Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۳۰ شماره ۲ / سال ۱۳۹۹

برخی بازتاب‌های اکوفیزیولوژیک و زراعی چند رقم گلرنگ متحمل به شوری تحت تنش کمبود آب

بهمن پاسبان اسلام[۱]

تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱/۳۱

۱- دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.
مسئول مکاتبه: Email: b.pasbaneslam@areeo.ac.ir

چکیده

اهداف: مطالعه به‌منظور شناسایی اثرات کمبود آب روی بازتاب‌های اکوفیزیولوژیک و زراعی گلرنگ و معرفی صفات فیزیولوژیک مناسب برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به‌خشکی جهت کشت در اراضی شور و خشک انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی طی دو سال زراعی (از ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸) اجرا گردید. فاکتور اصلی خشکی با دو سطح بدون تنش و تنش از مرحله گل‌دهی تا رسیدگی دانه و فاکتور فرعی شش ژنوتیپ متحمل به‌شوری گلرنگ شامل پدیده، گل‌مهر، مکزیک۱٤، مکزیک۲٤۸، مکزیک۲۹۵ و پرنیان بودند.

یافته‌ها: عملکرد دانه، روغن و اجزای عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در اثر خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. مقادیر کلروفیل برگ، هدایت روزنه و مقدار نسبی آب برگ (RWC) بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بوده و در اثر تنش خشکی کاهش معنی‌داری داشتند. هدایت روزنه و RWC با تعداد طبق در بوته و درصد روغن وRWC با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. همچنین همبستگی تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق با همدیگر و با درصد روغن، عملکرد دانه و روغن مثبت و معنی‌دار بوده و نقش تعیین کننده‌ای در محصول‌دهی داشتند.

نتیجه‌گیری: هدایت روزنه و RWC توان بازتاب اثرات خشکی آخر فصل در گلرنگ را دارند و می‌توانند برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به‌خشکی به‌کار روند. ژنوتیپ‌های گل مهر، مکزیک۱٤، مکزیک۲٤۸ و مکزیک۲۹۵ بیشترین عملکرد دانه و روغن را در هر دو شرایط آبی داشته و برای کشت در اراضی شور حاشیه دریاچه اورمیه و مناطقی با اقلیم مشابه مناسب می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: شاخص کلروفیل برگ، دمای برگ، عملکرد دانه، عملکرد روغن، مقدار نسبی آب برگ، هدایت روزنه

www.SID.ir

Archive of SID

Some Eco-physiological and Agronomic Responses of Several Salinity Tolerant Safflower Varieties to Water Deficit Stress

Bahman Pasban Eslam[1]

Received: November 12, 2019 Accepted: April 19, 2020
1-Assoc. Prof., of Crop and Horticultural Science Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author Email: b.pasbaneslam@areeo.ac.ir

Abstract

Background and Objective: The goals of study were to recognize the effects of water deficit on eco-physiological and agronomic responses of safflower and introducing drought tolerant genotypes to cultivate in saline and dry lands.

Materials and Methods: The experiment was conducted as split plot based on randomized complete blocks design with three replications in the East Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center during two cropping seasons (2017-19). The experimental factors included drought stress as non-stressed and stressed from flowering to maturity and six safflower genotypes including Padideh, Golemehr, Mexico14, Mexico248, Mexico295 and Parnian.

Results: Seed and oil yields and yield components of genotypes decreased by drought. Water deficit stress decreased RWC, stomatal conductance and leaf chlorophyll index significantly. Amounts of these characters were significantly different among genotypes. Correlations among studied traits were significant. Stomatal conductance and RWC indicated significant correlations with capitulum number per plant and oil percent. Also RWC indicated significant correlation with seed yield. Correlations among capitulum number per plant and grain number per capitulum with each other and seed oil percent, seed and oil yields, were positive and significant. These yield components had important role in productivity.

Conclusion: stomatal conductance and RWC are able to reflect the effects of late season drought stress on safflower and can be used to select drought-tolerant genotypes. Golemehr, Mexico14, Mexico248 and Mexico295 genotypes indicated higher seed and oil yields in both normal and drought conditions and were seen suitable to cultivate in saline areas around Ormieh lake and areas with similar climate.

Keywords: Leaf Chlorophyll Index, Leaf Temperatures, Oil Yield, Relative Water Content, Seed Yield, Stomatal Conductance

مقدمه

قسمت اعظم روغن خوراکی مصرفی کشور از منابع خارجی تهیه می‌گردد. بنابراین توسعه کشت دانه‌های روغنی برای رسیدن به خود اتکایی در زمینه روغن‌های خوراکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از بین دانه‌های روغنی سازگار با شرایط آب و هوایی کشور، گلرنگ به‌عنوان یک گیاه متحمل به تنش‌های غیرزیستی و با داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه، از آینده نوید بخشی برخوردار است. این گیاه از تحمل به‌شوری آب آبیاری و خاک بالایی برخوردار است (باسیل و

www.SID.ir

Archive of SID

کافکا ۲۰۰۲، اسندل و همکاران ۱۹۹۲). نتایج حاصل از بررسی سازگاری ۱۰ لاین گلرنگ در کرج، اصفهان و داراب فارس طی سه سال زراعی، نشان داد که بین لاین‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه و روغن در این محیط‌ها وجود دارد (امیدی تبریزی ۲۰۰٦). نشان داده شده است تنش خشکی متوسط و شدید در گلرنگ باعث کاهش معنی‌دار رشد بوته‌ها گردید (سالم و همکاران ۲۰۱٤). گزارش شده است با کاهش میزان آب در دسترس بوته‌های گلرنگ به کمتر از ۲۵ درصد آب قابل استفاده خاک، عملکرد دانه و اجزای آن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (نوروزی و کاظمینی ۲۰۱۳). در شرایط کمبود آب، ارقام با سرعت رشد بالاتر گلرنگ از ثبات عملکرد بیشتری برخوردارند (استانبول اوغلو و همکاران ۲۰۰۹). مشاهده گردید که گلرنگ پاییزه رقم پدیده در دشت تبریز با تولید عملکرد دانه و روغن به‌ترتیب ٤٤۲۰ و ۱۳٦۹ کیلوگرم در هکتار، رقم برتر بوده است (پاسبان اسلام ۲۰۱۵).

نتایج یک مطالعه در دشت تبریز، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ را نشان داد (پاسبان اسلام ۲۰۱۲). از بین اجزای عملکرد، تعداد طبق در بوته و وزن هزار دانه در تعیین عملکرد دانه گلرنگ نقش برجسته‌تری داشته‌اند (کوترباس و همکاران ۲۰۰٤). گلرنگ‌هایی که در مرحله گل‌دهی و گرده افشانی در معرض تنش خشکی قرار گرفتند، ۲۱/۵ درصد تعداد دانه در طبق کمتری از گیاهان گلرنگ پرورش یافته در شرایط عادی داشتند (مقصودی و همکاران ۲۰۱۸). نتایج ارزیابی ژنوتیپ‌های بهاره گلرنگ در شرایط اقلیمی همدان نشان داد که تحت خشکی اعمال شده از مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی و شروع دانه‌بندی به‌ترتیب وزن هزار دانه و شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه در شرایط بروز تنش از زمان ۵۰ درصد گل‌دهی دیده شد (یاری و کشتکار ۲۰۱٦). امیدی تبریزی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی صفات مهم زراعی ارقام گلرنگ بهاره، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد روغن با عملکرد دانه را مشاهده نموده و نتیجه‌گیری کردند که با افزایش عملکرد دانه در بوته، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد. نتایج ارزیابی ژنوتیپ‌های ایرانی گلرنگ در شرایط قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی نشان داد که خشکی باعث کاهش عملکرد دانه در همه آنها گردیده و تنوع معنی‌داری از نظر تحمل به کمبود آب بین ژنوتیپ-ها دیده شد (زارعی و همکاران ۲۰۱۳) نتایج ارزیابی ٦٤ ژنوتیپ گلرنگ تحت تنش کمبود آب در شرایط اقلیمی اصفهان نشان داد که کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در همه ژنوتیپ‌ها شد ولی میزان این کاهش به‌طور معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بوده و تجزیه کلاستر آنها را در دو گروه حساس و متحمل به‌خشکی قرار داد (بهرامی و همکاران ۲۰۱٤). تنوع ژنتیکی معنی-داری از نظر عملکرد دانه بین لاین‌های گلرنگ در شرایط تنش کمبود آب گزارش شده است که امکان گزینش لاین‌های متحمل به کمبود آب را فراهم می‌سازد (بورتوهیرو و سیلوا ۲۰۱۷).

عقیده بر این است که مقدار نسبی آب برگ (RWC) ویژگی مناسب تری برای بیان وضعیت آب برگ در گیاهان زراعی می‌باشد (سینکلر و لودلاو ۱۹۸۵). پاسبان اسلام (۲۰۱۲) با بررسی ژنوتیپ‌های کلزا، گزارش کرد تنش کمبود آب باعث کاهش RWC و افزایش دمای برگ شده و در ژنوتیپ‌های متحمل‌تر در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها این تغییرات کمتر بوده و پایداری عملکرد بیشتر است. به‌طور کلی دمای تاج پوشش برگ با تنش خشکی مطابقت دارد. به دنبال کاهش آب قابل استفاده خاک، پتانسیل آب گیاه و در نهایت تعرق آن نیز کاهش می‌یابد. بر مبنای بیلان انرژی در سطح برگ، تنزل تعرق منجر به افزایش دمای تاج پوشش برگ می‌گردد (کارکوا و همکاران ۱۹۹۸). در یک آزمایش مزرعه‌ای روی سه رقم یونجه مشاهده گردید که مقادیر پایین‌تر هدایت روزنه‌ای با دماهای بالاتر تاج پوشش برگ مطابقت دارد (جانسون و رامباق

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹۹۵). در آزمایشی دمای برگ صفت مناسبی در گزینش ژنوتیپ‌های بهاره متحمل به خشکی گلرنگ بوده است (پاسبان اسلام ۲۰۱۱). گلستانی عراقی و آساد (۱۹۹۸) وجود تفاوت معنی‌دار دمای تاج پوشش برگ بین ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی گندم و وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفت مورد بحث و عملکرد دانه در شرایط تنش آبی را گزارش کردند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین هدایت روزنه، RWC و تنظیم اسمزی با همدیگر و همبستگی منفی و معنی‌دار بین این صفات با دمای برگ در ژنوتیپ‌های بهاره گلرنگ گزارش شده است. در این مطالعه دیده شد که صفات مذکور قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گلرنگ با عملکرد دانه بالا در شرایط خشکی بودند (پاسبان اسلام ۲۰۱۱).

اهداف مطالعه شناسایی اثرات تنش کمبود آب روی بازتاب‌های اکوفیزیولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌های متحمل به‌شوری گلرنگ و معرفی صفات فیزیولوژیک مناسب برای گزینش ارقام متحمل به خشکی جهت کشت در اراضی شور و دچار کمبود آب بودند.

مواد و روش ها

آزمایش در ایستگاه خسروشاه (واقع در حاشیه شرقی دریاچه اورمیه) مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. این ایستگاه (٤٦ درجه و ۲ دقیقه شرقی، ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی) در سیستم اقلیم‌بندی کوپن سرد و نیمه خشک است (علیخانی ۲۰۱۳). همچنین منطقه زمستان‌هایی با روزهای یخبندان داشته و میانگین دراز مدت بارندگی سالانه ۲۷۰ میلیمتر می‌باشد. مشخصات آب و هوایی ایستگاه طی دوره آزمایش در جدول یک آمده است. خاک محل آزمایش لوم رسی بوده و دارای ۱/۵ درصد ماده آلی و با شوری ٦/۷ دسی زیمنس بر متر بود. آزمایش در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کشت در۲۰ شهریور ماه سال‌های آزمایش انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی با دو سطح : بدون تنش و تنش از مرحله گل‌دهی تا رسیدگی دانه و فاکتورفرعی ژنوتیپ در شش سطح شامل: پدیده، گل‌مهر، مکزیک١٤، مکزیک٢٤٨، مکزیک۲۹۵ و پرنیان بودند. آستانه تحمل این ژنوتیپ‌ها در برابر شوری خاک ۷/۲ دسی زیمنس بر متر به‌دست آمده است (امیدی ٢٠١٦). هر کرت شامل شش ردیف به فاصله ٢٤ سانتی‌متر و طول پنج متر بود. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌ها و بین تکرارها دو متر فاصله ایجاد شد. در این آزمایش از تشتک تبخیر کلاس A استفاده گردید. از مرحله گل‌دهی برای سطوح بدون تنش، آبیاری در زمان ۸۰ میلی‌متر تبخیر و برای تیمارهای تنش، آبیاری در زمان ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک انجام گرفت (پاسبان اسلام ۲۰۱۱ و شرقی و همکاران ۲۰۱۱). کوددهی مزرعه بر پایه نتایج آزمون خاک با استفاده از اوره به‌مقدار ۲٤۲ کیلوگرم (در سه قسط شامل: زمان کاشت، شروع رشد بهاره و گل‌دهی)، سولفات پتاسیم ۸۰ کیلوگرم و سوپر فسفات تریپل ٥٤ کیلوگرم (هر دو در زمان کاشت) به ازای هر هکتار در هر سال آزمایش محاسبه و اعمال گردید. طی سال‌های آزمایش در اواسط مرحله گل‌دهی برای مبارزه با آفت مگس گلرنگ، مزرعه با سم دیازینون با غلظت یک در هزار سمپاشی شد.

برای تعیین مقدار نسبی آب برگ(RWC) از هر نمونه برگ برداشت شده سه دیسک به قطر۲۰ میلی‌متر جدا گردیده و بلافاصله وزن شدند (وزن تر، FW)، سپس نمونه‌ها به مدت چهار ساعت در آب مقطر با دمای حدود ٥ درجه سانتی‌گراد و نور اندک غوطه‌ور شده و پس از گرفتن آب روی آنها با کاغذ صافی، وزن شدند (وزن تورم کامل، TW) سپس نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و وزن شدند (وزن خشک، DW). در نهایت مقدار نسبی آب برگ از فرمول: RWC = FW -DW /TW -DW محاسبه گردید. دمای برگ با استفاده از دماسنج مادون

www.SID.ir

Archive of SID

قرمز مدل T۲-۸۲۵ ساخت کارخانه تستو (Testo) ایتالیا اندازه‌گیری شد (پاسبان اسلام ۲۰۱۲، کومار و سینک ۱۹۹۸). هدایت روزنه‌های برگ نیز با پورومتر پخشی مدل AP4 ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد (کومار و سینک ۱۹۹۸). شاخص کلروفیل برگ با کلروفیل متر (Minolta Moel: SPAD-502) ساخت کشور ژاپن اندازه گیری شد. صفات مذکور در دوره اعمال تنش اندازه-گیری شدند.

برای تعیین تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و به‌ترتیب طبق‌ها و دانه‌ها شمارش شدند. به‌هنگام رسیدگی وزنی محصول (۲۱ و ۲٤ مرداد ماه به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش) پس از حذف حاشیه‌ها، کرت‌ها برداشت و عملکرد دانه، وزن هزار دانه و درصد روغن دانه‌ها تعیین شدند. درنهایت تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با نرم افزار آماری MSTATC و تعیین همبستگی صفات به‌روش پیرسون با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱٦صورت گرفت. درصد روغن دانه‌ها به‌روش استخراج پیوسته سوکسله تعیین شد (میر نظامی ضیابری و صمصامی شریعت ۱۹۹٤).

جدول ۱- ویژگی‌های آب و هوایی ایستگاه خسروشاه در طول دوره رشد سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷.

سال	ماه‌های سال	میانگین دمای حداقل (°C)	میانگین دمای حداکثر (°C)	میانگین کل دما (°C)	مجموع بارندگی (mm)	مجموع تبخیر از تشتک کلاس A (mm)
۱۳۹٦	شهریور	۱۷/۱	۳٤/۲	۲٥/۷	۰/۰	۳۱۱/۲
	مهر	۷/٦	۲۲/۷	۱٥/۲	۱۰/٥	۱۷۰/۱
	آبان	٥/۸	۱۷/٥	۱۱/۷	۱٦/٦	۸۹/۲
	آذر	-٤/۳	٦/٥	۱/۱	۲٦/٤	۱/۷
	دی	-۱/۰	۹/۱	٤/۱	۲۱/٥	-
	بهمن	-۲/۳	۷/۸	۲/۸	۸۰/۰	-
	اسفند	۲/۸	۱۳/٦	۲/۸	۳۳/۰	-
۱۳۹۷	فروردین	٥/۸	۱۹/۲	۱۲/٥	٤۸/۹	۱۲۰/۰
	اردیبهشت	۸/٤	۲۰/٤	۱٤/٤	۷۸/۳	۱٦۷/٥
	خرداد	۱۳/٦	۲۸/٥	۲۱/۰	۲۷/۲	۲٦۰/۰
	تیر	۲۱/۲	۳۷/٤	۲۹/۳	۰/۰	٤۰۹/٦
	مرداد	۲۱/۳	۳۷/۰	۲۹/۲	۰/۰	۳۸٥/۰
	شهریور	۱۷/٤	۳۲/۳	۲٤/۸	۳/۱	۲۹٦/٥
	مهر	۱۱/٦	۲٦/۲	۱۸/۹	٥/٥	۱٦۷/۰
	آبان	-۰/۳	۲۲/۸	۹/٥	۱٥/٦	۷۸/۰
	آذر	۱/۷	۹/۲	٥/٥	۸۰/۳	-
	دی	-۲/۱	٦/۲	۲/۱	۱٥/۸	-
	بهمن	-۰/۸	۷/۲	۳/۲	٦۲/۳	-
	اسفند	۱/۱	۱۰/٥	٥/۸	۲۹/٥	-
۱۳۹۸	فروردین	٥/۱	۱٤/۷	۹/۹	۹٦/۳	۹/٦
	اردیبهشت	۸/٤	۲۰/۹	۱٤/٦	۳۹/٥	۱۸۰/٤
	خرداد	۱٦/۳	۳۰/۸	۲۳/٦	٤/٦	۳۰۰/۹
	تیر	۱۹/۹	۳٤/٥	۲۷/۲	-	٤۱۱/٤
	مرداد	۲۰/٤	۳٥/۱	۲۷/۷	-	٤۰۷/۷

- داده‌ها از ایستگاه سینوپتیک مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجانشرقی (خسروشاه) به‌دست آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

اعمال تنش خشکی از مرحله گل‌دهی تا رسیدگی دانه اثر معنی‌داری روی همه صفات مورد مطالعه داشت. همچنین بین ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد مطالعه از نظر همه صفات اختلاف معنی‌داری دیده شد. اثر متقابل تنش خشکی با ژنوتیپ روی صفات مورد مطالعه به غیر از درصد روغن معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده روی ژنوتیپ‌های گلرنگ طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷.

		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص کلروفیل برگ	هدایت روزنه	RWC	دمای برگ	ارتفاع بوته	تعداد طبق در بوته
سال	۱	۰/۶۸۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۹	۱/۳۸۹	۵/۵۵۶	۰/۵۰۰
تکرار/ سال	٤	۱۳٤/۹٤٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۲/۱۵۳	٦۷/٤٤٤	۱/۷۷۸
تنش خشکی	۱	۱۲٤۰۳/۱۲۵**	۰/۳۷٤**	۰/۲۷۸**	۵۷۲/۳٤۷**	۱٤۵۸/۰۰۰**	۵۳/۳۸۹**
سال × تنش خشکی	۱	۷٤/۰۱٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۳٤۷	٦/۷۲۲	۲/۰۰۰
خطای صلی	٤	۱۲۹/٦۱۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۹	۱/۵۵٦	۳۰/٦۱۱	۱/۱۱۱
ژنوتیپ	۵	۲۵۱/۰۵۸**	۰/۰۱٦**	۰/۰۱۲**	۱/۱۹۲*	٤٤٦۹/۱٦۷**	٤۸/۸۲۲**
سال × ژنوتیپ	۵	٦۱/۱٤۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۷	۰/۹۸۱	۲/٦۲۲	۰/۲۳۳
تنش خشکی × ژنوتیپ	۵	۱۱۳/۱۹۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۱/۷۲۲**	۱٦٤/٦۰۰**	۳/۷۲۲**
سال× تنش خشکی × ژنوتیپ	۵	۲۸/۳٤۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۵۲۲	۳/۱۸۹	۰/٦٦۷
خطای فرعی	٤۰	۲٤/۹۲۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/٤۲۵	۲۰/۰۲۸	۰/٦٤٤
ضریب تغییرات (٪)		٦/۷۹	۳/۲٦	۲/۱۲	۳/۳٤	۳/٤۹	۹/۲۰

*و ** به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۲

		میانگین مربعات				
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه درطبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
سال	۱	۳/۹۲۰	۰/۲٤۵	۸۳۲۰/۵۰۰	۰/۰۱۷	٤۸/۰۵۲
تکرار/ سال	٤	۱۰/۸۹۱	۱۲/۷۵۷	۱۸۵۲۸۸/۱۵۳	۰/۳۱۱	۱۳۸۳٦/۵۰۷
تنش خشکی	۱	۱۲۲٦/۷۷٦**	٦٤/۹۸۰*	۱۷۵۸٦٤۰۳/۵۵٦**	۹۰/۹۰۰**	۲۳۸۷٤۷۵/۳٤۷**
سال × تنش خشکی	۱	۰/۳۷٦	۷/۷۳٦	۵۹۰٤/۲۲۲	۰/۱۳۳	۳۷۰۲/۹۳٦
خطای صلی	٤	۳/۸٦۹	٦/۰۳۸	۷۷٤۳۳/۲٦٤	۱/٤۸۵	۵۹۵۷/۳۱٦
ژنوتیپ	۵	۸۹۷/۳۷٦**	۷٦/۵۰۵**	۱۳٤۹۸۹٦۵/۳۵٦**	۹/۱۵۳**	۱۱٤۹۵٤۸/٦۹۵**
سال × ژنوتیپ	۵	۲۳/۳٦۷	۱۲/۳۱۱	۱٦۵۸۷/۷۳۳	۰/۱٤٦	۲۱٤۲/۱۳۹
تنش خشکی × ژنوتیپ	۵	۹۷/۷٤۲**	۳۲/۰۸۰**	٦۸٤۱٤۲/۳۲۲**	۰/۵٤٤	۸٤۱٦۰/۳۳۵**
سال× تنش خشکی × ژنوتیپ	۵	۳۲/۸۰۹	۳/۷٤۹	۸۷۳۸/۹۲۲	۰/۱۰٤	۹۸/۸۱۸
خطای فرعی	٤۰	۱۳/۱۹۳	۸/۱۵۳	٦۵۸٦٦/۹۷۵	۰/۲۷۵	۵۲۱۵/٤۵٤
ضریب تغییرات (٪)		۷/۵۵	۸/۵۰	۷/۵۱	۱/۹۱	۷/٦۹

*و ** به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

کلروفیل برگ، هدایت روزنه و RWC در اثر تنش خشکی واقع شده از مرحله گل‌دهی به‌طور معنی داری کاهش یافته و دمای برگ افزایش یافت. این در حالی بود که مقادیر این صفات بین ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۳). شیر اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۸) با ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط عادی و تنش خشکی آخر فصل در شرایط اقلیمی اصفهان گزارش کردند که بروز خشکی در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه باعث کاهش معنی‌دار RWC، شاخص برداشت و عملکرد دانه و روغن گردید. در این مطالعه همواره رقم صفه عملکردهای بیشتری نشان داد. نتایج مطالعه ژنوتیپ‌های گلرنگ در برزیل نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار مقدار کلروفیل کل برگ، RWC و درنهایت عملکرد دانه و روغن می‌گردد (برتوهیرو و سیلوا ۲۰۱۷). در آزمایشی دمای برگ صفت مناسبی در نشان دادن اثرات خشکی روی ژنوتیپ‌های بهاره گلرنگ گزارش شده است (پاسبان اسلام ۲۰۱۱). همبستگی بین کلروفیل برگ، هدایت روزنه و RWC باهمدیگر مثبت و معنی‌دار و با دمای برگ منفی و معنی‌دار به‌دست آمد. صفات هدایت روزنه و RWC با تعداد طبق در بوته و درصد روغن دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند (جدول ٤). به‌نظر می‌رسد اثر این خصوصیات روی عملکرد دانه و روغن از طریق اثر روی تعداد طبق در بوته و درصد روغن دانه منعکس گردد. همچنین همبستگی RWC با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ٥). چنین استنباط می‌گردد که ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک هدایت روزنه و RWC از توان لازم در بازتاب اثرات تنش خشکی آخر فصل در گلرنگ برخوردار بوده و می‌توانند برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی آخر فصل گلرنگ به‌کار روند.

تنش خشکی به‌طور معنی‌داری تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن را در همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کاهش داد (جدول‌های ۲ و ۳). پاسبان اسلام و امیدی (۲۰۱۹) عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ را مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که خشکی واقع شده از مرحله گل‌دهی با افت معنی‌دار تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن را کاهش داد. در آزمایش حاضر بیشترین تعداد طبق در بوته در هر دو شرایط آبی به پدیده، مکزیک۲٤۸ و مکزیک۲۹٥ مربوط بود. بیشترین تعداد دانه در طبق در شرایط بدون تنش به مکزیک۲٤۸ و مکزیک۲۹٥ و در شرایط تنش به گل‌مهر، مکزیک۱٤ و مکزیک ۲۹٥ تعلق گرفت. بیشترین وزن هزار دانه در شرایط آبی به مکزیک۱٤، مکزیک۲٤۸، مکزیک۲۹٥ و پرنیان و در شرایط تنش خشکی به مکزیک۲٤۸، مکزیک۲۹٥ و پرنیان مربوط بود. در شرایط بدون تنش گل مهر و مکزیک۲۹٥ از درصد روغن بیشتری برخوردار بودند و تحت تنش خشکی درصد روغن همه ژنوتیپ‌ها جز پرنیان در یک سطح آماری قرار داشت. ژنوتیپ‌های گل مهر، مکزیک۱٤، مکزیک۲٤۸ و مکزیک۲۹٥ بیشترین عملکرد دانه و روغن را در هر دو شرایط عادی و خشکی به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ پرنیان با یک اختلاف فاحش همواره از کمترین اجزای عملکرد (به جز وزن هزار دانه) و عملکرد دانه و روغن برخوردار بود (جدول ۳). نتایج مطالعه زارعی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد بین گلرنگ‌های ایرانی ارزیابی شده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی، پرنیان بیشترین افت عملکرد دانه را داشت. در یک مطالعه با اعمال تنش خشکی روی بوته‌های گلرنگ، عملکرد دانه و اجزای آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (نوروزی و کاظمینی ۲۰۱۳). نتایج مطالعه اثرات تنش خشکی روی روغن دانه و ترکیبات آن در گلرنگ نشان داد که کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار درصد روغن دانه می‌گردد (اشرفی و رزمجو ۲۰۱۰). مطابق جدول ۳ در هر دو شرایط عادی و تنش خشکی ژنوتیپ‌های گل مهر، مکزیک۱٤، مکزیک۲٤۸ و مکزیک۲۹٥ عملکرد دانه و روغن بالاتری داشته و برای کشت در اراضی شور حاشیه دریاچه اورمیه و مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه

www.SID.ir

Archive of SID

(سرد و نیمه‌خشک در سیستم پهنه‌بندی کوپن) مناسب دیده شدند. حسینی و همکاران (۲۰۱۸) با ارزیابی پانزده ژنوتیپ گلرنگ در شرایط عادی و تنش خشکی گزارش کردند ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط آبی عملکرد دانه بیشتری داشتند، از پایداری عملکرد بالاتری برخوردار بوده و برای اقلیم‌های مواجه با خشکی مناسب می‌باشند.

جدول ۳- میانگین صفات اندازه‌گیری شده روی ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط عادی و تنش خشکی طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷.

سطح تنش خشکی	ژنوتیپ	شاخص کلروفیل برگ (SPAD)	هدایت روزنه ($cm.S^{-1}$)	RWC	دمای برگ (°C)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد طبق در بوته
بدون تنش	پدیده	۷۷/۳ b	۰/۷٤ a	۰/۷٦ a	۱۷/۱ c	۱۳٦ bc	۱۱/۳ a
	گل مهر	۹۳/۵ a	۰/٦۲ c	۰/۷۲ b	۱۷/۲ c	۱٤۳ a	۸/۷ cd
	مکزیک۱٤	۷۹/۰ b	۰/۷۰ b	۰/۷٦ a	۱٦/۳ c	۱۳۹ a-c	۱۰/۷ ab
	مکزیک۲٤۸	۹۰/۷ a	۰/٦٦ b	۰/۷۵ ab	۱٦/۸ c	۱٤۲ ab	۱۱/۵ a
	مکزیک۲۹۵	۸۷/۲ a	۰/٦۸ b	۰/۷٤ ab	۱٦/۲ c	۱٤۱ ab	۹/۸ bc
	پرنیان	۹۲/۳ a	۰/٦۳ c	۰/۷۲ b	۱٦/۵ c	۹۵ f	۵/۵ f
تنش از مرحله گل‌دهی	پدیده	٦۰/۳ cd	۰/۵۵ d	۰/٦۷ c	۲۱/۸ b	۱۲۷ de	۹/۰ cd
	گل مهر	٦۵/۵ c	۰/۵۰ ef	۰/۵٦ d	۲۲/۳ ab	۱۲٤ e	۸/۲ de
	مکزیک۱٤	۵۷/۲ cd	۰/۵۵ d	۰/٦۵ c	۲۲/۵ ab	۱٤۳ ab	۷/۲ e
	مکزیک۲٤۸	۵٦/۰ d	۰/۵۵ d	۰/٦۵ c	۲۲/۱ b	۱۳۳ cd	۹/۵ b-d
	مکزیک۲۹۵	٦۰/۵ cd	۰/۵۳ de	۰/٦۵ c	۲۱/۸ b	۱۳۳ cd	۹/۰ cd
	پرنیان	٦۳/۰ cd	۰/٤۸ f	۰/۵٦ d	۲۳/۳ a	۸۳ g	٤/۳ f

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۳

سطح تنش خشکی	ژنوتیپ	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه ($Kg.ha^{-1}$)	درصد روغن	عملکرد روغن ($Kg.ha^{-1}$)
بدون تنش	پدیده	۵۲/٤ b	۳۱/٦ b-e	۳٦۹۷ cd	۲۸/۵ b	۱۰۲۵ cd
	گل مهر	۵۱/۷ b	۳۱/۱ c-e	٤٦۷٦ ab	۲۹/۹ a	۱۳۸٦ ab
	مکزیک۱٤	۵۱/۸ b	۳۷/٤ a	٤۰۲٦ c	۲۸/۰ b	۱۱۳٤ c
	مکزیک۲٤۸	٦۱/۰ a	۳٤/۱ a-d	٤۵۰۸ b	۲۸/٤ b	۱۲۸۰ b
	مکزیک۲۹۵	٦۰/۳ a	۳۵/۷ a-c	٤۹٦۱ a	۲۹/٦ a	۱٤۷۷ a
	پرنیان	۳٦/۳ e	۳۷/۵ a	۱۵۹۳ g	۲۷/۱ c	٤۲۹ g
تنش از مرحله گل‌دهی	پدیده	٤۱/٤ de	۲۸/۱ e	۲۹۳۹ f	۲٦/٤ c	۷٤۹ f
	گل مهر	۵۰/۹ b	۳۲/٤ b-e	۳۲۱۱ ef	۲۷/۱ c	۸٦۵ ef
	مکزیک۱٤	۵۰/۰ bc	۲۹/۸ de	۳۵٦٤ de	۲٦/۳ c	۹۲۰ de
	مکزیک۲٤۸	٤۳/۹ cd	۳٤/۸ a-d	۳۳٦٤ de	۲٦/۳ c	۸۵۱ ef
	مکزیک۲۹۵	۵۲/۷ b	۳٤/۵ a-d	۳۳۸۵ de	۲٦/۹ c	۹۰۳ e
	پرنیان	۲۷/۱ f	۳٦/٤ ab	۱۰٦۸ h	۲۵/۱ d	۲۵۸ h

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق با همدیگر و با درصد روغن، عملکرد دانه و روغن مثبت و معنی‌دار به‌دست آمد (جدول ٤). بنابراین در این آزمایش از بین اجزای عملکرد دانه، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق از نقش تعیین کننده در محصول-دهی برخوردار بودند. همبستگی بین عملکرد روغن با درصد روغن و عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ٤). امیدی تبریزی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی صفات مهم زراعی ارقام گلرنگ، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد روغن با عملکرد دانه را مشاهده نموده و نتیجه‌گیری کردند که با افزایش عملکرد دانه در بوته، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد. در آزمایش حاضر ضریب همبستگی ساده عملکرد روغن با درصد روغن ۰/۸۷ و با عملکرد دانه ۰/۹۹ بود.

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های گلرنگ طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷.

صفات	شاخص کلروفیل برگ	هدایت روزنه	RWC	دمای برگ	ارتفاع بوته	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
هدایت روزنه	۰/۷۰*										
RWC	۰/۷۳**	۰/۹٦**									
دمای برگ	-۰/۹۱**	-۰/۹۱**	-۰/۹۲**								
ارتفاع بوته	۰/۱۱	۰/٤٥	۰/٤۹	-۰/۳۰							
تعداد طبق در بوته	۰/۲۲	۰/٦٥*	۰/٦۳*	-۰/٤۷	۰/۸۱**						
تعداد دانه در طبق	۰/۳۷	۰/٥٦	۰/٥٥	-۰/٥۰	۰/۸۷**	۰/۸۳**					
وزن هزار دانه	۰/۳۲	۰/۱٥	۰/۱٥	-۰/۳۳	-۰/٤۱	-۰/۱۷	-۰/۱۳				
عملکرد دانه	۰/۳٦	۰/٥٦	۰/٥۸*	-۰/٤۹	۰/۹٤**	۰/۸۱**	۰/۹۳**	-۰/۲۳			
درصد روغن	۰/۷۸**	۰/۷٥**	۰/۷٥**	-۰/۸٤**	۰/٦۲*	۰/٦۱*	۰/۷٦**	-۰/۰۱	۰/۸۱**		
عملکرد روغن	۰/٤٦	۰/٦۰*	۰/٦۲*	-۰/٥٦	۰/۸۹**	۰/۷۷**	۰/۹۲**	-۰/۱۷	۰/۹۹**	۰/۸۷*	

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد.

نتیجه‌گیری

صفات اکوفیزیولوژیک هدایت روزنه و RWC در اثر تنش خشکی واقع شده از مرحله گل‌دهی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته و مقادیر آنها بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود. همبستگی بین هدایت روزنه و RWC با همدیگر و با تعداد طبق در بوته و درصد روغن دانه مثبت و معنی‌دار به‌دست آمد. اثر این صفات روی عملکرد دانه و روغن از طریق اثر روی تعداد طبق در بوته و درصد روغن منعکس گردید. همچنین همبستگی RWC با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود. چنین استنباط می‌گردد که هدایت روزنه و RWC از توان لازم در بازتاب اثرات تنش خشکی آخر فصل در گلرنگ برخوردار بوده و این صفات می‌توانند برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در اراضی شور به‌کار روند. همبستگی تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق با همدیگر و با درصد روغن، عملکرد دانه و روغن مثبت و معنی‌دار به‌دست آمد. بنابراین در این آزمایش از بین اجزای عملکرد دانه، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق از نقش تعیین کننده در محصول‌دهی ژنوتیپ‌های گلرنگ برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های گل مهر، مکزیک۱٤، مکزیک۲٤۸ و مکزیک۲۹٥ بیشترین عملکرد دانه و روغن را در هر دو شرایط عادی و تنش خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

به خود اختصاص داده و برای کشت در اراضی شور حاشیه دریاچه اورمیه و مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه (سرد و نیمه‌خشک در سیستم پهنه‌بندی کوپن) مناسب تشخیص داده شدند.

منابع مورد استفاده

Alikhani B. 2013. Climatology of Iran (geography branch). Peyameh Nour University Publication. 236 p. (In Persian).

Ashrafi E and Razmjoo K. 2010. Irrigation regimes effect on oil content and composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. Journal of the American Chemists Society, 87: 499-506.

Bahrami F, Arzani A and Karimi V. 2014. Evaluation of yield-based drought tolerance indices for screening safflower genotypes. Agronomy Journal, 106: 1219-1224.

Bassil BS and Kaffka SR. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and irrigation. II Crop response to salinity. Agricultural Water Management, 54: 81-92.

Bortolheiro FPAP and Silva MA. 2017. Physiological response and productivity of safflower lines under water deficit and rehydration. Annuals of the Brazilian Academy of Science, 89: 3051-3066.

Carcova J, Maddonni GA and Ghersa CM. 1998. Crop water stress index of three maize hybrids grown in soils with different quality. Field Crops Research, 55: 165-174.

Esendel E, Kevesoglu KE, Ulsa N and Aytac S. 1992. Performance of late autumn and spring planted safflower under limited environment. Proceeding of the Third International Safflower Conference. 14-18 Jun. China. P. 221-280.

Golestani-Araghi S and Assad MT. 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica, 103: 293-299.

Hosseini SZ, Esmaeili A and Sohrabi SS. 2018. Evaluation of drought tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius*) under limited irrigation condition. Plant Genetic Research Journal, 5: 55-72. (In Persian).

Istanbulluoglu A, Gocmen E, Gezer E, Pasa C and Konukcu F. 2009. Effects of water stress at different development stages on yield and water productivity of winter and summer safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Agricultural Water Management, 96: 1429–1434.

Johnson DA and Rumbaugh MD. 1995. Genetic variation and inheritance characteristics for carbon isotope discrimination in alfalfa. Range Management Journal, 48: 126-131.

Koutroubas SD, Papakosta DK and Doitsinis A. 2004. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. Field Crops Research, 90: 263-274.

Kumar A and Singh DP. 1998. Use of physiological indices as screening technique for drought tolerance in oil seed Brassica species. Annual of Botany, 81: 413-420.

Magsoudi E, Yadavi AR, Movahedi-Dehnavi M and Balouch HR. 2018. Effect of water off and different nutrition systems on yield and yield components of spring safflower in Yasouj. Crop Production Journal, 11: 101-112. (In Persian).

Mirnezami-Ziabari SH and Sanei-Shariatpanah M. 1994. Usual methods in fats and oils analysis. Mashhad Astaneh Gods. 274p. (In Persian).

Noroozi M and Kazemeini SA. 2013. Effect of irrigation deficit and plant density on growth and seed yield of safflower. Iranian Journal of Field Crops Research, 10: 781-788. (In Persian).

Omidi, AH. 2016. Evaluation of new safflower cultivars lines for seed yield in saline regions of the country. Final Report of Research. No. 52203. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj. 17 p. (In Persian).

Omidi-Tabrizi AH. 2006. Stability and adaptability estimates of some safflower cultivars and lines in different environmental conditions. Agricultural Science Technology Journal, 8:141-151.

www.SID.ir

Archive of SID

Omidi-Tabrizi AH, Gannadha MR and Peygambari SA. 2008. Study of important agronomic traits in spring cultivars of safflower by multivariate statistical methods. Iranian Agriculture Science Journal, 30: 817-826. (In Persian).

Pasban Eslam B. 2015. Effects of row spacing and seeding rate on seed yield and its components in safflower Padideh cv. in Tabriz region. Seed and Plant Improvement Journal, 30 (2): 223-236. (In Persian).

Pasban Eslam B. 2012. Effect of drought stress on seed and oil yields of safflower fall genotypes. Iranian Agronomy Science Journal, 42: 275-283. (In Persian).

Pasban Eslam B. 2011. Evaluation of physiological indices for improving water deficit tolerance in spring safflower. Journal of Agriculture Science and Technology, 13: 327-338.

Pasban Eslam B. 2004. Evaluation yield and yield components in new spineless safflower genotypes. Iranian Agriculture Science Journal, 35: 869-874. (In Persian).

Pasban Eslam B and Omidi AH. 2019. Evaluation of yield components, seed and oil yields of safflower fall genotypes under water deficit stress during reproductive period. Agriculture Science and Sustainable Production Journal, 29(3): 73-84. (In Persian).

Salem N, Msaada K, Dhifi W, Sriti J, Mejri H, Liman F and Marzouk B. 2014. Effect of drought on safflower natural dyes and their biological activity. Excli Journal, 13: 1-8.

Sharghi Y, Shirani-Rad, AH, Ayeneh B and A, Nourmohammadi G and Zahedi H. 2011. Yield and yield components of six canola (*Brassica napus* L.) cultivars affected by planting date and water deficit stress. African Journal of Biotechnology, 10(46): 9309-9313.

Sinclair TR and Ludlow MM. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology, 12: 213-217.

Shiresmaeili GH, Maghsudimood AA, Khajueinejad GR and Abdolshahi 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: 237-252. (In Persian).

Yari P and Keshtkar AH. 2016. Correlation between traits and path analysis of safflower grain yield under water stress conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 14: 427-437. (In Persian).

Zareie S, Mohamadi-Nejad G and Sardouie-Nasab S. 2013. Screening of Iranian safflower genotypes under water deficit and normal conditions using tolerance indices. Australian Journal of Crop Science, 7: 1032-1037.

www.SID.ir