"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دهم، شماره ٤، زمستان ١٣٨٧

اثر تنش کم‌آبیاری و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه در یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان (CMS26 × R103) در کشت دوم

Effect of limited irrigation and plant density on morphological characteristics and grain yield in a dwarf sunflower hybrid (CMS26 × R103) as second crop

جهانفر دانشیان[1] و حمید جباری[2]

چکیده

دانشیان، ج. و ح. جباری. ۱۳۸۷. اثر تنش کم‌آبیاری و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه در یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان (CMS26 × R103) در کشت دوم. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۰ (٤) :۳۸۸-۳۷۷.

برای بررسی اثر تنش کم‌آبیاری و تراکم‌های مختلف گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد هیبرید پاکوتاه آفتابگردان CMS26 × R103، آزمایشی در سال ١٣٨٤ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در کرج اجرا شد. عامل تنش شامل سطوح مختلف آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس Aدر کرت‌های اصلی و عامل تراکم گیاهی شامل چهار سطح ٦، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در متر مربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. اثر تنش کم‌آبیاری بر ارتفاع گیاه، قطر طبق، عملکرد دانه، شاخص باروری، درصد روغن و عملکرد روغن معنی‌داری بود، اما اثر آن بر تعداد برگ معنی‌دار نبود. اثر تراکم گیاهی نیز بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده بجز ارتفاع گیاه، درصد روغن و شاخص باروری معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه از آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ٢٧٢٦ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و در سطوح مختلف آبیاری بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۱۲ بوته در متر مربع حاصل شد. نتایج کلی این آزمایش نشان داد که در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلیمتر تبخیر حداکثر عملکرد دانه از تراکم ۱۲ بوته در متر مربع حاصل شد، درحالی که در تیمار آبیاری پس از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر، به دلیل شدت بسیار بالای تنش، افزایش عملکرد در تراکم گیاهی بالاتر معنی‌دار نبود.

واژه های کلیدی: تراکم گیاهی، خصوصیات مورفولوژیکی، شاخص باروری، عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه و کم‌آبیاری.

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۹

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۲- دانشجوی دکتری زراعت پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران (مکاتبه کننده)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

مقدمه

در محیط‌های طبیعی عوامل زنده (حشرات، باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها) و عوامل غیر زنده (نور، درجه حرارت، فراهمی آب، مواد غذایی و ساختمان خاک) رشد گیاهان عالی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. از میان این عوامل، تنش خشکی و کم‌آبی مهمترین عامل غیر زنده است که محدود کننده رشد و تولید گیاهان در جهان به شمار می‌رود (Flexas *et al.,* 2004; Reddy *et al.,* 2004).

آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) نیز به عنوان یکی از مهمترین دانه‌های روغنی در جهان به عنوان پنجمین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی به حساب می‌آید (FAO, 2005). لازم به ذکر است که آفتابگردان یک محصول زراعی متحمل به خشکی با نظام ریشه‌ای عمیق و جستجوگر است که ریشه این گیاه در شرایط خشکی در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی می‌تواند آب را به طور معنی‌داری از لایه‌های زیرین و عمیق‌تر خاک جذب کند (Angadi and Entz, 2002). گوکسوی و همکاران (Goksoy *et al.,* 2004) در آزمایشی کاهش ارتفاع، سطح برگ، تعداد دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن را در تیمارهای آبیاری محدود گزارش کردند. رفیعی و همکاران (Rafiei *et al.,* 2005) نیز در آزمایشی تأثیر مراحل آبیاری و کاربرد نیتروژن را بر عملکرد و برخی خصوصیات مرفولوژیکی هیبرید گلشید آفتابگردان بررسی کردند و نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۴۶۴۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری کامل در سطح نیتروژن ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کم آبیاری به طور معنی داری موجب کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد گردید. پس از معرفی اولین هیبریدهای آفتابگردان در حوالی سال ۱۹۷۰ (Lopez Pereira *et al.,* 1999)، هیبریدهای پاکوتاه آفتابگردان نیز از سال ۱۹۸۵ به کشاورزان دنیا معرفی شدند (Zaffaroni and Schneiter, 1991). ویلالوبوس و همکاران (Villalobos *et al.,* 1994) بیان کردند که عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط آبیاری مطلوب می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای در محدوده تراکم ۵ تا ۱۰ بوته در متر مربع ثابت باشد. اشنایدر و همکاران (Schneiter *et al.,* 1984) گزارش دادند که ارقام زراعی آفتابگردان پا بلند و پاکوتاه، واکنش متفاوتی نسبت به جمعیت گیاهی نشان می‌دهند. تعدادی از محققان گزارش کردند که با افزایش جمعیت گیاهی عملکرد دانه آفتابگردان ممکن است به مقدار قابل توجهی کاهش یابد (Silva and Schmidt, 1985)، درحالی‌که نارووال و مالیک (Narval and Malik, 1985) در تحقیقات خود عکس این موضوع را ثابت کردند. با تغییر جمعیت گیاهی، آفتابگردان از طریق تغییر در تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه عملکرد خود را حفظ می‌کند (Schneiter *et al.,* 1984). زارع و همکاران (Zarea *et al*., 2005) در مورد اثر تراکم بر روی عملکرد یک هیبرید نیمه پابلند آفتابگردان در شرایط آب و هوایی مطلوب (بدون تنش) دریافتند که تراکم بوته و اثر متقابل تراکم بوته و الگوی کاشت اثر معنی داری بر عملکرد دارد، به طوری که ردیف های زیگزاگی شکل با ۸ بوته در مترمربع و ردیف های مرسوم (با فاصله ۵۰ سانتیمتر بین دو ردیف) با ۸ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد دانه را در گیاه آفتابگردان تولید کردند. در تراکم ۶ بوته در متر مربع وزن هزار دانه بیشتری به دست آمد اما عملکرد دانه نسبت به تراکم ۸ بوته کمتر بود. در تراکم ۸ بوته در متر مربع با افزایش معنی‌دار تعداد دانه در واحد سطح نسبت به تراکم ۶ بوته در متر مربع، کاهش وزن هزار دانه جبران شد و در نهایت عملکرد دانه بیشتری به دست آمد (Zarea *et al*., 2005). باروس و همکاران (Barros *et al*., 2004) در آزمایش‌هایی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی را بر روی عملکرد ارقام پابلند آفتابگردان در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تراکمی در حدود ۳/۵ بوته در متر مربع می‌تواند عملکرد دانه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

بیشتری را نسبت به تراکم های ۱/۷ و ۴/۶ بوته در متر مربع تولید کند. هر چند در تراکم ۳/۵ بوته در متر مربع اجزای عملکردی مانند تعداد دانه در طبق و میانگین وزن دانه کاهش یافت، اما مهم‌ترین جز آن یعنی تعداد دانه در متر مربع افزایش و در نتیجه عملکرد بیشتری حاصل شد (Barros *et al*., 2004). نتایج مطالعات درباره اثر تراکم بوته بر روی ترکیبات دانه نیز متناقض بوده است. بعضی از نتایج نشان داده‌اند که تراکم بوته بر مقدار پروتئین و روغن دانه بی‌تأثیر است در حالی که برخی نتایج دیگر دلالت بر اثر معنی‌دار تراکم بوته بر مقدار پروتئین و روغن دانه دارند. در آزمایش‌های آبراهام (Abraham, 2001) نشان داده شد که مقدار روغن دانه در ارقام پر روغن و کم روغن وقتی که تراکم بوته از ۱/۷ بوته به ۶/۲ بوته در متر مربع رسید، از ۳۷/۵ درصد به ۴۲/۲ درصد افزایش یافت. اصولاً توصیه شده است که در شرایط کمبود رطوبت خاک و تنش کم‌آبی تراکم بوته کمتر از حد نرمال در نظر گرفته شود تا مقدار تبخیر و تعرق و تخلیه رطوبتی خاک کاهش یابد. اما این قضیه نمی‌تواند در همه موارد صدق کند زیرا برخی از ارقام تراکم پذیری بالایی دارند و در ضمن در تراکم‌های بالای بوته، مقدار پوشش زمین توسط کانوپی گیاهی بیشتر شده و در نتیجه تبخیر رطوبت از خاک کاهش چشمگیری می‌یابد. با وجود تحقیقات فراوان در مورد اثر تنش کم‌آبیاری و یا تراکم گیاه بر عملکرد آفتابگردان، اطلاعات محدودی در مورد اثر تراکم‌های گیاهی همراه با تنش کم‌آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه این گیاه در کشت مزرعه‌ای وجود دارد، بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش کم‌آبیاری و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر تنش کم‌آبیاری و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه هیبرید پاکوتاه CMS26 × R103 آفتابگردان، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۴ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر 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 دریای آزاد در کرج به صورت کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. لازم به ذکر است که این هیبرید آفتابگردان از نظر ارتفاع پاکوتاه و زودرس است. عامل تنش کم‌آبیاری در چهار سطح در کرت‌های اصلی شامل آبیاری پس از ۵۰ (شاهد)، ۱۰۰ (تنش خفیف)، ۱۵۰ (تنش متوسط) و ۲۰۰ (تنش شدید) میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و عامل تراکم گیاهی در چهار سطح شامل ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ گیاه در متر مربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. مقدار تبخیر، با نصب تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه به طور روزانه اندازه‌گیری شد و آبیاری هر تیمار، پس از رسیدن مقدار تبخیر به مقدار مورد نظر صورت گرفت. همچنین زمان اعمال تنش از مرحله ۱۰ برگی به بعد انجام شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی، وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب، میزان هدایت الکتریکی آن حدود ۱/۴ میلی موس بر سانتی متر و میانگین اسیدیته خاک تا عمق ۸۰ سانتی متری حدود ۷/۸ بود. قبل از آماده سازی زمین برای تعیین مقدار کود مصرفی نمونه برداری از خاک انجام شد و براساس توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کود مورد نیاز به زمین اضافه گردید.

برای تهیه زمین اجرای آزمایش ابتدا یک شخم نیمه عمیق با گاوآهن برگردان دار زده شد و بعد از آن دو دیسک عمود بر هم زده شد. پس از تسطیح زمین، با توجه به آزمون خاک کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت، در زمین پخش و با دستگاه فاروئر جوی و پشته روی زمین

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

ایجاد گردید. همچنین در مرحله ۶ تا ۸ برگی گیاه (قبل از اعمال تنش)، کود اوره به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان کود سرک به زمین داده شد. در این آزمایش تاریخ کاشت در ۸ تیر ماه به صورت کشت دوم انجام گرفت (لازم به ذکر است که منظور از کشت دوم کشت بعد از برداشت گیاهان پائیزه مانند کلزا می‌باشد). هر کرت آزمایشی دارای ۶ خط به طول ۶ متر با فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر بود. بین هر دو کرت اصلی مجاور سه خط به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. فاصله بین دو تکرار ۶ متر تعیین گردید و هر کدام به طور جداگانه آبیاری شدند. در زمان برداشت سه متر مربع از هر کرت برای اندازه‌گیری عملکرد دانه برداشت گردید. برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد دانه از هر کرت آزمایشی ۶ بوته به طور تصادفی انتخاب و خصوصیات رویشی و زایشی شامل ارتفاع گیاه، تعداد کل برگ و قطر طبق محاسبه و اندازه‌گیری گردید. در هر کرت، قطر ۶ طبق پس از رسیدن به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به عنوان قطر طبق منظور گردید. در این آزمایش شاخص باروری از تقسیم کردن وزن طبق بر وزن خشک بوته بدست آمد (Daneshian *et al*., 2002). درصد روغن دانه‌ها نیز توسط دستگاه NMR در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تعیین گردید. در پایان داده‌های حاصله با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد توسط برنامه نرم افزاری MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد کل برگ

اثر تنش کم‌آبیاری بر تعداد کل برگ در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۱) و میانگین تعداد کل برگ در همه سطوح آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). احتمالاً به دلیل اعمال تنش کم‌آبیاری از مرحله ۱۰ برگی گیاه، بیشترین اثر تنش کم‌آبیاری بر روی کاهش سطح برگ گیاه بود در حالی که تعداد برگ تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری قرار نگرفت و ثابت باقی ماند.

اصولاً در گیاه آفتابگردان پتانسیل گیاه از نظر تعداد کل برگ تا مرحله ستاره‌ای شدن مشخص می‌شود که این امر به خصوص در هیبریدهای زودرس بسیار مشخص‌تر است و از مرحله سبز شدن تا ستاره‌ای شدن عوامل محیطی مانند سرما، گرما، خشکی و تگرگ تأثیر معنی‌داری بر کاهش تعداد برگ می‌گذارند. این در حالی است که حادث شدن عوامل مختلف از قبیل تنش خشکی و گرما بعد از این مرحله بیشتر بر پیر شدن سریع برگ و کاهش سطح برگ مؤثر است و تعداد برگ فعال فتوسنتزی را کاهش می‌دهد، در حالی‌که اکثراً بر کاهش تعداد کل برگ بی‌تأثیر است (Gimenez *et al*., 1986; Goksoy *et al*., 2004). در این بررسی اثر تراکم گیاه بر تعداد کل برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تنش × تراکم گیاه بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). حداکثر تعداد کل برگ در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع با میانگین ۲۶/۱۴ برگ به دست آمد و به طور نسبی تا تراکم ۸ بوته در متر مربع هرچه تراکم کمتر شد تعداد کل برگ نیز کاهش یافت به طوری‌که حداقل تعداد کل برگ در تراکم ۸ بوته در مترمربع حاصل گردید (جدول ۲). البته روند کاهش تعداد کل برگ با کاهش سطوح تراکم گیاه ثابت نبود و در تراکم ۶ بوته در متر مربع میانگین تعداد کل برگ از سطوح تراکم ۸ و ۱۰ بوته بیشتر بود (جدول ۲). احتمالاً در تراکم ۶ بوته در متر مربع چون رقابتی بین بوته‌ها وجود نداشت و رطوبت خاک به میزان کافی بود، گیاهان توانستند بدون محدودیت رطوبتی و استفاده بهینه از پتانسیل عوامل محیطی تعداد برگ بیشتری تولید کنند. در تراکم ۱۰ و ۱۲ بوته در متر مربع نیز به علت پوشش مناسب

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

جدول ۱ – تجزیه واریانس برای خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه در یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان در تنش کم‌آبیاری و تراکم گیاه

Table 1. Analysis of variance for morphological characteristics, seed yield and seed oil yield in a dwarf sunflower hybrid under limited irrigation stress and plant density

			میانگین مربعات MS						
S. O .V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد برگ Leaf number	ارتفاع بوته Plant height	قطر طبق Head diameter	عملکرد دانه Seed yield	شاخص باروری Productivity index	درصد روغن دانه Seed oil content (%)	عملکرد روغن دانه Seed oil yield
Replication	تکرار	3	4.42 ^{ns}	286.02 **	0.47 ^{ns}	181970.5 ^{ns}	0.004 *	7.0 *	29785 ^{ns}
Irrigation (I)	آبیاری	3	14.66 ^{ns}	1947.1 **	69.12 **	12419375.9 **	0.016 **	149.9 **	2757564 **
Error a	خطای الف	9	5.00	83.79	0.70	204720.2	0.001	2.9	34665
Density (D)	تراکم	3	7.10 *	107.38 ^{ns}	2.13 *	1566364.2 **	0.001 ^{ns}	1.9 ^{ns}	287990 **
I×D	آبیاری × تراکم	9	0.56 ^{ns}	43.04 ^{ns}	0.454 ^{ns}	80932.2 ^{ns}	0.001 ^{ns}	2.4 ^{ns}	19991 ^{ns}
Error b	خطای ب	36	2.28	37.36	0.70	175674.97	0.001	1.8	30742
C. V. (%)	درصد ضریب تغییرات		6.0	7.1	8.4	27.4	5.0	3.3	27.3

ns : Non - significant

ns : غیر معنی‌دار

* and ** : Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

* و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

سطح خاک توسط گیاهان از مقدار تبخیر به میزان زیادی کاسته شد و ریشه‌ها نیز احتمالاً رشد بیشتری داشته‌اند، بنابراین با وجود رقابت بین بوته‌ها به دلایل ذکر شده گیاهان توانسته‌اند تعداد برگ بیشتری داشته باشند. در تراکم ۸ بوته در متر مربع که به نوعی حدواسط تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه بود، به دلیل تعداد و سطح برگ کم در متر مربع هم رطوبت نسبتاً زیادی از سطح خاک به دلیل تبخیر خارج شد و هم رقابت نسبی بین بوته‌ها وجود داشت. در این تراکم تعرق نیز وجود داشت و تخلیه رطوبتی خاک ایجاد شد، بنابراین گیاهان موجود در تراکم ۸ بوته در متر مربع تعداد برگ نسبتاً کمتری در مقایسه با تراکم‌های ۶، ۱۰ و ۱۲ بوته در متر مربع تولید کردند (جدول ۲). تارگات و همکاران (Turgut *et al.*, 2005) نیز در گزارش‌های خود افزایش ناچیز تعداد برگ در تراکم‌های بالای بوته را گزارش کردند.

ارتفاع گیاه

اثر تنش کم‌آبیاری بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر تراکم گیاهی و اثر متقابل تنش × تراکم گیاهی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). اعمال آبیاری پس از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر باعث کاهش ۲۵ درصدی ارتفاع گیاه گردید (جدول ۲). ارتفاع گیاه در تیمارهای آبیاری پس از ۱۵۰ و ۲۰۰ میلیمتر تبخیر در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۲). کاهش ارتفاع گیاه با افزایش شدت تنش کم‌آبیاری را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به واسطه کمبود رطوبت خاک و کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای ارایه به بخش‌های در حال رشد گیاه و نهایتاً عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع نسبت داد(Steduto *et al.*, 2000; Souza *et al.*, 2004). گوکسوی و همکاران (Goksoy *et al.*, 2004) گزارش کردند که اعمال آبیاری محدود باعث کاهش ارتفاع آفتابگردان می‌گردد. با وجود اینکه سطوح مختلف تراکم گیاهی از لحاظ ارتفاع گیاه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند اما با افزایش تراکم بوته ارتفاع گیاه نیز بیشتر شد، به طوری که میانگین ارتفاع در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع با هفت درصد افزایش نسبت به تراکم ۶ بوته در متر مربع به ۸۹/۴۰ سانتیمتر رسید (جدول ۲).

در تراکم‌های بالای بوته مقدار نور مادون قرمز دریافت شده توسط ساقه گیاهان افزایش می‌یابد و این امر کاهش نسبت نور قرمز به نور مادون قرمز دریافتی را در پی خواهد داشت (Libenson *et al.*, 2002). واکنش گیاهان به نسبت پایین نور قرمز به نور مادون قرمز باعث افزایش ارتفاع گیاهان می‌گردد که توسط اسمیت (Schmitt, 1997) نیز گزارش شده است. آنتن و همکاران (Anten *et al.*, 2005) افزایش ارتفاع گیاه را در تراکم‌های بالای بوته گزارش کرده‌اند و زی آاو و همکاران (Xiao *et al.*, 2006) افزایش رقابت برای نور را دلیل تغییرات ارتفاع گیاه در تراکم‌های گیاهی مختلف دانسته‌اند.

قطر طبق

اثر تنش کم‌آبیاری و تراکم گیاهی بر قطر طبق به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). حداکثر قطر طبق از آبیاری بعد از ۵۰ میلیمتر تبخیر با میانگین ۱۲/۴۱ سانتیمتر حاصل شد و اعمال تنش شدید کم‌آبیاری باعث کاهش ۳۹ درصدی قطر طبق گردید (جدول ۲).گوکسوی و همکاران (Goksoy *et al.*, 2004) نیز نتیجه گرفتند که تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار قطر طبق می‌شود. در آزمایش حاضر قطر طبق در تراکم ۶ بوته در متر مربع با میانگین ۱۰/۵ سانتیمتر حداکثر بود و در تراکم های ۸ و ۱۰ بوته در متر مربع کاهش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۲). از تحقیقات گوکسوی و همکاران (Goksoy *et al.*, 1998) نیز نتیجه گرفته شد که افزایش تراکم بوته از ۳۰ تا ۹۵ هزار بوته در هکتار سبب کاهش قطر طبق می گردد. در این آزمایش اعمال تنش کم‌آبیاری در سطوح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلیمتر تبخیر به ترتیب سبب کاهش ۱۴، ۲۷ و ۳۹ درصدی قطر طبق

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

در مقایسه با تیمار شاهد گردید. درحالیکه افزایش سطوح تراکم از ۶ بوته به ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در متر مربع به ترتیب کاهش ۸، ۹ و ۶ درصدی این صفت را در پی داشت، بنابراین در این مطالعه تنش کم‌آبیاری نسبت به تراکم اثر بیشتری بر قطر طبق گذاشته است. بررسی سطوح اثر متقابل در جدول ۲ نشان می‌دهد که کاهش قطر طبق در تراکم‌های بالای بوته در شرایط تنش کم‌آبیاری می‌تواند به دلیل شدت یافتن تخلیه رطوبتی خاک، وجود رقابت بیشتر بین بوته‌ها و عدم تخصیص آسیمیلات‌های کافی به بخش زایشی گیاه از جمله طبق رخ داده باشد.

عملکرد دانه

اثر تنش کم‌آبیاری و تراکم گیاهی بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱). حداکثر عملکرد دانه از سطح آبیاری شاهد با میانگین ۲۷۲۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و حداقل عملکرد با کاهش ۷۵ درصدی نسبت به سطح آبیاری شاهد از تیمار آبیاری بعد از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر با میانگین ۶۷۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۲). در مطالعه حاضر با افزایش سطوح تنش کم‌آبیاری عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد که می‌تواند ناشی از کاهش قطر طبق و در نتیجه کاهش تعداد دانه باشد (جدول ۲). محققان زیادی نتایج مشابهی را در مورد کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی گزارش کرده‌اند (Goksoy *et al.*, 2004; Erdem *et al.*, 2006). در آزمایش حاضر با افزایش تراکم بوته در واحد سطح عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت به گونه‌ای که در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع حداکثر عملکرد دانه به میزان ۱۹۳۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۲). حداقل عملکرد دانه هم از تراکم ۶ بوته در متر مربع با میانگین ۱۲۳۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نسبت به عملکرد دانه در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع ۳۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲). پایین بودن عملکرد دانه در تراکم ۶ بوته در متر مربع نسبت به تراکم‌های ۱۰ و ۱۲ بوته در متر مربع را می‌توان به عدم استفاده بهینه از پتانسیل محیطی در تراکم پایین نسبت داد. پکاسکی و مارتیگنانو (Pacacci and Martiganano, 1975) گزارش دادند که در ارقام آفتابگردانی که ارتفاع کوتاه‌تری دارند، تراکم‌های بیشتر و فاصله ردیف‌های باریک‌تر سبب دستیابی به حداکثر عملکرد دانه می‌گردد. بررسی اثر متقابل تنش کم‌آبیاری × تراکم گیاهی نشان داد که حداقل عملکرد دانه از آبیاری بعد از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر و تراکم های ۶ و ۸ بوته در متر مربع با میانگین ۵۴۵/۸ و ۴۵۸/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). کاهش عملکرد در تنش شدید کم‌آبیاری و تراکم ۶ و ۸ بوته در متر مربع احتمالاً ناشی از عدم پوشش زمین توسط گیاهان و بافت لومی شنی مزرعه آزمایش بود که با کاهش مقدار آب قابل دسترس خاک، سبب کاهش قابل توجهی در قطر طبق، وزن طبق، وزن خشک گیاه و در نهایت عملکرد دانه گردید.

شاخص باروری

این شاخص نشان دهنده قدرت و توان تخصیص ماده خشک به اندام زایشی (طبق) است و به دلیل داشتن ضریب تغییرات بسیار پایین‌تر نسبت به شاخص برداشت می‌تواند معیار دقیق‌تری برای ارزیابی در کرت‌های به‌نژادی باشد. اثر تنش کم‌آبیاری بر شاخص باروری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در این پژوهش وزن طبق نسبت به وزن ساقه در سطوح تنش کم‌آبیاری با شدت بیشتری تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۲). کاهش ۴۸ درصدی وزن ساقه در مقایسه با کاهش ۶۴ درصدی وزن طبق در شرایط تنش شدید کم‌آبیاری مطالب بالا را تأیید می‌کند (نتایج ارائه نشده است). این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط مساعد محیطی آفتابگردان توانایی بالایی در تولید بیوماس دارد که در شرایط سخت محیطی نیز این پتانسیل را تا حدودی حفظ می‌کند، در حالی که این گیاه در شرایط

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

جدول ٢- مقایسه میانگین‌های اثر اصلی و اثر متقابل تنش کم‌آبیاری × تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه در یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان

Table 2. Means comparison of main and interaction effects of deficit irrigation and plant density on morphological characteristics, seed yield and seed oil yield in a dwarf sunflower hybrid

تیمار Treatment		تعداد برگ Leaf number	ارتفاع بوته Plant height (cm)	قطر طبق Head diameter (cm)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص باروری Productivity index (%)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)	عملکرد روغن Seed oil yield ($kg.ha^{-1}$)
					Irrigation	آبیاری		
50		24.7 a	98.7 a	12.4 a	2726 a	0.74 a	45.0 a	1231 a
100		25.7 a	90.5 b	10.7 b	1585 b	0.69 b	37.9 d	604 b
150		24.9 a	79.6 c	9.1 c	1135 c	0.72 ab	39.6 c	451 c
200		25.9 a	74.0 c	7.5 d	670 d	0.66 c	41.4 b	278 d
					Plant density	تراکم گیاهی		
6		25.6 a	83.2 b	10.5 a	1235 c	0.71 a	40.6 a	512 c
8		24.1 b	85.1 ab	9.7 b	1337 bc	0.70 a	40.8 a	557 c
10		25.4 a	85.1 ab	9.6 b	1611 b	0.71 a	41.2 a	684 b
12		26.1 a	89.4 a	9.9 ab	1933 a	0.69 a	41.3 a	810 a
					Irrigation × Plant density	آبیاری * تراکم گیاهی		
50	6	25.2 abc	97.9 a	13.3 a	2224 cd	0.75 a	44.5 ab	992 cd
	8	24.0 bc	100.1 a	12.3 ab	2571 cb	0.74 a	44.2 b	1137 bc
	10	24.3 bc	96.0 a	11.8 bc	2917 ab	0.75 a	46.4 a	1356 ab
	12	25.5 abc	100.8 a	12.1 ab	3192 a	0.73 ab	45.0 ab	1438 a
100	6	26.3 ab	83.6 cd	11.2 bcd	1236 fgh	0.72 abc	36.9 h	460 e-h
	8	23.9 bc	93.1 abc	10.7 cde	1551 efg	0.67 bcd	38.7 fgh	600 ef
	10	26.2 ab	91.7 abc	10.6 cde	1610 efd	0.70 a-d	37.9 gh	612 ef
	12	26.3 ab	93.5 ab	10.3 de	1943 ed	0.69 a-d	38.1 fgh	742 de
150	6	25.3 abc	78.3 def	9.6 ef	935 ghi	0.70 a-d	39.2 efg	367 ghf
	8	23.4 c	73.7 ef	8.5 fgh	767 hi	0.72 ab	39.9 d-g	307 gh
	10	25.5 abc	82.0 de	8.7 fg	1213 fgh	0.74 a	39.4 efg	477 efg
	12	25.5 abc	84.6 bcd	9.6 ef	1625 def	0.70 a-d	40.0 c-g	652 ef
200	6	26.2 ab	73.1 ef	7.7 gf	546 i	0.69 a-d	41.8 cd	229 gh
	8	26.3 abc	73.5 ef	7.4 h	458 i	0.65 d	40.3 c-f	185 h
	10	25.4 abc	70.9 f	7.4 h	705 hi	0.66 d	41.2 cde	291 gh
	12	27.1 a	78.5 def	7.6 gf	974 f-i	0.66 d	42.1 c	408 fgh

در هر ستون و برای هر تیماری میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means, in each column and for each treatment followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan Multiple Range Test (DMAT)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

سخت محیطی پتانسیل تولید وزن طبق و نتیجتاً وزن دانه کمتری نسبت به تولید بیوماس دارد. این نتایج می‌تواند توجه به‌نژادگران را برای دستکاری ژنتیکی هیبریدهای آفتابگردان، برای پایداری بیشتر وزن طبق در شرایط تنش کم‌آبی جلب کند. اثر تراکم گیاهی و اثر متقابل تنش کم‌آبیاری در تراکم گیاهی بر شاخص باروری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

درصد و عملکرد روغن

اثر تنش کم‌آبیاری بر درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، درحالیکه اثر تراکم گیاهی و اثر متقابل تنش کم‌آبیاری در تراکم گیاهی بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱). حداکثر درصد روغن دانه از سطح آبیاری شاهد با میانگین ۴۵ درصد به دست آمد و حداقل آن نیز از تیمار تنش خفیف با میانگین ۳۷/۹ درصد حاصل شد (جدول ۲). درحالی که درصد روغن در تیمار تنش شدید کم‌آبیاری بعد از تیمار آبیاری شاهد در حداکثر مقدار خود بود (جدول ۲). در این آزمایش تنش شدید کم‌آبیاری وزن دانه‌ها را به شدت کاهش داد (نتایج ارائه نشده است) ولی تأثیر بسیار کمتری بر درصد روغن گذاشت. به عبارتی تنش کم‌آبیاری درصد روغن را بسیار کمتر از وزن دانه‌ها تحت تاثیر خود قرار داد و درصد روغن با شدت کمتری کاهش یافت. لوپز پریرا و همکاران (Lopez Pereira *et al.,* 1999) نیز گزارش کرده‌اند که درصد روغن به اندازه دانه بستگی دارد، به طوری‌که دانه‌های کوچک‌تر درصد روغن دانه بالاتری نسبت به دانه‌های درشت داشتند. در این آزمایش نیز در تیمار تنش شدیدکم‌آبیاری اندازه و وزن دانه‌ها به شدت کاهش یافت و به اصطلاح اثر تنش بیشتر بر روی اندازه دانه متمرکز شده بود درحالی‌که درصد روغن دانه کمتر تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۲). در تیمارهای تنش خفیف و متوسط کم‌آبیاری وزن دانه (اندازه دانه) کاهش نسبی یافته بود ولی درصد روغن در آن‌ها بیشتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته بود، به‌طوری‌که این عوامل باعث شد تا میزان درصد روغن در تیمار تنش خفیف کم‌آبیاری کمتر از سایر تیمارها باشد (جدول ۲). بنابراین نتایج نشان می‌دهد که درصد روغن با اندازه دانه‌ها در شرایط تنش کم‌آبیاری می‌تواند رابطه عکس داشته باشد (Lopez Pereira *et al.,* 1999). برخی محققان نتایج مشابهی را درباره اثر معنی‌دار تنش رطوبتی بر روغن دانه گزارش کرده‌اند که با نتایج این بررسی مطابقت دارد (Gimenez *et al.,* 1986; Abraham, 2001).

عملکرد روغن عمده‌ترین محصول اقتصادی حاصل از کشت و کار آفتابگردان است. در این آزمایش اثر تنش کم‌آبیاری و اثر تراکم گیاهی بر عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). حداکثر عملکرد روغن از آبیاری شاهد با میانگین ۱۲۳۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و اعمال تنش شدید کم‌آبیاری باعث کاهش ۷۷ درصدی عملکرد روغن گردید (جدول ۲). آبراهام (Abraham, 2001) و گوکسوی و همکاران (Goksoy *et al.,* 2004) نتایج مشابهی را درباره اثر معنی‌دار تنش کم‌آبی بر عملکرد روغن گزارش کردند. همچنین با افزایش تراکم گیاه در واحد سطح عملکرد روغن نیز افزایش یافت ولی این افزایش در تراکم‌های ۶ و ۸ بوته در متر مربع از نظر عملکرد روغن معنی‌دار نبود و در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۲). در این آزمایش با افزایش تراکم از ۶ به ۱۲ بوته در متر مربع عملکرد روغن نیز به مقدار ۲۹۸ کیلوگرم در هکتار (۳۷ درصد) افزایش یافت. بررسی قلی نژاد و همکاران (Gholinezhad *et al.,* 2008) نیز نشان داد که افزایش تراکم گیاهی هیبرید آذرگل سبب افزایش ۲۶ درصدی عملکرد روغن دانه گردید که مؤید همین نتایج می‌باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که واکنش هیبرید پاکوتاه CMS26 × R103 آفتابگردان به تراکم‌های مختلف گیاهی در شرایط تنش کم‌آبی بسیار جالب و منحصر به فرد است، به شکلی که این گیاه در تراکم‌های بالای بوته در واحد سطح، توانایی بالایی در جبران کاهش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

عملکرد در شرایط تنش کم‌آبیاری خفیف و متوسط را دارد. بنابراین نتایج کلی این آزمایش نشان داد که در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر حداکثر عملکرد دانه از تراکم ۱۲ بوته در متر مربع حاصل شد، درحالی‌که در تیمار آبیاری پس از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش شدید کم-آبیاری) به دلیل شدت بسیار بالای تنش، با اعمال تراکم ۱۲ بوته در متر مربع افزایش عملکرد دانه از نظر آماری معنی‌دار نبود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات جناب آقای مهندس ابراهیم فرخی که ما را در تهیه بذر هیبرید CMS26 × R103 آفتابگردان برای انجام آزمایش یاری کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

References

Abraham, N. A. 2001. Determinants of sunflower seed quality for processing (Growth and development of the seed, Chapter 1). University of Pretoria. Pp. 22.

Angadi, S. V. and M. H. Entz. 2002. Root system and water use patterns of different height sunflower cultivars. Agron. J. 94: 136-145.

Anten, N. P. R., R. C. Garcia and H. Nagashima. 2005. Effects of mechanical stress and plant density on mechanical characteristics, growth, and lifetime reproduction of tobacco plants. The American Naturalist. 166: 290-299.

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

Daneshian, J., E. Majidi, and P. Jonoubi. 2002. Evaluation of drought stress and potassium application on quantitative and qualitative soybean characteristic. J. Agric. Sci. 8 (1): 95-108.

Erdem, T., Y. Erdem, A. H. Orta and H. Okursoy. 2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annus L.*). Turk. J. Agric. 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.

Flexas, J., J. Bota, F. Loreto, G. Cornic and T. D. Sharkey. 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. Plant Biol. 6: 269-279.

Gholinezhad, A., A. Tobeh, A. Hasanzadeh Ghorottapeh and A. Asgari. 2008. Effects of density and planting arrangement on yield and yield components of sunflower. Agric. Sci. 18 (1): 87-99.

Gimenez, C. and E. Fereres. 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought. II-Growth and water relations. Aust. J. Agric. Res. 37: 583-597.

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

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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

Libenson, S., V. Rodriguez, M. Lopez Pereira, R. A. Sanchez and J. J. Casal. 2002. Low red to far-red ratio reaching the stem reduce grain yield in sunflower. Crop Sci. 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 Res. 62: 157-166.

Narval, S. S., and D. S. Malik. 1985. Response of sunflower cultivars to plant density and nitrogen. J. Agric. Sci. 104: 95-97.

Pacacci, G. and F. Martiganano. 1975. Effect of sowing density and yield on some bioagronomic characteristics of tall and dwarf cultivars of sunflower (In Italian). Revista di agronomia. 9: 180-186.

Rafiei, F., A. Kashani, R. Mamghani, and A. Golchin. 2005. The effect of the timing of irrigation and nitrogen application on grain yield and some morphological traits in hybrid sunflower, cv. Golshid. Iranian. J. Crop Sci. 7 (1): 44-54.

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

Schmitt, J. 1997. Is photomorphogenic shade avoidance adaptive? Perspectives from population biology. Plant Cell Environ. 20: 826-830.

Schneiter, A., A. Majid and B. L. Johnson. 1984. Comparison of normal height and semidrwarf sunflower. In Proc. Sunflower Res. Workshop. Pp. 4-5.

Silva, P. R. F. da and E. Schmidt. 1985. Effect of rate and method of planting on light interception and on agronomic characteristics of sunflower. In X I INT. Sunflower Conf. Mardel Plata Argentina. 10-24 Mar. 1985. Pp. 295-299.

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

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

Xiao, S., S. Yan Chen, L. Qiang Zhao and G. Wang. 2006. Density effects on plant height growth and inequality in sunflower populations. J. Integrative Plant Biol. 48: 513-519.

Zaffaroni, E. and A. A. Schneiter. 1991. Sunflower production as influenced by plant type, plant population, and row arrangement. Agron. J. 83: 113-118.

Zarea, M. J., A. Ghalavand and J. Daneshian. 2005. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. Agron. Sustain. 25: 513-518.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

Effect of limited irrigation and plant density on morphological characteristics and grain yield in a dwarf sunflower hybrid (CMS26 × R103) as second crop

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

ABSTRACT

Daneshian, J. and H. Jabbari. 2009. Effect of limited irrigation and plant density on morphological characteristics and grain yield in a dwarf sunflower hybrid (CMS26 × R103) as second crop. **Iranian Journal of Crop Science. 10 (40):377-388 (in Persian).**

In order to study effects of limited irrigation and plant density on morphological characteristics and seed yield of a dwarf sunflower hybrid CMS26 × R103, a field experiment was conducted in a spilt plot arrangement using randomized complete block design with three replications in Seed and Plant Improvement Institute Karaj in 2005 cropping season. Limited irrigation levels included: irrigation after 50, 100, 150 and 200 millimeter evaporation from class A pan and plant density levels were 6, 8, 10 and 12 plant m^{-2} that were assigned to main and sub plots, respectively. Limited irrigation had significant effect on plant height, head diameter, seed yield, productivity index, seed oil content and oil seed yield, but there was no significant effect on leaf number. Plant density affected on all characteristics, except of plant height, seed oil content and productivity index. The highest seed yield of 2726 $kg.ha^{-1}$ was obtained from irrigation after 50 mm evaporation from class A pan. The highest seed yields under different irrigation levels were also obtained from 12 plant m^{-2}. Results indicated that under irrigation after 50, 100 and 150 millimeter evaporation from class A pan, maximum seed yield was obtained from 12 plant m^{-2}, however in irrigation after 200 millimeter evaporation from class A pan and 12 plant m^{-2} yield increase was not significant, due mainly to stress severity.

Keywords: Morphological characteristics, Plant density, Productivity index, Seed oil yield and Seed yield.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.4.4.3]

Receives : April 2008

1- Assist. Prof. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj, Iran.
2- Ph.D Agronomy student, Department of Agronomy, Abureihan Campus, The University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding author).