیم و غیرمستقیم جنبه‌های مختلف تغییر اقلیم بر مناسبات علف‌های‌هرز و گیاهان زراعی در بوم‌نظام‌های کشاورزی ارتباط زیادی با مسیر فتوسنتزی این گیاهان دارد، چرا که علف‌های‌هرز و گیاهان زراعی عمدتاً از مسیرهای متفاوت فتوسنتزی بهره می‌برند. به‌طور کلی از ۸۶ گونه زراعی که ۹۵ درصد از منابع غذایی انسان را فراهم می‌کنند، تنها ۵ گونه زراعی دارای مسیر فتوسنتزی C۴ هستند، در حالی‌که ۸۰ درصد علف‌های‌هرز مهم در بوم‌نظام‌های کشاورزی (یعنی ۱۴ گونه از ۱۸ گونه علف‌هرز سمج) مسیر فتوسنتزی C۴ دارند (جدول ۲). در شرایط فعلی غلظت CO۲ در اتمسفر، گیاهان C۳ (یعنی در واقع ۹۶ درصد از کل گونه‌های گیاهی) در شرایط محدودیت CO۲ به‌سر می‌برند. نتایج بسیاری از مطالعات نشان می‌دهند که با افزایش غلظت CO۲ سرعت فتوسنتز، رشد و واکنش‌های زایشی عمده گیاهان زراعیِ دارای مسیر فتوسنتزی C۳ افزایش می‌یابد.

محققین گزارش کردند، در مقایسه گیاهان زراعی و علف‌های هرز C۳ و C۴ آنچه بیش از همه متغیرها تحت تأثیر افزایش غلظت CO۲ و مسیر فتوسنتزی قرار می‌گیرد، میزان ماده خشک تولید شده است و در مقایسه با ارتفاع گیاه یا سطح برگ، اثر افزایش CO۲ بر تولید ماده خشک بارزتر است (جدول ۳). همچنین افزایش CO۲ در گیاهان C۳ موجب کاهش تخصیص مواد به اندام‌های هوایی و افزایش نسبت ریشه به ساقه می‌شود، ولی بر این نسبت در گیاهان C۴ اثری ندارد.

جدول ۴، افزایش نسبی در زیست‌توده گیاهی در گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز را در شرایط دو برابر شدن غلظت CO۲ اتمسفری نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که دامنه واکنش تولید ماده خشک در علف‌های‌هرز تحت شرایط افزایش CO۲ در هر دو مسیر فتوسنتزی C۳ و C۴ گسترده‌تر از گیاهان زراعی است.

افزایش غلظت CO۲ اتمسفری همچنین سبب کاهش هدایت روزنه‌ای شده و از این طریق سبب افزایش نسبت CO۲ تثبیت شده به H۲O تعرق شده و یا کل کارایی مصرف آب در گیاهان C۳ و C۴ می‌شود. اگرچه برخی محققان بر این عقیده بودند که روزنه‌ها در گیاهان C۳ به افزایش CO۲ حساسیت کمتری نسبت به گیاهان C۴ دارند، اما نتایج مطالعات بعدی (Morison et al., ۱۹۸۳; Morison, ۱۹۸۵) نشان داد که نمی‌توان الگوی خاصی در مورد تفاوت حساسیت روزنه‌ها در مسیرهای مختلف فتوسنتزی پیشنهاد کرد. با این حال مشاهده‌ها و مقایسه‌های مختلف در مورد اثر افزایش CO۲ بر افزایش کارایی مصرف آب در گیاهان زراعی عمده و علف‌های‌هرز نشان‌دهنده کارآمدی بیشتر علف‌های‌هرز در این شرایط به لحاظ مصرف آب می‌باشد. جدول ۵ میزان افزایش کارایی مصرف آب در گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز را تحت شرایط دو برابر شدن غلظت CO۲ اتمسفری نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در شرایط این آزمایش‌ها افزایش غلظت CO۲، کارایی مصرف آب را در علف های‌هرز به طور متوسط ۴۲ درصد بیشتر افزایش داده است.

جدول ۲- اثرات افزایش غلظت CO_2 و دما بر روی علف‌های‌هرز مهم C_3 و C_4

مسیر فتوسنتزی	تفاوت‌های فیزیولوژیک	گونه‌ها	فاکتورهای تغییر اقلیم	
			افزایش CO_2	افزایش دما
گونه‌های C_3	کلروپلاست فقط در سلول‌های مزوفیل وجود دارد	*Avena fatua*	تحریک بالای فتوسنتز و رشد	افزایش تنفس نوری و کاهش فتوسنتز خالص
		Chenopodium album		
		Cirsium arvense		
	تثبیت CO_2 به وسیله RUBP کربوکسیلاز	*Abutilon theophrasti*		
		Lolum multi£orum		
		Polygonum convolvulus		
	تنفس نوری بالا	*Convolvulus arvensis*		
		Xanthium strumarium		
	دمای مطلوب رشد ۲۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد	*Elymus repens*		
		Bromus tectorum		
گونه‌های C_4	کلروپلاست در سلول‌های مزوفیل و غلاف‌آوندی وجود دارد	*Kokhia scoparia*	تحریک کم فتوسنتز و رشد	تحریک فتوسنتز و رشد
		Sorghum halepense		
		Sorghum bicolor		
	تثبیت CO_2 به وسیله PEP کربوکسیلاز	*Eleusine indica*		
		Echinochloa crus-galli		
		Digitaria sanguinalis		
	تنفس نوری ناچیز	*Amaranthus retro£exus*		
		Cynodun dactylon		
	دمای مطلوب رشد ۴۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد	*Cyperus rotundus*		
		Amaranthus palmeri		

Miri *et al*. (2012); Davis and Ainsworth (2012); Valerio *et al*. (2013); Ziska (2013); Jia *et al*. (2011); Zelikova *et al*. 2013; Mahajan *et al*. (2012); Valerio *et al*. (2011); Satrapova′ *et al*. (2013); Zheng *et al*. (2011); Varanasi *et al*., 2015.

جدول ۳- واکنش برخی از علف‌های‌هرز C_3 و C_4 به دو برابر شدن غلظت CO_2 اتمسفری

گونه‌های C_3	دامنه واکنش (x growth at ambient)		گونه‌های C_4	دامنه واکنش (x growth at ambient)	
	زیست‌توده	سطح برگ		زیست‌توده	سطح برگ
Abutilon theophratsii	۱-۱/۵۲	۰/۱-۸۷/۱۷	*Amaranthus retroflexus*	۰/۱-۹/۴۱	۰/۱-۹۴/۲۵
Bromus mollis	۱/۳۷	۱/۰۴	*Andropogon virginicus*	۰/۱-۸/۱۷	۰/۱-۸۸/۲۹
Bromus tectorum	۱/۵۴	۱/۴۶	*Cyperus rotundus*	۱/۰۲	۰/۹۲
Cassia obtusifolia	۱/۱-۴/۶	۱/۱-۱/۳۴	*Digitaria ciliaris*	۱/۱-۰۶/۶	۱/۱-۰۴/۶۶
Chenopodium album	۱-۱/۶	۱/۲۲	*Echinochloa crus-galli*	۰/۱-۹۵/۶	۰/۱-۹۵/۷۷
Datura stramonium	۱/۲-۷/۷۲	۱/۴۶	*Eleusine indica*	۱/۱-۰۲/۲	۰/۱-۹۵/۳۲
Elytrigia repens	۱/۶۴	۱/۳	*Paspalum plicatum*	۱/۰۸	۱/۰۲
Phalaris aquatica	۱/۴۳	۱/۳۱	*Rottboellia cochinchinensis*	۱/۲۱	۱/۱۳
Plantago lanceolata	۱-۱/۳۳	۱/۳۳	*Setaria faberii*	۰/۱-۹۳/۳۵	۱-۱/۴
Rumex crispus	۱/۱۸	۰/۹۶	*Sorghum halepense*	۰/۱-۵۶/۱	۰/۱-۹۹/۳

(منبع: Patterson, 1985)

جدول ۴- افزایش نسبی زیست‌توده گیاهی در گیاهان زراعی و علف‌های هرز در شرایط دو برابر شدن غلظت CO_2 اتمسفری

طبقه	دامنه واکنش تولید ماده خشک (x growth at ambient)
گیاهان زراعی C_3	۱/۲-۱/۴۳
گیاهان زراعی C_4	۰/۱-۹۸/۲۴
علف‌های‌هرز C_3	۰/۲-۹۵/۷۲
علف‌های‌هرز C_4	۰/۱-۵۶/۶۱

(منبع: Patterson, 1993)

جدول ۵- میزان افزایش در کارایی مصرف آب در علف‌های‌هرز و گیاهان زراعی تحت شرایط دو برابر شدن غلظت CO_2 اتمسفری

نوع گیاه	طبقه	افزایش در کارآیی مصرف آب
گیاهان زراعی	آفتابگردان (C_3)	۵۵
	ذرت (C_4)	۵۴
	سویا (C_3)	۴۸
	متوسط	۵۲
علف‌های‌هرز	آمبروسیا (*Ambrosia artemisifolia*) (C_3)	۱۲۸
	گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) (C_3)	۸۷
	تاتوره (*Datura Stromonia*) (C_3)	۸۴
	تاج خروس (*Amaranthos retroflexus*) (C_4)	۷۶
	متوسط	۹۴

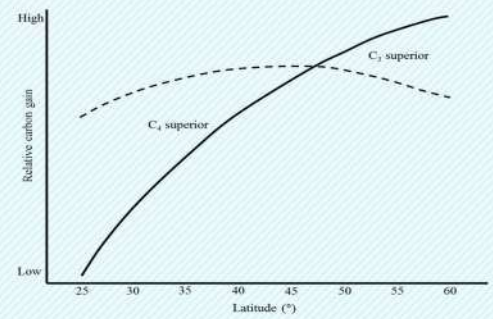
(منبع: DiTomaso, 2005)

اثر تغییر اقلیم بر پراکنش علف‌های‌هرز

فراوانی و پراکنش گونه‌های گیاهی از جمله علف‌های‌هرز در اکوسیستم‌های مختلف تحت تأثیر محرک‌های اقلیمی (غلظت CO_2 و O_2 اتمسفر، دما و بارش‌های فصلی) و غیر اقلیمی (فعالیت‌های انسان، آتش، پوشش‌های گیاهی و گیاه‌خواران) قرار می‌گیرند (شکل ۲). در بین محرک‌های اقلیمی، غلظت CO_2 و دما بیشترین تأثیر را بر پراکنش گونه‌های گیاهی دارند. تغییر آب و هوای کره زمین مطمئناً تأثیر قابل توجهی بر گسترش آفات، علف‌های‌هرز و بیماری‌های گیاهی و خسارت ناشی از آن‌ها خواهد داشت. علف‌های‌هرز از یک طرف به صورت غیرمستقیم تحت تأثیر گرم شدن اتمسفر قرار خواهند گرفت و از طرف دیگر افزایش غلظت گاز کربنیک محیط به‌صورت مستقیم نیز بر رشد و قابلیت رقابت آن‌ها مؤثر خواهد بود. افزایش غلظت گاز کربنیک و دمای محیط به‌طور یکنواخت بر رشد، رقابت و پراکندگی علف‌های‌هرز اثر نخواهد داشت. در شرایط عادی گونه‌های C۴ در عرض‌های پایینی (نواحی گرم) و گونه‌های C۳ در عرض‌های بالایی (نواحی سردتر) پراکنش داشته و از موفقیت بیشتری برخوردار هستند (شکل ۳). این در حالی است که در شرایط تغییر اقلیم حضور گونه‌های جدید در مناطقی که پیش‌تر در آن‌ها حضور نداشتند، مشاهده خواهد شد. این تغییرات سبب خواهد شد تا یکسری از گونه‌های واقع درعرض‌های جغرافیایی پایین‌تر به دلیل بالاتر رفتن دما از حد تحمل‌شان به سمت عرض‌های جغرافیایی بالا انتقال یابند، یا برخی گونه‌های حساس به سرما بتوانند در عرض‌های جغرافیایی که قبلاً نمی‌توانستند به حیات ادامه دهند گسترش یابند. در واقع شرایط تغییر اقلیم، فضا را برای تهاجم برخی از گونه‌های جدید مهیا می‌کند (جدول ۶).

به لحاظ توزیع عمودی، گیاهان سه کربنه بیشتر در ارتفاعات و گیاهان چهار کربنه در مناطق پست دیده می‌شوند. این موضوع را می‌توان مربوط به تغییرات درجه حرارت دانست. بدین ترتیب که گیاهان سه کربنه در شرایط سرد ارتفاعات بر گیاهان چهار کربنه غلبه پیدا می‌کنند. دو دلیل ارجحیت گیاهان سه کربنه در درجه حرارت‌های کم بر گیاهان چهارکربنه وجود دارد: اول

اینکه بسیاری از گیاهان چهار کربنه نمی‌توانند درجه حرارت های کم را تحمل کنند و به نظر می‌رسد بعضی از مراحل فتوسنتز آن‌ها به سرما حساس می‌باشد. بنابراین در شرایط گرمایش جهانی حاصل از تغییر اقلیم می‌توان انتظار داشت که گسترش گونه‌های علف‌هرز که عمدتاً دارای مسیر فتوسنتزی C۴ هستند به سمت بوم‌کشت‌های مرتفع‌تر تشدید شود؛ برخی از شواهد حاکی از آن است که در شرایط کنونی نیز بعضی از گیاهان C۴ همچون Atriplex contertifolia و Sportina townsendii به درجه حرارت‌های کم مقاوم هستند. همچنین نتایج بعضی از مطالعات نشان داده است که افزایش غلظت CO_2 در محیط سبب افزایش تحمل به سرما می‌شود که در این صورت افزایش تحمل به سرما در تمام گونه‌ها دامنه بوم‌شناختی آن‌ها را به مناطق مرتفع‌تر و همچنین عرض‌های شمالی‌تر گسترش خواهد داد. دلیل دوم آن که کارایی استفاده از نور برای گیاهان C۳ در درجه حرارت‌های کم، افزایش و برای گیاهان C۴ ثابت است (شکل ۴ - A). تغییر اقلیم بیشترین تأثیر را در نحوه رقابت علف‌هرز و گیاهان زراعی در صورتی که این دو از نظر مسیرهای فتوسنتزی متفاوت باشند، خواهد داشت. افزایش دمای محیط باعث رشد بیشتر گیاهان C۴ و در نتیجه قابلیت بهتر رقابت و همچنین گسترش آن‌ها به عرض‌های شمالی‌تر می‌شود. ولی افزایش CO_2 محیط باعث رشد بیشتر و در نتیجه رقابت بهتر گیاهان C۳ در مقایسه با گیاهان C۴ می‌گردد (شکل ۴- B). ازاین‌رو، با توجه به اینکه گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز هر کدام دارای چه مسیر فتوسنتزی باشند، می‌توان پیش‌بینی نمود که تغییر اقلیم چگونه در رقابت آن‌ها با یکدیگر تأثیر می‌گذارد.



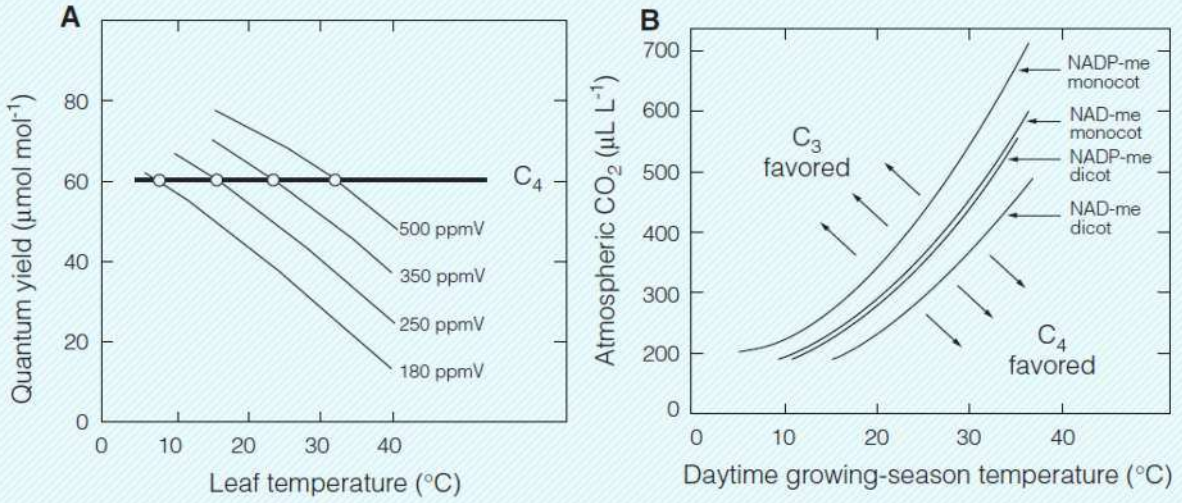
شکل ۲- محرک‌های اقلیمی و غیر اقلیمی مؤثر بر پراکنش گونه‌های C_3 و C_4 در یک اکوسیستم

شکل ۳- میزان موفقیت گونه‌های C_3 و C_4 در عرض‌های جغرافیایی مختلف

جدول ۶- اثرات احتمالی تغییر اقلیم روی خطرات تهاجم

فاکتورهای تغییر اقلیم	خطرات تهاجم
افزایش CO_2	افزایش
افزایش دما	ممکن است افزایش یا کاهش یابد
تغییر رژیم بارش	ممکن است افزایش یا کاهش یابد

(منبع: Bradley *et al.*, 2010)



شکل ۴- رابطه ما بین عملکرد کوانتومی گونه‌های C_4 و C_3 و دما در برخی سطوح CO_2 اتمسفری (A)، پیش‌بینی حضور گونه‌های C_4 و C_3 بر مبنای ترکیب‌های مختلف CO_2 و دمای محیط (B).

(منبع: Ehleringer and Bjorkman, 1977)

در صورت مشابه بودن مسیر فتوسنتزی علف‌های‌هرز و گیاهان زراعی، واکنش آن‌ها معمولاً به افزایش دما و CO۲ محیط یکسان نبوده و چنین تغییری در قابلیت رقابت یکی نسبت به دیگری تأثیر عمده‌ای دارد. درک دقیق نحوه واکنش علف‌های‌هرز و گیاهان زراعی به شرایط تغییر اقلیم کمک خواهد کرد تا بتوان نحوه رقابت و گسترش علف‌های‌هرز در آینده را بهتر پیش‌بینی نمود و قبل از مواجه شدن با این مشکلات از طریق اعمال سیستم‌های مدیریتی مناسب از خسارت ناشی از رقابت و گسترش آن‌ها جلوگیری کرد (جدول ۷).

جدول ۷- پیش‌بینی در مورد تغییر دامنه بوم‌شناختی برخی از علف‌های‌هرز در شرایط تغییر اقلیم

نام فارسی	نام علمی	پیش‌بینی دامنه بوم‌شناختی در شرایط تغییر اقلیم
علف پشمکی	*Bromus* Spp	در شرایط محیطی خشک شایع خواهد شد.
-	*Rottboellia cochinchinensis*	با افزایش درجه حرارت غالب خواهد شد و به سمت شمال گسترش می‌یابد.
-	*Pueraria lobata*	در حال حاضر در عرض‌های جنوبی‌تر دیده می‌شوند و انتظار می‌رود که به عرض‌های شمالی‌تر مهاجرت کند.
قیاق	*Surghom halepense*	
حلفه	*Imperata Cylindrica*	امروزه محدود به مناطق ساحلی و یا کناره‌های آبگیرها است و انتظار می‌رود به سمت شمال مهاجرت کرده و شیوع بیشتری در بوم کشت‌های گیاهان عمده زراعی داشته باشد.
ارزن	*Panicum* Spp	انتظار می‌رود که کاملاً در کمربند ذرت استقرار یابد.
ارزن تگزاسی	*Panicum texanum*	امروزه یک علف‌هرز یکساله در بخش‌های جنوبی است و انتظار می‌رود در شرایط تغییر اقلیم به عرض‌های شمالی گسترش یابد.
سنا	*Cassia abtusifolia*	این علف‌های‌هرز بسته به شرایط اقلیمی در نواحی جنوبی دیده می‌شوند. در شرایط گرمایش جهانی به سمت شمال گسترش می‌یابند.
شاهدانه	*Cannabis Sativa*	
لوبیای درختی	*Sesbania exaltata*	
نخود شنی	*Crotalaria Spectabilis*	
پلاخور ژاپنی	*Lonicera Japonica*	

(منبع: DiTomaso, 2005)

اثرات تغییر اقلیم بر ویژگی‌هاي رقابتی علف‌هرز و گیاه‌زراعی

اگر چه اثر همه جانبه تغییر اقلیم بر ویژگی‌های رقابتی علف های‌هرز و گیاهان زراعی نیاز به جزیی نگری در برهمکنش‌های میان افزایش غلظت CO۲، افزایش دما، تغییر روابط و کارایی مصرف آب و عناصر غذایی و اثرات خاص این برهمکنش‌ها بر جایگاه‌های رقابتی علف‌هرز - گیاه زراعی در بوم‌نظام‌های مختلف دارد، اما به‌طورکلی می‌توان پیش‌بینی ویژگی‌های رقابتی علف‌های‌هرز در شرایط اقلیمی تغییر یافته را در دو حالت بررسی کرد:

۱) پیامدهای تغییر اقلیم بر ویژگی‌های رقابتی گیاه زراعی- علف‌هرز هنگامی که دوگونه دارای مسیرهای فتوسنتزی مختلف باشند.

۲) پیامدهای تغییر اقلیم بر ویژگی‌های رقابتی گیاه زراعی- علف‌هرز هنگامی که هر دو دارای مسیر فتوسنتزی مشابه باشند.

اثرات افزایش دما بر رقابت

افزایش درجه حرارت در برخی شرایط می‌تواند سبب افزایش رقابت‌پذیری گونه‌های C۴ در برابر گونه‌های C۳ شده و از سویی دیگر می‌تواند سبب برتری گیاهان زراعی خاص در رقابت با علف‌های‌هرز گردد. جدول ۸، خلاصه‌ای از نتایج آزمایش‌های مختلف بر روی ویژگی‌های رقابتی گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز تحت شرایط افزایش درجه حرارت را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، هنگامی که دو گونه رقیب دارای مسیرهای فتوسنتزی متفاوت هستند، گونه C۴ در شرایط افزایش دما برتر می‌باشد (همچون تاج‌خروس (C۴) در مقابل سویا (C۳)). اما زمانی که دو گونه دارای مسیر فتوسنتزی یکسان بودند، مشاهده می‌شود که علف‌های‌هرز اغلب در رقابت با گیاه‌زراعی برتر بوده‌اند که دلیل آن را قابلیت سازگاری بالاتر علف‌های‌هرز با شرایط جدید و پتانسیل بالای آن‌ها در بهره‌گیری از منابع محیطی در مقایسه با گیاهان زراعی دانسته‌اند.

اثرات افزایش غلظت CO۲ بر رقابت

گونه‌های گیاهی پاسخ‌های متفاوتی به افزایش غلظت CO۲ داشته و در مجموع شر ایط تغییر اقلیم همان گونه که پیش‌تر گفته شد به نفع گونه‌های C۳ بوده و سبب افزایش توان رقابتی آن‌ها نسبت به گونه‌های C۴ می‌گردد. همچنین توازن میان برهمکنش‌های رقابتی موجود نیز به وسیله واکنش‌های متفاوت فیزیولوژیکی گیاه به دی‌اکسیدکربن به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد در گونه‌های C۳ در شرایط دو برابر شدن غلظت CO۲ تحت تأثیر قرار گرفته و سبب بهبود توان رقابتی این گونه‌ها می‌گردد.

جدول ۸- برتری رقابتی بین گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز در شرایط افزایش درجه حرارت

گیاه زراعی	علف‌هرز	افزایش درجه حرارت(°C)	گیاه برتر رقابتی
سویا (C_3)	تاج‌خروس (C_4)	۲۶/۱۷ به ۳۲/۲۳	تاج‌خروس (C_4)
سویا (C_3)	تاج‌خروس (C_4) و سنا (C_3)	۲۶/۲۲ به ۳۴/۳۰	تاج‌خروس (C_4) و سنا (C_3)
چغندرقند (C_3)	سلمه‌تره (C_3)	افزایش ۳/۲	سلمه‌تره (C_3)
پنبه (C_3)	گاوپنبه (C_3)	۲۶/۱۷ به ۳۲/۲۳	پنبه (C_3)

(منبع: Pritchard and Amthor, 2005)

به‌نظر می‌رسد مکانیسم این افزایش رشد در واقع تحریک فتوسنتز در گیاهان C۳ باشد. افزایش فتوسنتز به‌دلیل افزایش غلظت CO۲، افزایش کارایی مصرف آب، پیروزی در رقابت برای جذب و مصرف عناصر غذایی به‌دلیل بالا بودن کارایی مصرف ازت، افزایش تراکم‌پذیری گیاه و بهبود عملکرد کوانتومی گیاه، راهکارهایی است که از طریق آن‌ها ویژگی‌های رقابتی در گیاهان C۳ نسبت به C۴ در شرایط تغییر اقلیم بهبود می‌یابد. مطالعات مختلف درباره رقابت بین گیاهان زراعی C۴ و علف های‌هرز C۳ و گیاهان زراعی C۳ و علف‌های‌هرز C۴ عمدتاً نشان داده‌اند که فرآیند آسمیلاسیون در گیاهان C۳ تحت تحت شرایط افزایش CO۲ افزایش یافته است. جدول ۹ برتری رقابتی بین گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز را در شرایط دو برابر شدن CO۲ نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در کلیه موارد برتری از آن گونه‌های C۳ بوده است.

همچنین نتایج آزمایش‌ها بر روی جمعیت‌هایی که دارای ترکیبی از علف‌های‌هرز C۴ و C۳ بودند نیز بیانگر آن بود که در تمام این جوامع نیز گونه‌های C۳ دارای رقابت‌پذیری بالاتری بودند. جدول ۱۰ خلاصه‌ای از نتایج این آزمایش‌ها را نشان می دهد.

جدول ۹- برتری رقابتی بین گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز در شرایط دو برابر شدن غلظت CO_2 اتمسفر

گیاه زراعی	علف‌هرز	گیاه برتر رقابتی
یونجه (C_3)	گل قاصدک (C_3)	علف‌هرز
گراس‌ها (C_3)	گل قاصدک (C_3)	علف‌هرز
یونجه (C_3)	گراس‌های (C_4)	گیاه زراعی
سویا (C_3)	سلمه‌تره (C_3)	علف‌هرز
سویا (C_3)	قیاق (C_4)	گیاه زراعی
سویا (C_3)	تاج‌خروس (C_4)	گیاه زراعی
چغندرقند (C_3)	سلمه‌تره (C_3)	گیاه زراعی
برنج (C_3)	سوروف (C_4)	گیاه زراعی
برنج (C_3)	برنج قرمز (C_3)	علف‌هرز
سورگوم (C_4)	تاج‌خروس (C_4)	علف‌هرز
سورگوم (C_4)	گاوپنبه (C_3)	علف‌هرز

(منبع: Pritchard and Amthor, 2005; Singh *et al*., 2016)

جدول ۱۰- برتری رقابتی در جمعیت‌های مخلوط علف‌هرز در شرایط دو برابر شدن غلظت CO_2 اتمسفر

علف‌هرز (C_3)	علف‌هرز (C_4)	گیاه برتر
گاوپنبه آمبروزیا علف هفت‌بند	تاج‌خروس	گونه‌های C_3
گاوپنبه آمبروزیا	تاج‌خروس دم‌روباهی	برترین گیاه: گاوپنبه (C_3) گیاه مغلوب رقابتی: دم‌روباهی (C_4)
گاوپنبه آمبروزیا سلمه‌تره علف هفت‌بند	تاج‌خروس دم‌روباهی	گونه‌های C_3

(منبع: Paterson and Flint, 1990)

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به تنوع گیاهان زراعی و گونه‌های علف‌های‌هرز رقیب آن‌ها در بوم‌نظام‌های زراعی به لحاظ مسیر فتوسنتزی مورد استفاده و اهمیت مسیرهای مختلف فتوسنتزی از نظر اکولوژیکی در انتخاب زیستگاه و نحوه پراکندگی آن‌ها، تغییر اقلیم از طریق دگرگونی در عوامل اقلیمی به‌ویژه الگوی بارندگی و درجه حرارت می‌تواند در تغییر دامنه بوم‌شناختی علف‌های هرز در پهنه‌های مختلف موثر باشد. این تغییرات سبب خواهد شد تا یکسری از گونه‌های واقع درعرض‌های جغرافیایی پایین‌تر به دلیل بالاتر رفتن دما از حد تحمل‌شان به سمت عرض‌های جغرافیایی بالا انتقال یابند یا برخی گونه‌های حساس به سرما بتوانند در عرض‌های جغرافیایی که قبلاً نمی‌توانستند به حیات ادامه دهند، گسترش یابند. همچنین حتی اگر در مورد علف های‌هرز انتقال مکانی هم صورت نگیرد، اما تولید وزن خشک و سطح برگ بیشتر در این گیاهان توان رقابتی آن‌ها را به شکل قابل توجهی افزایش خواهد داد.

هنگامی که گونه‌های رقیب دارای مسیرهای فتوسنتزی مختلف باشند، افزایش فتوسنتز به دلیل افزایش غلظت CO_2 افزایش کارآیی مصرف آب، پیروزی در رقابت برای جذب و مصرف عناصر غذایی به دلیل بالا بودن کارایی مصرف ازت، افزایش تراکم‌پذیری گیاه و بهبود عملکرد کوانتومی گیاه، راهکارهایی است که از طریق آن‌ها ویژگی‌های رقابتی در گیاهان C۳ نسبت به C۴ در شر ایط تغییر اقلیم بهبود می‌یابد. از سوی دیگر، هنگامی که گونه های رقیب دارای مسیرهای فتوسنتزی مشابه باشند از آنجایی‌که جمعیت علف‌های‌هرز دارای تنوع ژنتیکی بیشتری بوده و کارایی استفاده از منابع و عناصر غذایی نیز در علف‌های‌هرز بیشتر از گیاهان زراعی است، به‌نظر می‌رسد در شرایطی اقلیمی تغییر یافته به جایگاه رقابتی قدرتمندتری نسبت به گیاهان زراعی رقیب خود دست‌یابند. به‌طورکلی می‌توان گفت که علف‌های‌هرز به عنوان گیاهان پیشگام در بوم‌نظام‌های کشاورزی دارای حدود بردباری گسترده‌ای به تغییر شرایط محیطی می‌باشند. انعطاف پذیری فنوتیپی این گیاهان سبب افزایش خصوصیات بافری آن ها در مواجه با تغییر اقلیم می‌شود و بنابراین انتظار می‌رود توان رقابتی این گیاهان در مقابل گیاهان زراعی تحت شرایط تغییر اقلیم افزایش یابد.

منابع

Paterson, D. T. and E. P. Flint. 1990. Implication of increasing carbon dioxide and climate change for plant communities and competition in natural and managed ecosystems. Pages 110-83 Kimbal,N. J. Rosenberg, and L. H. Allen,Jr. ,eds. ,impacts of carbon dioxide ,trace gases, and climate change on global agriculture. ASA Spec Publ. No 53, ASA, Madison,WI, USA.

Pritchard,S. G,and J. S. Amthor,2005. An Introduction To Effects Of Global Warming, Increasing Atmospheric CO2 And O2 Concentrations, And Soil Salinization On Crop Physiology And Yield Crops and Environmental Change,pp. 341-313.

Singh, M.C. Dubey, S.C. and Yaduraj, N.T. 2016. Climate change and its possible impacts on weeds. International Journal of Science, Environment, 1539 – 1530 :(3)5.

Stern, N. 2006. Stern Review: The Economics of Climate Change. London: Treasury Office of the Government of the United Kingdom and Northern Ireland.

Varanasi, A. Prasad, P.V.V. and Jugulam, M. 2015. Impact of Climate Change Factors on Weeds and Herbicide Efficacy. Advances in-Agronomy, Volume 135.

Ziska, L.H., 2013. Observed changes in soyabean growth and seed yield from Abutilon theophrasti competition as a function of carbon dioxide concentration. Weed Res. ,53 145–140.

Ziska, L.H., Tomecek, M.B. and Gealy, D.R., 2010, Evaluation of competitive ability between cultivated and red weedy rice as a function of recent and projected increases in atmospheric CO2, Agronomy Journal, 123-102,118.

Bradley, B.A., Blumenthal, D.M., Wilcove, D.S. and Ziska, L.W. 2010. Predicting plant invasions in an era of global change", Trends in Ecology and Evolution, 318-310 ,25.

DiTomaso J. 2005. Possible Effects of Climate Change on Weed Competition and Invasion. John Muir Institute of the Environment. California, USA.

Eamus, D. 1991. The interactions of rising CO2 and temperatures with water use efficiency. Plant Cell Envier. 852-14:843.

Gifford,R. 1988. Direct effects of higher carbon dioxide concentrations on vegetation. Pp. 519-506 in G. I. Pearman ed. Greenhouse-planning for climate change. Melbourne:CSIRO.

IPCC, 1996. Climate Change 1995: The Science of Climate Change. (Eds.) J. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell, Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

Morison, J. I. L. 1985. Sensitivity of stomata and water use efficiency to high CO2. Plant Cell Envier. 474-8:467.

Morison, J. I. L. and R. M. Gifford. 1983. Stomata sensitivity to carbon dioxide and humidity. A comparison of tow C3 and tow C4 grass species. Plant Physio. 796 -71:789.

Paterson, D. T. 1985. Comparative eco-physiology of weeds and crops. In: S. O. Duke (Ed.), Weed Physiology, Vol 1, pp. 129-101, CRC Press, Boca Raton.

Paterson, D. T. 1995. Weeds and changing climate. Weeds Sci. 701-43:685.

Paterson, D. T. 1993. Implication of global climate change for impact of weeds, insects, and plant diseases. Pp. 280-273 in D. R. Buxton, ed. International Crop Science I. Crop Science Soc. Amer., Madison,WI.