دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

تاثیر تراکم بوته بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

افشین مختاری[۱]، سید غلامرضا موسوی[۲]

تاریخ دریافت: ۹٤/٦/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تراکم بوته بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. در این پژوهش رقم آفتابگردان در چهار سطح (ارقام پروگرس، هایسان ۳٦، زاریا و آل استار) به عنوان عامل اصلی و تراکم در سه سطح (۵، ۷/۵ و ۱۰ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد و عملکرد روغن به طور معنی‌داری تحت تاثیر رقم قرار گرفت و تراکم بوته نیز به طور معنی‌داری همه صفات مذکور و درصد روغن به جز تعداد برگ در بوته را تحت تاثیر قرار داد. رقم پروگرس از نظر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، قطر طبق، وزن صد دانه، عملکردهای دانه و روغن در گروه آماری برتر نسبت به سایر ارقام قرار گرفت. همچنین با افزایش تراکم از ۵ به ۱۰ بوته در متر مربع، ارتفاع بوته و عملکردهای دانه، بیولوژیک و روغن به ترتیب ۱۳/۲، ٤۹/۵ ، ٦۷/۵ و ٦٤/۸ درصد افزایش و تعداد دانه در طبق، وزن صد دانه و شاخص برداشت به ترتیب ۱٤/۸، ۱۲/۸ و ۸/٦ درصد و به طور معنی‌داری کاهش یافت. به طور کلی نتایج حاکی از آن است که رقم پروگرس با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع با عملکردهای دانه ۲۲۵۳/۲ کیلوگرم در هکتار و روغن ۱۲۲۳/۹ کیلوگرم در هکتار برای زراعت آفتابگردان در شرایط این تحقیق مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دانه روغنی، رقم، تعداد دانه در طبق، وزن دانه، روغن

موسوی، س.غ. و ا. مختاری. ۱۳۹۷. تاثیر تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی، درصد روغن، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳٤: ۱٤٤-۱۳۲.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

۲- دانشیار گروه کشاورزی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: s_reza1350@yahoo.com

مقدمه

آفتابگردان بعد از سویا (*Glycine max* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) و بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) پنجمین گیاه مهم برای تولید روغن خوراکی در جهان بوده و میزان تولید آن در دنیا در سال ۲۰۱٤ حدود ٤۰ میلیون تن گزارش شده است (اف.آ.اس، ۲۰۱۵). عملکرد بالا همراه با ظرفیت سازگاری و انطباق وسیع، توان فتوسنتزی و شاخص برداشت بالا باعث می‌شود تا آفتابگردان در شرایط محیطی مختلف زیست کند (آجل و همکاران، ۲۰۰۷).

از جمله مسایل به زراعی مهم در زراعت‌های مختلف، استفاده از تراکم و ارقام مناسب می باشد. از آنجا که تراکم مناسب نقش مهمی در افزایش عملکرد و کارایی استفاده از عوامل محیطی دارد، لذا معرفی بهترین تراکم با حجم و فرم بوته مناسب و تعیین ژنوتیپ مناسب در جهت بالا بردن عملکرد امری ضروری است. اثر تراکم گیاهی بر عملکرد دانه آفتابگردان بسته به رقم و شرایط آزمایش متفاوت است. در گیاهانی مانند آفتابگردان به علت عدم شاخه‌زایی یافتن تراکم مناسب بوته در واحد سطح در ارقام مختلف برای دستیابی به عملکرد اقتصادی مطلوب و استفاده بهینه از منابع، حایز اهمیت می‌باشد. با این وجود آفتابگردان در دامنه وسیعی از تراکم ها با تنظیم اندازه طبق، اندازه دانه و تعداد دانه در طبق خاصیت جبران کنندگی دارد (خان و محمد، ۱۹۷٤).

باکت و همکاران (۲۰۰٦) در بررسی هیبریدهای مختلف آفتابگردان اظهار داشتند که بین این هیبریدها تفاوت معنی داری از نظر عملکرد و اجزای عملکرد وجود داشت. نسیم و همکاران (۲۰۱۲) نیز اختلاف معنی‌داری را بین هیبریدهای آفتابگردان از نظر قطر طبق گزارش کردند. همچنین تفاوت در ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، درصد روغن، عملکردهای بیولوژیک، دانه و روغن و وزن هزر دانه بین ارقام آفتابگردان توسط افکاری باجه باج (۲۰۱۱) گزارش شده است. توکلی(۲۰۱۳) در بررسی تأثیر تراکم‌های ٦/٦ ، ۸/۳ و ۱۱/۱ بوته در متر مربع در ارقام آلستار، پروگرس و مستر در منطقه کرمانشاه گزارش کرد که بیشترین قطر ساقه آفتابگردان (۱۵/٤ میلی‌متر) از تراکم حداقل بدست آمد و رقم آلستار نیز بیشترین قطر طبق (۱٦/٤۹ میلی‌متر) را به خود اختصاص داد.

امامی بیستگانی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و کیفی چهار ژنوتیپ آفتابگردان در کبوترآباد اصفهان گزارش کردند که با افزایش تراکم از ٦ به ۱۲ بوته در متر مربع، قطر طبق، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ اما عملکردهای دانه، بیولوژیک و روغن و نیز شاخص برداشت دانه در بوته به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و درصد روغن دانه تحت تأثیر تراکم بوته قرار نمی‌گیرد. همچنین این پژوهشگران تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ-های مورد مطالعه را در عملکردهای دانه ، بیولوژیک و روغن اعلام کردند.

مجیری و ارزانی (۲۰۰۳) اظهار داشتند که افزایش تراکم بوته در آفتابگردان تاثیر مثبتی بر ارتفاع بوته داشته اما قطر ساقه و طبق را در این گیاه در کاهش داده است. در این پژوهش مناسب‌ترین تراکم ۸/۵ بوته در متر مربع اعلام شد و افزایش تراکم بر عملکرد دانه آفتابگردان اثر منفی داشت. بگ و همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند که افزایش تراکم بوته در آفتابگردان منجر به تولید دانه‌های سبک‌تر ،ساقه‌های نازکتر، گیاهان بلندتر و عملکرد بیشتر می‌گردد. در مطالعه مهرپویان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است که افزایش تراکم آفتابگردان در واحد سطح از ٦/٦ به ۱۱ بوته در متر مربع در تاکستان کاهش معنی‌داری در وزن هزار دانه، قطر طبق، درصد روغن و شاخص برداشت را به دنبال داشته است. ابراهیم (۲۰۱۲) در بررسی تراکم‌های ٤/۵ ، ٦ ، ۷/۵ و ۹ بوته در متر مربع گزارش کردند که با افزایش تراکم از ٤/۵ به ۹ بوته در متر مربع، قطر طبق و وزن هزاردانه به طور معنی‌داری کاهش و ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری افزایش یافت.

کاکاوانی و همکاران (۲۰۱٤) تراکم‌های ۳/۷، ۵/۵ و ۱۱/۱ بوته در متر مربع در آفتابگردان را بررسی کردند و نتیجه‌گیری نمودند که با افزایش تراکم ۳/۷ به ۱۱/۱ بوته در متر مربع طبق به طور معنی‌دار از ۱٦/۱۵ به ۱۳/۱۵ سانتی‌متر کاهش می‌یابد. همچنین وزن هزار دانه با افزایش تراکم از ۳/۷ به ۵/۵ و ۱۱/۱ به ترتیب ۱۳/٦ و ۳۲/٤ درصد و تعداد دانه در طبق به ترتیب ۱۳/۳ و ۳٤/۳ درصد و به طور معنی‌دار کاهش یافت در حالی که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۳۳۳/۲ کیلوگرم در هکتار از تراکم ۱۱/۱ بوته در متر مربع حاصل شد و از برتری ۲۷/۲ و ۸۸/۵ درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های ۵/۵ و ۳/۷ بوته در متر مربع برخوردار بود.

علی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر تراکم‌های ۸/۳ ٦/٦ و۵/۵ بوته در متر مربع در دو هیبرید آفتابگردان شامل هایسان ۳۳ و S-248 گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه و ارتفاع بوته به طور معنی‌داری افزایش و قطر ساقه، تعداد دانه در طبق و وزن صد دانه به طور معنی‌داری

کاهش یافت. همچنین این پژوهشگران نتیجه‌گیری کردند که رقم هایسان ۳۳ از برتری معنی‌داری در عملکر دانه، تعداد دانه در طبق، قطر طبق و درصد روغن نسبت به رقم S-278 برخوردار بود اما از نظر وزن هزار دانه تفاوتی بین این دو رقم مشاهده نشد. در مطالعه سوزر (۲۰۱۰) بالاترین عملکرد دانه در هیبرید-های آفتابگردان در تراکم ۹/۵ بوته در متر مربع به دست آمد و با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه و قطر طبق کاهش یافت. حاجی حسنی اصل و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در طبق، طول دوره رویش، وزن هزار دانه، قطر ساقه و قطر طبق کاهش یافت، در حالی که ارتفاع بوته به دلیل افزایش رقابت بین بوته ها افزایش یافت. در مطالعه دیگری گزارش شد که افزایش تراکم بوته هر چند قطر طبق و وزن صد دانه در آفتابگردان را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد، اما درصد روغن دانه این گیاه تحت تأثیر تراکم بوته قرار نمی-گیرد (ال تابت، ۲۰۰٦).

با توجه به مطالب فوق و اهمیت تولید روغن آفتابگردان در کشور این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تغییر تراکم بوته در واحد سطح بر عملکرد و صفات زراعی ارقام مختلف آفتابگردان در بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند واقع در کیلومتر ٤ جاده بیرجند- زاهدان (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه و با ارتفاع ۱٤۰۰متر از سطح دریا) انجام شد. پژوهش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این پژوهش رقم آفتابگردان (ارقام پروگرس، هایسان ۳٦، زاریا و آل استار) به عنوان عامل اصلی و تراکم (۵، ۷/۵ و ۱۰ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی دارای ٤ ردیف کشت به طول ۵ متر و فاصله بین خطوط کشت ٦۰ سانتیمتر بود. بذرها در عمق ٤ سانتی متری روی خطوط به صورت دستی کشت گردید. فاصله روی ردیف کشت بر اساس تراکم‌های مذکور در مرحله تنک‌کاری (۳ تا ٤ برگه شدن) و د رتاریخ ۱۳۸۸/۳/۳۱ اعمال گردید.

زمین سال قبل به صورت آیش بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم بهاره، دیسک زدن، تسطیح زمین و ایجاد جوی و پشته دراواخر اردیبهشت گرفت و سپس اقدام به اجرای نقشه طرح و کرت بندی زمین گردید . پیش از انجام عملیات آماده-سازی زمین به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل NPK (شامل ۲۰ درصد از هر یک از عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر) به صورت دست پاش استفاده گردید.کود اوره نیز به صورت سرک و به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و در دو مرحله استفاده شد.

پیش از کاشت، بذرها با قارچ‌کش کاپتان به نسبت دو در هزار ضدعفونی شد. آبیاری به روش نشتی و با استفاده از سیفون صورت گرفت. همزمان با تنک بوته‌ها عملیات مبارزه با علف هرز نیز انجام شد. جهت مبارزه با خسارت پرندگان (بخصوص گنجشک ها) پس از اتمام گرده‌افشانی روی طبق‌ها با استفاده از روزنامه پوشانده شد.

دراین پژوهش صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ و قطر طبق قبل از مرحله پر شدن دانه مورد بررسی قرار گرفت و برای این منظور تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی از قسمت میانی هر کرت آزمایشی انتخاب گردید. ارتفاع بوته از سطح زمین تا روی طبق با خط‌کش چوبی مدرج شده ، قطر ساقه از فاصله حدود ۵ سانتی‌متر بالای خاک با کولیس و قطر طبق با خط‌کش فلزی دقیق اندازه‌گیری شد و تعداد برگ‌های هر بوته نیز شمارش گردید.

برای تعیین عملکردهای دانه و بیولوژیک در واحد سطح، همزمان با رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ ۱۳۸۸/۷/۲ نمونه-برداری با رعایت اثر حاشیه‌ای از ۲ ردیف میانی هر کرت با برداشت تعداد ۲۰ بوته انجام گرفت. بعد از بوجاری بذرها از ۲۰ طبق برداشت شده هر کرت، دانه‌ها در دمای حدود ٤۰ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت در آون قرار داده شد و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم برای تعیین عملکرد دانه در واحد سطح توزین شد. رطوبت بذر در زمان تعیین عملکرد دانه ۱۲ درصد بود. سپس جهت بدست آوردن وزن هزار دانه آفتابگردان در تیمارهای مختلف، از توده بذر خالص هر کرت یک نمونه ۱۰۰۰ تایی بذر توسط دستگاه بذرشمار به طور تصادفی مجزا شد و توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد. محاسبه تعداد دانه در طبق نیز بر اساس وزن هزار دانه و عملکرد دانه ۲۰ طبق با استفاده از روابط زیر انجام شد:

$$Z=X/Y \quad , \quad D=(Z\times 1000)/20$$

در این رابطه‌ها X، عملکرد دانه (گرم در ۲۰ طبق)، Y وزن هزار دانه، Z تعداد واحدهای ۱۰۰۰ تایی دانه در ۲۰ طبق و D تعداد دانه در طبق می‌باشد.

پس از مرحله برداشت نمونه‌ها، ساقه، برگ و طبق بدون بذر هر کرت آزمایشی در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد تا رسیدن به

وزن ثابت در آون قرارداده شد و سپس با ترازوی دیجیتال ۰/۰۱ گرم، وزن خشک کل بوته بدون بذرتوزین شد و از حاصل جمع این عدد و عملکرد دانه در هر کرت، عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید.

برای محاسبه درصد روغن دانه، از بذرها به دست آمده از هر کرت، یک نمونه ۱۰ گرمی جدا و درصد روغن آن در آزمایشگاه، با روش سوکسله و توسط دستگاه سوکستک۱- مدل ۲۰۵۰ (آ.او.سی.اس.، ۱۹۹۳) و با استفاده از حلال غیر قطبی هگزان تعیین شد. عملکرد روغن نیز از حاصلضرب درصد روغن و عملکرد دانه بدست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام گردید و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده رقم و تراکم به طور معنی‌دار و در سطح ۱ درصد صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق را تحت تاثیر قرار داد، اما تعداد برگ در بوته تنها تحت تاثیر رقم قرار گرفت و تراکم بوته بر این صفت تاثیر معنی‌داری نداشت. همچنین برهمکنش رقم و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی آفتابگردان معنی‌دار نبود (جدول ۱).

بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۰/٤ سانتی‌متر) مربوط به رقم پروگرس بود که از برتری معنی‌دار ۱۱/۲، ۱٤/۵ و ۳۰/۲ درصدی به ترتیب نسبت به ارقام هایسان ۳٦، زاریا و آل استار برخوردار بود. تفاوت ارتفاع بوته بین ارقام هایسان ۳٦ و زاریا معنی دار نبود (جدول ۲). در مورد سایر صفات مورفولوژیکی نیز رقم پروگرس از برتری معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه در این پژوهش برخوردار بود، به طوری که قطر ساقه در این رقم از برتری ۷/۱ تا ۸/۵ درصدی نسبت به سایر ارقام برخوردار بود (جدول ۲). همچنین رقم پروگرس از برتری معنی‌دار ۱٦/۵، ۲۳/۱ و ۵۷/۵ رصدی از نظر تعداد برگ در بوته و برتری معنی‌دار ٦/۱، ۱٤/۵ و ۵۵/۳ درصدی قطر طبق به ترتیب نسبت به ارقام هایسان ۳٦، زاریا و آل استار برخوردار بود. در مورد تعداد برگ در بوته و قطر طبق، هر یک از ارقام در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفتند (جدول ۲).

بیشتر بودن قطر طبق در رقم پروگرس نشانگر توانایی بالای این رقم در ارسال مواد فتوسنتزی کافی برای تشکیل طبق دارد. همچنین قطر ساقه از آنجا اهمیت دارد که برای تحمل طبق‌های سنگین لازم و ضروری می‌باشد. بنابراین وجود طبق‌های با قطر بیشتر در رقم پروگرس نیازمند قطر ساقه بیشتری نیز خواهد بود که نتایج این آزمایش موید این مطلب می‌باشد. به طور کلی تفاوت ارقام در صفات مورفولوژیکی را با توجه به وجود شرایط محیطی یکسان می‌توان به تفاوت ژنتیکی آن‌ها در رشد طولی و قطری بوته و پتانسیل تولید برگ در بوته مربوط دانست که قطر طبق را نیز تحت تاثیر قرار داده است. تفاوت بین ارقام آفتابگردان از نظر صفات مورفولوژیکی ارتفاع بوته (علی و همکاران، ۲۰۱۱؛ افکاری باجه باج، ۲۰۱۱)، قطر ساقه (توکلی، ۲۰۱۳) و قطر طبق (نسیم و همکاران، ۲۰۱۲) نیز گزارش شده است.

افزایش تراکم منجر به افزایش ارتفاع ساقه آفتابگردان گردید به طوری که تراکم ۱۰ بوته در متر مربع، بیشترین ارتفاع بوته (۹۳/۸ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد و از برتری معنی‌دار به ترتیب ۵/۱ و ۱۳/۲ درصدی نسبت به تراکم‌های ۷/۵ و ۵ بوته در متر مربع برخوردار بود (جدول ۲). بدیهی است که بوته‌های مجاور برای جذب عوامل محیطی از جمله نور، رقابت شدیدی داشته که این مساله در تراکم‌های بالا جدی‌تر می‌باشد، لذا با افزایش رقابت برای جذب نور، فاصله بین گره‌ها طولانی‌تر شده و بر ارتفاع نهایی بوته افزوده می‌شود. به عبارتی در تراکم-های بالا به علت تجزیه کمتر هورمون اکسین، ارتفاع بوته افزایش یافته ولی ساقه‌ها نازک‌تر خواهد شد که می‌تواند احتمال ورس را نیز افزایش دهد (آلیاری، ۱۳۷۹). مودب شبستری و مجتهدی (۱۳۸۷) نیز افزایش ارتفاع ساقه همگام با بالاترین تراکم گیاهی را مربوط به پدیدهٔ تاریکرویی و افزایش بیوسنتز اکسین در شرایط سایه‌اندازی در تراکم بالا دانسته‌اند و آن را راهکاری برای افزایش عملکرد و زیست توده گیاهان علوفه‌ای می‌دانند. علی و همکاران (۲۰۱۲)، مجیری و ارزانی (۲۰۰۳) و بگ و همکاران (۲۰۰۷) نیز افزایش ارتفاع بوته آفتابگردان در نتیجه افزایش تراکم بوته در واحد سطح را گزارش کرده‌اند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک آفتابگردان تحت تاثیر رقم و تراکم بوته

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ در بوته	قطر طبق
تکرار	۲	۳۲/٤	۰/۰۵	۰/۲٤	۱/۰۲
رقم	۳	۸۳۳/۱**	٤/۳۹**	۱۸۸/٦**	۱٦/۷۷**
خطای اصلی	٦	۳۷/۳	۱/۱۳	۵/٦۸	۰/۳۲
تراکم	۲	۳٦۳/۹**	۲/۱۳**	۰/۸٤ns	۱/٤۹**
رقم× تراکم	٦	۱۵/۳ns	۰/۰۸ns	۱/۹۲ns	۰/۱٦ns
اشتباه فرعی	۱٦	۱٤/۱	۰/۱۸	۱/٦۷	۰/۰۸
ضریب تغییرات	-	٤/۲	۵/۱	۵/۲	۳/۸

*، ** و ns، به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ و عدم معنی‌دار بودن می‌باشد

بیشترین قطر ساقه (۹/۰۳ میلی‌متر) مربوط به کمترین تراکم یعنی ۵ بوته در متر مربع بود که از برتری معنی‌دار ۷/٦ و ۹/۷ درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های ۷/۵ و ۱۰ بوته در متر مربع برخوردار بود، اما بین این دو تراکم تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). افزایش قطر ساقه در تراکم های پائین به دلیل کاهش رقابت بین بوته ها در جذب نور، آب و عناصر غذایی می باشد. به عبارت دیگر در تراکم های کمتر، سطح برگ و بهره‌گیری بوته از عوامل محیطی زیاد شده و به علت توان ماده‌سازی و رشد بیشتر بوته در نهایت قطر ساقه نیز افزایش می-یابد. علی و همکاران (۲۰۱۲) نیز اعلام داشته‌اند با کاهش تراکم بوته، به علت افزایش رقابت درون گونه ای قطر ساقه افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش‌های جنتی (۱۳۸۱) نیز حاکی از ارتباط معکوس بین ارتفاع بوته و قطر ساقه می باشد. به عبارتی افزایش ارتفاع بوته از یک سو و محدودیت مواد فتوسنتزی تولیدی در بوته از سوی دیگر، کاهش معنی‌دار قطر ساقه را در تراکم‌های بالا به دنبال داشته است.

بین تراکم‌های ۵ و ۷/۵ بوته در متر مربع تفاوت معنی داری از لحاظ قطر طبق وجود نداشت و این دو تراکم دارای بیشترین قطر طبق بوده و به ترتیب از برتری ۷/۸ و ۹/۱ درصدی نسبت به تراکم ۵ بوته در متر مربع برخوردار بودند (جدول ۲). به نظر می‌رسد قطر طبق با افزایش دو برابری تراکم بوته در متر مربع به علت محدود شدن دریافت نور، آب و عناصر معدنی در بوته و توان فتوسنتزی کمتر و رقابت بین بوته‌ای بیشتر، کاهش یافته است. کاهش معنی‌دار قطر طبق با افزایش تراکم بوته در آفتابگردان توسط امامی بیستگانی و همکاران (۱۳۹۰) و ابراهیم (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است.

مطالعات نشان داده اندکه تعداد برگ، بیشتر تحت تاثیر ژنوتیپ قرار دارد و از عوامل محیطی نیز دو عامل دما و طول روز بیش از دیگر عوامل در تشکیل آغازه‌های برگ و ظهور برگ (پلاستوکرون و فیلوکرون) نقش دارند و تراکم تأثیر چندانی در این رابطه ندارد (آلام و همکاران، ۲۰۰۳).

اجزای عملکرد

تاثیر رقم، تراکم و برهمکنش رقم و تراکم بر تعداد دانه در طبق در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های برهمکنش نشان داد که واکنش ارقام مختلف آفتابگردان به تغییر تراکم بوته از نظر تعداد دانه در طبق متفاوت بود. بیشترین تعداد دانه در طبق برای هر یک از ارقام هایسان ۳٦ و پروگرس به ترتیب با میانگین‌های ٥٤٦/۷ و ٥٤٤/۳ دانه مربوط به تراکم ۵ بوته در متر مربع بود در حالی که در ارقام آل استار و زاریا تغییر تراکم نتوانست تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه در طبق را به دنبال داشته باشد و در این ارقام هر سه تراکم در این صفت تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین لازم به ذکر است که رقم هایسان نسبت به ارقام دیگر بیشترین تاثیرپذیری را به تغییرات تراکم بوته در مورد صفت تعداد دانه در طبق نشان داد (شکل ۱).

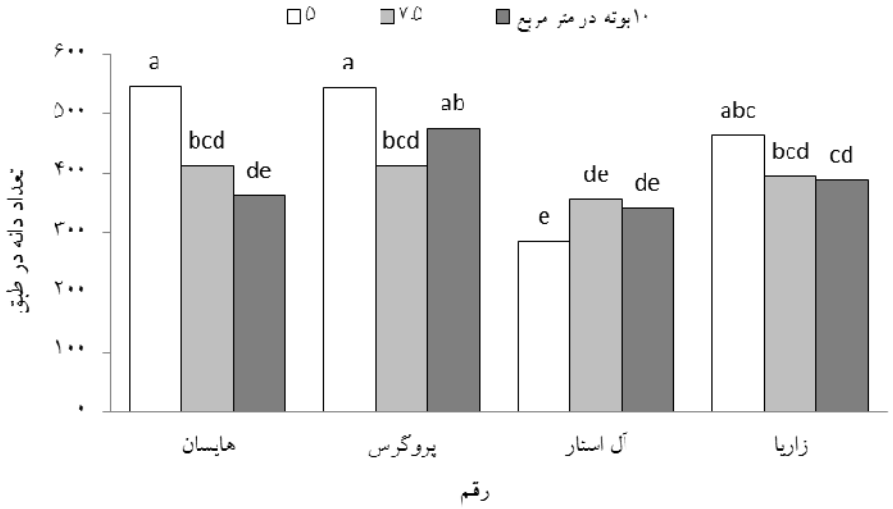
جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیکی آفتابگردان تحت تاثیر اثرات ساده رقم و تراکم بوته

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد برگ در بوته	قطر طبق (سانتی‌متر)
رقم				
هایسان ۳۶	۹۰/۳ b	۸/۱ b	۲۶/۱ b	۸/۲ b
پروگرس	۱۰۰/٤ a	۹/٦ a	۳۰/٤ a	۸/۷ a
آل استار	۷۷/۱ c	۸/۲ b	۱۹/۳ d	٥/٦ d
زاریا	۸۷/۷ b	۸/۲ b	۲٤/۷ c	۷/٦ c
تراکم (بوته در متر مربع)				
٥	۸۲/۸٦ c	۹/۰۳ a	۲٤/۸ a	۷/۸۲ a
۷/٥	۸۹/۲٤ b	۸/۳۹ b	۲٥/۳ a	۷/۷۳ a
۱۰	۹۳/۸۲ a	۸/۲۳ b	۲٥/۲ a	۷/۱۷ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ٥٪).

نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که هر چند رقم و تراکم تاثیر معنی داری بر وزن صد دانه در سطح یک درصد داشت، اما برهمکنش این دو فاکتور بر این جزء عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین وزن صد دانه (٤/۰۳ گرم) مربوط به رقم پروگرس که از برتری ۷/۸، ۸/۲ و ۱۷/۲ درصدی به ترتیب نسبت به ارقام زاریا، هایسان ۳٦ و آل استار برخوردار بود (جدول ٤). به نظر می‌رسد رقابت گلچه‌های بارور و دانه‌های روی طبق برای جذب مواد فتوسنتزی در رقم پروگرس به علت سطح سبز و دوام بیشتر برگ‌ها علیرغم تعداد دانه بیشتر در طبق، شدید نبوده که در نهایت منجر به افزایش وزن صد دانه این رقم گردیده است. گزارش افکاری باجه باج (۲۰۱۱) و باکت و همکاران (۲۰۰٦) مبنی بر تفاوت بین هیبریدهای آفتابگردان در وزن هزار دانه موید نتایج این پژوهش می‌باشد.

وزن صد دانه با افزایش تراکم بوته کاهش یافت. در بین تراکم‌های مختلف بوته، تفاوت وزن صد دانه بین دو تراکم ٥ و ۷/٥ بوته در متر مربع معنی‌دار نبود و این دو تیمار از برتری وزن صد دانه به ترتیب ۸/۸ و ۱٤/۷ درصدی و معنی‌داری نسبت به تراکم ۱۰ بوته در متر مربع برخوردار بودند (جدول ٤). به گزارش خواجه‌پور (۱۳۸۳) با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، به علت وجود رقابت در اثر کمبود مواد غذایی و عوامل محیطی و ضعیف بودن منبع، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. 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. به عبارتی در تراکم‌های زیاد سایه‌اندازی برگ‌های بالایی روی برگ های قسمت میانی و پایین گیاه بیشتر می‌شود و با سایه‌اندازی 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 می یابد و با وجود کاهش تعداد دانه در هر طبق ، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. از اینرو می‌توان گفت که آفتابگردان در تراکم‌های زیاد توازن بین منبع و مخزن را از طریق کاستن وزن و تعداد دانه در طبق ایجاد می‌کند (رشدی، ۱۳۸٤). جعفری و همکاران (۱۳۸٥) نیز گزارش دادند که با افزایش تراکم بوته از قطر طبق و متوسط وزن دانه‌ها کاسته می‌شود. این نتایج با نتایج پژوهشگرانی نظیر تقدیری و همکاران (۱۳۸٥) و امامی بیستگانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز مطابقت دارد.



شکل ۱- برهمکنش رقم و تراکم بوته بر تعداد دانه در طبق آفتابگردان

عملکردهای دانه و بیولوژیک

نتایج نشان داد که رقم و تراکم بوته تاثیر معنی داری در سطح یک درصد بر عملکردهای دانه و بیولوژیک داشته است اما برهمکنش رقم و تراکم بر این صفات معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۲۳۹۰/۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم پروگرس بود که از برتری معنی‌دار۱۹/۹، ۲۸/۷ و ۷۳/۳ درصدی به ترتیب نسبت به ارقام هایسان ۳۶، زاریا و آل استار برخوردار بود. همچنین بین دو رقم هایسان ۳۶ و زاریا تفاوت معنی داری در عملکرد دانه وجود نداشت. در بین ارقام، رقم پروگرس دارای بیشترین و رقم زاریا دارای کمترین عملکرد بیولوژیک بود. با این وجود در عملکرد بیولوژیک بین ارقام پروگرس و هایسان ۳۶ تفاوت معنی داری از لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ٤).

شاید بتوان بالاتر بودن عملکرد رقم پروگرس را به دوام بیشتر برگ‌های آن یا سرعت زیادتر فتوسنتز جاری توام با انتقال مجدد بهتر مواد پرورده به دانه در این رقم ربط داد که منجر به تولید تعداد دانه بیشتر در طبق و دانه‌های سنگین‌تر می‌گردد. پورداد (۱۳۸۱) تفاوت بین ارقام را از نظر عملکرد و اجزای عملکرد به پتانسیل ژنتیکی آنها نسبت داده است، در حالی که سیرنو و همکاران (۱۹۷۸) تفاوت بین ارقام را علاوه بر ویژگی-های ژنتیکی آن‌ها به درصد باروری گل‌ها و فعالیت حشرات گرده افشان مانند زنبورها مرتبط می‌دانند و معتقدند در ارقامی مانند آل استار که گل‌های آن‌ها ریز است در مقایسه با ارقام گل درشت نظیر پروگرس، درصد دانه‌های خالی بالا رفته و منجر به افت عملکرد می‌شود. علی و همکاران (۲۰۱۱)، باکت و همکاران (۲۰۰٦)، کارسلان و همکاران (۲۰۱۰) و نسیم و همکاران (۲۰۱۲) تفاوت بین هیبریدهای آفتابگردان را از نظر عملکردهای دانه و بیولوژیک تایید کرده‌اند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد تراکم‌های ۱۰ و ۵ بوته در متر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند و هر یک از صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع به ترتیب به میزان ٤۹/۵ و ٦۷/۵ درصد نسبت به تراکم ۵ بوته در متر مربع افزایش نشان داد (جدول ۳). تراکم بوته یکی از عوامل زراعی مهم در تعیین عملکرد می باشد و وجود تعداد مناسب بوته در واحد سطح امکان بهره برداری بهینه را از عوامل تولید فراهم می‌کند. گیاه آفتابگردان بر خلاف گیاهان زراعی مانند غلات سردسیری که توانایی تولید پنجه را دارند به علت تک شاخه بودن و عدم پنجه دهی به تغییر تراکم حساسیت بیشتری نشان داده و کاهش تراکم منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود. به نظر می‌رسد با کم شدن فاصله بوته‌ها روی ردیف و در نتیجه افزایش تراکم کشت، شاخص سطح برگ کافی برای دریافت نور در طی مرحله پر شدن دانه فراهم شده و در نتیجه کارایی مصرف انرژی خورشیدی افزایش می یابد و این مساله سبب افزایش عملکردهای دانه و بیولوژیک در واحد سطح می‌شود. به عبارتی

می‌توان گفت که هر چند با افزایش تراکم بوته از تعداد دانه در هر طبق کاسته شد، ولی افزایش تعداد بوته این کاهش را از طریق افز ایش تعداد کل دانه در واحد سطح جبران کرد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به اثر رقم و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد و عملکرد روغن آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد دانه در طبق	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۲۲۸۵۱/۳	۰/٤۹۳	٦٦۲٥٦۸/٥	۸۹۷٤۷٤٤/۱	٦/۱	۱/۹۱	۱۱۸۸٦۹/۱
رقم	۳	۳٦٦۱۱/٥ **	۰/٥۲۸ **	۱٥٤۱٦٤۱/۹ **	۱۲۰۸۳٦٥٦/۹ **	۲۰/۰۱ *	۱۱/۳٤ ns	۲٥٥٤۱۲/۱ **
خطای اصلی	٦	۱٤٦٤/۳	۰/۰٦٥	۲۸٦۲۷/۱	۷۰۳٥٦٦/٤	٦/۱۲	۱۸/۸۰	۹٦٤٦/٦
تراکم	۲	۱۸۰۱٥/٤ **	۰/۷۷۷ **	۱۷۱٤۱۱۳/۲ **	۲٥۰۳٤٦۰۰/۱ **	۷۰/۰۰۷ **	٦٥/٦٦ **	٤۰۳٤۲٥/٦ **
رقم× تراکم	٦	۱۰٥٦٤/٤ **	۰/۰۲۱ ns	۱۱۳۳۱۷/٦ ns	۱۲۲۷۷۹٥/۱ ns	۷/۰۱ ns	۹/۰۲ ns	۳۱٦۱۱/۳ **
اشتباه فرعی	۱٦	۱۹۳۸/٤	۰/۰٦	۳۹٥۲٥/۳	۷۱۲٦۸٥/۲	٤/۰۹	۳/۹۸	٥۷۹۲/٤
ضریب تغییرات	–	۱۰/٥	٦/۸	۱۰/٤	۱٤/٦	٦/۲	٥/۱	۱۰/۱

*، ** و ns، به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ و معنی‌دار نبودن می‌باشد

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های عملکرد، اجزای عملکرد و درصد و عملکرد روغن آفتابگردان تخت تاثیر اثرات ساده رقم و تراکم بوته

تیمار	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت دانه (درصد)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
رقم						
هایسان ۳٦	۳/۷۲ b	۱۹۹۳/٤ b	٦٥۳٦/۸ a	۳۱/۱۱ b	٤۰/۸ a	۸۱٦/٦b
پروگرس	٤/۰۳ a	۲۳۹۰/٥ a	٦۹۱۸/۲ a	۳٤/۰٤ a	۳۸/۸ ab	۹۳۸/۲a
آل استار	۳/٤٤ c	۱۳۸۷/۲ c	٤٤۰۳/۹ c	۳۱/۰۱ b	۳۸/۲ b	٥۳۷/۲d
زاریا	۳/۷٤ b	۱۸٥۷/۷ b	٥۲٦٤/۱ b	۳۲/۱۲ ab	۳۹/۳ ab	۷۳٥/۹c
تراکم (بوته در متر مربع)						
٥	۳/۹ a	۱٥۲۷/٤ c	٤۲۲۱/۹ c	۳٥/۰٦ a	۳٦/٦ b	٥٦۰/٤ c
۷/٥	۳/۷ a	۱۹۱۰/۹ b	٦۰٤٦/٥ b	۳۰/۰۱ b	٤۱/۱ a	۷۸۷/٤ b
۱۰	۳/٤ b	۲۲۸۳/۳ a	۷۰۷۳/۸ a	۳۲/۰٦ b	٤۰/۲ a	۹۲۳/۳ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

افزایش عملکردهای دانه و بیولوژیک آفتابگردان با افزایش تراکم با نتایج کاکاوانی و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت دارد. در مطالعه امامی بیستگانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز کاهش عملکرد ناشی از کاهش تراکم از ۱۲ به ٦ بوته در متر مربع، ۱۹ درصد گزارش شد. با این وجود رادوان و همکاران (۲۰۱۳) کاهش عملکرد دانه را با افزایش تراکم بوته آفتابگردان از ٤/۸ به ۷/۸ بوته در متر مربع گزارش کردند.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد تاثیر رقم بر شاخص برداشت دانه در سطح پنج درصد و تاثیر تراکم بوته بر این صفت در سطح ۱ درصد

معنی دار است ولی برهمکنش رقم و تراکم بر این صفت معنی-دار نبود (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت دانه در بین ارقام (۳٤ درصد) متعلق به رقم پروگرس بود و شاخص برداشت دانه در ارقام دیگر تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ٤). این تفاوت را می توان به اختلاف ژنتیکی ارقام نسبت داد. با بررسی اجزای شاخص برداشت می توان دریافت بیشتر بودن شاخص برداشت دانه در رقم پروگرس ناشی از زیاد بودن عملکرد دانه آن است. به عبارتی در این رقم سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی گیاه به دانه‌ها اختصاص یافته است و باعث شده است تا نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری نسبت به ارقام هایسان ۳۳ و آل استار افزایش یابد.

مقایسه میانگین‌های اثر ساده تراکم بیانگر آن است که تراکم ۵ بوته در متر مربع، بیشترین شاخص برداشت دانه در بوته (۳۵٪) را به خود اختصاص داد و تفاوت معنی‌داری نسبت به دو تراکم بوته دیگر داشت (جدول ٤). کاهش شاخص برداشت با افزایش تراکم بوته توسط قلی نژاد و همکاران (۱۳۸۸) و مهرپویان و همکاران (۲۰۱۰) نیز اعلام شده است. از آنجا که بین اندام های رویشی و زایشی جهت دریافت مواد فتوسنتزی رقابت درون گیاهی وجود دارد، با افزایش تراکم بوته و رقابت میان گیاهان، این رقابت درونی نیز تشدید می شود و از آنجا که مخازن زایشی دیرتر از مخازن رویشی به وجود می‌آیند، معمولا اثرات سوء ناشی از رقابت در درجه نخست بر مخازن زایشی (اقتصادی) اثر گذاشته و در شرایط رقابت شدید ممکن است موجب نازایی تعدادی از اندام‌های زایشی گردد (قلی نژاد و همکاران، ۱۳۸۸) که نتیجه آن کاهش شاخص برداشت می‌باشد. می‌توان گفت که در تراکم های بالای بوته، اگرچه شاخص سطح برگ و عملکرد ماده خشک افزایش می یابد اما به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان از مقدار شاخص برداشت کاسته می-شود. به عبارتی در تراکم‌های پائین مواد فتوسنتزی کمتری صرف بخش رویشی گیاه و توسعه ارتفاع و سطح برگ‌ها شده و در نتیجه سهم عملکرد اقتصادی از کل ماده خشک (شاخص برداشت دانه در بوته) افزایش می‌یابد.

درصد و عملکرد روغن

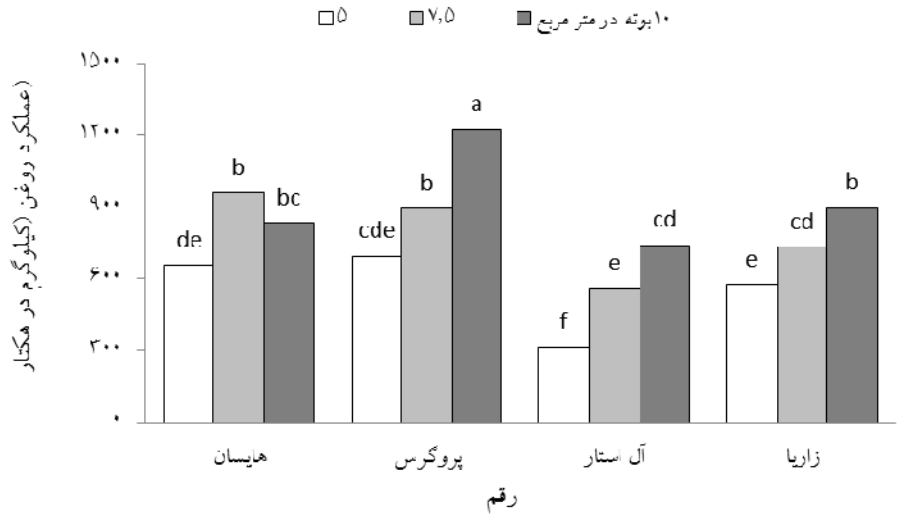
نتایج نشان داد که هر چند رقم تاثیر معنی داری بر درصد روغن نداشته، اما این فاکتور تاثیر معنی داری در سطح یک درصد بر عملکرد روغن داشته است (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد روغن (۹۳۸/۲ کیلوگرم در هکتار) در بین ارقام مربوط به رقم پروگرس بود که نسبت به ارقام هایسان ۳٦، زاریا و آل استار از برتری معنی‌دار به ترتیب ۱٤/۹، ۲۷/۵ و ۷٤/٦ درصدی برخوردار بود (جدول ٤). با توجه به آن که عملکرد روغن تحت تاثیر دو عامل درصد روغن و عملکرد دانه می‌باشد و درصد روغن دانه در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری ندارند، بالاتر بودن عملکرد روغن در رقم پروگرس را می‌توان به بیشتر بودن عملکرد دانه این رقم نسبت به سایر ارقام مربوط دانست. نتایج افکاری باجه باج (۲۰۱۱) نیز بیانگر تفاوت معنی-دار بین هیبریدهای آفتابگردان از نظر عملکرد روغن می‌باشد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که تراکم بوته در سطح یک درصد تاثیر معنی داری بر درصد و عملکرد روغن داشته است (جدول ۳). با افزایش تراکم از ۵ به ۷/۵ و ۱۰ بوته در متر مربع درصد روغن به طور معنی‌داری افزایش یافت، اما بین تراکم‌های ۷/۵ و ۱۰ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ٤). زارع و همکاران (۲۰۰۵) نیز تفاوت درصد روغن دانه آفتابگردان را در تراکم‌های ۸ و ۱۰ بوته در متر مربع گزارش کردند. با این وجود ال‌تابت (۲۰۰٦) و معراجی‌پور و همکاران (۱۳۹۲) در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نشان دادند که تراکم تاثیر معنی‌داری بر درصد روغن ندارد.

عملکرد روغن نیز با افزایش تراکم افزایش یافت و تراکم ۱۰ بوته در متر مربع با میانگین ۹۲۳/۳ کیلوگرم تولید روغن در هکتار از برتری معنی‌دار ۱۷/۲ و ٦٤/۸ درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های ۷/۵ و ۵ بوته در متر مربع برخوردار بود (جدول ٤). علت این موضوع را می‌توان عمدتا عملکرد بیشتر دانه در واحد سطح و تا حدی درصد بیشتر روغن دانه در تراکم ۱۰ بوته آفتابگردان در متر مربع دانست و کمتر بودن عملکرد روغن در تراکم ۵ بوته در متر مربع را می‌توان کاهش توام درصد روغن و عملکرد دانه دانست. امامی بیستگانی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که با کاهش فاصله بوته‌ها و افزایش تراکم بوته، عملکرد روغن افزایش می‌یابد.

بر اساس نتایج اگر چه برهمکنش رقم و تراکم بوته بر درصد روغن معنی‌دار نبود، ولی در سطح یک درصد عملکرد روغن را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۳). بیشترین عملکرد روغن (۱۲۲۳/۹ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم پروگرس در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بود و در هر یک از ارقام پروگرس، آل استار و زاریا با افزایش تراکم، عملکرد روغن به طور معنی-داری افزایش یافت. به عبارتی همه تراکم‌ها در این ارقام تفاوت معنی‌داری داشتند، اما در رقم هایسان بین تراکم‌های ۷/۵ و ۱۰

بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و افزایش بیش از ۷/۵ بوته در متر مربع در این رقم باعث بهبود عملکرد روغن نشد (شکل ۲).



شکل ۲- برهمکنش رقم و تراکم بوته بر عملکرد روغن آفتابگردان

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که رقم پروگرس با توجه به تعداد برگ و قطر طبق بیشتر، توانایی بیشتری در فتوسنتز و تولید دانه در طبق داشته و از آنجایی که وزن هزار دانه آن نیز نسبت به سایر ارقام برتری داشت، از عملکرد دانه بیشتری نیز برخوردار بود. همچنین افزایش تراکم بوته در واحد سطح اگر چه کاهش قطر طبق و اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد تک بوته را به دنبال داشت، اما افزایش تعداد بوته در واحد سطح نه تنها این کاهش را جبران کرد بلکه در نهایت منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد اقتصادی آفتابگردان گردید. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده تیمار رقم پروگرس به علت رشد رویشی و زایشی قوی‌تر و برتری معنی‌دار عملکرد اقتصادی (عملکردهای دانه و روغن) نسبت به سایر ارقام و تراکم ۱۰ بوته در متر مربع به دلیل حداکثر بهره‌برداری از منابع برای تولید، جهت کشت در شرایط این پژوهش پیشنهاد می‌گردد.

منابع

آلیاری، ه. و ف. شکاری. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی). انتشارات عمیدی تبریز. ۲۸۱ صفحه.

امامی بیستگانی، ز.، س. ع سیادت، ع. بخشنده و خ. عالمی سعید. ۱۳۹۰. اثر تراکم بوته برعملکرد کمی و کیفی چهار ژنوتیپ آفتابگردان. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۱، شماره ۲: ۱۰۳-۹۱.

پورداد، س. س. ۱۳۸۱. بررسی هیبریدهای جدید آفتابگردان در شرایط دیم. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، موسسات تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صفحه ۱۴۳.

رشدی، م. ۱۳۸٤. تاثیر تنش آب بر جنبه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام مختلف آفتابگردان. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۴۲ صفحه.

قلی‌نژاد، ع.، ا. توبه، ع. حسن‌زاده و ا. اصغری. ۱۳۸۸. تاثیر تراکم و آرایش کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی. جلد ۱۸، شماره ۱: ۹۹-۸۷.

جنتی، م. ر. ۱۳۸۱. اثر الگوی کاشت رشد، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان هیبرید هایسان ۳۳. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸۹ صفحه.

خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۳ . تولید نباتات صنعتی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۲۷ صفحه.

تقدیری، ب.، گ. احمدوند و ح. مظاهری لقب. ۱۳۸۵. اثر فاصله بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم آفتابگردان. مجله پژوهش کشاورزی (آب، خاک و گیاه در کشاورزی). جلد ٦، شماره ۱: ۳۵-۲٦.

جعفری، ف.، م. یارنیا و م. ولی‌زاده. ۱۳۸۵. بررسی تراکم کاشت بر عملکرد، خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژی هیبرید آذرگل آفتابگردان. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ورامین. صفحه ۵۹.

معراجی‌پور، م.، م. موحدی دهنوی، ح. ر. بلوچی و م. معراجی‌پور. ۱۳۹۲. اثر سایکوسل بر عملکرد دانه و روغن گلرنگ در سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ٦، شماره ۳: ۳۲-۱۷.

مودب شبستری، م. و م. مجتهدی. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی. ٤۳٦ صفحه.

Afkari Bajehbaj, A. 2011. Effects of drought stress and different densities on oil yield and biomass yield of sunflower varieties. Afr. J. Biotech. 10(29): 5608-5613.

Allam, A. Y., G. R. El-Nagar and A. H. Galal. 2003. Response of two sunflower hybrids to planting dates and densities. Acta Agron. Hangrica. 51(1): 25-35.

Agele, S. O., I. O. Maraiyesa and I. A. Adeniji. 2007. Effects of variety seed set efficiency in late season sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a humid zone of Nigeria. Afr. J. Agric. Res. 2(3): 80-88.

Ali, A., M. Afza, I. J. Rasool, S. Hussain and M. Ahmad. 2011. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids performance at different plant spacing under agro-ecological conditions of Sargodha, Pakistan. International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering and Biotechnology. Bangkok, Thailand, 7-9 May, 2011: IACSIT Press: Singapore, 9: 317-322.

Ali, A., A. Ahmad, T. Khaliq, M. Afzal and Z. Iqbal. 2012. Achene yield and quality response of sunflower hybrids to nitrogen at varying planting densities. International Conference on Agriculture, Chemical and Environmental Sciences (ICACES'2012) Oct. 6-7, Dubai (UAE).

Al-Thabet, S. S. 2006. Effect of plant spacing and nitrogen levels on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. King Saud Univ. Agric. Sci. 19(1): 1-11.

AOCS. 1993. Official methods and recommended practices of the american oil chemist`s society, 5th ed, Ba 6-48. The American Oil Chemist`s Society, Champaign.

Bakht, J., S. Ahmad, M. Tariq, H. Akbar and M. Shafi 2006. Performance of various hybrids of sunflower in Peshawar valley. J. Agri. Sci. 3: 25-29.

Beg, A., S. S. Pourdad and S. Alipour. 2007. Row and plant spacing effects on agronomic performance of sunflower in warm and semi-cold area of Iran. Hellia. 30(47): 99-104.

Cirnu, I., V. Dumitrache and E. Hociota. 1978. Pollination of sunflower by honey bees, an important factor in increasing yield, Beekeeping institute. Romanian Beekeeper Assn. Bucharest, Romania.

FAS (Foreign Agriculture Service). 2015. Oilseeds: world market and trades. Current world production, market and trade reports. http://www.fas.usda.gov.

Hajihassani Asl, N., M. Roshdi, M. Ghafari, A. Alizadeh and A. Moradiaghdam. 2008. Effects of drought stress and thinning on growth indices of oil sunflower. J .Res .Agron. Sci. 1(1): 34-41.

Ibrahim, H. M. 2012. Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. ICAAA 2012: July 23-24, 2012, Singapore. APCBEE Procedia 4: 175–182.

Khan, S. A. and A. Muhammed. 1974. Cultural practice for sunflower: Plant populations. Pak. J. Agric. Sci. 25: 73-76.

Karaaslan, D., A. Hatipoglu, Z. Turk and Y. Kaya. 2010. Determination of potential sunflower cultivars for the irrigated conditions of Diyarbakir. Helia. 33(52): 145-152.

Khakwani, A. A., S. Noor, M. Sadiq, I. U. Awan, M. Munir, M. S. Baloch and I. Bakhsh. 2014. Impact of plant densities and NPK fertilization on growth and optimum economic return of sunflower. Sarhad J. Agric. 30(2): 157-164.

Mehrpouyan, M., A. Nazari-Golshan and S. Sayfzadea. 2010. Effect of irrigation stop at different growth stages on some agronomic traits of sunflower (*Helianthus annuus*) under three plant densities in Takestan region, Iran. Plant Ecophysiol. 2: 137-144.

Mojiri, A. and A. Arzani. 2003. Effects of nitrogen rate and plant density on yield and yield components of sunflower. J. Sci. Technol. Agric. Natural Resources. 7: 115-125.

Nasim, W., A. Ahmad, A. Bano, R. Olatinwo, M. Usman, T. Khaliq, A. Wajid, H. M. Hammad, M. Mubeen and M. Hussain. 2012. Effect of nitrogen on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids under sub humid conditions of Pakistan. American J. Plant Sci. 3: 243-251.

Radwan, F. I., M. A. Gomaa, E. E. Kandil and M. Homany. 2013. Effect of plant density and biofertilization on sunflower (*Helianthus annuus* L. cv. Sakha 53) productivity. Res. J. Agric. Biol. Sci. 9(6): 287-295.

Suzer, S. 2010. Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower hybrids. Hellia. 33(53): 207-214.

Tavakoli, A. 2013. Effect of plant density on yield and yield components of sunflower varieties in temperate regions of Kermanshah. Europ. J. Exp. Biol. 3(5): 601-604.

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

Effect of plant density on some morphological traits, yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars

A. Mokhtari[1], S.Gh. Moosavi[2]

Received: 2015-9-21 Accepted: 2016-3-21

Abstract

To study the effect of plant density on some morphological traits, oil percent, yield and yield components of sunflower cultivars, an experiment was conducted at Research Field of Birjand branch Islamic Azad University, Iran in 2009 as a split-plot experiment arranged on a randomized complete blocks design with three replication. In this research main plots were sunflower cultivar in four levels (Progres, Hisan 36, Zaria and Star) and sub-plots were plant density in three levels (5, 7.5 and 10 plants m^{-2}). The results indicated that the effect of cultivar on morphological traits, yield and yield components and oil yield were significant. Also, all mentioned traits and oil percent were significantly affected by plant density with exception on leaf number per plant. Mean comparison also indicated that Progres cultivar was significantly superior for plant height, stem diameter, leaf number per plant, head diameter, 100- seed weight and harvest index as compared with other cultivars. Also, increased density from 5 to 10 plants m^{-2} increased plant height and yields of seed, biological and oil, 13.2, 49.5, 67.5 and 64.8 % respectively, but significantly decreased seed number per head, 100-seed weight and harvest index, 14.8, 12.8 and 8.6 %, respectively. Overall, it is recommended to use Progres cultivar with the density of 10 plants m^{-2} for the cultivation of sunflower under the conditions of this study.

Key words: Oil seed, variety, seed number per head, seed weight, oil

1- MSc. Graduated of Agronomy, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
2- Associated Professor, Department of Agriculture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran