

بررسی اثرات تراکم بوته و برگ‌زنی در مراحل مختلف نمو بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان آجیلی

محسن رشدی^۱، ساسان رضادوست^۲، جواد خلیلی محله^۳ و نواب حاجی حسنی اصل^۴

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تراکم بوته و حذف برگ‌ها در مراحل مختلف نمو، بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان آجیلی (رقم بومی) تحقیقی دو ساله به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت. این آزمایش طی دو سال متوالی در مزرعه ایستگاه تحقیقات جهاد کشاورزی شهرستان خوی به مورد اجرا گذاشته شد. تراکم بوته با سه سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ هزار بوته در هکتار به‌عنوان فاکتور اصلی و درصد برگ‌زنی با مقادیر صفر (شاهد)، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد و مراحل حذف برگ‌ها در زمان باز شدن طبق و گرده‌افشانی به‌عنوان سطوح فاکتورهای فرعی (درصد برگ‌زنی و مرحله نمو حذف برگ‌ها) انتخاب شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تراکم بوته بر ارتفاع و قطر ساقه، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود. تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار حداکثر عملکرد دانه را با شاخص سطح برگ مطلوب و تعداد طبق کافی در واحد سطح تولید نمود، ولی حداقل تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه را نشان داد. با افزایش درصد حذف برگ‌ها، از تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت کاسته شد. حذف برگ‌ها در مرحله گرده‌افشانی تأثیر منفی شدیدی بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و شاخص برداشت نسبت به حذف آن‌ها در مرحله باز شدن طبق داشت. نتایج دو ساله تحقیق نشان داد که زراعت آفتابگردان آجیلی با تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار با حفظ کامل برگ‌ها روی بوته و دوام سطح برگ بالا می‌تواند عملکرد اقتصادی قابل قبولی عاید زارعین منطقه خوی نماید و حذف برگ‌ها در مراحل مختلف نمو حتی با درصدهای پایین قابل توصیه نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، برگ‌زنی، عملکرد، آفتابگردان، وزن هزار دانه.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۲۱

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

۲- مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۳- مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی و دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی واحد علوم تحقیقات تهران

۴- کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

مقدمه و بررسی منابع

انتخاب رقم سازگار و عوامل به‌زراعی مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان از جمله تراکم، آرایش کاشت، برنامه و روش آبیاری، تاریخ کاشت و کوددهی در حصول تولید بالا تأثیرگذار می‌باشد (۱۸). برگ‌های آفتابگردان حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد سطح فتوسنتزی گیاه را به خود اختصاص داده و هر گونه کاهش یا عدم کارایی آن‌ها توسط عواملی نظیر آفات، بیماری‌ها، آسیب‌های مکانیکی ناشی از حوادث نامساعد از جمله باد، ریزش تگرگ، در سایه قرار گرفتن و ... معمولاً کاهش عملکرد را در پی دارد (۵). یکی از نتایج افزایش ارتفاع تشکیل برگ‌های جدید در بخش فوقانی گیاه است که برگ‌های جوان با کارایی بیشتر معمولاً در بالای برگ‌های پیر و مسن قرار گرفته و بخش زیادی از نور خورشید را دریافت می‌کنند (۸). در آزمایش مرادی اقدام (۱۳۸۵) تراکم ۵۵۰۰۰ بوته در هکتار آفتابگردان آجیلی با میانگین ۳۱۲ سانتی‌متر بیشترین و تراکم ۲۵۰۰۰ بوته با میانگین ۲۶۶ سانتی‌متر کمترین ارتفاع گیاه را دارا بودند (۹). جعفری و همکاران (۱۳۸۵) نیز در آزمایش خود گزارش کردند که افزایش تراکم گیاه باعث افزایش بیوماس و ارتفاع گیاه شد، اما قطر طبق و میانگین وزن دانه را کاهش داد (۲). عباسپور و همکاران (۱۳۸۴) اظهار نمودند که عدم تأثیر سطوح برگ‌زنی بر روی ارتفاع بوته ناشی از توقف رشد طولی بوته طی حذف برگ‌ها در مرحله گرده افشانی (R_5) بوده است که با ورود گیاه به مرحله زایشی، رشد رویشی آن‌ها تقریباً متوقف شده بود (۵)، ولی در نتایج تحقیق عبدی و همکاران (۱۳۸۳) معلوم شد که ارتفاع ساقه با برگ‌ریزی شدید در مرحله R_2 کاهش معنی‌داری داشت (۶).

لال و سینگ^۱ (۱۹۹۷) افزایش ارتفاع بوته در تیمارهای حذف برگ جزئی و کامل را در مرحله گل‌دهی گزارش کردند (۱۴).

بوته‌های بلند آفتابگردان آجیلی هر قدر از ساقه‌های کلفت‌تری برخوردار باشند احتمال ورس یا خوابیدگی آن‌ها و در نتیجه افت عملکرد دانه کمتر خواهد بود (۹). مجید و اشنایدر^۲ (۱۹۸۷) گزارش کردند که افزایش تراکم از ۳۲ به ۱۰۱ هزار بوته در هکتار قطر ساقه را از ۲۲/۸ میلی‌متر به ۱۶/۴ میلی‌متر کاهش داد (۱۵). اردکانی و همکاران (۱۳۸۵) طی آزمایشی اظهار نمودند که در تراکم‌های مناسب، افزایش قطر طبق به علت افزایش تعداد دانه‌های تشکیل شده در طبق موجب دستیابی به عملکرد مطلوب شد (۱). اشنایدر^۳ و همکاران (۱۹۸۷) اظهار داشتند که قطع برگ در مرحله گل‌دهی، قطر طبق را تحت تأثیر قرار داده و حذف تمام برگ‌ها در تمامی مراحل نمو، قطر طبق را ۲۵ درصد کم نمود (۱۹). صالحی و بحرانی^۴ (۲۰۰۰) اعلام نمودند که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در طبق کاهش یافت. ایشان علت آن را کاهش قطر طبق و اندازه آن عنوان نمودند که باعث شد تعدادی از گلچه‌های باز شده در اثر تراکم زیاد از بین بروند (۱۸). بوتیگنول^۵ (۱۹۸۳) گزارش کرد که قطع برگ‌ها در مرحله ظهور طبق تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق داشت، ولی حذف برگ‌ها در اواخر مرحله گل‌دهی و رسیدن طبق‌ها اثری بر تعداد دانه در طبق نداشت (۱۱).

1. Lal and Singh
2. Majid and Schneiter
3. Schneiter
4. Salehi and Bahrani
5. Butignol

افشانی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان آجیلی بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی اجرا شد. این مرکز در ۲ کیلومتری شمال این شهرستان با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۵ درجه شرقی واقع شده است. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه منطقه به ترتیب ۲۹۵ میلی‌متر و ۱۰ درجه سلسیوس است. آزمایش در هر دو سال به صورت طرح اسپلت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تراکم‌های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ هزار بوته در هکتار به عنوان سطوح فاکتور اصلی و برگ‌زنی با مقادیر صفر (شاهد)، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد به ترتیب از قسمت پایین ساقه به سمت بالا در مراحل مختلف نمو باز شدن طبق (R₃) و گرده افشانی کامل (R₅) به عنوان سطوح فاکتورهای فرعی به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شدند. عملیات تهیه بستر شامل شخم پاییزه و شخم تکمیلی بهاره، دیسک‌زنی، تسطیح، کودپاشی بر اساس نتایج تجزیه خاک و در نهایت پشته‌بندی بود. طبق نتایج تجزیه خاک، محل آزمایش دارای بافت لومی رسی، جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و متوسط pH آن ۷/۸ بود. هر کرت فرعی شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۶ متر و با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر که فاصله بوته‌های روی ردیف‌ها بر اساس تراکم‌های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ هزار بوته در هکتار به ترتیب ۵۵/۵، ۴۱/۶ و ۳۳/۳ سانتی‌متر بود. تاریخ کاشت بذور رقم بومی آفتابگردان آجیلی در سال اول ۲۰

هالت و زنتر^۱ (۱۹۸۵) نشان دادند که در تراکم‌های مختلف عملکرد دانه آفتابگردان از طریق تغییر در تعداد دانه در طبق و وزن دانه‌ها تنظیم شده و عملکرد دانه تقریباً ثابت می‌ماند (۱۲). رایبسون^۲ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که با افزایش تراکم آفتابگردان عملکرد دانه به طور معنی‌دار افزایش یافت (۱۷). غفاری و دانشیان (۱۳۸۳) طی آزمایشی بیان داشتند که در مزارع آفتابگردان آجیلی به منظور حفظ کمیت و کیفیت مطلوب دانه و دسترسی به عملکرد مناسب بایستی تراکم ۴۲۰۰۰ بوته در هکتار را فراهم نمود (۷). عباسپور و همکاران (۱۳۸۴) در آزمایشی بیشترین عملکرد دانه را به میزان ۲۶۶۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار بدون حذف برگ‌ها (شاهد) و کمترین آن را به میزان ۴۰۲ کیلوگرم در هکتار از تیمار حذف کامل برگ‌ها گزارش نمودند. این محققین در ضمن اظهار داشتند که حذف برگ‌های یک سوم میانی ساقه تأثیر بیشتری بر کاهش عملکرد دانه نسبت به حذف یک سوم فوقانی و تحتانی داشته است (۵). موررو^۳ و همکاران (۲۰۰۱) بیشترین کاهش عملکرد را با حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها در مرحله باز شدن طبق (R₃) و کمترین درصد کاهش عملکرد را از حذف برگ‌ها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی مشاهده نمودند (۱۶). عباسپور و همکاران (۱۳۸۴) هم کمترین شاخص برداشت را در تیمار حذف کل برگ‌ها (۱۷/۴ درصد) و بیشترین آن‌را در تیمارهای بدون حذف برگ (۳۴/۶ درصد) و حذف برگ‌های یک سوم تحتانی ساقه (۳۴/۳) مشاهده نمودند (۵). هدف عمده از اجرای این تحقیق بررسی اثرات تراکم بوته و حذف برگ‌ها در مراحل باز شدن طبق و گرده

1. Holt and Zenter
2. Robinson
3. Muro

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تراکم بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱)، به طوری که با افزایش تراکم بوته در هکتار حداکثر ارتفاع بوته حاصل شد (جدول ۲). با کاهش فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کاشت رقابت بر سر جذب نور منجر به افزایش ارتفاع بوته‌ها تا ارتفاع ۳ متر در تراکم ۵۰ هزار بوته گردید. طبیعی است که بوته‌های مجاور هم برای جذب عوامل محیطی از جمله نور رقابت شدیدی داشته که این مسئله در تراکم‌های بالا فاحش‌تر می‌باشد، لذا با افزایش رقابت برای جذب نور فاصله بین گره‌ها طولانی‌تر شده و بر ارتفاع نهایی بوته افزوده می‌شود. درصد برگ‌زنی و مرحله حذف آن‌ها تأثیر فاحشی بر ارتفاع بوته‌ها نداشت. به طوری که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف برگ‌زنی در مراحل مختلف نمو مشاهده نگردید (جدول ۱). عباسپور و همکاران (۱۳۸۴) در خصوص اثر برگ‌زنی آفتابگردان بر ارتفاع بوته به هیچ اثر معنی‌دار افزایشی یا کاهش نرسیدند. به نظر می‌رسد ارتفاع بوته از جمله صفات ژنتیکی وابسته به رقم بوده و کمتر از پارامترهایی مانند درصد برگ‌زنی تأثیر می‌پذیرد.

قطر ساقه

مطابق نتایج تجزیه واریانس، اثر سال و تراکم و اثر متقابل تراکم \times درصد برگ‌زنی \times مرحله نمو در سطح احتمال یک درصد بر قطر ساقه معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه مقایسه میانگین داده‌ها حداکثر قطر ساقه (۳۵/۱ میلی‌متر) در تراکم ۳۰ هزار و حداقل آن (۲۳/۳ میلی‌متر) در تراکم ۵۰ هزار بوته در

اردیبهشت ماه و در سال دوم آزمایش ۱۶ اردیبهشت ماه بود.

بعد از مرحله رویشی و ظهور طبق، بوته‌ها در مراحل باز شدن طبق (R_3) و گرده افشانی کامل (R_5) در کرت‌های فرعی مطابق تیمارهای انتخابی (صفر، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد) برگ‌زنی شدند. به منظور تعیین عملکرد دانه و اجزای عملکرد تیمارها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (مرحله‌ای که طبق‌ها زرد و براکته‌ها قهوه‌ای بودند) ۱۵ طبق پوشانده شده توسط پاکت (برای جلوگیری از خسارت پرندگان) از ردیف‌های میانی هر کرت بعد از حذف حاشیه برداشته شد. ارتفاع بوته‌ها قبل از بردن طبق‌ها تعیین گردید. برای برآورد درصد خوابیدگی (ورس) بوته‌ها در هر کرت، تعداد بوته‌های خوابیده در ردیف‌های میانی بعد از حذف حاشیه شمارش گردید. بعد از اندازه‌گیری قطر طبق و تعداد کل دانه در هر طبق محاسبه شد. پس از جدا کردن دانه‌های روی طبق، آن‌ها را داخل پاکت‌های کاغذی در آن ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک کرده و سپس وزن دانه‌ها با دقت یک صدم گرم تعیین گردید. عملکرد دانه در واحد سطح برای هر تیمار با استفاده از حاصل ضرب وزن دانه هر طبق در تعداد بوته در متر مربع (تراکم بوته) به دست آمد. برای تعیین شاخص برداشت تیمارهای آزمایشی، وزن خشک اندام‌های هوایی بوته‌ها محاسبه شده و از نسبت عملکرد دانه به وزن خشک کل اندام‌های هوایی آن تیمار (عملکرد بیولوژیکی) استفاده گردید. برای تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی و مقایسه میانگین‌های آن‌ها در صورت معنی‌دار بودن از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده گردید.

می‌توان با توان تأمین بهتر مواد غذایی بوته از طریق ریشه و ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها در جهت پر نمودن طبق‌های کوچک‌تر نسبت داد. با توجه به معنی‌دار بودن سال \times تراکم بر تعداد دانه در طبق، بالاترین مقدار این صفت متعلق به تراکم ۳۰ هزار بوته در سال ۱۳۸۵ بود، ولی اختلاف آن با تراکم ۵۰ هزار بوته در سال ۱۳۸۳ معنی‌دار نبود (جدول ۳). آنچه مسلم است واکنش این صفت (تعداد دانه در طبق) به اثرات سال متفاوت بوده است. درصد برگ‌زنی در هر سطحی باعث کاهش تعداد دانه در طبق شد (جدول ۲). به‌طوری‌که حذف کامل برگ‌ها موجب شد تا تعداد دانه در طبق نسبت به تیمار شاهد ۶۰ درصد کاهش یابد. در این آزمایش نقش فرآورده‌های فتوسنتزی برگ‌ها در پر شدن دانه حتی پس از دوران گل‌دهی و گرده افشانی روشن می‌گردد. عباسپور و همکاران (۱۳۸۴) و موور و همکاران (۲۰۰۱) نتایج مشابهی را مبنی بر کاهش دانه در طبق توام با حذف برگ‌ها گزارش کرده‌اند (۵، ۱۶). مرحله حذف برگ‌ها نیز بر تعداد دانه در طبق مؤثر شد (جدول ۱). به‌طوری‌که حذف دیرتر برگ‌ها تعداد بیشتری از دانه در طبق را کاهش داد (جدول ۲). احتمالاً حذف زودتر برگ‌ها به گیاه فرصت داده تا منابع جدیدتری برای آسیمیلایون و پر کردن دانه‌ها ایجاد نماید.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه با افزایش تراکم بوته کاهش یافت (جدول ۲). درشت‌ترین دانه‌ها در کمترین تراکم بوته حاصل گردید و با افزایش تراکم از ۳۰ هزار بوته از اندازه و وزن دانه‌های آفتابگردان کاسته شد. این موضوع در اثر رقابت شدید درون گونه‌ای بین بوته‌ها، محدودیت آب، مواد غذایی و نور بوجود آمده است. جعفری و همکاران (۱۳۸۵) نیز گزارش

هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). نتایج حاکی از وجود ارتباط معکوس بین ارتفاع بوته و ساقه می‌باشد (۳). به‌عبارت دیگر با افزایش تراکم بوته، قطر ساقه‌ها کاهش یافته است. اهمیت اساسی این صفت در تحمل وزن طبق و القای مقاومت در برابر ورس است. داشتن قطر ساقه کافی در آفتابگردان آجیلی برای تحمل طبق‌های سنگین این گیاه لازم و ضروری می‌باشد، که این مسئله می‌تواند در حفظ طبق و جلوگیری از شکستن ساقه مفید و مؤثر باشد. داده‌های اثر متقابل تراکم بوته \times درصد برگ‌زنی \times مرحله نمو حاکی از وجود حداکثر قطر ساقه در سطوح مختلف تراکم ۳۰ هزار بوته بود (نمودار ۱). با افزایش تراکم بوته و سایه‌اندازی بیشتر از ضخامت ساقه‌ها کاسته شد. مرادی اقدم (۱۳۸۵) و جعفری و همکاران (۱۳۸۵) نیز ضمن ارایه گزارش‌های مشابه اظهار داشتند که یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه در تراکم‌های بالا، کاهش قطر ساقه و خوابیدگی بوته‌ها می‌باشد (۹، ۲).

تعداد دانه در طبق

تعداد دانه در طبق تحت تأثیر تیمارهای تراکم بوته، درصد برگ‌زنی، مرحله نمو و اثر متقابل سال در تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش تعداد بوته در واحد سطح تا تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار تعداد دانه در طبق هم روند افزایشی داشت (جدول ۲). در نگاه اول با علم بر این‌که افزایش تراکم منجر به کاهش قطر طبق شده است، افزایش دانه در طبق همسو با افزایش تراکم منطقی به‌نظر نمی‌رسد. اما کاهش قطر طبق منجر به گرده افشانی بهتر و سریع‌تر گلچه‌ها (قبل از برخورد با هوای گرم مرداد و مرگ پولن‌ها) شده و در نتیجه تعداد دانه‌های پر طبق افزایش یافته است. هم‌چنین این مسئله را

عملکرد دانه

نتایج تجزیه و تحلیل آماری دو ساله نشان داد که اثر تراکم بر عملکرد دانه معنی‌دار است (جدول ۱). حداقل عملکرد دانه معادل ۱۲۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۳۰ هزار بوته و حداکثر آن در تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار برابر با ۱۵۸۴/۹ به‌دست آمد (جدول ۲). بر اساس ارقام آرایه شده افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۵۰ هزار بوته موجب افزایش عملکرد در حدود ۲۳ درصد شد. نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج گزارش شده غفاری و دانشیان (۱۳۸۳) مطابقت داشت (۷). بررسی اجزای عملکرد گیاه این حقیقت را روشن می‌سازد که تنها عاملی که منجر به افزایش تولید در تراکم‌های بالا شده است، صرفاً تعداد بوته و به‌عبارت دیگر تعداد طبق در واحد سطح بوده است. اثر متقابل \times تراکم بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). عملکرد دانه آفتابگردان آجیلی در سال ۱۳۸۵ برای هر سه تراکم بوته بالاتر از میانگین سال ۱۳۸۳ بود. این مسئله شاید حاکی از وجود شرایط محیطی مناسب طی سال ۱۳۸۵ در تولید عملکرد دانه مناسب باشد. عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح مختلف درصد حذف برگ قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش درصد حذف برگ‌ها، مقدار کاهش عملکرد مشهودتر بود (جدول ۲). به‌طوری‌که در تیمار حذف کامل برگ‌ها نسبت به تیمار شاهد (عدم حذف برگ‌ها) عملکرد دانه در هکتار ۸۵ درصد کاهش نشان داد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سال \times درصد برگ‌زنی عملکرد دانه آفتابگردان آجیلی طی هر دو سال آزمایش با افزایش درصد برگ‌زنی تنزل یافت (نمودار ۳). ولی درصد افت عملکرد دانه در سال ۱۳۸۵ به نسبت سال ۱۳۸۳ کمتر بود. ضمناً با حذف

کردند که با افزایش تراکم بوته از قطر طبق و متوسط وزن دانه‌ها کاسته شد (۲). در مورد سطوح برگ‌زنی، با افزایش حذف برگ‌ها کاهش وزن هزار دانه مشاهده شد (جدول ۲). این مسئله حاکی از اهمیت زیاد برگ‌ها در تغذیه کامل دانه‌ها و پر شدن آن‌ها دارد. به‌طوری‌که با حفظ برگ‌ها و دوام سطح برگ بالا بعد از مرحله گرده افشانی می‌توان سنگین‌ترین دانه‌ها را نیز تولید نمود. حذف کامل برگ‌ها موجب کاهش ۶۵ درصدی در وزن هزار دانه شد. زمان حذف برگ‌ها هم بر وزن خشک دانه مؤثر واقع شد (جدول ۱). چنان‌که با حذف زودتر برگ‌ها (مرحله باز شدن طبق) وزن دانه‌ها نسبت به مراحل دیرتر فرصت بازیابی بیشتری داشت. وزن هر دانه با حذف برگ‌ها در مرحله باز شدن طبق از ۸۸ گرم به ۸۳/۶ گرم در تیمار حذف برگ‌ها در مرحله گرده افشانی رسید (جدول ۲). به نظر می‌رسد با حذف دیرهنگام برگ‌ها بیشتر از وزن دانه‌ها کاسته می‌شود.

اثر متقابل معنی‌داری بین تراکم \times درصد برگ‌زنی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل مذکور نشان داد که در هر سه تراکم مورد بررسی با افزایش درصد برگ‌زنی از وزن هزار دانه آفتابگردان کاسته شد و بالاترین وزن هزار دانه در تراکم ۳۰ هزار بوته با عدم حذف برگ‌ها به‌دست آمد (نمودار ۲). بدیهی است که با حذف بخش‌های فتوسنتز کننده گیاه تغذیه دانه‌ها علی‌رغم انتقال مجدد مواد از سایر بخش‌ها کامل نبوده و موجب کاهش وزن دانه‌ها خواهد شد. به‌نظر می‌رسد تأثیر حذف برگ‌ها بر تغییرات وزن هزار دانه شدیدتر از تراکم بوته می‌باشد.

اثر متقابل معنی داری در سطح ۵ درصد بین سال \times درصد برگ زنی \times مرحله نمو بر عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۱). با توجه به تأثیر منفی برگ زنی در مرحله گرده افشانی بر عملکرد دانه، طی دو سال آزمایش کمترین مقدار این صفت با برگ زنی طی مرحله مذکور به دست آمد (نمودار ۶). به نظر می رسد فقط برگ کافی جهت تغذیه دانه های در حال تشکیل طی مرحله گرده افشانی حایز اهمیت فراوانی باشد، چون در مرحله باز شدن طبق درصد افت عملکرد دانه با برگ زنی نسبت به مرحله گرده افشانی پایین تر بود (نمودار ۶).

شاخص برداشت

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تراکم بر شاخص برداشت مؤثر نشد ولی درصد برگ زنی تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۳). با افزایش سطح برگ زنی از صفر تا ۱۰۰ درصد، شاخص برداشت کاهش ۵۰ درصدی نشان داد (جدول ۴). افت شاخص برداشت نشان گر این مطلب است که اثر تیمار برگ زنی بر تنزل عملکرد دانه بیشتر از عملکرد بیولوژیکی بوده است. چرا که اعمال تیمار برگ زنی پس از اتمام دوره رویشی گیاه بوده و تقریباً عملکرد بیولوژیکی گیاه به سر حد نهایی رسیده است و از طرف دیگر وابستگی مرحله پرشدن دانه ها را به حضور فعال منابع فتوسنتز کننده (برگ ها) را نشان می دهد. مرحله نمو حذف برگ ها نیز بر شاخص برداشت آفتابگردان مؤثر شد (جدول ۳). حذف برگ ها در مرحله باز شدن طبق (R_3) شاخص برداشت بیشتری (۱۹ درصد) نسبت به حذف آن ها در مرحله گرده افشانی معادل با ۱۸ درصد داشت (جدول ۴). چنان که پیشتر نیز اشاره شد تأخیر در حذف برگ ها موجب کاهش تعداد دانه در طبق و

کل برگ ها در هر دو سال کمترین عملکرد دانه به دست آمد. زمان اعمال تیمار برگ زنی هم بر عملکرد دانه اثر معنی داری داشت (جدول ۱). به طوری که وقتی گیاه در مرحله گرده افشانی (R_5) برگ های خود را از دست داد، عملکرد دانه افت شدیدتری نسبت به مرحله نمو باز شدن طبق (R_3) داشت. اشنایدر^۱ و همکاران (۱۹۸۷) اظهار داشتند هر قدر موقع از دست دادن برگ ها زودتر اتفاق کاهش عملکرد آفتابگردان نامحسوس تر خواهد بود، چرا که فرصت برای جبران منابع جایگزین بیشتر است (۱۹). اثر متقابل تراکم بوته \times درصد برگ زنی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین این اثر متقابل حاکی از وجود حداکثر عملکرد دانه به میزان ۲۷۰۳ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۵۰ هزار بوته با حفظ کامل برگ ها می باشد (نمودار ۴). داده های این تحقیق نشان گر کاهش عملکرد اقتصادی آفتابگردان با افزایش حذف برگ ها می باشد. این موضوع حاکی از اهمیت حفظ برگ های این گیاه تا آخرین مرحله نمو (رسیدگی فیزیولوژیک) برای دستیابی به محصول بالا می باشد. مقایسه میانگین های اثر متقابل سال \times تراکم \times درصد برگ زنی از لحاظ عملکرد دانه نشان داد که بالاترین عملکرد دانه به میزان ۳۷۰۱ کیلوگرم در هکتار با تراکم ۵۰ هزار بوته و بدون حذف برگ ها بدست آمد (نمودار ۵). داده های همین نمودار بیان گر افزایش عملکرد دانه با بالا بردن تعداد بوته در واحد سطح طی دو سال آزمایش بود. البته با توجه به وجود شرایط محیطی مطلوب طی سال ۱۳۸۵ میزان عملکرد دانه در این سال در تمامی سطوح تراکم و برگ زنی به مراتب بالاتر از سال ۱۳۸۳ بود (نمودار ۵).

1. Schneter

رشدی، م. بررسی اثرات تراکم بوته و برگ‌زنی در مراحل مختلف نمو بر...

۳- رعایت نکات به زراعی از جمله انتخاب تاریخ کاشت مناسب و تراکم مطلوب بوته می‌تواند در زراعت آفتابگردان آجیلی از بالایی برخوردار است. بالاخص که طبق آفتابگردان آجیلی بزرگ و سنگین بوده و برای حفظ این طبق‌ها ساقه‌هایی با ارتفاع و ضخامت مناسب لازم و ضروری می‌باشد.

۴- با توجه به یافته‌های دوساله این آزمایش کشت آفتابگردان آجیلی تا تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار توصیه می‌گردد. در ضمن از حذف برگ‌های میانی و فوقانی بوته که به اشتباه توسط زارعین منطقه در بعضی موقع انجام می‌گیرد بایستی پرهیز نمود.

۵- انجام تحقیقات گسترده در مورد نکات به زراعی و به نژادی زراعت آفتابگردان آجیلی که با ۱۵ هزار هکتار به عنوان کشت غالب منطقه می‌باشد لازم و ضروری است.

۶- امیدواریم با کاربرد یافته‌های تحقیقات عملی کاربردی در سطح مزارع آفتابگردان آجیلی وضعیت اقتصادی زارعین منطقه بهبود یابد.

وزن هزار دانه می‌گردد، با کاهش این دو جزء اصلی از اجزای عملکرد، نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک تغییر یافته و یا به عبارت دیگر کم شده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از ۲ سال تحقیق را می‌توان به صورت پیشنهاداتی جهت کاربردی نمودن یافته‌های آزمایشی مطرح نمود:

۱- برگ‌های آفتابگردان به عنوان عمده‌ترین منبع تأمین‌کننده مواد غذایی سایر اندام‌های گیاهی از جمله طبق از اهمیت بالایی برخوردار بوده و بایستی با اتخاذ تدابیر مناسب دوام سطح برگ را به خصوص بعد از مرحله گرده افشانی بهبود بخشید.

۲- اهمیت برگ‌های بخش‌های مختلف ساقه در تعیین عملکرد دانه آفتابگردان متفاوت بوده و تا حد ممکن از حذف برگ‌های بخش‌های فوقانی و میانی ساقه تحت هر شرایطی خودداری نمود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب ۲ ساله اثر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع بوته (سانتی متر)، قطر ساقه (میلی متر)، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه (گرم)، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (درصد)

| شاخص برداشت | میانگین مربعات | | | | | درجه آزادی | منابع تغییر |
|-------------|----------------|---------------|-------------------|-----------|-------------|------------|-----------------------------------|
| | عملکرد دانه | وزن هزار دانه | تعداد دانه در طبق | قطر ساقه | ارتفاع بوته | | |
| ۴/۴۵ | ۷۸۲۲۴/۰۲ | ۳۵/۳۴ | ۶۷۰۶/۲۷ | ۱۸/۷۵ | ۲۴۵۲/۳۳ | ۲ | تکرار |
| ۴۰/۵۰* | ۱۱۸۸۵۲۵۶/۲۵** | ۲۹۰۷/۰۰ | ۲۴۸/۰۶ | ۲۶/۶۹** | ۱۷۵/۵۶ | ۱ | سال |
| ۰/۷۷ | ۷۳۲۳۲/۱۵ | ۳۸۷/۳۰ | ۱۸۱۷/۰۲ | ۰/۱۹۴ | ۱۴/۵۸ | ۲ | اشتباه (۱) |
| ۷/۷۴ | ۱۴۲۶۲۱/۵۶** | ۵۷۳/۳۶** | ۱۹۸۸۱/۰۶* | ۱۷۳۳/۵۲** | ۲۸۶۸۱/۴۰** | ۲ | تراکم |
| ۰/۲۱ | ۳۳۸۴۵۶۲/۶۵** | ۲۳/۰۳ | ۲۹۰۷۳/۷۷* | ۱/۸۰ | ۲۳/۹۰ | ۲ | سال × تراکم |
| ۶/۴۹ | ۳۴۳۳۴/۵۳ | ۳۳/۵۶ | ۴۴۲۵/۴۴ | ۹/۲۵ | ۷۱۴/۶۰ | ۸ | اشتباه (۲) |
| ۳/۸** | ۳۵۴۵۲۶۰۷/۸۹** | ۴۶۱۲۳/۲۹** | ۱۰۲۶۲۸۸/۳** | ۲۶/۴۷ | ۸۲۷/۴۵ | ۳ | برگ زنی |
| ۱۰۸۸ | ۱۹۷۸۶۸۷/۲۱** | ۲۸/۳۸ | ۷۰۰/۶۹ | ۰/۱۰۲ | ۳۹/۲۳ | ۳ | سال × برگ زنی |
| ۲/۵۰ | ۹۲۶۹۶/۴۵** | ۴۱۲/۷۲** | ۱۷۲۷/۵۳ | ۱۱/۱۶ | ۵۱۴/۹۲ | ۶ | تراکم × برگ زنی |
| ۰/۶۴ | ۲۵۴۲۸۸/۱۶** | ۲۰/۲۶ | ۱۷۰/۹۶ | ۰/۵۷ | ۱۳/۷۶ | ۶ | سال × تراکم × برگ زنی |
| ۳۸/۰۶** | ۶۶۴۷۶۸/۴۴** | ۶۸۰/۳۴** | ۱۶۶۶۲/۵۱** | ۲/۲۵ | ۷/۵۶ | ۱ | مرحله نمو |
| ۰/۰۱ | ۳۵۹۱۰/۲۵ | ۱۶/۶۷ | ۷۰/۸۴ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰۷ | ۱ | سال × مرحله نمو |
| ۱/۳۶ | ۱۴۰۹۲/۰۹ | ۹۹/۵۳ | ۱۱۸۵/۹۲ | ۳۴/۳۱ | ۱۵۰/۰۲ | ۲ | تراکم × مرحله نمو |
| ۰/۴۰ | ۸۰۱۴/۵۶ | ۴۴/۱۹ | ۵۶/۹۷ | ۰/۶۷ | ۱۳/۶۳ | ۲ | سال × تراکم × مرحله نمو |
| ۳/۵۹ | ۲۷۶۷۶/۶۳ | ۱۵۲/۳۸ | ۲۳۲۸/۴۷ | ۲/۲۵ | ۵۰/۷۹ | ۳ | برگ زنی × مرحله نمو |
| ۰/۲۸ | ۹۸۸۴۵/۱۴* | ۱۴/۱۹ | ۵۴/۷۷ | ۰/۴۰ | ۹/۰۰۷ | ۳ | سال × برگ زنی × مرحله نمو |
| ۲/۳۷ | ۱۲۷۹۱/۰۵ | ۱۶/۷۰ | ۴۳۵/۳۹ | ۴۰/۳۴** | ۳۹۹/۷۷ | ۶ | تراکم × برگ زنی × مرحله نمو |
| ۰/۳۶ | ۱۷۶۸۵/۵۶ | ۱۳/۵۷ | ۲۹۶/۱۱ | ۰/۳۵ | ۱/۸۳ | ۶ | سال × تراکم × برگ زنی × مرحله نمو |
| ۳/۳۸ | ۲۹۵۰۵/۵۶ | ۷۰/۲۰ | ۲۰۹۶/۷۶ | ۱۲/۴۳ | ۶۶۴/۱۸ | ۸۴ | اشتباه (۳) |

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد

رشدی، م. بررسی اثرات تراکم بوته و برگ‌زنی در مراحل مختلف نمو بر...

جدول ۲- تأثیر عوامل آزمایشی بر میانگین ۲ ساله ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه

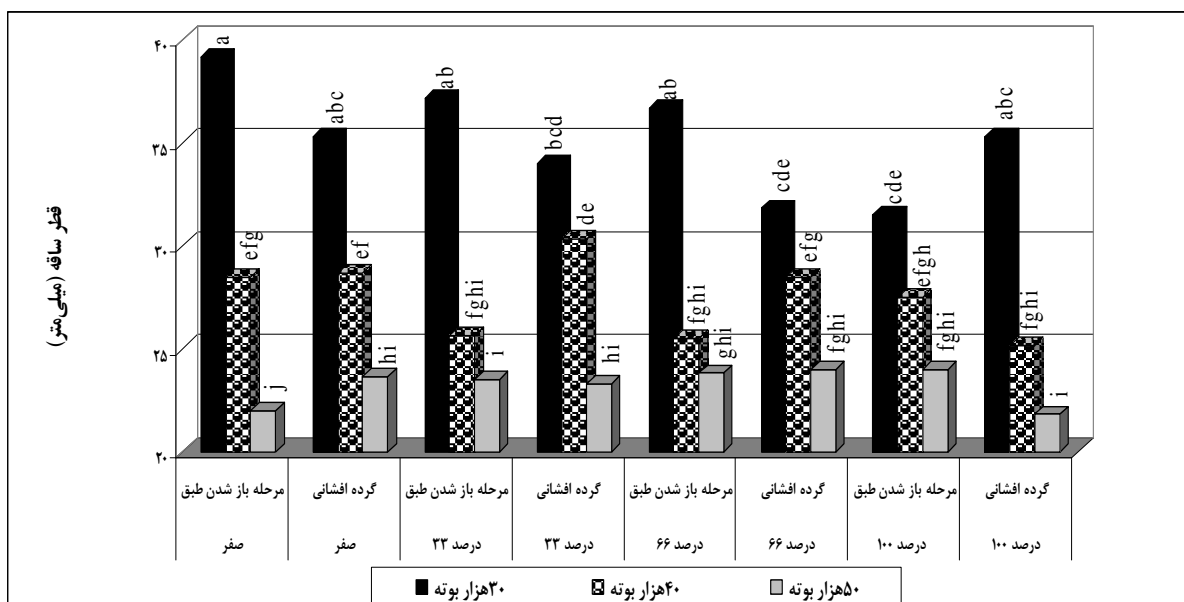
| شاخص برداشت (درصد) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | وزن هزار دانه (گرم) | تعداد دانه در طبق | قطر ساقه (میلی‌متر) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | فاکتورهای آزمایشی |
|-----------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| تراکم بوته | | | | | | |
| ۱۸/۲۳ a | ۱۲۴۰/۳۱ c | ۸۹/۷۷ a | ۴۲۹/۸۵ a | ۳۵/۱۳a | ۲۶۷/۶۷ c | ۳۰ هزار بوته |
| ۱۸/۹۳ a | ۱۴۰۲/۸۱ b | ۸۳/۴۸ b | ۳۸۹/۶۷ b | ۲۷/۴۸ b | ۲۹۰/۵۰ b | ۴۰ هزار بوته |
| ۱۸/۲۳ a | ۱۵۸۴/۸۸ a | ۸۴/۱۵ b | ۴۰۴/۱۷ ab | ۲۳/۲۷c | ۳۱۶/۵۲a | ۵۰ هزار بوته |
| درصد برگ‌زنی | | | | | | |
| صفر (شاهد) | | | | | | |
| ۲۳/۳۸ a | ۲۵۰۹/۵۸ a | ۱۲۵/۳۶ a | ۵۹۷/۳۶ a | ۲۹/۵۶a | ۲۹۶/۷۲a | ۳۳ درصد |
| ۲۱/۹۴ b | ۱۹۶۰/۸۶ b | ۱۰۳/۲۲ b | ۴۹۸/۸۳ b | ۲۹/۰۰a | ۲۹۴/۵۶a | ۶۶ درصد |
| ۱۷/۳۴ c | ۷۷۷/۶۹ c | ۷۰/۵۶ c | ۲۹۹/۶۷ c | ۲۸/۳۹a | ۲۸۷/۷۵a | ۱۰۰ درصد |
| ۱۱/۱۸ d | ۳۸۹/۱۹ d | ۴۴/۰۶ d | ۲۳۵/۷۲ d | ۲۷/۵۶a | ۲۸۷/۲۲a | مراحل نمو |
| باز شدن طبق (R3) | | | | | | |
| ۱۸/۹۸ a | ۱۴۷۷/۲۸ a | ۸۷/۹۷ a | ۴۱۸/۶۵ a | ۲۸/۷۵a | ۲۹۱/۷۹a | گرده افشانی (R5) |
| ۱۷/۹۵ b | ۱۳۴۱/۳۹ b | ۸۳/۶۳ b | ۳۹۷/۱۴ b | ۲۸/۵۰a | ۲۹۲/۳۳a | |

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

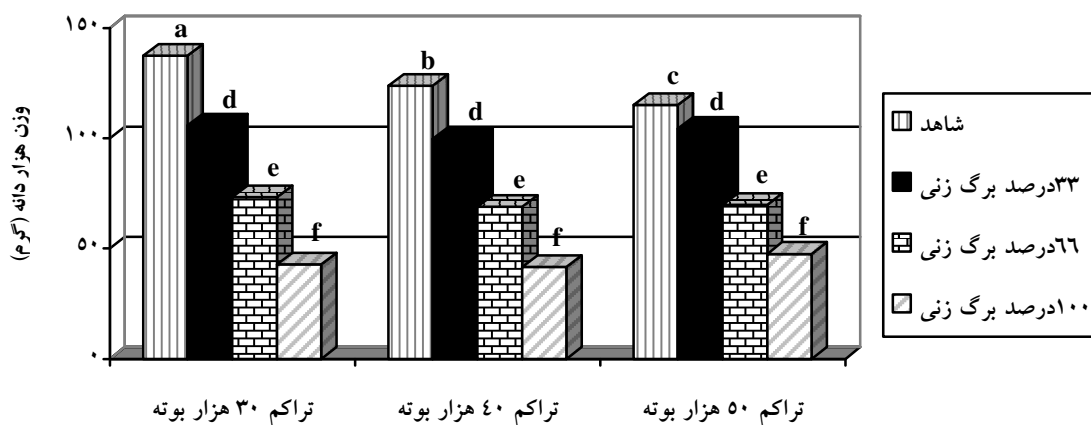
جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سال × تراکم از لحاظ تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه

| عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | تعداد دانه در طبق | فاکتورهای آزمایشی |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------|
| سال ۱۳۸۳ | | |
| ۱۱۵۳/۲۹ d | ۴۰۳/۲۵ b | تراکم ۳۰ هزار بوته |
| ۱۱۵۵/۳۸ d | ۴۰۹/۵۴ b | تراکم ۴۰ هزار بوته |
| ۱۰۵۷/۴۶ d | ۴۱۴/۸۳ ab | تراکم ۵۰ هزار بوته |
| سال ۱۳۸۵ | | |
| ۱۳۲۷/۳۳ c | ۴۵۶/۴۶ a | تراکم ۳۰ هزار بوته |
| ۱۶۵۰/۲۵ b | ۳۶۹/۷۹ b | تراکم ۴۰ هزار بوته |
| ۲۱۱۲/۲۹ a | ۳۹۳/۵۰ b | تراکم ۵۰ هزار بوته |

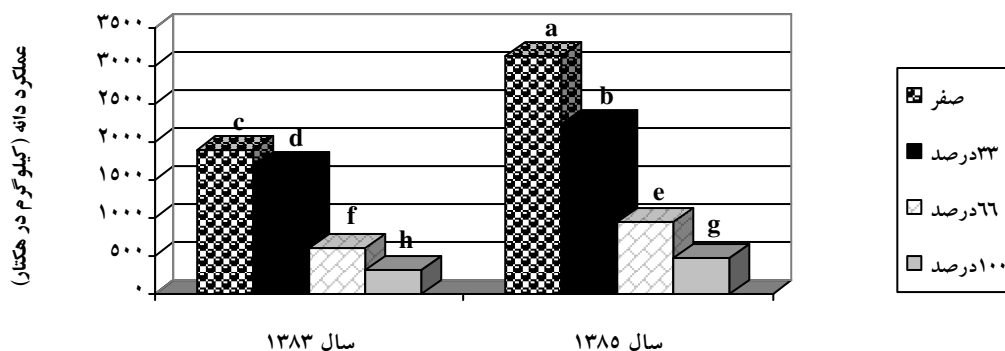
حروف غیرمشابه در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.



نمودار ۱- مقایسه میانگین‌های دو ساله اثرات متقابل تراکم بوته درصد برگ‌زنی و مرحله برگ‌زنی برای قطر ساقه (برحسب میلی متر)

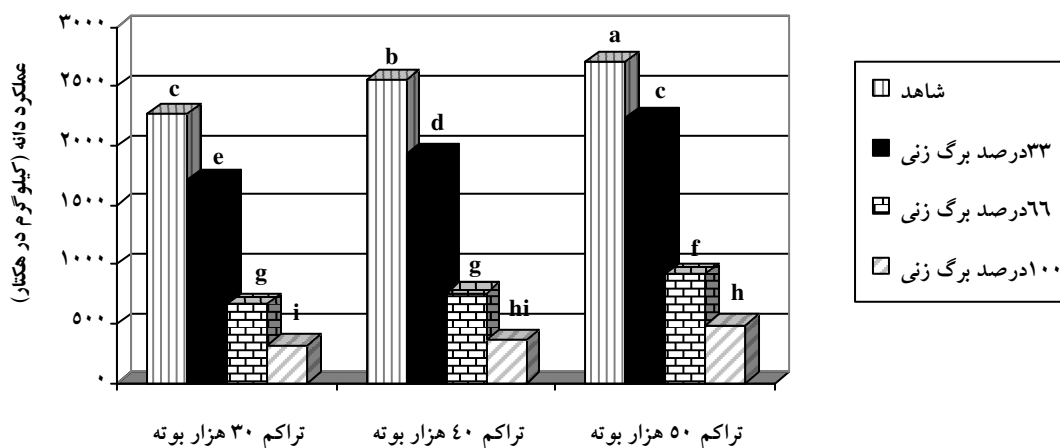


نمودار ۲- مقایسه میانگین‌های دو ساله اثرات متقابل تراکم بوته، درصد برگ‌زنی از لحاظ وزن هزار دانه

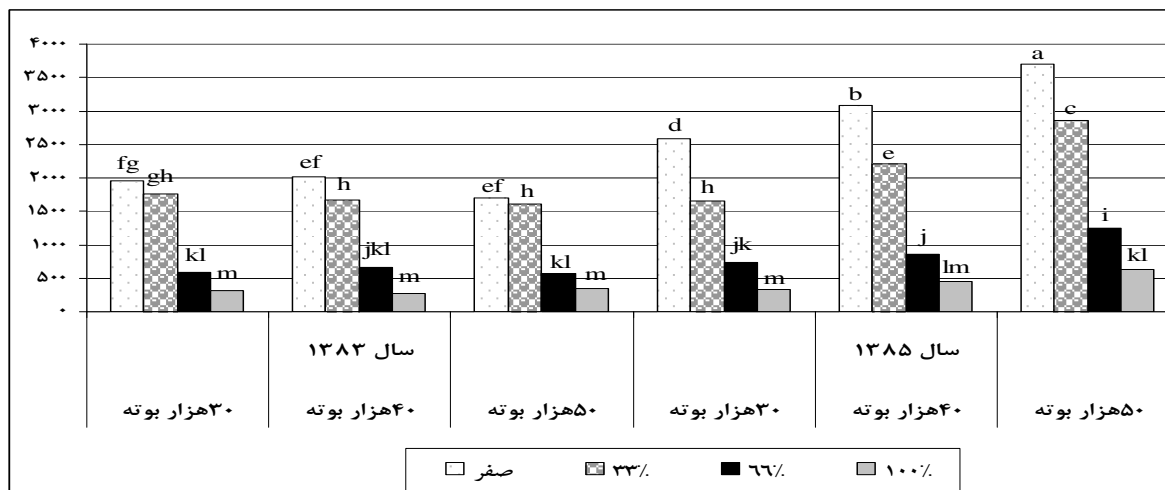


نمودار ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سال × درصد برگ‌زنی از لحاظ عملکرد دانه

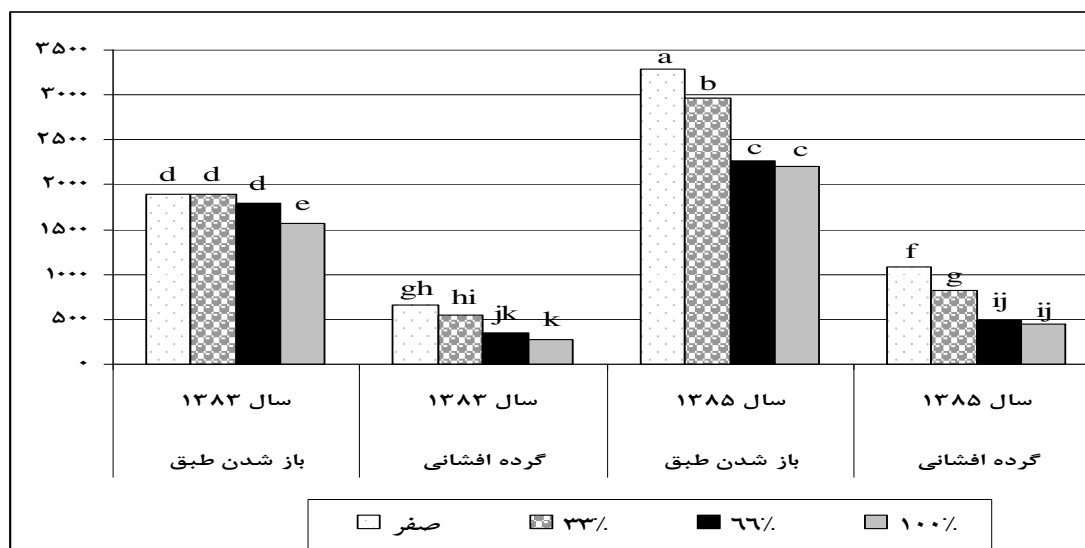
رشدی، م. بررسی اثرات تراکم بوته و برگ‌زنی در مراحل مختلف نمو بر...



نمودار ۴- مقایسه میانگین‌های دو ساله اثرات متقابل تراکم بوته و درصد برگ‌زنی از لحاظ عملکرد دانه



نمودار ۵- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سال × تراکم × درصد برگ‌زنی از لحاظ عملکرد دانه



نمودار ۶- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سال × درصد برگ‌زنی × مرحله برگ‌زنی از لحاظ عملکرد دانه

منابع

- ۱- اردکانی، م. ر.، ع. رحمتی، م. یارنیا، ج. دانشیان و م. ولیزاده. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تراکم بر عملکرد و اجرای عملکرد دو هیبرید آفتابگردان. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، صفحه ۹.
- ۲- جعفری، ف.، ح. امیر حلاجی، م. یارنیا، ه. آلیاری و م. ولیزاده. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تراکم کاشت بر عملکرد، خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژیک هیبرید آذرگل آفتابگردان. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، صفحه ۵۹.
- ۳- جنتی، م. ۱۳۸۱. اثر آرایش کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید های سان ۳۳ آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۹۴ صفحه.
- ۴- رحمتی، ع.، م. یارنیا، م. ر. اردکانی، ج. دانشیان و م. ولیزاده. ۱۳۸۵. بررسی محدودیت منبع- مخزن و اثر تراکم بر آن، در دو هیبرید آفتابگردان. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، صفحه ۳۷۵.
- ۵- عباسپور، ف.، م. ر. شکیبیا، ه. آلیاری و م. ولیزاده. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر حذف برگ در مرحله شروع گردهافشانی طبق بر روی عملکرد روغن و اجزای آن در دو رقم آفتابگردان. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۵، شماره اول، صفحه ۷-۱.
- ۶- عبدی، س. ۱۳۸۳. بررسی اثرات حذف برگ با سه شدت در چهار مرحله زایشی بر روی میزان عملکرد و روغن دو هیبرید آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ۶۸ صفحه.
- ۷- غفاری، م و ج. دانشیان. ۱۳۸۳. بررسی واکنش هیبرید آذرگل آفتابگردان به آرایش های مختلف کاشت در منطقه خوی. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، صفحه ۴۲۰.
- ۸- مختارزاده، س. ۱۳۸۳. تأثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر روی قابلیت های زراعی هیبرید های سان ۳۳ آفتابگردان در منطقه خوی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۷۰ صفحه.
- ۹- مرادی اقدم، ا. ۱۳۸۵. بررسی اثر تنش کم آبی و تراکم بوته بر صفات زراعی و برخی شاخص های رشد آفتابگردان آجیلی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، ۱۶۶ صفحه.
10. Alkio, M., Grimm, E., and Diepen Brock, W. 2000. Source sink relationship decides on grain filling in sunflower. Proceeding of the 3rd International Crop Science Congress, Hamburg, Germany, PP: 142.
11. Butignol, C. A. 1983. Sunflower yield with three different stages of artificial defoliation. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 18 (6): 631- 634.
12. Holt, N. W., and Zenter, R. P., 1985. Effect of plant density and row spacing on agronomic performance and economic returns of nonoil seed sunflower in southeastern Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science 65: 501- 509.
13. Johnson, B. L. 2003. Dwarf sunflower response to row spacing stand reduction, and defoliation at different growth stages. Canadian Journal of plant Science 83: 319- 326.

14. Lal, G. S., and Singh, A. K. 1997. Effect of numeral manipulation in leaves on seed yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Crop Research* 13 (2): 477- 481.
15. Majid, H. R., and Schneiter, A. A. 1987. Yield and quality of semi dwarf and standard-height sunflower hybrids grown at five plant populations. *Agronomy Journal*. 79: 681-684.
16. Muro. J., Irigoyen, I., Militon, A. F., and Lamsfus, C. 2001. Defoliation effects on sunflower yield reduction. *Agronomy Journal* 93: 634- 637.
17. Robinson, R. G., Ford, J. H., Lueschen, W. E., Rabas, D. L., Wames, D. D., and Wiersma, J. V. 2002. Sunflower plant population and arrangement. *Agronomy Journal* 74: 363- 365.
18. Salehi, F., and Bahrani, M. J. 2000. Sunflower summer-planting yield as affected by plant population and nitrogen application rates. *Iran Agriculture Research* 18: 63- 72.
19. Schneiter, A., Jones, J. M., and Hammond, J. J. 1987. Simulated hail research in sunflower, defoliation. *Agronomy Journal* 79 (3): 431- 434.