نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره ۳۰ - شماره ۳- پیاپند ۱۱٦ پائیز ۹٦

بررسی واکنش ارقام گلرنگ به تیمارهای آبیاری در کشت‌های بهاره و تابستانه

Responses of Safflower cultivars to irrigation treatments in spring and summer cropping seasons

غلامحسین شیراسماعیلی[1*]، علی اکبر مقصودی مود[2]، غلامرضا خواجویی نژاد[3]، روح الله عبدالشاهی[4]

۱. دانشجوی دکترا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران ، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۳. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۴. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۵

چکیده

شیراسماعیلی، غ.، مقصودی مود، ع.ا.، خواجویی نژاد، غ.، عبدالشاهی، ر. بررسی واکنش ارقام گلرنگ به تیمارهای آبیاری در کشت‌های بهاره و تابستانه
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۰ - شماره ۳- پیاپند ۱۱٦ پائیز ۹٦: ۵۲-۳۶

نوسانات بارندگی و دسترسی به منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک، عملکرد و اجزای عملکرد محصولات زراعی را به‌ویژه در کشت های بهاره و تابستانه تحت تأثیر قرار می‌دهد. گل‌رنگ یکی از گیاهان روغنی بومی ایران است که نسبت به خشکی مقاوم است. این آزمایش به صورت کرت های دو بار خردشده و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل دو تاریخ کشت بهاره و تابستانه، فاکتور فرعی شامل سه تیمار آبیاری (شاهد، قطع آبیاری در شروع گلدهی و قطع آبیاری از دوره پر شدن دانه) و فاکتور فرعی شامل نه رقم گلرنگ بود. تاریخ کاشت بهاره نسبت به تابستانه در تمامی صفت های اندازه گیری شده اختلاف معنی دار داشت. عملکرد دانه در تاریخ کشت فروردین‌ماه ۳۰۷۰ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیرماه، ٦۲ درصد افزایش نشان داد. تیمار آبیاری بر ارتفاع، تعداد دانه در غوزه و عملکرد دانه اثر معنی دار داشت و قطع آبیاری باعث کاهش تعداد دانه در غوزه و عملکرد گردید. عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری در دوره پر شدن دانه و دوره گلدهی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۱ و ٥٤ درصد کاهش نشان داد. در بین ارقام، صفه و گلدشت دارای بالاترین عملکرد دانه بودند و در تیمار قطع آبیاری در شروع گلدهی بین ارقام اختلاف معنی داری مشاهده نشد. به‌طورکلی رقم های ایرانی نسبت به ارقام مکزیکی توانایی بهتری برای مقاومت به تنش و تولید عملکرد دانه بالاتر داشتند.

واژه های کلیدی: زمان کاشت، تنش آب، دانه روغنی، عملکرد دانه، تعداد غوزه

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: shiresmaeili@yahoo.com

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی از خانواده آستراسه و یکی از قدیمی ترین گیاهان زراعی است که می تواند به عنوان یک دانه روغنی بومی ایران در توسعه کشت دانه های روغنی از آینده نوید بخشی برخوردار باشد (Mc Pherson et al., 2004). خصوصیات مطلوب و خاص این گیاه، کیفیت بالای روغن دانه، مقاومت نسبتاً بالا به شوری و خشکی و سازگاری وسیع از جمله مواردی است که آن را به عنوان گیاه روغنی باارزش مطرح ساخته است (Mozaffari & Asadi, 2006; Naderi Darbaghshahi et al., 2004). سطح زیر کشت گلرنگ در کشور حدود ۶۰۰۰ هکتار با متوسط عملکرد یک‌تن در هکتار و بیشترین سطح زیر کشت این گیاه به ترتیب مربوط به استان های اصفهان، خراسان و یزد است (Froozan, 2005).

در مناطقی که میزان بارندگی سالانه کاهش‌یافته و پراکنش آن الگوی مشخصی ندارد، خشکی مهم ترین تنش محیطی است که تولید گیاهان زراعی را شدیداً کاهش می‌دهد (Richards, 1996) و با توجه به کاهش بارندگی های سالانه و افزایش خشکی و دمای هوا، ایجاد ارقام متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا برای اصلاحگران اهمیت بسیاری دارد (Richards, 1996). تنش خشکی در مرحله رشد رویشی از طریق کاهش شاخص سطح برگ باعث کاهش تولید ماده خشک و کاهش عملکرد گیاه می شود. گلرنگ در مرحله رویشی نسبت به مراحل بعدی به کمبود آب مقاوم تر است. در آزمایشی که روی گلرنگ انجام شد، نشان داد که صفات مرتبط با مرحله زایشی گیاه بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می گیرد (Khajeh Pour, 1991).

تعیین تاریخ کاشت مناسب اولین نکته اساسی در مدیریت تولید گیاهان زراعی است به ویژه در مناطقی که دارای محدودیت های محیطی مانند سرمای زودرس یا دیرهنگام ابتدا و انتهای فصل رشد و گرمای شدید اواسط تابستان می باشند (Caliskan et al., 2008). تاریخ کاشت تأثیر قابل توجهی بر مراحل نمو، رشد رویشی، اجزاء عملکرد و عملکرد گلرنگ دارد. تاریخ کاشت می تواند از طریق تغییر در شرایط محیطی از جمله دما، طول روز، رطوبت قابل‌دسترس در خاک، برشدت نور و نفوذ آن در جامعه گیاهی و درنهایت بر شاخص های رشد مؤثر واقع شود (Ehdai & Noormohammadi, 1984). تأخیر در کاشت بهاره گلرنگ باعث تسریع مراحل نمو، کاهش رشد رویشی، اجزاء عملکرد و عملکرد گلرنگ می گردد (Zimmerman, 1972). معمولاً با تأخیر در کاشت بهاره، دما و طول روز افزایش می یابد و افزایش این دو عنصر اقلیمی باعث کاهش طول دوره نمو می شود که خود نهایتاً رشد رویشی، اجزاء عملکرد و عملکرد را کاهش می دهد (Nickabadi et al., 2008).

شرایط محیطی حادث‌شده در طول فصل رشد، نقش تعیین کننده‌ای بر رشد زایشی دارد (Boyer & Westgate, 2004). مراحل نمو گیاهان زراعی حساسیت متفاوتی به شرایط تنش دارند. در بادام‌زمینی (Prasad et al., 1999) و برنج (Matusi et al., 2008) وقوع تنش قبل و یا در مرحله گرده افشانی، باعث افزایش معنی‌دار

در ریزش گل و کاهش تعداد دانه می‌گردد. در گیاهانی مثل سویا، گندم، برنج و جو که قابلیت شاخه دهی و پنجه زنی دارند، اساساً امکان جبران تعداد دانه وجود دارد (Sadras, 2007). تحمل به خشکی، مجموعه‌ای از ویژگی‌های متنوع مشتمل بر عوامل ژنتیکی، فیزیولوژیکی یا بیوشیمیایی است. بااین‌حال پاسخ گیاه بستگی به مرحله نمو و شدت و طول دوره تنش خشکی دارد. در لگوم‌های دانه‌ای خشکی طولانی‌مدت رشد گیاهان را به تعویق می‌اندازد و آن ها برای غلبه بر کمبود آب، سطح برگ را کاهش و راندمان مصرف آب را افزایش می‌دهند. ارقام لوبیای دارای برگ‌های بزر گ تر، در شرایط کمبود آب طولانی مدت در دوره گلدهی، بیشتر برگ‌ها و گل‌های خود را از دست دادند (Nemeskeri et al., 2010).

مطالعه اثر تنش خشکی در عملکرد گلرنگ نشان داد که همبستگی مثبتی بین ارتفاع بوته، ارتفاع گل آذین، تعداد غوزه هر بوته و عملکرد روغن و دانه وجود دارد و تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته شده است (Pasban Eslam, 2011). وقوع تنش در فاز زایشی گیاه اثری روی نسبت ریشه به اندام هوائی ندارد، اما گلدهی و دانه بندی را کم می‌کند. حادث شدن تنش خشکی در مرحله گلدهی معمولاً تخصیص بیشتر منابع را برای پرشدن دانه به همراه خواهد داشت (Prasad et al., 2008). هدف از انجام این آزمایش تعیین رقم مناسب در شرایط محدودیت آب در کشت‌های بهاره و تابستانه بود.

مواد و روش ها

در این آزمایش اثر تاریخ کشت و قطع آب آبیاری در مراحل مختلف رشد، بر عملکرد و اجزای عملکرد نه رقم گلرنگ در کشت‌های بهاره و تابستانه مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد که در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی واقع است، انجام شد. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۱۵۴۱ متر و طبق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه سرد است. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه به ترتیب ۱۲۱ میلی‌متر و ۱۶/۱ درجه سانتی‌گراد است. این آزمایش به صورت کرت های دو بار خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل دو تاریخ کشت بهاره و تابستانه و فاکتور فرعی شامل سه تیمار آبیاری، ۱- شاهد، آبیاری کافی در کل دوره رشد بر اساس دور آبیاری و بدون تنش آبی، ۲- آبیاری تا ابتدای شروع گلدهی بدون تنش آبی و قطع آبیاری تا آخر فصل و ۳- آبیاری تا ابتدای شروع پرشدن دانه بدون تنش آبی و قطع آبیاری تا آخر فصل و نه رقم گلرنگ شامل صفه، گلدشت، سینا، فرامان و ارقام مکزیکی Mec117،Mec295،Mec184، Mec11،Mec7 که به عنوان فاکتور فرعی فرعی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در سال ۱۳۹۴ اجرا و پس از انتخاب زمین مورد نظر، نمونه برداری از خاک انجام و شخم زده شد. قبل از کاشت، توزیع کود بر اساس تجزیه

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Soil physicochemical properties at the experimental location

pH	EC	Sand	Silt	Clay	N	P	K	Fe
	dS/m	٪	٪	٪	ppm			
7.3	1.12	58	32	10	0.082	3.23	96	0.5

شیمیایی خاک و توصیه کودی صورت گرفته و در دو تاریخ ۳۰ فروردین‌ماه و ۲۵ ام تیرماه کشت انجام شد. به منظور کنترل علف های هرز، علف کش ترفلان به میزان ۲ لیتر در هکتار پاشیده و به کمک دیسک با خاک مخلوط گردید. کشت به صورت خطی و در هر کرت پنج خط به فاصله ۴۰ سانتی متر و به طول ۵ متر انجام و کرت ها بلافاصله آبیاری شد. در مرحله ۳ تا ۴ برگی خطوط تنک شده و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی متر تنظیم شد، به طوری که تراکم ۵۰ بوته در مترمربع حاصل شد. پس از کشت و آبیاری اولیه جهت سبز شدن و استقرار بوته ها، آبیاری بر اساس دور آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و قطع آبیاری در کرت ها با توجه به مراحل رشدی گیاه و تیمارهای قطع آبیاری انجام شد. مبارزه با علف های هرز پس از کاشت و در مواقع لازم صورت گرفت. در محل ورود آب به محل آزمایش یک عدد پارشال فلوم نصب و میزان آب مورداستفاده در هر آبیاری اندازه گیری شد. قبل از برداشت ارتفاع بوته پس از حذف نیم متر حاشیه از سطح خاک تا محل اتصال ساقه به پشت طبق اصلی برای ۵ بوته متوالی بر حسب سانتی متر اندازه گیری و میانگین گیری شد. در مرحله رسیدگی با رعایت حاشیه دو خط از هر کرت فرعی برداشت و عملکرد دانه محاسبه گردید. برای اندازه گیری وزن خشک، ۵ بوته از هر کرت انتخاب‌شده نمونه ها در آون آزمایشگاه خشک و توزین نمونه ها با ترازوی دقیق آزمایشگاهی انجام شد. شمارش و اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد با نمونه گیری و جداسازی دانه انجام گرفت. داده ها توسط نرم‌افزار Minitab 16 آنالیز و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد و با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت اثر معنی داری بر ارتفاع گیاه داشت (جدول ۲). میزان کاهش ارتفاع بوته در کشت تابستانه نسبت به بهاره حدود ۴۸ درصد بود. اثر تیمار آبیاری نیز روی ارتفاع بوته معنی دار بود به طوری که بالاترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد با ۷۹ سانتی متر و پس‌ازآن قطع آبیاری در دوره پر شدن دانه با ۷۱ سانتی متر قرار داشت. در تیمار قطع آبیاری در دوره گلدهی متوسط ارتفاع بوته در حدود ۳۷ درصد نسبت به شاهد کاهش و به ۵۰ سانتی‌متر رسید (جدول ۳). در بین ارقام گلرنگ نیز ازنظر ارتفاع بوته اختلاف معنی دار وجود داشت. بیشترین ارتفاع بوته ۷۳ سانتی

متر مربوط به رقم صفه و کمترین آن ۶۲ سانتی متر مربوط به رقم‌های Mec23 و Mec117 بود (جدول ۳). در میان خصوصیات مورفولوژیک، ارتفاع گیاه در گلرنگ یکی از بارزترین و درعین‌حال از مؤثرترین صفات در تعیین پایداری فیزیکی، سطح برگ و نهایتاً عملکرد است (Hang & Evans, 1985). ارتفاع بوته به‌عنوان معیاری از بیوماس بوده و بیانگر میزان رشد ریشه است که در مقاومت به خشکی ارقام گلرنگ نقش اساسی ایفا می کند (Villalobs et al., 1996). در جامعه گیاهی، ارتفاع بالاتر به دلیل تشکیل برگ های بیشتر و کاراتر، باعث افزایش جذب نور شده و از طریق افزایش تولید مواد فتوسنتزی و بالا رفتن توان رقابتی در مزرعه باعث محصول دهی بهتر می شود (Ehdai & Noormohammadi, 1983). نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار آبیاری و تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود و بالاترین ارتفاع در تاریخ کاشت اول در هر سه تیمار آبیاری مشاهده شد که با تاریخ کاشت دوم اختلاف معنی دار داشت. درصورتی‌که در تاریخ کاشت دوم بین سه سطح تیمار آبیاری اختلاف معنی داری دیده نشد(جدول ۴). اختلاف ارتفاع در تیمار شاهد و تیمار قطع آبیاری در دوره گلدهی، در تاریخ های کاشت اول و دوم در حدود ۵۰ درصد بود اما این اختلاف در دوره پر شدن دانه به میزان کمتری کاهش پیدا کرد. ویلالوبس و همکاران (Villalobs et al., 1996) گزارش کردند در تیمار بدون آبیاری نسبت به تیمارهای آبیاری شده، بین افزایش طول زمان تنش خشکی (عدم آبیاری) و کاهش ارتفاع همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت. اهدایی و نورمحمدی (Ehdai & Noormohammadi, 1983) نیز در آزمایش خود نشان دادند که تأخیر در کاشت گلرنگ در شرایط خوزستان، به دلیل بالا بودن دما طی فصل رشد، کاهش ارتفاع را در پی داشته است. در آزمایشی که نیک‌آبادی و همکاران (Nickabadi et al., 2008) در هفت تاریخ کاشت با دو رقم صفه و گلدشت در اصفهان انجام دادند اختلاف این دو رقم ازلحاظ ارتفاع بوته معنی دار بود. متوسط ارتفاع ارقام صفه و گلدشت در آن آزمایش به ترتیب ۷۱ و ۵۳ سانتی‌متر گزارش گردید.

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم و همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت، آبیاری و رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲). رقم هایی که در کشت بهاره ارتفاع بالاتری داشتند، در کشت تابستانه نیز عموماً از ارتفاع بالاتری برخوردار بودند. رقم صفه نیز در هر دو کشت بهاره و تابستانه بالاترین ارتفاع را داشت. نه‌تنها ارتفاع نهایی بلکه ارتفاع گیاه در تمام مراحل رشد تحت تأثیر هر دو عامل ژنوتیپ و محیط است (Bagheri et al., 1997). کاهش ارتفاع گیاه به‌موازات افزایش تنش خشکی را می توان به اختلال در فتوسنتز به‌واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه و نهایتاً عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی ازنظر ارتفاع نسبت داد. به نظر می رسد در ابتدای ساقه رفتن، تأمین نیاز آبی گیاهان باعث تحریک رشد رویشی و افزایش ارتفاع شده است. تأمین نیاز آبی در مراحل بعدی نظیر گلدهی یا دانه بندی که گیاه رشد رویشی خود

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس صفات ارقام گلرنگ تحت تأثیر تاریخ کاشت و تیمارهای آبیاری

Table 2. Results of analysis of variance for Safflower cultivars as affected by planting date and irrigation treatments

منابع تغییرات Source of variations	درجات آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares					
		ارتفاع Plant height (cm)	وزن خشک در مرحله گلدهی Dry matter weight at start of flowering	تعداد غوزه در بوته No. of bolls per plant	تعداد دانه در غوزه No. of seed in boll	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	3	26.395	616.395	94.913300	91.335	6.874244	3232715.4
زمان کاشت (A) Planting	1	97112.96**	3978.03**	1859.85**	639.909**	142.268935**	178224810.1**
خطایa Error a	3	334.493	1739.78	38.055	78.579	22.336590	2960767.5
آبیاری (B) Irrigation (B)	2	16492.57**	135.13ns	6.59362ns	1224.8**	21.982917ns	29061059.2**
A×B A×B	2	14619.01**	147.35ns	248.11**	675.67**	68.716435*	3268257.4**
خطایb Error b	12	172.5	299.9	18.206	66.641	21.762454	388209.3
رقم (C) Cultivar (C)	8	403.313**	131.3 ns	31.021**	238.088**	140.591875**	2165950.2 **
A× C A× C	8	118.702ns	89.13 ns	23.108*	101.322**	91.914560**	1543416.8**
B×C B×C	16	110.1ns	97.12 ns	9.9379ns	31.825ns	21.578125ns	299414.8ns
A×B ×C A×B ×C	16	79.929ns	153.45 ns	5.089ns	25.177ns	22.120810ns	199209.6ns
خطایc Error c	144	92.2211	109.6	9.7769	27.61637	16.174761	222795.1
ضریب تغییرات٪ C.V %		14.4	31.9	36.7	29.59	10.32	22.16

ns، *و ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** represent non- significance, significances at 5 % and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده ارقام گلرنگ در اثر تیمار قطع آبیاری در دو تاریخ کاشت

Table 3. Mean comparison of the measured traits of safflower cultivars under irrigation termination treatment in two planting dates

تیمار Treatment	سطوح تیمار Treatment levels	ارتفاع (سانتی متر) Plant height (cm)	وزن خشک در مرحله گلدهی (گرم در مترمربع) Dry matter weight at start of flowering (gm^{-2})	تعداد غوزه در بوته No. of bolls per plant	تعداد دانه در غوزه No. of seed in boll	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم **در** هکتار) Grain yield ($kg\ ha^{-1}$)
تاریخ کاشت Planting date	کشت بهاره Spring planting	87	370	13	17	38	3038
	کشت تابستانه Summer planting	45	284	8	12	40	1221
	LSD(5%)	8	52	3	3	2	745
قطع آبیاری Irrigation termination	شاهد Control	79	342	11	19	38.4	2788
	در شروع گلدهی At start of flowering	50	322	10	10	39.5	1520
	در شروع پر شدن دانه At start of grain filling	71	316	10	14	38.9	2080
	LSD (5%)	5	62	1.5	3	1.7	226
ارقام گلرنگ Safflower cultivars	Mec10	65	310	9	16	38	2100
	Mec11	64	315	10	15	38	1900
	Mec23	62	342	11	11	39	1790
	Mec26	67	334	13	11	39	1900
	Mec117	62	343	11	13	39	2080
	فرامان Faraman	64	336	10	13	39	2120
	سینا Sina	69	286	10	17	38	2370
	گلدشت Goldasht	69	375	9	17	37	2350
	صفه Sofeh	73	353	10	21	36	2590
	LSD (5%)	5.5	60	1.8	3	2.3	269

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و آبیاری بر صفات ارقام گلرنگ

Table 4. Mean comparison of the interaction effects of planting date × irrigation on the traits of safflower cultivars

تاریخ کاشت Planting date	آبیاری Irrigation	ارتفاع (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد غوزه در بوته No. of bolls per plant	تعداد دانه در غوزه No. of seed in boll	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg ha^{-1})
کشت بهاره Spring planting	شاهد Control	115	15	16	38.7	3933
	در شروع گلدهی At start of flowering	55	12	12	38.5	2252
	در شروع پر شدن دانه At start of grain filling	96	11	18	37.3	2927
کشت تابستانه Summer planting	شاهد Control	46	5	20	38.2	1642
	در شروع گلدهی At start of flowering	44	7	7	40.6	787
	در شروع پر شدن دانه At start of grain filling	45	9	9	40.5	1233
LSD (5%)		6.5	4.2	2.2	2.4	320

را به اتمام رسانده و وارد مرحله زایشی شده است بر ارتفاع بوته کمتر تأثیر داشته و بیشتر به گلدهی و رشد زایشی کمک نموده است (Emami et al., 2011). در مطالعات مختلفی، رشد رویشی بیشتر گلرنگ، به دمای خنک تر طی فصل رشد ارتباط داده‌شده است (Emami et al., 2011; Nickabadi et al., 2008). به نظر می رسد در این آزمایش اثر افزایش دما، به‌تدریج ظهور گل ها و تشکیل طبق ها تسریع گردیده و نهایتاً به دلیل گل انتهایی بودن گلرنگ، افزایش ارتفاع بوته متوقف می شود.

وزن خشک در مرحله گلدهی

نتایج نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر وزن خشک گیاه در مرحله گلدهی معنی دار بود (جدول ۲). وزن خشک بوته در کشت تابستانه نسبت به بهاره حدود ۲۳ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در بررسی داداشی و خواجه پور (Dadashi & Khajepour, 2004) روی گلرنگ در تاریخ‌های کاشت چهارم (۱۸ خرداد) و پنجم (۲۱ تیر)، گیاه از تنش‌های حرارتی و رطوبتی، مخصوصاً در دوره گلدهی، رهایی یافته و بدین ترتیب به‌دوراز تنش های محیطی، مواد فتوسنتزی بیشتری تولید کرد و وزن خشک بوته افزایش یافت. در این آزمایش نیز تنها اثر تاریخ کاشت با توجه به طولانی‌تر شدن فصل رشد در کشت بهاره و استفاده بیشتر از گرما و نور بر وزن

خشک در مرحله گلدهی معنی دار بود اما چون اعمال تنش خشکی از مرحله گلدهی به بعد آغاز شد، تقریباً تمامی تیمارها تا مرحله گلدهی از وضعیت مناسبی نسبت به هم برخوردار بودند و اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند.

تعداد غوزه در بوته

نتایج نشان داد که تعداد غوزه در کشت بهاره با میانگین ۱۳ عدد، نسبت به کشت تابستانه با میانگین ۸ عدد دارای اختلاف معنی دار بود (جدول ۲). در تیمار آبیاری بین سه سطح موجود اختلاف معنی داری مشاهده نشد و این در حالی بود که تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری) با میانگین ۱۱ غوزه دارای بیشترین تعداد بود. رقم های گلرنگ ازنظر تعداد غوزه در بوته اختلاف معنی دار داشتند. رقم Mec26 با میانگین ۱۳ غوزه و رقم‌های گلدشت و Mec10 با میانگین ۹ غوزه به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غوزه را داشتند (جدول ۳). در گلرنگ، غوزه و براکته های خارجی زیر غوزه نزدیک ترین اندام های فتوسنتز کننده بوته به مقصد (دانه ها) هستند و همچنین تنها اندام‌های سبز در مراحل نهایی پر شدن دانه ها بوده و از آنجائی که انتقال مجدد مواد ذخیره‌شده حدود ۲۵٪ از کل عملکرد دانه را تشکیل می دهد، بنابراین در تعیین عملکرد دانه نقش عمده ای دارند (Prasad et al., 1992). در مطالعه ای خود بیان داشت که متوسط تعداد غوزه در گیاه در ارقام موردبررسی معادل ۱۳ عدد بوده و ارقام ندردست و N-2004 با متوسط ۱۸ و ۹ عدد غوزه در گیاه به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غوزه را داشتند (Nejadshamlu, 1996). این در حالی است که در تحقیقی دیگر و در مطالعه ۹۰۳ لاین گلرنگ از نقاط مختلف جهان، متوسط تعداد غوزه در گیاه را ۲۳ عدد گزارش شد (Ashri et al., 1974).

نتایج نشان داد اثر متقابل تاریخ کاشت و تیمار آبیاری بر تعداد غوزه معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین تعداد غوزه در بوته ۱۵ عدد و مربوط به کاشت بهاره و تیمار شاهد بود، اما بین قطع آبیاری در دوره پر شدن دانه و قطع آبیاری در دوره گلدهی اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۴). در تاریخ کاشت تیرماه، بین هیچ‌کدام از تیمارهای آبیاری اختلاف معنی داری مشاهده نشد. اثرمتقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد غوزه در بوته معنی دار بود(جدول ۲). بیشترین تعداد غوزه در بوته در تاریخ کاشت بهاره را رقم Mec26 با ۱۷ غوزه و در کاشت تابستانه رقم Mec117 با ۱۰ غوزه در بوته داشتند در مطالعه رقم پائیزه ورامین در مشهد و اصفهان (Samadani & Mohammadi Nikpour,) (Daneshvar, 1991 1995) متوسط تعداد غوزه در گیاه را به ترتیب ۱۵ و ۲۱ عدد گزارش کرده اند. همچنین باقری (Bagheri, 1995) متوسط تعداد غوزه در گیاه را برای ارقام موردبررسی در شرایط اصفهان ۸ عدد گزارش نموده است که این اختلاف بیانگر آن است که ارقام گلرنگ در شرایط مختلف (مثلاً تاریخ‌های مختلف کاشت) اجزاء عملکرد متفاوتی را نشان می‌دهند. به نظر می رسد که در تاریخ کاشت اوّل گیاهان توانسته اند با استفاده مطلوب از عوامل طبیعی تعداد غوزه بیشتری به وجود آورند، اما در تاریخ کاشت تابستانه چون تشکیل اولیه غوزه ها قبل از رؤیت گلدهی

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم بر صفات ارقام گلرنگ

Table 5. Mean comparison of the interaction effects of planting date × cultivar on the traits of safflower cultivars

تاریخ کاشت Planting date	ارقام گلرنگ Safflower cultivars	تعداد غوزه در بوته No. of bolls per plant	تعداد دانه در غوزه No. of seed in boll	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg\ ha^{-1}$)
کشت بهاره Spring planting	Mec10	14	16	37	3073
	Mec11	11	16	38	2522
	Mec23	16	15	38	3320
	Mec26	17	13	36	3107
	Mec117	12	16	40	2900
	فرامان Faraman	14	14	40	2685
	سینا Sina	14	14	40	2982
	گلدشت Goldasht	13	19	38	3178
	صفه Sofeh	12	21	37	3569
کشت تابستانه Summer planting	Mec10	7	15	40	1204
	Mec11	8	11	38	1081
	Mec23	8	6	40	527
	Mec26	9	8	37	737
	Mec117	10	9	37	979
	فرامان Faraman	7	11	50	1406
	سینا Sina	7	19	37	1714
	گلدشت Goldasht	7	14	42	1354
	صفه Sofeh	8	19	36	1985
LSD 5%		1.95	4.34	4	368

در گیاه انجام‌شده بود، لذا تنش آب در دوره گلدهی و دوره پر شدن دانه نتوانست تأثیر چندانی بر تعداد غوزه در بوته ایجاد کند.

تعداد دانه در غوزه

نتایج نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر تعداد دانه در غوزه معنی‌دار بود (جدول ۲). کشت تابستانه با میانگین ۸ دانه در غوزه نسبت به کشت بهاره ۳۰ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). در تیمار آبیاری، تمامی تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند. بالاترین مقدار، مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به قطع آبیاری در دوره گلدهی بود (جدول ۳). در بین رقم‌ها، صفه، سینا و گلدشت نسبت به سایرین تعداد دانه در غوزه بیشتری داشته و با سایر ارقام اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۳). در بررسی‌های متعدد روی گیاه گلرنگ مشخص‌شده است که تعداد دانه در غوزه و تعداد غوزه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرند. غالباً در تاریخ کشت‌های مختلف، دمای محیط و خاک نیز متغیر است که خود سبب بروز واکنش های متفاوت گیاه در مراحل مختلف رشدی می شود (Tomar, 1992; Fathi, 2006). علاوه بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای آن نیز تحت تأثیر تاریخ کاشت و تغییرات دمایی ناشی از آن در مراحل مختلف رشد قرار می گیرد و میزان این تأثیرپذیری بسته به شرایط آب و هوایی منطقه کاشت متفاوت است (Tomar, 1995).

نتایج نشان داد که ارقام گلرنگ در تاریخ کشت تابستانه، تعداد دانه در غوزه کمتری نسبت به تاریخ کشت بهاره داشتند. با قطع آبیاری در مرحله گلدهی و شروع پر شدن دانه در هر دو تاریخ کاشت تعداد دانه در غوزه به‌شدت کاهش یافت. این کاهش، در قطع آبیاری در شروع گلدهی شدیدتر بود به‌طوری‌که درکشت تابستانه و در تیمار شاهد، تعداد دانه در غوزه نسبت به کشت بهاره‌ای که در مرحله گلدهی قطع آبیاری اعمال‌شده بود، بیشتر بود. تعداد دانه در غوزه رابین ۴۵ در رقم اراک-۸۱۱ تا ۶ عدد در رقم ندردست متغیر گزارش شده است (Nejadshamlu, 1996). تفاوت ارقام موردمطالعه ازنظر تعداد دانه در غوزه در کل گیاه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. تعداد دانه در غوزه از ۲۴ عدد مربوط به رقم زرقان-۲۷۹ تا ۱۵ عدد مربوط به رقم LRV 51-51 متغیر بوده است و متوسط تعداد دانه در غوزه را ۱۹ عدد گزارش شد (Barzgar 1997). اختلاف در گزارش های یاد شده را می توان ناشی از تفاوت طول دوره پر شدن دانه و شرایط آب و هوایی متفاوت و هم‌چنین اختلاف در تراکم کاشت دانست. تعداد کمتر غوزه در گیاه در تاریخ های کاشت دیرتر منجر به افزایش اندکی در تعداد دانه در هر غوزه گردیده است. وجود اختلافات ژنتیکی و قابلیت سازگاری با محیط نیز دلیل خوبی برای واکنش ارقام مختلف نسبت به تاریخ کاشت است.

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم های گلرنگ نشان داد که رقم هایی که در کشت بهاره دارای تعداد دانه در غوزه بالاتری بودند، در کشت تابستانه نیز تعداد دانه بیشتری داشتند. در رقم هایی همچون گلدشت و صفه، تاریخ کاشت تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در غوزه نداشت. به نظر می رسد که ممکن است این صفت

علاوه بر عوامل محیطی و زراعی، تابع برخی خصوصیات ژنتیکی ارقام نیز باشد. همچنین در این آزمایش مشاهده شد که رقم هایی که تعداد غوزه در بوته کمتری داشتند، تعداد دانه در غوزه بالاتری را دارا بودند (جدول ۳) و به نظر می رسد که یک رابطه منفی بین این دو پارامتر وجود دارد. در این راستا گزارش‌شده است که تولید تعداد بیشتر غوزه در هر گیاه ممکن است دلیلی دیگر برای کاهش تعداد دانه در هر غوزه باشد زیرا افزایش عملکرد در هر گیاهی منتهی به سقف معینی می‌شود و افزایش و یا کاهش یک یا چند جزء عملکرد با افزایش یا کاهش یک یا چند جزء دیگر عملکرد همراه خواهد بود (Guo Yulia & Lianlu, 1992).

وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که کشت بهاره نسبت به تابستانه وزن هزار دانه بالاتری داشت که اختلاف آن نیز معنی دار بود (جدول ۳). طی یک آزمایش دوساله، اثر هفت تاریخ کاشت بر عملکرد دانه گلرنگ در منطقه اهواز را بررسی شد و بیشترین وزن هزار دانه از اولین تاریخ کاشت و کمترین آن در آخرین تاریخ کاشت حاصل شد (Ehdai & Noormohammadi, 1983). در آزمایشی دیگر (Alessi, 1981) نشان دادند که دانه های حاصل از کشت‌های دیرهنگام ظاهری چروکیده داشته و دلیل چروکیده شدن دانه ها، دمای زیاد و وزش بادهای گرم در دوران پرشدن دانه ذکر گردیده است.

وزن هزار دانه در تیمارهای آبیاری اختلاف معنی دار نداشت اما اثر متقابل تاریخ کاشت و آبیاری بر وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی دار بود(جدول ۲). با توجه به تمایل هر گیاه برای بقای نسل خود، در بین اجزاء عملکرد وزن هزار دانه معمولاً کمترین تأثیر را در صورت برخورد گیاه با شرایط نامساعد محیطی خواهد داشت درصورتی‌که اجزاء دیگر عملکرد بیشترین تأثیر را در صورت مواجه‌شدن گیاه با شرایط نامساعد محیطی دارند (Patel, & Patel, 1993). وزن هزار دانه در رقم‌های گلرنگ اختلاف معنی دار داشت. در بین ارقام، آن‌هایی که تعداد دانه در غوزه یا تعداد غوزه بیشتری داشتند، وزن هزار دانه کمتری را دارا بودند (جدول ۳). در مطالعه ای بیان کردند که دلیل کم شدن وزن هزار دانه، مربوط به تعداد زیاد دانه در غوزه است که در این حالت، به علت محدود بودن مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده، وزن هزار دانه کاهش‌یافته است ولی درنهایت عملکرد دانه با افزایش مواجه می‌شود (Guo Yulia & Lianlu, 1992).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تاریخ های کشت بهاره و تابستانه ازنظر عملکرد دانه اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۲). تاریخ کشت تیر ماه با ۱۲۲۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به فروردین ماه، ۶۲ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). هر سه تیمار آبیاری ازنظر عملکرد دانه با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند. بالاترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری)، قطع آبیاری در دوره پر شدن دانه و قطع آبیاری در دوره گلدهی مشاهده شد (جدول ۳). قطع آبیاری در دوره پرشدن دانه و دوره گلدهی نسبت به تیمار شاهد

به ترتیب ۲۵ و ۴۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه در گلرنگ با اصلاح نژاد و دستیابی به ارقام پر محصول همچنان روبه افزایش است به‌طوری‌که حتی عملکردهایی در حد ۴۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز گزارش‌شده است(Arnon, 1972). در خصوص انتخاب لاین های برتر از توده های بومی اصفهان در کشت تابستانه دو لاین اصفهان-۸ و اصفهان-۶ با عملکردهای به ترتیب ۵۷۱۴ و ۱۵۴۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را در سال ۱۳۷۸ داشتند (Shahsavari et al., 2001).

در بین ارقام این آزمایش نیز، صفه، گلدشت و سینا دارای بالاترین عملکرد دانه بودند که با سایر ارقام اختلاف معنی‌دار داشتند. رقم مکزیکی Mec23 نیز با ۱۷۹۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

اثر متقابل تاریخ کاشت و آبیاری بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۲). کشت تابستانه نسبت به بهاره در هر سه سطح رژیم آبیاری سبب کاهش بیش از ۵۰ درصد عملکرد دانه شد(جدول ۴). در کشت بهاره و تابستانه قطع آبیاری در دوره گلدهی کمترین عملکرد دانه را داشت به طوری که در کشت تابستانه عملکرد دانه در قطع آبیاری در زمان گلدهی به ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار رسید. تأثیر کاهنده کاشت دیرهنگام بر عملکرد دانه توسط سایر محققین نیز گزارش‌شده است (Emam et al., 2011; Jajarmi et al., 2009; Ozel, 2004). یافته‌های نشان داد که در شرایط فاریاب به ازای هر ۴ تا ۶ هفته تأخیر در کاشت نسبت به اولین تاریخ کاشت، عملکرد دانه بین ۱۷۰ تا ۳۴۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (Luebs, 1965). درحالی‌که در اصفهان، تاریخ کاشت تابستانه (۳۱ خرداد)، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد (Bagheri et al, 2006). آن‌ها علت افزایش عملکرد در این تاریخ کاشت را به هم‌زمانی پر شدن دانه‌ها با هوای خنک شهریورماه نسبت دادند که به تولید و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای به دانه‌ها و درنهایت افزایش عملکرد دانه منجر شده است.

اثرمتقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه معنی دار بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم نشان داد که در کشت بهاره رقم صفه، گلدشت و Mec117 دارای بالاترین عملکرد دانه بودند اما در کشت تابستانه چهار رقم صفه، گلدشت، سینا و فرامان با اختلاف فراوانی نسبت به سایر ارقام، عملکرد دانه بالاتری داشتند(جدول ۵). رقم‌های مکزیکی در کشت بهاره عملکرد خوبی داشتند، ولی در کشت تابستانه عملکرد دانه آن‌ها با کاهش شدیدی مواجه شد. طبق نظر محققین دوره رویش طولانی همراه با مرحله روزت طویل ارتباط مستقیمی با افزایش عملکرد در گیاه دارد. ضمن آن‌که مصادف شدن مراحل حساس رشدی از قبیل گلدهی و گرده افشانی با شرایط نامطلوب محیطی از قبیل درجه حرارت بالا، کاهش عملکرد دانه را به دنبال دارد (Emami et al., 2011; Jajarmi et al., 2009). کاهش عملکرد در تاریخ کاشت دوم احتمالاً به دلیل کوتاه شدن دوره روزت و رشد رویشی گیاه بوده است که در فرصت کم، گیاه قبل از

این‌که بتواند رشد رویشی کافی داشته باشد، تحت‌فشار شرایط محیطی به‌خصوص درجه حرارت وارد فاز زایشی شده است، بدون این‌که بتواند اجزاء عملکرد مناسبی را نسبت به تاریخ کاشت اول تولید نماید و درنتیجه عملکرد آن شدیداً کاهش‌یافته است. مرحله گلدهی است و در شرایط کمبود آب خاک، یک مرحله آبیاری در این مرحله باعث افزایش وزن خشک و عملکرد می‌شود (Edalatian, 2007). اعمال تنش خشکی در دو مرحله رشد رویشی و زایشی موجب کاهش سرعت رشد نسبی در هر دو مرحله اعمال تنش گردید. توانایی ارقام در انتقال و انباشتگی مواد فتوسنتزی به‌ویژه از غوزه به دانه‌ها از عوامل مهم افزایش عملکرد در گلرنگ است. الگوی پراکنش و انباشتگی شیره پرورده علاوه بر آن‌که به فتوسنتز جاری بستگی دارد، توسط قدرت و نزدیکی مقصدهای مختلف نیز تعیین می‌شود (Tesar, 1984).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تاریخ کاشت بهاره نسبت به تابستانه در تمامی صفت های اندازه گیری شده با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند. در تیمار آبیاری صفت های ارتفاع بوته، تعداد دانه در غوزه و عملکرد دانه اختلاف معنی دار داشتند. با قطع آبیاری ارتفاع بوته، تعداد دانه در غوزه و عملکرد دانه کاهش یافتند. در بین تیمارهای آبیاری تیمار بدون تنش (شاهد)، بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد را دارا بود و پس‌ازآن قطع آبیاری در دوره پر شدن دانه و نهایتاً قطع آبیاری در دوره گلدهی قرار گرفت. تیمار قطع آبیاری در دوره گلدهی به‌شدت روی عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته اثر منفی داشت. در بین ارقام، صفه و گلدشت نسبت به سایرین دارای بالاترین عملکرد دانه و اجزای عملکرد بودند. در بین رقم‌های مکزیکی هم Mec117 نسبت به سایر ارقام عملکرد بالاتری داشت. به طور کلی رقم های ایرانی نسبت به ارقام مکزیکی توانایی بهتری برای مقاومت به تنش و تولید عملکرد دانه بالاتر داشتند.

References

Akhtarbeg, H.H., and Pala, M. 2001. Prospects of safflower (*Carthamun tinctorius L.*) production in dry land areas of Iran. Fifth International Safflower Conference July, 23-27. Montana, USA.

Alessi, J., Power, J. F., and Zimmerman. D.C. 1981. Effects of seeding date and population on water-use efficiency and safflower yield. *Agronomy Journal*. 73:783-787.

Arnon, I.1972 . Crop production in dry regions. Background and principles. Leonard Hill. London. I: PP: 372-380.

Ashri, A., Zimmer, D.E., Urie, A.L., Cahaner, A., and Marani, A. 1974. Evaluation of the world collection of safflower (*Carthamus tinctorius L.*)IV. Yield and yield components and their relationships. *Crop Science*.۸۰۲ -۷۹۹ :14 .

Bagheri, A., Goldani, M., and Hasanzadeh, M. 1997. Planting and breeding of lentil. Jahad Daneshgahi. Press. Page 62. (In Persian with English Summary(.

Bagheri, H., Saeedi, G., and Ehsanzade, P. 2006. Evaluation of agronomic traits of selected genotypes from native accessions of safflower in spring and summer sowing dates. *Journal of Sciences and* Technology *of* Agriculture *and* Natural *Resources*. 10: 375-390.

Bagheri, M. 1995. Effects of planting date on yield and yield components of safflower. M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Technology, Isfahan. (In Persian with English Summary(.

Boyer, J.S., and Westgate. M.E. 2004. Grain yield with limited water. *Journal of Experimental Botany*. 55:2385–2394.

Caliskan, S., Caliskan, M.E., Arslan,M and Arioglu, H. 2008. Effects of sowing date and growth duration on growth and yield of groundnut in a Mediterranean-type environment in Turkey. *Field Crops Research*. 105: 131-140.

Dadashi, N., and Khajehpour, M.R. 2004b. 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.

Edalatian, F. 2007. Evaluation of supplementary irrigation effects on yield and yield component of four Lentil cultivars. M.Sc Thesis. Islamic Azad University. Bojnourd Branch. (In Persian with English Summary).

Ehdai, B., and Noormohammadi, G. 1984. Effect of planting date on yield and other agronomic traits of two safflower varieties. *Journal of Agricultural Science* (Shahid Chamran University). 9. 28-41, (In Persian with English Summary).

Ehsanzadeh, P. 2003. Yield, yield components and growth characteristics of two safflower genotypes under varying plant densities. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 7(1): 129-140.

Emami, T., Naseri, R., Falahi, H. and Kazemi, E. 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(10): 947-953.

Farbodnia, T. 1995. Drought stress effect on germination, growth and some biochemical changes in tow Iranian Pea lines. M.Sc Thesis. Tarbiat Moallem Univesity of Tehran. (In Persian with English Summary).

Fathi, G. 2006. Effects of planting pattern and population density on light extinction coefficient, light interception and grain yield of sweet corn (Hybrid SC402). *Journal of Agricultural Science*. 12: 131-143.

Froozan, K. 2005. Safflower production in Iran (past, now, future). (2005). P. 255-257. In E. Esendel (ed.) Proceedings of the 6th International Safflower Conference. 6-10 June. 2005. Istanbul, Turkey.

Guo Yulia, X., and Lianlu, L. 1992.The relations between yield formation and development of flowering parts as well as growth of branches and leaves. Third International Safflower Conference. Beijing, China, 465-477.

Hang, A. N., and Evans, D. W. 1985. Deficit sprinkler irrigation of sunflower and safflower. *Agronomy Journal*. 77:588-592

Jajarmi, V., Azizi, M., Shadlu, A,. and Omidi Tabrizi. A. H. (2009). The effect of density, variety and planting date on yield and yield components of safflower. P. 235-241. In S.E. Knights and T.D. Potter (ed.) Proceedings of the 7th International Safflower Conference. 10-14 June. 2009. Wagga, Australia.

Khajeh Pour, M.R. 1991. Production of industrial crops. Isfahan University of Technology, Isfahan. (In Persian with English Summary).

Luebs, R. E., Yermanos, D. M., Laag, A. E. and Burge, W. D. 1965. Effect of planting date on seed yield, oil, content, and requirement of safflower. *Agronomy Journal*. 57:162-164.

Matsui, T., K. Omasa, and T. Horie. 2001. The difference in sterility due to high temperature during flowering period among japonica rice varieties. *Plant Production Science*. 4:90–93.

Mozaffari, K., and Asadi, A.A. 2006. Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis safflower mutants sown in irrigated and drought stress condition. *Asian Journal of Plant Sciences*. 5 (6): 977-983.

Naderi Darbaghshahi, M.R., Nourmohammadi. G., Majidi,I., Darvish, F and Shirani Rad, A.H. 2004. Evaluation of the reaction three lines of Sufflower to different intensities drought stress. 10(4), 3-15. (In Persian with English Summary).

Nejadshamlu, A. 1996. Study of morphological and physiological traits of spring

Safflower varieties in Esfahan. M.Sc Thesis. Islamic Azad University Isfahan Branch. (In Persian with English Summary).

Nemeskéri, E., Sárdi, É., Remenyik, J., Kőszegi, B., and Nagy, P. 2010. Study of defensive mechanisms against drought of French bean (*Phaseolus vulgaris L.*) varieties. *Acta Physiologiae. Plantarum*. Vol. 32 (No. 6): 1125-1134.

Nickabadi, S., Solemani, A., Dehdashti, S.M., and Yazdanibakhsh, M. 2008. Effect of sowing dates on yield and yield components of spring safflower (*Carthamus tinctorius L.*) in Isfahan Region. *Pakistan Journal of Biological Science*. 11:1953-1956.

Ozel, A. 2004. Effects of different sowing date and intrarow spacing on yield and some agronomic traits of safflower (*Carthamus tinctorius L*) under Harran plain's arid conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 28(6): 413-419.

Prasad, P.V.V., Staggenborg, S. A., and Ristic, Z. 2008. Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth and yield processes of crop plants. In: Response of crops to limited water: Understanding and modeling water stress effects on plant growth processes. Eds. Ahuja, L.R., et al. Advances in Agricultural Systems Modeling Series 1., ASA, CSSA, SSSA. USA.

Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation*. 20: 157-166.

Sadras, V.O. 2007. Evolutionary aspects of the trade-off between seed size and number in crops. Field Crops *Research*. 100:125–138.

Samadani, B., and Daneshvar, F. 1991. Effects of planting date on yield and other agronomic traits of safflower varieties in Esfahan. Research Report. Science Faculty of Esfahan University. (In Persian with English Summary).

Shahsavari, M.R., Omidi Tabrizi, A.H., and Karimi S. 2001. Final report of Pure line selection in local safflower population of Esfahan Province. Agriculture and natural resources research center of Esfahan (In Persian with English Summary).

Tesar, M. B. 1984. Physiological basis of crop growth and development. American Society of Agronomy (USA); Crop Science Society of America (USA).

Tomar, S.S. 1995. Effect of soil hydrothermal regimes on the performance of safflower planted on different dates. Journal *of Agronomy and Crop Science*. 175: 141-152.

Zimmerman, L. H. 1972. Effect of temperature and humidity stress during flowering on safflower (*Carthamus tinctorius L.*). *Crop Science*. 12: 637-640.

Responses of Safflower cultivars to irrigation treatments in spring and summer cropping seasons

Gh. Shir esmaeili[1*], A. A. Maghsoudi mood[2], Gh. Khajouei nezhad[3], R. Abdolshahi[4]

1. Ph.D Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. (Corresponding author)
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
3. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Received: December 2017 Accepted: April 2018

Extended Abstract

Shir esmaeili, GH. H., Maghsoudi mood, A.A., Khajouei nezhad, GH., Abdolshahi, R., Responses of Safflower cultivars to irrigation treatments in spring and summer cropping seasons
Applied Research in Field Crops Vol 30, No. 3, 2017 Page: 7-9: 36-52(in Persian)

Introduction: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an oil-producing plant, which is considered to be a valuable source of seed oil due to its high oil quality and relatively high resistance to salinity and water-deficit conditions (Mozaffari and Asadi, 2006). In the regions where annual precipitation is low and also the distribution of rainfall is unpredictable, drought is the most important environmental stress that adversely affects crop plant performance. Identifying tolerant cultivars with high yield potential is of paramount significance for researchers under the condition with ever-decreasing rainfall, elevated air temperature and increased hot weather. Delayed sowing in the spring cropping of safflower causes accelerated development, reduced vegetative growth and decreased yield and yield components of the plant (Zimmerman, 1972). The objective of this work was to determine suitable cultivars for the spring and summer cropping seasons under water-shortage conditions.

Materials and Methods: This experiment was carried out as split-split plot in a randomized complete block design with four replications at agricultural research station of Kabutarabad in the 2016 growing season. The main factor consisted of two spring and summer sowing dates, the sub-factor comprised of three irrigation treatments (Full Irrigating from sowing to plant maturity as control, irrigation till

Email address of the corresponding author: shiresmaeili@yahoo.com

the beginning of flowering and irrigation till the seed filling period) and the sub-sub factor included nine safflower cultivars: Sofeh, Goldasht, Sina, Faraman, and Mexican cultivars of Mec117, Mec295, Mec18, Mec11 and Mec7. Following seed sowing, and the initial irrigation for plant emergence and establishment, the plots were irrigated after 70 mm cumulative evaporation from evaporation pan class A and cessation of irrigation for plots occurred based on plant growth stage and the irrigation termination treatments.

Results and Discussion: The results indicated that there was a significance difference between spring and summer planting dates for all the measured traits. Plant height, plant dry matter at flowering stage, boll numbers, number of seeds in boll, seed weight and seed yield decreased in summer cropping as compared with spring cropping. There was no significant difference in plant dry matter at flowering stage, boll numbers and seed weight under irrigation treatments but other traits showed significant differences. The highest grain yield was obtained when the cultivars received full irrigation (control treatment). Termination of irrigation in the grain-filling period and at flowering reduced grain yield by 25 and 45% as compared to the control. Average seed yield of cultivars in the spring planting was 62% higher than summer planting. The highest seed yield in spring planting was obtained from Sofeh and Goldasht and Mec117 cultivars. But, the greatest seed yield in summer planting was obtained from Sofeh, Goldasht, Sina and Faraman cultivars (The cultivars are mentioned in descending order of yield). Mexican cultivars performed best in spring planting, however, they experienced a significant decline in their seed yield in summer planting. Crop seed yield is reduced when sensitive growth stages e.g. flowering and pollination coincides with adverse environmental conditions such as high temperature (Emami et al., 2011). The observed yield reduction in the safflower cultivars in the second planting date (summer season) is attributable to decreased duration of rosette and vegetative stages. This was due to rapid transition from vegetative to reproductive stage caused by environmental stressors, in particular, high temperature, which prevented the plant from achieving adequate yield- forming components.

Conclusion: In general, Iranian cultivars were more resistant to stress and had higher grain yield than Mexican cultivars. Iranian cultivars Sofeh, Sina and Goldasht are suitable cultivars for planting under normal and drought stress conditions for spring and summer cropping seasons.

Keywords: Planting date, Water stress, Oil crop, Seed yield, Boll number

References

Mozaffari K., and Asadi, A.A. 2006. Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis safflower mutants sown in irrigated

and drought stress condition. *Asian Journal of Plant Sciences*. 5 (6): 977-983.

Emami, T., Naseri, R., Falahi, H. and Kazemi, E. 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(10): 947-953.

Zimmerman, L. H. 1972. Effect of temperature and humidity stress during flowering on safflower (*Carthamus tinctorius L.*). *Crop Science*. 12: 637-640.