

اثرات تراکم بوته بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد سه رقم هیبرید آفتابگردان در کشت دوم

روژان قلندری^۱، فرخ رحیم‌زاده خوئی^۲، محمود تورچی^۲ و بهنام بهتری^۳

چکیده

به منظور بررسی اثرات تراکم بوته بر برخی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکرد آفتابگردان آزمایشی در سال ۱۳۸۳ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل سه رقم هیبرید (آذرگل، آلیستار و ایروفلور) و چهار تراکم بوته در واحد سطح (۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع) بودند. نتایج نشان داد که کلیه صفات مورد مطالعه به طور معنی‌دار تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفتند. اثر متقابل رقم در تراکم برای صفات تعداد روز تا رسیدگی، قطر طبق، تعداد کل دانه در طبق، تعداد دانه پر در طبق، درصد پوکی، وزن هزار دانه و درصد روغن معنی‌دار بود. با افزایش تراکم بوته در واحد سطح ارتفاع بوته، درصد پوکی دانه، ماده خشک، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن در واحد سطح افزایش یافت. اما افزایش تراکم منجر به کاهش زمان تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، قطر طبق، تعداد دانه پر در طبق، وزن هزار دانه و درصد پوسته گردید. هرچند در تراکم‌های پایین میزان عملکرد دانه در طبق بیشتر از تراکم‌های بالا بود ولی این افزایش به اندازه‌ای نبود که کاهش عملکرد ناشی از کاهش تعداد بوته در واحد سطح را جبران نماید. رابطه بین تراکم بوته و عملکرد دانه برای هر سه رقم آفتابگردان با روابط و معادلات تبیین و تفسیر گردید و با بکارگیری این معادلات مشخص گردید که با افزایش تراکم، محصول دانه هر سه رقم افزایش یافته است.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، تراکم، صفات فیزیولوژیکی، صفات مورفولوژیکی و عملکرد

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۲۵

۱- فرهیخته کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران. (نویسنده مسئول)

۲- اعضای هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، تبریز، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

آفتابگردان^۱ گیاهی از تیره کاسنی^۲ می‌باشد (ناصری، ۱۳۷۰ و فیک، ۱۹۸۹). هیبریدها در این گیاه بسیار پر محصول بوده و از درصد روغن بالاتری نسبت به ارقام دیگر برخوردار هستند. ولی با توجه به این که هر سال بایستی تهیه بذور این واریته‌ها صورت پذیرد، بنابراین بر هزینه است و زراعت آنها باید با فن‌آوری پیشرفته‌تری انجام گیرد (هادی، ۱۳۷۹). تراکم آفتابگردان به عنوان عاملی که تعادل بین محیط و خصوصیات ژنتیکی گیاه را تنظیم می‌کند، به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است و بر این اساس ثابت شده است که ارتباط بین تراکم گیاهی و تولید یا عملکرد گیاهان از یک رابطه تابعی بسیار پیچیده پیروی می‌کند که تکیه بر عوامل چند گانه ژنتیکی، خاکی، اقلیمی و زراعی دارد (زافارونی و ایشنیتیر، ۱۹۸۹).

افزایش عملکرد دانه با افزایش تراکم گیاهی به شاخص سطح برگ بیشتر، سرعت رشد محصول بالاتر و مجموع ماده خشک بیشتر در واحد سطح و نیز تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به اجزای زایشی گیاه که به صورت افزایش شاخص برداشت در واحد سطح جلوه‌گر شده است، مربوط می‌باشد (خاروارا و بیندرا، ۱۹۹۲ و مسی، ۱۹۷۱). بنابراین، با این که آفتابگردان بنا به گزارش‌های مختلف (کارتر، ۱۹۷۸ و زافارونی و ایشنیتیر، ۱۹۹۱) قادر است اثر تراکم‌های گیاهی را با تنظیم برخی از

اجزای عملکرد خود از قبیل قطر طبق و نیز وزن و تعداد دانه در طبق جبران نماید، زمانی که این گیاه در شرایط مطلوب محیطی از نظر رطوبت و مواد غذایی کشت شود، حداکثر عملکرد خود را در تراکم‌های بالای گیاهی تولید خواهد کرد.

کاهش تعداد دانه در طبق در تراکم‌های بالای گیاهی به رقابت بیشتر بین گیاهان در این تراکم‌ها و نیز تولید ماده خشک کل کمتر در گیاه که با تولید طبق‌های کوچکتر جلوه‌گر شده است، مربوط می‌باشد (مجید و ایشنیتیر، ۱۹۸۷ و میلر و همکاران، ۱۹۸۴). زافارونی و ایشنیتیر (۱۹۸۹) با بررسی هیبریدهای نیمه پاکوتاه^۳ و با ارتفاع استاندارد آفتابگردان در تراکم‌های گیاهی مختلف گزارش داده‌اند که با افزایش تراکم گیاهی از ۳۲۱۲۳ تا ۶۶۷۱۷ گیاه در هکتار، تعداد دانه در طبق به میزان ۳۷ درصد کاهش یافت. میلر و فیک (۱۹۷۸) و پرونتی (۱۹۸۱) گزارش دادند که عملکرد دانه به وسیله افزایش تراکم متأثر نشد. وزن دانه و تعداد دانه در طبق زمانی که تراکم از ۲۸۷۰۰ به ۷۰۷۰۰ بوته در هکتار افزایش داده شد، به طور معنی‌داری کاهش یافت. زافارونی و ایشنیتیر (۱۹۹۱) با بررسی دو هیبرید نیمه پاکوتاه و با ارتفاع معمول آفتابگردان در سه تراکم ۳۵، ۵۰ و ۶۵ هزار گیاه در هکتار بیان داشتند که با افزایش تراکم گیاهی با همان تعداد طبق در هکتار، تعداد دانه در طبق و میانگین وزن دانه کاهش یافت.

1. *Helianthus annuus macrocarpus*

2. *Asteraceae*

۱۳۸۶ و دی‌آندریا و همکاران، ۱۹۹۵). گوبلز و دیدیو (۱۹۹۰) واکنش هیبریدهای زودرس آفتابگردان را به فواصل خطوط کاشت و تراکم گیاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این ارزیابی نشان داد، با افزایش تراکم گیاهی، درصد روغن دانه افزایش و در همین حال میانگین وزن دانه کاهش یافت.

با توجه به بررسی‌های انجام شده، مهمترین اهداف این پژوهش، شناخت اثر تراکم بوته بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد و درصد و عملکرد روغن هیبریدهای آفتابگردان و شناسایی رقم یا ارقامی است که به طور نسبی محصول بیشتری در کشت دوم تولید می‌کنند بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در نیمه اول تیر ماه سال ۱۳۸۳ در مزرعه ایستگاه تحقیقات شهرستان میاندوآب اجرا گردید. این محل با ۱۳۱۴ متر ارتفاع از سطح دریای آزاد در طول جغرافیایی $90^{\circ} 6'$ و عرض جغرافیایی $58^{\circ} 36'$ شمالی قرار گرفته است. میانگین دمای سالیانه $11/6^{\circ} C$ ، میانگین حداکثر دمای سالیانه $18/9^{\circ} C$ و میانگین حداقل دمای سالیانه $4/3^{\circ} C$ است. میانگین بارندگی این ناحیه $338/1$ میلی‌متر در سال بود. با تکیه بر اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب این ناحیه دارای آب و هوای خشک کوهستانی و سرد است. pH خاک مزرعه در محدودی قلیایی ضعیف تا متوسط

در آزمایشی که توسط اسفندیاری (۱۳۸۱) در اصفهان انجام شد سه رقم آفتابگردان روغنی به نام‌های یوروفلور، زاریا و آزان در سه تراکم کاشت ۱۴، ۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار با فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر مقایسه شدند. بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۱۴ هزار بوته در هکتار به میزان ۲۶۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در حالی که کمترین عملکرد دانه در تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار به میزان ۲۲۶۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد.

نتایج به دست آمده از تحقیقات مختلف نشان داده است که با افزایش تراکم گیاهی ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (کارتز، ۱۹۷۸ و میلر و فیک، ۱۹۷۸). محققان مختلف افزایش ارتفاع گیاه در تراکم‌های بالاتر را رقابت بین گیاهی نسبت به نور عنوان کرده‌اند (نیکسار و همکاران، ۱۹۸۸ و ویجایالاکشمی و همکاران، ۱۹۷۵). با این حال میلر و فیک (۱۹۷۸) در بررسی اثر فواصل بوته‌ای ۱۵، ۳۰ و ۴۶ سانتی‌متر که در ردیف‌هایی با فاصله ۱/۱ متر ایجاد کرده بود، نتیجه گرفت که فواصل گیاهی تأثیری بر ارتفاع گیاه و یا تعداد برگ‌های گیاه نداشت.

عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و میزان روغن دانه است (بهتری و همکاران، ۱۳۸۶). با این حال عملکرد روغن بیشتر تحت تأثیر عملکرد دانه قرار دارد و نقش درصد روغن در آن کمتر است (بهتری و همکاران، ۱۳۸۷؛ بهتری و همکاران،

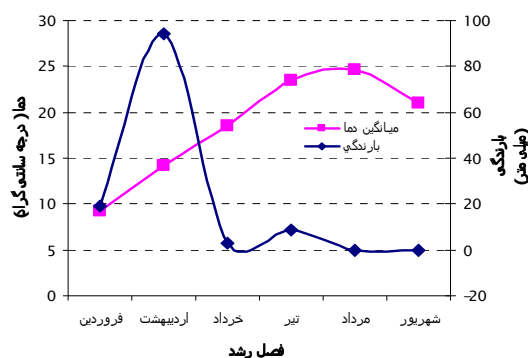
و با قرار دادن ۳ تا ۴ عدد بذر در هر کپه و به فواصل معین انجام گردید و بعد از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها در مرحله ۶ برگی که بوته‌ها ۱۰-۱۵ سانتی‌متر ارتفاع داشتند عمل تنک انجام شد و تعداد بوته‌ها بر اساس تراکم‌های مورد نظر تنظیم شد. در طول دوره رشد، علف‌های هرز موجود در کرت‌ها چندین بار با دست و جین شدند. آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای و هر ۱۰ روز یکبار انجام شد.

هنگامی که رنگ پشت طبق‌ها به زرد مایل به قهوه‌ای متمایل شد، عملیات برداشت در هر تراکم کاشت انجام گرفت. بدین ترتیب که از هر کرت با حذف ردیف‌های کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف به عنوان اثر حاشیه، تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی برداشت شد و برای این که میزان رطوبت آنها کاهش یابد به مدت ۷۲ ساعت در محوطه داخل ایستگاه تحقیقات بر روی زمین گسترده شدند. در هنگام نمونه‌برداری بوته‌ها از ناحیه یقه قطع، سپس بسته‌بندی شده و برای اندازه‌گیری برخی صفات به آزمایش منتقل گردیدند. پس از هر بار نمونه‌برداری برگ‌ها به طور جداگانه و سایر قسمت‌های بوته‌ها نیز به طور جداگانه به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد.

در پایان، نتایج حاصل با استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای SPSS و MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با بهره‌گیری از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت.

اندازه‌گیری شد و خطر شوری قابل ملاحظه‌ای در سطح الارض خاک‌ها مشاهده نشد. تغییرات دما و بارندگی این منطقه در طول اجرای آزمایش مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۳ در شکل ۱ نشان داده شده است.

زمین محل اجرای آزمایش در همان فصل زیر کشت گندم بود. در خرداد سال ۱۳۸۳ بعد از برداشت گندم بقایای گیاهی با انجام شخم، در خاک دفن شد.



شکل ۱- تغییرات دما و بارندگی در طول دوره آزمایش در سال ۱۳۸۳ شهرستان میندوآب

کاشت بذور در چهاردهم تیر ماه ۱۳۸۳ در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل هیبریدهای زودرس آذرگل، آلیستار و ایروفلور و فاکتور دوم تراکم‌های مورد نظر شامل ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع که فواصل ۲۸، ۲۱، ۱۷ و ۱۴ سانتی‌متری بوته‌ها بر روی ردیف‌ها را ایجاد کردند. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به فواصل ۶۰ سانتی‌متر و طول ۱۵ متر که جمعاً ۵۴ مترمربع در نظر گرفته شد. کشت به صورت دستی

نتایج و بحث

هیبریدهای مورد مطالعه در کلیه صفات بررسی

شده در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود.

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در

جدول ۱ نشان داده شده است. تراکم‌های مختلف و

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مورد بررسی برای ارقام آفتابگردان در تراکم‌های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				تعداد روز تا گل‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع ساقه	قطر طبق	تعداد کل دانه در طبق	تعداد دانه پر در طبق
		تعداد روز تا گل‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع ساقه	قطر طبق						
تکرار	۲	۰/۵۸	۸/۳۶	۰/۰۱	۱/۰۷*	۴۴۲۷/۵۲	۴۵۴۵/۵۲				
رقم	۲	۵۸/۳۲**	۱۳۳/۶۹**	۰/۸۱۲**	۷۳/۴۳**	۲۳۰۴۲۵/۰۲۸**	۲۶۱۳۰۴/۳۶**				
تراکم	۳	۴۹/۸۵**	۳۳/۹۲**	۰/۰۶۹**	۴۷/۳۷**	۱۱۱۳۳۳/۱۱**	۱۶۵۷۲۵/۷۷**				
رقم × تراکم	۶	۰/۹۶	۹/۱۷۶*	۰/۰۴۴	۱/۷۹**	۱۱۹۸۳/۰۲**	۲۲۱۴۶/۰۲**				
اشتباه آزمایشی	۲۲	۱/۰۳۸	۳/۶۰۴	۰/۰۰۹	۰/۲۵	۲۹۳۲/۳۴	۲۷۶۶/۳۴				
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۷۳	۲/۰۹	۴/۹۳	۲/۶	۴/۳	۶۶				

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ادامه جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مورد بررسی برای ارقام آفتابگردان در تراکم‌های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				وزن هزار دانه	درصد پوکی	ماده خشک در واحد سطح	عملکرد در واحد سطح	درصد روغن	عملکرد روغن در واحد سطح
		وزن هزار دانه	درصد پوکی	ماده خشک در واحد سطح	عملکرد در واحد سطح						
تکرار	۲	۵/۳۳	۰/۰۸۳	۲۹۱/۵۸	۳۴۸/۷۷	۰/۳۶	۰/۰۶	۷۰/۲۴			
رقم	۲	۱۱۴۳/۴۵**	۱۰۲۱/۷۵**	۴۰۶۵۰/۳**	۲۳۴۳۶۸/۷۷**	۸۶۸/۱۱**	۱۶/۷۴**	۶۴۶۷/۷۶**			
تراکم	۳	۱۶۶/۰۹**	۶۷/۰۷**	۳۱۴۵۷/۴۳**	۱۲۵۱۸۶/۷۷**	۱۱۵/۲۵**	۱۹/۶۳**	۸۳۸۹/۹۷**			
رقم × تراکم	۶	۲۶/۴۳*	۳۷/۷۱**	۸۰۷/۵۱۹	۳۱۰۰/۷۷	۲/۴۸۱	۲/۷۰۷*	۱۱۱/۳۵			
اشتباه آزمایشی	۲۲	۷/۷۰۱	۰/۳۵	۴۴۷۰/۷۹	۶۷۰۸/۲۶	۳۳/۹۳	۰/۸	۹۲۸/۵۵			
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۴۶	۶/۰۷	۱۴/۴۵	۱۹/۰۸	۲۵/۰۹	۲/۰۸	۲۰/۱۴			

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۱ نشان می‌دهد که زمان تا گل‌دهی برای

تراکم‌های مختلف متفاوت است. البته بین ۶ و ۸

بوته در مترمربع و هم چنین بین تراکم‌های ۱۰ و ۱۲

بوته در مترمربع از نظر زمان تا گل‌دهی اختلاف

زیادی وجود نداشت. بیشترین زمان تا گل‌دهی

مربوط به تراکم اول بود (جدول ۲). نتایج تحقیقات

میلر و فیک (۱۹۷۸) نیز نشان داد که با افزایش

اثر متقابل رقم در تراکم از نظر صفات تعداد

روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و درصد روغن در

سطح احتمال ۵٪ و از نظر صفات قطر طبق، تعداد

کل دانه در طبق، تعداد دانه پر و درصد پوکی در

سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های تعداد

روز تا گل‌دهی برای تراکم‌های مختلف بوته در

تراکم گیاهی تعداد روزهای لازم بین کاشت تا گل‌دهی افزایش یافت و گل‌دهی به تاخیر افتاد، اما میزان این تاخیر در بین تراکم‌های مختلف بیشتر از یک روز نبود. بین سه هیبرید نیز از نظر زمان تا گل‌دهی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین زمان تا گل‌دهی مربوط به هیبرید آذرگل و کمترین زمان مربوط به هیبرید آلیستار بود. تعداد روز تا گل‌دهی در هیبریدهای ایروفولور و آذرگل نسبت به آلیستار حدود ۴ روز بیشتر بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تراکم (جدول ۴) نشان داد که تعداد روز تا رسیدگی در هیبریدهای آذرگل و ایروفولور در تراکم‌های ۶ و ۸ بوته در مترمربع بیشتر بوده است که نهایتاً باعث شده این دو هیبرید نسبت به آلیستار دیررس‌تر بوده و عملکرد بالاتری در همان تراکم داشته باشند. بیشترین زمان تا رسیدگی مربوط به هیبرید آذرگل در تراکم ۶ و ۸ بوته در مترمربع با ۹۴/۳۳ روز بود (جدول ۴).

ارتفاع بوته با افزایش تراکم بوته در واحد سطح روند صعودی داشته است. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تراکم ۱۲ بوته در مترمربع کمترین آن مربوط به تراکم ۶ بوته در مترمربع بود. افزایش ارتفاع گیاهی در تراکم‌های بالاتر احتمالاً واکنشی به اثرات رقابتی بین گیاهان برای دستیابی به نور و فضای بیشتر برای رشد بوده است. رایبسون و همکاران (۱۹۸۰) اثر پنج تراکم بوته (۱۷، ۲۵، ۳۷، ۴۹ و ۶۲ هزار بوته در هکتار) را بر روی ارتفاع آفتابگردان بررسی کرد. این تحقیق نشان داد که افزایش تعداد بوته در مترمربع منجر به افزایش ارتفاع بوته از ۱۵۲ به ۱۷۸ سانتی‌متر شد. ارتفاع بوته در بین سه هیبرید نیز متفاوت بود. ولی بین هیبریدهای آلیستار و ایروفولور اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در بین ارقام، آلیستار کمترین و آذرگل بیشترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین صفات مورد مطالعه برای چهار تراکم در واحد سطح

صفات	۱۲ بوته در مترمربع	۱۰ بوته در مترمربع	۸ بوته در مترمربع	۶ بوته در مترمربع
طول ساقه (cm)	۱۹۸a	۱۸۸b	۱۸۲bc	۱۷۷c
تعداد روز تا گل‌دهی	۵۶/۵۵b	۵۷/۴۴b	۶۰/۶۶a	۶۱/۳۱a
عملکرد دانه (g/m ²)	۴۱۸/۳۳a	۳۷۷/۷۷ab	۳۱۹/۸۸bc	۲۸۵/۶۶c
عملکرد روغن (g/m ²)	۱۸۵/۴۵a	۱۶۶/۲۲ab	۱۳۶/۷۳bc	۱۱۶/۷۲c
درصد پوسته به کل دانه	۱۹/۴۴b	۲۱/۴۴b	۲۴/۳۳ab	۲۷/۶۶a
ماده خشک (g/m ²)	۷۲۶/۱a	۵۸۰/۶b	۵۰۵/۹bc	۴۵۵/۲c

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند و تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ردیف می‌باشند، از نظر آماری معنی‌دار نیست.

مقایسه میانگین اثر متقابل واریته در تراکم نشان داد که بیشترین قطر طبق (۲۴/۸ سانتی‌متر) مربوط به هیبرید ایروفولور در تراکم ۶ بوته در مترمربع بود (جدول ۴). چنین به نظر می‌رسد با

افزایش تراکم بوته در واحد سطح، قطر طبق کاهش یافته است. به طوری که حداکثر قطر طبق در تراکم اول و حداقل آن در تراکم چهارم مشاهده شد. کاهش قطر طبق با افزایش تراکم گیاهی احتمالاً به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان مجاور در این تراکم‌ها برای دستیابی به عوامل مورد نیاز محیطی از جمله مواد غذایی، آب، نور، فضا بوده که به صورت کاهش قطر طبق‌ها جلوه‌گر شده است. یکی از مزیت‌های کاهش قطر طبق سریع‌تر خشک شدن آنها نسبت به طبق‌های بزرگ می‌باشد.

تعداد دانه در طبق با افزایش تراکم بوته کاهش یافت. بنابراین طبق‌های موجود در تراکم‌های پایین‌تر نسبت به تراکم‌های بالا تعداد

دانه بیشتری داشتند. احتمالاً افزایش تراکم، رقابت بین بوته‌ای و کاهش دوره رشد سبب کاهش تعداد دانه در هر طبق شده است. هم چنین کاهش تعداد دانه در طبق در تراکم‌های بالای گیاهی به رقابت بیشتر بین گیاهان در این تراکم‌ها و نیز تولید ماده خشک کمتر در گیاه که با تولید طبق‌های کوچکتر جلوه‌گر شده است، نسبت داده می‌شود. بین هیبریدها نیز از نظر تعداد کل دانه اختلاف وجود داشت (جدول ۳). هیبریدهای آذرگل و ایروفلور نسبت به هیبرید آلیستار تعداد دانه بیشتری در طبق داشتند. مقایسه میانگین اثرات متقابل وارسته در تراکم تعداد دانه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مربوط به هیبریدهای آذرگل و ایروفلور و در تراکم

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه برای سه هیبرید آفتابگردان

صفات	آذرگل	ایروفلور	آلیستار
ارتفاع ساقه (cm)	۲۱۷a	۱۷۴ b	۱۷۰b
تعداد روز تا گل‌دهی	۶۰/۶۶a	۵۹/۸۳a	۵۶/۵b
عملکرد دانه (g/m ²)	۳۷۵/۲۵a	۳۹۲/۰۸a	۲۸۳/۹۱b
عملکرد روغن (g/m ²)	۱۶۴/۶۹a	۱۶۴/۸۸a	۱۲۴/۴۷b
درصد پوسته به کل دانه	۳۲/۸۳a	۱۶/۶۶b	۲۰/۱۶b
ماده خشک (g/m ²)	۶۱۹/۷a	۶۷۲/۷a	۴۰۸/۵b

میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند و تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ردیف می‌باشند، از نظر آماری معنی‌دار نیست.

۶ بوته در مترمربع بود (جدول ۴). نتایج به دست آمده را می‌توان چنین توجیه کرد که در دو هیبرید آذرگل و ایروفلور به دلیل بزرگ بودن قطر طبق در تراکم اول تعداد دانه بیشتری تولید شده است.

رفیعی الحسینی و صالحی (۱۳۸۱) طی آزمایشی تأثیر تراکم بوته بر روی عملکرد دانه

آفتابگردان را بررسی کردند. نتایج این پژوهشگران بیانگر این مطلب است که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح تعداد دانه‌های پر در طبق کاهش می‌یابد. آنها علت این امر را وجود رقابت بین بوته‌ای در تراکم‌های بالاتر دانستند که باعث تولید طبق‌های کوچکتر و تخصیص کمتر مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال رشد می‌شود. جدول مقایسه

و دانه‌ها باشد که منجر به تولید دانه‌هایی با وزن کمتر شده است. در تراکم‌های پایین چون رقابت بین بوته‌ها از نظر جذب آب، مواد غذایی و نور در مقایسه با تراکم‌های بالا، کمتر بوده در نتیجه دانه‌های درشت‌تری در این تراکم‌ها تولید شده و میانگین وزن هزار دانه آنها بیشتر از تراکم‌های بالا بوده است.

جدول اثرات متقابل وارپته در تراکم نشان می‌دهد که بیشترین وزن هزار دانه ۸۰ گرم مربوط به هیبرید آذرگل و در تراکم ۶ بوته در مترمربع است (جدول ۴).

با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح ۴۱۸/۳۳ گرم در مترمربع در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و کمترین عملکرد ۲۸۵/۶۶ گرم در مترمربع از تراکم ۶ بوته در مترمربع حاصل شد. نتایج آزمایش‌های مختلف انجام شده توسط رفیعی‌الحسینی و صالحی (۱۳۸۱)، آلسی و همکاران (۱۹۷۷) و هادی (۱۳۷۹) نیز مؤید این حقیقت است که برای دستیابی به بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح استفاده از تراکم‌های بالای مطلوب ضروری به نظر می‌رسد.

میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد که بیشترین تعداد دانه پر در طبق مربوط به هیبرید ایروفلور در تراکم ۶ بوته در مترمربع است (جدول ۴).

نتایج نشان داد که میانگین درصد پوکی در تراکم‌های مختلف بوته متفاوت بود (جدول ۲). بالا بودن درصد پوکی در تراکم‌های بالا را می‌توان بدین ترتیب توجیه کرد که به علت زیادی تراکم و نزدیکی بوته‌ها به همدیگر رقابت برای آب و مواد غذایی بین بوته‌ها بیشتر شده و این رقابت بویژه در زمان تلقیح، تشکیل و پرشدن دانه‌ها منجر به افزایش درصد پوکی دانه‌ها در تراکم‌های بالا شده است. اسفندیاری (۱۳۸۱) نشان داد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح درصد پوکی افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین اثرات متقابل وارپته در تراکم نشان داد که بیشترین درصد پوکی، مربوط به هیبرید آذرگل و در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع بود (جدول ۴). کمترین درصد پوکی مربوط به هیبرید ایروفلور در تراکم ۶ بوته در مترمربع بود. علت کم بودن درصد پوکی در هیبرید ایروفلور بزرگ بودن طبق و تعداد دانه بیشتر در طبق بود.

کاهش وزن هزار دانه با افزایش تراکم گیاهی مربوط به افزایش رقابت بین گیاهان مجاور و در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به طبق

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل وارپته در تراکم از نظر صفات مورد مطالعه

تیمار	زمان تا رسیدگی (روز)	قطر طبق (cm)	تعداد کل دانه در طبق	تعداد دانه پر در طبق	وزن هزار دانه (g)	درصد پوکی	درصد روغن
D1V1	۹۴/۳۳a	۲۴b	۱۵۴۳/۶a	۱۳۵۳/۶b	۸۰a	۱۲ d	۴۲/۸۳ bcd
D1V2	۸۹/۳۳ b	۱۸/۳۳ ef	۱۱۴۵ cd	۱۰۶۹ de	۶۸ c	۶/۳۳ f	۴۲/۱۵cd
D1V3	۹۴/۳۳ a	۲۴/۸۶ a	۱۵۰۵ a	۱۴۷۲ a	۵۵ e	۱/۶۶ h	۳۸/۰۹ e
D2V1	۹۴ a	۲۰/۹۶ c	۱۳۶۱ b	۱۱۱۷ d	۷۴ b	۱۷/۶۶۸c	۴۳/۲۵abcd
D2V2	۸۸/۳۳ b	۱۷/۲۶ g	۱۱۴۷ cd	۱۰۶۹ de	۶۵ cd	۶/۳۳ f	۴۳/۵۴ abc
D2V3	۹۴/۳۳ a	۲۱/۳۳ c	۱۳۵۲ b	۱۳۱۴ bc	۵۱ e	۲ gh	۴۱/۷۲ d
D3V1	۹۳/۳۳ a	۱۸/۵۲ ef	۱۲۹۶ b	۹۸۶ ef	۶۷ c	۲۳/۳۳ b	۴۴/۳ ab
D3V2	۸۴ c	۱۵/۵۳ h	۱۰۴۵ e	۹۶۵ f	۶۳ cd	۷ ef	۴۴/۳۷ ab
D3V3	۸۹/۳۳ b	۱۹/۶۳ d	۱۲۹۱ b	۱۲۴۷ c	۵۰/۸ e	۳ g	۴۳/۳۲abcd
D4V1	۹۳/۳۳ a	۱۷/۷۳ fg	۱۱۶۴ c	۸۳۷ g	۶۳ cd	۲۷/۶۶ a	۴۴/۷۷ a
D4V2	۸۷ bc	۱۵/۰۶ h	۱۰۵۶ de	۹۶۳ f	۶۰ d	۸ e	۴۴/۴۹ ab
D4V3	۸۷/۶۶ b	۱۹/۱۳ de	۱۱۹۳ c	۱۱۵۰ d	۵۰ e	۳ g	۴۳/۵۶ abc

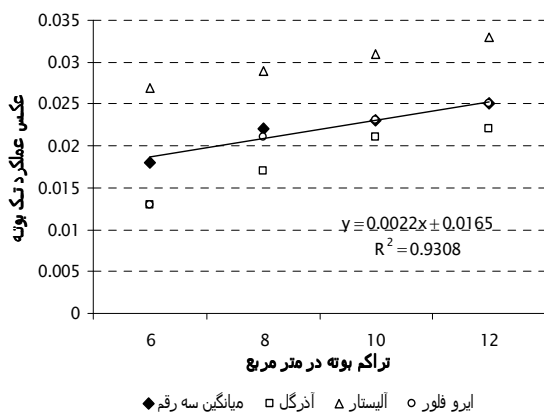
میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند و تفاوت ارقامی که حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ستون می‌باشند، از نظر آماری معنی‌دار نیست. D1, D2, D3, D4 و D4 به ترتیب ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۲ بوته در مترمربع، V1=آذرگل، V2=آلیسنار، V3=یروفلور

درصد پوسته شد که علت این کاهش را در نتیجه کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های بالا دانستند. با مقایسه میانگین اثرات متقابل درصد روغن در تراکم‌های مختلف با ارقام مشخص گردید که با افزایش تراکم بوته، درصد روغن در رقم آذرگل افزایش یافت. تانیمو و همکاران (۱۹۹۱) نیز طی آزمایشی نشان دادند که با افزایش تراکم گیاهی درصد روغن افزایش می‌یابد. این پژوهشگران افزایش درصد روغن در تراکم‌های بالاتر گیاهی را به درصد پوسته کمتر و نیز وزن هزار دانه کمتر در این تراکم‌ها مربوط دانسته‌اند. هم چنین افزایش درصد روغن در تراکم بالا را می‌توان تا حدی به مصرف نیتروژن نسبت داد. چون نیتروژن جذب شده توسط هر بوته در تراکم کمتر نسبت به تراکم بیشتر، بالا بوده و نیتروژن جزء اصلی ساختمان پروتئین‌ها است، لذا در تراکم‌های بالا مقدار کمتری

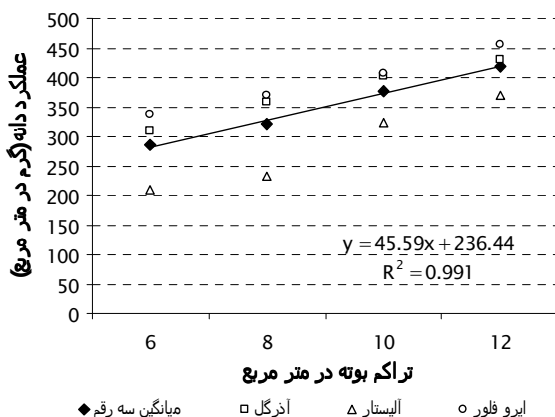
افزایش عملکرد دانه با افزایش تراکم گیاهی به شاخص سطح برگ بیشتر، سرعت رشد محصول بالاتر، مجموع ماده خشک بیشتر در واحد سطح و تخصیص مواد فتوسنتزی به اجزای زایشی گیاه مربوط بوده است. دلیل حصول حداقل عملکرد دانه در پایین‌ترین تراکم آن است که در این شرایط امکان بهره‌برداری مطلوب از منابع موجود فراهم نمی‌گردد (خاروارا و بیندرا، ۱۹۹۲).

مقایسه میانگین درصد پوسته نشان می‌دهد بین تراکم‌های مختلف از نظر درصد پوسته اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). در این بررسی افزایش نسبی درصد پوسته دانه با کاهش تراکم گیاهی ممکن است به افزایش وزن هزار دانه در تراکم‌های پایین‌تر گیاهی مربوط باشد. فرناندز و همکاران (۱۹۹۳) و راجپوت و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که افزایش تراکم بوته منجر به کاهش

می‌توان نتیجه گرفت که بالاترین عملکرد دانه در واحد سطح در تمامی ارقام در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع به دست آمد. هیبریدهای ایروفلور و آذرگل از نظر عملکرد دانه در واحد سطح در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع نسبت به هیبرید آلیستار برتری نشان دادند.



شکل ۲- رابطه عکس عملکرد تک بوته در تراکم‌های مورد بررسی



شکل ۳- رابطه عملکرد دانه با تراکم بوته در تراکم‌های مورد بررسی

با افزایش تراکم بوته تعداد روز تا گل‌دهی، زمان تا رسیدگی، قطر طبق، تعداد کل دانه در طبق، تعداد دانه پر در طبق، وزن هزار دانه و درصد

از فرآورده‌های فتوسنتزی تولیدی در ساختمان پروتئین‌ها در گیاه شرکت می‌کند و درصد روغن بذر افزایش می‌یابد (مجتهدی، ۱۳۵۵).

افزایش عملکرد روغن در تراکم‌های بالاتر گیاهی به دلیل بالا بودن درصد روغن و نیز عملکرد دانه در این تراکم‌ها بوده است. رابطه عکس عملکرد تک بوته ($1/w$) با تراکم کاشت (P) برای کلیه ارقام مورد آزمایش با استفاده از معادله $\frac{1}{w} = a + bp$ محاسبه و خط رگرسیون آن ترسیم گردید (شکل ۲). خط رگرسیون برازش بسیار خوبی از داده‌ها را نشان داد. بطوری که ضریب تبیین آن $R^2 > 0.9$ بود. از این رو با استفاده از نتایج حاصل و با بکارگیری معادله $y = \frac{P}{a + bp}$ منحنی مربوط به رابطه بین عملکرد دانه در واحد سطح (Y) و تراکم بوته (X) محاسبه گردید (شکل ۳). با ملاحظه این منحنی مشخص می‌شود که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه ارقام آفتابگردان نیز افزایش می‌یابد. بنابراین تراکم مطلوب برای ارقام مورد مطالعه ممکن است بیشتر از حداکثر تراکم مورد آزمایش یعنی ۱۲ بوته در مترمربع باشد.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که رابطه بین تراکم و عملکرد دانه گیاهان زراعی با استفاده از معادله فوق به نحو مطلوبی تعیین و تفسیر گردد. به کارگیری این معادله به ما این امکان را می‌دهد که با صرف وقت و هزینه کم بتوان عملکرد دانه در واحد سطح را در کلیه تراکم‌ها بین حداقل و حداکثر تعداد بوته مورد آزمایش پیش‌بینی کرد.

پوسته کاهش ولی ارتفاع بوته، درصد پوکی، مقدار ماده خشک در واحد سطح، عملکرد دانه و عملکرد روغن در واحد سطح و درصد روغن افزایش یافت. در کشت دوم افزایش تراکم بوته در واحد سطح می‌تواند بخشی از کاهش عملکرد ناشی از تأخیر در کاشت را جبران نماید. افزایش تراکم به ۱۲۰ هزار بوته در هکتار سبب کسب عملکرد اقتصادی در کشت دوم شد. رابطه بین تراکم بوته و عملکرد دانه برای سه هیبرید آفتابگردان با معادله خطی برآورد گردید. با بکارگیری این معادله امکان پیش‌بینی عملکرد دانه در کلیه تراکم‌ها بین حداقل و حداکثر تعداد بوته مورد آزمایش میسر می‌گردد. با توجه به اینکه با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه

ارقام مورد مطالعه روند صعودی داشته است، بنابراین تراکم مطلوب برای این ارقام ممکن است بالاتر از حداکثر تعداد بوته مورد آزمایش (۱۲ بوته در مترمربع) باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که هر سه هیبرید می‌توانند برای کاشت در این منطقه مناسب باشند و از بین سه هیبرید، آذرگل با منشأ داخلی را می‌توان به عنوان یک هیبرید برتر در تراکم کاشت ۱۲ بوته در مترمربع، معرفی کرد. با این حال پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده تراکم‌های بالاتر از ۱۲ بوته در مترمربع بر روی این گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- ✓ اسفندیاری، ع. ۱۳۸۱. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان روغنی در کشت دوم رقم آفتابگردان روغنی در اصفهان. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۳۴۲.
- ✓ بهتری، ب.، ع. دباغ محمدی نسب، ک. قاسمی گل‌عدانی، س. ذهتاب سلماسی. و م. تورچی. ۱۳۸۷. اثر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا. مجله دانش کشاورزی. ۱۸ (۳): ۱۳۵-۱۲۵.
- ✓ بهتری، ب.، ک. قاسمی گل‌عدانی، ع. دباغ محمدی نسب، س. ذهتاب سلماسی. و م. تورچی. ۱۳۸۶. اثرات کم آبی بر روغن و پروتئین دانه سویا. مجله دانش کشاورزی. ۱۷ (۴): ۷۳ - ۶۵.
- ✓ رفیعی الحسینی، م. و ف. صالحی. ۱۳۸۱. تأثیر تراکم بوته بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی سه رقم آفتابگردان در شهرکرد. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۴۲.
- ✓ مجتهدی، ع. ۱۳۵۵. زراعت آفتابگردان. شرکت سهامی کشت دانه‌های روغنی. ۲۳۴ صفحه.
- ✓ ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی (ترجمه). انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی. ۸۱۶ صفحه.

- ✓ هادی، ه. ۱۳۷۹. بررسی روند رشد و عملکرد چند رقم آفتابگردان در تراکم‌های مختلف کاشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۷۵ صفحه.
- ✓ Alessi, I., J.F. Power., and D.C. Zimmerman. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population row spacing. *Agronomy Journal*. 69: 463- 469.
- ✓ Carter, J.F. 1978. *Sunflower Science and Technology*. ASA., CSSA., SSSA. Inc. Publishers, Madison, WI. Pp 384.
- ✓ D'Andria, R., F.Q. Chiaranda., V. Magliulo., and M. Mori. 1995. Yield and soil uptake of sunflower sown in spring and summer. *Agronomy Journal*. 87: 1122- 1128.
- ✓ Fernandez-Martinez, J., J. Munozand., and J. Gomez-Arnau. 1993. Performance of nearisogentic high and low oleic acid hybrids of sunflower. *Crop Science*. 33: 1158- 1163.
- ✓ Fick, G.N. 1989. Sunflower. In: G. Robbelen, R.K. Downy, and A. Ashri (eds). *Oil crops of the world*. Mc Graw Hill. Pp 446.
- ✓ Gubbels, G.H., and W. Dedio. 1990. Response of early- maturing sunflower hybrids to row spacing and plant deity. *Canadian Journal of Plant Science*. 70: 1169- 1171.
- ✓ Kharwara, P.C., and A.D. Bindra. 1992. Effect of nitrogen and plant population on growth, uptake of nutrients and oil yield of spring sunflower (*Helianthus annuus*). *Indian Journal of Agronomy*. 37: 389- 390.
- ✓ Majid, H.R., and A.A. Schneiter. 1987. Yield and quality of semi dwarf and standard height sunflower hybrids grown at five plant population. *Agronomy Journal*. 79: 681- 684.
- ✓ Massey, J.H. 1971. Effects of nitrogen rates and plant spacing on sunflower seed yield and other characteristics. *Agronomy Journal*. 63: 137- 138.
- ✓ Miller, J.F., and G.N. Fick. 1978. Influence of plant population on performance of sunflower hybrids. *Canadian Journal of Plant Science*. 58: 597- 600.
- ✓ Miller, B.C., E.S. Opllinger., R. Randm., J. Peters., and G. Weis. 1984. Effect of planting date and plant population on sunflower performance. *Agronomy Journal*. 76: 511- 515.
- ✓ Naksar, S., K. Bhowmik., and K. Bhadra. 1988. Path analysis in segregating generation of sunflower (*Helianthus annuus*). *Indian Journal of Agricultural Science*. 58: 393- 394.
- ✓ Prunty, L. 1981. Sunflower cultivar performance as influenced by soil water and plant population. *Agronomy Journal*. 73: 257- 260.
- ✓ Rajput, A.L., D.P. Singh., and S.P. Singh. 1994. Effect of spacing and method of nitrogen application on quality and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus*). *Indian Journal of Agronomy*. 39: 393- 395.
- ✓ Rabinson, R.G., J.H. Ford., W.E. Lueschen., D.L.J. Smith., D.D. Warnes., and J.V. Wiersman. 1980. Respoe of sunflower to plant population. *Agronomy Journal*. 72: 869- 871.
- ✓ Tanimu, B., S.G. Ado., and S.A. Dadari. 1991. Effects of sowing date and intra-row spacing on the performance of sunflower in the nitrogen savana. *Helia*. 14: 29- 36.
- ✓ Vijayalakshmi, K., W.K. Sanghi., W.L. Pelton., and C.H. Anderson. 1975. Effect of plant population and row spacing on sunflower. *Canadian Journal of Plant Science*. 55: 491- 499.
- ✓ Zaffaroni, E., and A.A. Schneiter. 1989. Water-use efficiency and light interception of semi dwarf and standard-height sunflower hybrids grown in different row arrangement. *Agronomy Journal*. 81: 831- 836.
- ✓ Zaffaroni, E., and A.A. Schneiter. 1991. Sunflower production as influenced by plant type, plant population, and row arrangement. *Agronomy Journal*. 83: 113- 118.