نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۳ / پاییز ۱۳۹۸

ارزیابی اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های گلرنگ پاییزه تحت تنش کمبود آب در دوره زایشی

بهمن پاسبان اسلام[1*]، امیر حسن امیدی[2]

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۱۰

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
۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: b.pasbaneslam@areeo.ac.ir

چکیده

پژوهش با هدف ارزیابی ویژگی‌های زراعی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به‌خشکی گلرنگ برای کشت در اراضی شور و کم‌بازده اجرا گردید. آزمایش در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی شور (هدایت الکتریکی ٦/٧ دسی زیمنس بر متر) ایستگاه خسروشاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ پیاده گردید. فاکتور اصلی تنش خشکی با سطوح بدون تنش و تنش از گل‌دهی تا رسیدگی دانه و فاکتور فرعی پانزده لاین و رقم پاییزه گلرنگ بودند. نتایج نشان دادند وقوع خشکی از مرحله گل‌دهی با کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و روغن در ژنوتیپ‌های گلرنگ شد. چنین نتیجه‌گیری می‌شود که اثر خشکی روی عملکرد دانه و روغن در گلرنگ از طریق این دو بخش عملکرد دانه بود. صفات مذکور بین ژنوتیپ‌ها نیز تفاوت معنی‌داری داشتند. نتایج گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر و روش وارد، آنها را در دو گروه با عملکردهای پایین‌تر (پرنیان، K.H.Y.23 و K.M.S.56) و بالاتر (بقیه ژنوتیپ‌ها) قرار داد. در هر دو شرایط عادی و تنش خشکی همواره بیشترین عملکرد دانه و روغن به ژنوتیپ‌های Mexico189، K.H.Y.2، K.M.S.38، گل‌مهر و Mexico295 تعلق گرفت. به‌نظر می‌رسد این لاین‌ها برای کشت در اراضی کم‌بازده و شور با شرایط اقلیمی مشابه منطقه آزمایش (در سیستم اقلیم‌بندی کوپن سرد و نیمه خشک)، مناسب باشند.

واژه‌های کلیدی: اراضی شور، پرشدن دانه، تنش خشکی، درصد روغن، گلرنگ پاییزه

Evaluation of Yield Components, Seed and Oil Yields of Safflower Fall Genotypes under Water Deficit Stress during Reproductive Period

Bahman Pasban Eslam[1*], Amir Hasan Omidi[2]

Accepted: December 3, 2018 Received: April 30, 2019
1-Assoc. Prof., Crop and Horticultural Science Research Dept., East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
2-Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
*Corresponding Author Email: b.pasbaneslam@areeo.ac.ir

Abstract

The present research was done in order to evaluate the agronomical characteristics and to select drought tolerant safflower fall genotypes for cultivation in saline and marginal lands. The experiment was carried out in the East Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center with saline soil (6.7 dS m^{-1}), during 2017-18 cropping season. The experiment was conducted as split plot based on a randomized complete blocks design with three replications. The experimental factors included drought stress with two levels: non-stressed and drought stress from flowering stage to maturity and safflower varieties and lines in 15 levels. The results indicated that drought from flowering stage by decreasing grain number per capitulum and 1000-seeds weight, significantly decreased the grain and oil yields in fall genotypes of safflower. It is concluded that drought stress diminished the seed and oil yields by decreasing grain number in capitulum and 1000-seeds weight. Significant differences were seen among genotypes in these portions of seed yield. The results of grouping genotypes by cluster analysis and ward method, located them in two low (Parnian, K.H.Y.23 and K.M.S.56) and high (other genotypes) yielding groups. The highest amounts seed and oil yields belonged to Mexico189, K.H.Y.2, K.M.S.38, Golemehr and Mexico295 in drought stress and non-stressed conditions. It seems that these genotypes could be used to cultivate in marginal and saline lands with similar climate to experimental location (semi-arid and cold climate according to Koppen climatic classification system).

Keywords: Drought Stress, Fall Safflower, Oil Percent, Saline Lands, Seed Filling

مقدمه

بخش عمده‌ای از روغن خوراکی مصرفی کشور از منابع خارجی تامین می‌گردد. بنابراین توسعه کشت دانه‌های روغنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از بین دانه‌های روغنی سازگار با شرایط آب و هوایی کشور، گلرنگ به‌عنوان یک گیاه مقاوم به تنش شوری و خشکی (باسیل و کافکا ۲۰۰۲؛ اسندل و همکاران ۱۹۹۳) و با داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه، از آینده نوید بخشی برخوردار است (پاسبان اسلام ۲۰۰٤). گلرنگ گیاهی سازگار به مناطقی با بارندگی زمستانه و بهاره اندک و هوایی خشک در طول دوره گل‌دهی، پرشدن و رسیدگی دانه بوده و با داشتن ریشه‌های طویل و با توان جذب آب

بالا از پروفیل‌های عمیق‌تر خاک، یک دانه روغنی متحمل به خشکی به حساب می‌آید (وینبرگ و همکاران ۲۰۰۵). کوتروباس و همکاران (۲۰۰٤) با ارزیابی ژنوتیپ‌های هیبرید و آزاد گرده افشان گلرنگ در کشت دیم و تحت شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای یونان، به این نتیجه رسیدند که تولید و تجمع ماده خشک تا مرحله گرده افشانی و میزان انتقال این مواد به دانه در طول دوره پرشدن دانه و در نهایت عملکرد دانه با همدیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از این جهات تنوع معنی‌داری وجود دارد. 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 تنوع معنی‌داری از نظر عملکرد دانه و روغن در این محیط‌ها وجود دارد (امیدی تبریزی ۲۰۰٦). ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ در کرج نشان داد که ژنوتیپ جمع‌آوری شده از اطراف تبریز با کسب ۲۹/٦ گرم دانه در بوته بیشترین عملکرد تک بوته را به خود اختصاص داد و بیشترین ضریب تنوع مربوط به صفت تعداد دانه در طبق (۲۲/۰۲ درصد) بود (امیدی تبریزی و همکاران ۲۰۰۸). 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 ۷۵ 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).

نتایج آزمایشی در دشت تبریز، همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ را نشان داد (پاسبان اسلام ۲۰۱۲). گزارش شده است از بین اجزای عملکرد، وزن هزار دانه در تعیین عملکرد دانه گلرنگ نقش برجسته‌ای دارد (کوتروباس و همکاران ۲۰۰٤). نتایج ارزیابی ژنوتیپ‌های بهاره گلرنگ در شرایط اقلیمی همدان نشان داد که تحت خشکی اعمال شده از مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی و از 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 از مرحله گل‌دهی نشان داد خشکی باعث کاهش عملکرد دانه در همه آنها گردید ولی تنوع معنی‌داری از نظر تحمل به کمبود آب بین ژنوتیپ‌ها دیده شد (زارعی و همکاران ۲۰۱۳). با مطالعه ٦٤ ژنوتیپ گلرنگ تحت تنش کمبود آب در شرایط اقلیمی اصفهان مشاهده گردید که خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در همه ژنوتیپ‌ها گردید ولی میزان این کاهش به‌طور معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بوده و تجزیه کلاستر آنها را در دو گروه حساس و متحمل به خشکی قرار داد (بهرامی و همکاران ۲۰۱٤). تنوع ژنتیکی معنی‌داری 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).

هدف پژوهش ارزیابی ویژگی‌های زراعی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی گلرنگ برای کشت پاییزه در اراضی شور و کم‌بازده بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه خسروشاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ 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. همچنین منطقه زمستان‌هایی با روزهای یخبندان دارد. میانگین

دراز مدت بارندگی سالانه ۲۷۰ میلیمتر می‌باشد. مجموع بارندگی دوره آزمایش نیز ۳٤۲/٤ میلی‌متر بود. بخش عمده بارندگی در طول آبان ماه سال ۱۳۹٦ تا آخر اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ واقع گردید و در دوره اعمال تنش بارندگی رخ نداد. بخش عمده بارندگی در بازه زمانی نیمه دوم پاییز تا نیمه اول بهار رخ می‌دهد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۳٤۷ متر می‌باشد. این ایستگاه در حاشیه دریاچه اورمیه قرار دارد. خاک محل آزمایش لوم رسی با ۱/۵ درصد ماده آلی بوده و شوری آن ٦/۷ دسی زیمنس بر متر است.

مطالعه در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کشت در ۲۰ شهریور ماه سال ۱۳۹٦ انجام گردید. عامل‌های آزمایش شامل تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی با دو سطح : بدون تنش و تنش از مرحله گل‌دهی تا رسیدگی دانه و عامل فرعی پانزده رقم و لاین گلرنگ شامل: گل‌مهر، پدیده، گل‌دشت، پرنیان، K.H.Y.23، K.H.Y.19، K.H.Y.2، K.M.S.22، K.M.S.81، K.M.S.56، K.M.S.38، Mexico295، Mexico189، Mexico23 و Mexico11 بودند. فاصله خطوط کاشت ۲٤ سانتیمتر و میزان بذر بیست کیلوگرم در هکتار بوده و در نهایت تراکم ٤۸ بوته در متر مربع تثبیت شد. هر کرت شامل چهار ردیف به‌طول پنج متر بود. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌ها و بین تکرارها دو متر فاصله ایجاد شد. تنش با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A اعمال گردید. در دوره اعمال تنش برای سطوح بدون تنش، آبیاری در زمان ۸۰ میلی‌متر تبخیر و برای تیمارهای تنش، آبیاری در زمان ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک انجام گرفت (شرقی وهمکاران ۲۰۱۱؛ دانشمند و همکاران ۲۰۰٦). کوددهی مزرعه بر پایه نتایج آزمون خاک با استفاده از کود نیتروژن‌دار اوره به‌مقدار ۱۳۲ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله قبل کاشت و شروع گل‌دهی، سولفات پتاسیم به‌مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت K_2O و سوپر فسفات تریپل به‌مقدار ۱۸ کیلوگرم در هکتار به‌صورت P_2O_5 قبل از کاشت صورت گرفت. همچنین در اواسط مرحله گل‌دهی برای مبارزه با آفت مگس گلرنگ، مزرعه با سم دیازینون با غلظت یک در هزار سمپاشی گردید.

برای تعیین ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. به‌هنگام رسیدگی محصول پس از حذف حاشیه‌ها، تمامی کرت‌ها برداشت و عملکرد دانه و وزن هزار دانه تعیین شدند. برداشت در ۲۱ مرداد ماه انجام گردید. درنهایت تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد با نرم افزار آماری MSTATC و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با تجزیه کلاستر و به‌روش وارد (Ward) با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت. درصد روغن دانه‌ها به‌روش سوکسله تعیین شدند (بخاری و همکاران ۲۰۱۵).

نتایج وبحث

بروز تنش خشکی از مرحله گل‌دهی اثر معنی داری روی قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن داشت. همچنین بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تمام صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری دیده شد. اثر متقابل تنش خشکی با ژنوتیپ روی ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن دانه و عملکرد دانه و روغن معنی‌دار شد (جدول ۱). تنوع ژنتیکی معنی‌داری 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). همچنین با بررسی سازگاری۱۰ لاین گلرنگ در کرج، اصفهان و داراب فارس طی سه سال زراعی، تنوع معنی‌داری از نظر عملکرد دانه و روغن بین لاین‌های مورد بررسی دیده شد (امیدی تبریزی ۲۰۰٦).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ تحت تنش خشکی طی سال زراعی۹۷-۱۳۹۶

		میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر طبق	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق
تکرار	۲	٦٦٩/١٠٠	۰/۰۵۵	۵/۲۰۳	۱۹/٦۹۰
تنش خشکی	۱	۱۲٤/۸٤٤	۱۳۱/۷٦۹*	٤/۰۱۱	٤٤۵۰/٦۹۳**
خطای صلی	۲	۳۸/۵٤٤	۱/۸۹٦	۲/٦٦۹	۱/۸۵۰
ژنوتیپ	۱٤	۱۳۷۳/۹۹۵**	٤۵/۹۵۸**	۲۹/۰۲۹**	۲٦۱/۳۵۰**
تنش خشکی × ژنوتیپ	۱٤	٦۷۳/٤۸۷**	۲/۱٦۰**	۰/۷۱۹	۱٦/۰۱۷**
خطای فرعی	۵٦	۲٦۵/۲۲۷	۰/۸۱٦	۰/۸۹۷	۳/۷۹۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۲۵	۳/۸۹	۹/٤٦	۵/۳٦

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

ادامه جدول ۱

		میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن
تکرار	۲	۱/۸٦۹	۲۹۹۸۸/۰۱۱	۲/۱۷۸	٤۰۱۱/۵۵۱
تنش خشکی	۱	۱٦۸۷/٤۰۱**	۳۳۱۱۳۰۸۰/۹۰۰**	۱/۳٤٤	۲٤۲۹۳۷۲/۷۵۹**
خطای صلی	۲	۱/۲۵۱	۳٤۹۲۱/۰۳۳	۰/۵۷۸	۱۵۳۵/٦۸۹
ژنوتیپ	۱٤	۳۱/۹۵۷**	۸۷۰۵۵۲۸/۹٦۳**	۷/۱۱٦**	۷۲۲۲۱۷/۵۱۱**
تنش خشکی × ژنوتیپ	۱٤	۷/۰۳۷**	۲۹٦۳٤۰/۸۰۵*	۳/۱۵٤**	۲٦۰۸٦/٤۷۱*
خطای فرعی	۵٦	۰/۸۰۳	۱۵۵٤۳۳/۸۳۲	۰/۹۳۷	۱۳٦٤۹/۵٦۲
ضریب تغییرات (٪)		۳/۰۸	۱۲/۱۹	۳/۵۷	۱۳/۱۹

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

میانگین صفات مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. اثر خشکی روی ارتفاع بوته‌ها غیر معنی‌دار بود ولی اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی دیده شد. گل‌مهر و K.M.S.22 بیشترین ارتفاع بوته را داشتند و ارتفاع بوته سایر ژنوتیپ‌ها به‌جز پرنیان، K.H.Y.23 و K.M.S.56 که کوتاه‌تر بود، قابل قبول به‌دست آمد. ارتفاع بوته بالاتر در گلرنگ به‌علت تسهیل برداشت مکانیزه یک مزیت محسوب می‌گردد (پاسبان اسلام ۲۰۱۵). بروز تنش خشکی از مرحله گل‌دهی باعث کاهش معنی‌دار قطر طبق‌ها در گل‌آذین بوته‌ها گردید. این صفت در هر دو شرایط آبی بین ژنوتیپ‌ها نیز اختلاف معنی‌داری داشت. بیشترین قطر طبق در شرایط بدون تنش به Mexico295، K.M.S.22، Mexico189، Mexico11، گل‌مهر، پدیده، K.H.Y.19، K.H.Y.2 و K.M.S.81 تعلق داشت. در شرایط خشکی نیز بیشترین مقادیر قطر طبق به Mexico295، Mexico189، Mexico11، K.M.S.22 و K.M.S.81 مربوط بود.

با توجه به اختلاف معنی‌دار تعداد طبق در بوته بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه (جدول ۱)، ژنوتیپ‌های گل-مهر،K.M.S.22، Mexico295، در هر دو شرایط آبی و خشکی بیشترین تعداد طبق در بوته را داشتند (جدول ۲). تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق گردید. همچنین اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش از نظر این صفت دیده شد (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در طبق در شرایط بدون تنش به K.M.S.22، Mexico11، Mexico295، Mexico23، K.H.Y.19، Mexico189 و پدیده تعلق گرفت. در شرایط تنش Mexico11، Mexico295، Mexico189، K.H.Y.2، پدیده و گل‌دشت بیشترین تعداد دانه در طبق را داشتند (جدول ۲). در یک مطالعه روی ژنوتیپ‌های گلرنگ، از بین اجزای عملکرد دانه، بیشترین ضریب تنوع به تعداد دانه در طبق مربوط بود (امیدی تبریزی و همکاران ۲۰۰۸). نتایج یک مطالعه در دشت تبریز، همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ را نشان داده است (پاسبان اسلام ۲۰۱۲). بروز خشکی از مرحله گل-دهی کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه را باعث گردید. بین ژنوتیپ‌ها نیز وزن هزار دانه متفاوت بود. بیشترین وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش به پدیده، گل‌دشت، K.H.Y.19، K.H.Y.2، K.H.Y.22، Mexico295، Mexico189، Mexico11 و در شرایط تنش به گل‌مهر، گل‌دشت، K.H.Y.19، K.M.S.22، K.M.S.38، Mexico295، Mexico189، Mexico11 تعلق گرفت (جدول ۲). نشان داده شده است که از بین اجزای عملکرد، وزن هزار دانه در تعیین عملکرد دانه گلرنگ نقش برجسته‌ای دارد (کوتروباس و همکاران ۲۰۰٤). در یک مطالعه با اعمال تنش کمبود آب روی بوته‌های گلرنگ در طول فصل رشد، عملکرد دانه و اجزای آن به‌طور معنی-داری کاهش یافته است (نوروزی و کاظمینی ۲۰۱۳). در آزمایش حاضر از بین اجزای عملکرد دانه گلرنگ پاییزه اثر تنش خشکی روی تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه معنی‌دار شده و درنهایت روی عملکرد دانه و روغن منعکس گردید. بنابراین چنین استنباط می‌گردد که خشکی با کاهش این دو بخش عملکرد دانه، باعث کاهش محصول گردید. بیشترین درصدهای روغن دانه در هر دو شرایط آبیاری به گل‌مهر، K.H.Y.2، K.M.S.32، Mexico38، Mexico295، Mexico189 وMexico11 اختصاص یافت. همچنین دو ژنوتیپ K.H.Y.19 و K.H.Y.22 در شرایط آبیاری درصد روغن دانه بیشتری داشته و در اثر خشکی درصد روغن آنها کاهش معنی-داری نشان داد (جدول ۲). نتایج مطالعه اثرات تنش خشکی روی روغن دانه و ترکیبات آن در گلرنگ نشان داد که کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار درصد روغن دانه شد. این افت با کاهش بیشتر در اسیدهای چرب اشباع همراه بود (اشرفی و رزمجو ۲۰۱۰). 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. در این آزمایش ضریب همبستگی ساده عملکرد روغن با درصد روغن ۰/۸۳ و با عملکرد دانه ۰/۹۹ بود.

بروز خشکی از مرحله گل‌دهی تا رسیدگی دانه به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه و روغن را کاهش داد (جدول ۲). ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط اقلیمی اصفهان نشان داد که بروز تنش خشکی در هر دو مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه باعث کاهش معنی‌دار مقدار نسبی آب برگ، وزن خشک بوته و عملکرد دانه و روغن گردید. میزان این کاهش در شرایط بروز تنش در مرحله پرشدن دانه ۲۰ درصد بیشتر از اثر تنش در مرحله گل‌دهی بود (شیراسماعیلی و همکاران ۲۰۱۸). در این آزمایش اختلاف معنی‌داری در مقادیر عملکرد دانه و روغن بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دیده شد. ژنوتیپ‌های Mexico189، K.H.Y.2، K.M.S.38، گل‌مهر و Mexico295 در هر دو شرایط عادی و تنش خشکی

بیشترین عملکرد دانه و روغن را کسب کردند. این ژنوتیپ‌ها تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه بالایی داشتند (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد پنج ژنوتیپ مذکور برای کشت در اراضی کم‌بازده و شور حاشیه دریاچه اورمیه مناسب باشند. تنوع ژنتیکی معنی‌داری 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). نتایج مطالعه ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط عادی و تنش کمبود آب نشان داد ژنوتیپ‌هایی که در شرایط عادی عملکرد دانه بالاتری داشتند، در شرایط کمبود آب نیز عملکرد دانه بالاتری کسب کردند (صفوی و همکاران ۲۰۱۳). ژنوتیپ‌های پرنیان، K.H.Y.23 و K.M.S.56 همواره کمترین مقادیر اجزای عملکرد و عملکرد دانه و روغن را نشان دادند (جدول ۲). نتایج مطالعه دیگری نشان داد از بین ده ژنوتیپ گلرنگ ایرانی ارزیابی شده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی، پرنیان بیشترین افت عملکرد دانه در اثر خشکی را داشت (زارعی و همکاران ۲۰۱۳). گزارش شده است گلرنگ پاییزه رقم پدیده در دشت تبریز تحت آبیاری عادی با تولید عملکرد دانه و روغن به‌ترتیب ٤٤٢٠ و ١٣٦٩ کیلوگرم در هکتار، رقم برتر بوده است (پاسبان اسلام ۲۰۱۵).

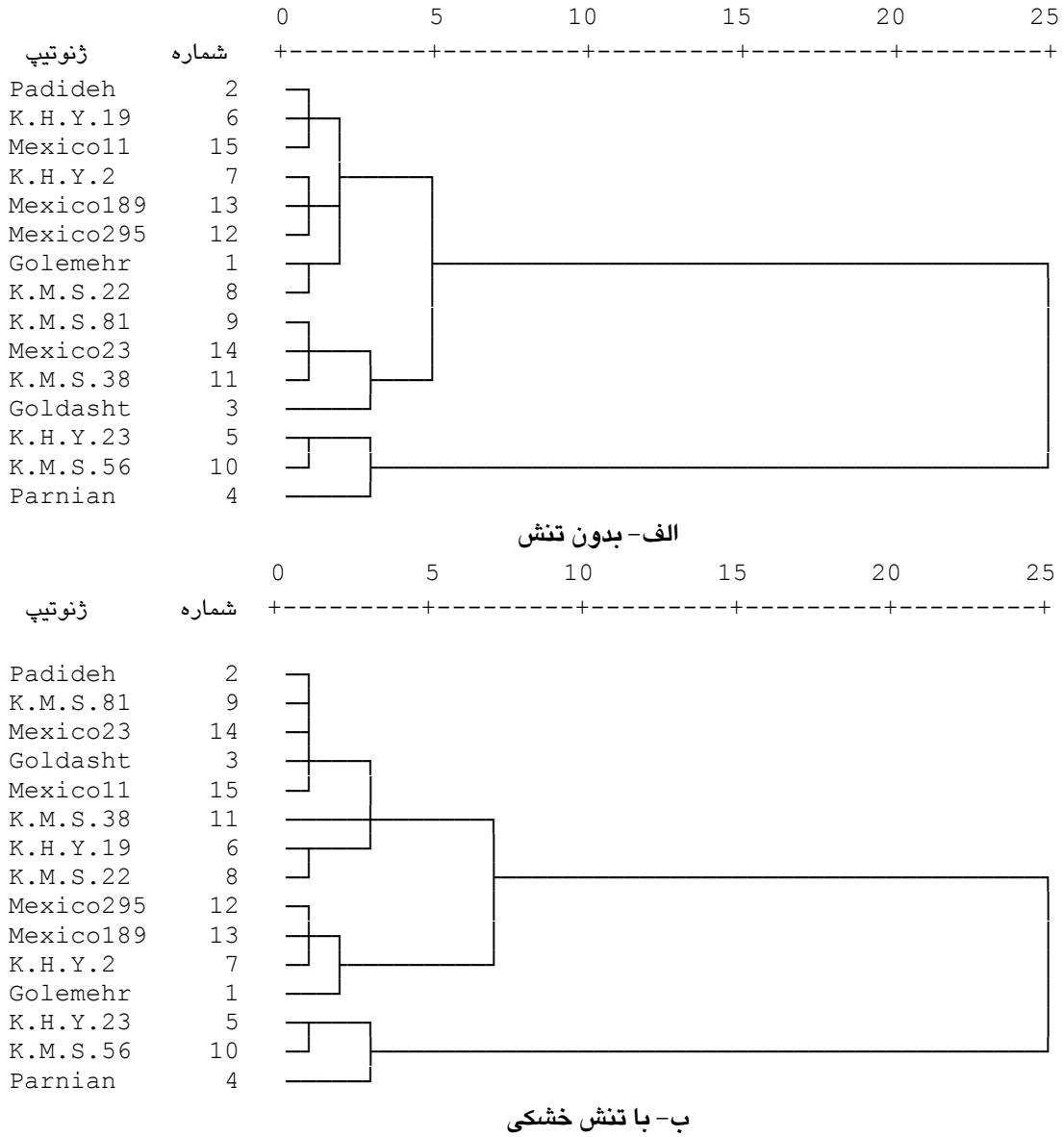
ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر پایه ارتفاع بوته، قطر طبق، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن با استفاده از تجزیه کلاستر به‌روش وارد در شرایط بدون تنش و تنش کمبود آب گروه‌بندی شدند. با برش دندروگرام از فاصله ٦ واحد، ژنوتیپ‌های پرنیان، K.H.Y.23 و K.M.S.56 که در شرایط آبیاری و تنش خشکی کمترین مقادیر اجزای عملکرد و عملکرد دانه و روغن را داشتند (جدول ۲) در یک گروه و سایر ژنوتیپ‌ها در گروه دیگری قرار گرفتند (شکل ۱). 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 گردید ولی میزان کاهش به‌طور معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بوده و تجزیه کلاستر آنها را در دو گروه حساس و متحمل به خشکی قرار داد (بهرامی و همکاران ۲۰۱٤).

جدول۲- میانگین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ تحت تنش خشکی طی سال زراعی۹۷-۱۳۹۶

تنش خشکی	ژنوتیپ	ارتفاع بوته (cm)	قطر طبق (mm)	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق
بدون تنش	گل‌مهر	۱۴۸	۲۶	۱۳	۴۲
	پدیده	۱۳۳	۲۵	۹	۴۹
	گل‌دشت	۱۲۷	۲۳	۹	۴۷
	پرنیان	۷۳	۲۲	۱۱	۲۶
	K.H.Y.23	۸۵	۲۰	۵	۳۵
	K.H.Y.19	۱۳۲	۲۵	۱۱	۴۸
	K.H.Y.2	۱۳۸	۲۵	۱۱	۴۳
	K.M.S.22	۱۴۰	۲۶	۱۴	۵۰
	K.M.S.81	۱۳۳	۲۵	۱۰	۴۱
	K.M.S.56	۱۱۸	۲۰	۶	۳۷
	K.M.S.38	۱۳۳	۲۲	۱۱	۳۶
	Mexico295	۱۳۳	۲۷	۱۲	۵۰
	Mexico189	۱۳۳	۲۷	۱۰	۴۷
	Mexico23	۱۳۰	۲۵	۱۲	۴۸
	Mexico11	۱۳۰	۲۷	۸	۵۰
تنش از مرحله گل‌دهی	گل‌مهر	۱۳۵	۲۳	۱۳	۲۹
	پدیده	۱۱۹	۲۴	۱۰	۳۲
	گل‌دشت	۱۲۵	۲۲	۹	۳۲
	پرنیان	۷۳	۱۹	۱۱	۱۷
	K.H.Y.23	۹۸	۱۵	۶	۲۰
	K.H.Y.19	۱۱۳	۲۳	۱۱	۳۳
	K.H.Y.2	۱۳۸	۲۲	۱۰	۳۵
	K.M.S.22	۱۱۲	۲۴	۱۳	۳۰
	K.M.S.81	۱۲۹	۲۴	۱۰	۲۸
	K.M.S.56	۱۱۷	۱۵	۶	۱۸
	K.M.S.38	۸۳	۲۰	۱۱	۲۴
	Mexico295	۱۳۲	۲۶	۱۱	۳۵
	Mexico189	۱۳۲	۲۵	۹	۳۵
	Mexico23	۱۳۰	۲۲	۱۰	۳۳
	Mexico11	۱۲۸	۲۵	۸	۳۷
LSD 5%		۲۶/۶۰	۱/۵۰	۱/۶۰	۳/۰

ادامه جدول ۲

تنش خشکی	ژنوتیپ		عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن ($kg.ha^{-1}$)
بدون تنش	گل‌مهر	۳۲/۳	٤٧٨٥	۲۹	۱۳۸٦
	پدیده	۳۵/۷	۳٦۹۷	۲۷	۱۰۱۰
	گل‌دشت	۳۵/۳	٤٦٦۷	۲۷	۱۰۸۸
	پرنیان	۲۹/۰	۱۲۱۱	۲۷	۲۹۵
	K.H.Y.23	۳۱/۳	۱٦٤٦	۲٦	٤۲۸
	K.H.Y.19	۳۵/۷	۳۷۳٦	۲۸	۱۰۳۳
	K.H.Y.2	۳۵/۰	۵۳۳۰	۲۹	۱۵۳۰
	K.M.S.22	۳۵/۰	۳۷۲۸	۲۸	۱۰۳۱
	K.M.S.81	۳۱/۰	۳۸۲٦	۲۸	۱۰۲۹
	K.M.S.56	۳۲/۷	۱۱۸۹	۲۵	۳۰۱
	K.M.S.38	۳۱/۰	۵۰٤۹	۲۸	۱۳۹٦
	Mexico295	۳٦/۰	٤۷۰۰	۲۹	۱۳۸۲
	Mexico189	۳۵/۰	۵٤۲٤	۲۸	۱۵۰۲
	Mexico23	۳۱/۰	٤۲۷۱	۲۷	۱۱٤۰
	Mexico11	۳۵/۷	٤۳۳۹	۲۸	۱۱۹۸
تنش از مرحله گل‌دهی	گل‌مهر	۲۵/٤	۳٤۳۲	۲۸	۹٦٤
	پدیده	۲٤/۷	۲۳۵۱	۲۷	٦٤۲
	گل‌دشت	۲۵/۷	۳۱۰۳	۲۷	۸۲۸
	پرنیان	۲۰/۳	۸٦۵	۲۷	۲۳٤
	K.H.Y.23	۲۰/۷	۱۰۱۰	۲٦	۲٦۳
	K.H.Y.19	۲٦/۳	۲۳۷۳	۲٦	٦۱۷
	K.H.Y.2	۳۰/۳	۳٦۷۹	۲۸	۱۰۳۰
	K.M.S.22	۲۵/۳	۲٦۲۰	۲٦	٦۹۰
	K.M.S.81	۲۳/۳	۲٤٦٤	۲۷	٦٦۵
	K.M.S.56	۲۰/۳	۸۱۷	۲۷	۲۲۱
	K.M.S.38	۲۵/۷	۳٤٤۹	۲۸	۹٦٦
	Mexico295	۲۷/۰	۳۳۵۱	۲۸	۹۳۸
	Mexico189	۲۷/۳	۳۸۵۰	۲۹	۱۱۰٤
	Mexico23	۲٤/۳	۳۰۳۲	۲۷	۸۲۹
	Mexico11	۲۵/۰	۳۰۰۵	۲۸	۸۳۱
LSD 5%		۱/۵۰۰	٦٤٤/۹	۱/٦۰	۱۹۱/۰



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ بر پایه ارتفاع بوته، قطر طبق، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن با استفاده از تجزیه کلاستر به‌روش وارد در شرایط بدون تنش (الف) و تنش کمبود آب (ب)

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان دادند وقوع تنش خشکی از مرحله گل‌دهی تا رسیدگی دانه با کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. این ویژگی‌ها بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. در شرایط عادی و تنش خشکی ،همواره بیشترین عملکرد دانه و روغن به ژنوتیپ‌های Mexico189، K.H.Y.2، K.M.S.38، گل مهر و Mexico295 تعلق داشت. به‌نظر می‌رسد این ژنوتیپ‌ها برای کشت در اراضی کم‌بازده و شور و مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه منطقه آزمایش مناسب باشند. با استفاده از توسعه کشت گلرنگ پاییزه در این دشت‌های وسیع که به علت شور شدن خاک آنها، امکان کشت سایر محصولات پربازده از بین رفته است، ضمن حفظ اراضی زراعی، محصولی قابل قبول از نظر اقتصادی نیز تولید گردد.

منابع مورد استفاده

Ashrafi E and Razmjoo K. 2010. Irrigation regimes 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.

Bokhari A, Chuah LF, Yusup S, Ahmad J and Aziz H. 2015. Kapok seed oil extraction using soxhlet extraction method: Optimization and parametric study. Australian Journal of Basic and Applied Science, 9(37): 429-431.

Bortolheiro F 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.

Daneshmand A, Shirani-Rad AH, Darvish F, Ardakani A, zarei G and Ghooshchi F. 2006. Effect of drought stress on qualities and quantities of yield, yield components and relative water content in rapeseed cultivars. Geological Society of America Abstracts with Programs, Specially Meeting, No. 3: 19.

Esendel E, Kevesoglu KE, Ulsa N and Aytac S. 1993. Performance of late autumn and spring planted safflower under limited environment. Proceeding of the Third International Safflower Conference. Beijing, China. 14-18 Jun. 221-280.

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.

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.

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

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 cv. Padideh 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. 2004. Evaluation yield and yield components in new spineless safflower genotypes. Iranian Agriculture Science Journal, 35: 869-874. (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.

Safavi SM, Pourdad SS and Safavi SA. 2013. Evaluation of drought tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under non stress and drought stress conditions. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 1(9): 1086-1093.

Sharghi Y, Shirani-Rad AH, Ayeneh Band A, Noor-Mohammadi 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.

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).

Weinberg ZG, Landau SY, Bar-Tal A, Chen Y, Gamburg M, Brener S and Dvash L. 2005. Ensiling safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as an alternative winter forage crop. In: Park RS, Strong MD (Eds.), Proceedings of the 15th International Silage Conference. Belfast, Northern Ireland, July 3-6. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. p 169.

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.