دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و سوم، ۱۳۹۹

# بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد روغن ژنوتیپ های مختلف گلرنگ در شرایط قطع آبیاری

سید محمد تقی طبیب لقمانی[۱]، فرود بذرافشان[۲]، امید علیزاده[۳]، بهرام امیری[۱]، عبدالله بحرانی[٤]

دریافت: ۹۸/۱۰/۲۹ پذیرش: ۹۹/۳/۱٤

**چکیده**

به منظور بررسی پاسخ ارقام مختلف گلرنگ به تنش رطوبتی در منطقه سروستان، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پانزده ژنوتیپ گلرنگ در دو سال زراعی ۹۵ و ۹٦ اجرا شد. کرت اصلی شامل دو سطح آبیاری نرمال و قطع آبیاری از مرحله ظهور اولین قوزه‌ها و کرت فرعی شامل پانزده ژنوتیپ گلرنگ بود. شاخص‌های مورد ارزیابی در این آزمایش شامل عملکرد دانه، محتوای نسبی آب برگ، محتوای روغن، عملکرد روغن و شاخص‌های تحمل به تنش بودند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که در هر دو شرایط آبیاری ژنوتیپ‌های Dincer و PI-537598، بیشترین عملکرد دانه، محتوای نسبی آب برگ و عملکرد روغن را به خود اختصاص دادند. بررسی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی شامل میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) که با توجه به مقادیر بالای آنها می‌توان ارقام متحمل را تشخیص داد، ژنوتیپ Dincer در هر دو شرایط آبیاری و بر اساس درصد کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ PI-537636-s (۵۷٪) به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند.

**واژه‌های کلیدی**: شاخص تحمل، محتوای روغن، محتوای نسبی آب برگ

**طبیب لقمانی، س.م.ت.، ف. بذرافشان، ا. علیزاده، ب. امیری و ع. بحرانی. ۱۳۹۹. بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد روغن ژنوتیپ های مختلف گلرنگ در شرایط قطع آبیاری. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۳: ۱۷۰-۱٦۰.**

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروز آباد، ایران

۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروز آباد، ایران- مسئول مکاتبات. Foroodbazrafshan@gmail.com

۳- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

٤- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران

**مقدمه**

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) از خانواده Asteraceae و گیاهان بومی ایران بوده و از دیرباز کشت اکوتیپ‌های بومی آن به‌ویژه درحاشیه مزارع و با مقاصد مختلف مانند پرچین مزارع، کاربرد گلبرگ‌های رنگی به‌عنوان رنگ غذا، کاربرد دارویی و حتی استفاده از روغن و سایر قسمت‌های دانه، رواج داشته است (پاسبان اسلام، ۲۰۱۶).

تنش خشکی بارزترین تنش غیر زنده محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی در بخش‌های زیادی از جهان محسوب می‌شود. جهان در حال مواجه شدن با کمبود جدی آب و نیز افزایش رقابت برای آب بوده که باعث دسترسی کمتر بخش کشاورزی به‌این ماده حیاتی می‌شود، چالش بزرگ دهه آینده، وظیفه افزایش تولیدات غذایی با آب کمتر، به ویژه در کشورهایی که با محدودیت منابع آب و خاک مواجه هستند، است (هی و والکر، ۲۰۱۱).

بیاواس و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ۲۶ رقم، لاین و جمعیت گلرنگ در دو سال در شرایط نیمه خشک مشاهده کردند ارقام Syria، Hama و Haryinan و لاین S-541-2 دارای بیشترین عملکرد دانه و لاین‌های ۲۵۰۵۴۰ و S-541-2 دارای بیشترین محتوی روغن بودند. ستانبولگلو (۲۰۰۹) در بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گلرنگ گزارش نمود که تنش آبی در مرحله قوزه‌دهی به طور جدی عملکرد این گیاه را کاهش می‌دهد و این مرحله حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی می‌باشد. ضمن اینکه تنش آبی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه بیشترین تاثیر را در کاهش وزن دانه دارد. یاری و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی گلرنگ بهاره تحت تاثیر تنش خشکی ایجاد شده در اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی، مشاهده کردند که تنش خشکی در مرحله گلدهی بیشترین تاثیر را در کاهش ارتفاع بوته، تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد روغن داشته است. پورداد و جمشیدی مقدم (۱۳۹۲) با ارزیابی ۱۰۰ ژنوتیپ گلرنگ در شرایط دیم گزارش کردند که بالا بودن عملکرد در ژنوتیپ های پرمحصول مربوط به سه جز عملکرد دانه شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه بود. فنایی و همکاران (۱۳۹٤) تنوع زیادی را در ارقام گلرنگ از لحاظ تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن در شرایط تنش و بدون تنش خشکی مشاهده کردند و اظهار داشتند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد دانه در قوزه و وزن دانه شد.

نبی پور و همکاران، (۲۰۰۷) اثر قطع آبیاری را در مرحله جوانه زنی، گلدهی و رسیدگی با حالت آبیاری نرمال در گیاه گلرنگ بررسی کردند، رژیم های مختلف آبیاری اثرات معنی‌دار را در سطح ۵ درصد روی دانه، میزان روغن، شاخص برداشت و وزن خشک نشان دادند بطوری که بالاترین عملکرد روغن و عملکرد دانه مربوط به آبیاری نرمال و کمترین میزان مربوط به رژیم آبیاری کم در مرحله رسیدگی بود. فرشادفر و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که در شرایط تنش رطوبتی (دیم) در ۱٦ رقم گلرنگ، بین صفت عملکرد دانه و روغن با شاخص تحمل به خشکی، تعداد دانه در بوته، و تعداد شاخه‌های جانبی همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. در شرایط بدون تنش رطوبتی (آبیاری)، صفات تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه و روغن دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند.

ظفری و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی تنش کم آبی بر روی ارقام گلرنگ بهاره در شرایط آب و هوایی شهر اردبیل نتیجه گرفتند که رقم گلدشت در هر دو تنش خشکی ملایم و شدید دارای تحمل بهتری نسبت به ارقام سینا و فرامان است. شیر اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و درصد روغن گلرنگ طی آزمایشی به صورت کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اعلام کردند اثر تیمار آبیاری بر شاخص سطح برگ، محتوای نسبی آب، وزن خشک بوته و عملکرد دانه اثر معنی داری داشت و باعث کاهش صفات مذکور گردید. تنش خشکی اثر معنی داری بر درصد روغن نداشت اما از طریق کاهش عملکرد دانه موجب کاهش عملکرد روغن گردید.

این پژوهش به منظور بررسی ۱۵ ژنوتیپ گلرنگ در منطقه سروستان و معرفی ژنوتیپ های مقاوم به تنش خشکی از میان این ژنوتیپ ها به اجرا در آمد.

**مواد و روش‌ها**

این پژوهش در دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦ در منطقه سروستان واقع در ۹۰ کیلومتری شهرستان شیراز (جنوب شرق شیراز)، اجرا شد. شهرستان سروستان در محدوده ی طول جغرافیایی ′۱٤ °۵۲ تا ′ ۲۸ °۵۳ وعرض شمالی ′۰۰ °۲۹ و ′ ۵۷ ° ۲۹ واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۷ متر و متوسط بارندگی ۱۰ سال گذشته

در ایـن شهرسـتان کمتـر از ۲۴۵ میلـی‌متـر مـی باشـد. میـزان بارنـدگی شهرسـتان سروسـتان در سـال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ بـالغ بـر۲۵۸/۹ میلـی‌متـر بـوده کـه حـداکثرآن ۶۰/۲ میلـی‌متـر در دی‌ماه است.

در ایـن آزمـایش از دو سـطح آبیـاری مطلـوب (بـدون تنش) و قطع آبیاری از مرحله ظهـور اولـین قـوزه‌هـا بـه عنـوان عامـل اصـلی و ۱۵ ژنوتیـپ گلرنـگ (Kino-77, Dincer, Sina, Goldasht, PI-537636-s, Soffeh, CW-74, CW- 4440, Hartman, Lesaf, PI-250537, Gilla, PI-537598, Faraman and IL-111) بـه عنوان عامل فرعی بـه صـورت کـرت‌هـای خـرد شـده بـر پایـه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد.

مسـاحت کـل مزرعـه آزمایشـی حـدود ۵۰۰۰ متـر مربـع بـود، در ابتـدا از خـاک مزرعـه نمونـه‌گیـری گردیـد و برخـی ویژگـی هـای فیزیکـی و شـیمیایی خـاک محـل آزمـایش در جدول ۱ ارائـه گردیـده اسـت. بـر اسـاس آزمـون خـاک؛ کـود نیتـروژن در دو نوبـت، نصـف در زمـان کاشـت و مـابقی در زمـان سـاقه رفـتن بـر اسـاس ۳۰۰ کیلـوگرم در هکتـار اوره و تمـام کـود فسـفره بـر اسـاس ۱۰۰ کیلـوگرم سـوپر فسـفات تریپل در زمان کاشت به کـرت هـا داده شـد. سـپس بـه وسـیله گـاو آهـن برگـردان‌دار شـخم زده شـد، سـپس جهـت خـرد شدن کلوخـه‌هـا و همچنـین یکنواخـت شـدن وضـعیت خـاک مزرعـه، زمـین مـذکور دیسـک و مالـه زده شـد. سـپس مزرعـه بـه وسـیله فـاروئر بـه صـورت جـوی پشـته در آمـد، فاصـله جـوی‌هـا از یکـدیگر ۶۰ سـانتی‌متـر در نظـر گرفتـه شـد. بـین تکرارهـا نیـز حـدود ۶ متـر فاصـله تعبیـه گردیـد، هـر کـرت آزمایشی شامل ۵ خـط ۶ متـری بـا فاصـله خطـوط ۳۰ سـانتی-متـر و فاصـله بوتـه روی خـط ۱۰ سـانتی‌متـر بـود کـه ۲ خـط کناری و همچنین ۰/۵ متـر از ابتـدای هـر کـرت بـه عنـوان اثـر حاشـیه در نظـر گرفتـه شـد و ۴ خـط میـانی آن بـرای تعیـین کلیـه مراحـل زراعـی گیـاه و صـفات مختلـف مـورد اسـتفاده قرار گرفت. بذور در دو طـرف هـر پشـته و بـه فاصـله ردیـف ۳۰ سانتی متر از یکـدیگر بـه صـورت خطـی در اواخـر بهمـن ماه کاشته شـد. بـه منظـور رسـیدن بـه تـراکم بوتـه مناسـب در مرحله ۲ تا ۴ برگـی، عملیـات تنـک کـردن و همچنـین حـذف علـف‌هـای هـرز انجـام شـد. در نهایـت کـرت‌هـا بـه منظـور تعیین عملکردنهایی به صورت جداگانه برداشت شد.

**جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش**

| عمق خاک | pH | Sodium | کلسیم | پتاسیم | منیزیوم | نسبت جذب سدیم |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (cm) | | Meq/l | | | | |
| ۰-۴۵ | ۷/۵ | ۲۱/۰۵ | ۱۱/۰۶ | ۱/۹۹ | ۵۷/۹۴ | ۳/۴ |

| عمق نمونه برداری | ظرفیت زراعی | رس | سیلت | شن | شوری خاک | ساختار خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (cm) | gr/cm | | % | | (dS/m) | |
| ۰-۴۵ | ۱۶/۴۸ | ۸/۸ | ۳۹/۲ | ۵۲ | ۹/۶ | Sandy loam |

جهت اندازه گیری محتوای نسبی آب (RWC) پس از دو دوره آبیاری تیمار شاهد، از برگ‌های نزدیک قوزه اصلی ۸ بوته نمونه برداری انجام گرفت و بر طبق فرمول (بارس، ۱۹۶۸) RWC محاسبه شد:

۱۰۰ × [ وزن خشک- وزن آماس/ وزن خشک – وزن تر] = ٪RWC

عملکرد دانه در هکتار: برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، دو ردیف اول و آخر و همچنین ۳۰ سانتیمتر ابتدایی و انتهایی هر ردیف به عنوان حاشیه کرت حذف و بقیه برداشت شد. پس از جداسازی دانه، وزن به‌دست آمده بر سطح برداشت شده بر حسب مترمربع تقسیم و برای بدست آوردن عملکرد در هکتار در عدد ۱۰۰۰۰ ضرب شد.

محتوای روغن دانه: درصد روغن بذر هر پلات به وسیله دستگاه N.M.R تعیین شد. عملکرد روغن برای محاسبه این صفت از فرمول زیر استفاده و عملکرد روغن بر اساس تن در هکتار مشخص شد

عملکرد روغن= محتوای روغن × عملکرد دانه

برای بررسی ارقام مورد مطالعه از نظر مقاومت به تنش خشکی از شاخص‌های تنش شامل شاخص تحمل تنش(STI) و میانگین هندسی بهره‌وری(GMP) استفاده شد. برای محاسبه شاخص های مورد نظر از روابط زیر استفاده شد.

$STI^{1}=\frac{\bar{Y}p \times Ys}{\bar{Y}_p^2}$ (فرناندز، ۱۹۹۲)

$GMP^{2}=\sqrt{(Ys \times Yp)}$ (فرناندز، ۱۹۹۲)

در این روابط Yp, Ys, $\bar{Y}p$، به ترتیب میزان عملکرد هر ژنوتیپ در شریط نرمال، میزان عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش و میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال است.

تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای هر سال انجام شد. همچنین پس از آزمون یکنواختی واریانس خطای دو سال توسط آزمون بارتلت به منظور مقایسه اثر سال از تجزیه مرکب استفاده شد. به منظور مقایسه میانگین ارقام از روش دانکن در سطح ۵٪ بهره گرفته شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به کمک نرم‌افزار SAS 9، آزمون نرمال بودن داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab و ترسیم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب دو سال نشان داد که اثر متقابل سال در هیچ یک از تیمارها در تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد ولی در تمام صفات اثرات اصلی اختلاف معنی‌داری نشان دادند. اثر متقابل رقم در آبیاری برای تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۲).

### عملکرد دانه

بیشترین میزان عملکرد گلرنگ در شرایط آبیاری نرمال در رقم Dincer (۳۱۴۳/۲۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن در رقم IL-111 (۱۸۷۳/۱۶ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. همچنین در شرایط تنش خشکی ارقام Dincer و PI-537598 با ۹۶۳/۳۸ و ۹۳۳/۰۷ کیلوگرم در هکتاربیشترین و Gilla با ۶۴۴/۹۶ کیلوگرم در هکتار، PI-250537 با ۶۷۰/۳۰ کیلوگرم در هکتار و Lesaf با ۶۷۱/۹۱ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد دانه را نشان دادند (شکل ۱).

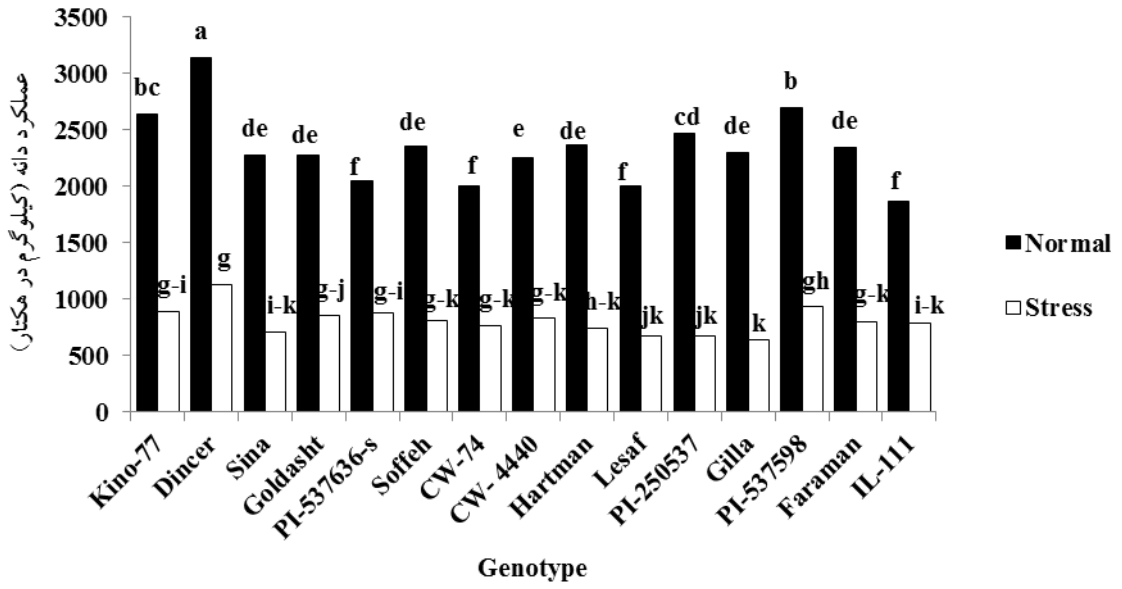
این نتایج همچنین نشان داد که تنش خشکی میزان عملکرد دانه در ارقام مورد مطالعه را به میزان ۶۵/۹ ٪ نسبت به شرایط آبیاری نرمال کاهش داد. ایستانبولوگلو و همکاران (۲۰۰۹)، عبد ال-لطیف (۲۰۱۳) و سانتوس (۲۰۱۷) گزارش کردند تنش خشکی اثر مضر روی عملکرد دانه دارد. تنوع میان عملکرد بذر میان رژیم های آبیاری و ژنوتیپ ها توسط سینگ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شد. نتایج حاضر در کاهش میزان عملکرد دانه با افزایش تنش خشکی با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین همسو بود (ایسندل و همکاران، ۲۰۰۸; ازتورک و همکاران، ۲۰۰۸). رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد منجر به افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد نیازآبی شد که این موضوع به دلیل کاهش رقابت میان گیاهان برای آب و افزایش تعداد شاخه های فرعی، تعداد قوزه و وزن هزار دانه گیاه بود (خلیلی و همکاران ۱۳۹۲). کمترین عملکرد دانه در رژیم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی به دست آمد که به نظر می رسد تنش کم آبی باعث ایجاد تنش اکسیداتیو می شود و این تنش موجب اختلال در ساختار کلروپلاست و کاهش محتوای کلروفیل می شود و در نتیجه منجر به کاهش فعالیت فتوسنتزی و عملکرد دانه گیاه شده است (امینی و همکاران، ۲۰۱۳).

1 Stress Tolerance Index (STI)
2 Geometric Mean Productivity (GMP)

جدول۲- تجزیه واریانس مرکب دو سال عملکرد دانه، RWC، محتوای روغن و عملکرد روغن

| منابع تغییر | درجه آزادی | عملکرد دانه | RWC | محتوای روغن | عملکرد روغن |
|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۱ | ۳۲۳۲۷/۳۰$^{ns}$ | ۲۸٦/۷۱$^{**}$ | ۲/۳۱$^{ns}$ | ۱۹۸/۱۸$^{ns}$ |
| خطا (a) | ٤ | ۱۵۳۹٦۷۱/۹۰ | ٤/٤٤ | ۷٦/۰٤ | ۵۷٦۷٦/۵۲ |
| آبیاری | ۱ | ۱۰٦۸۷٦۸۹۷/۸۰$^{**}$ | ۵۸۷۸/٦۵$^{**}$ | ۱٤۵۷/۱۹$^{**}$ | ۱۰۸٦۱٤۳۸/۷۹$^{**}$ |
| سال×آبیاری | ۱ | ۷۰۰۵۱/۱۰$^{ns}$ | ۱۸/۳۸$^{ns}$ | ۳/۳۹$^{ns}$ | ۲٤۸/۱۹$^{ns}$ |
| خطا (b) | ٤ | ۲۵۵۵۱۳/۸۰ | ۸/۲۸ | ٦/۲٤ | ۱۵۸۱۸/۱۹ |
| رقم | ۱٤ | ٤۳۳۳۵۲/۷۰$^{**}$ | ۱۹۲/۸۵$^{**}$ | ۷٦/۳۱$^{**}$ | ۲۵۹٤۱/٦۵$^{**}$ |
| رقم×آبیاری | ۱٤ | ۲۳۵٤۲۷/۳۰$^{**}$ | ٦۲/۳٤$^{**}$ | ۳۰/۸۹$^{**}$ | ۱۱٦۷٦/٤۳$^{**}$ |
| رقم×سال | ۱٤ | ۵۱۷۱۲/۵۰$^{ns}$ | ۷/۵٦$^{ns}$ | ۱۰/۲۲$^{ns}$ | ۲۸٤/۱۱$^{ns}$ |
| رقم×سال ×آبیاری | ۱٤ | ۵۵۳۲٦/٦۰$^{ns}$ | ۱۳/۹۲$^{ns}$ | ۹/۳۰$^{ns}$ | ۲٤۷/۹۳$^{ns}$ |
| خطا (c) | ۱۱۲ | ۳۱٤٦۲/۹۰ | ۷/۹۰ | ۵/۸۳ | ۱٦۰٦/۱۳ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۱۱/۳۱ | ۳/۷۰ | ۹/۰۰ | ۹/۲۲ |

*، ** و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری



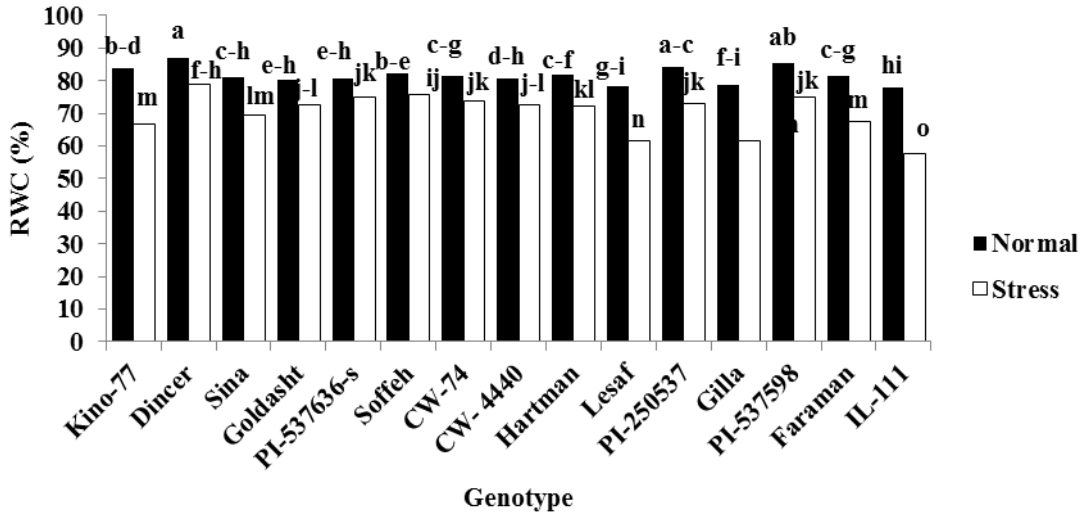

**شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم ×آبیاری برای عملکرد دانه**

**محتوای نسبی آب (RWC)**

بیشترین محتوای نسبی آب برگ در شرایط آبیاری نرمال با ۸۷/۰۷٪ برای رقم Dincer، ۸۵/۳٦٪ برای PI-537598 و ۸٤/۱۰٪ برای PI-250537 و کمترین میزان این شاخص در همین شرایط آبیاری در رقم IL-111 (۷۸/۱۰٪)، Lesaf (۷۸/۳۱٪) و Gilla (۷۸/۸۸٪) مشاهده شد (شکل ۲). رقم Dincer با ۷۸/۹٦٪ از RWC بهترین پتانسیل برای نگهداری آب در شرایط تنش خشکی را دارا بود (شکل ۲). بنابراین این رقم می‌تواند رقم متحملی در شرایط تنش خشکی باشد. به طور کلی رقم Dincer بیشترین و ارقام Lesaf، Gilla و IL-111 کمترین میزان این شاخص را در بین ارقام داشتند.

همچنین نتایج نشان داد که تنش خشکی اثر منفی روی درصد RWC نسبت به شرایط نرمال داشت. به طور مشابه حجتی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند بعد از مواجه شدن با تنش کمبود آب در ارقام گلرنگ، کاهش معنی داری در RWC مشاهده شد. RWC به عنوان یک معیار معتبر برای ارزیابی وضعیت آب در بافت گیاه نسبت به پتانسیل آب سلولی است. زیرا RWC از طریق ارتباط مستقیم با حجم سلولی بهتر

می‌تواند بین مقدار آب گیاه و تعرق تعادل برقرار کند (شریف، ۲۰۱۸). تنش کمبود آب با تاثیر بر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه ها، فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را کنترل کرده و با تاثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به طور مستقیم تحت کنترل پتانسیل آب هستند، بر رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد (خاکسار و همکاران، ۲۰۱٤). کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ با افزایش شدت تنش خشکی در گندم (صدیق و همکاران، ۲۰۰۰) و گلرنگ (باغ خانی و همکاران، ۲۰۰۷) گزارش شده است. سیسک و کاکیرلار (۲۰۰۲) پیشنهاد کردند وضعیت آب نقش مهمی در مقاومت گیاهان تحت شرایط تنش خشکی بازی می‌کند. هر نقص در فشار اسمزی برگ ممکن است منجر به کاهش آب بافت برگ شود که می تواند اثر سرکوب کننده منفی روی صفات فیزیولوژی و مورفولوژی شامل باز شدن روزنه، فتوسنتز و توسعه برگ داشته باشد (سیسک و کاکیرلار، ۲۰۰۲).

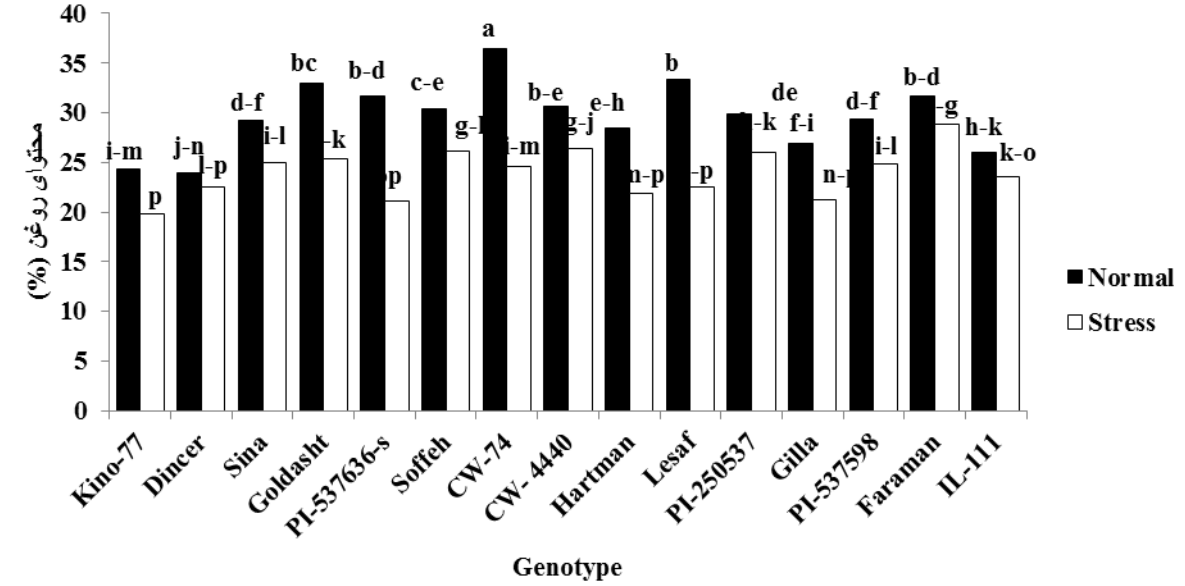



**شکل ۲ –مقایسه میانگین اثر متقابل رقم ×آبیاری برای RWC**

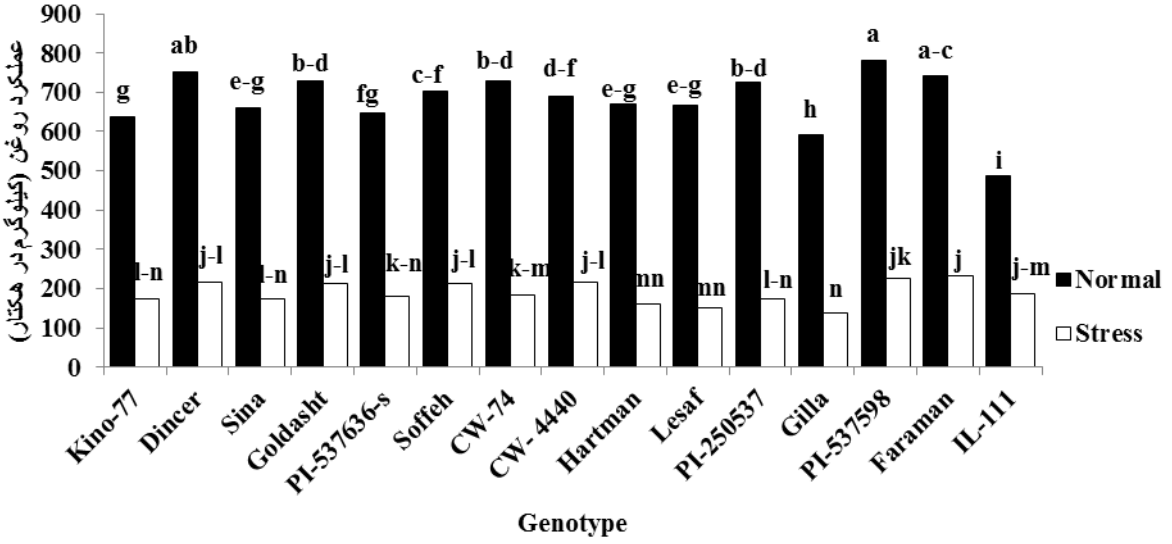
**محتوای روغن**

نتایج نشان داد که محتوای روغن ارقام گلرنگ از ۲۳/۹۳٪ تا ۳٦/٤٤٪ در شرایط آبیاری نرمال و از ۱۹/۷۷٪ تا ۲۸/۸۵٪ در شرایط تنش خشکی متغیر بود (شکل ۳). در این پژوهش رقم CW-74 بیشترین محتوای روغن در شرایط آبیاری نرمال و رقم Dincer کمترین کاهش بعد از تنش خشکی داشتند (شکل ۳). ارقام CW-74، Faraman، Goldasht و CW-4440 بیشترین و ارقام Kino-77، Dincer و Gilla کمترین محتوای روغن را داشتند. محتوای روغن نیز مانند سایر صفات مورد بررسی به وسیله تنش خشکی کاهش یافت به طوری که این کاهش به میزان ۱۹/۱ درصد بین تنش خشکی و تیمار آبیاری مطلوب محاسبه شد.

محتوای روغن علاوه بر تنش خشکی می تواند تحت تاثیر ارقام هم قرار گیرد (بلوم، ۱۹۹٦) اما همچنین می‌تواند به مدت نمو بذر هم مرتبط باشد (بهاردواج و حماما، ۲۰۰۳). این نتایج با یافته های پرمچاندرا و همکاران (۱۹۹۰) مبنی بر تغییر معنی دار محتوای روغن میان ارقام متفاوت سویا، مطابقت داشت. کاماس (۲۰۰۷) و حسین و همکاران (۲۰۱٦) پیشنهاد کردند که تنوع در محتوای روغن ارقام مختلف وابسته به برهمکنش میان ارقام و تنش غیرزیستی است.




**شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم ×آبیاری برای محتوای روغن**




**شکل٤- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم ×آبیاری برای عملکرد روغن**

**عملکرد روغن**

در این پژوهش بیشترین میزان عملکرد روغن برای ارقام PI-537598 (۷۸۱/۹۳ کیلوگرم در هکتار)، Dincer (۷۵۲/۰۳ کیلوگرم در هکتار) و Faraman (۷٤۰/۹۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری مطلوب مشاهده شد (شکل ٤). به طور کلی ارقام PI-537598، Dincer، Goldasht و Faraman بیشترین و ارقام IL-111 و Gilla کمترین میزان عملکرد روغن را داشتند (شکل ٤). یکی از دلایل ممکن برای کاهش عملکرد روغن در شرایط تنش خشکی کاهش درعملکرد بذر و/یا محتوای روغن بذر است (ییلاقی و همکاران، ۲۰۱۲).

تنش خشکی باعث کاهش عملکرد روغن به میزان ٤۹۱/۲۸ کیلوگرم د ر هکتار (۷۲/۲٪) در ارقام مورد بررسی بود. به نظر می رسد تنش خشکی موجب کاهش سنتز مواد فتوسنتزی شده، بنابراین آسمیلات کمتری به اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه مانند وزن هزاردانه، تعداد قوزه در بوته و تعداد دانه در قوزه اختصاص یافته است که در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه شده است و همچنین به دلیل اینکه با کاهش رطوبت مورد نیاز

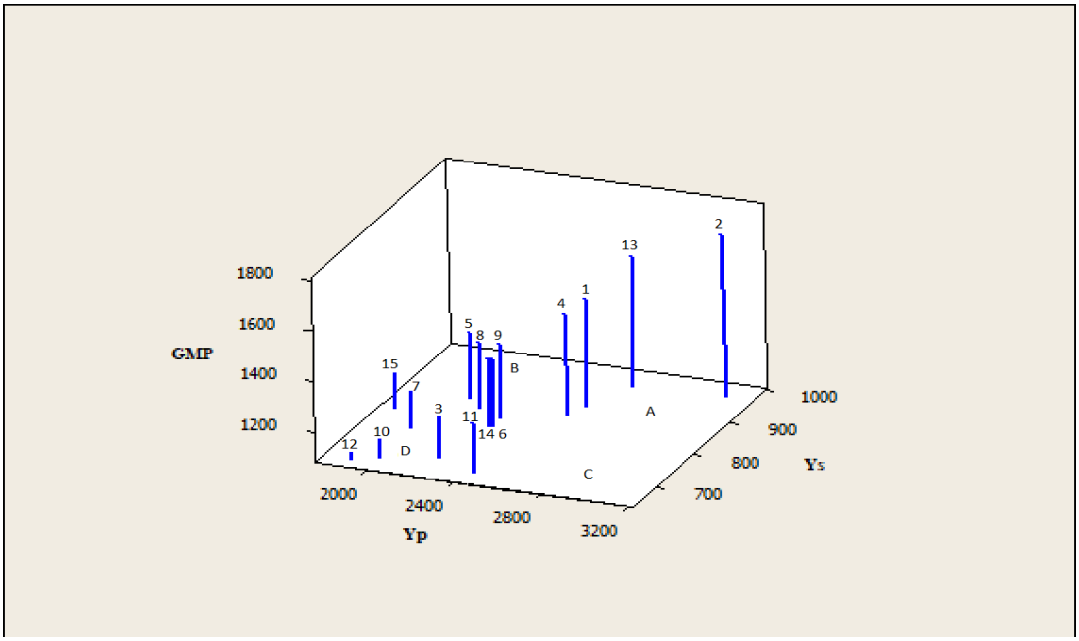
گیاه، دوره پر شدن دانه کوتاه شده است، بنابراین مدت زمان لازم برای ذخیره سازی روغن در دانه، کاهش یافته است و با در نظر گرفتن اینکه عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن حاصل می شود می توان دریافت که علت کاهش عملکرد روغن به علت کاهش درصد و عملکرد روغن تحت تنش خشکی بوده است. در آزمایشی که با تیمارهای سطوح مختلف آبیاری بر اساس ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی روی گلرنگ انجام گرفت، بیشترین عملکرد روغن با تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین عملکرد روغن نیز با تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد (فراست و همکاران ۱۳۸۷). نتایج نشان داد که الگوی تنوع در عملکرد روغن ارقام گلرنگ با عملکرد بذر یکسان نبود. این نتیجه با نتایج اشرفی و رزمجو (۲۰۱۰) و نبی پور و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت.

**شاخص های تحمل به خشکی**

براساس شاخص GMP که مقادیر بالای شاخص، نشان دهنده تحمل ارقام می‌باشد، رقم Dincer بیشترین میزان GMP را دارا بود در حالی‌که کمترین میزان GMP به رقم Gilla در سال اول و رقم Lesaf در سال دوم تعلق داشت. طبق نظر برخی از بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل، شاخص تحمل به تنش (STI) می‌باشد، زیرا قادر است ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند را از ژنوتیپ‌هایی که فقط در محیط تنش و یا فقط در شرایط عدم تنش عملکرد بالایی دارند، تفکیک نماید (فرناندز، ۱۹۹۲). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بر اساس شاخص STI که مقادیر بالای آن نشان دهنده تحمل ارقام می‌باشد، رقم Dincer متحمل‌ترین و رقم Gilla در سال اول و رقم Lesaf در سال دوم حساس‌ترین بودند.

**ترسیم نمودار سه بعدی بر اساس شاخص‌ها**

نتایج بررسی نمودار سه‌بعدی (شکل ۵) براساس Yp، Ys و GMP نشان داد که ارقام شماره ۲ (Dincer)، ۱۳ (PI-537598)، ۱ (Kino-77) و ٤ (Goldasht) در ناحیه A قرار گرفتند یعنی این ارقام ضمن داشتن عملکرد بالا در شرایط بدون تنش دارای عملکرد نسبتاً خوب و قابل قبولی در شرایط تنش هستند. بنابراین این ارقام به عنوان ارقام متحمل و دارای توانایی تولید مناسب در شرایط خشکی معرفی می‌شوند. ارقام شماره ۵ (PI-537636-s)، ۸ (CW- 4440)، ۹(Hartman)، ٦ (Soffeh) و ١٤ (Faraman) که در ناحیه B قرارگرفته، در شرایط عدم تنش دارای عملکرد قابل قبول و در شرایط تنش دارای عملکرد نسبتاً پایین می‌باشند. بقیه ارقام که در ناحیه D متمرکز شدند، دارای عملکرد پایین در هر دو شرایط تنش و عدم تنش هستند.




**شکل ۵ نمودار سه بعدی Yp، Ys و GMP (شماره رقم‌ها مطابق با ردیف ارقام درج شده در شکل ۱ می‌باشد)**

**نتیجه‌گیری**

بیشترین میزان عملکرد دانه در آبیاری نرمال به رقم Dincer، برای عملکرد روغن به ارقام PI-537598، Dincer و Faraman و برای محتوای نسبی آب برگ به ارقام Dincer، PI-537598 و PI-250537 اختصاص یافت. براساس شاخص های تحمل به تنش خشکی GMP و STI که مقادیر بالای آنها، نشان دهنده تحمل ارقام است، رقم Dincer بیشترین میزان GMP و STI را دارا بود. نتایج بررسی نمودار سه‌بعدی براساس Yp، Ys و GMP نشان داد که ارقام Dincer، PI-537598، Kino-77 و Goldasht در ناحیه A قرار گرفتند یعنی این ارقام ضمن داشتن عملکرد بالا در شرایط بدون تنش دارای عملکرد نسبتاً خوب و قابل قبولی در شرایط تنش هستند.

**منابع**


پورداد، س. و م. جمشید مقدم. ۱۳۹۲. بررسی تنوع ژنتیکی در کلکسیون گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط دیم کشور. مجله زراعت دیم ایران. ۱(۳): ۱-۱٦.

خلیلی، م.، م. تقوی و ع. پورابوقداره. ۱۳۹۲. ارزیابی عملکرد دانه و برخی از صفات زراعی و مورفولوژیک در ژنوتیپ های بهاره گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط آبیاری و دیم. اصلاح گیاهان زراعی. جلد ۷، شماره ۱٦: ۱٤۸-۱۳۹.

شیراسماعیلی، غ.، ع. ا. مقصودی مود، غ. خواجوی نژاد و ر. عبدالشاهی. ۱۳۹۷. عملکرد و درصد روغن ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در کشت بهاره و تابستانه تحت تاثیر تنش خشکی. نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد دوازدهم شماره ۲(٤٦)، صفحه ۲۳۷-۲۵۲.

فراست، م.، ن. ساجدی و م. میرزاخانی. ۱۳۸۷. واکنش صفات گیاهی چهار ژنوتیپ گلرنگ در شرایط تنش کمبود آب. یافته های نوین کشاورزی. جلد ۵، شماره۱: ۸۱-٦۷.

فرشادفر، ع.، س. پورداد، س. عقدایی، پ. لیراوی و ل. زارعی. ۱۳۸۸. بررسی ارتباط عملکرد دانه و محتوای روغن با صفات مهم زراعی در ارقام پاییزه گلرنگ در شرایط تنش و بدون تنش. همایش ملی گیاهان دانه روغنی. اصفهان. صفحه ۱۲٤.

فنایی، ح. ر.، ه. کیخا و ع. پیری. ۱۳۹٤. اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه و روغن گلرنگ تحت شرایط کم آبیاری. علوم و تحقیقات بذر ایران. ۲(۲): ٤۹-۵۹.

یاری، پ.، ا. م. کشتکار و ع. سپهری. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر تنش رطوبتی بر رشد و عملکرد گلرنگ بهاره. فناوری و تولیدات گیاهی. ۱٤(۲):۱۰۱-۱۱۷.

Abd, E. L. and A. Essam. 2013. Safflower yields and water use efficiency as affected by irrigation at different soil moisture depletion levels and plant population density under arid conditions. Arch Agron Soil Sci. 59: 1545-1557.

Amini, H., A. Arzani and F. Bahrami. 2013. Seed yield and some physiological traits of safflower as affected by water deficit stress. Int. J. of Plant Pro. 7: 598-614.

Ashrafi, E. and K. Razmjoo. 2010. Effect of irrigation regimes on oil content and composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. J. Am. Oil Chem. Soc. 87: 499–506.

Baghkhani, F., H. Farahbakhsh and A. Maghsoodi. 2007. Effect of irrigation regimes on physiological traits related to stress in safflower cultivars. Ninth National Seminar on Irrigation and Evapotranspiration. Kerman, Iran. February 5-7. P. 2036-2045.

Barrs, H. D. 1968. Determination of water deficits in plant tissues. In: T.T. Kozolvski (Ed.), Water Deficits and Plant Growth, Academic Press.

Beyyavas, V., H. Haliloglus, O. Copur and A. Yilmaz. 2011. Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivar s; lines and populations under the semi-arid Conditions. South African Journal of Biotechnology, 10:527-534.

Bhardwaj, H. L. and A. A. Hamama. 2003. Accumulation of glucosinolate, oil, and erucic acid in developing Brassica seeds. Ind Crops Prod. 17: 47-51.

Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Drought tolerance in higher plants. Genet Physiol. Mol. Biol. Anal. pp. 57-70.

Çamas, N., C. Çirak and E. Esendal. 2007. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in Northern Turkey conditions. Anadolu Tarım. Bilim. Derg. 22: 98-104.

Cicek, N. and H. Cakirlar. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulg. J. plant physiol. 28: 66-74.

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

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of the Cympo. Taiwan, 13-16 Aug.1992. By C.G. Kuo. AVRDC.

Hey, R. K. M. and A. J. Walker. 2011. Introduction to the physiology of crop yield. Translation. Imam and M. Niknejad. Shiraz University Press. 571 pages.

Hojati, M., S. A. M. Modarres-Sanavy, M. Karimi and F. Ghanati. 2011. Responses of growth and antioxidant systems in Carthamustinctorius L. under water deficit stress. Acta Physiol. Plant. 33: 105-112.

Hussain, M. I., D. A. Lyra, M. Farooq, N. Nikoloudakis and N. Khalid. 2016. Salt and drought stresses in safflower: a review. Agron. Sustain. Dev. 36: 4.

Isanbullouglu, A., E. Gocmen, E. Gezer, C. Pasa and F. Konukcu. 2009. Effect of water stress at different development stages on yield and water productivity of winter and summer safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Agric Water Manag. 96: 1429-1434.

Madeh Khaksar, A., A. Naderi, A. Ayeneh Band and Sh. Lack. 2014. Imultaneous effect of deficit irrigation and irrigation-off on physiological traits related with yield of maize s.c 704. J. Crop Prod. Res. 6: 63-79.

Nabipour, M., M. Meskarbashee and H. Yosefpour. 2007. The effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Pakistan. J. boil. Sci. 10: 421-426.

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

Pasban Islam, B. 2016. Safflower cultivation approaches in low yield and saline lands of Lake Urmia. East Azerbaijan Agricultural Jihad Organization. Coordination of agricultural extension. 34 pages.

Premachandra, G., H. Saneoka and S. Ogata. 1990. Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soyabean. J. Agri. Sci. 115: 63-66

Santos, R. F., D. Bassegio and M. de Almeida Silva. 2017. Productivity and production components of safflower genotypes affected by irrigation at phenological stages. Agric. Water Manag. 186: 66-74.

Sharif, P., M. Seyedsalehi, O. Paladino, P. Van Damme, M. Sillanpää and A. A. Sharifi. 2018. Effect of drought and salinity stresses on morphological and physiological characteristics of canola. Int. J. Environ. Sci. Tech. 15: 1859-1866.

Siddique, M. R. B., A. Hamid and M. S. Islam. 2000. Drought stress effect on water relation of wheat. Bot. Bull. Acad. Sinica. 41: 35-39.

Singh, S., S. V. Angadi, R. St Hilaire, K. Grover and D. M. VanLeeuwen. 2016. Spring safflower performance under growth stage based irrigation in the Southern High Plains. Crop Sci. 56: 1878-1889.

Yeilaghi, H., A. Arzani, M. Ghaderian, R. Fotovat, M. Feizi and S. S. Pourdad. 2012. Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. Food Chem. 130: 618-625.

Zafari, M., A. Ebadi, S. Jahanbakhsh Godehahriz, and M. Sedghi. 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.

# Evaluation of some physiological traits and oil yield in different safflower genotypes under irrigation interruption

S.M.T. Tabib Loghmani[1], F. Bazrafshan[1], O. Alizadeh[2], B. Amiri[1], A. Bahrani[3]

Received: 2020-1-19 Accepted: 2020-6-3

**Abstract**

In order to evaluate the safflower genotypes in response to drought stress, a split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in Sarvestan region during 2016 and 2017 growing season. The main plot consisted of two levels of normal irrigation and irrigation interruption from the emergence of the first pods and sub plots including fifteen safflower genotypes. Evaluated indices were included grain yield, relative water content of leaves (RWC), oil content, oil yield and drought tolerance indices. Combined analysis results indicated that water deficit stress had adverse effect on all above indices. Effect of genotypes, also was significant on evaluated indices. Results of combination analysis showed that in two irrigation conditions, Dincer and PI-537598 cultivars had the highest grain yield, RWC and oil yield. Based on GMP and STI drought tolerance indices, Dincer cultivar had the highest GMP and STI, and based on the percentage reduction of grain yield, PI-537636-s genotype (57%) had the least decrease, therefore according to these indices could be considered as the most resistant cultivars.

**Keywords**: drought tolerance indices, oil content, relative water content

1- Department of Agriculture, Firoozabad Branch, Islamic Azad University, Firoozabad Iran
2- Department of Agriculture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz Iran
3- Department of Agriculture, Ramhormoz Branch, Islamic Azad University, Ramhormoz Iran