Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد سیزدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۹
۷۶۳-۷۷۵
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2254.1575

مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد و برخی صفات زراعی دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

هادی سالک معراجی[1]، افشین توکلی[2*]

۱. دانشجوی دکتری زراعت، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه زنجان
۲. دانشیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۰۷

چکیده

تنش خشکی مهم‌ترین تنش بوده و عملکرد گیاهان را کاهش می‌دهد. گلرنگ گیاهی مقاوم به تنش و یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی است. به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان طی دو سال زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری مطلوب (۰/۵- مگاپاسکال) و تنش خشکی (۲- مگاپاسکال) و دو رقم گلرنگ (گلدشت و زنده‌رود) بود. اثر تیمار آبیاری، رقم و سال بر قطر طبق، تعداد طبق اصلی و فرعی معنی‌دار نشد. بالاترین وزن هزار دانه (۳۵/۵ گرم)، عملکرد دانه (۲۱۷۲/۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد زیستی (۹۰۰۶/۱ کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (۲۵/۶ درصد) و عملکرد روغن (۶۳۴/۶ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری مطلوب حاصل شد و در سایر صفات تفاوتی بین آبیاری مطلوب و تنش خشکی مشاهده نگردید. بالاترین تعداد دانه در طبق، عملکرد زیستی، درصد روغن و عملکرد روغن در رقم زنده‌رود به دست آمد و در سایر صفات بین رقم زنده‌رود و گلدشت تفاوتی وجود نداشت. تنش خشکی عملکرد دانه و عملکرد روغن را به ترتیب به میزان ۵۱ و ۶۵ درصد کاهش داد. درصد روغن تحت شرایط مطلوب آبیاری ۸ درصد بالاتر از شرایط تنش خشکی بود. عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن رقم گلدشت به ترتیب ۷، ۸ و ۲۶ درصد بیشتر از رقم زنده‌رود بود. نتایج نشان داد که رقم گلدشت نسبت به رقم زنده‌رود برتری داشته و در شرایط تنش از تحمل بالاتری برخوردار است، بنابراین پیشنهاد می‌شود در شرایط محدودیت آبیاری، کشت این رقم مدنظر قرار گیرد.

***واژه‌های کلیدی*: دانه‌های روغنی، درصد روغن، عملکرد زیستی، کم‌آبی**

مقدمه

گیاهان دانه روغنی منبع تولید روغن خوراکی هستند که در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد از کل روغن مصرفی در ایران از طریق واردات تأمین می‌شود که همین عامل کشور را با چالش اساسی در این زمینه مواجه کرده است (Taleshi et al., 2012). روغن نباتی بیشتر از گیاهان پنبه، سویا، آفتابگردان، گلرنگ و کلزا به دست می‌آید (Azimzadeh, 2013). گلرنگ با داشتن ۳۰ درصد روغن، ۲۰ درصد پروتئین و ۳۵ درصد الیاف در بذر، گیاهی با ارزش بوده (Velasco et al., 2005) و نقش مهمی در تأمین روغن خوراکی دارد (Abolhasani and Saeidi, 2006).

تنش‌های غیرزنده عامل مهم کاهش عملکرد محصولات زراعی در سراسر جهان می‌باشند (Kafi and Khan, 2008). خشکی شایع‌ترین تنش غیرزنده بوده (Daryanto et al., 2016) و در میان این تنش‌ها، مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده

* نگارنده پاسخگو: افشین توکلی. پست الکترونیک: tavakoli@znu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

تولیدات کشاورزی در سراسر جهان محسوب می‌گردد (Gosal et al., 2010) و به‌طور میانگین بیش از ۵۰ درصد عملکرد گیاهان را کاهش می‌دهد (Zlatev and Lidon, 2012). تنش خشکی به‌طور عمده از طریق اختلال در رشد گیاه، یکپارچگی غشاءها، محتوای رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، تنظیمات اسمزی، روابط آبی و فعالیت فتوسنتزی بر گیاهان تأثیر می‌گذارد (Pathak et al., 2014). کمبود آب سبب تغییر در وضعیت آبی گیاه (Ali and Ashraf, 2011)، اختلال در سوخت‌وساز و کاهش فتوسنتز شده (Dawood and Sadak, 2014) و متعاقب آن تولید ماده خشک و عملکرد گیاه نیز کاهش می‌یابد (Yang et al., 2007).

ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در سال، جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب شده و تولید محصولات کشاورزی در این مناطق به‌طور گسترده‌ای متأثر از تنش خشکی است (Ahmadi et al., 2010). گلرنگ گیاهی متحمل به تنش خشکی بوده و به‌عنوان یکی از گیاهان مناسب جهت کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح است (Mousavifar et al., 2009). مقاومت گلرنگ به تنش خشکی، در مراحل مختلف رشد و نمو یکسان نبوده و پس از مرحله رزتی[1] به‌تدریج به تنش رطوبتی خاک مقاوم‌تر می‌شود و از زمان پیدایش اولین آثار تشکیل گل‌آذین تا اواسط رشد دانه، به تنش رطوبتی حساس است (Bassil and Kaffka, 2002). نتایج مطالعات حاکی از آن است که تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گلرنگ تأثیر نامطلوب می‌گذارد (Fathian, 2007). گزارش‌شده که عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، تعداد طبق در بوته و ارتفاع گیاه در ارقام مختلف گلرنگ متفاوت بوده و تحت شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (Tahmasbpour et al., 2017; Tayebi et al., 2018; Nasiri et al., 2017; Amiri et al., 2016).

نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات مختلف حاکی از آن است که مقاومت ارقام مختلف گلرنگ نسبت به تنش خشکی با یکدیگر متفاوت است (Zafari et al., 2017; Omidi, 2009). ارقام مختلف گلرنگ ازنظر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، کلروفیل a، b و درصد روغن دانه با یکدیگر متفاوت بوده در شرایط تنش خشکی به‌طور معنی‌داری مقدار آن‌ها کاهش یافت (Bortolheiro et al., 2017). با بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری روی ارقام گلرنگ مشخص گردیده که ارتفاع بوته، مقدار ماده خشک، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی کاهش‌یافته و این میزان کاهش در بین ارقام مختلف با یکدیگر متفاوت است (Salem et al., 2014). در تحقیقی دیگر گزارش‌شده که تنش خشکی سبب در ارقام گلرنگ کاهش ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن می‌گردد (Soleymani et al., 2011). اثرات منفی تنش خشکی بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، درصد روغن، شاخص برداشت گلرنگ توسط (Maleki Nejad and Majidi, 2015; Tayebi et al., 2012; Amoghein et al., 2012; Mohammadi et al., 2012) نیز گزارش گردیده است. گلرنگ یکی از قدیمی‌ترین گیاهانی است که در مناطق سردسیری کشت می‌شده است؛ اما امروزه به دلیل کمبود آب در این مناطق، کشت و کار آن بسیار کاهش یافته است. با توجه به اهمیت گلرنگ در تولید روغن خوراکی و همچنین تحمل آن به شرایط کم‌آبی، کشت این گیاه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد. به‌منظور دستیابی به عملکرد قابل‌قبول در تولید این گیاه، یافتن ارقامی که بیشترین عملکرد را در شرایط تنش خشکی داشته باشند بسیار ضروری است. ارقام زنده‌رود و گلدشت جزو ارقامی هستند که در مناطق شمال‌غربی کشور به‌خصوص استان زنجان کشت و کار می‌شوند. بر همین اساس به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد این دو رقم گلرنگ (گلدشت و زنده‌رود) در شرایط آب و هوایی استان زنجان، آزمایشی طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی زنجان، با مختصات جغرافیایی″۱۵ ′۲۴ °۴۸ طول شرقی و″۳۷ ′۴۰ °۳۶ عرض شمالی و ارتفاع ۱۶۳۴ متر از سطح دریا، به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری مطلوب (پتانسیل ۰/۵- مگاپاسکال) و تنش خشکی (پتانسیل ۲- مگاپاسکال) روی دو رقم گلرنگ بهاره گلدشت و زنده‌رود بود. به‌منظور تهیه زمین ابتدا در فصل پاییز توسط گاوآهن برگردان‌دار تا

[1] Rosset

www.SID.ir

Archive of SID

عمق ۴۰ سانتی‌متری شخم عمیق زده شد و بر اساس نتایج آزمایش خاک (جدول ۱) مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به خاک اضافه گردید و سپس عملیات دیسک زنی و تسطیح زمین انجام پذیرفت.

در فصل بهار توسط دستگاه فاروئر جوی و پشته‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کشت به طول شش متر بود. فاصله بین ردیف‌های کشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بذور روی ردیف ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت به‌صورت دستی در نیمه دوم فروردین‌ماه انجام شد. با توجه به بارندگی‌های بهاره و مرطوب بودن زمین، کشت به‌صورت خشکه‌کاری و اولین آبیاری برای تمام تیمارها بلافاصله بعد از کاشت انجام گردید (جدول ۲).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Physical and chemical characteristics of field soil

بافت خاک Soil texture	نیتروژن N (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	مواد آلی O.M(%)	شوری Salinity (ds/m)	اسیدیته pH	درصد آهک Lime (%)
لومی شنی	0.15	6.3	4.2	0.67	1.04	7.4	15.2

ذرات تشکیل‌دهنده خاک Soil particles (%)			عناصر کم‌مصرف Micro-elements (ppm)			
رس (Clay)	سیلت (Silt)	شن (Sand)	آهن (Fn)	منگنز (Mn)	مس (Cu)	روی (Zn)
17	26	57	2.1	0.38	0.25	0.45

پس از عملیات تنک کردن و استقرار کامل بوته‌ها (مرحله سه تا چهار برگی) تیمارهای آبیاری بر اساس پتانسیل موردنظر اعمال شد. روش اعمال تیمارهای آبیاری بر اساس منحنی رطوبتی انجام گردید به این صورت که زمان رسیدن پتانسیل آب خاک به ۰/۵- مگاپاسکال به‌عنوان آبیاری مطلوب و ۲- مگاپاسکال به‌عنوان تیمار خشکی در نظر گرفته شد. برای تعیین پتانسیل‌های موردنظر، ابتدا توسط اوگر به‌صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف مزرعه در عمق ۵ تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه خاک برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال و توزین گردید. پس از توزین اولیه (وزن مرطوب خاک)، نمونه‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و دوباره توزین گردید (میانگین وزن خاک خشک). طبق فرمول زیر، میزان رطوبت خاک برحسب جرمی (وزنی) به دست می‌آید (Alizadeh, 2015):

رطوبت جرمی خاک = وزن خاک خشک/ (وزن خاک خشک - وزن خاک مرطوب) [۱]

پس از محاسبه میزان رطوبت خاک با کمک منحنی رطوبتی، اندازه‌گیری‌ها تا رسیدن به پتانسیل‌های موردنظر ادامه یافت، سپس آبیاری مجدد انجام شد. وجین دستی طی دو مرحله در طول دوره رشد انجام و مبارزه علیه آفت هلیوتیس هم‌زمان از دو تا شش برگه شدن با سم سوین به نسبت دو کیلوگرم در هکتار و همچنین قبل از گل‌دهی مبارزه با تریپس و زنجره با سم کنفیدر به میزان ۲۵۰ سی‌سی در هکتار صورت گرفت. سم‌پاشی علیه مگس گلرنگ نیز در دو نوبت با سم متاسیستوکس انجام شد. کود سرک نیز به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم اوره (۴۶ درصد) در مرحله ۸ برگی و ساقه‌رفتن همراه با آب آبیاری مورداستفاده قرار گرفت.

در پایان فصل رشد و با رسیدگی محصول، مساحتی به‌اندازه یک مترمربع به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات موردنظر شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد زیستی، پس از حذف حاشیه‌ها (۵۰ سانتی‌متر ابتدا و انتهای هر کرت) مساحت دو مترمربع از هر کرت برداشت و سپس اندازه‌گیری گردید. دانه‌ها برای خشک شدن در معرض تابش نور آفتاب و جریان طبیعی هوا قرار داده شدند و برای خشک‌کردن کاه و کلش آن‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از خشک شدن نمونه‌ها، با ترازوی دقیق (۰/۰۰۲) وزن دانه و کاه و کلش به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شده و از مجموع عملکرد دانه و کاه و کلش، عملکرد زیستی محاسبه گردید. شاخص برداشت دانه نیز از رابطه زیر محاسبه گردید (Karam et al., 2007).

$$HI=\frac{EY}{BY}\times 100 \qquad [۲]$$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. داده‌های هواشناسی سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ محل اجرای آزمایش.

Table 2.Meteorological data of 2010 and 2011year in site of perform experiment.

سال Year	داده‌های هواشناسی Meteorological data	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور September
2010	مجموع بارش ماهانه (سانتی‌متر) Sum of monthly precipitation (cm)	109.9	22.9	3.3	0	0	0
	میانگین دمای ماهانه (°C) Mean of monthly temperature (°C)	11.1	15.1	22.6	24.9	22.9	20
2011	مجموع بارش ماهانه (سانتی‌متر) Sum of monthly precipitation (cm)	89.8	32.3	18.4	38.3	8.7	1.5
	میانگین دمای ماهانه (°C) Mean of monthly temperature (°C)	11.3	15.8	21.6	24.3	22.6	18.7

که در آن HI :شاخص برداشت برحسب درصد، EY:عملکرد اقتصادی برحسب کیلوگرم در هکتار وBY: عملکرد زیستی برحسب کیلوگرم در هکتار است.

اندازه‌گیری درصد روغن با استفاده از روش استخراج با حلال و دستگاه سوکسله انجام شد (Shayesteh, 2011). عملکرد روغن نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

[۳] عملکرد دانه × درصد روغن= عملکرد روغن

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش به کمک نرم‌افزار SAS و مقایسات میانگین با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد موردبررسی قرار گرفت. نمودارها نیز توسط Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده عدم تأثیر معنی‌دار تیمار آبیاری بر صفت قطر طبق بود (جدول ۳). بین رقم زنده‌رود و گلدشت نیز ازنظر قطر طبق تفاوتی مشاهده نگردید (جدول ۴). قطر طبق معمولاً تحت تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی قرار داشته و تنش خشکی از طریق کاهش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به طبق، سبب کاهش تعداد و وزن دانه در طبق می‌شود، در نتیجه قطر طبق کاهش می‌یابد. کاهش قطر طبق در گلرنگ در شرایط تنش خشکی توسط (Nasiri et al., 2017; Sadeghi et al., 2016) گزارش شده است. نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر مغایر با نتایج دیگر پژوهش‌ها بوده که می‌تواند به دلیل تولید تعداد طبق کمتر ولی با قطر بیشتر در شرایط تنش باشد. به‌عبارت‌دیگر، در شرایط تنش تعداد طبق تولیدشده در بوته کاهش یافته و در نتیجه به علت کاهش رقابت بین طبق‌ها، مقدار ماده غذایی که به هر طبق می‌رسد بیشتر شود در نتیجه قطر طبق‌های تولیدشده افزایش یابد.

تعداد طبق فرعی و اصلی

تعداد طبق فرعی در بوته تحت تأثیر سال قرار گرفت ولی اثر تیمار آبیاری و رقم بر تعداد طبق فرعی معنی‌دار نبود (جدول ۳). اثر متقابل سال × رقم نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد طبق فرعی (۷/۲۵) در سال دوم و کمترین آن (۳/۰۴) در سال اول آزمایش مشاهده گردید (جدول ۴). تعداد طبق فرعی در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی به ترتیب برابر با ۵/۳ و ۴/۹ بود که ازلحاظ آماری تفاوتی با یکدیگر نداشتند. تیمارهای آبیاری و رقم بر صفت تعداد طبق اصلی در بوته ازلحاظ آماری معنی‌دار نشد و فقط اثر سال بر تعداد طبق اصلی معنی‌داری بود (جدول ۳). اثر سال بر تعداد طبق اصلی در بوته اثر معنی‌داری داشت ولی در آبیاری مطلوب و تنش خشکی به ترتیب ۵/۶ و ۵/۸ بود که نشان‌دهنده عدم تأثیر تنش خشکی بر صفت تعداد طبق اصلی در بوته بود. رقم گلدشت با ۵/۹ و زنده‌رود با ۵/۵ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد طبق را دارا بودند ولی ازنظر آماری تفاوت آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۴). عنوان گردیده که افزایش تعداد طبق در بوته و وزن هزار دانه از مؤثرترین روش-های افزایش عملکرد در گلرنگ است (Arslan, 2007). تعداد طبق در بوته بیشتر تحت عوامل محیطی، تاریخ کاشت، تراکم و ژنوتیپ قرار دارد. صفت تعداد طبق در بوته بر تعداد دانه در گیاه و عملکرد دانه مؤثر بوده ازاین‌رو حائز اهمیت است. کاهش تعداد طبق در بوته را می‌توان به قدرت رشد رویشی کمتر گیاه تحت شرایط تنش که از کاهش در صفاتی چون

www.SID.ir

Archive of SID

طول ساقه، قطر ساقه و تعداد شاخه‌های فرعی ناشی می‌شود، نسبت داد. گزارش شده که تنش خشکی در گلرنگ باعث کاهش تعداد طبق در بوته می‌شود (Tahmasbpour et al., 2017; Abolhasani and Saeidi, 2006). کاهش تعداد طبق اصلی و فرعی در بوته گلرنگ بر اثر تنش خشکی در تحقیقات دیگر نیز اثبات شده است (Sadeghi et al., 2016; Lotfi et al., 2012). عدم تأثیر تنش خشکی بر تعداد طبق فرعی و اصلی در این آزمایش می‌تواند به علت قدرت بازیابی گیاه پس از آبیاری مجدد یا تولید مکانیسم‌های تعدیل‌کننده تنش مانند ترکیبات اسمزی باشد که با نتایج (Ferasat et al., 2012; Yari et al., 2015) مبنی بر عدم تأثیر تنش خشکی بر تعداد طبق در گلرنگ مطابقت دارد.

تعداد دانه در طبق فرعی و اصلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد دانه طبق فرعی و اصلی در جدول ۳ آورده شده است. تعداد دانه در طبق‌های فرعی و اصلی در سطح یک درصد تحت تأثیر سال و رقم قرار گرفت ولی سطوح آبیاری روی این صفت اثر معنی‌داری نداشت. همچنین اثر متقابل سال × رقم در سطح پنج درصد بر صفت تعداد دانه در طبق فرعی اصلی اثر معنی‌داری داشت ولی بر تعداد دانه در طبق اصلی تأثیرگذار نبود (جدول ۳). در اثر تنش خشکی تعداد دانه در طبق فرعی و اصلی کاهش یافت ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری مطلوب نداشت (جدول ۳). تعداد دانه در طبق فرعی تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی به ترتیب ۳۶/۸ و ۳۴/۷ بود که ازنظر آماری تفاوتی بین آن‌ها مشاهده نشد. رقم زنده‌رود با ۴۱/۴ بیشترین و گلدشت با ۳۰/۲ کمترین مقدار دانه در طبق فرعی و اصلی را دارا بود (جدول ۴). یکی از صفات مهم در عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق است. با افزایش تعداد دانه در طبق، تعداد دانه در تک بوته و درنهایت عملکرد دانه افزایش می‌یابد. هر عاملی مانند آبیاری که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد، موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه بیشتری جهت تولید طبق در روی گیاه، از طریق افزایش ارتفاع و انشعابات جانبی دوره رشد خواهد شد (Behdani and Jamiol Ahmadi, 2010). تنش خشکی در زمان گلدهی سبب خشک شدن دانه گرده و کاهش میزان گل‌های لقاح یافته شده، در نتیجه سبب افزایش درصد دانه‌های پوک در طبق و یا کاهش تعداد دانه در طبق می‌گردد (Oelke et al., 2004). گزارش گردیده که تعداد دانه در طبق تحت تنش خشکی کاهش می‌یابد (Ferasat et al., 2012). کاهش تعداد دانه در طبق تحت شرایط تنش خشکی در پژوهش‌های مختلفی گزارش گردیده است (Sadeghi et al., 2016; Lotfi et al., 2012; Nasiri et al., 2017) ولی در آزمایشی گزارش گردیده که تنش خشکی در گلرنگ تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق نداشت (Alizadeh et al., 2015) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تعداد دانه طبق اصلی و فرعی در ارقام مختلف گلرنگ با یکدیگر متفاوت است (Omidi, 2009) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط بیانگر اثر معنی‌دار سال، تیمار آبیاری و همچنین سال× آبیاری در سطح پنج درصد بر صفت وزن هزار دانه بود. وزن هزار دانه تحت تأثیر رقم‌های مورد کاشت قرار نگرفت (جدول ۳). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه (۳۵/۵ و ۳۰ گرم) به ترتیب در آبیاری مطلوب و تنش خشکی مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۳). وزن هزار دانه رقم زنده‌رود (۳۴/۳ گرم) و گلدشت (۳۳/۲ گرم) بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. میانگین وزن هزار دانه در سال اول (۳۸/۲ گرم) بیشتر از سال دوم (۲۹/۴ گرم) بود (جدول ۴). وزن هزار دانه یکی از اجزای اصلی تعیین‌کننده عملکرد گیاهان دانه‌ای است که بیانگر ریز یا درشت بودن بذر است. نتایج نشان‌دهنده آن است که وزن هزار دانه منشأ ژنتیکی داشته ولی از شرایط محیطی نیز تأثیر می‌پذیرد (Maleki Nejad and Majidi, 2015). دلیل کاهش وزن هزار دانه کاهش میزان فتوسنتز و در نتیجه کاهش انتقال مواد غذایی به دانه‌ها است که سبب کاهش طول دوره پر شدن دانه شده و در نتیجه وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد (Yari et al., 2015). گزارش گردیده که تحت شرایط تنش خشکی وزن هزار دانه در گلرنگ کاهش می‌یابد (Ferasat et al., 2012). کاهش وزن هزار دانه گلرنگ تحت شرایط تنش در پژوهش‌های مختلفی به اثبات رسیده است (Sadeghi et al., 2016; Lotfi et al., 2012; Nasiri et al., 2017; Amiri et al., 2016) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

عملکرد دانه

عملکرد دانه در سطح یک درصد تحت تأثیر سال، آبیاری و اثر متقابل سال× آبیاری قرار گرفت. اثر متقابل سال× رقم و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تأثیر آبیاری مطلوب و تنش خشکی بر صفات مورد ارزیابی گلرنگ

Table 3. Analysis of variance of the effect of optimal irrigation and drought stress on studied traits of safflower

منبع تغییرات S.O.V		درجه آزادی d.f	قطر طبق (میلی‌متر) Capitule diameter (mm)	تعداد طبق فرعی Number lateral capitule	تعداد طبق اصلی Number main capitule	تعداد دانه در طبق فرعی Number seed in lateral capitule	تعداد دانه در طبق اصلی Number seed in main capitule	وزن هزار دانه (گرم) Weight of thousand Seeds (g)
Year	سال	1	0.02^{ns}	141.96**	41.86*	17645.22 **	14967.18 **	632.79 **
Repeat (Y)	تکرار (سال)	6	0.02^{ns}	5.94**	3.95*	52.6 ^{ns}	68.40 ^{ns}	56.25 ^{ns}
Irrigation (I)	آبیاری	1	0.11^{ns}	1.12 ^{ns}	0.15 ^{ns}	35.89 ^{ns}	44.89 ^{ns}	96.25*
Y × I	سال × آبیاری	1	0.01^{ns}	0.18 ^{ns}	0.45 ^{ns}	130.29 ^{ns}	180.98 ^{ns}	224.19 **
R × I	تکرار × آبیاری (سال)	6	0.02 ^{ns}	0.59 ^{ns}	1.33 ^{ns}	33.11 ^{ns}	59.36 ^{ns}	22.78 ^{ns}
Cultivar (C)	رقم	1	0.002^{ns}	3.12 ^{ns}	1.71 ^{ns}	1004.08*	1264.81 **	10.01 ^{ns}
I × C	آبیاری × رقم	1	0.03 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.10 ^{ns}	94.77 ^{ns}	39.74 ^{ns}	1.48 ^{ns}
Y × C	سال × رقم	1	0.02^{ns}	4.80**	4.35 ^{ns}	646.11*	507.03 *	39.82 ^{ns}
Y × I × C	سال× آبیاری× رقم	1	0.003^{ns}	0.91 ^{ns}	3.51 ^{ns}	51.38*	71.09*	7.12 ^{ns}
Total Error	خطای کل	19	0.30	10.07	4.41	1058.92	939.07	78.30
C.V (%)	ضریب تغییرات	---	*6.72*	*13.09*	*18.39*	*28.42*	*29.07*	*11.85*

Table 3. Continued **جدول ۳. ادامه**

منبع تغییرات S.O.V		درجه آزادی d.f	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (HI) (%)	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg/ha)
Year	سال	1	7749000.28 **	432378472.8 **	436.89 **	7.22**	669146.91**
Repeat (Y)	تکرار (سال)	6	258784.69 *	18808300.7 *	10.24 ^{ns}	0.16 ^{ns}	1960.78 ^{ns}
Irrigation (I)	آبیاری	1	43284.53**	3131878.78 **	276.01 **	39.60 ^{ns}	503756.52 **
Y × I	سال × آبیاری	1	792225.78 **	394050.03*	43.19 *	2.42*	91335.80**
R × I	تکرار × آبیاری (سال)	6	24255.74 ^{ns}	393467.1 ^{ns}	17.57 ^{ns}	0.29 ^{ns}	511.22 ^{ns}
Cultivar (C)	رقم	1	132226.53 ^{ns}	2129532*	0.96 ^{ns}	209.10**	111530.81**
I × C	آبیاری × رقم	1	39832.53 ^{ns}	4023575.3 *	52.27 *	19.53 ^{ns}	42128.48**
Y × C	سال × رقم	1	467786.28 *	8383488.8*	5.44 ^{ns}	50.50**	55680.68**
Y × I × C	سال× آبیاری× رقم	1	191116.53 *	4446907.5 **	8.96 *	28.50**	101.28**
Total Error	خطای کل	19	810465.69	30005184	54.14	18.93	78342.76
C.V (%)	ضریب تغییرات	---	10.24	11.94	13.54	2.92	7.18

* ، ** و ns به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری

* ,**, and ^{ns} represent significant at of 5% and 1% probability level and not significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

سال × آبیاری× رقم نیز در سطح پنج درصد بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشت ولی عملکرد دانه تحت تأثیر ارقام قرار نگرفت (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه (۲۱۷۲/۴ کیلوگرم) در آبیاری مطلوب و کمترین آن (۱۴۳۶/۹ کیلوگرم) در تنش خشکی مشاهده گردید (جدول ۳). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب با ۱۸۶۸/۹۲ و ۱۷۴۰/۳۸ کیلوگرم در رقم زنده‌رود و گلدشت به دست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. تنش خشکی از طریق کاهش تعداد شاخه‌ها و برگ‌ها و سطح برگ منجر به کاهش فتوسنتز شده در نتیجه با کاهش وزن دانه و تعداد دانه سبب کاهش عملکرد دانه گلرنگ می‌گردد (Yari et al., 2015). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در پژوهش‌های مختلفی اثبات گردیده است (Esendel et al., 2008; Ozturk et al., 2008; Sadeghi et al., 2016; Lotfi et al., 2012; Nasiri et al., 2017; Amiri et al., 2016) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. گزارش شده است که عملکرد دانه گلرنگ در شرایط مطلوب آبیاری در ارقام مختلف یکسان بود و در شرایط تنش عملکرد آن‌ها به درجات مختلف کاهش یافت (Tahmasbpour et al., 2017) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

عملکرد زیستی

تیمارهای آبیاری، رقم و سال بر عملکرد زیستی اثر معنی‌داری داشت. همچنین اثر متقابل سال × رقم، آبیاری × رقم و سال × رقم × آبیاری بر عملکرد زیستی اثر معنی‌داری شد (جدول ۳). عملکرد زیستی در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش افزایش نشان داد. در آبیاری مطلوب بالاترین مقدار عملکرد زیستی حاصل شد و با کاهش آب قابل‌دسترس عملکرد زیستی نیز کاهش یافت. کمترین (۸۴۳۵/۴) و بیشترین (۸۹۵۱/۳) عملکرد زیستی به ترتیب در رقم گلدشت و زنده‌رود مشاهده گردید (جدول ۳). عملکرد زیستی شامل کل بیوماس اندام هوایی گیاه است. عملکرد زیستی در گلرنگ در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (Sadeghi et al., 2016; Lotfi et al., 2012; Nasiri et al., 2017; Amiri et al., 2016). با کاهش سطح برگ و دوام برگ در شرایط تنش، استفاده از نور خورشید جهت فتوسنتز تقلیل می‌یابد به همین جهت از تولید ماده خشک کاسته می‌گردد. به‌عبارت‌دیگر کاهش عملکرد زیستی ناشی از کاهش تجمع ماده خشک در گیاه است (Yari et al., 2015). نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر مطابق با سایر پژوهش‌ها است.

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر تیمار آبیاری و سال قرار گرفت ولی اثر ارقام بر این صفت معنی‌داری نشد. بیشترین شاخص برداشت در آبیاری نرمال (۲۵/۶ درصد) و کمترین آن (۱۹/۷ درصد) در تنش خشکی به دست آمد (جدول ۳). شاخص برداشت رقم زنده‌رود و گلدشت به ترتیب با ۲۲/۴ و ۲۲/۸ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی است که بیانگر نحوه تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های رویشی گیاه و دانه است. گزارش گردیده که در شرایط تنش شاخص برداشت ثابت می‌ماند زیرا همان‌طور که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود وزن خشک کل را نیز کاهش می‌دهد (Shir esmaeili et al., 2018; Yari et al., 2015). نتایج سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که شاخص برداشت در گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (Lotfi et al., 2012; Nasiri et al., 2017; Amiri et al., 2016) که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. همچنین عنوان‌شده که ارقام مختلف گلرنگ ازنظر شاخص برداشت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (Shir esmaeili et al., 2018) که نتایج تحقیق حاضر برخلاف آن است.

درصد روغن

اثر سال و رقم بر درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل سال × آبیاری، آبیاری × رقم، سال × رقم و سال × آبیاری × رقم نیز بر درصد روغن اثر معنی‌داری داشتند ولی تیمار آبیاری بر درصد روغن اثرگذار نبود (جدول ۳). میزان روغن در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب ۲۷/۱ و ۲۸/۱ درصد بود که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. در تیمار آبیاری بیشترین درصد روغن با ۲۸/۷ درصد در تیمار مطلوب آبیاری و کمترین آن با ۲۶/۴ درصد در شرایط تنش خشکی حاصل شد که ازلحاظ آماری تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار نبود. رقم زنده‌رود با ۳۰/۱۶ و گلدشت با ۲۵/۰۴ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد روغن را دارا بودند (جدول ۴). در ارتباط با تأثیر تنش رطوبتی بر صفت درصد روغن در گیاهان دانه روغنی گزارش‌های متناقضی وجود دارد. برخی گزارش کرده‌اند که تنش خشکی باعث

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش درصد روغن دانه در گلرنگ می‌شود (Ashrafi and Razmjoo, 2010: Taheri Asbagh et al., 2009; Bortolheiro et al., 2017; Sadeghi et al., 2016; Lotfi et al., 2012; Nasiri et al., 2017; Amiri et al., 2016). کاهش درصد روغن دانه به دلیل تأثیر تنش کم‌آبی بر وزن دانه و عملکرد دانه بوده که درنهایت بر درصد روغن تأثیر می‌گذارد (Yari et al., 2015).

جدول ۴. مقایسات میانگین تأثیر آبیاری مطلوب و تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ

Table 4. Mean comparisons of the effect of optimal irrigation and drought stress on yield and yield components in safflower cultivar.

Treatment	تیمار	تعداد طبق اصلی Number main capitule	تعداد طبق فرعی Number lateral capitule	قطر طبق (میلی‌متر) Capitule diameter (mm)	تعداد دانه در طبق اصلی Number seed in main capitule	تعداد دانه در طبق فرعی Number seed in lateral capitule	وزن هزار دانه (گرم) Weight of 1000 Seeds (g)
Year	**سال**						
First	**اول**	4.58 a	3.04 b	2.51 a	59.89 a	59.29 a	38.25 a
Second	**دوم**	6.78 b	7.25 a	2.05 a	16.64 b	12.33 b	29.41 b
Irrigation	**آبیاری**						
Optimal	**نرمال**	5.66 a	5.33 a	14.02 a	39.45 a	36.87 a	35.56 a
Stress	**تنش**	5.80 a	4.96 a	13.57 a	37.08 a	34.75 a	30.09 b
Cultivar	**رقم**						
Zendehrood	**زنده رود**	5.50 a	4.83 a	13.97 a	44.56 a	41.41 a	34.38 a
Goldasht	**گلدشت**	5.96 a	5.46 a	13.63 a	31.98 b	30.21 b	33.27 a

Table 4. Continued **جدول ۴. ادامه**

Treatment	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (HI) (%)	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg/ha)
Year	**سال**					
First	**اول**	1312 b	5017 b	26.36 a	27.11 b	364.34 b
Second	**دوم**	2297 a	12369 a	18.96 b	28.10 a	653.74 a
Irrigation	**آبیاری**					
Optimal	**نرمال**	2172.4a	9006.1 a	25.60 a	28.72 a	634.6 a
Stress	**تنش**	1436.9b	8380.5 b	19.72 b	26.49 a	383.5 b
Cultivar	**رقم**					
Zendehrood	**زنده رود**	1868.9a	8951.3 a	22.49 a	30.16 a	567.98 a
Goldasht	**گلدشت**	1740.3a	8435.4 b	22.83 a	25.04 b	450.09 b

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
In each column, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test.

در این پژوهش نیز درصد روغن در آبیاری نرمال به مقدار جزئی بیشتر از آبیاری تنش خشکی بود ولی اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار نشد. گزارش کردند که درصد روغن دانه‌های گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای فصل کشت، تنش خشکی و رقم

www.SID.ir

Archive of SID

قرار نگرفت (Shir esmaeili et al., 2018) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. گزارش شده است درصد روغن دانه در اثر اعمال تیمارهای مختلف آبیاری تغییر اندکی می‌کند و دو دلیل ممکن برای تغییرات اندک درصد روغن مطرح است اول اینکه مقدار روغن دانه صفت کمّی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و بنابراین احتمال صدمه به‌تمامی ژن‌های کنترل‌کننده این صفت بسیار کم است دوم اینکه درصد روغن، نسبت روغن موجود در دانه به‌کل وزن دانه است که شامل پوست و فیبر نیز می‌شود. در شرایط اعمال تنش کل وزن دانه نیز کاهش یافته و سبب می‌شود که باوجود کاهش میزان روغن دانه، درصد روغن دانه تغییر زیادی نداشته باشد (Mousavifar et al., 2009).

عملکرد روغن

اثر تیمارهای آبیاری، رقم و سال بر عملکرد روغن معنی‌دار بود. اثر متقابل سال× آبیاری، آبیاری× رقم، سال× آبیاری × رقم نیز در سطح یک درصد بر عملکرد روغن اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). عملکرد روغن در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی به ترتیب ۶۳۴/۶ و ۳۸۳/۵ کیلوگرم در هکتار بود که ازنظر آماری تفاوت داشتند. رقم زنده‌رود با ۵۶۷/۹۸ کیلوگرم نسبت به رقم گلدشت (۴۵۰/۰۹ کیلوگرم) از عملکرد روغن بالاتری برخوردار بود (جدول ۳). عملکرد روغن در سال دوم نسبت به سال اول افزایش پیدا کرد. کاهش عملکرد روغن در شرایط تنش کم‌آبی در پژوهش‌های متعددی گزارش گردیده است (Nasiri et al., 2017; Shir esmaeili et al., 2018). گزارش کردند که عملکرد روغن در بین ارقام مختلف متفاوت است (Shir esmaeili et al., 2018) که با نتایج تحقیق حاضر همسو است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش نشان داد که ارقام زنده‌رود و گلدشت نسبت به کم‌آبی مقاومت دارند. رقم زنده‌رود به دلیل داشتن عملکرد و درصد روغن بالاتر نسبت به رقم زنده‌رود برتری داشت. احتمال می‌رود که رقم زنده‌رود به علت دارا بودن ریشه طویل و گسترده و یا تنظیم‌کننده‌های اسمزی قوی توانسته باشد در پتانسیل‌های پائین جذب آب توسط ریشه را حفظ کرده در نتیجه اثرات تنش خشکی را کاهش دهد در نتیجه عملکرد و درصد روغن قابل‌قبولی در شرایط تنش داشته باشد؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد که در شرایط محدودیت آبیاری در شرایط آب‌وهوای زنجان، کشت رقم زنده‌رود مدنظر قرار گیرد تا عملکرد مطلوبی حاصل گردد.

منابع

Alizadeh, A., 2015. Irrigation Systems Design. (38 Edition Revised), Imam Reza University Publication. 452p. [In Persian].

Alizadeh, M., Balouchi, H., Movahhedi dehnavi, M., 2015. Effect of zinc sulfate and salicylic acid foliar application on morphological characteristics and yield of safflower under drought stress. Journal of Oil Plants Production, 1(2), 41-52. [In Persian with English Summary].

Amiri, A., Sirousmehr, A., Esmaeilzadeh Bahabadi, S., 2016. Effect of foliar application of salicylic acid and chitosan on yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Iranian Journal of Plant Researches. 28(4), 712-725. (In Persian with English Summary)

Amoghein, R.S., Tobeh, A., Jamaati-e-Somarin, S., 2012. Effect of plant density on phenology and oil yield of safflower herb under irrigated

Abolhasani, Kh., Saeidi, G., 2006. Investigation of agronomic traits for safflower genotypes in two moisture regimes in Isfahan. Journal of Agricultural Science and Natural Resources. 13(14), 1-8. [In Persian with English Summary].

Ahmadi, A., Siosemarde, A., Poostini, K., Esmaiil PourJahromi, M., 2010. The rate and duration of grain filling and stem reserve remobilization in wheat cultivars as a response to water deficit. Iranian Journal of Field Crop Science. 40(1), 181-195. [In Persian with English Summary].

Ali, Q., Ashraf, M., 2011. Induction of drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) due to exogenous application of trehalose: growth, photosynthesis, water relations and oxidative defence mechanism. Journal of Agronomy and Crop Science. 197, 258–271. [In Persian with English Summary].

www.SID.ir

Archive of SID

and rainfed planting systems. Journal of Medicinal Plants Research. 6 (12), 2493-2503.

Arslan, B. 2007. The path Analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius*). Journal of Biological Science. 7(4), 668-672.

Ashrafi, E., Razmjoo Kh., 2010. Effect of irrigation regimes on oil content and composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. Journal of the American Oil Chemists' Society. 87(5), 499-506.

Azimzadeh, S.M., 2013. Study on replacement probability of composted organic manure with chemical fertilizer in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) organic farming. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 19, 1304-1311. [In Persian with English Summary].

Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2010. Evaluation of growth and yield of safflower cultivars in different planting dates. Journal of Iranian Field Crop Research. 6(2), 245-254. [In Persian with English Summary].

Bortolheiro, F.P., Silva, M.A., 2017. Physiological response and productivity of safflower lines under water deficit and rehydration. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 89(4), 3051-3066.

Burhan, A., 2007. The path analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Biological Sciences. 7, 668-672.

Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P.A., 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. Public Library of Science (PLOS). 11(5): p.e0156362.

Dawood, M., Mervat, G., Sadak, Sh., 2014. Physiological role of glycine betaine in alleviating the deleterious effects of drought stress on canola plants (*Brassica napus* L.). Middle East Journal of Agriculture Research. 3(3), 638-644.

Esendel, E., Stanbulluoglo, A.I., Arslan, B., Pasa, C., 2008. Effect of water stress in growth components of winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In: Knights S.E., Potter, T.D., (ed.), Proceedings of the 7th International Safflower Conference. Wagga, Australia. November 3-6. pp. 211-217.

Fathian, Sh., 2007. Physiological limitations to safflower photosynthesis under two different moisture regimes. MSc dissertation. Department of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran [In Persian].

Ferasat, M., Sajedi, NA., Mirzakhani, M., 2012. Effects of drought stress on yield and yield components in safflower genotypes (*Carthamus tinctorius*). Iranian Journal of Field Crop Research. 10(2), 346-353. [In Persian with English Summary].

Gosal, S.S., Wani, S.H., Kang, M.S., 2010. Biotechnology and Crop Improvement. Journal of Crop Improvement. 24, 19-54.

Kafi, M., Khan, M.A., 2008. Relative salt tolerance of south Khorasan millets. Desert. 14, 63-71. [In Persian with English Summary].

Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Kabalan, R., Breidi, J., Chalita, C., Rouphael, Y., 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agricaltural Water management. 90, 213-22.

Lotfi, P., Mohammadi-Nejad, Gh., Golkar, P., 2012. Evaluation of drought tolerance in different genotypes of the Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agronomy sciences, 5(7), 1-14. [In Persian with English Summary].

Maleki Nejad, R., Majidi, M.M., 2015. Evaluation of Iranian and Foreign Safflower Germplasms under Normal and Drought Stress Conditions. Journal of Crop Breeding. 7(15), 1-13. [In Persian with English Summary].

Mohammadi, M., Sharifi, P., Karimizadeh, R., Shefazadeh, M.K., 2012. Sequential path analysis for determination of relationships between yield and oil content and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). International Journal of Agriculture: Research and Review. 2(4), 410-415. [In Persian with English Summary].

Mousavifar, B.E., Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2009. Response of spring safflower cultivars to different irrigation intervals in Birjand condition. Proceedings of Regional Congress on Water Crisis and Drought. Rasht, Iran, pp. 670-675. [In Persian].

Nabipour, M., Meskarabashee, M., Yousefpour, H. 2007. The effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences. 10(3), 421-426.

www.SID.ir

Archive of SID

Naserirad, H., Soleymanifard, A., Naseri, R., Nasiri, S., 2013. Study of correlation between important agronomic traits and path analysis for grain and oil yield in Safflower. International Journal of Agronomy and Plant Production. 4(4), 670-673. [In Persian with English Summary].

Nasiri, M., Roozbahani, A., Ziaei nasab, M. 2017. Effect of low irrigation and use of phosphate solubilizing bio-fertilizer on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Plant Ecophysiology, 8(27), 32-43. [In Persian with English Summary].

Oelke, E.A., Oplinger, E.S., Teynor, T.M., 2004. Safflower. University of Minnesota, pp. 97-109.

Omidi, A.H., 2009. Effect of drought stress at different growth stages on seed yield and some agro-physiological traits of three spring safflower cultivars. Seed and Plant Production. 2(25), 15-31. [In Persian with English Summary].

Öztürk, E., Özer, H., Polat, T., 2008. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. Plant, Soil and Environments. 54(10), 453-460.

Pathak, M.R., Teixeira da Silva, J.A., Wani, S.H., 2014. Polyamines in response to abiotic stress tolerance through transgenic approaches. Genetically Modified Crops and Food Security. 5(2), 87-96.

Sadeghi, AR., Pasban, B., Qorbi, S., Mohamadi, H., 2016. Effects of Priming and Drought Stress on the Growth, Yield and Yield Components of Safflower. Journal of Oil Seed Plants. 4(2), 59-74. [In Persian with English Summary].

Salem, N., Msaada, K., Dhifi, W., Sriti, J., Mejri, H., Limam, F., Marzouk, B., 2014. Effect of drought on safflower natural dyes and their biological activities. Experimental and Clinical Sciences International Online Journal for Advances in Science. 13, 1-18.

Shayesteh, S., 2011. Check the nutritional quality of forage straw on water resources in the Sistan region. Master's thesis, University of Zabol. [In Persian].

Shiresmaeili, Gh., Maghsudi Mood, A.A., Khajueinejad, G.R., Abdoshahi, R., 2018. Yield and oil percentage of safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.) in spring and summer planting seasons affected by drought stress. Journal of Crop Ecophysiology. 12(2), 237-252. [In Persian with English Summary].

Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., Hosseini Far, S.H., Naranjani, L., 2011. Morphological traits, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under drought stress condition in Kerman province. Journal of Food, Agriculture & Environment. 9(3&4), 249-251. [In Persian with English Summary].

Taheri Asbagh, F., Fayaz Moghaddam, A., Hassanzadeh Gorttapeh, A., 2009. Influence of water stress and sowing date on sunflower yield and oil percentage. Research Journal of Biological Sciences. 4(4), 487-489. [In Persian with English Summary].

Tahmasbpour, B., Younessi-Hamzekhanlu, M., Mahdavisafa, D., Sabzi Nojadeh, M., 2017. Grain yield performance of *Carthamus tinctorius* L. cultivars under water deficient condition. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 11(6), 235-243. [In Persian with English Summary].

Taleshi, K., Shokohfar, A., Rafiee, M., Noormahamadi, G., Sakinejhad, T., 2012. Safflower yield respond to chemical and biotic fertilizer on water stress condition. World Applied Sciences Journal. 20, 1472-1477.

Tayebi, A., Earahvash, F., Mirshekari, B., Tari-nejad, A., Yarnia, M., 2018. Effect of shoot application of Salicylic acid on some growth parameres and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water stress. Journal of Plant Ecophysiology. 10(32), 78-93. [In Persian with English Summary].

Tayebi, A., Afshari, H., Farahvash, F., Masood Sinki J., Nezarat, S., 2012. Effect of drought stress and different planting dates on safflower yield and its components in Tabriz region. Iranian Journal of Plant Physiology. 2(3), 445 - 453. [In Persian with English Summary].

Velasco. L., Perez-Vich, B., Fernandez-Martinez, J.M., 2005. Identification and genetic characterization of a safflower mutant with a modified tocopheral profile. Plant Breeding. 125, 459-463.

Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y.Z., Yao, X.Q., Yin, H.J., 2007. Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. Photosyntetica. 45(4), 613-619.

www.SID.ir

Archive of SID

Yari, P., Keshtkar, A.H., Sepehri, A., 2015. Evaluation of water stress effect on growth and yield of spring safflower. Plant Products Technology. 6(2), 101-117. [In Persian with English Summary].

Zafari, M., Ebadi, A., Jahanbakhsh Godehahriz, S., Sedghi. M., 2017. Evaluating some physiological characteristics of safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.) under water deficit stress and brassionosteroide application. Journal of Crop Ecophysiology. 11(4), 743-758. [In Persian with English Summary].

Zlatev, Z., Lidon, F.C., 2012. An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. Emirates Journal of Food and Agriculture. 24, 57-72.

www.SID.ir

Archive of SID

University of Birjand

تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses In Crop Sciences
Vol. 13, No. 3, pp. 763-775
Fall 2020
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2254.1575

Original article

Evaluation of yield and some traits of two safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under different irrigation regimes

H. Salek Mearaji[1], Afshin Tavakoli[2*]

1. Ph.D. Student, Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

2. Associate Professor, Department of Plant production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Received 5 February 2019; Accepted 27 April 2019

Abstract

Drought is the most important stress and decreases the yield of plants. Safflower is resistant to stress and is one of the most important oil seed plants. In order to evaluate of yield and yield components of two safflower under optimal irrigation and drought stress conditions an split factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with four replications at the research farm of Agriculture Faculty, the University of Zanjan in spring 2010 and 2011 years. Experimental treatments included optimal irrigation (-0.5 MPa) and drought stress (-2 MPa) and two safflower cultivars (Zendehrood and Goldasht). The effect of irrigation treatments, cultivar and year not significant on diameter capitul, number of main and lateral capitul in plant. The highest of thousand weight seed (35.5 g), grain yield (214.42 kg/ha), biological yield (9600.1 kg/ha), harvest index (25.6%) and oil yield (634.6 kg/ha) obtained in optimal irrigation, and in other traits, was not difference between optimal irrigation and drought stress. The maximumof number of seed in capitul, biological yield, oil percent and oil yield were obtained in zendehrood cultivar, and in other traits there was not difference between Zendehrood and Goldasht. Grain yield and oil yield reduced under drought stress amount 51 and 65 percent, respectively. Oil percentage in optimal irrigation was 8 percent more than drought stress condition. Grain yield, oil percentage and oil yield of Goldasht cultivar 7, 8 and 26 percent were higher than Zendehrood cultivar, respectively. The results showed that Goldasht was superior to Zendehrood cultivar, and is more tolerant to stress condition, therefore suggested that cultivate Goldasht cultivar in deficit condition.

Keywords: Biological yield, Deficit water, Oil seeds, Percent oil

www.SID.ir

[*]Correspondent author: Afshin Tavakoli; E-Mail: tavakoli@znu.ac.ir