Archive of SID

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۵ (ص ۲۰۳-۱۹۳) DOI: 10.22059/ijfcs.2016.58854

تأثیر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط رقابت با علف هرز یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* L.)

حسین اورکی[۱]، سید علی‌محمد مدرس ثانوی[۲*]، اسکندر زند[۳] و علی مختصی بیدگلی[٤]
۱، ۲ و ٤. دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. استاد، مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/٦/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹٤/۹/۱)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L. cv. Pishtaz) در شرایط رقابت با علف هرز یولاف وحشی آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. سه غلظت CO_2 شامل ٤۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون (P.P.M) به‌عنوان عامل اصلی و عامل فرعی شامل پنج تراکم ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی بود. در این پژوهش برای کنترل غلظت CO_2 از اتاقک رشد روباز در میان هر کرت استفاده شد. نتایج نشان داد، افزایش غلظت CO_2 باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ گندم شد، طوری‌که بیشترین و کمترین میزان این صفات به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰۰ و ٤۰۰ قسمت در میلیون CO_2 به‌دست آمد. در همهٔ غلظت‌های CO_2 موردبررسی، افزایش تراکم علف هرز یولاف وحشی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ گندم شد. بنابراین اعمال تراکم صد بوته در مترمربع یولاف وحشی نسبت به تیمار بدون علف هرز در غلظت ٤۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون CO_2 به ترتیب باعث ۷٦/۵۰، ۷۸/۲٦ و ۸۸/۸۰ درصد کاهش در میزان عملکرد دانهٔ گندم شد.

واژه‌های کلیدی: تراکم علف هرز، طول سنبله، گندم، وزن هزاردانه، یولاف وحشی.

مقدمه

برای تأمین مواد غذایی موردنیاز جمعیت رو به رشد جهان، لازم است تولیدات کشاورزی در مدت‌زمانی نه‌چندان طولانی افزایش چشمگیری پیدا کنند. جمعیت جهان با رشدی معادل ۱/۱ درصد در حال افزایش است و درنتیجه هرسال حدود ۸۵ میلیون نفر به جمعیت جهان یعنی مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی افزوده می‌شود (U.S. Census Bureau, 2012). غلات به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بیشترین اهمیت را در تغذیهٔ انسان دارند و دراین‌بین گندم مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند. پیش‌بینی‌های انجام‌شده توسط مؤسسه‌های بین‌المللی نشان‌دهندهٔ کاهش ۳/۵ درصدی در کل تولید گندم جهان است (FAO, 2012). این گیاه مهم‌ترین منبع غذایی در جهان به شمار آمده و تأمین‌کنندهٔ قسمت عمدهٔ کالری و پروتئین موردنیاز حدود نیمی از مردم جهان است (Ijaz & Khan, 2009). رشد و عملکرد گندم همانند دیگر گیاهان زراعی بستگی به عامل‌های محیطی و مدیریت زراعی دارد. علف‌های هرز برای دستیابی به عامل‌های محیطی با گیاهان زراعی رقابت کرده و دسترسی

* تلفن: ۰۹۱۲۱۴۸۱۶۳۷
E-mail: modaresa@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهان زراعی را به عامل‌های محیطی محدود می‌کنند (Harivandi *et al*., 2006). درک تأثیر محیط و انعطاف‌پذیری علف‌های هرز ازنظر طول دورهٔ زندگی، رشد و رقابت با گیاه زراعی لازمهٔ مدیریت موفق علف‌های هرز است (Makarian *et al*., 2003). در این میان یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.) یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز یک‌سالهٔ زمستانهٔ آسیب و زیان رسان در گندم‌زارهاست که با برخورداری از ویژگی‌های کم‌نظیر مانند ارتفاع بلند، توزیع مناسب برگ، خواب بذر، ریشه‌دهی در صورت جابه‌جا شدن، بلوغ زودهنگام، غیریکنواختی رسیدن بذرها و ریزش آن‌ها و در سال‌های اخیر بروز مقاومت نسبت به بسیاری از علف‌کش‌ها به‌خوبی موفق شده است تا موقعیت خود را در بوم‌نظام (اکوسیستم)های زراعی حفظ کند (Bryson, 1990; Daugovish *et al*., 2003; Hassan *et al*., 2005; Scursoni & Roberto (Benech, 2002; Ahmadvand *et al*., 2002. میزان آسیب واردشده به عملکرد گیاه زراعی گندم درنتیجه تداخل با علف هرز یولاف وحشی تحت تأثیر تراکم علف هرز است (Wilson *et al*., 1995; Carlson & Hill, 1985)، به‌گونه‌ای که با تغییر تراکم یولاف وحشی تغییرهای گسترده‌ای در واکنش‌های رشد گندم بر اثر تحت تأثیر قرار گرفتن تقاضا برای نهاده‌های محیطی مشاهده می‌شود (Cousens *et al*., 2003). به‌عنوان‌مثال Khan & Hassan (2006) گزارش کردند که تراکم سی بوته یولاف وحشی در مترمربع سبب کاهش عملکرد دانهٔ گندم به میزان ۲۲ درصد شد. بیش از ۹۷ درصد غذای مردم جهان در بوم‌نظام‌های خشکی تولید می‌شود و در این بوم‌نظام‌ها عملیات فشردهٔ کشاورزی نیز موجب انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است (Chen *et al*., 1996). یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای که توسط انسان به درون جو رها می‌شود گاز CO_2 است (Noorian, 1996). بر پایهٔ بررسی‌های انجام‌شده تا پیش از انقلاب صنعتی غلظت گاز دی‌اکسیدکربن اتمسفری حدود ۲۸۰ میلیون در قسمت (P.P.M) بود (Siegenthaler *et al*., 2005)، هم‌اکنون غلظت این گاز حدود ۳۹۰ میلیون در قسمت است (Tans, 2009) و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ میلادی غلظت آن به حدود ۴۵۰ میلیون در قسمت برسد (Alcamo *et al*., 2007; OECD (EO[1], 2008). گیاهان در پاسخ به افزایش غلظت CO_2 واکنش‌های مختلف مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی از خود نشان می‌دهند (Anvarkhah *et al*., 2006). افزایش غلظت CO_2 اتمسفری باعث افزایش تثبیت CO_2 در گیاهان سه کربنه شده و تخصیص کربن به بخش‌های مختلف گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Anvarkhah *et al*., 2006). بنا بر تحقیقات انجام‌شده افزایش غلظت CO_2 موجب افزایش سرعت و میزان نورساخت (فتوسنتز) و توقف تنفس نوری در اغلب گیاهان می‌شود (Wolf, 1996) و به‌ویژه تولید خالص اولیه و درنتیجه فراهمی مواد پرورده در گیاهان سه کربنه به‌طور محسوسی افزایش می‌یابد (Anvarkhah *et al*., 2006; Berntson & Bazzaz, 1996). افزایش غلظت CO_2 موجب افزایش وزن غلاف، دانه و ساقه در سویا شد (Heagle *et al*., 1998)، همچنین بررسی روی گندم نشان داد، افزایش غلظت CO_2 در شرایط مختلف فراهمی یا کمبود مواد غذایی در خاک می‌تواند باعث تغییر نسبت ریشه به اندام هوایی شود (Ward *et al*., 1999). توان رقابت بیشتر گونه‌های سه کربنه در شرایط افزایش غلظت CO_2 افزایش می‌یابد (Ziska & Bunce, 1999). با برهم خوردن ترکیب گازهای اتمسفری و افزایش غلظت CO_2 رقابت گیاهان زراعی و علف‌های هرز و رفتارهای رشدی آن‌ها تغییر خواهد کرد. ازآنجاکه این واکنش‌ها در گیاهان مختلف، متفاوت است و با توجه به اهمیت بسیار زیاد گیاه گندم در تأمین امنیت غذایی مردم جهان و همچنین آسیب و زیان شایان‌توجه علف هرز یولاف وحشی در گیاهان زراعی باریک برگ زمستانه از جمله گندم، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط رقابت با علف هرز یولاف وحشی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعهٔ

1. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در ۱۶ کیلومتری غرب تهران با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقهٔ عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقهٔ طول شرقی و ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا اجرا شد. خاک محل آزمایش بافت لومی شنی داشت و میزان هدایت الکتریکی آن ۱/۷ دسی زیمنس بر متر و میانگین اسیدیتهٔ خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متری حدود ۷/۴ بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایهٔ بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سه غلظت CO_2 شامل میزان CO_2 موجود در هوای منطقه (معادل تقریبی ۴۰۰ قسمت در میلیون)، میزان CO_2 موجود در هوای منطقه + ۰/۷۵ برابر میزان CO2 موجود در هوای منطقه (معادل تقریبی ۷۰۰ قسمت در میلیون) و میزان CO_2 موجود در هوای منطقه + ۱/۵ برابر میزان CO_2 موجود در هوای منطقه (معادل تقریبی ۱۰۰۰ قسمت در میلیون) در کرت‌های اصلی (Gonzalez *et al*., 2014; Dahal *et al*., 2013; Yoon *et al*., 2009) و پنج تراکم ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. سنجش و تنظیم غلظت CO_2 محل آزمایش و تیمارهای تعیین‌شده با کمک حسگر سیار اندازه‌گیری این گاز (ساخت کارخانهٔ Testo آلمان) انجام شد. آبیاری همهٔ کرت‌های آزمایشی از آغاز تا پایان مرحلهٔ رشد به‌طور یکسان، همزمان، به‌صورت کرتی انجام شد. پس از مراحل آماده‌سازی زمین و تعیین ابعاد هر کرت به‌منظور اعمال درست تیمارها، تیمارها به‌طور تصادفی به واحدهای آزمایشی منتسب شدند. هر واحد آزمایشی شامل شش پشته به فاصلهٔ ۶۰ سانتی‌متر و به طول ۳ متر بود، در دو طرف پشته‌ها گندم و روی هر پشتهٔ بذر یولاف کشت شد. بر این پایه فاصلهٔ بین ردیف‌های گندم ۳۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بین ردیف یولاف تا ردیف گندم مجاور آن ۱۵ سانتی‌متر بود (Limon-ortega *et al*., 2008). بذر گندم (رقم پیشتاز) در ۱۵ آبان ۱۳۹۱ و با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع و بذر یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) نیز همزمان و بر پایهٔ روش Armin *et al*. (2007) با چهار برابر تراکم موردنیاز در بین ردیف‌های گندم (وسط پشته) به‌صورت دستی و در عمق ۳ تا ۴ سانتی‌متر کشت شد. پس از کاشت برای حصول اطمینان از تراکم‌های یولاف وحشی، طی دو مرحله (پس از سبز شدن و آغاز پنجه‌زنی) شمار بوتهٔ یولاف وحشی مستقرشده در واحد سطح شمارش و بوته‌های اضافی حذف شد. دیگر علف‌های هرز به‌غیراز یولاف وحشی به‌صورت دستی کنترل شدند. فاصلهٔ بین کرت‌های فرعی ۱ متر و فاصلهٔ بین کرت‌های اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد.

در این آزمایش برای کنترل میزان گاز CO_2 در هر واحد آزمایشی از اتاقک‌های رشد روباز ساخته‌شده در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس استفاده شد. ابعاد اتاقک رشد مورداستفاده ۲×۲ متر بود و برای کنترل اثرهای حاشیه‌ای این اتاقک‌ها (OTC[1]) در وسط هر کرت قرار گرفت. همچنین از کپسول‌های مخصوص نگهداری CO_2 به‌عنوان منبع تأمین این گاز استفاده شد. برای نمونه‌گیری از بوته‌های درون اتاقک‌های رشد روباز، با حذف ردیف‌های حاشیه‌ای، استفاده شد. پس از رسیدن فیزیولوژیک و در شرایط رطوبت ۱۲ درصد نمونه‌گیری برای ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ گندم انجام شد.

صفات موردبررسی در این پژوهش شامل طول سنبله، شمار سنبله در مترمربع، شمار سنبلچه در هر سنبله، شمار دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. برای ارزیابی صفات طول سنبله، شمار سنبله در مترمربع از بیست بوته به‌طور تصادفی اندازه‌گیری به عمل آمد و میانگین آن به‌عنوان عدد آن تیمار در نظر گرفته شد. همچنین برای تعیین شمار سنبلچه در سنبله به‌طور تصادفی شمار ده سنبله در هر واحد آزمایشی شمارش و میانگین آن‌ها به‌عنوان شمار سنبلچه در هر سنبله در نظر گرفته شد. وزن هزاردانه نیز با شمارش و توزین هزاردانهٔ تصادفی از محصول هر کرت برحسب گرم محاسبه شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه پس از حذف اثر حاشیه از کل سطح باقی‌ماندهٔ فضای درون هر اتاقک رشد برداشت انجام شد، سپس وزن دانه‌های

1. Open Top Chamber

www.SID.ir

Archive of SID

برداشتی از کل هر کرت برحسب کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست‌توده برحسب درصد به دست آمد. شاخص سطح برگ با دستگاه Leaf Area Meter (ΔT), England و با توجه به تراکم کاشت و سطح نمونه‌گیری محاسبه شد.

برای برآورد کاهش عملکرد دانهٔ گندم در تراکم‌های مختلف علف هرز یولاف وحشی در غلظت‌های گاز دی‌اکسیدکربن، از مدل هذلولی راست‌گوشه Cousens (1985) استفاده شد (معادلهٔ ۱). برای این منظور از رویهٔ NLIN استفاده شد.

$$YL= (I\times D)/(1+(I\times D/A) \quad (1)$$

در این معادله YL درصد کاهش عملکرد گندم، D تراکم یولاف وحشی (بر پایهٔ بوته در مترمربع)، I و A فراسنجه (پارامتر)های مدل هستند که به ترتیب عبارت‌اند از شیب منحنی (درصد کاهش عملکرد گندم به ازای هر واحد تراکم یولاف وحشی هنگامی‌که به صفر میل می‌کند) و مجانب منحنی (درصد کاهش عملکرد گندم هنگامی‌که تراکم یولاف وحشی به سمت بی‌نهایت میل می‌کند یا به‌عبارت‌دیگر بیشترین کاهش عملکرد گندم ناشی از تداخل یولاف وحشی). مقدار فراسنجه‌های I و A برای انجام برازش به ترتیب برابر ۱۰ و ۱۰۰ در نظر گرفته شد.

تجزیهٔ واریانس از روش مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) و پس از حصول اطمینان از عادی (نرمال) بودن توزیع باقی‌مانده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون کمینه اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

طول سنبله

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس نشان داد صفت طول سنبله به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن، تراکم‌های یولاف وحشی و اثر برهمکنش دی‌اکسیدکربن × تراکم‌های یولاف وحشی قرار دارد (جدول ۱). بررسی‌ها نشان داد، در همهٔ غلظت‌های گاز دی‌اکسیدکربن، افزایش تراکم علف هرز یولاف وحشی باعث کاهش طول سنبله در گندم شد. بر این پایه بیشترین شیب کاهش طول سنبله در شرایط بیشینهٔ غلظت دی‌اکسیدکربن و کمترین آن در تیمار دی‌اکسیدکربن طبیعی (۴۰۰ قسمت در میلیون) مشاهده شد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن باعث تخصیص مواد پروردهٔ بیشتر به بخش زایشی شده است (Anvarkhah *et al.*, 2006). بررسی‌های انجام‌شده نشان داد اعمال تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز نسبت به تیمار بدون علف هرز در شرایط غلظت ۴۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون CO_2 به ترتیب باعث ۴۲/۷، ۴۶/۹ و ۵۶/۶ درصد کاهش طول سنبلهٔ گندم شد (جدول ۲). بنا بر نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش همبستگی شدید، مثبت و معنی‌داری بین طول سنبله و عملکرد دانه مشاهده شد (r=۰/۹۸)، بنابراین هرگونه تغییر در میزان این صفت تأثیر مستقیم بر عملکرد دانهٔ گندم داشت (جدول ۴).

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات و سطح معنی‌داری) صفات عملکرد و اجزای عملکرد تحت تأثیر تیمارهای مختلف CO_2 و تراکم علف هرز یولاف وحشی

Table 1. Analysis of variance (mean square and significance level) yield and yield components under the effects of CO_2 different treatments and density of wild oat weed

S.O.V	Df	Spike length	Number of spikes per square meter	Number of spikelet per spike	Number of grains per spike	Weight of one thousand seeds	Grain yield	Harvest index
Replication	2	0.35^{ns}	6.94^{ns}	1.36^{ns}	1.16^{ns}	3.96^{ns}	3222187.4^{**}	188.23^{**}
CO_2	2	5.21^{**}	434.14^{*}	2.49^{ns}	20.16^{*}	7.60^{ns}	3076506.2^{**}	21.66^{*}
Error a	4	0.18	54.52	0.40	1.29	1.33	26745.5	1.89
Density	4	56.94^{**}	521168.18^{**}	88.81^{**}	106.11^{**}	415.82^{**}	70962318.6^{**}	515.15^{**}
Density × CO_2	8	1.31^{**}	293.90^{*}	0.91^{*}	2.29^{*}	5.34^{**}	737607.1^{*}	32.66^{ns}
Error B	24	0.26	103.86	0.33	0.97	0.97	288225.4	16.13
C.V.	-	5.3	1.79	3.72	4.42	2.84	10.73	11.84

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵درصد و ۱درصد آماری.

ns, * and **: none significant and significant at 5% and 1% statistical levels.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین اثرهای بر همکنش غلظت CO_2 × تراکم علف هرز یولاف وحشی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

Table 2. Mean comparison of interaction effects between CO_2 × density of wild oat on yield and yield components of wheat

CO_2 (ppm)	Weed density (Plants per square meter)	Spike length (cm)	Number of spikes per square meter	Number of spikelet per spike	Number of grains per spike	Weight of one thousand seeds (g)	Grain Yield (kg/ha)
400	0	12.07 b	792.67 bcd	17.33 bc	24.00 cde	41.20 bc	7350.32 bc
	25	10.83 c	784.00 cd	16.87 cd	24.33 cd	38.60 d	6917.08 cd
	50	8.37 f	598.67 f	16.30 d	22.67 e	33.06 fg	4816.07 f
	75	7.20 g	366.67 g	13.50 e	19.67 fg	29.82 h	2229.70 hi
	100	6.90 g	289.67 h	11.00 f	16.00 i	27.70 i	1727.00 ij
700	0	12.43 b	807.33 b	18.77 a	24.67 c	42.70 b	7547.75 bc
	25	11.10 c	775.67 d	17.60 bc	23.67 cde	39.68 cd	7334.96 bc
	50	9.62 de	603.00 ef	16.83 cd	23.00 de	33.64 ef	5156.30 ef
	75	7.43 g	353.00 g	13.70 e	20.00 fg	31.42 gh	2847.15 gh
	100	6.60 gh	283.33 h	10.33 f	17.67 h	25.72 j	1640.33 ij
1000	0	13.67 a	826.43 a	18.13 ab	28.33 a	45.63 a	8894.54 a
	25	12.07 b	795.33 bc	18.93 a	26.33 b	40.64 c	7981.42 b
	50	10.30 cd	616.00 e	17.00 cd	24.00 cde	34.74 e	6023.93 de
	75	9.17 ef	352.67 g	14.33 e	20.33 f	31.41 gh	3549.05 g
	100	5.93 h	281.33 h	10.67 f	18.67 gh	25.01 j	994.00 j
$LSD_{5\%}$		0.84	16.45	0.97	1.63	1.69	837.71

در هر ستون تفاوت میانگین‌های حروف همسان معنی‌دار ندارد (P≤۰/۰۵).

Means with the same letters in each column was not significant difference (P≤0.05).

میزان آسیب و زیان واردشده به عملکرد گیاه زراعی گندم درنتیجه تداخل با علف هرز یولاف وحشی تحت تأثیر تراکم علف هرز است (Carlson & Hill, 1985; Cousens *et al.*, 2003; Wilson *et al.*, 1995)، به‌گونه‌ای که با تغییر تراکم یولاف وحشی تغییرهای گسترده‌ای در واکنش‌های رشد گندم بر اثر تحت تأثیر قرار گرفتن تقاضا برای نهاده‌های محیطی مشاهده می‌شود (Cousens *et al.*, 2003). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش به نظر می‌رسد علف هرز یولاف وحشی به دلیل داشتن ویژگی‌های ویژه و همچنین توان بیشتر جذب منابع موجود در محیط اطراف، به‌ویژه در تراکم‌های بیش از ۲۵ بوته در مترمربع توانست از فرصت افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بیشترین استفاده را نماید و درنهایت در رقابت با گندم رقم پیشتاز پیروز باشد و آسیب سنگینی به عملکرد اقتصادی آن وارد کرد (Harivandi *et al.*, 2006).

شمار سنبله در مترمربع و شمار سنبلچه در سنبله

بنا بر نتایج مندرج در جدول۱، غلظت‌های مختلف گاز دی‌اکسیدکربن به‌طور معنی‌دار باعث تغییر در میزان شمار سنبله در مترمربع شد، اما این تیمار روی صفت شمار سنبلچه در سنبله اثر معنی‌دار نداشت، همچنین بررسی‌ها نشان داد صفات شمار سنبله در مترمربع و شمار سنبلچه در سنبله به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تراکم‌های یولاف وحشی و اثر برهمکنش گاز دی‌اکسیدکربن × تراکم یولاف وحشی قرار دارند. نتایج نشان داد در همهٔ غلظت‌های دی‌اکسیدکربن موردبررسی، بیشترین و کمترین میزان شمار سنبله در مترمربع به ترتیب در تیمارهای بدون علف هرز و صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی مشاهده شد، همچنین بیشترین (۸۲۶/۴۳) و کمترین (۲۸۱/۳۳) میزان این صفت در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن و به ترتیب در تیمارهای بدون علف هرز و تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی ثبت شد (جدول ۲). به نظر می‌رسد کاهش شمار سنبله در مترمربع ناشی از کاهش شمار پنجهٔ بارور باشد، در تحقیقی تأثیر تراکم‌های ۰، ۸۶، ۱۳۷ و ۲۲۷ بوته در مترمربع یولاف وحشی را بر عملکرد گندم بررسی کردند و دریافتند که افزایش تراکم یولاف وحشی باعث کاهش شمار سنبله در مترمربع و درنهایت عملکرد دانهٔ گندم می‌شود (Cudney *et al.*, 1989). تغییر تراکم علف هرز یولاف وحشی از صفر تا صد بوته در مترمربع موجب تشدید رقابت بین‌گونه‌ای شد، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده به نظر می‌رسد از تراکم‌های بیش از ۲۵ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی، افزون بر رقابت بین‌گونه‌ای، رقابت درون‌گونه‌ای گندم نیز افزایش یافت (به دلیل کمبود

www.SID.ir

Archive of SID

منابع بین بوته‌های گندم نیز رقابت رخ داد) و بنابراین روند کاهش صفات وابسته به عملکرد گندم شدت یافت (Abrahimpour-noorabadi *et al*., 2007). ازنظر شمار سنبله در مترمربع در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن بین تیمار ۲۵ بوته در مترمربع با تیمار بدون علف هرز در شرایط غلظت ۷۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت (جدول ۲). این موضوع بیانگر این است که غلظت بالای دی‌اکسیدکربن باعث تعدیل اثرگذاری منفی حضور علف هرز بر شمار سنبله در مترمربع گندم شد، به‌طوری‌که ازنظر آماری تفاوتی بین حضور ۲۵ بوتهٔ علف هرز یولاف وحشی در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون با تیمار بدون علف هرز در غلظت ۷۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن مشاهده نشد (جدول ۲). همچنین بررسی‌ها نشان داد رابطهٔ مستقیم و معنی‌داری بین شمار سنبله در مترمربع با عملکرد دانهٔ گندم وجود دارد، که این موضوع گویای اهمیت و نقش تعیین‌کنندهٔ این صفت در تأمین عملکرد مطلوب گندم بود (جدول ۴). بنا بر نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، تیمار بدون علف هرز در غلظت‌های ۴۰۰ و ۷۰۰ قسمت در میلیون گاز دی‌اکسیدکربن بیشترین میزان شمار سنبلچه در سنبله را کسب کرد (جدول ۲). بین تیمار ۲۵ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی با تیمار بدون علف هرز در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون گاز دی‌اکسیدکربن تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشده، بااین‌وجود ازنظر عددی بیشترین میزان شمار سنبلچه در سنبله در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع ثبت شد (جدول ۲). به‌طورکلی بیشترین و کمترین میزان شمار سنبلچه در سنبله به ترتیب در ترکیب‌های تیماری غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون گاز دی‌اکسیدکربن + تراکم ۲۵ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی (۱۸/۹۳) و غلظت ۷۰۰ قسمت در میلیون گاز دی‌اکسیدکربن + صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی مشاهده شد (جدول ۲). بررسی‌های انجام‌شده نشان داد اعمال تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی نسبت به تیمار بدون علف هرز در غلظت‌های ۴۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون CO_2 به ترتیب باعث ۳۶/۵۰، ۴۴/۹۶ و ۴۱/۱۴ درصد کاهش در شمار سنبلچه در سنبلهٔ گندم شد (جدول ۲). همان‌طور که نتایج ناشی از این پژوهش نشان می‌دهد و با توجه به C_3 بودن گندم و یولاف وحشی افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن در شرایط بدون علف هرز موجب افزایش نورساخت و تولید مواد پرورده و درنتیجه تولید اجزای عملکرد مناسب در گیاه گندم می‌شود، اما با حضور علف هرز یولاف وحشی به دلیل داشتن ویژگی‌های ویژه و توان رقابت‌پذیری بالا، از منابع موجود در محیط اطراف خود به نحو بهتری نسبت به گندم استفاده می‌کند، به همین دلیل در شرایط بیشترین فراهمی غلظت دی‌اکسیدکربن به‌ویژه در تراکم‌های بالا بیشترین میزان آسیب و زیان به عملکرد گندم مشاهده شد (Cudney *et al*., 1989).

شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد ازنظر آماری تأثیر غلظت دی‌اکسیدکربن بر صفت شمار دانه در سنبله معنی‌دار و بر وزن هزاردانه غیر معنی‌دار بوده است، همچنین صفات شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانهٔ گندم به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تراکم یولاف وحشی و تأثیر برهمکنش غلظت دی‌اکسیدکربن × تراکم یولاف وحشی قرار داشتند (جدول ۱). بیشترین میزان شمار دانه در سنبله در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن و در تیمار بدون علف هرز و کمترین میزان آن در شرایط غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در هوا (۴۰۰ قسمت در میلیون) و تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی مشاهده شد (جدول ۲). بررسی‌ها نشان داد اعمال تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی نسبت به تیمار بدون علف هرز به ترتیب باعث ۳۳/۳۳، ۲۸/۳۷ و ۳۴/۰۹ درصد کاهش در میزان شمار دانه در سنبلهٔ گندم شد (جدول ۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت علف هرز یولاف وحشی نسبت به گندم استفادهٔ مناسب‌تری از شرایط تغییر در غلظت گاز دی‌اکسیدکربن کرده است. همچنین بررسی‌ها نشان داد بین تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی در غلظت‌های ۷۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون

www.SID.ir

Archive of SID

دی‌اکسیدکربن ازنظر شمار دانه در سنبلهٔ گندم تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. در غلظت‌های ۴۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن (۴۱/۲۰ گرم)، ۷۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن (۴۲/۷۰ گرم) و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن غلظت (۴۵/۶۳ گرم) تیمار بدون علف هرز بیشترین میزان وزن هزاردانه را به خود اختصاص داد، همچنین در همهٔ غلظت‌های CO_2 موردبررسی کمترین میزان این صفت در تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی ثبت شد (جدول ۲). بنا بر نتایج مندرج در جدول ۲ در غلظت‌های ۴۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون دی‌اکسیدکربن، اعمال تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی نسبت به تیمار بدون علف هرز به ترتیب باعث ۳۲/۷۷، ۳۹/۷۸ و ۴۵/۱۹ درصد کاهش در وزن هزاردانهٔ گندم شد. گزارش شده است که افزایش غلظت CO_2، وزن غلاف، دانه و ساقه را در سویا افزایش داد اما اثری بر شمار دانه نداشت (Heagle *et al.*, 1998) که از این نظر نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش با یافته‌های این پژوهش همخوانی ندارد. نتایج نشان داد صفت وزن هزاردانهٔ گندم نقش تعیین‌کننده‌ای در تولید عملکرد دانهٔ این گیاه داشت، به‌طوری‌که هرگونه تغییر در میزان آن به‌صورت مستقیم در عملکرد دانهٔ گندم اثر داشت (جدول ۴). با برهم خوردن ترکیب گازهای اتمسفری و افزایش غلظت CO_2 رقابت گیاهان زراعی و علف‌های هرز و رفتارهای رشدی آن‌ها تغییر خواهد کرد. صفات انتخاب‌شده در گونه‌های زراعی، مرتبط با تولید و عملکرد بیشتر تحت مدیریت و خواستهٔ انسان بوده است تا بقای گیاه در طبیعت، بنابراین به‌طور عملی رقم‌های زراعی در رویارویی با چالش‌های محیطی مانند هجوم علف‌های هرز، جذب منابع غذایی در شرایط رقابت و تغییرپذیری زیست‌محیطی آسیب‌پذیر هستند (Mehrabi, 2007).

عملکرد دانه

تجزیهٔ واریانس نشان داد، عملکرد دانهٔ گندم به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمارهای غلظت دی‌اکسیدکربن، تراکم یولاف وحشی و تأثیر برهمکنش غلظت دی‌اکسیدکربن × تراکم یولاف وحشی قرار دارد (جدول ۱).

تغییر در تراکم یولاف وحشی تغییرهای گسترده‌ای در واکنش‌های رشدی گندم بر اثر تحت تأثیر قرار گرفتن تقاضا برای نهاده‌های محیطی ایجاد می‌کند (Cousens *et al.*, 2003). اندازه‌گیری‌های انجام‌شده نشان داد در غلظت ۴۰۰ قسمت در میلیون گاز دی‌اکسیدکربن اعمال تراکم‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی نسبت به تیمار بدون علف هرز به ترتیب باعث ۵/۸۹، ۳۴/۴۸، ۶۴/۶۶ و ۷۶/۵۰ درصد کاهش در میزان عملکرد دانهٔ گندم شد. همچنین اعمال تراکم‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی نسبت به تیمار بدون علف هرز در غلظت ۷۰۰ قسمت در میلیون گاز دی‌اکسید کربن به ترتیب باعث ۲/۸۲، ۳۱/۶۸، ۶۲/۲۸ و ۷۸/۲۷ درصد کاهش در عملکرد دانه شد. در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون گاز دی‌اکسیدکربن اعمال تراکم‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی نسبت به تیمار بدون علف هرز به ترتیب باعث ۱۰/۲۶، ۳۲/۲۷، ۵۹/۵۸ و ۸۸/۸۲ درصد کاهش در میزان عملکرد دانهٔ گندم شد (جدول ۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت افزایش تراکم علف هرز یولاف وحشی به‌ویژه در تراکم‌های بیش از ۲۵ بوته در مترمربع، عملکرد دانهٔ گندم را به‌شدت با آسیب و زیان روبه‌رو می‌کند، که نتایج این پژوهش با گزارش بسیاری از محققان همخوانی دارد (Khan & Hassan, 2006). بیشترین عملکرد دانهٔ گندم در شرایط بیشینه غلظت دی‌اکسیدکربن (۱۰۰۰ قسمت در میلیون) و به ترتیب در تیمارهای بدون علف هرز (۸۸۹۵/۵۴ کیلوگرم در هکتار) و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی (۷۹۸۱/۴۲ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۲). بررسی‌ها نشان داد عملکرد دانهٔ گندم در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع علف هرز در شرایط بیشینه غلظت گاز دی‌اکسیدکربن (۱۰۰۰ قسمت در میلیون) با تیمار بدون علف هرز در شرایط دی‌اکسیدکربن موجود در هوا (۴۰۰ قسمت در میلیون) تفاوت معنی‌دار آماری ندارد. همچنین بنا بر نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مشخص شد بین

www.SID.ir

Archive of SID

تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی در غلظت‌های مختلف گاز دی‌اکسیدکربن تفاوت معنی‌دار آماری وجود ندارد، بااین‌حال ترکیب تیماری بیشینه غلظت گاز دی‌اکسیدکربن و صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی کمترین میزان عملکرد دانهٔ گندم را داشت (جدول ۲). به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد میزان آسیب و زیان به عملکرد دانهٔ گندم به ترتیب در غلظت‌های ۱۰۰۰، ۷۰۰ و ۴۰۰ قسمت در میلیون بیشتر است و میزان این صفت با افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن و افزایش تراکم علف هرز یولاف وحشی با شدت بیشتری کاهش یافت (جدول ۲). توان رقابت بیشتر گونه‌های سه کربنه در شرایط افزایش غلظت CO_2 افزایش می‌یابد (Ziska & Bunce, 1999)، یولاف وحشی به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند ارتفاع بیشتر و توزیع بهتر برگ‌ها نسبت به گندم موجب کاهش نفوذ نور و هوای تازه در تاج‌پوشش (کانوپی) گندم شده و از این راه موجب کاهش عملکرد گندم شد (Rooney, 1991; Kropff & Spitters, 1992).

شاخص برداشت

شاخص برداشت گندم تحت تأثیر غلظت گاز دی‌اکسیدکربن و تراکم علف هرز یولاف وحشی قرار داشت (جدول ۱). بنا بر نتایج مندرج در جدول ۳، بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت گندم به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰۰ و ۴۰۰ قسمت در میلیون غلظت گاز دی‌اکسیدکربن به دست آمد. همچنین مشخص شد، افزایش تراکم علف هرز موجب کاهش معنی‌دار شاخص برداشت گندم می‌شود، به‌طوری‌که اعمال تیمار صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی موجب ۴۳/۹۰ درصد کاهش شاخص برداشت گندم نسبت به تیمار بدون علف هرز شد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین شاخص برداشت گندم تحت تأثیر غلظت CO_2 و تراکم علف هرز یولاف وحشی

Table 3. Mean comparison of wheat harvest index under the effects of CO_2 concentration and wild oat weed density

Trait	CO_2 (ppm)			Oat plant density (plants per square meter)				
	400	700	1000	100	75	50	25	0
Harvest index (%)	32 ^{b}	33 ^{ab}	35 ^{a}	23 ^{d}	29 ^{c}	36 ^{b}	39 ^{ab}	41 ^{a}
$LSD_{5\%}$	1.39			3.90				

در هر ردیف برای هر تیمار تفاوت میانگین‌های حروف همسان معنی‌دار ندارد (P≤۰/۰۵).

Averages with the same letters per row for each treatment was not significant difference (P≤0.05).

ارزیابی اُفت عملکرد گندم با مدل تجربی کوزنس

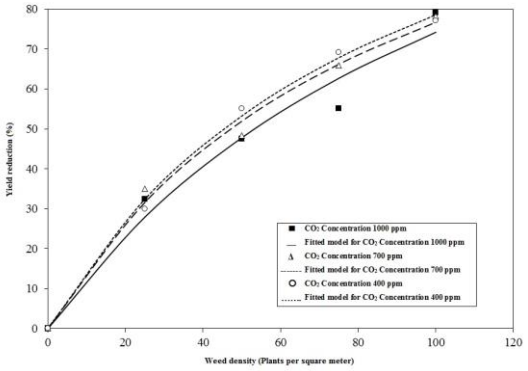
با توجه به نتایج ناشی از برازش مدل هذلولی کوزنس، کاهش عملکرد دانهٔ گندم نسبت به افزایش تراکم علف هرز یولاف وحشی، در غلظت‌های مختلف گاز دی‌اکسیدکربن موردبررسی نزدیک به‌صورت مجانب‌دار بود (شکل ۱). به‌گونه‌ای که در همهٔ غلظت‌های گاز دی‌اکسیدکربن با افزایش تراکم علف هرز عملکرد دانهٔ گندم کاهش یافت. به‌طورکلی روند کاهش عملکرد دانهٔ گندم در غلظت‌های مختلف گاز دی‌اکسیدکربن تا تراکم حدود پنجاه بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی با شیب تند کاهش یافت و روند خطی داشت، اما از این تراکم به بعد تا تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی از شیب کاهش عملکرد دانهٔ گندم کاسته شد، به‌طوری‌که به نظر می‌رسد به‌احتمال در صورت افزایش تراکم علف هرز بیش از صد بوته در مترمربع نمودار روند ثابت را در پیش می‌گرفت (شکل۱). بنابراین با توجه نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین کاهش عملکرد دانهٔ گندم برابر ۷۸ درصد و در تراکم صد بوته در مترمربع پیش آمد (شکل ۱). میزان آسیب و زیان واردشده به عملکرد گیاه زراعی گندم درنتیجه تداخل با علف هرز یولاف وحشی تحت تأثیر تراکم علف هرز است (Carlson & Hill, 1985; Wilson *et al.*, 1995)، که با تغییر تراکم یولاف وحشی تغییرهای گسترده‌ای در واکنش‌های رشد گندم از جمله عملکرد دانهٔ آن بر اثر تحت تأثیر قرار گرفتن تقاضا برای نهاده‌های محیطی مشاهده می‌شود (Cousens *et al.*, 2003).

در این پژوهش ضریب‌های همبستگی بین صفات موردبررسی محاسبه شد، بر این پایه بیشترین همبستگی موجود بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد با طول سنبله (r=۰/۹۸)، شمار سنبله در مترمربع

www.SID.ir

Archive of SID

(r=۰/۹۸) و وزن هزاردانه (r=۰/۹۸) بوده است، که این نشان‌دهندهٔ اهمیت بسیار بالای صفات طول سنبله، شمار سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه نسبت به صفات شمار سنبلچه در سنبله، شمار دانه در سنبله و شاخص برداشت در افزایش عملکرد دانهٔ گندم است (جدول ۴).



شکل ۱. کاهش عملکرد دانهٔ گندم در تراکم‌های مختلف علف هرز یولاف وحشی در غلظت‌های گاز دی‌اکسیدکربن.

Figure 1. The reduction in wheat grain yield under different densities of wild oat weed and carbon dioxide concentrations.

جدول ۴. ضریب‌های همبستگی بین صفات عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر تیمارهای مختلف CO_2 و تراکم علف هرز یولاف وحشی

Table 4. The correlation coefficient between yield and yield components of wheat under the effects of CO_2 different treatments and wild oat weed density

Traits	Spike length	Number of spikes per square meter	Number of spikelet per spike	Number of grains per spike	Weight of one thousand seeds	Harvest index
Number of spikes per square meter	0.94 **					
Number of spikelet per spike	0.92 **	0.94 **				
Number of grains per spike	0.93 **	0.93 **	0.94 **			
Weight of one thousand seeds	0.98 **	0.95 **	0.92 **	0.93 **		
Harvest index	0.95 **	0.92 **	0.93**	0.91 **	0.94 **	
Grain yield	0.98 **	0.98 **	0.95 **	0.95 **	0.98 **	0.97 **

**Significant at 1% level. ** معنی‌دار در سطح ۱درصد.

نتیجه‌گیری کلی

افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ گندم می‌شود. عملکرد دانهٔ گندم و صفات وابسته به آن با افزایش تراکم علف هرز یولاف وحشی به‌ویژه در تراکم‌های بیش از ۲۵ بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی به‌شدت کاهش می‌یابد.

افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن در گیاهان سه کربنه باعث افزایش قابلیت رقابت آن‌ها می‌شود، بااین‌وجود علف هرز یولاف وحشی به دلیل داشتن ویژگی‌های رشدی مناسب، توان بیشتری نسبت به گندم (رقم پیشتاز) برای جذب منابع در دسترس دارد، به همین دلیل بیشترین آسیب و زیان به عملکرد دانهٔ گندم در شرایط بیشینه فراهمی گاز دی‌اکسیدکربن و در تراکم صد بوته در مترمربع علف هرز یولاف وحشی مشاهده شد.

REFERENCES

1. Abrahimpour-noorabadi, F., Ayenehband, A., Noormohammadi, G., Mosavinia, H. & Mesgarbashi, M. (2007). Evaluation of some ecophysiological characteristic of wheat under competition of Wild Oat (*Avena lodovician*). *Journal of Research and development in Agronomy and Gardening*, 73, 117-125. (in Farsi)
2. Ahmadvand, G., Koocheki, A. & Nassiri-Mahallati, M. (2002). Competitive response of winter wheat (*Triticumm aestivum*) to various plant densities of wild oat (*Avena ludoviciana*) and nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 1, 113-124.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Alcamo, J., Moreno, J., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J. & Shvidenko, A. (2007). Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 541-580.
4. Anvarkhah, S., Koocheki, A. & Nassiri Mahallati, M. (2006). Investigation of the effect of CO_2 on competition between crops and weeds (C_3 and C_4) species under greenhouse condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9(3), 356-367. (in Farsi)
5. Armin, M., NorMohammadi, Q., Zand, A., Baghestani, M. E. & Darvish, G. (2007). Interaction of wild oat (*Avena ludoviciana*) in competing and non-competing variety of wheat: yield and its components. *Agroecology Journal*, 6, 2-15.
6. Berntson, G.M. & Bazzaz, F.A. (1996). Below ground positive and negative feedbacks on CO_2 growth enhancement. *Plant and Soil*, 187, 119-131.
7. Bryson, C.T. (1990). Interference and critical time of hemp sesbania (*Sebania exalta* L.) in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Weed Technology*, 4, 833-837.
8. Carlson, H.L. & Hill, J.E. (1985). Wild Oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: plant density effects. *Weed Science*, 33, 176-181.
9. Chen, D.X., Hunt, H.W. & Morgan, J.A. (1996). Responses of a C_3 and C_4 perennial grass to CO_2 enrichment and climate change: Comparison between model predictions and experimental data. *Ecological Modeling*, 87, 11-27.
10. Cousens, R.D. (1985). A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, 107, 239-252.
11. Cousens, R.D., Barnett, A.G. & Barry, G.C. (2003). Dynamics of competition between wheat and oats. I. Effects of changing the timing of phonological events. *Agronomy Journal*, 95, 1295-1304.
12. Cudney, D.W., Jordan, L.S., Holt, J.S. & Renits, J.S. (1989). Competitive interactions of wheat (*Triticum aestivum*) and wild oat (*Avena fatua*) grown at different densities. *Weed Science*, 37, 538-543.
13. Dahala, K., Knowlesb, V., Plaxtonb, W.P. & Hünera, N.P.A. (2013). Enhancement of photosynthetic performance, water use efficiency and grain yield during long-term growth under elevated CO_2 in wheat and rye is growth temperature and cultivar dependent. *Environmental and Experimental Botany*, 106, 207-220.
14. Daugovish, O., Thill, D.C. & Shafii, B. (2003). Modeling competition between wild oat (*Avena fatua* L.) and yellow mustard or canola, *Weed Science*, 51, 102-109.
15. FAO. (2012). www.fao.org/corp/copyright/en/.
16. Gonzalez, M.B., Bochicchio, R., Berger, J., Bramley, H. & Paita, J.A. (2014). High temperature reduces the positive effect of elevated CO_2 on wheat root system growth. *Field Crops Research*, 165, 71-79.
17. Harivandi, M. R., Latifi, N., Zinali, A., Fizabadi, A. & Shojaei, K. (2006). Investigation of the effect of rye density on reproductive characteristics and yield of wheat. *Iranian Journal of Agricultue Science*, 36(1), 87-97. (in Farsi)
18. Hassan, G., Khan, H., Khan I. & Rabbani, M. G. (2005). Quantification of tolerance of different wild oats (*Avena fatua* L.) biotypes to Codinafop properly and Fenoxaprop-pethyl, *Pakistan Journal of Weed Science*, 11(3-4), 61-65.
19. Heagle, A.S., Miller, J.E. & Pursley, W.A. (1998). Influence of ozone stress on soybean response to carbon dioxide enrichment: III. Yield and seed quality. *Crop Science*, 38, 128-134.
20. Ijaz, S. & Khan, I.A. (2009). Molecular characterization of wheat germplasm using microsatellite markers. *Genetics and Molecular Research*, 8(3), 809-815.
21. Khan, I.A. & Hassan, H. (2006). Effect of wild oats (*Avena fatua*) densities and proportions on yield and yield components of wheat. *Pakistan Journal of Weed Science*, 12(1-2), 69-77.
22. Kropff, M.J. & Spitters, C.J.T. (1992). An eco-physiological model for interspecific competition, applied to the influence of *Chenopodium album* L. on sugar beet. I. Model description and parameterization. *Weed Research*, 32, 437-450.
23. Limon-Ortega, A., Govaerts, B. & Sayre, K.D. (2008). Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *European Journal of Agronomy*, 29, 21-28.
24. Makarian, H., Banaian, M., Rahimian, H. & Isadi Darbandi, E. (2003). Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mays* L.) with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Iranian Journal of Crop Research*, 2, 271-279.
25. Mehrabi, B.H. (2007). Investigation of policies effect and comparative advantage on crops in Kerman province. 56.
26. Noorian, M.E. (1996). The Climate change crisis is national or international. *Water Commission Bolton*, 13, 9-13. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

27. OECD EO. (2008). Environmental Outlook to 2030, http://www.oecd.org/environment/outlookto 2030 (accessed 09.06.10).
28. Rooney, J.M. (1991). Influence of growth form of *Avena fatua* L. on the growth and yield of *Triticum aestivum* L. *Annals of Applied Biology*, 118, 411-416.
29. Scursoni, J.A. & Roberto Benech, A. (2002). Effect of nitrogen fertilization timing on the demographic processes of wild oat (*Avena fatua*) in barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Science*, 50, 616-621.
30. Siegenthaler, U., Stocker, T., Monnin, E., Luthi, D., Schwander, J., Stauffer, B., Raynaud, D., Barnola, J.-M., Fischer, H., Masson-Delmotte, V. & Jouzel, J. (2005). Stable carbon cycle-climate relationship during the late pleistocene. Science, 310, 1313-1317.
31. Tans, P. (2009). Trends in Carbon Dioxide, http://www.esrl.noaa.gov/md/ccgg/trends/ (accessed 17.05.10).
32. U.S. Census Bureau. (2012). www.census.gov/popest/
33. Ward, J.K., Tissue, D.T., Thomas, R.B. & Strain, B.R. (1999). Comparative responses of model C_3 and C_4 plants to drought in low and elevated CO_2. *Global Change Biology*, 5, 857-867.
34. Wilson, B.J., Wright, K.J., Brain, P., Clementdand, M. & Stephens, E. (1995). Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed production and crop yield in wheat. *Weed Research*, 35, 265-278.
35. Wolf, J. (1996). Effects of nutrient supply (NPK) on spring wheat response to elevated atmospheric CO_2. *Plant and Soil*, 185, 113-123.
36. Yoon, S.T., Hoogenboom, G., Flitcroft, L. & Bannayan, M. (2009). Growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in response to CO_2 enrichment under two different temperature regimes. *Environmental and Experimental Botany*, 67, 178-187.
37. Ziska, L.H. & Bunce, J.A. (1999). Effect of elevated carbon dioxide concentration at night on the growth and gas exchange of selected C_4 species. *Australian Journal of Plant Physiology*, 26, 71-77.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Filed Crop Science, Vol. 47, No. 2, Summer 2016

Effect of carbon dioxide enrichment on yield and yield components of wheat under weed competitive pressure of winter wild oat (*Avena ludoviciana* L.)

Hussein Oraki[1], Seyed Ali Mohammad Modarres-Sanavy[2*], Eskandar Zand[3] and Ali Mokhtassi-Bidgoli[4]

1, 2, 4. Ph. D. Student, Professor and Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P.O. Box 14115-336, Tehran, Iran

3. Professor, Department of Weed Research, Plant Protection Research Institute, P. O. Box 19395-1454, Tehran, Iran

(Received: Sep. 1, 2014 - Accepted: Nov. 22, 2015)

ABSTRACT

To study the effects of carbon dioxide enrichment on morphological, nutrient absorption and yield of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Pishtaz) under weed competitive pressure of wild oat (*Avena ludoviciana* L.), an experiment was conducted as a split plot based on a randomized completely block design during the 2013-2014 growing season at the Research field of Tarbiat Modares University, Iran. Carbon dioxide concentrations (400, 700 and 1000 ppm) and weed densities (0, 25, 50, 75 and 100 plants/m^2) were arranged in the main- and sub-plots. Open top chambers were used for CO_2 concentration adjustments. Results indicated that, increasing the concentration of carbon dioxide caused an increasing in yield and yield components of wheat. The highest and the lowest yield and yield components were observed in maximum and minimum concentration of carbon dioxide, respectively. Also, increasing in weed density significantly decreased yield and yield components of wheat in all CO_2 concentrations. In addition, under all CO_2 concentrations, the density of 100 plants per square meter of wild oat compared to control caused decreases in wheat yield and yield components. The value of these decreases were 76.5, 78.26 and 88.80 percent in 400, 700 and 1000 ppm CO_2 concentrations, respectively.

Keywords: 1000 grain weight, spike length, weed density, wheat, wild oat.

* Corresponding author E-mail: modaresa@modares.ac.ir Tel: +98 912 148637

www.SID.ir