Archive of SID

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان به تنش رطوبتی در تراکم‌های مختلف کاشت

جهانفر دانشیان[۱]، حمید جباری[۲] و ابراهیم فرخی[۱]

چکیده

جهت بررسی اثر تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در تراکم‌های مختلف کاشت، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در کرج اجرا شد. عامل تنش رطوبتی شامل آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و عامل تراکم شامل چهار سطح ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک تک گیاه، وزن خشک در واحد سطح، تعداد دانه در تک گیاه، تعداد دانه در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن دانه گردید. تراکم‌های اعمال شده نیز کلیه صفات به‌جز وزن هزار دانه و درصد روغن را تحت تاثیر قرار دادند. وقوع تنش سبب کاهش قابل توجه عملکرد دانه گردید که ناشی از کاهش تعداد دانه در گیاه (۶۰٪) و وزن هزار دانه (۳۹٪) بود. مقایسه سطوح تراکم گیاه نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه از تراکم ۱۲ بوته در مترمربع با میانگین ۱۴۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. کاهش تراکم، میزان عملکرد را کاهش داد، به‌طوری که کم-ترین عملکرد دانه از تراکم ۶ بوته در مترمربع با ۱۲۳۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. اگرچه تعداد دانه در تک گیاه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع کاهش یافت اما به دلیل افزایش تعداد دانه در واحد سطح با وجود کاهش وزن هزاردانه، حداکثر عملکرد حاصل شد. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد دانه از آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر و تراکم ۱۲ بوته در مترمربع به میزان ۳۱۹۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تراکم گیاه، تنش رطوبتی، عملکرد، اجزاء عملکرد

۱. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران (پردیس ابوریحان)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تنش خشکی مهم‌ترین عامل محیطی محدود کننده رشد و تولید گیاهان زراعی در جهان محسوب می‌شود (ردی و همکاران، ۲۰۰۴؛ پورمحمد کیانی و همکاران، ۲۰۰۷). آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) پنجمین منبع تولید روغن خوراکی جهان بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی می‌باشد (فاس، ۲۰۰۵). با توجه به متحمل بودن این گیاه به شرایط خشکی، کشت آن همواره به مناطق خشک و نیمه خشک محدود شده است. پژوهش‌گران زیادی کاهش عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان را در شرایط تنش خشکی گزارش کرده‌اند (گوکسوی و همکاران، ۲۰۰۴؛ دانشیان و همکاران، ۲۰۰۵؛ اردم و همکاران، ۲۰۰۶). تراکم بوته از عوامل تاثیرگذار بر عملکرد گیاهان زراعی از جمله آفتابگردان می‌باشد. برخی پژوهش‌گران بیان کرده‌اند که عملکرد آفتابگردان در شرایط آبیاری مطلوب می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای در محدوده تراکم ۵ تا ۱۰ بوته در مترمربع ثابت باشد که این پایداری حاصل جبران عملکرد تک گیاه توسط افزایش تراکم گیاهی می‌باشد (ویلالوبوس و همکاران، ۱۹۹۴). تعدادی از یافته‌ها نشان می‌دهد که ممکن است با افزایش جمعیت گیاهی عملکرد دانه آفتابگردان به مقدار قابل توجهی کاهش یابد (سیلوا و اشمیت، ۱۹۸۵)، در حالی‌که در پژوهش-های دیگری عکس این موضوع ثابت شده است (ناروال و مالیک، ۱۹۸۵). در مورد تاثیر تراکم بوته بر عملکرد آفتابگردان در شرایط مطلوب رطوبتی نیز گزارش‌های زیادی منتشر شده است که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های زارع و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کرد. نتایج آن‌ها نشان داد که تراکم بوته و برهمکنش تراکم بوته و الگوی کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد دارد، به طوری‌که ردیف‌های زیکزاکی شکل با ۸ بوته در مترمربع و ردیف-های مرسوم (با فاصله ۵۰ سانتی‌متر) با ۸ بوته در متر-مربع بیش‌ترین عملکرد دانه را دارد. در تراکم ۸ بوته در مترمربع با افزایش معنی‌دار تعداد دانه در واحد سطح نسبت به تراکم ۶ بوته در مترمربع، کاهش وزن هزار دانه به وجود آمده جبران شده و در نهایت عملکرد دانه بیش‌تری به دست آمد. هم‌چنین در آزمایش دیگری اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر روی عملکرد آفتابگردان در مناطقی با آب و هوای مدیترانه‌ای بررسی شد و تراکمی در حدود ۳/۵ بوته در مترمربع توانست عملکرد دانه بیش‌تری را نسبت به تراکم‌های ۱/۷ و ۴/۶ بوته در متر¬مربع حاصل نماید (باروس و همکاران، ۲۰۰۴). با وجود پژوهش‌های فراوان در مورد اثرات تنش رطوبتی یا تراکم گیاه بر عملکرد آفتابگردان، اطلاعات محدودی در مورد اثر تراکم‌های گیاهی همراه با تنش رطوبتی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه در کشت مزرعه‌ای وجود دارد. بدین جهت ارزیابی تاثیر تنش رطوبتی و تراکم گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان مهم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر تنش رطوبتی و تراکم گیاه بر عملکرد و اجزای آن در گیاه آفتابگردان، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۴ بر روی هیبرید $CMS_{26}\times R_{103}$ آفتابگردان در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. لازم به ذکر است که هیبرید $CMS_{26}\times R_{103}$ از ارقام در دست معرفی و جزء هیبریدهای پاکوتاه و زودرس می‌باشد. عامل تنش رطوبتی در چهار سطح در کرت‌های اصلی شامل آبیاری پس از ۵۰ (شاهد)، ۱۰۰ (تنش ملایم)، ۱۵۰ (تنش متوسط) و ۲۰۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و عامل تراکم در چهار سطح شامل ۶ ، ۸ ، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. میزان تبخیر با نصب تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه به طور روزانه اندازه‌گیری شد و زمان اعمال تنش از مرحله ۱۰ برگی گیاه به بعد صورت پذیرفت. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی بوده و وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، میزان هدایت الکتریکی آن حدود ۱/۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر و میانگین اسیدیته خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متری حدود

www.SID.ir

Archive of SID

۷/۸ بود. قبل از آماده سازی زمین جهت تعیین کود مصرفی نمونه برداری از خاک انجام شد و بر اساس توصیه موسسه خاک و آب، کود مورد نیاز به زمین اضافه گردید. بدین منظور ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۱۰۰ کیلوگرم قبل از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله ۸ برگی گیاه) به زمین داده شد. برای آماده سازی زمین ابتدا یک شخم نیمه عمیق با گاوآهن برگردان‌دار و بعد از آن ۲ دیسک عمود بر هم زده شد. پس از تسطیح و اضافه کردن کود مورد نظر به زمین، با دستگاه فاروئر جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید. کاشت به صورت کشت دوم در تاریخ ۸ تیر ماه صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط به طول ۶ متر با فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر بود. بین هر دو کرت اصلی مجاور ۳ خط به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. فاصله بین دو تکرار مجاور ۶ متر تعیین گردید و هر کدام به طور جداگانه آبیاری شدند. جهت ارزیابی عملکرد، ۳ مترمربع از هر کرت برداشت گردید و از هر کرت آزمایشی ۶ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر وزن خشک تک گیاه، وزن خشک در واحد سطح، تعداد دانه در تک گیاه و واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت محاسبه گردیدند. وزن خشک تک گیاه از مجموع وزن خشک ساقه و وزن خشک طبق به دست آمد و وزن خشک در واحد سطح نیز بر اساس مجموع وزن خشک ساقه و وزن خشک طبق در تراکم‌های اعمال شده محاسبه گردید. برای ارزیابی وزن هزار دانه پس از وزن چهار تکرار ۱۰۰ دانه‌ای از هر کرت، میانگین آن‌ها ضربدر ۱۰ شده و حاصل‌ضرب آن به عنوان وزن هزار دانه در نظر گرفته شد. برای تعیین شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک گیاه در هنگام رسیدن استفاده گردید. درصد روغن دانه نیز توسط دستگاه NMR بخش تحقیقات دانه‌های روغنی کرج اندازه‌گیری شد. اعداد و داده‌های حاصله توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و ضرایب همبستگی بین صفات محاسبه گردید. هم‌چنین میانگین‌ها با آزمون چند دامنه-ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم افزار MSTATC مقایسه شدند.

نتایج و بحث

وزن خشک تک گیاه در سطح یک درصد تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش تخلیه رطوبتی خاک در شرایط تنش، وزن خشک گیاه به شدت کاهش یافت به طوری‌که وزن خشک تک گیاه در سطوح متوسط و شدید تنش رطوبتی به ترتیب با ۴۹ و۶۰ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد روبرو گردید (جدول ۲). قبلاً نیز کاهش شدید وزن اندام‌های هوایی در نتیجه محدودیت آب در طی دوره رشد گیاه گزارش شده است (برمنر و پرستون، ۱۹۹۰؛ رفیعی و همکاران، ۱۳۸۴). وزن خشک تک گیاه در تراکم‌های مختلف بوته نسبتاً متفاوت و در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تنش و تراکم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). بنابراین تراکم نسبت به تنش اثر کم‌تری بر این صفت داشته است. حداکثر وزن خشک تک گیاه از تراکم ۶ بوته در مترمربع به دست آمد ولی در تراکم‌های ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع میانگین وزن خشک تک گیاه با هم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). البته میانگین وزن خشک تک گیاه در تراکم ۱۲ بوته در متر-مربع نسبت به تراکم ۶ بوته در مترمربع فقط ۱۹ درصد کاهش یافت (جدول ۲) و کاهش مشاهده شده در تراکم‌های بالای بوته به دلیل افزایش رقابت برای جذب آب و مواد غذایی بین بوته‌ها رخ داده بود. در بررسی‌های متعددی درباره اثرات سطوح مختلف تراکم بر وزن خشک ذرت (تارگات و همکاران، ۲۰۰۵) و آفتابگردان (فریرا و آبریو، ۲۰۰۱) کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی در تراکم‌های بالای بوته گزارش شده است.

اثر تنش و تراکم بر وزن خشک در واحد سطح در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) و با شدت یافتن تخلیه رطوبتی خاک کاهش معنی‌داری در وزن خشک در واحد سطح مشاهده شد. با توجه به نتایج جدول ۲، حداقل وزن خشک در واحد سطح با ۵۹ درصد کاهش نسبت به تیمار آبیاری شاهد، از تیمار تنش شدید رطوبتی به دست آمد. نتایج این بررسی با نتایج پژوهش-گران دیگر مطابقت دارد (دانشیان و همکاران، ۲۰۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تنش رطوبتی و تراکم آفتابگردان در واحد سطح (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک تک گیاه (گرم)	وزن خشک در واحد سطح (گرم)	تعداد دانه در تک گیاه	تعداد دانه در واحد سطح	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)	درصد روغن
تکرار	۳	۵۵/۳	۴۵۰۰/۰	۱۲۹۵۸/۰	۱۱۱۳۹۴۱/۲	۲۵/۱	۱۸۱۹۷۰/۵	۰/۰۰۷ *	۷/۰ *
تنش رطوبتی	۳	۵۱۰۵/۰ **	۳۶۹۹۵۵/۰ **	۴۸۹۹۰۲/۰ **	۳۷۵۲۸۸۸۶/۰ **	۱۰۸۴/۷ **	۱۲۴۱۹۳۷۵/۰**	۰/۰۷۶ **	۱۴۹/۹ **
خطای (a)	۹	۱۲۳/۰	۱۲۲۳۸/۰	۱۵۸۰۵/۰	۹۷۶۶۰۱/۹	۱۲/۶	۲۰۴۷۲۰/۰	۰/۰۰۲	۲/۹
تراکم بوته	۳	۲۵۹/۰ *	۱۲۷۰۴۱/۰ **	۳۱۷۶۷/۰*	۱۴۹۶۱۰۴۷/۰ **	۳۵/۳	۱۵۶۶۳۶۴/۰ **	۰/۱۳۰ **	۱/۹
تنش× تراکم	۹	۱۱۴۰/۰	۳۴۸۲/۰	۷۵۱۸/۲	۶۹۲۲۴۷/۷	۱۶/۲	۸۰۹۳۲/۲	۰/۰۰۲	۲/۴
خطای (b)	۲۷	۷۹/۵	۷۰۴۶/۰	۹۵۶۲/۳	۶۹۶۴۳۹/۵	۱۵/۸	۱۷۵۶۷۴/۹	۰/۰۰۲	۱/۸
ضریب تغییرات		۲۰/۱	۲۱/۳	۲۲/۶	۲۱/۷	۱۱/۱	۲۳/۱	۱۴/۱	۳/۳

*، **: به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

هم‌چنین حداقل وزن خشک در واحد سطح از تراکم ۶ بوته در مترمربع به دست آمد که نسبت به میانگین وزن خشک در واحد سطح در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع ۴۱ درصد کم‌تر بود (جدول ۲). در تراکم‌های بالای بوته کاهش به وجود آمده در مجموع وزن خشک تک بوته جبران شده و میانگین وزن خشک در واحد سطح افزایش معنی‌داری را نشان داد. هم‌چنین نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش رطوبتی و تراکم بر وزن خشک گیاه در واحد سطح معنی‌دار نبود (جدول ۱).

تعداد دانه مهم‌ترین جزء عملکرد در دانه‌های روغنی می‌باشد (وگا و همکاران، ۲۰۰۱). تنش رطوبتی، تعداد دانه در تک گیاه را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر خود قرار داد (جدول ۱). حداکثر تعداد دانه در تک گیاه از آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۶۴۰ دانه به دست آمد (جدول ۲). در گزارش-های قبلی نیز ۷۰ درصد افزایش عملکرد تیمارهای آبیاری به افزایش وزن هزار دانه و تعداد دانه نسبت داده شده است (فلاجلا و همکاران، ۲۰۰۲). هم‌چنین تعداد دانه در تک گیاه با افزایش شدت تنش رطوبتی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (جدول ۲) که با نتایج پژوهش‌گران دیگر مطابقت دارد (گیمنز و فررز، ۱۹۸۶؛ گوکسوی و همکاران، ۲۰۰۴). اثر تراکم بر تعداد دانه در تک گیاه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با این حال، میانگین تعداد دانه در تک گیاه در تراکم ۱۲ بوته در متر¬مربع با تراکم ۶ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲) که نشان دهنده تراکم پذیر بودن این هیبرید آفتابگردان می‌باشد. نتایج نشان داد که هیبرید $CMS_{26}\times R_{103}$ با دارا بودن خصوصیات ژنتیکی خاص نظیر پاکوتاهی و زودرسی قابلیت سازگاری در تراکم‌های بالای بوته را دارا می‌باشد و می-تواند در این شرایط تعداد دانه در تک گیاه را نسبت به تراکم‌های پائین بوته اعمال شده بدون تغییر معنی‌داری حفظ نماید.

در این بررسی تعداد دانه در واحد سطح نیز در سطح یک درصد تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفت (جدول ۱) و با افزایش شدت تنش رطوبتی تعداد دانه در واحد سطح به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. اعمال آبیاری بعد از ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر، تعداد دانه در واحد سطح را نسبت به آبیاری مطلوب به ترتیب ۲۳ ، ۴۱ و ۶۴ درصد کاهش داد (جدول ۲). کاهش معنی‌دار تعداد دانه در واحد سطح در شرایط تنش رطوبتی توسط برخی آزمایش‌ها به تایید رسیده است (خانی و همکاران، ۱۳۸۴). اثر تراکم بر تعداد دانه در واحد سطح در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثرات متقابل معنی‌دار نبود (جدول ۱). حداکثر تعداد دانه در واحد سطح از تراکم ۱۲ بوته در مترمربع با میانگین ۵۱۶۶ دانه به دست آمد و با کاهش تراکم به ۶ بوته در مترمربع، میانگین این صفت با ۴۳ درصد کاهش به ۲۹۶۲ دانه در واحد سطح تقلیل یافت (جدول ۲). همان‌طورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود افزایش تعداد دانه در واحد سطح در تراکم های بالای بوته و در تراکم-های ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع حاصل شده است. نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده قبلی افزایش تعداد دانه در واحد سطح را در تراکم‌های بالای بوته تایید می‌کند (زارع و همکاران، ۲۰۰۵).

وزن هزار دانه از اجزای مهم در افزایش عملکرد دانه آفتابگردان می‌باشد. در این پژوهش وزن هزار دانه در سطح یک درصد تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفت (جدول ۱). هم‌زمان با افزایش شدت تنش رطوبتی وزن هزار دانه کاهش یافت به‌طوری‌که وزن هزار دانه در تیمار تنش شدید رطوبتی ۳۹ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). به طور کلی، وزن دانه تابعی از سرعت و طول دوره پر شدن آن است که از دو منبع فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای در گیاه تامین می‌شود. کمبود رطوبت خاک در طول دوره رشد به ویژه در مرحله زایشی گیاه باعث کاهش فتوسنتز جاری، سرعت و طول دوره پر شدن دانه و در نهایت وزن آن می‌گردد. البته تنش‌های محیطی مثل تنش خشکی انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای را از منابع ثانویه (ساقه و دمبرگ‌ها) به سوی مخازن (دانه‌ها) افزایش می‌دهد اما نمی‌تواند کاهش ایجاد شده در فتوسنتز جاری به سبب کمبود رطوبت خاک را جبران نماید (آرایوس و همکاران، ۲۰۰۲). کاهش چشم‌گیر وزن هزار دانه در شرایط تنش رطوبتی در نتایج بسیاری از پژوهش‌گران گزارش شده است

www.SID.ir

Archive of SID

(برمنر و پرستون، ۱۹۹۰؛ گوکسوی و همکاران، ۲۰۰۴؛ خانی و همکاران، ۱۳۸۴). اثر تراکم بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱) ولی در تراکم‌های مختلف گیاهی میانگین وزن هزار دانه کمی متفاوت بود (جدول ۳). در این بررسی وزن هزار دانه در تراکم‌های ۸ و ۱۰ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری با تراکم ۶ بوته در مترمربع نداشت که می‌تواند به دلیل حجم کوچک بوته هیبرید زودرس و پاکوتاه آفتابگردان باشد که باعث عدم وجود رقابت بین بوته‌ها و در نتیجه واکنش مناسب به تراکم‌های ۸ و ۱۰ بوته در مترمربع شده است. با این حال وزن هزار دانه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع کاهش معنی‌داری (۹/۳٪) در مقایسه با تراکم ۶ بوته در مترمربع یافته بود که می‌تواند به دلیل وجود رقابت بین بوته‌ها روی داده باشد. برخی از پژوهش‌ها در این زمینه با نتایج حاصل مطابقت دارد (مومو و زو، ۲۰۰۱). در این بررسی اثر متقابل تنش و تراکم بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

اثرهای تنش رطوبتی و تراکم بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). حداکثر عملکرد دانه از آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر به میزان ۲۷۲۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد در حالی که حداقل آن از آبیاری بعد از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر با ۷۵ درصد کاهش به ۶۷۱ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافت (جدول ۳). کاهش عملکرد در شرایط تنش رطوبتی توسط پژوهش‌گران زیادی گزارش شده است (گوکسوی و همکاران، ۲۰۰۴ و اردم و همکارن، ۲۰۰۶). بررسی ضرایب همبستگی در جدول ۴ نشان می‌دهد که افزایش تعداد دانه در واحد سطح مهم‌ترین عامل افزایش عملکرد دانه در این پژوهش می‌باشد. علاوه بر این وزن هزار دانه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت، اما با این حال تعداد دانه در واحد سطح همبستگی بسیار بیشتری با عملکرد دانه داشت، بنابراین می‌توان این گونه بیان نمود که تعداد دانه در واحد سطح بیش‌ترین نقش را در افزایش عملکرد دانه داشته است که مطابق با نتایج وگا و همکاران (۲۰۰۱) می‌باشد. هم‌چنین در این آزمایش حداکثر عملکرد دانه از تراکم ۱۲ بوته در متر-مربع بدست آمد که نسبت به تراکم‌های ۱۰، ۸ و ۶ بوته در مترمربع به ترتیب ۱۷، ۳۰ و ۳۶ درصد بیشتر بود (جدول ۳). نتایج به دست آمده با برخی گزارش‌های منتشر شده مطابقت دارد (گوکسوی و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین اثر منفی تراکم بوته بر روی عملکرد تک گیاه در ارتباط با کاهش دسترسی منابع برای هر بوته بوده و تشدید رقابت برای آب، مواد غذایی و نور در تراکم‌های بالای بوته گزارش شده است (لیبنسون و همکاران، ۲۰۰۲). در این بررسی اثرات متقابل معنی‌دار نبود (جدول ۱).

شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی است که معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به دانه‌ها می‌باشد. در این مطالعه شاخص برداشت در سطح یک درصد تحت تأثیر تنش رطوبتی و تراکم قرار گرفت ولی اثر متقابل بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت در جدول ۳ نشان می‌دهد که کم‌ترین شاخص برداشت از تیمار تنش شدید رطوبتی به میزان ۲۴/۷ درصد به دست آمد (جدول ۳). کاهش شاخص برداشت در سطوح تنش رطوبتی به دلیل کاهش معنی‌دار تعداد دانه و وزن هزار دانه صورت گرفته است. با وجود این که بیوماس گیاهی نیز تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفت ولی این کاهش کم‌تر از کاهش صورت گرفته در اندام‌های زایشی گیاه بوده است. به عبارتی دیگر تاثیر تنش رطوبتی بر عملکرد دانه بیشتر از عملکرد بیولوژیک بوده است. کاهش شاخص برداشت در شرایط کمبود رطوبت خاک قبلاً نیز به تأیید رسیده است (گیمنز و فررز، ۱۹۸۶؛ برمنر و پرستون ۱۹۹۰). هم‌چنین تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های زایشی گیاه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع افزایش یافت به طوری که شاخص برداشت در تراکم ۱۲ بوته نسبت به تراکم ۶ بوته، ۴۵ درصد افزایش یافته بود (جدول ۳). در آزمایشی ارزیابی واکنش شاخص برداشت نسبت به تراکم گیاهی در سه گیاه زراعی آفتابگردان، سویا و ذرت مشخص کرد که ثبات شاخص برداشت گیاه آفتابگردان در تراکم‌های مختلف در حد متوسطی می‌باشد و در بین سویا (با ثبات بالا در شاخص برداشت) و ذرت (با ثبات کم در شاخص برداشت) قرار دارد (وگا و همکاران، ۲۰۰۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی تحت تنش رطوبتی و تراکم آفتابگردان در واحد سطح

تیمار		وزن خشک تک گیاه (گرم)	وزن خشک در واحد سطح (گرم بر متر-مربع)	تعداد دانه در تک گیاه	تعداد دانه در واحد سطح
تنش (میلی‌متر تبخیر از تشتک)	تراکم (مترمربع)				
۵۰	-	۶۷/۷ a	۵۹۱/۱ a	۶۴۰/۰ a	۵۶۴۲/۳ a
۱۰۰	-	۴۷/۷ b	۴۲۰/۶ b	۴۹۰/۰ b	۴۳۳۳/۵ b
۱۵۰	-	۳۴/۵ c	۳۱۳/۳ c	۳۶۹/۰ c	۳۳۳۶/۴ c
۲۰۰	-	۲۶/۹ c	۲۴۱/۲ c	۲۲۸/۹ d	۲۰۲۵/۸ d
۵۰	۶	۴۹/۶ a	۲۹۷/۹ c	۴۹۳/۷ a	۲۹۶۲/۵ c
	۸	۴۴/۶ ab	۳۵۶/۹ bc	۴۱۴/۷ b	۳۳۱۸/۰ bc
	۱۰	۴۰/۲ b	۴۰۲/۷ b	۳۸۹/۰ b	۳۸۹۰/۶ b
	۱۲	۴۲/۳ b	۵۰۸/۷ a	۴۳۰/۵ ab	۵۱۶۶/۸ a
۱۰۰	۶	۸۰/۰ a	۴۸۰/۰ bcd	۷۰۶/۵ a	۴۲۳۹/۰ def
	۸	۷۱/۳ ab	۵۷۰/۸ bc	۶۸۷/۷ a	۵۵۰۲/۰ bcd
	۱۰	۶۰/۹ bc	۶۰۹/۵ ab	۵۸۲/۰ ab	۵۸۲۰/۰ ab
	۱۲	۵۸/۶ bc	۷۰۴/۰ a	۵۸۴/۰ ab	۷۰۰۸/۰ a
۱۵۰	۶	۵۲/۴ cd	۳۱۴/۵ ef	۵۵۴/۷ abc	۳۳۲۸/۵ fgh
	۸	۵۱/۴ cde	۴۱۱/۶ de	۴۹۵/۲ bc	۳۹۶۲/۰ efg
	۱۰	۴۳/۵ def	۴۳۵/۴ de	۴۳۹/۷ b-e	۴۳۹۷/۵ c-f
	۱۲	۴۳/۴ def	۵۲۱/۰ bcd	۴۷۰/۵ bcd	۵۶۴۶/۰ bc
۲۰۰	۶	۳۷/۵ fgh	۲۲۵/۰ fg	۴۲۰/۲ cde	۲۵۲۱/۵ hij
	۸	۲۸/۳ gh	۲۲۷/۰ fg	۲۹۸/۰ ef	۲۳۸۴/۰ hij
	۱۰	۳۲/۶ fgh	۳۲۶/۲ ef	۳۲۸/۰ def	۳۲۸۰/۰ fgh
	۱۲	۳۹/۵ d-g	۴۷۵/۰ cd	۴۳۰/۰ b-e	۵۱۶۰/۰ b-e
۱۵۰	۶	۲۸/۷ gh	۱۷۲/۲ g	۲۹۳/۵ f	۱۷۶۱/۰ ij
	۸	۲۷/۲ gh	۲۱۸/۳ fg	۱۷۸/۰ f	۱۴۲۴/۰ j
	۱۰	۲۳/۹ h	۲۳۹/۵ fg	۲۰۶/۵ f	۲۰۶۵/۰ hij
	۱۲	۲۷/۹ gh	۳۳۵/۰ ef	۲۳۷/۷ f	۲۸۵۳/۰ ghi

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف غیر مشترک هستند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ از نظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند.

عملکرد روغن عمده‌ترین محصول اقتصادی حاصل از کشت و کار آفتابگردان است. در این آزمایش اثر تنش رطوبتی بر درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). حداکثر درصد روغن دانه از تیمار آبیاری شاهد با میانگین ۴۵ درصد به دست آمد و حداقل آن نیز از تیمار تنش ملایم با میانگین ۳۸ درصد حاصل شد (جدول ۳). این درحالی بود که درصد روغن در تیمار تنش شدید رطوبتی بعد از تیمار آبیاری شاهد در حداکثر مقدار خود بود (جدول ۳). تنش شدید رطوبتی وزن دانه‌ها را به شدت کاهش داد ولی تاثیر بسیار کمتری بر درصد روغن گذاشته بود. به عبارتی تنش رطوبتی درصد روغن را بسیار کمتر از وزن دانه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

تحت تاثیر خود قرار داده و درصد روغن با شدت کمتری کاهش یافته است. لوپز پریرا و همکاران (۱۹۹۹) نیز گزارش کرده‌اند که درصد روغن به اندازه دانه بستگی دارد، به طوری‌که دانه‌های کوچک‌تر از درصد روغن دانه بالاتری نسبت به دانه‌های درشت برخوردارند. در این آزمایش نیز در تیمار تنش شدید رطوبتی اندازه و وزن دانه‌ها به شدت کاهش یافته بود و به اصطلاح اثرات تنش بیشتر بر روی اندازه دانه متمرکز شده بود درحالی‌که درصد روغن دانه کمتر تحت تاثیر قرار گرفت (جدول ۳). در تیمارهای تنش متوسط و ملایم رطوبتی وزن دانه (اندازه دانه) کاهش نسبی یافته بود ولی درصد روغن در آن‌ها بیشتر تحت تاثیر تنش قرار گرفته بود، به‌طوری‌که این عوامل باعث شد تا میزان درصد روغن در تیمار تنش ملایم رطوبتی کم‌تر از سایر تیمارها باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی تحت تنش رطوبتی و تراکم آفتابگردان در واحد سطح

تیمار		وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)	درصد روغن (٪)
تنش (میلی‌متر تبخیر از تشتک)	تراکم (مترمربع)				
۵۰	-	۴۷/۱ a	۲۷۲۶/۵ a	۴۱/۶ a	۴۵/۰ a
۱۰۰	-	۳۶/۲ b	۱۵۸۵/۱ b	۳۳/۶ b	۳۷/۹ d
۱۵۰	-	۳۰/۶ c	۱۱۳۵/۴ c	۳۲/۵ b	۳۹/۶ c
۲۰۰	-	۲۸/۹ c	۶۷۰/۸ d	۲۴/۷ c	۴۱/۴ b
	۶	۳۷/۳ a	۱۲۳۵/۴ c	۲۳/۸ d	۴۰/۶ a
	۸	۳۶/۲ ab	۱۳۳۷/۱ bc	۲۷/۶ c	۴۰/۸ a
	۱۰	۳۵/۴ ab	۱۶۱۱/۳ b	۳۷/۵ b	۴۱/۲ a
	۱۲	۳۳/۸ b	۱۹۳۳/۹ a	۴۳/۵ a	۴۱/۳ a
۵۰	۶	۵۲/۱ a	۲۲۲۴/۸ cd	۲۷/۷ fg	۴۴/۵ ab
	۸	۴۶/۶ ab	۲۵۷۱/۵ cb	۳۶/۲ de	جج ۴۴/۲
	۱۰	۴۶/۴ ab	۲۹۱۷/۳ ab	۴۸/۲ ab	۴۶/۴ a
	۱۲	۴۳/۲ bc	۳۱۹۲/۵ a	۵۴/۲ a	۴۵/۰ ab
۱۰۰	۶	۳۱/۹ de	۱۲۳۶/۳ fgh	۲۳/۲ ghi	۳۶/۹ h
	۸	۳۰/۱ cd	۱۵۵۱/۰ efg	۳۰/۰ efg	۳۸/۷ fgh
	۱۰	۲۹/۰ cd	۱۶۱۰/۰ efd	۳۶/۷ de	۳۷/۹ gh
	۱۲	۳۱/۳ de	۱۹۴۳/۰ ed	۴۴/۵ bc	۳۸/۱ fgh
۱۵۰	۶	۳۱/۹ def	۹۳۵/۰ ghi	۲۵/۵ gh	۳۹/۲ efg
	۸	۳۰/۱ def	۷۶۷/۵ hi	۲۷/۰ g	۳۹/۹ d-g
	۱۰	۲۹/۰ ef	۱۲۱۳/۵ fgh	۳۷/۲ de	۳۹/۴ efg
	۱۲	۳۱/۳ def	۱۶۲۵/۸ def	۴۰/۲ cd	۴۰/۰ c-g
۲۰۰	۶	۲۹/۱ ef	۵۴۵/۸ i	۱۸/۷ hi	۴۱/۸ cd
	۸	۳۱/۱ def	۴۵۸/۵ i	۱۷/۲ i	۴۰/۳ c-f
	۱۰	۲۹/۴ ef	۷۰۴/۵ hi	۲۸/۰ fg	۴۱/۲ cde
	۱۲	۲۵/۹ f	۹۷۴/۳ f-i	۳۵/۰ def	۴۲/۱ c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف غیر مشترک هستند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ از نظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند.

www.SID.ir

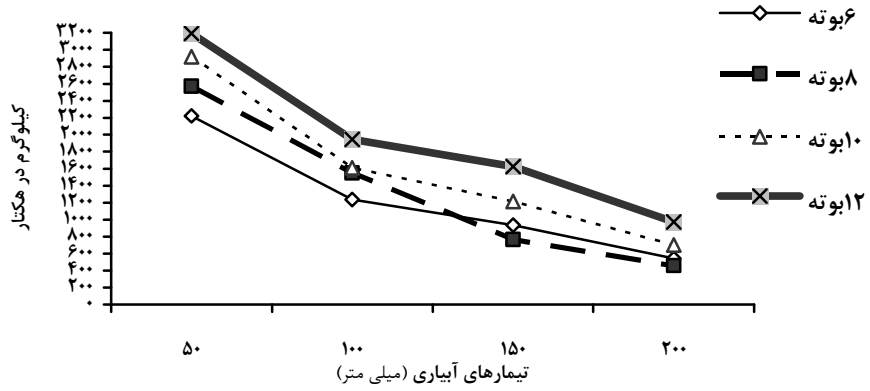
Archive of SID

بنابراین نتایج نشان می‌دهد که درصد روغن با اندازه دانه‌ها در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند رابطه عکس داشته باشد (لوپز پریرا و همکاران، ۱۹۹۹). در بررسی-های قبلی نیز همبستگی منفی و معنی‌داری بین روغن دانه و وزن دانه گزارش شده است که بیانگر بالاتر بودن درصد روغن دانه در دانه‌های سبک‌تر می‌باشد (لوپز پریرا و همکاران، ۱۹۹۹). برخی محققین نتایج مشابهی را درباره اثر معنی‌دار تنش رطوبتی بر روغن دانه گزارش کرده‌اند (آبراهام، ۲۰۰۱؛ فلاجلا و همکاران، ۲۰۰۲). در این پژوهش اثر تراکم و اثر متقابل تنش و تراکم بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۴: ضرایب همبستگی موجود میان عملکرد و اجزای عملکرد و سایر صفات آفتابگردان

صفت	تعداد دانه در تک گیاه	تعداد دانه در واحد سطح	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن
تعداد دانه در تک بوته	۱				
تعداد دانه در واحد سطح	۰/۸۰ **	۱			
وزن هزار دانه	۰/۷۱ **	۰/۵۵ **	۱		
عملکرد دانه	۰/۸۳ **	۰/۹۴ **	۰/۷۰ **	۱	
درصد روغن	۰/۲۹ *	۰/۳۱ *	۰/۴۹ **	۰/۵۲ **	۱

*، ** به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد.



نمودار۱: اثرات متقابل تنش رطوبتی و تراکم گیاه بر عملکرد دانه در هکتار

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که عکس العمل هیبرید $CMS_{26}\times R_{103}$ آفتابگردان به تراکم‌های مختلف گیاهی در شرایط تنش رطوبتی بسیار قابل توجه است، به طوری‌که که این گیاه قادر است در شرایط تنش رطوبتی و تراکم‌های بالای بوته، توانایی بالایی در حفظ وزن هزار دانه و تعداد دانه در تک گیاه داشته باشد. بنابراین می‌توان در شرایط تنش ملایم و متوسط رطوبتی با استفاده از تراکم‌های بالاتر از حد مطلوب به عملکرد بالاتری دست پیدا کرد و مقداری از کاهش عملکرد ایجاد شده در شرایط تنش رطوبتی را جبران نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

خانی، م.، دانشیان، ج.، زینالی خانقاه، ح. و قنادها، م. ۱۳۸۴. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزای آن در لاین‌های آفتابگردان با استفاده از طرح تلاقی لاین × تستر در شرایط تنش و بدون تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، ج ۳۶، ش ۲، ص ۴۴۵-۴۳۵.

رفیعی، ف.، کاشانی، ع.، مامقانی، ر. و گلچین، ا. ۱۳۸۴. تأثیر مراحل آبیاری و کاربرد نیتروژن بر عملکرد و برخی خصوصیات مرفولوژیکی هیبرید گلشید آفتابگردان. مجله علوم زراعی ایران، ج ۷، ش ۱، ص ۵۳-۴۴.

Abraham Nel, A. 2001. Determinants of sunflower seed quality for processing (Growth and development of the seed, Chapter 1). University of pretoria.

Araus, L.A., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? Annals of Botany 89: 925-940.

Barros, J. F. C., Carvalho, M. D., and Basch, G. 2004. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy 21: 347-356.

Bremner, P. M., and Preston, G. K. 1990. A field comparison of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in a long drying circle: II- Plant water relations, growth and yield. Australian Journal of Agricultural Research 41: 463-478.

Daneshian, J., Ardakani, M. R., Habibi, D., and Gafaripour, E. 2005. Drought stress effects on yield, quantitative and qualitative characterstics of new sunflower hybrids. Abstracts book lectures and posters Inter drought-II, the 2nd international conference on intergrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress. Rome, Italy, September 24 to 28, 2005. pp: 175.

Erdem, T., Erdem, Y., Orta, A. H., and Okursoy, H. 2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus L.*). Turkish Journal of Agriculture Forestry 30: 11-20.

FAS (Foreign Agriculture Service). 2005. Oilseeds: world market and trades. Current World Production, Market and trade reports. http://www.fas.usda.gov.

Ferreira, A. M., and Abreu, F. G. 2001. Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. Mathematics and Computers in Simulation 56: 369-384.

Flagella, Z., Rutunno, T., Tarantino, R., Di Caterina, R., and De Caro, A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy 17: 331-334.

Gimenez, C., and Fereres, E. 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought. I- Growth and water relations. Australian Journal of Agricultural Research 37: 583-597.

Goksoy, A. T., Turan, Z. M., and Acikgoz, E. 1998. Effect of planting date and population seed on oil yield and plant characteristics in sunflower. Helia 28: 107-116.

Goksoy, A. T., Demir, A. O., Turan, Z. M., and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Filed Crops Research 87: 167-178.

Libenson, S., Rodriguez, V., Lopez Pereira, M., Sanchez, R. A., and Casal, J. J. 2002. Low red to far-red ratio reaching the stem reduce grain yield in sunflower. Crop Science 42: 1180-1185.

Lopez Pereira, M., V. O. Sadras., and N. Trapani. 1999. Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. I. Yield and its components. Filed Crops Research 62: 157-166.

Momoh, E. J. J., and Zhou, W. 2001. Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassicanapus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 186: 253–259.

Narval, S. S., and Malik, D. S. 1985. Response of sunflower cultivars to plant density and nitrogen. Journal of Agricultural Science 104: 95-97.

Poormohammad Kiani, S., Grieu, P., Hewezi, P., Gentzbittel, L., and Sarrafi, A. 2007. Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of

www.SID.ir

Archive of SID

water stress-associated genes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Theoretical and Applied Genetics 114: 193–207.

Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology 161:1189-1202.

Silva, P. R. F. and Schmidt, E. 1985. Effect of rate and method of planting on light interception and on agronomic characteristics of sunflower. P. 295-299. In X I INT. sunflower conf. Mardel plata Argentina. 10-24 Mar. 1985. Int. Sunflower A ssoc., Toowoomba, Queensland, Australia.

Turgut, I., Duman, A., Bilgili, U., and Acikgoz, E. 2005. Alternate row spacing and plant density effects on forage and dry matter yield of corn hybrids (*Zea mays* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 191: 146-151.

Vega, C. R. C., Andrade, F. H., Sadras, V. O., Uhart, S. A., and Valentinuz, O. R. 2001. Seed number as a function of growth _ a comparative study in soybean , sunflower, and maize. Crop Science 41: 748-754.

Villalobos, F. J., Sadras, V. O., Soriano, A., and Fereres, E. 1994. Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids. Filed Crops Research 36: 1-11.

Zarea, M. J., Ghalavand, A., and Daneshian, J. 2005. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. Agronomy for Sustainable Development 25: 513-51.

www.SID.ir

Archive of SID

Sunflower Yield and Yield Components Responses to Water Stress Under Different Plant Densities

Daneshian[1], J., Jabbari[2], H. and Farokhi[1], E.

Abstract

In order to study the effects of water stress on yield and yield components of sunflower under different plant densities spilt plot experiment was carried out based on RCBD with four replications in Karaj. Water stress levels were irrigation after 50,100,150 and 200 mm evaporation from class A evaporation pan, and plant density levels were 6, 8, 10 and 12 plant m^{-2} that were set as main and sub plot, respectively. Dry weight per plant, dry weight per m^2, seed number per plant, seed number per m^2, 1000 seed weight, seed yield, harvest index and oil seed content reduced under water stress. Plant density had effect on all characteristics, except 1000 seed weight and oil seed content. Water stress caused high decrease in seed yield, that was due to decreasing seed number per plant (% 60) and 1000 seed weight (% 39). Comparison of plant density levels showed that the highest seed yield obtained from 12 plant m^{-2} (1934 $kg.ha^{-1}$). Decreasing plant density reduced the seed yield, and the lowest seed yield was obtained from 6 plant m^{-2}(1235 $kg.ha^{-1}$). Although seed number per plant reduced under the density of 12 plant m^{-2}, but its high seed yield was due to increase in seed number per m^2 despite of decreasing of 1000 seed weight. The highest seed yield obtained from irrigation after 50 mm evaporation, and plantdensity of 12 plant m^{-2} (3192 $kg.ha^{-1}$).

Keywords: Sunflower, Plant density, Water stress, Yield, yield components

1. Oil Seeds Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
2. MS.c. Agronomy Student, College of Abureihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran

www.SID.ir