مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هفدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

بررسی برخی از خصوصیات فنولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد هیبریدهای آفتابگردان

جهانفر دانشیان[۱]، *حمید جباری[۲]، علیرضا مقدم‌خمسه[۳]، پریسا جنوبی[۴]، غلامعباس اکبری[۵]، سمانه متقی[۲] و علی شمس[۶]

[۱]دانشیار پژوهش بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، [۲]دانشجوی دکتری زراعت، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، [۳]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه شاهد، [۴]استادیار دانشکده تربیت معلم تهران، [۵]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، [۶]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد زراعت، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۶

چکیده

به‌منظور بررسی برخی از خصوصیات فنولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد ۱۸ هیبرید آفتابگردان، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد بررسی از نظر تمامی خصوصیات فنولوژیک، تعداد برگ فعال و شاخص سطح برگ در مرحله پر شدن دانه، شدت تشعشع فعال فتوسنتزی و نسبت نور قرمز به مادون قرمز در کف جامعه گیاهی، ضریب استهلاک نور، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه تفاوت معنی‌داری داشتند، در حالی‌که از نظر تعداد دانه در تک گیاه و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در این آزمایش هیبریدهای متوسطرس و دیررس آفتابگردان در مقایسه با هیبریدهای زودرس با دارا بودن شاخص سطح برگ بالا در جذب شدت تشعشع فعال فتوسنتزی کارآمدتر ظاهر شدند و با کسب بیشترین ضریب استهلاک نور از بیشترین عملکرد دانه برخوردار بودند. بررسی ضرایب همبستگی

*مسئول مکاتبه: shenghar021@yahoo.com

نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد با صفات طول دوره پر شدن دانـه، طـول دوره زایشی، طول دوره رشد، شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه، درصد روغن دانـه و شـاخص برداشـت وجود داشت، در حالی‌که نسبت نور قرمز به مادون قرمز در کـف جامعـه گیـاهی همبـستگی منفـی و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت. هیبرید مهر با دارا بودن دوره گلدهی طـولانی (٦ روز) و طـول دوره رشد مناسب (۹۸ روز) توانست با استفاده بهتر از شرایط مطلوب محیطی و با برخورداری از شـاخص سطح برگ زیاد (۳/۳) و ضریب استهلاک نور بالا (۰/۹۸)، بیشترین تعداد دانـه (۹۸۰)، عملکـرد دانـه (۳۸٦۱ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن دانه (٤۸/۳) را تولید نماید.

واژه‌های کلیدی: هیبریدهای آفتابگردان، شدت تشعشع فعال فتوسنتزی، ضریب استهلاک نور، نسبت نور قرمز به مادون قرمز

مقدمه

تولید دانه در گیاهان یک پدیده پیچیده بوده و عوامل چندی به‌طور مستقیم و غیـر مـستقیم بـر آن مؤثرند (کوباتا و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین شناخت این عوامل و محدودیت‌هایی که برای دستیابی بـه عملکردهای بالاتر در محصولات زراعی وجود دارند می‌تواند اقدام مؤثری در تولید ارقام سازگار و پر محـصول باشـد. در بـین گیاهـان زراعـی و بـه‌خـصوص دانـه‌هـای روغنـی، آفتـابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از مهمترین منابع تولید روغن در جهان به‌شـمار مـی‌رود (خـدمات کشاورزی خارجی، ۲۰۰٦) و ژنوتیپ‌های زودرس، متوسطرس و دیررس آن جهت کشت در شـرایط مختلف آب و هوایی و رطوبتی وجود دارند. عملکرد دانه آفتابگردان یک صفت مهم و بـسیار پیچیـده است که محصول اثر متقابل صفات زیادی از گیاه می‌باشد (نبی پور و همکاران، ۲۰۰۵) و این صـفت پیچیده همانند سایر محصولات زراعی تحت تأثیر عوامل مختلفـی از جملـه ژنوتیـپ قـرار مـی‌گیـرد (جباری و همکاران، ۲۰۰۷). بر این اساس راسون و تورنر (۲۰۰۱) گزارش کردند که در شرایط تأمین رطوبت کافی ارقام آفتابگردان با طول دوره رشد طولانی مناسب‌ترند و دارای بـالاترین عملکـرد دانـه می‌باشند، درحالی‌که انگادی و انتز (۲۰۰۲) نتیجه گرفتند که هیبریدهای پاکوتـاه و زودرس ایـن گیـاه برای مناطقی با فصل رشد کوتاه و کم آب سازگاری بیشتری دارند. پژوهش‌های جبـاری و همکـاران (۲۰۰۷) نیز بیانگر آن است که در شرایط آبیاری مطلوب هیبریدهای متوسطرس و دیررس آفتابگردان

به‌دلیل طول دوره رشد طولانی توانستند از شرایط مطلوب محیطی به خوبی استفاده کـرده و بیـشترین عملکرد دانه را به‌دست آورند ولی در شرایط کمبود رطوبت خاک، هیبریدهای زودرس به‌دلیـل تطبیـق مراحل فنولوژیک و متحمل بودن در برابر کم‌آبی، با شیب کاهش عملکرد کمتری مواجـه گردیدنـد و بیشترین عملکرد دانه را در سطوح تنش کم‌آبی تولید کردند.

در اوایل دهه ۱۹۷۰ با معرفی اولین هیبریدهای آفتابگردان تحولی عظیم در زمینه کشت و کار این گیاه صورت پذیرفت و هر ساله هیبریدهای جدید در سراسر دنیا تولید شدند که این امر با افزایش عملکرد دانه و روغن در واحد سطح همراه بوده است (لوپز پریرا و همکاران، ۲۰۰۸). لوپز پریرا و همکاران (۲۰۰۰) تعداد دانه و وزن هزار دانه را مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد دانه هیبریدهای آفتابگردان یاد کرده‌اند و وگا و همکاران (۲۰۰۱) طی بررسی نقش دانه در تعیین عملکرد آفتابگردان اظهار داشتند که تعداد دانه مهم‌ترین جزء عملکرد دانه می‌باشد و همبستگی بسیار معنی‌داری بین عملکرد و تعداد دانه وجود دارد. این در حالی است که برخی از خصوصیات فنولوژیک (کونور و هال، ۱۹۹۷؛ درودریگوئز و همکاران، ۲۰۰۲؛ وزین و زمانی، ۲۰۰۵)، مورفولوژیک (دلاوگا و هال، ۲۰۰۲؛ جباری و همکاران، ۲۰۰۷) و فیزیولوژیک (آندراده و همکاران، ۲۰۰۲؛ لیبنسون و همکاران، ۲۰۰۲؛ روسئوکس و همکاران، ۲۰۰۰) نیز می‌توانند نقش مهمی را در عملکرد دانه آفتابگردان ایفا نمایند. در این رابطه سینگ و لبانا (۱۹۹۰) گزارش کردند که عملکرد دانه آفتابگردان همبستگی مثبتی با تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر طبق و وزن صد دانه داشت. جباری و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر نقش طول دوره رشد در افزایش عملکرد هیبریدهای آفتابگردان در شرایط آبیاری مطلوب تأکید کرده‌اند. سادراس و همکاران (۱۹۹۳) و فرانسیسکو و همکاران (۱۹۹٦) نیز بر نقش سرعت و طول دوره پر شدن دانه بر وزن هزار دانه آفتابگردان تأکید کرده‌اند. هم‌چنین تعداد برگ، سطح برگ و سرعت پیر شدن آن در گیاه آفتابگردان در میان ژنوتیپ‌ها متغییر می‌باشد و از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد دانه می‌باشد (گیمنز و فررز، ۱۹۸٦؛ دلاوگا و هال، ۲۰۰۲؛ یااوآ و همکاران، ۲۰۰۸). هال (۲۰۰٤) تغییرات سطح برگ و تعداد آن در گیاه آفتابگردان را عامل تعیین کننده‌ای برای ضریب استهلاک نور و تثبیت کربن دانسته‌اند. به طور کلی مقدار اشعه جذب شده به طور خطی با میزان پوشش برگی یک پوشش گیاهی[1] همبستگی دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۹٤) و سطح برگ در گیاهان به‌طور عمده میزان استهلاک نوری در جامعه گیاهی را تعیین می‌کند (فریرا و آبرو، ۲۰۰۱). البته در این

1- Canopy

میان باز یا بسته بودن پوشش گیاهی ارقام آفتابگردان که به برگ‌های کوچک و دمبرگ دراز آن‌ها بستگی دارد نیز بر میزان عبور نور از پوشش گیاهی تأثیرگذار می‌باشد (نوبل، ۱۹۹۹).

آندراده و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی تأثیر ضریب استهلاک نور بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آفتابگردان گزارش دادند که افزایش ضریب استهلاک نور از ۸۰ به ۹۳ سبب افزایش عملکرد دانه هیبرید زودرس آفتابگردان گردید.

هم‌چنین بررسی‌های آگیرزابال و همکاران (۲۰۰۳) و دوسیو و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد که میزان استهلاک شدت تشعشع فعال فتوسنتزی در طی دوره پر شدن دانه عامل اصلی در تعیین درصد روغن دانه می‌باشد. این در حالی است که روسئوکس و همکاران (۲۰۰۰) برای اولین بار نسبت نور قرمز به مادون قرمز را در کف جامعه گیاهی آفتابگردان اندازه‌گیری کردند و نتیجه گرفتند که به‌طور کلی نسبت یاد شده در مقایسه با شدت تشعشع فعال فتوسنتزی تأثیرگذاری بیشتری بر دوام برگ‌های پایین جامعه گیاهی آفتابگردان دارد. همچنین بالاره و همکاران (۱۹۸۷) نیز کاهش نسبت نور قرمز به مادون قرمز را در کف جامعه گیاهی آفتابگردان گزارش کرده‌اند.

با توجه به نیاز روزافزون کشور به تولید روغن نباتی و اهمیت آن در جیره غذایی، هدف از پژوهش حاضر (۱) شناسایی تفاوت‌های فنولوژیک و فیزیولوژیک در هیبریدهای زودرس و دیررس آفتابگردان و (۲) بررسی تأثیر برخی از خصوصیات فیزیولوژیک از قبیل شاخص سطح برگ، ضریب استهلاک نور و نسبت نور قرمز به مادون قرمز بر عملکرد و درصد روغن دانه هیبریدهای زودرس و دیررس آفتابگردان بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی واقع در شهرستان کرج اجرا گردید. عرض جغرافیایی محل آزمایش ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ٦ دقیقه شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۱ متر می‌باشد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و ۱۸ هیبرید آفتابگردان که اسامی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است از نظر صفات فنولوژیک، فیزیولوژیک و زراعی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمایش که در شرایط آبیاری مناسب (مطلوب) اجرا شد، زمان آبیاری کلیه کرت‌ها بر اساس ٦۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه بود.

جدول ۱- اسامی مبدأ و تیپ رشدی هیبریدهای مورد آزمایش.

شماره	هیبرید	مبدأ	تیپ رشدی	شماره	هیبرید	مبدأ	تیپ رشدی
۱	$A_{۱٤۸}\times R_{٦٥}$	ایران	متوسط رس	۱۰	$A_{٧٥}\times R_{۱۹٦}$	ایران	زودرس
۲	$A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$	ایران	خیلی	۱۱	$CMS_{۲٦}\times R_{۱۰۳}$	ایران	زودرس
۳	$A_{٤٦}\times R_{٧۳}$	ایران	متوسط رس	۱۲	ایروفلور	فرانسه	دیررس
٤	$A_{۱٤۸}\times R_{۱۰٥}$	ایران	زودرس	۱۳	آلستار	فرانسه	نسبتاً
٥	$A_{٧٤}\times R_{۹٥}$	ایران	زودرس	۱٤	هایسان ۳۳	استرالیا	دیررس
٦	$A_{۱٦۸}\times R_{۲٥}$	ایران	متوسط رس	۱٥	مهر	ایران	دیررس
۷	$A_{۱۱۲}\times R_{۸۲}$	ایران	زودرس	۱٦	آذرگل	ایران	دیررس
۸	$A_{٧٤}\times R_{۲۱۸}$	ایران	زودرس	۱۷	هایسان ۳٦	استرالیا	دیررس
۹	$A_{۲}\times R_{٥۸}$	ایران	زودرس	۱۸	بروکار	فرانسه	دیررس

خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی، وزن مخصوص ظاهری ۱/٤۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب، میزان هدایت الکتریکی ۱/٤ میلی‌موس بر سانتی‌متر و میانگین اسیدیته خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متری حدود ۷/۸ بود. برای تهیه زمین اجرای آزمایش ابتدا یک شخم نیمه عمیق با گاوآهن برگردان دار و بعد از آن ۲ دیسک عمود بر هم زده شد. سپس با نمونه‌برداری از خاک و بر اساس توصیه مؤسسه خاک و آب، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع فسفات آمونیوم و اوره (در دو مرحله، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ٦ تا ۸ برگی) در زمین پخش شد و توسط فاروئر جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید. تاریخ کاشت در تاریخ ۸۵/۳/۱ صورت گرفت و زمان برداشت برای هر هیبرید براساس طول دوره رشد متفاوت بود. هر کرت آزمایشی دارای ٤ خط به طول ۵ متر و با فاصله ٦۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت نیز ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هم‌چنین فاصله بین تکرارها ۳ متر تعیین گردید.

در طول دوره رشد یادداشت‌برداری‌های لازم از مراحل فنولوژیک گیاه بر اساس روش اشنایدر و میلر (۱۹۸۱) صورت گرفت. همچنین شمردن تعداد برگ‌های فعال در مرحله پر شدن دانه از چهار بوته به‌طور تصادفی در هر کرت صورت پذیرفت. اندازه‌گیری سطح برگ براساس روش گوکسوی و

همکاران (۲۰۰٤) از چهار بوته در هر کرت در مرحله پر شدن دانه برای هر هیبرید به‌صورت جداگانه و به‌وسیله دستگاه سطح برگ سنج[1] صورت پذیرفت.

شاخص‌های نوری اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل شدت تشعشع فعال فتوسنتزی[2] در محدوده ٤۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر و نسبت نور قرمز به نور مادون قرمز[3] بودند که به‌ترتیب با استفاده از دستگاه‌های تشعشع سنج[4] و نسبت نور قرمز به نور مادون قرمز سنج (نسبت طول‌موج ٦٦۰ به ۷۳۰ نانومتر)[5] در مرحله پر شدن دانه اندازه‌گیری شدند. لازم به ذکر است که برای اندازه‌گیری شاخص‌های مذکور براساس روش کالوینو و همکاران (۲۰۰٤) در هر کرت آزمایشی، از ۵ نقطه در کف و بالای جامعه گیاهی در بین ساعات ۱۱:۳۰ تا ۱٤:۳۰ اندازه‌گیری به‌عمل آمد و میانگین آن‌ها برای آنالیز داده‌ها استفاده گردید. همچنین در این آزمایش ضریب استهلاک نور از معادله (۱) برآورد گردید (کالوینو و همکاران، ۲۰۰٤).

$$RI= [۱- (It/I0)] \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

در این معادله RI ضریب استهلاک نوری، It میزان شدت تشعشع فعال فتوسنتزی در کف جامعه گیاهی و I_0 میزان شدت تشعشع فعال فتوسنتزی در بالای جامعه گیاهی می‌باشد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت آزمایشی ٦ طبق به‌طور تصادفی برداشت گردید و پس از جداسازی دانه از آن‌ها صفاتی نظیر وزن هزار دانه و تعداد دانه محاسبه شد (چیمنتی و همکاران، ۲۰۰۲). برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه چند تکرار صدتایی از هر تیمار جدا و پس از توزین با ترازوی دقیق میانگین آن‌ها به‌عنوان وزن هزار دانه هر کرت تعیین گردید. همچنین تعداد دانه در گیاه به‌وسیله دستگاه شمارشگر بذر[6] و براساس روش وزنی محاسبه شد. ارزیابی عملکرد دانه در هر کرت پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کشت در سطح ٤/۵ متر مربع از هر کرت از خطوط میانی انجام گرفت که دانه‌ها به‌وسیله کمباین از طبق‌ها جدا شدند. برای تعیین شاخص برداشت از

1- مدل ΔT.Area Meter HVN1223
2- PAR
3- Red to far red ratio
4- سنسور مدل SKP 210
5- سنسور مدل SKR 110
6- Seed Counter

نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک در هنگام رسیدگی گیاه استفاده شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن دانه‌ها نیز از هر کرت آزمایشی حدود سه گرم بذر تهیه شد و با دستگاه طیف‌سنجی انعکاس مغناطیسی هسته‌ای[1] در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مقدار روغن دانه مشخص گردید (لوپز پریرا و همکاران، ۲۰۰۰). در پایان پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS صورت پذیرفت و میانگین تیمارها به‌روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات فنولوژیک در جدول ۲ ارائه شده است و بر این اساس در بین هیبریدهای مورد بررسی از نظر تمام خصوصیات فنولوژیک تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. در این آزمایش هیبریدهای خیلی زودرس $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ و زودرس $A_{۷٥}\times R_{۱۹٦}$ کم‌ترین و هیبرید دیررس هایسان ۳۳ بیشترین تعداد روز تا مرحله غنچه‌دهی را دارا بودند (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ساده صفات فنولوژیک مورد بررسی در هیبریدهای آفتابگردان.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		غنچه دهی (روز)	آغاز گلدهی (روز)	طول دوره فعال گلدهی (روز)	طول دوره پر شدن دانه (روز)	طول دوره زایشی (روز)	طول دوره رشد (روز)
بلوک	۲	۰/۲٤	۰/۰٥	٥/۰٥ *	۲۸/۳۸	۲٤/٥۱	۱۷/۹۰
هیبریدها	۱۷	۳۰/۳٥ **	۲۳/۲٥ **	٤/۰۷ **	۱٤٦/۲٤ **	۱۸۳/۹۰ **	۲۳٥/۰۱ **
خطای‌آزمایشی	۳٤	۱/٥۹	۰./٤۸	۱/۳۱	۱۹/۷٦	۲۰/٤۷	۱۷/٥٥
ضریب تغییرات	-	۳/۹	۱/٥	۲٦/٤	۱۱/۹	٦/٦	٤/٤

* و ** به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

1- (NMR) Nuclear Magnetic Resonance

هم‌چنین هیبرید مهر بیشترین تعداد روز تا آغاز گلدهی را داشت، در حالی‌که هیبریدهای خیلی زودرس $A_{184}\times R_{30}$ و زودرس $CMS_{26}\times R_{103}$ کمترین تعداد روز تا آغاز گلدهی را کسب کردند که نشان‌دهنده آغاز زودهنگام گرده‌افشانی می‌باشد (جدول ۳). درودریگوئز و همکاران (۲۰۰۲) نیز تفاوت از نظر تعداد روز تا آغاز گلدهی را در بین ارقام مختلف آفتابگردان گزارش کرده‌اند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد در این آزمایش اختلاف در بین هیبریدها ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی (کونور و هال، ۱۹۹۷) یا به اصطلاح زودرسی یا دیررسی آن‌ها باشد. البته دوره نوری و دما نیز از عوامل مؤثر در شروع مراحل فنولوژیک در ارقام آفتابگردان می‌باشد (هال، ۲۰۰٤). در این آزمایش هیبریدهای دیررس هایسان ۳۳ و مهر با دارا بودن بیشترین طول دوره فعال گلدهی در رتبه برتری قرار داشتند، درحالی‌که هیبریدهای خیلی زودرس $A_{184}\times R_{30}$ و متوسط رس $A_{46}\times R_{73}$ از کمترین طول دوره فعال گلدهی برخوردار بودند (جدول ۳) که به‌نظر می‌رسد وجود این اختلافات ناشی از خصوصیات ژنتیکی هیبریدها باشد (وزین و زمانی، ۲۰۰۵).

از نظر طول دوره فعال پر شدن دانه هیبرید دیررس آذرگل با ٥٤/۳ روز و هیبرید خیلی زودرس $A_{184}\times R_{30}$ با ۲٤/۳ روز به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). این در حالی است که هیبرید زودرس $A_{72}\times R_{58}$ نیز با دارا بودن ۲۸/٦ روز از طول دوره فعال پر شدن دانه کوتاهی برخوردار بود (جدول ۳). اصولاً ارقام آفتابگردانی که از دوره فعال پر شدن دانه کوتاهی برخوردار هستند، سرعت پر شدن دانه و سرعت رشد دانه بالاتری دارند (فرانسیسکو و همکاران، ۱۹۹٦). بنابراین در این آزمایش می‌توان این گونه بیان نمود که هیبرید آذرگل از دوره فعال پر شدن دانه طولانی و احتمالاً هیبرید $A_{72}\times R_{58}$ از سرعت پر شدن دانه بالایی برخوردار بوده‌اند.

طول دوره زایشی در گیاه آفتابگردان شامل تعداد روز از مرحله ستاره‌ای شدن تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک گیاه می‌باشد که در این بررسی هیبرید زودرس $A_{72}\times R_{58}$ با ٥٦ روز از کمترین و هیبرید دیررس آذرگل با ۸۸/۳ روز از بیشترین طول دوره زایشی برخوردار بودند (جدول ۳). هم‌چنین بیشترین طول دوره رشد متعلق به هیبرید دیررس آذرگل با ۱۱٤/٦ روز بود و هیبرید هایسان ۳۳ با ۱۰۷/۰ روز در رتبه بعدی قرار داشت (جدول ۳). این در حالی است که هیبرید خیلی زودرس $A_{184}\times R_{30}$ با ۷۹ روز کمترین طول دوره رشد را به خود اختصاص داد و زودرس‌ترین هیبرید آزمایشی بود (جدول ۳). همچنین هیبریدهای زودرس $A_{72}\times R_{58}$ و $CMS_{26}\times R_{103}$ نیز از نظر طول دوره رشد جزء هیبریدهای زودرس آزمایشی بودند (جدول ۳). در این آزمایش تفاوت‌های ژنتیکی

باعث به وجود آمدن ۳۶ روز اختلاف در رسیدگی فیزیولوژیک بین زودس‌ترین و دیررس‌ترین هیبرید آزمایشی گردید که با نتایج وزین و زمانی (۲۰۰۵) هم‌خوانی داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات فنولوژیک مورد بررسی در هیبریدهای آفتابگردان.

	غنچه‌دهی (روز)	آغاز گلدهی (روز)	طول دوره فعال گلدهی (روز)	طول دوره پر شدن دانه (روز)	طول دوره زایشی (روز)	طول دوره رشد (روز)
هیبرید						
$A_{۱٤۸}\times R_{٦٥}$	۲۹/٦ e-h	٤٤/۳ ef	۳/۳ c	٤٦/٦ b	۷۸/٦ b	۱۰۲/۰ bc
$A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$	۲۸/۳ h	٤۲/۳ g	۳/۳ c	۲٤/۳ h	٥٦/٦ hi	۷۹/۰ j
$A_{٤٦}\times R_{۷۳}$	۳۱/٦ de	٤٥/۳ de	۳/۳ c	٤۰/۳ b-e	۷۱/۳ b-e	۹٦/۳ c-f
$A_{۱٤۸}\times R_{۱۰٥}$	۳۱/۳ def	٤٤/۳ ef	۳/٦ c	۳۲/۰ e-h	٦۲/۳ f-i	۸۷/۳ ghi
$A_{۷٤}\times R_{۹٥}$	۲۸/٦ gh	٤۳/۳ fg	۳/٦ c	۳۲/۳ e-h	٦۳/٦ e-i	۸٦/٦ ghi
$A_{۱٦۸}\times R_{۲٥}$	۳۱/۰ d-g	٤٤/٦ def	۳/٦ c	۳۷/۰ c-g	٦٤/٦ d-h	۹۱/۳ e-h
$A_{۱۱۲}\times R_{۸۲}$	۳٥/۰ bc	٤٦/٦ c	۳/۳ c	۳٦/٦ c-g	٦٥/٦ d-g	۹٤/۰ d-g
$A_{۷٤}\times R_{۲۱۸}$	۲۹/۰ fgh	٤۳/۳ fg	٤/۰ bc	۳٦/۰ d-g	٦٥/۳ d-g	۹۰/۳ f-i
$A_{۲}\times R_{٥۸}$	۳۱/۰ d-g	٤۳/۳ fg	٤/۰ bc	۲۸/٦ gh	٥٦/۰ i	۸۳/۰ ij
$A_{۷٥}\times R_{۱۹٦}$	۲۸/۳ h	٤۳/۳ fg	٤/۰ bc	۳۷/٦ c-f	۷۰/۳ b-f	۹۱/٦ e-h
$CMS_{۲٦}\times R$	۲۹/۰ fgh	٤۲/۳ g	٥/۰ bc	۳۰/۰ fgh	٦۰/۳ ghi	۸٤/۳ hij
ایروفلور	۳٦/۰ ab	٥۰/۰ ab	٥/۰ bc	۳۹/۳ b-e	۷۳/۰ bcd	۹۹/٦ cd
آلستار	۳۲/۰ de	٤٤/٦ def	٤/۰ bc	۳٤/۰ d-g	٦٤/٦ d-h	۹۰/۳ f-i
هایسان ۳۳	۳۸/۰ a	٤۹/۰ b	۸/۰ a	٤٤/٦ bc	۷٤/٦ bc	۱۰۷/۰ b
مهر	۳٦/٦ ab	٥۰/۳ a	٦/۰ b	۳٦/٦ c-g	٦۹/۰ c-f	۹۸/۰ c-f
آذرگل	۳٥/۰ bc	٤۹/۳ ab	٤/۳ bc	٥٤/۳ a	۸۸/۳ a	۱۱٤/٦ a
هایسان ۳٦	۳٦/۰ ab	٤۹/٦ ab	٤/٦ bc	۳۸/٦ b-e	۷۰/۰ c-f	۹۹/۰ cde
بروکار	۳۳/۰ cd	٤٥/٦ cd	٤/٦ bc	٤۱/٦ bcd	۷۰/٦ b-f	۹۸/۰ c-f

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات تعداد برگ فعال و شاخص سطح برگ در مرحله پر شدن دانه، شدت تشعشع فعال فتوسنتزی، ضریب استهلاک نور و نسبت نور قرمز به مادون قرمز در جدول ٤ نشان می‌دهد که هیبریدهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس ساده برخی از صفات مورد بررسی در هیبریدهای آفتابگردان.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد برگ فعال در مرحله پر شدن دانه	شاخص سطح برگ‌در مرحله پر شدن دانه	شدت تشعشع فعال فتوسنتزی (میکرومول بر مترمربع)	ضریب استهلاک نور	نسبت نور قرمز به مادون قرمز
بلوک	۲	٤۱/٤۲ **	۰/٦۸ *	٦/۰۱	۰/۰۰۰۱٤	۰/۰۰۱
هیبریدها	۱۷	۲۲/۷۵ **	۲/۳۷ **	٤۸/۸۷ **	۰/۰۰۱۷۲ **	۰/۰۳۷ **
خطای	۳٤	٤/۷٦	۰/۱۹	۲/۳۵	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰٤
ضریب		۱۵/۱	۱۵/۹	۱۸/۲	۰/۹	۱۰/۷

* و ** به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

بررسی نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول ۵ بیان‌کننده این مطلب است که خصوصیات ژنتیکی ارقام بیشترین تأثیر را در تولید برگ نشان می‌دهد، به‌طوری‌که در میان هیبریدهای مورد بررسی هیبریدهای دیررس بروکار و هایسان ۳۳ به‌ترتیب با ۱۹/٦ و ۱۸ برگ از بیشترین تعداد برگ فعال در مرحله پر شدن دانه برخوردار بودند (جدول ۵). هم‌چنین هیبرید هیبرید خیلی زودرس $A_{184}\times R_{30}$ با دارا بودن ۹/۷ برگ کمترین تعداد برگ فعال در مرحله پر شدن دانه را دارا بود که با نتایج لوپز پریرا و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد (جدول ۵). دلاوگا و هال (۲۰۰۲) نیز نشان دادند که نسبت پیری برگ‌های گیاه آفتابگردان در زمان گلدهی تا مرحله پر شدن دانه در میان ژنوتیپ‌ها متغییر می‌باشد. نتایج نشان داد که بیشتر هیبریدهای دیررس و متوسط رس مورد بررسی در این آزمایش از تعداد برگ فعال بیشتری در مقایسه با هیبریدهای زودرس برخوردار بودند.

گیمنز و فررز (۱۹۸٦) در آزمایشات خود پر برگ بودن هیبریدهای دیررس را نسبت به هیبریدهای زودرس تأیید کرده‌اند و بیان نمودند که هیبریدهای دیررس به‌میزان ۳۰ درصد تعداد برگ بیشتری نسبت به هیبریدهای زودرس دارند. البته در این آزمایش هیبرید دیررس آذرگل در مقایسه با سایر

هیبریدهای دیررس، از نظر ژنتیکی تعداد برگ فعال کمی داشت که در این بررسی یک استثنأ به‌شمار می‌رفت (جدول ۵).

شاخص سطح برگ یک کمیت اساسی برای نشان دادن وضعیت رشدی گیاهان زراعی در کشاورزی می‌باشد (یاواَ و همکاران، ۲۰۰۸) و در این آزمایش اکثر هیبریدهای متوسطرس و دیررس نظیر ایروفلور، بروکار، هایسان ۳٦ و مهر از نظر شاخص سطح برگ در مرحله پر شدن دانه برتر از هیبریدهای زودرسی نظیر $CMS_{۲٦}\times R_{۱۰۳}$ و $A_{۲}\times R_{۵۸}$ بودند (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که بالاتر بودن تعداد برگ فعال و سطح برگ در هیبریدهای متوسطرس و دیررس و تعداد کم برگ فعال و برگ‌های کوچک در بیشتر هیبریدهای زودرس سبب نتایج حاصله شده باشد که با یافته‌های گیمنز و فررز (۱۹۸٦) کاملاً مطابقت دارد. البته در این آزمایش هیبریدهای آذرگل، هایسان ۳۳ و $A_{۱٤۸}\times R_{٦۵}$ با وجود دیررس بودن از شاخص سطح برگ کمی برخوردار بودند که می‌تواند به‌دلیل تعداد برگ فعال پائین (جدول ۵) و یا سطح برگ کم آن‌ها ناشی شده باشد.

بررسی مقایسه میانگین‌های صفات شدت تشعشع فعال فتوسنتزی و ضریب استهلاک نور در جدول ۵ نشان می‌دهد که هیبرید خیلی زودرس $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ به‌دلیل شاخص سطح برگ بسیار پائین و هیبرید زودرس $CMS_{۲٦}\times R_{۱۰۳}$ با توجه به تعداد برگ فعال و شاخص سطح برگ کم از بیشترین میزان شدت تشعشع فعال فتوسنتزی و در نتیجه کمترین ضریب استهلاک نور برخوردار بودند. هم‌چنین هیبرید دیررس مهر به دلیل شاخص سطح برگ مناسب و احتمالاً آرشیتکت مناسب برگ‌ها کمترین میزان شدت تشعشع فعال فتوسنتزی و در نتیجه بیشترین ضریب استهلاک نور را دارا بود (جدول ۵). به‌طور کلی مقدار اشعه جذب شده به‌طور خطی کالوینو و همکاران (۲۰۰٤) بیان داشتند که هیبریدهای زودرس آفتابگردان در مقایسه با هیبریدهای دیررس نفوذ نور بیشتری به درون پوشش گیاهی خود دارند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در این زمینه نوبل (۱۹۹۹) اظهار داشت که کانوپی برخی از ارقام آفتابگردان می‌تواند بیشتر باز باشد که به برگ‌های کوچک و دمبرگ دراز آن‌ها بستگی دارد و این کانوپی باز می‌تواند عبور نور از درون خود را افزایش دهد.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برخی از صفات مورد برسی در هیبریدهای آفتابگردان.

	تعداد برگ فعال در مرحله پر شدن دانه	شاخص سطح برگ در مرحله پر شدن دانه	شدت تشعشع فعال فتوسنتزی (میکرومول بر متر مربع)	ضریب استهلاک نور	نسبت نور قرمز به مادون قرمز
هیبرید					
$A_{۱٤۸}\times R$	۱٤/۳ b-f	۱/٦ fg	۱۸/۷ a	۰/۸۹۰ h	۰/۷۸ b
$A_{۱۸٤}\times R$	۹/۷ g	۲/۱ efg	۱۱/۱ b	۰/۹۳٦ fg	۰/٦٤ cde
$A_{٤٦}\times R$	۱۳/۲ d-g	۲/۰ efg	۷/۰ c-g	۰/۹٦۰ b-e	۰/۵۷ c-g
$A_{۱٤۸}\times R$	۱۳/٦ c-g	۲/۱ efg	۸/۱ c-f	۰/۹۵۳ cde	۰/٦۳ cde
$A_{۷٤}\times R$	۱٤/۱ b-f	۲/۳ def	۸/۷ bcd	۰/۹۵۰ def	۰/۷۰ bcd
$A_{۱٦۸}\times R$	۱۵/٦ a-e	۲/٤ def	۸/٦ b-e	۰/۹۵۰ def	۰/۹۵ a
$A_{۱۱۲}\times R$	۱٤/۲ b-f	۳/۱ cd	۷/۵ c-f	۰/۹٦۰ b-e	۰/۵۸ c-g
$A_{۷٤}\times R$	۱۲/۷ efg	۲/۷ cde	۵/۵ fgh	۰/۹۷۰ abc	۰/٦۲ c-f
$A_{۲}\times R_{۵۸}$	۱۱/۹ efg	۱/۷ fg	۹/۵ bc	۰/۹٤۳ efg	۰/٦۲ c-f
$A_{۷۵}\times R$	۱۳/۲ d-g	۲/٦ cde	۱۱/٤ b	۰/۹۳۳ g	۰/٦۵ cde
$CMS_{۲٦}$	۱۰/۲ fg	۱/٤ g	۱۷/۱ a	۰/۹۰۰ h	۰/۷۱ bc
ایروفلور	۱۷/۹ ab	٤/٦ a	۵/۷ e-h	۰/۹۷۰ abc	۰/٤۸ g
آلستار	۱۷/٦ abc	۳/۲ cd	۷/۰ c-g	۰/۹٦۰ b-e	۰/٦۷ b-e
هایسان	۱۸/۰ ab	۲/۲ efg	٤/٤ gh	۰/۹۷۳ ab	۰/٤۹ fg
مهر	۱۳/٦ c-g	۳/۳ bc	۳/٦ h	۰/۹۸۰ a	۰/۵۹ c-g
آذرگل	۱۲/۳ efg	۳/۰ cd	٦/۰ d-h	۰/۹٦۳ a-d	۰/٤۸ g
هایسان	۱۷/۳ a-d	٤/۰ ab	٦/۰ d-h	۰/۹٦۳ a-d	۰/۵٦ efg
بروکار	۱۹/٦ a	٤/۱ a	۵/۷ e-h	۰/۹٦٦ a-d	۰/۵۷ d-g

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

نسبت نور قرمز به مادون قرمز از جمله صفات فیزیولوژیک است که همواره از بالا به پائین جامعه گیاهی کاهش می‌یابد (بالاره و همکاران، ۱۹۸۷). در این آزمایش هیبرید متوسط رس $A_{۱٦۸}\times R_{۲۵}$ از

بیشترین میزان نسبت نور قرمز به مادون قرمز در پائین جامعه گیاهی برخوردار بود که دلیل این امر با توجه به دارا بودن تعداد برگ فعال نسبتاً زیاد و شاخص سطح برگ متوسط می‌تواند احتمالاً ناشی از چینش نامناسب برگ‌ها در هیبرید نام‌برده باشد (جدول ۵). همچنین هیبریدهای دیررس ایروفلور و آذرگل با دارا بودن شاخص سطح برگ زیاد و یا تعداد برگ فعال بیشتر در مقایسه با سایر هیبریدهای مورد بررسی از کمترین نسبت نور قرمز به مادون قرمز برخوردار بودند (جدول ۵).

براساس نتایج تجزیه واریانس ساده عملکرد و صفات وابسته به آن‌که در جدول ٦ مندرج گردیده است، در میان هیبریدهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح آماری از نظر تعداد دانه در تک گیاه و شاخص برداشت مشاهده نشد، در حالی‌که از نظر وزنه هزار دانه و عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد و از نظر درصد روغن دانه تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ٦).

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس ساده عملکرد و صفات وابسته به آن در هیبریدهای آفتابگردان.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد دانه در تک گیاه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	روغن دانه (درصد)
بلوک	۲	۲۷۱۵۸	۵۰/۲	٥٤٢٩٤٦	۲٦/٤	۳/۲
هیبریدها	۱۷	۳۲٤۲۰	۱۱٦/۱ *	۷٥۲۲۱٦ *	۱۲٤/۳	۱۸/۳ **
خطای	۳٤	۲۱٦۱۸	٤٤/٥	۳۸۰۰۸۳	۱۱۱/۷	۳/۸
ضریب		۱۸/۸	۱۳/۱	۲۱/٦	۲۷/۷	٤/٤

* و ** به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

با وجود معنی‌دار نبودن تفاوت هیبریدها از نظر تعداد دانه در تک گیاه، براساس جدول مقایسه میانگین‌ها هیبرید دیررس مهر با ۹۸۰ دانه برتری نامحسوسی نسبت به سایرین داشت (جدول ۷). بیشترین وزن هزار دانه متعلق به هیبرید زودرس $A_{۲}\times R_{٥٨}$ با میانگین ٦۲/۳ گرم بود و هیبرید خیلی زودرس $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ با دارا بودن وزن هزار دانه‌ای با میانگین ۳۸/۸ گرم در پایین‌ترین رتبه قرار داشت (جدول ۷). کوتاه بودن طول دوره پر شدن دانه می‌تواند مهمترین دلیل برای پائین بودن وزن هزار دانه در هیبرید $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ باشد (جدول ۳)، در حالی‌که احتمالاً سرعت پر شدن دانه و سرعت رشد دانه

بالاتر عاملی مهم در بالاتر بودن وزن هزار دانه هیبرید $A_{۲}\times R_{۵۸}$ بوده است (فرانسیسکو و همکاران، ۱۹۹٦). سرعت پر شدن دانه بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ قرار دارد و بین سرعت پر شدن و مدت پر شدن دانه رابطه معکوسی وجود دارد (سادراس و همکاران، ۱۹۹۳).

در میان هیبریدهای مورد بررسی تنوع زیادی از نظر عملکرد دانه وجود داشت و هیبریدهای دیررس مهر و ایروفلور از بیشترین و هیبرید خیلی زودرس $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ از کمترین عملکرد دانه برخوردار بودند (جدول ۷). احتمالاً هیبرید $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ به‌دلیل کوتاه بودن طول دوره رشد (جدول ۳) و استفاده نکردن بهینه از پتانسیل مطلوب محیطی، عملکرد دانه کمی را نیز تولید کرده است، درحالی‌که هیبریدهای دیررس نظیر مهر و ایروفلور با استفاده بهینه از پتانسیل محیطی و برخورداری از تعداد دانه و وزن هزار دانه مناسب از بیشترین عملکرد دانه برخوردار بوده‌اند (جدول ۷). راسون و تورنر (۲۰۰۱) و انگادی و انتز (۲۰۰۲) نیز نتیجه گرفتند که در شرایط آبیاری مطلوب، ارقام آفتابگردان با طول دوره رشد طولانی مناسب‌ترند و دارای بالاترین عملکرد دانه می‌باشند.

در این پژوهش هیبرید دیررس مهر از لحاظ ژنتیکی درصد روغن بالاتری (٤۸/۳ درصد) نسبت به سایر هیبریدها داشت و در گروه آماری برتری قرار گرفت، در حالی‌که هیبریدهای زودرس $A_{۲}\times R_{۵۸}$ و $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ با ۲۰ درصد تفاوت نسبت به هیبرید مهر از نظر درصد روغن کمترین میزان این صفت را به خود اختصاص دادند (جدول ۷). نتایج گیمنز و فررز (۱۹۸٦) نیز با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. کاهش در میزان استهلاک نور در طی دوره پر شدن دانه، درصد روغن دانه آفتابگردان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (آگیویرزابال و همکاران، ۲۰۰۳) و استهلاک شدت تشعشع فعال فتوسنتزی نقش اصلی را در تعیین درصد روغن دانه دارد (دوسیو و همکاران، ۲۰۰۰). در این آزمایش نیز هیبرید مهر با دارا بودن کمترین میزان شدت تشعشع فعال فتوسنتزی و بالاترین ضریب استهلاک نوری در مرحله پر شدن دانه (جدول ۵) از بیشترین درصد روغن دانه نیز برخوردار بود که می‌توان به اهمیت بالای این صفات فیزیولوژیک در تعیین درصد روغن دانه پی برد.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد و صفات وابسته به آن در هیبریدهای آفتابگردان.

	تعداد دانه در تک گیاه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	روغن دانه (درصد)
هیبرید					
$A_{۱٤۸}\times R_{٦٥}$	۷۵۳ ab	٤٥/۸ c-f	۲۷۵۰ a-e	۳۸/۲ ab	٤۳/۵ bcd
$A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$	۸۷۲ ab	۳۸/۸ f	۱۹۷۹ de	۲۵/۷ ab	۳۸/۷ e
$A_{٤٦}\times R_{۷۳}$	٦٤۱ b	۵۸/۹ abc	۳۳۰۱ abc	٤٥/۰ a	٤۳/۸ bc
$A_{۱٤۸}\times R_{۱۰۵}$	۷۰۲ ab	۵۳/۸ a-e	۲۸۵۲ a-e	۳۸/۷ ab	٤۳/٦ bcd
$A_{۷٤}\times R_{۹۵}$	۷۲۹ ab	٦۰/۵ ab	۳۱۱۱ a-e	٤٥/۱ a	٤٥/۲ abc
$A_{۱٦۸}\times R_{۲۵}$	٦٦٥ b	٤۸/۵ b-f	۲٤۷۷ b-e	۳۵/۱ ab	٤۲/۰ cde
$A_{۱۱۲}\times R_{۸۲}$	۷۰۷ ab	۵۵/٤ a-d	۳٤۸۱ abc	٤٦/۱ a	٤٦/٦ ab
$A_{۷٤}\times R_{۲۱۸}$	۹۳۰ ab	٤۰/۳ e-f	۲۲۷۳ cde	۳۰/۰ ab	٤۲/۰ cde
$A_{۲}\times R_{۵۸}$	۷۰۲ ab	٦۲/۳ a	۲٤۹۵ b-e	۳۷/۸ ab	۳۸/٤ e
$A_{۷۵}\times R_{۱۹٦}$	۹۰۰ ab	۵۰/٤ a-f	۳۱۲۵ a-e	۳۸/۰ ab	٤۲/۵ cd
$CMS_{۲٦}\times R$	۷۵۸ ab	٤۹/۸ a-f	۲٤۸٦ b-e	۳۳/۲ ab	۳۹/۹ de
ایروفلور	۸٤۱ ab	٤۸/۷ a-f	۳٦۹۹ ab	٤٦/۹ a	٤٥/۱ abc
آلستار	۸۳۰ ab	۵۳/۹ a-e	۳۲۲۷ a-d	۳۷/۳ ab	٤٤/۲ bc
هایسان ۳۳	۷۹٤ ab	٤۷/۱ b-f	۲۸۱۰ a-e	۳۹/۸ ab	٤۳/٦ bcd
مهر	۹۸۰ a	۵۲/۰ a-f	۳۸٦۱ a	۳٦/۸ ab	٤۸/۳ a
آذرگل	٦۵۷ b	۵۲/۷ a-e	۲٦۳۸ a-e	۳۸/۹ ab	٤٦/۸ ab
هایسان ۳٦	۸۸۸ ab	٤۲/٦ def	۱۸۹۸ e	۲۲/٤ b	٤٥/۵ abc
بروکار	٦۷۲ b	٤۹/۰ a-f	۲۷۲٦ a-e	٤۳/۳ ab	٤٤/٦ abc

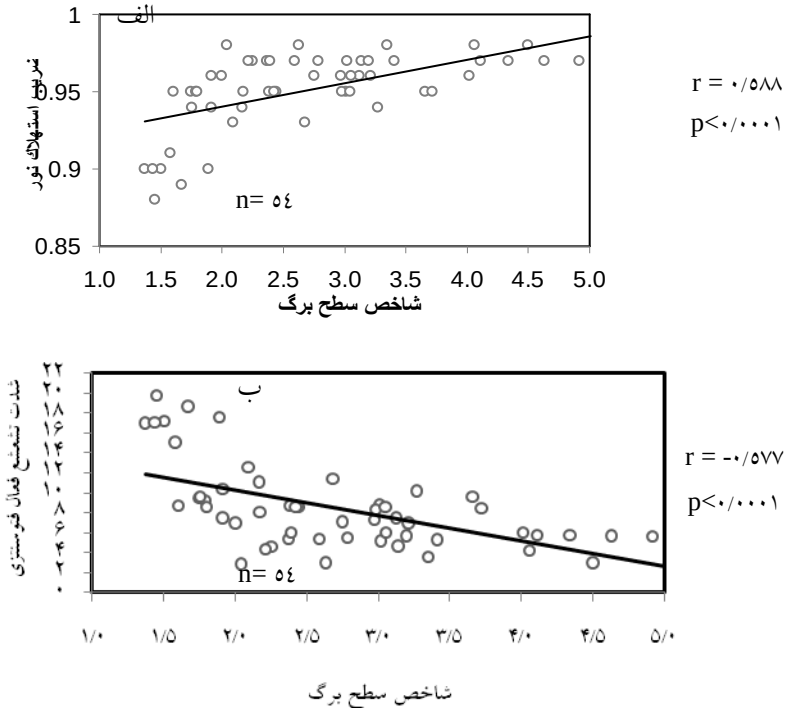
اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

نتایج ضرایب همبستگی بین عملکرد با سایر صفات مورد بررسی در جدول‌های ۸ و ۹ ارائه شده است. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین عملکرد دانه با طول دوره پر شدن دانه (r=۰/۳۱)، طول دوره زایشی (r=۰/۳۲) و طول دوره رشد (r=۰/۳۰) بیانگر این مطلب است که هیبریدهای متوسطرس و دیررس آفتابگردان با دوره پر شدن دانه و طول دوره زایشی طولانی با

استفاده بهینه از پتانسیل محیطی از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند که مطابق با یافته‌های راسون و تورنر (۲۰۰۱) و انگادی و انتز (۲۰۰۲) می‌باشد. همچنین همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین عملکرد دانه با شاخص سطح برگ (r=۰/٤۹) وجود داشت که نشان از نقش سطح برگ در دریافت نور و افزایش فتوسنتز و به دنبال آن تولید مواد فتوسنتزی برای انتقال به اندام زایشی گیاه داشته که با توجه به همبستگی نزدیک بین این صفت با عملکرد دانه می‌توان از آن به‌عنوان عاملی تأثیرگذار در افزایش عملکرد دانه یاد نمود. نتایج مندرج در جدول همبستگی ۹ نشان می‌دهد که همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین عملکرد دانه با نسبت نور قرمز به مادون قرمز (r=-۰/۲۸) و همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین عملکرد دانه با وزن هزار دانه (r=۰/۵۵)، درصد روغن (r=۰/٤۳) و شاخص برداشت (r=۰/۷۳) وجود داشت. وجود همبستگی منفی بین عملکرد دانه با نسبت نور قرمز به مادون قرمز در کف جامعه گیاهی نشان می‌دهد که افزایش نور نفوذ کرده به کف پوشش گیاهی در اثر کمبود شاخص سطح برگ و تعداد برگ فعال در برخی از هیبریدهای آزمایشی باعث می‌شود که نور بیشتری بدون استفاده به سطح زمین رسیده و در نتیجه عملکرد دانه کاهش یابد. همچنین با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با وزن هزار دانه و شاخص برداشت می‌توان از این صفات به‌عنوان عواملی تأثیرگذار در افزایش عملکرد دانه هیبریدهای آزمایشی یاد کرد. با توجه به نتایج مندرج در شکل ۱، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص سطح برگ با ضریب استهلاک نور و همبستگی منفی و معنی‌دار بین شاخص سطح برگ با شدت تشعشع فعال فتوسنتزی نشان می‌دهد که مقدار اشعه جذب شده به‌طور خطی با میزان پوشش برگی یک جامعه گیاهی همبستگی دارد. پژوهش‌های فریرا و آبرو (۲۰۰۱) نیز بیانگر آن است که میزان استهلاک نور و نفوذ نور به کف جامعه گیاهی وابستگی شدیدی به سطح برگ دارد.

نتایج کلی این آزمایش نشان داد که نقش منبع (شاخص سطح برگ) در عملکرد دانه بسیار مشهودتر از مخزن (تعداد دانه) بود، به‌طوری‌که هیبریدهای متوسطرس و دیررس آفتابگردان در مقایسه با هیبریدهای زودرس با دارا بودن شاخص سطح برگ و سطح فتوسنتزکننده بالا، در جذب شدت تشعشع فعال فتوسنتزی کارآمدتر ظاهر شدند و با کسب بیشترین ضریب استهلاک نور از بیشترین عملکرد دانه نیز برخوردار بودند. همچنین در این آزمایش نقش مؤثر ضریب استهلاک نور بر افزایش درصد روغن دانه مشاهده شد. همچنین هیبرید مهر با دارا بودن خصوصیاتی نظیر گلدهی دیر هنگام، دوره گلدهی طولانی و طول دوره رشد مناسب توانست از شرایط مطلوب محیطی به‌طور بهینه استفاده نماید و با برخورداری از

شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور بالا توانست بیشترین تعداد دانه در گیاه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه را تولید کند. همچنین هیبرید ایروفلور با دارا بودن طول دوره رشد مناسب و بیشترین شاخص سطح برگ توانست از نور دریافت شده توسط سطح فتوسنتزکننده خود بیشترین استفاده را ببرد که در نتیجه آن با کسب کمترین میزان نسبت نور قرمز به مادون قرمز در کف جامعه گیاهی و ضریب استهلاک نور مناسب از نظر تخصیص ماده خشک به مخزن (شاخص برداشت) بسیار کارآمد بود و همانند هیبرید مهر عملکرد دانه مناسبی را تولید کرد. این در حالی بود که هیبرید بسیار زودرس $A_{۱۸٤}\times R_{۳۰}$ به‌دلیل کوتاه بودن طول دوره رشد از کمترین طول دوره پر شدن دانه و وزن هزار دانه برخوردار بود و با شاخص سطح برگ پائین نتوانست از نور دریافت شده به خوبی استفاده کند و علاوه بر تولید کمترین عملکرد دانه از پائین‌ترین درصد روغن دانه نیز برخوردار بود.



شکل ۱- همبستگی بین شاخص سطح برگ با ضریب استهلاک نور (الف) و شدت تشعشع فعال فتوسنتزی در کف جامعه گیاهی (ب).

جدول ۸- ضرایب همبستگی موجود بین عملکرد دانه با برخی از صفات مورد بررسی.

	غنچه‌دهی	آغازگلدهی	دوره پر شدن دانه	طول دوره زایشی	طول دوره رشد	تعداد برگ فعال	شاخص سطح برگ
عملکرد دانه	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۳۱*	۰/۳۲*	۰/۳۰*	۰/۲٤	۰/٤۹**

* و ** به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۹- ضرایب همبستگی موجود بین عملکرد دانه با برخی از صفات مورد بررسی

	شدت تشعشع فعال فتوسنتزی	ضریب استهلاک نور	نسبت نور قرمز به مادون قرمز	وزن هزار دانه	درصد روغن دانه	شاخص برداشت	عملکرد دانه
عملکرد دانه	-۰/۲۰	۰/۲۱	-۰/۲۸*	۰/۵۵**	۰/٤۳**	۰/۷۳**	۱

* و ** به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

منابع

1.Aguirrezabal, L., Lavaud, Y., Dosio, G.A., Izquierdo, A.N.G., Andrade, F.H. and Gonzalez, L.M. 2003. Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. Crop Sci. 43:152-161.

2.Andrade, F.H., Calvinio, P.A., Cirilo, A. and Barbieri, P. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agron. J. 94:975-980.

3.Angadi, S.V. and Entz, M.H. 2002. Water relation of standard height and dwarf sunflower cultivars. Crop Sci. 42:125-159.

4.Ballare, C.L., Sanchez, R.A., Scopel, A.L., Casal, J.J. and Chersa, C.M. 1987. Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. Plant Cell Environ. 10:551-557.

5.Calvino, P., Sadras, V., Redolatti, M. and Canepa, M. 2004. Yield responses to narrow rows as related to interception of radiation and water deficit in sunflower hybrids of varying cycle. Field Crop Res. 88:261-267.

6.Chimenti, C.A., Pearson, J. and Hall, A.J. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crop Res. 75:235-246.

7.Connor, D.J. and Hall, A.J. 1997. Sunflower physiology. P 113-182, In: Schneiter, A.A. (eds.), Sunflower Technology and Production, Monograph No. 35. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A.

8.De la Vega, A.J. and Hall, A.J. 2002. Effect of planting date, genotype and their interaction on sunflower yield. I. Determinants of oil-corrected grain yield. Crop Sci. 42:1191-1201.
9.De Rodriguez, J., Philips, D.B.S., Rodriguez-Garcia, R. and Angulo-sanchez, J. L. 2002. Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land Condition. P 139-142, In: Janick, J. and A. whipkey (eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS press, Alexandria, VA.
10.Dosio, G.A.A., Aguirrezabal, L.A.N., Andrade, F.H. and Pereyra, V.R. 2000. Solar radiation intercepted during seed filling and oil Production in two sunflower hybrids. Crop Sci. 40:1637-1644.
11.Gimenez, C. and Fereres, E. 1986. Genetic variability of sunflower cultivars under drought. I. yield relationships. Aust. J. Agr. Res. 37:6.573-582.
12.Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M. and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Filed Crops Res. 87:167-178.
13.Foreign Agriculture Service. 2006. Oilseeds: world market and trades. Current world production, Market and trade reports. http://www.fas.usda.gov.
14.Ferreira, A.M. and Abreu, F.G. 2001. Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. Math. Comput. Simulat. 56:4-5.369-384.
15.Francisco, J.V., Hall, A.J., Ritchie, J.I. and Organs, F. 1996. A development growth and yield model of sunflower crop. Agron. J. 88:403-415.
16.Hall, A.J. 2004. Advances in the physiology of the sunflower crop: A ten-year progress report. Proc. 16th International sunflower conference, Fargo, ND USA. Pp: 29-41.
17.Jabbari, H., Akbari, Gh.A., Daneshian, J., Allahdadi, I. and Shahbazian, N. 2007. The effect of water deficit stress on agronomic characteristics of sunflower hybrids. Agri. J. 9:13-22.
18.Kobata, T., Sugware, M. and Tcx, Akata, S. 2000. Shading during the early grain filling period not affects potential grain dry matter in rice. Agron. J. 92:411-417.
19.Lopez Pereira, M., Trapani, N. and Sadras, V. 2000. Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. Part III. Dry matter partitioning and achene composition. Field Crops Res. 67:215-221.
20.Lopez Pereira, M., Berney, A., Hall, A.J. and Trapani, N. 2008. Contribution of pre-anthesis photoassimilates to grain yield: Its relationship with yield in Argentine sunflower cultivars released between 1930 and 1995. Field Crops Res. 105:88-96.

21.Nabipour, A.R., Yazdi-Samadi, B., Sarrafi, A., Zali, A.A., Talaie, A.R. and Shah Nejat Bushehri, A.A. 2005. Genetic analysis of important agronomic traits and their interrelationships in sunflowers using recombinant inbred lines. J. Iranian. Agric. Sci. 3:658-647.
22.Nobel, P.S. 1999. Physicochemical and environmental plant physiology. Second edition, Academy Press, San Diego. 474p.
23.Rawson, H.M. and Turner, N.C. 2001. Recovery from water stress in five sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. I. Effects of the timing of water application on leaf area and seed production. Aust. J. Plan. Phys. 9:4.437-448.
24.Rousseaux, M.C., Hall, A.J. and Sanchez, R.A. 2000. Basal leaf senescence in a sunflower (*Helianthus annuus*) canopy: responses to increased R/FR ratio. Physiol. Plantarum. 110:477-482.
25.Sadras, V.O., Connor, D.J. and Whitfield, D.M. 1993. Yield, yield components and source-sink relationships in water-stressed sunflower. Filed Crops Res. 31:27-39.
26.Sarmadnia, Gh. and Koochaki, A. 1996. Crops Physiology. Mshhad Jehad. Daneshgahi Press. 467p. (Translated in Persian)
27.Schneiter, A.A. and Miller, J.F. 1981. Description of sunflower growth stages. Crop Sci. 21:901-903.
28.Singh, S.B. and Lebana, K.S. 1990. Correlation and path analysis in sunflower. Crop improvement. 17:49-53.
29.Vazin, F. and Zamani, A. 2005. Effect of season time on phenology, yield components and grain yield of two sunflower cultivars. J. Iran. Agri. Sci. 2:59-73.
30.Vega, C.R.C., Andrade, F.H., Sadras, V.O., Uhart, S.A. and Valentinuz, O.R. 2001. Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower and maize. Crop Sci. 41:748-754.
31.Yaoa, Y., Liua, Q., Liua, Q. and Li, X. 2008. LAI retrieval and uncertainty evaluations for typical row-planted crops at different growth stages. Remote. Sens. Environ. 112:1.94-106.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Plant Production, Vol. 17(4), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Study of some effective phenologic and physiologic characteristicson sunflower hybrids yield

J. Daneshian[1], *H. Jabbari[2], A.R. Moghaddam khamse[3], P. Jonoubi[4], GH.A. Akbari[5], S. Mottaghi[2] and A. Shams[6]

[1]Associate Prof., Oil Seed Research Dept. of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, [2]Ph.D. Student of Agronomy, College of Abureihan, University of Tehran, [3]Former M.Sc. Student of Agronomy, Shahed University, Tehran, 4Assitant Prof., College of Tarbiat moallam of Tehran, [5]Associate Prof., Dept. of Agronomy, College of Abureihan, University of Tehran, [6]Former M.Sc. Student of Agronomy, College of Abureihan, University of Tehran

Received: 27-4-2009; Accepted: 16-1-2011

Abstract

In order to Study of some effective phenologic and physiologic characteristics on 18 sunflower hybrids yield under optimum conditions, an experiment was conducted as randomized complete block design with three replications at the research field of Seed and Plant Improvement Institute-Karaj in 2006-2007. The result indicated that the hybrids showed significant difference in phonologic characteristics, number of photosynthesis active leaves and leaf area index in seed filling stage, photosynthesis active radiation and red to far red ratio in bottom canopy, radiation interception, 1000 seed weight, seed yield and seed oil content, whereas in seed number per plant and harvest index not significant difference. In this experiment, intermediate and late maturity hybrids had the great leaf area index and with the better photosynthesis active radiation absorption. Also it had the maximum radiation interception and produced the highest seed yield in comparison with early maturity hybrids. Correlation coefficients analysis demonstrated that seed yield had positive and significant correlation with filling stage duration, reproductive stage duration, growth stage duration, leaf area index, 1000 seed weight, seed oil content and harvest index, whereas red to far red ratio in bottom canopy has the negative and significant correlation with seed yield. Mehr hybrid with long flowering duration (6 days) and moderate growth period (98 days), could be used for optimum conditions. Therefore it had the high leaf area index (3.3) and radiation interception (0.98) and produced the highest seed number per plant (980), seed yield (3861 kg.ha^{-1}) and seed oil content (48.3).

***Keywords*:** Sunflower hybrids, Photosynthesis active radiation, Radiation interception, Red to far red ratio

* Corresponding Author; Email: shenghar021@yahoo.com