

تأثیر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ در منطقه رفسنجان

بنیامین ترابی* و فاطمه خطیب^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲)

چکیده

تحقیق حاضر جهت ارزیابی آثار تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گلرنگ انجام شد. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور رقم (محلی اصفهان، گلدشت و صفه) و تراکم بوته (۴۰، ۶۵ و ۹۰ بوته در متر مربع) در چهار تکرار به اجرا درآمد. نتایج نشان داد اثر رقم بر صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود، در حالی که بر تعداد طبق در بوته و عملکرد اثر معنی‌داری نداشت. اثر تراکم بر تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین ارقام نشان داد در رقم صفه تعداد دانه در طبق (۳۰/۱) و در رقم گلدشت وزن هزار دانه (۳۹/۵ گرم) بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در رقم محلی اصفهان کمترین شاخص برداشت (۰/۳۶) به دست آمد و با ارقام دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. اما نتایج نشان داد میزان عملکرد دانه بین ارقام اختلاف معنی‌داری نداشت. تراکم ۴۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین تعداد طبق در بوته (۵/۳۳)، تعداد دانه در طبق (۳۱/۹) و شاخص برداشت (۰/۴۱) بود. وزن هزار دانه در تراکم ۴۰ و ۶۵ در متر مربع بوته با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و بین ۳۱/۷ تا ۳۱/۹ گرم متغیر بود، این در حالی بود که در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع به علت تعداد بوته بیشتر در واحد سطح بالاترین عملکرد دانه (۲۳۵/۳ گرم در متر مربع) به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ارقام گلرنگ، تراکم بوته، عملکرد، اجزای عملکرد

۱. گروه زراعت، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ben_torabi@yahoo.com

مقدمه

گلرنگ متعلق به خانواده مرکبان است. این گیاه اصولاً برای تولید رنگ، مصارف دارویی، صنعتی و خوراکی مورد کشت قرار می‌گیرد (۲۲). اخیراً این گیاه بیشتر جهت استخراج روغن کشت می‌شود. میزان روغن بذر آن بین ۳۵ تا ۵۰ درصد است (۷). تولید جهانی آن حدود ۶۰۰۰۰۰ تن می‌باشد که در بیش از ۶۰ کشور دنیا به ویژه هند، آمریکا و مکزیک به وسعت ۸۵۰۰۰۰ هکتار تولید می‌شود (۱۱). در سال‌های اخیر سطح زیرکشت گلرنگ در ایران رو به افزایش بوده است و بیشترین سطح زیرکشت این گیاه به ترتیب مربوط به استان‌های اصفهان، خراسان و یزد است (۱۷). اما با توجه به محدودیت در اراضی کشاورزی در کشور افزایش تولید عملکرد گلرنگ از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از اهداف مهم کشاورزی برای افزایش عملکرد در واحد سطح بهبود عملیات زراعی می‌باشد. یکی از راه‌های مدیریتی برای افزایش عملکرد تنظیم تراکم بوته در واحد سطح می‌باشد. تراکم بوته از طریق تغییر در سطح برگ و جذب تشعشع در طول دوره رشد می‌تواند عملکرد در واحد سطح را تغییر دهد (۱۸). بنابراین هدف اصلی تراکم در محصول عمدتاً به دلیل اختلاف در چگونگی توزیع نور در کنوپی و افزایش جذب تشعشع برای بهبود عملکرد خواهد بود (۲۳).

قاسمی و همکاران (۱۴) نشان دادند که در گلرنگ فاصله بوته ۱۰ سانتی متر در روی ردیف در مقایسه با سایر فواصل (۵ و ۱۵ سانتی متر) دارای بیشترین عملکرد دانه بود که دلیل این موضوع را توزیع یکنواخت بوته‌ها، انتشار بهتر نور در درون پوشش گیاهی و تولید طبق‌های بارور بیشتر گزارش شد. فریرا و ابرو (۱۳) نشان دادند در تراکم‌های پایین عملکرد دانه به دلیل تولید ماده خشک و جذب نور کم نسبت به تراکم‌های بالا کمتر خواهد بود. مجد نصیری و همکاران (۲۱) بیان کردند که عملکرد بذر در واحد سطح و اجزای عملکرد (تعداد بذر در گیاه و وزن دانه) تحت تأثیر تراکم قرار می‌گیرند. آنها نشان دادند با کاهش تراکم تعداد طبق در گیاه، وزن هزار دانه، تعداد

بذر در گیاه و عملکرد بذر در گیاه و عملکرد در واحد سطح به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. فاضلی کاخکی و همکاران (۱۲) نشان دادند بیشترین عملکرد در تراکم‌های ۵۰ و ۴۰ بوته در متر مربع (نسبت به تراکم ۳۰ بوته در متر مربع) به‌دست آمدند.

عملکرد بذر گلرنگ هم‌چنین تحت تأثیر ارقام قرار می‌گیرد (۲، ۷، ۲۰ و ۲۴). تفاوت عملکرد دانه در ارقام مختلف گلرنگ می‌تواند به دلیل تفاوت در خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و اکولوژیک ارقام باشد. خیدر (۱۶) با مطالعه بر روی ۱۸ ژنوتیپ گلرنگ گزارش کرد عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌داری با تعداد دانه در طبق و عرض طبق دارد. بن صلاح و همکاران (۶) گزارش کردند که رابطه معنی‌داری بین گلدهی اولین شاخه گل‌دهنده و عملکرد وجود دارد. هم‌چنین ارزیابی روابط بین خصوصیات گلرنگ نشان داده است که روابط مثبت و معنی‌داری میان عملکرد دانه با ارتفاع گیاه، تعداد طبق در گیاه و وزن صد دانه وجود دارد (۲۶). باقری و همکاران (۵) با مطالعه روی ۱۲۱ ژنوتیپ گلرنگ نشان دادند که عملکرد تک بوته همبستگی مثبتی با تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه داشتند. با توجه به این که تراکم بوته بسته به نوع رقم و در شرایط محیطی متفاوت در میزان عملکرد دانه می‌تواند موثر باشد لذا مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گلرنگ انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر رفسنجان انجام گرفت. شهرستان رفسنجان در شمال استان کرمان با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۳ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و با ارتفاع ۱۴۶۹ متر از سطح دریا قرار گرفته است. اقلیم منطقه طبق سیستم دوما رتن خشک سرد با متوسط بارندگی سالیانه ۷۵/۲ میلی‌متر و متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل سالیانه ۲۶۱۴/۱ میلی‌متر است. بافت خاک مزرعه سبک با متوسط pH ۷/۶ و

شوری ۴/۴ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد.

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا درآمد. در این آزمایش سه رقم گلرنگ شامل محلی اصفهان، گلدشت و پدیده در سه تراکم ۴۰، ۶۵ و ۹۰ بوته در متر مربع مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش پس از آماده‌سازی زمین به صورت جوی و پشته، در هر کرت ۶ ردیف به طول ۴ متر در ۲۰ فرورودین ۱۳۹۱ کشت شد. کشت بذرها بر روی پشته‌ها با فواصل ردیف ۵/۰، ۳/۱ و ۲/۲ سانتی‌متر به ترتیب جهت رسیدن به تراکم‌های ۴۰، ۶۵ و ۹۰ بوته در متر مربع انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری‌های بعدی هر ۵ تا ۷ روز انجام شد. در این آزمایش قبل از کاشت حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بعد از کاشت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در دو مرحله به صورت سرک استفاده شد.

صفات مورد ارزیابی در این تحقیق شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه بودند. یادداشت برداری از این صفات در مرحله رسیدگی روی ۱۰ بوته در هر کرت انجام شد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال آماری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد طبق در بوته

نتایج نشان داد اثر تراکم بر تعداد طبق در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین تعداد طبق در بوته در تراکم ۴۰ و با میانگین حدود ۵/۳۳ طبق به‌دست آمد. تعداد طبق در بوته در تراکم‌های ۶۵ و ۹۰ حدود ۳/۶۸ و ۳/۸۱ عدد بود که اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۲). کاهش تعداد طبق با افزایش تراکم به دلیل رقابت گیاهان برای جذب مواد غذایی، نور، سایه‌اندازی برگ‌ها و شاخه‌های قسمت بالایی

و کاهش تکمیل میوه شاخه‌های جانبی می‌تواند باشد (۱۰). نتایج مشابهی بر اساس کاهش قدرت شاخه دهی به دلیل تراکم بالا به وسیله لیچ و ساهی (۱۹)، آذری و خواجه‌پور (۴) و احدی و همکاران (۱) گزارش شد. قاسمی و همکاران (۱۴) و ناصری و همکاران (۲۳) نشان دادند کاهش فاصله بوته روی ردیف سبب کاهش تعداد طبق در بوته می‌گردد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

تعداد دانه در طبق

مطابق نتایج تجزیه واریانس، تراکم و رقم روی تعداد دانه در طبق اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در طبق در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد که مقدار آن ۳۱/۹ بود و کمترین آن در تراکم‌های ۶۵ و ۹۰ بوته در متر مربع به‌دست آمدند که به ترتیب برابر ۲۴/۰ و ۲۱/۸ بودند (جدول ۲). از آنجا که تشکیل دانه بستگی به تامین مواد غذایی لازم و شرایط مناسب محیطی در مرحله تبدیل مریستم رویشی به زایشی و مراحل بعد از آن دارد، به نظر می‌رسد تراکم بوته و به دنبال آن محدودیت مواد غذایی و نور، تولید واحدهای زایشی کاهش می‌یابد، و یا در مراحل بعدی با افزایش رقابت برای به دست آوردن نور و مواد غذایی، تعدادی از واحدهای زایشی حذف می‌گردند و سرانجام تعداد دانه کمتری تولید می‌شود (۹ و ۱۴). نتایج مشابهی توسط فاضلی کاخکی و همکاران (۱۲)، سینگ و همکاران (۲۵) و زوپ و همکاران (۲۸) گزارش شد.

وزن هزار دانه

نتایج نشان داد وزن هزار دانه در سطوح مختلف تراکم و رقم به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). وزن هزار دانه در تراکم ۴۰ و ۶۵ بوته در متر مربع به ترتیب برابر ۳۱/۹ و ۳۱/۷ گرم بود و با تراکم ۹۵ بوته در متر مربع (۲۹/۵ گرم) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). زارعی و همکاران (۲۷) نشان دادند با افزایش تراکم از ۱۰ به ۴۰ بوته در متر مربع وزن

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تاثیر رقم و تراکم.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	عملکرد دانه
بلوک	۳	۱/۹۱*	۴۲/۶۶ ^{ns}	۱۳/۸۹ ^{ns}	۰/۰۰۳۸ ^{ns}	۳۶۲۵/۰ ^{ns}
رقم	۲	۱/۰۸ ^{ns}	۱۷۶/۷۳**	۵۳۶/۱۸**	۰/۰۰۹۹**	۱۹۱۷/۵ ^{ns}
تراکم	۲	۹/۳۵**	۳۰۴/۵۶**	۱۹/۲۷*	۰/۰۰۴۳*	۸۳۴۲/۸*
رقم در تراکم	۴	۰/۵۲ ^{ns}	۲۹/۷۰ ^{ns}	۸/۵۱ ^{ns}	۰/۰۰۱۵ ^{ns}	۳۴۷۹/۹ ^{ns}
خطا	۲۴	۱۳/۳۹	۱۹/۵۰	۵/۱۹	۰/۰۰۱۱	۱۹۸۱/۴
ضریب تغییرات	-	۱۷/۹	۱۷/۳	۷/۴	۸/۵	۲۲/۰

* و **: به ترتیب معنی دار بودن اثر عامل آزمایش را در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد نشان می دهد.

ns غیرمعنی دار بودن اثر عامل آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تاثیر رقم و تراکم.

فاکتورهای آزمایش	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
رقم					
محلی اصفهان	۴/۵۵ ^a	۲۵/۷ ^b	۲۶/۴ ^b	۰/۳۶ ^b	۱۸۵/۹ ^a
گلدشت	۳/۹۵ ^a	۲۱/۹ ^c	۳۹/۵ ^a	۰/۴۲ ^a	۱۹۲/۸ ^a
صفه	۴/۳۲ ^a	۳۰/۱ ^a	۲۷/۱ ^b	۰/۳۹ ^a	۲۱۶/۳ ^a
تراکم بوته					
(بوته در متر مربع)					
۴۰	۵/۳۳ ^a	۳۱/۹ ^a	۳۱/۹ ^a	۰/۴۱ ^a	۱۸۳/۷ ^b
۶۵	۳/۶۸ ^b	۲۴/۰ ^b	۳۱/۷ ^a	۰/۳۹ ^b	۱۷۶/۷ ^b
۹۰	۳/۸۱ ^b	۲۱/۸ ^b	۲۹/۵ ^b	۰/۳۷ ^b	۲۳۴/۶ ^a

سطوح دارای حروف مشترک با آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

می شود، که این عامل باعث تغییر در خصوصیات اندام های رویشی و زایشی و نهایتاً کاهش وزن هزار دانه می گردد (۹). نتایج تحقیق حاضر با یافته های ارسالان و همکاران (۳) و گنزالس و همکاران (۱۵) مطابقت داشت. این در حالی بود که آذری و خواجه پور (۴) نشان دادند بین تراکم های ۳۰ تا ۵۰

هزار دانه به طور معنی داری کاهش یافت. کاهش وزن هزار دانه با افزایش تراکم می تواند نمود دانه را از طریق جلوگیری از انتقال مواد فتوسنتزی و متابولیت های مورد نیاز دانه در طول دوره پر شدن دانه تحت تأثیر قرار دهد (۲۷). افزایش تراکم بوته هم چنین باعث رقابت شدید برای کسب عوامل محیطی

بوته وزن هزار دانه تغییر نداشت.

همچنین نتایج نشان داد رقم محلی اصفهان و صفه نسبت به رقم گلدشت وزن هزار دانه کمتری داشتند. وزن هزار دانه برای ارقام محلی اصفهان و صفه به ترتیب ۲۶/۴ و ۲۷/۱ گرم بود که با وزن هزار دانه رقم گلدشت (۳۹/۵) اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). وزن هزاردانه بیشتر تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی ارقام قرار دارد (۹) و تولید بذرها سنگین‌تر احتمالاً نتیجه انتقال مناسب فتواسمیلات‌ها به بذر این ارقام می‌باشد. این نتایج با یافته‌های احدی و همکاران (۱)، ارسلان و همکاران (۳)، داداشی و خواجه‌پور (۸) و گنزالس و همکاران (۱۵) مطابقت دارد.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد شاخص برداشت در بین ارقام در سطح احتمال یک درصد و در تراکم‌های مختلف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در بین ارقام مورد مطالعه ارقام گلدشت و صفه به ترتیب با شاخص برداشت ۰/۴۲ و ۰/۳۹ بالاترین مقدار را داشتند و در رقم محلی اصفهان با ۰/۳۶ کمترین شاخص برداشت به دست آمد. هم‌چنین در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بالاترین شاخص برداشت به دست آمد که مقدار آن ۰/۴۱ بود و با شاخص برداشت در تراکم‌های ۶۵ و ۹۰ اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). تفاوت در شاخص برداشت در بین ارقام می‌تواند به دلیل تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی ارقام باشد به‌طوری که این ارقام ماده خشک بیشتری را به دانه اختصاص می‌دهند. در تراکم‌های بالاتر وزن تک بوته به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ای کاهش می‌یابد اما کاهش بیشتر در وزن اندام‌های زایشی می‌تواند باعث کاهش شاخص برداشت شود. آذری و خواجه‌پور (۴) نشان دادند با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع شاخص برداشت کاهش می‌یابد. آن‌ها کاهش شاخص برداشت در تراکم‌های بالاتر را به کاهش تعداد طبق در گیاه و تعداد دانه در طبق نسبت دادند. در تحقیق حاضر نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش تعداد طبق در

گیاه، دانه در طبق و شاخص برداشت با افزایش تراکم به دست آمد. نتایج مشابهی در این مورد توسط احدی و همکاران (۱) گزارش شده است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار نیست، در حالی که تراکم بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بالاترین عملکرد دانه در تراکم ۹۰ بوته به‌دست آمد که مقدار آن برابر ۲۳۴/۶ گرم در متر مربع بود که با مقدار عملکرد در تراکم‌های ۴۰ و ۶۵ بوته (به ترتیب ۱۸۳/۷ و ۱۷۶/۷ گرم در متر مربع) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). در تحقیق حاضر نیز در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع مقادیر اجزای عملکرد به دلیل کاهش رقابت بین بوته‌ای و استفاده بهتر از شرایط محیطی نسبت به تراکم‌های دیگر بیشتر بود، اما به دلیل تعداد بوته کمتر در واحد سطح عملکرد دانه در واحد سطح پایین‌تری داشت (۴). نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های قاسمی و همکاران (۱۴) مطابقت داشت.

با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش استنباط شد با توجه به خاصیت جبرانی بین اجزای عملکرد و شاخص برداشت در بین ارقام مورد مطالعه هیچ گونه تفاوتی از لحاظ عملکرد دانه در واحد سطح مشاهده نشد. هم‌چنین استنباط شد با توجه به این که در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع امکان استفاده بهتر از شرایط محیطی و افزایش عملکرد تک بوته وجود دارد (۴) اما با افزایش تعداد بوته در متر مربع کاهش عملکرد تک بوته جبران خواهد شد و عملکرد بیشتری نسبت به تراکم پایین به دست خواهد آمد.

منابع مورد استفاده

1. Ahadi, K., M. Jafarzadeh-Kenarsari and A. Rokhzadi. 2011. Effects of sowing date and planting density on growth and yield of safflower cultivars as second crop. *Advances in Environmental Biology* 5: 2756-2760.
2. Alizadeh, K. and J. Carapetian. 2006. Genetic variation in a safflower germplasm grown in rainfed cold drylands. *Journal of Agronomy* 5: 50-52.
3. Arslan, B., B. Yildirim, A. I. Ilbas, O. Dede and N. Okut. 1997. The effect of sowing date on yield and yield characters of varieties of safflower. PP. 125-131. In: 4th International Safflower Conference. Bari, Italy.
4. Azari, A. and M.R. Khajepour. 2005. Effect of planting pattern on development, growth, yield components and seed and petal yields of Isfahan, Koseh. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 9(3): 131-142.
5. Bagheri, A., B. Yazdi Samadi, M. Nayeb and M. Ahmadi. 2001. Study of correlation and relationships among yield and other quantitative and qualitative traits in safflower. *Iranian Journal of Agronomy* 32(2): 296-306.
6. Bensalah, H., H. Ibtissem and M. Brahim. 2001. Comparison of yield components and oil content of selected safflower accessions in Tunisia. In: 5th International safflower Conference. U.S.A.
7. Camas, N., C. Cirak and E. Esendal. 2007. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower grown in Northern Turkey condition. *Journal of the Faculty of Agriculture* 22: 98-104.
8. Dadashi, N. and M. R. Khajepour. 2004. Effects of planting date and cultivar on growth, yield components and seed yield of safflower in Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 8(3): 95-112.
9. Ehsanzadeh, P. and A. Zareian Baghdadabadi. 2003. Effect of plant density on yield and yield components and some characteristics of growth of two safflower cultivars under Isfahan condition. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 7(1): 129-139.
10. Emami, T., R. Naseri, H. Falahi and E. Kazemi. 2011. Response of yield, yield component and oil content of safflower (cv. Sina) to planting date and plant spacing on row in rainfed conditions of western Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 10: 974-953.
11. FAO. 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Available online at: <http://www.apps.fao.org>
12. Fazeli Kakhaki, S. F., R. Sadrabadi Haghighi, A. Zare Feyzabadi and M. Ezzat Ahmadi. 2007. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of safflower in Rokh plateau. *Iranian Journal of Field Crops Research* 5(2): 327-332.
13. Ferreira, A. M. and F. G. Abreu. 2001. Description of development, light interception and growth of safflower at two sowing dates and two densities. *Mathematics and Computers in Simulation* 56: 369-383.
14. Ghasemi S., M. J. Bahrani, M. Kheradnam and S. Matlabipoor. 2006. Effect of row and plant spacing on yield and yield components of two spring safflower cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 1-37(3): 585-591.
15. Gonzalez, J. L., A. A. Schneiter, N. R. Riveland and B. L. Johnson. 1994. Response of hybrid and open-pollinated safflower to plant population. *Agronomy Journal* 86: 1070-1073.
16. Khider, M.O. 1974. Genetic variability and interrelationship of some quantitative characters in safflower. *Journal of Agricultural Sciences* 83(2): 197-202.
17. Khoshal, J., A. M. Rezai and T. Yasari. 2010. Modeling development stages of spring safflower using temperature and photoperiod. *Researches of Natural Geography* 72: 21-34.
18. Larry C. P., A. B. Rosalind, J. D. Reaper and D. Earl. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Science* 42: 172-177.
19. Leitch, M. H. and F. Sahi. 1999. The effect of plant spacing on growth and development in linseed. *Annals of Applied Biology* 135: 529-534.
20. Mahasi, M. J., R. S. Pathak, F. N. Wachira, T. C. Riungu and J. W. Kamundia. 2005. Development and evaluation of safflower cultivars for the marginal rainfall areas of Kenya: Morphological characterization, genetic diversity and adaptation studies. *Sesame and Safflower Newsletter* 20: 68-75.
21. Majd-Nassiri, B., M. Karimi, G. Nour-Mohammadi and M. R. Ahmadi. 2003. Evaluation of yield, yield components and physiological traits of five safflower genotypes in spring and summer sowing. *Journal of Agricultural Sciences* 9: 3-18.
22. McPherson, M. A., A. G. Good, K. C. Topinka and L. M. Hall. 2004. Theoretical hybridization potential of transgenic safflower with weedy relatives in the New World. *Canadian Journal of Plant Sciences* 84: 923-934.
23. Naseri, R., K. H. Fasihi, A. Hatami and M. M. Poursiahbidi. 2010. Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower cv. Sina under rainfed conditions. *Iranian Journal of Crop Science* 12: 227-238.
24. Omid Tabrizi, A. H. 2006. Stability and adaptability estimates of some safflower cultivars and lines in different

- environmental conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology* 8: 141-151.
25. Singh, H.S.B., Y.S. Chauhan and G.S.Verma.1992. Effect of row spacing and nitrogen level on yield of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) in salt affected soil. *Indian Journal of Agronomy* 37:90-92.
26. Tuncurk, M. and V. Ciftci. 2004. Relationships among traits using correlation and path coefficient analysis in safflower sowed different fertilization levels and row spacing. *Asian Journal of Plant Sciences* 3: 683-686.
27. Zarei, G. R., H. Shamsi and F. Fazeli. 2011. Effect of Planting Density on Yield and Yield Components of Safflower Cultivars in Spring Planting. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 60: 135-137.
28. Zope, R. E., D. S. Parlekar, D. S. Ghorpade and S. I. Tambe. 1992. Effect of different row spacing on the growth and yield of safflower. PP. 34-39. In: 3rd International Safflower Conference, Beijing, China.