Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره چهارم، زمستان ۹۵
۱-۱۶
http://ejcp.gau.ac.ir

اثرات شوری بر کمیت و کیفیت عملکرد ارقام کلزا در غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن هوا

عباس ده‌شیری[۱] و سیدعلی‌محمد مدرس‌ثانوی[۲*]

[۱]دانش‌آموخته دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس،
[۲]استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: شوری آب و خاک از محدودیت‌های اصلی کشت در مناطق گرم و خشک از جمله ایران محسوب می‌شوند. حدود ۳۶ درصد (۶/۸ میلیون هکتار) از اراضی کشاورزی ایران دارای خاک‌های مبتلا به درجات مختلف شوری هستند. حدود ۹۰ درصد روغن خوراکی مصرفی در ایران، وارداتی است و گیاه کلزا با ویژگی‌های خاص خود در تمام اقلیم‌های کشور قابل کشت و کار است و بهترین زراعت تناوبی برای غلات است که حدود ۷۰ درصد سطح زیر کشت محصولات زراعی را شامل می‌شوند. تحقیقات آزمایشگاهی نشان داده است که با افزایش غلظت CO_2، کارآیی مصرف آب، فتوسنتز خالص، تولید زیست‌توده و عملکرد در اغلب گیاهان افزایش می‌یابد. بررسی اثرات غنی‌سازی CO_2 هوای آزاد روی رشد کلزای تابستانه نشان داده در پایان مرحله گلدهی زیست‌توده اندام هوایی به‌طور معنی‌دار و تا ۴۰ درصد افزایش می‌یابد اما در برداشت نهایی افزایش زیست‌توده و افزایش عملکرد دانه معنی‌دار نبوده است. یافته‌های مذکور احتمال کاهش اثرات شوری روی گیاه کلزا را تقویت می‌کند، بنابراین بررسی تأثیر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر عکس‌العمل ارقام کلزا در شرایط شور ضرورت دارد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و داخل گلدان‌هایی مشابه انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه رقم کلزا شامل اکاپی، RGS003 و زرفام، غلظت شوری (آبیاری با آب شور دارای EC معادل ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر همراه با شاهد بدون شوری) و

* مسئول مکاتبه: modaresa@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت CO_2 هوا [سه مقدار غلظت معمول CO_2 (۳۵۰ میکرومول بر مول) و غلظت های دو و سه برابر مقدار غلظت فعلی آتمسفر (۷۰۰ و ۱۰۵۰)] بود. هر سطح تیمار CO_2 به‌عنوان یک محیط (کرت اصلی) در نظر گرفته و دو تیمار دیگر به‌صورت فاکتوریل در طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار، در هر محیط اعمال شد. گلدان‌های ۲۰ کیلویی سیاه رنگ تهیه و با خاک مزرعه پرگردید. برای تهیه شوری‌های مختلف از نمک طبیعی و آب شهری با هدایت الکتریکی معادل ۵۸۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر استفاده شد. به‌منظور اعمال تیمار گاز CO_2 اتاقک‌های رشد در داخل گلخانه به ابعاد، ۹ متر طول، ۲ متر عرض و ارتفاع ۲/۵ متر ایجاد گردید که روی آن با نایلون شفاف پوشانده شد. گاز CO_2 با استفاده از کپسول تأمین گردید.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که عملکرد دانه به‌شدت تحت‌تأثیر شوری قرار گرفت و از ۲/۸ تن در هکتار در سطح صفر شوری به ۱/۱۳ تن در هکتار در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت. شوری بیش‌ترین تأثیر را روی تعداد غلاف در بوته داشت. غلظت CO_2 اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد نداشت و تنها در سال دوم آزمایش در سطح ۱۰۵۰ppm توانست تا حدی اثر منفی شوری را جبران کند. عملکرد دانه در هر دو سال اجرای آزمایش به‌طور کاملاً معنی‌دار تحت‌تأثیر نوع رقم نیز قرار گرفت. رقم RGS003 بیش‌ترین عملکرد دانه را داشته است. رقم زرفام در رتبه دوم و رقم اکاپی در رتبه سوم قرار گرفته است. افزایش شوری باعث افزایش میزان پروتئین و کاهش میزان روغن در دانه کلزا شد. درصد روغن دانه بی‌تأثیر از غلظت دی‌اکسیدکربن بود. میزان روغن در هر سه رقم و در تمام سطوح غلظت دی‌اکسیدکربن با افزایش شوری کاهش یافته است درصد پروتئین دانه با افزایش شوری و دی‌اکسیدکربن افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری: غلظت دی‌اکسیدکربن اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد نداشت و تنها در سال دوم آزمایش در سطح ۱۰۵۰ppm توانست تا حدی اثر منفی شوری را جبران کند. افزایش شوری باعث افزایش میزان پروتئین و کاهش میزان روغن در دانه کلزا شد. درصد پروتئین دانه با افزایش دی‌اکسیدکربن افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: اجزاء عملکرد، شوری، غلظت دی‌اکسیدکربن، کلزا

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شوری آب و خاک از محدودیت‌های اصلی کشت در مناطق گرم و خشک از جمله ایران محسوب می‌شوند. حدود ٣٦ درصد (٦/٨ میلیون هکتار) از اراضی کشاورزی ایران دارای خاک‌های مبتلا به درجات مختلف شوری هستند. افزایش روزافزون جمعیت و لزوم تأمین امنیت غذایی و محدودیت منابع آب مناسب، استفاده از آب‌های با کیفیت پایین از جمله آب‌های شور را ایجاب می کند (١٦). بنابراین مطالعات گسترده جهت دستیابی به راهکارهای کاهش خسارت شوری و افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک دارای محدودیت شوری ضرورت دارد. تحمل گیاهان به شوری نه تنها در بین گونه‌ها بلکه در بین ارقام مختلف هر گونه نیز تفاوت دارد (١٢). گیاه کلزا از دانه‌های روغنی مهم در جهان است که بعد از سویا و نخل روغنی سومین منبع مهم تولید روغن خوراکی است (١٢). حدود ٩٠ درصد روغن خوراکی مصرفی در ایران، وارداتی است و گیاه کلزا با ویژگی‌های خاص خود در تمام اقلیم‌های کشور قابل کشت و کار است و بهترین زراعت تناوبی برای غلات است که حدود ٧٠ درصد سطح زیر کشت محصولات زراعی را شامل می‌شوند (٤). کلزا در برخی منابع جزء گیاهان متحمل به شوری محسوب شده است. فرانکویس (١٩٩٤) حد آستانه تحمل به شوری کلزا را در آزمایش مزرعه‌ای ٩ دسی‌زیمنس بر متر و درصد کاهش عملکرد در بالای حد آستانه را ١٢ درصد به‌ازای افزایش هر واحد شوری به‌دست آورد که بر این اساس باید کلزا را در گروه گیاهان متحمل محسوب نمود (٩). مطالعات شمس‌الدین (٢٠٠٦) نشان داد که با افزایش میزان شوری عملکرد، وزن هزاردانه، تعداد ساقه اصلی و فرعی، تعداد دانه در غلاف اصلی و فرعی و طول غلاف ساقه اصلی و فرعی، در گیاه کلزا کاهش یافت (١٩). شوری باعث برهم خوردن تعادل در عناصر غذایی می‌شود و عمدتاً باعث غلظت پایین‌تر عناصر ماکرو در بافت‌های گیاهی می‌گردد. جذب زیاد نمک با جذب سایر یون‌های غذایی از جمله کلسیم، منیزیم و پتاسیم تداخل داشته و باعث اختلالات غذایی و سرانجام کاهش عملکرد و کیفیت می‌شود (١١). عملکرد محصول به‌طور مشخص با افزایش غلظت نمک کاهش می‌یابد. اما غلظت آستانه و میزان کاهش عملکرد با گونه تغییر می‌کند. تفاوت‌های بین‌گونه‌ای مشخص در تحمل شوری بین گیاهان وجود دارد. در یک گونه اکوتیپ‌هایی وجود دارد که می‌توانند نسبت به جمعیت‌های معمول، غلظت‌های بالاتر نمک را تحمل کنند. گونه‌های وحشی معمولاً در برابر شوری نسبت به گونه‌های زراعی متحمل‌تر هستند (١٧). شوری درصد روغن را

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش می‌دهد. اما ارزش یدی بذر کتان، شلغم روغنی و آفتابگردان افزایش می‌یابد. در مورد آفتابگردان نیز کاهش میزان روغن مشاهده می‌شود اما کیفیت روغن بدون تأثیر و روغن قابل استخراج کم و ترکیب اسیدهای چرب بدون تغییر باقی می‌ماند (٦).

از طرفی میزان غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر به‌دلیل فعالیت‌های بشری در حال افزایش است. پژوهشگران پیش‌بینی می‌کنند که غلظت CO_2 جو از ۳۷۰ppm کنونی به ۵۵۰ppm هوا تا اواسط قرن حاضر افزایش پیدا کند (۱) و در پایان قرن حاضر به ۷۰۰ppm برسد (۱۵). افزایش غلظت CO_2 بر وضعیت رشد گیاهان تأثیرگذار است. از آن‌جا که رابیسکو در جو کنونی از CO_2 اشباع نشده است، این افزایش در گیاهان سه‌کربنه پتانسیل جذب CO_2 فتوسنتزی خالص برگ را به‌طور قابل‌توجهی افزایش خواهد داد (۸). تحقیقات آزمایشگاهی نشان داده است که با افزایش غلظت CO_2، کارآیی مصرف آب، فتوسنتز خالص، تولید زیست‌توده و عملکرد در اغلب گیاهان افزایش می‌یابد (۱۳). این اثرات می‌تواند برای سامانه‌های تولید کشاورزی اثرات مهمی داشته باشد. افزایش CO_2 نه تنها رشد و عملکرد گیاهان زراعی سه‌کربنه را بهبود می‌بخشد بلکه روابط آبی گیاه را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ تعرق و هدایت روزنه‌ای کاهش و کارآیی مصرف آب افزایش می‌یابد (۵، ۲۰ و ۲۱).

در بررسی اثرات غنی‌سازی CO_2 هوای آزاد روی رشد کلزای تابستانه توسط فرانزارینگ و همکاران (۲۰۰۸) در پایان مرحله گلدهی زیست‌توده اندام هوایی به‌طور معنی‌دار و تا ٤٠ درصد افزایش یافت. اما در برداشت نهایی افزایش زیست‌توده و افزایش عملکرد دانه معنی‌دار نبود. هم‌چنین میزان روغن دانه و عملکرد روغن کل تحت‌تأثیر قرار نگرفت (۱۰). یافته‌های مذکور احتمال کاهش اثرات شوری روی گیاه کلزا را تقویت می‌کند، بنابراین بررسی تأثیر افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر عکس‌العمل ارقام کلزا در شرایط شور ضرورت دارد و می‌تواند وضعیت کشت کلزا در اراضی دارای محدودیت شوری را با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن هوا در آینده، روشن سازد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و داخل گلدان‌هایی مشابه انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل رقم کلزا با سه تیپ رشد متفاوت [شامل اکاپی (زمستانه)، RGS003 (بهاره) و زرفام (بینابین)]، غلظت شوری (آبیاری با آب شور دارای EC

www.SID.ir

Archive of SID

معادل ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر همراه با شاهد بدون شوری) و غلظت CO_2 هوا [سه مقدار غلظت معمول CO_2 (۳۵۰ میکرومول بر مول) و غلظت‌های دو و سه برابر مقدار غلظت فعلی آتمسفر (۷۰۰ و ۱۰۵۰)] بود. غلظت سه برابر با هدف تکمیل مطالعات و بررسی امکان تغذیه گیاه به‌وسیله CO_2 انتخاب گردید. هر سطح تیمار CO_2 به‌عنوان یک محیط (کرت اصلی) در نظر گرفته و دو تیمار دیگر به‌صورت فاکتوریل در طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار، در هر محیط (سطح تیمار CO_2) اعمال شد. با توجه به سرباز بودن اتاقک‌ها، دما و رطوبت داخل اتاقک تحت‌تأثیر شرایط هوای بیرون بود. میزان نور داخل اتاقک در ساعت ۱۲ معادل ٤۵۰ وات بر مترمربع بود. بذور سه رقم کلزا تولیدی سال ۱۳۸۸، از شرکت‌های تولیدکننده بذر داخلی دریافت گردید. گلدان‌های ۲۰ کیلویی سیاه رنگ با ابعاد: قطر دهانه ۲۸ سانتی‌متر، قطر کف ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر تهیه گردید. ته گلدان ۵ عدد سوراخ هر یک به قطر ۱۰ میلی‌متر ایجاد شد. گلدان‌ها با خاک زراعی با بافت سیلتی لوم (۵۸ درصد شن، ۲۸ درصد سیلت و ١٤ درصد رس) پر شد تا وزن نهایی آن به ۱۸ کیلوگرم رسید. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول (۱) ارائه شده است. پس از پر کردن گلدان‌ها دو دفعه آبیاری انجام شد تا خاک گلدان‌ها اشباع شد. پس از ٤٨ ساعت کاشت انجام شد و سپس آبیاری انجام گرفت. پس از سبز شدن تا مرحله خروج از روزت (شروع به ساقه رفتن) هر هفته یک‌بار آبیاری انجام گردید. با انتقال گلدان‌ها به داخل اتاقک‌ها و شروع اعمال تیمارها، آبیاری به‌نحوی انجام شد که بوته‌ها در معرض تنش خشکی قرار نگیرند، بدین‌صورت که درصد وزنی آب موجود در خاک در مرحله ظرفیت زراعی خاک (با اندازه‌گیری وزن خاک در نقطه ظرفیت مزرعه و سپس خشکاندن در آون و اندازه‌گیری وزن خشک آن) محاسبه و با کاهش ۳۵ درصد میزان آن آبیاری انجام شد. میزان آب در هر گلدان یکسان و حدود ۳۰ درصد بیش‌تر از مقدار مورد نیاز رسیدن به نقطه ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد.

در مرحله ۵ برگی بوته‌ها تنک شده و تعداد ۹ بوته در هر گلدان باقی ماند. بر اساس آزمون خاک به‌جز نیتروژن بقیه عناصر به مقدار کافی در خاک مورد استفاده موجود بود. بنابراین کود نیترژون در سه قسمت قبل از کشت، خروج از روزت، و شروع گلدهی بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه و به گلدان‌ها اضافه گردید. برای تهیه شوری‌های مختلف از نمک طبیعی دریاچه قم و آب شهری با هدایت الکتریکی معادل ۵۸۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر استفاده شد. ترکیب آب شور مورد استفاده در یکی از تیمارها (EC معادل $ds.m^{-1}$ ۱۰) در جدول (۲) ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ترکیبات خاک مورد استفاده.

Table 1. Compounds of used soil.

کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	درصد رطوبت اشباع Saturation Percentage ((w/w)%)	پتاسیم قابل‌استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل‌استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Phosphorous ($mg.kg^{-1}$)
6.1	7.72	1.76	28	240	24.6
کربنات‌کلسیم معادل (درصد) Calcium Carbonat (%)	مس قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Copper ($mg.kg^{-1}$)	روی قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Zinc ($mg.kg^{-1}$)	منگنز قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Manganese ($mg.kg^{-1}$)	آهن قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available Iron ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)
8.96	0.62	2.86	10.461	7.56	0.17

جدول ۲- ترکیبات آب مورد استفاده.

Table 2. Compounds of used Water.

اسیدیته pH	سولفات (میلی‌گرم بر لیتر) SO_4 ($mg.l^{-1}$)	منیزیم (میلی‌گرم بر لیتر) Magnesium ($mg.l^{-1}$)	کلسیم (میلی‌گرم بر لیتر) Calcium ($mg.l^{-1}$)	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) EC ($\mu S.cm^{-1}$)	نسبت جذب سدیم (Sodium absorb rate)
7.5	1324.6	54.8	112	1.496	38.1
بر (میلی‌گرم بر لیتر) Bor ($mg.l^{-1}$)	سدیم (میلی‌گرم بر لیتر) Sodium ($mg.l^{-1}$)	کربنات (میلی‌گرم بر لیتر) Carbonat ($mg.l^{-1}$)	کلراید (میلی‌گرم بر لیتر) Chloride ($mg.l^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم بر لیتر) Potassium ($mg.l^{-1}$)	بی‌کربنات (میلی‌گرم بر لیتر) HCO_3 ($mg.l^{-1}$)
0.48	1998.7	0	2432.6	3.13	73.2

به‌منظور اعمال تیمار گاز CO_2 اتاقک‌های رشد در داخل گلخانه به ابعاد، ۹ متر طول، ۲ متر عرض و ارتفاع ۲/۵ متر ایجاد گردید که روی آن با نایلون شفاف با قطر ۰/۱۵ میلی‌متر پوشانده شد. کف اتاقک‌ها به‌گونه‌ای طراحی شد که گلدان‌ها به فاصله ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک قرار گیرند. سقف اتاقک‌ها با استفاده از نایلون و با فاصله حدود ۲۰ سانتی‌متر از بالای دیواره پوشانده شد. به‌طوری‌که ضمن امکان برقراری تبادل آزاد رطوبت و دما، هوای داخل اتاقک نسبتاً ساکن و از تلاطم آن جلوگیری شود. گاز CO_2 با استفاده از کپسول تأمین گردید. انتقال گاز به اتاقک‌ها با نصب مانومتر CO_2 روی کپسول و استفاده از شیلنگ پنوماتیک ۸×۱۰ میلی‌متر انجام شد. شیلنگ اصلی به ترمینال وصل و از ترمینال برای هر اتاقک دو انشعاب گرفته و در طول گلخانه کشیده

www.SID.ir

Archive of SID

شد. انتهای شیلنگ مسدود و در طول شیلنگ سوراخ‌هایی تعبیه گردید و سعی شد سوراخ‌های ابتدایی کوچک و به‌تدریج بر قطر سوراخ‌ها افزوده شود. غلظت گاز در اتاقک‌ها اندازه گیری و متناسب با آن گاز CO_2 تزریق می‌شد. تیمار غلظت CO_2 به‌مدت دو ماه (از مرحله شروع به ساقه رفتن تا رسیدن دانه) و روزانه ٨ ساعت ادامه یافت. گلدان‌ها تا مرحله شروع ساقه رفتن بیرون از گلخانه نگهداری شد تا در معرض سرمای لازم قرار گرفته و نیاز سرمایی تأمین شود. با شروع مرحله ساقه رفتن گیاه (کد ٢ در سیستم سیلوستر- برادلی و میکپیس)، گلدان‌ها به اتاقک‌ها منتقل و تحت‌تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری‌ها: زمان رسیدن کامل دانه، بوته‌های هر گلدان برداشت گردید و وزن کل بوته (بدون ریشه) در مرحله برداشت اندازه‌گیری شد و پس از خشک شدن کامل در معرض نور خورشید، نسبت به جداسازی دانه اقدام و عملکرد دانه تعیین گردید. جهت تعین تعداد دانه در غلاف تعداد ٢٠ غلاف به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد و تعداد دانه آن‌ها شمارش گردید. وزن هزاردانه با شمارش و وزن کردن به‌دست آمد و تعداد غلاف در بوته نیز پس از وزن کردن عملکرد کرت و از طریق محاسبه به‌دست آمد.

میزان روغن در کلزا توسط دستگاه NMR مدل Bruke در سال دوم آزمایش اندازه‌گیری گردید. این دستگاه بر اساس القاء مغناطیسی هسته اتم هیدروژن کار کرده و احتیاج به آسیاب کردن نمونه نداشت و یک روش اسپکترومتری می‌باشد. میزان پروتئین دانه با اندازه‌گیری میزان نیتروژن و تبدیل آن به پروتئین (N×٦/٢٥) انجام گردید (١٨).

روش‌ها و محاسبات آماری: تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها برای صفات مختلف با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد: در این بررسی غلظت دی‌اکسیدکربن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته است (جدول ٣). بررسی‌های فرانزارینگ و همکاران (٢٠٠٨) نیز نشان داد غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن هوا تا حد ٤٩٤ppm باعث انتقال سریع‌تر کلزای تابستانه از مرحله رویشی به زایشی و آغاز سریع‌تر پیری شد و این عامل باعث شد در پایان مرحله گلدهی زی‌توده اندام هوایی به‌طور معنی‌دار و تا ٤٠ درصد افزایش یابد، اما در برداشت نهایی افزایش زی‌توده و افزایش عملکرد دانه معنی‌دار نشد. همچنین میزان روغن دانه و عملکرد روغن کل تحت‌تأثیر قرار نگرفت. تنها اثر معنی‌دار افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن هوا که در مرحله برداشت باقی ماند افزایش زی‌توده دیواره‌های غلاف بود (١٠). معنی‌دار شدن اثر

www.SID.ir

Archive of SID

دی‌اکسیدکربن بر صفات رویشی و معنی‌دار نشدن آن بر عملکرد دانه بیانگر آن است که اسمیلات‌ها ممکن است به خوبی از بافت‌های سبز به دانه‌ها منتقل نشود و از طرفی احتمال دارد، افزایش دما در مراحل تشکیل و پر شدن دانه باعث جلوگیری از انتقال اسمیلات‌ها به دانه شده باشد. پاسخ رشد رویشی به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن از پاسخ رشد زایشی متفاوت است (۱۰).

برهم‌کنش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن و شوری بر عملکرد در سال دوم آزمایش معنی‌دار شده است (جدول ۳). هر چند در تمام سطوح غلظت دی‌اکسیدکربن با افزایش شوری عملکرد به‌طور معنی‌دار کاهش یافته است اما کاهش عملکرد در غلظت ۱۰۵۰ppm کم‌تر از بقیه سطوح بوده است و در این محیط اختلاف عملکرد دانه در سطوح ۰ و ۵ شوری کم‌تر از بقیه محیط‌ها (غلظت دی‌اکسیدکربن) بوده است. بررسی تعداد غلاف در بوته در سطوح مختلف شوری و غلظت دی‌اکسیدکربن رفتار مشابهی را نشان می‌دهد و بیانگر آن است که عملکرد دانه عمدتاً تحت‌تأثیر تعداد غلاف در بوته بوده است (جدول ٦).

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد عملکرد دانه در هر دو سال اجرای آزمایش به‌طور کاملاً معنی‌دار تحت‌تأثیر نوع رقم و میزان شوری بوده است (جدول ۳). رقم RGS003 بیش‌ترین عملکرد دانه را داشته است. حداکثر عملکرد در این رقم و در سال دوم آزمایش معادل ۲۳۱/۹ گرم در مترمربع (۲۳/۱۹ گرم در گلدان، ۲/۳ تن در هکتار) مشاهده شده است. رقم زرفام با ۲۰۳ گرم در مترمربع (۲۰/۳ گرم در گلدان) در رتبه دوم و رقم اکاپی در رتبه سوم قرار گرفته است (جدول ٤). در مطالعه‌ای در منطقه میامی استان سمنان، سازگاری ۷ رقم کلزا شامل اکاپی، SLM046، طلایه، زرفام، اپرا، مدنا و لیکورد در سطوح شوری ۱/۹، ۷ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که رقم زرفام در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد بیش‌تری نسبت به اکاپی دارد اما این تفاوت معنی‌دار نبود. ارقام SLM046 و مدنا بیش‌ترین عملکرد را داشته و با سایر ارقام اختلاف معنی‌دار داشت (۲). همچنین بایبوردی (۲۰۱۰) در بررسی اثر ٦ سطح شوری (۰، ٤، ۸، ۱۲، ١٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) بر عملکرد و اجزاء عملکرد پنج رقم کلزا شامل اکاپی[1]، SLM046، الیت[2]، فورناکس[3] و لیکورد[4] از نظر ارتفاع گیاه و زمان شروع گلدهی نتیجه گرفت که ارقام SLM046 و اکاپی برتر بودند. از نظر تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته رقم اکاپی و سپس فورناکس برتر بودند. با در نظر گرفتن تمام صفات بیش‌ترین تحمل در رقم SLM046 و اکاپی در سطوح مختلف شوری مشاهده گردید (۳).

1- Okapi
2- Elite
3- Fornax
4- Licord

www.SID.ir

جدول ٣- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا در تیمارهای شوری و دی‌اکسیدکربن.

Table 3. Analysis of variance for characteristic in three rapeseed cultivars under salinity and CO_2 treatments.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS							
		تعداد غلاف در بوته Pod/plant	تعداد دانه در غلاف Seed/pod	وزن هزاردانه 1000 seed weight		عملکرد دانه Grain yield		درصد روغن دانه Oil of seed (%)	درصد پروتئین دانه Protein of seed (%)
				2010	2011	2010	2011		
دی‌اکسیدکربن CO_2(C)	2	26.68^{ns}	14.81^{ns}	0.20^{ns}	0.7254**	30584.28^{ns}	298.27^{ns}	0.269^{ns}	96.88**
خطا E_a	6	46.03	5.82	0.01	0.0657	3018.08	696.03	0.08325^{ns}	0.63^{ns}
رقم Variety (V)	2	2464.70**	9.62^{ns}	0.02^{ns}	0.2991**	43295.15**	18967.19**	14.984**	30.73**
شوری Salinity(S)	3	7681.41**	52.39**	1.71**	0.3345**	152785.48**	151054.00**	308.85**	477.54**
دی‌اکسیدکربن × رقم (C × V)	4	40.69^{ns}	5.76^{ns}	0.06^{ns}	0.0866^{ns}	2350.49^{ns}	821.54^{ns}	0.653^{ns}	5.23**
دی‌اکسیدکربن × شوری (C × S)	6	308.38^{ns}	4.91^{ns}	0.25*	0.0770^{ns}	749.69^{ns}	2981.74**	2.196*	9.24**
شوری × رقم (S × V)	6	112.52^{ns}	9.68^{ns}	0.60^{ns}	0.2613**	17640.26**	1294.23**	3.552**	11.91**
دی‌اکسیدکربن × رقم × شوری (C× V × S)	12	81.95^{ns}	5.95^{ns}	0.09^{ns}	0.0608^{ns}	2717.28^{ns}	955.75^{ns}	2.406**	9.67**
خطا Error	66	149.70	6.10	0.09	0.0589	2269.60	962.03	0.8653	0.84
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		23.36	12.94	6.60	6.91	24.50	14.98	2.14	3.75

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد.

^{ns}, * and ** No significant and Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

در این بررسی عملکرد دانه به‌شدت تحت‌تأثیر شوری قرار گرفته است (جدول ۳). عملکرد در تیمار شاهد در سال اول ۲۸۲/۲ گرم در مترمربع (۲۸/۲۲ گرم در گلدان، ۲/۲۸ تن در هکتار) بوده است که در تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس به ۱۱۲/۹ گرم در مترمربع (۱۱/۲۹ گرم در گلدان، ۱/۱۳ تن در هکتار) کاهش یافته است. همچنین در سال دوم عملکرد شاهد ۲۹۱/۲ گرم در مترمربع (۲۹/۱۲ گرم در گلدان ۲/۹ تن در هکتار) بوده است که به ۱۱۷ گرم در مترمربع (۱۱/۷ گرم در گلدان، ۱/۱۷ تن در هکتار) در تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس کاهش یافته است (جدول ۵).

وزن هزاردانه در سال اول آزمایش تنها تحت‌تأثیر شوری قرار گرفته است، اما در سال دوم اثر رقم و دی‌اکسیدکربن نیز بر آن معنی‌دار شده است. همچنین برهم‌کنش شوری × رقم بر وزن هزاردانه معنی‌دار شده است (جدول ۳). وزن هزاردانه با افزایش میزان شوری کاهش یافته است به‌طوری‌که در سال اول، تیمار شاهد با ٤/۸ گرم بیش‌ترین و تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس با ٤/۲۵ گرم، کم‌ترین وزن هزاردانه را داشته است (جدول ۵). وزن هزاردانه رقم RGS003 در سال دوم کم‌تر از بقیه ارقام بوده است (جدول ٤).

تعداد دانه در غلاف تنها تحت‌تأثیر میزان شوری قرار گرفته و اثر شوری بر آن کاملاً معنی‌دار است. اما این صفت تحت‌تأثیر غلظت دی‌اکسیدکربن و رقم قرار نگرفته است. همچنین اثرات متقابل تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). بنابراین اختلاف عملکرد ارقام ناشی از تفاوت تعداد غلاف در بوته می‌باشد.

هر چند اثر سطوح مختلف شوری بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بوده است، اما این صفت نسبت به تعداد غلاف در بوته کم‌تر تحت‌تأثیر شوری قرار گرفته است، به‌طوری‌که سطوح صفر و ۵ دسی‌زیمنس بر متر، شوری در یک گروه و سطوح ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس در گروه دیگر قرار گرفته‌اند (جدول ۵).

تعداد غلاف در بوته تحت‌تأثیر تیمارهای شوری و رقم قرار گرفته است. شوری بر تعداد غلاف در بوته اثر کاملاً معنی‌دار داشته و تعداد غلاف در بوته در سطوح مختلف شوری در کلاس‌های متفاوت قرار گرفته است. اثر رقم نیز بر این صفت کاملاً معنی‌دار بوده است. رقم RGS003 با میانگین ٦۱/٥٦ عدد غلاف در بوته بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته را داشته است و سپس رقم زرفام با ۵۰ و اکاپی با ٤۵ غلاف در بوته در مراحل بعدی قرار گرفته‌اند (جدول ٤). بررسی تأثیر شوری بر اجزاء عملکرد نشان می‌دهد شوری بیش‌ترین تأثیر را بر تعداد غلاف در بوته داشته است و این صفت بیش‌ترین نقش را در تفاوت مقدار عملکرد در سطوح مختلف شوری داشته است. تنش در اولین مرحله باعث کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد غلاف‌ها می‌گردد. باکاهش غلاف‌ها که مخازن مواد ساخته شده محسوب می‌شوند گیاه قادر به تغذیه مخازن محدود خواهد بود. مطالعات شمس‌الدین (٢٠٠٦) نیز نشان داد که با افزایش میزان شوری، عملکرد، وزن هزاردانه، تعداد شاخه اصلی و فرعی، تعداد دانه در غلاف اصلی و فرعی و طول غلاف در شاخه اصلی و فرعی در گیاه کلزا کاهش یافت (١٩).

برهم‌کنش شوری و رقم بر عملکرد در هر دو سال اجرای آزمایش و بر وزن هزاردانه در سال دوم آزمایش معنی‌دار شده است (جدول ٣). با افزایش شوری رقم اکاپی بیش‌ترین کاهش عملکرد و رقم RGS003 کم‌ترین کاهش عملکرد را داشته و رقم زرفام از این نظر در حد وسط قرار گرفته است. وزن هزاردانه در ارقام اکاپی و زرفام با افزایش شوری افزایش و در رقم RGS003 کاهش یافته است که دلیل آن می‌تواند ویژگی جبرانی بین اجزای عملکرد باشد، بدین معنی که با کاهش عملکرد در ارقام اکاپی و زرفام در اثر کاهش شدید سایر اجزای عملکرد، وزن هزاردانه افزایش یافته است (جدول ٧).

میزان روغن و پروتئین در دانه: درصد روغن در دانه کلزا به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر رقم و شوری قرار گرفته است و اثرات متقابل تیمارها نیز بر این صفت معنی‌دار بوده است (جدول ٣). درصد روغن دانه با افزایش شوری کاهش یافته است (جدول ٨). نتایج این بررسی نشان داد درصد روغن دانه بی‌تأثیر از غلظت دی‌اکسیدکربن است (جدول ٣). در آزمایشی که توسط فرانزارینگ و همکاران (٢٠٠٨) انجام و اثرات غنی‌سازی CO_2 هوای آزاد روی رشد کلزای تابستانه بررسی و رقم کلزای چامپینو (*Brassica napus cv. campino*) در شرایط مزرعه در معرض سه تیمار شامل شرایط معمول بدون پوشش، شرایط معمول دارای پوشش و افزایش غلظت CO_2 تا حد ٤٩٤ppm در داخل پوشش قرار گرفت، نتایج نشان داد در برداشت نهایی میزان روغن دانه و عملکرد روغن کل تحت‌تأثیر قرار نگرفت (١٠). هر چند با افزایش میزان شوری میزان روغن در هر سه رقم و در تمام سطوح غلظت دی‌اکسیدکربن کاهش یافته است، اما در سطح غلظت معمولی دی‌اکسیدکربن هوا روند کاهشی آن در رقم RGS003 شدیدتر از دو رقم دیگر اما در سطوح غلظت افزایش یافته دی‌اکسیدکربن روند کاهشی در رقم اکاپی شدیدتر شده است (جدول ٨).

درصد پروتئین دانه کلزا به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر غلظت دی‌اکسیدکربن، نوع رقم و میزان شوری قرار گرفته است و اثرات متقابل تیمارها نیز بر این صفت معنی‌دار شده است (جدول ٣). درصد پروتئین دانه با افزایش شوری و دی‌اکسیدکربن افزایش یافته است و این افزایش تا سطح ١٥ دسی‌زیمنس بر متر شوری نیز ادامه داشته است. مطالعات لاهاری و همکاران (١٩٨٧) روی گیاه لوبیا نیز نشان داد، میزان

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین با افزایش شوری افزایش یافت. درصد پروتئین دانه کلزا با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن هوا روند افزایشی داشته است درصد پروتئین در غلظت معمولی دی‌اکسیدکربن هوا با افزایش شوری افزایش یافته است اما روند افزایش آن در ارقام مختلف متفاوت بوده است (١٤). در رقم اکاپی با افزایش شوری روند افزایشی ثابتی داشته است. در رقم زرفام تا سطح ٥ شوری میزان پروتئین ثابت و سپس افزایش یافته است و در رقم RGS003 تا سطح ١٠ شوری افزایش و سپس کاهش یافته است. در حالی‌که این روند در سطوح افزایش یافته غلظت دی‌اکسیدکربن در تمام ارقام ثابت بوده است (جدول ٨).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در ارقام مختلف.

Table 4. Mean comparison of yield and component of yield in different rapeseed cultivars.

رقم Cultivar	عملکرد دانه (گرم/ مترمربع) Grain yield (g/m^2)		وزن هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g)		تعداد دانه در غلاف Seed/pod	تعداد غلاف در بوته Pod/plant
	2011	2010	2011	2010	2011	2011
اکاپی Okapi	186.55 ^{c}	155.56^{b}	3.50^{ab}	4.44^{a}	19.55^{a}	45.5^{b}
زرفام Zarfam	202.84^{b}	203.98^{a}	3.60^{a}	4.48^{a}	19.14^{a}	50.1^{b}
آرجی‌اس ٣ RGS003	231.87^{a}	222.77^{a}	3.42^{b}	4.45^{a}	18.53^{a}	61.6^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

جدول ٥- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد در سطوح تیمار شوری.

Table 5. Mean comparison of plant characteristics of three rapeseed cultivars in salinity treatments.

تیمار شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity treatment ($dS.m^{-1}$)	تعداد غلاف در بوته Pod/plant	تعداد دانه در غلاف Seed/pod	وزن هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g)		عملکرد دانه (گرم/ مترمربع) Grain yield (g/m^2)	
	2011	2011	2010	2011	2010	2011
0	71.70^{a}	20.44^{a}	4.82^{a}	3.63^{a}	282.2^{a}	291.12^{a}
5	58.56^{b}	20.07^{a}	4.40^{b}	3.56^{ab}	226.7^{b}	238.41^{b}
10	47.22^{c}	18.15^{b}	4.35^{b}	3.47^{bc}	154.6^{c}	181.73^{c}
15	32.00^{d}	17.63^{b}	4.25^{b}	3.37^{c}	112.9^{d}	117.10^{d}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در تیمارهای مختلف شوری و دی‌اکسیدکربن.

Table 6. Mean comparison of yield and component of yield in salinity and carbon dioxide treatments.

دی‌اکسیدکربن (پی‌پی‌ام) CO_2 (ppm)	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity ($dS.m^{-1}$)	تعداد دانه در غلاف Seed/pod	تعداد غلاف در بوته Pod/plant	وزن هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g)		عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Grain yield (g/m^2)	
		2011	2011	2010	2011	2010	2011
350	0	20.89^{a}	71.78^{a}	4.82^{a}	3.34^{b}	323.01^{a}	295.26^{a}
	5	21.22^{a}	53.22^{b}	4.30^{b}	3.42^{ab}	255.06^{b}	230.07^{b}
	10	18.11^{b}	48.67^{b}	4.52^{ab}	3.67^{a}	175.68^{c}	190.31^{c}
	15	17.56^{b}	35.11^{c}	4.53^{ab}	3.59^{ab}	151.31^{c}	125.42^{d}
700	0	19.78^{a}	77.78^{a}	4.82^{a}	3.44^{b}	253.91^{a}	311.61^{a}
	5	19.56^{ab}	55.89^{b}	4.50^{b}	3.68^{ab}	207.98^{b}	235.39^{b}
	10	16.89^{c}	43.67^{c}	4.36^{b}	3.70^{ab}	128.90^{c}	160.38^{c}
	15	17.11^{bc}	29.11^{d}	4.03^{c}	3.78^{a}	86.94^{c}	111.22^{d}
1050	0	20.67^{a}	65.56^{a}	4.83^{a}	3.34^{b}	269.78^{a}	266.49^{a}
	5	19.14^{a}	66.56^{a}	4.42^{b}	3.32^{b}	216.93^{b}	249.78^{a}
	10	19.44^{a}	49.33^{b}	4.18^{c}	3.52^{a}	159.13^{c}	194.50^{b}
	15	18.22^{a}	31.78^{c}	4.20^{bc}	3.30^{b}	100.58^{d}	114.64^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

جدول ٧- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا در سطوح مختلف شوری.

Table 7. Mean comparison of yield and component of yield of rapeseed cultivars in different salinity levels.

رقم Cultivar	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity ($dS.m^{-1}$)	وزن هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم/ مترمربع) Grain yield (g/m^2)	
			2010	2011
اکاپی Okapi	0	3.18^{b}	275.20^{a}	267.74^{a}
	5	3.50^{a}	185.72^{b}	231.69^{b}
	10	3.76^{a}	98.20^{c}	159.88^{c}
	15	3.57^{a}	63.10^{c}	86.91^{d}
زرفام Zarfam	0	3.41^{c}	335.54^{a}	278.70^{a}
	5	3.50^{bc}	217.00^{b}	237.84^{b}
	10	3.72^{ab}	146.26^{c}	179.50^{c}
	15	3.77^{a}	117.10^{c}	115.30^{d}
آرجی‌اس ٣ RGS003	0	3.53^{a}	235.96^{ab}	326.89^{a}
	5	3.41^{ab}	277.24^{a}	245.70^{b}
	10	3.41^{ab}	219.26^{b}	205.81^{c}
	15	3.33^{b}	158.63^{c}	149.08^{d}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات گیاهی در سطوح مختلف تیمارهای رقم، شوری و غلظت دی‌اکسیدکربن.

Table 8. Mean comparison of characteristic in rapeseed under cultivars, salinity and Carbon Dioxide Treatment.

دی‌اکسیدکربن (پی‌پی‌ام) CO_2 (ppm)	رقم Cultivar	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity ($dS.m^{-1}$)	درصد روغن دانه Oil of seed (%)	درصد پروتئین دانه Protein of seed (%)
350	اکاپی Okapi	0	46.41[a]	18.70[c]
		5	45.03[a]	21.47[b]
		10	42.76[b]	22.15[b]
		15	39.12[c]	29.25[a]
	زرفام Zarfam	0	47.83[a]	17.28[c]
		5	45.11[b]	17.18[c]
		10	42.02[c]	23.68[b]
		15	41.66[c]	27.58[a]
	آرجی‌اس ۳ RGS003	0	47.68[a]	19.22[d]
		5	43.63[b]	21.75[c]
		10	41.92[c]	30.13[a]
		15	38.86[d]	27.55[b]
700	اکاپی Okapi	0	47.65[a]	19.29[d]
		5	46.34[a]	22.14[c]
		10	42.05[b]	27.07[b]
		15	37.01[c]	28.69[a]
	زرفام Zarfam	0	48.85[a]	15.68[d]
		5	44.94[b]	21.56[c]
		10	42.78[c]	26.48[b]
		15	41.28[d]	30.39[d]
	آرجی‌اس ۳ RGS003	0	46.99[a]	19.48[c]
		5	43.54[b]	25.25[b]
		10	41.89[b]	26.58[ab]
		15	38.50[c]	28.69[a]
1050	اکاپی Okapi	0	47.27[a]	23.14[b]
		5	44.93[ab]	23.00[b]
		10	43.37[b]	28.28[a]
		15	39.10[c]	28.99[a]
	زرفام Zarfam	0	47.21[a]	20.88[c]
		5	45.56[b]	25.69[b]
		10	43.76[c]	25.75[b]
		15	39.90[d]	31.93[a]
	آرجی‌اس ۳ RGS003	0	46.03[a]	23.01[d]
		5	45.49[a]	26.44[c]
		10	41.59[b]	27.90[b]
		15	39.50[c]	30.02[a]

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD ($P\leq$۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که عملکرد دانه به‌شدت تحت‌تأثیر شوری قرار گرفت و از ۲/۸ تن در هکتار در سطح صفر شوری به ۱/۱۳ تن در هکتار در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت. شوری بیش‌ترین تأثیر را روی تعداد غلاف در بوته داشت. غلظت دی‌اکسیدکربن اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد نداشت و تنها در سال دوم آزمایش در سطح ۱۰۵۰ppm توانست تا حدی اثر منفی شوری را جبران کند. افزایش شوری باعث افزایش میزان پروتئین و کاهش میزان روغن در دانه کلزا شد. درصد پروتئین دانه با افزایش دی‌اکسیدکربن افزایش یافت، اما درصد روغن دانه بی‌تأثیر از غلظت دی‌اکسیدکربن بود.

منابع

1. Ainaworth, E.A., Rogers, A., Nelson, R., and Long, S. 2004. Testing the source-sink hypothesis of down-regulation of photosynthesis in elevated CO_2 in the field with single gene substitutions in *Glycine max*. Agric. For. Meteo., 122: 85-94.
2. Akhyani, A. 2004. Evaluation of salt tolerance of canola cultivars in semnan province. Final report. Soil and water reacerch institute.
3. Bybordi, A. 2010. Effects of Yield and Component Characters in Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars. Nut. Sci. Biol., 2: 1. 81-83.
4. Dehshiri, A. 1998. Colza cropping. Sobhan Publications.
5. Donnelly, A., Jones, V., Burke, J.I., and Schnieders, B. 2000. Elevated CO_2 provides, protection from O_3 induced photosynthetic damage and chlorophyll loss in flag leaves of spring wheat. Agric. Ecosyst. Environ., 80: 159-168.
6. Deo, R., and Ruhat, D.V.S. 1971. Effect of salinity on the yield and quality of Indion rape (*Brassica campertris* L. var. sarson) and linseed (*linurn usitatissiuni*). Ind. J. Agric. Sci., 41: 134-136.
7. Downton, W.J. 1977. Photosynthesis in salt –stressed grapevines. Aust. J. Plant Physiol., 4: 183-192.
8. Drake, B.G., Gonzalez, M.A., and Long, S.P. 1997. More efficient plants: a concequence of rising atmospheric CO_2. Ann. Rev. Plant Physiol., 48: 609-639.
9. Francois, L.E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola growth under saline conditions. Agron. J., 86: 233-237.
10. Franzaring, J., Hogy, P., and Fangmeier, A. 2008. Effects of free-air CO_2 enrichment on the growth of summer oilseed rape (*Brassica napus* cv. Campino). Agric. Ecosyst. Environ., 128: 127-134.
11. Grattan, S.R., and Graieve, C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. S. Hort., 78: 127-157.

www.SID.ir

Archive of SID

12. Kafi, M., Lahoti, M., Zand, A., Sharifi, H., and Goldani, M. 2003. Plant Physiology. Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Publications, Mashhad, Iran. (In Persian)
13. Kimball, B.A., Kobayashi, K., and Bindi, M. 2002. Responses of agricultural crops to tree air CO_2 enrichment. Adv. Agro., 77: 293-368.
14. Lahiri, A.N., Garg, B.K., Kathju, S., Vyas, S.P., and Mali, P.C. 1987. Responses of clusterbean to soil salinity. Ann. Arid Zone., 26: 33-42.
15. Mirwais, M., Qaderi, D., and Reid, M. 2005. Growth and physiological responses of canola (*Brassica napus*) TO UV-B and CO_2 under controlled environment conditions. Physiol. Planta., 125: 247-259.
16. Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M., and Nimiri, L. 1998. Tomato root and Shoot response to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr., 21: 1667-1680.
17. Omami, E. 2005. Response of Amaranth to salinity stress. submitted in partial fulfillment of the requirements. Ph.D. Thesis. Department of plant production and soil science faculty of Natural and Agricultural sciences. University of Pretoria. South Africa.
18. Safari, A., and Boldaji, F. 2008. Study on partial replacing of fish powder with canola and soybean meal in fish feed. Pajohesh and Sazandegi J., 79: 46-51.
19. Shamsodin, M. 2006. Effect of salinity on germination, vegetative growth, yield and yield components of winter rapeseed cultivars. M.Sc. Thesis, College of agriculture, University of Shahid Bahonar. Kerman. Iran. (In Persian)
20. Tubaz, A., Szenta, K., and Koch, J. 1994. Response of photosynthesis, stomata conductance, water use efficiency and production to long term elevated CO_2 in winter wheat. J. Plant Physiol., 144: 661-668.
21. Ward, J.K., and Strain, B.R. 1999. Elevated CO_2 studies: past, present and future. Tree Physiol., 19: 211-220.

www.SID.ir