

اثر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی چهار ژنوتیپ آفتابگردان

زهرة امامی بیستگانی^{۱*}، سید عطاءالله سیادت^۱، عبدالمهدی بخشنده^۱، خلیل عالمی سعید^۱

و غلامحسین شیراسماعیلی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۱۱)

چکیده

برای ارزیابی تأثیر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی چهار ژنوتیپ آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) آزمایشی در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی کیوتراآباد اصفهان اجرا شد. تراکم بوته در چهار سطح ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع و چهار ژنوتیپ آفتابگردان به نام‌های Arm-mok18-85، S1R-85-ES، MOK13-85 و KC20/83ES85 در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر تراکم بوته بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به جز درصد روغن، نسبت مغز به پوست دانه، درصد پروتئین و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ بر همه صفات به جز قطر طبق، تعداد کل دانه در مترمربع، عملکرد روغن، درصد پروتئین و شاخص برداشت معنی‌دار بود. اثر برهمکنش تراکم بوته و ژنوتیپ بر عملکرد روغن، عملکرد بیولوژیک و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۳۵۰۰/۵۲ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و ژنوتیپ Arm-mok18-85 به دست آمد. به طور کلی، نتایج نشان داد که بین تراکم‌های ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود نداشت. لذا به نظر می‌رسد به منظور کاهش مصرف بذر می‌توان تراکم ۱۰ بوته در مترمربع را توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: ژنوتیپ آفتابگردان، صفات زراعی، عملکرد روغن، فاصله بوته

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد زراعت و اساتید دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: zohreemami66@gmail.com

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی جهان است که به علت بالا بودن ارزش غذایی و فقدان فاکتورهای ضد تغذیه‌ای در روغن آن، برای تغذیه بشر مفید است (۱۸). روغن آفتابگردان نقش مهمی از نظر تغذیه‌ای دارد و این به علت خصوصیات ویژه آن از جمله پایداری اکسیداسیونی بالا و وجود اسیدهای چرب با باند دوگانه مانند لینولئیک اسید می‌باشد (۱۴). دانه ارقام روغنی آفتابگردان معمولاً کوچک‌تر و تیره‌تر از ارقام آجیلی بوده و پوسته دانه نازکی دارد. این ارقام حاوی ۳۸ تا ۵۰ درصد روغن و ۲۰ درصد پروتئین با ارزش غذایی و مرغوبیت زیاد، بهتر از اغلب روغن‌های گیاهی می‌باشند (۱۲). پژوهشگران در بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که عملکرد و اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر تراکم و رقم قرار می‌گیرند (۶ و ۱۹). از این رو، به کار بردن راه کارهای صحیح مدیریتی همچون مسائل به زراعی برای این گیاه بسیار ضروری است. از جمله مسائل به زراعی مهم، استفاده از تراکم و ارقام مناسب می‌باشد. کاشت بذر بایستی در تراکم مناسب صورت گیرد که گیاه به خوبی سبز شده، استقرار یافته و در هریک از مراحل رشد، فضای کافی برای استفاده حداکثر از منابع محیطی داشته باشد و تا حد امکان با شرایط نامساعد روبرو نشود. بدین ترتیب، تعیین تراکم مناسب گیاهی، مستلزم آگاهی کامل از ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه و همچنین ارتباط آن با عوامل محیطی می‌باشد (۱۲).

اثر تراکم گیاهی بر عملکرد دانه آفتابگردان بسته به رقم و شرایط آزمایش متفاوت است. با وجود این، آفتابگردان در دامنه وسیعی از تراکم‌ها با تنظیم اندازه طبق، اندازه دانه و تعداد دانه در طبق خاصیت جبران‌کنندگی دارد (۱۳). افشاری بهبهانی‌زاده و همکاران (۲) بیان داشتند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه در مترمربع، درصد روغن، عملکرد روغن و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت، در حالی که نسبت مغز به پوست دانه تغییری نکرد. جمشیدی (۱۱) گزارش کرد که اثر تراکم‌های مختلف بر درصد روغن آفتابگردان معنی‌دار نبود، هر چند با

افزایش تراکم، روند کاهشی ملایمی در میزان روغن مشاهده شد. وجا (۲۰) از آزمایش خود نتیجه گرفت که تراکم گیاهی رقابت شدیدی را برای جذب آب و مواد غذایی در طول دوره پرشدن دانه به وجود آورده است. بدین معنی که مواد غذایی کمتری در بین دانه‌ها توزیع شده و در نتیجه ماده خشک کمتری به مقصد فیزیولوژیک در دوره گل‌دهی اختصاص یافته است. صدقی و همکاران (۱۶) در بررسی اثر تراکم‌های مختلف کاشت آفتابگردان با ۶، ۸ و ۱۰ بوته در مترمربع در شرایط آب و هوایی اردبیل گزارش کردند که بیشترین شاخص برداشت از تراکم ۶ بوته در مترمربع به دست آمد. فریرا و آبرو (۸) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش می‌یابد زیرا در تراکم‌های کم تولید ماده خشک و جذب تابش خورشیدی کمتر است که این کاهش به علت کمتر بودن سطح برگ در تراکم‌های کم می‌باشد. از آنجا که تراکم مناسب نقش مهمی در افزایش عملکرد و کارایی استفاده از عوامل محیطی دارد، بنابراین، آگاهی از عوامل مدیریتی مناسب برای به دست آوردن پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌های جدید بسیار حائز اهمیت می‌باشد. لذا معرفی بهترین تراکم با حجم و فرم بوته مناسب و شناسایی تعیین ژنوتیپ مناسب در جهت بالا بردن عملکرد امری ضروری است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی کبوترآباد واقع در جنوب شرقی اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱°۴۹'، عرض جغرافیایی ۳۰°۳۲' شمالی و ارتفاع ۱۵۴۱ متر از سطح دریا انجام شد. تیمارهای تراکم شامل ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع و تیمارهای ژنوتیپ شامل Arm-mok18-85، MOK13-85، SIR-85-ES و KC20/83ES85 بود. این منطقه طبق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک و خنک با تابستان خشک می‌باشد. طبق آمار ۲۰ ساله هواشناسی، متوسط سالانه بارندگی و دمای هوای منطقه به ترتیب ۱۲۲ mm و ۱۶/۱°C

جدول ۱. آمار هواشناسی در طول دوره آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸

ماه	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)	میانگین دما (°C)	مجموع بارندگی (mm)
تیر	۱۸	۳۲/۷	۲۵/۳۵	۱/۴
مرداد	۱۶/۷	۳۶/۴	۲۶/۵۵	۱/۶
شهریور	۱۳/۱	۳۲/۶	۲۳/۳۵	۰/۱
مهر	۷/۹	۲۷/۵	۱۷/۷	۱/۴

با دست انجام گرفت. عملکرد دانه پس از مرحله رسیدگی با جدا کردن دانه‌های موجود در مساحت برداشت شده تعیین شد. عملکرد بیولوژیک از طریق قرار دادن کل بوته در آون در دمای 75°C به مدت ۴۸ ساعت و وزن کردن آن محاسبه گردید. سپس با نمونه‌گیری از دانه‌های به‌دست آمده، هزار دانه شمرده شد و سپس به وسیله ترازوی دقیق (دقت 0.01 گرم) وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای شمارش تعداد دانه به ترتیب برای تراکم ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته ۱۸، ۲۴، ۳۰ و ۳۶ طبق برداشت گردید. برای اندازه‌گیری درصد روغن و پروتئین، نمونه‌های 0.5 گرمی از دانه‌های مربوط از هر واحد آزمایشی انتخاب شد. درصد روغن در آزمایشگاه با استفاده از روش (NMR (Nuclear Magnetic Resonance) در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی شهرک اصلاح و نهال بذر کرج تعیین گردید. برای تعیین پروتئین دانه، نیتروژن دانه به روش کلدال (۱۰) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه رامین اهواز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نسبت مغز به پوست دانه، دانه‌ها در مدت زمان مشخصی در آب مقطر قرار داده شدند تا پوست از مغز دانه جدا شود و در مرحله بعد در آون در دمای 75°C به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شده و پس از اطمینان از خشک شدن، وزن پوست و مغز دانه با ترازوی دقیق (با دقت 0.001) اندازه‌گیری شد و سپس نسبت آنها محاسبه گردید. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر وزن خشک کل بوته به‌دست آمد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5% انجام گرفت. از نرم‌افزار Excel برای رسم منحنی‌ها استفاده شد.

می‌باشد. اسیدپتیه خاک $7/8$ و بافت آن لوم است. جدول ۱ پارامترهای هواشناسی ایستگاه کبوترآباد را طی دوره آزمایش نشان می‌دهد. عملیات تهیه بستر بذر با انجام شخم و دیسک آغاز گردید و بر اساس نتایج آزمون خاک، میزان 100 کیلوگرم در هکتار کود اوره و 140 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم روی زمین پخش و با 2 لیتر در هکتار علف‌کش تریفلورالین که روی خاک پاشیده شد، مخلوط گردید. هر کرت از 6 خط کاشت به طول 6 متر و فاصله 60 سانتی‌متر از هم تشکیل شده بود. فاصله بین کرت‌ها به صورت 4 ردیف نکاشت قرار داده شده بود. فاصله بین بلوک‌ها 2 متر بود. به منظور به‌دست آوردن تراکم مورد نظر، ژنوتیپ‌ها در چهار فاصله بوته 14 ، 17 ، 21 و 27 سانتی‌متر روی ردیف‌هایی به فاصله 60 سانتی‌متر، که به ترتیب معادل تراکم‌های 12 ، 10 ، 8 و 6 بوته در مترمربع بودند، در تاریخ 5 تیرماه کشت شدند.

تعداد چهار عدد بذر از هر کدام از ژنوتیپ‌ها در هر گودال قرار داده شد. از زمان کاشت، عملیات مختلف داشت صورت گرفت. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب نیاز (پس از تبخیر 60 میلی‌متر از تشت تبخیر) تا پایان فصل رشد به وسیله سیفون انجام گرفت. تنک کردن در مرحله سه تا چهار برگی و مبارزه با علف‌های هرز به وسیله وجین دستی اعمال گردید. کود سرک اوره به میزان 100 کیلوگرم در هکتار در مرحله $8-6$ برگی به گیاهان داده شد (۶). پس از رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ 15 مهرماه، برداشت نهایی در 30 مهر ماه (با قهوه‌ای شدن پشت طبق) از کلیه کرت‌های آزمایشی از مساحت 3 مترمربع از وسط هر کرت و

نتایج و بحث

قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر تراکم بر صفت قطر طبق در ژنوتیپ‌های آفتابگردان در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. اما تأثیر ژنوتیپ و اثر برهمکنش تراکم و ژنوتیپ بر قطر طبق از نظر آماری معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که قطر طبق با افزایش تراکم از ۶ به ۱۲ بوته در مترمربع کاهش یافت (جدول ۳). با افزایش تراکم بوته و محدود شدن دریافت نور، آب و مواد معدنی، شاخص سطح برگ هر بوته کم شد، و در هر بوته مواد فتوسنتزی کمتری تولید و رشد طبق نیز کاهش یافت. با افزایش یافتن تراکم بوته، به علت افزایش رقابت در استفاده از منابع غذایی برای رشد، قطر طبق کاهش یافت (۳). قلی‌نژاد و همکاران (۹) نشان دادند که با افزایش فاصله بوته روی خطوط، به دلیل کاهش رقابت بین بوته‌ای، قطر طبق افزایش یافت.

عملکرد دانه

بیشترین و کمترین عملکرد دانه از تراکم ۱۲ و ۶ بوته در مترمربع به دست آمد. کاهش عملکرد ناشی از کاهش تراکم (از ۱۲ به ۶ بوته) به میزان ۱۹٪ بود (جدول ۳). در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع، با توجه به داشتن تعداد بوته بیشتر در مترمربع و افزایش تعداد دانه در مترمربع، عملکرد دانه افزایش پیدا کرد. هر چند با افزایش تراکم بوته از تعداد دانه در هر طبق کاسته شد، ولی افزایش تعداد بوته این کاهش را از طریق افزایش تعداد کل دانه در واحد سطح جبران کرد و بیشترین نقش را در افزایش عملکرد دانه داشت. اسمیت و همل (۱۷) بیان داشتند که با توجه به عادت رشد آفتابگردان‌های جدید (بدون شاخه فرعی و عادت رشد محدود) در تراکم‌های کم، از منابع قابل دسترس به درستی استفاده نمی‌شود و کاهش قابل توجهی را در عملکرد دانه نشان می‌دهند. عبدالرحمنی (۱) در بررسی تأثیر تراکم بوته بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه آفتابگردان رقم آرم‌اوپرسکی در شرایط دیم، گزارش کرد که در فاصله بیشتر

بین ردیف‌های کاشت، با وجود اینکه عملکرد تک بوته به علت رقابت کمتر افزایش می‌یابد، ولی به دلیل این که با کاهش فاصله ردیف، تعداد بوته در واحد سطح افزایش می‌یابد، لذا میزان عملکرد در واحد سطح بیشتر می‌شود. فریرا و آبرو (۸) اظهار کردند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش یافت، زیرا در تراکم‌های کم، تولید ماده خشک و جذب تابش نوری به علت کم بودن سطح برگ در واحد سطح کمتر است و مواد فتوسنتزی کمتری در اختیار مقصد فیزیولوژیک گیاه قرار گرفته و عملکرد دانه کاهش پیدا می‌کند. در گیاه آفتابگردان، بر خلاف گیاهان زراعی که توانایی تولید پنجه را دارند و تراکم بوته اثر چندانی بر عملکرد دانه آنها ندارد، به علت تک شاخه بودن و عدم پنجه‌دهی، کاهش تراکم منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه افزایش می‌یابد. در بررسی عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، مشخص شد که ژنوتیپ‌های Arm-mok18-85 و SIR-85ES به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۳). ممکن است در ژنوتیپ اول، علاوه بر بارور شدن درصد بیشتری از گل‌ها، تجمع مواد در دانه‌ها نیز بهتر از سایر ژنوتیپ‌ها صورت گرفته باشد (۱۹).

شاید این مسئله را بتوان به دوام بیشتر برگ‌ها و یا سرعت زیاد فتوسنتز توأم با انتقال مجدد بهتر مواد پرورده به دانه در ژنوتیپ Arm-mok18-85 ربط داد. وجود اختلاف معنی‌دار بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها ناشی از وجود اختلاف معنی‌دار در وزن هزار دانه و تعداد کل دانه در طبق بود. بررسی اثر برهمکنش تراکم بوته و ژنوتیپ نشان داد که گرچه با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه در همه ژنوتیپ‌ها افزایش داشت، ولی درصد افزایش در هر کدام از ژنوتیپ‌ها متفاوت بود. به طوری که افزایش در ژنوتیپ Arm-mok18-85 در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع ۱۹/۷۲ درصد و در ژنوتیپ KC20/83ES85 برابر ۶/۵۹ درصد بود، و همین شدت متفاوت تغییر عملکرد دانه منجر به معنی‌دار شدن اثر برهمکنش بود (جدول ۴). بنابراین با توجه به خصوصیت ژنوتیپ Arm-mok18-85 می‌توان نتیجه گرفت

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات گیاهی آفتابگردان در تراکم و ژنوتیپ‌های مختلف

ژنوتیپ	تراکم	تراکم × ژنوتیپ	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ	تراکم	ژنوتیپ	تراکم × ژنوتیپ
۸/۳۳**	۱۰/۹ ^{ns}	۳۱۹.۰ ^{ns}	۳/۸۸ ^{ns}	۰/۱۲۸ ^{ns}	۲۲/۵ ^{ns}	۱۰/۹**	۶۳۵۰۱ ^{ns}	۵۹۷ ^{ns}	۶۸۳ ^{ns}	۷۰/۳ ^{ns}	۱۳۶۱۲۸ ^{ns}	۴/۰۶ ^{ns}	۳	بلوک																					
۱/۳۴ ^{ns}	۱۲۹	۱۵۰۹۱۲۷**	۳/۹۳ ^{ns}	۳/۷۴ ^{ns}	۱۸۵۶*	۰/۱۳ ^{ns}	۱۳۰۹۹۳۱**	۴۱۸۳۸**	۶۸۴**	۹۵۶۱۸۰**	۳۱/۷*	۳	تراکم																						
۵۵۲**	۲۲/۹ ^{ns}	۲۳۱۵۹**	۳/۰۱ ^{ns}	۳۶/۸**	۱۰۴۹ ^{ns}	۵۹.۰*	۲۶۹۵۱۳ ^{ns}	۳۹۱۶*	۲۳۶**	۶۷۸۵۲۲*	۳/۷۱ ^{ns}	۳	ژنوتیپ																						
۷/۲۶**	۱۶۸ ^{ns}	۵۸۱۰۲**	۲/۹۹ ^{ns}	۳/۵۹ ^{ns}	۱۲۰۱**	۱/۷۰ ^{ns}	۱۱۹۳۵۷ ^{ns}	۱۳۵۶ ^{ns}	۲۰۸*	۶۰۹۲۶۱*	۳/۷۳ ^{ns}	۹	بر همگنیش																						
۱/۶۱	۱۱/۹	۵۳/۱	۳/۷۲	۷۲	۴۰۱	۱/۸۹	۱۴۹۱۹	۱۳۱۹	۳۴۳	۲۱۶۲۴۱	۲/۷۷	۴۵	خطای آزمایش																						
۱/۳۰	۱۶/۲	۲/۴	۹/۹۴	۲/۳۴	۱۶/۷	۳/۰۹	۸۰۴	۱۵۶	۹/۶۹	۱۶/۴	۱۱/۱	-	ضریب تغییرات																						

، و NS: به ترتیب معنی دار در سطوح ۱/ و ۵/ و بدون اختلاف معنی دار

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های صفات گیاهی آفتابگردان در تراکم و ژنوتیپ‌های مختلف

تعداد روز تا رسیدگی	فیتوبیولوژیکی	تأخیر برداشت	(درصد)	عملکرد بیولوژیکی	(تولید گرم در هکتار)	رسد پرتوتی	نسبت برگ به ساق	دانه	عملکرد روغن	(تولید گرم در هکتار)	رسد روغن	در دانه کل	نسبت	وزن هزار دانه گرم	عملکرد دانه	(تولید گرم در هکتار)	ژنوتیپ	تراکم								
۹۷//۸ا	۱۷/۲c	۱۰۸۱d	۱۹/۹ا	۳۹ا	۱۱۴۹d	۴۴/۱ا	۳۶۴۸d	۶۰۸ا	۶۹/۶ا	۲۴۷۱b	۱۶/۱ا	۶	۹۷//۸ا	۱۷/۲c	۱۰۸۱d	۱۹/۹ا	۳۹ا	۱۱۴۹d	۴۴/۱ا	۳۶۴۸d	۶۰۸ا	۶۹/۶ا	۲۴۷۱b	۱۶/۱ا	۶	
۹۷//۵ا	۲۱/۷b	۱۲۲۹c	۱۸/۷ا	۳۹/۴ا	۱۲۳۱c	۴۴/۶ا	۴۵۰۰c	۵۶۲b	۶۳/۲ab	۲۵۴۳b	۱۵/۵ا	۸	۹۷//۵ا	۲۱/۷b	۱۲۲۹c	۱۸/۷ا	۳۹/۴ا	۴۵۰۰c	۵۶۲b	۶۳/۲ab	۲۵۴۳b	۱۵/۵ا	۶۳/۲ab	۲۵۴۳b	۱۵/۵ا	۸
۹۷//۶ا	۲۱/۸b	۱۳۳۲b	۱۹/۴ا	۳۹/۱ا	۱۳۵۳b	۴۴/۵ا	۵۱۳۳b	۵۱۳c	۵۷/۸de	۲۸۳۷ab	۱۴/۷b	۱۰	۹۷//۶ا	۲۱/۸b	۱۳۳۲b	۱۹/۴ا	۳۹/۱ا	۵۱۳۳b	۵۱۳c	۵۷/۸de	۲۸۳۷ab	۱۴/۷b	۴۹/۴de	۳۰۰۰a	۱۴/۴b	۱۲
۹۷//۱ا	۲۴/۴a	۱۷۹۵a	۱۹/۵ا	۳۹ا	۱۴۹۶a	۴۴/۴ا	۵۱۹۸a	۴۹۱c	۴۹/۴de	۳۰۰۰a	۱۴/۴b	۱۲	۹۷//۱ا	۲۴/۴a	۱۷۹۵a	۱۹/۵ا	۳۹ا	۵۱۹۸a	۴۹۱c	۴۹/۴de	۳۰۰۰a	۱۴/۴b	۴۹/۴de	۳۰۰۰a	۱۴/۴b	۱۲
۹۶b	۲۳a	۱۴۹۴a	۱۹/۲ا	۳۷/۶b	۱۴۲۳a	۴۳/۹ا	۴۷۷۹b	۵۵۴a	۶۴a	۳۱۴۰a	۱۵/۴a	Arm-mok18-85	۹۶b	۲۳a	۱۴۹۴a	۱۹/۲ا	۳۷/۶b	۱۴۲۳a	۴۳/۹ا	۴۷۷۹b	۵۵۴a	۶۴a	۳۱۴۰a	۱۵/۴a	Arm-mok18-85	
۹۶//۷b	۲۱/۳a	۱۲۱۶c	۱۹/۲ا	۳۸ab	۱۲۶۱c	۴۴a	۴۸۸۷ab	۵۵۴a	۵۵/۷b	۲۴۱۲b	۱۴/۷a	SIR-85-ES	۹۶//۷b	۲۱/۳a	۱۲۱۶c	۱۹/۲ا	۳۸ab	۱۲۶۱c	۴۴a	۴۸۸۷ab	۵۵۴a	۵۵/۷b	۲۴۱۲b	۱۴/۷a	SIR-85-ES	
۹۸//۸ا	۲۰/۸a	۱۳۷۶b	۲۰a	۳۶/۹b	۱۲۲۸cd	۴۳/۸ab	۴۶۰۳b	۵۲۰b	۶۱/۱b	۲۸۴۱ab	۱۵a	MOK13-85	۹۸//۸ا	۲۰/۸a	۱۳۷۶b	۲۰a	۳۶/۹b	۱۲۲۸cd	۴۳/۸ab	۴۶۰۳b	۵۲۰b	۶۱/۱b	۲۸۴۱ab	۱۵a	MOK13-85	
۹۸//۱ab	۲۰a	۱۳۶۶b	۱۹/۱ا	۴۱/۷a	۱۳۱۷b	۴۴/۹ا	۴۹۳۶a	۵۴۶ab	۵۹/۷b	۲۴۷۱b	۱۵/۵a	KC20/83ES85	۹۸//۱ab	۲۰a	۱۳۶۶b	۱۹/۱ا	۴۱/۷a	۱۳۱۷b	۴۴/۹ا	۴۹۳۶a	۵۴۶ab	۵۹/۷b	۲۴۷۱b	۱۵/۵a	KC20/83ES85	

میانگین‌هایی که در هر ستون و درون هر عامل آزمایشی دارای حروف مشترک باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های صفات گیاهی آفتابگردان در تیمارهای برهمکنش تراکم و ژنوتیپ‌های مختلف

تراکم	ژنوتیپ	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
۶	Arm-mok18-85	۲۸۱۰cd	۷۳/۶a	۱۲۱۱bc	۱۲۰۸efg
۸	Arm-mok18-85	۲۹۴۰b-e	۶۹/۱ab	۱۲۶۲bc	۱۲۵۲d-g
۱۰	Arm-mok18-85	۳۲۴۰abc	۵۹/۶de	۱۳۸۹bc	۱۴۱۳cd
۱۲	Arm-mok18-85	۳۵۰۰a	۵۴de	۱۸۳۲a	۲۲۱۵a
۶	S1R-85-ES	۲۲۵۸i	۶۴/۶a-d	۱۲۲۰bc	۹۶۶h
۸	S1R-85-ES	۲۳۳۶h	۵۹/۹cde	۱۲۵۸bc	۱۱۶۲fg
۱۰	S1R-85-ES	۲۴۷۹fg	۵۷de	۱۲۷۹bc	۱۲۸۵c-f
۱۲	S1R-85-ES	۲۵۸۲def	۴۰/۹g	۱۲۸۶bc	۱۴۵۱c
۶	MOK13-85	۲۴۱۹g	۶۹/۹ab	۱۰۳۵c	۱۰۹۷fgh
۸	MOK13-85	۲۴۹۷f	۶۲/۶bcd	۱۰۹۶bc	۱۲۴۰d-g
۱۰	MOK13-85	۳۱۰۵a-d	۵۹/۳efg	۱۳۵۰bc	۱۳۵۷cde
۱۲	MOK13-85	۳۳۳۹ab	۵۲/۴ef	۱۴۲۹b	۱۸۱۵b
۶	KC20/83ES85	۲۳۹۴fg	۶۸/۹abc	۱۱۳۰bc	۱۰۶۲gh
۸	KC20/83ES85	۲۴۰۰fgh	۶۱b-e	۱۳۱۰bc	۱۲۵۳d-g
۱۰	KC20/83ES85	۲۵۲۶ef	۵۹fg	۱۳۹۴bc	۱۲۷۳c-f
۱۲	KC20/83ES85	۲۵۶۳ef	۵۰g	۱۴۳۵b	۱۸۱۳efg

میانگین‌هایی که در هر عامل آزمایشی دارای حروف مشترک باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

تراکم‌های ۶ و ۱۲ بوته در مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش سطح برگ در هر بوته و کاهش تولید مواد فتوسنتزی در اثر افزایش تراکم بوته، باعث محدودیت تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و کاهش وزن آنها گردید. صدقی و همکاران (۱۶) نیز نتایج مشابهی را در مورد کاهش وزن هزار دانه با افزایش تراکم به‌دست آوردند و اظهار داشتند که کاهش رقابت در استفاده از منابع برای رشد موجب افزایش وزن هزار دانه در تراکم‌های کمتر شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ‌های Arm-mok18-85 و S1R-85ES بود. تولید ماده خشک بیشتر در

که این ژنوتیپ توانایی تولید عملکرد دانه بیشتری را با افزایش تراکم بوته داراست. نتایج تحقیق دیگر پژوهشگران در باره اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه آفتابگردان متفاوت است. به طوری که آزمایش انجام شده در غرب داکوتای شمالی نشان داده که بیشترین عملکرد دانه از تراکم کمتر بوته آفتابگردان در واحد سطح حاصل شده است (۴).

وزن هزار دانه

اثر تراکم بوته، ژنوتیپ و اثر برهمکنش آنها بر وزن هزار دانه در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه کاهش یافت.

و ۶ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۳). به طوری که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در هر طبق به علت رقابت درون گونه‌ای و تخصیص مواد غذایی کمتر به مقصد فیزیولوژیک کاهش پیدا کرد. ولی افزایش تعداد بوته در مترمربع باعث افزایش تعداد دانه در مترمربع شد. زافارونی و اشنایدر (۲۱) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در طبق به طور معنی داری به علت کاهش وزن تک بوته کاهش می‌یابد. آنها اثر رقابت ناشی از تراکم بالای گیاهی را همانطور که باعث کاهش قطر طبق و اندازه دانه می‌شود، دلیل عمده کاهش تعداد دانه در طبق دانستند. صدقی و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم، به علت رقابت درون گونه‌ای، تعداد دانه در هر طبق در آفتابگردان کاهش می‌یابد. ژنوتیپ KC20/83ES85 بیشترین تعداد دانه در مترمربع را داشت و کمترین تعداد دانه مربوط به ژنوتیپ Mok18-85 بود که با ژنوتیپ Arm-85 تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد دانه را می‌توان علاوه بر خصوصیات ژنتیکی آنها، به درصد باروری گل‌ها و فعالیت حشرات گرده افشان مانند زنبورها مرتبط دانست. هم‌چنین، در ارقامی که گل‌های آنها ریز است، در مقایسه با ارقام گل‌درشت، تعداد دانه‌ها کاهش می‌یابد (۱۹).

درصد روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ژنوتیپ بر درصد روغن معنی دار بود، در حالی که اثر تراکم بوته و برهمکنش آنها بر درصد روغن معنی دار نبود. باروس و همکاران (۵) نشان دادند که تراکم بوته بر درصد روغن اثر معنی داری نداشت. جمشیدی (۱۱) نشان داد که با وجودی که افزایش تراکم بوته باعث کاهش ناچیزی در درصد روغن دانه می‌شود ولی بین تراکم‌های مختلف کاشت از نظر درصد روغن اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد. در پژوهش حاضر، ژنوتیپ KC20/83ES85 دارای بیشترین میزان روغن (۴۴/۹۹ درصد) بود، در حالی که با دو ژنوتیپ SIR-85-ES و Arm-

ژنوتیپ Arm-mok18-85 منجر به انتقال هرچه بیشتر آنها به دانه شده و باعث افزایش وزن هزار دانه گردید. ژنوتیپ SIR-85ES به علت تولید ماده خشک کمتر، مواد غذایی کمتری به دانه‌ها اختصاص داده و وزن هزار دانه کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشت (جدول ۳). نتایج برهمکنش تراکم بوته و ژنوتیپ نشان داد که اگرچه با افزایش تراکم بوته وزن هزار دانه کاهش یافت، ولی درصد کاهش در ژنوتیپ SIR-85ES به میزان ۳۶/۶۲ درصد بود و در ژنوتیپ Arm-mok18-85 به میزان ۲۶/۷۱ بود که همین شدت متفاوت منجر به معنی دار شدن اثر برهمکنش گردید (جدول ۴). عبدالرحمنی (۱) نیز در یک آزمایش دو ساله نشان داد که با افزایش فاصله ردیف‌های کاشت، تعداد دانه در طبق کاهش ولی وزن هزار دانه افزایش می‌یابد و بر عکس. علت کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های زیاد، احتمالاً نقصان شدید فتوسنتز خالص باشد، زیرا در تراکم‌های بیش از حد مطلوب سایه اندازی برگ‌های بالایی روی برگ‌های قسمت میانی و پایین گیاه بیشتر می‌شود و با سایه اندازی برگ‌ها روی یکدیگر میزان مواد حاصل از فتوسنتز برگ‌های تحت سایه قرار گرفته از مقدار کربوهیدرات‌های مصرف شده در تنفس آنها کمتر می‌شود. در نتیجه، این گونه برگ‌ها به جای صادرات مواد به دانه‌ها، خود به صورت یک مقصد رقیب برای دانه در مصرف کربوهیدرات‌های ساخته شده توسط برگ‌های بالایی به شمار رفته و مقدار آسیمیلات‌هایی که به دانه منتقل می‌شود کاهش می‌یابد و با وجود کاهش تعداد دانه در هر طبق، وزن هزار دانه کم می‌شود. هم‌چنین در تراکم‌های زیاد، در ناحیه ریشه، آب و مواد غذایی کمتری در دسترس هر بوته قرار می‌گیرد و در نتیجه رقابت ریشه‌ها نیز باعث کاهش وزن هزار دانه در آفتابگردان می‌شود (۹ و ۱۵).

تعداد کل دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر تراکم بوته بر تعداد کل دانه در مترمربع و تعداد دانه در هر طبق معنی دار بود. بیشترین و کمترین تعداد دانه در مترمربع به ترتیب از تراکم ۱۲

به معنی دار شدن اثر برهمکنش شد.

نسبت مغز به پوست دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ژنوتیپ در سطح ۱٪ بر نسبت مغز به پوست دانه معنی دار بود، ولی تراکم و برهمکنش آنها اثر معنی داری بر این صفت نداشتند. افزایش بهبهانی زاده و همکاران (۲) گزارش کردند که تراکم بوته اثر معنی داری بر نسبت مغز به پوست دانه نداشته است. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش با هم تفاوت داشته و نسبت مغز به پوست دانه در ژنوتیپ KC20/83ES85 بیشترین و در ژنوتیپ MOK13-85 کمترین میزان بوده است. پوست دانه آفتابگردان مقدار زیادی سلولز دارد و این سلولز می‌تواند مقدار زیادی از روغن را جذب کند و میزان آن را در مغز دانه کاهش دهد (۲). لذا، در ژنوتیپ KC20/83ES85 که دارای پوست نازک‌تری است، مغز بخش اعظم دانه را تشکیل داده و از همین رو میزان روغن ذخیره شده در دانه را افزایش داده است (جدول ۳).

درصد پروتئین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر تراکم بوته، ژنوتیپ و اثر برهمکنش آنها اثر معنی داری بر درصد پروتئین نداشت.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر تراکم بوته، ژنوتیپ و برهمکنش آنها در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد بیولوژیک معنی دار شد. بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب از تراکم ۱۲ و ۶ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۳). افزایش تراکم منجر به افزایش تولید ماده خشک و عملکرد بیولوژیک شد. به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم، شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرده و توانایی بیشتری برای جذب تشعشع داشته، از شروع رشد تا پایان رشد ماده

mok18-85 در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند (جدول ۳). اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ میزان روغن ممکن است به علت تفاوت در نسبت مغز به پوست دانه باشد (۲). از آنجایی که نسبت مغز به پوست دانه در ژنوتیپ KC20/83ES85 در مقایسه با ژنوتیپ MOK13-85 بیشتر است، لذا برتری ژنوتیپ KC20/83ES85 بر ژنوتیپ MOK13-85 از نظر درصد روغن نیز تأییدی بر این مطلب می‌باشد (جدول ۳).

عملکرد روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر تراکم بوته و برهمکنش آن با ژنوتیپ بر عملکرد روغن معنی دار بود. مقایسه میانگین‌های تراکم‌های مختلف کاشت نشان داد که با وجود اینکه اثر تراکم بوته بر درصد روغن معنی دار نگردید، ولی به علت افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش تراکم، افزایش تراکم بر عملکرد روغن معنی دار گردید. بیشترین عملکرد روغن از تراکم ۱۲ بوته در مترمربع با ۱۴۹۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد روغن از تراکم ۶ بوته در مترمربع با ۱۱۴۹/۴۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که بیشترین عملکرد روغن از ژنوتیپ Arm-mok18-85 به میزان ۱۴۲۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد روغن از ژنوتیپ MOK13-85 به میزان ۱۲۲۸/۱۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش تراکم با ژنوتیپ نشان داد که بیشترین عملکرد روغن از ژنوتیپ Arm-mok18-85 در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع با ۱۸۳۲/۴۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد روغن از ژنوتیپ MOK13-85 در تراکم ۶ بوته در مترمربع با میزان ۱۰۳۵/۸۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است (جدول ۴). اگرچه با افزایش تراکم، عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها افزایش یافت ولی درصد افزایش در ژنوتیپ Arm-mok18-85 در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع به میزان ۳۳/۸۹ درصد بود و همین شدت متفاوت تغییر عملکرد روغن، منجر

تراکم بوته بر شاخص برداشت در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین‌های تراکم‌های مختلف بوته (جدول ۳) نشان داد که با افزایش تراکم بوته، شاخص برداشت افزایش یافت. به طوری که تراکم ۱۲ بوته در مترمربع بیشترین و تراکم ۶ بوته در مترمربع کمترین میزان شاخص برداشت را به خود اختصاص داد. با افزایش تراکم بوته، علاوه بر افزایش عملکرد دانه و روغن، شاخص برداشت نیز به علت افزایش بیشتر عملکرد دانه نسبت به ماده خشک تولیدی افزایش یافت. دانشیان و همکاران (۶) گزارش کرد که با افزایش تراکم بوته، میزان تخصیص آسیمیلات به اندام‌های زایشی به علت افزایش رقابت درون گونه‌ای کاهش یافت، ولی بین تراکم‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تأثیر ژنوتیپ بر شاخص برداشت نشان داد که عملکرد اقتصادی و بیولوژیک تقریباً واکنش یکسانی به ژنوتیپ‌های مختلف داشته‌اند.

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک

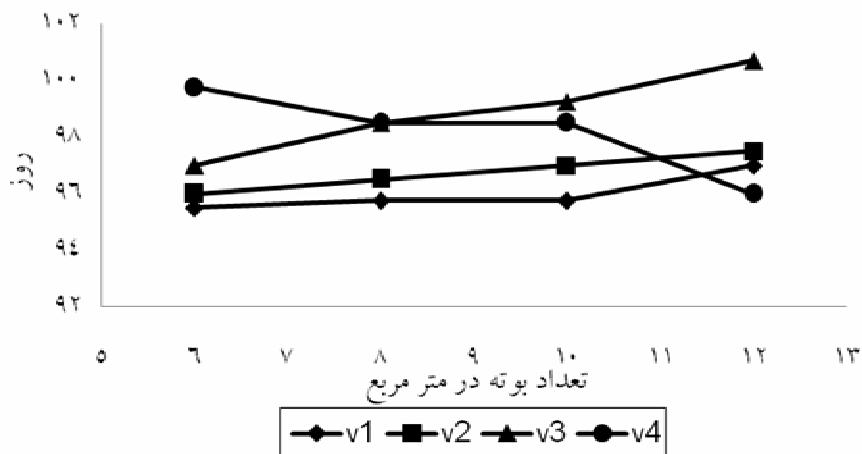
اثر تراکم بوته بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان معنی‌دار نبود (جدول ۲). به نظر می‌رسد تغییرات ناشی از تعداد بوته در واحد سطح در محدوده تیمارهای این آزمایش، بر میانگین طول دوره رشد ژنوتیپ‌های مختلف تأثیری نداشته و آنها با توجه به خصوصیات ژنتیکی‌شان طول دوره رشد خود را کامل نموده‌اند. ژنوتیپ‌های MOK13-85 و KC20/83ES85 و ژنوتیپ‌های SIR-85-ES و Arm-mok18-85 از نظر تعداد روز تا رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). این موضوع نشان می‌دهد که واکنش طول دوره رشد و نمو ژنوتیپ به تراکم می‌تواند تحت تأثیر ژنتیک قرار بگیرد. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش تراکم بوته و ژنوتیپ بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک نشان داد که علیرغم اینکه با افزایش تراکم بوته در هر ژنوتیپ، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک افزایش یافته است، اما ترتیب قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در هر تراکم یکسان نبوده و همین امر باعث معنی‌دار

خشک بیشتری تولید گشته و به دنبال آن عملکرد بیولوژیک افزایش پیدا کرده است. فریرا و آبرو (۸) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته آفتابگردان ماده خشک افزایش می‌یابد، زیرا در تراکم‌های بالا شاخص سطح برگ و جذب تشعشعات خورشیدی بیشتر است. صدقی و همکاران (۱۶) در بررسی اثر سه تراکم ۶، ۸ و ۱۰ بوته در مترمربع بر ماده خشک آفتابگردان اظهار داشتند که کمترین تراکم گیاهی بیشترین تجمع ماده خشک را داشته که علت را می‌توان به در اختیار داشتن منابع غذایی و هوا برای گیاه نسبت داد. ژنوتیپ Arm-mok18-85 بیشترین و ژنوتیپ SIR-85-ES کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). دلیل این امر را می‌توان ناشی از تولید ماده خشک بیشتر ژنوتیپ Arm-mok18-85 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دانست.

تولید ماده خشک ژنوتیپ SIR-85-ES کمتر بوده و همین امر باعث کاهش عملکرد بیولوژیک شده است. شاید بتوان این مسئله را به دوام بیشتر برگ‌ها، سرعت زیادتر فتوسنتز توأم با انتقال مجدد مواد پرورده به اندام‌های گیاهی در ژنوتیپ Arm-mok18-85 و هم‌چنین به متفاوت بودن پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ‌ها نسبت داد. مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش تراکم با ژنوتیپ نشان داد که گرچه با افزایش تراکم بوته، عملکرد بیولوژیک در همه ژنوتیپ‌ها افزایش داشت ولی درصد افزایش در هر کدام از ژنوتیپ‌ها متفاوت بود. به طوری که افزایش در ژنوتیپ Arm-mok18-85 در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع ۴۵/۴۴ درصد و در ژنوتیپ KC20/83ES85 برابر ۳۳/۴۴ درصد بود که همین شدت متفاوت تغییر عملکرد بیولوژیک، منجر به معنی‌دار شدن اثر برهمکنش شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک از ژنوتیپ Arm-mok18-85 در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و کمترین عملکرد بیولوژیک از ژنوتیپ SIR-85-ES در تراکم ۶ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۴).

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر



شکل ۱. اثر برهمکنش تراکم و ژنوتیپ بر تعداد روز تا رسیدن به مرحله فیزیولوژیک

ژنوتیپ‌های KC20/83ES85 و SIR-85-ES به واسطه قابلیت افزایش تولید و توان ماده خشک بیشتر در تراکم‌های زیاده‌تر، از پتانسیل عملکرد بالاتری برخوردارند. ضمناً با توجه به اینکه عملکرد دانه این دو ژنوتیپ در تراکم‌های ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع فاقد اختلاف معنی‌دار است، می‌توان برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد دانه در شرایط آب و هوایی اصفهان از ژنوتیپ‌های مذکور با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات آقای مهندس سلیمانی و خانم منوچهری تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان سپاسگزاری می‌گردد.

شدن اثر برهمکنش گردید. به طوری که ژنوتیپ MOK13-85 در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع با ۱۰۰/۷ روز بیشترین و ژنوتیپ Arm-mok18-85 در تراکم ۸ بوته در مترمربع با ۹۴/۷ روز کمترین زمان لازم را برای رسیدن به این مرحله داشتند (شکل ۱). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش تراکم بوته و ژنوتیپ نشان داد که افزایش تراکم بوته، به علت رقابت بین بوته‌ها برای دریافت نور، مواد غذایی و فراهم شدن شرایط محیطی، منجر به طولانی‌تر شدن این مرحله شد (شکل ۱).

نتیجه‌گیری

افزایش تراکم بوته با تأثیرگذاری مثبت بر عملکرد دانه می‌تواند به عنوان یک راهکار برای افزایش عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان مطرح باشد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که ژنوتیپ‌های Arm-mok18-85 و MOK13-85 در مقایسه با

منابع مورد استفاده

1. Abdolrahmani, B. 2003. Effects of plant density on yield and agronomic traits of sunflower cv. Armavirsky under dry land condition in Maragheh. *Iranian Journal of Crop Science* 5(3): 216-224. (In Farsi).
2. Afshari Behbahanizadeh, S., G. H. Akbari, H. Iran Nejad and A. Farrokhi. 2009. Evaluating the effect of plant density on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in Pakdasht. 1st National Conference on Oilseed Crops, Isfahan University of Technology, Iran, 23-24 September 2009, PP. 99-104. (In Farsi).

3. Ahmad, G. and Z. Quresh. 2000. Plant population of sunflower under different planting dates. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3(11): 1811-1820.
4. Alessi, J., J. F. Power and D. C. Zimmerman. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and spacing. *Agronomy Journal* 69(3): 465-469.
5. Barros, J. F. C., M. Carvalho and G. Bash. 2003. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 21: 347-356.
6. Daneshian, J., E. Jamshidi, A. Ghalavand and E. Farrokhi. 2007. Determination of the suitable plant density and planting date for new hybrid (CMS-26×R103) of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Iranian Journal of Crop Science* 1: 72-78. (In Farsi).
7. Diepenbrok, W., M. Long and B. Feil. 2001. Yield and quality of sunflower as affected by row spacing and plant density. *Australian Journal of Agricultural Research* 52: 29-36.
8. Ferreira, A. M. and F. G. Abrue. 2001. Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. *Mathematical Modeling and Simulation in Agricultural and Bio-industries* 56: 369-384.
9. Gholinezhad, A., A. Tobeh, A. Hassanzadeh Ghorottapeh and A. Asgari. 2008. Effects of density and planting arrangement on yield and yield components of sunflower. *Agricultural Science* 18(1): 87-99. (In Farsi).
10. Hoffmann, G. 1991. Methodenbuch Band I- Die Untersuchung von Boden. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
11. Jamshidi, E. 2007. Determination of the suitable plant density and planting date for new hybrid (CMS-26×R103) of sunflower (*Helianthus annuus* L.). MSc. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
12. Khajepour, M. R. 1990. Industrial Crops. Isfahan University of Technology Press, Isfahan, Iran.
13. Khan, S. A. and A. Muhammed. 1974. Cultural practice for sunflower. Plant populations. *Pakistan Journal of Agricultural Science*. 25: 73-76.
14. Moschner, C. R. and B. Biskupek-Korell. 2006. Estimating the content of free fatty acids in high-oleic sunflower seeds by near- infrared spectroscopy. *European Journal Lipid Science and Technology* 108: 606-613.
15. Naderi, A. 1998. Effects of row spacing and plant density on agronomic traits, yield and yield components of sunflower cv. Record under Khuzestan conditions. *Seed and Plant Production Journal* 15(4): 343-350. (In Farsi).
16. Sedghi, M., R. Seyed Sharifi, A. Namvar, T. Khandan-e Bejandi and P. Molaei. 2008. Response of sunflower yield and grain filling period to plant density and weed interference. *Research Journal of Biological Sciences* 3(9): 1048-1053. (In Farsi).
17. Smith, D. L. and C. Hamel. 2005. Crop Yield, Physiology and Processes. (Translated by Emam, Y. and Seghateleslami, M. J.), Shiraz University Press, 376 P.
18. Sosulski, F. W. 1979. Food uses of sunflower proteins. *Journal of the American Oil Chemists Society* 56(3): 438-442.
19. Taghdiri, B., G. Ahmadvand and H. Mazaheri Laghah. 2005. The effect of plant spacing on yield and yield components of four sunflower cultivars. *Agricultural Research* 1: 26-35. (In Farsi).
20. Vega, C. R. C., V. O. Sadras, F. H. Andrade and S. A. Uhart. 2000. Reproductive allometry in soybean, maize and sunflower. *Oxford Journal of Life Science Annals of Botany* 85: 606-613.
21. Zaffaroni, E. and A. A. Schneiter. 1991. Sunflower production as influenced by plant type, plant population and row arrangement. *Agronomy Journal* 83: 113-118.

Effect of Plant Density on Yield and Quality Traits of Four Sunflower Genotypes

Z. Emami Bistgani^{1*}, S. A. Siadat¹, A. Bakhshande¹, KH. Alami Saeid¹
and GH. H. Shiresmaeili²

(Received : Jul. 2-2011 ; Accepted : Nov. 2-2011)

Abstract

In order to determine the effect of plant density on yield and qualitative traits of four genotypes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) an experiment was conducted in Research Farm of Kabotar Abad, Isfahan province, Iran, in 2009. The statistical design was factorial arrangement in complete randomized blocks with four replications. Four plant density (6, 8, 10 and 12 plants/m²) and four genotypes of sunflower (Arm-mok18-85, S1R-85-ES, MOK13-85 and KC20/83ES85) were considered. The results indicated that the effect of plant density was significant on all measured traits except oil percentage, ratio of nut to seed coat, protein percentage and number of days to physiological maturity. The effect of genotype was significant on all traits except head diameter, number of seeds per m², oil yield, protein percentage and harvest index. Interaction of plant density and genotype was significant on oil yield, biologic yield and number of days to physiological maturity ($p < 0.01$). The highest yield (3500.52 kg/ha) was produced in by plants/m² and Arm-mok18-85 genotype. In general, results indicated that there was no significant difference for seed yield between 10 and 12 plants/m² densities. Therefore, to decrease seed consumption, it seems that 10 plants/m² could be recommended.

Keywords: Sunflower genotype, Agronomic traits, Oil yield, Plant spacing.

1. Former MSc. Student and Faculty Members, Ramin Agric. and Natur. Resour. Univ., Khuzestan, Iran.

2. Scientific Member of Agric. and Natur. Resour. Res. Center of Isfahan, Isfahan, Iran.

*: Corresponding Author, Email: zohreemami66@gmail.com