

## اثر روش کاشت و میزان رطوبت خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ در اصفهان

**نسیبه پورقاسمیان و مرتضی زاهدی\***

(تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۰/۲۲)

### چکیده

به منظور تعیین روش کاشت مناسب برای گلرنگ تحت شرایط متفاوت آبیاری، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در تابستان ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. در این آزمایش دو روش کاشت جوی و پشته (با فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته ۵ سانتی‌متر) و مسطح (با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته ۸ سانتی‌متر) به همراه دو رژیم آبیاری (آبیاری پس از ۸۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمیعی از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان فاکتورهای اصلی و دو رقم گلرنگ (کوسه و IL111) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد روش کاشت مسطح نسبت به روش کاشت جوی و پشته به طور معنی‌داری سبب تسريع در مراحل نموی، افزایش شاخص سطح برگ، افزایش عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن دانه‌ها گردید. در این بین کاهش میزان رطوبت قابل استفاده در خاک ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن خشک اندام‌هایی، عملکرد دانه و شاخص برداشت را کاهش داد. ولی میزان رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی، طول مراحل نمو و درصد روغن نداشت. طول دوره رشد رقم کوسه در کلیه مراحل رشد نسبت به رقم IL111 بیشتر بود و در کلیه صفات مورد اندازه‌گیری نسبت به رقم IL111 برتری داشت. هیچ یک از اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر عملکرد دانه در واحد سطح معنی‌دار نبود، ولی به طور کلی عملکرد دانه در روش کاشت مسطح نسبت به جوی و پشته حدود ۳۶ درصد بیشتر بود. اثر متقابل رقم و روش کاشت بر عملکرد روغن معنی‌دار گردید. حداکثر عملکرد روغن ۱۱۶۸ کیلوگرم در هکتار) برای رقم کوسه در روش کاشت مسطح و حداقل آن (۴۱۷ کیلوگرم در هکتار) برای رقم IL111 در روش کاشت جوی و پشته به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که در شرایط مشابه مطالعه حاضر و جهت حصول عملکرد بیشتر در کاشت تابستانه گلرنگ، ترکیب روش کاشت مسطح و رقم کوسه تولید برتری خواهد داشت.

**واژه‌های کلیدی:** روش کاشت، آبیاری، ارقام گلرنگ، عملکرد، اجزای عملکرد

### مقدمه

روش مناسب آبیاری می‌باشد (۱۰). این عوامل می‌بایست به نحوی در نظر گرفته شوند تا رقابت‌های درون و برون بوته‌ای به حداقل رسیده و گیاهان بتوانند از عوامل رشد موجود به خوبی استفاده کنند. تحت چنین شرایطی حصول حداکثر برای استفاده از حداکثر ظرفیت تولیدی گیاهان، اعمال روش‌های صحیح مدیریت زراعی امری اجتناب‌ناپذیر است. از جمله این مدیریت‌ها انتخاب رقم، تراکم، آرایش کاشت و یا

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mzahedi@cc.iut.ac.ir

فوائل ردیف کم موثر بوده و عملکرد گیاه را بهبود بخشد. از طرف دیگر انتظار می‌رود واکنش واریته‌های دارای رشد متفاوت نسبت به فوائل ردیف و میزان رطوبت خاک یکسان نباشد. ابوالحسنی (۳) و فرید (۱۹) در آزمایش‌های خود روی گلرنگ نشان دادند که کاهش میزان رطوبت خاک می‌تواند باعث کاهش ارتفاع این گیاه شود. از طرف دیگر محدودیت رطوبت از طریق کاهش مقدار فتوستتر، سطح برگ و انتقال مواد به دانه‌ها بر عملکرد گیاهان زراعی مؤثر است (۸).

هرچند گلرنگ در شرایط کمبود رطوبت خاک، سازگاری خوبی با شرایط خشکی دارد اما اعمال تنفس خشکی به واسطه کاهش سایه انداز گیاهی باعث افت شدیدی در راندمان استفاده از عوامل محیطی همچون نور و آب می‌شود، این امر کاهش عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت (۲، ۱۱، ۱۹ و ۲۲). مطالعه حاضر به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گلرنگ کوسه و IL111 در دو روش کاشت جوی پشتۀ و مسطح و در شرایط آبیاری متفاوت انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۵ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۶۳۰ متر، متوسط درجه حرارت سالیانه در این منطقه ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۰ میلی‌متر است. بافت خاک مزرعه لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH حدود ۷/۵ می‌باشد. ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی خاک به ترتیب ۲۳ و ۱۰ درصد وزنی می‌باشد.

آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل دو رژیم آبیاری (آبیاری پس از ۸۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و دو روش کاشت (فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر به صورت مسطح و فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر به صورت جوی و پشتۀ) به عنوان فاکتور

عملکرد گیاه مورد انتظار خواهد بود (۱۵). رقابت برای نور مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد تحت شرایط تراکم بالا و عدم محدودیت رطوبت خاک می‌باشد (۳۳). نحوه آرایش گیاهان در مزرعه تعیین کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته، میزان جذب نور و در نتیجه عملکرد قابل حصول می‌باشد (۱). گلرنگ را معمولاً تحت شرایط کشت آبی و خاک‌های متوسط تا نیمه سنگین به صورت مسطح و در خاک‌های سنگین به صورت جوی و پشتۀ می‌کارند. کاشت مسطح این گیاه با فوائل ردیف ۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متر و کاشت به صورت جوی و پشتۀ روی پشتۀ‌ای به فوائل ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر انجام می‌گیرد (۱۱). در صورتی که آبیاری گیاهان به روش سطحی انجام گیرد، در روش کاشت جوی و پشتۀ آبیاری تا حدودی به صورت نشی و لی در کاشت مسطح آبیاری به صورت غرقابی خواهد بود. لذا انتظار می‌رود به دلیل حفظ ساختمان خاک سطح پشتۀ، تراکم کمتر خاک و شرایط تهییه مطلوب‌تر در کاشت جوی و پشتۀ نسبت به کاشت مسطح فضا و شرایط فیزیکی بهتری برای گسترش ریشه گیاهان فراهم شود (۱۰). از طرف دیگر در ردیف‌های کاشت عریض‌تر در کاشت جوی و پشتۀ فاصله کمتر بین بوته‌ها موجب رقابت بیشتر بوته‌ها جهت جذب نور در روی ردیف‌های کاشت می‌شود (۱ و ۶). در نقطه مقابل، کاهش فوائل ردیف‌های کاشت در روش کاشت مسطح موجب افزایش فوائل بوته‌ها روی ردیف کاشت و در نتیجه باعث توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها در واحد سطح می‌شود. این امر می‌تواند سبب استفاده مؤثرتر از منابع و افزایش راندمان جذب نور در طول دوره رشد گیاهان شده و در اثر تولید مواد فتوستزی بیشتر زیر بنای لازم جهت تشکیل اجزای عملکرد بهتر و عملکرد بالاتر فراهم شود (۹ و ۱۵، ۲۵).

کاهش فاصله ردیف کاشت و افزایش رطوبت خاک می‌تواند سبب افزایش ارتفاع گیاه و به دنبال آن افزایش احتمال خوابیدگی آن گردد (۶). به نظر می‌رسد انتخاب یک رژیم رطوبتی مناسب از طریق کاهش مختص در میزان رطوبت خاک و ارتفاع گیاه، بتواند در کاهش خوابیدگی گیاه تحت شرایط

از چهار خط کاشت میانی تعیین گردید. اندازه‌گیری درصد روغن دانه با استفاده از روش سوکسله و کاربرد حلال پترولیوم اتر بر روی ۲ گرم دانه صورت گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت. میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

اثر روش کاشت و رقم بر تعداد روز از کاشت تا مراحل نمو معنی‌دار شد (جدول ۱). تعداد روز از کاشت تا ظهرور طبق، ۵۰ درصد گل‌دهی و پایان گل‌دهی در کاشت جوی و پشتنه نسبت به کاشت مسطح به ترتیب  $1/3$ ,  $1/5$  و  $1/8$  روز کمتر بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد افزایش تراکم بوته روى ردیف‌ها به واسطه افزایش فواصل ردیف‌ها در کشت جوی و پشتنه باعث افزایش رقابت بین بوته‌ها، تسريع نمو و کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد گردیده است. افزایش سرعت نمو بر اثر افزایش رقابت بین گیاهان در مطالعات دیگر (۱۱ و ۱۶) نیز گزارش شده است. طول دوره کاشت تا مراحل نمو در رقم کوسه نسبت به رقم IL111 طولانی تر بود. در مطالعات دیگر (۱۲, ۱۳ و ۱۸) نیز وجود تفاوت بین ژنتیپ‌های گلنگ از این نظر گزارش شده است. اثر رژیم آبیاری بر طول دوره رشد گیاه از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۱). با این حال در مطالعه عسیسی (۱۸) کاهش رطوبت خاک موجب کاهش طول دوره رشد و نمو گیاه گردید. اثر متقابل روش کاشت و رقم بر طول دوره کاشت تا رسیدگی معنی‌دار شد (جدول ۱). رقم کوسه در کاشت جوی و پشتنه حدود ۴ روز دیرتر (۱۷ روز) از رقم IL111 (۱۳ روز) به مرحله فوق رسید. در حالی که این تفاوت در کاشت مسطح حدود ۱ روز بود (۱۵ روز) برای کوسه و ۱۴ روز برای IL111. این مسئله بیانگر حساسیت بیشتر رقم IL111 به شرایط رقابتی بیشتر در کشت جوی و پشتنه است.

اثر روش کاشت و رقم بر شاخص سطح برگ معنی‌دار شد

اصلی که به صورت فاکتوریل پیاده گردیدند. دو رقم کوسه و IL111 به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی دارای طول ۸ متر و ۶ ردیف برای فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر بودند که ردیف‌های ۱ و ۶ به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. تیمار فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر دارای ۸ خط کاشت بود که خطوط ۱, ۲, ۷ و ۸ به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بین دو بوته در کشت جوی و پشتنه برابر ۵ سانتی‌متر و برای کشت مسطح برابر ۸ سانتی‌متر بود. قبل از کاشت، معادل ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۲۳ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به فرم اوره به کار برد شد. عملیات کاشت در نیمه اول تیرماه و عمق ۳ سانتی‌متر انجام شد. پس از کاشت، همراه با آبیاری اول از علف‌کش ترفلان به میزان  $2/5$  لیتر در هکتار استفاده شد. جهت مبارزه با مگس گلنگ در مرحله شروع ساقه دهی از سم دورسban با غلظت ۲ در هزار استفاده گردید. به منظور کنترل بیماری سفیدک سطحی در مرحله پایان گل‌دهی از سم کالکسین با غلظت ۲ در هزار استفاده شد. در مرحله ظهرور طبق معادل ۲۳ کیلوگرم در هکتار ازت خالص به فرم اوره مصرف شد. تیمارهای آبیاری بیست روز پس از سبز شدن مزرعه اعمال شد. برای کنترل میزان آب آبیاری از سرریز مستطیل شکل استفاده گردید.

تاریخ وقوع هر یک از مراحل نمو شامل ظهرور طبق، ۵۰ درصد گل‌دهی، اتمام گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک تعیین گردید. در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی در هر کرت فرعی از مساحت  $5/0$  متر مربع با رعایت حاشیه نمونه‌گیری انجام شد و سطح برگ توسعه مساحت سنج رایانه‌ای مدل Hitachi kp-ccss1 اندازه‌گیری شد. در مرحله رسیدگی اجزای عملکرد دانه که روی ۱۰ بوته متواالی با رعایت حاشیه برداشت شده بود، اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها شامل ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد تک بوته، عملکرد بیولوژیک بودند. عملکرد دانه در واحد سطح با استفاده از گیاهان برداشت شده از مساحتی معادل ۴ متر مربع

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی بر تعداد روز از کاشت تا مراحل مختلف رشد گلنگ

میانگین مربعات						منبع تغییرات
رسیدگی فیزیولوژیک	پایان گلدهی	درصد گلدهی	رویت طبق	درجه آزادی		
۱۸/۳۷*	۳/۱۷	۱/۵۴*	۲/۸۰*	۲		تکرار
۰/۳۷۵	۱۸/۳۷**	۱۳/۵۰**	۱۰/۶۶**	۱		روش کاشت
۰/۰۴۲	۲/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۱		آبیاری
۰/۳۷۵	۰/۰۴۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۱		روش کاشت × آبیاری
۰/۰۹۷	۰/۴۴۴	۰/۲۰۸	۰/۱۸۰	۶		خطای الف
۴۵/۳۷**	۹۲/۰۴**	۶۶/۶۶**	۳۲/۱۶**	۱		رقم
۱۲/۰۴**	۰/۰۴۱	۰/۰۰۰۱	۰/۶۷	۱		روش کاشت × رقم
۰/۳۷۵	۱/۰۴۱	۰/۱۶۶	۰/۶۶	۱		آبیاری × رقم
۰/۰۴۱	۰/۰۴۱	۰/۱۶۶	۰/۰۰۰۱	۱		روش کاشت × آبیاری × رقم
۰/۰۸۳	۰/۰۴	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۸		خطای ب

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین های مراحل رشد (روز پس از کاشت) تحت تأثیر رژیم آبیاری، روشن کاشت و رقم

رسیدگی فیزیولوژیک	پایان گلدهی	% گلدهی	رؤیت طبق	عوامل آزمایشی
روشن کاشت				
۱۱۵/۰ <sup>a</sup>	۸۲/۸ <sup>b</sup>	۷۱/۸ <sup>b</sup>	۴۴/۵ <sup>b</sup>	جوی و پشتہ ای
۱۱۵/۲ <sup>a</sup>	۸۴/۶ <sup>a</sup>	۷۳/۳ <sup>a</sup>	۴۵/۸ <sup>a</sup>	مسطح
آبیاری (میلی متر تبخیر)				
۱۱۵/۲ <sup>a</sup>	۸۴ <sup>a</sup>	۷۳ <sup>a</sup>	۴۵/۲ <sup>a</sup>	۸۵
۱۱۵/۱ <sup>a</sup>	۸۳/۴ <sup>a</sup>	۷۲/۵ <sup>a</sup>	۴۵/۴ <sup>a</sup>	۱۰۰
رقم				
۱۱۳/۷ <sup>b</sup>	۸۱/۷ <sup>b</sup>	۷۱/۰ <sup>b</sup>	۴۴/۰ <sup>b</sup>	IL <sub>۱۱</sub>
۱۱۶/۵ <sup>a</sup>	۸۵/۶ <sup>a</sup>	۷۴/۲ <sup>a</sup>	۴۶/۳ <sup>a</sup>	کوسه

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، قادر تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

فاصله بوته ها روی ردیف کاشت سبب افزایش رقابت بین بوته ها و سایه اندازی آنها روی یکدیگر می شود (۶). در حالی که در کاشت مسطح توزیع یکنواخت تر بوته ها و کاهش رقابت سبب افزایش شاخص سطح برگ می گردد (۱، ۶، ۹ و ۱۶).

(جدول ۳). شاخص سطح برگ در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتہ ۰/۵۴ واحد بیشتر بود (جدول ۴). میزان سطح برگ تولیدی متأثر از میزان نور، رطوبت و مواد غذایی قابل دسترس گیاه است (۲۴). در روشن جوی و پشتہ کاهش

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی بر ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه

میانگین مریعات								منبع تغییرات
وزن هزار دانه	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در بوته	ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	درجه آزادی		
۲/۸۰**	۱۱۸۳/۹۳**	۲/۹۴۰**	۱/۱۸۷۹	۱۳/۴۰	.۳۴	۲		تکرار
۰/۱۰	۱۲۲۷۸/۲۱**	۱۲/۹۰۶**	۱۰/۸۰۰**	۱۰۲/۹۲**	۱/۷۷**	۱		روش کاشت
۱/۱۵*	۳۳۴۱/۲۴**	۱/۹۲۶*	۵/۱۳۳۷*	۳۵/۲۸*	.۵۵	۱		آبیاری
۰/۴۸	۱۲۸/۱۷	۰/۲۴۰۰	۰/۰۰۳۷	۰/۰۲۰	۰/۰۰۴	۱		روش کاشت × آبیاری
۰/۱۹	۲۱۷/۴۸	۰/۱۵۷۷	۰/۰۲۳۴	۵/۳۱۹	.۱۲	۶		خطای الف
۲۱/۲۸**	۶۵۰۸۳/۸**	۵۹/۳۵**	۷۰/۳۸۳**	۴۳۶۵/۹۰**	۶/۰۶**	۱		رقم
۰/۷۳	۲۳۷/۵۰	۰/۰۱۵۰	۰/۰۱۵	۱/۹۸۳	.۵۵	۱		روش کاشت × رقم
۰/۱۰	۷۱/۰۰۶	۰/۰۰۱۶	۰/۰۱۰	۱/۰۸۳	۰/۰۱۷	۱		آبیاری × رقم
۰/۱۰	۱/۷۷	۰/۱۳۵۰	۰/۳۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۳	۱		روش کاشت × رقم × آبیاری
۰/۷۳	۳۳۷/۴۵	۰/۳۰۹۸	۰/۶۲۰	۱/۲۴	۰/۰۲۶	۸		خطای ب

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴. مقایسات میانگین اثر عوامل آزمایشی بر شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه

وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در بوته	ارتفاع بوته (سانتی متر)	شاخص سطح برگ	عوامل آزمایشی
روش کاشت						
۲۲/V <sup>a</sup>	۲۳۲/۶ <sup>b</sup>	۱۴/۵ <sup>b</sup>	۱۵/۹ <sup>b</sup>	۷۷/۶ <sup>b</sup>	۲/۶۱ <sup>b</sup>	جوی و پشتهدای
۲۲/A <sup>a</sup>	۲۷۷/۸ <sup>a</sup>	۱۵/۹ <sup>a</sup>	۱۷/۲ <sup>a</sup>	۸۱/۷ <sup>a</sup>	۳/۱۵ <sup>a</sup>	مسطح
						آبیاری(میلی متر تبخیر)
۲۲/۰ <sup>a</sup>	۲۶۷/۰ <sup>a</sup>	۱۵/۵ <sup>a</sup>	۱۷/۰ <sup>a</sup>	۸۰/۹ <sup>a</sup>	۳/۰۳ <sup>a</sup>	۸۵
۲۲/۵ <sup>b</sup>	۲۴۳/۴ <sup>b</sup>	۱۴/۹ <sup>b</sup>	۱۶/۱ <sup>b</sup>	۷۸/۵ <sup>b</sup>	۲/۷۳ <sup>a</sup>	۱۰۰
رقم						
۲۳/V <sup>b</sup>	۲۰۳/۱ <sup>b</sup>	۱۳/۶ <sup>b</sup>	۱۴/۸ <sup>b</sup>	۶۶/۲ <sup>b</sup>	۲/۴ <sup>b</sup>	IL111
۲۱/A <sup>a</sup>	۳۰۷/۷ <sup>a</sup>	۱۶/۷ <sup>a</sup>	۱۸/۲ <sup>a</sup>	۹۳/۲ <sup>a</sup>	۳/۴ <sup>a</sup>	کوسه

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، قادر تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

۲۰ درصد بیشتر از رقم IL111 بود. به نظر می‌رسد سطح برگ بیشتر در رقم کوسه زیر بنای بهتری را جهت تشکیل اجزای عملکرد فراهم نموده است. در مطالعات دیگر (۱۸ و ۲۰) نیز به تفاوت بین ژنتیک‌های گلنگ اشاره شده است. هیچ‌یک از آثار متقابل عوامل آزمایشی روی تعداد طبق در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۳).

اثر روش کاشت، رژیم آبیاری و رقم بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار شد (جدول ۳). تعداد دانه در طبق در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتۀ حدود ۱۰ درصد بیشتر بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد در کاشت جوی و پشتۀ افزایش رقابت سبب کاهش تولید مواد فتوستزی و تعداد دانه در طبق گردیده است. نتایج مشابهی توسط کوایم (۳۱) گزارش شده است. با افزایش رطوبت خاک، تعداد دانه در طبق ۳/۵ درصد افزایش یافت. در اثر کاهش فتوستز به واسطه تنفس خشکی، تولید سلول‌های بنیادی کاهش یافته و در نتیجه تعداد دانه کمتری در طبق تولید می‌شود (۱۷). عسیسی (۱۸) و فرید (۱۹) نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند. تعداد دانه در طبق در رقم کوسه حدود ۲۰ درصد بیشتر از رقم IL111 بود. برتری رقم کوسه توسط قرائتی (۲۰) نیز گزارش شده است. هیچ‌یک از آثار متقابل عوامل آزمایشی بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار نشد (جدول ۳).

اثر روش کاشت بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). در مطالعه آذری (۱)، نیز با کاهش فاصله ردیف کاشت تغییر معنی‌داری در وزن دانه مشاهده نشد. مطالعات نشان داده‌اند که تنفس خشکی می‌تواند سبب کاهش سطح فتوستز کننده و تولید مواد فتوستزی گردد. از طرف دیگر در اثر تنفس مواد فتوستزی تولید شده در برگ‌ها نمی‌توانند به راحتی به دانه‌ها انتقال یابند و این مسئله می‌تواند به نوبه خود باعث کاهش مجدد عمل فتوستز شود. عدم انتقال مواد فتوستزی و کاهش تولید ماده خشک می‌تواند سبب کاهش وزن دانه گردد (۱۹ و ۲۳). اثر رقم بر وزن هزاردانه معنی‌دار شد (جدول ۳). وزن دانه رقم IL111 حدود ۸ درصد بیش از رقم کوسه بود (جدول ۴). احتمالاً به

شاخص سطح برگ در رقم کوسه یک واحد بیشتر از رقم IL111 بود. تفاوت بین دو رقم توسط عسیسی (۱۸) و قرائتی (۲۰) نیز گزارش شده است. اثر رژیم آبیاری بر شاخص سطح برگ معنی‌دار نبود (جدول ۳). با این حال کاهش رطوبت خاک این شاخص را حدود ۰/۳ واحد کاهش داد. در گیاهان مواجه با خشکی سطح برگ معمولاً در اثر کاهش اندازه برگ‌ها کاهش می‌یابد (۵). هیچ‌یک از اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر شاخص سطح برگ معنی‌دار نشد (جدول ۳).

تأثیر روش کاشت، رژیم آبیاری و رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). ارتفاع بوته در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتۀ حدود ۴ درصد بیشتر بود (جدول ۴). پورهادیان (۶) دلیل افزایش ارتفاع گیاه بر اثر کاهش فاصله ردیف را بسته شدن سریع تر کنوبی، کاهش نسبت نور قرمز به مادون قرمز در داخل پوشش و در نتیجه افزایش فاصله ۳۰ و (۳۱) گزارش شده است. با کاهش رطوبت خاک ارتفاع گیاه حدود ۳ درصد کاهش یافت. کمبود آب سبب کاهش پتانسیل هیدرواستاتیک، کاهش تعداد و اندازه سلول‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد (۱۹ و ۲۱). رقم کوسه نسبت به رقم IL111 حدود ۲۷ سانتی متر بلندتر بود. هیچ‌یک از آثار متقابل عوامل آزمایشی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۳).

اثر روش کاشت، رژیم آبیاری و رقم بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). تعداد طبق در بوته در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتۀ حدود ۸ درصد بیشتر بود (جدول ۴). گرچه در کشت جوی و پشتۀ فضای بهتری برای گسترش ریشه فراهم می‌شود ولی توزیع بوته‌ها نسبت به کشت خاک تعداد طبق در بوته حدود ۶ درصد افزایش یافت. در اثر کمبود آب سطح برگ کاهش یافته، سرعت پیری برگ‌ها تشدید شده و میزان فتوستز کاهش یافته و در نتیجه تعداد طبق کمتری تولید می‌شود (۲۶). این نتایج با گزارش‌های محققین دیگر مطابقت دارد (۱۹ و ۲۸). تعداد طبق در رقم کوسه حدود

عملکرد بیولوژیک گلرنگ در اثر کاهش رطوبت خاک اشاره نموده است. وزن خشک رقم کوسه ۳۰ درصد بیشتر از رقم IL111 بود. رقم کوسه در کلیه صفات مورد اندازه‌گیری، به جز وزن دانه، نسبت به رقم IL111 برتری داشت. هیچ‌یک از اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۵).

اثر روش کاشت، رژیم آبیاری و رقم بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۵). شاخص برداشت در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتۀ بیشتر بود (جدول ۶). در مطالعه حاضر کاهش میزان رطوبت خاک، عملکرد دانه و وزن خشک اندام هوایی را توماما کاهش داد ولی به دلیل برتری عملکرد دانه در تیمار غیر تنشی (جدول ۶) شاخص برداشت آن نیز بیشتر شد. در مطالعات دیگر (۱۴ و ۲۶) نیز بر کاهش شاخص برداشت در اثر کاهش رطوبت خاک اشاره شده است. شاخص برداشت در رقم کوسه نسبت به IL111 حدود ۶ درصد بیشتر بود (جدول ۶). قدرت بیشتر رقم کوسه در اختصاص مواد غذایی به بخش زایشی سبب برتری این رقم گردید. بین ژنتیک‌های مورد مطالعه فرید (۱۹) و توکلی زانیانی (۷) تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد. ایشان دلیل این مسئله را تغییرات یکسان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در اثر تنش دانسته‌اند. هیچ‌یک از اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۵).

اثر روش کاشت و رقم بر درصد روغن دانه معنی‌دار شد (جدول ۵). درصد روغن دانه در روش کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتۀ ۱۴ درصد بیشتر بود (جدول ۶). پورهادیان (۶) نیز کاهش معنی‌دار درصد روغن همراه با افزایش فاصله ردیف را گزارش نموده است. درصد روغن دانه در رقم کوسه مطالعه عسیسی (۱۸) و قرائتی (۲۰) نیز رقم کوسه از این نظر بر رقم IL111 برتری داشت. اثر رژیم آبیاری بر درصد روغن دانه معنی‌دار نشد (جدول ۵). در مطالعات دیگر (۱۸ و ۳۲) نیز به تغییرات اندک درصد روغن در اثر تنش رطوبتی اشاره

دلیل این که در رقم IL111 تعداد دانه در بوته کمتری تولید شده، میزان مواد فتوستتیزی اختصاص یافته به هر دانه بیشتر شده است. در مطالعه عسیسی (۱۸) نیز وزن دانه رقم IL111 بیشتر از رقم کوسه بود. هیچ‌یک از آثار متقابل بر وزن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳).

اثر روش کاشت، رژیم آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در واحد سطح معنی‌دار شد (جدول ۵). عملکرد دانه در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتۀ ۳۵ درصد بیشتر بود (جدول ۶). توزیع یکنواخت‌تر بوته و بسته شدن سریع‌تر کنوبی در فاصله ردیف‌های باریک‌تر در کاشت مسطح سبب می‌گردد که گیاه زودتر به شاخص سطح برگ مطلوب خود برسد و از فصل رشد موجود استفاده بهتری داشته باشد (۱، ۶، ۱۳ و ۲۶). کاهش رطوبت خاک سبب کاهش ۱۲ درصدی عملکرد دانه گردید. این کاهش به واسطه کاهش معنی‌دار در تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق صورت گرفت. محققین دیگر (۲۸ و ۲۹) نیز به کاهش عملکرد دانه گلرنگ در اثر تنش رطوبتی اشاره کرده‌اند. عملکرد رقم کوسه ۴۰ درصد بیش از رقم IL111 بود. برتری رقم کوسه از نظر اکثر اجزای عملکرد باعث تولید دانه بیشتر در این رقم گردید. در مطالعات دیگر (۱۳ و ۲۷) نیز به تفاوت ژنتیک‌های گلرنگ از این نظر اشاره شده است. هیچ‌یک از آثار متقابل عوامل آزمایشی بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۵).

اثر روش کاشت، رژیم آبیاری و رقم بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۵). وزن خشک اندام هوایی در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوی و پشتۀ ۱۲ درصد بیشتر بود (جدول ۶). کاهش سطح برگ و ارتفاع از عوامل مهم کمتر بودن وزن خشک گیاه در کاشت جوی و پشتۀ بودند. با افزایش رطوبت خاک، ماده خشک گیاه حدود ۳ درصد افزایش یافت. با کاهش رطوبت خاک، عمل جذب آب و مواد مختلط شده، رشد و تقسیم سلولی به هم خورده و اختلالات هورمونی در گیاه ایجاد می‌شود که در نتیجه وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد (۴). نادری در باغ‌شاهی (۲۲) نیز به کاهش

جدول ۵. تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی بر عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن

میانگین مربعات							منبع تغییرات
عملکرد روغن	درصد روغن	درصد برداشت	شاخص بیولوژیک	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درجه آزادی	
۱۱۶۰۴**	۰/۰۳	۱۳/۹۵*	۳/۱۲*	۱۶۸۱۰۴ *	۲		تکرار
۶۰۶۴۲۶**	۶۸/۶۸**	۱۶/۳۳**	۴۸/۴۵**	۴۰۸۹۹۳۹**	۱		روش کاشت
۵۰۳۲۵**	۰/۰۰۷	۲۲/۰۴**	۳/۶۰**	۶۰۹۳۸۶**	۱		آبیاری
۴۲۴۰	۰/۴۲	۰/۰۲۶	۰/۰۲	۱۳۸۵۷	۱		روش کاشت × آبیاری
۱۷۵۷/۴۸	۰/۴۲	۰/۷۵۲	۰/۴۹	۲۷۰۰۸	۶		خطای الف
۱۱۲۴۵۰۱**	۲۹۲/۶**	۱۳/۲۰*	۲۷۵/۴**	۴۸۱۱۷۹۰**	۱		رقم
۴۲۲۵۲*	۰/۰۴	۰/۰۴	۵/۱۳	۱۲۱۶۵۲	۱		روش کاشت × رقم
۸۳۲۵	۱/۱۳	۰/۰۲۶	۰/۰۵	۱۶۳۰۲۰	۱		آبیاری × رقم
۳۱۵/۳	۰/۰۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۴۱۲/۵	۱		روش کاشت × آبیاری × رقم
۴۲۴۲	۰/۴۴	۱/۶۹	۲/۴۳	۶۹۱۷۱	۸		خطای ب

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های اثر عوامل آزمایشی بر عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن

عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن (درصد)	شاخص بیولوژیک (گرم در بوته)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عوامل آزمایشی
				روش کاشت
۵۹۲/۰ <sup>b</sup>	۲۴/۹ <sup>b</sup>	۲۱/۵ <sup>b</sup>	۲۴/۲ <sup>b</sup>	جوى و پشتهداي
۹۰۹/۹ <sup>a</sup>	۲۸/۳ <sup>a</sup>	۲۲/۲ <sup>a</sup>	۲۷/۰ <sup>a</sup>	مسطح
				آبیاری (میلی متر تبخیر)
۷۹۶/۷ <sup>a</sup>	۲۶/۶ <sup>a</sup>	۲۳/۷ <sup>a</sup>	۲۶/۰ <sup>a</sup>	۸۵
۷۰۵/۲ <sup>b</sup>	۲۶/۶ <sup>a</sup>	۲۱/۴ <sup>b</sup>	۲۵/۲ <sup>b</sup>	۱۰۰
				رقم
۵۳۴/۵ <sup>b</sup>	۲۳/۱ <sup>b</sup>	۲۱/۶ <sup>b</sup>	۲۲/۲ <sup>b</sup>	۱۱۱IL
۹۶۷/۴ <sup>a</sup>	۳۰/۱ <sup>a</sup>	۲۲/۱ <sup>a</sup>	۲۹/۰ <sup>a</sup>	کوسه

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، قادر نباشد آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

شده است. هیچ یک از اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر درصد روغن معنی دار نبود (جدول ۵). عملکرد روغن در کاشت مسطح نسبت به کاشت جوى و پشتهداي ۳۵ درصد بيشتر بود (جدول ۶). اثر روش کاشت، رژيم آبیاری و رقم بر عملکرد روغن به دليل بيشتر بودن عملکرد دانه و درصد روغن دانه در کاشت

رقم کوسه عملکرد روغن در کاشت مسطح (۱۱۶۸) کیلوگرم در هکتار) نسبت به کاشت جوی و پشته (۷۶۶ کیلوگرم در هکتار) حدود ۵۲ درصد بیشتر بود. نتایج فوق بیانگر این است که رقم کوسه هم در مقابل شرایط رقابتی موجود در کاشت جوی و پشته و هم در شرایط توزیع یکنواخت تر بوته‌ها در کاشت مسطح پاسخ بهتری نسبت به رقم IL111 برای اغلب صفات مورد مطالعه داشته است.

در کاشت جوی و پشته فضا و شرایط فیزیکی بهتری برای گسترش ریشه گیاهان فراهم می‌شود (۱۱). از طرف دیگر در کاشت مسطح کاهش فاصله ردیف‌ها و افزایش فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها موجب توزیع یکنواخت تر بوته‌ها می‌شود (۶). براساس نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در این آزمایش مزیت کاشت مسطح از نظر تولید دانه و روغن بیشتر عمدتاً مربوط به آرایش بهتر بوته‌ها در این روش کاشت بوده است.

مسطح عملکرد روغن نیز افزایش یافت. در مطالعات دیگر (۱، ۶ و ۲۳) به اهمیت فاصله ردیف بر عملکرد دانه و روغن گلنگ اشاره شده است. با افزایش رطوبت خاک عملکرد روغن ۱۳ درصد افزایش یافت (جدول ۶). از آنجایی که میزان رطوبت خاک بر درصد روغن تأثیر معنی‌داری نداشت، این کاهش به دلیل تأثیر رطوبت بر عملکرد دانه در واحد سطح است. نتایج مشابهی در مطالعات دیگر (۷ و ۱۸) نیز به دست آمده است. عملکرد روغن در ارقام کوسه و IL111 به ترتیب برابر ۹۶۷ و ۵۳۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). عسیسی (۱۸) و قرائتی (۲۰) نیز عملکرد روغن بیشتری را برای رقم کوسه نسبت به IL111 گزارش کردند.

اثر متقابل روش کاشت و رقم بر عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۵). در رقم IL111 عملکرد روغن در کاشت مسطح ۶۵۱ کیلوگرم در هکتار) نسبت به کاشت جوی و پشته (۴۱۷ کیلوگرم در هکتار) حدود ۵۶ درصد بیشتر بود. در حالی که در

#### منابع مورد استفاده

۱. آذری، ا. ۱۳۸۰. تعیین آرایش کاشت مناسب گلنگ، توده محلی کوسه، در دو تاریخ کاشت به موقع و دیر در منطقه اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. آلیاری، ه. و. ف. شکاری. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی). انتشارات عمیدی، تهران.
۳. ابوالحسنی، خ. ۱۳۸۲. ارزیابی لاین‌های حاصل از توده‌های بومی گلنگ در دو رژیم رطوبتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۴. امداد، م. ر. و ح. فرداد. ۱۳۷۹. اثر تنش شوری (NaCl) و رطوبتی بر عملکرد ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۱(۳): ۶۴۱-۶۵۴.
۵. پاسبان اسلام، ب.، م. شکیبا، م. نیشابوری، م. مقدم و م. احمدی. ۱۳۷۹. اثرات تنش کمبود آب روی ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا. مجله علمی کشاورزی ۴: ۷۵-۸۵.
۶. پورهادیان، ح. ۱۳۸۴. تأثیر فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد، سرعت پوشش کنپی و عملکرد گلنگ توده محلی اصفهان (کوسه) در کشت تابستانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۷. توکلی زانیانی، ا. ۱۳۸۱. بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد روغن گلنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۸. جلیلیان، ع. و ن. خدابنده. ۱۳۷۵. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه زنی و قدرت بذر سویا. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۸(۱): ۱۱-۱۷.
۹. خلیلی سامانی، م. ر.، م. ر. خواجه پور و ا. قلاوند. ۱۳۷۷. اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته در ردیف بر رشد و تجمع ماده

- خشک پنبه در اصفهان. *علوم کشاورزی ایران* ۲۹(۴): ۶۷۹-۶۶۷.
۱۰. خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۶. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۱۱. خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۱۲. داداشی، ن. ۱۳۸۰. اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گلنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۱۳. راشد محصل، م. ح. و م. ع. بهدانی. ۱۳۷۳. بررسی اثر رقم و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلنگ. *علوم و صنایع کشاورزی* ۸(۲): ۱۲۴-۱۱۰.
  ۱۴. رزمی، ن. ۱۳۸۰. تأثیر چهار رژیم آبیاری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سورگوم دانه‌ای در شرایط اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۱۵. رنجبر، غ. ع.، م. کریمی و م. ر. خواجه پور. ۱۳۷۶. اثر فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم سویا. *علوم کشاورزی ایران* ۱۹(۱-۲): ۳۴-۲۹.
  ۱۶. زارعیان، ع. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر رقم و تراکم بر عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات رشد گلنگ. کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۱۷. سرمندیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.
  ۱۸. عسیسی، م. ۱۳۸۵. تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر رشد رویشی و زایشی گلنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۱۹. فرید، ن. ۱۳۸۳. مقایسه سهم فتوستزی گل آذین گلنگ و برگ‌های مجاور آن در تشکیل و تولید دانه تحت شرایط مختلف رطوبت مزرعه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۲۰. قرائتی، ل. ۱۳۸۵. اثر میزان کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گلنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۲۱. مظفری، ک.، ع. عرشی و ح. زینالی خانقاہ. ۱۳۷۵. بررسی اثر تنفس خشکی در برخی از صفات مرفو-فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد آفتتابگردان. *نهال و بذر* ۱۲(۳): ۳۳-۲۴.
  ۲۲. نادری باغشاهی، م. ر.، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی، ف. درویش، ا. ح. شیرانی راد و ح. مدنی. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنفس خشکی و تراکم بوته بر صفات اکوفیزیولوژیکی سه لاین گلنگ در کاشت تابستانه در اصفهان. *نهال و بذر* ۲: ۲۹۶-۲۸۱.
23. Abel, G. H. 1976. Effect of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels, and row spacing on safflower cultivars. *Agron. J.* 68: 448-451.
24. Blum, A. 1974. Genotype response in sorghum to drought stress, II Leaf tissue water relations. *Crop Sci.* 14: 691-692.
25. Board, J. E. and B. G. Harville. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row Late-Planted soybean. *Agron. J.* 88: 567-572.
26. Fereres, E. and J. M. Fernandez. 1985. Genetic variability in sunflower cultivars under drought. 1. Yield relationships. *Aust. J. Agric. Res.* 37: 573-582.
27. Gonzales, J. L., A. A. Schneiter, N. R. Rivelanel and L. Johnson. 1994. Response of hybrid and open-pollinated safflower to plant population. *Agron. J.* 68: 1070-1073.
28. Hashemi Dezfooli,A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress. *Crop. Res. His.* 7: 313-319.
29. Hayashi, H. and K. Handa. 1985. Effects of soil water deficit on seed yield and yield components of safflower. *Japanese. J. Crop. Sci.* 54: 346-352.
30. Purcell, L. C., R. A. Ball and J. A. Reaper. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Sci.* 42: 172-177.

31. Qayyum, S. M. 1988. Effect of different row spacing on the growth and yield of safflower. *Pakistan. J. Agric. Res.* 9: 79-82.
32. Singved, R. D., S. K. Sharma and B. L. Verma. 1995. Response of safflower to irrigation and phosphorus. *Ind. J. Agron.* 40: 459-464.
33. Weber, C. R., R. M. Shibles and D. E. Byth. 1965. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agron. J.* 58: 99-102.