

اثر تنش کم آبیاری 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^۱ و حمید جباری^۲

چکیده

دانشیان، ج. و ج. جباری. ۱۳۸۷. اثر تنش کم آبیاری و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه در یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان (CMS26 × R103) در کشت دوم. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰ (۴): ۳۷۷-۳۸۸.

برای بررسی اثر تنش کم آبیاری و تراکم‌های مختلف گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد هیبرید پاکوتاه CMS26 × R103 آفتابگردان، آزمایشی در سال ۱۳۸۴ 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 A در کرت‌های اصلی و عامل تراکم گیاهی شامل چهار سطح ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در متر مربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. اثر تنش کم آبیاری 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 ۲۷۲۶ 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 تیمار 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.

واژه‌های کلیدی: تراکم گیاهی، خصوصیات مورفولوژیک، شاخص باروری، عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه و کم آبیاری.

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 annuus* 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 معنی‌داری 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 Schneider, 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 (Schneider 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 ناروال 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 (Schneider 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 معنی‌داری بر عملکرد دارد، به طوری که ردیف‌های زیگزاگی شکل با ۸ بوته در مترمربع و ردیف‌های 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

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 مهم ترین 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 داده اند که تراکم بوته بر مقدار پروتئین و روغن دانه بی تأثیر است در حالی که برخی نتایج دیگر دلالت بر اثر معنی دار تراکم بوته بر مقدار پروتئین و روغن دانه دارند. در آزمایش های 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 کم آبی تراکم بوته کمتر از حد نرمال در نظر گرفته شود تا مقدار تبخیر و تعرق و تخلیه رطوبتی خاک کاهش یابد. اما این قضیه نمی تواند در همه موارد صدق کند زیرا برخی از ارقام تراکم پذیری بالایی دارند و در ضمن در تراکم های بالای بوته، مقدار پوشش زمین توسط کانوپی گیاهی بیشتر شده و در نتیجه تبخیر رطوبت از خاک کاهش چشمگیری می یابد. با وجود تحقیقات فراوان در مورد اثر تنش کم آبیاری و یا تراکم گیاه بر عملکرد آفتابگردان، اطلاعات محدودی در مورد اثر تراکم های گیاهی همراه با تنش کم آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه این گیاه در کشت مزرعه ای وجود دارد، بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش کم آبیاری و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان اجرا شد.

مواد و روش ها

برای بررسی اثر تنش کم آبیاری 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 بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. لازم به ذکر است که این هیبرید آفتابگردان از نظر ارتفاع پاکوتاه و زودرس است. عامل تنش کم آبیاری در چهار سطح در کرت های اصلی شامل آبیاری پس از ۵۰ (شاهد)، ۱۰۰ (تنش خفیف)، ۱۵۰ (تنش متوسط) و ۲۰۰ (تنش شدید) میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و عامل تراکم گیاهی در چهار سطح شامل ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ گیاه در متر مربع در کرت های فرعی قرار گرفتند. مقدار تبخیر، با نصب تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه به طور روزانه اندازه گیری 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 بر گردان 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

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 می باشد). هر کرت آزمایشی دارای ۶ خط به طول ۶ متر با فاصله خطوط ۶۰ سانتی متر 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 اندازه گیری عملکرد دانه برداشت گردید. برای اندازه گیری اجزای عملکرد دانه از هر کرت آزمایشی ۶ بوته به طور تصادفی انتخاب و خصوصیات ریشی و زایشی شامل ارتفاع گیاه، تعداد کل برگ و قطر طبق محاسبه و اندازه گیری گردید. در هر کرت، قطر ۶ طبق پس از رسیدن به وسیله خط کش اندازه گیری شد و میانگین آن ها 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 دانه ها نیز توسط دستگاه NMR در آزمایشگاه بخش دانه های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تعیین گردید. در پایان داده های حاصله با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد توسط برنامه نرم افزاری MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد کل برگ

اثر تنش کم آبیاری بر تعداد کل برگ در سطح آماری پنج درصد معنی دار 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 کم آبیاری از مرحله ۱۰ برگی گیاه، بیشترین اثر تنش کم آبیاری بر روی کاهش سطح برگ گیاه بود در حالی که تعداد برگ تحت تأثیر تنش کم آبیاری قرار نگرفت و ثابت باقی ماند.

اصولاً در گیاه آفتابگردان پتانسیل گیاه از نظر تعداد کل برگ تا مرحله ستاره ای شدن مشخص می شود که این امر به خصوص در هیبریدهای زودرس بسیار مشخص تر است و از مرحله سبز شدن تا ستاره ای شدن عوامل محیطی مانند سرما، گرما، خشکی و تگرگ تأثیر معنی داری بر کاهش تعداد برگ می گذارند. 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 می دهد، در حالی که اکثراً بر کاهش تعداد کل برگ بی تأثیر است (Gimenez et al., 1986; Goksoy et al., 2004). در این بررسی اثر تراکم گیاه بر تعداد کل برگ در سطح پنج درصد معنی دار بود ولی اثر متقابل تنش $\times$ تراکم گیاه بر این صفت معنی دار 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 طوری که 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 بوته ها 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

جدول ۱ - تجزیه واریانس برای خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه در یک هیبرید پاکوتاه آفتابگردان در تنش کم آبیاری و تراکم گیاهی

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

S. O. V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	MS						
			تعداد برگ Leaf number	ارتفاع بوته Plant height	قطر طبق Head diameter	عملکرد دانه Seed yield	میانگین مربعات 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

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

ns : غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

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 کم آبیاری 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 کم آبیاری 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 کم آبیاری 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 کم آبیاری 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 تراکم‌های 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 می‌گردد. در این آزمایش اعمال تنش کم آبیاری در سطوح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب سبب کاهش ۱۴، ۲۷ و ۳۹ درصدی قطر طبق

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 کم آبیاری 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 کم آبیاری می‌تواند به دلیل شدت یافتن تخلیه رطوبتی خاک، وجود رقابت بیشتر بین بوته‌ها و عدم تخصیص آسمیلات‌های کافی به بخش زایشی گیاه از جمله طبق رخ داده باشد.

عملکرد دانه

اثر تنش کم آبیاری 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 کم آبیاری 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 کم آبی 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 کم آبیاری × تراکم گیاهی نشان داد که حداقل عملکرد دانه از آبیاری بعد از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر و تراکم‌های 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 کم آبیاری 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 به-نژادی باشد. اثر تنش کم آبیاری بر شاخص باروری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در این پژوهش وزن طبق نسبت به وزن ساقه در سطوح تنش کم آبیاری 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 کم آبیاری 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

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر اصلی و اثر متقابل تنش کم آبیاری × 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 ۵ 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)

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

درصد و عملکرد روغن

اثر تنش کم آبیاری بر درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، درحالی‌که اثر تراکم گیاهی و اثر متقابل تنش کم آبیاری 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). درحالی‌که درصد روغن در تیمار تنش شدید کم آبیاری بعد از تیمار آبیاری شاهد در حداکثر مقدار خود بود (جدول ۲). در این آزمایش تنش شدید کم آبیاری وزن دانه‌ها را به شدت کاهش داد (نتایج ارائه نشده است) ولی تأثیر بسیار کمتری بر درصد روغن گذاشت. به عبارتی تنش کم آبیاری درصد روغن را بسیار کمتر از وزن دانه‌ها تحت تأثیر خود قرار داد و درصد روغن با شدت کمتری کاهش یافت. لویز پریرا و همکاران (Lopez Pereira et al., 1999) نیز گزارش کرده‌اند که درصد روغن به اندازه دانه بستگی دارد، به طوری که دانه‌های کوچک‌تر درصد روغن دانه بالاتری نسبت به دانه‌های درشت داشتند. در این آزمایش نیز در تیمار تنش شدید کم آبیاری 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 کم آبیاری وزن دانه (اندازه دانه) کاهش نسبی یافته بود ولی درصد روغن در آن‌ها بیشتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته بود، به طوری که این عوامل

باعث شد تا میزان درصد روغن در تیمار تنش خفیف کم آبیاری کمتر از سایر تیمارها باشد (جدول ۲). بنابراین نتایج نشان می‌دهد که درصد روغن با اندازه دانه‌ها در شرایط تنش کم آبیاری 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 کم آبیاری 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 کم آبیاری 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 کم آبی 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 کم آبی بسیار جالب و منحصر به فرد است، به شکلی که این گیاه در تراکم‌های بالای بوته در واحد سطح، توانایی بالایی در جبران کاهش

۱۲ بوته در متر مربع افزایش عملکرد دانه از نظر آماری معنی دار نبود.

سپاسگزاری

بدین وسیله 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 می گردد.

عملکرد در شرایط تنش کم آبیاری 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، درحالی که در تیمار آبیاری پس از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش شدید کم-آبیاری) به دلیل شدت بسیار بالای تنش، با اعمال تراکم

References

منابع مورد استفاده

- 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 annuus* 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 annuus* 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.

- 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. *Field 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.
- Schneider, A., A. Majid and B. L. Johnson. 1984.** Comparison of normal height and semidwarf 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. *Field 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. Schneider. 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.

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

Daneshian, J¹ and H. Jabbari²

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 split 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.

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).